



MIKROBINRIKASTUSLAITTEISTON KEHITYSTYÖ

Opinnäytetyö

Juha Jokelainen

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotantotekniikka

Hyväksytty ____ . ____ . ____ _____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Juha Jokelainen

Työn nimi

Mikrobinrikastuslaitteiston kehitystyö

Työn laji

Insinöörityö

Päiväys

12.5.2010

Sivumäärä

36 + 1

Työn valvoja

Lehtori Anssi Suhonen

Yrityksen yhdyshenkilö

Tuotantopäällikkö Kari Rissanen

Yritys

Samplion Oy

Tiivistelmä

Tämän insinöörityön aiheena oli kannettavan mikrobinrikastuslaitteiston PMEUn (portable microbe enrichment unit) tuotekehitys. PMEUn on Finnoflag Oy:n kehittämä mikrobienrikastuslaitteisto, josta on tehty kolme eri mallia yhteistyössä Samplion Oy:n kanssa. PMEUn:ssa käytettävä uusi rikastusmenetelmä on tehokkaampi ja nopeampi kuin perinteiset menetelmät. Lisäksi PMEUn kannettavuuden ansiosta laitteen voi ottaa mukaan näytteenotto paikalle ja aloittaa rikastusprosessin heti.

Työn asettamisen perusteena oli yrityksen saama palaute PMEUn-salkusta. Palautteen mukaan laitteen kapasiteetti ei riitä käsittelemään kaikkia päivän aikana otettavia näytteitä. Niinpä työn tavoitteena oli suunnitella konsepti laitteesta, johon mahtuu 100 näytettä kerrallaan. Työ suoritettiin kolmessa eri vaiheessa: luonnosteluvaiheessa, suunnitteluvaiheessa ja viimeistelyvaiheessa.

Työn tuloksena laadittiin tietokoneella 3D-mallit uudesta laitteesta. 3D-mallien avulla yritys voi alkaa toteuttaa laitteen varsinaista suunnittelua ja tehdä prototyyppiä uudesta laitteesta. 3D-malleja yritys voi hyödyntää myös laitteen markkinoinnissa.

Avainsanat

tuotekehitys, mikrobi,

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Mechanical Engineering and Production Technology

Author

Juha Jokelainen

Title of Project

Product Development of Microbe Enrichment Unit

Type of Project

Final Project

Date

May 12, 2010

Pages

36 + 1

Academic Supervisor

Mr Anssi Suhonen, Lecturer

Company Supervisor

Mr Kari Rissanen, Production Manager

Company

Samplion Oy

Abstract

The aim of this final year project was product development of a portable microbe enrichment unit, PMEU. PMEU is developed by Finnoflag Oy and they have made three PMEU models in co-operation with Samplion Oy. The new enrichment method used in PMEU is more efficient and faster than traditional enrichment methods. Because of PMEU being portable, the device can be taken to the place where the samples are taken and the enrichment process can be started immediately.

The reason for starting this project was the feedback the company had received. According to the feedback the capacity of PMEU device is not big enough to handle all the samples coming in one day. Therefore the aim of this project was to design a concept for a device that can take 100 samples at the same time. The project was completed in three stages: sketching stage, design stage and finishing stage.

As a result of this project there were 3D-models of the new device created with computer. With the help of the 3D-models the company can start making the final design and a prototype of the new device. The 3D-models can also be used for marketing purposes.

Keywords

product development, microbes

Confidentiality

public

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö tehtiin alkuvuoden 2010 aikana Samplion Oy:lle. Haluan kiittää Savonia-ammattikorkeakoulun teknologiapalvelupäällikköä Raimo Hätistä, joka tarjosi mahdollisuutta tämän työn tekemiseen. Lisäksi haluan kiittää työn ohjaajaa lehtori Anssi Suhosta sekä Samplion Oy:n tuotantopäällikköä Kari Rissasta hyvästä tuesta projektin aikana. Kiitokset ansaitsevat myös Samplion Oy:n ja Finnoflag Oy:n muu henkilökunta rohkaisevista palautteista projektin aikana.

Kuopiossa 5. toukokuuta 2010

Juha Jokelainen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 FINNOFLAG OY JA SAMPLION OY	8
3 MIKROBIT JA NIIDEN RIKASTAMINEN	9
3.1 Mikrobit	9
3.2 Mikrobitien rikastaminen	9
3.2.1 Elastusaineen tyypimäärään vaikuttaminen	10
3.2.2 Mikrobitien sietokyvyn hyväksikäyttö	11
3.2.3 Kasvulämpötilaan vaikuttaminen	11
3.2.4 Happimäärään vaikuttaminen	11
3.2.5 Valmistetaan hiiliyhdisteetön elastusaine	11
3.3 Rikastaminen PMEU:lla	12
4 PMEU-LAITE.....	14
4.1 PMEU:n edut	14
4.2 PMEU 2G.....	15
4.3 PMEU Spectrion	17
4.4 PMEU Scentrion	18
5 PROJEKTIN TOTEUTUS.....	21
5.1 Projektin lähtökohta.....	21
5.1.1 Lämmitysyksikkö AA-020.....	21
5.1.2 H085-1-mikropumppu	21
5.1.3 Cempro100 -mittalaite.....	22
5.2 Projektin käynnistäminen.....	22
5.3 Projektin luonnosteluvaihe.....	23
5.3.1 Laitteen toimintaperiaate	23
5.3.2 Putkiversio	24
5.3.3 Ruuviversio	25
5.3.4 Revolveriversio	26
5.4 Suunnitteluvaihe	28
5.4.1 Näyteruiskujen telineet	28
5.4.2 Ilmastusjärjestelmä.....	29
5.4.3 Komponenttien sijoittelu.....	30
5.4.4 Näytetilan jakaminen osiin	30
5.4.5 Putkiversiokehittäminen	30

5.5 Viimeistelyvaihe	32
6 UUSI MIKROBINRIKASTUSLAITTEISTO	33
7 YHTEENVETO	34
LÄHTEET.....	36
LIITTEET	37
Liite 1, Ilmajärjestelmän kaavio.....	38

1 JOHDANTO

Työn aiheena on kehittää konsepti laitteesta, jossa voidaan kerralla analysoida sata näytettä. Tavoitteena oli hyödyntää uudessa laitteessa PMEU Scentrion -laitteessa käytettyä rikastus- ja näytteen analysointitekniikkaa.

Mikrobiologisia näytteitä tutkittaessa näytteet joudutaan ottamaan usein kaukana laboratorion väkälillä lisäävät tulosten saanti aikaa joissakin tapauksissa jopa yli vuorokaudellakin. Pitkien kuljetusaikojen vuoksi näytteissä olevien mikrobien määrä voi laskea niin alhaiseksi, että näytteiden viljely ei välttämättä enää onnistu. Tällöin ei näytteessä olevien mikrobien pitoisuus riitä enää näytteen analysointiin, jolloin näytteestä ei saada tulosta ollenkaan.

Pitkien etäisyyksien takia Finnoflag Oy ja Samplion Oy ovat yhteistyössä kehittäneet kannettavan mikrobirikastuslaitteiston eli PMEU:n (portable microbe enrichment unit). Laitteiston avulla voidaan mikrobien rikastusprosessi aloittaa heti näytteenoton jälkeen näytteenottoa paikalla, jolloin säästetään laboratorioon kuljetukseen kuluva aika. Tällä varmistetaan myös se, että näytteen mikrobit eivät pääse kuolemaan. Nykyään PMEU:sta on tuotannossa kolme erilaista mallia: PMEU 2G, PMEU Spectrion ja PMEU Scentrion.

Laitteessa käytettävä mikrobien rikastusmenetelmä on nopeampi ja tehokkaampi kuin perinteiset rikastusmenetelmät. Laitteen tekniikan ansiosta laitetta voidaan useilla teollisuuden aloilla. Laitetta voidaan käyttää mm. elintarviketeollisuudessa tuotannon valvonnan apuvälineenä, turvallisuusalalla suojelemaan sotaväkeä ja siviilejä biologisilta aseilta ja tartuntataudeilta, terveydenhoidossa kehitys- ja tutkimustyöhön ja nopeuttamaan tutkimustuloksia, puunjalostusteollisuudessa kontrolloimaan prosessien puhtautta ja erilaisissa kehitysmaaprojekteissa selvittämään esimerkiksi juomaveden puhtautta.

Nykyisillä PMEU-laitteilla voidaan käsitellä kymmentä näytettä kerrallaan. Asiakkailta saatujen palautteiden perusteella tämä määrä ei ole kuitenkaan riittävä. Useimmissa laitoksissa, kuten sairaaloissa, voi päivässä tulla analysoitavaksi jopa sata näytettä.

2 FINNOFLAG OY JA SAMPLION OY

Finnoflag Oy on perustettu Kuopiossa 1993. Alkuvuosina yritys keskitti toimintansa mikrobiologisiin tutkimuksiin. Vuodesta 1997 lähtien yritys on alkanut keskittää työtään kaupallisten mikrobien tutkimuslaitteiden kehitykseen. Uusien laitteiden pohjana ovat olleet yrityksen alkuvuosina tekemien tutkimusten tulokset. Yritys on keskittynyt näytteenotto-prosessin ja rikastusprosessin kehitykseen sekä näissä työvaiheissa olevan näytteen laadun parantamisessa. Yrityksen työn tuloksena on saatu tuotantoon nopeampia ja tehokkaampia laitteita mikrobidiagnostiikkaprosessin tekemiseen. /1/

Vuoden 2009 toukokuussa aloitti toimintansa Samplion Oy. Samplion Oy perustettiin jatkamaan Finnoflag Oy:n aloittamaa PMEU- tutkimuslaitteiden kehitystyötä. Työntekijöitä yrityksessä on tällä hetkellä viisi. Samplion Oy:n on kehitystyön lisäksi hoitanut PMEU-laitteiden tuotannon ja markkinoinnin.

Koska Samplion Oy perustettiin jatkamaan Finnoflag Oy:n aloittamaa työtä, yritykset tekevät koko ajan tiivistä yhteistyötä PMEU-laitteiden kehityksessä. Tiiviin yhteistyön takia molemmilla yrityksillä on toimitilat Siilinjärvellä sijaitsevassa yrityskeskus Innocumin toimitiloissa. Toimitiloissa yrityksillä on monipuoliset laboratorio- ja tuotantotilat, joissa tuotteet voidaan myös steriloida ja pakata.

Finnoflag Oy:n ja Samplion Oy:n henkilökunta ovat mikrobiologian, biotekniikan, elintarvikealan, vesibiologian ja lääketieteen asiantuntijoita. Tutkimus- ja kehitystyön lisäksi Finnoflag Oy toimii palveluyrityksenä mikrobiologisissa tutkimusprojekteissa. Yritys on tehnyt PMEU:n avulla esimerkiksi seuraavia tilaustutkimuksia:

- Kuopion Vesi Oy:n vesijohtoverkon kartoitus
- mikrobien leviämistutkimuksia ilmakehästä, ilmanäytteistä ja rakennuksista puolustusvoimien kanssa
- paperitehtaan biologisen jätevedenpuhdistamon ongelman selvitys
- matkustajalaitteen vesisäiliön hygieneselvitys
- yliopistollisen sairaalan vastasyntyneiden teho-osaston sairaalabakteerikartoitus.

Kuten yllä olevasta listasta nähdään, yritysten tuotteita voidaan hyödyntää monipuolisesti monilla eri aloilla. /2/

3 MIKROBIT JA NIIDEN RIKASTAMINEN

3.1 Mikrobit

Mikrobeiksi kutsutaan pieneliöitä, joita ei paljaalla silmällä pysty näkemään. Ihmisen silmä kykenee näkemään kohteet, jotka ovat kooltaan vähintään 0,01mm:n suuruisia. Esimerkiksi 1 g hyvälaatuista puutarhamultaa sisältää noin 10^{10} bakteeria.

Hollantilainen Antonie van Leeuwenhoek, englantilainen Robert Hooke ja italialainen Galileo Galilei tekivät ensimmäiset mikroskooppiset havainnot pieneliöistä 1600-luvulla. Esimerkiksi hollantilainen van Leeuwenhoek teki havaintoja ottamalla hampaidensa välistä ainetta. Hän kirjoitti vuonna 1684 kirjallisen selostuksen materiaalista tekemistään havainnoista ja lähetti selostuksen Lontooseen Royal Society -tiedeseuralle. Selostuksessaan hän kirjoitti muun muassa seuraavasti: ”...vaikka hampaani ovat tavallisesti hyvin puhtaat, siitä huolimatta löydän, kun niitä tarkastan suurennuslasilla, niiden välistä vaaleaa ainetta. ...Otin hiukkasen tätä ainetta ja sekoitin sitä puhtaaseen sadeveteen, jossa ei mitään eläimiä ole... ja suureksi hämmästykseni havaitsin että edellä mainittu aine sisälsi monia eläviä eläimiä, jotka liikkuvat erittäin vilkkaasti.” /3/

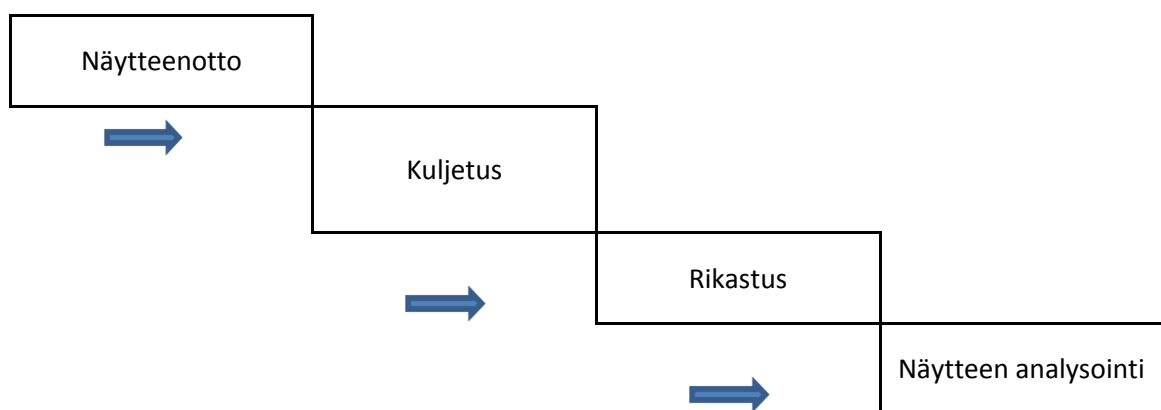
Siitä huolimatta, että mikrobeista tehtiin ensimmäiset havainnot 1600-luvulla, on ihminen hyödyntänyt mikrobeja jo paljon kauemmin. Jo faaraoiden aikakautena Egyptissä osattiin valmistaa viiniä siitä huolimatta, että ei tiedetty alkoholikäymisen olevan hiivan aikaansaamaa. Myös pohjoisemmassa asuvat ihmiset, kuten lappalaiset ja eskimot, ovat vuosisatojen ajan hyödyntäneet mikrobien ominaisuuksia. He säilöivät ruokaa lumen sisään, koska kylmyys estää mikrobien kasvua, minkä vuoksi ruokaan ei pääse kasvamaan homeitiöitä. /3/

3.2 Mikrobien rikastaminen

Mikrobien rikastaminen perustuu siihen ajatukseen, että tutkittavasta näytteestä halutaan etsiä jotain tiettyä mikrobityyppiä. Rikastusprosessia varten hollantilainen mikrobiologi Beijerinck kehitti rikastusmenetelmän, jossa mikrobien kasvuolosuhteet tehdään ihanteelliseksi juuri halutulle mikrobityypille. Samalla kertaan saadaan mikrobien kasvuolosuhteet sellaisiksi, että muut mikrobityypit eivät kykene siinä kasvamaan tai ne jopa kuolevat kokonaan tai niiden pitoisuus jää hyvin heikoksi. Tätä prosessia kutsutaan rikastamiseksi ja

olosuhteiden luontiin tarvittavaa elastusainetta (aine jossa mikrobit lisääntyvät laboratorioolosuhteissa) kutsutaan rikastusalustaksi. /3/

Perinteisissä menetelmissä mikrobien rikastaminen suoritetaan laboratoriossa. Näyte rikastetaan maljassa, joka laitetaan lämpökaapin sisään. Näytteenottoon voidaan käyttää esimerkiksi pumpulipuikkoa; näytteen kuljetukseen näytteenotto paikalta laboratorioon on yleensä käytetty tavallista kylmälaukku. Mikrobientutkimusprosessin kulku on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1. Mikrobientutkimuksen vaiheet /8/.

Rikastuksessa tarvittaviin olosuhteisiin voidaan vaikuttaa esimerkiksi seuraavilla toimenpiteillä:

- Vaikutetaan elastusaineen typpimäärään.
- Lisätään ainetta, joka on myrkyllistä ei halutuille mikrobeille.
- Vaikutetaan mikrobien kasvulämpötilaan.
- Vaikutetaan kasvuolosuhteiden happimäärään.
- Valmistetaan elastusaine, joka ei sisällä hiiliyhdisteitä. /3/

3.2.1 Elastusaineen typpimäärään vaikuttaminen

Kun rikastusprosessin aikana vaikutetaan elastusaineen typpimäärään, voidaan siten etsiä erilaisia tyypeä sitovia mikrobeja. Niitä mikrobeja esiintyy luonnossa esimerkiksi kasvien juurissa ja vapaasti maaperässä elävinä bakteereina. Ehkä kuitenkin tunnetuin typpensitojabakteeri on lähes joka kesä Suomen järvissä, merialueilla ja muissa vesistöissä elävä syanoobakteeri eli sinilevä. Typpensitojabakteereja etsittäessä näyte otetaan luonnosta sieltä,

missä typensitobakteereja uskotaan olevan. Elastusaineeseen lisätään ravinteita, mutta ei typpiyhdisteitä. Tutkittava näyte asetetaan tämän jälkeen rikastusalustalle tutkimuksia varten. /3/

3.2.2 Mikrobien sietokyvyn hyväksikäyttö

Tutkittavasta näytteestä voidaan poistaa tai ainakin vähentää ei-haluttuja mikrobeja lisäämällä elastusaineeseen sellaista ainetta, joka ei ole myrkyllinen etsitylle mikrobityypille mutta on myrkyllinen useimmille muille mikrobeille. Esimerkiksi, jos tutkitaan vesinäytettä, josta halutaan etsiä kolibakteereja, voidaan elastusaineeseen lisätä sappihappoa. Sappihappo ei ole myrkyllistä kolibakteerille, mutta sillä estetään tehokkaasti muiden bakteerien kasvua. /3/

3.2.3 Kasvulämpötilaan vaikuttaminen

Kun tiedetään, mitä mikrobityyppiä halutaan näytteestä etsiä ja mikä on kyseisen mikrobityypin ihanteellinen kasvulämpötila, voidaan lämpötilan valinnalla suosia etsittyä mikrobityyppiä. Samalla voidaan poistaa tai ainakin hidastaa ei-toivottujen mikrobien kasvua. /3/

3.2.4 Happimäärään vaikuttaminen

Koska osa mikrobeista on aerobisia ja osa anaerobisia, voidaan aerobiset mikrobit poistaa näytteestä pitämällä näytettä hapettomassa tilassa. Aerobiset mikrobit tarvitsevat kasvatukseen ja elämiseen happea, kun taas anaerobiset mikrobilajit kykenevät kasvamaan ilman hapentarvetta. /3/

3.2.5 Valmistetaan hiiliyhdisteiden elastusaine

Hiiliyhdisteetöntä elastusainetta käytetään esimerkiksi paperiteollisuudessa, kun etsitään selluloosaa hajottavia bakteereita. Elastusainetta valmistettaessa laitetaan siihen sellaisia ravinteita, jotka eivät sisällä lainkaan hiiliyhdisteitä. Hiilen lähteenä kasvuympäristössä käytetään kosteaa paperiliuskaa, koska paperissa oleva selluloosa on kiteisessä muodossa. Tällöin pysytään näytteestä erottamaan sellaiset mikrobit, jotka kykenevät hajottamaan kiteistä selluloosaa. Kiteistä selluloosaa pystyy hajottamaan monet sienet, mutta vain harvat bakteerit. Jos taas hiililähteenä käytetään liukoista selluloosajohdannaisista, voidaan näytteestä rikastaa myös sellaisia mikrobeja, jotka pystyvät pilkkomaan selluloosan jättimolekyylin pienemmiksi paloiksi, vaikka ne eivät pysty rikkomaan selluloosan järjestäytyntä rakennetta. /3/

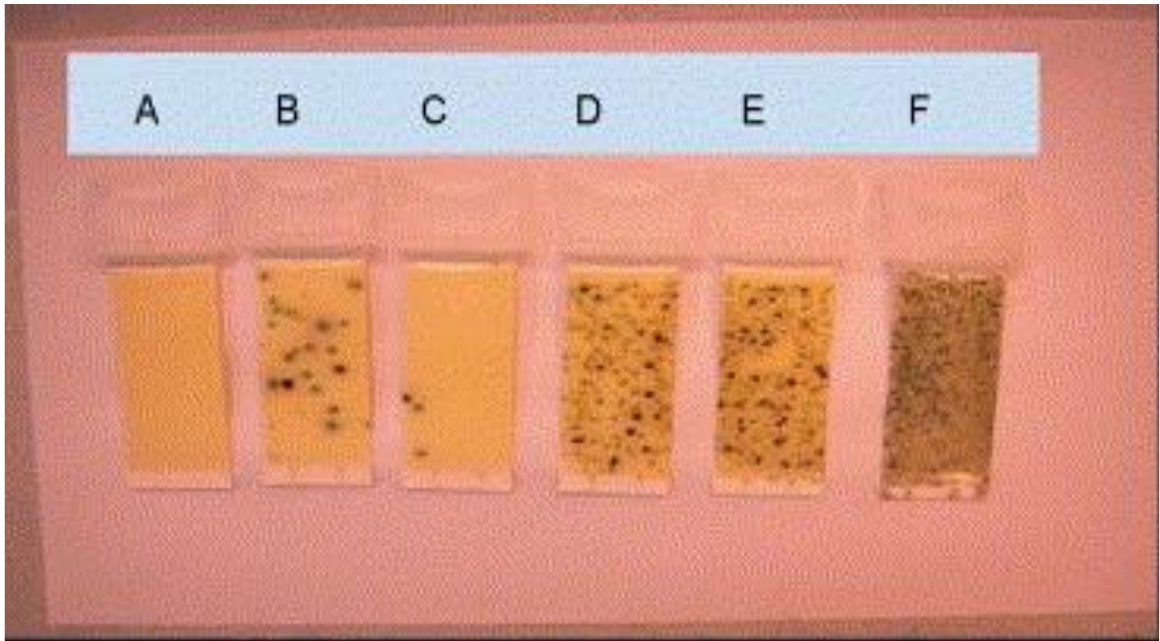
3.3 Rikastaminen PMEU:lla

PMEU-laitetta käytettäessä kuljetetaan PMEU-salkku suoraan näytteenotto paikalle. Näyte otetaan suoraan näytteen rikastuksessa käytettävään injektioruiskun mäntään, jossa on kasvatusalusta valmiina. Näytteenoton jälkeen voidaan ruiskuun imeä suoraan halutunlainen elastusaine, koska näytteen rikastaminen tapahtuu kuvassa 2 näkyvän injektioruiskun sisällä.



Kuva 2. Finnoflag Oy:n kehittämä näyteruisku, jota käytetään PMEU-laitteessa rikastuksessa.

Kun elastusaine on laitettu ruiskuun, voidaan injektioruisku laittaa salkussa olevaan lokeroon ja aloittaa rikastusprosessi heti näytteenotto paikalla. Injektioruiskuun asennetaan injektioneula, jolla ilma tai kaasu ohjataan näytteeseen. Laukun sisälämpötilaa ja näytteen ilmastukseen käytettävän ilman tai kaasun virtausnopeutta voidaan säädellä. Näytteeseen voidaan ohjata ilmapumpun avulla ilmaa tai haluttua kaasua suoraan paineistetusta kaasupullosta. Kuvassa 3 on esitetty eri menetelmillä rikastettuja näytteitä. Näyte F on rikastettu käyttämällä PMEU-laitetta hyväksi. PMEU:lla rikastetusta näytteestä huomataan, että mikrobien kasvu on ollut huomattavasti tehokkaampaa verrattuna muihin menetelmiin.



Kuva 3. Mikrobinäytteitä rikastettuna eri menetelmillä. Näyte F on rikastettu PMEU-laitteella. /8/

4 PMEU-LAITE

Kannettava mikrobien rikastuslaitteisto sai alkunsa 1990-luvun alussa Kuopion yliopistossa aloitetun tutkimusprojektin kautta. Tutkimusprojektin tavoitteena oli kehittää nopeampia menetelmiä mikrobientutkimusprosessiin. Tutkimusprojektista saatujen tulosten innoittamana Elias Hakalehto perusti Finnoflag Oy:n, joka alkoi kehittää tuotetta. Kehitystyön tuloksena syntyi kannettava mikrobien rikastuslaite eli PMEU (Portable Microbe Enrichment Unit). PMEU-laitetta voidaan käyttää ulkona, teollisuuslaitoksissa ja laboratoriossa. Laitteen avulla mikrobiagnostiikkaprosessi voidaan suorittaa jopa viisi kertaa nopeammin kuin perinteisillä tutkimusmenetelmillä. Esimerkiksi perinteisillä menetelmillä salmonellabakteerien havaitsemiseen kuluu noin 50–70 tuntia, kun taas Finnoflagin kehittämällä menetelmällä aikaa kuluu vain 5–15 tuntia. PMEU-salkusta on tällä hetkellä tuotannossa kolme erilaista mallia: PMEU 2G, PMEU Spectrion ja PMEU Scentrion. /4/

4.1 PMEU:n edut

PMEU:n suurin etu verrattuna perinteisiin rikastusmenetelmiin on laitteiston liikuteltavuus. PMEU-laitteisto on sijoitettu helposti kannettavan salkun sisälle. Liikuteltavuuden ansiosta rikastusprosessi voidaan aloittaa välittömästi näytteenoton jälkeen ja näytteiden kuljetukseen ja varastointiin kuluva aika voidaan hyödyntää näytteiden kasvatukseen. Tästä syystä näytteen saapuessa laboratorioon kuljetus- ja varastointiajoista riippuen on mahdollista analysoida näyte heti, jolloin tulokset saadaan nopeasti. Koska tulokset saadaan nopeammin kuin perinteisillä menetelmillä, säästetään tutkimiseen käytetyistä työtunneista. Koska PMEU-menetelmä on yhteensopiva kaikkien loppuanalyysien ja osoitusmenetelmien kanssa, säästetään myös tarvikkeista ja laitteistosta.

PMEU-salkun sisällä olevan säädettävän lämmitystekniikan ja säädettävissä olevan ilman tai kaasun virtauksen avulla voidaan taata ihanteelliset kasvuolosuhteet niin anaerobisille kuin aerobisille mikrobeille. Ihanteellisten kasvuolosuhteiden johdosta mikrobien osoitus on tehokasta ja tulokset ovat luotettavia. Laitetta suunniteltaessa on pyritty ottamaan huomioon laitteen helppokäyttöisyys, mistä syystä laitteen käyttö ei vaadi kovin laajoja mikrobiologian opintoja. Suunnittelussa on huomioitu myös laitteen turvallisuus minimoimalla kontaminaatoristkit niin näytteenottohetkellä kuin näytettä analysoidessa. /4/

4.2 PMEU 2G

Kolmesta tuotannossa olevasta salkusta PMEU 2G (kuva 4) on ominaisuuksiltaan yksinkertaisin malli. Termi 2G tarkoittaa sitä, että laitteessa on mahdollista käyttää näytteiden ilmastukseen niin puhdasta ilmaa kuin mahdollisesti kasvatuksessa tarvittavaa kaasua yhtä aikaa. Kaasu saadaan tarvittaessa otettua salkun ulkopuolella olevasta kaasupullosta.

PMEU 2G -salkkua voidaan käyttää oikeastaan vain näytteen rikastamiseen. Kasvatuksen jälkeen näyte analysoidaan laboratoriossa. Salkussa voi kerrallaan käsitellä 10 näytettä. Salkun sisälämpötilaa voidaan säädellä helposti salkun ulkopuolelta salkun kuoriin sijoitetun LCD-näytön ja toimintonäppäinten avulla. Lämmitykseen käytetään peltier-elementillä toimivaa lämmityslaitetta, jolla salkun sisäilmaa voidaan lämmittää ja jäähdyttää. Näyteruiskujen ilmastukseen käytettävän ilman määrää voidaan säädellä salkun sisällä olevan säätimen avulla. Näyteruiskuilta ilma poistuu suoraan salkun sisälle suodattimen kautta, joka suodattaa ilmasta kaikki yli 2 μm :n kokoiset partikkelit. Salkussa olevan akun avulla salkkua voidaan käyttää myös paikoissa, joissa ei ole satavilla sähköä. Salkkuun voidaan ottaa virtaa normaalisti myös verkosta, mutta myös autosta löytyvän pistokkeen kautta.

PMEU 2G salkun pääkomponentit:

- alumiininen kantolaukku
- Supercool AA-026-12-22 -lämmitysyksikkö
- Hargraves H085-11 -mikropumppu
- elektroniikka
- akku
- ilmansuodatin
- 3kpl ilmanjakotukkeja
- ilmaletkut ja liittimet.



Kuva 4. PMEU 2G.

4.3 PMEU Spectrion

PMEU Spectrion (kuva 5) on perusominaisuuksiltaan hyvin samankaltainen kuin sen edeltäjä PMEU 2G -malli. PMEU Spectrion eroaa PMEU 2G -mallista siten, että näytteen rikastuksessa käytetään apuna optista sensorointia. Optisen sensoroinnin avulla voidaan seurata rikastusprosessin edistymistä. Optinen sensorointi on toteutettu käyttämällä hyväksi LED-tekniikkaa siten, että ruiskutelineeseen on upotettu piirikortti. Piirikorttiin LED valo on sijoitettu siten, että LED:n valo kohdistuu suoraan ruiskun keskelle. Ruiskun toisella puolella on optinen sensori, joka lukee ruiskun läpi tulevaa valon määrää. Salkkuun sijoitetun ohjelmoitavan logiikan avulla optiselta sensorilta tuleva tieto välitetään salkkuun kiinteästi rakennettuun näyttöön. Rikastuksen aikana näytöltä voidaan seurata rikastusprosessin edistymistä ja säätää salkun sisälämpötilaa. Logiikan keräämät tiedot voidaan tallentaa myös tietokoneelle salkussa olevan liittimen kautta.

PMEU Spectrion -salkun pääkomponentit:

- alumiininen kantolaukku
- Supercool AA-026-12-22 -lämmitysyksikkö
- Hargraves H085-11 -mikropumppu
- ohjelmoitava logiikka
- piirikortti ja LED sensorit
- akku
- ilmansuodatin
- 3kpl Ilmanjakotukkeja
- ilmaletkut ja liittimet



Kuva 5. PMEU Spectrion.

4.4 PMEU Scentrion

PMEU Scentrion (kuva 6) on kolmesta mallista uusin. PMEU Scentrion kykenee rikastuksen ohella myös analysoimaan näytettä. Näytteen analysointiin käytetään Mikkelissä sijaitsevan Environics Oy:n kehittämää laitetta nimeltä ChemPro100. ChemPRO 100 mittalaitteella tutkitaan näyteruiskulta poistuvaa ilmaa rikastuksen aikana. Näyteruiskulta poistuvaa ilmaa ohjataan magneettiventtiileiden avulla. Ilma ohjataan venttiilin ollessa normaalitilassa aktiivihiilisuodattimen kautta ulos salkusta. Aktiivihiilisuodatin poistaa ruiskulta tulevasta ilmasta hajut. Ruiskulta tulevaa ilma johdetaan mittalaitteelle vuorollaan jokaiselta näyteruiskulta. Jokaiselta ruiskulta otetaan näyteilmaa mittalaitteelle noin kolmen sekunnin ajan kerrallaan. Eri ruiskulta otettavien näytteiden välissä mittalaitteelle ohjataan puhdasta ilmaa noin 3 minuutin ajan. Puhdas ilma pesee mittalaitteen edellisen näytteen jäljiltä. Tällä varmistetaan se, että näyteruiskulta tuleva ilma ei sekoitu keskenään. Tämä mittaustyökierto suoritetaan tunnin välein. Myös mittaustyökierron ulkopuolisena aikana mitta laitteelle ohjataan puhdasta ilmaa, joka pesee laitteen edellisen mittaustyökierron jäljiltä. Tällä taataan että mittaustulokset ovat luotettavia.

PMEU Scentrion salkussa olevaa tekniikkaa ohjataan logiikan sijaan ohjauskortilla. Tätä ohjauskorttia ohjataan tietokoneeseen asennettavan ohjelman välityksellä. Tietokoneena voidaan käyttää erinomaisesti esimerkiksi pientä kannettavaa tietokonetta, jotka eivät ole niin arvokkaita kuin normaalit pöytäkoneet ja niiden teho riittää hyvin pyörittämään ohjelmaa. Ohjelman avulla voidaan helposti seurata rikastuksen etenemistä ja säätää rikastusprosessin toimintoja kuten esimerkiksi pumpun ilmantuottoa ja salkun sisälämpötilaa. PMEU Scentrion on tässä vaiheessa vielä prototyyppi tuote, jota testataan niin yrityksessä kuin asiakkaiden toimesta.

PMEU Scentrion salkun pääkomponentit:

- alumiininen kantolaukku
- Supercool AA-026-12-22 – lämmitysyksikkö
- Hargraves H085-11 mikropumppu
- ohjaus kortti
- akku
- ilmansuodatin
- ChemPro100 mittalaite
- 2kpl aktiivihiilisuodatin
- 3kpl ilmanjakotukit
- ilmaletkut ja liittimet
- 12kpl magneettiventtiilit



Kuva 6. PMEU Scentrion.

5 PROJEKTIN TOTEUTUS

5.1 Projektin lähtökohta

Idea projektiin syntyi, kun asiakkailta saatiin palautetta siitä, että salkussa voi kerralla käsitellä vain kymmentä näytettä. Joillakin asiakkailla, kuten sairaaloilla ja muilla suuremmilla laitoksilla, jossa mikrobinrikastussalkulle on käyttöä, voi yhden päivän aikana tulla tutkitavaksi jopa 100 näytettä. Tällaisia määriä on yhdellä PMEU-salkulla hankala käsitellä. Tästä syntyi idea, että pitäisi suunnitella laite, johon mahtuisi kerrallaan 100 näytettä.

Uuden laitteen suunnittelussa on lähtökohtana PMEU-mikrobienrikastussalkun Scentrion-malli. PMEU Scentrion -salkusta otetaan uuteen laitteeseen käyttöön, siinä käytettyjä komponentteja, kuten esimerkiksi pumppu, Chempro100 -mittalaite ja ilmansuodatin.

5.1.1 Lämmitysyksikkö AA-020

Salkun aiemmissa malleissa on sisäilman lämmitykseen käytetty ruotsalaisen Supercool AB:n valmistamaa AA-020-lämmitysyksikköä. Lämmitysyksikkö käyttää lämmitykseen ja jäädytykseen peltier-elementti tekniikkaa. Ilmasta ilmaan -tekniikkaan perustuvaa lämmityslaitetta käytetään yleensä erilaisten rasioiden ja laatikkorakenteiden sisäilman lämmitykseen.

Peltier-elementtitekniikka perustuu kahden keramiikkalevyn väliin laitetuista positiivisista ja negatiivisista puolijohteista. Keraamiset ulkokuoret antavat elementille tukevan rakenteen, ja ne toimivat samalla hyvinä sähkön eristeinä. Peltier-elementissä positiiviset ja negatiiviset puolijohteet kytketään sähköisesti sarjaan ja termisesti rinnan ja kun puolijohteiden läpi johdetaan virta, syntyy peltier-ilmiö./5/

5.1.2 H085-1-mikropumppu

Mikrobitutkimussalkun ilmastusjärjestelmässä käytetään yhdysvaltalaisen Hargravesin valmistamaa H085-11-mikropumppua. Ilmakalvotyypistä pumppua pyörittää tasavirtamoottori. Pumppu soveltuu hyvin käytettäväksi salkkuun, koska se on pienikokoinen ja melko hiljainen.

H085-11-mikropumpun tekniset ominaisuudet:

- käyttöjännite 12 VDC
- virrankulutus 240 – 370 mA
- ilmakalvotoiminen
- ilmantuotto max. 3,2 l/min.

5.1.3 Cempro100 -mittalaite

Chempro100 on kevyt, kädessä pidettävä laite, jolla voidaan havaita ilmasta erilaisia haitallisia kaasuja ja höyryjä. Laite soveltuu puolustusvoimien käyttöön ja muihin turvallisuuksosovelluksiin. /6/

Puolustusvoimissa laitetta voidaan käyttää sotilaan henkilökohtaisena suojavälineenä myrkyllisiä kaasuja vastaan. Laite etsii ilmasta kemiallisia aineita ja hälyttää, kun pitoisuudet muuttuvat niin korkeiksi, että suojavälineiden käyttö on tarpeellista. Laite täyttää Naton vaatimat standardit ja se kuuluukin jo EU-joukkojen vakiovarustukseen. /7/

Turvallisuuspuolella laitetta voidaan käyttää monin eri tavoin. Esimerkiksi VR käyttää laitetta, kun se etsii junan vaunuista mahdollisia kemiallisia vuotoja. Myös mahdollisissa teollisuusonnettomuuksissa ja terrori-iskuissa voi vapautua ilmaan vaarallisia aineita, jotka voidaan havaita ChemPro100 -laitteella. /7/

5.2 Projektin käynnistäminen

Uuden mikrobienrikastuslaitteen tuotekehitysprojekti alkoi laitteen aiempiin malleihin tutustumisella. Varsinkin PMEU Scentrion -mallissa käytettyyn tekniikkaan ja sen toimintaperiaatteeseen piti tutustua syvemmin, koska uudessa laitteessa hyödynnetään suurelta osin samaa tekniikkaa.

Projektin alussa pidettiin aloituspalaveri, jossa projekti varsinaisesti käynnistettiin. Palaverissa katsottiin alustavasti projektin aikataulua ja selvitettiin myös, projektin sisältö ja tavoitteet. Aloituspalaveriin osallistuivat

- yrityksen henkilökuntaa
- opiskelija
- ohjaava opettaja.

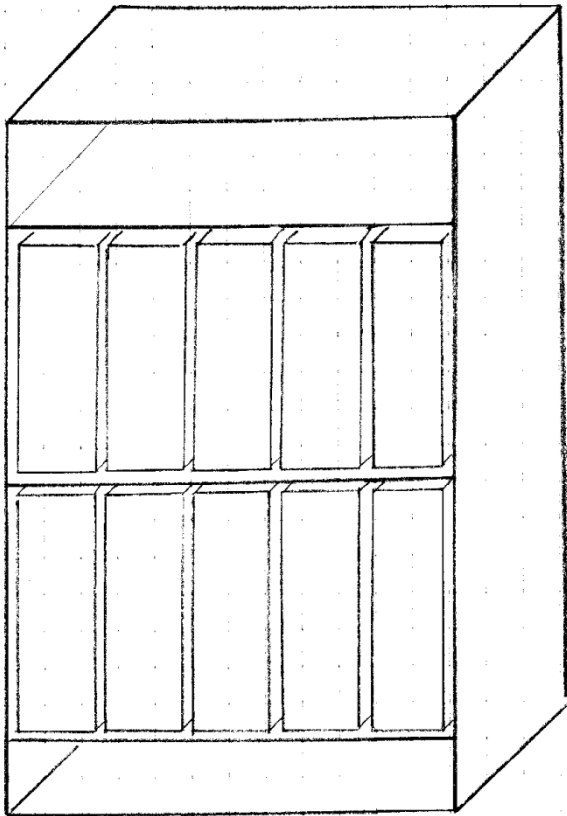
5.3 Projektin luonnosteluvaihe

Projektin luonnosteluvaihe aloitettiin sen jälkeen, kun tuotteeseen oli tutustuttu sen verran, että tiedettiin, kuinka laite toimii ja mitä komponentteja salkussa on. Alkuvaiheessa luonnoksia tehtiin pelkästään paperille piirtämällä. Luonnoksissa otettiin huomioon se, että laitteen sisään saisi sijoitettua kerrallaan noin 80–100 näytettä. Luonnostelun alkuvaiheessa kävi selväksi, että laitteesta ei pysty tekemään enää niin pientä, että se olisi kätevästi liikuteltavissa. Paperille tehtyjen luonnosten perusteella alettiin pikku hiljaa siirtää luonnoksia 3D-muotoon. 3D-mallinnuksien tekemisen käytettiin Solidworks 2009 -ohjelmaa. 3D-mallinnuksia tehtäessä on helpompaa ja nopeampaa kokeilla eri ideoiden toimivuutta kuin paperille piirrettäessä. Luonnosteluvaiheessa keskityttiin ideoimaan laitteen toimintamallia ja sitä miten näyteruiskut sijoitellaan laitteen sisälle.

Yksi tärkeä kohta, mihin työssä piti hakea vaihtoehtoisia ratkaisuja, oli PMEU Scentrionissa ruiskuilta poistuvaa ilmaa ohjaavien magneettiventtiilien korvaaminen. Magneettiventtiilit ovat melko arvokkaita, ja niitä on nykyisessä laitteessa yhteensä 12 kappaletta. Jos uuteen laitteeseen laitettaisiin magneettiventtiilit samalla periaatteella kuin nykyisessä laitteessa on, tulisi uuteen laitteeseen 120 magneettiventtiiliä, jos laitteessa on paikat sadalle näytteelle. Samalla laitteen hintaan jouduttaisiin nostamaan melko paljon. Luonnosteluvaiheen aikana syntyi idea laitteen toimintaperiaatteesta ja kolme erilaista vaihtoehtoa magneettiventtiilien korvaamiseen. Vaihtoehdot ovat putkiversio, ruuviversio ja revolveriversio.

5.3.1 Laitteen toimintaperiaate

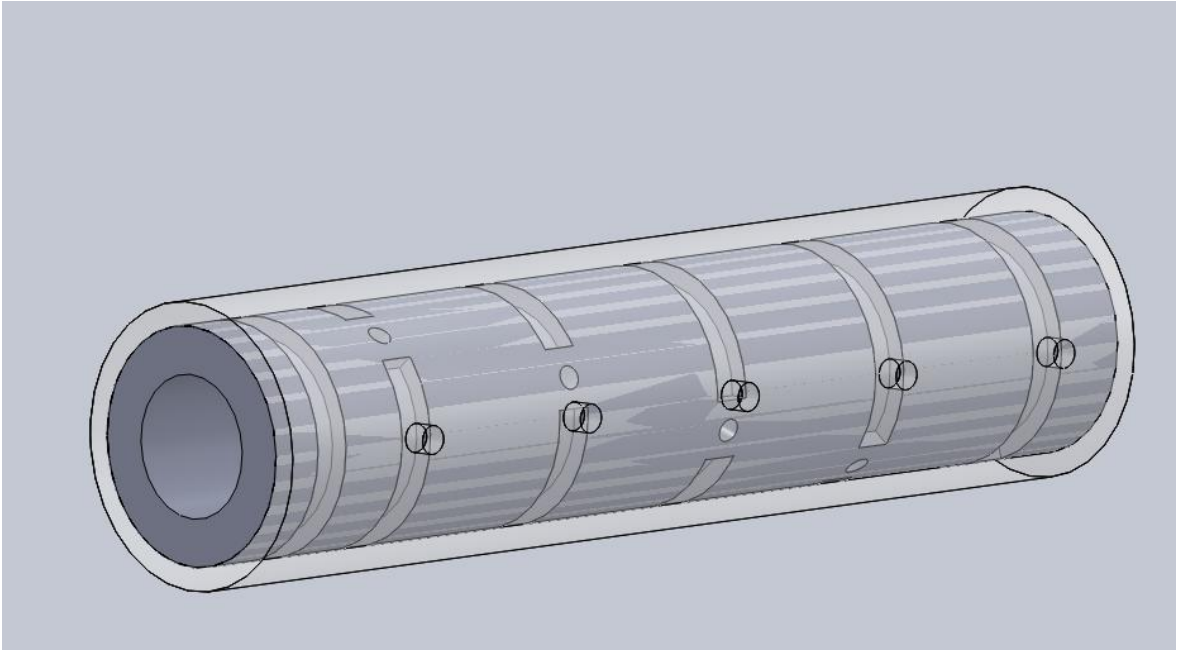
Koska uudessa laitteessa tullaan hyödyntämään PMEU Scentrion -salkussa käytettävää tekniikkaa, ei varsinaisen rikastusprosessin tule mitään muutoksia. Luonnosteluvaiheen heti alkuvaiheessa kehittyi idea, jossa näyteruiskut sijoitettaisiin eräänlaisiin vetolaatikoihin. Yhteen vetolaatikkoon sijoitettaisiin kymmenen näyteruiskua, joten vetolaatikoita tarvitaan kymmenen kappaletta, jotta saavutettaisiin tavoitellut 100 paikkaa. Lopulta luonnostelussa laite muodostui kuvan 7 näköiseksi kaapiksi, jossa on erilliset laitetilat sekä vetolaatikoiden ylä- että alapuolella. Lisäksi laitteen takaosassa on tilaa letkuille ja sähköjohdoille.



Kuva 7. Luonnos uudesta mikroinrikastuslaitteesta.

5.3.2 Putkiversio

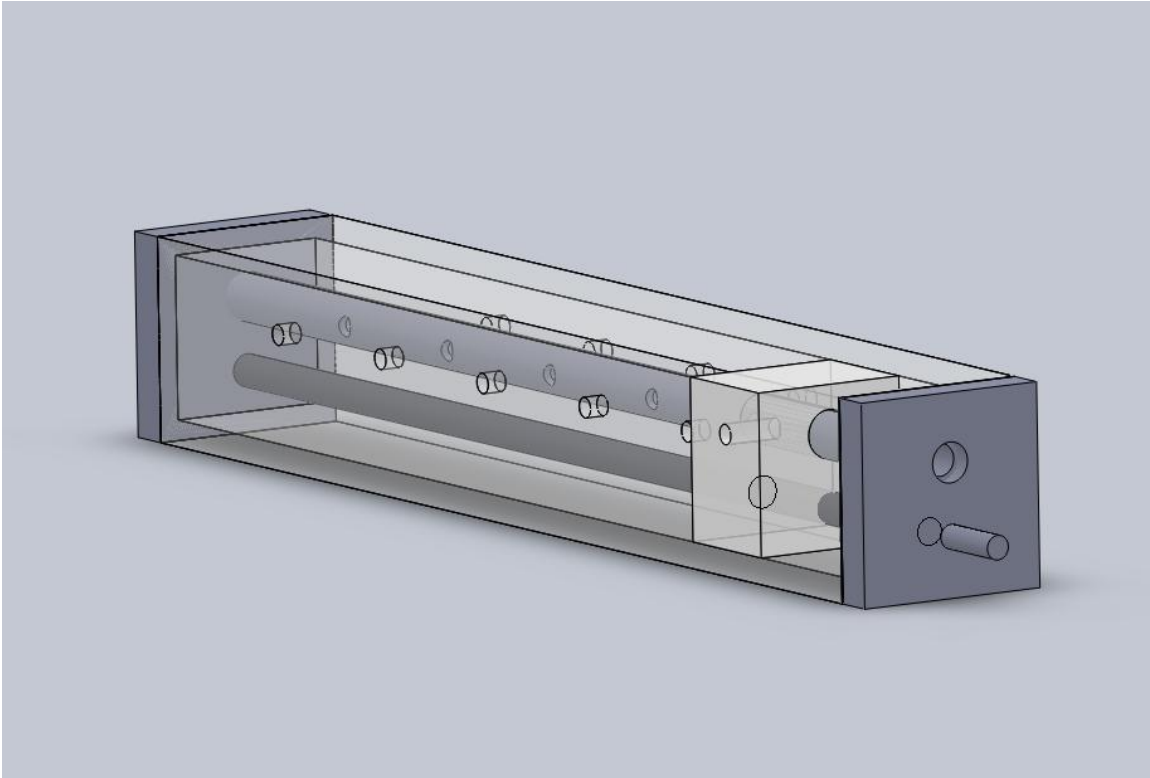
Putkiversiossa (kuva 8) toimintaperiaate on sellainen, että laitetaan kaksi halkaisijan erikoista putkea siten, että pienempi putki laitetaan isomman sisään. Isompi putki on kiinteästi paikoillaan ja sisempää putkea pyöritetään moottorin avulla. Ulomman putken kahdella vastakkaisella puolella viisi reikää molemmalla puolella, joihin kytketään letkulla näyteruiskulta poistuva ilma. Sisemmässä putkessa on yhteensä viisi reikää, jotka on sijoitettu putken pituussuunnassa samaan kohtaan kuin ulkoputken reiät ja putken kehälle reiät on sijoitettu 30° jaolla. Tällöin näyteruiskulta tuleva ilma menee vain yhdeltä ruiskulta kerrallaan sisäputken sisään, josta se ohjataan mittalaitteelle. Ruiskulta tuleva ylimääräinen ilma ohjataan sisäputkessa olevia uria pitkin laitteesta ulos suodattimen kautta. Sisäputkessa olevat reiät on sijoitettu kehän toiselle puolikkaalle, joten näyte otetaan ensin ulkoputken toisen puolen rei'istä ja sen jälkeen toiselta puolelta. Sisäputkeen ohjataan myös puhdasta ilmaa näytteen ottojen välillä. Puhdasta ilmaa käytetään pesemään mittarille menevät ilmakeinavat ja puhtaan ilman avulla ikään kuin työnnetään näytteeltä tuleva näyteilma mittalaitteelle, joka analysoi näytteen.



Kuva 8. Luonnos putkiversiosta.

5.3.3 Ruuviversio

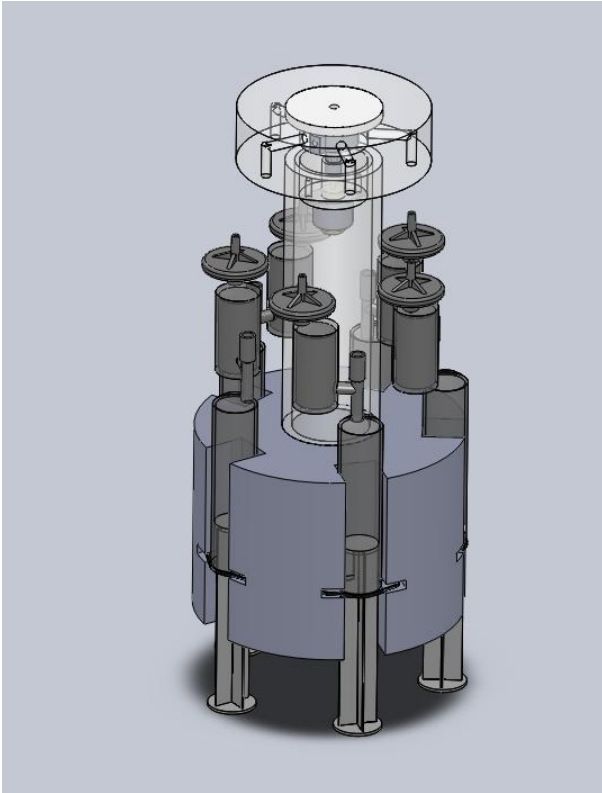
Luonnosteluvaiheen aikana syntyi toinen versio, joka muistuttaa jonkin verran putkiversiota. Ruuviversiossa (kuva 9) ulommainen putki on neliön muotoinen ja sen sisällä on kuutio. Ulommaisessa neliöputkessa on viisi reikää samalla tavoin kuin putkiversiön ulommaisessa putkessa. Sisällä olevassa kuutiossa on kaksi isompaa reikää neliöputken suuntaisesti. Alemmassa reiässä on kierre, jonka läpi laitetaan kierretanko. Kierretanko asennetaan molemmista päistä ulomman putken päihin tuleviin pätylaippoihin siten, että se ei liiku paikaltaan, mutta se pyörii. Kierretankoa pyörittämällä kuutio liikkuu edestakaisin ja pysähtyy yhden reiän kohdalle kerrallaan, jolloin näyteruiskulta tuleva ilma menee kuution sivussa olevasta reiästä kuutiossa olevaan ylempään reikään. Ylemmän reiän läpi kulkee pienempi pyöreä putki, jossa on reiät samoissa kohdissa kuin neliöputkessa. Tämä putki tulee suojata esimerkiksi jollain haitarin tavoin kokoon taittuvalla suojakumilla. Suojaus vaaditaan, koska näyteruiskuilta tuleva ylimääräinen ilma johdetaan neliöputken sisään eikä se saa sekoittua pienen putken sisään menevän näyteilman kanssa. Tässäkin versiossa pienen putken sisään johdetaan puhdasta ilmaa, joka pesee ilmakehän. Neliöputken sisältä ylimääräinen ilma johdetaan suodattimen kautta ulos.



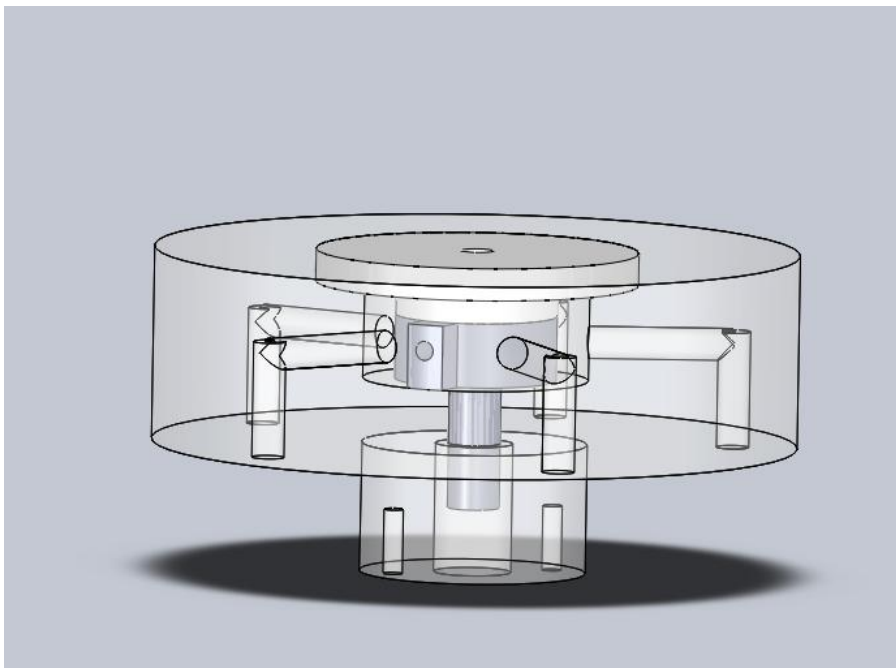
Kuva 9. Luonnos ruuviversiosta.

5.3.4 Revolveriversio

Kolmas tapa, jolla magneettiventtiilit voisi korvata, olisi eräänlainen revolveri (kuva 10). Tämä versio oli ollut yrityksen työntekijöiden ajatuksissa jo ennen insinööriyön aloittamista. Revolveriversiossa näyteruiskut sijoitettaisiin pyöreään telineeseen. Näytteiltä poistuva ylimääräinen ilma johdetaan revolverin yläpäässä (kuva 11) olevaan suljettuun tilaan, josta se johdetaan edelleen suodattimen kautta ulos. Näytteenotto tapahtuu revolverin yläpäässä olevan pyörivän osan avulla. Tätä osaa pyöritetään siten, että siinä oleva uloke osuu yhden reiän kohdalle kerrallaan ja näyteruiskulta ohjautuu tällöin ilma mittarille. Pyörivää osaa pyöritetään moottorin avulla.



Kuva 10. Revolveriversio.



Kuva 11. Revolverin yläpää.

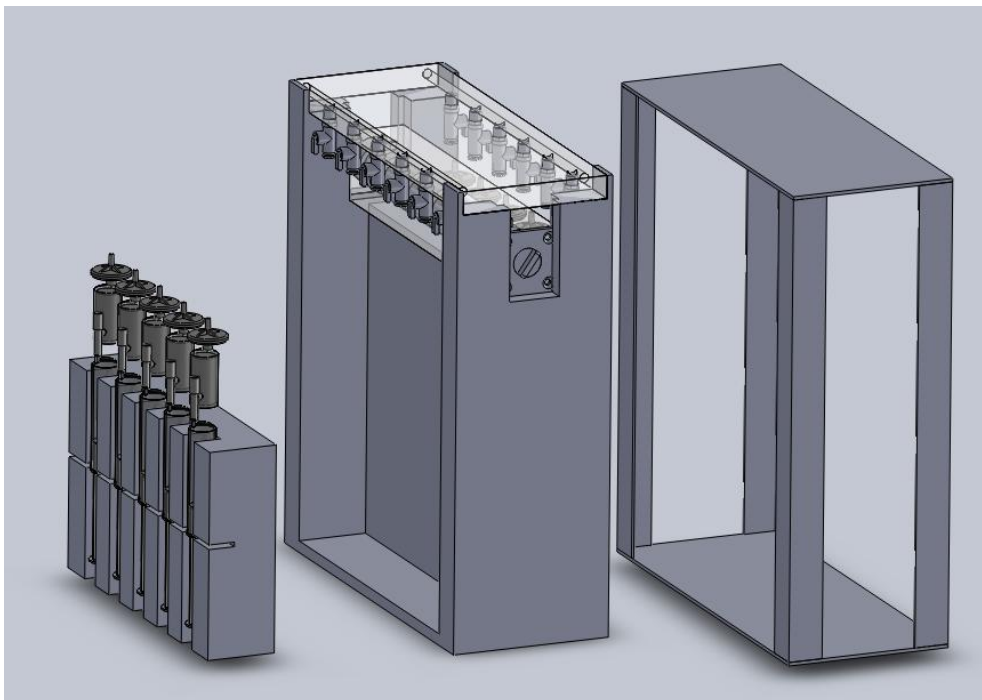
5.4 Suunnitteluvaihe

Projektin luonnosteluvaiheen lopussa pidettiin palaveri, jossa käsiteltiin luonnosteluvaiheen aikana esille tulleita ideoita. Palaverissa päätettiin, että kolmesta eri versiosta, joilla magneettiventtiilit voidaan korvata, aletaan kehittää putkiversiota. Ruuvi- ja revolveriveriot säilytettiin kuitenkin. Palaverissa todettiin myös, että rikastuksessa voidaan käyttää montaa erikokoista näyteruiskua, joten erikokoisille ruiskuille piti kehittää omat telineet. Lisäksi palaverissa pohdittiin, että olisiko laite mahdollista jakaa esimerkiksi neljään osaan siten, että jokaisessa tilassa voisi käyttää eri lämpötilaa. Palaverissa tehtyjen päätösten perusteella voitiin aloittaa projektin suunnitteluvaihe.

Palaverissa esille tulleiden kehitysideoiden lisäksi suunnitteluvaiheessa piti suunnitella, miten rikastusprosessin ilmastusjärjestelmä toteutetaan ja kuinka eri komponentit sijoitetaan laitteen sisälle.

5.4.1 Näyteruiskujen telineet

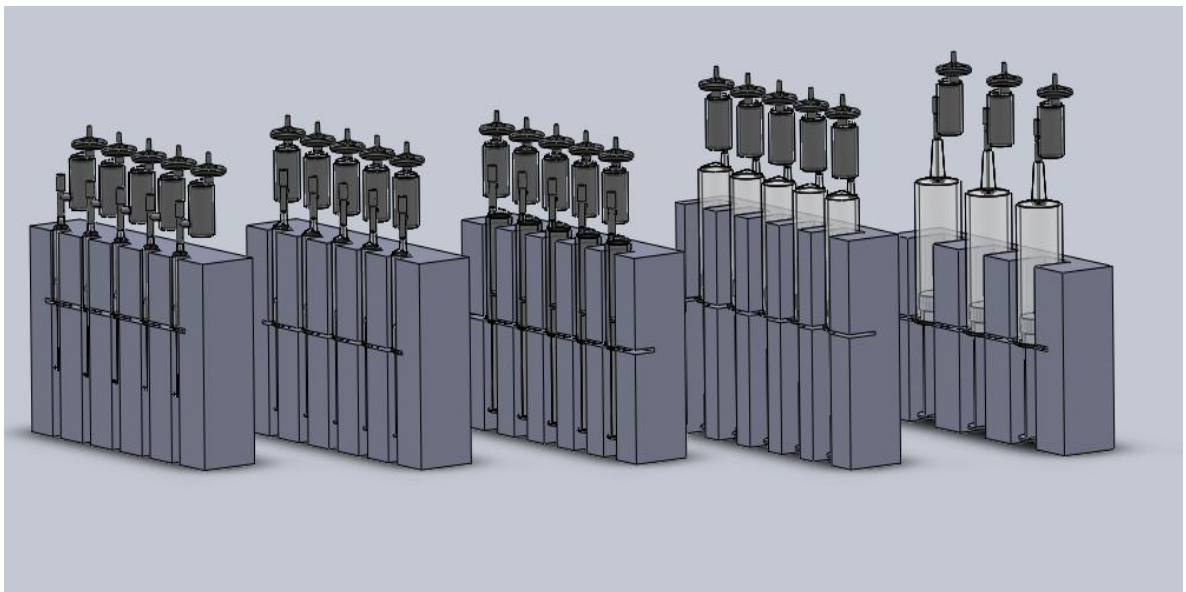
Mikrobinäytteitä rikastettaessa voidaan käyttää useita erikokoisia ruiskuja. Luonnosteluvaiheen lopussa pidetyssä palaverissa päätettiin, että uudessa laitteessa tulisi pystyä käyttämään ainakin 5 ml, 10 ml, 20 ml, 60 ml ja 100 ml ruiskuja. Nykyisessä PMEU Scentrion-mallissa on laitetta testattaessa käytetty 20 ml näyteruiskua.



Kuva 12. Vasemmalla irrotettava moduuli, keskellä ruiskuteline ja oikealla vetolaatikon runko.

Näyteruiskujen telineeseen piti saada mahtumaan yhteensä kymmenen ruiskua ja teline piti saada mahtumaan kaappiin tulevan vetolaatikon sisään. Vetolaatikkoon piti telineiden lisäksi mahtua putkiversio. Lopulta ruiskutelineestä tuli kuvan 12 näköinen kokonaisuus. Itse vetolaatikko (kuva 12) koostuu ylä- ja alalevystä, jotka yhdistetään toisiinsa kulmarautojen avulla jokaisesta kulmasta. Ruiskuteline puolestaan muodostuu telineen rungosta, johon asennetaan kiinteästi putkiversio rungon keskelle. Lisäksi rungon päälle tulee jakotukki, josta ilma jaetaan näyteruiskuille.

Varsinaisista telineistä, johon ruiskut laitetaan, muodostui moduuleja (kuva 13), jotka ovat kaikki ulkomitoiltaan samankokoisia. Eri moduuleissa on jokaisessa lokerot yhdenkokoisille ruiskuille. Yhteen moduuliin mahtuu kerrallaan viisi näyteruiskua, lukuun ottamatta 100 ml ruiskujen moduulia, johon mahtuu kolme näyteruiskua kerrallaan. Moduulit laitetaan ruiskutelineen molemmille puolille niille varatuille paikoille. Samaan paikkaan voi laittaa kaikki erilaiset moduulit.



Kuva 12. Ruiskutelineen moduulit erikokoisille näyteruiskuille. Vasemmalta 5 ml, 10 ml, 20 ml, 60 ml, 100 ml.

5.4.2 Ilmastusjärjestelmä

Ilmastusjärjestelmän suunnittelussa hyvänä pohjana toimi lähtökohtana ollut PMEUScentrion. Ilmastusjärjestelmän tulisi toimia uudessa laitteessa samalla tavalla kuin nykyisessä salkussa. Uuteen laitteeseen pitää kuitenkin laittaa enemmän komponentteja. Scentrion -mallissa käytettävän pumpun kapasiteetti ei riitä yksinään hoitamaan kaikkien ruiskujen ilmastusta ja ilmakehien pesua. Tästä syystä pumppujen määrä nostettiin kuuteen. Yh-

dellä pumpuista hoidetaan ilmakehien pesu, ja viisi muuta pumpua hoitavat kukin 20 näyteruiskun ilmastuksen. Putkiversion avulla oli alun perin tarkoitus korvata kaikki magneettiventtiilit, mutta venttiileitä tarvitaan vielä 10 kappaletta. Magneettiventtiileillä suljetaan pesuilman meno mittarille siksi aikaa, kun näytteenoton ajaksi. ChemPro-mittalaitteiden määrä nostetaan viiteen. Yhdellä mittalaitteella voidaan suorittaa 20 näytteen mittaustyökierto noin yhdessä tunnissa. Tätä pitemmäksi mittaustyökiertoa ei voi venyttää. Ilmastusjärjestelmästä on periaatekuva liitteenä 1.

5.4.3 Komponenttien sijoittelu

Komponenttien sijoittelussa piti ilmastusjärjestelmän komponenttien osalta ottaa huomioon ilmastusjärjestelmän toiminta. Ilmastusjärjestelmän osalta komponentit sijoitettiin siten, että ilma kulkee vain yhteen suuntaan, eikä välillä ylös ja takaisin alas. Ilmastusjärjestelmää varten tarvitaan suodattimet niin järjestelmän alku- ja loppupäähän, joten yksi suodatin sijoitetaan sekä laitteen yläosaan että alaosaan sijaitseviin laitetiloihin. Laitteen alaosaan sijoitetaan myös kaikki ilmapumput. Laitteen takaosaan olevaan tilaan sijoitetaan magneettiventtiilit, putkiversion sisäputken pyörittämiseen tarvittavat moottorit sekä kaikki ilmaletkut ja sähköjohdot vedetään sitä kautta. Laitteen yläosaan sijoitetaan mittalaitteet ja kaikki tarvittavat elektroniikkalaitteet.

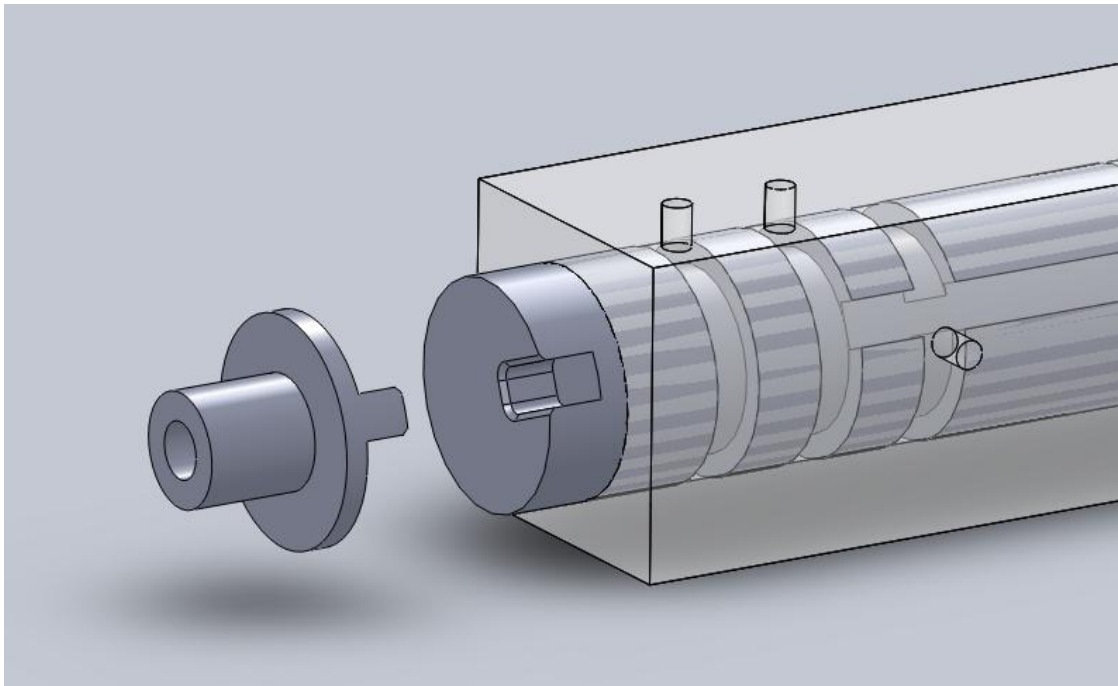
5.4.4 Näytetilan jakaminen osiin

Idea näytetilan jakamiseen useampaan osaan syntyi, koska erityyppisten mikrobien kasvu on ihanteellista eri lämpötiloissa. Jakamisen voi tehdä esimerkiksi siten, että näytetila jaetaan ensin ylä- ja alaosaan. Sen jälkeen molemmat osat voidaan jakaa kahteen osaan siten, että toiselle puolelle tulee kaksi vetolaatikkoa ja toiselle puolelle kolme vetolaatikkoa. Jokainen tiloista tulee eristää, että lämpötila pysyy oikeana. Lisäksi kullekin osalle tarvitaan oma lämmitysyksikkö. Eristeenä voidaan käyttää esimerkiksi paisutettua polystyreenimuovia eli EPS muovia. EPS on käytössä myös nykyisissä PMEU salkuissa eristeenä ja se on todettu toimivaksi.

5.4.5 Putkiversion kehittäminen

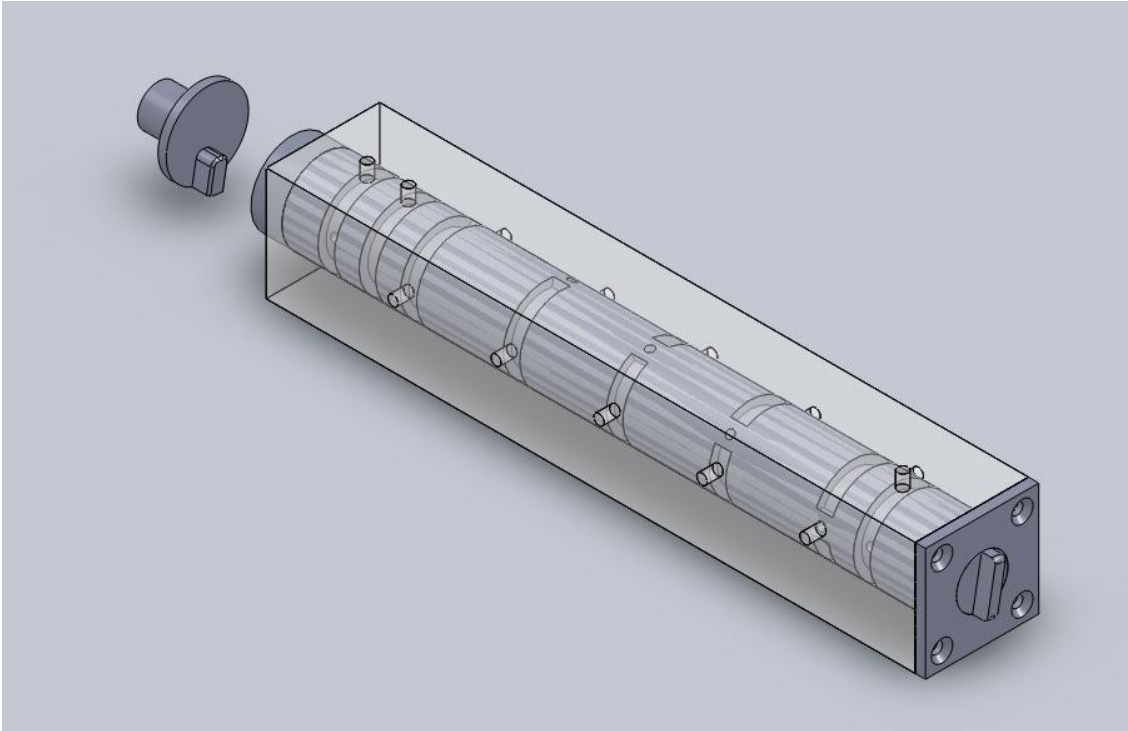
Putkiversion kehittämisessä piti ottaa huomioon monta asiaa. Tärkein asia oli sen mahdollistaminen ruiskutelineeseen. Suurin muutos mikä putkiversion tuli luonnokseen verrattuna, oli ulkoputken muuttaminen neliön muotoiseksi, koska se on helpompi asentaa ruiskutelineeseen.. Sisäputki säilytettiin pyöreänä. Sisäputken sisäreikä muutettiin siten, että se ei

mene enää koko putken läpi. Tällä tavoin sisäputken toiseen päähän voidaan tehdä kytkimen naarasosa, johon moottorissa kiinni oleva kytkimen urososa kytkeytyy (kuva 14).



Kuva 14. Putkiversion sisäputken päässä on kolo, johon kytkimen urososa kytkeytyy.

Putkiversion (Kuva 15) toiseen päähän tulee kiinni päätylevy, jolla estetään sisäputken liikkuminen siihen suuntaan. Sisäputken päähän tulee kiinni kierteen avulla pätylaippa, jossa on vipu. Vipua kääntämällä voidaan pyörittää sisäputkea käsin. Sisäputken automaattiseen pyörittämiseen sopii parhaiten käytettäväksi askelmoottori. Askelmoottorissa pystytään parhaiten säätämään moottorin akselin pyörimismäärä. Pyörimismäärä voidaan askelmoottorista riippuen säätämään jopa puolen asteen tarkkuudella.



Kuva 15. Putkiversion lopullinen muoto.

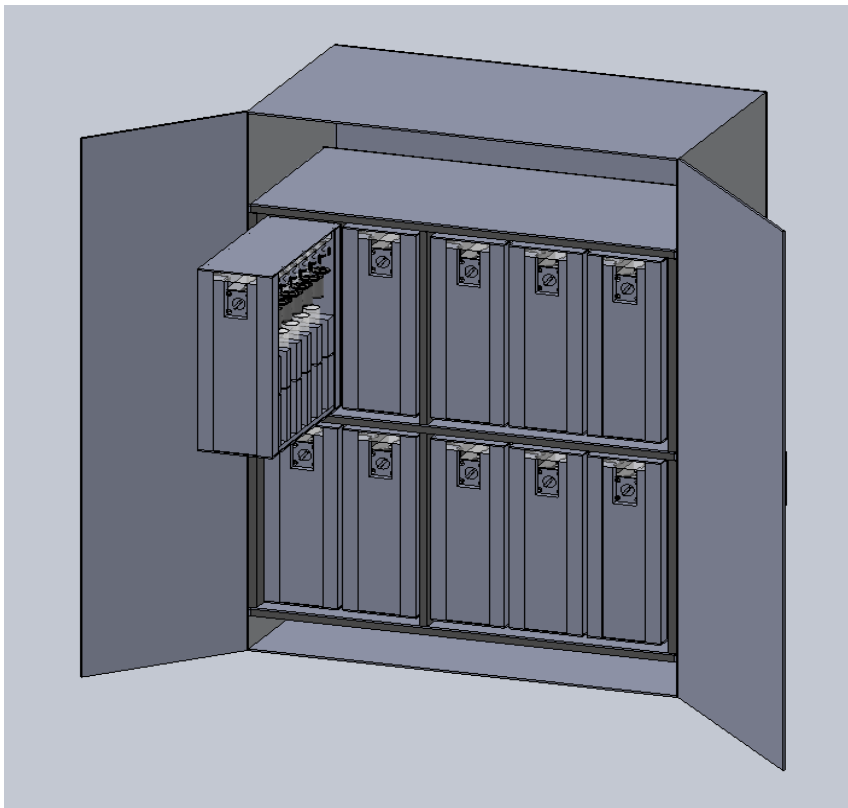
5.5 Viimeistelyvaihe

Projektin viimeisessä vaiheessa, eli viimeistelyvaiheessa, projektissa tehdyt mallit viimeisteltiin. Malleista tarkastettiin, että kaikki komponentit ja vetolaatikat mahtuvat laitteen sisään. Viimeistelyvaiheen aikana tuli myös esille idea, että voisiko laitteiston tehdä myös pohjautuen PMEU Spectrionissa käytettyyn tekniikkaan. Tämä olisi toteutettavissa jopa helpommin kuin tämän opinnäytetyön pohjana olleen PMEU Scentrionin tekniikalla, koska Spectrion-mallissa käytetty tekniikka on huomattavasti yksinkertaisempi näytteen ilmastuksen osalta. Tätä ei kuitenkaan ehditty enää suunnittelemaan sen pitemmälle, koska idea tuli ilmi niin myöhään.

6 UUSI MIKROBINRIKASTUSLAITTEISTO

Uuden mikrobinrikastuslaitteiston lähtökohtana oli laitteessa tutkittavien näytteiden määrän lisääminen. Uudessa laitteessa rikastusprosessi suoritetaan samalla tavalla kuin PMEU Scentrion -mallissa. PMEU Scentrion -mallia testattaessa on todettu, että komponentit ovat toimivia keskenään ja ne soveltuvat käytettäväksi mikrobientutkimusprosessissa. Valitsemalla samat komponentit säästetään aikaa ja resursseja uuden laitteen kehityksessä.

Uudessa laitteessa näyteruiskut asetetaan näytteenoton jälkeen näyteruiskulle sopivaan moduuliin, laitetaan moduuli paikoilleen ja kytketään näyteruiskuun tulo- ja poistoilmaletkut. Letkuja ei näy kuvassa, mutta ne ovat taipuisia ja menevät siten hyvin niille varattuun tilaan. Kun näytteet on laitettu paikoilleen, voidaan työntää vetolaatikko takaisin sisään. Työnnettäessä vetolaatikkoa sisälle pitää varmistaa, että moottorissa kiinni oleva kytkin menee paikoilleen sisäputken päässä olevaan uraan. Tarvittaessa sisäputkea voidaan kääntää käsin sisäputken toisessa päässä olevasta vivusta. Tämän jälkeen suljetaan ovet ja käynnistetään tietokoneeseen asennettu ohjelma. Ohjelman avulla säädetään mikrobin rikastusprosessin olosuhteet halutun laisiksi. Ohjelman avulla voidaan myös seurata prosessin etenemistä.



Kuva 16. Uusi mikrobinrikastuslaite, jossa tilaa sadalle näytteelle.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheen sain Savonia-ammattikorkeakoulun teknologiapäällikkö Raimo Häntisen kautta. Hän oli saanut opinnäytetyön aiheen tietoonsa sen jälkeen, kun yritys oli ottanut yhteyttä häneen. Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin pitämällä projektin aloituspalaveri hieman ennen joulua 2009. Varsinainen suunnittelutyö aloitettiin tammikuun 2010 alussa. Työn tekoon oli varattu aikaa koko kevät 2010, jolloin opinnäytetyön tekijän on tarkoitus valmistua. Työn tekoon meni lopulta aikaa noin 4 kuukautta.

Varsinainen konseptisuunnittelu tehtiin kolmessa vaiheessa: luonnosteluvaiheessa, suunnitteluvaiheessa ja viimeistelyvaiheessa. Jakamalla projekti useampaan vaiheeseen, saadaan työn teosta hieman enemmän motivoivaa. Motivaatiota antaa jokaisen välivaiheen saavutetut tulokset, joita saadaan tällä tavoin lyhyemmillä väliajoilla. Jos taas tehtäisiin koko projekti yhdessä vaiheessa, voisi työntekijältä loppua usko projektin valmistumiseen varsinkin projektin alkuvaiheessa, kun nähdään, että tehtävää työtä on paljon. Projektin luonnosteluvaihe tehtiin pääasiassa Samplion Oy:n tiloissa Siilinjärvellä, koska projektin lähtökohtana olleeseen PMEU-mikrobinrikastuslaitteistoon piti tutustua. Projektin alkuvaiheessa kului aikaa pelkästään laitteeseen tutustuessa. Suunnitteluvaiheessa ja viimeistelyvaiheessa työtä tehtiin pääasiassa koululla, koska 3D-mallien tekemiseen tarvittavaa SolidWorks-ohjelmaa ei yrityksellä ollut. Projektin eri vaiheiden välillä pidettiin palaverit, joissa tarkasteltiin edellisen vaiheen tuloksia ja katsottiin tulevia tehtäviä.

Projektin tuloksena syntyneet konsepti ja 3D-mallit uudesta mikrobinrikastuslaitteesta olivat kokonaisuudessaan onnistuneita. Saavutettujen tulosten perusteella voidaan hyvin helposti lähteä suunnittelemaan tuotetta.

Tuotteen suunnitteluvaiheen alussa pitää ratkaista ensin, mistä materiaaleista tuotteen eri osia aletaan valmistaa. Lähinnä tarvitsee valita laitteen ulkokuoret, eristeet, vetolaatikon ja ruiskutelineen materiaalit. Laitteen ulkokuoren ja eristeet voidaan hankkia samalta ali-hankkijalta kuin tähän mennessä on salkut hankittu, varsinkin jos käytetään samoja materiaaleja. Komponenttien valintaan ei tarvitse käyttää paljoa aikaa, koska uudessa laitteessa voidaan hyödyntää samoja komponentteja. Oikeastaan ainoa täysin uusi osa on askelmoottori. Laitteen ohjaukseen käytettävää piirikortti joudutaan todennäköisesti tekemään uudelleen, koska laitteessa on paljon enemmän ohjattavia laitteita. Myös näyttötilan lämmitykseen käytettävä peltier-elementti voidaan harkita vaihdettavaksi toisentyyppiseen lämmi-

tyslaitteeseen. Nykyisillä salkuilla rikastettaessa näytteenotto voi tapahtua lämpimämmässä ilmanalassa kuin mikä on haluttu rikastuslämpötila. Tästä syystä salkkuihin on valittu käytettäväksi peltier-elementti, jolla voi tarvittaessa myös jäähdyttää näytetilan ilmaa. Uusi laitteisto on kooltaan niin iso, ettei se ole liikuteltavissa samalla tavalla kuin PMEU-salkut. Laitteen alle voidaan kuitenkin laittaa pyörät, että sitä voidaan liikutella ainakin sisätiloissa. Koska laitetta käytetään sisätiloissa, ei näytetilan ilmaa tarvitse silloin jäähdyttää, joten uuteen laitteeseen voidaan haluttaessa valita sellainen lämmityselementti, jolla pystyy vain lämmittämään näytetilan ilmaa. Sen jälkeen kun on valittu laitteessa käytettävät materiaalit ja komponentit, voidaan alkaa valmistamaan tuotteen prototyyppiä. Prototyypin avulla testataan lopullisesti tuotteen toimivuus ja prototyypin perusteella voidaan tehdä kehitystyötä ennen lopullisen tuotteen tekemistä.

LÄHTEET

1. Finnoflag Oy, [verkkodokumentti]. [viitattu 8.3.2010]. Saatavissa:
<http://www.finnoflag.com/>
2. Samplion Oy, [vekkodokumentti]. Referenssit, [viitattu 10.3.2010]. Saatavissa:
<http://www.samplion.fi/fi/referenssit/>
3. Salkinoja-Salonen, Mirja, *Mikrobiologian perusteita*, Helsingin yliopiston Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos, Jyväskylä 2002 KUSTANTAJA
4. Samplion Oy, [verkkodokumentti]. Kannettava mikrobien rikastusyksikkö esite. [viitattu 10.3.2010]. Saatavilla:
<http://www.samplion.fi/userfiles/file/Samplion%20Spectrion%20FI.pdf>
5. Räty, Juha, Prosessorien ylikellottamismadollisuudet, [verkkodokumentti]. 2007 [viitattu 18.3.2010] Saatavilla:
<http://www.ratol.fi/opensource/pctekniikka/2/Kirjat/ylikellottaminen.pdf>
6. Environics Oy, [verkkodokumentti]. [viitattu 15.3.2010]. Saatavilla:
<http://www.environics.fi/index.php?page=chempro>
7. Naaranlahti, Jukka, Environics varustaa pahimpaan, [verkkodokumentti]. Ruotuväki 2008 [viitattu 18.3.2010]. Saatavilla:
http://www.mil.fi/ruotuvaki/?action=read_page&pid=125&aid=2063
8. Hakalehto, Elias, Semmelweis' present day follow-up: Updating bacterial sampling and enrichment in clinical hygiene, [verkkodokumentti]. Pathophysiology 2006 [viitattu 19.3.2010]. Saatavilla:
<http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/patphy/article/PIIS0928468006000770/fulltext>

LIITTEET

Liite 1 Ilmajärjestelmän kaavio

ILMAJÄRJESTELMÄN KAAVIO

Liite 1

