

Joonas Iivonen

ESIPORAUSSORVIN SUUNNITTELU

ESIPORAUSSORVIN SUUNNITTELU

Joonas Iivonen
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma, konetekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Joonas Iivonen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Esiporaussorvin suunnittelu

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Designing pre-drilling lathe

Työn ohjaaja: Heikki Takalo-Kippola

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2020

Sivumäärä: 36 + 3 liitettä

Opinnäytetyössä suunniteltiin Raahen Konepajatyö Oy:lle kone, jolla pystyttäisiin helposti ja nopeasti poraamaan esireikiä kappaleaihiöihin. Tällä koneella toivottiin saavutettavan aiempaa nopeampi ja kustannustehokkaampi loppukoneistus aika, kun sorveilta poistuu tehoja vaativa poraus.

Työssä käytiin läpi koneen hyödyllisyyttä yritykselle ja rajattiin sen käyttötarkoitusta yksinomaan pelkkään porauskäyttöön. Kun käyttötarkoitus koneella oli poraustyöt, voitiin aloittaa itse laitteen suunnittelu valitsemalla valmiskomponentteja laskettujen ja selvitettyjen rasitusvoimien perusteella. Valmiskomponentit olivat yksi avaintekijä suunnittelussa, koska niistä saatujen mittojen perusteella pystyttiin suunnittelemaan loppukoneen osat.

Suunnittelu toteutettiin SolidWorks-ohjelmistolla ja suunnittelun mallina käytettiin yrityksen vanhaa isoa ZMM Cu1000 -sorvia. Suunniteltava kone yksinkertaistettiin siten, että siinä oli kaksi käyttömootoria ilman ylimääräisiä vaihteistoja, yksi kappaleen pyörytykseen ja yksi poran liikuttamiseen. Mootorit ja itse runkorakenne mitoitettiin suurimman kappaleaihion ja porakoon mukaan.

Lopputuloksen työstä saatiin aikaan 3D-malli porauskoneesta ja kustannusarvio työhön liittyvistä valmiskomponenteista ja muista raaka-ainemateriaaleista. Koneen suunnittelussa varmistettiin myös työturvallisuus, jotta se täyttäisi koneensuunnittelulle tarkoitetut standardit.

Asiasanat: koneensuunnittelu, turvalaitteet, sähkömootorit, 3D-mallinnus, työturvallisuus

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 LAITTEISTON MÄÄRITTELY	7
2.1 Käyttötarkoitus	7
2.1.1 Sorvit yleisesti	7
2.1.2 Suunniteltava sorvi	7
2.1.3 Koneen hyödyllisyys	8
2.2 Koneen mitat	9
2.3 Käyttölaitteet	9
2.3.1 Karan moottori	10
2.3.2 Kelkan moottori	10
3 SUUNNITTELUPERUSTEET	12
3.1 Poraamiseen tarvittavat voimat	12
3.2 Työturvallisuus	14
4 VALMISKOMPONENTIT	16
4.1 Moottorit	16
4.2 Johteet	16
4.3 Syöttöruuvi	17
4.4 Turvalaitteet	18
4.5 Pinnoitus	20
5 RUNKO	22
5.1 Rungon kestävyys	22
5.2 Rungon rakenne	22
6 KARALAATIKKO	26
7 KELKKA	30
7.1 Poran kiinnitys	30
7.2 Kelkan rakenne	31
8 KUSTANNUSARVIO	32
9 YHTEENVETO	33

LÄHTEET

35

LIITTEET

Liite 1 Lineaarijohteen asennusohje

Liite 2 Komponenttitarjous 19.11.2019

Liite 3 Komponenttitarjous 29.11.2019

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan esiporaussorvi, jossa pora kulkee kappaleen keskipisteessä ilman, että poraa tarvitsee paikoittaa. Koneella on tarkoitus porata kappaleita, joiden koot ovat noin 100 - 1 000 mm. Koneella on tarkoitus nopeuttaa kappaleen loppukoneistusta ja edistää työn kulkua perinteisesti sorvilla porattuihin kappaleisiin nähden. Työ tehdään Raahessa toimivalle Raahen Konepajatyö Oy:lle.

Raahen Konepajatyö Oy on raahelainen tilauskonepaja, jonka suurimpia asiakkaita ovat muun muassa SSAB, Betamet Oy ja ruotsalainen Sandvik mining and construction AB (1). Päätoimialueena Raahen Konepajatyöllä on teräsrakennevalmistukset ja koneistustyöt sekä moninaiset teollisuuden huolto- ja kunnostustyöt. Raahen Konepajatyö on perustettu vuonna 1984, ja sen toimitusjohtajan toimii Pertti Kastell. (2.)

Työn tavoitteena on laatia 3D-malli perinteiseen sorviin perustuvasta itse keskittävästä esiporaussorvista. Työssä laaditaan myös suuntaa antava kustannusarvio materiaaleista ja valmiskomponenteista. Työlle ei lasketa hintaa, koska laitteen valmistaa Raahen Konepajatyö itse. Työstä ei laadita valmistuspiirustuksia, koska laitteen hyödyllisyysastetta tulee vielä harkita. Jos laite arvioidaan riittävän hyödylliseksi, on valmistuspiirustukset helppo laatia 3D-mallin pohjalta. Työn suunnittelu rajataan rungon, kelkan, karalaatikon ja suojiin suunnitteluun. Työstä jätetään sähköjen ja sähkökaavioiden suunnittelu pois, koska se vaatisi liikaa aikaa eikä työn laatijalla ole tarvittavaa osaamista sähkötekniikasta.

2 LAITTEISTON MÄÄRITTELY

Tässä osiossa määritellään, mitä osia kone tulee sisältämään ja mitä tulee ottaa huomioon koneen osia suunniteltaessa. Lisäksi osio käsittelee alustavia käyttölaitetarpeita ja esimerkkejä, miten nämä tullaan asennoimaan koneeseen.

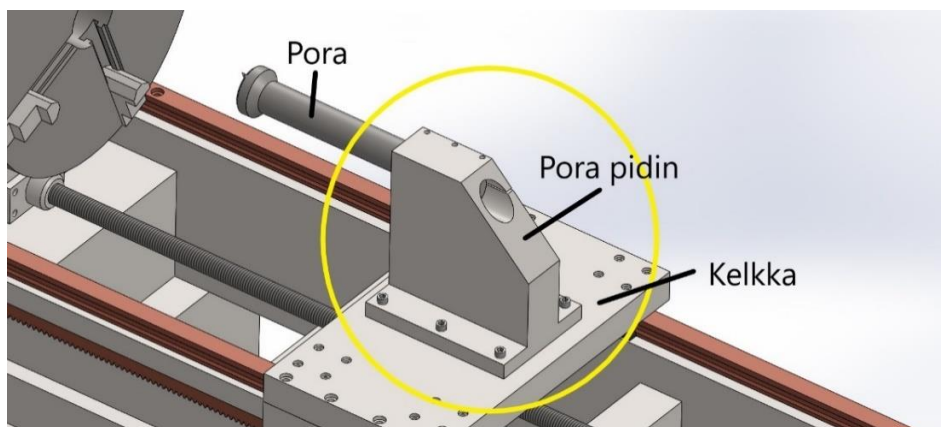
2.1 Käyttötarkoitus

2.1.1 Sorvit yleisesti

Sorvi on työkalu, jonka pääsäännöllinen käyttö tarkoitus on valmistaa ja tehdä pyöreää akselimaista pyörähdys kappaletta, jossa on mahdollisesti erilaisia muotoja. Sorveilla on mahdollista työstää sekä ulko- että sisäpuolisia muotoja. Lisäksi sorveilla on mahdollista porata kappaleiden keskelle myös erikokoisia reikiä. (3.)

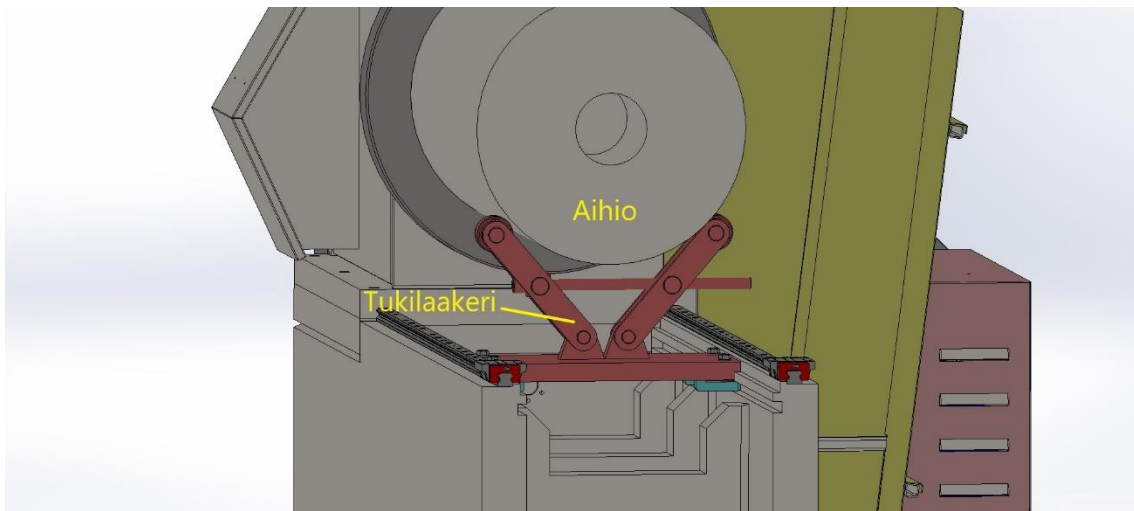
2.1.2 Suunniteltava sorvi

Tässä opinnäytetyössä keskitytään suunnittelemaan esiporaussorvi, jossa ei tarvitse erikseen keskittää poraa, vaan se on aina kappaleen keskipisteessä. Tämä tullaan toteuttamaan siten, että sorvin kelkaan tulee pulteilla kiinni itse käytettävä porapidin (kuva 1). Porapidintä on kuitenkin mahdollisuus säätää sivuttaissuunnassa kiila-uran mukaisesti ja korkeutta pystytään mellaamaan ohuilla mellalevyillä tarvittaessa.



KUVA 1. Porapidimen kiinnitystapa suunniteltavassa koneessa

Suunniteltavalla porasorvilla on tarkoitus porata aihioihin, joiden halkaisijat ja pituudet ovat noin 100 - 1 000 mm välillä ja halkaisijoiltaan noin 60 - 160 mm:n reikiä. Laite suunnitellaan kuitenkin siten, että sillä on mahdollista porata myös pitempiin, jopa 1,5 m:n kappaleisiin esireikiä kahdelta puolelta. Maksimikokoiset kappaleet saattavat tarvita kuitenkin tukirullan koneen runkoon kiinnitettynä, koska pakan kiinnitysleuat ei yksinomaan jaksa kannatella suurten kappaleiden painoa (kuva 2).



KUVA 2. Tukilaakerin kuvaaminen käytössä

2.1.3 Koneen hyödyllisyys

Koneen hyödyllisyysaste konepajaoloissa on sen nopeampi poraus nopeus verrattuna perinteisiin sorveihin. Perinteisten sorvien heikkoutena on niiden heikko moottoriteho kelkalla ajettaessa. Siksi joko kappaleen kierrosnopeus laskee ja/tai kelkan syöttöön tulee häiriö. Muita heikkouksia saattaa olla myös porien heikko kiinnitys ja porakoon rajoittuminen pienempiin halkaisijoihin. Heikkoudet saattavat poistua kuitenkin isomman kokoluokan sorveilla näiden tehokkaampien moottoreiden ja tukevampien poran kiinnittimien takia, mutta näissä koneen koko kasvaa merkittävästi ja käyttömukavuus pienenee. Suunniteltava kone pyritään suunnittelemaan pienikokoiseksi, mutta kuitenkin suuritehoiseksi. Näin käyttömukavuus ei huonone verrattuna koneen tehokkuuteen.

2.2 Koneen mitat

Esiporaussorvi suunnitellaan siten, että aihoiden halkaisijat ovat välillä 100 - 800 mm ja pituudet noin 100 - 1 000 mm. Maksimipituiset kappaleet joudutaan poraamaan molemmin puolin, koska porien yleinen pituus on harvemmin yli 1 000 mm. Suunnittelun mitoitukslähtökohdaksi on otettu kappaleen maksimitat ja siihen lisätty markkinoilta saatavilla oleva maksimikokoisen poran pituus. Tähän on vielä lisätty kerrointa mahdollisten epäkohtien varalle. Koneen yhteenlasketuksi pituudeksi määräytyi 4 m ja johde korkeudeksi 800 mm, huippukorkeus koneella on kuitenkin 1,5 m. Jotta kone on tukeva ja vakaa, koneen mitoituksen apuna käytetään Raahen Konepajatyön vanhaa ZMM Cu1000 -sorvia (kuva 3).

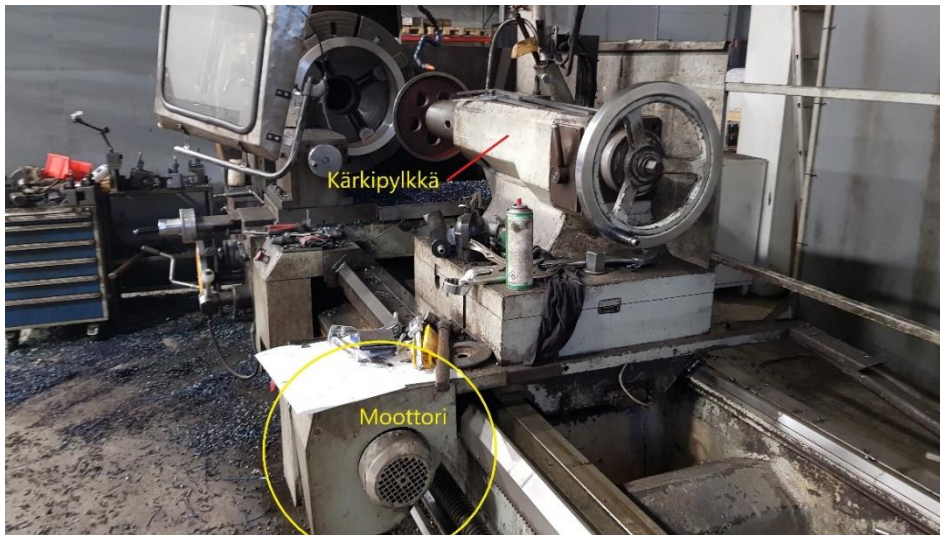


KUVA 3. Suunnittelumallina Raahen Konepajatyön vanha ZMM Cu1000 -sorvi

2.3 Käyttölaitteet

Esiporaussorvi tulee tarvitsemaan ainakin kappaleen pyörittämiseen karamoottorin ja poran liikuttamiseen oman kelkan moottorin. Yleisesti sorveissa kelkan ja karan pyörittämiseen käytetään yhtä päämoottoria, mutta kelkan pikaliikkeelle saattaa olla on pienempi moottori kelmassa itsessään. Lisäksi

sorvien muissa osissa saattaa olla omia moottoreita, esimerkiksi isoissa kärkipylkissä voi olla oma käyttömoottori (kuva 4).



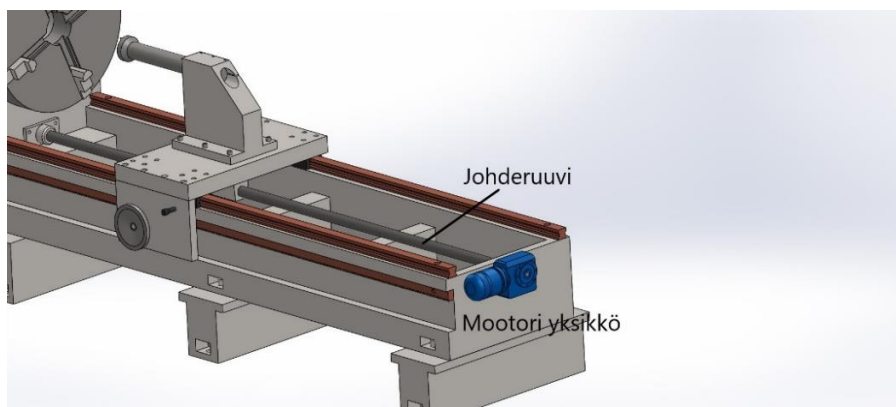
KUVA 4. Kärkipylkän käyttömoottori

2.3.1 Karan moottori

Raahen Konepajatyöltä löytyy ylimääräisenä 30 kW oikosulkumoottori. Tätä tullaan mahdollisesti hyödyntämään, jos se laskelmissa todetaan riittävän tehokkaaksi. Karamoottori sijoitetaan karalaatikon taakse mahdollisimman alas. Karamoottorin kiinnityksessä tulee miettiä tarkasti sen kiinnitystapaa esimerkiksi, mitä rasituksia moottori saattaa aiheuttaa ja miten nämä tullaan estämään.

2.3.2 Kelkan moottori

Kelkan liikuttaminen toteutetaan kääntövaihteellisella moottorilla. Moottoriyksikkö sijoitetaan rungon päätty siten, että syöttöruuvi kulkee rungon keskellä (kuva 5) eikä kuten perinteisissä sorveissa rungon sivussa. Syöttöruuvien sijoitus keskelle runkoa jakaa voiman tasaisemmin kelkalle. Tällä asennus tavalla kelkka liikkuu paremmin eikä sille aiheudu ylimääräisiä rasituksia esimerkiksi kiertoliikettä, jos syöttöruuvi olisi asennettu koneen sivuun.



KUVA 5. Kelkan moottorin ja johderuuvien sijoitustapa

Moottorien ohjauksena käytetään taajuusmuuntajia. Ne tullaan sijoittamaan kaikkien muiden sähkö apulaitteiden tapaan omaan erilliseen kaappiin karalaatikon taakse, kuten kuvassa 6 olevassa ZMM Cu1000 -sorvissa.



KUVA 6. Mallisorvin sähköpääkeskuksen sijoituspaikka

3 SUUNNITTELUPERUSTEET

Suunnittelun perusteina tullaan käyttämään poraamiseen tarvittavia voimia. Niiden pohjalta suunnitellaan koneen rakenteissa käytettävät materiaali vahvuudet. Suunnittelun apuna käytetään osittain Mathcad-ohjelmalla laskettuja vääntö-, teho- ja lujuuslaskelmia. Lisäksi käytössä olevia poranterä valmistajien omia laskentaohjelmien ohjeistoja tullaan hyödyntämään suunnittelussa.

3.1 Poraamiseen tarvittavat voimat

Moottoreita varten tarvitaan laskea niiden teho P_c (W), vääntömomentti M_c (Nm) ja syöttövoima F_f (N). Laskukaavoissa käytettiin porakokoina Walter-toolsin 80 mm:n u-poraa ja Kennametallin 160 mm:n vaihtopääporaa, koska Raahen Konepajatyöllä on suurimmalta osin Kennametallin ja Walter-toolsin poraustyökaluja käytössä. Porattavana materiaalina laskuissa on käytetty 42CrMo4:ä. 42CrMo4 on yleisesti käytetty luja teräslaatu. Tällä materiaalilla saadaan laskettua vaadittavat tehot turvallisesti hieman yläkanttiin, jotta ne riittävät muihinkin porattaviin materiaaleihin.

Moottorin tehon P_c saadaan Sandvikin kaavalla 1. Ominaislastuamisvoima voidaan laskea Sandvikin kaavalla 2, kun tiedetään porattava materiaalityyppi ja työkaluvalmistajan määrittämä lähtöarvo ominaislastuamisvoimalle. (4.)

$$P_c = \frac{f_n * v_c * D_c * k_c}{240 * 10^3}$$

KAAVA 1

P_c = teho

f_n = syöttönopeus (mm/rev)

v_c = lastuamisnopeus (m/min)

D_c = poranhalkaisija (mm)

k_c = ominaislastuamisvoima (N/mm²)

$$k_c = k_{c1} * (f_z * \sin \kappa_r)^{-m_c} * \left(1 - \frac{\gamma_0}{100}\right)$$

KAAVA 2

k_{c1} = materiaalin ominauslastuamisvoima (N/mm²)

f_z = syöttönopeus (mm/rev)

$\sin \kappa_r$ = työkalunasetuskulma

m_c = materiaali kerroin

γ_0 = työkalunrintakulma

Kaavassa 2 olevat k_{c1} ja $-m_c$ saadaan selville Sandvikin taulukosta (5).

Kaavalla 1 ja 2 saatiin 80 mm:n U-poran moottori tehoksi laskettua 31 kW. Walter-toolilla on myös oma työkalu, jolla pystyy selvittämään työstöarvoja. Tätä käytettiinkin vertailuna laskelmille ja saatiin todettua, että laskelmat pitävät paikkaansa verrattuna niitä Walter GPS 6.1 applikaatioon.

Vastaavasti 160 mm poralle saatiin laskettua tehoksi 20 kW. Isomman poran pienempi tehon tarve johtuu siitä, että leikkuunopeus on lähes kaksi kertaa pienempi verrattuna pienempään poraan.

Karamoottorille tarvittava vääntömomentti saadaan laskettua Sandvikin kaavalla 3 (4).

$$M_c = \frac{P_c * 30 * 10^3}{\pi * n}$$

KAAVA 3

M_c = vääntömomentti (Nm)

n = kierrosnopeus (rpm)

Karamoottorille saatiin vääntömomentiksi 80 mm:n poralle 412 Nm, joka on todella lähellä Walter GPS:n arvoa, ja 160 mm:n poralle 950 Nm. Jos laskettuihin arvoihin halutaan ottaa kitkatehon huomioon, voidaan tulokset kertoa vielä kertoimella 1.34. Tämä käy selville Sandvikin tehokaavasta $P_c + P_\mu$ (6, s. 150).

Syöttömoottorille vaaditaan syöttövoiman laskenta Sandvikin kaavalla 4 (4). Syöttömoottorille laskettiin myös väännön tarve kaavalle 5 (7, s. 32). Vääntö vaadittiin, jotta saatiin valittua oikea kulmavaihde. Kulmavaihde tarvitaan moottorin jatkoksi, koska itse moottorilta ei tule ulos riittävää vääntöä oli se sitten oikosulku- tai servomoottori.

$$F_f = 0.5 * k_c * \frac{D_c}{2} * f_n * \sin \kappa_r$$

KAAVA 4

F_f = syöttövoima (N)

$$T_m = \frac{F_f * l}{2 * \pi * \eta}$$

KAAVA 5

T_m = vääntömomentti (Nm)

l = syöttöruuvien liikematka eli nousu (mm)

η = hyötysuhde

Kaavojen 1 - 5 perusteella otettiin komponentti valintoihin käyttöön suurimmat arvot. Karamoottorin tehotarpeeksi valittiin siis kitkateho huomioiden 80 mm:n poralta 42 kW ja vääntömomentiksi 160 mm:n poralta 1 270 Nm. 160 mm:n poralle tarvitaan suurin syöttövoima ja syöttömoottorinvääntö, jotka olivat 14 140 N ja 31 Nm.

3.2 Työturvallisuus

Työturvallisuuteen on laadittu laki 738/2002, jossa on tarkoituksena turvata ja parantaa työympäristöä, työolosuhteita ja työntekijöiden työkykyä. Lailla pyritään myös ehkäisemään ja torjumaan työntekijöille aiheutuvia tapaturmia, ammattitautteja ja fyysisiä sekä henkisiä haittoja. Työnantajan tehtävänä on huolehtia, että työn tekeminen on turvallista kaikissa työolosuhteissa. Työturvallisuuslaissa määritellään myös se, että työnantajan on otettava huomioon koneen suunnitteluvaiheessa sen käytössä aiheutuvien vaarojen ja haittojen ehkäisy. Työssä käytettävien ja työhön suunniteltavien koneiden tulee olla myös työturvallisuus säännösten mukaisia. Koneella työskentely tulee olla esteetöntä ja työergonomia sellaista, ettei siitä aiheudu liiallista raskautta työntekijälle. Esteettömyys koneella tulee kuitenkin toteuttaa siten, ettei siitä aiheudu vaaratekijöitä koneen käyttäjälle eikä sen läheisyydessä oleville muille henkilöille. (8.)

Konelaki 1016/2004 määrittää, että kone, työväline tai muu tekninen laite on säännösten mukainen, ilman että se aiheuttaa tapaturman vaaraa käytössä. Laki

myös varmistaa sen, että suunniteltu ja valmistettu kone voidaan luovuttaa ja ottaa käyttöön markkinoilla. Laissa myös todetaan, että valmistajan tulee suunnitella ja valmistaa kone siten, että se on rakenteeltaan ja varusteiltaan turvallinen käyttää. Valmistajan tulee myös osoittaa, että kone on vaatimustenmukainen muun muassa laatimalla asianmukaiset käyttöohjeet ja varustamalla kone tarpeellisella tunnistamismerkinnöillä. (9.)

Koneiden turvallisuudesta on valtioneuvoston säätämä koneasetus 400/2008, joka perustuu EU:n konedirektiiviin 2006/42/EY. Tässä asetuksessa käydään läpi määräytyksiä ja ohjeita koneiden terveys- ja turvallisuusvaatimusten osoittamisesta, markkinoille saattamisesta ja turvallisesta käyttöön otosta. (10.)

Työnantajaa ohjaavassa laissa 403/2008 on määriteltä, että työnantajan on huolehdittava työväliseen asennuksessa, käytössä, kunnossapidossa ja tarkastuksessa on otettu huomioon valmistajan ja suunnittelijan antamat ohjeet. Työnantajan tehtävänä on varmistettava säännöllisin väliajoin koneen turvallisuutta ja toimintakuntoa. (11.)

Koneturvallisuuteen on myös standardi SFS-EN ISO 12100. Tässä standardissa annetaan ohjeet suunnittelijoilla koneiden suunnitteluun ja kehittämiseen, jotta ne ovat turvallisia niiden käyttötarkoituksessa. Standardi koostuu kolmesta A-, B- ja C-tyyppin standardeista, jossa A-tyyppi on yleiset turvallisuuden perusteet ja B- ja C-tyypit ovat yksityiskohtaisemmat turvallisuusperusteet. Standardissa käsitellään koneen suunnitteluun liittyviä riskejä ja niiden mahdollisia pienentämismenetelmiä. (12.)

Tässä opinnäytetyössä suunniteltavasta koneesta tulee tehdä riskiarvio ennen kuin konetta aletaan valmistamaan. Riskiarviossa tulee ottaa huomioon kaikki vaaratekijät koko koneen elinkaaren ajalla. Tärkeimpinä asioina riskiarviossa ovat, koneen käytöstä aiheutuvat vaaratekijät, esimerkiksi liikkuvat osat, sinkoilevat roiskeet ja metallilastut. Lisäksi valmistusvaiheessa tulevat riskin aiheuttajat ovat muun muassa isot ja raskaat koneen rakenteen osakokonaisuudet.

4 VALMISKOMPONENTIT

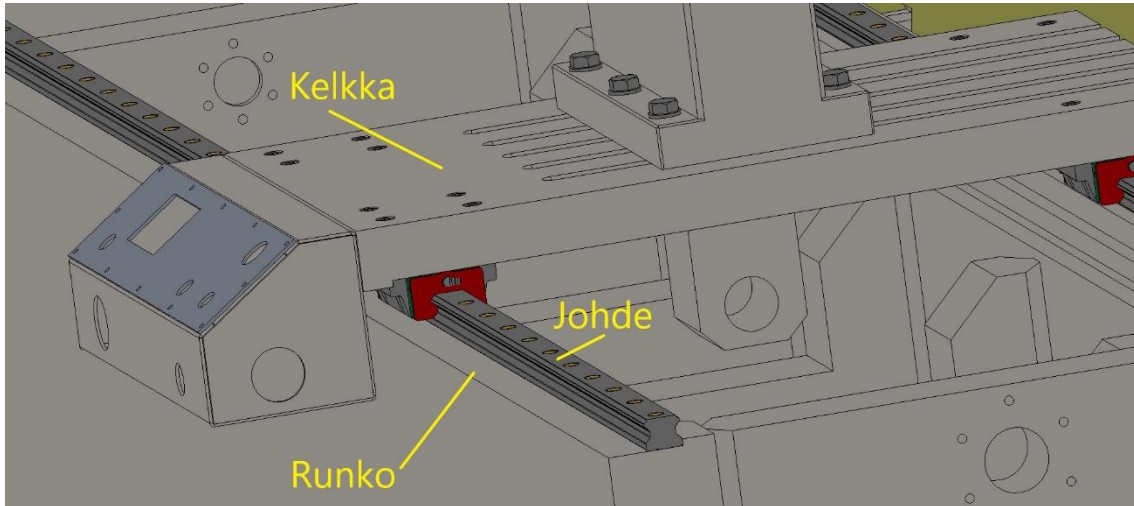
4.1 Moottorit

Karamoottoriksi työhön kysyttiin eri jälleenmyyjiltä vaihtoehtoja, kun tehon tarve oli 42 kW ja suurin vääntömomentti 1 270 Nm. Ongelmaksi tässä yhdistelmässä ilmentyi kierrosalueiden saavuttaminen, kun haluttu kierrosalue oli 200 - 1 000 rpm. Yksinkertaisesti lähes jokaiselta jälleenmyyjältä tuli vastauksena, että halutulla kierrosalueella ei löydy 42 kW:n moottoria, josta löytyisi vielä yli 1 000 Nm:n vääntömomentti. Ratkaisuna karamoottorin valintaan oli hylätä laskettu tehon tarve ja etsiä moottoria pelkästään vääntömomentin ja kierrosalueen avulla. Karamoottoriksi valikoitui SKS Groupin tarjoama Kleen 75 kW:n oikosulkumoottori. Tällä moottorilla saatiin aikaan suurin vääntömomentti ja haluttu kierrosalue, kun moottorin rinnalle asennetaan vielä taajuusmuuntaja.

Syöttömoottoriksi ei ilmentynyt saatavuus ongelmaa. Syöttömoottoriksi saatiin vaihtoehdoksi SKS Groupilta, joko oikosulkumoottori kääntövaihteella tai servomoottori. Näistä parempana vaihtoehtona pidettiin servomoottoria, koska tällä moottorilla on parempi ja tarkempi ohjattavuus. Lisäksi servomoottorin ohjaukseen tarvitaan taajuusmuuntaja.

4.2 Johteet

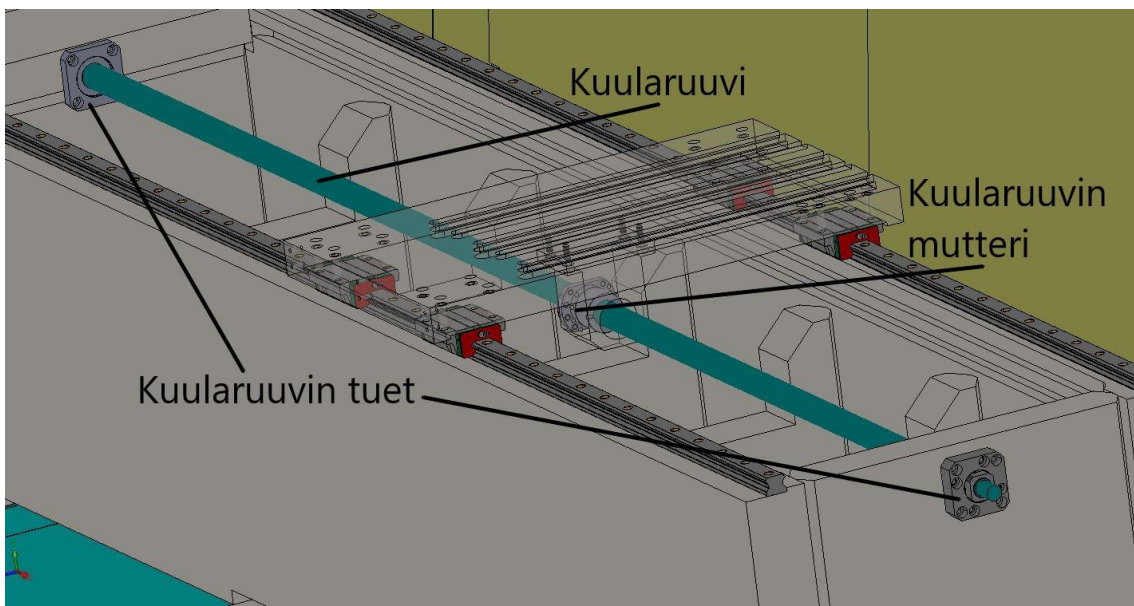
Johdevaihtoehtoja oli kaksi kappaletta, joko itse valmistetut johteet suoraan runkoon tai pultattavat lineaarijohteet. Vaihtoehdoista valikoitui SKS Groupin tarjoamat koon 35 lineaarikuulajohteet. Syyksi lineaarijohdeiden valintaan oli se, että ne ovat helppo asentaa, huoltaa ja ne ovat hyvin kuormia kestäviä. Kiinteissä johteissa ongelmana olisi ollut se, että ne olisi jouduttu valmistamaan jyrsimällä itse suoraan runkoon. Rungon ollessa S355-rakenneterästä olisi ollut johteiden kestävydessä mietittävään. Pehmeä rakenneteräs ei olisi välttämättä kestänyt käytössä tapahtuvia kolhuja. Lisäksi kelkan tuenta ja kiinnitys toteutuu helpommin lineaarijohteita käyttäen, kuten kuvasta 7 käy ilmi.



KUVA 7. Linearijohteiden kiinnitys periaate kelkkaan ja runkoon

4.3 Syöttöruuvi

Syöttöruuvien tuli vastata syöttömoottorin voimatarpeita 14 140 N. Syöttöruuviksi valikoitui SKS Groupin tarjoama halkaisijaltaan 40 mm:n kuularuuvi. Kuvasta 8 käy ilmi, että kuularuuvi tuetaan molemmista päistä rungon rakenteisiin ja siirtomutteri liitetään kelkan alaosaan. Kuularuuvi suojataan spiraalisuojalla, joka estää käyttäjää koskemasta pyöriviin osiin. Lisäksi suoja estää metallilastujen pääsyn ruuvien pintoihin.

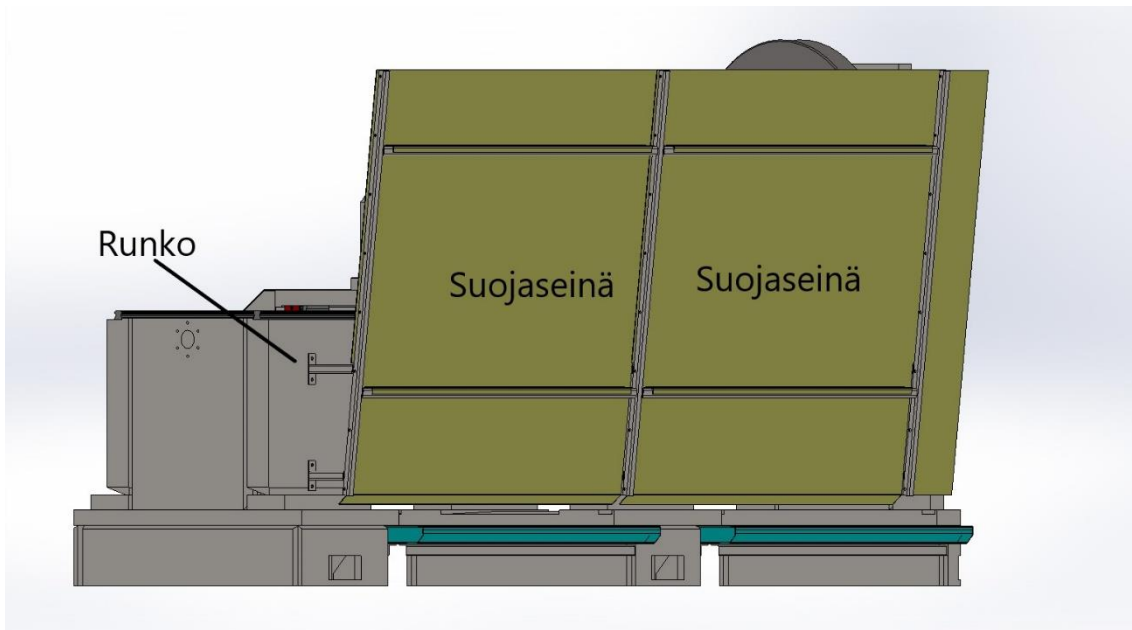


KUVA 8. Kuularuuvien asennus ja tuenta

Kuularuuvinen etuina on se, että niillä on hyvä hyötysuhde ja ne ovat tarkkoja ja luotettavia käyttä. Valitun kuularuuvien suorituskyky osoittautui vähintäänkin riittävän hyväksi, kun tarvittava voiman tarve oli 14 140 N oli valitulle ruuville annettu arvoksi jopa 38 000 N. (13, s.128)

4.4 Turvalaitteet

Lain 403/2008 mukaan turvalaitteiden tulee olla riittävän vankkoja ja niitä ei voi helposti poistaa käytöstä, mutta konetta voi kuitenkin esteettömästi käyttää turvalaitteiden kanssa. (11) Suunniteltavaan koneeseen tulee kunnossapitoa varten pultein kiinni koneen runkoon suojaseinä (kuva 9).



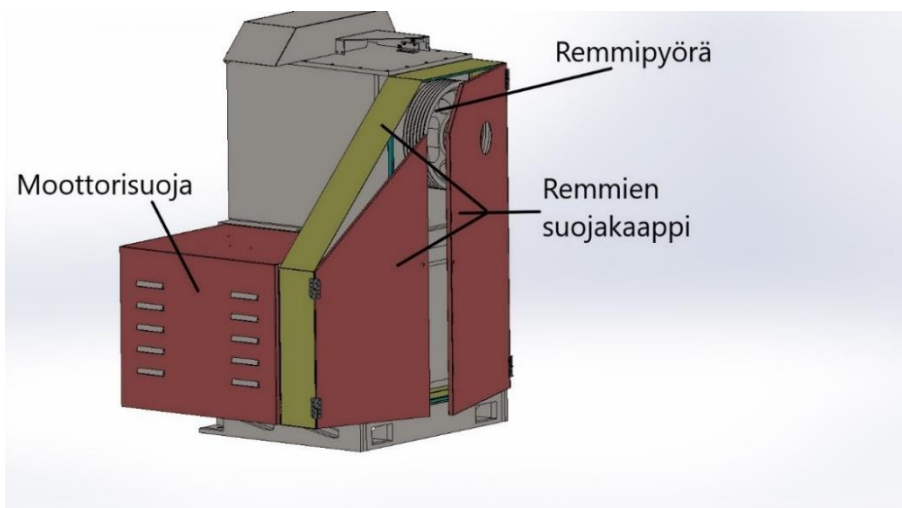
KUVA 9. Suojaseinät pultattuna runkoon

Raja-anturilla varustettu pakansuoja. Pakansuojan tarkoituksena on estää kappaleen pyörintä ilman suojan käyttöä. Syöttöruuvi suojataan kuvan 10 mukaisella spiraalisuojalla. Tämä estää käyttäjää koskettamasta muutoin paljaana pyörivää syöttöruuvia.



KUVA 10. Spiraalisuoja syöttöruuville (14)

Koneen etureunaan tulee turvavaijeri, joka toimii hätä-seiskytkimen tavoin. Lisäksi lain 403/2008 mukaan koneesta tulee löytyä hätä-seiskytkin siten, että siihen on helppo ulottua tarvittaessa. Koneeseen suunnitellaan kaksi fyysistä hätä-seiskytkintä, toinen käyttöpaneeliin ja toinen karalaatikon kylkeen. Sähkömoottorit suojataan omilla koteloilla siten, että ne ovat tarvittaessa poistettavissa kunnossapitoa varten. Remmisuoja suunnitellaan kaappi malliseksi kiinteillä ovilla, kuten kuvasta 11 käy ilmi.

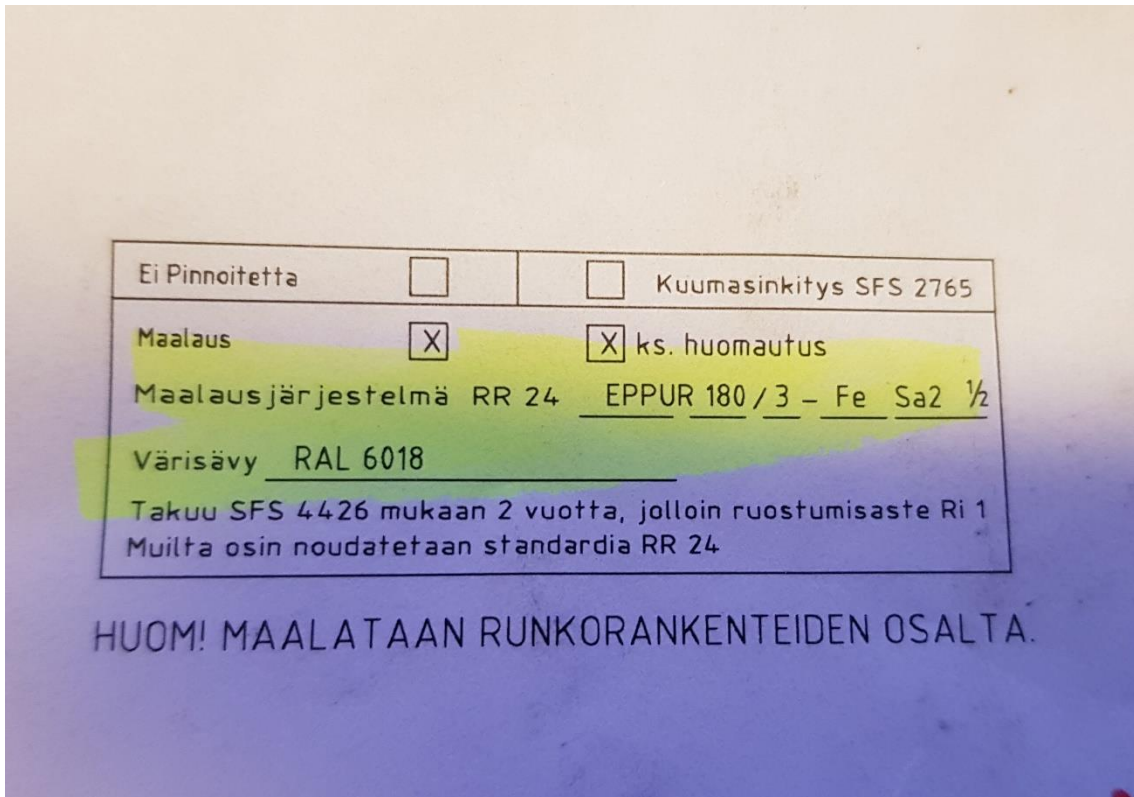


KUVA 11. Remmipyörien ja remmien suojakaappi

4.5 Pinnoitus

Suunniteltavalle koneelle suoritetaan standardin SFS-EN ISO 12944 mukainen maalausjärjestelmä. Koska koneessa käytettävät leikkuunesteet ovat lievästi emäksisiä, niin koneen rasisusaste luokitellaan standardin SFS-EN ISO 12944-2 mukaan C3, jossa ilmaston syövyttävyyks on keskimääräinen. Rasisusaste tulee huomioida maaleja valittaessa, jotta ne ovat kulutusta kestäviä ja liuottimia kestäviä. (15)

Maalattaville pinnoille tulee suorittaa raesuihkupuhallus standardin SFS-EN ISO 12944-4:2017 mukainen Sa 2½ puhdistusaste, jolla saadaan pinnoilla olevat epäpuhdaudet poistettua (16). Koneistetut pinnat tulee kuitenkin suojata puhdistukselta ja maalaukselta. Kuvassa 12 käy ilmi, miten maalausjärjestelmä tulee merkitä työpiirustuksiin.

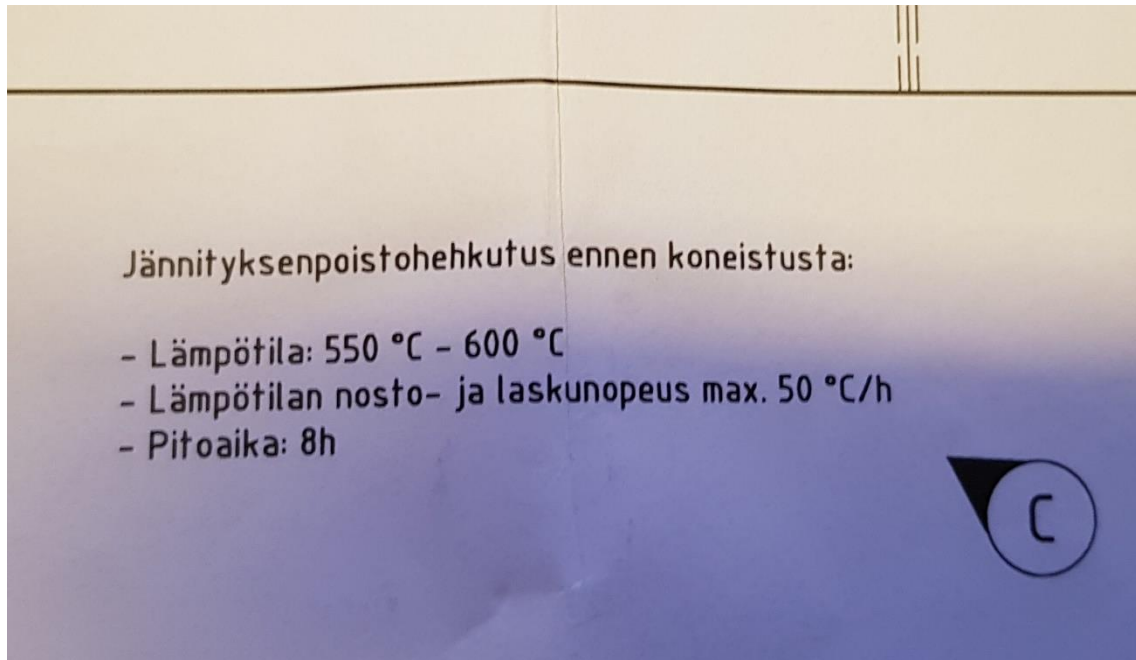


KUVA 12. Maalauksen merkintä piirustuksessa.

Värimaailmaltaan koneen turvalaitteet tulee olla väritään huomiota herättävät ja muista koneen rakenteista poikkeavat. Lisäksi kiinteät suojat voidaan maalata

myös eri sävyllä. Esimerkiksi jos koneen runko on väriltään harmaan sävyinen, voidaan suojat maalata esimerkiksi keltaisella. Näin ne erottuvat hyvin ja niitä on helpompi käyttää.

Ennen pinnoitusta ja koneistustöitä kaikille hitsatuille osille tehdään jännityksenpoistoehkutus esimerkiksi kuvan 13 mukaisen ohjeen mukaisesti. Tämä ehkäisee koneistustöissä aiheutuvat muodonmuutokset.



KUVA 13. Jännityksenpoistoehkutus ohje piirustuksissa

5 RUNKO

Tässä osiossa käydään läpi rungon suunnittelussa pohdittuja asioita, joita ovat muun muassa rungolta vaadittavat kestävyys ja muotoilu. Rungosta ei tehty rasiuslaskelmia kunnollisen analyysia ohjelmiston puuttumisen vuoksi. Siksi runko päätettiin ylimitoitaa ainevahvuuksiltaan.

5.1 Rungon kestävyys

Rungon kestävyudessa suunnittelun lähtökohtana olivat runkoon kohdistuvat voimat, dynaaminen syöttövoima ja staattinen kokorakenteen massa. Lisäksi runkoa rasittaa porauksesta aiheutuvat värinät. Runko mitoitettiin pääosin 100 mm:n S355-rakenneteräksestä.

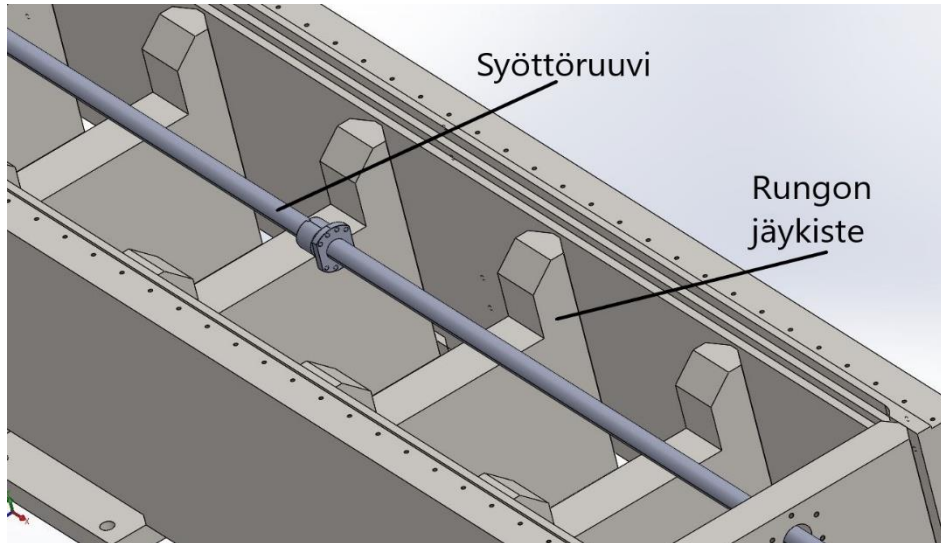
5.2 Rungon rakenne

Rungon rakenteessa käytettiin mallina Raahen Konepajatyön ZMM CU1000 -sorvia, etenkin miten tässä koneessa oli toteutettu jalkojen kiinnitys ja rungon jäykistäminen (kuva 14). Tavoitteena oli saada rungosta yksinkertainen valmistaa ja riittävän vankkarakenteinen, jotta se ei antaisi periksi käytössä tulevilta rasituksilta.



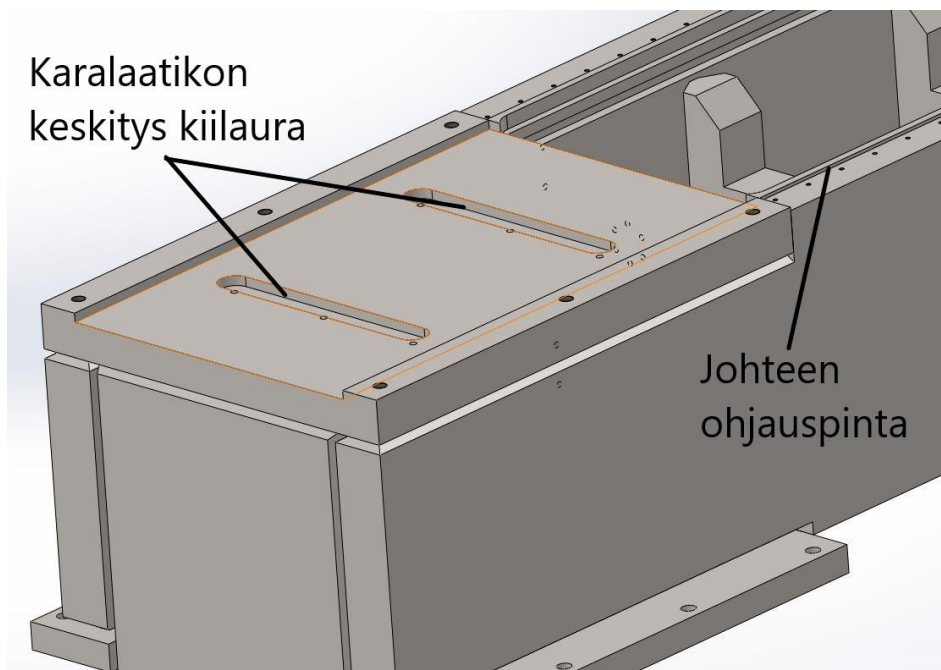
KUVA 14. ZMM CU1000 -sorvin rungon väli jäykisteet

Suunniteltavaan koneeseen täytyi kuitenkin tehdä lovi jäykistelevyihin, koska tässä syöttöruuvi oli toteutettu menevän keskellä runkoa paremman voimajakauman takia (kuva 15).



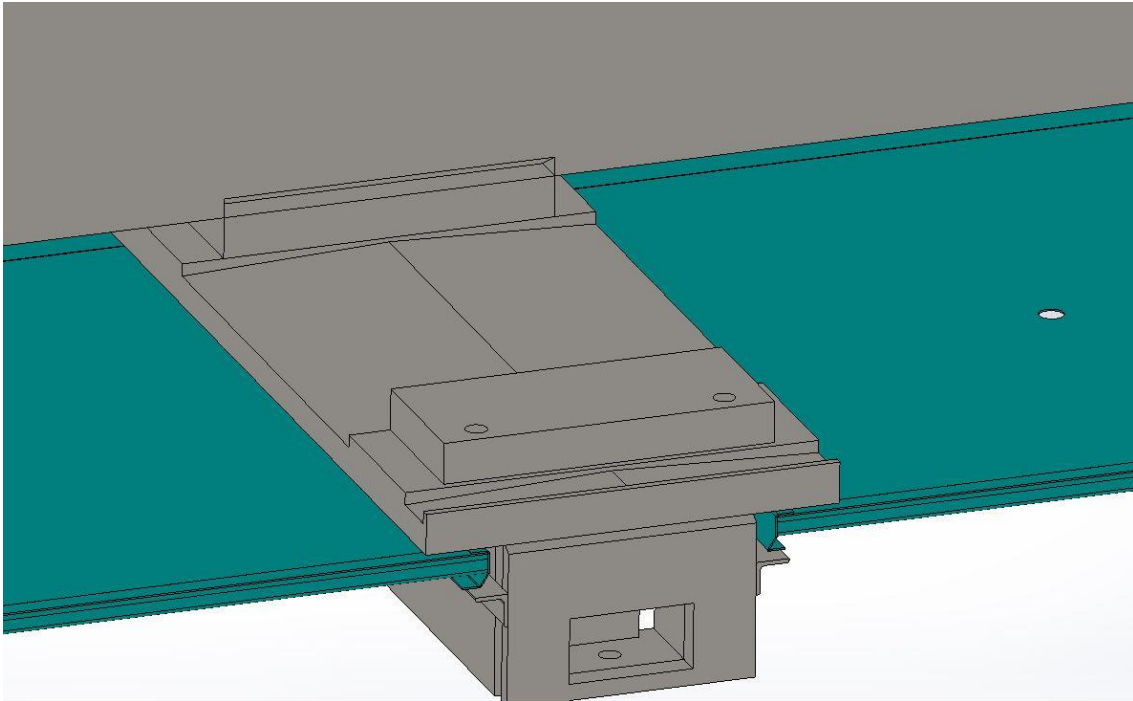
KUVA 15. Suunniteltavan koneen rungon toteutus periaate

Runkoon tehdään koneistamalla erinäköisiä keskitys pintoja johteille ja karalaatikolle (kuva 16). Näillä varmistetaan osien samanlinjaisuus.



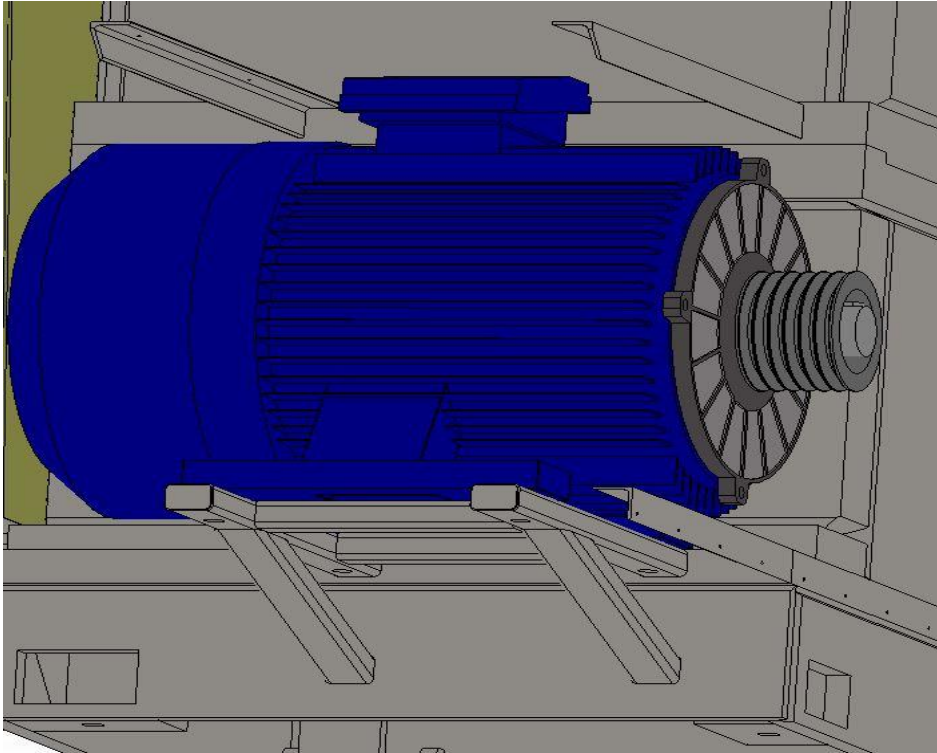
KUVA 16. Osien keskitys pintoja kuvattuna rungossa

Jalkojen suunnittelussa tuli ajatella leikkuunesteistä aiheutuvia lammikoitumisia. Tämä saadaan estettyä sillä, että jalkoihin jyrsitään loivat kaadot kuten kuvasta 17 käy ilmi. Lastukaukalot valmistetaan niin ikään sitten, että leikkuunesteen valuvat niiden allaoleviin nestesäiliöihin.



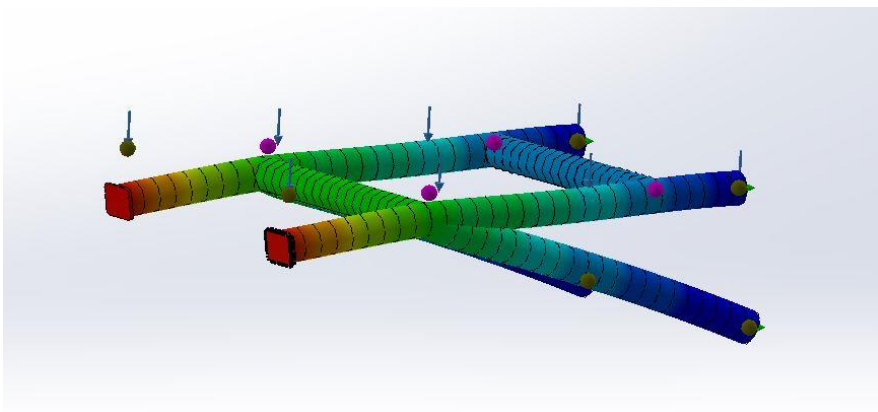
KUVA 17. Keskijalan toteutus ja kaadot

Moottorin kiinnitys toteutetaan rungon takalaitaan putkipalkkipedin päälle. Putkipalkkipeti hitsataan suoraan rungon jalkaan kiinni (kuva 18). Moottorin asemoinnissa tuli ottaa huomioon hihnalinja ja miten hihnan kiristys saadaan toteutettua. Hihnan kiristyksen pystyi toteuttamaan kahdella eri tavalla. Toinen oli moottorin paikkaa siirtämällä tai vaihtoehtoisesti erillisellä kiristysrullalla, joka olisi moottorin ja karaputken välissä runkoon kiinnitettynä. Suunniteltavassa koneessa päädyttiin käyttämään moottorin siirto tapaa hihnan kiristyksessä, koska erillinen kiristysrulla olisi ollut hankala toteuttaa koneessa käytettävän usean vetohihna ja moottorin ja karaputken etäisyyden takia.

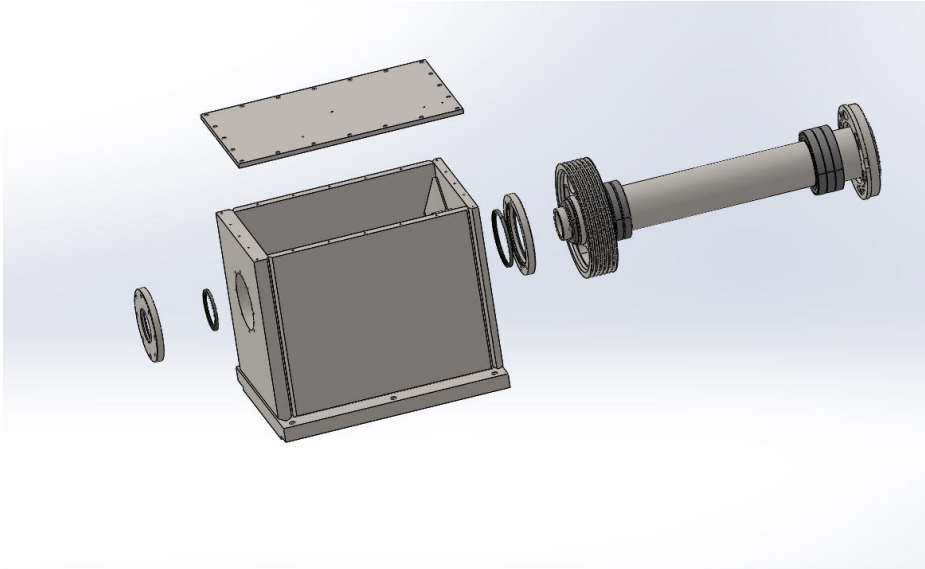


KUVA 18. Moottorin kiinnitys runkoon

Koska moottorin paino oli yli 600 kg, tuli moottoripeti suunnitella riittävän suuresta putkipalkista. Putkipakin kooksi valikoitui 80x60x5 mm ja tälle saatiin tehtyä suuntaa antava rasitus testi (kuva 19). Testi osoitti, että moottoripeti kestäisi moottorin painosta aiheutuvan kuorman ilman, ettei suuria rasituksia ja muodonmuutoksia juuri aiheutuisi.



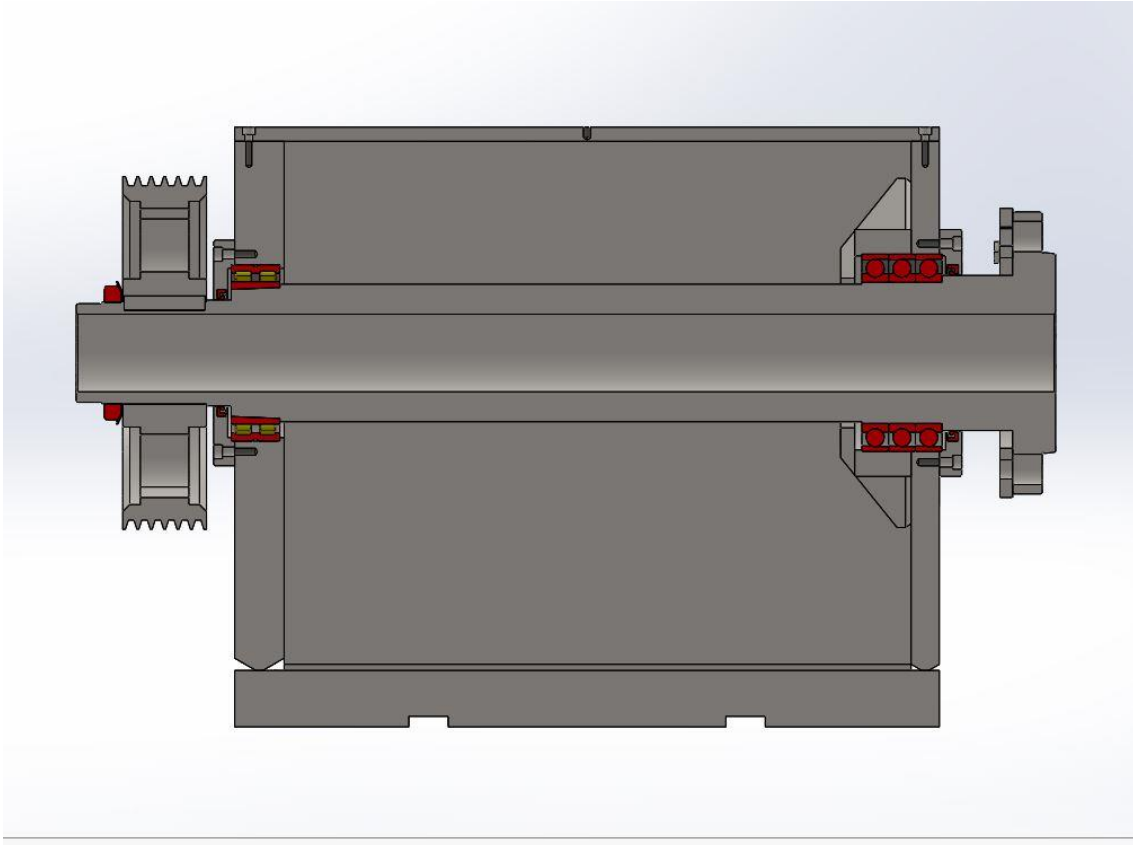
KUVA 19. Moottoripedin rasituskuva



KUVA 19. Suunniteltavan koneen karalaatikon räjäytyskuva

Karalaatikon rakenne

Karalaatikon rakenteen suunnittelussa perusideana oli saada siitä mahdollisimman yksinkertainen ja helppo valmistaa. Koska rakenteen sisälle ei tule kuin karaputki, jossa on neljä laakeria kiinni, niin tarvittiin näille laakerille vain pesät ja lukituslaipat suunnitella. Karaputken hihnan puoleiselle kartiorullalaakerille saatiin pesä suunniteltua suoraan karalaatikon päätylevyyn, kun taas pakan puolelle jouduttiin suunnittelemaan lisävahvike kolmelle urakuulalaakerille, kuten kuvasta 20 näkee.



KUVA 20. Leikkauskuvanto karalaatikosta ja laakereiden asennus tavasta

Karalaatikko ei vaatinut kuin neljä rasvavoideltua laakeria, yhden kaksirivisen rullalaakerin, joka ottaa vastaan ja eliminoi säteissuuntaisavoimia, eli porauksesta aiheutuvia vaakasuuntaisia syöttövoimia. Lisäksi karalaatikon pakan puoleisessa osassa on kolme urakuulalaakeri, jotka eliminioivat aksiaalisuunnassa tulevia voimia, esimerkiksi kappaleen painosta aiheutuvat kuormitukset. Tämä laakerointi tapa on hyvin yleinen sorvien karalaatikoissa. Tämä kävi ilmi useista Raahen Konepajatyön sorvien huolto- ja käyttöohjeista. Asetelmat olivat lähes tulkoon kaikissa sorveissa samat, ainoa muuttavan tekijänä oli sorvin koko ja laakereiden määrä. Koska suunniteltava kone oli suuruusluokaltaan samaa kokoa kuin ZMM CU1000 -sorvi pystyttiin tämän karalaatikon laakerointia käyttämään vertailu kohtana suunnittelussa.

Pakan kiinnitystä varten karaputkeen koneistetaan standardin DIN 55027 ja kartiokoon 15 mukainen lyhytkartiokiinnitys bajonetti-lukitusrenkaalla (kuva 21). Tällä kiinnitysstandardilla saadaan käytettyä Raahen Konepajatyöllä jo olemassa

olevia sorvin pakkoja. Tämä myös mahdollistaa sen, että erikokoisia pakkoja pystytään tilaamaan helposti standardi numeroa käyttäen.

DIN 55027 & ISO 702/III		WITH BAYONET RING FIXING					
	Spindle nose size	A	B max	C	D	E	F
	3	102	53.983	11	16	3x21	75
	4	112	63.521	11	20	3x21	85
	5	135	82.573	13	22	4x21	104.8
	6	170	106.385	14	25	4x23	133.4
	8	220	139.731	16	28	4x29	171.4
	11	290	196.883	18	35	6x36	235
	15	400	285.791	19	42	6x43	330.2
	20	540	412.795	21	48	6x43	463.6

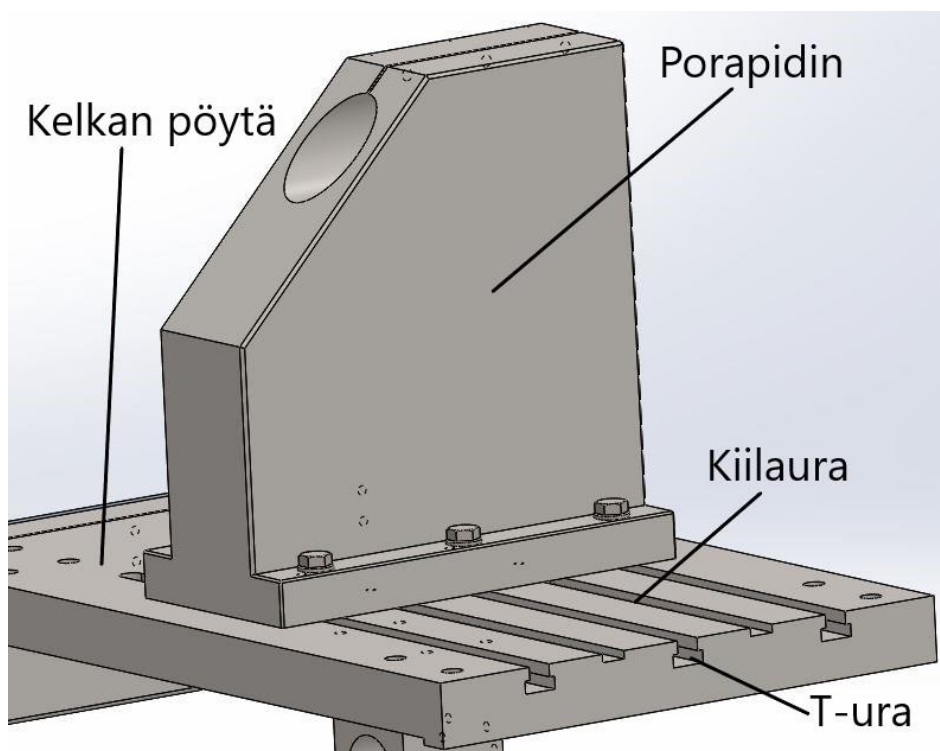
KUVA 21. Pakan kiinnityskartion mitat DIN 55027 (17, s. 6)

7 KELKKA

Kelkan suunnittelussa ensimmäisenä ehtona oli saada mahdollisimman tukeva kiinnitys käytettäville porille. Toisena päätavoitteena oli saada pora pysymään aina porattavan kappaleen keskipisteessä.

7.1 Poran kiinnitys

Poran kiinnitys toteutettiin siten, että porapidin on pultein kiinnitetty kelkan pöydän t-uriiin (kuva 22). Porapitimelle jätettiin kuitenkin säätö mahdollisuus, sivuttaissuunnassa kiilauraa pitkin ja korkeussuunnassa mellalevyjen avulla.

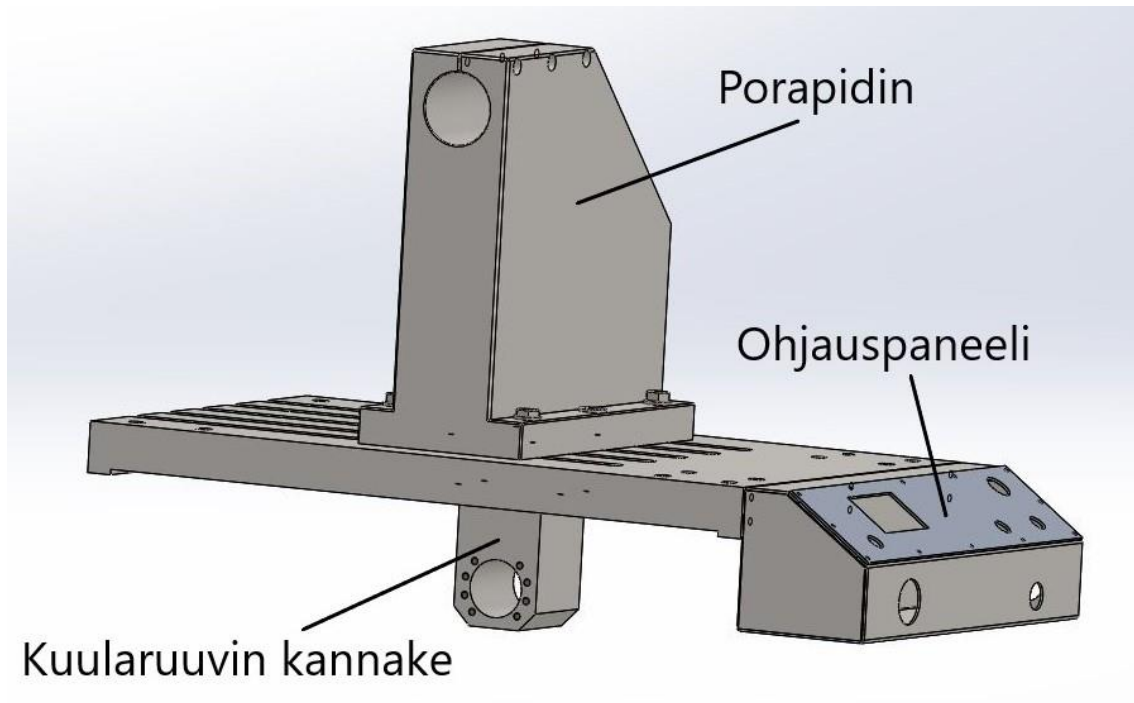


KUVA 22. Porapitimen kiinnitystapa

Porapitimessä käytettävien porien kiinnitys kartion halkaisija on 80 mm. Tästä syystä porapidin tulee valmistaa vähintään 200 mm leveästä ahiosta, jotta riittävän tukeva kiinnitys saadaan aikaan. Porapitimessä voidaan myös käyttää pienemmällä kiinnitys kartiolla olevia poria käyttäen markkinoilla saatavilla olevia supistusholkkeja.

7.2 Kelkan rakenne

Kelkka koostuu itse pöydästä johon tulee kiinni porapidin, ohjauspaneeli ja kuularuuvien kannatinkiinnike (kuva 23). Johteita varten tulee kelkan pöydän pohjaan valmistaa tarkasti valmistajan ohjeiden mukaisesti ohjainpinnat johteiden liukupalloja varten (liite 1).



KUVA 23. Kelkan kokoonpanohahmotelma

8 KUSTANNUSARVIO

Opinnäytetyölle laskettiin suuntaa antava kustannus arvio, joka näkyy taulukossa 1. Valmistukselle ei laskettu kustannuksia, koska koneen valmistaa Raahen Konepajatyö itse. Raaka-aineille laskettiin kilojen mukaan hinta arvio, komponenteille saatiin hinta arvio suoraan SKS Groupilta (liite 2 ja 3). Muille osille laskettiin oma arvio kustannuksista.

TAULUKKO 1. Kustannusarvio

Osto osat / raaka-aineet	Hinta
Levy raaka-aineet	9 600 €
Karamoottori	4 000 €
Syöttömoottori	910 €
Moottoreiden taajuusmuuntajat	3 634 €
Syöttöruuvi	2 475 €
Kulmavaihte syöttöruuville	400 €
Johteet	940 €
Muut komponentit: - laakerit - tiivisteet - hihnat - ohjauspaneelin osat - hehkutus ja pinnoitus	12 126 €
Liitoselimet	~ 500 €
Yhteensä	34 585 €

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja mallintaa esiporaussorvi. Lisäksi opinnäytetyöstä tehtiin alustava kustannusarvio koneesta. Suunnittelussa käytettiin mallina Raahen Konepajatyön ZMM Cu1000 -sorvia. Lähtökohtana oli maksimissaan saada noin 800 mm:n kappaleet pyörimään koneella ja porattua niihin maksimissaan 160 mm:n esireikiä.

Suunnittelu aloitettiin laskemalla tehotarpeita porakokojen mukaan, minkä jälkeen etsittiin sopivia valmiskomponentteja vastaamaan laskettuja tehotarpeita. Niitä olivat muun muassa moottorit, johteet ja liikkeen välityskomponentit. Näillä komponenteilla pystyttiin suunnittelemaan koneen itse valmistettavat osat. Rungon mitat määräytyvät suurimman porattavan kappalekoon mukaan. Suunniteltava kone suunniteltiin maksimissaan 1 m:n pituisille kappaleille, joten rungon pituudeksi määräytyi 3 m. Koneen korkeutta suunniteltaessa huomioitiin maksimi kappaleen halkaisijan lisäksi työergonomiaa, jottei kappaleiden käsittely ja kiinnitys olisi tullut koneeseen liian vaikeaksi. Koneen korkeudeksi lopulta määräytyi 1,5 m.

Työergonomia ja työturvallisuus oli jo suunnitteluvaiheessa otettava huomioon. Ergonomia ja työturvallisuus huomioitiin etäisyyksissä ja suojalaitteiden suunnittelussa. Kone tulikin suojata hyvin huolellisesti työturvallisuuslakiin vedoten. Koneesta tuli olla niin kiinteitä kuin myös raja-antureillakin varustettuja suojalaitteita.

Opinnäytetyön vaikeimmaksi osuudeksi osoittautui komponenttien löytäminen ja valitseminen ja etenkin moottoreiden löytäminen. Koska suunniteltava kone piti saada mahdollisimman yksinkertaiseksi, oli karamoottorin löytäminen äärimmäisen hankalaa. Koneeseen ei haluttu lainkaan mekaanisia vaihteita. Tämä hankaloittikin karamoottorin etsintää. Lasketut moottorin arvot olivat ääripäissä pienitehoisia ja suuritehoisia moottoreita. Lasketulla 42 kW:n moottorilla ei saavutettu riittävää vääntöä. Jos olisi haluttu laskettu vääntö moottorilta, olisi sen teho ollut noin 160 kW ilman ylimääräisiä komponentteja.

Kompromissina moottoriksi valikoitui 75 kW:n moottori taajuusmuuntajalla ohjattuna ja sopivilla hihnapyörillä.

Toisena ongelman opinnäytetyössä osoittautui 3D-mallintamisen raskaus. Suunniteltava rakenne alkoi loppuvaiheessa olemaan liian suuri työtä tekevän tietokoneelle. Tästä syystä 3D-mallia jouduttiin keventämään ja osa mallinnuksesta keskeyttämään. 3D-mallista jätettiin pois kaikki liitoselimet ja joitain osia kokoonpanon rakenteistakin. Mallintaminen tulee saattaa loppuun tehokkaammalla tietokoneella ennen kuin valmistuspiirustukset voidaan laatia.

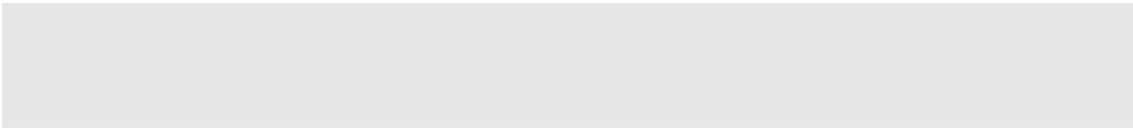
Kustannusarviota tehdessä alkoi hinta nousta suureksi. Etenkin laakereiden ja pintakäsittelytöiden hinta yllätti, koska ne olivat yksi suurimmista kulueristä kustannusarviossa. Alkoi mietittyttämään, onko koneen hyödyllisyys riittävä kustannuksiin nähden vai riittäisikö jonkin Raahen Konepajatyön olemassa olevista sorveista modernisointi samaan käyttötarkoitukseen. Tätä tuleekin miettiä ennen kuin suunniteltavaa konetta aletaan valmistamaan.

Jos suunniteltava kone todetaan riittävän hyödylliseksi tilaajan puolesta ja päätetään jossain vaiheessa alkaa valmistamaan, tulee siitä tehdä ensin riskiarvio, huolto- ja kunnossapito-ohjeet sekä käyttöopas. Lisäksi moottoreiden sopivuus tulee tarkistaa huolella ja rajoittaa tarvittaessa porattavien kappaleiden kokoa. Vasta tämän jälkeen voidaan laatia valmistuspiirustukset.

LÄHTEET

1. Referenssit. Raahen Konepajatyö Oy. Saatavissa: <http://www.konepajatyo.fi/referenssit/>. Hakupäivä.20.1.2019.
2. Yritys. Raahen Konepajatyö Oy. Saatavissa: <http://www.konepajatyo.fi/yritys/>. Hakupäivä 20.1.2019.
3. Sorvi. 2019. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Sorvi>. Hakupäivä 20.1.2019.
4. Porauksen laskukaavoja ja määritelmiä. Sandvik Coromat. Saatavissa: <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/machining-formulas-definitions/pages/drilling.aspx>. Hakupäivä 3.12.2019.
5. Lastuavat materiaalit. Sandvik Coromat. Saatavissa: <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/materials/pages/workpiece-materials.aspx>. Hakupäivä 3.12.2019.
6. Deep hole drilling. 2009. Sweden: AB Sandvik Coromat. Saatavissa: https://www.engman-taylor.com/ASSETS/DOCUMENTS/ITEMS/EN/Sandvik_5761459_Catalog.pdf. Hakupäivä 3.12.2019.
7. Fanuc AC servo motor ai series. Manuaali. Fanuc. Saatavissa: https://www.west-l.ru/uploads/tdpdf/sf_fanuc-ac-servo-motor.pdf. Hakupäivä 19.12.2019.
8. 738/2002. Työturvallisuuslaki. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020738>. Hakupäivä 6.12.2019.
9. 26.11.2004/1016. Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041016>. Hakupäivä 9.12.2019.

10. 400/2008. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400>. Hakupäivä 9.12.2019.
11. 403/2008. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403>. Hakupäivä 9.12.2019.
12. SFS-EN ISO 12100. 2010. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Helsinki: Suomen standarditoimistoliitto SFS ry.
13. Lead Screws, Ball Screws and Ball Splines. 2018. Thomson Industries, Inc. Saatavissa: https://www.thomsonlinear.com/downloads/screws/Leadscrews_Ballscrews_Splines_cten.pdf. Hakupäivä 10.12.2019.
14. Spring covers. 2019. Tsubaki Kabelschlepp GmbH. Saatavissa: <https://tsubaki-kabelschlepp.com/en-int/products/guideway-protection/spring-covers/>. Hakupäivä 10.12.2019.
15. SFS-EN ISO 12944-2:2017. 2017. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luikittelu. Helsinki: Suomen standarditoimistoliitto SFS ry.
16. SFS-EN ISO 12944-4:2017. 2018. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 4: Pintatyypit ja pinnan esikäsitteily. Helsinki: Suomen standarditoimistoliitto ry.
17. Bison-bial s.a. Lathe chucks. Bison. AMTC Heerle. Saatavissa: <https://www.amtc.eu/files/downloads/CAT/648-1.0.1.pdf>. Hakupäivä 22.12.2019.
18. Linear Guide. TBI MOTION. Saatavissa: https://assets.ctfassets.net/gp8rp917jhxs/4XV72QgTs4MMiYqkqoyEGo/0e2a01d31951ef2b4e036e54797415ed/TBIMOTION-LinearGuide_EN_1901.pdf. Hakupäivä 29.12.2019.



Shoulder Heights and Chamfers

Improper shoulder heights and chamfers of mounting surfaces will cause deviations in accuracy and rail or block interference with the chamfered part. When recommended shoulder heights and chamfers are used, problems with installation accuracy should be eliminated.

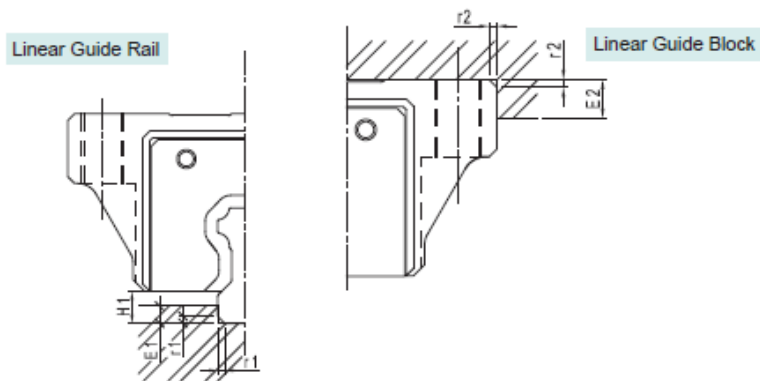


Fig 1.11.21

A
Linear Guide

Table 1.11.4 Shoulder Height and Chamfer

Model No.	Max.chamfer of the rail r1	Max.chamfer of the block r2	Max.chamfer of the rail E1	Max.chamfer of the rail E2	Max.chamfer of the block H1
TR15	0.5	0.5	3	4	3.2
TR20	0.5	0.5	3.5	5	4.6
TR25	1.0	0.9	5	5	5.8
TR30	1.0	1	5	5	7
TR35	1.0	1	6	6	7.5
TR45	1.0	1	8	8	8.9
TR55	1.5	1.5	10	10	13
TR65	1.5	1.5	8	10	14.3



Tilaja
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIIKAN YKSIKKÖ
PL 49
90251 OULU

Toimitusosoite
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIIKAN YKSIKKÖ
KOTKANTIE 1
90251 OULU

Laskutusosoite
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIIKAN YKSIKKÖ
PL 49
90251 OULU

Tarjous	
Tarjousnumero	20077487
Tarjouspäivä	19.11.2019
Asiakkaan tilausnumero	Tarjouspyyntönnö 19.11.2019
Asiakasnumero	74443
VAT nro	FIO2357468
Valuutta	EUR
Voimassa	19.12.2019
Myyjä	Takkinen Tommi
Asiakkaan yhteyshenkilö	Iivonen Joonas
Maksuehto	14 pv netto
Myyntiehto	TK Yleiset 2010
Toimitusehto	VAP.VARASTOSSAMME ILM. PAKK.
Toimitustapa	SCHENKER FI LÄH.SOP.

Kiitämme kyselystänne ja tarjoamme Teille:

Tuote	Materiaali	Maara	Hinta	Alennus	Nettohinta	Rivi yhteensa
10	5067662 T3C 280S-4 75KW B3 400/690V 50HZ IE3 Alkuperämaa TW Tullinimike: 85015100 Tuotteen paino: 620 KG - nlmellimomentti 483,92 Nm	1 KPL	4000,00			4000,00
20	760686 H-H-PYÖRÄ PC GT 14M-38S-37/2517 Alkuperämaa IT Tullinimike: 84839081 Tuotteen paino: 6.510 KG	1 KPL	200,00			200,00
30	1070216 KARTIOHOLKKI 2517/65 SKS Alkuperämaa IT Tullinimike: 84879090 Tuotteen paino: 0.642 KG	1 KPL	20,00			20,00
40	1029055 H-H-PYÖRÄ PC GT 14M-112S-37/3020 Alkuperämaa BE Tullinimike: 84839081 Tuotteen paino: 25 KG	1 KPL	600,00			600,00

SKS Mekaniikka Oy
Martinkyläntie 50
FI-01720 Vantaa, Suomi
mekaniikka@sk.fi

TEL +358(0)20 764 5000
VAT no. FI11072827
Kotipaikka/Domicile: Vantaa

Handelsbanken FI9531311001848286
SWIFT/BIC. HANDRIHH



Tuote	Materiaali	Määrä	Hinta	Alennus	Nettohinta	Rivi yhteensä
50	1106481 KARTIOHOLKKI 3020/7 SKS Alkuperämaa IT Tullinimike: 84879090 Tuotteen paino: 2.040 KG - vaktoporaukset 25-75 mm akselleille. - poraus ilm. tilaassa.	1 KPL	35,00			35,00
60	5063673 HAMMASHIHNA PC V 14MGT-2660-37 Alkuperämaa BE Tullinimike: 40103500 Tuotteen paino: 0.750 KG - hammashihnakäytön vältyssuhde 2,95/1 (alentava) - akseliväli tällä hinnalla 787,7 mm	1 KPL	760,00			760,00
70	542605 KCS-N-4010-50-6000 KUULARUUVI Alkuperämaa DE Tullinimike: 84834030 Tuotteen paino: 35 KG - kuularuuvin nousu 10 mm	3,5 m	270,00			945,00
80	1025723 KGF-D 4010 EE MUTTERI Alkuperämaa DE Tullinimike: 84311000 Tuotteen paino: 0.800 KG	1 KPL	550,00			550,00
90	5064278 KON-2 4005/10/20/40 KANNATINKIINNITIN Alkuperämaa DE Tullinimike: 84311000 Tuotteen paino: 3.800 KG	1 KPL	450,00			450,00
100	905866 BK 30 RUUVITUKI Alkuperämaa TW Tullinimike: 84879090 Tuotteen paino: 3.150 KG	1 KPL	400,00			400,00
110	905867 BF30 RUUVITUKI Alkuperämaa TW Tullinimike: 84879090 Tuotteen paino: 0.500 KG	1 KPL	130,00			130,00
120	5030113 A 10 2 UH30 65.9 P71 B3 HAMMASVAIHDE - totsiholkkaksell halk. 30 mm + ku	1 KPL	400,00			400,00



Tuote	Materiaali	Maara	Hinta	Alennus	Nettohinta	Rivi yhteensä
130	1031876 BN71A-4 0,25 230/400-50 IP54 CLF B14* Alkuperämaa IT Tullinimike: 85015220 Tuotteen paino: 9 KG *FD5 SB 230 SA JARRUMOOTTORI - erillisohjatulla jarrulla taajuusmuuttajakäyttöä varten. - jarrun syöttöjännite 1 x 230V/50Hz - asennettuna pos.120 hammasvaihteeseen. - n2:21,2 r/min - M2:107 Nm	1 KPL	250,00			250,00
140	1231023 TRH35-4000L JOHDE Alkuperämaa TW Tullinimike: 84829900 Tuotteen paino: 40.128 KG - 2 x 3200 mm - 1.relan etäisyys johteen päästä ilm. tilattaessa.	6,4 m	100,00			640,00
150	1230996 TRH35 FN KELKKA Alkuperämaa TW Tullinimike: 84821090 Tuotteen paino: 6.120 KG	4 KPL	75,00			300,00

Veroton		9 680,00
ALV	24,000 %	2 323,20
Yhteensä		EUR 12 003,20

Hinnat perustuvat voimassa oleviin tuontimaksuihin ja tehtaan hintaan. Mikäli niissä tapahtuu muutoksia pidätämme oikeuden vastaavien muutoksiin. Hinnat ilmoitettu ilman arvonlisäveroa. Tarjouksen tuotteet välilyyntivarauksin.



Tilaja
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIIKAN YKSIKKÖ
PL 49
90251 OULU

Toimitusosoite
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIIKAN YKSIKKÖ
KOTKANTIE 1
90251 OULU

Laskutusosoite
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIIKAN YKSIKKÖ
PL 49
90251 OULU

Tarjous	
Tarjousnumero	20077938
Tarjouspäivä	29.11.2019
Asiakkaan tilausnumero	Tarjous 29.11.19
Asiakasnumero	74443
VAT nro	FI02357468
Valuutta	EUR
Voimassa	29.12.2019
Myyjä	Rinne Tero
Asiakkaan yhteyshenkilö	Joonas Ilvonen
Maksuehto	14 pv netto
Myyntiehto	TK Yleiset 2010
Toimitusehto	VAP.VARASTOSSAMME ILM. PAKK.
Toimitustapa	SCHENKER FI LÄH.SOP.

Kiitämme kyselystänne ja tarjoamme Teille:

Toimitusaika

Servomoottori noin 7 viikkoa
M300 käyttö noin 2 viikkoa
Loput osat suoraan hyllystä

Tuote	Materiaali	Maara	Hinta	Alennus	Nettohinta	Rivi yhteensä
10	1252856 M300-084 01570A 75 KW 400V Alkuperämaa CN Tullinimike: 85044084 Tuotteen paino: 52 KG	1 KPL	3241,00			3241,00
20	1254425 FM 075 U3 B 306 BACAA 075140 Alkuperämaa GB Tullinimike: 85015220 Tuotteen paino: 4.800 KG - Korvaa FM 075 U3 B 305 BACAA 075140 - 2,7 Nm / 8,0 Nm 0-nopeus-/huippumomentti - 2,3 Nm / 3000 rpm - 4096 p/r pulsstanturi - 14 mm akseli - Jarru 24 Vdc, 6,3 W, pitomomentti 2,0 Nm - 60 mm ohjausolakeen halkaisija - 75 mm kiinnitysreikien jakohalkaisija	1 KPL	910,00			910,00
30	1226788 M700-034 00025A 0,75 KW 400V Alkuperämaa GB Tullinimike: 85044084 Tuotteen paino: 3.550 KG	1 KPL	393,00			393,00

SKS Control Oy
Martinkyläntie 50
FI-01720 Vantaa, Suomi
control@sk.fi

TEL +358(0)20 764 5000
VAT no. FI02145991
Kotipaikka/Domicile: Vantaa

Handelsbanken FI2131311001848260
SWIFT/BIC HANDFIHH



Tuote	Materiaali	Maara	Hinta	Alennus	Nettohinta	Rivi yhteensä
40	1217051 KI-KEYPAD LCD, FOR M600-700 Alkuperämaa: GB Tullinimike: 85044090 Tuotteen paino: 0.131 KG	1 KPL	36,00			36,00
50	1071925 MBBBAA 0030 2,5MM JARRUKAAPELI 3,0 M Alkuperämaa: IT Tullinimike: 85444290 Tuotteen paino: 1.100 KG	1 KPL	76,00			76,00
60	1015726 SIBAAA 0030 ANTURIKAAPELI 3,0 M Alkuperämaa: IT Tullinimike: 85444290 Tuotteen paino: 0.800 KG - Inkrementtipulsstanturi (ABZ+UVW) - Sincos-EnDat Heidenhain Abs. Enc), D15 - 17-PIN Sopii Unimotor antureille: CA,CR,MA,MR,EB,EC,EM,FB,FC,FM	1 KPL	61,00			61,00

Veroton		4 717,00
ALV	24,000 %	1 132,08
Yhteensä		EUR 5 849,08

Hinnat perustuvat voimassa oleviin tuontimaksuihin ja tehtaan hintaan. Mikäli niissä tapahtuu muutoksia pidätämme oikeuden vastaavien muutoksiin. Hinnat ilmoitettu ilman arvonlisäveroa. Tarjouksen tuotteet välilyyntivarauksin.