

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan koulutus

2023

Emma Hakala

Mekaanisen kamerajalustan suunnittelu



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2023 | 32 sivua

Emma Hakala

Mekaanisen kamerajalan suunnittelu

Opinnäytetyön tavoite oli suunnitella mekaanisesti toimiva kamerajalusta, jolla pystyttäisiin havaitsemaan dumpperin lavan reunan etäisyys kaivoksen seinämään. Tähän sisältyi itse jalustan suunnittelun lisäksi pohdinta siitä, voisiko jalusta toimia myös muilla mekanismeilla, kuten esimerkiksi sähköisesti tai hydraulisesti. Työn tilasi Sandvik Mining and Construction Oy ja se toteutettiin Siemensin NX-ohjelmalla. Valmiit tulokset palautettiin Siemensin Teamcenter-ohjelmaan.

Työn taustalla oli asiakaspalaute, jossa dumpperia peruuttaessa kulman taakse, ei lavan kylkiä pystytty havainnoimaan ollenkaan. Dumppereiden vakiovarusteisiin kuuluu peruutuskamera, mutta sillä yksinään ei pysty hahmottamaan lavan ulkoreunan ja seinän etäisyyttä, joten kylkeen sijoitetulla kameralla tämäkin alue saataisiin näkyviin. Sijainti kyljessä on kuitenkin altis iskuille ja lialle, jolloin tarvitaan mekanismi, joka pitää kameran puhtaana ja mahdollisesti myös suojassa.

Tulokseksi yritys sai valmiin konseptin, jota voidaan kehittää tulevaisuudessa tarpeen mukaan, ja josta voidaan jo nyt valmistaa haluttaessa ensimmäinen prototyyppi.

Asiasanat:

Suunnittelu, mallintaminen, tuotekehitys

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2023 | 32 pages

Emma Hakala

The design of the mechanical camera stand

The aim of the thesis was to design a mechanically operated camera tripod that could detect the distance between the edge of the dump truck box and the wall of the mine. In addition to the design of the stand itself, this included considering whether the stand could also work by other mechanisms such as electrically or hydraulically. The thesis was commissioned by Sandvik Mining and Construction Oy and implemented using Siemens NX software. The finished results were returned to Siemens Teamcenter.

The thesis was based on customer feedback, where when reversing the dump truck around the corner, the sides of the box could not be observed at all. The standard equipment of dump trucks includes a reversing camera, but it alone cannot be used to perceive the distance between the outer edge of the box and the wall, so a camera placed on the side can also be used to see this area. However, the location on the side is prone to impacts and dirt, which requires a mechanism that keeps the camera clean and possibly protected.

As a result, the company received a ready-made concept that can be developed in the future as needed and from which the first prototype can be made, if desired.

Keywords:

Design, modelling, product development

Sisältö

| | |
|---|-----------|
| Käytetyt lyhenteet tai sanasto | 7 |
| 1 Johdanto | 8 |
| 1.1 Sandvik-konserni | 8 |
| 1.2 Opinnäytetyön tavoite ja tausta | 8 |
| 2 Tuotesuunnittelu työvaiheena | 10 |
| 3 Projektin toteutus | 11 |
| 3.1 Vaatimukset | 11 |
| 3.2 Valittu muoto ja sijainti | 11 |
| 3.3 Luonnosteluvaihe | 14 |
| 3.4 3D-mallintaminen | 14 |
| 3.4.1 Ulomman putken valmistettavuus | 16 |
| 3.4.2 Ulomman putken kokoonpano | 17 |
| 3.4.3 Sisemmän putken valmistettavuus | 18 |
| 3.4.4 Sisemmän putken kokoonpano | 19 |
| 3.5 Materiaali- ja pintakäsittelyvalinta | 20 |
| 3.6 Mahdolliset ongelmat ja vaihtoehtoiset toimintamallit | 20 |
| 4 Valmistuspiirustukset | 22 |
| 4.1 Ulomman putken piirustukset | 22 |
| 4.1.1 Ulomman putki | 22 |
| 4.1.2 Ulomman levy | 23 |
| 4.2 Sisemmän putken piirustukset | 23 |
| 4.2.1 Sisemmän putki | 24 |
| 4.2.2 Sisemmän levy | 24 |
| 4.2.3 Sisemmän toinen levy | 25 |
| 4.3 Kääntömekanismin piirustukset | 25 |
| 4.3.1 Kääntömekanismin levy | 26 |
| 4.3.2 Kääntömekanismin haarukkaosa | 26 |
| 4.4 Irrallisten osien piirustukset | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4.1 Muoviputki | 27 |
| 4.4.2 L-rauta | 27 |
| 4.4.3 Säättölevy | 28 |
| 4.4.4 Suojalevy | 28 |
| 4.5 Kamerajalustan kokoonpanopiirustus | 29 |
| 5 Yhteenveto | 30 |
| Lähteet | 31 |

Liitteet

Liite 1. Parkerin kuvasto

Kuvat

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Kamerajalusta paikoillaan. | 12 |
| Kuva 2. Lava kippiasennossa. | 13 |
| Kuva 3. Kamerajalusta pultattuna sylinterin laippaan. | 13 |
| Kuva 4. Kamerajalustan kokoonpano. | 16 |
| Kuva 5. Ulompi putki, liukurengas ja ohjuripultti. | 17 |
| Kuva 6. Sisempi putki lavan puolelta. | 18 |
| Kuva 7. Sisempi putki edestä. | 19 |
| Kuva 8. Ulomman putken hitsauskokoonpanon piirustus. | 22 |
| Kuva 9. Ulomman putken valmistuspiirustus. | 22 |
| Kuva 10. Ulomman putken päätylevyn valmistuspiirustus. | 23 |
| Kuva 11. Sisemmän putken hitsauskokoonpanon piirustus. | 23 |
| Kuva 12. Sisemmän putken valmistuspiirustus. | 24 |
| Kuva 13. Sisemmän putken päätylevyn valmistuspiirustus. | 24 |
| Kuva 14. Sisemmän putken toisen päätylevyn valmistuspiirustus. | 25 |
| Kuva 15. Kääntömekanismin hitsauskokoonpanon piirustus. | 25 |
| Kuva 16. Kääntömekanismin levyn valmistuspiirustus. | 26 |

| | |
|--|----|
| Kuva 17. Kääntömekanismin haarukkaosan valmistuspiirustus. | 26 |
| Kuva 18. Muoviputken valmistuspiirustus. | 27 |
| Kuva 19. L-raudan valmistuspiirustus. | 27 |
| Kuva 20. Säätolevyn valmistuspiirustus. | 28 |
| Kuva 21. Suojalevyn valmistuspiirustus. | 28 |
| Kuva 22. Kamerajalustan räjäytyskuva. | 29 |

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

| | |
|--------------|---|
| Dumpperi | Runko-ohjauksinen maansiirtoajoneuvo, lainasana englannin sanasta dumper (Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy 2022). |
| 3D-mallinnus | Suunnittelua kolmiulotteisesti tietokoneen kuvaruudulla (Suomen yrittäjäopisto 2023). |
| Toleranssi | Toleranssien avulla ohjataan tuotteen geometrisiä ominaisuuksia. Toleranssi määrää sallitut rajat tuotteen tekniselle ominaisuudelle, esimerkiksi mitalle. (Pere 2016, 20–1.) |
| Standardi | Standardilla tarkoitetaan julkaisua, jolla pyritään yhteisymmärrykseen. Standardisoinnilla pyritään vähentämään teknisesti ja kaupallisesti merkityksettömiä erilaisuuksia tuotteissa ja palveluissa. (Pere 2016, 1–4.) |
| NX | NX on tuotekehitykseen, suunnitteluun ja valmistukseen kehitetty 3D-suunnitteluohjelmisto (Siemens NX 2023). |
| Teamcenter | Teamcenter on hallintajärjestelmä tuote- ja suunnittelutyöhön, jolla hallitaan kaikkea tietoa tuotekehityksen aikaisesta tiedosta aina tarkastamis- ja hyväksymisvaiheeseen asti (Siemens Teamcenter 2023). |

1 Johdanto

1.1 Sandvik-konserni

Sandvik Group on kansainvälinen korkean teknologian teollisuuskonserni, jonka osaamisalueisiin kuuluvat teknologia kaivos- ja urakointiteollisuuteen, lastuamisteknologia, materiaalitekniikka sekä ainetta lisäävä valmistusteknologia. Sandvikin pääkonttori sijaitsee Ruotsin Tukholmassa. Yrityksen perusti vuonna 1862 ruotsalainen Göran Fredrik Göransson ja vuonna 1901 se listautui Tukholman pörssiin. Vuonna 2022 Sandvik Group työllisti maailmanlaajuisesti noin 40 000 henkilöä, sillä oli myyntiä yli 150 maassa ja liikevaihto oli noin 112 miljardia Ruotsin kruunua. (Sandvik 2023.)

Sandvik Group on jakanut toimintonsa kolmeen eri liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Sandvik Mining and Rock Solutions, Sandvik Rock Processing Solutions ja Sandvik Manufacturing and Machining Solutions. Nämä liiketoiminta-alueet vastaavat omien tuotteidensa tutkimuksesta ja tuotekehityksestä, tuotannosta ja myynnistä. (Sandvik 2023.)

1.2 Opinnäytetyön tavoite ja tausta

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella mekaanisesti toimiva jalusta kameralle. Tähän sisältyy itse jalustan suunnittelun lisäksi pohdinta siitä, voisiko jalusta toimia myös muilla mekanismeilla kuin mekaanisesti. Työn taustalla on asiakaspalaute, jossa dumpperia peruuttaessa kaivoksessa kulman taakse lavan kylkiä ei pystytä havainnoimaan ollenkaan. Dumppereissa on vakiovarusteina peruutuskamerat, mutta näillä ei pystytä hahmottamaan lavan ulkoreunan ja seinän etäisyyttä, joten kylkeen sijoitetulla kameralla tämä alue saadaan näkyviin. Sijainti on kuitenkin hyvin altis koville iskuille ja lialle, jolloin tarvitaan liikkuva mekanismi, joka pitää kameran suojassa ja puhtaana.

Opinnäytetyön yhteyshenkilönä Sandvikilta toimii Pekka Tamminen. Projektissa tuotetaan toimeksiantajalle valmiit 3D-mallit, valmistuspiirustukset sekä valitaan

tarvittavat ostokomponentit. Työ tehdään Siemens NX ohjelmalla ja valmiit mallit sekä piirustukset palautetaan Teamcenter ympäristöön.

2 Tuotesuunnittelu työvaiheena

Tuotesuunnittelulla tarkoitetaan työvaihetta, jossa tuotetaan suunniteltavan kohteen valmistukseen tarvittavat suunnitelmat. Valmistussuunnitelma voi olla tekninen piirustus tai 3D-tiedosto. Usein se on tekninen piirustus, mutta 3D-tiedostoa käytetään esimerkiksi numeeristen työstökoneiden työstöratojen suunnittelussa. Valmistussuunnitelmiin sisältyvät yleensä osien muodot ja mitat, valmistusmateriaalit, valmistusmenetelmät, pinnanlaadut ja toleranssit sekä menetelmät, joita käytetään tuotteen kokoonpanoissa. (Hietikko 2021, 135.)

Suunniteltaessa tuotetta piirustuksilla on suuri rooli, mutta prosessiin kuuluu lisäksi paljon muitakin vaiheita. Ensimmäisenä ja tärkeimpänä tulee tavoitteellinen pohdinta. Sillä tarkoitetaan vaihetta, jolloin mietitään mahdollisia ongelmia, tavoitteita, ratkaisuvaihtoehtoja ja näiden laatua. Innovaatioprojektiksi kutsutaan laajempaa kokonaisuutta, johon myös suunnittelutoiminta sisältyy. Jotta tuote voidaan suunnitella, on oltava jonkinlainen käsitys tuotteen toiminnasta, käyttäjistä, valmistusmäärästä ja hinnasta. Prosessin alussa syntyy kehitysidea, joka sisältää liiketoimintaan tarvittavan idean lisäksi periaatteen liittyen tuotteen toimintaan, josta itse prosessi saa alkunsa. (Hietikko 2021, 135–136.)

Innovaatiotoiminnassa uuden tuotteen suunnitteluun ja luomiseen tarvitaan tietoa ja taitoja, jotta tuotteesta saadaan käyttökelpoinen. Luovuus on olennaisessa osassa innovaatiotoiminnassa, jonka päämääränä on uusien tuotteiden kehittäminen ja jo olemassa olevien tuotteiden parantaminen. Innovoinnin kolme vaihetta ovat esi-innovaatiojakso, jossa havainnoidaan tarpeita tai kehityskohteita, varsinainen innovaatiojakso, joka sisältää itse keksinnön ja sen ensimmäisen soveltamisen, sekä jälki-innovaatiojakso, jossa keskitytään keksinnön soveltamiseen eri käyttökohteisiin ja mahdollisiin parannustöihin. (Häti-Korkeila & Kähönen 1985, 56.)

3 Projektin toteutus

3.1 Vaatimukset

Jalustan muoto ja sijainti ovat lähtöisin asiakaspalautteesta ja toimeksiantajan toiveista. Asiakaspalautteessa ilmeni, että kameran katvealueessa tulisi näkyä lavan uloin reunakohta sekä seinän etäisyys tähän. Tästä syystä kamera tulisi sijoittaa koneen kylkeen. Toimeksiantajalla oli jo ennen työn aloitusta mielessä paikka, johon jalusta olisi paras sijoittaa.

Sijoittaessa kylkeen, haasteena oli saada jalusta pysymään suojassa iskuilta. Se ei saanut tulla lavan kyljen ulkopuolelle, sillä silloin jalusta osuisi seinään ennen lavaa, ja koska ahtaassa kaivosympäristössä törmäyksiltä ei välttyä, oli annettujen vaatimusten puitteissa toimeksiantajan mainitsema sijainti ainoa sopiva. Toimeksiantaja halusi jalustasta suunniteltavan lisäosan, jonka asiakas voisi mahdollisesti ostaa myös jo käytössä olevaan koneeseen, joten myös tämä piti ottaa kiinnitysmenetelmissä ja sijainnissa huomioon.

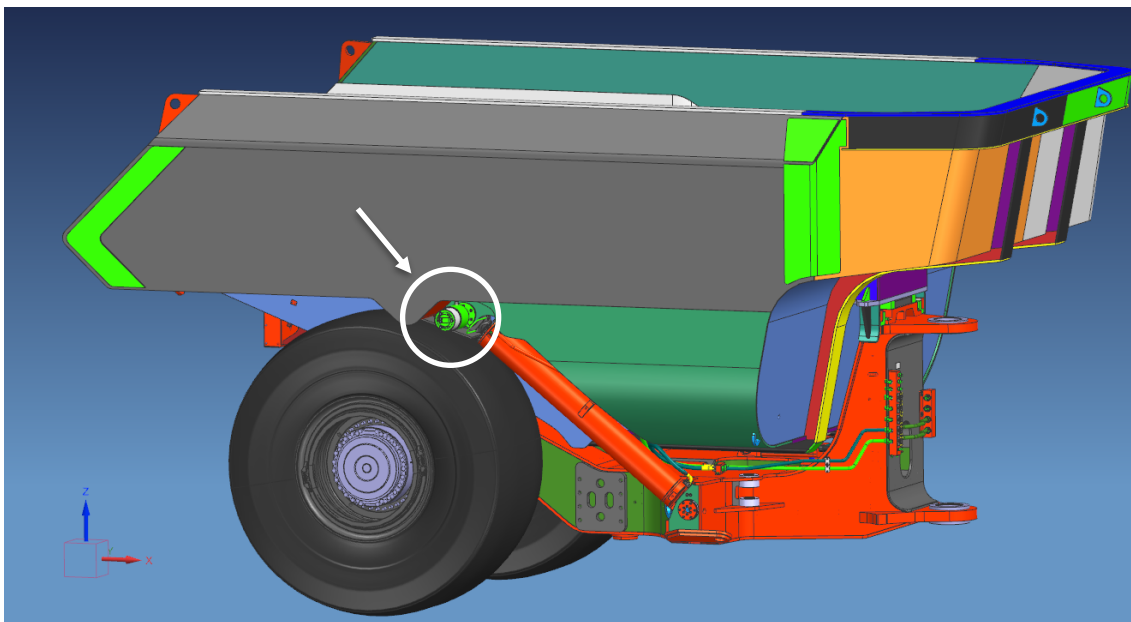
Koska kamera toimii sähköllä ja vaatii johdon, oli jalusta sijoitettava niin, että johtojen kulkureitti on mahdollinen. Materiaali- ja pintakäsittelyvalinnassa tuli ottaa huomioon kaivoksen haastava ympäristö, kuten esimerkiksi syövyttävät kemikaalit sekä lika ja pöly. Jotta lika ja pöly ei olisi esteenä, oli jalustaan kehiteltävä jonkinlainen puhdistusmekanismi. Jalustan vaatimukseen kuului myös, että sen voi sijoittaa kummalle puolelle tahansa konetta.

3.2 Valittu muoto ja sijainti

Rinnakkaisten ideoiden vertailun tavoitteena on löytää sellainen ratkaisu, joka soveltuu parhaiten lopulliseen suunnitelmaan. Tuotteen tavoitteiden asettelussa on tärkeää välttää ehdotonta pyrkimystä kohti täydellistä ratkaisua. Sen sijaan tavoitteet on hahmoteltava niin, että lopputulos on riittävän hyvä otettaessa huomioon vallitsevat olosuhteet. Tuotteen on täytettävä ne kriteerit, jotka

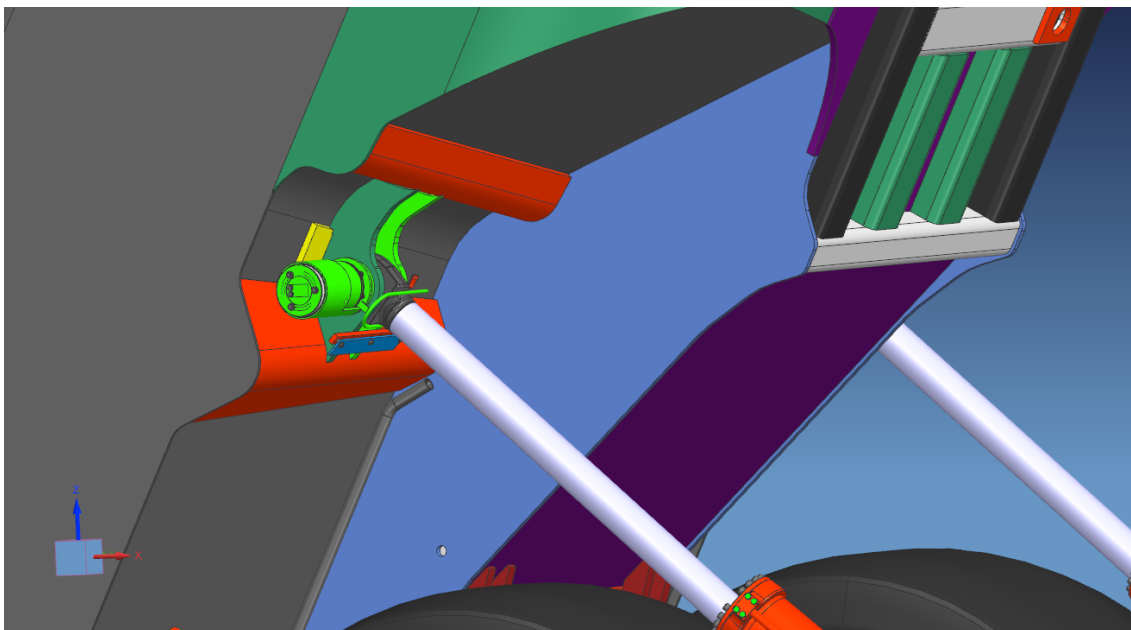
tekevät siitä asiakkaan tai käyttäjän näkökulmasta paremman kuin muut vastaavat ratkaisut. (Häti-Korkeila & Kähkönen 1985, 98.)

Vaatimusten takia ei vaihtoehtoja sijainnille ja muodolle jäänyt kovinkaan montaa. Kamerajalustan sijainnin ja mekaanisen toiminnan vuoksi ainoaksi toimivaksi muodoksi ilmeni ympyrälieriö.



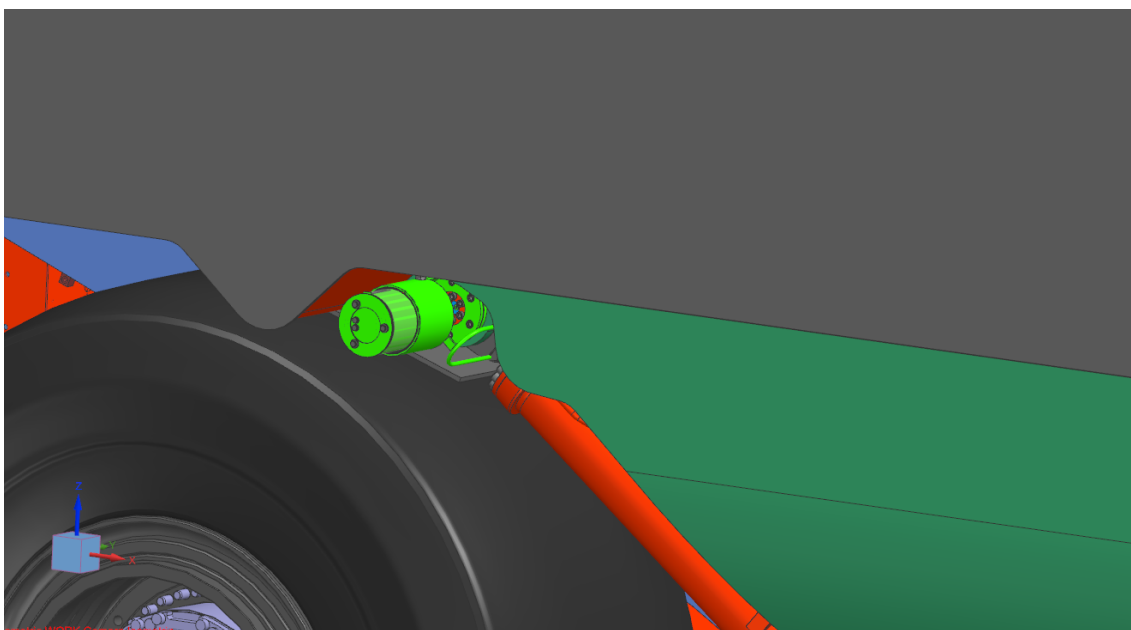
Kuva 1. Kamerajalusta paikoillaan.

Sijainniksi sopi vain toimeksiantajan mainitsema kippisylinterin laippa, sillä siinä jalusta pysyy suojassa lavan syvennyksessä ja mekaanista toimintoa pystytään hyödyntämään kipatessa lavaa.



Kuva 2. Lava kippiasennossa.

Jalustan kiinnitys koneeseen suunniteltiin niin, että sen saisi kippisylinterin laipan päälle jo valmiisiin pulttireikiin kiinni. Näin vanhempaan koneeseen ostettuna lisäosana koneeseen ei tarvitsisi tehdä muutoksia tai esimerkiksi poraamaan pulteille reikiä.



Kuva 3. Kamerajalusta pultattuna sylinterin laippaan.

3.3 Luonnosteluvaihe

Luonnokset ovat useimmin käsin tehtyjä piirustuksia, jotka tehdään ennen varsinaisen piirustuksen laatimista. Luonnosteltaessa on tärkeää pyrkiä pitämään mittojen suhteet mahdollisimman oikeina, jotta suunniteltavasta kohteesta saadaan mahdollisimman realistinen mielikuva. Tarkat yksityiskohdat eivät ole ideointi- ja luonnosteluvaiheessa keskiössä, vaan tärkeintä on suunniteltavan kappaleen hahmottaminen pääpiirteineen. (Pere 2016, 17–1, 18–1.)

Riippuen työskentelytavasta ja suunnittelukohteesta, voi ideointi ja luonnostelu liittyä toisiinsa, tai ne voivat olla täysin toisistaan erillään. Ideoinnissa ajatukset liikkuvat vapaasti ja luonnostelussa ideat ja ajatukset hahmotellaan konkreettiseen muotoon. Jotta ideat ja ratkaisuvaihtoehdot ovat kaikille työhön osallistuville ymmärrettäviä ja vertailukelpoisia, on luonnostelu tehtävä tarpeeksi selkeästi. Ideoinnissa ja luonnostelussa voidaan piirustusten lisäksi käyttää pienoys- ja hahmomalleja sekä mallikappaleita. (Häti-Korkeila & Kähönen 1985, 93–94.)

Jalustan suunnittelutyö alkoi luonnostelemalla käsin toivottua mallia ja toimintatapaa. Luonnosteluvaihe oli tärkeä vaihe projektia, sillä tässä vaiheessa ajatukset sai paperille konkreettiseen muotoon ja näin kokonaisuuden ja ulkoasun hahmottaminen oli selkeämpää myös tiimin muille suunnittelijoille. Heidän oli helpompi kertoa mielipiteitään ja kehitysehdotuksiaan, kun idea oli selkeästi esillä. Luonnosteluvaiheessa lyötiin lukkoon jalustan toimintamalli, muoto ja kriittiset mitat.

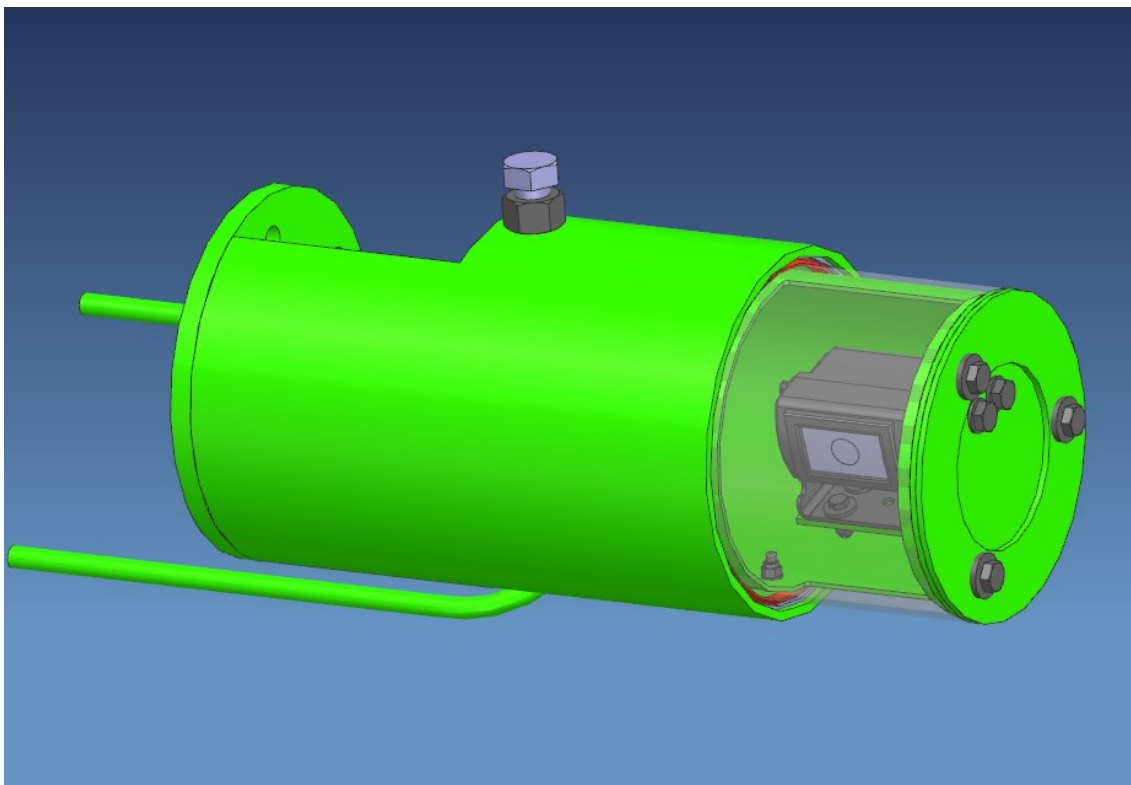
3.4 3D-mallintaminen

3D-mallintamisella tarkoitetaan kolmiulotteista tietokonepohjaista suunnittelua. Tarve 3D-suunnitteluun ilmeni jo 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa, kun syntyi tarve luoda automaattisia projektioita piirustuksiin. Jo 1970-luvun loppupuolelta saakka on ollut saatavilla 3D-ohjelmistoja kaupalliseen käyttöön. Niiden kehitys

on ollut hyvin nopeaa ja nykyään mekaniikkasuunnittelusta valtaosa tehdään käyttäen 3D-ohjelmistoja. 3D-mallintamisen lopputuotos on usein 2D-piirustus, mutta epäillään, että tulevaisuudessa piirustuksilla ei olisi enää niin suurta painoarvoa ja 3D-malleista tulisi suunnittelun pääasiallinen lopputuotos. (Pere 2016, 2–18.)

3D-malleja on tyypiltään erilaisia. Ensimmäiset kehitellyt 3D-mallit olivat tyypiltään lankamalleja, jotka muodostuivat viivoista, jotka kuvasivat kappaleen särmiä. Lankamallia kutsutaan useimmin rautalankamalliksi. Se on hyvin paljon rajoittuneempi kuin muut 3D-tyypit, pinta- ja tilavuusmalli. Rautalankamallin avulla ei pystytä selvittämään kappaleen pinta-alaa, kuten pintamallilla eikä tilavuutta, kuten tilavuusmallilla. Nykyään rautalankamallia käytetään enää harvemmin. Pintamallit ovat tarkempia, sillä särmien välille on määriteltä myös muoto. Piilossa olevat muodot eivät näy katsojalle, joka tekee mallin hahmottamisesta selkeämpää verrattuna rautalankamalliin. Tilavuusmalli antaa eniten tietoa kappaleesta. Sen avulla pystytään selvittämään muun muassa kappaleen pinta-ala, tilavuus, paino, massapiste sekä törmäystarkastelut. Tämän takia tilavuusmalli onkin nykyään yleisin käytössä oleva 3D-malli. (Pere 2016, 2–18.)

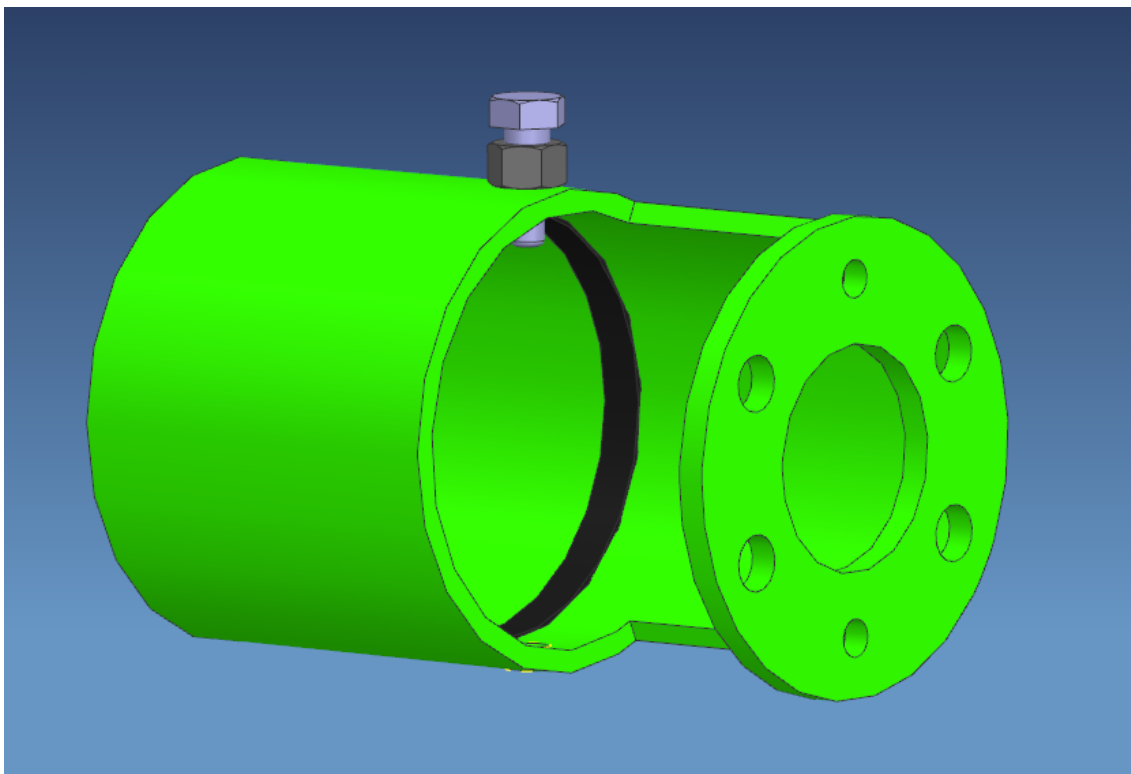
Kamerajalusta koostuu useammasta irrallisesta osasta, jotka kiinnitetään toisiinsa pääasiassa hitseillä ja pulttikiinnityksillä. Jalustan pääosassa toimivat kaksi sisäkkäin sijoitettua teräsputkea, joiden välissä tukena on liukurengas ja pyyhkijätiiviste.



Kuva 4. Kamerajalustan kokoonpano.

3.4.1 Ulomman putken valmistettavuus

Ulompi putki (kuva 5) koostuu $\varnothing 168.3 \times 8$ kokoisesta teräsputkesta ja 10 mm paksusta pyöreästä levystä, joka hitsataan putken toiseen päähän kiinni. Putken kylkeen koneistaan aukko, josta jalustan kääntömekanismin varsi mahtuu ulos ja liikeradalle on riittävä tila. Putkea koneistetaan sisäpuolelta 0.4 mm, jotta sisähalkaisija on liukurenkaalle otollinen. Lisäksi koneistetaan oikean kokoinen pesä liukurenkaalle. Toiseen pätyyn koneistetaan pyyhkijätiivisteelle pesä, jossa se pysyy tiiviisti paikoillaan. Tiivisteiden pesän edessä on oma pesä myös lukurenkaalle, joka varmistaa tiivisteiden pysymisen kohdallaan. Putken ylä- ja alareunoihin porataan M16 kokoiset kierrereiät. Se kumpi reikä on käytössä, riippuu siitä, kummalle puolelle lavaa jalusta sijoitetaan. Kyseiseen reikään kiinnitetään erikseen valmistettu kärjestä sorvattu pultti, joka toimii sisemmän putken ohjurina.



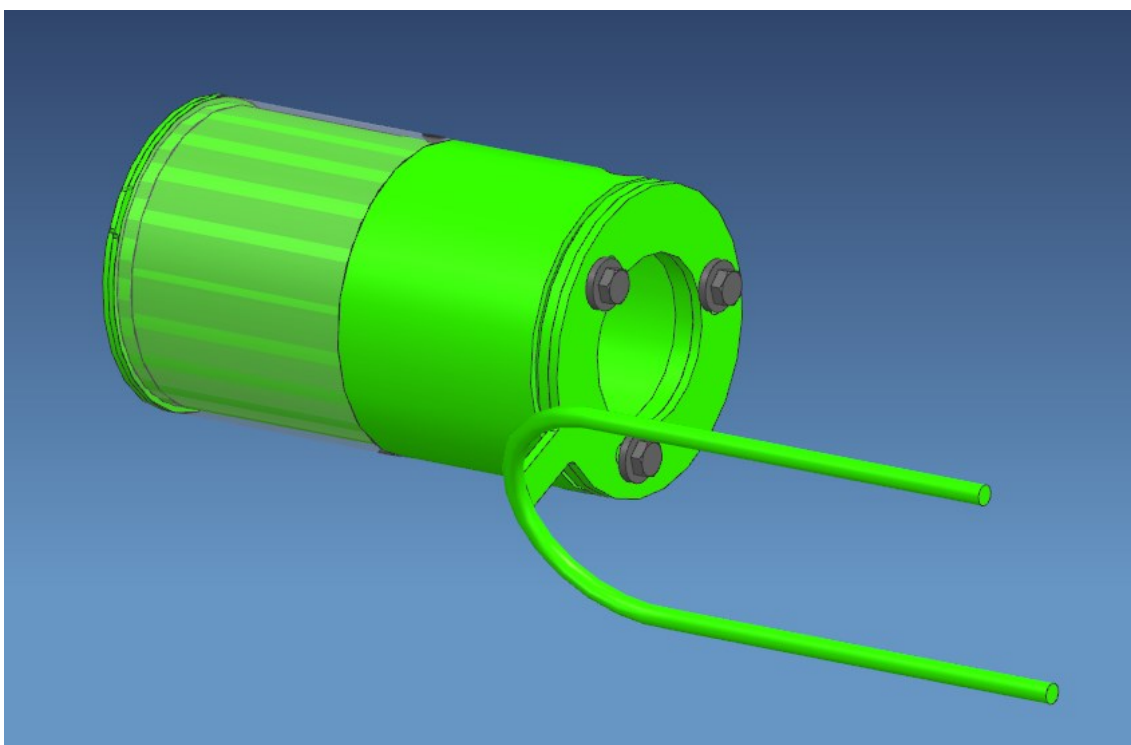
Kuva 5. Ulompi putki, liukurengas ja ohjuripultti.

3.4.2 Ulomman putken kokoonpano

Levyssä on reiät pulteille, joilla koko jalusta kiinnitetään kiinni lavan sylinterin laippaan. Jalusta kiinnitetään laipan reikiin kahdella M12 kokoisella kuusioruuvilla. Muut neljä reikää ovat kooltaan suuremmat ja näiden kohdilla sijaitsevat jo kiinni olevat laipan pultit, jotka tulevat reikien sisälle. Jalusta on kevyt, eikä siksi tarvitse montaa pulttia kiinnitykseen. Laippaa ei tarvitse myöskään jalustaa asentaessa irrottaa sylinteristä, mikä helpottaa asennusta huomattavasti. Liukurengas on standardiosa Parkerin kuvastosta (liite 1) ja pyyhkijätiiviste tilataan mittatilaustyönä, jolloin saadaan riittävän kestävä ja vaatimukset täyttävä pyyhkijä kamerajalustaan.

3.4.3 Sisemmän putken valmistettavuus

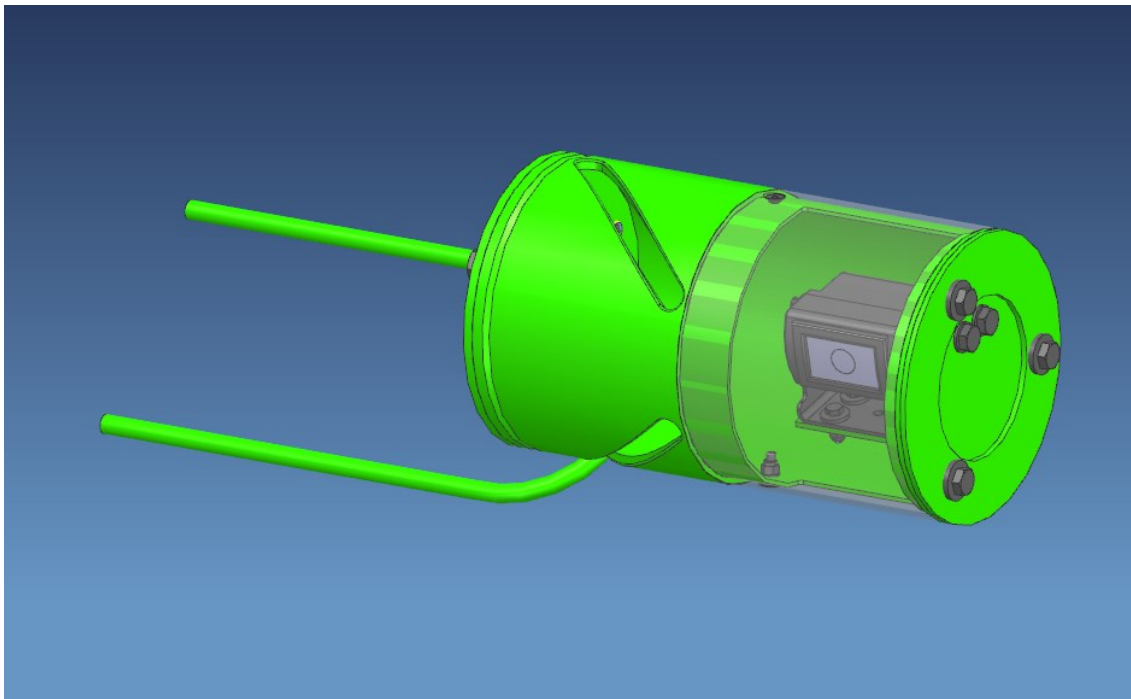
Sisempi putki (kuvat 6 ja 7) valmistetaan $\varnothing 152.4 \times 6.3$ kokoisesta teräsputkesta. Sen ulkopintaa koneistetaan 1.2 mm, jotta saadaan ulkohalkaisijasta 150 mm. Putken päihin hitsataan levyt, jotka ovat auki keskeltä. Lavan puoleisen päädyn levyyn koneistetaan aukko, jotta johdot pääsevät kulkemaan sen kautta ulos putken sisältä. Tähän voidaan myös myöhemmin lisätä esimerkiksi kuminen suoja, joka estää lian ja pölyn pääsyn putken sisään. Toisessa päässä sijaitsevassa levyssä on aukko, koska kamera asennetaan putken sisään tästä päästä. Molemmissa levyissä on kierrereiät, joihin irto-osat saadaan kiinni. Sisemmän putken ulkopinnasta koneistetaan 3 mm alueelta, johon muoviputki tulee, jotta $\varnothing 150 \times 3$ kokoisen polykarbonaattiputken ulkopinta saadaan samalle tasolle putken ulkopinnan kanssa. Näin pyyhkijätiiviste ei kulu niin nopeasti käytössä.



Kuva 6. Sisempi putki lavan puolelta.

Kameraa varten koneistetaan putken kylkeen ikkuna ja ohjuritappia varten urat, joista käytetään toista riippuen siitä, kummalle puolelle lavaa jalusta sijoitetaan.

Ura on mitoitettu lavan kippikulman mukaan ja näin mahdollistetaan haluttu mekaaninen liike putkien välille.



Kuva 7. Sisempi putki edestä.

3.4.4 Sisemmän putken kokoonpano

Ennen kameran asennusta putken sisälle asennetaan polykarbonaattiputki teräspankin päälle ja varmistetaan pysyvyys kahdella uppokantapultilla. Kamera on L-raudalla kiinni levyssä, jossa on säätömahdollisuus. Levyssä on pieni uloke, jolla kameran kulmaa voidaan säätää myös kokoonpanon jälkeen. Nämä kiinnitetään toisiinsa ennen kuin kamera asennetaan putken sisälle. Kun kamera on sisäpuolella suojassa, tulee aukon eteen vielä yksi levy, joka estää pölyn ja muun irtolian pääsyn putken sisälle. Molemmat irtolevyt tulevat samoilla pultteilla kiinni putkessa oleviin kierrereikiin ja löysäämällä näitä pultteja, voidaan säätää kameran kulmaa.

Toiseen päähän hitsattuun levyyn tulee kiinni kääntömekanismi, joka koostuu varrellisesta laipasta ja ”haarukkaosasta”. Nämä kaksi on hitsattu yhteen ja yhdistelmä kiinnitetään sisempään putkeen pulttikiinnityksellä. Haarukkaosa tulee sylinterin männänvarren ympärille ja vetää näin sisemmän putken ulomman putken sisälle, kun lavaa kipataan. Ikkunan päälle sijoitettu polykarbonaattiputki suojaa kameraa iskuilta ja lialta. Sisemmän putken vetäytyessä ulomman putken sisään, pyyhkijätiiviste pyyhkii lian ja pölyn kyseisen muoviputken pinnalta.

3.5 Materiaali- ja pintakäsittelyvalinta

Levyateriaaliksi valittiin Sandvikin sisäisestä tietokannasta S355J2C+N, joka sopii tähän tarkoitukseen hyvin, sillä jalustaan ei kohdistu lähes ollenkaan kuormaa.

Putkien materiaaliksi valikoitui SSAB:n Rakenneputket -käsikirjasta S355J2H, joka on yleisesti käytössä oleva teräsputkimateriaali (Ongelin & Valkonen 2016, 555).

Pintakäsittely jalustan levy- ja putkimateriaalilla on sama. Sandvikin standardin mukainen, oranssin värinen maali. Tämäkin valittiin Sandvikin sisäisestä tietokannasta.

Muoviputken materiaaliksi valikoitui kovapinnoitettu kirkas polykarbonaattiputki, sillä sen iskunkestävyys ja työstettävyys ovat erittäin hyvät. Polykarbonaatti on jopa 200 kertaa kestävämpää kuin lasi (muovia.com 2021). Kovapinnoite estää muutoin pehmeän polykarbonaatin naarmuuntumisen sekä parantaa putken UV-kestävyyttä.

3.6 Mahdolliset ongelmat ja vaihtoehtoiset toimintamallit

Kamerajalustan mahdollisia ongelmia ovat muun muassa muoviputken riittämätön kestävyys ja naarmuuntumisenesto. Naarmuuntumisen ollessa

ongelmana voidaan harkita pinnoitteita tai eri materiaaleja, kuten esimerkiksi akryyliä, joka on kestävyydeltään huomattavasti heikompaa kuin polykarbonaatti. Akryyli on kuitenkin kovempaa kuin polykarbonaatti, joten sen naarmuuntumisenkesto on parempi. Kameraa ei tarvita muulloin kuin peruuttaessa, joten sisemmän putken ollessa ulkona alttiina lialle, lentävälle irtoroskalle ja kiville on riski. Tämä voitaisiin välttää, jos sisempi putki olisi suojassa ulomman putken sisällä silloin, kun kameralle ei ole tarvetta.

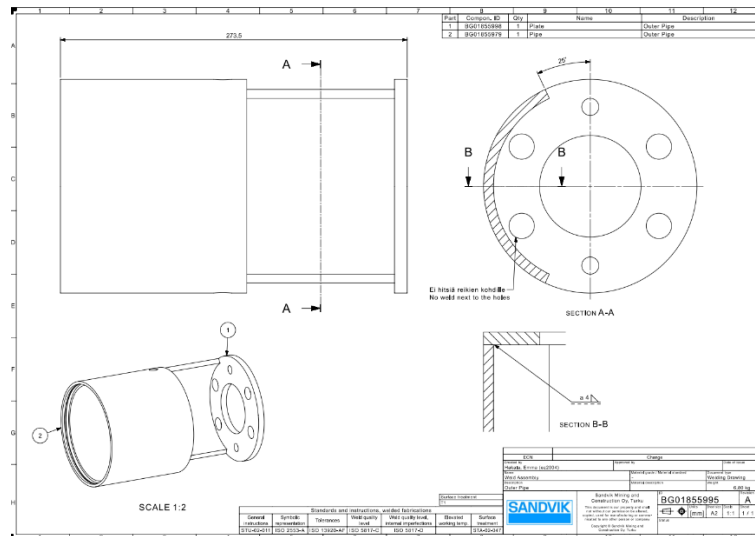
Esimerkiksi muuntamalla jalustan toiminta sähköiseksi tai hydrauliseksi voitaisiin muuttaa mekanismia niin, että sisemmän putken ja kameran saisi nappia painamalla tai peruutusvaihteen aktivoituessa ulos ulomman putken sisältä. Kamera pysyisi suojassa ulomman putken sisällä, kun sitä ei käytetä. Sähköinen järjestelmä mahdollistaisi myös sijoittamisen eri paikkaan, sillä silloin mekanismin toiminta ei olisi riippuvainen lavan kippaamisen liikkeestä. Jalustaan on jo nyt kuljetettava sähköjohto, sillä kamera tarvitsee sähköä toimiakseen, joten sähköinen toiminta voisi olla hyvinkin mahdollista toteuttaa. Yksi vaihtoehto on myös anturi, joka tunnistaisi etäisyyden seinään ja vetäisi sisemmän putken suojaan seinän tullessa liian lähelle.

Ongelmaksi voi osoittautua myös pyyhkijätiivisteen riittämätön puhdistamiskyky. Tämä voitaisiin ratkaista esimerkiksi jonkinlaisella kastelu- tai huuhtelutoiminnolla sekä jatkokehittämällä tämänhetkistä suunniteltua pyyhkijätiivistettä toimittajan kanssa.

4 Valmistuspiirustukset

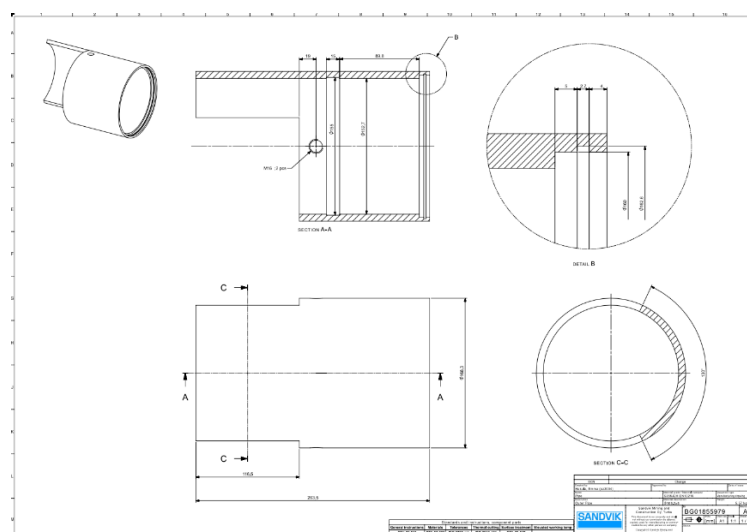
4.1 Ulomman putken piirustukset

Ulomman putken kokoonpanopiirustus (kuva 8) koostuu putkesta (kuva 9) ja levystä (kuva 10).



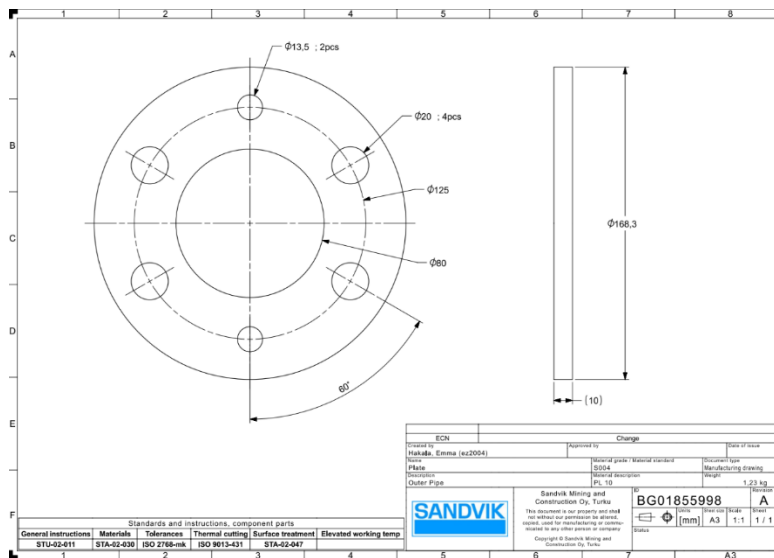
Kuva 8. Ulomman putken hitsauskokoontalon piirustus.

4.1.1 Ulomman putki



Kuva 9. Ulomman putken valmistuspiirustus.

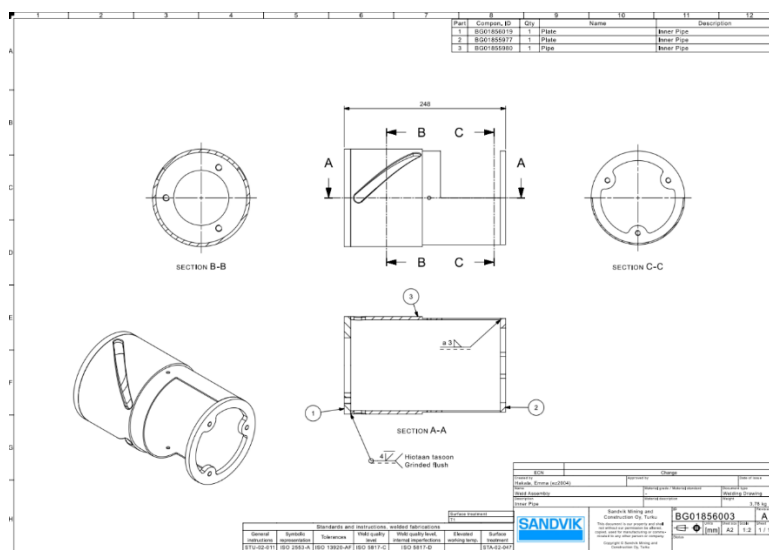
4.1.2 Ulomman levy



Kuva 10. Ulomman putken päätylevyn valmistuspiirustus.

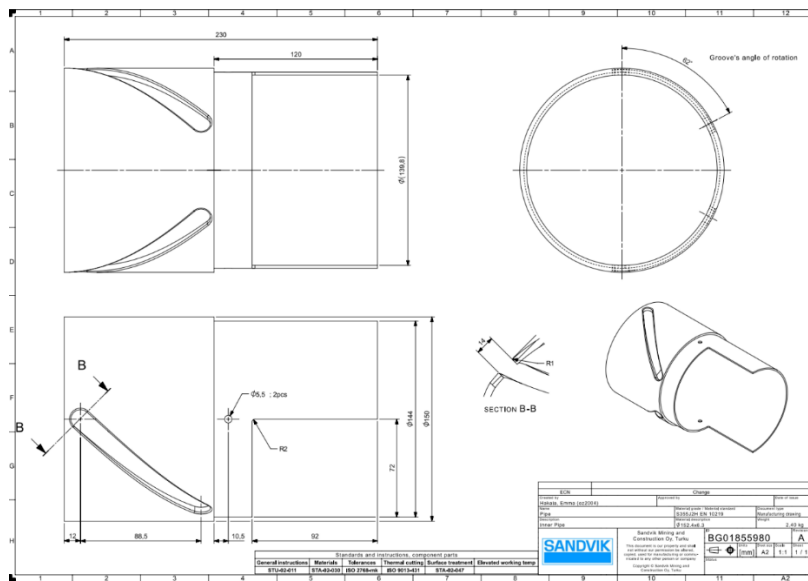
4.2 Sisemmän putken piirustukset

Sisemmän putken kokoonpanopiirustus (kuva 11) sisältää putken (kuva 12) ja kaksi levyä (kuvat 13 ja 14).



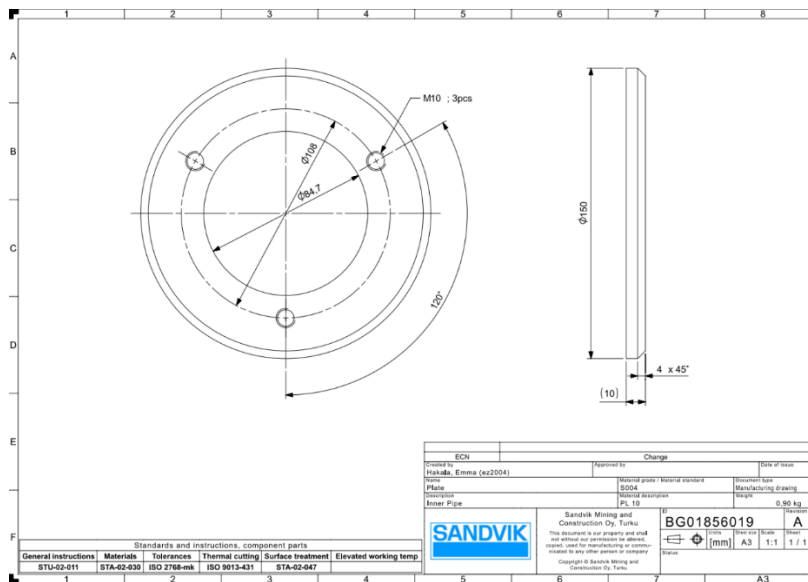
Kuva 11. Sisemmän putken hitsauskokoonpanon piirustus.

4.2.1 Sisemmän putki



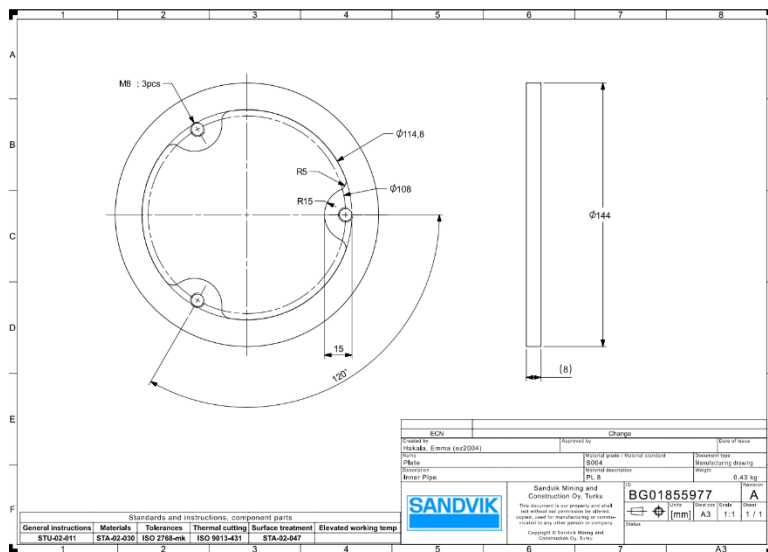
Kuva 12. Sisemmän putken valmistuspiirustus.

4.2.2 Sisemmän levy



Kuva 13. Sisemmän putken päätylevyn valmistuspiirustus.

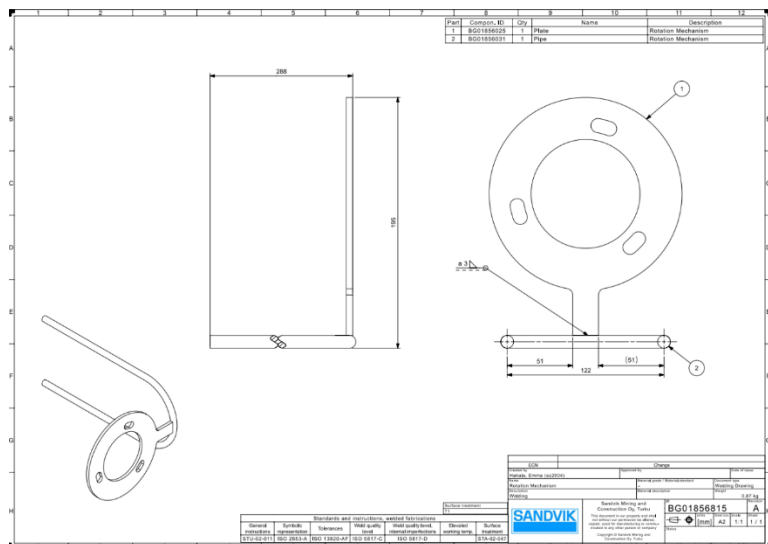
4.2.3 Sisemmän toinen levy



Kuva 14. Sisemmän putken toisen päätylevyn valmistuspiirustus.

4.3 Kääntömekanismin piirustukset

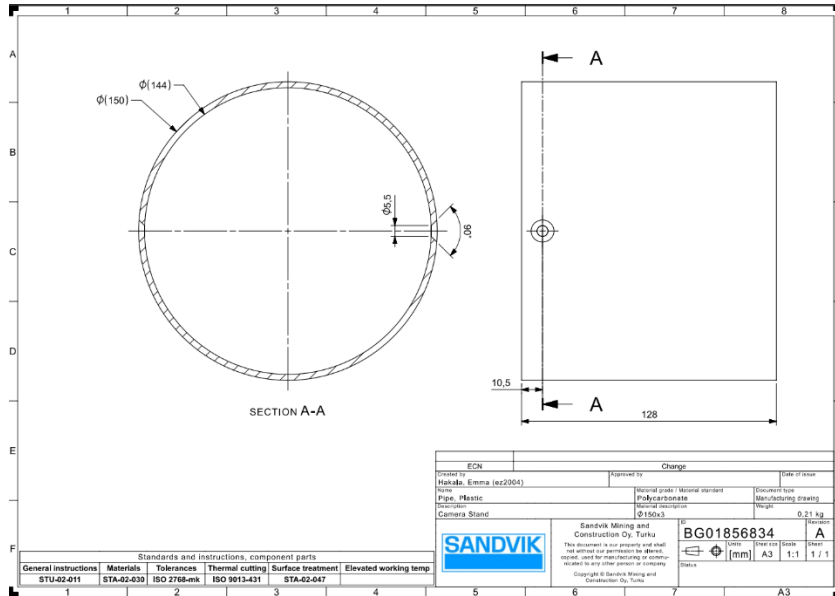
Kääntömekanismi (kuva 15) koostuu levystä (kuva 16) sekä haarukkaosasta (kuva 17).



Kuva 15. Kääntömekanismin hitsauskokoontalon piirustus.

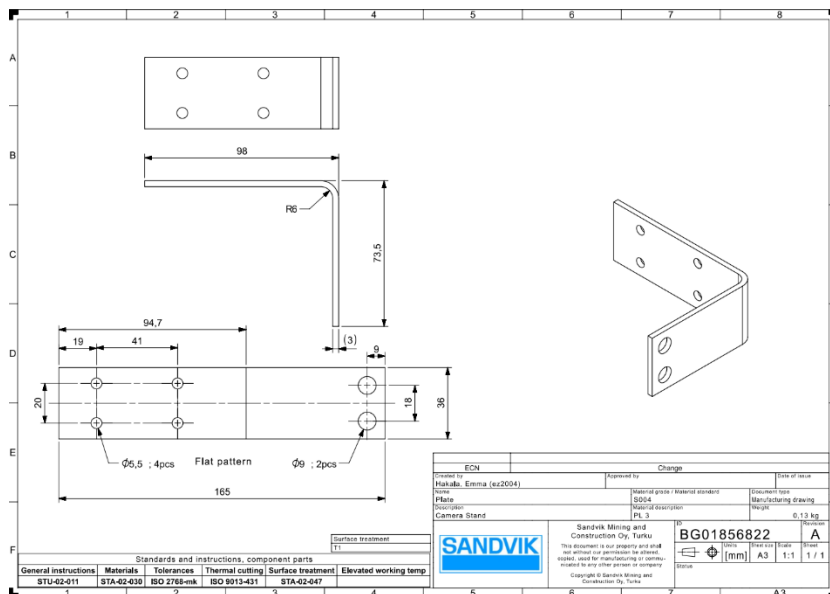
4.4 Irrallisten osien piirustukset

4.4.1 Muoviputki



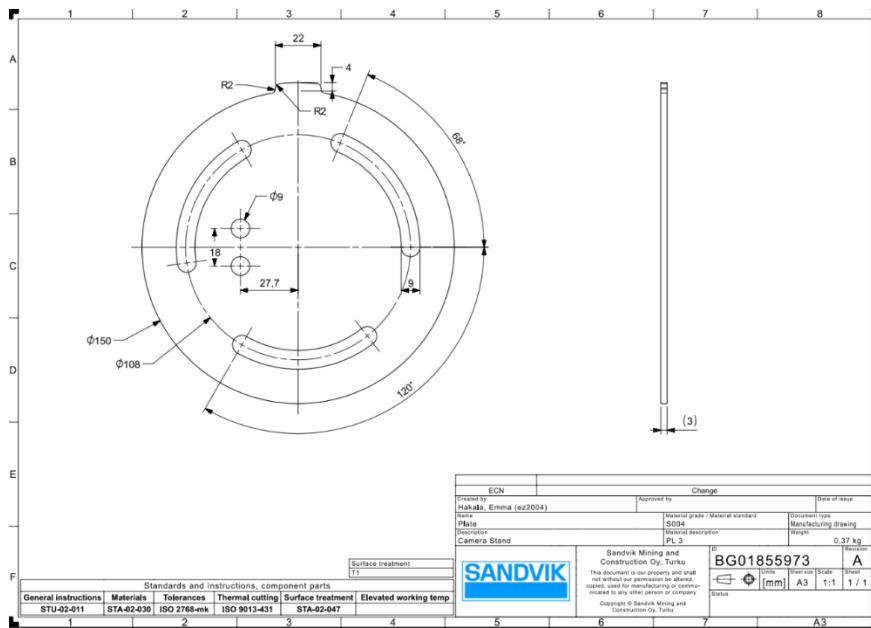
Kuva 18. Muoviputken valmistuspiirustus.

4.4.2 L-rauta



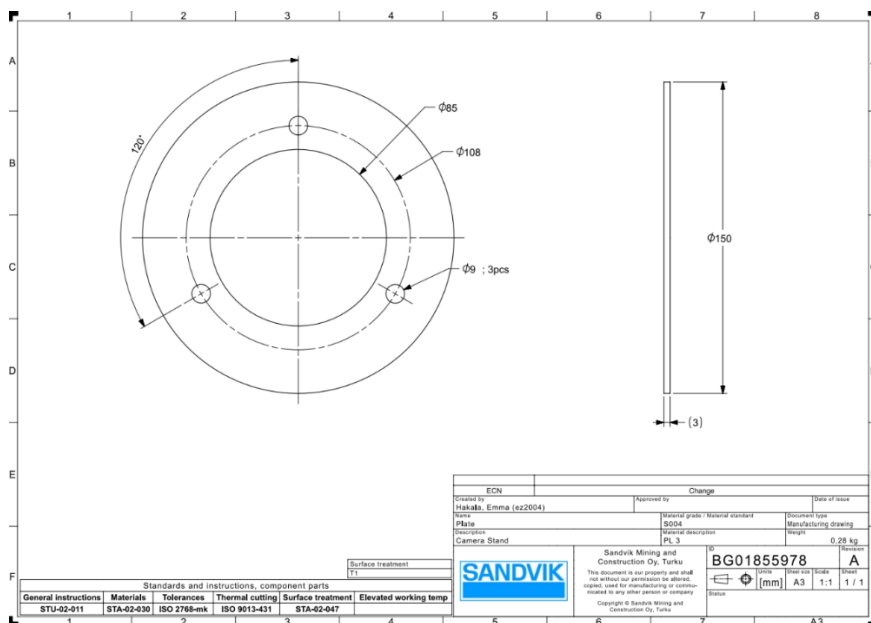
Kuva 19. L-raudan valmistuspiirustus.

4.4.3 Säätölevy



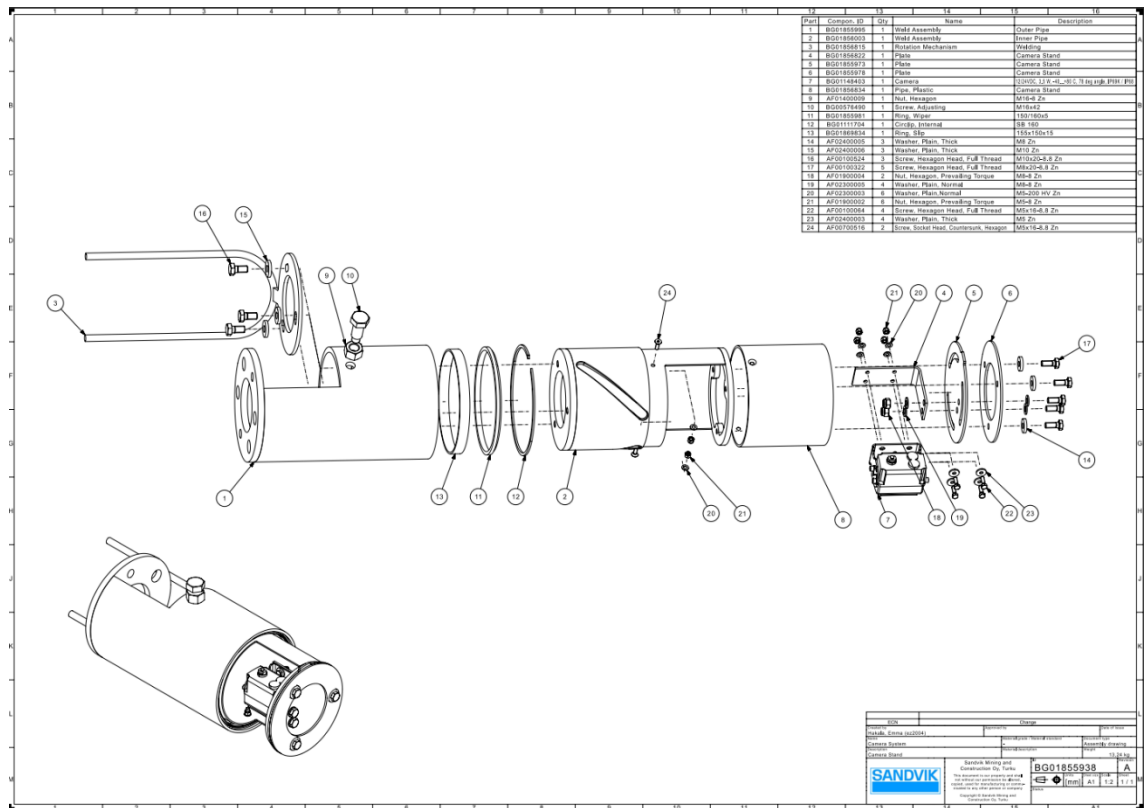
Kuva 20. Säätölevyn valmistuspiirustus.

4.4.4 Suojalevy



Kuva 21. Suojalevyn valmistuspiirustus.

4.5 Kamerajalustan kokoonpanopiirustus



Kuva 22. Kamerajalustan räjäytyskuva.

5 Yhteenveto

Projektin tavoitteena oli suunnitella toimeksiantajan vaatimusten mukainen mekaanisesti toimiva kamerajalusta, joka mahdollistaa vaikeiden kuvakulmien dokumentoinnin kaivosympäristössä. Päämääränä oli kehittää mekanismi, joka voidaan ostaa lisäosana jo käytössä olevaan koneeseen, ja joka kestää vaativassa kaivosympäristössä. Tuloksena saatiin tavoitteet sisältävä valmis konsepti, jota toimeksiantajayritys voi halutessaan muokata ja kehittää. Toimeksiantaja oli halukas jatkojalostamaan suunnitelmaa sekä valmistamaan jalustasta prototyypin.

Työ eteni suunnitellun aikataulun mukaan ja pysyin itselleni asettamissani tavoitteissa. Opinnäytetyötä tehdessä opin hyvin paljon enemmän tuotekehityksestä ja -suunnittelusta. Esimerkiksi monet standardit olivat minulle täysin uusia asioita. Vaikka Siemens NX ja Teamcenter olivat entuudestaan tuttuja, tuli niitä käytettyä paljon laaja-alaisemmin ja niiden ominaisuuksista opin hyvin paljon uutta.

Työn alkuvaiheessa kiirehdin hieman siirtymällä luonnosteluvaiheesta liian aikaisin mallinnusvaiheeseen, joka johti siihen, että muutoksia ja korjauksia oli tehtävä jonkin verran mallinnusvaiheen edetessä. Toimeksiantajan kanssa työskentely oli kuitenkin selkeää ja helppoa ja sain apua aina tarvittaessa.

Opinnäytetyö onnistui hyvin ja lopputuloksesta tuli toimeksiantajan toivomusten mukainen. Saavutetut tulokset antavat vahvan pohjan jalustan jatkokehitykselle.

Lähteet

Hietikko, E. 2021. Tuotekehitystoiminta. 4., uudistettu painos. Helsinki: BoD – Books on Demand. Google-kirjat. Viitattu 9.11.2023.

https://books.google.fi/books?id=-E4wEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=fi&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

Häti-Korkeila, M. & Kähönen, H. 1985. Tuotesuunnittelun perusteita. Porvoo: WSOY.

Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy 2022. Viitattu 9.11.2023.

<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/>.

Muovia.com 2021. Polykarbonaatin ominaisuudet ja työstö. Viitattu 20.11.2023.

<https://muovia.com/33553-2/>.

Ongelin, P. & Valkonen, I. 2016. SSAB Domex Tube Rakenneputket. Hämeenlinna: SSAB Europe Oy.

Pere, A. 2016. Koneenpiirustus 1 & 2. Espoo: Kirpe Oy.

Sandvik 2023. Tietoa meistä. Viitattu 10.10.2023.

<https://www.home.sandvik/fi/tietoja-meist%C3%A4/>.

Siemens NX 2023. NX software. Viitattu 22.11.2023.

<https://plm.sw.siemens.com/en-US/nx/>.

Siemens Teamcenter 2023. Teamcenter PLM software. Viitattu 22.11.2023.

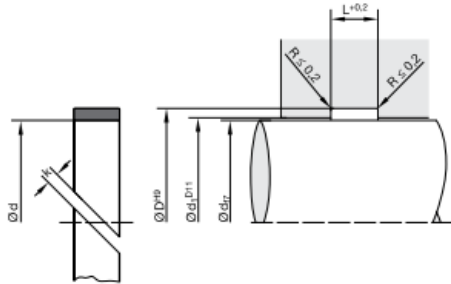
<https://plm.sw.siemens.com/en-US/teamcenter/#lightview-close>.

Suomen yrittäjäopisto 2023. 3D-mallinnus pähkinänkuoressa. Viitattu 22.11.2023. <https://www.syo.fi/3d-mallinnus-pahkinankuoressa/>.

Parkerin kuvasto

Guide ring (rod)

FR



For surface finish, lead in chamfer and other installation dimensions see "General installation guidelines".

| d | D | L | d ₁ | Order code | d | D | L | d ₁ | Order code |
|-----|-----|-----|----------------|---------------|-----|-----|-----|----------------|---------------|
| 136 | 140 | 15 | 136,6 | FR D140 Q5038 | 195 | 200 | 25 | 195,7 | FR K051 Q5038 |
| 140 | 145 | 9,7 | 140,7 | FR E031 Q5038 | 200 | 205 | 15 | 200,7 | FR L004 Q5038 |
| 140 | 145 | 15 | 140,7 | FR E038 Q5038 | 200 | 205 | 25 | 200,7 | FR L025 Q5038 |
| 140 | 145 | 25 | 140,7 | FR E032 Q5038 | 202 | 210 | 25 | 205,7 | FR L050 Q5038 |
| 145 | 150 | 9,7 | 145,7 | FR E047 Q5038 | 205 | 210 | 25 | 205,7 | FR L065 Q5038 |
| 145 | 150 | 15 | 145,7 | FR E050 Q5038 | 205 | 210 | 25 | 205,7 | FR L075 Q5038 |
| 150 | 155 | 9,7 | 150,7 | FR F009 Q5038 | 210 | 215 | 25 | 210,7 | FR L509 Q5038 |
| 150 | 155 | 15 | 150,7 | FR F050 Q5038 | 215 | 220 | 15 | 215,7 | FR L520 Q5038 |
| 150 | 155 | 25 | 150,7 | FR F015 Q5038 | 215 | 220 | 20 | 215,7 | FR L524 Q5038 |
| 155 | 160 | 9,7 | 155,7 | FR F051 Q5038 | 215 | 220 | 25 | 215,7 | FR L525 Q5038 |
| 155 | 160 | 15 | 155,7 | FR F052 Q5038 | 220 | 225 | 9,7 | 220,7 | FR M004 Q5038 |
| 155 | 160 | 25 | 155,7 | FR F055 Q5038 | 220 | 225 | 15 | 220,7 | FR M005 Q5038 |
| 160 | 165 | 9,7 | 160,7 | FR G008 Q5038 | 220 | 225 | 25 | 220,7 | FR M009 Q5038 |
| 160 | 165 | 15 | 160,7 | FR G007 Q5038 | 220 | 228 | 25 | 220,7 | FR M012 Q5038 |
| 160 | 165 | 25 | 160,7 | FR G025 Q5038 | 220 | 230 | 25 | 220,7 | FR M030 Q5038 |
| 165 | 170 | 9,7 | 165,7 | FR G565 Q5038 | 222 | 227 | 15 | 222,7 | FR M070 Q5038 |
| 165 | 170 | 15 | 165,7 | FR G570 Q5038 | 225 | 230 | 15 | 225,7 | FR M125 Q5038 |
| 170 | 175 | 9,7 | 170,7 | FR H024 Q5038 | 230 | 235 | 25 | 230,7 | FR M525 Q5038 |
| 170 | 175 | 15 | 170,7 | FR H015 Q5038 | 235 | 240 | 9,7 | 235,7 | FR M554 Q5038 |
| 170 | 175 | 25 | 170,7 | FR H025 Q5038 | 235 | 240 | 15 | 235,7 | FR M550 Q5038 |
| 175 | 180 | 9,7 | 175,7 | FR H050 Q5038 | 235 | 240 | 25 | 235,7 | FR M560 Q5038 |
| 175 | 180 | 15 | 175,7 | FR H051 Q5038 | 235 | 240 | 35 | 235,7 | FR M558 Q5038 |
| 175 | 180 | 25 | 175,7 | FR H053 Q5038 | 235 | 250 | 25 | 235,7 | FR M600 Q5038 |
| 176 | 181 | 38 | 176,7 | FR H062 Q5038 | 245 | 250 | 15 | 245,7 | FR N042 Q5038 |
| 180 | 185 | 15 | 180,7 | FR J019 Q5038 | 245 | 250 | 20 | 245,7 | FR N043 Q5038 |
| 180 | 185 | 25 | 180,7 | FR J020 Q5038 | 245 | 250 | 25 | 245,7 | FR N045 Q5038 |
| 180 | 185 | 38 | 180,7 | FR J021 Q5038 | 250 | 255 | 15 | 250,7 | FR N520 Q5038 |
| 185 | 190 | 25 | 185,7 | FR J525 Q5038 | 250 | 255 | 25 | 250,7 | FR N525 Q5038 |
| 186 | 190 | 15 | 186,7 | FR J060 Q5038 | 250 | 258 | 25 | 250,7 | FR N530 Q5038 |
| 190 | 195 | 15 | 190,7 | FR K012 Q5038 | 260 | 265 | 15 | 260,7 | FR O008 Q5038 |
| 190 | 200 | 15 | 190,7 | FR K014 Q5038 | 260 | 265 | 25 | 260,7 | FR O010 Q5038 |
| 192 | 200 | 40 | 192,7 | FR K240 Q5038 | 260 | 266 | 30 | 260,7 | FR O011 Q5038 |
| 195 | 200 | 9,7 | 195,7 | FR K049 Q5038 | 265 | 270 | 15 | 265,7 | FR O515 Q5038 |
| 195 | 200 | 15 | 195,7 | FR K052 Q5038 | 265 | 270 | 25 | 265,7 | FR O520 Q5038 |

Further sizes on request.

Guiding elements

