



# Panimolaitteen suunnittelu

Ari-Samuli Suoniemi

OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2020

Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotekehitys

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotekehitys

SUONIEMI, ARI-SAMULI:  
Panimolaitteen suunnittelu

Opinnäytetyö 52 sivua  
Marraskuu 2020

---

Opinnäytetyössä suunniteltiin toimiva panimolaitteisto ulko- ja sisäkäyttöön. Perusideana innovointiprosessissa oli luoda toimiva konsepti, joka soveltuisi vuokrattavaksi panimoille sekä erinäisiin oluen valmistusta opettaviin kurssitapahtumiin. Kurssikäytön ongelmina on ollut tilojen vähyys sekä toimivan mobiilivalmiin panimolaitteiston puute.

Panimolaitteistolle oli tarve myös pienten ja keskisuurien oluterien tekemiseen. Panimoiden laitteistot ovat suuria, minkä vuoksi pienten erien tekeminen on vaikeaa tai jopa mahdotonta. Tutkimuksessa suunniteltiin laite siten, että panimoiden tarve monikäyttöisestä panimolaitteesta täytyisi.

Tuotekehitysprojektissa luotiin yksinkertainen panimolaite tuotekehitysprosessiä hyödyntäen. Projektin alkuun asetettiin tavoitteiden perusteella pakolliset kriteerit sekä toissijaiset kriteerit. Innovointiprosessi aloitettiin pakollisten kriteerien täyttämällä. Pakollisten kriteerien täytyttyä siirryttiin toissijaisten kriteerien innovointiin.

Opinnäytetyössä keskityttiin luomaan tuotekehitysprosessiä hyödyntäen panimolaite, joka olisi yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Panimolaitteen toiminnan varmistamiseksi, sekä osatarpeen havainnollistamiseksi, laitteesta tehtiin 3D-malli.

Tuotekehitysprojektin valmistuttua panimolaitetta arvioitiin yhteistyössä Panimo Kiiskan kanssa. Panimon mukaan laite on perustoiminnaltaan hyvä ja tuotteen tarkastelussa ilmenneiden kehitysehdotuksien jälkeen valmis prototyyppi. Panimolaitteen prototyyppi on tarkoitus valmistaa opinnäytetyön päätyttyä.

---

Asiasanat: tuotekehitysprojekti, konsepti, prosessi, mobiilivalmius

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Research & Development

SUONIEMI, ARI-SAMULI:  
Designing Brewery Equipment

Bachelor's thesis 52 pages  
November 2020

---

The topic of this thesis was to design working brewery equipment to be used indoors and outdoors. The basic idea of development process was to create a functional concept that would suite the purpose to be rental equipment for the breweries and for various beer course events. Course events have been problematic because they are lacking space and functional mobile brewery equipment.

There was also a need for brewery equipment suitable for making small and medium sized batches. Brewery equipment is large, which meant that brewing small batches is hard or even impossible. In this study, multipurpose equipment was developed to meet the breweries need of compact brewery equipment.

In the product development project, a simple brewing device was created with product development processes. Mandatory criteria, as well as secondary criteria, were set at the beginning of the project based on the objectives. Innovation process began by fulfilling mandatory criteria. Once the mandatory criteria were met, the focus shifted to innovation of secondary criteria.

The thesis focused on creating simple and easy to use brewery equipment, using a product development process. To ensure the operation of the brewery equipment, as well as to illustrate the need for parts, a 3D model of the equipment was made.

After the completion of the product development project, the brewing equipment was evaluated in cooperation with brewery Kiiski. According to the brewery, the device has good basic function and is ready to be a prototype after the development suggestions that appeared in the product review. A prototype of the brewing device is to be manufactured after the completion of the thesis.

---

Key words: development project, concept, process, mobile brewery equipment

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	OLUT .....	8
	2.1 Oluen määritelmä .....	8
	2.2 Oluen raaka-aineet .....	8
	2.3 Oluen valmistusprosessi .....	9
3	INNOVOINTI .....	11
	3.1 Tuotekehityksen työvaiheet .....	11
	3.1.1 Käynnistäminen .....	11
	3.1.2 Luonnostelu .....	11
	3.1.3 Kehittely .....	12
	3.1.4 Viimeistely .....	12
	3.2 Tuotekehitysmenetelmät .....	13
	3.2.1 Taulukoiminen .....	13
	3.2.2 Seulonta .....	14
	3.2.3 Painoarvotus ja pisteytys .....	15
4	PANIMOLAITTEEN TUOTEKEHITYSPROSESSI .....	17
	4.1 Tehtävän analysointi .....	17
	4.2 Kriteerien asettaminen .....	19
	4.3 Ratkaisujen etsiminen .....	19
	4.3.1 Kapasiteetti .....	19
	4.3.2 Ulko- ja sisäkäyttöön soveltuva .....	20
	4.3.3 Toiminta usealla eri energialähteellä .....	21
	4.3.4 Sekoitin .....	21
	4.3.5 Hygienia .....	24
	4.3.6 Lämpöhaude .....	24
	4.3.7 Automatisoitu käyttö .....	25
	4.3.8 Sekoittimen moottori .....	27
	4.3.9 Vierteen erotus automaattisesti .....	27
	4.3.10 Mäskin poisto .....	29
	4.3.11 Termodynaaminen suunnittelu .....	30
	4.3.12 Pesulaitteisto .....	32
	4.3.13 Mobiilivalmius .....	32
	4.3.14 Lämpömittari .....	32
	4.4 Ratkaisujen karsiminen .....	33
	4.5 Ratkaisujen yhdistäminen .....	34
	4.5.1 Konsepti A .....	34

4.5.2	Konsepti B .....	35
4.5.3	Konsepti C .....	36
4.5.4	Konsepti D .....	37
4.6	Ratkaisuluonnokset.....	37
4.7	Valinta .....	39
5	PANIMOLAITE.....	41
5.1	Panimolaitteen käyttötarkoitus .....	41
5.1.1	Panimokäyttö.....	42
5.1.2	Kurssikäyttö .....	42
5.2	Panimolaitteen tekniset ominaisuudet.....	43
5.2.1	Kapasiteetti.....	43
5.2.2	Usean energialähteen käyttö.....	43
5.2.3	Sekoitin.....	44
5.2.4	Lämpöhaude .....	46
5.2.5	Valepohja .....	48
5.2.6	Termodynaaminen suunnittelu .....	49
5.2.7	Saranointi .....	50
6	POHDINTA .....	51
	LÄHTEET.....	52

**ERITYISSANASTO**

Mäski	Maltaiden ja veden muodostama seos
Vierre	Sokeripitoinen neste, joka syntyy mäskiä kuumentamalla
Ominaispaino	Vierteen sokeripitoisuus
Mäskipatja	Vierteen suodatuksessa muodostuva patja, jossa mäs-kin suuret partikkelit muodostavat suodattimen
Vierresykloni	Hienon massan erottelutapa. Vierresyklonissa pyörre erottaa pienet partikkelit keskelle syklonia
Käyminen	Käymisessä hiiva muuttaa vierteen sokerit etanoliksi
Idätys	Ensimmäinen vaihe maltaiden valmistuksessa. Idätyk- sessä viljan tärkkelykset muuttuvat käytettävään muo- toon
Mallas	Oluen raaka-aine. Maltaassa viljan tärkkelys on muu- tettu käytettävään muotoon moniosaisessa prosessissa
Lupuliini	Humalan sisältämä karvas ja hartsimainen öljy
Mäskäys	Mäskäyksessä maltaan tärkkelykset reagoivat veden ja lämmön kanssa muodostaen sokeripitoista vierrettä
Keittokattila	Oluen valmistuksessa käytetty astia, jossa olut keite- tään
Konvektio	Lämmönvaihtumistapa, joka aiheutuu lämpötilaerosta ja tiheyserosta

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli kehittää panimolaite oluiden, ja erityisesti sahdin valmistamiseen. Opinnäytetyön laajuus oli suuri, sen kattaessa pintapuolisesti oluen valmistuksen ja sen tarvitsemat raaka-aineet, sekä tuotekehitysprosessin perusteet ja toteutuksen.

Oluen valmistusprosessi on parhaimmillaan yksinkertainen. Valmistusprosessi alkaa raaka-aineista, joiden puhtaus on yksi oluen perusta. Ensimmäinen vaihe on maltaiden valmistus. Maltaiden valmistuksessa vilja idätetään, kuivataan, mahdollisesti paahdetaan ja rouhitaan. Idätyksessä viljan sokerit muuttuvat käymiskelpoiseen muotoon. Käymiskelpoiset sokerit erotetaan maltaista mäsikäyksessä. Mäskäämisessä maltaiden, veden ja lämmön yhteisvaikutuksessa syntyy vierrettä. Vierteen erottamiseksi mäskestä se täytyy suodattaa mäskepatjan läpi, jolloin lopputuotteena on puhdas vierre. Puhdas vierre sisältää maltaan entsyymejä, sokereita ja proteiineja. Entsyymien vuoksi olutvierre keitetään ennen käyntiin asettamista ja proteiinit erotetaan vierresyklonissa. Sahtivierrettä ei keitetä.

Tuotekehitysprosessissa tuli huomioida oluen valmistukseen liittyvät seikat. Tuotekehitysprosessi on kuvailtu opinnäytetyössä käytännössä ja teoriassa. Prosessi alkaa käynnistämällä, jolla tarkoitetaan ratkaisun etsimistä annettuun tai keksittyyn ongelmaan. Käynnistysvaihetta seuraa luonnosteluvaihe, jossa ideaa kehitellään ja alkuperäisen idean ympärille kasataan innovaatioita. Luonnosteluvaiheessa annetaan projektille myös raja-arvot. Kehittely on seuraava askel luonnostelusta. Tässä vaiheessa innovointeja arvioidaan ja kehitetään. Kun kaikki ilmenneet ratkaisut on listattu ja kehitetty, arvioidaan ominaisuuksien kirjo rakentamalla useita konsepteja. Konsepteissa on listattu erilaisia ominaisuuksia erilaisiin kokonaisuuksiin. Tässä tutkimuksessa konseptit on arvioitu painoarvotaulukoimalla. Kun kehittelyvaihe on valmis, alkaa viimeistelyvaihe. Viimeistelyvaiheessa projektista tehdään mallikuvat ja piirustukset, sekä mahdollisesti prototyyppi ennen valmistuksen aloittamista. Tuotekehitysprosessin päätyttyä kehittäjällä on valmis laite.

## 2 OLUT

”Olut on todiste siitä, että Jumala rakastaa meitä ja haluaa meidän olevan onnellisia.” – Benjamin Franklin.

### 2.1 Oluen määritelmä

Varhaisimmat dokumentit oluen valmistuksesta ovat jo yli 5000 vuotta vanhoja. Ensimmäiset kuvaukset oluesta ovat nykyisen Irakin alueella eläneiden Sumerilaisten kirjoittamia. Pääsyy oluen panemiseen oli se, että käsittelemättömänä vettä ei ollut monesti turvallista juoda. Olutta valmistettiin aluksi sen ravitsemuksellisten ominaisuuksien vuoksi, mutta varhaiset oluenjuojat arvostivat myös sen päihdyttävää vaikutusta. (Kenning, Jackson 2012, 7)

Oluen määritelmä on laaja, mutta yleisesti olueksi käsitetään juoma, joka on valmistettu maltaasta, vedestä ja humalasta. Olut on tähän päivään asti ollut käymisteitse valmistettu alkoholipitoinen juoma, mutta nykypäivän insinöörit ovat tuoneet oluen 2000-luvulle ja poistaneet siitä alkoholin osittain tai kokonaan.

### 2.2 Oluen raaka-aineet

Oluen pääraaka-aineet ovat mallas, humala ja vesi. Oluenvalmistukseen käytetään monia viljalajeja, esim. ohraa, vehnää, ruista, maissia ja kauraa. Vilja on käsittelemättömänä huonosti käytettävissä, sillä viljan tärkkelys on hiivalle vaikeassa muodossa käymisprosessia silmällä pitäen. Tämän vuoksi vilja mallastetaan ensin, eli sitä idätetään, jolloin tärkkelys muuttuu käymiskelpoiseksi sokeiksi. Maltaan makuun ja väriin voidaan vaikuttaa vaihtelemalla sen paahtoastetta. Useimmin käytetty, kaikenlaisiin oluihin sopiva mallas on vaaleaa. (Kenning, Jackson 2012, 8-9)



Oluen valmistuksessa on käytetty mausteita aina Sumerilaisten ajoilta, mutta tunnetuin niistä on humala. Humala on karvas maultaan, mutta erittäin hyvä mauste säilövien ominaisuuksien vuoksi. Humalan sisältämä lupuliini on karvasta, hartesimaista öljyä ja se säilöö olutta hyvin. Lupuliini sisältää alpha- ja betahappoja, joiden pitoisuuksia panimot seuraavat. Alphahapot ovat karvaita ja niitä sisältäviä humalia käytetään oluen katkerointiin. Betahappoja sisältäviä humalia käytetään, kun olueen halutaan tietty aromi. Happojen lisäksi lupuliini sisältää erilaisia öljyjä, jotka säilövät olutta. Ennen humalaa oluissa käytettiin monenlaisia muita aineita, esim. yrtti- sekä maustesekoituksia. (Kenning, Jackson 2012, 9)

Hiiva on yksi oluenvalmistuksen tärkeimpiä raaka-aineita. Louis Pasteur alkoi tutkia olutta vuonna 1871. Pasteur oli ensimmäinen, joka kiinnitti oluenpanossa huomiota siihen, kuinka hiiva käyttää vierteeseen liunneen mallassokerin ja muuttaa sen alkoholiksi ja hiilidioksidiksi. Epäpuhtaissa olosuhteissa säilytetty hiiva voi pilata oluen, sillä se voi aiheuttaa ikäviä sivumakuja. Carlsberg-panimon omistava JC Jacobson oivalsi asian, ja rakensi panimoonsa laboratorion, jossa hän alkoi tuottamaan puhtaita oluthiivakantoja.

(Kenning, Jackson 2012, 10)

### **2.3 Oluen valmistusprosessi**

Oluen valmistusprosessissa on monta vaihetta. Vierteen valmistuksessa maltaat jauhetaan ja liotetaan veteen. Tämän jälkeen seos käy läpi vierrekattilassa lämmitysohjelman, jota kutsutaan mäskäämiseksi. Mäskäämisen päätarkoituksena on liuottaa ja hydrolysoida maltaan tärkkelystä hiivalle käymiskelpoisiksi sokereiksi, kuten glukoosiksi, maltoosiksi ja maltotriooseiksi. Mäskäyksen jälkeen seoksesta suodatetaan vierre. Vierre suodattuu mäskin lävitse mäskin sisältämän kuoren avulla. Suodatus tapahtuu käytännössä niin, että mäski pumpataan ritiläpohjan päälle, jossa karkea aines muodostaa luonnollisen suodattimen. Suodatuksen jälkeen vierre keitetään maltaan entsyymien inaktivoimiseksi. Inaktivoiminen tarkoittaa tässä tapauksessa maltaan entsyymien toiminnan lopettamista. Keittokattilaan lisätään usein myös humalaa. Keiton jälkeen vierreestä erotetaan proteiinit vierresyklonissa. Lopuksi vierre jäähdytetään. (Aittomäki, Eerikäinen, Leisola, Ojamo, Suominen, von Weymarn 2002, 83)

Olut saa vivahteikkaat arominsa humalasta, mausteista sekä käymisprosessista. Käymisprosessissa hiiva muuttaa mäsäyksessä syntyneet käymiskelpoiset sokerit pääosin etanoliksi. Etanolin lisäksi hiivan aineenvaihdunnan tuloksena syntyy myös korkeampia alkoholeja, orgaanisia happoja ja estereitä. Erityisesti este-  
reiden merkitys on keskeinen oluen maun ja aromin kannalta.

(Aittomäki, Eerikäinen, Leisola, Ojamo, Suominen, von Weymarn 2002, 83-84)

## **3 INNOVOINTI**

### **3.1 Tuotekehityksen työvaiheet**

Tuotekehitystyössä voidaan sanoa olevan neljä työvaihetta: käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. (Jokinen 2010, 14)

#### **3.1.1 Käynnistäminen**

Tuotekehitystyön käynnistämässä yrityksellä on yksi tai useampi projektiehdotus. Projektiehdotuksen sisältämä uusi tuoteidea tai tuotteen kehitysidea on syntynyt sattumalta, tai se on etsitty systemaattisesti. Käynnistämässä tutkitaan projektiehdotuksen sisältöä ja tehdään tuotekehitysprojektin aloittava kehityspäätös sen perusteella. Projektiehdotus sisältää kehitettävän tuotteen kuvauksen, tekniset vaatimukset, taloudelliset vaatimukset, käytettävissä olevat resurssit ja aikataulun. (Jokinen 2010, 17-21)

#### **3.1.2 Luonnostelu**

Luonnosteluvaihe alkaa, kun tuotekehityspäätös on tehty. Luonnostelu aloitetaan analysoimalla projektiehdotusta. Analysoinnista tulee ilmetä tärkeimmät osatoiminnot. Osatoimintojen ympärille aletaan kehittämään erilaisia ratkaisumahdollisuuksia. Luonnosteluvaiheen ratkaisumahdollisuuksia etsitään useiden erilaisten keinojen avulla, joista osa on intuitiivisia ja osa systemaattisia. Ratkaisuvaiheessa syntyneet ideat kirjataan ylös ja niistä kootaan useita erilaisia ratkaisumalleja. Kootuista ratkaisumalleista valitaan paras ja sen pohjalta rakennetaan projektiluonnoksia. Projektiluonnokset sisältävät parhaat luonnosteluvaiheessa syntyneet ideat ja niiden kombinaatiot. Tuotekehitysprosessi jatkuu, kun projektiluonnoksista valitaan yksi luonnos kehittelyvaiheeseen. (Jokinen 2010, 21-22)

### 3.1.3 Kehittely

Kehittelyvaiheessa projektiluonnos konkretisoituu. Aluksi projektiluonnokselle täsmennetään toiminnalliset vaatimukset, mittavaatimukset, raaka-ainevaatimukset ja taloudelliset vaatimukset. Kun projektiluonnoksella on selvät vaatimukset, alkaa kehitystyö. Kehitystyössä projektiluonnoksen periaatteelliset ideat ja ratkaisut toteutetaan vaatimuksien mukaisesti tai niiden tilalle kehitetään uusia ratkaisuja suunnittelemalla heikot kohdat uudelleen. Kehitystyön tavoitteena on luoda sellainen konstruktio, jonka jokainen yksityiskohta on optimoitu. Kehittelyvaiheessa törmätään usein ongelmiin ja on mahdollista, että valittua projektiluonnosta ei pystytä toteuttamaan, minkä vuoksi se joudutaan vaihtamaan toiseen. (Jokinen 2010, 89-95)

### 3.1.4 Viimeistely

Viimeistelyvaiheessa optimoidusta konstruktioista tehdään työpiirustukset, työselitykset, asennus ja käyttöohjeet. Tässä vaiheessa päätetään myös tuotteen valmistustavasta, käytettävistä raaka-aineista, pintakäsittelystä jne. Viimeistelyvaihe alkaa yksityiskohtien viimeistelyllä, jossa selvitetään yksittäisten osien valmistustapa ja standardiosien käyttö. Tämän jälkeen laaditaan työpiirustukset, joista selviää tuotteen osarakenne. Yleensä tässä vaiheessa tehdään valitusta konstruktioista, tai sen osatoiminnosta, pienoismalli tai prototyyppi. Tuotteesta voidaan tehdä myös nollasarja. Nollasarjassa tuotteen valmistuskustannuksia ja teknisiä ominaisuuksia arvioidaan prototyypin tavoin. Nollasarjan suuruus vaihtelee kalliissa tuotteissa muutamasta kappaleesta kymmeneen kappaleisiin, ja halvoissa tuotteissa muutamana sadan välillä. (Jokinen 2010, 96-99)

## 3.2 Tuotekehitysmenetelmät

Tuotekehitysprosessin innovoinnissa voidaan käyttää useita erilaisia menetelmiä. Tähän mennessä projektille on asetettu vaatimukset ja tavoitteet, projektista on muodostunut mielikuva, ja alussa syntyneet ongelmat on jäsenneilty ratkaistaviksi. Projekti voi olla joko uusi tuote tai kehitettävä ominaisuus. Innovointi on tärkeää suorittaa ilman tiukkoja kriteereitä, jolloin uusille ideoille annetaan mahdollisuus. (Jokinen 2010, 30)

### 3.2.1 Taulukoiminen

Tuotekehitysprosessissa, ja erityisesti konseptien arvioimisessa, on tehokasta käyttää erilaisia arviointimenetelmiä. Tässä tutkimuksessa käytettiin taulukointia konseptien arviointiin. Taulukoimisessa listataan mahdolliset vaihtoehdot taulukkoon, ja arvioidaan niitä valmistuksen, kustannuksien etc. suhteen.

TAULUKKO 1. Esimerkkitaulukko sekoittimen kädensijoista

	Konsepti	Kriteerit			
	Kahvan muoto	Ergonomisuus	Toteutus	Hinta	Ulkonäkö
<b>Ehdotukset</b>	Pyöreä	Hyvä	Helppo	Pieni	+
	Ovaali	Erinomainen	Vaikea	Suuri	+
	Neliskulma	Huono	Helppo	Pieni	-

Taulukossa 1 on esitetty taulukointiprosessi. Ensimmäiseksi listataan arvioitava konsepti ja konseptiehdotukset. Tämän jälkeen taulukkoon täydennetään arvioitavat kriteerit, jonka suhteen konseptiehdotuksia arvioidaan. Esimerkkitaulukosta 1 voidaan lukea, että konseptiehdotuksena pyöreä muoto olisi edullisin ja helpoin konseptivaihtoehto, kun taas neliskulmainen huonoin ja ovaali parhain, mutta kalkein. (Laaksonen 2013)

### 3.2.2 Seulonta

Tuotekehitysprojektissa on tarkoitus synnyttää mahdollisimman monta ideaa. Kaikkia syntyneitä ideoita ei kannata toteuttaa. Toteutettavien ideoiden valitsemiseksi käytetään seulonta -menetelmää. Seulonnassa tuotekehitysprosessin aikana syntyneet konseptit, eli idearyppäät, taulukoidaan ja niitä arvioidaan valintakriteerien mukaan. Arviointi tapahtuu antamalla konseptille arvioitavasta ominaisuudesta plus-, miinus- tai nollamerkki. Konseptille annettu plusmerkki kertoo konseptin olevan kriteerin mukaisesti arvioituna suotuisa. Miinusmerkki kertoo konseptin olevan epäsuotuisa. Nollamerkillä merkattua ominaisuutta ei voida arvioida. Konseptien arvioinnin jälkeen alkaa varsinainen seulonta. Seulonnassa konseptille annetut merkit lasketaan esimerkkitaulukon 2 mukaisesti. Tämän jälkeen pisteet summataan ja kokonaissumma merkataan taulukkoon. Kokonaissummien selvittyä konsepteille merkitään sijoitus pisteiden mukaan. Sijoituksen selvittyä konsepteista voidaan valita yksi tai useampi seuraavaan vaiheeseen. Konsepteja voidaan myös yhdistellä. (Laaksonen 2013)

TAULUKKO 2. Esimerkki konseptien seulonnasta

Valintakriteerit	Konseptit				
	Konsepti A	Konsepti B	Konsepti C	Konsepti D	Konsepti E
Käsiteltävyys	-	-	+	+	0
Käytettävyys	0	0	+	+	0
Markkinointi	0	+	+	+	+
Kestävyys	+	+	-	0	-
Turvallisuus	+	+	-	0	-
Valmistus	-	-	+	+	0
Summa +	2	3	4	4	1
Summa 0	2	1	0	2	3
Summa -	2	2	2	0	2
Kokonaissumma	0	1	2	4	-1
Sijoitus	4	3	2	1	5
Jatketaanko?	Ei	Yhdistetään	Kyllä	Yhdistetään	Ei

### 3.2.3 Painoarvotus ja pisteytys

Konseptien painoarvotuksessa konseptit, sekä ominaisuudet pisteytetään halutun ominaisuuden mukaisesti käyttäen verrokkina toista laitetta tai ominaisuutta. Pisteytys tapahtuu asteikolla yhdestä viiteen. Ominaisuuden pisteytys esitettyinä taulukossa 3. Konseptia arvioidessa konseptia verrataan jo valmiina olevaan referenssilaitteeseen. Esimerkiksi konseptin kokonaiskustannuksia voidaan arvioida, kun verrataan konseptin kustannuksia referenssilaitteen kokonaiskustannuksiin. Konseptin pisteytys esitettyinä taulukossa 4. (Laaksonen 2013)

TAULUKKO 3. Esimerkki tietyn ominaisuuden pisteytyksestä

<b>Arvo</b>	<b>Moottorin tehokkuus (kg/kW)</b>	<b>Pisteet</b>
Erinomainen	< 1.6	5
Todella hyvä	1.7 – 2.0	4
Hyvä	2.1 – 2.5	3
Riittävä	2.6 – 3.0	2
Huono	> 3.1	1

TAULUKKO 4. Esimerkki konseptin arvioinnista

<b>Suhteellinen toiminta tai ominaisuus</b>	<b>Arvioitava konseptin ominaisuus (hinta €)</b>	<b>Pisteet</b>
Paljon parempi kuin referenssi	X	5
Parempi kuin referenssi		4
Sama kuin referenssi		3
Huonompi kuin referenssi		2
Paljon huonompi kuin referenssi		1

Pisteytyksen jälkeen päätetään valintakriteerit ja valitaan painoarvot. Konseptit kasataan taulukkoon esimerkkitaulukon 5 mukaisesti. Painoarvotus tapahtuu siten, että pisteytyksessä annetut pisteet kerrotaan prosentuaalisella painoarvolla, jolloin saadaan ominaisuudelle painotettu arvo. Painoarvojen selvittyä lasketaan kokonaissumma ja lasketaan sijoitus. Sijoituksen selvittyä konseptista päätetään toteutus tai sen palautus tuotekehitysprosessiin. (Laaksonen 2013)

TAULUKKO 5. Esimerkki konseptien pisteytyksestä ja painoarvotuksesta

		<b>Konseptit</b>			
		Konsepti BD		Konsepti C	
<b>Valintakriteerit</b>	<b>Painoarvo</b>	<b>Pisteet</b>	<b>Painotettu arvo</b>	<b>Pisteet</b>	<b>Painotettu arvo</b>
Käsiteltävyys	5 %	4	0.2	5	0.25
Käytettävyys	20 %	2	0.4	3	0.6
Markkinointi	10 %	3	0.3	3	0.3
Kulupohja	30 %	5	1.5	3	0.9
Turvallisuus	15 %	3	0.45	2	0.3
Tehokkuus	20 %	5	1	5	1
Kokonaissumma		3.85		3.35	
Sijoitus		1		2	
Toteutetaanko?		Toteutetaan		Ei	



## 4 PANIMOLAITTEEN TUOTEKEHITYSPROSESSI

### 4.1 Tehtävän analysointi

Tuotekehitysprosessin idean analysointi alkoi selvittämällä tuotteen tarpeellisuus. Tuoteideana oli laite, jolla voitaisiin helposti valmistaa pitkään mäskättäviä oluita sekä sisällä, että ulkona. Laitteen tarpeellisuutta arvioitiin panimo Kiiskellä panimokäynnillä, sekä sahdinvalmistukseen perehtyneiden ihmisten kanssa. Analysoinnin aikana selvisi useita yksityiskohtia, joita kyseessä olevalta laitteelta kaivattaisiin. Näitä olivat mm. mäskin käsittely, kapasiteetti ja suodatus. Panimo ja sahdinvalmistukseen perehtyneet ihmiset olivat sitä mieltä, että tuote on tarpeellinen.

Panimolaitteelle oli valmiit markkinat, sillä kiinnostus laitetta kohtaan oli kohtalaista. Markkinat olivat kuitenkin rajatut. Opinnäytetyöprosessin aikana varmistui, että laitetta voitaisiin markkinoida panimoille keskisuurien erien valmistukseen, sillä suurten laitteiden tarjonta oli jo laaja. Keskisuurien erien lisäksi laitetta voitaisiin markkinoida myös ulkona tapahtuviin kurssitapahtumiin, joissa laitteen avulla esitettäisiin esim. sahdin valmistusta.

Panimolaitteen valmistuskustannuksia arvioitiin projektin alkuvaiheissa. Suurimman kuluerän tulisivat tuomaan elintarvikekäyttöön hyväksytyt raaka-aineet kuten ruostumaton teräs, ja sen työstämiseen kuluvat konetunnit. Kustannuksista ei tehty kirjallista arviota ennen projektia. Kustannuksien alentamiseksi tehtävään ehdotettiin toimeksiantajan puolesta vanhan rosterisen tilatankin (kuva 1) uudelleenkäyttöä.



KUVA 1. Rosterinen tilatankki

## 4.2 Kriteerien asettaminen

Tuotekehitysprosessille asetettiin alussa löyhät kriteerit, jotta ne eivät rajoittaisi ideointia. Kriteerit jaettiin kahteen osaan (taulukko 6). Pakolliset kriteerit sisälsivät sellaisia ominaisuuksia ja toimintoja, joita laitteella tuli olla, ja toissijaiset kriteerit sisälsivät mahdollisesti toteutettavia ominaisuuksia.

TAULUKKO 6. Kriteerit

<b>Pakolliset kriteerit</b>	<b>Toissijaiset kriteerit</b>
Kapasiteetti 400-800 litraa	Vierteen erotus automaattisesti
Toiminta usealla energialähteellä	Mäskin poisto koneellisesti
Ulko- ja sisäkäyttöön soveltuva	Termodynaaminen suunnittelu
Hygienia	Pesulaitteisto
Lämpöhaude	Mobiilivalmius
Sekoitin	Automatisoitu käyttö
Pohjaputki	
Lämpömittari	

## 4.3 Ratkaisujen etsiminen

Tuotekehitysprosessi jatkui ratkaisujen etsimisellä. Valmiissa tuotteessa jokainen yksityiskohta sisältää useita taustaratkaisuja, jotka ovat tarkkaan harkittuja. Etsitään ratkaisuja, innovoidaan, ja listataan niitä seuraavaa vaihetta varten ylös.

### 4.3.1 Kapasiteetti

Panimolaitteen kapasiteetin tuli olla sellainen, että mahdollinen valmius mobiiliuuteen säilyy. Kapasiteetin täytyi kuitenkin olla riittävä panimoiden keskisuuria koe-eriä varten. Laitteen tuli pystyä valmistamaan vähintään 350 litraa vierrettä. Esimerkiksi sahdin valmistuksessa tämä tarkoitti 700 litran kokonaiskapasiteet-

tia ja oluen valmistuksessa 350 - 500 litran kokonaiskapasiteettia. Projektia varten tuli hyödyntää valmiita resursseja, kuten rosterista tilatankkia (kuva 1) tai rosterista astiaa (kuva 2).



KUVA 2. Rosterinen astia

#### 4.3.2 Ulko- ja sisäkäyttöön soveltuva

Panimolaitteella tuli pystyä valmistamaan olutta sekä ulko-, että sisätiloissa. Ulkokäyttöä varten laitteen valmistuksessa tuli huomioida sääolosuhteet. Laitteen tuli toimia sekä kesällä, että talvella. Tämä tarkoitti mahdollisten elektronisten komponenttien suojausta, sekä materiaalivalintojen tarkistamista. Panimolaitteen käyttötarkoitus oli myös sisätiloissa, jolloin oli huomioitava sääsuojauksen koko ja määrä.

### 4.3.3 Toiminta usealla eri energialähteellä

Ulkokäyttöä varten laitteessa tulisi olla energialähde, joka ei ole riippuvainen sähköverkosta. Tällaisia energialähteitä olivat mm. kaasu ja puu. Sisäkäyttöä varten laitteessa tuli olla joko sähkö- tai höyryliitäntä. Tämän lisäksi etsittiin vaihtoehtoisia energialähteitä ulkokäyttöä, sekä sisäkäyttöä varten. Vaihtoehdot taulukoitiin taulukkoon 7.

TAULUKKO 7. Energialähteet

	<b>Automatisointi</b>	<b>Kustannukset</b>	<b>Toteutus</b>	<b>Turvallisuus</b>
<b>Sähkö</b>	Toteutettavissa	Korkea	Helppo	Hyvä
<b>Höyry</b>	Toteutettavissa	Korkea	Vaikea	Hyvä
<b>Kaasu</b>	Toteutettavissa	Matala	Helppo	Kohtalainen
<b>Puu</b>	Ei mahdollista	Matala	Helppo	Huono
<b>Pelletti</b>	Toteutettavissa	Matala	Vaikea	Kohtalainen

### 4.3.4 Sekoitin

Sekoitin on olennainen osa panimolaitetta. Innovointi aloitettiin selvittämällä sekoittimen lapojen muoto ja lukumäärä. Sekoittimen lapojen muodolla ja lukumäärällä voitiin vaikuttaa mäskin rakenteen ehjyyteen. Mitä ehjempänä mäskin rakenne pysyisi, sitä paremmin vierre tulisi suodattumaan. Lapojen lukumäärää on arvioitu taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Sekoittimen lapojen lukumäärä

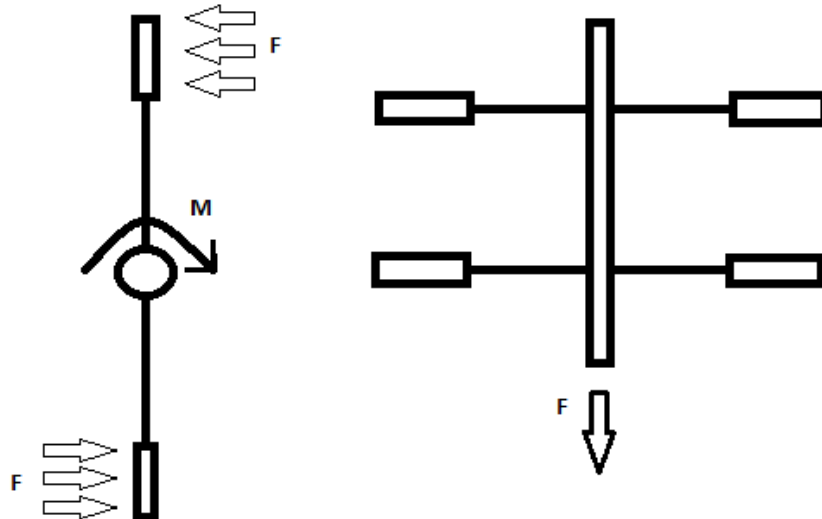
	<b>Sekoitusteho</b>	<b>Vääntömomentti</b>	<b>Vaikutus mäskiin</b>	<b>Valmistus</b>
<b>1 Lapa</b>	Huono	Pieni	Pieni	Helppo
<b>2 Lapaa</b>	Riittävä	Pieni	Pieni	Helppo
<b>3 Lapaa</b>	Hyvä	Kohtalainen	Kohtalainen	Keskivaikea
<b>4 Lapaa</b>	Hyvä	Kohtalainen	Kohtalainen	Helppo
<b>5 Lapaa</b>	Erinomainen	Suuri	Suuri	Vaikea
<b>6 Lapaa</b>	Erinomainen	Suuri	Suuri	Helppo

Lapojen lukumäärän lisäksi pohdittiin lapojen muotoa. Voisiko uudella muodolla vaikuttaa lavoista aiheutuvaan vääntömomenttiin ja mäskin käsittelyyn. Ideaalitalanteessa sekoittimen lavat olisivat lähellä keittokattilan ulkoreunaa ja käsittelisivät mäskiä mahdollisimman hellästi. Lapojen muotoa innovoitiin ja tulokset listattiin taulukkoon 9.

TAULUKKO 9. Sekoittimen lapojen muoto

	<b>Sekoitus-teho</b>	<b>Valmistus</b>	<b>Mäskin koh-telu</b>	<b>Vääntömo-mentti</b>
<b>Suorakulma</b>	Hyvä	Helppo	Välttävä	Suuri
<b>Ovaali</b>	Välttävä	Vaikea	Hyvä	Keskisuuri
<b>Timantti</b>	Huono	Melko helppo	Huono	Pieni
<b>Suunnikas</b>	Hyvä	Melko helppo	Hyvä	Keskisuuri

Sekoittimella tuli olla keittokattilan alaosassa tukipiste. Sekoitin tulisi tukeutumaan sekä vertikaalisessa, että horisontaalisessa suunnassa alaosan tukipisteseen. Voimia havainnollistettu kuvassa 3.



KUVA 3. Horisontaaliset ja vertikaaliset voimat sekoittimessa

Sekoittimeen aiheutuvien vertikaalisten voimien arvioitiin olevan pieniä sekoittimen pienen koon vuoksi. Horisontaaliseen suuntaan aiheutuvat voimat tulisivat olemaan suurempia lapojen aiheuttaman vääntömomentin vuoksi. Alaosan tukipisteen kiinnitystä on pohdittu taulukossa 10.

TAULUKKO 10. Sekoittimen laakerointi

	<b>Hygienia</b>	<b>Kitka</b>	<b>Toteutus</b>
<b>Laakerointi</b> Ulkopuolinen	Hyvä	Pieni	Vaikea
<b>Laakerointi</b> Sisäpuolinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Keskivaikea
<b>Ei laakerointia</b>	Huono	Suuri	Helppo

Laakerointi oli ongelmallinen osa sekoitinta. Se olisi mahdollista toteuttaa usealla eri tavalla. Haasteellista laakeroinnista tekisi sen hygieenisuus. Laakeroinnin pois jättäminen oli myös mahdollista, sillä keittokattilassa oleva neste tulisi voitelemaan tukipistettä ja sekoittimen vartta.

Innovoidaan mahdollisia laakeroinnin toteutuksia. Kuvassa 3 on havainnollistettu voimien vaikutussuuntaa. Taulukossa 11 on luetteloitu lähes kaikki mahdolliset laakerointimahdollisuudet vertikaalisille ja horisontaalisille voimille. Ainoastaan magneettiset laakerit jäivät tarkastelun ulkopuolelle.

TAULUKKO 11. Laakerien kestävyudet

<b>Laakerointityyppi</b>	<b>Vertikaalinen voima</b>	<b>Horisontaalinen voima</b>
Urakuulalaakeri		X
Kartiorullalaakeri	X	X
Lieriörullalaakeri		X
Neulalaakeri		X
Painekuulalaakeri	X	
Painerullalaakeri	X	
Liukulaakeri		X

Taulukon 11 avulla huomattiin, että lopullisessa ratkaisussa tarvitsisi olla vähintään kartiorullalaakereita, tai kaksi erilaista laakeria, joilla tuettaisiin horisontaalinen ja vertikaalinen voima. Valinnassa tuli ottaa huomioon myös laakerien hygieenisuus ja voitelu.

#### **4.3.5 Hygienia**

Panimolaitteen suunnittelussa kiinnitettiin erityistä huomiota laitteen hygieenisyyteen. Pitkään mäskättävien oluiden valmistuksessa tuli olla huolellinen laitteiston ja apuvälineiden puhtaudessa, sillä epäpuhtaudet vaikuttivat mäskäyksen alku- ja loppuvaiheessa negatiivisesti sivumakuina. (Kiiskinen 2020)

Panimolaitteen materiaalivalinta oli rajattu. Elintarvikehyväksytyjä materiaaleja olivat mm. ruostumattomat teräkset, eräät messingit ja alumiini. Elintarvikekontaktiin tulevan materiaalin tuli täyttää EU:n kehysasetuksen 1935/2004 vaatimukset (Ruokavirasto 2019).

Laitteen suunnittelussa pyrittiin välttämään keittokattilan sisäpuolisia hitsaus- saumoja. Jotta projektin hygieniakriteerit täytyisivät, tulisi kaikki hitsaussaumot kiillottaa. Laitteiston komponenttien tuli olla mahdollisimman helposti puhdistettavia ja suljettuja. Tämä tarkoitti erittäin hienoa komponenttien pintakäsittelyä, sillä sileä pinta ennaltaehkäisi bakteerien tarttumista.

#### **4.3.6 Lämpöhaude**

Panimolaitteen keittokattilaan innovoitiin lämpöhaude. Lämpöhaude on varsinaisen kattilan ja ulkokuoren välissä oleva tyhjä tila, joka on täytetty haudenesteellä. Haudenesteenä tuli käyttää elintarvikehyväksyttyä nestettä, jonka kiehumispiste oli yli 200 °C. Tämän lisäksi oli huomioitava muodostuvan kondenssi- veden poisto ja paineen kertyminen lämmityksen aikana. Lämpöhauteen tilavuuden tuli olla vähintään sellainen, että se säilyttäisi padan sisäpuolisen 60 °C lämpötilan kahden tunnin ajan -15 °C ulkolämpötilassa.



#### 4.3.7 Automatisoitu käyttö

Laite voitaisiin taulukon 12 vaihtoehtoilla automatisoida siten, että sillä pystyttäisiin valmistamaan tuote ilman jatkuvaa valvontaa. Sisäkäytössä laite voitaisiin automatisoida kokonaan saatavilla olevan sähkön ansiosta, mutta ulkokäytössä vain osittain. Ulkokäytön puoliautomaatioinnin mahdollistamiseksi laitteessa täytyisi olla oma akusto, jonka avulla voitaisiin tuoda virtaa lämpötila-anturille lämpötilan seurantaan varten. Virtaa tarvitsisi myös elektroninen sytytys kaasukierukkaan.

Automatisoitua käyttöä varten laitteessa tulisi olla sekoitin ja sekoittimen moottori. Sekoittimen nopeutta tulisi voida säätää. Automatisoitua laitetta tuli voida ohjata käyttöliittymällä tai ohjauspaneelilla. Mahdollisia ohjaustapoja oli monia ja niitä on arvioitu taulukossa 12.

TAULUKKO 12. Käyttöliittymän vaihtoehdot

<b>Käyttöliittymä</b>	<b>Hyödyt / Haitat</b>
<p><b>PLC Logiikka</b> esim. Siemens LOGO!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helposti ohjelmitava</li> <li>• Yksinkertainen, ei laajennusmahdollisuuksia</li> <li>• Reseptikirja ohjelmitavissa</li> <li>• Tietojen syöttö hankalaa</li> <li>• Keittoprosessien seuranta hankalaa</li> </ul>
<p><b>Mikrotietokone</b> esim. Raspberry Pi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaikeasti ohjelmitava</li> <li>• Monipuolinen, lähes rajattomasti laajennusmahdollisuuksia</li> <li>• Reseptikirja ohjelmitavissa</li> <li>• Tietojen syöttö helppoa kosketusnäytöllä</li> <li>• Keittoprosessien seuranta helppoa</li> </ul>
<p><b>Yksinkertainen ohjauspaneeli</b> esim. on / off -napit ja potentiometrit</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ei ohjelmitavissa / Ohjelmitavissa osittain</li> <li>• Yksinkertainen</li> <li>• Toimintavarma</li> <li>• Keittoprosessien seuranta hankalaa</li> </ul>
<p><b>Ei käyttöliittymää</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kustannustehokkain vaihtoehto</li> <li>• Toimintavarma</li> <li>• Sähkövapaa valinta</li> <li>• Ei ominaisuuksia</li> </ul>

#### 4.3.8 Sekoittimen moottori

Mahdollista automaattista käyttöä varten panimolaitteessa tuli olla sekoittimen moottori. Moottoria tuli pystyä hallitsemaan etänä, tai sen piti olla ohjelmoitavissa. Moottorin kierrosnopeutta tuli pystyä hallitsemaan välillä 0.5 – 100 rpm.

Moottori oli kohde, jonka innovointi oli rajallista valmiiden komponenttien vuoksi. Moottorin valintaa varten tuli selvittää tarvittava maksimivääntömomentti, joka määrittäisi moottorin koon kilowatteina. Maksimivääntömomentin laskeminen oli mahdollista sekoittimen valinnan jälkeen. Moottorin maksimivääntömomenttia voitaisiin lisätä erillisellä vaihteistolla. Tämän lisäksi moottorin valinnassa tuli huomioida moottorin kierrosnopeuden muuttaminen ja käytettävissä olevan sähkön laatu.

Moottorin innovoinnissa otettiin myös huomioon ulkokäyttö. Ulkokäytön innovointia lähestyttiin näkökulmasta, jolloin käytettävissä ei olisi sähköä. Innovoinnin tuloksena moottorivalintaan otettiin mukaan kaksiakselinen vaihtovirtamoottori. Kaksiakselisen moottorin hyötynä oli mahdollinen käsikäyttö.

#### 4.3.9 Vierteen erotus automaattisesti

Vierteen erotus on olennainen osa panoprosessia. Perinteisesti mäski siirretään pois keittokattilasta toiseen tankkiin, jossa vierre suodatetaan mäskistä. Suodatus tapahtuu painovoimaisesti. Mäskipatjaa huuhdellaan usein vielä vedellä halutun ominaispainon saavuttamiseksi. Käydään läpi menetelmiä, jolla vierteen erottamisen voisi hoitaa.

Vierteen erotus kippaamalla. Ongelmana oli mäskin pysyminen kattilassa. Tämä voitaisiin estää yläpuolelle asetettavalla verkolla. Verkon kiinnitys tulisi toteuttaa. Kiinnikkeet ja verkko lisäisivät laitteen komponentteja. Mäskin huuhtelu olisi hankalaa. Kokonaisuudessaan vaarallista liikutella kuumaa ja suurta massaa.

Vierteen erotus valepohjan avulla. Panimoilla käytetty tapa. Erotuksessa keittokattilan pohjassa on pohjasta irti oleva taso, jossa on joko ritilä tai verkko. Erillisen tason tehtävänä on estää mäskin päätyminen valepohjan alapuolelle. Prosessissa kiinteä aine jää ylös ja vierre suodattuu mäskipatjan läpi. Mäskipatja ja maltaan sisältämä kuori toimii luonnollisena suodattimena erottaen hienoja partikkeleita vierteestä. Valepohjan käytössä nestettä tuli kierrättää takaisin keittokattilaan niin kauan, kunnes vierre on kirkasta. Tähän tarkoitukseen laitteeseen voitaisiin yhdistää pumppu.

Vierteen erotus sentrifugoinnilla. Pohditaan, voidaanko koko laitetta pyörittää ja erottaa vierre keskipakovoiman avulla. Sentrifugointi vaatisi sisäpuolisen ritilärakenteen, koko laitetta pyörittävän moottorin tai sisäpuolista ritilärakennetta pyörittävän voimansiirron. Sentrifugoinnilla saavutettaisiin ns. kuiva mäski, josta kaikki vierre on saatu kerättyä talteen. Huuhtelu vaikea toteuttaa. Suodattavuusominaisuudet jäävät vähälle.

Vierteen erotus pusertamalla. Voitaisiinko mäskistä pusertaa vierre pois. Ongelmana oli mekaanisen pusertimen sijoittelu. Mekaanisella pusertimella mäskipatjan luonnollinen suodattavuusominaisuus saattaisi kärsiä. Puserrus voisi ratkaista vahvojen oluiden suodattavuusongelman, jossa vierre erottuu mäskistä hitaasti. Ilmatiiuilla panimolaitteistolla puserrus voitaisiin tuottaa paineilmalla. Tuolloin mäskipatjan yläpuolelle muodostettaisiin ylipaine ja alapuolelle normaali-paine. Näin voitaisiin säilyttää mäskipatjan suodatusominaisuus.

### 4.3.10 Mäskin poisto

Panimolaitteiden ongelmana yleisesti oli mäskin poisto. Mäski jouduttiin poistamaan ainakin osittain käsivoimin, mikä oli työläs vaihe panoprosessissa. Innovoidaan mahdollisia skenaarioita, miten mäskin voisi poistaa. Innovaatiot ja ilmenneet huomiot taulukoituna taulukossa 13.

TAULUKKO 13. Mäskin poisto

<p><b>Mäskin poisto nostamalla valepohjan ritilää hyödyntäen</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatisi erillisen vinssin ja nostopuomin</li> <li>• Vinssin kiinnitys valepohjaan hankala toteuttaa</li> <li>• Valepohjan tukirakenteen tulisi olla riittävän vahva painavan mäskin nostamiseksi</li> <li>• Lopullinen hyöty pieni mäskin levitessä sivuille noston yhteydessä</li> </ul>
<p><b>Mäskin poisto kippaamalla</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatisi erillisen kippausmekanismin</li> <li>• Vaarallista työskennellä kuuman massan kanssa</li> <li>• Ongelmana mäskipatjan juuttuminen laitteeseen</li> </ul>
<p><b>Sivuluukku</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mäskin poisto helppoa</li> <li>• Haastava toteuttaa lämpöhauteeseen</li> </ul>
<p><b>Mäskin poisto lapioimalla</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mäskin poisto työlästä</li> <li>• Edullisin vaihtoehto</li> </ul>

#### 4.3.11 Termodynaaminen suunnittelu

Laitteen termodynaaminen suunnittelu on tärkeä osa innovointia. Se käsittää kaksi osiota, laitteen pohjan lämmönvaihtumisen tehostamisen ja laitteen sisäpuolisen termodynaamisen suunnittelun.

Vaihtoehtoisen energialähteen vuoksi laitteen pohjasta tulee tehdä mahdollisimman tehokas lämmönvaihtumista silmällä pitäen. Aloitetaan innovointi siten, että oletuksena pohjan alla on energialähde, josta sekä säteilee, että johtaa lämpöä konvektion avulla. Seuraavaksi kehitetään tapoja siirtää lämpöä tehokkaammin kuperaan ja pyöreään pohjaan. Kehitettyjä vaihtoehtoja esiteltynä taulukossa 14.

TAULUKKO 14. Termodynaaminen suunnittelu ulkokuorella

<p style="text-align: center;"><b>Pohjan rihlaus</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pohjassa olisi symmetriapistteistä ulkokuorta kohti lähtevät rihlaukset</li> <li>• Edistäisi lämmönvaihtumista suuremmalla pinta-alalla</li> <li>• Ei vaikuttaisi asennuskorkeuteen</li> <li>• Helppo toteuttaa</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Liekkirengas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renkaan muotoinen korkea liekkirengas</li> <li>• Edistäisi lämmön pysymistä pohjassa</li> <li>• Ei vaikuttaisi asennuskorkeuteen</li> <li>• Helppo toteuttaa</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Kovera muoto</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pohjan muodon muuttaminen kuperasta koveraksi</li> <li>• Hankala toteuttaa</li> <li>• Edistäisi lämmön pysymistä pohjassa</li> <li>• Ei vaikuttaisi asennuskorkeuteen</li> </ul>

Laitteen sisäpuolinen termodynaaminen suunnittelu oli hyvin rajattua. Sisäpuolen tuli olla mahdollisimman puhdas hygieniasyistä. Tämän vuoksi lämmönvaihtumista oli lähes mahdotonta tehostaa. Todetaan lämmön siirtyvän tarpeeksi tehokkaasti lämpöhauteesta. Siirtymistä tehostaisi mäskin sekoittaminen.

#### 4.3.12 Pesulaitteisto

Panimolaitteiden pesu on normaalisti toteutettu pesupallolla. Pesupallo on vapaasti pyörivä pallo, jossa on kaksi tai useampi reikä. Pesupallo sijaitsee panimolaitteen yläosissa, jossa se pyörii veden paineella ruiskuttaen pesuaineseosta tasaisesti joka puolelle. Pohditaan pesupallon integroimista panimolaitteeseen.

#### 4.3.13 Mobiilivalmius

Panimolaitteistolta toivottiin alussa annetuissa kriteereissä mobiilivalmiutta. Laitteiston suuren koon vuoksi sitä tuli voida liikutella pyörillä. Laitteistoa voitaisiin liikutella kahdella eri mahdollisella tavalla. Laitteistoon olisi mahdollista lisätä pyörät ja runko, mikä lisäisi valmistuskustannuksia ja suunnittelun tarvetta, tai laitteisto voitaisiin asentaa esim. peräkärryn päälle.

Mobiilivalmiuden muodostamiseksi suunnittelussa tuli huomioida useita eri seikkoja. Laitteiston ympärillä liikkumisen tuli olla turvallista. Konseptissa missä laitteisto olisi peräkärryn päällä tuli huomioida yhdistelmän painopiste, laitteiston kiinnitys, kulkuominaisuudet, kantavuudet ja rekisteröinti.

Mobiilivalmiutta varten tuli huomioida myös laitteiston suojaaminen säältä. Laitteistoon mahdollisesti tulevien sähkölaitteiden riittävä IP-luokitus ja lämpöhäviön huohottimen suojaaminen. Suunnittelussa tuli huomioida myös laitteiston liikuttelun aiheuttamat ympäristön tuomat muuttujat, jotka voitaisiin ratkaista esim. roiskesuojilla ja päälle asennettavalla kuomulla.

#### 4.3.14 Lämpömittari

Automatisoinnin ja tarkan prosessinvalvonnan mahdollistamiseksi laitteessa oli oltava kiinteä lämpömittari. Keittolämpötilojen seuraaminen käsikäyttöisellä mittarilla oli haastavaa, sillä konvektion takia keiton pinnalta mitattu lämpötila ei antanut tarkkaa arvoa. Lämpömittarin paikka oli huomioitava. Termodynaamisesti oikea paikka mitata lämpötila oli keiton keskeltä. Pohditaan, voisiko lämpötilaa



mitata jollain muulla tavalla, kuin kiinteällä mittarilla. Pohdintaa lämpötilamittauksesta taulukossa 15.

TAULUKKO 15. Lämpötilamittauksen innovointi

<b>Lasermittaus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nopea</li> <li>• Kallis</li> <li>• Hankala toteuttaa mittaamaan lämpötilaa keiton keskeltä</li> </ul>
<b>Sekoittimen varren lämpötilan mitaus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epätasaiset lukemat, ellei antureita asennettaisi sekoittimeen useampia</li> <li>• Vaativa toteutus pyörivään kappaleeseen</li> <li>• Kallis</li> </ul>
<b>Kiinteä lämpömittari</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halpa</li> <li>• Varmatoiminen</li> <li>• Helppo toteuttaa</li> <li>• Vaatii akuston toimiakseen ilman sähköä</li> </ul>

#### 4.4 Ratkaisujen karsiminen

Kun innovointityö on saatettu päätökseen, aloitetaan ratkaisujen karsiminen. Ratkaisujen karsimisvaiheessa listataan ylös kaikki ratkaisut ja arvioidaan niitä erilaisten kriteerien mukaan. Tällaisia kriteerejä olivat mm. ergonomia, kustannukset, toteutus, käytännöllisyys etc. Ratkaisujen karsimisessa hylätään ja hyväksytään erilaisia ratkaisuja. Tässä tutkimuksessa käytetty taulukointimenetelmä helpotti ratkaisujen karsimista, sillä ratkaisujen aliominaisuuksia oli jo arvioitu valmiiksi.

## 4.5 Ratkaisujen yhdistäminen

Ratkaisujen yhdistäminen oli seuraava vaihe ratkaisujen karsimisesta. Kun huonot ja epäkelvot ratkaisut oli karsittu pois päätöksenteosta, alettiin niistä muodostaa erilaisia konsepteja. Konseptia rakentaessa käytettiin erilaisia kriteereitä, kuten tuotteen markkinointimahdollisuudet, turvallisuus, käytännölliset ominaisuudet, ulkonäölliset seikat ja alussa annetut kriteerit. Jokaisen konseptin pakollisina kriteereinä on taulukossa 1 mainitut kriteerit.

### 4.5.1 Konsepti A

Konsepti A:n (taulukko 16) kriteereinä pidettiin edullisuutta, yksinkertaisuutta ja toimintavarmuutta.

TAULUKKO 16. Konsepti A

<b>Arvioitava ominaisuus</b>	<b>Ratkaisu</b>
Energianlähteet	Puu & Sähkö
Sekoittimen lapojen lukumäärä	4 Lapaa
Sekoittimen lapojen muoto	Suorakulma
Sekoittimen laakerointi	Ei laakerointia
Sekoittimen laakerivalinta	-
Sekoittimen energianlähde	Käsikäyttö
Automatisointi	Ei automatisointia
Käyttöliittymä	Ei käyttöliittymää
Mäskin poisto	Mäskin poisto lapioimalla
Vierteen erotus	Valepohja
Termodynaaminen suunnittelu	Ei termodynaamista suunnittelua
Pesulaitteisto	Ei pesulaitteistoa
Mobiilivalmius	Ei mobiilivalmiutta

#### 4.5.2 Konsepti B

Konsepti B:n (taulukko 17) kriteereinä pidettiin yksinkertaisuutta, tehokkuutta ja kohtalaista kulupohjaa.

TAULUKKO 17. Konsepti B

<b>Arvioitava ominaisuus</b>	<b>Ratkaisu</b>
Energianlähde	Kaasu & Sähkö
Sekoittimen lapojen lukumäärä	4 Lapaa
Sekoittimen lapojen muoto	Suorakulma
Sekoittimen laakerointi	Sisäpuolinen laakerointi
Sekoittimen laakerivalinta	Liukulaakeri & Painekuulalaakeri
Sekoittimen energianlähde	Käsikäyttö
Automatisointi	Ei automatisointia
Käyttöliittymä	Ei käyttöliittymää
Mäskin poisto	Mäskin poisto lapiomalla
Vierteen erotus	Valepohja
Termodynaaminen suunnittelu	Pohjan rihlaus & Liekkirengas
Pesulaitteisto	Ei pesulaitteistoa
Mobiilivalmius	Ei mobiilivalmiutta

### 4.5.3 Konsepti C

Konsepti C:n (taulukko 18) kriteereinä pidettiin kehittyneitä ominaisuuksia ja tehokkuutta. Konsepti C:ssä kulupohja oli rajaton.

TAULUKKO 18. Konsepti C

<b>Arvioitava ominaisuus</b>	<b>Ratkaisu</b>
Energianlähde	Kaasu & Höyry
Sekoittimen lapojen lukumäärä	3 Lapaa
Sekoittimen lapojen muoto	Suorakulma
Sekoittimen laakerointi	Ulkopuolinen laakerointi
Sekoittimen laakerivalinta	Kartiorullalaakeri
Sekoittimen energianlähde	Kaksiakselinen moottori
Automatisointi	Automatisointi
Käyttöliittymä	Mikrotietokone
Mäskin poisto	Mäskin poisto kippaamalla
Vierteen erotus	Valepohja
Termodynaaminen suunnittelu	Pohjan rihlaus & Liekkirengas
Pesulaitteisto	Pesulaitteisto
Mobiilivalmius	Mobiilivalmius

#### 4.5.4 Konsepti D

Konsepti D:n (taulukko 19) kriteereinä oli markkinoitavuus, monipuolinen käyttö ja keskikorkea kulupohja.

TAULUKKO 19. Konsepti D

Arvioitava ominaisuus	Ratkaisu
Energianlähde	Kaasu & Sähkö
Sekoittimen lapojen lukumäärä	4 Lapaa
Sekoittimen lapojen muoto	Suorakulma
Sekoittimen laakerointi	Sisäpuolinen laakerointi
Sekoittimen laakerivalinta	Painekuulalaakeri & Liukulaakeri
Sekoittimen energianlähde	Kaksiakselinen moottori
Automatisointi	Automatisointi
Käyttöliittymä	On / Off -napit ja potentiometrit
Mäskin poisto	Mäskin poisto lapioidella
Vierteen erotus	Valepohja
Termodynaaminen suunnittelu	Pohjan rihlaus & Liekkirengas
Pesulaitteisto	Ei pesulaitteistoa
Mobiilivalmius	Mobiilivalmius

#### 4.6 Ratkaisuluonnokset

Kun ratkaisut oli yhdistelty, alkoi erilaisten konseptien arviointi. Tässä tutkimuksessa käytettiin painoarvotaulukkoa ratkaisuluonnoksien, eli konseptien arvioimisessa. Ennen painoarvotaulukkoa kaikki konseptiluonnokset seulotaan. Seulonnassa konseptit taulukoidaan ja niitä arvioidaan valintakriteerien mukaisesti plus ja miinus -tyyppisesti. Jos konseptia ei voida arvioida merkataan kriteerin arvoksi nolla. Konseptien seulonta taulukossa 20. Seulonnan valmistuttua konsepteista päätetään jatkajat ja tippujat. Konsepteja voidaan myös yhdistellä parhaiden ominaisuuksien saavuttamiseksi.

TAULUKKO 20. Konseptien seulonta

Valintakriteerit	Konseptit			
	Konsepti A	Konsepti B	Konsepti C	Konsepti D
Käsiteltävyys	-	-	+	+
Käytettävyys	0	0	+	+
Markkinointi	0	+	+	+
Kulupohja	+	+	-	0
Turvallisuus	+	+	-	0
Mobiilivalmius	-	-	+	+
Summa +	2	3	4	4
Summa 0	2	1	0	2
Summa -	2	2	2	0
Kokonaissumma	0	1	2	4
Sijoitus	4	3	2	1
Jatketaanko?	Ei	Yhdistetään	Kyllä	Yhdistetään

Konseptien seulonnan jälkeen konseptit pisteytetään ja painoarvotetaan. Pisteytys esitettyä taulukossa 21. Pisteytyksessä painoarvo annetaan halutuille kriteereille. Pisteytys tapahtuu asteikolla yhdestä viiteen. Jossa yksi vastaa paljon huonompaa kuin referenssilaitte, kaksi vastaa huonompaa kuin referenssilaitte, kolme on yhtä kuin referenssilaitte, neljä parempi kuin referenssilaitte ja viisi paljon parempi kuin referenssilaitte. Referenssilaitteena pidettiin tässä tapauksessa Speidel Braumeister:ia koossa 500 L (kuva 4).



KUVA 4. Speidel Braumeister 500 L (Braumeister 500 L, Lappo.fi 2020)

TAULUKKO 21. Konseptien pisteyttäminen

		Konseptit			
		Konsepti BD		Konsepti C	
Valintakriteerit	Painoarvo	Pisteet	Painotettu arvo	Pisteet	Painotettu arvo
Käsiteltävyys	5 %	4	0.2	5	0.25
Käytettävyys	20 %	2	0.4	3	0.6
Markkinointi	10 %	3	0.3	3	0.3
Kulupohja	30 %	5	1.5	3	0.9
Turvallisuus	15 %	3	0.45	2	0.3
Mobiilivalmius	20 %	5	1	5	1
Kokonaissumma		3.85		3.35	
Sijoitus		1		2	
Toteutetaanko?		Toteutetaan		Ei	

#### 4.7 Valinta

Pisteytetyn ja painoarvotetun valinnan jälkeen todetaan, että yhdistetty konsepti BD on paras konsepti toteutettavaksi. Konseptissa BD on yhdistetty konseptin B ominaisuudet konseptin D mobiilivalmiuteen. Konseptissa BD on painotettu erityisesti kulupohjaa, mobiilivalmiutta ja käytettävyyttä. Konseptin kokonaissumma referenssilaitteeseen verrattuna oli 3.85 pistettä. Referenssilaitteen Braumaister 500 L ollessa 3 pistettä. Konseptissa BD toteutuu tuotekehitysprojektin alussa annetut pakolliset kriteerit (taulukko 1) ja innovoinnilla saavutetut ominaisuudet. Konseptia BD on esitelty taulukossa 22.

TAULUKKO 22. Konsepti BD

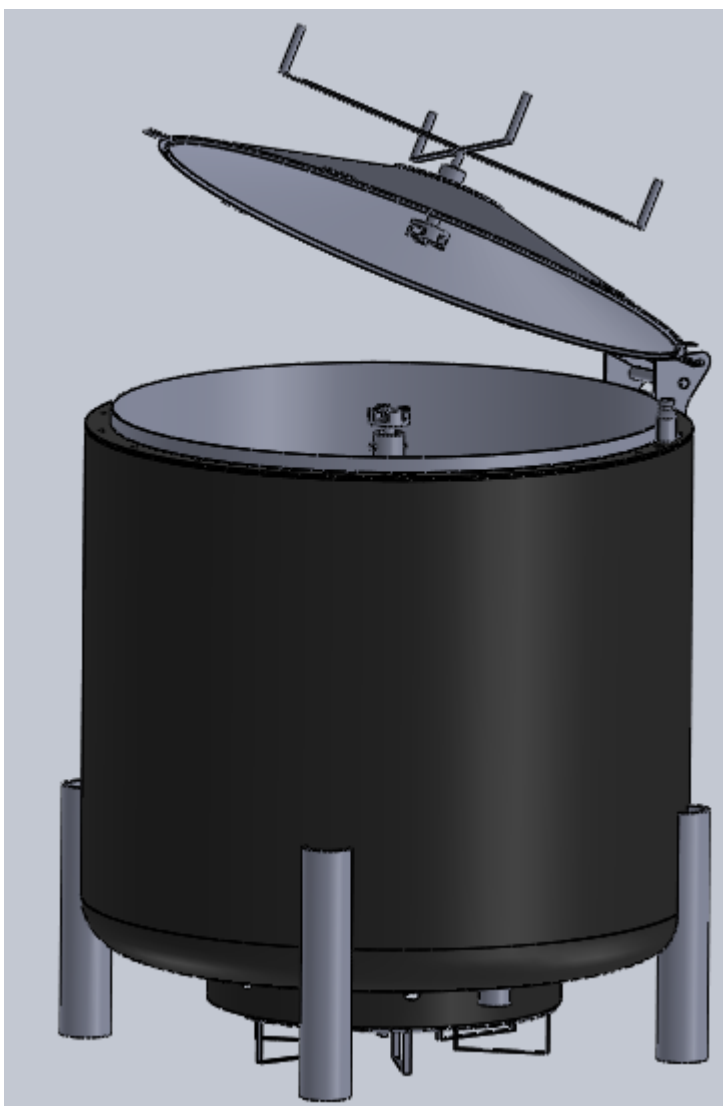
<b>Arvioitava ominaisuus</b>	<b>Ratkaisu</b>
Energianlähde	Kaasu & Sähkö
Sekoittimen lapojen lukumäärä	4 Lapaa
Sekoittimen lapojen muoto	Suorakulma
Sekoittimen laakerointi	Sisäpuolinen laakerointi
Sekoittimen laakerivalinta	Painekuulalaakeri & Liukulaakeri
Sekoittimen energianlähde	Käsikäyttö
Automatisointi	Ei automatisointia
Käyttöliittymä	Ei käyttöliittymää
Mäskin poisto	Mäskin poisto lapioimalla
Vierteen erotus	Valepohja
Termodynaaminen suunnittelu	Pohjan rihlaus & Liekkirengas
Pesulaitteisto	Ei pesulaitteistoa
Mobiilivalmius	Mobiilivalmius



## 5 PANIMOLAITE

### 5.1 Panimolaitteen käyttötarkoitus

Panimolaitteen (kuva 5) on tarkoitus tulla useaan eri käyttökohteeseen. Käyttökohteita ovat erilaiset panimot ja niiden koekeitot, sekä erilaiset kurssi- ja ulkoilmalaitteet.



KUVA 5. Panimolaite

### 5.1.1 Panimokäyttö

Panimolaite on suunniteltu pääosin sahdin valmistukseen, sen ollessa ns. yhdistelmälaite, jossa voidaan suorittaa sekä mäskäys että suodatus. Panimolaitteen toiminta oluen panossa on yksinkertainen. Prosessin alussa keittokattila panostetaan maltailla ja vedellä. Seuraavaksi panos mäskätään lämpötilaa nostamalla joko sähköllä tai kaasulla. Mäskäyksen jälkeen panimolaite toimii suodattimena sen valepohjan ansiosta. Mäskiä kierrätetään poistoputkesta takaisin laitteeseen mäskipatjan päälle niin kauan, kunnes saatava vierre on kirkasta. Tällöin valepohjan ritilän päälle muodostuu karkea mäskipatja suodattimeksi.

Tuote on suunniteltu pitkään mäskättävien oluiden valmistukseen. Pitkään mäskättävät oluet vaativat laitteistolta tasaisen lämmityksen ja mäskin hellävaraisen käsittelyn pitkien mäskäysaikojen takia. Panimolaitteen haudeneste-vaippa ylläpitää lämmön pitkissä mäskäyksissä. Panimokäytössä laite voisi tulevaisuudessa olla ns. erikoiserien valmistuksessa. Erikoiserillä tarkoitetaan tässä asiayhteydessä kausi- ja sesonkituotteita, kuten sahtia ja muita pitkään mäskättäviä oluita.

Panimokäyttöä edistää laitteen mobiilivalmius, jolloin laitetta voidaan käyttää satunnaisesti, sen viemättä arvokasta lattiatilaa jatkuvasti. Panimokäyttöä ajatellen laitteeseen on integroitu lämpöhaudetta lämmittävät, integroidut sähkövasutukset. Ominaisuuksiltaan laite vastaa käytössä olevia panimolaitteita, lukuun ottamatta laitteen automatisointia.

### 5.1.2 Kurssikäyttö

Panimolaitteen suunnittelussa otettiin huomioon kurssikäyttö, joka käytännössä tarkoitti sitä, että laitetta voitaisiin liikutella paikasta A paikkaan B. Kurssikäytön mahdollisti kaksi erillistä energialähdettä, jolloin laitetta voitaisiin käyttää myös ulkoilmassa. Ulkoilmakäyttöä ajatellen laitteen sekoitin toteutettiin käsikäyttöisenä. Panimolaitteen mobiilivalmiuden kriteerit täytyivät näin. Mahdollista ulkoilmakäyttöä varten laitteen lämpömittari innovoitiin akkutoimiseksi.

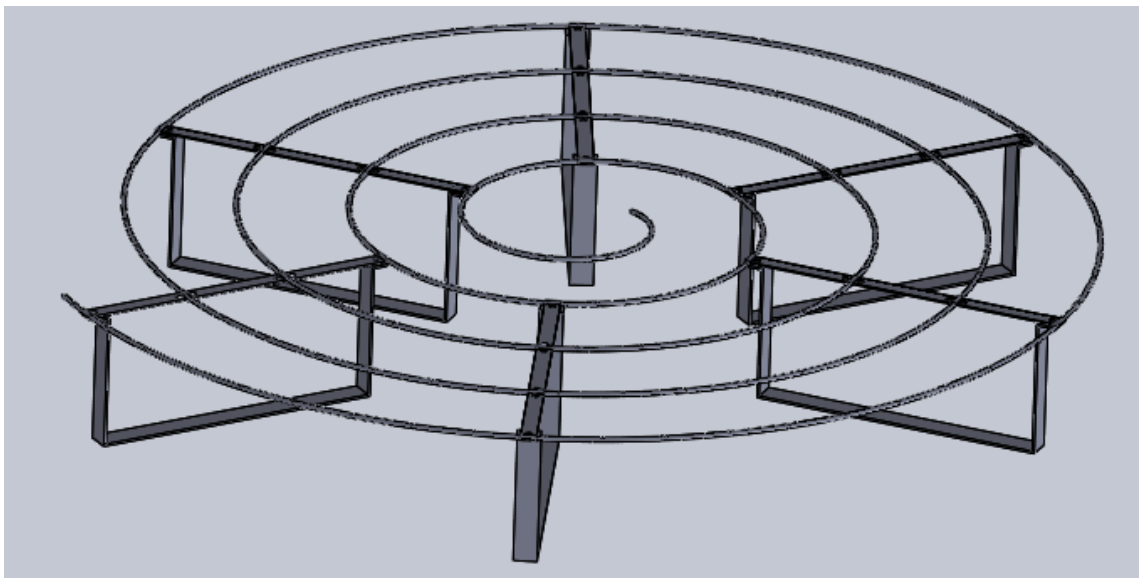
## 5.2 Panimolaitteen tekniset ominaisuudet

### 5.2.1 Kapasiteetti

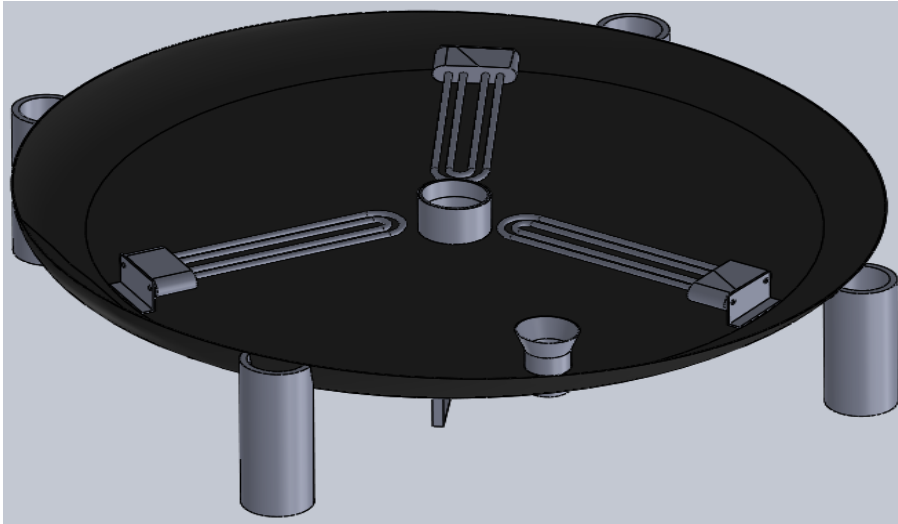
Panimolaitteen kokonaistilavuus on 900L, josta tehokasta keittokapasiteettia on 800L. Tällöin tuotekehitysprojektin alussa annettu kriteeri 400-800 litran kapasiteetista täyttyy. Suuri kapasiteetti mahdollistaa laitteen käytön monenlaisissa sovelluksissa. Panimolaitteella voidaan valmistaa kertaluonteisia koe-eriä. Se täyttää myös pienpanimon tilavuusvaatimuksen suurella 800 litran keittokapasiteetilla.

### 5.2.2 Usean energialähteen käyttö

Panimolaitteen energialähteinä toimivat kaasu ja sähkö. Kaasutoiminen lämmitys on toteutettu panimolaitteen alapuolelle asetettavalla kaasupolttimella (kuva 6). Sähkötoiminen lämmitys on toteutettu lämpöhauteeseen integroiduilla sähkövastuksilla (kuva 7).



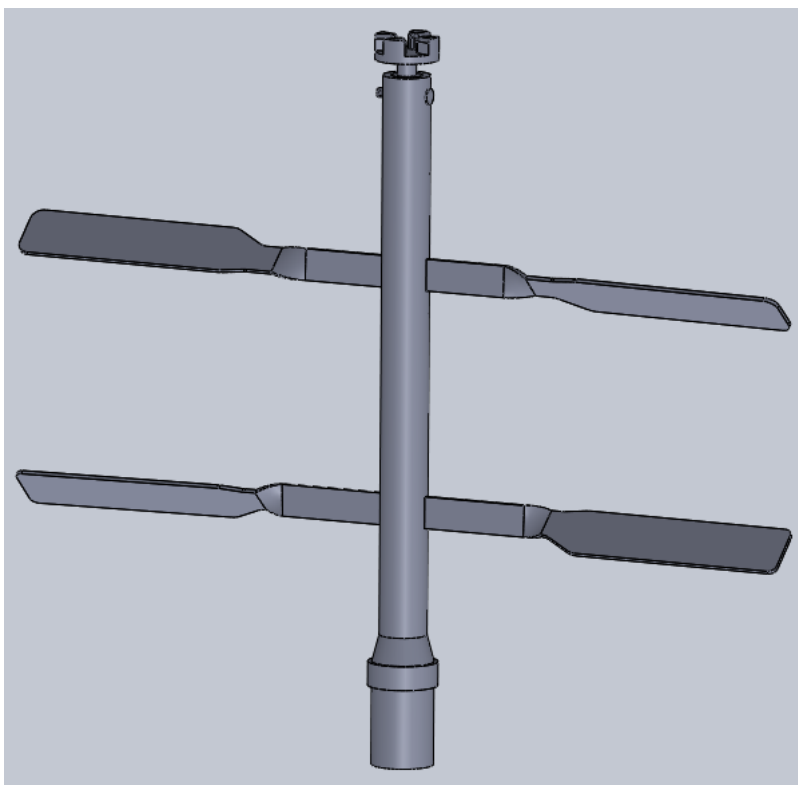
KUVA 6. Kaasupoltin



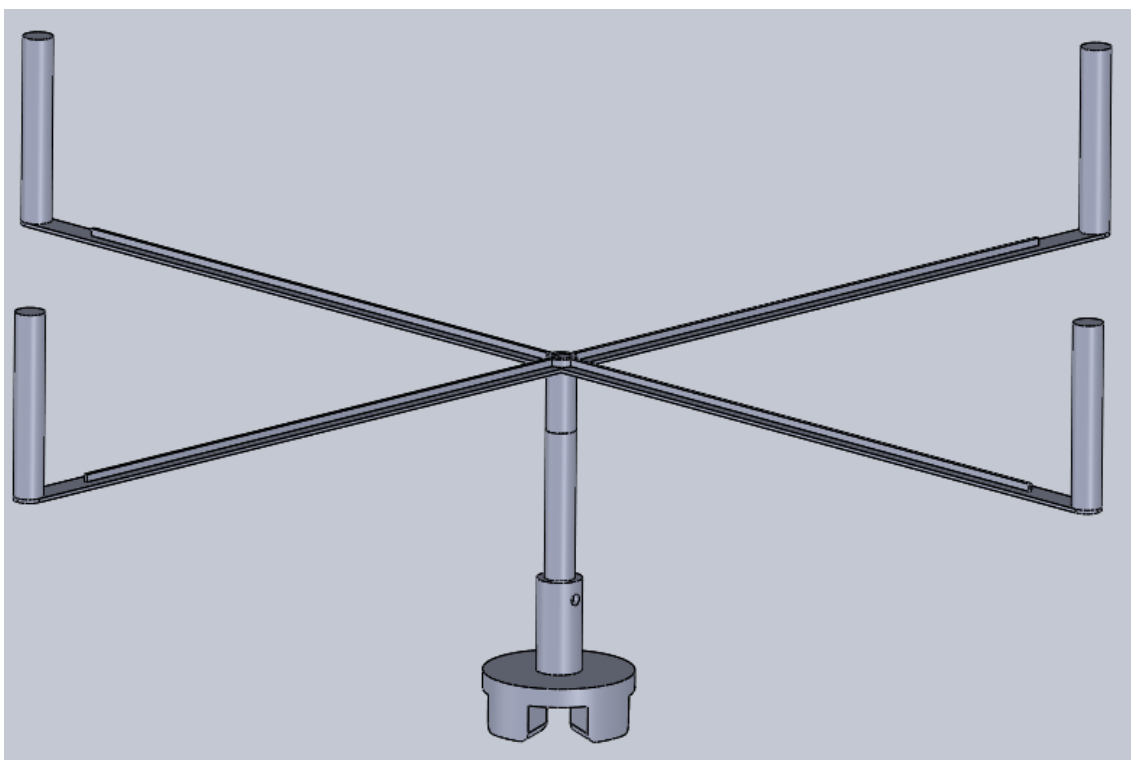
KUVA 7. Poikkileikkauskuvat integroiduista sähkövastuksista

### 5.2.3 Sekoitin

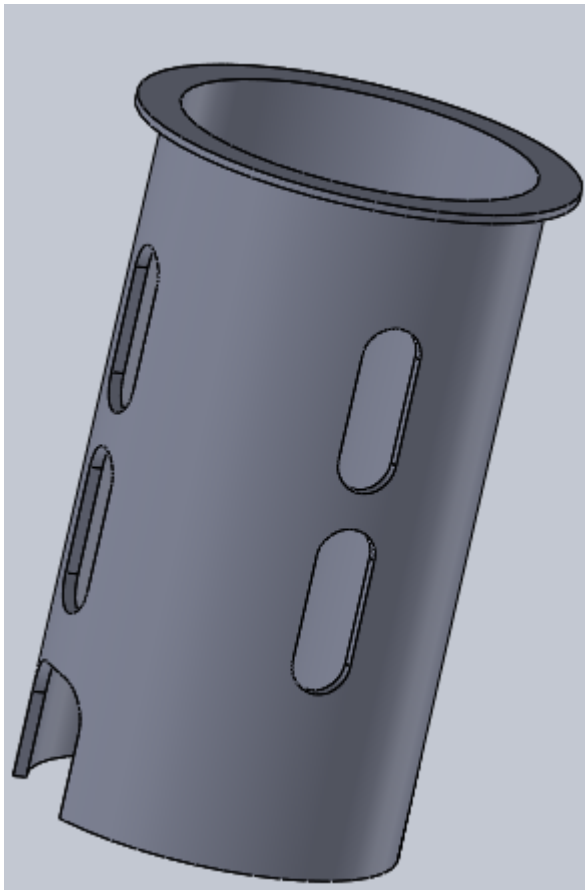
Panimolaitteen sekoitin (kuva 8) suunniteltiin irrotettavaksi hygieniasyistä, sekä käytännöllisistä syistä. Irrotettava sekoitin mahdollistaa panimolaitteen käytön käymisastiana. Panimolaitteen sekoitin sisältää neljä sekoittavaa lapaa. Lapojen asennot on asetettu siten, että alimmainen lapapari nostaa keitosta ylöspäin sekoittimen pyöriessä ja ylimmäinen lapapari työntää keitosta alaspäin. Näin on saatu aikaan tehokas mäsikin sekoittuminen. Sekoitin on laakeroitu alaosasta liukulaakerilla, sekä painekuulalaakerilla. Näin on katettu sekä horisontaalinen, että vertikaalinen voima, joka syntyy sekoittimen pyöriessä. Sekoitinta käytetään käsikäyttöisesti kammesta (kuva 9). Sekoittimen kammien laakerointi toteutettiin kuulalaakerilla ja kanteen kiinnitettävällä laakeripesällä.



KUVA 8. Sekoitin



KUVA 9. Sekoittimen kampi ja koplinki



KUVA 10. Sekoittimen alapisteen laakeripesä

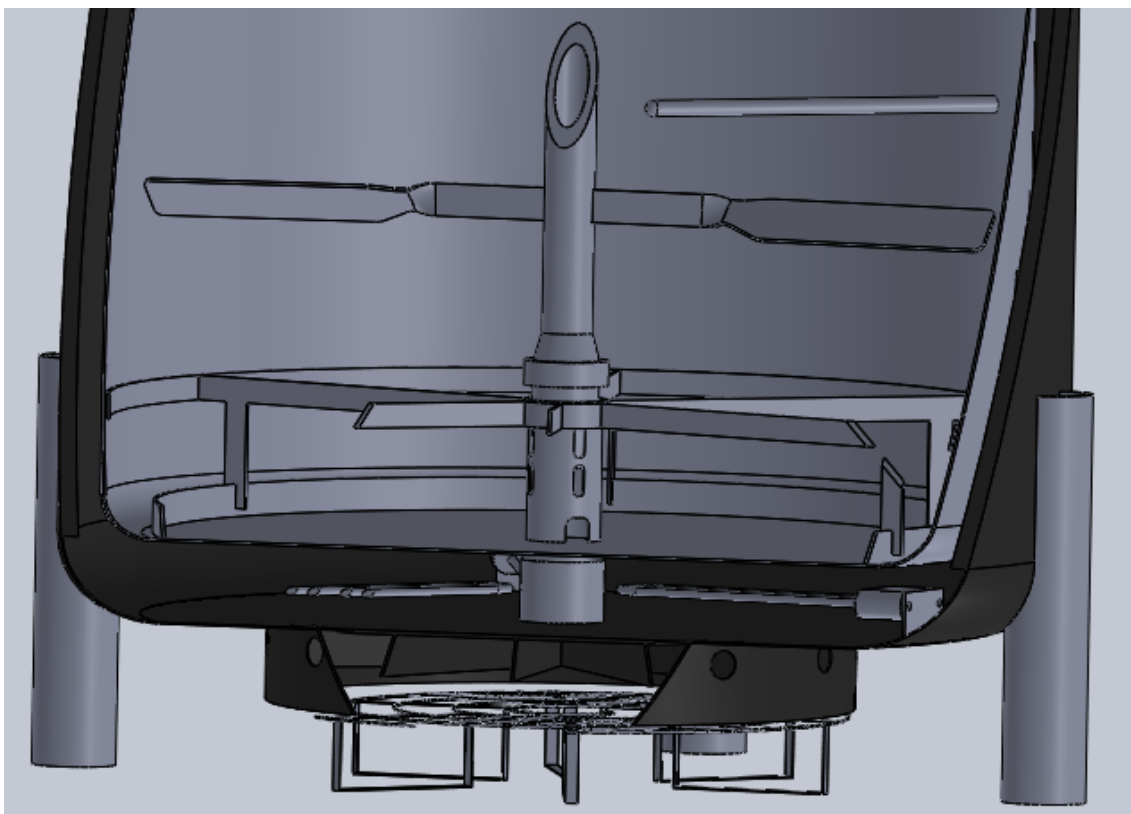
Sekoittimen laakerointi toteutettiin siten, että sisävaipan pohjaan liitettiin laakeripesä (kuva 10), jonka sisäpuolinen laakerointi toteutettiin messinkisellä liukulaakerilla. Liukulaakerin voitelu tapahtui vierteellä. Laakerin tehtävänä oli vastaanottaa horisontaaliset voimat. Vertikaalinen laakerointi toteutettiin painekuulalaa-kerilla.

#### 5.2.4 Lämpöhaude

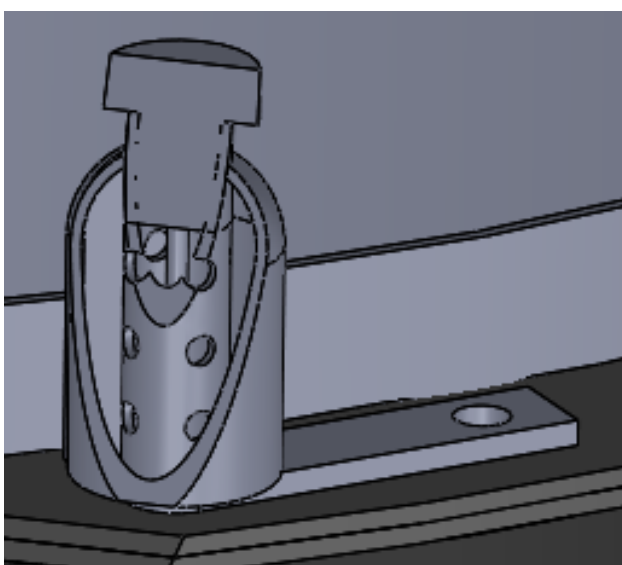
Suurella lämpöhauteen massalla oli merkittävä vaikutus pitkään mäskättävien oluiden valmistuksessa. Suuri massa toimii ehkäisevänä kerroksena, vähentää mäskin pohjaan palamista ja tasaa lämpötilanvaihteluja.

Lämpöhauteen toiminnallinen tarkoitus on pitää keitos lämpimänä mäskäyksen aikana, vaikka laitetta ei lämmitettäisi.

Lämpöhauteessa (kuva 11) käytetään haudenesteenä glyseriiniä. Tärkeimmät ominaisuudet haudenesteellä ovat korkea kiehumispiste ja ominaisuus erottaa tai sekoittaa kondenssiosta muodostuneeseen veteen. Korkea kiehumispiste estää haudenesteen höyrystymisen ja paineen muodostumisen. Yleisesti lämpöhaudekattiloissa käytetyn haudenesteen kiehumispiste on yli 190°C (Glyseriinin käyttöturvallisuustiedote 2020).



KUVA 11. Poikkileikkaus lämpöhauteesta

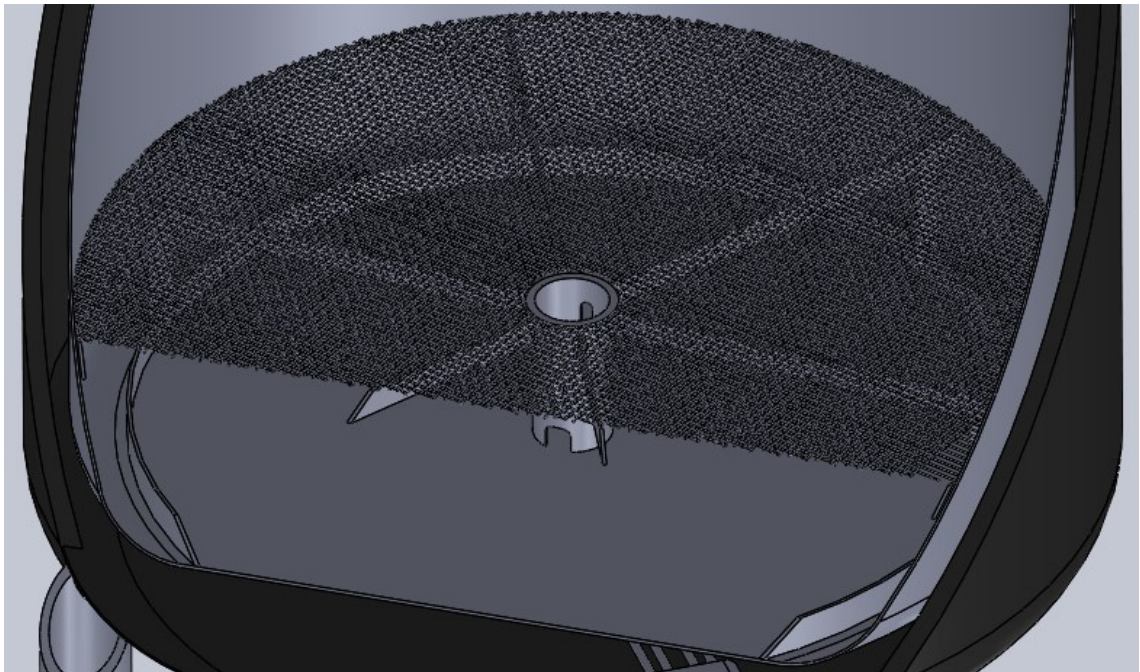


KUVA 12. Poikkileikkaus huohottimesta

Lämpöhauteeseen innovoitiin huohotin ylimääräisen paineen tasaamiseksi (kuva 12). Huohottimessa on pohjatuki, jossa on rei'itetty huohotinputki. Huohotinputki on kytketty lämpöhauteeseen. Huohottimen suojana on huppu, jonka funktio on estää mahdollisen sadeveden kulkeutuminen lämpöhauteeseen. Huohottimeen on integroitu myös mittatikku lämpöhaudenesteen tarkistamiseksi.

### 5.2.5 Valepohja

Vierteen erottamiseksi laitteeseen innovoitiin valepohja (kuva 13). Valepohja toimii siten, että tukirakenteen päällä oleva verkkoritilä pysäyttää suurimmat partikkelit mäskestä, muodostaen luonnollisen suodattimen. Verkon silmäkooksi valikoitui aikaisemman kokemuksen perusteella kolme millimetriä. Valepohja on tuettuna laitteen pohjaan ja se on irrotettava.

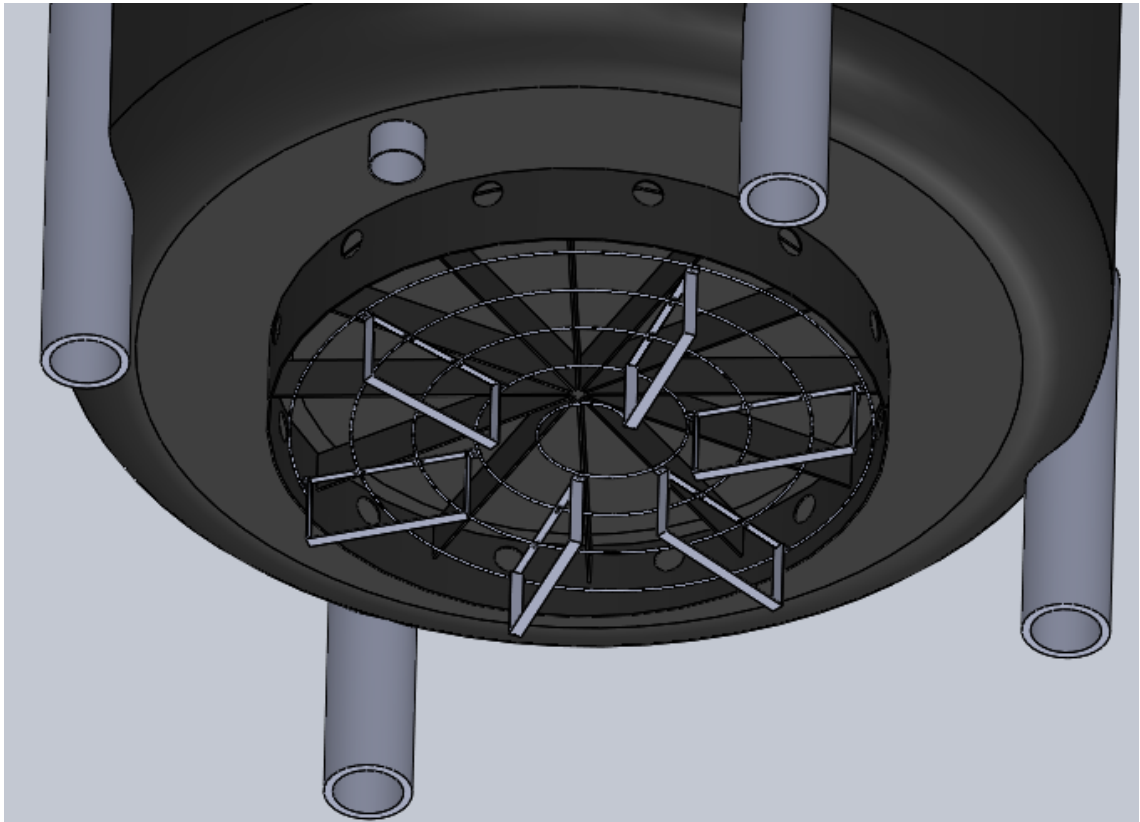


KUVA 13. Valepohja ja verkkoritilä



### 5.2.6 Termodynaaminen suunnittelu

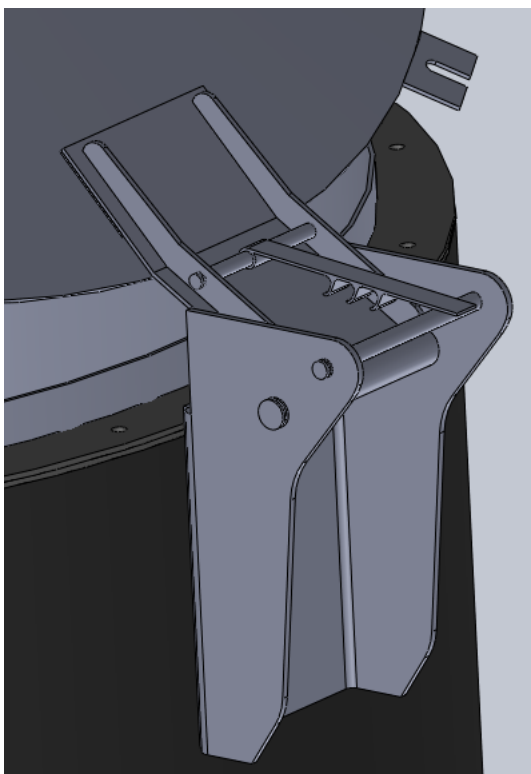
Laitteeseen innovoitiin parempi lämmönvaihdin (kuva 14) termodynaamisessa suunnittelussa. Toimintaperiaate on lisätä pinta-alaa johon lämpö voisi siirtyä konvektion ja säteilyn avulla. Pinta-alaa saatiin lisättyä lisäämällä rihlaus panimo-laitteen pohjaan, sekä rei'itetty liekkirengas rihlauksen ulkokehälle.



KUVA 14. Termodynaaminen suunnittelu

### 5.2.7 Saranointi

Panimolaitteen kannen saranointi toteutettiin kuvan 15 mukaisesti. Sarana on suunniteltu siten että kanta avatessa lukitussalpa asettuu lukitustangon päälle, estäen kannen laskeutumisen. Ruostumattomasta teräksestä valmistetun kannen paino tulisi olemaan suuri, joten lukitussalpa oli tarpeellinen.



KUVA 15. Kannen saranointi

## 6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella toimiva panimolaitteisto. Työn alussa annetut pakolliset kriteerit täytettiin ja niihin innovoitiin ratkaisu. Panimolaitteelle annetut toissijaiset kriteerit käsiteltiin perin pohjin. Innovoinneissa onnistuttiin annettujen kriteerien rajoissa.

Panimo Kiisken perustajan Pasi Kiiskisen kommentit laitteesta näyttivät vihreää valoa prototyypin rakentamiselle. Laitteiston toimintaperiaate oli toimiva sahdin valmistuksessa, mutta oluen valmistukseen Kiiskinen toivoi laitteeseen vierrepumppua, levyjäähdytintä ja toista keittokattilaa, jossa vierteen keittämisen voisi toteuttaa. Oluenvalmistuksessa mäskipatjaa huuhdellaan kiehuvalle vedelle. Panimolaitteen mobilisoimiseksi myös huuhteluvedelle tarvittaisiin oma astia. Tässä tilanteessa peräkärryn päälle rakennetun laitteiston koko kasvaisi. Koon kasvaessa myös painorajat lähestyisivät.

Panimovierailulla kehiteltiin myös toteutettavaa prototyyppiä. Kiiskisen mukaan mäskin poisto olisi helpointa kyseisessä tilanteessa sivuluukun kautta. Suunnitelluissa konsepteissa tätä ominaisuutta ei ollut. Mäskin poistoa voitaisiin tehostaa myös aukeavilla sekoittimen lavoilla, jolloin aukeava lapa poistaisi mäskiä kattilasta. Mäskin poiston lisäksi panimolaitteeseen innovoitiin kalteva pohja. Kaltevan pohjan hyödyt ovat suodatuksessa, sekä vierteen kokoon keräämisessä. Kalteva pohja ohjaa suodatusritilän läpi tulleen mäskin ja vierteen paremmin kohti poistoputkea.

## LÄHTEET

Kenning, D. & Jackson, R. 2012. Maailman oluet. Gummerus.

Aittomäki, E. & Eerikäinen, T. & Leisola, M. & Ojamo, H. & Suominen, I. & von Weymarn, N. 2002. Bioprosessitekniikka. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. Aalto yliopisto.

Laaksonen, H. 2013. Tuotekehitys. Luento. Tuotekehitysoppi 2013. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Metallit. Ruokavirasto. 2019. Luettu 25.05.2020.

<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/pakkaukset-ja-muut-elin-tarvikekontaktimateriaalit/usein-kysyttya-kontaktimateriaaleista/metallit/>

Glyseriinin käyttöturvallisuustiedote. Teuvan keitintehdas. 2020. Luettu 26.05.2020. <https://www.teuvan.com/assets/Verkkokauppa/1/Product-93/GLYSEROLI-4827-84-88-KASVISPERAINEN-FI-FIN-1.PDF>

Ahoranta, J. & Ahoranta, J. 2013. Sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Braumeister 500 L: Lappo.fi verkkokauppa. Kuvakaappaus panimolaitteesta. Lappo 2020. Katsottu 5.10.2020. <https://www.lappo.fi/product/1284/braumeister-500-l>

Kiiskinen, P. Panimon perustaja. 2020. Haastattelu 11.11.2020. Haastattelija Suoniemi, A-S. Mäntsälä. Panimo Kiiski