

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotanto  
Valtteri Leinonen

## **Opinnäytetyö**

### **JÄTE-AATE PROJEKTI:**

Tampereen ammattikorkeakoulun pilottijätelaitoksen suunnittelua ja rakennushankkeen kulku

Työn ohjaaja  
Työn tilaaja  
Tampere 5/2009

RI Tommi Lehtonen  
Tampereen ammattikorkeakoulu

Tekijä	Leinonen, Valteri
Työn nimi	Tampereen ammattikorkeakoulun pilottijätelaitoksen suunnittelua ja rakennushankkeen kulku
Sivumäärä	45 sivua + 18 liitesivua+ cd-rom
Valmistumisaika	5/2009
Työn ohjaaja	RI Tommi Lehtonen
Työn tilaaja	Tampereen ammattikorkeakoulu

---

## TIIVISTELMÄ

Marraskuussa 2008 tarjottiin mahdollisuutta päästä mukaan mielenkiintoiseen projektiin ja samalla myös opinnäytetyömahdollisuutta liittyen Tampereen ammattikorkeakoulun kiinteistön biojätteiden käsittelyn uudelleenorganisointiin. Projekti oli nimeltään Jäte-aate, ja sen tavoitteena oli ratkaista kiinteistössä syntyvän biojätteen pitkäaikainen säilöntätapa siten, että säilöttyä biomassaa voitaisiin käyttää raaka-aineena. Tavoitteen saavuttaminen edellytti pienen pilottijätelaitoksen rakentamista TAMKIn yhteyteen.

Opinnäytetyön aiheeksi muovautui Tampereen ammattikorkeakoulun pilottijätelaitoksen suunnittelua ja rakennushankkeen kulku. Työn tavoitteena oli selvittää ja dokumentoida pilottilaitoksen suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät seikat sekä valmiin laitoksen tarkkailuun ja mittaamiseen liittyvät erityistarpeet.

Työssä selvitettiin laitokselle vaadittavat ominaisuudet, tontille sijoittuminen, ja tehtiin kustannuslaskelmat, minkä jälkeen hahmoteltiin laitoksen rakentamiseen tarvittavia suunnitelmia. Lisäksi työssä käsiteltiin toimintatapojen ja laitteiden eri ratkaisuvaihtoehtoja sekä niiden hyviä ja huonoja puolia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli myös helpottaa laitoksen mahdollisia tuotteistajia ja seuraavan kohteen suunnittelijoita projektin eteenpäin viemisessä sekä toimia työn jatkajan perehdyttämisineistona. Liitteiden ja cd-levyn sisältö kuuluu salassapitovelvoitteen piiriin, joten ne eivät ole tässä kirjallisessa osuudessa mukana.

Writer	Leinonen, Valtteri
Thesis	Design and building of the biowaste pilot unit
Pages	45 pages+ 10 appendix pages+ cd-rom
Graduation time	5/2009
Thesis Supervisor	RI Tommi Lehtonen
Co-operating Company	TAMK

---

## **ABSTRACT**

In November 2008 I was offered an opportunity to participate in an interesting project to complete my thesis. The project was related to the reorganization of the biodegradable material disposal process in Tampere University of Applied Sciences (TAMK).

The project was called the "Jäte-Aate". The goal was to find a long-term storage method that would enable the later usage of the biowaste as raw material. A small pilot waste disposal unit will be build to TAMK to reach the goal of the project.

The topic of the thesis is the design and building of the biowaste pilot unit. The research objective of the thesis was to investigate and document the different aspects related to the design and building of the pilot facility as accurately as possible. Also, the procedures to observe and measure the performance of the facility are discussed.

The project was implemented to find out the required features, issues related to the placing of the facility on the building site, as well as the cost calculations for the facility. After this, initial plans related to the building of the facility were made.

The final goal of the thesis was to ease the work of potential business implementers and the designers of the next site. The thesis is also meant to function as educational reference material. Based on non-disclosure agreement the appendices and the contents of the cd-disc are not included in this written version of the thesis.

## **Esipuhe**

Neljä pitkää vuotta on opiskelua takana ja nyt on juhlan aika. Kiitän kaikkia haastateltavia henkilöitä ajasta ja myönteisestä suhtautumisesta työtäni kohtaan. Tommille ja Pirkolle kuuluvat lämpimät kiitokset mielenkiintoisesta aiheesta ja opastuksesta.

Suurin kiitos kuuluu kuitenkin Lauralle kärsivällisyydestä ja tuesta, joka on mahdollistanut opiskeluni ja opinnäytetyöni tekemisen töiden ohessa. Kiitos!

Tampereella toukokuussa 2009

Valtteri Leinonen

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotanto

## Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	6
2 Jäte-Aate Projektin taustatiedot .....	7
2.1 Kohteen tiedot .....	8
2.2 Projektin organisaatio ja tehtäväkuvaukset .....	10
2.3 Projektin työsisältö.....	12
3 Rakennushankkeen vaiheet: hankesuunnittelu.....	13
3.1 Biojätelaitoksen prosessikuvaus .....	14
3.2 TAMKIn pilottilaitoksen suunnittelun kulku .....	16
3.3 Laitoksen sijoittaminen tontille .....	17
3.4 Säiliön suunnittelu.....	20
3.5 Murskaimen valinta.....	22
3.6 Jatkokehitys- ja tuotteistamismahdollisuudet .....	23
4 Kustannukset .....	26
4.1 Kustannusten määräytyminen ja kertyminen .....	37
4.2 Kustannusvertailut .....	38
4.3 Investointien kannattavuuslaskelmia .....	29
5 Rakennussuunnittelu .....	31
5.1 Arkkitehtisuunnittelu .....	32
5.2 Rakennesuunnittelu .....	33
5.3 Muut suunnitelmat .....	34
5.4 Toteutuksen suunnittelu .....	35
5.5 Urakkamuodot.....	36
5.6 Urakoitsijoiden valinta .....	37
6 Rakennusvaihe .....	39
6.1 Rakennusvaiheen jälkeen .....	40
7 Yhteenveto .....	41
Lähteet.....	42

Liitteet

## **1 Johdanto**

Tampereen ammattikorkeakoulu sai mahdollisuuden tutkia ja kehittää Säilövä bioastia-nimistä Aate Virtasen innovaatiota. Säilövä bioastia ja siihen liittyvä jätemurskain siirtiminen muodostavat yhdessä pienimuotoisen jätteenkäsittelylaitoksen. Projektin työnimi oli Jäte-Aate, ja kyseinen projekti tarjosi mahdollisuuden opinnäytetyön tekemiseen jätteenkäsittelylaitoksen suunnittelusta.

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi suunnitteluprosessin vaiheet ja annetaan ohjeita siihen, miten tällainen samankaltainen projekti viedään läpi tehokkaasti seuraavassa kohteessa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa dokumenttiaineistoa suunnittelusta sekä sellaiset suunnitelmat, joiden avulla pilottilaitoksen rakentaminen voidaan toteuttaa hallitusti. Tämä tarkoittaa sitä, että hankkeen kustannukset, aikataulut, kalusto, resurssit, hankinnat ja laadunvarmistustyö on laskettu ja suunniteltu huolellisesti etukäteen.

Suunnitelmien tekemisen edellytyksenä oli itse laitos. Sen koko, muoto, rakenne ja toiminta oli tunnettava. Laitoksen optimaalinen sijoittaminen tontille vaati paljon suunnittelutyötä. Opinnäytetyössä dokumentoitiin suunnittelutyön lisäksi projektin toteutusryhmän suunnittelun etenemistä, ryhmän visioita sekä päätöksiä.

## 2 Jäte-Aate projektin taustatiedot

Nimi Jäte-Aate liittyy keksijä Aate Virtaseen, joka aikoinaan näki biojätteen, ja siitä jatkojalostamalla saatavan bioraaka-aineen, mahdollisuudet uusiokäytössä ja energiantuotannossa. Ideoinnin ja kehittelyn tuloksena syntyi keksintö nimeltä ”säilövä bioastia”.

Jäte-Aate-järjestelmä säilövä bioastianä on ensimmäinen askel biojätteen muuttamisessa jatkojalostettavaksi raaka-aineeksi. Biojättesäiliökeksinnöllä on patentit Suomessa ja muulla EU:n alueella.

Tampereen ammattikorkeakoulu on saanut määräaikaisen ja rinnakkaisen tutkimus- ja käyttöoikeuden keksijä Virtasen innovaatioon. Jäte-Aate projekti on TAMK:n tutkimus- ja kehitysyksikön (T&K) projekti, jonka ensimmäisessä vaiheessa säilövä bioastia tutkitaan, jatkokehitetään ja pilotoidaan syntyvää biojätettä hyödyntäen. Toisessa vaiheessa rakennettua biosäiliötä ja siihen liittyviä laitteita tutkitaan ja mukaan saattavat tulla erilaiset tuotteistamisasiat.

Projektin lähtötilanteessa oli tarkoituksena aloittaa keksijä Virtasen idean kehittäminen. Käytössä oli hahmotelma tulevasta säiliöstä, ja sen toiminta tunnettiin periaatteellisella tasolla. Projektin tavoitteena oli kehittää ideasta toimiva biolaitoskokonaisuus ja rakentaa sellainen TAMK:n yhteyteen. Säilövä biojäteastia tulisi toimimaan oleellisena osana TAMK:n hallittua jätehuoltoa.

Jatkokehittelyn ja tuotteistamisen kannalta pilottilaitosta olisi tarkoitus tutkia siten, että käytössä olisi myöhemmin dokumentoituna koettua ja testattua tietoa laitoksesta, eikä testejä toiminnan suhteen tarvitsisi enää tehdä. (Pihlajamaa 2009.)

## 2.1 Kohteen tiedot

Kuviossa 1 on TAMK:n kiinteistöä pääsisäänkäynnin puolelta



Kuvio 1. Tampereen ammattikorkeakoulu (Kuva: Tampereen yliopisto 2009)

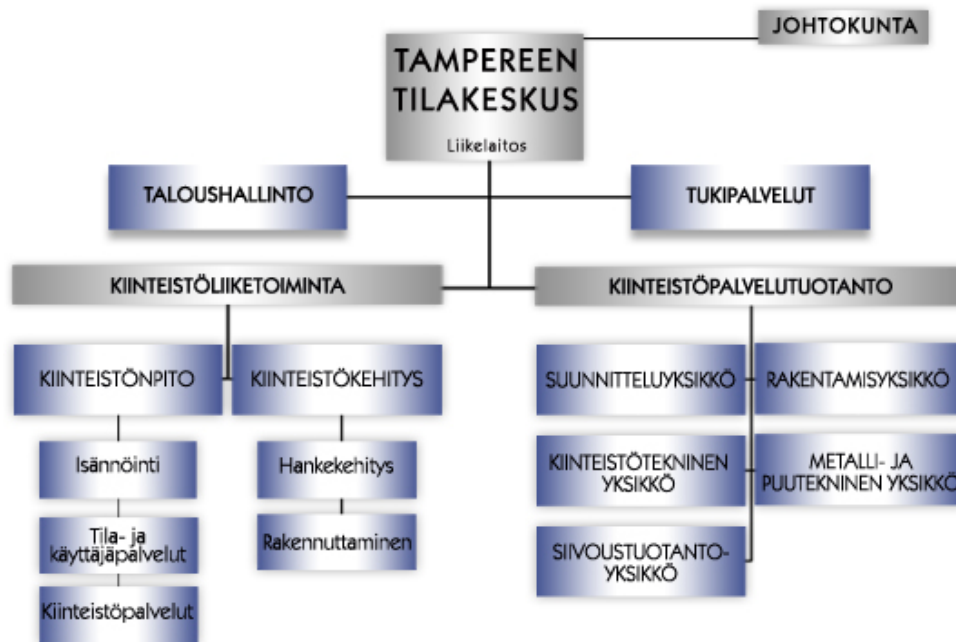
Kohteena oli Tampereen kaupungin Tilakeskuksen omistama kiinteistö, jossa Tampereen ammattikorkeakoulun organisaatio on vuokralla.

Tilakeskuksen tehtävänä on huolehtia Tampereen kaupungin omistamien tilojen ja koko rakennuskannan monikäyttöisyydestä, tarkoituksenmukaisesta käytöstä ja arvon säilymisestä ennakoivalla ja kestäväällä tavalla.

Projektin tavoitteena oli rakentaa TAMK:n yhteyteen toimiva biosäiliösystemi laitteineen. Siksi myös tilakeskus oli kiinnostunut projektin vaikutuksista sen omistamaan kiinteistöön.



Alla olevassa kuviossa 2 esitellään tilakeskuksen organisaatorakennetta.



Kuvio 2. Tampereen kaupungin tilakeskuksen organisaatiokaavio

(Kuva: Tampereen kaupunki 2009)

Tampereen kaupungin tilakeskus on jakaantunut kahteen osaan:

kiinteistöliiketoimintaan ja kiinteistöpalvelutuotantoon. Kiinteistöliiketoiminta jakautuu normaaleihin kiinteistönpitopalveluihin sekä kiinteistökehityspalveluihin.

Kiinteistöpalvelutuotanto on taasen keskittynyt viiteen eri yksikköön. Näitä yksiköitä ovat esimerkiksi suunnittelu-, rakentamis- ja siivouspalveluyksikkö.

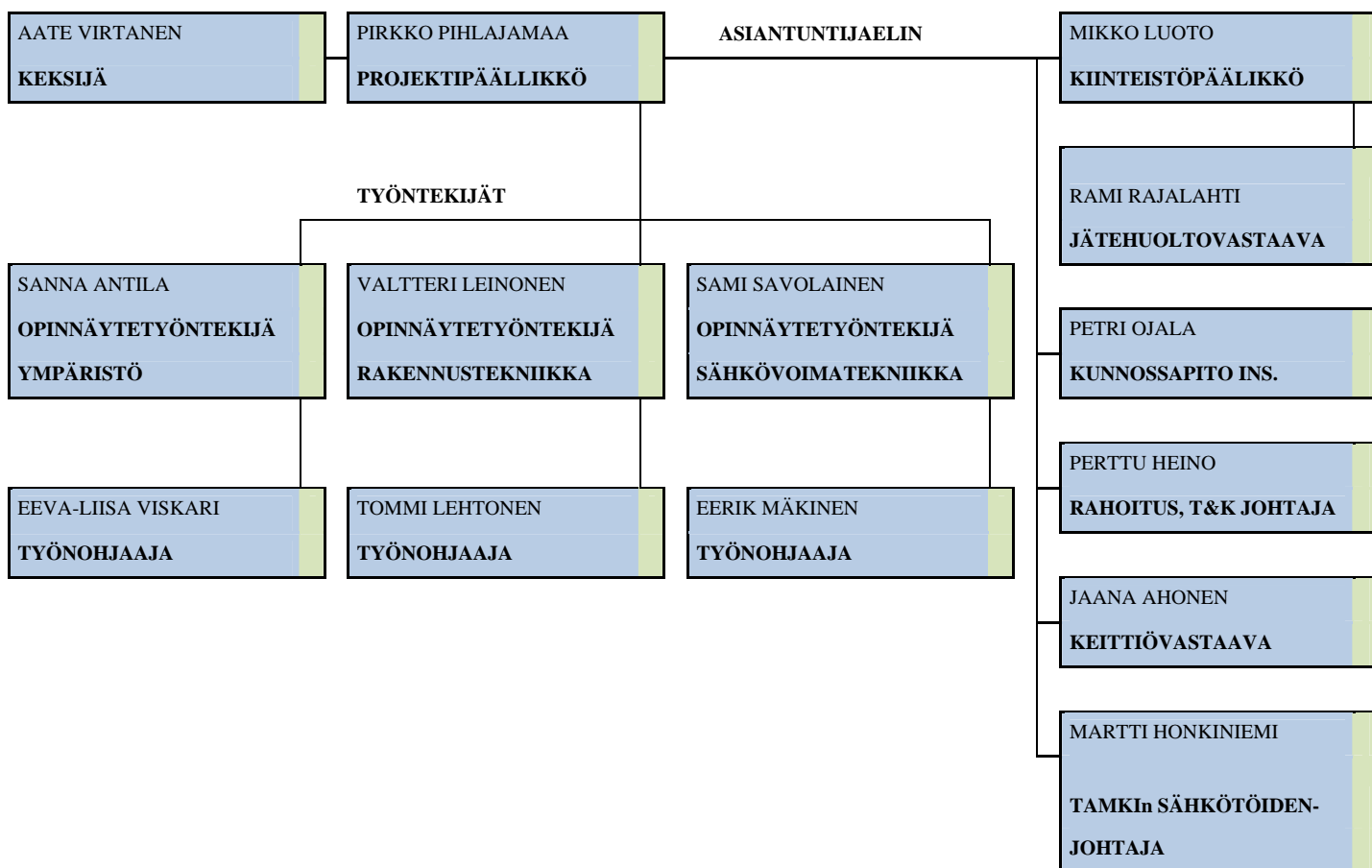
Tilakeskuksen organisaatiosta löytyy myös TAMK:n isännöinnistä vastaava henkilö, jonka kanssa koulun kiinteistöpäällikkö Mikko Luoto tekee tiivistä yhteistyötä.

Kiinteistöpäällikkö oli mukana projektin organisaatiossa, joten hänen kauttaan tiedettiin tilakeskuksen toimintamallit, menetelmät ja vaatimukset tarkasti. Kiinteistöpäällikön kautta kulkeutui informaatio helposti molempiin suuntiin.

Tilakeskuksen organisaatorakenteen selvittäminen ja se liittymisestä projektiin oli tärkeää käydä läpi sen vuoksi, koska hyvin monella kaupungilla on samankaltainen järjestely kunnan hallinnoimien kiinteistöjen suhteen. Kiinteistöhallinta-organisaatio ja sen toimintamallit ja vaatimukset on hyvä tuntea, jos samankaltaisia projekteja käydään läpi muissa kunnissa. (Luoto 2009.)

## 2.2 Projektin organisaatio ja tehtäväkuvaukset

Tässä luvussa käsitellään projektin organisaatiota ja kerrotaan kunkin henkilön toimenkuvasta projektiin liittyen. Projektin onnistuminen riippuu aina koko organisaation toiminnasta, sen rakenteesta ja yhteistyön toimivuudesta. Projektiin liittyi myös muita henkilöitä suoraan tai epäsuorasti, mutta alla olevassa organisaatiokaaviossa (kuvio 3) on esitetty keskeisimmät henkilöt.



Kuvio 3. Jäte-Aate projektin organisaatio kaavio (Kuva: Valter Leinonen 2009)

Hankkeen projektipäällikkönä toimi LVI-lehtori Pirkko Pihlajamaa, joka vastasi projektin etenemisestä ja kokonaistoteutuksesta. Projektipäällikön tehtäviin kuuluivat projektin käynnistys ja kaikki siihen liittyvät käytännönjärjestelyt sekä projektin vieminen loppuun suunnitellussa aikataulussa.

Projektipäällikön alaisuudessa olevat opinnäytetyöntekijät ohjaajineen, toimivat projektityöntekijöinä. Opinnäytetyöntekijät olivat Sanna Antila (ympäristö), Valter Leinonen (rakennustekniikka) ja Sami Savolainen (sähkö). Jokaisella opiskelijalla oli oma ohjaava opettajansa. Opinnäytetöiden tutkimustyö antoi mahdollisuuden siihen, että toimiva pilotti saadaan rakennettua.

Projektissa oli mukana myös ns. asiantuntijaelin, josta keskeisimmät henkilöt ovat TAMKin kiinteistöpäällikkö Mikko Luoto, sähkötöiden vastuhenkilö Martti Honkiniemi sekä ravintolapäällikkö Jaana Ahonen. Näiltä henkilöiltä sai todellisia käytäntöön liittyviä ja huomioon otettavia näkökulmia pilotin suunnittelun avuksi.

Kiinteistöpäällikkö Mikko Luoto vastaa TAMKin kiinteistönpidosta. Hänen apulaisia olivat kunnossapitoinsinööri Petri Ojala ja jätehuoltovastaava Rami Rajalahti. Rajalahti ja Ojala eivät olleet aktiivisesti projektissa mukana, mutta ovat kuitenkin huomioitavia henkilöitä projektin myöhemmässä vaiheessa.

Kiinteistöpäällikkö ja kunnossapitoinsinööri antoivat suunnitteluun asiantuntija-apua ja olivat välttämättömiä henkilöitä projektin kulun kannalta, sillä kaikki kiinteistöön liittyvät toimenpiteet on sovittava näiden henkilöiden kanssa. Heiltä saatiin myös kiinteistön suunnitteluasiakirjat ja toimenpiteiden seurauksena tehtävät uudet dokumentit on luovutettava heille.

Kun kiinteistöön tulee uusia laitteita, on huonekortin liitteenä oleva laiteluettelo päivitettävä. Näin varmistetaan uuden tiedon siirtyminen tuleville sukupolville. Käytönvalvoja Martti Honkiniemi vastaa koulun sähköturvallisuudesta ja häneltä oli mahdollisuus saada asiantuntija apua mittaamisen liittyvien sähkötöiden suunnittelussa.

Ruokalan toimivuudesta vastaa Ravintolapäällikkö Jaana Ahonen. Häneltä löytyi kustannustietoa biojätteiden käsittelystä ja hän toi esille oman näkemyksen tulevan laitteen sijoittamisesta.

Projektin tilaajan ominaisuudessa toimi T&K johtaja Perttu Heino. Hänen kauttaan projekti oli saanut rahoituksen ja hän oli ollut myös sopimassa keksijä Virtasen kanssa immateriaalioikeuksien määräaikaisesta ja rinnakkaisesta käyttöoikeudesta.

## 2.3 Projektin työsisältö

Projektit käynnistyvät usein siitä, että huomataan jokin tarve tai työkokonaisuus, joka tulisi toteuttaa ja toteuttamiseen tarvitaan aikaa ja resursseja. Tässä tapauksessa kyse oli uudesta innovaatiosta, sen suunnittelusta ja rakentamisesta.

Kyseessä oli siis osaksi rakennusprojekti ja osaksi tuotekehitysprojekti, johon liittyviä aloja olivat kemia, fysiikka ja sähköoppi. Tällaisia poikkitieteellisiä projekteja on työelämässä paljon ja yhteistyön merkitys eri alojen toimijoiden kesken on erittäin tärkeää. Resursseja varatessa tulee poikkitieteellisyys ottaa huomioon siten, että jokaiselle osa-alueelle löytyy tarvittava asiantuntija.

Jäte-Aate projektia vietiin läpi palaverikäytäntöä noudattaen. Jokaisessa palaverissa käytiin läpi perusasiat: mitä kukin oli tehnyt, mitä oli vielä tekemättä ja sovittiin etenemisestä (seuraava palaveri). Kokouksista laadittiin pöytäkirja. Palavereiden välinen aika käytettiin luovaan ideointiin ja jokaiseen kokoukseen saatiin hyviä uusia ideoita.

Varsinainen rakennustyö suoritetaan myöhempänä ajankohtana. Alkuperäisen suunnitelman mukaan projektin ensimmäinen vaihe on suoritettu, kun rakennus- ja asennustyöt ovat tehty ja tarvittavat dokumentit täytetty. TAMKin kiinteistössä pakollisia dokumentteja ovat ainakin huonekortin ja laiteluetteloiden päivittäminen. Keittiöhenkilökunta tekee uudesta laitteesta omavalvontasuunnitelman. Projektipäällikön on projektiseurannan lisäksi huomioitava kaikkien pakollisten dokumenttien täyttö, niin projektin alussa kuin lopussakin.

### 3 Rakennushankkeen vaiheet: hankesuunnittelu

Rakennushankkeen vaiheisiin kuuluvat tarveselvitys, hankesuunnittelu, luonnossuunnittelu, rakennussuunnittelu, itse rakentaminen ja käyttöönotto. Pilottijätelaitos hankkeena poikkesi muista siten, että se oli sekä tuotekehitysprojekti, että rakennushanke yhtä aikaa. Opinnäytetyön lopussa käsitellään rakentamisvaihetta tarkemmin, mutta hankesuunnitteluvaiheen tehtävistä kerrotaan tässä kohdassa, koska tuotekehitysprosessia ja hankesuunnittelua tehtiin projektissa samaan aikaan.

Hankesuunnittelu alkaa heti tarveselvityksen jälkeen ja hankesuunnitteluvaiheen tavoitteena on hankkia tarvittavat tiedot lopullista investointipäätöstä varten. Monilla kunnilla ja kaupungeilla on määräyksiä hankesuunnitteluvaiheessa tehtävistä asiakirjoista. Niitä voivat ovat esimerkiksi tilaohjelma, tavoitehinta, rahoituslaskelma, kannattavuuslaskelma, elinkaarikustannusten- ja ympäristövaikutusten analyysit, hankkeen organisaatiokaavio, hankeaikataulu, hankesuunnitteluvaiheen yhteenveto ja varsinainen hankesuunnitelma. Tavoitteena on saada jätelaitoksesta myöhemmin mahdollisena tuotteena edullinen, helppo ja nopea asennettava pienillä rakennustoimenpiteillä, ettei hankesuunnitteluvaihe asiakirjojen tekemisineen muodostu kovin raskaaksi. Nämä seikat on mahdollisten tuotteistajien ja markkinoitsijoiden syytä ottaa huomioon mietittäessä oikeaa markkinointi ja toteutusmuotoa.

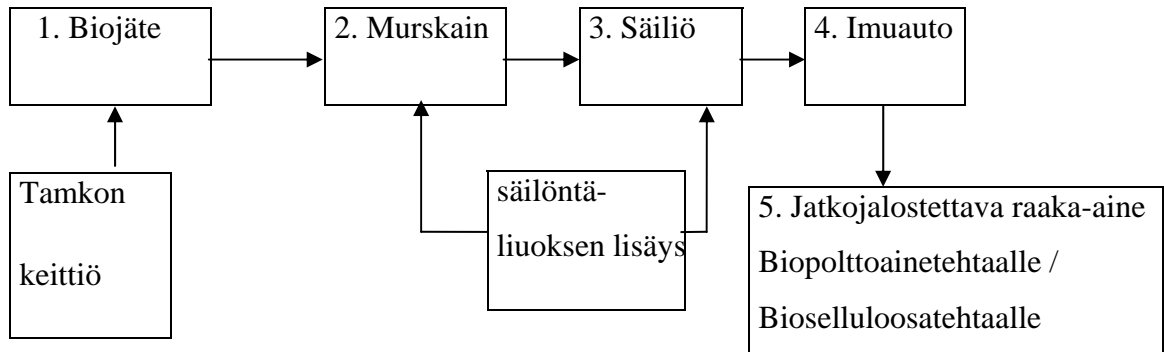
Hankesuunnitteluvaiheen sekä tuotekehitysprosessin tehtäviin kuului aluksi määrittää laitoksen toiminnalle asetettavat tavoitteet ja myös kiinteistönpidon asettamat tavoitteet. Kun nämä olivat selvillä, selvitettiin säiliön ja kontin optimaalista sijoituspaikkaa tontilla.

Pohjatutkimuksista saadaan selville maaperän koostumus sekä pohjaveden korkeus. Jos tontilla joudutaan louhimaan ja räjäyttää, niin kuin kohteessa mahdollisesti joudutaan, voidaan riskianalyysi teettää räjähdekonsultilla tämän jälkeen. Kun sijoituspaikka ja maaperän laatu ovat selvillä, voidaan tulevat rakennuskustannuksetkin arvioida kohtuullisen tarkasti.

Kustannuksiin vaikuttaa myös hankkeen ajoituksen- ja toteutuksen suunnittelu. Yksityisellä puolella haasteita tuo keittiön jokapäiväinen toiminta, kun taas julkisella sektorilla kesälomat tuovat toimintaa pientä taukoa. Siten rakennustoimenpiteet voidaan suorittaa ilman häiriötä. Kun rakentamisen- ja laitoksesta syntyvät kustannukset ovat arvioitu, tehdään kannattavuuslaskelmia, joiden pohjalta investointipäätös voidaan tehdä.

### 3.1 Biojätelaitoksen prosessikuvaus

Tärkein lähtökohta työskentelyn aloittamiselle oli hahmottaa koko biojäteprosessin kulku. Kaaviossa esitellään lyhyesti biojäteprosessia, alkaen biojätteestä raaka-aineena, ja sen matkasta jatkojalostettavaksi bioraaka-aineeksi.

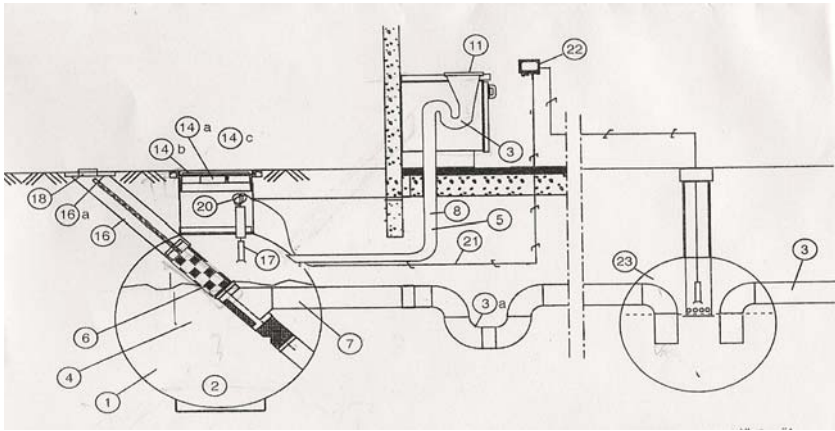


Kuvio 4. Havainnekaavio biojätteen kulusta jatkojalostukseen ja hyötykäyttöön  
(Kuva: Valtteri Leinonen 2009)

1. Kaikki lähtee liikkeelle siitä, että biojätelaitos saa keittiöltä raaka-ainetta eli biojätettä. Jätettä syntyy n. 1 m<sup>3</sup> viikossa lähinnä ruuantähteistä ja serveteistä.
2. Biojätteet punnitaan ja kaadetaan murskaimeen, joka murskaa ja siirtää biojätteet säilövään bioastiaan.
3. Säiliöön kerätään biojätettä ja hallitaan säiliössä vallitsevat olosuhteet säilöntäaineita ja lämpötilaa säätämällä.
4. Kun säiliö on täynnä, niin imuauto tyhjentää ja huuhtelee säiliön.
5. Jatkojalostettava raaka-aine kuljetetaan biopolttoaine- tai bioselluloosatehtaalle.

Biojäteprosessin kulku on saatava toimimaan sujuvasti jokaisen osa-alueen kohdalla. Jotta prosessi saadaan sujumaan mutkattomasti, täytyy tietää miten eri systeemit vaikuttavat muiden osa-alueiden toimintaan. Jo projektin alussa tiedettiin, miten laitos periaate-tasolla toimii, mutta selvitettäviä asioita kuitenkin vielä oli. Myös mahdollisia ongelmia havaittiin nopeasti asiantuntijaryhmän avustuksella. Näitä ongelmia lähdettiin miettimään, sekä ratkaisemaan annettuja tehtävät.

Seuraavassa kuvassa esitetään biojätelaitoksen toimintaperiaate.



Kuvio 5. Biojätelaitoksen luonnoskuva

(Kuva: Biojätessäiliö-keksintö patentti no 116459/Suomi)

Selvitettävänä oli seuraavia asioita:

- säiliön sijoitus TAMKIn tontille
- säiliön optimaalinen koko
- säiliön rakenne
- toteutuksen budjetti ja kannattavuus
- mittaamiseen ja tarkkailuun liittyvät erityistarpeet, joiden laitevalinnoissa avusti sähköopiskelija.

Projektiin liittyi myös optimaalisimman säilöntäaineen selvittäminen ympäristöopiskelijan toimesta. Tutkimukset tehtiin säilöntäkokeilla pienessä mittakaavassa.

Sähköopiskelijan tehtävät liittyivät mittauslaitteiden suunnitteluun ja valintaan.

### 3.2 Pilottilaitoksen suunnittelun kulku

Pilottilaitoksen suunnittelun kulku lähti liikkeelle oikean selvitysjärjestyksen hahmottamisella. Suunnitteluvaiheessa oli tärkeää tehdä yhteistyötä muiden projektissa mukana olleiden opiskelijoiden kanssa, jotta oli jatkuvasti ajan tasalla siitä, miten heidän tutkimustulokset ja suunnitteluratkaisut vaikuttavat toiminnallisesti laitoksen suunnittelutyöhön.

Suunnittelun lähtökohtana oli tietenkin laitokselle kohdistetut vaatimukset. Keittiöhenkilökunnan työmäärää ei uusi laitos saanut merkittävästi lisätä, joten oli järkevää sijoittaa laitos keittiön välittömään läheisyyteen. Laitoksen suunnittelussa oli siis alussa päätettävä, minne laitos tontilla sijoitetaan. Suunnitteluvaiheen alussa oli palavereissa myös päätetty, että tuleva säiliö sijoitetaan tutkimuskonttiin.

Laitokseen kohdistettuja vaatimuksia tuli myös viranomaistaholta. Tulevien kohteiden osalta kannattaa heti selvittää, tarvitseeko kyseinen laitos rakennus- tai toimenpideluvan. Kunnista riippuen rakennusluvan saaminen voi kestää viikkojakin. Muidenkin viranomaisten näkemys laitoksesta kannattaa tarkistaa. Terveysturvallisuuslainsäädäntö ja kunnalliset jätehuoltomääräykset voivat tuoda suunnitteluun lisähaasteita. Kun kaikki vaatimukset olivat selvillä ja laitoksen sijainti hahmoteltu, perehdyttiin yksityiskohtaisemmin laitoksen toimintaan.

Seuraavana vuorossa oli tutkimuskontin kokoon ja toimintaan liittyvien seikkojen selvittäminen. Kemikaalitutkimuksista saatiin tietoa ympäristö-opiskelijalta, ja sähkö-opiskelijan kanssa suunniteltiin säiliön ja tutkimuskontin sähköntarpeita sekä mittalaitteita. Myös alustavaa kustannuslaskentaa ja vertailulaskelmia piti tehdä samaan aikaan.

Lopuksi yritettiin selvittää optimaalisinta murskainta laitokseen ja murskan siirtymistä biosäiliöön. Lisäksi laitoksen rakentamista ja rakennesuunnittelua piti miettiä myös, koska niiden toteuttamisella oli suoria vaikutuksia kustannuksien kertymiseen.

Tulevasta säiliöstä, sekä siirtimestä hahmoteltiin matkan varrella muutamia versioita, ennen kuin lopullinen, mahdollisesti toteutettava malli löytyi. Ehkä suurin virhe suunnittelun alussa oli se, että laitoksen toiminnan suunnittelu aloitettiin aivan alusta, vaikka periaate tasolla toimiva laitos oli jo valmiiksi hahmoteltu.



### 3.3 Laitoksen sijoittaminen tontille

Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi sijoitusprosessia ja siinä huomioon otettavia asioita. Seuraavassa kuviossa 6 esitetään TAMK:n kiinteistö. Keittiörakennus on sisäpihalla oleva matala osa korkeimman B-siiven edessä.



Kuvio 6. Ilmakuva Tamkin tontista (Kuva: Tampereen yliopisto 2009)

Alla olevassa kuviossa 7 on tarkempi kuva sisäpihalta.



Kuvio 7. Keittiörakennus ja ympäristöä (Kuva: Valteri Leinonen 2009)

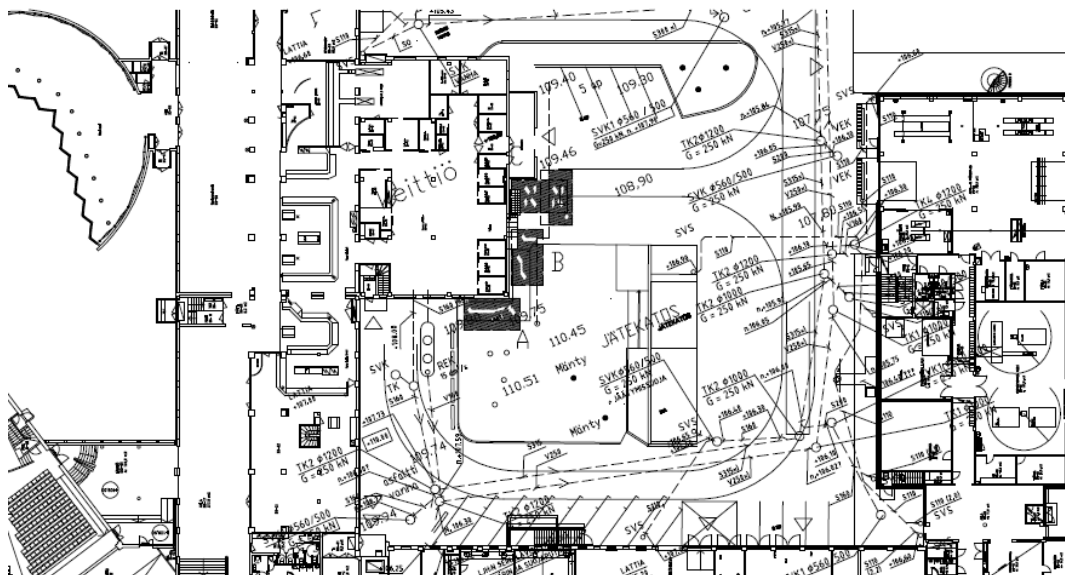
Pilottilaitoksen sijoittaminen tontille vaati tarkkaa suunnittelutyötä. Vaatimuksena oli, että säiliö ja samalla myös murskain tulisi sijoittaa keittiön välittömään läheisyyteen. Kun paikan päällä tutkittiin ratkaisutapoja, avautui selvitystyö paljon kirkkaammin, kuin pelkistä piirustuksista katsomalla.

Vanhat piirustukset ja mahdolliset muotokuvat olivat myös tärkeitä dokumentteja, kun jo olemassa olevan kiinteistön viereen suunniteltiin toimenpiteitä tehtäväksi. Tärkein piirustus oli tietenkin Lvi-asemakuvana. Siitä näki myös keittiön tilajärjestelyt samalla. Lvi-piirustuksia tutkimalla selvisi, missä kulkevat viemärit ja vesijohdot. Sähkökuvista selvisi sähköjohtojen sijainnit. Rakennekuvista, sekä erillisistä elementtikaavioista, selvisi perustamistapa ja korot.

Säiliön rakenne aiheutti myös tiettyjä vaatimuksia sijoituspaikan suhteen.

Pilottisäiliössä oli vedenpoisto, joten viemärin tai tarkastuskaivon täytyi sijaita lähellä. Tässä kohteessa pääviemäri linja kulki suoraan F-siiven portaikon luota kohti keittiön pääsisäänkäyntiä.

Alla olevaan kuvaan on yhdistetty vesi- ja viemäri linjat, sekä sähkökaapeleiden sijainnin samaan kuvaan. Kuvasta näkyy myös mahdolliset kontin sijoituspaikat.



Kuvio 8. Laitoksen mahdolliset sijoituspaikat ovat tummat nelikulmiot A, B, C ja D (Yhdistelmäkuva: Valtteri Leinonen 2009)

Vaatimuksia sijoituspaikan suhteen toi myös murskain. Murskaimen olisi tärkeää olla seinän vieressä sisäpuolella keittiötä säiliön yläpuolella. Näin säästyy biomassan siirtokustannuksia kaluston osalta.

Lisäksi tutkimuskontissa tarvitaan sähköä, joten niihin pitää päästä käsiksi myös läheltä. Sähköpiirustuksista ja laitteiden avulla saadaan seinässä kulkevien sähköjen sijainnin selville, ettei timanttiporaaja poraa niihin rakennusvaiheessa.

Biosäiliön tyhjennysmahdollisuus täytyi myös varmistaa. Tyhjennysletkut ovat yleensä noin 40 metriä pitkät, joten imuautolla ei välttämättä tarvitsisi päästä aivan säiliön viereen. Tyhjennysautolla ei siis ollut vaikutusta paikan määrittämisessä.

Kun vaatimukset olivat tiedossa, niin mahdolliset sijoitusvaihtoehdot alkoivat selvitä. Pian huomattiin myös, että säiliön sijoittaminen kaikkien vaihtoehtojen mukaan voi vaatia räjäytystöitä. Räjäytyksen mahdollisuus toi suunnitteluprosessiin lisähaasteita ja kustannuksia ainakin pohjatutkimuksen verran.

Edelliseen kuvaan (kuvio 8) on merkitty tulevan laitoksen mahdolliset sijoituspaikat. Seuraavaksi kerrotaan lyhyet perustelut valinnoista.

Laitoksen sijoituspaikoista jäi heti aluksi pois keittiörakennuksen betonilaboratorion puoleinen sivu. Kun takaseinän ja fysiikkalaboratorion puoleisista sivuista otettiin pois sisäänkäyntien kohdat sekä sisäpuolelta keittiön kylmähuoneiden kohdat, alkoivat sijoituspaikat hahmottua selkeämmin. Huomioitavaa oli se, että mahdollisten räjäytystöiden arvioitu katselmusetäisyys on pienempi, mitä fysiikkalaboratoriosiipeen ja herkkään autolaboratorion mittalaiteluokkaan on matkaa. (Vuolio ym., 2008, 149)

Alempien sijoituspaikkojen (A ja B) hyvinä puolina voidaan pitää tarkastuskaivon läheistä sijaintia. Kahteen osaan jaettu perkaussyvennys voisi sopia erinomaisesti murskaimen sijoituspaikaksi. Lisäkustannuksia voi tuoda sähköjohdon pidennys, jos valaisimen A kaapeli kulkee louhittavan paikan kohdalta.

Ylemmät sijoituspaikat (C ja D) valittiin siksi, että ne olivat ravintolapäällikön toivomat paikat.

### 3.4 Säiliön suunnittelu

Jo projektin varhaisessa vaiheessa päätettiin tuleva säiliö sijoittaa tutkimuskonttiin, jotta säiliön toiminnallisia rajoja voitaisiin tutkia ja selvittää. Sekä kontti, että säiliö kaivettaisiin maahan, mutta lopullinen pohjan syvyys täytyi vielä selvittää. Oli järkevää suunnitella säiliötä ja konttia samaan aikaan.

Säiliön tutkiminen aloitettiin selvittämällä säiliön koko. Alkuperäinen suunnitelma oli selvittää säiliön koko investointilaskelmien kautta. Vaatimuksena oli kuitenkin käyttää valmiita yhteistyöyrityksen säiliökokoja. Tätä kautta myös säiliön materiaali oli selvillä.

Säiliön koko ei lopulta selvinnyt laskelmien kautta, vaan tuleva koko määräytyi ympäristö-opiskelijan ja hänen ohjaajansa sekä projektipäällikön Helsingin vierailun yhteydessä. Etanolivalmistajan tuotantohenkilö ilmaisi yrityksen kiinnostuksen ottaa vastaan 10m<sup>3</sup> eriä, sillä pienempien määrien kuljettaminen kovin kauas ei ole mielekäästä. Tämän jälkeen täytyi tarkistaa mahdolliselta jätteen kuljetusfirmalta imuautojen säiliökokoja. Ilmoituksen mukaan koot vaihtelivat 11—13 m<sup>3</sup> välissä. Lisähaasteita toi kuitenkin se, että yhteistyöyrityksen isot valmiit säiliöt olivat soikean muotoisia, joten massan tasaisen leviäminen säiliöön täytyi varmistaa esimerkiksi sekoittajalla tai vibralla. Lopullisen säiliön kooksi ajateltiin noin 12 m<sup>3</sup>, jotta vaadittava 10 m<sup>3</sup> massaa mahtuisi sinne.

Kun säiliön koko oli suunnilleen selvillä, aloitettiin säiliön sekä kontin osien suunnittelu. Suunnittelun lähtötietoja olivat säiliölle asetetut toiminnalliset vaatimukset. Esimerkiksi hygienia- ja omavalvonta vaatimuksista seurasivat, että tulevassa säiliössä täytyi olla seuraavat ominaisuudet:

- lämpötilan säätömahdollisuus
- pH:n säätömahdollisuus
- veden määrän säätelymahdollisuus
- bioastian puhdistus- ja näytteenottomahdollisuus.

Säiliö-auton asettama vaatimus oli se, että massan pitää olla notkeaa, jotta sitä voidaan letkulla imeä. Vaatimuslistalle lisäyksenä tuli myös, että massa oli jotenkin voitava tiivistää. Näihin kaikkiin vaatimuksiin oli löydettävissä ratkaisut kohtuullisen helposti ja vaihtoehdot esitellään liitteissä.

Kontin toiminnalliset vaatimukset liittyivät säiliön tutkimus toimintaan.

Vaatimukset olivat seuraavanlaiset:

- Kontissa täytyi olla riittävä valaistus tutkimustoimintaa varten.
- Kontissa oli oltava laite, jolla voidaan muuttaa kontin lämpötilaa.
- Kulku konttiin ja sieltä pois täytyi olla turvallista.
- Konttiin täytyi saada mahdollisesti vettä.
- Kontti täytyi olla riittävän suuri, jotta tutkimustoiminta saadaan helpommaksi.

Kontin toiminnalliset ratkaisut laitteineen esitetään liitteissä.

Toiminnallisten seikkojen jälkeen täytyi tutkia säiliöön ja konttiin liittyvät rakennustekniset asiat. Ensimmäinen asia oli tietenkin perustaminen.

12 m<sup>3</sup> säiliön ollessa täynnä biojätettä, sen massa voi olla yli 10 tonnia. Tämä kannattaa huomioida, kun säiliön pohjan ja kontin lattian väliin mitoitetaan tukijalkoja. Itse kontin alle riittää pelkkä tiivistetty hiekka- tai sorakerros, koska paino jakaantuu riittävän suurelle alueelle. Muissa kohteissa maaperän ollessa löyhää, voi perustamistapalausannon pyytää pohjatutkijalta.

Seuraava haaste liittyi säiliön ankkurointiin. Jos pohjaveden pinta nousee huippulukemiin, esimerkiksi säiliön puoleen väliin, voi säiliö hyvinkin korkata ylöspäin biomassan painosta riippuen. Haasteena oli siis selvittää tällaisten ilmiöiden kurissapitämisen keinot tulevia kohteita varten.

Kontin seinät täytyy olla riittävän jäykät, ettei maanpaine pääse puristamaan seinää ruttuun. Säiliö on todennäköisesti valmiiksi mitoitettu kestämään suuriakin puristuslujuuksia.

Säiliön ja kontin suunnittelussa ja teknisissä ratkaisuissa pyrittiin siihen, että ratkaisut ovat mahdollisimman yksinkertaiset ja kustannustehokkaat. Kontin suunnittelu oli haastavaa, koska sellaista ei myöhemmin tarvita. Tutkimuskontin täytyisi kuitenkin olla kestävä ja toimiva tulevassa pilottikohteessa. Kontin jatkosuunnitteluun kannattaisi panostaa vain sopivassa suhteessa.

### **3.5 Murskaimen valinta**

Pilottikohteen murskaimen valinta tuli luonnollisesti myöhemmin osaksi työkokonaisuutta. Murskaimen valintaprosessi alkoi paljon myöhemmin kuin säiliön suunnittelu, jonka toimivuutta ja vaatimuksia palaverissa eniten ideoitiin.

Valintaprosessi vaikutti alussa helpolta, mutta muodostui lopulta todella vaikeaksi. Tehtävänä oli etsiä esimerkiksi internetiä apuna käyttäen valmis murskain, joka liitettäisiin säiliön yhteyteen. Mutta työ ei ollutkaan ihan niin yksinkertaista. Vaikeudet johtuivat osittain murskauksen jälkeisestä massan siirrosta säiliöön. Oli selvítettävä millainen siirrin halutaan, miten siirretään ja kuinka siirrin liittyy murskaimeen. Myös muut murskaimelle asetetut vaatimukset alkoivat selkiytyä.

Kun juuri oikeanlaista murskain- ja siirrinpakettia ei löytynyt heti netin kautta, alkoi eri vaihtoehtojen ja ratkaisujen ideointi. Väläyteltiin mahdollisuutta myös oman koulun koneensuunnittelun hyväksikäyttöön, joka antoi myös ideoinnille laajuutta. Eri henkilöiden haastattelut, heidän näkemykset ja keittiön tilaratkaisuihin tutustuminen antoivat suunnitteluun mukavasti lisäulottuvuutta. Täytyi miettiä paljon tarkemmin sijoitusvaihtoehtoja toiminnallisten ja käytännöllisten vaatimusten lisäksi.

Pohdittavana oli murskauksen jälkeinen siirto. Vesisiirron ja kuivasiirron mahdollisuudet, laitteiden huollon, kunnossapidon sekä puhdistusten miettiminen oli haastavaa työtä. Vaikeuksia työhön toi myös hintojen saaminen selville. Ne harvat paikat joista tarjous saatiin, osoittautuivat yllättävän kalliiksi. Kun alustavia kannattavuuslaskelmia oli tehnyt samaan aikaan, niin tiedettiin suunnilleen, mihin hintahaarukkaan pitäisi murskaimen osalta päästä.

Kevään viimeisessä palaverissa sovittiin vaiheen 1 lopettamisesta, joten suunnittelutyötä joutuu jatkamaan myöhemmässä vaiheessa.

Lopullista valittavaa murskainmallia ei päätetty, mutta perusvaatimuksia sille ovat helppokäyttöisyys, nopea toiminta ja puhdistaminen, kustannustehokas, hajuton sekä hiljainen. Yksinkertaiset ja helpot toiminnot sekä siisteys, ovat kaikkein tärkeimmät asiat käyttäjien, eli keittiöhenkilökunnan kannalta katsottuna.

(Rajalahti 2009.)

### **3.6Jatkokehitys- ja tuotteistamismahdollisuudet**

Tässä luvussa kerrotaan pilottilaitokseen liittyvistä jatkokehitystoimenpiteistä ja tuotteistamismahdollisuuksista. Seuraavaksi esitellään muutamia ajatuksia työn jatkajalle.

Jatkokehitystyön peruslähtökohtana on tietenkin saada tuotteesta kilpailukykyinen muihin vastaavanlaisiin sovelluksiin nähden. Koska koko prosessi on kohtuullisen laaja, niin kannattavan investoinnin lisäksi, monelle asiakkaalle on tärkeää helppo, nopea ja edullinen siirtyminen uuteen systeemiin. Siksi jatkokehitystoimilla on tärkeä osuus lopullisen tuotteen kannalta.

Jatkokehitysalueet voisi jakaa viiteen eri luokkaa seuraavasti:

- Säiliön ja sen osien kehittäminen.
- Murskaimen sekä siirtimen kehittäminen.
- Biomassan ja säilöntä-aineen kehitys.
- Rakennus ja asennustoiminnan kehittäminen.
- Myynti ja markkinointi tavat, sekä niiden kehittäminen.

Säiliön ihanteellinen muoto voisi olla soikea, jotta tilavuutta säiliöön saataisiin pituussuunnassa. Mitä syvemmälle maaperään säiliö suunnitellaan asennettavaksi, kasvavat kustannukset ja riskit sitä suuremmiksi. Myös säiliön viemärointitapaa kannattaa tutkia ja kehittää se toimimaan kaikissa oloissa. Lujitemuovisäiliö itsessään on huoltovapaa, mutta siihen liittyviä laitteita täytyy huoltaa ja huoltokustannukset on minimoitava.

Murskaimen sekä siirtimen kehitystyö on kaikkein haastavimpia toteuttaa. Jo pilottilaitoksen murskaimen täytyy olla vaatimusten mukainen, mutta lopullisen tuotteen kustannukset täytyy saada mahdollisimman alas. Lisäksi murskaimen täytyy olla mahdollisimman yksinkertainen käyttää, puhdistaa ja huoltaa. Yksinkertainen murskain ei välttämättä sovi kaikkiin kohteisiin, joten kuivasiirron, vesisiirron ja myös alipainesiirron mahdollisuudet ja kustannukset täytyy selvittää. Vesi yhdessä alipaineen kanssa mahdollistaa murskaimen sijoittamisen saneerauskohteissa lähes minne tahansa keittiön alueella. Koneen ei tarvitse välttämättä sijaita välittömästi seinän vieressä.

Säilöntäaineen minimoinnin tutkimus ja kehitystyö jatkuu ympäristö-opiskelijan toimesta toukokuussa. Sähkö-opiskelija tutkii annostelua ja automatiikkaa selvittäen kustannustehokkaimman ratkaisun.

Asennuksen kehittämistyö riippuu lopullisesta asennus-suunnitelmasta. Myydäänkö tuotetta asennettuna, hoitaako asiakas asennuksen vai sekä että. Näistä seikoista täytyy asennus-kehittelyssä lähteä liikkeelle. Kustannukset on saatava myös asennuksen osalta alas ja parhaiten se onnistuu siten, että tuotetta myyvä yritys hoitaisi myös asennuksen olemassa oleviin kiinteistöihin ja näin kokemukset eri kohteista kartuttaisivat tietoa toimia kustannustehokkaasti. Uudiskohteissa asennus olisi järkevää antaa kyseisen kohteen urakoitsijan hoidettavaksi. Murskaimen asennuksen voisi uudiskohteissakin hoitaa tuotetta myyvän yrityksen edustaja.



Myynnin ja markkinoinnin kehittämisessä huomio kiinnittyy asiakkaan hankesuunnitteluvaiheeseen. Vaikka kyseinen tuote olisi kannattavaa investoida, voi kannattavuuslaskelmiin tulla lisäkustannuksia, jos hanke viedään projektina asiakkaan puolelta läpi ja laskelmiin sisällytetään myös projektin kulut. Toisaalta tuotetta myyvä yritys säästyy paljon työltä, jos asiakkaan hankesuunnitteluvaiheen asiakirjoihin ja vaatimuksiin ei tarvitsisi puuttua. Eli mietittävä on markkinoiko ja myykö tuotetta lupaamalla hoitaa myös kaikki lupajärjestelyt ja paikanmäärittämiset.

Laitoksen tuotteistamismahdollisuudet ovat erittäin hyvät. Yhteistyö-yrityksellä on jo valmiiksi säiliötuotantoa ja panospuhdistamoiden automatiikkaa ja tietotaitoa voi soveltaa myös tähän tuotteeseen säiliön osalta. Murskain ja siihen mahdollisesti liittyvä siirrin lopullisena tuotteena on vielä suunnitteluvaiheessa, mutta laite on kuitenkin lopulta hyvin yksinkertainen. Murskaimen ja siirtimen tuotekehittämisessä on mahdollista käyttää myös TAMKIn konetekniikan opiskelijoita, joten tuotekehittelytyöhön ei kovin suuria pääomia välttämättä tarvita.

Biojätteitä syntyy maailmalla valtavasti, joten tilausta tällaiselle tuotteelle on. Markkinoilta löytyy jo säilöntään tarkoitettuja tuotteita, mutta jäte-aate järjestelmä pystyy haastamaan nämä tuotteet.

Tuotekehittelytyön pitäisi olla tehokasta, jotta varsinkin uudiskohteisiin voitaisiin nopeasti aloittaa markkinointi kyseisen laitoksen osalta. Aika tällaiselle systeemille olisi kypsä ja nykyajan valistuneet lajitteluihmiset olisivat varmasti kiinnostuneita tuotteesta.

## 4 Kustannukset

Opinnäytetyöhön kuului yhtenä osatehtävänä hankkeen budjetointi, ja selvittää investoinnin kannattavuus.

Kustannukset ovat erittäin merkittävässä asemassa hankkeista riippumatta. Tulevat kustannukset pyritään selvittämään ja minimoimaan, sekä hankkeen aikana pyritään lopulliset kustannukset ennustamaan kohtuullisen tarkasti.

Kustannustietoinen ajattelu oli tärkeää myös suunnittelun alkuvaiheessa. Oli pyrittävä ottamaan kustannukset huomioon jokaisen työvaiheen kohdalla. Kun säiliötä, murskainta ja sijoituspaikkoja vertailtiin, suljettiin heti pois vaihtoehdot, joissa kustannusten nousumahdollisuus oli suuri.

Haasteita kustannuslaskentaan toi monia eri seikkoja. Ensinnäkään tarkkoja hintoja ei saanut mistään kunnolla selville. Myöskään kustannuslaskentaohjelmista ei oikein ollut apua tällaiseen pieneen kohteeseen. Epäselvää oli myös kuinka projektin kustannukset lasketaan mukaan kannattavuuslaskelmiin. Eli mietittävänä oli lasketaanko mukaan pilottilaitoksen projektiin varatut rahat ja arviot aikaisemmin käytetyistä menoista, sekä tulevat suunnittelu- ja tuotekehitys menot. Tässä tapauksessa pilottilaitoksen kustannukset olivat muutenkin suuremmat, kuin lopullisen tuotteen hinta.

Liitteeseen laitettiin hyvin suuntaa-antava kustannusarvio hankkeessa kertyvistä kustannuksista. Ei ollut kovinkaan mielekästä lähteä tässä vaiheessa laskemaan esimerkiksi maanrakennuksen yksikköhintoja. Rakentamisvaiheiden kustannuksia arvioidessa kiinnitettiin huomiota lähinnä työvaiheiden arvioituun keston, jota kautta lopullisia kustannuksia osattiin paremmin arvioida.

Muissa aihe-alueen luvuissa käydään yksityiskohtaisemmin läpi hankkeen kustannuksia eri vaiheiden osalta. Käsitellään kuinka kustannukset määräytyvät ja kertyvät, tarkastellaan erikseen laitteisiin liittyviä kustannuksia sekä selvitetään investoinnin kannattavuuslaskelmien perusteita. Lisänä myös ajatuksia, miten kustannuksia saataisiin myöhemmin karsittua.

## 4.1 Kustannusten määräytyminen ja kertyminen

Kustannusten kertyminen alkoi heti aloituksen jälkeen ja jatkuu projektin loppuun saakka. Kustannusten määräytyminen oli taas kiinni jokaisesta hankkeeseen liittyvästä päätöksestä.

Pilottilaitoksen kaikki laitteet ja niihin liittyvien osien hankinta kasvattavat kustannuksia. Myös rakennus ja asennustöistä kertyy kustannuksia, sekä huollosta, kunnossapidosta ja tyhjennyksistä valmiin laitoksen osalta.

Hankesuunnittelusta kertyy yleensä kokonaissummaan nähden hyvin pieni osuus kustannuksista ja pieninä ne täytyy pitää myös tulevien kohteiden osalta.

Hankesuunnittelukustannuksiin voidaan laskea piirustuskustannukset, lupakustannukset, pohjatutkimukset ja mahdollisen räjäytyskonsultin haastattelu ja riskikartoitus.

Suurimman kustannuserän muodostaa tietenkin itse laitos. TAMKin pilottikohteessa kustannuksia kasvattaa myös tutkimuskontti, jota muissa kohteissa ei enää tarvita.

Rakentamisen ja laiteasennuksen osuus kustannuksista vaihtelee eniten. Kustannukset määräytyvät laitoksen sijoituspaikaksi valitun alueen maaperän ominaisuuksien, laitoksen ja murskaimen etäisyyden sekä säiliön viemäryhteyden mukaan.

Ihannetapauksessa säiliö voidaan kaivaa rakennuksen viereen tiiviiseen maahan, ettei tuentoja tarvitse tehdä. Louhintaa ei tarvitsisi suorittaa ja murskain voitaisiin sijoittaa heti seinän toiselle puolelle. Näin säästyisi siirto- ja rakennuskustannuksia.

Kustannuksiin lasketaan mukaan myös laitoksen käyttö ja tyhjennyskustannukset, sekä huolto ja kunnossapito kustannukset. Näiden kustannusosuus täytyy saada hyvin pieniksi, joten laitevalintaan ja pesusysteemiin täytyy kiinnittää erityistä huomiota.

Uuden pilottilaitoksen huolto ja kunnossapito-kustannuksia on vaikea määrittää, koska niiden huolto ja kunnossapito liitetään osaksi suurempaa kunnossapitosopimusta.

Summaa pidetään kuitenkin hyvin pienenä. Kustannuksia kertyy myös keittiöhenkilökunnan työtunneista, mutta laitoksen ei pitäisi merkittävästi lisätä tai vähentää työtunteja. (Ojala 2009.)

## 4.2 Kustannusvertailut

Tässä luvussa kerrotaan säiliö- ja laitekustannuksista ja niiden vertailuista.

Kustannusvertailut muodostuivat omaksi prosessikseen ja haasteita vertailuun toi puutteelliset tiedot kilpailijoiden järjestelmistä. Kun tehtiin päätös tutkimuskontista, niin lujitemuovikontti vaihtoehto vaikutti kaikkein järkevimmältä ratkaisulta. Kontin kustannusvertailua oli todella vaikea tehdä, koska valmistuskustannuksia ei tarkkaan tiedetä ennen kuin sellainen on tehty.

Säiliön kustannusvertailuja oli helpompi tehdä, koska hinnat olivat suunnilleen tiedossa. Alustavat vertailulaskelmat muuttuivat käyttökelvottomiksi, kun etanolivalmistaja ilmaisi kiinnostuksensa vähintään 10 m<sup>3</sup> eriin. Säiliön vedenpoisto-systeemistä piti laskea vertailut, mutta tutkimuksen kannalta voisi olla viisasta laittaa säiliöön siiviläputken lisäksi myös pumppu. Pelkkä siivilä säiliössä vaati sen, että tarkastuskaivo oli lähellä johon liittyä. Pumpun avulla säiliö ei sitoudu tarkastuskaivon korkoon ja säiliön lähtöputki voi olla myös alempana kuin tarkastuskaivon putken lähtökorko.

Liitteeseen on poimittu muutamia internetistä löydettyjä murskain- ja säiliövaihtoehtoja. Siitä löytyy markkinoilla jo olevat murskainvaihtoehdot, ja siihen liittyvä säiliö, jossa massan säilöntä toteutetaan ilmeisesti jäähdyttämällä. Lisäksi vertailtiin jäähdytyksellä toteutetun säiliön ja Jäte-Aate systeemin kustannuksia. Jäähdytys systeemin huono puoli oli jätteen sopimattomuus biopolttoaineisiin, koska käymistä ei tapahdu. Hyvänä puolena pidettiin kustannussäästöjä kaivutöissä.

Laitevaihtoehtojen kustannuksia oli vaikea löytää. Pienten murskainten hinnat oli selvästi laitettu esille, mutta isompien ei. Liitteen murskaimissa 1 ja 2, toimii jätteen siirto säiliöön vedellä ja murskaimissa 3 ja 4 alipaineella. Murskain 5 oli hahmotelma omasta koneesta, jossa siirto ja murskain samassa. Huonoa koneessa oli siirtomatkan lyhyys, jos vettä ei saa käyttää.

Lopullinen tuote saadaan kuitenkin kehitettyä varmasti edulliseksi ja käteväksi. Lisäksi oma laite voidaan kehittää sellaiseksi, että se voisi pesunkin aikana pysyä paikallaan ja pesuvedet voisi johtaa erilliseen viemäriin säiliön sijasta. Vettä ja sähköä kuluu sekä uudessa että vanhassa systeemissä, joten niitä ei ole huomioitu lainkaan kustannus- ja vertailulaskelmissa.

### 4.3 Investointien kannattavuuslaskelmat

Investointien kannattavuuslaskelmat kuuluvat jokaisen projektin hankesuunnitteluvaiheen tehtäviin. Kannattavuuslaskelmien pohjalta tehdään hankkeen investointipäätös.

Investointilaskelman lähtökohtana oli vertailla koulun nykyisiä ja tulevia jätekustannuksia. Nykyiset kustannukset tulevat säiliöiden tyhjennyksestä, sekä rasvanerotuskaivon tyhjennyksestä. Tulevista kustannuksista tehtiin kustannusarviohahmotelma, mutta tarkemmin niihin pääsee käsiksi vasta rakennussuunnitteluvaiheessa.

Liitteessä olevassa vertailussa arvioidaan investoinnin takaisinmaksuaikaa pilottilaitoksen osalta. Toisessa vertailussa verrataan Jäte-Aate systeemin hankintakuluja vastaavanlaisen systeemin hankintaa. Vertailut eivät tietenkään kerro koko totuutta, koska kyseessä on pilotti ja tarkkoja kustannuksia on vaikea ennustaa. Tulevat kustannukset muissa kohteissa tulevat varmasti olemaan paljon pienemmät tuotekehitystyön jälkeen. Kustannukset voivat säiliön hinnan osalta nousta myöhemmin öljyn hinnan myötä ja ne voivat myös laskea lisää, jos asennustyöstä saa avustuksia tai verohelpotuksia.

Vaikka asiantuntijat puhuvat kannattavuuslaskelmien osalta pelkästään rahasta, nähdään hankkeessa myös muita kannattavuus seikkoja koulun puolelta. Säiliötä voidaan käyttää myös sähkö- ja koneopiskelijoiden erilaisena harjoitustyökohteena.

Laboratoriomittauskursseilla voidaan jätettä tutkia ja analysoida. Tällainen todellinen kohde on hyvä tehtävien lähtökohtana. Lisäksi tutkimus on lähes riskitöntä. Vanhaa kylmähuonetta voidaan käyttää laitoksen tutkimustyön ohessa ja se voidaan ottaa käyttöön milloin vain, jos murskainta ja säiliötä joudutaan korjaamaan tai huoltamaan. Tämä kuitenkin edellyttää, ettei kylmähuonetta oteta heti muuhun käyttöön.

Muita kannattavuuteen liittyviä näkemyksiä ovat seuraavat seikat:

Jättemaksukustannukset tulevat nousemaan. Raaka-aineesta ollaan varmasti myöhemmin valmiita maksamaan, koska biojäte on halvinta raaka-ainetta biopolttoaineisiin ja loppujäte voidaan lisäksi polttaa. Ilmainen paperin syväkeräyssäiliö voidaan asentaa myös samalla, samoin sekajätteen syväkeräyssäiliö uudiskohteissa. Näistä seuraa, että jätekatoksia ei välttämättä tarvitse rakentaa. Sisällä laitoskeittiöissä kylmätilaa ei enää tarvita. Näin säästyy jäähdytyskustannuksia ja neliöitä varsinkin uudiskohteissa. Tiloja voidaan ottaa muuhun käyttöön. Biojätelaitos on erinomainen opetusväline oppilaille. (Murtomaa 2009.)

## 5 Rakennussuunnittelu

Kun hankesuunnitteluvaiheen investointipäätös on tehty, siirrytään rakennussuunnitteluvaiheeseen. Rakennussuunnitteluvaiheen tavoitteena on saada rakennuslupa ja tehdä lopulliset suunnitelmat töiden onnistuneen toteuttamisen mahdollistamiseksi.

Projektin ensimmäisessä vaiheessa ei varsinaista investointipäätöstä vielä tehty, mutta todennäköisesti sellainen tullaan tekemään jossain vaiheessa. Tässä asiakokonaisuus-alueessa käydään läpi rakennussuunnitteluvaiheen tehtäviä ja näkemyksiä työn jatkajalle.

Jo hankesuunnitteluvaiheessa on yleensä tehty ja esitetty luonnospiirustuksia, mutta rakennussuunnitteluvaiheessa on tarkoitus tehdä suunnitelmista paljon tarkemmat. Mahdollisia suunnitelmia ovat tietenkin arkkitehtisuunnitelmat, rakennesuunnittelu, lvi-suunnittelu sekä sähkösuunnittelu.

Tampereen rakennusvalvonnassa vierailun yhteydessä selvisi monenlaisia asioita rakennuslupiin liittyen. Voi olla, että laitoksesta saattaa tulla myöhemmässä vaiheessa hiukan erilainen, mutta nykyisenmallisen hahmotelma esitettiin viranomaisille. Heidän näkemyksensä asiasta oli, että kaikille maahan upotettaville säiliöille täytyy olla rakennuslupa. Haettava rakennuslupa perustui maankäyttö- ja rakennuslain pykälään 125.3, joka viittaa turvallisuuteen ja terveyteen.

Nykyisenmallisen laitoksen rakennuslupaa haetaan teknisillä asiakirjoilla ja lisäksi mukana täytyy olla prosessikuvaus ja työselitys. Rakennuslupa Tampereella maksaa 200 euroa, mutta kyseinen projekti menisi läpi vähäisenä toimenpiteenä. Tällöin rakennuslupa kohtuullistetaan ja lopullinen hinta luvalla tulisi olemaan 100 euroa. Rakennusluvan arvioitu käsittelyaika on noin kaksi viikkoa.

Nykyisenmallisena laitoksena luvan myöntäisi lvi-tarkastaja, joka varmasti opastaa mielellään myös työn jatkajaa. Lupaa haettaessa täytyy olla pääsuunnittelija nimettynä ja ainakaan lopputyöntekijä se ei voi olla. Tampereella pääsuunnittelijalla täytyy olla 3 vuotta kokemusta vastaavista tehtävistä muissa kunnissa. Asiassa ei juurikaan jousteta, vaikka kohde olisi kooltaan pieni ja vaikeustasoltaan helppo.

## 5.1 Arkkitehtisuunnittelu

Kun päätöstä lopullisesta toteutettavasta laitoksesta ei vielä tehty, täytyy myös arkkitehtisuunnittelu-aihe käydä läpi. Jos rakennuksen ulkopuolelle tuleva säiliö kontteineen upotetaan kokonaan maan alle, ei arkkitehtisuunnittelua tarvitse varsinaisesti tehdä, vaikka pieni kulkuaukko maanpinnalla näkyisikin. Jos näkyviin jäävä osuus on hiukankin suurempi, täytyy arkkitehtikuvat olla mukana rakennuslupaa haettaessa. Esimerkiksi syväkeräyssäiliön asentamiseen maahan tulee rakennuslupaa haettaessa olla arkkitehtikuvat mukana.

Suunnitelma-asiakirjojen teko aloitetaan tietenkin lupakuvista, joiden pohjana kohteesta on vanha arkkitehtisuunnittelijan tekemä asemapiirustus. Asemapiirustuksesta näkyy myös keittiöjärjestys, mitä esimerkiksi sähkö- ja lvi-asempiirustuksissa ei näy. Asemakuvaan voi siis lisätä putkilinjat ja kaivojen korot lvi-kuvista, sekä sähkökaapeleiden paikat sähkökuvista. Lisäksi kuvaan laitetaan myös näkyviin kontin ja säiliön korot, sekä niihin liittyvien lvi- tekniikoiden korot. Kun piirustuksen mukaan liitetään vielä prosessikuvaus ja laitoksen leikkauskuva, voi rakennuslupaa hakea. Suunnitelmapaketti olisi syytä pitää pienenä, mutta selvänä. (Brunnila 2009.)

Jos tuotetta lähdetään joskus markkinoimaan, niin arkkitehdin tehtäviin kuuluu tilojen suunnittelu. On helppoa suunnitella murskaimen ja säiliöiden sijoituspaikka mahdollisimman käteväksi, kun suunnittelu lähtee tavallaan puhtaalta pöydältä. Kylmähuonetta ei tarvitsisi enää suunnitella, mutta ruokavirtojen suunnittelussa täytyy murskaimen sijoituspaikka ottaa huomioon. Tämä tarkoittaa sitä, että tuore ruoka ja ns. jäte ei saa kohdata missään vaiheessa. Arkkitehtisuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös laiteluettelon tekeminen.

Kuka tahansa myöhemmässä vaiheessa rakennussuunnitelmia tekeekin, on tarvittavien lähtötietojen saaminen ja toimittaminen suunnittelijoille tärkeää. Vanhat sähköiset piirustukset löytyvät kunnossapitoinsinööri Petri Ojalan kassakaapista.



## 5.2 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnitteluvaihetta pidetään monesti suunnitteluvaiheen tärkeimpänä prosessina. Rakennesuunnittelun jälkeen alkavat myös kustannukset tarkentua. Tässä kohteessa ei luultavasti tarvitse tehdä rakennesuunnittelua kovin laajassa mittakaavassa. Jos nykyisillä hahmotelmilla edetään, täytyy porattavan seinän kantavuus tarkistaa. Yleensä seinissä on niin paljon varmuutta, että poraaminen voidaan huoletta suorittaa. Muita rakennustoimenpiteisiin kohdistuvia lujuuslaskelmia voi joutua tekemään ponttiseiniä osalta, kun maan kantavuus selviää pohjatutkimusten jälkeen.

Pohjatutkimus antaa suunnittelijoille paljon tietoa tulevasta kohteesta. Se kertoo perustamistavan lisäksi myös mahdollisen routasuojauksen määrän.

Suurimmat rakennelaskelmat joudutaan tekemään kontin osalta. Oli kontti mistä materiaalista tahansa, niin seinille tuleva maanpaine täytyy mitoittaa kestäväksi. Suunnittelija mitoittaa myös säiliön tukijalat, ottaen huomioon säiliön massan täytenä. Myös kontin nostolenkit täytyy muistaa mitoittaa, sekä huomioida mahdollinen ankkurointi maahan. Helpommalla pääsee, jos kontti ja säiliö ovat samasta materiaalista, eli lujitemuovista, koska yhteistyö-yrityksellä on kokemusta säiliöistä ja niiden mitoittamisesta.

Kuka suunnitelmia tekeekin, kannattaa käydä näyttämässä jo luonnoskuvia rakennusvalvonnassa. Tämä toimenpide siitä syystä, että lupakäsittelyn yhteydessä lvi-tarkastaja pyytää lausunnon elintarvike- sekä terveysturvaviranomaisilta ja myös heiltä saattaa tulla lisävaatimuksia ja selvityksiä. (Brunnila 2009.)

Tulevia kohteita varten kannattaa kerätä suunnitteluasiakirjapaketti, joka on helppo ja kätevä, ettei suunnitteluvaiheestakaan tule kovin raskasta. Suunnitelmien tekemisessä on mahdollisuus käyttää tilakeskuksen suunnittelijoita, mutta piirtämisen voi tehdä myös työn jatkaja. Suunnitteluun kannattaa varata reilusti aikaa.

### 5.3 Muut suunnitelmat

Projektiin kuuluu rakennussuunnittelun lisäksi myös lvi- ja sähkösuunnittelua. Kontista ja säiliöstä lähtevän viemärin suunnittelu kuuluu lvi-suunnittelijalle. Samoin kuuluu mahdollisen salaojituksen suunnittelu. Sähkösuunnittelija huomioi kaapelireitit, miten kontille, säiliölle ja samoin myös sisällä olevalle murskaimelle, saadaan sähköt vedettyä.

Vaikka päätöstä kontin sijoittamisesta ei tehty, niin todennäköisesti se sijoitetaan sille ehdotetulle paikalle. Tällöin tontilla joudutaan mahdollisesti räjäyttämään. Maan muotojen ja vanhojen rakennekuvien ansiosta kalliopinnan voi suunnilleen hahmottaa. Tarkemmat tiedot saadaan kuitenkin pohjatutkimuksen jälkeen. Räjäytystyö vaatii kahdenlaiset suunnitelmat: räjäytyssuunnitelman ja riskiarvion. Nämä molemmat suunnitelmat tekee räjäytyskonsultti. Konsultti suorittaa myös räjäytyskatselmuksen ja häneltä saa myös tärinämittarin. Räjäytystyö saa monet varovaiseksi, mutta hyvin dokumentoitu asennustyö räjäytyksineen antaa hyvää tietoa ja kokemusta tulevia kohteita ajatellen. (Rasmus 2009.)

Lvi-suunnittelua varten suunnittelija tarvitsee sähköisen lvi-asemakuvan ja mahdollisesti sellaisen kuvan, mistä selviää keittiön vesijohtojen sijainnit. Lattiaan ei kohteessa voi koskea lattialämmityspotkien takia. Kontin suunnittelijan haasteisiin kuuluu selvittää, miten tiivistetään tulevien- ja lähtevien putkien juuret, ettei konttiin pääse vettä. Sähkösuunnittelija tarvitsee sähköasemakuvan, sekä sellaisen kuvan, josta näkee porattavan seinän sähköjohtojen reitit. Ennen porausta kannattaa kuitenkin varmistaa sähköjohtojen sijainnit seinästä tarkoitukseen soveltuvalla laitteella.

Muita suunnitelmia ovat tutkimussuunnitelmat, omavalvontasuunnitelma ja rakentamisen aikataulu. Aikataulutuksen ansiosta myös kustannukset tarkentuvat entisestään. Lisäksi Tampereen kaupunki tekee jokaiseen kaupungin omistamaan kiinteistöön hankekohtaisen laatusuunnitelman. Tästä kannattaa kuitenkin tarkastajien kanssa keskustella, kenen tehtäviin se tarkalleen ottaen kuuluu ja onko se pakollinen.

Erilaisia suunnitelmia voidaan tehdä vaikka kuinka paljon, mutta suunnitelma-asiakirja paketti täytyy saada järkeväksi. Toteutuksen laatu ei saa kuitenkaan kärsiä. Lisäksi suunnittelijoiden määrä kannattaa pitää mahdollisimman pienenä.

## 5.4 Toteutuksen suunnittelu

Toteutuksen suunnittelu lähtee liikkeelle toteutuksen ajankohdan määräytymisestä tai päättämisestä. Jotta varsinaiset rakennus- ja asennustyöt sujuvat mutkattomasti, täytyy toteutus suunnitella huolellisesti. Piirustuksista nähdään sijaintipaikat ja korot, joiden perusteella asennuksen voisi mahdollisesti tehdä, mutta sujuvan toteutuksen varmistamiseksi on huomioitava monenlaisia asioita. On suositeltavaa tehdä suunnitteluvaiheen tarkastuslista, jonka mukaan suunnittelua vie eteenpäin.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan rakennus ja asennustöiden oli määrä tapahtua heinäkuussa, jolloin koulun keittiö ei olisi ollut toiminnassa ja muutenkin koulussa olisi ollut hiljaista. Toteutus siirrettiin kuitenkin myöhempään ajankohtaan, sillä suunnitteluun jokaisen osa-alueen kohdalla olisi tullut todella kiire.

Tarjouspyyntöjen lähettäminen ja resurssien varaus on tärkeää tehdä hyvissä ajoin, sillä keskikesällä kuumimman sesongin aikaan on näin taantumankin aikana runsaasti töitä tarjolla. Monesti kesän urakat sovitaan jo talvella tai varhaisessa vaiheessa keväällä. Resurssien varauksen ja suunnittelun jälkeen myös rakennus- ja asennusaikataulu tarkentuu. Resursseihin sisältyy myös nosturin varaus. Nostosuunnitelman tekemisen pakollisuus kannatta tarkistaa, sekä selvittää, kuka nosturin tilaa ja mitoittaa. Näitä asioita käsitellään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Työsuunnittelussa sisäpuolisissa asioissa kiinnitetään huomiota työnaikaiseen pölyyn ja suojauksiin. Ulkopuolen rakennustöissä selvitetään pakollisten suunnitelmien tarve. Putoamissuojaukset suunnitellaan montun ympärille, mutta kaivamiseen liittyvien putoamissuojaussuunnitelmien mielekkyys kannattaa miettiä, sillä rakennustöissä saa mennä aikaa enintään neljä päivää. Ulkopuolisissa töissä huomioidaan kaivamiseen ja kontin asentamiseen liittyvät muut työturvallisuus-suunnitelmat.

Suunnittelua helpottaa kuitenkin kohde, jonne on hyvät kulkuyhteydet ja toiminta alue on suojassa sisäpihalla. Toteutusvaiheessa dokumentointia kannattaa tehdä ainakin pilotin asennuksesta.

Myös toteutuksesta voidaan tehdä kaikenlaisia laatusuunnitelmia ja urakkaohjelmia, mutta on tärkeää yrittää keskittyä vain oleelliseen. Toteutuksen suunnittelu voi tulla helposti ylimitoitetuksi, josta seuraa tietenkin kustannusmenoja.

## 5.5 Urakkamuodot

Kun eri urakkamuotoja mietitään, tulee helposti mieleen maanrakennuksessa käytetyt kuntovastuu- urakat ja kvu-urakat. Rakenteiden ja kontin täytyy tietenkin pysyä kunnossa, mutta nämä ovat kalliit vaihtoehdot ja tavoitteena on sisällyttää laadunvarmistuskustannukset mahdolliselle omalle työnjohdolle.

Urakkamuotoa kannattaa lähteä miettimään urakan maksuperusteen mukaan. Alla olevaan taulukkoon 1 on selkeyden vuoksi eritelty eri vaihtoehdot.

Kokonaishinta urakka	Yksikköhintaurakka
Laskutyöurakka	Tavoitehintaurakka

Taulukko 1. (Kuva: Valtteri Leinonen 2009.)

Kokonaishintaurakassa tarjouksen antaja sitoutuu tekemään rakennustyön urakka-asiakirjojen mukaisesti valmiiksi laskemallaan kiinteällä kokonaishinnalla. Tämä malli on erittäin helppo tilaajan kannalta katsottuna, mutta urakoitsijan laskemat riskivaraukset ja katteet voivat nostaa kokonaishinnan liian suureksi.

Yksikköhintaurakassa tilaaja maksaa täsmällisten yksiköihin jaettujen työsuoritusten perusteella, joista urakoitsija on antanut kiinteän tarjouksen. Tämä vaihtoehto pienentää kustannuksia urakoitsijan riskien vähentyessä.

Laskutyöurakassa tilaaja sitoutuu maksamaan rakennustyöstä aiheutuvat todelliset kustannukset sitä mukaan, kun ne syntyvät. Urakoitsijan velvollisuutena on myös työn johtaminen palkkiota vastaan. Tässä mallissa mahdollisuudet pieniin kustannuksiin ovat olemassa, mutta myös riski kustannusten suuresta kasvusta on, jos urakoitsija haluaa tehdä homman hankalasti.

Tavoitehintaurakassa urakoitsija rakentaa työkohteen ja tilaaja maksaa työsuorituksen aikaansaamiseksi kertyvät kustannukset samoin kuin laskutyöurakassa. Tämän lisäksi urakalle on määritetty tavoitehintaa, jonka alittumisesta urakoitsijalle maksetaan tavoitepalkkio. Kokonaiskustannusten ylittäessä tavoitehinnan, joutuu urakoitsija maksamaan ylittävistä kustannuksista tilaajalle sovitussa suhteessa. Urakalle voidaan määrittää myös kattohinta, joka on enimmäishinta, jonka tilaaja joutuu maksamaan urakoitsijalle. Tätä vaihtoehtoa pidetään parhaana, jos sopiva ”yhteistyökumppani” sattuu löytymään

## 5.6 Urakoitsijoiden valinta

Urakoitsijoiden valintaprosessi lähtee liikkeelle urakkamuodon päättämisellä. Maksuperusteen mukaiset urakkamuodot ovat kaikki mahdollisia. Julkisten hankintojen lainsäädäntö ohjaa kilpailuttamaan kaikki yli 15000 €n hankkeet ja Tampereella summa on 6000 € Rakentamista aiheutuvat kulut ovat hyvin todennäköisesti alle 6000 €, joten myös kaupungin sopimusurakoitsijoita on mahdollisuus käyttää hyväksi.

Valintaprosessin aluksi kannattaa selvittää myös laitoksen toimittajan ajatukset tulevien kohteiden toimitusten suhteen. Jos halukkuutta on toimittaa pakettia ns. avaimet käteen, niin urakoitsijaa miettiessä on ajateltava myös tulevia kohteita ja kokemusta nykyisen kohteen asennuksesta. Asennustyön pitäminen itsellä tuo haasteita ja hiukan riskejä, mutta kokemusten myötä ylimääräiset kustannukset karsiutuvat ja asiakas varmasti arvostaa helppoa toteutusta.

Alla olevasta listasta nähdään, mitä kaikkia ammattihenkilöitä pahimmillaan toteuttamiseen tarvitaan:

Timanttiporaaja, timpuri, eristäjä, peltimies, räjähdekonsultti, kaivinkonekuskki, apumies, kontinasentaja, poravaunun ohjaaja, panostaja, räjäyttävä, kuorma-autonkuljettajat, putkimies ja sähkömies sekä työnjohtajat.

Urakoitsijoiden valinnassa pyritään siihen, että yksi henkilö voisi tehdä mahdollisimman monet työt. Esimerkiksi kaivinkonekuskki voisi asentaa tarvittavat putket ja näin ollen ei putkimiestä ja apumiestä välttämättä tarvittaisi mukaan.

Timanttiporaaja voisi tehdä myös timpurintyöt sekä eristykset ja panostaja voisi toimia myös räjäyttäjänä.

Huomioitavaa on myös kaikki käytännön seikat. Onko kaikkia resursseja saatavilla ja kuinka löytyy kiinnostusta tällaisten hommien tekemiseen? Asiassa on monta näkökulmaa, mutta ainakin aika on hyvä siinä suhteessa, että tekijöitä on helppo löytää. Monet urakoitsijat haluavat varmasti tällaisesta kohteesta kokemusta, jotta osaavat laskea mahdolliset tulevat kohteet ja saavat näin ollen laitosasennuksista kilpailuedun muihin toimijoihin nähden.

TAMK voisi toimia tilaajan- ja samalla myös pääurakoitsijan roolissa. Seuraava opinnäytetyöntekijä voisi toimia työnjohtajana ja neuvottelemalla hankkia urakoitsijat. Toimintamallina voi olla tavoitehintaurakka, josta saadaan suurimmalla todennäköisyydellä kustannussäästöjä.

## 6 Rakennusvaihe

Kun varsinaiseen rakentamisvaiheeseen päästään, on kaikkien suunnitelmien oltava valmiina niin rakentamisen-, kuin laitoksen osien ja niiden asentamisen suhteen. Urakoitsijat täytyy olla sovittuna ja heitä varten on hyvä laatia myös aikataulu toteutuksen etenemisestä. Rakennuslupa täytyy myös olla ennen kuin toimenpiteitä voidaan tehdä.

Tampereen rakennusvalvontaviraston vierailun yhteydessä keskusteltiin lvi-tarkastaja Brunnilan kanssa rakennusvaiheesta ja sen toimenpiteistä. Hän oli sitä mieltä, että tämänkaltaisissa kohteissa olisi hyvä pitää ainakin aloituskokous, jossa kaikki toimijat tulisivat tutuksi ja käytäisiin yhdessä asiat läpi. Ainoa pakollinen tarkastus olisi viranomaisten puolelta loppukatselmus, joten mahdollisen räjäytyskatselmuksen suorittaisi vain räjähdekonsultti.

Työnjohto koulun puolelta voi esimerkiksi olla opinnäytetyötä aiheesta tekevä oppilas. Lain mukaan vähäisissä rakennustöissä vastaavan mestari ei välttämättä tarvitse olla valmis insinööri tai rakennusmestari. Haasteita oppilaan valintaa tuo se, että kyseisen henkilön täytyy olla pätevä aikaisemman kokemuksen omaava opiskelija, joka valmistuisi vasta syksyllä. Rakennustyöt voidaan parhaiten suorittaa heinäkuun aikana, jolloin oppilaan valmistuminen tapahtuisi vasta sen jälkeen. Toinen vaihtoehto olisi valita toisen vuosikurssin opiskelija, mutta mahdollisesti kyseinen henkilö tarvitsisi runsaasti opastusta aiheeseen.

Työnjohdon tärkeimmäksi tehtäväksi nähdään tämän kohteen osalta toteutuksen huolellinen dokumentointi. Aikataulu ja kustannusseurantaa voi urakkamuodosta riippuen tehdä vain karkealla tasolla johtuen työn lyhytkestoisuudesta. Tärkeää on muistaa rakennusvaiheen osalta, etteivät oheistoiminnat kasva liian suuriksi.

Rakennusvaiheen kesto täytyy tietenkin minimoida. Sen vuoksi ennakkosuunnitteluun töiden aikataulutuksen osalta kannattaa panostaa. Kestoksi arvellaan 3--5 päivää, eikä toteutus saa kovin paljon kauempaa kestääkään. Dokumentointi on tärkeää myös siksi, että aina myös työvaiheita voidaan nopeuttaa ja kehittää. Työturvallisuudesta ei kuitenkaan saa tinkiä.

Kun työt ovat valmiit, suorittaa lvi- tarkastaja virallisen loppukatselmuksen. Samalla koulun puolelta voidaan suorittaa myös vastaanottokatselmus, jossa työnjohtajan lisäksi paikalla voisi olla myös muita projektin avainhenkilöitä. (Brunnila 2009.)

## **6.1 Rakennusvaiheen jälkeen**

Kun loppukatselmus on tehty, on Jäte-Aate projektin yksi tärkeimmistä vaiheista takana ja laitoksen jatkokehittely voi näin ollen alkaa. Rakentamisen jälkeen täytyy kuitenkin muistaa hoitaa vielä huomattava määrä velvollisuuksia, joita seuraa kiinteistönpidollisista asioista.

Yksi tärkeimmistä tehtävistä on tietenkin toimittaa päivitetty piirustukset ja suunnitelmat kunnossapito-insinöörille, joka varastoi ne koulun arkistoon. Kiinteistöhoitoon liittyviä muita pakollisia toimenpiteitä on huonekortin ja siinä liitteenä oleva laiteluettelon päivittäminen. Samat vaatimukset on tiedettävä myös sähkö-opiskelijan sähkölaitteiden osalta. Huonekorttien päivitys liittyy myös laitteiden kunnossapito-ohjelmaan, johon uusi laite lisätään.

Uuden laitoksen käyttöönotosta ja ylläpidosta olisi hyvä tehdä jonkinlainen suunnitelma sekä suunnitella huollon ja kunnossapidon toteutus. Tavoitteena on tietenkin helppous ja edullisuus.

Kun laitoksen käyttö on alkanut, tehdään laitoksen osalta tutkimus-suunnitelmia. Tutkimus-suunnitelmat koskevat luultavasti enimmäkseen massaa ja sen ominaisuuksia, mutta kannattaa panostaa myös rakenteellisten asioiden ja laitoksen toimivuuden tutkimiseen. Kehitysehdotuksia tulee tietenkin käyttäjien puolelta, mutta yksinkertaisen, nopean ja edullisen lopputuotteen saavuttamisen kannalta jäävät rakenteelliset tutkimukset helposti paitsioon, kun kehitystyötä on tehty pilotin suunnittelun yhteydessä.

Tutkimussuunnitelmien jälkeen aloitetaan työt tekemällä tutkimuksia ja kokeita. Todellinen kohde on mielenkiintoinen myös oppilaiden kannalta, jos heitä käytetään joissakin tutkimuksissa.

Tämäkin aihe käytiin läpi sen vuoksi, että seuraavan työtä jatkavan opiskelijan olisi helpompi lähteä työskentelemään ja samojen asioiden selvittäminen ja tutkiminen jäisi vähemmälle.



## **7 Yhteenveto**

Jäte-Aate projekti kokonaisuudessaan on yllättävän iso prosessi. Biojätteen hyöty- ja jatkokäytön tutkiminen ja selvittäminen on todella tärkeää työtä ja myös eettisesti oikein. Ei tulisi yllätyksenä, jos myös päättäjien osalta otettaisiin kantaa biojätteen hyötykäytön puolesta ja määrättäisiin jopa lailla pakolliseksi tulevaisuudessa.

Tämä opinnäytetyö tehtiin projektin vaiheesta 1 ja työhön on tiivistetty pääajatuksat lyhyesti. Opinnäytetyö on dokumentti projektin kulusta ja annettujen tehtävien selvittämistyöstä sekä ehdotuksista tulevien kohteiden- ja tutkimustyön suhteen.

Liitteisiin on koottu laitoksen luonnossuunnitelmat, tarkempi prosessikuvaus, raportti olemassa olevan biolaitokseen tutustumisesta, kustannusarvio, murskaimet, säilöntäsystemi, sijoituspaikan ehdotus, tarjouspyynnöt ja tarkemmat selvitykset valintoihin. Luonnossuunnitelmat ja prosessikuvaus toimivat hyvänä pohjana lopullisen suunnittelutyön tekemiseen ja opinnäytetyötä voi käyttää työn jatkajan perehdyttämisaineistona.

## Lähteet

- A1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Työnjohtajan aseman määrittäminen.  
Ympäristöministeriö. Helsinki 2007
- A2 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Suunnittelijoiden tehtävät.  
Ympäristöministeriö. Helsinki 2007
- Brunnila, Juha, LVI-tarkastaja. Haastattelu 24.3.2009. Tampereen rakennusvalvonta.  
Tampere
- Jätelaki 3.12.1993/1072
- Lehtonen, Tommi, RI. Haastattelu 10.2.2009. Tampereen ammattikorkeakoulu.  
Tampere.
- Luoto, Mikko, Ark. Haastattelu 15.3.2009. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/117- 120
- Murtomaa, Petri, DI. Haastattelu 15.3.2009. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.
- Ojala, Petri, RI. Haastattelu 2.2.2009. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.
- Pihlajamaa, Pirkko, DI. Haastattelu 1.2.2009. Tampereen ammattikorkeakoulu.  
Tampere.
- Rajalahti, Rami, RI. Haastattelu 18.3.2009. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.
- Rasmus, Reijo, DI. Haastattelu 3.3.2009. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.
- Tampereen yliopisto. [www] [viitattu 1.3.2009]. [www.uta.fi/sitr/project/tamk2.php](http://www.uta.fi/sitr/project/tamk2.php)
- Tampereen kaupunki. [www] [viitattu 1.3.2009].  
<http://www.tampere.fi/tilakeskus/esittely/organisaatiokaavio.html>
- Vuolio, Raimo 2008, Räjätystyöopas. SML:n Maanrakentajapalvelu Oy

