

---

**SELVITYS LABORATORION ANALYTIIKAN  
KEHITTÄMISMAHDOLLISUUKSISTA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Tuotekehityksenkoulutusohjelma

Riihimäki, 23.9.2012

*Päivi Lehtonen*

Päivi Lehtonen



RIIHIMÄKI

Tuotekehityksen koulutusohjelma

**Tekijä**

Päivi Lehtonen

**Vuosi** 2012

**Työn nimi**

Selvitys laboratorion analytiikan  
kehittämismahdollisuuksista

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön lähtökohtana oli selvittää [REDACTED] elintarvike- ja ympäristölaboratorion analytiikan kehittämismahdollisuuksia. Selvityksen lähtökohtana oli elintarvike- ja ympäristölaboratorion sitova tavoite lautakunta tasolla vuonna 2012.

Selvityksessä tarkasteltiin toimintojen automatisointia ja sitä kautta resursien vapautumista laboratorion muuhun toimintaan. Työ rajattiin käsittämään vesilaboratorioon hankittavan AAS -laitteen ja mikrobiologian laboratorioon elatusaineiden valmistukseen hankittavan elatusainekeittimen ja maljavalulaitteen hankinnan taloudellinen kannattavuus. Kannattavuuden laskuissa käytettiin annuiteetti- ja takaisinmaksumenetelmiä.

Saatujen tulosten perusteella todettiin, että laitteiden investoinnit ovat määritetyillä luvuilla laskettuina kannattavia. Vertailtaessa laitteiden hankinnan keskinäistä kannattavuutta on elatusainekeitin ilman maljavalulaitetta ensisijainen investointikohde, jolla saavutettaisiin henkilöresurssien käytön vapautuminen muuhun laboratorion toimintaan sekä laadullisia parannuksia elatusaineiden valmistukseen. Elatusainekeittimen hankinta ei myöskään aiheuta mitään rakenteellisia vaatimuksia ja sitä kautta kustannuksia laboratoriolle.

AAS - laitteen kannattavuus on riippuvainen laboratoriossa määritettävien analyysien lukumäärästä. Nykyisten analyysimäärien mukaan laitehankinta olisi kannattava, mutta ennen hankintaa tulisi kuitenkin saada lisätietoja hankinnasta aiheutuvista muutoskustannuksista. Lisäksi laitehankintaa voidaan perustella myös siitä saatavilla ergonomi- ja työturvallisuus perusteilla.

**Avainsanat** Investoinnit, investointilaskelmat, kannattavuus

**Sivut** 37 s. + liitteet 24 s.

RIIHIMÄKI  
Degree Programme in Product Development

---

<b>Author</b>	Päivi Lehtonen	<b>Year</b> 2012
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Report on a laboratory's analytical development opportunities	

---

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to establish the analytical development opportunities for the [REDACTED] Food and Environmental Laboratory. The study was based on the Food and Environmental laboratory's obligatory target that was made on a board level in 2012.

The study looked into the automation of operations, and thus the release of laboratory resources for other tasks. This study was restricted to establishing the profitability of the water laboratory's acquiring of a AA Spectrometer, and the microbiology laboratory's acquiring of a media preparator and Petri dish filling equipment for culture mediums. Profitability calculations used in the annuity and repayment methods were also discussed.

Based on the results, it was found that the equipment investments were profitable within the specified values. A comparison of profitability between the purchase of the machines established that the media preparator should be the primary target for investment. The media preparator improve quality in the manufacture of the culture media. Also the acquisition of the media preparator supply did not cause any structural requirements and thus was no extra cost to the laboratory.

The profitability of the AA Spectrometer depends on the number of the laboratory analysis. The acquisition of the device can also be justified by the available ergonomics and on safety grounds.

**Keywords** investment, investment calculations, profitability

**Pages** 37 p. + appendices 24 p.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Työn tavoitteet.....	6
1.2	Työn teoriaosa .....	6
2	INVESTOINNIT .....	6
2.1	Investoinnin määritelmä.....	6
2.2	Investointien luokittelu.....	7
2.3	Investointiprosessi .....	7
3	KANNATTAVUUS .....	9
3.1	Nykyarvomenetelmä .....	10
3.2	Annuiteettimenetelmä .....	10
3.3	Sisäinen korkokantamenetelmä.....	11
3.4	Yksinkertainen korkokantamenetelmä.....	11
3.5	Takaisinmaksuajan menetelmä .....	12
3.6	Herkkyysanalyysi .....	12
3.7	Muut vaihtoehtoiset laskelmat .....	13
4	SELVITYKSESSÄ OLEVAT LAITTEET.....	13
4.1	AAS.....	13
4.1.1	Liekkitekniikka.....	14
4.1.2	Grafiittiuunitekniikka .....	14
4.1.3	Muut atomisointi tekniikat .....	15
4.2	Elatusainekeitin ja maljavalulaite.....	15
4.2.1	Elatusaineiden, kasvatus- ja laimennosliuosten prosessi laboratoriossa 19	
5	SELVITYS AAS -LAITTEEN HANKINNASTA.....	20
5.1	Hankintakustannukset .....	20
5.2	Laitteen sijoittelu ja muutokset laboratoriossa.....	21
5.3	Kustannuslaskelmat.....	23
5.3.1	Annuiteettimenetelmä.....	24
5.3.2	Takaisinmaksuaika .....	25
5.3.3	Herkkyysanalyysi .....	26
5.4	Muut hankintaan vaikuttavat tekijät.....	28
5.4.1	Tarjottujen laitteiden tekniset ominaisuudet.....	28
5.4.2	Nykyisten laitteiden käyttöiän pidentäminen .....	28
5.4.3	Analysointiaika ja työaikakustannukset .....	28
5.4.4	Työergonomia ja työturvallisuus .....	29
5.4.5	Ympäristö .....	29
5.4.6	Lisämääritysten mahdollisuus .....	29
5.5	Johtopäätökset .....	30

6 SELVITYS ELATUSAINEKEITTIMEN JA MALJAVALULAITTEEN HANKINNASTA .....	31
6.1 Hankintakustannukset, vuotuiset tuotot ja käyttökustannukset.....	31
6.2 Kustannuslaskelmat ja niihin vaikuttavat tekijät.....	31
6.2.1 Keittoerien määrä vuodessa.....	32
6.3 Takaisinmaksumenetelmä .....	34
6.4 Muut hankintaan vaikuttavat tekijät.....	34
6.4.1 Laatu ja työturvallisuus .....	34
6.4.2 Nykyisten laitteiden käyttöön pidentäminen .....	35
6.4.3 Huolto ja käyttäjäkokemukset .....	35
6.4.4 Valmismaljojen ja itse valmistettujen maljojen edullisuusvertailu .....	35
6.5 Johtopäätökset.....	36
7 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET .....	38

## LIITTEET

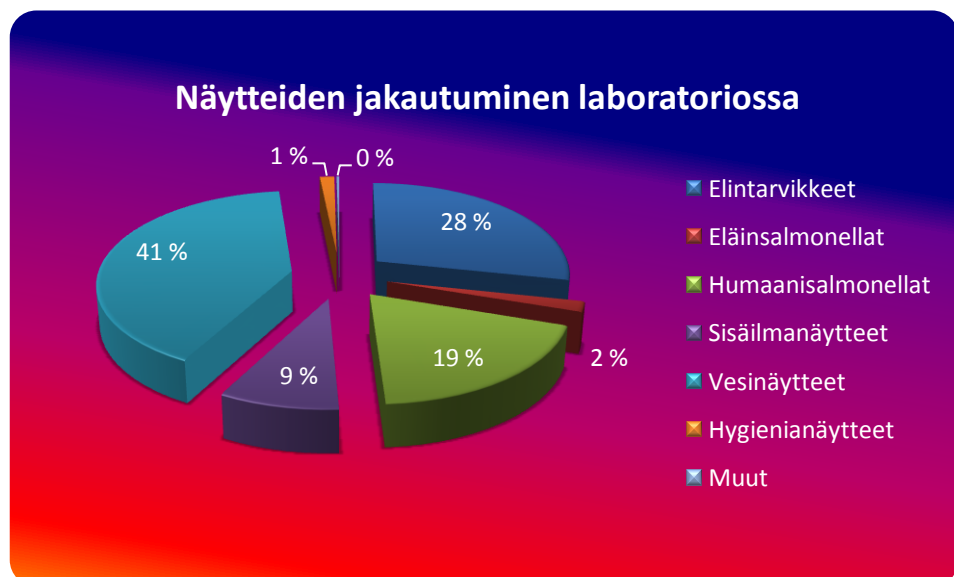
Liite 1	Avainsanaluettelo
Liite 2	AAS -laitteella saatava säästö (Luottamuksellinen)
Liite 3.1	FAAS -laitteen kannattavuuslaskelma, annuiteettimenetelmä (Luottamuksellinen)
Liite 3.2	GFAAS -laitteen kannattavuuslaskelma, annuiteettimenetelmä (Luottamuksellinen)
Liite 4	AAS -laitteen takaisinmaksuajat (Luottamuksellinen)
Liite 5.1	Näytemäärän muutos kannattavuuteen laitteiden eri hintaluokissa, annuiteettimenetelmä (Luottamuksellinen)
Liite 5.2	Analyysin hinnan muutos kannattavuuteen laitteiden eri hintaluokissa, analyysimäärä 600 kpl, annuiteettimenetelmä (Luottamuksellinen)
Liite 5.3	Analyysin hinnan muutos kannattavuuteen laitteiden eri hintaluokissa, analyysimäärä 800 kpl, annuiteettimenetelmä (Luottamuksellinen)
Liite 5.4	Analyysin hinnan muutos kannattavuuteen laitteiden eri hintaluokissa, analyysimäärä 400 kpl, annuiteettimenetelmä (Luottamuksellinen)
Liite 6	Valmistetut elatusaine-erät 2011 (Luottamuksellinen)
Liite 7	Elatusainekeittimellä ja maljavalulaitteella saatava säästö (Luottamuksellinen)
Liite 8	Elatusainekeittimen ja maljavalulaitteen takaisinmaksuajat (Luottamuksellinen)
Liite 9	Valmismaljojen ja itse valmistettujen maljojen edullisuusvertailu (Luottamuksellinen)

## 1 JOHDANTO

██████████ elintarvike- ja ympäristölaboratorio on perusanalytiikkaa tekevä testauslaboratorio. Laboratorio perustettiin vuonna 1956 maidontarkastamoksi, jolloin sen päätehtävänä oli tutkia maitotuotteiden mikrobiologista laatua. Vuonna 1994 laboratorio yhdistyi ██████████ vesilaboratorion kanssa, jolloin myös laboratorion analyysivalikoima laajeni vesikemiallisiin analyyseihin.

Laboratorio on ollut vuodesta 1996 mittatekniikan keskuksen akkreditoima testauslaboratorio ██████████, jonka laatujärjestelmä perustuu standardiin EN ISO/IEC 17025. Laboratorion menetelmistä 70 % on akkreditoituja.

Vakinaista henkilökuntaa laboratoriossa on laboratoriopäällikkö, viisi laboranttia ja välinehuoltaja. Mikrobiologian vastuuhenkilön palvelut laboratorio hankkii ostopalveluna. Laboratoriossa analysoidaan (kuvio 1) mm. elintarvike-, vesi-, sisäilma-, humaani- ja eläinsalmonella- sekä hygienia-näytteitä.



Kuvio 1. Laboratoriossa analysoitavien näytteiden prosentti osuudet.

Näistä mikrobiologisia analyysyjä on 53 % ja kemiallisia analyysyjä on 47 %. Laboratorio palvelee ██████████ muita toimialoja sekä alueen yrityksiä ja tuotantolaitoksia sekä yksityisasiakkaita. Lisäksi laboratorio myy näytteenottopalveluita yksityisille, yrityksille ja kaupungin muille yksiköille. Laboratorion toiminta-alue kattaa ensisijassa ██████████ seudun.

## 1.1 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena on selvittää laboratorion analytiikan kehittämismahdollisuuksia. Selvitystyö rajataan käsittämään metallimäärityksiin käytettävää atomiabsorptiospektrofotometriä (AAS), jonka tarkoituksena on korvata UV/VIS-spektrofotometriset määritykset ja mahdollisesti analytiikan laajentamisen muihin alkuaineisiin, sekä elatusaineiden, kasvatus- ja laimennosliuosten valmistamiseen hankittavaan elatusainekeittimeen joko maljavalulaitteen kanssa tai ilman.

Selvityksessä tulee ottaa huomioon seuraavat tekijät

- hankintakustannukset
- muutokset laboratoriossa
- kustannusvertailut
- vapautuneet resurssit
- työturvallisuus

## 1.2 Työn teoriaosa

Työn teoriaosassa käsitellään investoinnin perusteita, investoinnin luokitelutapoja ja investoinneissa käytettäviä investointilaskumenetelmiä sekä hankittavien laitteiden toimintaperiaatteita.

# 2 INVESTOINNIT

## 2.1 Investoinnin määritelmä

Investoinnit ovat pitkäaikaisia menoja, joiden tarkoituksen on saada tuloja ja hyötyä pidemmällä aikavälillä. Investointi käsite rajataan yleensä koskemaan menoja, jotka ovat rahamäärältään suuria ja joista saatavan tulon odotusaika on pitkä. (Nelimo & Uusi-Rauva 2005, 206.)

Investoinnit voivat olla aineellisia tai aineettomia. Aineelliset eli reaali-investoinnit ovat tuotantovälineitä kuten koneita, laitteita, toimitiloja tai tuotantolaitoksia. Aineettomiin luetaan kuuluvaksi esim. innovaatioinvestoinnit kuten tutkimus- ja tuotekehitysinvestoinnit.

Investointien avulla voidaan luoda esim. uusia työpaikkoja, rationalisoida toimintaa ja parantaa tuottavuutta. Investointien avulla voidaan siirtää myös vaarallisia ja epämiellyttäviä toimintoja ihmisiltä koneille. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 195.)

## 2.2 Investointien luokittelu

Investoinnit voidaan luokitella eri ryhmiin niiden merkitysten perusteella. Haverila, Uusi-Rauva, Kouri ja Miettien (2009, 197) luokittelee investoinnit seuraavasti:

- pakolliset investoinnit
- välttämättömyysinvestoinnit
- strategiset investoinnit
- tuottavuus investoinnit
- laajennusinvestoinnit

Pakollisiin investointeihin katsotaan kuuluvaksi ne investoinnit, jotka ovat lakien, asetusten ja viranomais määräysten mukaisia investointeja ja joihin kuuluvat esimerkiksi ympäristön pilaantumisen estämiseen tarvittavat investoinnit tai työsuojeluun vaikuttavat investoinnit.

Koneiden uusinnan ja peruskorjausten katsotaan kuuluvan välttämättömyysinvestointeihin, koska näiden avulla voidaan luoda toimintavarmuuden kannalta välttämättömät pakolliset korjaukset ja investoinnit.

Tuotekehittely, markkinointiorganisaatio ja jakelujärjestelmät katsotaan olevan strategisia investointeja, jotka ovat ns. pitkän aikavälin toimintalinjoja osoittavia investointeja.

Tuottavuusinvestointeihin katsotaan kuuluvaksi investoinnit, jotka lisäävät kilpailukykyä tuottoja lisäämällä ja kustannuksia vähentämällä. Näistä esimerkkinä ovat mm. tehokkaampien koneiden hankinta tai rationalisointi-investoinnit.

Kapasiteetin lisääminen yrityksen toiminnan laajentamisen kautta tai yrittösostoin katsotaan kuuluvaksi laajennusinvestointeihin. (Haverila ym. 2009, 197.)

Investoinnit voidaan jakaa myös reaali- ja finanssi-investointeihin. Reaali-investoinnit ovat yleensä koneiden ja laitteiden hankintaa sekä kiinteistöjen hankintaa ja rakentamista. Finanssi- eli rahoitusinvestoinnit ovat tärkeä osa pankki- ja vakuutus toimintaa. Rahoitusinvestoinnit ovat mm. osakkeiden ja arvopapereiden hankintaa pääomamarkkinoilta. Tällöin investoija ei sijoita rahojaan omaan toimintaansa vaan muiden toimintaan. (Ahola & Lauslahti 2002, 162.)

## 2.3 Investointiprosessi

Tarve investointeihin voi johtua esimerkiksi laitteiden vanhentumisesta, yrityksen palveluiden tai tuotteiden myynnin kasvusta, tilojen ahtaudesta tai markkinatilanteesta. Investointien huolellinen suunnittelu ja kannattavuuden ennakointi on tärkeää, sillä investointi heikosti toteutettuna voi vaarantaa koko yrityksen tulevaisuuden (kuvio 1). (Nelimo & Uusi-Rauva 2005, 207.)





Kuvio 2. Investointiprosessi

Kunnan investointitarve usein perustuu palvelujen ja kysynnän kasvuun. Investointien tarkoituksena on ensisijaisesti palvelutuotannon ylläpitäminen ja edistäminen. (Tyni, Myllyntaus, Rajala & Suorto 2009, 171.)

Investointitoiminnassa on keskeistä hyvä prosessin hallinta aina päätöksenteosta investointien toteuttamiseen ja käyttöönottoon sekä investoinnin seuranta varsinaisessa tuotannossa. Parhaan investointikohteen löytämiseksi on kartoitettava useita vaihtoehtoja ja verrattava niiden edullisuuteen vaikuttavia tekijöitä. (Haverila ym. 2009, 196.)

Päätöksenteon tueksi suoritetaan vaihtoehtolaskelmia, joiden avulla vertaillaan eri vaihtoehtojen kannattavuutta. Laskelmien tarkoituksena on selvittää investointien tuotot ja kustannukset, jolloin voidaan saada tietoa vaihtoehtojen kannattavuudesta ja taloudellisuudesta sekä laskelmien avulla asettaa vaihtoehdot edullisuusjärjestykseen. (Ahola ym. 2003, 31; Jyrkiö & Riistamaa 2004, 189.)

Ennen lopullista päätöksentekoa tulee selvittää, mitä investointi maksaa ja millä se rahoitetaan. Rahoituksen puolella on ns. nyrkkisääntö ”rahanlähteen ja rahan käytön pitää luonteeltaan vastata toisiaan”, eli lyhyen aikavälin hankinta tulee rahoittaa lyhytvaikutteisen rahoituksen turvin ja päinvastoin pitkän aikavälin hankinta pitkävaikutteisen rahoituksen turvin. (Haverila ym. 2009, 196.)

### 3 KANNATTAVUUS

Investointilaskelmien tarkoituksena on suorittaa vertailuja eri investointien välillä sekä selvittämään investoinnin kannattavuus ja järkevyys. Investointien kannattavuuteen vaikuttavat mm.

- perusinvestoinnin kustannukset
- investoinnista saatavat nettotulot
- investoinnin pitoaika
- investoinnin jäännösarvo
- laskentakorkokanta

Perusinvestointeihin katsotaan kuuluvaksi kaikki ne kustannukset, jotka syntyvät ennen kuin investointihanke on käyttövalmis. Nämä voidaan jakaa kahteen osaan, käyttöomaisuusinvestointiin ja käyttöpääomainvestointeihin. Näistä käyttöomaisuusinvestoinneista pääoma vapautuu vuosittain poistojen kautta, kun taas käyttöpääomainvestoinnit ovat pääoman sitoutumista rahoitus- ja vaihto-omaisuuteen. (Aho 1981, 25.)

Investoinneista saatavat nettotulot saadaan kun vuotuisista tuloista vähennetään vuotuiset kustannukset. Näiden erotusta kutsutaan nettotuotoksi. Nettotuotot ennakoidaan yleensä ensin suoriteperusteisina, jonka jälkeen ne investointilaskelmia varten muutetaan kassaperusteisiksi. (Aho 1981, 29.)

Investoinnin pitoajalla eli investointiajanjaksolla tarkoitetaan investoinnin arvioitua pitoaikaa. Mitä pidempi investoinnin pitoaika on, sen pidemmälle ajalle jakautuvat investoinnista aiheutuvat poistot. Pitoajalla tarkoitetaan aikaa, jolloin ko. laite on käyttökelpoinen tarkoitukseensa. Investointilaskelmissa käytetään yleensä kuitenkin ajanjaksona laitteen taloudellista pitoaikaa. Taloudellinen pitoaika on aika, jolloin markkinoille esim. ilmestyy parempi laite, joka tekee aiemmin hankitun laitteen vanhentuneeksi. Usein pitoaika perustuu kokemukseen tai arvioihin vastaavanlaisista laitteista. (Aho 1981, 29; Haverila, ym. 2009, 201.)

Jäännösarvo on arvo, mikä laitteella olisi, kun se pitoajan jälkeen myytäisiin. Usein jäännösarvo on nolla tai negatiivinen eli on maksettava, jotta päästäisiin laitteesta eroon. Jäännösarvo ei yleensä vaikuta paljoa investoinnin kannattavuuslaskennassa. (Aho 1981, 29 ja Haverila, ym. 2009, 201)

Laskentakorkokanta on rahan aika-arvon eli suoritusten välisen eriaikaisuuden huomioiva diskonttaustekijä. Jos halutaan painottaa nykyhetkeä lähellä olevia kustannuksia ja tuottoja, valitaan korkeampi korkokanta. Kun taas valitaan laskelmiin alhaisempi laskentakorkokanta, sitä vähemmän on väliä toteutuuko kustannus tai tuotto nyt vai tulevaisuudessa. (Tyni ym. 2009, 172.)

Yleisesti käytettävät investointilaskentamenetelmät ovat,

- nykyarvomenetelmä
- annuiteettimenetelmä
- sisäisen korkokannan menetelmä
- yksinkertainen korkokannan menetelmä
- takaisinmaksuajan menetelmä.

Näistä kolme ensimmäistä on peruslaskentamenetelmiä ja kaksi viimeistä on ns. yksinkertaistettuja menetelmiä. Näiden lisäksi kustannuslaskennassa on hyvä määrittää myös herkkyysanalyysi. Herkkyysanalyysillä tutkitaan miten kannattavuus muuttuu, kun yhtä tai kahta muuttujaa muutetaan. (Haverila ym. 2009, 199.)

### 3.1 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä (Net Present Value, NPV) kaikki investoinnin tuotot ja kustannukset diskontataan nykyhetkeen käyttämällä valittua laskentakorkokantaa. Jos nettotuottojen, kustannussäästöjen ja hankintamenon jäännösarvon nykyarvo määritetyllä laskentakorkokannalla on positiivinen, tällöin hanke on kannattava. Jos nettonykyarvo on negatiivinen, investointi ei ole kannattava ja sitä ei tule toteuttaa. Jos useampia investointivaihtoehtoja verrataan toisiinsa, on edullisin se hanke, jossa kassavirtojen nykyarvon ja jäännösarvon summa on suurin. Mitä pidemmälle aikavälille hankkeen kannattavuutta lasketaan, sitä vaikeampaa ja epävarmempaa on ennustaa tuottojen ja kustannusten suuruus. Mikäli laskentakorkokantaa ei käytetä, olisi investointi kannattava, jos nettotuotot olisivat vähintään hankintamenon suuruinen. Tässä tapauksessa yritys ei saisi mitään tuottoa sijoittamalleen pääomalle.

Nettonykyarvon laskennassa käytetään kaavaa,

$$Nykyarvo = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (1)$$

$i$  = korkokanta

$n$  = investointiaika

Kun vuotuiset nettotuotot pysyvät vuosittain samana, saadaan nykyarvojen summa, kun nykyarvo kerrotaan vuotuisella tuotolla.

(Haverila ym. 2009, 202; Tyni ym. 2009, 184.)

### 3.2 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmä on tavallaan nettonykyarvomenetelmän käänteinen tapaus. Annuiteettimenetelmässä investoinnin hankintameno jaetaan yhtä suuriksi pääomakustannuksiksi (= annuiteeteiksi) pitoaikaa vastaaville vuosiksi. Investointi on kannattava, jos vuosittainen nettotuotto on suu-

rempi kuin hankintakustannuksen annuiteetti. Annuiteettimenetelmää käytetään yleisesti lainanhoitokustannusten jakamisessa tasa-eriksi lainan juoksuajalle.

Laskentakauden annuiteetti lasketaan kertomalla jaksotettava kertakustannus annuiteettitekijällä. Annuiteettitekijä voidaan laskea kaavalla:

$$\text{Annuiteettitekijä} = \frac{i * (1 + i)^t}{(1 + i)^t - 1} \quad (2)$$

$i$  = kokokanta

$t$  = investoinnin pitoaika.

Investointi on kannattava, jos vuosittainen nettotuotto on suurempi kuin hankintakustannusten annuiteetti. Annuiteettimenetelmää voidaan käyttää silloin, kun vuotuiset nettotuotot pysyvät laskentakauden aikana mahdollisimman vakioina. (Tyni ym. 2009, 188)

### 3.3 Sisäinen korkokantamenetelmä

Sisäisen kokokannan (Internal Rate of Return, IRR) mukaan investoinnin nettonykyarvo on nolla eli sisäisen korkokannan menetelmässä etsitään se korkokanta, jolla tuottojen nykyarvo vastaa investoinnin hankintamenoa. Investointia voidaan pitää edullisena, jos sen sisäinen korkokanta on vähintään tavoitteeksi asetetun pääoman tuottoprosentin suuruinen. Verrattaessa eri investointivaihtoehtoja, on investoinnista se edullisin, jonka sisäinen korkokanta on suurin. (Tyni ym. 2009, 191; Nelimo ym. 2005, 221; Haveria ym. 2009, 204.)

Menetelmä sopii investointien edullisuusvertailussa parhaiten sellaiseen arviointiin, jossa kuukausittaiset nettotuotot ovat kausittain samat. Menetelmän käyttämisessä hankkeiden vertailussa on oltava varovainen silloin kun hankkeet poikkeavat rahamääräisesti tai pitoajaltaan olennaisesti toisistaan. (Tyni ym. 2009, 192 - 193.)

### 3.4 Yksinkertainen korkokantamenetelmä

Yksinkertaisella korkokantamenetelmällä eli pääoman tuottoastemenetelmällä saadaan tuottoaste ROI (return on investment), kun tyypillisen vuoden nettotuotto jaetaan keskimääräisellä investoinnilla. Keskimääräinen investointi saadaan, kun lasketaan investoinnin hankintameno ja jännösarvon keskiarvo. Keskimääräisen investoinnin sijasta voidaan laskennassa käyttää myös investoinnin alkuperäistä hankintamenoa.

Menetelmää on mahdollista vielä yksinkertaistaa jättämällä eriaikaisuus pois laskemista ja ottaa tämän tilalle korvaavaksi tekijäksi investoinnin poistot. Tämä menetelmä on yksinkertainen, mutta se antaa yleensä riittävän tarkat tulokset. (Haverila ym. 2009, 204 - 205.)

### 3.5 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksu menetelmän tarkoituksena on saada selville minkä ajan kuluessa investoinnin nettotuotot ylittävät perushankintakustannukset. Jos korkokantaa ei oteta huomioon laskelmissa, saadaan takaisinmaksuaika (Playback period) kaavalla:

$$\text{takaisinmaksuaika} = \frac{\text{perushankintameno}}{\text{nettotuotto vuodessa}} \quad (3)$$

Menetelmää käytetään yleisesti, koska se on erittäin yksinkertainen ja menetelmä sopii käytettäväksi silloin, kun pitkällä tähtäyksellä tuottoja on vaikea ennakoida. (Haverila ym. 2009, 205.)

Takaisinmaksuajan menetelmä on käyttökelpoinen jonkin toisen menetelmän kanssa rinnakkaisena käytettynä, koska sen avulla saadaan hankkeen mahdollinen taloudellinen kannattamattomuus todettua. Jos investointi ei tuota olemassaolonaikana hankintakustannuksia, niin tällöin absoluuttinen kannattavuus on negatiivinen ja näin ollen hanke ei ole kannattava. (Tyni ym. 2009, 181 - 182.)

### 3.6 Herkkyysanalyysi

Herkkyysanalyysillä tarkoitetaan laskelmissa olevien lähtötietojen muuttamista ja muuttuneiden arvojen vaikutusta investoinnin kannattavuuteen. Jos herkkyysanalyysissä jonkin arvon muuttaminen heikentää kannattavuutta huomattavasti, on investointia syytä arvioida kriittisesti. Vastaavasti, jos jonkin arvon muuttaminen selvästi parantaa kannattavuutta, niin tämä vahvistaa investointipäätöksen tekemistä. Herkkyysanalyysilaskelmat tehdään investointilaskelmien jälkeen. Herkkyysanalyysijä voidaan tehdä esimerkiksi muuttamalla

- korkokantaa
- tulevaisuuden tuottoja
- lähtökustannuksia
- investoinnin käyttöikä muuttamalla
- investoinnin käyttöastetta ja / tai asiakasmääriä

Herkkyysanalyysin tuloksien avulla voidaan osoittaa, että tulokset riippuvat jostakin taustaoletuksesta, jolloin tulosta ei voida pitää luotettavana. Tai vastaavasti, jos hanke on kannattava alhaisemmilla oletuksilla, on kannattavuus entistä todennäköisempi. Herkkyysanalyysin avulla voidaan paljastaa ne ”kynnysarvot” joilla investointi muuttuu tappiolliseksi. (Tyni ym. 2009, 198.)

### 3.7 Muut vaihtoehtoiset laskelmat

Perinteisten kannattavuuslaskelmien ohella voidaan verrata eri valmistusmenetelmien ja tuotantotapojen kannattavuutta ns. tuotantopoliittisten laskelmien avulla. Laskelmien avulla voidaan mm. selvittää kannattaako jokin suorite valmistaa tai tehdä itse vai kannattaako se hankkia ostopalveluna. Vaihtoehtoista kannattavin on se, minkä kokonaiskustannukset jäävät alhaisimmiksi.

Lopullisessa päätöksen teossa käytetään mitattavissa olevia tekijöitä ja/tai harkinnanvaraisia tekijöitä. Mitattavia tekijöitä ovat sellaisia, joiden aiheuttamat tuotot ja kustannukset voidaan selvittää, ja joiden avulla mitataan tuotantotekijöiden ja suoritteiden määrää. Harkinnanvaraiset tekijät koostuvat sellaisista tekijöistä, joita ei voida yksiköillä mitata. Toisinaan nämä voivat olla tärkeämpiä tekijöitä ja saada suuremman painoarvon kuin mitattavat tekijät päätöksen teossa. Esimerkiksi yritys voi saada osatuotteen halvemmalla ostamalla, mutta päätyy valmistamaan tuotteen itse, koska tällöin yritys ei joudu liian suureen riippuvuuteen toisesta yrityksestä. ( Ahola ym. 2002, 189 - 192.)

## 4 SELVITYKSESSÄ OLEVAT LAITTEET

### 4.1 AAS

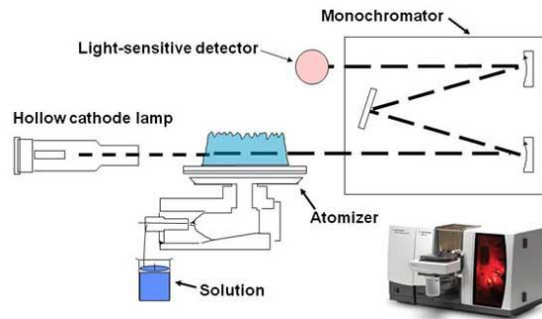
Atomiabsorptiospektrofotometri on erittäin herkkä ja selektiivinen laite jota käytetään alkuainemäärityksiin. Laitteella ei havaita yhdisteitä vaan ne hajotetaan analyysin aikana atomimuotoon kuumentamalla näyte 2000-3000 °C:een. Laitteella voidaan määrittää n. 70 alkuainetta. Jotta haluttua alkuainetta voidaan tutkia, on sen atomaarisessa perustilassaan absorboitava aallonpitoisuusalueella 190...900 nm. Tällaisia ovat lähes kaikki metallit.

AAS -laite koostuu valonlähteestä, atomisaattorista, monokromaattorista, valomonistimesta, sekä detektorista eli tulostusyksiköstä. Tutkittava alkuaine määrää käytettävän lampun. Lamppuina käytetään ns. onttokatodilamppuja, jotka sisältävät tutkittavaa alkuainetta. Tämän lisäksi ne sisältävät täyttökaasuina joko argonia tai neonia. Saatavina on myös monielementtilamppuja, joissa on useita alkuaineita.

Atomiabsorptiotekniikat jaetaan ryhmiin sen mukaan miten aine saadaan atomimuotoon. Perinteisemmät tekniikat ovat liekkitekniikka ja grafiittiuunitekniikka. Näiden lisäksi on myös muita atomisointimenetelmiä kuten kylmähöyrytekniikka ja hybriditekniikka. (Jaarinen & Niiranen 2005, 69 - 72.)

#### 4.1.1 Liekkitekniikka

Liekkitekniikassa (kuva 1) näyte syötetään kuumaan liekkiin, jossa sen sisältämät yhdisteet atomisoituvat. Tavallisimmin käytetyt liekit ovat ilma-asetyleeni- ja typpioksiduuli-asetyleeni liekit. Ilma-asetyleeniliekissä lämpötila on matalampi kuin typpioksiduuli-asetyleeniliekillä. Ilma-asetyleenin lämpötila-alue on 2100-2400 °C ja typpioksiduuli-asetyleeniliekin lämpötila-alue on 2600-2800 °C. Jälkimmäistä liekkiä käytetään silloin, kun aine muodostaa termisesti hyvin kestävä yhdisteen. Tällaisia aineita ovat mm. alumiini, barium ja tina. (Jaarinen ym. 2005, 73 - 74.)



Kuva 1. Liekkitekniikka (Kuva: Agilent | 280Z AA)

Liekkitekniikan edut:

- edulliset laitteet
- edulliset käyttökustannukset
- yksinkertainen käyttö
- lyhyt analysointiaika

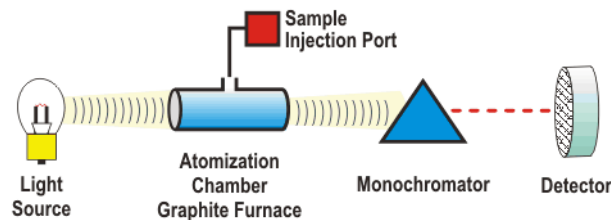
Liekkitekniikan haitat:

- liekkitekniikka vaatii aina henkilön paikalle
- liuottimet ja palokaasut laimentavat liekkiä, jolloin toteamis- ja määritysraja jää korkeaksi

(Jaarinen ym. 2005, 74; haastattelu Hurmalainen 13.3.2012; haastattelu Ylikoski 4.4.2012)

#### 4.1.2 Grafiittiuunitekniikka

Grafiittiuunitekniikka (kuva 2) on liekitön menetelmä. Grafiittiuunitekniikassa näytteen atomisointi tapahtuu kuumentamalla grafiittiputkea sähkövirran avulla. Uunissa on ohjelmoitava virtalähde, jolla kuumennus tapahtuu annetun lämpötilaohjelman mukaisesti. Uuni on vesijäähdytteisen metallikammion sisällä ja putkea huuhdellaan inertillä kaasulla, argon tai typpi. (Jaarinen ym. 2005, 75.)



Kuva 2. Grafiittiuuniteknikka (Kuva: ETS Laboratories – Taiwan Export Panel)

Grafiittiuuniteknikan edut:

- herkkyys
- pieni näytemäärä
- ei tarvitse henkilöä mittausten aikana
- voidaan analysoida myös kiinteitä näytteitä

Grafiittiuuniteknikan haitat:

- hankintahinta
- käyttökustannukset

#### 4.1.3 Muut atomisointi tekniikat

Muita atomisointimenetelmiä on kylmähöyrytekniikka, jota käytetään elohopean määrittämisessä ja hydriditekniikka, jossa alkuaineesta muodostetaan haihtuvia hydridejä, jotka huuhdotaan reaktioseoksessa kaasuvirran avulla. Hydriditekniikalla määritettäviä alkuaineita ovat mm. seleeni, arseeni, tina ja lyijy. (Jaarinen ym. 2005, 80 – 81.)

#### 4.2 Elatusainekeitin ja maljavalulaite

Mikrobiologisessa analytiikassa olennaisena osana on erilaisilla elatusainealustoilla tai erilaisissa liuoksissa kasvatettavat mikrobit (kuva 3). Elatusaineet valmistetaan kuivaelatusaineista lisäämällä niihin vettä ja mahdollisia lisäaineita ja steriloimalla ne. Saatavilla on myös täysin kaupallisia käyttövalmiita pulloitettuja elatusaineita tai valmiita elatusainemaljoja. Kuivaelatusaineista valmistettuina elatusaineet voidaan valmistaa perinteisin tavoin lasi- tai metalliastioissa magneettisekoittimella varustetulla keittolevyllä ja steriloida valmiit elatusaineet, kasvatus- ja laimennosliuokset autoklaavissa tai valmistaa ne elatusainekeitinillä, joihin voidaan tarvittavat valmistusohjelmat ohjelmoida etukäteen.





Kuva 3. Elatusainemaljat, kasvatus- ja laimennosliuoksia (Kuva: P.Lehtonen)

Elatusainekeitin on sekoittimella varustettu autoklaavi eli ns. painekeitin. Sen toiminta perustuu paineistettuun höyryyn käyttöön, jonka avulla autoklaavin sisälle saadaan yli 100 °C:een lämpötila (kuva 4). Elatusainekeitimessä kattilan pohjalla on magneettisekoitin, jonka tarkoituksena on saada tuotteesta mahdollisimman homogeeninen ja se, että lämpötilan jakautuminen valmistettavassa tuotteessa on mahdollisimman tasainen (kuva 5). (Haastattelu Mykkänen 24.4.2012; Nuutinen 3.4.2012)



Kuva 4. Elatusainekeitin (Kuva: P.Lehtonen)



Kuva 5. Elatusainekeitimen kattila varustettuna magneettisekoittimella (Kuva: P.Lehtonen)

Elatusainekeitimellä voidaan valmistaa elatusaineita, kasvatus- ja laimennosliuoksia, lisäksi sitä voidaan käyttää perinteisen autoklaavin tavoin instrumenttien ja nesteiden sterilointiin sekä elatusaineiden sulatukseen. Elatusainekeitimen koot vaihtelevat yhdestä litrasta 60 litraan. Elatusainekeitimen koko riippuu tarvittavasta keittoerän koosta. Elatusainekeitimissä voidaan valmistusta seurata piirturin avulla ja laitteelle on mahdollista ohjelmoida tarvittavat valmistusohjelmat. Elatusainekeit-

timellä voidaan valmistaa myös sellaiset elatusaineet, jotka eivät kestä kuumasterilointia.

Valmiit elatusaineet, kasvatus- ja laimennosliuokset pumpataan keittimestä pois joko elatusainekeittimeen liitettävän erillisen peristaattipumpun (kuva 5) tai maljavalulaitteen avulla (kuva 6). Maljavalulaite on laite, joka automatisoi elatusainemaljojen valmistuksen.



Kuva 6. Elatusainekeitin varustettuna yksinkertaisella peristaattipumpulla (Kuva: Sytec Mediaprep elatusainekeitin\_suomi.pdf)



Kuva 7. Elatusainekeitin liitettynä maljavalulaitteeseen. (Kuva: Mikrobiologian laitteet - MEDIQ SUOMI)

Elatusainekeittimen hyödyt:

- suuret valmistusmäärät
- keitintä voidaan käyttää autoklaavina ja vesihauteena
- keittimellä voidaan sulattaa elatusaineita
- elatusaineen valmistuksen seuranta piirturin tai muistikortin ja siihen tarvittavan ohjelman avulla
- laitteeseen voidaan ohjelmoida erilaisia ohjelmia, joissa esim. sterilointisykli on määritettävissä
- ohjelmoinnin avulla jokainen valmistettava elatusaineterä valmistetaan samalla tavalla
- elatusainekeitin säätää vastusten tehon automaattisesti valmistettavan liuosmäärän mukaan

- lisäaineet voidaan lisätä valmiiseen tuotteeseen kannessa olevan reiän kautta
- kuumasterilointia kestävämmät elatusaineet voidaan myös valmistaa keittimellä
- elatusainekeittimen kattilaa lukuun ottamatta ei erikseen pestäviä astioita
- laite sekä valmistaa että steriloi haluttaessa valmistettavat elatusaineet sekä kasvatus- ja laimennosliuokset
- jatkuvan sekoituksen takia homogeeninen seos
- resurssien vapautuminen muuhun käyttöön laitteen siinäajon jälkeen

### Elatusainekeittimen haitat:

- pieniä valmistuseriä ei voi valmistaa keittimellä
- värilliset elatusaineet värjäävät usein keittoastian

### Maljavalulaitteet hyödyt:

- kaikki maljat tasapaksuisia ja -laatuisia
- maljavalulaite merkitsee tarvittavat tunnistetiedot maljoihin
- ei vaadi laajaa pöytäpintaa
- vapauttaa resursseja sellaiseen työhön mitä kone ei voi korvata laboratoriossa
- osassa laitteista UV-valo kontaminaatio riskin pienentämiseksi

### Maljavalulaitteen haitat:

- korkea hinta

(Haastattelut Mykkänen 24.4.2012; Nuutinen 3.4.2012)

Perinteisellä tavalla valmistetuissa elatusaineissa ja liuoksissa ongelmana on

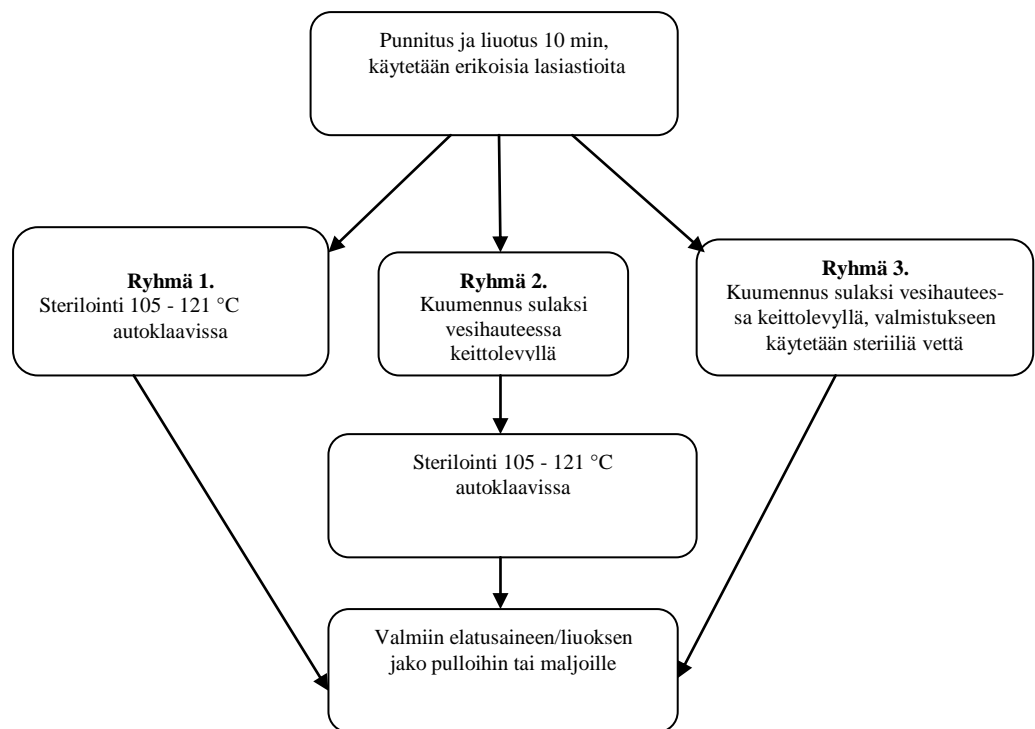
- valmistettavien liuosten ylikuumeneminen
  - pehmeä elatusaine geeli
  - väriaineiden häviäminen elatusaineista
  - epätyypillinen kasvu maljoilla
  - maljojen huono selektiivisyys
- työturvallisuus
  - lasiset valmistusastiat
  - kuumat liuokset keittolevyllä valmistettaessa
  - roiskumisvaara
- valmistusprosessia ei voi seurata
  - kuumennus aika
  - sterilointi aika
  - jäähtytys aika

- pienet valmistusmäärät
- pienet autoklavointimäärät
- valmistukseen kulunut aika
- työntekijän henkilökohtainen ”jälki”

#### 4.2.1 Elatusaineiden, kasvatus- ja laimennosliuosten prosessi laboratoriossa

Laboratoriossa valmistetaan vuosittain elatusaineita n. 350 litraa ja kasvatus- ja laimennosliuoksia n. 250 l. Elatusaineiden kohdalla suurin mahdollinen valmistettava erä on kaksi litraa. Liuoksia voidaan valmistaa suurempiakin määriä kerralla.

Laboratoriossa valmistettavien (kuvio 3) elatusaineiden valmistusprosessi voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään. Kaikille on ominaista punnitus valmistusastiaan ja liuotus huoneen lämmössä 10 minuuttia. Ryhmän 1 elatusaineet steriloidaan liuotuksen jälkeen autoklaavissa. Ryhmän 2 elatusaineet eivät liukene täydellisesti huoneen lämmössä, vaan ne täytyy keittää keittolevyllä ennen sterilointia autoklaavissa. Ryhmän 3 elatusaineet eivät kestä kuumasterilointia ja niiden valmistukseen käytetään steriiliä laboratoriovettä. Ryhmän 3 elatusaineet keitetään myös keittolevyllä. Suurin työaika menee ryhmän 2 ja 3 elatusaineiden keittämiseen keittolevyllä. Lopuksi valmiit elatusaineet joko pullotetaan säilytystä varten tai ne vataan käyttövalmiiksi elatusainemaljoiksi.



Kuvio 3. Elatusaineiden sekä kasvatus- ja laimennosliuosten valmistusprosessit laboratoriossa

Kasvatus- ja laimennosliuokset valmistetaan liuottamalla ne veteen, minkä jälkeen liuokset voidaan pullottaa ja lopuksi steriloida ne autoklaavissa 105-121 °C:ssa.

## 5 SELVITYS AAS -LAITTEEN HANKINNASTA

Investointien kannattavuuden laskelmissa AAS -laitteen kohdalla voitiin käyttää perinteisiä menetelmiä, koska suurimmiltaan osalta kustannuksiin vaikuttavat hankittavan laitteen hinta, laitteen vaatimat muutostyöt laboratoriossa sekä laitteella määritettävien analyysien määrä. AAS -laitteen kannattavuus laskelmissa käytettiin sekä annuiteetti- että takaisinmaksumenetelmiä. Tämän lisäksi käsiteltiin ns. harkinnanvaraisia asioita jotka vaikuttaisivat laiteinvestoinnin kannattavuuteen.

Laboratoriossa määritettäviin metallimäärytyksiin, rauta ja mangaani, riittää tarkkuudeltaan FAAS -laite, mutta tässä työssä käsiteltiin myös GFAAS -laitteen kannattavuutta lähinnä tulevaisuuden kannalta.

Laskennassa käytettiin hyväksi kaavoja kohteista <http://myy.haaga-helia.fi/~taaak/f/rahoi.xls> ja <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/kuntatalous/kustannuslaskenta/kustannuslaskentaopas/Sivut/default.aspx>. Luvun 5 tarkemmat laskelmat ovat liitteissä 2-5.

### 5.1 Hankintakustannukset

Kustannuslaskennassa käytetyt lähtötiedot saatiin laitetoimittajilta. Tarkkoja hintatietoja ei tässä työssä ole, koska ne ovat luottamuksellisia. Hankintahinta koostuu itse laitteesta ja siihen mahdollisesti liitettävästä näyttöväihteestä sekä laitetta ohjaavasta tietokoneesta ja tietokoneohjelmasta. Laboratorioon tehtäviä muutoksia ei ole otettu laskuissa huomioon, koska ne riippuvat hankittavasta laitteesta. Kohdassa 5.2 käydään kuitenkin lävitse laitteen sijoittelu ja muutostyöt laboratoriossa. Käyttökustannukset koostuvat vuosihuollosta sekä käyttökaasujen menekistä. Käyttökaasujen menekki on arvioitu laitetoimittajalta saatujen tietojen perusteella. Poistot laskettiin viidelle vuodelle, mutta laitteen käyttöikä on todellisuudessa tätä pidempi. Vuotuiset tuotot ovat analysoiduista näytteistä saatu tulo sekä hankittavalla laitteella säästyneet työaika kustannukset. Laskelmissa tulot laskettiin vuoden 2011 analyysimääristä ja vuoden 2011 hinnoilla. Nämä voivat vaihdella suuresti, jos analyysien määrissä tapahtuu oleellisia muutoksia, mutta laskelmissa oletettiin niiden pysyvän vakiona. Laskentakorkokantana laskelmissa käytettiin 3 %:a.

FAAS (atomiabsorptiospektrofotometri liekkitekniikka)

Hankintahinta	30 000 €
Käyttökustannukset <sup>1)</sup>	1600 €
Poistot (5 v.)	6000 €
Laskentakorkokanta	3 %
Investointiaika vuosina	5
Vuotuiset tuotot	11 244 €

GFAAS (atomiabsorptiospektrofotometri grafiittiuuni ja liekkitekniikka)

Hankintahinta	50 000 €
Käyttökustannukset <sup>1)</sup>	3000 €
Poistot (5 v.)	10 000 €
Laskentakorkokanta	3 %
Investointiaika vuosina	5
Vuotuiset tuotot	11 244 €

<sup>1)</sup> oletuksena, että vuodessa on n.50 näyte-erää ja n. 600 analyysiä sekä huolto

## 5.2 Laitteen sijoittelu ja muutokset laboratoriossa

Laite voidaan sijoittaa laboratoriossa riittävän kantavan pöydän päälle (kuva 8). Eri valmistajien laitteet vaativat kuitenkin erikokoisen ja kestoisen alustan. Laite ei kuitenkaan vaadi tarkempaa sijoittelua, mutta on kuitenkin hyvä että laitteen ympärillä on pöytätilaa riittävästi varattuna mm. laitetta ohjaavalle tietokoneelle sekä analysoitaville näytteille.



Kuva 8. AAS -laite sijoitettuna laboratoriossa (Kuva: P.Lehtonen)

Varsinaiset muutostyöt laboratoriossa vaatii palokaasuille rakennettava ilmanpoisto. Ilmanpoistolaite koostuu huuvesta (kuva 9) ja ilmanvaihtokanavasta ja -poistomoottorista. Ilmanpoistolaitteen teho ja koko määräytyy hankittavan laitteen ominaisuuksista.



Kuva 9. Esimerkki AAS -laitteen huuvesta (Kuva: P.Lehtonen)

Riittävä poistojärjestelmä tarvitaan

- suojaamaan laboratorion henkilöstöä myrkyllisten kaasujen altistuksesta, jotka syntyvät analysoinnin aikana
- poistamaan muut analysointiin vaikuttavat tekijät laboratorion ilmapiiristä
- poistamaan muut tekijät, jotka vaikuttavat liekkiin
- poistamaan lämpöä, mikä syntyy analysoinnin aikana

Liiallisen virtauksen ongelmia ovat mm. seuraavia

- aiheuttaa liekin epävakautta
- lisää signaalin kohinaa

Laitteen tarvitsemat kaasut voidaan sijoittaa samaan tilaan laitteen kanssa (kuva 10) niille varatussa paikassa. Kuitenkin kaasut tulee sijoittaa siten, että kaasupullot on helppo vaihtaa ja ne eivät ole kuluväylillä.



Kuva 10. Esimerkki kaasujen sijoittamisesta AAS -laitteen viereen (Kuva: P.Lehtonen)

Kaasujen lisäksi laite tarvitsee myös paineilmaa. Paineilma voidaan tuottaa erillisen öljystä vapaan olevan paineilmakompressorin avulla. Itse kompressori voidaan sijoittaa esim. pöydän alle, eikä se vaadi muutostöitä laboratoriossa. Kompressorin hinta ei ole laitteen hankintahinnassa otettu huomioon.

Grafiittiuuniteknikassa tarvitaan jäähdytys, mikä on jälleen riippuvainen hankittavasta laitteesta. Osa valmistajien grafiittiuunit vaativat erillisen vesikierron, mikä voidaan järjestää joko ulkoisena eli vesi otetaan hanasta ja johdetaan viemäriin tai sisäisenä kiertona, mikä vaatii oman virtalähteen. Osassa valmistajien grafiittiuuneista uunin mukana tulee jäähdytysyksikkö, jossa on suljettu nestekierto. (Haastattelut Hurmalainen 13.3.2012; Ylikoski 4.4.2012; Niskanen 17.4.2012.)

### 5.3 Kustannuslaskelmat

Kustannuslaskelmat tehtiin käyttämällä annuiteettimenetelmää, koska oletettiin että vuotuiset suoritteet ovat tasasuuruisia. Laitteille laskettiin takaisinmaksuaika, jonka tavoitteena oli olla pienempi kuin laitteen poistoaika eli viisi vuotta. Samalla voitiin takaisinmaksuajan avulla määrittää laite vaihtoehtojen edullisuusjärjestys. Herkkyysanalyysi laskuissa muutettiin suoritemääriä, analyysin hintoja ja laitteen poistoaikoja.

Investointilaskelma perustui siihen, kuinka paljon laite maksaa, mikä on laitteen poistoaika ja kuinka paljon suoritteita laitteella pystytään tekemään. Laskelmissa otettiin huomioon myös, kuinka paljon aikaa säästyisi, kun tehtävät analyysit siirrettäisiin nyky menetelmältä hankittavalle laitteelle tehtäväksi.

Syntyvät säästöt koostuivat seuraavista tekijöistä (taulukko 1):

- näytteiden pipetoinneista hapetusastioihin sekä hapetusaineen lisäyksestä
- näytteiden hapetukseen autoklaavissa ja näytteiden jäädytyksestä
- tarvittavien reagenssien lisäyksistä hapetettuihin näytteisiin ja reagenssien valmistuksista
- näytteiden mittauksista
- hapetusastioiden pesuista ja happokäsittelyistä

Laskuissa käytettävät säästöt laskettiin vuoden 2011 metallianalyysien määrityksistä. Näytemäärä koostui varsinaisista näytteistä sekä näytteisiin liittyvistä laadunvarmistusnäytteistä.

Taulukko 1. AAS -laitteella saatu ajallinen säästö verrattuna käytössä olevaan menetelmään

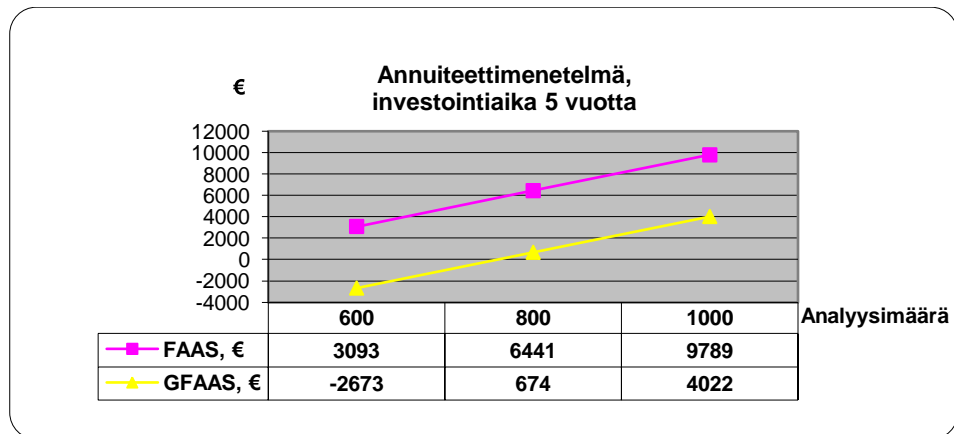
	UV/VIS	AAS	AAS näytteen- vaihtajalla
Näytemäärä / kpl	x	x	x
Näytteiden pitetointi hapetusastioihin / min	x		
Kontrollinäytteiden valmistus / min	x	x	x
Reagenssien lisäys / min	x		
Näytteiden mittaus / min	x	x	
Hapetusastioiden pesu + hapotus + huuhtelu / min	x	x	x
<b>Yhteensä / min</b>	<b>6000</b>	<b>2300</b>	<b>1500</b>
<b>Säästö, min</b>		<b>3700</b>	<b>4500</b>

Käytössä olevaan menetelmään (UV/VIS) verrattuna AAS -laitteella saatava säästö ilman näytteenvaihtajaa on noin 62 tuntia vuodessa ja näytteenvaihtajalla varustettuna noin 75 tuntia. Laskelmissa käytettiin näiden kahden arvon keskiarvoa.



### 5.3.1 Annuiteettimenetelmä

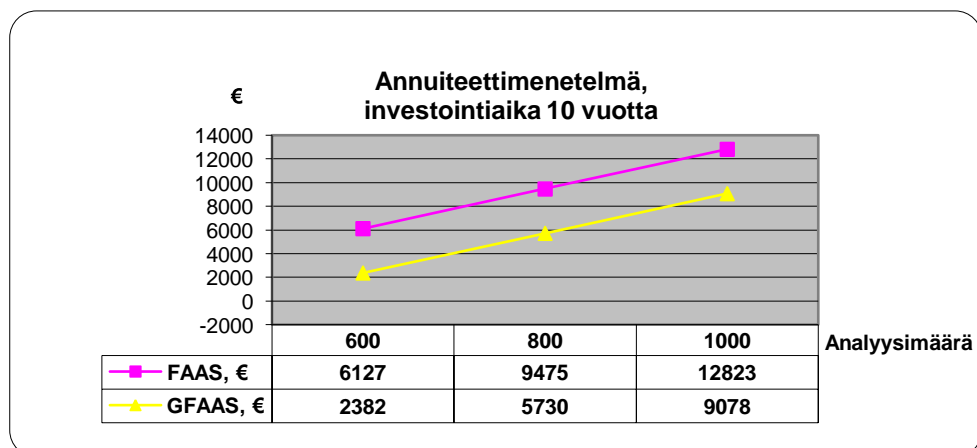
Laitteiden kannattavuus määritettiin annuiteettimenetelmällä kohdan 5.1 lähtöarvojen ja kohdan 5.3 saatujen säästöjen mukaisesti.



Kuvio 4. Annuiteettimenetelmä, investointiaika viisi vuotta

Analyysimäärän ollessa 600 kappaletta, on 30 000 euron hintaluokan FAAS -laitteiden hankinta kannattava. Kun analyysimäärä on 800 kappaletta, myös 50 000 euron hintaluokan GFAAS -laite on kannattava (kuvio 4).

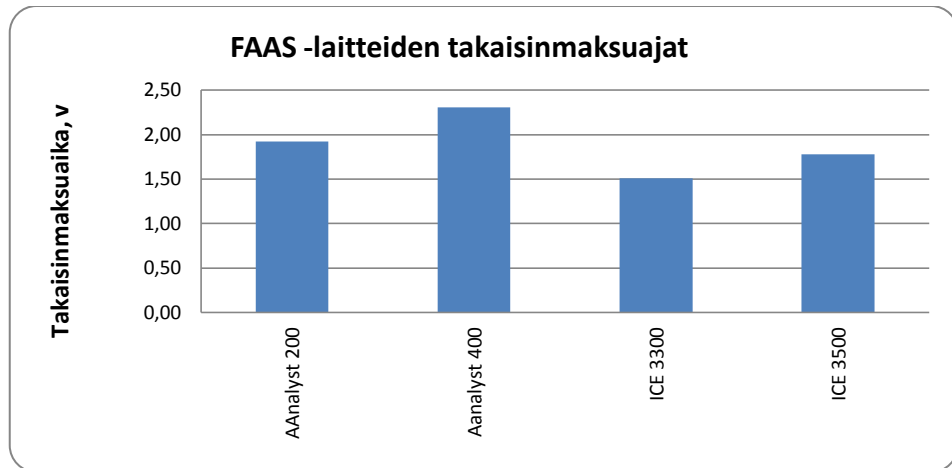
Laitteen käyttöikä on kuitenkin pidempi kuin viisi vuotta, joten päädyttiin tarkastelemaan laitteen kannattavuutta myös, jos investointiaika olisi kymmenen vuotta. Tällöin myös GFAAS -laitteiden hankinta olisi kannattava, kun analyysimäärä on 600 kappaletta (kuvio 5).



Kuvio 5. Annuiteettimenetelmä, investointiaika 10 vuotta

### 5.3.2 Takaisinmaksuaika

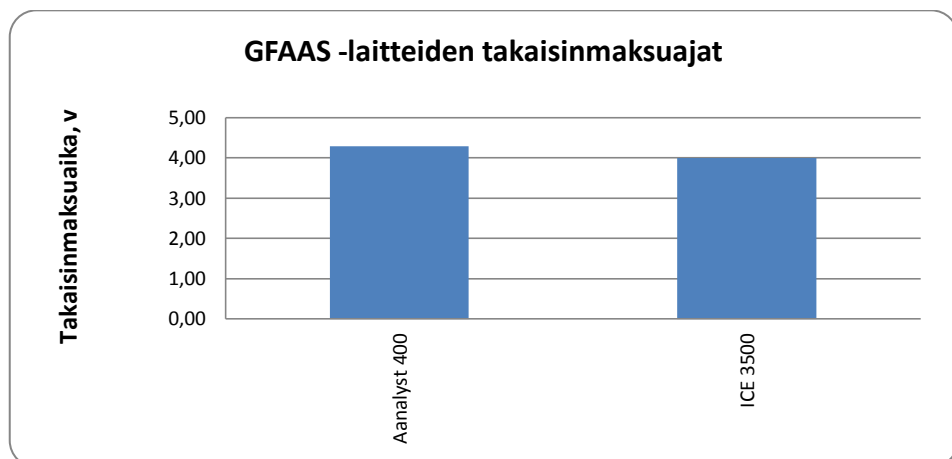
Takaisinmaksuaika laskettaessa laitteille huomioidaan ainoastaan laitteiden hankintahinta ja analyyseistä saatavat tulot. Takaisinmaksuajat laskettiin erikseen sekä FAAS -laitteille että GFAAS -laitteille (kuvio 6 ja 7).



Kuvio 6. Tarjottujen FAAS -laitteiden takaisinmaksuajat

Lyhyin takaisinmaksuaika on ICE3300 laitteelle. Sen takaisinmaksuaika on 1 vuosi 6 kuukautta. Jos FAAS -laitteelle halutaan hankkia myös näytteen vaihtaja, lisää se takaisinmaksuaikaa noin kuudella kuukaudella. Liekkilaitteessa näytteen vaihtajalla ei ole niin suurta merkitystä, kun analysointi aika on hyvin lyhyt, joten sen investointi ei ole välttämätön.

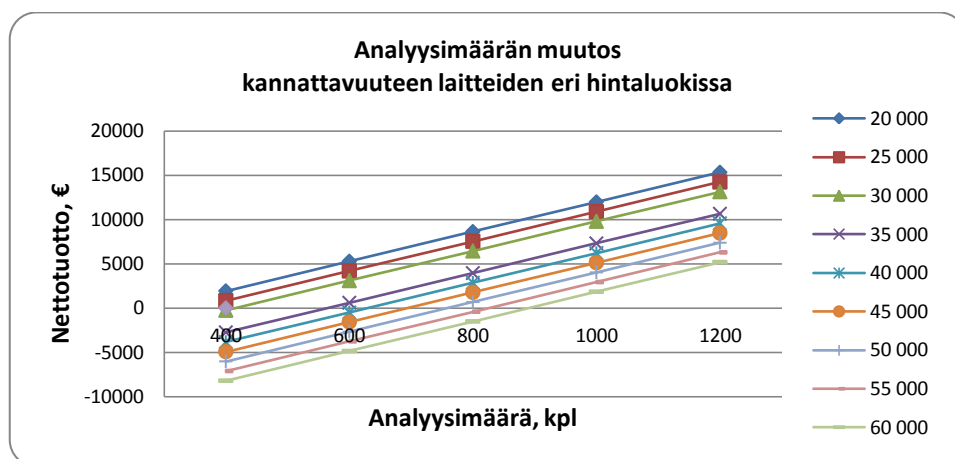
GFAAS -laitteista ICE3500 laite on takaisinmaksuajan mukaan edullisempi hankinta kuin AAnalyst 400. Hankintaan kuitenkin vaikuttavat suurelta osin laitteiden ominaisuudet ja niiden käytettävyys analysoinnissa.



Kuvio 7. Tarjottujen GFAAS -laitteiden takaisinmaksuajat

## 5.3.3 Herkkyysanalyysi

Herkkyysanalyysissä käytettiin annuiteettimenetelmää. Tarkoituksena oli tutkia kuinka paljon analyysijä täytyy tehdä eri hintaluokan laitteilla, jotta hankinta olisi kannattava (kuvio 8). Laskelmissa hinta pidettiin vakiona, poistot jaettiin viidelle vuodelle ja laskenta korkokantana käytettiin 3 %. Koska käyttökustannukset ovat FAAS ja GFAAS -laitteilla erilaiset, huomioitiin niiden vaikutus herkkyysanalyysissä siten, että alle 30 000 euron laitteille laskettiin niiden olevan 1600 euroa ja kun laitteen hinta oli yli 35 000 euroa, laskettiin käyttökustannusten olevan 3000 euroa. Käyttökustannusten määrä perustuu vuoden 2011 analyysimääriin ja laitetoimittajilta saatuihin huollon hintoihin ja kaasujen kulutukseen. Tarkastelu tehtiin 20 000- 60 000 euron hintaluokan laitteille.

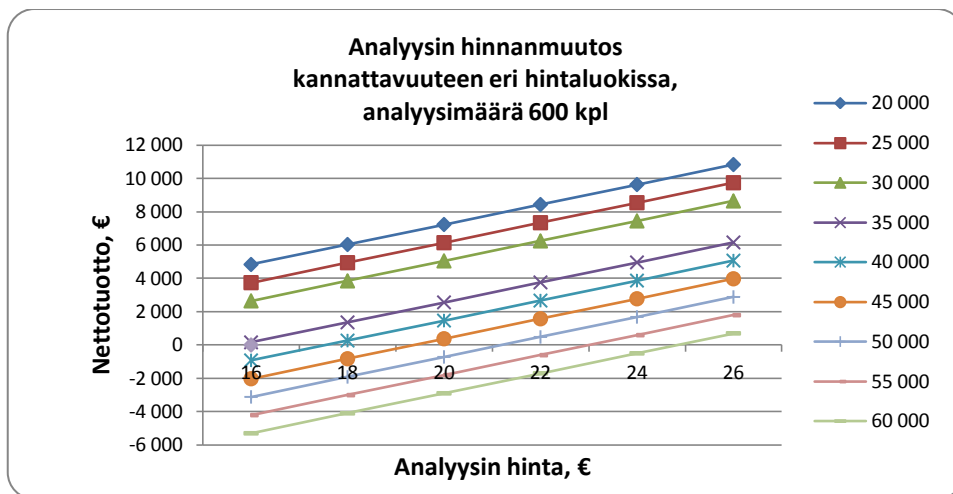


Kuvio 8. Analyysimäärän muutos kannattavuuteen AAS -laitteiden eri hintaluokissa

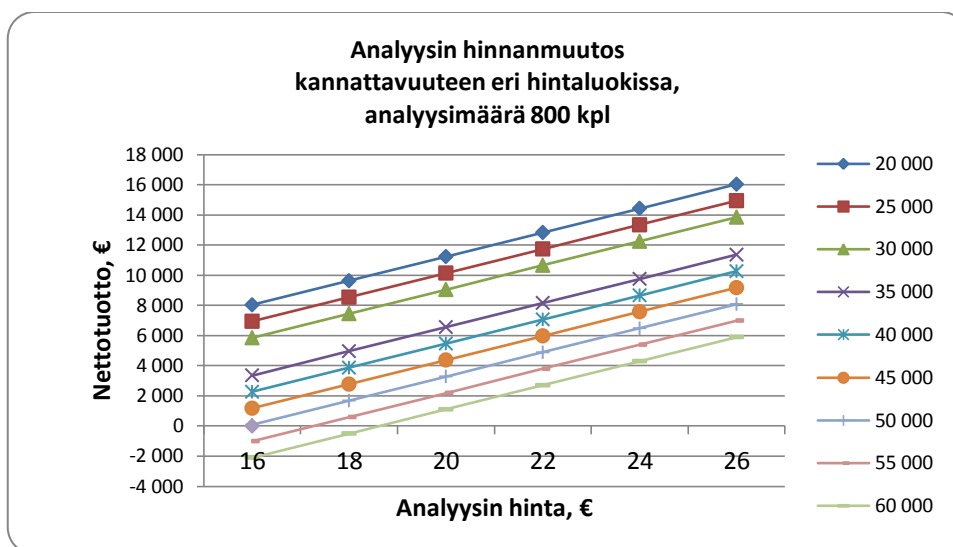
Analyysimäärän kasvaessa yli 900 kappaleeseen, niin laitehankinnat ovat kannattavia kaikissa hintaluokissa. Alle 35 000 euron hintaluokan laitteet ovat kannattavia analyysi määrän ollessa vähintään 400 kappaletta.

Toiseksi tutkittiin tilannetta, jossa analyysin hintaa muutettiin ja seurattiin hinnan muutoksen vaikutusta kannattavuuteen. Lähtökohdaksi otettiin vuoden 2011 analyysimäärä 600 kappaletta. Lisäksi tarkasteltiin tilannetta jossa analyysimäärä kasvaa tai vähenee 200 analyysillä.

Kuten edellä todettiin, kaikki alle 35000 euron AAS -laitteet ovat kannattavia kun analyysi määrä on 600 kappaletta ja analyysin hinta on 16 euroa. Analyysin hinnan noustessa 20 euroon on myös 40 000-45 000 euron AAS -laitteet kannattavia. 60 000 euron AAS -laite hankinta on kannattava vasta kun analyysin hinta nousee 25 euroon (kuvio 9).



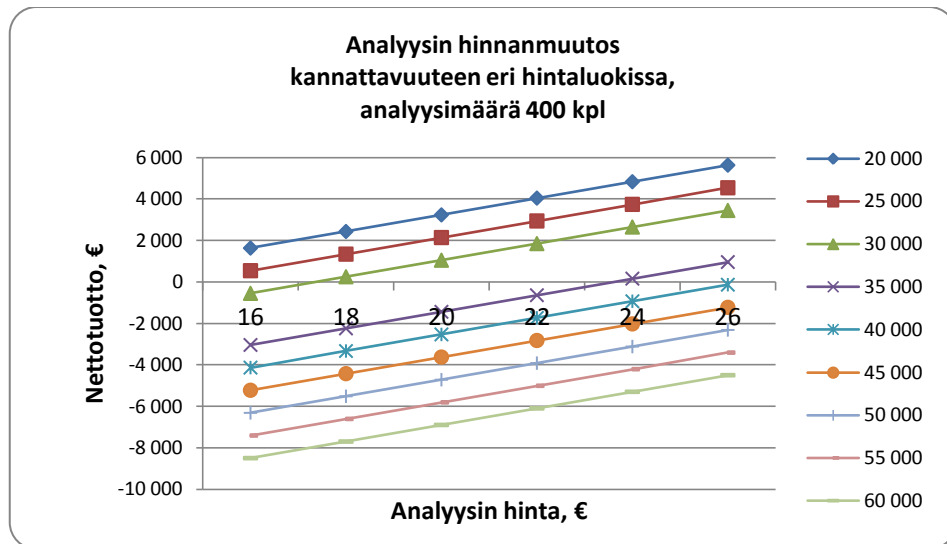
Kuvio 9. Analyysin hinnanmuutoksen vaikutus kannattavuuteen analyysimäärällä 600 kpl AAS -laitteiden eri hintaluokissa



Kuvio 10. Analyysin hinnanmuutoksen vaikutus kannattavuuteen vakio analyysimäärällä AAS -laitteiden eri hintaluokissa, analyysi määrän ollessa 800 kappaletta

Kun analyysimäärä kasvaa 800 kappaleeseen, niin hinnan ollessa 19 euroa ovat kaikki alle 60 000 euron laitteet kannattavia (kuvio 10).

Analyysimäärän laskiessa 400 kappaleeseen vuodessa, ei yli 35 000 euron hintaluokan AAS -laitteet ole kannattavia investointeja vaikka analyysin hinta korotettaisiin 26 euroon (kuvio 11).



Kuvio 11. Analyysin hinnanmuutoksen vaikutus kannattavuuteen vakio analyysimäärällä AAS -laitteiden eri hintaluokissa, analyysi määrän ollessa 400 kappaletta

#### 5.4 Muut hankintaan vaikuttavat tekijät

##### 5.4.1 Tarjottujen laitteiden tekniset ominaisuudet

Tarjottujen laitteiden teknisiä ominaisuuksia ei käsitelty tässä opinnäytetyössä.

##### 5.4.2 Nykyisten laitteiden käyttöiän pidentäminen

Nykyisessä menetelmässä käytettävistä laitteista UV/VIS-spektrofotometri on n. viisitoista vuotta vanha ja autoklaavi on yli 30 vuotta vanha. AAS -menetelmässä näitä kahta laitetta ei tarvita, jolloin niiden käyttö vähenee ratkaisevasti ja niiden käyttöikä käytön vähentyessä pitenee. UV/VIS-spektrofotometrin mahdollisen laiterikon sattuessa muut sillä mitattavat analyysit voidaan siirtää laboratoriossa käytössä olevalle DR2800-spektrofotometrille.

##### 5.4.3 Analysointiaika ja työaikakustannukset

Siirrettäessä laboratoriossa tehtävät metallimääritykset AAS -laitteelle niihin kulunut analysointiaika lyhenee, kun erilaiset välivaiheet jäävät pois. AAS -laitteen hankinta vähentää myös käytössä olevien astioiden käsitteilyä, kuten hapetusaitioiden pesu ja hapotus ja samalla myös veden käyttö puhdistuksessa vähenee. Analysointiaika ja työkustannussäästöt ovat laskettu kohdassa 5.3.

#### 5.4.4 Työergonomia ja työturvallisuus

Laboratorion yksi yleisin työtehtävä on pipetointi, eli nesteiden annostelu. Metallimäärityksissä käytetään lasipipettejä, joiden tilavuudet ovat 25 ja 50 millilitraa sekä manuaalisia yksikanavapipettejä (kuva 11). Lasiset täyspipetit ovat n. puolen metrin pituisia, jolloin pitkiä näytesarjoja pipetoitaessa yläraaja ja hartiasseudun vaivat ovat laboratoriossa yleisiä. Manuaalisia yksikanavapipettejä käytettäessä peukalon seutu rasittuu pitkissä näytesarjoissa. Laitehankinnan avulla voidaan vähentää pipetointia.



Kuva 11. Lasiset täyspipetit ja manuaaliset yksikanavapipetit (Kuva: P.Lehtonen)

Nykyisessä menetelmässä näytteet täytyy hapettaa, jolloin ne saadaan analysoitavaan muotoon. Näytteiden hapetuksessa käytetään autoklaavia, jolloin näytteet kuumennetaan 121 °C:een paineessa. Autoklaavi ei ole turvalukittu, jolloin se on mahdollista aukaista kesken käytön. Mahdollisia vahinkoja ovat kuumahöyrystä syntyvät palovammat.

#### 5.4.5 Ympäristö

AAS -laitteella määritettävät alkuaineet eivät vaadi erillisiä kemikaaleja niiden analysoinnissa, joten nykyiseen käytettävään menetelmään verrattuna ympäristöä kuormittavien kemikaalien käyttö vähenee. Lisäksi AAS -menetelmällä ei tarvita erillisiä reaktioastioita, kuten nykyisessä menetelmässä, jolloin myös reaktioastioiden puhdistukseen kuluneen vedenmäärä vähenee.

#### 5.4.6 Lisämäärittysten mahdollisuus

Hankittavalla laitteella on laboratorion mahdollista laajentaa laboratorion analyysivalikoimaa. Laajentaminen riippuu laitehankinnasta. Jos hankita koskee vain liekkimenetelmällä toimivaa AAS -laitetta, on laajennettavien alkuaineiden määrä vähäisempää. Tyypillisiä FAAS -laitteella analysoitavia alkuaineita, laboratoriossa mitattavien rauta ja mangaani määrittysten lisäksi, ovat mm.

- kalium
- kalsium

- kupari
- magnesium
- natrium
- sinkki

GAAS -laitteella voidaan lisäksi tutkia mm. seuraavia alkuaineita

- alumiini
- arseeni
- kromi
- lyijy
- nikkeli

Jokainen määrittäminen vaatii kuitenkin oman lampun. Osalla laitevalmistajista laitteen hankintahintaan voi kuulua jopa kuusi erilaista lamppua. Lisämäärittämisjärjestelmien määrä kasvattaa lähes aina laitteen kannattavuutta.

Laboratoriossa käytössä olevaan menetelmään verrattuna on huomioitavaa, että AAS -laitteella pystyy peräkkäisillä ajoilla samasta näytteestä lamppua vaihtamalla ajamaan eri alkuaineita ilman että näytettä tarvitsee uudelleen käsitellä. Nykyisin käytössä olevilla menetelmillä jokainen alkuaine tulee erikseen esikäsitellä.

## 5.5 Johtopäätökset

AAS -laitteiden hinnat vaihtelevat noin 25 000 eurosta 60 000 euroon. FAAS -laitteet ovat alle 35 000 euroa ja GFAAS -laitteiden lähtöhinnat ovat 40 000 eurosta ylöspäin alkaen.

Kannattavuuslaskelmat osoittivat, että FAAS laitehankinta on kannattava nykyisillä näytemäärillä kun investointiaika on viisi vuotta. GFAAS -laite olisi kannattava vasta, kun näytemäärät nousevat 800 näytteeseen. Jos investointiaika on kymmenen vuotta, niin investointi on kannattava nykyisillä näytemäärillä.

Investoinnin etuna saataisiin metallimäärittämisjärjestelmien analysointiaikoja lyhennettyä laboratoriossa, kun näytteet eivät vaadi esikäsitelyä. Tämä vähentää analysointiin kulunutta työaikaa ja samalla vähentää työntekijöiden niskojen ja hartiaseudun sekä pipetoinneista aiheutuvien kämmien fyysistä kuormitusta. Ympäristön kuormitusta saataisiin pienennettyä kun reagenssien kulutus sekä astioiden hapotus ja niiden peseminen vähenee.

Koska FAAS -laitteeseen on mahdollista hankkia grafiittiunin jälkikäteen, voidaan saatujen tulosten perusteella todeta, että laite olisi kannattavaa hankkia kahdessa osassa. Ensin hankittaisiin liekkimenetelmällä toimiva AAS -laite ja tehtäisiin tarvittavat muutokset laboratoriossa huomioon ottaen grafiittiunin vaatimukset. Samalla tulisi kuitenkin vielä selvittää miten palokaasujen poisto olisi järkevintä rakentaa ja kuinka paljon muutostyöt maksavat. Mahdollisten lisäanalyyysien saaminen laboratorioon lisäisi laitteen käyttöä ja mahdollistaisi jatkossa myös grafiittiunin hankinnan.

## 6 SELVITYS ELATUSAINEKEITTIMEN JA MALJAVALULAITTEEN HANKINNASTA

### 6.1 Hankintakustannukset, vuotuiset tuotot ja käyttökustannukset

Hankintahinta koostuu elatusainekeittimestä tai elatusainekeittimestä maljavalulaitteineen. Hintatiedot eri laite vaihtoehdoista saatiin laitetoimittajilta. Käyttökustannukset koostuvat vuosihuollosta. Vuotuiset tuotot laskettiin säästöistä saatavilla tuloilla. Saatavat säästöt on käsitelty kohdassa 6.2.1. Laskelmat laadittiin vuoden 2011 valmistusmääristä. Luvun 6 tarkemmat laskelmat ovat liitteissä 6-9.

#### Hintatiedot, laitevaihtoehto A

Elatusainekeitin	16 700 €
Elatusainekeitin ja maljavalulaite	41 700 €

Käyttökustannukset molemmissa tapauksissa on vuodessa 580 €.

#### Hintatiedot, laitevaihtoehto B

Elatusainekeitin	17 500 €
Elatusainekeitin ja maljavalulaite	35 000 €

Käyttökustannukset molemmissa tapauksissa on vuodessa 400 €.

#### Hintatiedot, laitevaihtoehto C

Elatusainekeitin	17 000 €
Elatusainekeitin ja maljavalulaite	36 000 €

Käyttökustannuksille ei ole tarkempia hintatietoja.

### 6.2 Kustannuslaskelmat ja niihin vaikuttavat tekijät

Elatusainekeittimen ja maljavalulaitteen hankintojen kohdalla kannattavuutta ei pystytty arvioimaan saatavien lisätulojen avulla, koska laitteiden hankinnat eivät tuo laboratoriolle lisämyyntiä ja sitä kautta saatavia lisätuloja. Peruste laitehankinnalle ja investoinnille syntyy siis mahdollisuudesta tuottaa elatusaineita, kasvatus- ja laimennosliuoksia nykyistä alhaisimmilla kustannuksilla tai saavuttamalla parempi laatutaso. Tästä syystä elatusainekeittimen ja maljavalulaitteen kohdalla investoinnin vaikutusta lähdettiin laskemaan lähinnä vapautuvien resurssien näkökulmasta, sekä val-



mistuksen nykyaikaistamisesta. Eri investointi vaihtoehtojen kannattavuutta arvioitiin myös takaisinmaksuajan avulla.

Työtä lähdettiin viemään eteenpäin siten, että tarkasteltiin vuoden 2011 valmistettujen elatusaineiden, kasvatus- ja laimennusliuosten erä määriä ja valmistukseen kulunutta aikaa. Vaikka tarkastelun ajaksi määritettiin yksi vuosi, antaa se hyvän kuvan erien määrästä, koska valmistus määrät ovat melko vakioita vuodesta toiseen.

### 6.2.1 Keittoerien määrä vuodessa

Laboratoriossa valmistetaan keskimäärin n. 350 elatusaine, kasvatus- ja laimennosliuos valmistuserää vuodessa. Elatusaineiden osuus on hiukan yli 300 valmistuserää ja yhteensä n. 380 litraa. Yhden valmistettavan elatusaine-erän maksimi tilavuus on 2000 ml. Kasvatus- ja laimennosliuoksia voidaan valmistaa tilavuudeltaan suurempiakin määriä yhtäaikaaisesti.

Laboratorion suunnitteleman elatusainekeittimen koko on 1-10 litraa, eli keitettävän elatusaineen tai kasvatus- tai laimennosliuoksen tilavuus on maksimissaan 10 litraa. Tämän johdosta laboratoriossa keitettävien elatusaineiden erä määrä vähenisi n. 30 % (taulukko 2). Yhden elatusaine-erän valmistukseen sekä laatuajärjestelmän mukaiseen elatusaineen testaamiseen kuluu keskimäärin työaika noin tunti, joten keittimen hankinnalla saavutettaisiin tällöin säästöä vuodessa noin 110 tuntia vuodessa.

Taulukko 2. Valmistuserien säästö

	Valmistus erä, kpl
Perinteisellä menetelmällä	318
Säilyvyysajan mukaan lasketut erämäärät, elatusainekeittimellä valmistettuna	208
Erotus	110

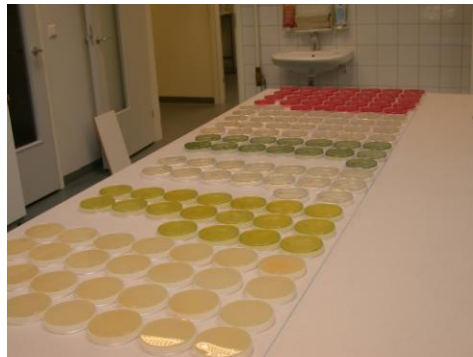
Vuonna 2011 valmistettiin 272 litraa elatusainetta keittämällä keittolevyllä vesihautessa sulaksi. Kun yhden elatusaineliträn keittämiseen kuluu työaika noin 25 minuutti, niin 272 litran keittämiseen kuluu työaika 6800 minuuttia. Sama määrä elatusainetta valmistettaessa elatusainekeittimellä, vie aikaa noin 660 minuuttia. Eli säästöä tällöin saadaan 102 tuntia vuodessa.

Kasvatus- ja laimennosliuosten valmistuksen ja erämäärien vähentämisen säästö on noin 650 minuuttia eli 11 tuntia vuodessa. Säästöt ovat elatusaineita huomattavasti pienempiä, koska liuoksia voidaan jo nyt valmistaa suuremmissa määrissä (taulukko 3).

Taulukko 3. Elatusainekeittimellä saatava säästö

	Keittolevyllä keitettävät / esikeitettävät elatusaineet	Liuosten valmistus	Välinehuolto (astioiden pesu ja sterilointi)	
Elatusaineen valmistus perinteisellä tavalla, min	6800	1030	400	
Elatusainekeittimellä, min	663	380	0	Yhteensä
<b>Erotus, työaika (min)</b>	<b>6138</b>	<b>650</b>	<b>400</b>	<b>7188</b>

Välinehuollolta kuluu keittoastioiden pesuun ja sterilointiin noin 400 minuuttia vuodessa eli noin 7 tuntia vuodessa. Kun lopuksi otetaan huomioon elatusaineiden valmistukseen tarvittavien välineiden hankinta, saadaan vuotuisiksi kokonais-säästöiksi elatusainekeittimen kohdalla noin 14000 minuuttia vuodessa eli noin 233 tuntia vuodessa.



Kuva 12. Elatusainemaljoja (Kuva: P.Lehtonen)

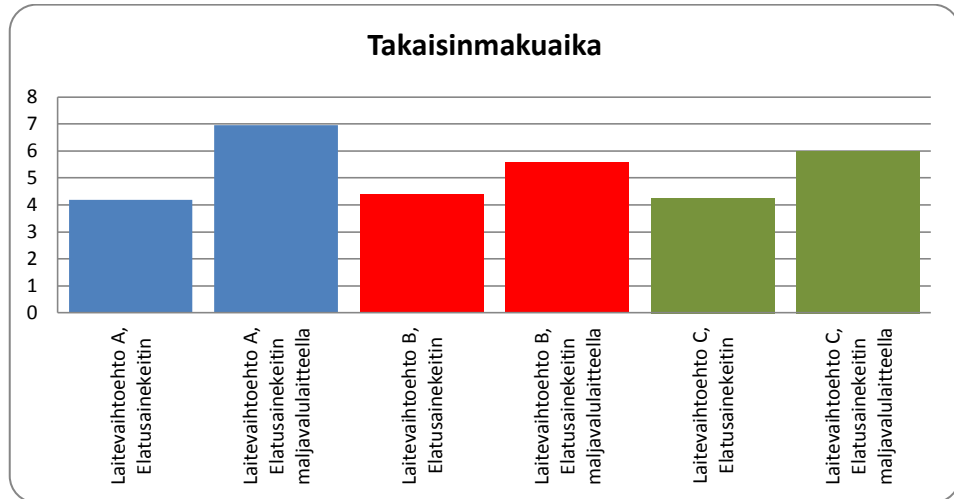
Laboratoriossa valmistetaan vuodessa noin 8000 elatusainemaljaa (kuva 12). Tämä vastaa noin 400 pulloa elatusainetta. Yhdestä pullosta saadaan 20 elatusainemaljaa. Yhden pullon valaminen maljoiksi vie aikaa noin 17 minuuttia mikä koostuu seuraavista vaiheista:

- tyhjien maljojen levittäminen pöydälle
- mahdollisten lisäaineiden lisäys elatusaineeseen
- elatusainemaljojen valaminen
- tunnistetietojen merkitseminen maljoihin

Vuodessa 8000 elatusainemaljan valmistamiseen kuluu yhteensä aikaa noin 6800 minuuttia eli noin 113 tuntia. Tämä olisi säästö mikä saataisiin maljavalulaitteen hankinnalla. Kokonaissäästö elatusainekeittimelle maljavalulaitteineen on tällöin noin 356 tuntia vuodessa.

### 6.3 Takaisinmaksumenetelmä

Takaisinmaksuaika laskettiin kaikille laitevalmistajien laitteille sekä pelkälle elatusainekeittimelle että elatusainekeittimelle maljavalulaitteen kanssa. Takaisinmaksuajassa vuotuiset tuotot saatiin kohdan 6.2.1 mukaisista säästöistä.



Kuvio 12. Elatusainekeittimien ja maljavalulaitteiden takaisinmaksu ajat

Laitetoimittajan A elatusainekeitin on edullisin vaihtoehto. Tällöin elatusainekeittimen takaisinmaksuaika on noin neljä vuotta. Jos halutaan hankkia elatusainekeitin maljavalulaitteella, on laitetoimittajan B investoinneista kannattavin, jolloin takaisinmaksuaika on viisi ja puoli vuotta (kuvio 12).

### 6.4 Muut hankintaan vaikuttavat tekijät

#### 6.4.1 Laatu ja työturvallisuus

Laadun kannalta tärkeintä on, että jokainen elatusaine, kasvatus- ja laimennosliuoserä valmistetaan samalla tavalla ohjeiden mukaisesti, tällöin varmistetaan mikrobien optimaalinen kasvu. Elatusainekeittimellä voidaan elatusaineiden, kasvatus- ja laimennosliuosten valmistus pitää vakiona ohjelmoitavien ohjelmien avulla. Jokainen valmistuserä on tällöin toistensa kaltainen. Kun valmistettavan elatusaine-erän koko on laitteen tiedossa, elatusainekeitin valmistaa optimoidusti valmistuserän. Kuumennus haluttuun lämpötilaan on nopea ja valmiin tuotteen jäähditys saadaan nopeaksi ulkovaipassa kiertävän jäähdityksen ansiosta. Jäähdytystä nopeuttaa myös jatkuva sekoitus valmistusastiassa.

Työturvallisuuden kannalta keitin on turvallisempi käyttää kuin esim. autoklaavi. Elatusainekeitin on suljettu systeemi. Se lukitsee itsensä joko heti ohjelman alettua tai kun laite saavuttaa tietyn lämpötilan. Tämä ominai-

suus on laitteesta riippuvainen. Laitetta ei myös pysty vahingossakaan aukaisemaan kesken elatusaineen valmistuksen.

#### 6.4.2 Nykyisten laitteiden käyttöiän pidentäminen

Mikrobiologian laboratoriossa olevan autoklaavin käyttöikä on yli 30 vuotta ja laitteella on suuri käyttötarve. Keittimen hankinnalla voitaisiin vanhan autoklaavin käyttöä pienentää ja samalla sen käyttöikää pidentää. Tällä hetkellä autoklaavia käytetään mm.

- elatusaineiden, laimennos ja kasvatusliuosten valmistukseen ja sterilointiin
- instrumenttien ja pullojen sterilointiin
- tartuntavaarallisten jätteiden käsittelyyn

Käytössä olevassa autoklaavissa on ulkoinen paineen seuranta, mutta siinä ei ole ulkoista lämpötilaseurantaa. Lämpötilaa seurataan autoklaavin kammioista nesteeseen upotetulla maksimilämpömittarilla.

#### 6.4.3 Huolto ja käyttäjäkokemukset

Elatusainekeittimen ja maljavalulaitteen hankintaan vaikuttavat myös muilta käyttäjiltä saatava käyttäjäkokemus. Käyttäjäkokemuksia eri valmistajien laitteista kyseltiin vastaavien laboratorion henkilöiltä. Lisäksi laitteisiin tutustuttiin laite-esittelyiden avulla.

Mahdollisen hankinnan valintakriteerinä tulee ottaa huomioon mm. huolto-, korjaus- ym. palveluiden pätevyys, nopeus ja luotettavuus.

#### 6.4.4 Valmismaljojen ja itse valmistettujen maljojen edullisuusvertailu

Taulukossa 4 verrattiin valmismaljojen kustannuksia itse valmistettujen maljojen kustannuksiin, kun itse valmistetun maljan kustannuksiin laskettiin puhtaasti vain reagenssikulut ilman työaika- ja materiaalikuluja sekä itse valmistetun elatusainemaljan kustannuksia, kun otetaan huomioon sekä työaika ja materiaalikustannukset. Työaika- ja materiaalikustannusten laskettiin olevan noin 0,50 € maljaa kohden. Tarkastelun kohteeksi otettiin sellaiset elatusainemaljat, joista hintatietoja oli saatavilla.

Taulukko 4. Elatusainemaljojen edullisuusvertailu

	Valmiit kaupalliset maljat, €	Itse valmistetut elatusainemaljat, ilman materiaali- ja työaikakustannuksia, €	Itse valmistetut elatusainemaljat, materiaali- ja työaikakustannuksineen, €
130 l elatusainetta ≈ 6700 maljaa	6700	900	4200
Säästö verrattuna valmiisiin maljoihin		<b>5800</b>	<b>2500</b>

Valmismaljojen hinnat ovat keskimäärin noin 1,00 euroa. Kalleimmat ovat ns. kromogeeniagarit, jotka ovat hyvin spesifisiä tutkittavalle mikrobille, näiden maljojen hinnat ovat lähes 2,00 euroa. Itse valmistettujen maljojen hinnat jäävät selvästi valmismaljojen hintoja edullisemmaksi vaikka työ-aika ja materiaalikustannukset otetaan huomioon.

Kaupallisten valmismaljoissa ongelmina ovat:

- kaikkia laboratoriossa käytettäviä elatusainemaljoja ei ole saatavilla kaupallisina tuotteina
- elatusainemaljojen menekki ei ole säännöllistä ja sitä ei pystytä etukäteen ennustamaan
- valmismaljojen säilyvyysaika

### 6.5 Johtopäätökset

Tulosten perusteella elatusainekeittimen hankinta on kannattava. Hankinnalla saadaan selvää säästöä työajassa, jolloin vapautuneet resurssit voitaisiin käyttää muuhun toimintaan. Saavutettava työajan säästö on suurempi, jos elatusainekeittimen yhteyteen hankitaan myös maljavalulaite. Tämä ei ole kuitenkaan välttämätön hankinta, koska elatusainekeitintä voidaan käyttää myös ilman maljavalulaitetta laboratoriossa jo olevan peristaattipumpun avulla.

Valmiiden elatusainemaljojen tai valmiiden elatusaineiden ostaminen pulloissa ei ole kannattavaa, koska kaikkia elatusaineita ei ole saatavissa valmiina ja niiden menekki on vaikeasti ennustettavissa. Koska menekkiä ei voida ennustaa, saattaisi se lisätä maljojen hukkamääriä ja täten nostaa kustannuksia. Ja koska elatusaineita ei ole kaupallisesti saatavilla, joudutaan laboratoriossa kuitenkin ylläpitämään elatusaineiden valmistusta ja niiden laadunvarmistusta.

Hankintahinnan lisäksi valmistettavien elatusaineiden, kasvatus- ja laimennosliuosten laatutekijät ja laitteesta saatavat turvallisuustekijät ovat kuitenkin tärkeimpiä osatekijöitä investointi päätöksen teossa. Jokainen elatusaine, kasvatus- ja laimennosliuos erä valmistettaisiin samalla tavalla, koska laitteelle voidaan etukäteen valmistusohjelma ohjelmoida ja näin ollen työntekijän ”jälki” ei näy valmistettavassa tuotteessa. Lisäksi jokaisen valmistuserän valmistusta on mahdollista seurata laitteessa olevan ohjelman tai laitteen piirturin avulla. Perinteisellä tavalla valmistettujen elatusaine-erien suurimpana ongelmana on niiden ylikuumentuminen mikä aiheuttaa valmistettavien elatusaine-erien hylkäämisen laboratoriossa. Elatusaineiden ylikuumentuminen aiheuttaa mikrobien epätyypillisen kasvun sekä sen, etteivät kasvu estävät tekijät toimi elatusaineessa. Työturvallisuus näkökulmasta elatusainekeitin poistaisi kuumien astioiden rikkoutumisesta aiheutuvat vaaratilanteet keittotilanteissa ja peristaattipumpun käyttö kuumien elatusaineiden annostelussa.

## 7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tuottaa tietoa laiteinvestointien kannattavuudesta. Investointien merkitys laboratoriolle on tärkeää, jotta jatkossakin laboratorio pystyy tuottamaan asiakkaille kilpailukykyisiä ja laadukkaita palveluita. Investointien avulla voidaan myös parantaa henkilökunnan työolosuhteita ja välttää vaaratekijöitä.

Sekä elatusainekeitin maljavalulaitteineen että AAS -laite ovat saatujen tulosten perusteella kannattavia hankintoja. Molemmat laitteet voidaan hankkia myös osissa, joten investoinnit voidaan jakaa useammalle vuodelle.

AAS -laittehankinnalla saatava säästö on vuodessa noin 4000 minuuttia eli 67 tuntia. Laittehankinnalla voidaan laboratoriossa jo käytössä olevien laitteiden käyttöikä pidentää niiden käyttöasteen vähentyessä. Lisäksi AAS -laitteen hankinnalla saadaan analysointiaikoja nopeutettua, vähennettyä reagenssien aiheuttamaa ympäristön kuormitusta sekä parannettua työergonomiamia. Työergonomia paranee, kun erilaiset pipetointivaiheet ja hapeutusastioiden happokäsittelyt jäävät pois nykyiseen menetelmään verrattuna. Työergonomian parantuessa myös näistä johtuvat mahdolliset sairauslomamat vähenevät.

Laboratoriossa analysoitavien metallimääritysten kannalta FAAS -laittehankinta on riittävä, mutta GFAAS -laittehankinta mahdollistaisi laboratorion analyysivalikoiman laajentamisen ja sitä kautta lisätulojen saamisen laboratoriolle.

Elatusainekeitimen kohdalla saavutettava säästö on noin 14 000 minuuttia vuodessa eli 233 tuntia vuodessa. Jos elatusainekeitimen yhteyteen hankitaan maljavalulaite, saadaan säästöä vielä vuodessa lisää 6800 minuuttia eli noin 113 tuntia. Kokonaissäästöä on tällöin vuodessa 346 tuntia eli 48 työpäivää. Hankinnan avulla voidaan suurentamalla valmistustilavuuksia vähentää yksittäisiä valmistuseriä. Lisäksi laitehankinnalla voidaan parantaa elatusaineiden laatua sekä työturvallisuustekijöitä elatusaineiden valmistuksessa.

Pohdittaessa investointien järjestystä elatusainekeitimen ja AAS -laitteen välillä todettiin, että elatusainekeitin ilman maljavalulaitetta on investoinneista ensisijalla. Saatava työaikäsäästö on selvästi AAS -laitetta suurempi ja sitä kautta saadaan enemmän henkilöresursseja siirrettyä muihin laboratorion toimintoihin. Elatusainekeitimen hankinta ei myöskään aiheuta rakkenteellisia muutoksia laboratoriossa. AAS -laitteen hankinta vaatii vielä lisäselvityksiä sen aiheuttamista muutuskustannuksista laboratoriossa.

## LÄHTEET

Aho, T. 1982. Investointilaskelmat. Vaasa: Suomen Ekonomiliitto ja Weilin + Göös.

Ahola, K. & Lauslahti, S. 2002. Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta. Helsinki: WSOY.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.

Jaarinen, S & Niiranen, J. 1997. Laboratorion analyysitekniikka. Helsinki: Edita.

Jyrkkiö, E. & Riistama, V. 2004. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. Porvoo: WSOY.

Nelimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita.

Tyni, T., Myllyntaus, O., Rajala, P. & Suorto, A. 2009. Kustannuslaskenta-  
taopas kunnille ja kuntayhtymille. Helsinki: Suomen Kuntaliitto

Agilent | 280Z AA

<http://www.agilent.com/labs/images/slide31v4.jpg>, luettu 4.9.2012

Mikrobiologian laitteet - MEDIQ SUOMI

<http://www.mediq.fi/laboratorio/laboratoriolaitteet/mikrobiologianlaitteet/>  
luettu 4.9.2012

Systec Mediaprep elatusainekeitin\_suomi.pdf (application/pdf-tiedosto)

[http://www.laboline.fi/files/Systec%20Mediaprep%20elatusainekeitin\\_suomi.pdf](http://www.laboline.fi/files/Systec%20Mediaprep%20elatusainekeitin_suomi.pdf), luettu 4.9.2012

ETS Laboratories - Taiwan Export Panel

<http://www.etslabs.com/analysis.aspx?id=%23TAIWAN>, luettu 4.9.2012

## KUVAT

Lehtonen, P.

## HAASTATTELUT

Hurmalainen, A. Hosmed Oy. Haastattelu 13.3.2012.

Mykkänen, A. Laboline Oy. Haastattelu 24.4.2012.

Niskanen, V. Vs. kemisti. Riihimäen seudun terveystieteiden keskuksen kuntayhtymä, Elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Haastattelu 17.4.2012.

Nuutinen, K. Myyntijohtaja. VWR International. Haastattelu 3.4.2012.

Ylikoski, J. Account Manager. PekinElmer. Haastattelu 4.4.2012.

ASIASANALUETTELO

AAS	Atomiabsorptiospektrofotometri alkuaineiden määrittämiseen
Autoklaavi	Autoklaavi on laite, jota käytetään sterilointiin. Toimintaperiaate on sama kuin painekattilassa.
Detektori	Laite, joka vastaanottaessaan fysikaalista signaalia tuottaa jonkun mitattavissa olevan vasteen.
Elatusaine	Mikrobien kasvatuksessa käytettä kiinteä tai nestemäinen kasvualusta. Kiinteistä elatusaineista käytetään myös nimitystä agarmalja
Elatusainekeitin	Elatusaineiden valmistukseen käytettävä laite
Elatusaineen valmistuserä	Samalla kerralla alusta loppuun valmistettu elatusaine-erä
FAAS	Liekkitekniikalla oleva atomiabsorptiospektrofotometri
GFAAS	Grafiitti-uuni- ja liekkitekniikalla oleva atomiabsorptiospektrofotometri
Maljavalulaite	Elatusainemaljojen valmistukseen käytettävä laite
Monokromaattori	Laite, joka päästää valon tai muun säteilyn aallonpituuksista läpi kapean kaistan haluttuja aallonpituuksia
Pipetointi	Nesteen annostelu
Pipetti	Nesteen annosteluun käytettävä laite