



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

BIOLÄMPÖLAITOKSEN PROJEKTISELVITYS

TEKIJÄ: Riku-Pekka Räsänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Riku-Pekka Räsänen	
Työn nimi Biolämpölaitoksen projektiselvitys	
Päiväys 30.03.2014	Sivumäärä/Liitteet 39
Ohjaaja(t) Markku Kosunen, Raija Lankinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) -	
Tiivistelmä <p>Kaukolämpö on kotitalouksien lämmitysmuoto, jossa lämpö tuotetaan keskitetyissä lämmön tuotantolaitoksissa. Kaukolämmityksen etuja kotitalouslämmitykseen verrattuna ovat energiatehokkuus, palamisen hyötysuhde sekä ympäristöystävällisyys. Tuotettu lämpö johdetaan kaukolämpöverkoston avulla lämmöntuotantolaitoksista käyttökohteisiin.</p> <p>Öljy lämmöntuotannon polttoaineena on kallistunut huomattavasti muutaman lähivuoden aikana. Edullisempi ratkaisu tuottaa kaukolämpöä on käyttää kiinteitä biopolttoaineita, esimerkiksi puuhaketta, turvetta tai pellettiä.</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena on projektiselvitys erään energialaitoksen tilaamasta biolämpölaitoksen rakennusprojektista ja sen toiminnasta. Selvityksessä käsitellään projektin vaiheet suunnittelusta rakennusurakan valmistamiseen ja käyttöönottoon. Selvitys on tehty toimeksiantajan asiakirjojen, kokousmuistioiden ja pöytäkirjojen perusteella. Tarkoituksena on luoda selkeä raportti projektin kulusta ja projektin tapahtumista. Biolämpölaitos on tilattu eräältä kattilatoimittajalta KVR- eli kokonaisvastuurakentamisurakkana, jossa urakoitsija on päävastuussa projektin valmistumisesta.</p> <p>Raportissa käsitellään myös teoreettiset lähtökohdat lämmöntuottamisesta sekä kaukolämmöstä, biolämpölaitoksen polttoaineista sekä projektin hallinnasta.</p>	
Avainsanat Kaukolämpö, Biopolttoaine, Projektihallinta, Urakka, KVR, Kokonaisvastuurakentaminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Riku-Pekka Räsänen			
Title of Thesis Project report of bioheating plant			
Date	30.03.2014	Pages/Appendices	39
Supervisor(s) Markku Kosunen, Raija Lankinen			
Client Organisation /Partners -			
<p>Abstract</p> <p>District heating is heatingsource to industry and households. In district heating, the heat is produced in centralized heatplants. Benefits of district heating is energy and combustion efficiency and it is enviromental friendly. Produced heat is delivered to customers by heating network. In few years, the price of oil has increased considerably. Bio-fuels, like woodchip or peat, are more economical fuels for heating.</p> <p>Subject of this thesis is project report about certain energy producer's bioheating plant construction, commis-sioning and operations. Thesis process project's chapters planning to construction and plant's comissioning. Report is based on client organisation's documents, meeting memos and minutes. Meaning of this thesis is to create expli-cit report from project's path and project's head points. Bio heat plant is ordered from indepent contractor as "turn-key" construction. Contractor has main responsibility in this project.</p> <p>In this thesis I also clarify the basis of the heat production, district heating, fuels used in bio heatingplant and pro-ject management.</p>			
<p>Keywords District heating, Biofuel, Project management, Turn-key construction</p>			

TERMISTÖJEN SELITYKSET

W = Watti, tehon yksikkö.

kW = Kilowatti, tehon yksikkö, 1000 W

MW = Megawatti, tehon yksikkö, 1 000 000 W

TW = Terawatti, tehon yksikkö, 1 000 000 MW

TWh = Terawattitunti, energian yksikkö.

Hz = Hertsi, taajuuden yksikkö.

°C = Celsiusaste, lämpötilan yksikkö.

MJ/kg = Megajoulea polttoainekiloa kohti, lämpöarvon yksikkö.

MUUT SELVENTEET

Tilaaaja = Opinnäytetyön toimeksiantaja, biolämpölaitoksen tilaaaja

Urakoitsija = Biolämpölaitoksen toimittaja.

Konsulttiryitys = Yrityksen, jotka tilaaaja on palkannut asiantuntijaksi urakkaan.

KPA = Kiinteä polttoaine

CHP = Sähkön ja lämmöntuottolaitos

TEM = Työ ja elinkeinoministeriö

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TOIMEKSIANTAJA	7
3	TEOREETTINEN TARKASTELU	8
3.1	Lämmön tuottaminen ja kaukolämpö	8
3.2	Polttoaineet	9
3.2.1	Puupolttoaineet.....	9
3.2.2	Turve	10
3.3	Projektityö, projektinhallinta ja KVR-urakointi	11
4	PROJEKTIN KARTOITUS JA VAIHEET	15
4.1	Biolämpölaitoksen suunnittelu.....	15
4.2	Projektin toteutus	17
4.2.1	Sopimus	17
4.2.2	Rakennusurakan toteutus	19
4.3	Käyttöönotto.....	22
4.4	Biolämpölaitoksen toiminta	23
4.4.1	Viritysajoraportti	23
4.4.2	Jatkotoimenpiteet	25
4.5	Projektin elinkaari	27
5	POHDINTA JA VERTAILU.....	28
5.1	Roolit ja vastuut	28
5.1.1	Tilaaaja	28
5.1.2	Urakoitsija	29
5.2	Projektityön vertailu	30
5.2.1	Ideaaliprojekti.....	30
5.2.2	Kattilatekniikka	33
6	YHTEENVETO.....	37
6.1	Yhteenveto toimeksiantajalle	37
6.2	Yhteenveto opinnäytetyöstä	38
7	LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

Öljyn hinta on noussut jo monien vuosien ajan. Raakaöljyn hinnanvaihtelu on yleistä. Hinta vaihtelee muun muassa tuotantoon liittyvien häiriötekijöiden ja Opec-öljytuottajamaiden järjestön päätösten mukaan. Koska öljy ei ole enää kannattava polttoaine tuottamaan kaukolämpöverkkoon peruskuormaa, yksi vaihtoehdoista on kiinteän polttoaineen biolämpölaitos. Kiinteän polttoaineen lämpölaitos tarkoittaa lämpölaitosta, jossa voidaan polttaa esimerkiksi puupolttoaineita, turvetta tai biomassaa. (Oil.fi)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään energialaitoksen tilaamaa biolämpölaitosta. Selvityksessä käydään projektin vaiheet läpi, kokousmuistioiden ja asiakirjojen pohjalta. Ensin käsitellään urakkasopimus, jossa on asetettu urakan vastuut ja velvollisuudet. Sopimuksen käsittelyn jälkeen alkaa rakennusprojektin katselmus. Rakennusprojekti on dokumentoitu valvontaraporteilla ja kokousmuistioilla. Rakennusprojektin valmistuttua, kokousmuistioista selviää myös käyttöönoton vaiheet.

Teoreettisena tarkasteluna opinnäytetyössä käsitellään yleisesti lämmöntuottamista sekä kaukolämpöä, polttoaineita ja projektinhallinnan perusteita.

Opinnäytetyössä pohditaan myös biolämpölaitoksen rakennusprojektinhallintaa sekä biolämpölaitoksen toimintaa. Pohdintaosiossa käsitellään myös tilaajan ja urakoitsijan rooleja ja vastuita projektin aikana. Kokonaisuudessaan projektia vertaillaan niin sanottuun ideaaliprojektiin sekä kyseistä kattilatekniikkaa muihin tekniikoihin.

2 TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantaja on paikallinen energialaitos. Liiketoiminta-alueita ovat sähkön myynti ja siirto, sähkön tuotanto sekä kaukolämpötoiminta. Toimeksiantajan sähkön tuotto tulee vesivoimaloista ja kaukolämpö tuotetaan öljyllä, sähköllä tai biolämpölaitoksella.

Toimeksiantaja haluaa pysyä nimettömänä tässä opinnäytetyössä, joten selvityksessä yhtiötä kutsutaan tilaajaksi. Nimike myös helpottaa ymmärtämään projektin kulkua tilaajan ja urakoitsijan välillä. Tässä opinnäytetyössä ei nimetä ketään osallisia eikä yrityksiä.

3 TEOREETTINEN TARKASTELU

Tässä osiossa käydään läpi teoreettiset tiedot tähän opinnäytetyöhön ja tilaajan projektiin liittyen. Tarkastelussa on ensin lämmöntuottaminen yleisellä tasolla sekä tietoa kaukolämmöstä. Seuraavaksi käsitellään biopolttoaineita ja perehdytään tarkemmin juuri tähän projektiin liittyviin polttoaineisiin eli puuhakkeeseen ja turpeeseen. Polttoaineista selvitetään perusteet sekä polttotekniikat. Lopuksi keskitytään yleisesti projektityöhön sekä projektihallintaan, KVR-urakointiin ja dokumentointiin.

3.1 Lämmön tuottaminen ja kaukolämpö

Lämmön tuottaminen ja rakennusten lämmitys on yleinen ja tärkeä osa LVI-tekniikkaa. Lämmityksellä saadaan aikaan turvalliset, terveelliset ja viihtyisät lämpöolot asuin-, toiminta- tai teollisuusrakennuksiin sekä tuotetaan kiinteistöön tarvittava lämmin vesi.

Rakennuksen lämmöntuotantotapoja ovat esimerkiksi kiinteistökohtainen öljy-, sähkö- tai puulämmitys, maalämpö ja erilaiset lämmöntalteenottojärjestelmät tai rakennus voidaan yhdistää paikalliseen kaukolämpöverkkoon. Suomessa ilman lämpötila vaihtelee kesän +30 celsiusasteen helteistä jopa -50 celsiusasteen talven pakkasiin, joten ilman lämpötila on keskeisin suure lämmitystekniikan kannalta (Seppänen 2001 s. 1).

Kaukolämpö on keskitetty lämmitysmuoto, jossa useita rakennuksia, kiinteistöryhmiä ja laajoja kaavoitettuja kunnan tai kaupunginosia lämmitetään yhdestä tai useammasta lämmöntuotokeskuksesta. Kaukolämpöverkko voi kattaa laajoja taajaan asuttuja alueita sekä kokonaisia kaupunkeja, jossa lämpö jaetaan kaukolämpöputkistossa kierrätettävän veden sisältämä lämpöenergian avulla kiinteistöihin. Verkko on toteutettu pääasiassa eristetyillä rautaisilla putkistoelementeillä tai pienemmät verkostot joustavilla teräsputkistoilla tai muoviputkistoilla. (Seppänen 2001 s. 263)

Kaukolämmön etuina voidaan pitää energiatehokkuutta (yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto), käyttövarmuutta sekä ilman saastumisen vähenemistä. Kaukolämpöä tuottavat kattilat ovat suurempia ja tehokkaampia kuin kiinteistö- ja kotitalouskäyttöön tarkoitettut kattilalaitokset. Keskitetyssä lämmöntuotannossa kattilalaitosten kokonaishyötysuhdetta sekä päästöjä voidaan ohjata ja kontrolloida valvotusti ja tehokkaasti. Tästä johtuen kaukolämpökattilat hyödyntävät polttoaineen huomattavasti ympäristöystävällisemmin, puhtaammin ja energiatehokkaammin. Hyvän palamishyötysuhteen ja laitoksissa olevan savukaasun käsittelyn ja suodatuksen johdosta ilmaan pääsee vähemmän saasteita (Seppänen 2001 s. 263).

Suomessa pidetään yllä mallia, jossa peruslämpökuorma tuotetaan kiinteällä polttoaineella ja kesä- ja huippukuorma tuotetaan öljyllä tai pienitehoisilla alle 1 MW lämpökeskuksilla. (Motiva 2012)

3.2 Polttoaineet

Puuperäiset aineet, peltobiomassat, turve ja yhdyskunnan kierrätystähteet kaikki ovat biopolttoaineita. Biopolttoaineella tarkoitetaan usein eloperäisiä aineita tai kierrätettyjä tähteitä. Ne ovat uusiutuvia ja ympäristöystävällisiä polttoaineita, joilla saadaan tuotettua energiaa kotitalous tai teollisuuskäyttöön. Biopolttoaineiden käyttö on huomattavasti halvempaa ja ympäristöystävällisempää, kuin esimerkiksi öljyn käyttö energiantuotannossa. Biopolttoaineiden hyötynä on kotimaisuus ja niiden käyttö edistää kestävästä kehitystä. Käytöllä voidaan myös edistää kotimaista työllisyyttä ja vähentää tuontiriippuvuutta. Tässä opinnäytetyössä käsitellään tarkemmin turvetta ja puupolttoaineita, koska näitä polttoaineita on suunniteltu tilaajan biolämpölaitoksen polttoaineiksi.

(Knuutila 2003 s. 18; Motiva 2012)

3.2.1 Puupolttoaineet

Puupolttoaineet ovat uusiutuvia polttoaineita. Energiantuotantoon tarkoitettuja puupolttoaineita ovat esimerkiksi puuhake, metsätähdehake, pelletit tai mustalipeä. Puupolttoaineita saadaan metsäraivaus- ja hakkuutähteistä, sahateollisuudesta kutterihakkeena tai sahanpuruna jota voidaan myös puristaa pelletiksi tai briketiksi. Yleisesti puupolttoaineiden ominaisuuksiin kuuluu pieni rikki- ja klooripitoisuus, kosteuden vaihtelu 30% - 50% riippuen polttoainelajista, mineraalinen noin 0,15% - 2,2% ja tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa vaihtelee 18 MJ/kg - 20MJ/kg välillä. Lämpöarvo saapumistilassa vaihtelee hakkeella sen kosteudesta riippuen 6 MJ/kg - 10 MJ/kg välillä, kun taas kutterilastulla ja puupelletillä arvo on 16 MJ/kg - 18 MJ/kg.

(Hakkila, Knuutila 2003 s. 24-33)

Metsähake on metsästä suoraan hankittua puupolttoainetta, joka on haketettu tai murskattu hienommaksi. Metsähaketta valmistetaan puuaineksesta, joka ei sovellu ainespuuksi kokonsa tai laatuunsa vuoksi. Hienonnus tapahtuu joko murskaimella tylpillä terillä, jolla saadaan revittyä haketta tai lastuttamalla terävillä terillä, jolloin hakkeesta tulee ohuita tasakokoisia siivuja. Runkopuuhake on metsähaketta, joka tarkoittaa karsitusta puusta tehtyä rankahaketta tai karsimattomasta kokopuusta tehtyä kokopuuhaketta. Hakkuutähde on raaka-aine, joka jää metsään ainespuuhakkuun ja kuljetuksen jälkeen. Hakkuutähteitä ovat puiden oksat neulasineen, pienemmät puun rungot, jotka jäävät ainespuuluokituksen alle tai laatuvaatimuksien alle olevat puun osat. Kannot eivät kuulu hakkuutähteisiin vaan ne luokitellaan omaan luokkaan kantohakkeeksi. Kantohaketta voidaan tehdä yli 5 cm paksuisesta juuripuusta. Kantohaketta voidaan nostaa vain jos kohteista, jossa maankäyttömuoto muuttuu tai kannot ovat jostain muusta syystä tarpeen poistaa. Metsähake voi sisältää hiekkaa, kiviä tai muita kattilaa kuluttavia ainesosia. (Vesisenaho, Knuutila 2003 s. 37-40; Motiva, 2013)

Metsä- ja sahateollisuudesta saadaan sivutuotteina puuperäisiä polttoaineita, esimerkiksi sahanpurua, kutterilastua, rakennusjätettä ja mustalipeää. Yleisesti pohjoismaisen kuorellisen havupuun sahausesta saadaan noin 50% sahatavaraa, 30% haketta, 10% purua ja 10% kuorta.

(Verkasalo, Knuutila 2003 s. 42)

Metsäteollisuuden sivutuotteiden energiamäärä on suorassa suhteessa puuraaka-aineen ja päätuotteiden tuotannon määrään. Myös vaneriteollisuuden sivutuotteet ovat erittäin merkittävä osa Suomen puuperäisistä polttoaineista. Laskennallisesti vanerin tuotannosta jää energiantuotantoon noin 35 - 39%. (Verkasalo, Knuutila s. 2003)

Vettä puupolttoaineissa on 25% - 60%, esimerkiksi kuoressa on kosteutta 60%, metsätähteessä 35% - 40%, mutta puupuristeissa vain 8% - 10%. Puun kuiva-aine koostuu haihtuvista aineista, kiinteästä hiilestä ja tuhkasta. Haihtuvia aineita ovat vety (6% - 6,5%) , happi (38% - 42%), typpi (0,1% - 0,5%) ja rikki (0,05%), näitä aineita on noin 84% - 88% kuiva-aineesta. Kiinteää hiiltä on 11,4% - 15,6% kuiva-aineesta ja tuhkaa 0,4% - 0,6% kuiva-aineesta. (Alakangas VTT 2000 s. 35)

3.2.2 Turve

Turve on polttoaine, joka syntyy epätäydellisesti maatuneesta kasviperäisestä aineesta. Turpeen muodostuminen vaatii kostean ja hapettoman olosuhteen. Turve luokitellaan Suomessa hitaasti uusiutuvaksi polttoaineeksi. (Turveinfo)

Suomessa on kokonaisalaltaan noin 9.3 miljoonaa hehtaaria suota ja suomaita. Potentiaalinen turvetuotantoon teknisesti soveltuva pinta-ala on noin 1.2 miljoonaa hehtaaria, jonka arvioitu energiasäilytys on 12 800 TWh.

(Turveinfo)

Suomessa turve on polttoaineena hyvin merkittävä, sillä sen vuotuinen käyttö on vaihdellut vuonna 1993 - 2013 18 - 28 TWh välillä. Energiaturvetta käytetään lämpö- ja voimalaitoksissa ja sen käyttö on kasvanut viime vuosikymmenten aikana. Energiaturve jaetaan pääsääntöisesti kahteen luokkaan; jyrshinturpeeseen ja palaturpeeseen. Jyrshinturve on jyrkintä massaa ja palaturve tarkoittaa kokoonpuristettuja sylinterimäisiä turvekappaleita. (Energiateollisuus; Bioenergia)

Energiaturpeen etuina voidaan pitää vaihtelematonta hintaa ja saatavuutta yleensä hyvinkin läheltä käyttöpaikkaa. Kuitenkin turpeen tuotannossa erityistä muihin polttoaineisiin verrattuna on, että turpeen tuottaminen on riippuvainen sääoloista tuotantokaudella. Turpeen tuotanto työllistää useita tuhansia henkilöitä, myös sellaisilla alueilla, jossa työllisyys on hyvinkin vähäistä. Energiaturpeen tuotanto pitää sisällään turpeen nostamisen maasta ja käsittelyn. Tuotantotapoja on useita erilaisia. (Energiateollisuus; Bioenergia)

Energiaturpeen käyttöön on asetettu erilaisia ohjaustoimia sekä säännöksiä, joiden tehtävänä on korostaa turpeen kilpailukykyä muihin polttoaineisiin verrattuna sekä parantaa energiantuoton varmuutta. Vuonna 2007 on asetettu voimaan laki polttoturpeen turvavarastoinnista. Polttamiseen tarkoitettun turpeen varastoinnilla tasataan turpeen saatavuutta. (VTT Selvitys, Leinonen, 2010, 18-21)

Turpeen verotusta on nostettu viime vuosien aikana ja odotettavissa on edelleen korotusta lähitulevaisuudessa. Verojen korotus vaikuttaa tuontipolttoaineiden käyttöön sekä turpeen kilpailukykyyn. (Yle.fi Uutiset)

Turpeen vastaanottamisessa lämpölaitokselle, sen kosteus on merkittävä tekijä polttoaineen hyväksymisessä. Jos turpeen kosteus on alle 43% tai yli 60%, niin turve tarvitsee laatumuutoksen. Laatumuutos tässä tapauksessa tarkoittaa joko turpeen lisäkastelua tai laadun parantamista toisella polttoaineella, esimerkiksi hyvälaatuisella hakkeella. (Motiva 2013)

Turve on hapanta polttoainetta, jonka pH-arvo vaihtelee 3-5 välillä. Happamuuden takia turve aiheuttaa korroosiota ja tämä on otettava huomioon polttoainelaitteistojen suunnittelussa. Jyrsinturpeen tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa on 20,9 MJ/kg ja lämpöarvo saapumistilassa 9,7 MJ/kg. Turpeen rikkipitoisuus on pieni ja se sisältää noin 2-12% mineraaliaineita. (Motiva, 2013)

Turpeen vesipitoisuus vaihtelee sen muodon mukaan. Jyrsinturpeessa on kosteutta noin 48%, mutta esimerkiksi turvebriketissä on kosteutta vain 10%. Kuiva-aines koostuu haihtuvista aineista, kiinteästä hiilestä ja tuhkasta. Haihtuvat aineet koostuvat vedystä (5% - 6,5%), hapestä (30% - 40%), typpistä (0,6% - 3%) ja rikistä (0,05% - 0,3%). Haihtuvia aineita kokonaisuudessaan on noin 65% - 70% kuiva-aineesta. Kiinteätä hiiltä on 23% - 31% kuiva-aineesta ja tuhkaa 4% - 6% kuiva-aineesta. Haihtuvista aineista muodostuu palamisessa vettä, typpimonoksidia ja rikkidioksidia. (Alakangas VTT 2000 s. 88)

3.3 Projektityö, projektinhallinta ja KVR-urakointi

Projekti tarkoittaa työtä tai hanketta, joka luodaan toteuttamaan jokin tietty asia tai tehtävä. Esimerkiksi rakennusurakkaa voidaan pitää projektina. Projekteille on lukuisia erilaisia määritelmiä mutta jokaisessa projektissa on selkeä tavoite, projektissa mukana olevat henkilöt eli projektiryhmä, projektin saavuttamiseksi tehdään työtä, projektia johdetaan suunnitelmallisesti sekä projektille on asetettu erilaisia reunaehtoja, kuten esimerkiksi aikataulu ja budjetti. Projekti on useimmiten kertaluontoinen ja sitä seurataan jatkuvasti. Projektin varrella käydään hyvin tiiviisti kokouksia eri osapuolten välillä ja projektia yritetään ennakoida mahdollisimman hyvin. (Ruuska 2012 s. 18)

Projektit voivat olla esimerkiksi kehitys-, tutkimus-, toimitus-, toteutus- tai rakennusprojekteja. Näillä kaikilla eri osa-alueilla on omat tärkeät vaiheensa ja määritelmänsä. Kehitys- ja tutkimusprojekteissa on tärkeää saada tietoa kehitettävästä tai tutkittavasta aiheesta. Toimitus-, toteutus- ja rakennusprojekteissa yleensä käsitellään jotain fyysistä asiaa. (Kettunen 2009 s. 17-28)

Projekti vaatii aina projektiryhmän, jonka työntekijät ovat mukana toteuttamassa projektia ja vastaavat omasta tehtävästään. Projektiin tarvitaan usein eri ammattikuntien osaajia ja projektiryhmässä usein onkin työntekijöitä, jotka eivät jatkuvasti työskentele toistensa kanssa. Jokaisella projektiryhmäläisellä on oma tehtävä ja vastuualue. Jokaisen projektin johdossa on projektinpäällikkö, joka johtaa projektia määrätietoisesti ja suunnitelmallisesti. Projektinpäällikön tehtävänä on varmistaa projektin aikataulussa ja budjetissa pysyminen sekä se, että projektin lopputulos vastaa tavoitteita. (Kettunen 2009 s. 32-36)



KAAVIO 1. Pienen projektin organisaatio.

Yllä esitetyssä projektikaaviossa projektinpäällikön tehtävänä on johtaa projektia ja jakaa tehtävät. Projektinsiinööri tai tekninen asiantuntija vastaa teknisestä osaamisesta. Talousvastaava hoitaa projektin budjetin sekä laskutus, kirjanpito ja varallisuudenhoito. Toteutusvastaavan tehtävä on luoda se konkreettinen projektin asia tai esine, mitä projektissa halutaan. Toteutusvastaava voi olla esimerkiksi ohjelmoija tai metallinkoneistaja. Aikatauluttaja tekee projektille tarkan aikataulun ja pitää sitä yllä sekä informoi muita projektiryhmäläisiä siitä. Hankintavastaava hankkii ja ostaa tarvikkeet ja työkalut, mitä projektin aikana tarvitaan.

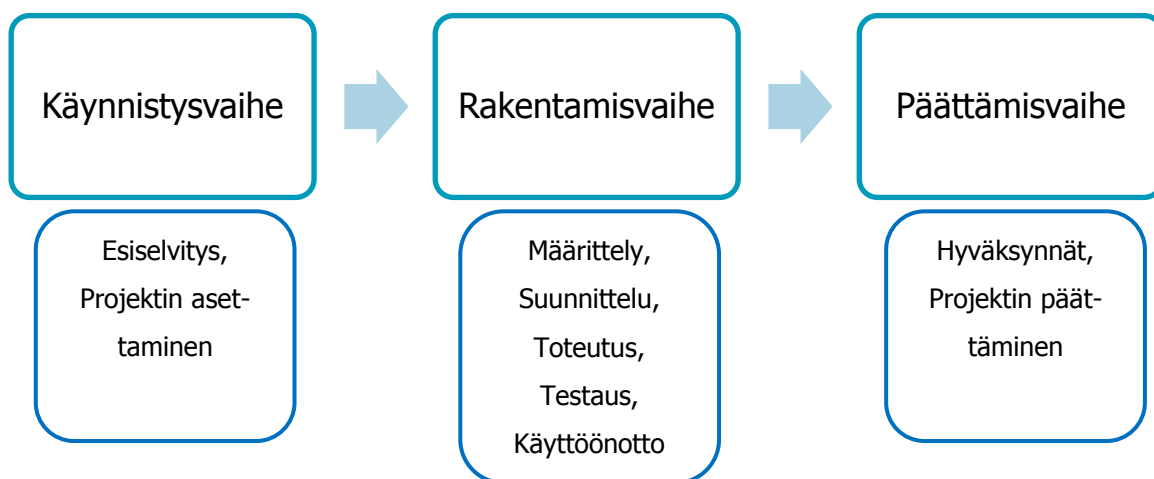
Aikataulutus ja vaiheistus on tärkeää projektissa sen suunnitelmallisuuden sekä etenemisen kannalta. Päävaiheet projektissa ovat aina käynnistys-, toteutus- ja päättämisvaiheet. Käynnistysvaiheessa selvitetään projektin tarpeet ja tavoitteet. Tässä vaiheessa yleensä tehdään esiselvityksiä ja päätetään onko projektin käynnistämiseksi tarpeellisen edellytykset.

(Ruuska 2012 s. 35)

Toteutus- tai rakentamisvaiheessa aloitetaan projektin varsinainen toteuttaminen. Tähän vaiheeseen kuuluvat projektin määrittely, yksityiskohtaisen ja tarkan suunnitelman luominen, suunnitelman mukainen toteutustyö, projektin toteutuksen testaus ja käyttöönotto. (Ruuska 2012 s. 37-39)

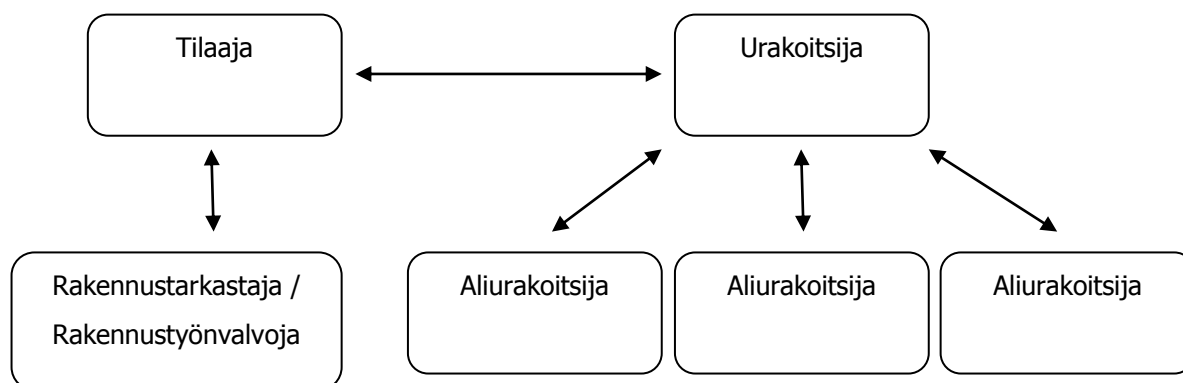
Projektityön historian aikana toteutusvaihe on kokenut eniten muutoksia. Aiemmin projektissa käytettiin eniten aikaa ja resursseja toteutus- ja testausvaiheessa. Tällöin määrittely ja suunnittelu jäivät vähäisemmäksi. Nykyaikana kuitenkin on alettu käyttämään resursseja tasapuolisemmin. Määrittely- ja suunnitteluvaiheen painottamisen ansiosta voidaan määrittellä toteutusvaiheeseen tarvittavat resurssit tarkemmin ja näin projektista tulee sujuvampi. Testausvaiheessa projektin tuote testataan ja varmistetaan, että tuote vastaa asetettuja vaatimuksia ja asetusarvoja. Käyttöönottovaiheen tarkoitus on projektin tuotteen käyttövarmuus ja tuotantokäytön aloitus ilman häiriöitä. Käyttöönottovaiheen tulee olla niin pitkä, että kaikki projektin tuotteeseen liittyvät toiminnot tarkistetaan. (Ruuska 2012 s. 37-39)

Projektin päättämisen vaiheeseen kuuluu projektiin liittyvien dokumenttien kokoaminen ja arkistointi, projektin hyväksymiset eri osapuolien kesken sekä projektin luovutus eteenpäin. Päättämisen vaiheen hyväksymiskriteerit tulee määrittää jo projektin suunnitteluvaiheessa. (Ruuska 2012 s. 40)



KAAVIO 2. Projektinvaiheet.

KVR eli kokonaisvastuurakentaminen on urakointimalli. KVR-urakassa urakoitsijalla on vastuu projektin suunnittelusta, järjestelyistä sekä rakennusurakan toteutuksesta. Urakoitsija vastaa koko urakan ajan projektin kulusta joten tilaajalle jää ainoastaan töiden hyväksyminen ja halutessaan urakkatarkastelu. Tätä mallia voi parhaiten verrata rakennus- ja talotekniikassa käytettävään avaimet käteen -termiin. (Consti)



KAAVIO 3. Yksinkertainen esimerkkikaavio KVR-urakan toteuttamisesta, jossa tilaaja on hankkinut urakalle erillisen rakennustarkastajan. Tilaaja ja urakoitsijan välillä käydään rakennuspäätökset sekä urakkaan vaadittavat luvat. (Rajala 2012 s. 26)

Kaaviossa 3 kuvattu malli toimii parhaiten juuri silloin, kun tilaajalla ei ole aikaa eikä resursseja kokonaisen rakennusurakan organisoimiseen. Hyötyä on myös jos urakkaan varattu aika on vähäinen ja suunnittelutyön sekä rakennustyön on edettävä samanaikaisesti. Etuina voidaan pitää myös urakoitsijan erityisosaamista alalla sekä hänen luomiaan liiketoimintaverkostoja. Mallissa tilaaja on yksi yhteistyökumppani, jonka kanssa tilaaja kommunikoi sekä sopii päätettävät asiat. (Consti)

KVR-urakassa projektin dokumentointi on tärkeää, jotta tilaaja voi seurata tilannetta tarvittaessa jälkikäteen. Dokumentoinnissa on otettava kaikki urakan tapahtumat huomioon. Yleensä projektin aikana tuotetut dokumentit ja asiakirjat ovat kirjoitettu kiireesti ja tekstin kieliasuun ei ole kiinnitetty huomiota. Dokumentoinnin tarkoitus on informaation välitys muille osapuolille. Kirjoitusasuun on kuitenkin hyvä kiinnittää huomiota väärinkäsitysten välttämiseksi. (Ruuska 2012 s. 243)

4 PROJEKTIN KARTOITUS JA VAIHEET

Tässä osiossa käydään läpi hankeprojektin vaiheet, suunnittelu, toteutus ja käyttöönotto.

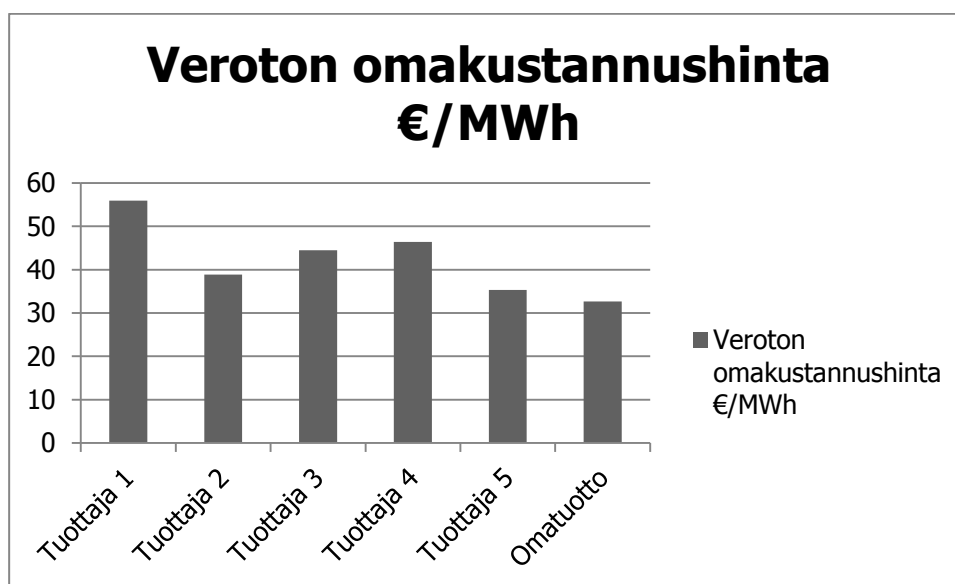
Suunnitteluosiossa selvitetään miten ja miksi projekti päätettiin aloittaa ja miten lämpökeskus valittiin. Toteutusosiossa käydään läpi sopimukset ja projektin vaiheet rakennusvaiheessa.

Käyttöönotto-osiossa tarkastellaan hankkeen käyttöönottoa rakennusprojektin jälkeen.

4.1 Biolämpölaitoksen suunnittelu

Kaukolämmöntuoton tarjousvertailu

Vuonna 2006 syksyllä valmistui tilattu tarjous selvitys, jossa vertaillaan usealta energiantuottajalta saatuja ehdotuksia ratkaisuksi kaukolämmön peruslämmöntuotannoksi ja niiden kustannuksia ja verrattiin sitä mahdolliseen kaukolämmön omatuotantoratkaisuun. Vertailussa oli myös selvitetty energiantuottajien ehdot kaukolämpöverkkoliittymisistä. Kustannusarviossa on huomioitu ostettava lämpöenergiämäärä, perusmaksu ja energiamaksu sekä tuotetaanko energia puuhakkeella vai turpeella.



KAAVIO 4. Vertailun mukaan omatuotto on edullisin vaihtoehto. Energiantuottajien hinnat vaihtelevat 55,94€ - 35,30€ välillä ja selvityksen mukaan omatuoton veroton omakustannushinta jäisi 32,69€.

Lämpökuorman määrittely perustuu kuluttajien lämmöntarpeeseen. Suomessa ulkolämpötilan mitoituksen raja-arvoina pidetään 29 °C ja -32 °C, talven keskilämpötila tilastollisesti on noin -5 °C. Kesäaikaan lämmöntuotto menee käyttöveden lämmitykseen ja sen määrä on noin 10% liittymistehosta. Talvella keskilämpötilan mukaan lämmitystarve on noin 50% liittymistehosta.

(Motiva)

Lämpökeskuksen valinta

Vuonna 2009 päätetään tilata 3MW lämpökeskus. Urakoitsija on pääasiassa metsä- sekä saha-teollisuuden ammattilainen, joka tuottaa esimerkiksi kokonaisiä tukinkäsittelylaitteistoja. Urakoitsija tarjoaa myös kokonaisiä 1 - 10 MW lämpö- ja CHP- laitoksia. Urakoitsijan kattilatekniikka on uutta teknologiaa. Yritys on saanut palkinnon teknisiltä ratkaisuiltaan ainutlaatuisen bioenergiailaitoksen kehittämisestä.

Lisäksi uusiutuvia polttoaineita käyttävän laitoksen hankintaan on mahdollista saada TEM:n eli työ- ja elinkeinoministeriön myöntämää korotettua investointitukea.

Urakoitsijan mukaan uudessa kattilatekniikassa on useita etuja verrattuna muihin tekniikoihin. Alla on esitetty urakoitsijan näkemys kattilatekniikan eduista. (Urakoitsijan kotisivu)

Kattilan polttoaine

Kattilassa voidaan polttaa useita polttoaineita:

- Turve
- Hake
- Olki
- Ruokohelpi
- Mikä tahansa biomassa
- Kuivattu liete

Sekä urakoitsijayhtiön toimitusjohtaja lupaa kattilan polttavan murskattua lastulevyä tai kananlantaa. (Paikallislehti, 2010)

Palaminen ja höytysuhde

- Palaminen on poikkeuksellisen tehokasta sekä kattila hyödyntää polttoaineen tarkasti.
- Täydellinen palaminen.
 - o Kattilasuunnittelun ansiosta polttoaineesta saadaan kaikki hyöty irti.
- Korkea höytysuhde.
- Alhaiset päästömäärät.

Käyttö ja polttoaine

- Polttoaineen tasainen ja häiriötön syöttö on toteutettu jaksottaissyöttimellä.
- Jaksottaissyötin sietää myös epäkuranttia ja palamatonta ainetta.
- Toimii miehittämättömänä

4.2 Projektin toteutus

Hankkeen projektin toteutukseen kuuluu sopimuksen tekeminen ja lämpölaitoksen rakentaminen. Urakasta tehdään aikataulutusta, jota pidetään runkona projektin suorittamisen kannalta.

Urakan aikataulutusta:

vko 35/2009 - Urakkasopimus

vko 35/2009 - Rakennuslupa ja piirustukset urakoitsijalta tilaajalle

vko 35/2009 - Maarakennus ja pihasuunnitelmat urakoitsijalta tilaajalle

vko 36/2009 - Tilaaja aloittaa maanrakennustyöt pihatöiden osalta

vko 40/2009 - Urakoitsija aloittaa biolämpökeskuksen perustustyöt

- Biolämpölaitoksen rakentaminen -

- Urakkaa seurataan työmaakäynneillä ja rakennusvalvonnalla -

3.5.2010 Lämmöntuotanto alkaa

4.6.2010 Urakan luovutus

30.8.2010 Viimeinen maksu

31.3.2011 Tilaaja suorittaa hyötysuhdemittaukset

4.2.1 Sopimus

Tässä osiossa käsitellään hankkeen urakkasopimuksen pääkohdat.

Urakkasopimus lämpölaitoshankkeesta tehdään viikolla 35 vuonna 2009. Hankkeen virallinen nimike on 3 MW Biolämpökeskuksen rakentaminen. Urakka toteutetaan KVR-urakkana.

Urakassa noudatetaan Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja YSE 1998. Muina käsitteinä noudatetaan Energiateollisuusliitto ry:n käsitteitä, siltä osin kuin YSE ei sovellu.

Velvollisuudet

Pääsuoritusvelvollisuus velvoittaa urakoitsijan suorittamaan kaikki urakkaan kuuluvat YSE 1§n mukaisesti sopimusasiakirjoissa määritellyt biolämpökeskuksen urakan työt suunnitelmien saatettuna täysin valmiiksi, urakkaan kuuluvat laitteet valmiiksi asennettuna, koekäytettynä, viranomaisten tarkastamana, dokumentoituna ja käyttöhenkilökunta koulutettuna sekä vastaamaan pääurakoitsijan ja työmaapalveluista vastaavan urakoitsijan velvoitteet.

Sivovelvollisuus velvoittaa urakoitsijan oman suorituksen osalta kaikki valmiin työn edellyttämät YSE 2§:n toimenpiteet ja velvollisuudet.

Työmaapalveluista vastaa urakoitsija YSE 3§ mukaisesti.

Pääurakoitsija on työmaanpäätoteuttaja ja vastaa YSE 4§ mukaisista työmaan johtovelvollisuuksista.

Asennus- ja käyttöönottovalmiustarkastukset

Asennus- ja käyttövalmiustarkastuksessa tulee todeta, että asennus on tehty siten, että urakkaan kuuluvia laitteet ja rakenteet voidaan ottaa normaaliin hankintaohjelmassa määriteltyyn käyttöön.

Tarkastustilaisuudesta laaditaan pöytäkirja, jonka molemmat sopijapuolet, tilaaja ja urakoitsija, allekirjoituksellaan hyväksyvät.

Käyntiinajo, viritykset ja käyttöönotto

Kun asennus- ja käyttöönottovalmiustarkastuksessa todetut viat ja puutteet on korjattu tai niistä on sovittu kirjallisesti, suoritetaan laitoksen käyntiinajo ja viritykset niille käyttöarvoille, joille tilaaja ilmoittaa koekäytön tehtävän.

Kun lämpölaitos on toiminut seitsemän vuorokauden ajan keskeytyksettä tilaajan määräämillä arvoilla ilman sellaisia vakavia häiriöitä, jotka estävät lämpökeskuksen normaalikäytön, katsotaan käyttöönotto suoritetuksi.

Koekäyttö 1

Lämpökeskuksen koekäyttö aloitetaan, kun käyttöönotto on suoritettu ja sopijapuolet ovat kirjallisesti todenneet lämpökeskuksen koekäyttövalmiiksi. Koekäyttö ajetaan tilaajan määräämillä kuormilla ja polttoaineilla. Päävastuu ja ajovastuu koekäyttö 1:ssä on urakoitsijalla.

Lämpökeskuksen tulee toimia kolme vuorokautta ilman häiriöitä ja ilman huolto- ja korjaustoimenpiteitä. Koekäytön yhteydessä tehdyt toimenpiteet kirjataan koekäyttöpöytäkirjaan.

Kun koekäyttö 1 on suoritettu hyväksytysti, tilaaja vahvistaa kirjallisesti. Hyväksymisen edellytyksenä on lisäksi, että käyntiinajon ja koeajon yhteydessä todetut virheet on korjattu tai kirjallisesti sovittu.

Koekäyttö 2

Laitoksen varsinainen koekäyttö suoritetaan koekäyttövaiheessa 2. Koekäyttö 2 suoritetaan välittömästi koekäyttö 1:n jälkeen riittävällä kuormalla, kuitenkin viimeistään kuukauden sisällä koekäyttö 1:n hyväksytystä suorituksesta.

Koekäyttö 2 ajetaan tilaajan määräämillä kuormilla ja polttoaineilla siten, että tilaajalla on prosessiin liittyvä ajovastuu ja urakoitsija vastaa urakkaan kuuluvista laitteista kokonaisuutena.

Lämpökeskuksen tulee toimia 7 vuorokautta ilman häiriöitä ja ilman huolto- ja korjaustoimenpiteitä. Koekäytön yhteydessä tehdyt toimenpiteet kirjataan koekäyttöpöytäkirjaan.

Kun koekäyttö 2 on suoritettu hyväksyttävästi, tilaaja vahvistaa sen kirjallisesti. Koekäyttö 2:n hyväksymisen edellytyksenä on lisäksi, että aikaisemmissa tarkastuksissa todetut viat ja puutteet on korjattu tai niistä on muuten sovittu kirjallisesti.

Urakan vastaanotto

Urakoitsijan tulee kirjallisesti pyytää vastaanottotarkastusta, kun edellytykset on olemassa.

Urakkaan kuuluvien laitteiden suorituskykykokeet suoritetaan 6 kuukauden sisällä hyväksytyn koe-käytön jälkeen. Suorituskykykokeet suorittaa puolueeton asiantuntijalaitos mikäli suorituskykyarvot poikkeavat hankintaohjelman ja sen liitteiden vaatimuksista, urakoitsija maksaa hankintaohjelman ja sen liitteissä vaaditut korvaukset.

4.2.2 Rakennusurakan toteutus

Rakennusurakka alkoi sen jälkeen, kun urakoitsija oli toimittanut kaikki rakennusluvut, piirrustukset ja maarakennus sekä pihasuunnitelmat tilaajalle ja tilaaja oli nämä hyväksynyt.

Alkuperäisen urakka aikataulutuksen mukaan urakoitsijan tuli toimittaa edellä mainitut asiakirjat tilaajalle samalla viikolla kuin urakkasopimus on allekirjoitettu (vk 35/2009).

Tilaajan tehtäviin kuului maanrakennustyöt pihatöiden osalta. Urakoitsijan oli määrä aloittaa biolämpökeskuksen perustustyöt alkuperäisen suunnitelman mukaan viikolla 40/2009.

RAKENNUSVALVONTA

Rakennusurakkaa valvottiin säännöllisillä työmaakäynneillä lokakuusta 2009 toukokuuhun 2010. Valvonnan suoritti ulkoinen rakennusvalvoja yhdessä tilaajan edustajan kanssa. Työmaakäynneistä laadittiin selvitysraportti, jossa tuli ilmi muun muassa sen hetkinen rakennusurakan eteneminen, ongelmatilanteet sekä työmaan turvallisuusasiat. Ulkoinen rakennusvalvoja valvoi projektia keskimäärin yhden päivän ajan viikossa.

Rakennusurakan toteutusta on mahdollista tarkastella myös työmaapäiväkirjan avulla, johon oli merkittävä kaikki keskeiset tapahtumat, henkilövahvuus, vastaanotetut lähetykset, poikkeavat sääolosuhteet, vuorossa oleva työmaavastaava ynnä muut merkittävät asiat. Työmaapäiväkirjan täytöstä vastasi työmaapäällikkö.

Rakennusvalvontaraportissa kerrotaan muun muassa että tammikuussa 2010 laitoksen rakentaminen, ja erityisesti teräsrakenteiden pystytys oli onnistunut siihen mennessä odotetusti. Kuitenkin tammikuun kova pakkanen ja lumisade oli hidastanut asennuksia.

Raportissa on myös maininta, että työmaalla asentajat eivät pitäneet suojakypäriä päässä. Raportin mukaan asiasta oli mainittu jo aikaisemmin asentajille.

Työmaa ja varastoalueet olivat hyvässä kunnossa ja tavarat järjestyksessä.

Työmaan dokumentointi eli työmaapäiväkirjan oli jäänyt pääosin tekemättä. Työmaapäiväkirjan täyttö on tärkeää projektivalvonnan kannalta ja siitä voidaan päätellä urakan valmistautumisaste sekä aikataulun pitävyys.

(Valvontaraportti, 5.1.2010)

Helmikuun alkupuolella suoritetun valvontakäynnin raportista selviää, että rakennusprojekti eteni esimerkiksi lattiavalujen valmistuttua seinäelementtien asennuksella. Lattiavalu ja laitteiden teräsjuoksut olivat asialliset ja työnjälki oli hyvä. Lisäksi ilman, että rakentaminen oli noin kaksi viikkoa myöhässä alkuperäisestä suunnitelmasta, mikä oli huomioitava laiteasennuksissa ja laitetöimituksissä työmaalle.

Työmaalla asentajat eivät käyttäneet kypäriä asennustyömaalla edelleenkään. Asiasta oli huomautettu useita kertoja. (Valvontaraportti, 8.2.2010)

Helmikuun loppupuolella suoritetussa raportissa ilmenee tavanomaisia rakennukseen liittyviä valmiita sekä keskeneräisiä asioita. Kattopeltiprofiili oli jouduttu avaamaan säiliön noston takia ja sen uudelleen asennus oli käynnissä. Teräspilareiden alapäiden juotostarve on tarkistettava suunnittelijalta. Työjohdon mukaan työmaa oli aikataulussa.

Raportista selviää edelleen seuraavaa:

Työpaikkakäynnin aikana kenelläkään työmaan työntekijällä ei ollut kypärää. Katolla työskentelevillä ei ollut turva-valjaita, vaikka katolla oli lunta ja jäätä. Myös kulku katolle oli nostokorin kaiteen yli. Laiteasennuksissa tehtiin tulitöitä ilman asianmukaisia tulityövarustusta. Kuitenkin työmaalla oli laadittuna työmaan turvallisuusasiakirja. Työmaalla käynnin aikana selvisi myös, että pakkasrajana pidettiin -15 celsiusastetta. Vertailuna esimerkiksi Kuopiossa ja Mikkeliissä yleinen työmaan pakkasraja on -20 celsiusastetta. (Valvontaraportti, 23.2.2010)

PROJEKTIKOKOUKSET

Projektikokoukset ovat kokouksia tilaajan ja urakoitsijan välillä. Jokaisesta projektikokouksesta on laadittu pöytäkirja tai muistio. Projektikokouksissa on käsitelty rakennusurakan valmistumista ja päätetty tulevista asioista urakkaan liittyen.

Maaliskuussa 2010 on pidetty kaksi projektikokousta. Kokouksien pöytäkirjoista selviää, että rakentaminen on edennyt seula-osan rakentamisella sekä savupiipun perustukset ovat valmistumassa (Pöytäkirja, 11.3.2010). Biolämpölaitoksen vesikattotyöt ovat valmiit ja laitoksella on pidetty harjannostajaiset. Aikataulutuksen suhteen projekti on edennyt suunnitellusti. Painerajojen tarkistus ja käyttöönottotarkistus teknisiltä osin on sovittu viikolle 16/2010 (Pöytäkirja. 30.3.2010).

Huhtikuun 2010 ensimmäisessä projektikokouksessa 23.4.2010 on käsitelty rakennusurakan valmiusastetta

Urakoitsija on ilmoittanut tilanteeksi seuraavaa:

- Mekaaninen puoli, valmius 100%
- Hydrauliiikka, valmius 99%, lähes valmis
- Ilmastointi, valmius 80%
- Eristystyöt, valmius 95%

Muuraukset valmistanut aliurakoitsija on ilmoittanut muurausten olevan valmiit kyseisenä päivänä.

Myös käyttöönottoa on aloitettu valmistelemaan ja ennen käyttöönottoa on järjestettävä paloharjoitus kiinteistön omistajan toimesta. Muurauksia kuivatetaan viikolla 18/2010 sekä käyttöönotto ja tuleva käyttöhenkilökunta valvonnassa mukana viikon 19/2010 alussa (Pöytäkirja, 23.4.2010).

Huhtikuun 2010 toisessa projektikokouksessa 30.4.2010 on käsitelty uudestaan rakennusurakan valmiusastetta.

Urakoitsija on ilmoittanut tilanteeksi seuraavaa

- Mekaaninen puoli, valmius 98%
- Hydrauliiikka, valmius 100%
- Ilmastointi, valmius, 90%
- Eristystyöt, valmius, 98%

Automaation valmiusasteeksi on ilmoitettu 97%.

Muuraukset ovat valmiit.

Tilaja on ilmoittanut seuraavat asiat:

- Haketta tilattu toimitettavaksi viikon 18/2010 alkuun
- Paloilmoitinjärjestelmää varten palvelusopimus täyttää vailla
- Kuitu-telekaapeli kaivetaan lopulliseen sijoituspaikkaan mahdollisimman nopeasti
- Kokouksessa on sovittu myös, että asennustarkastus ennen käyttöönottoa pidetään 3.5.2010 (Pöytäkirja, 30.4.2010).

Toukokuun 2010 ensimmäisessä kokouksessa työmaa näyttää valmistuvan hyvää tahtia. Urakoitsija on ilmoittanut, että ilmastoinnin lämmitysputket ovat viimeistelyssä ja muut puutteet korjataan viikolla 19. Muurauksien lämmitys on edennyt suunnitelmien mukaisesti. Asennus- ja käyttövalmiustarkastuksessa mekaaninen asennus tietyillä puutteilla on todettu tarkastetuksi (Pöytäkirja, 7.5.2010). Lämpölaitokselle suoritettiin rakennustarkastus 4.6.2010.

4.3 Käyttöönotto

Keskuksen käyttöönottoon kuuluu laitoksen ylösajo sekä lämpökeskuksen ajaminen tilaajan antamilta arvoilla, eli niin sanottu normaalikäyttöajo. Käyttöönoton tehtävä on tarkastaa että lämpökeskus toimii moitteetta ilman vakavia häiriöitä. Käyttöönotossa lämpökeskusta ajetaan seitsemän vuorokauden ajan tilaajan antamilla arvoilla. Jos ajon aikana ei ilmene häiriöitä jotka estävät kattilan normaalikäytön, katsotaan käyttöönotto suoritetuksi.

Ensin suoritetaan yhden vuorokauden eli 24 tunnin ajo. Tilaaja hyväksyy 24 tunnin ajon aloitettavaksi 19.5.2010 ja ajo suoritetaan hyväksytysti 19.5.2010 klo 11:00 ja 20.5.2010 klo 11:00 välisenä aikana (Pöytäkirja, 28.5.2010)

KOEKÄYTTÖ 1

Suunnitelman mukaisesti 24h ajon jälkeen urakoitsija voi hakea lupaa ensimmäisen koekäytön suorittamiseksi. Koekäyttö 1:ssä biolämpökeskusta ajetaan kolmen vuorokauden ajan. Ajo suoritetaan tilaajan määräämillä kuormilla ja polttoaineilla, mutta koekäytön vastuu on urakoitsijalla (Urakkasopimus, 2009)

4.4 Biolämpölaitoksen toiminta

Marraskuun 2010 käyttöpalaveri muistiosta selviää viikon 45 eli 8.11 - 14.11.2010 väliset toiminnot laitoksella.

Maanantai 8.11.2010, Konstruktiio muutokset

- Asennettu ilmanjakopelti kattokaappiin primääri- ja sekundääri-imupuolelle.
- Laakeritukki korjattu ja kiinnitys vahvistettu, kuljettimen alapää oikaistu.
- Takaiskupelti vaihdettu sekundääripuolelta primääri-imupuolelle.

Tiistai ja keskiviikko 9-10.11.2010

- Ohjelmistopuoli kunnossa.
- Nuohousten toimintaan on tehtävä mekaanisia muutoksia.

Torstai 11.11.2010

- Ohjelmiston primääri/sekundääri suhdeseikoitussäätöön tehty muutoksia.
- Suunnitelmana ajaa loppuviikko pelkästään hakkeella ja aloittaa turveajotestaukset viikolla 46

(Pyötäkirja, 12.11.2010)

4.4.1 Viritysjoraportti

Biolämpölaitoksen käyttöönottoa ja virityksiä on jatkettu viikoille 45 ja 46. Edellisistä suunnitelmista poiketen laitos ajettiin alas viikon 46 maanantaina 15.11.2010. Viritysjorasta on laadittu raportti.

1. SAVUKAASUPUHALLIN

Savukaasupuhaltimessa esiintyi voimakasta värinää ja siitä aiheutuvaa melua laitoksella. Tästä johtuen viritysjorot päätettiin keskeyttää. Pyörytyksessä havaittiin että savukaasupuhallin ravistaa erityisesti korkeilla kierroksilla.

Puhallintoimittajan edustaja saapui laitokselle 17.11.2010 kello 7:00 jolloin savukaasupuhallin avattiin ja tarkastettiin. Tarkastuksessa huomataan, että siivistöön kerääntynyt tuhka tippuu paloina pois. Uuden tuhkerostuman muodustuminen alkaa heti vanhan kerrostuman lohjettua pois. Tämä on yksi syy puhaltimen epätasapainoon. Siivistöissä voi selvästi huomata maalipinnan poiskulumisen toiselta puolelta siivistöä. Ilmeisesti suurempi syy puhaltimen epätasapainoon on imukartioon kerääntyvä tuhka, joka painaa siipipyörää epätasapainoon. Tuhka poistettiin paineilman ja imurin avulla. Puhdistuksen jälkeen savukaasupuhallin pyöri tasaisemmin korkeillakin kierroksilla. Puhallintoimittajan edustajan mukaan puhaltimen käyttöä voidaan jatkaa, mutta toimintaa on syytä tarkastella ja tarvittaessa reagoida.

2. TUHKA

Tulipesästä on otettu tuhkanäytteet 17.11.2010 tuhkan lämpötilan ollessa vielä 40-60 °C. Näytteet otettu rummusta ja jälkipalotilan molemmilta puolilta. Näytteet analysoidaan ja tarkastellaan erityisesti tuhkan sulamispistettä.

3. RUMPU

Rummusta otettujen valokuvien (17.11.2010) perusteella havaitaan, että rummussa ei ole sulanutta tuhkaa ja että ilmareijät ovat auki. Tuhkan lasittumista on kuitenkin hieman tapahtunut rummun loppuosassa ilmareikien jälkeen. Voitaneen todeta, että ajoparametrien muutos on tuottanut toivottavaa tulosta.

4. POLTTOAINE

Polttoaine on ollut viimeisten viritysajojen ajan hyvin heikkoa, sisältäen paljon neulasia ja pienhiukkasia. Kyseinen polttoaine oli aiheuttanut poltettaessa ongelmia; lämpötila pysyi matalana ja polttoaineen holvaantumisvaikutus tuntui voimakkaalta. Lämpötilan nostamiseksi polttoaineen sekaan lisättiin turvetta, joka nosti lämpötilan nopeasti ylös. Polttoaineesta on otettu kolme näytettä analysoitavaksi. Näytteet analysoidaan ammattikorkeakoulun tutkimusosastolla.

4.4.2 Jatkotoimenpiteet

Syyskuussa 2012 konsulttiyritys tekee lausunnon liittyen jysinturve- ja puuhakekattilaan.

Jysinturvetta käytetään yleisesti Suomessa, Venäjällä ja Irlannissa polttoaineena. Jysinturvetta poltetaan joko pölypolttona tai leijukerrosolttona. Jysinturpeen massa on hienojakoista, tasalaatuista ja sen raekoko on 0,5-5 mm. Pölypoltossa turve kuivataan noin 900 °C tulipesäkaasuilla 98% kuiva-ainepitoisuuteen. Kuivaamisen jälkeen pöly puhalletaan polttimien kautta tulipesään. Palamisilman tulee olla noin 200-300 °C esilämmitettynä. Leijukerrosoltossa jysinturve syötetään suoraan noin 850 °C kuumaan hiekkapatjaan. Hiekkapatjan lämpökapasiteetti riittää kuivattamaan turpeen syttymislämpötilaan. Kuten pölypoltossa, leijukerrosoltossakin palamisilma tulee olla noin 200-300 °C. Puuhake on normaalisti karkeajakoista polttoainetta, jonka kuiva-ainepitoisuus on 45% tai suurempi. Puuhaketta voidaan polttaa arinapolttona tai leijukerrosolttona, mutta hakkeen raekoko ei mahdollista pölypolttoa. (Konsultti yrityksen lausunto 21.9.2012)

Arinapoltossa polttoaine kuivataan arinan alussa kuumalla primääri-ilmalla, jonka lämpötila on noin 200-300 °C. Syttymislämpötila saadaan palamiskaasujen säteilylämmöllä. Hake palaa arinan keskiosassa ja jäännöshiilet arinan loppuosassa. Kaasumaiset aineet palavat tulipesässä. Leijukerros polttohakkeen osalta tapahtuu samoin kuin jysinturpeen. Hake syötetään kuumalle, noin 850 °C hiekkapatjalle. Hiekkapatja kuivattaa ja saattaa hakkeen syttymislämpötilaan. (Konsultti yrityksen lausunto 21.9.2012)

Urakoitsijan polttouuni on pitkäkö muurattu sylinteri, joka pyörii oman akselinsa ympäri. Polttoaine syötetään sylinterin etupäästä ja palamiskaasut poistuvat takapästä. Palamisilmaa syötetään rummun sivuilta. Jysinturpeen poltossa urakoitsija on hakenut ratkaisua pölypoltosta. Märkä turve kuivatetaan ensin arinan alkuosassa sen jälkeen saatetaan syttymislämpötilaan palokaasujen lämpösäteilyn avulla. Turve poltettaisiin sitten rummun keskiosassa ja kaasut rummun loppuosassa. Poltto muodostuu aina kolmesta vaiheesta; kuivatuksesta, poltosta ja kaasujen jälkipoltosta. Konsultin mukaan urakoitsijan kattilassa nämä vaiheet sekoittuvat eikä prosessia pystytä hallitsemaan. Kuivausosassa eli rummun alkupäässä rumpu kääntää aina uutta märkää polttoainetta kuivuneen päälle ja tukahduttaa alkaneen polton.

Toisaalta taas ilmasuuttimien kohdalla polttoaineen palamislämpötila nousee yli 1200 °C, jolloin turpeen tuhka sulaa ja tukkii ilmasuuttimet. Märän turpeen pölypoltto ei onnistu tällä rakenteella. Hakepoltossa on vain yksi ratkaisu eli urakoitsijan rummusta on rakennettava arinapolton periaatetta soveltava uuni. Arinapoltossa on tärkeää, että kuivausvyöhykkeellä polttoaineen annetaan rauhassa kuivua eikä kuivuneen polttoaineen päälle käännetä märkää polttoainetta. Ratkaisumalleja on monia, joista käytetyimmät perustuvat "pusher grate" periaatteeseen eli mekaaniseen työntöarinaan.

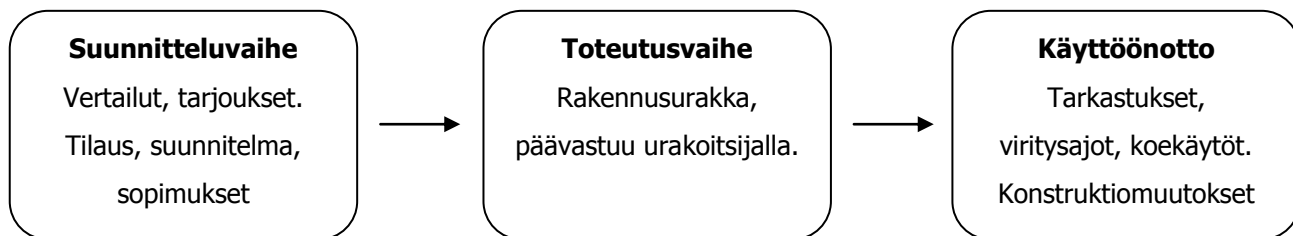
Jysinturvetta ja puuhaketta voidaan polttaa samalla polttotekniikalla vain leijukerroskattiloissa. Kyseinen kattila ei ole kuitenkaan leijukerroskattila, vaan jysinturvekattila on pölypolttokattila ja puuhakekattila on arinakattila. Nämä kattilat ovat rakenteeltaan täysin erilaisia. (Konsultti yrityksen lausunto 21.9.2012)

Projekti jatkuu kattilalaitoksen testi- ja säätöajoilla. Ajotapahtumaraportista selviää lämmityskauden merkittävät tapahtumat päivämäärittäin ja mukaan on lisätty kuvia tapahtumista.

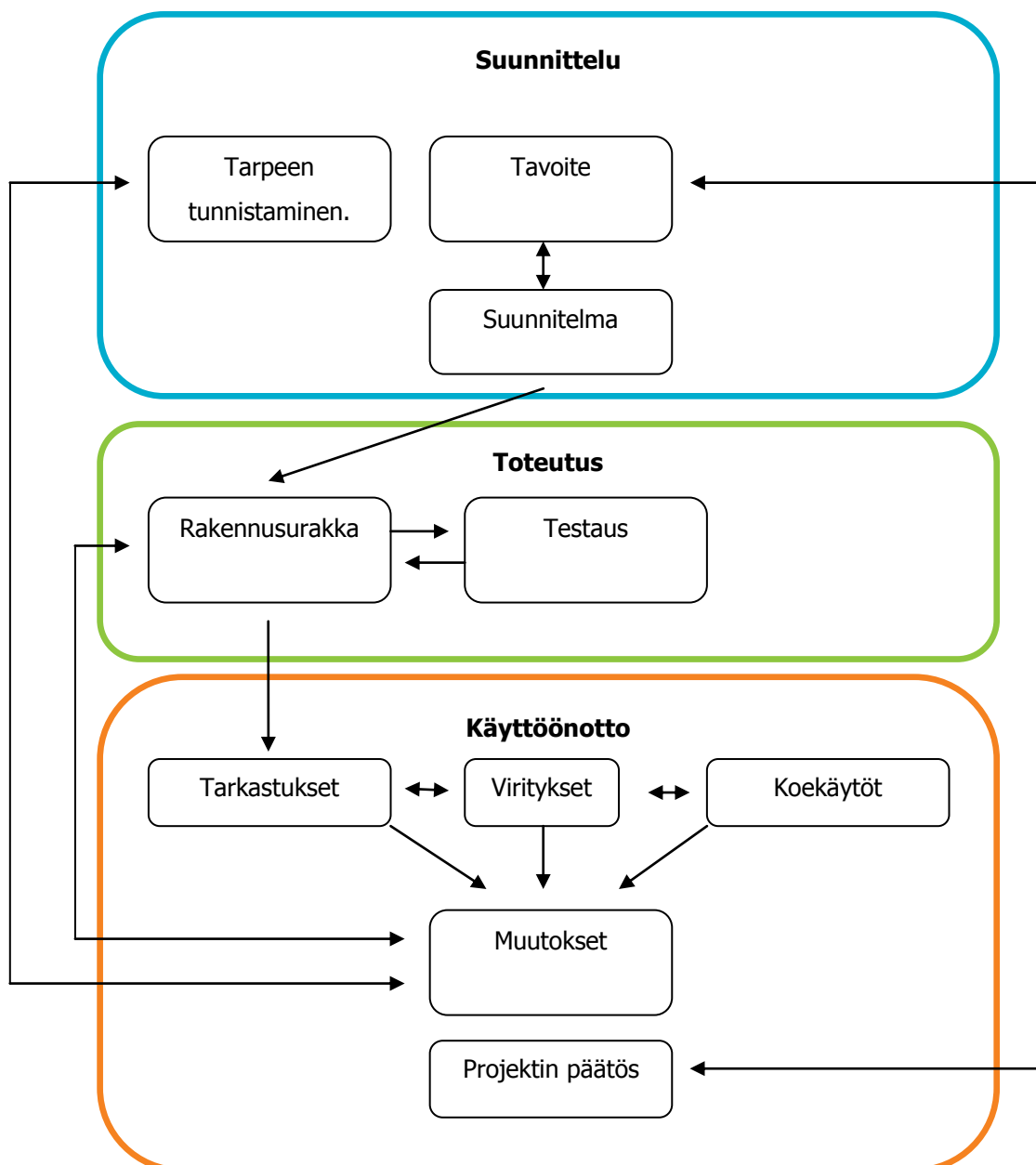
4.5 Projektin elinkaari

Tässä osiossa käsitellään projektin elinkaarta. Elinkaaren selvittäminen auttaa projektin katselmusta suuripiirteisempänä tapahtumana. Elinkaareen määritellään suurimmat pääkohdat projektista ja rakennusurakasta.

Biolämpökeskus projektin pääelinkaari koostuu suunnittelu-, toteutus- ja käyttöönottovaiheesta.



KAAVIO 5. Kaaviossa 5 esitetyt päävaiheet ovat hyvin suuripiirteisiä ja ne voidaan jakaa edelleen pienempiin lohkovaiheisiin. Alla olevasta kaaviosta nähdään tarkemmin projektin kulku.



KAAVIO 6. Projektin vuokaavio. K. Ruuska 2012, S. Kettunen 2009, Sovellettu tilaajan projektiin

5 POHDINTA JA VERTAILU

Tässä osiossa käydään läpi projektin eri kohdat sekä pohditaan osapuolien ratkaisuja ja projektin hallintaa. Projektuurakkaa verrataan myös niin sanottuun ideaaliprojektiin. Osiossa myös otetaan kantaa projektiin valittuihin teknillisiin ratkaisuihin ja biolämpölaitoksen toimintaan.

5.1 Roolit ja vastuut

Kyseisen rakennusprojektin alussa roolit ovat jaettu hyvin selkeästi. Koska kyseessä on KVR eli kokonaisvastuurakentaminen, urakoitsija kantaa suurimman vastuun projektin hoitamisesta. Projektin kulku sujui hyvin, mutta käyttöönottovaiheessa ilmeni ongelmia, joitten takia urakka viivästyi. Seuraavissa osioissa käsitellään tilaajan ja urakoitsijan roolit projektissa tarkemmin.

5.1.1 Tilaaja

Tilaaja on tässä projektissa asiakas, jolle urakoitsija rakentaa valmiin biolämpölaitoksen. Tilaajalle ideaaliprojektissa jää tarkastusten ja koekäyttöjen hyväksyminen, kuormien ja polttoaineen määrittäminen sekä osallistuminen projektikokouksiin. Projektin käyttöönottovaiheen ongelmien takia kuitenkin tilaajan rooli kasvaa ja tilaaja osallistuu projektiin hankkimalla lisätietoa konsulteilta sekä valvontayrityksiltä.

Biolämpölaitoksen uusi ennalta kokeilematon tekniikka toi projektiin monimutkaisuutta. Kattilatekniikkaa lähdettiin testaamaan ja virittämään käytännönprojektin aikana. Kuitenkin, kun kyseessä on hyvin pieni kaukolämpöverkosto sekä tilatun laitoksen lämmöntuotannon merkitys on yli 80% kokonaislämmöntuotannosta, niin kokeilemisesta ja niiden ongelmista syntyi ennalta arvaamaton riski talouden sekä maineen kannalta.

Tilaajan vastuuna on tuottaa kaukolämpöä jatkuvasti ja varmasti asiakkailleen kuorman mukaisesti. Ennen biolämpölaitosta lämpöä on tuotettu öljyllä ja sähköllä. Kuitenkin kokonaislämpökuorman tuottaminen öljyllä on erittäin kallista verrattuna hakkeeseen tai turpeeseen. Tämän lisäksi öljyn hinta ja verot ovat nousseet jatkuvasti.

Lämpöä täytyy tuottaa riittävästi myös talven huippukuormilla. Jos huippukuorman aikaan ilmenee vikatilanne öljy- tai sähkökattilassa, kuorman kanssa voi tulla ongelmia.

5.1.2 Urakoitsija

KVR-urakassa eli kokonaisvastuurakentamisurakassa, urakoitsijalla on suurin vastuu projektista. Urakoitsija vastaa laitoksen suunnittelusta, rakennusurakasta, testaamisesta ja käyttöönotosta. Urakoitsijan rooli on siis todella merkittävä tässä rakennusprojektissa. Urakoitsija hoitaa kaiken kattilan valmistuksesta aliurakoitsijoiden organisointiin.

Urakoitsijan valmistama kattilalaitos on uutta tekniikkaa edustava pyörivä rumpukattila. Kattila muodostuu pitkästä sylinterimäisestä rummusta, joka pyörii oman vaaka-akselinsa ympäri. Kattilaan polttoaineen syöttö tapahtuu jaksottaissyöttimellä rummun alkupäästä. Kattilan jälkeen savukaasut johdetaan jälkipalotilaan, josta se johdetaan lämmöntalteenottoon.

Urakoitsijalla on päärooli projektissa. Urakoitsijayritys tekee suunnitelmat biolämpölaitoksesta, on päävastuussa rakennusprojektista ja sen etenemisestä aikataulun mukaisesti, käyttöönotosta sekä siihen liittyvästä virityksestä ja säädöistä tilaajan valitsemille arvoille. Rakennusprojekti sujui dokumenttien ja asiakirjojen mukaan hyvin, mutta kuitenkin useasta valvontaraportista selviää, että työmaalla ei ole noudatettu turvallisuusmääräyksiä yksityiskohtaisesti. Esimerkiksi kypäriä ei ole käytetty työmaalla useista huomautuksista huolimatta ja nostokoritoissa ei ole noudatettu erityistä varovaisuutta tai määräysten mukaisuutta. Urakoitsijan edustajan on valvottava oman työmaansa turvallisuuden noudattamista.

5.2 Projektityön vertailu

Tässä osiossa vertaillaan projektityötä erilaisiin projekteihin sekä kattilatekniikkaa muihin tekniikoihin. Ideaaliprojektina tarkoitetaan projektia joka menee täysin suunnitelmien ja ohjesääntöjen mukaan. Kuitenkin kaikkia projekteja voidaan verrata toisiinsa projektihallinnan kannalta, vaikka projektien päämäärä ja hankkeet olisivat hyvinkin erilaiset. Urakoitsijan valmistamaa kattila- ja laitostekniikkaa voidaan myös vertailla useimpiin erilaisiin tekniikoihin.

5.2.1 Ideaaliprojekti

Ideaaliprojektina voidaan pitää projektia, jossa kaikki projektin vaiheet menevät ennakoitusti ja suunnitelman mukaan. Ideaaliprojektissa ei ole viivytyksiä eikä ongelmia. Kuitenkin tällainen ideaaliprojekti on käytännössä mahdoton, koska viivytysten aiheuttajana voi olla jokin ihmisestä riippumaton syy kuten esimerkiksi sääolot.

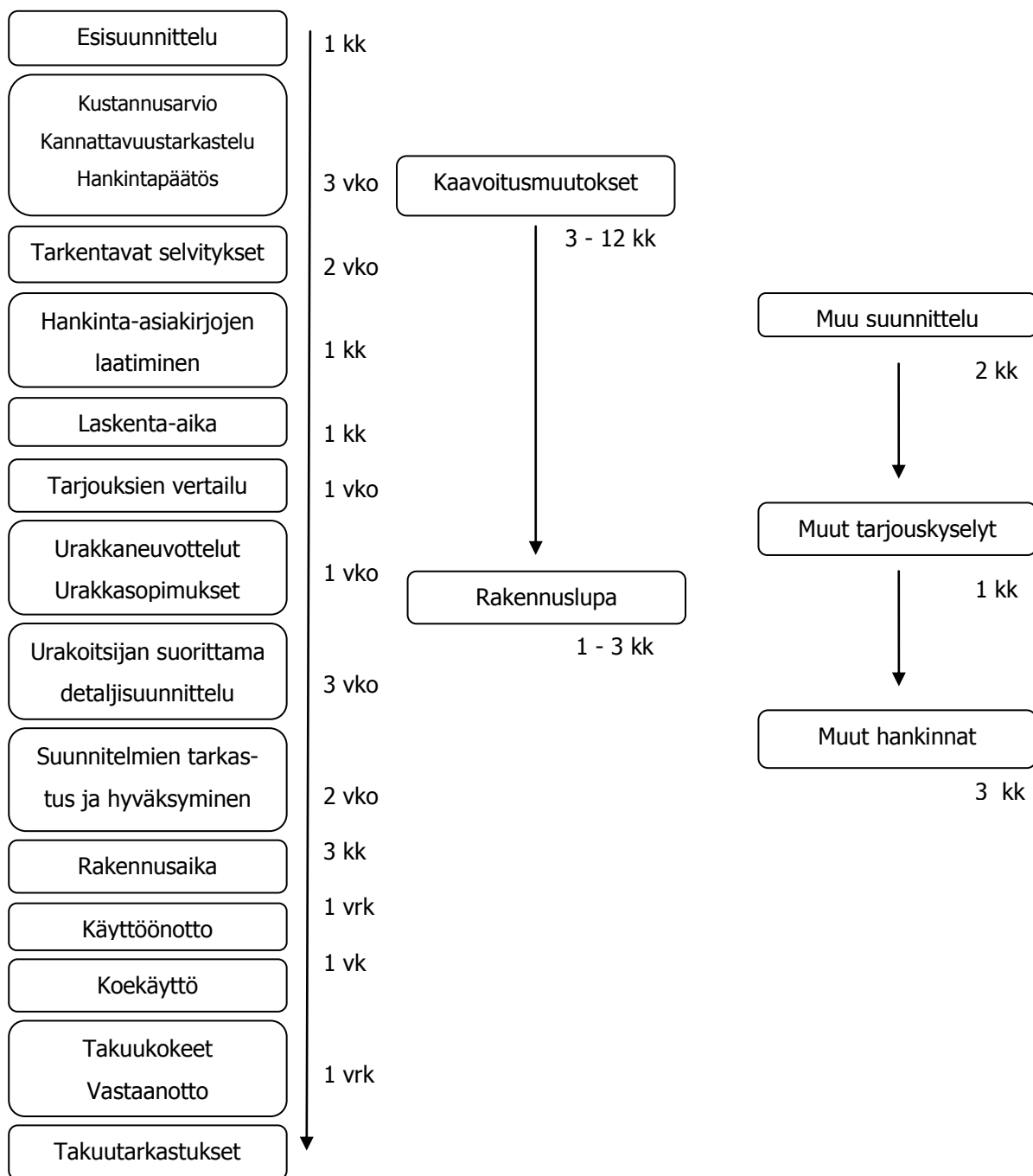
Projektin aikaiset riskit voidaan jakaa esimerkiksi neljään liikeriskiryhmään: teknisiin, sosiaalisiin, taloudellisiin ja poliittisiin riskeihin. Riskien hallinta on tarkoittaa toimintaa, jossa varaudutaan mahdollisiin ja odottamattomiin tilanteihin. Kai Ruuskan (2012, s. 248) mukaan riskien hallintaan kuuluu riskien analysointi, riskilistan laatiminen, toimenpiteistä sopiminen ja yleinen seuranta sekä riskilistan ylläpito. Riskien tunnistaminen on erittäin tärkeää projektin suunnitteluvaiheessa.

Aloitetaan ideaaliprojektin vertailu kyseiseen biolämpölaitosprojektiin suunnittelun ja esivalmistelun kannalta. Esivalmisteluja projektissa olivat muun muassa kaukolämpötehon tarpeen määrittäminen ja kustannusarviot ulkoisilta lämmöntoimittajilta. Kuitenkin suunnittelu ja kilpailutusvaihe jäivät dokumenttien mukaan vähäisiksi projektin alussa. Tämä aiheutti myöhemmin ongelmia tilaajan organisaatiossa. Urakkasopimuksen jälkeen projekti sujui hyvin. KVR -urakoinnin ansiosta tilaajan ei tarvitse käyttää resursseja laitossuunnitteluun tai rakentamiseen, vaan vastuu on urakoitsijalla. Tilaajalle jää hyväksymiset sekä tässä tapauksessa maarakennustyöt pihatöiden osalta. Rakennusurakan aikana ei dokumenttien mukaan ilmennyt suuria viivytyksiä, vaan urakka pystyttiin pitämään aikataulusa muutamia ongelmia lukuunottamatta.

Teoriassa ideaaliprojektin peruslähtökohtana ovat projektin elinkaaren vaiheistus, aikataulutus sekä kriittisten pisteiden laskeminen. Projektin aikataulutuksen suunnittelussa on otettava huomioon myös työvaiheiden jaksottaminen sekä työntekijöiden osaamistaso ja nettokäytettävyys. Työvaiheiden jaksottamisen tavoitteena on selvittää mitä työvaiheita voidaan suorittaa yhtä aikaa ja mitkä toimenpiteet vaativat edellisen valmistumista. Työhenkilöstön maksimikäytettävyys on realistisesti noin 70% - 80%, viikkotasolla noin 4 päivää viikosta. Henkilö ei voi työskennellä 365 päivää vuodessa, vaan huomioon on otettava sairaslomat, pyhäpäivät ynnä muut vapaapäivät. Henkilöstön osaamisen määrittely kuuluu myös aikataulutuksen suunnitteluun. Karkeasti henkilön kokemus voidaan jakaa harjoittelijaan, jonkin verran kokeneeseen, ammattitaitoiseen ja asiantuntijaan. Kokemuksen perusteella määritellään osaamiskerroin, jonka mukaan voidaan suunnitella aikataulutus tarkemmin. Esimerkkinä kertoimet voivat olla harjoittelijalla 3,5, jonkin verran kokeneella 2, ammattitaitoisella 1 ja asiantuntijalla 0,5. Jos kokemustasoa ei huomioida, niin voi syntyä tilanne jolloin harjoittelija tekee asetettua työtä yli kolme kertaa pidempään kuin ammattitaitoinen henkilö. Projektin suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon työtehtävän taso verrattuna työntekijän osaamistasoon sekä muihin työntekijän tehtäviin. Esimerkkinä projektin alussa harjoittelija voi kuluttaa työtehtävään kolmenkertaisen ajan mutta projektin aikana harjoittelijan kokemus kasvaa.

Projektin kriittistenpisteiden laskemisen tarkoituksena on määrittää kunkin työvaiheen minimi ja maksimi valmistumisaika. Esimerkiksi kuinka monta päivää rakentaminen saa viivästyä ettei se vaikuta projektin luovutukseen. Projektin aikataulutus ja kriittiset pisteet vaikuttavat koko projektin onnistumiseen ja näiden merkitys mitataan taloudellisesti.

Alla on esitetty 1 MW KPA-laitoksen hankinnan vaiheet ja niihin kuluva likimääräinen aika kunnallisesta lämpölaitoksen hankintaoppaasta.



KAAVIO 7. Hakelämpölaitoksen hankinnan vaiheet. (Hakelämpökeskuksen valinta 2002 s. 19)

Kaaviosta (KAAVIO 7) voidaan tarkastella, kuinka moneen asiaan täytyy keskittyä lämpökeskuksen valinnassa. Kaavioon on merkitty keskeisimmät asiat sekä niihin kuluva likimääräinen aika. Jos tarkastellaan vaiheisiin kuluva aikaa niin huomataan että, esisuunnittelu, hankinta-asiakirjojen hankinta, laskenta-aika sekä rakennusaika ovat pisimmät työvaiheet. Esisuunnitteluun, asiakirja hankintoihin sekä laskenta-aikaan tilaaja käyttää eniten resursseja projektin aikana. Urakoitsija käyttää taas rakennusvaiheeseen huomattavasti tilaajaa enemmän resursseja.

5.2.2 Kattilatekniikka

Arinapoltto, leijukerrosoltto ja stoker-poltto, ovat kaikki erilaisia kattilatekniikoita. Useimmiten pienet lämmönlähteet ovat tulisijoja, pienkattiloita ja stoker-polttimia. Pieniä lämmönlähteitä vähän suuremmat ovat yleisesti arinatekniikalla toteutettuja ja suuret lämmönlähteet esimerkiksi leijukerrostekniikalla.

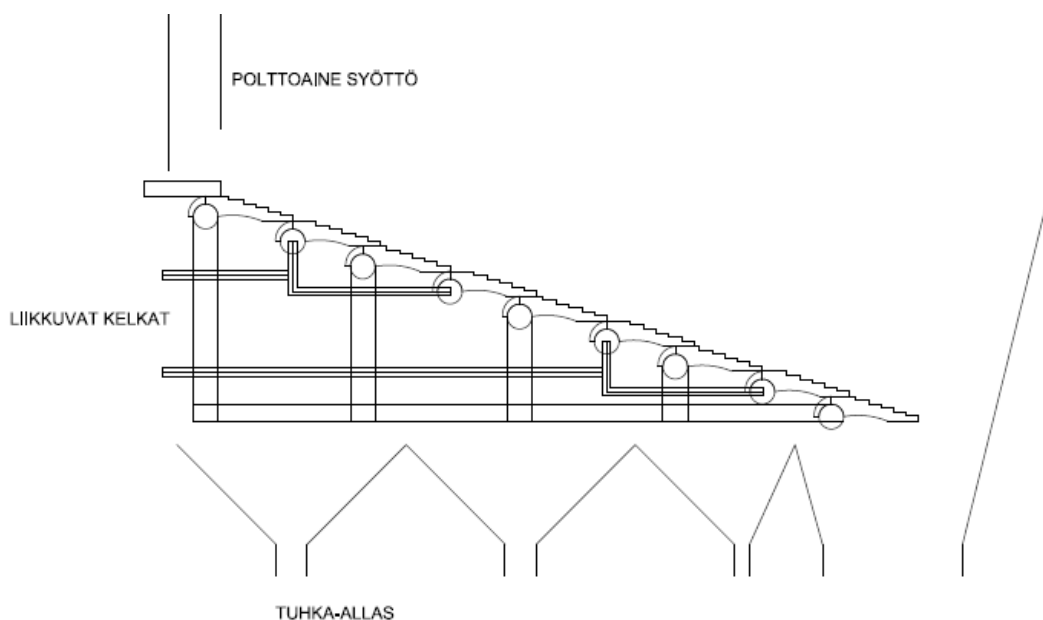
Arinapoltolla tarkoitetaan polttoa, jossa polttoaine poltetaan joko kiinteällä tai mekaanisella alustalla eli arinalla. Kiinteät arinat kuuluvat yleensä alle 1 MW kattiloihin. Kiinteällä arinalla voidaan polttaa vain pienen tuhkapitoisuuden omaavaa polttoainetta. Arina voi olla myös mekaaninen, joka tarkoittaa liikkuvaa arinaa. Mekaaniset arinat voivat olla esimerkiksi 2 - 25 MW laitoksissa.

(Huhtinen 2011 s. 36)

Mekaanisia arinatekniikoita on myös useita erilaisia. Mekaanisessa viistoarinassa arinaraudat on sijoitettu riveihin, joista joka toinen rivi liikkuu edestakaisin. Viistoarinassa polttoaine syötetään arinan alkupäästä tankopurkaimien avulla. Wärtsilä Oy:n 1994 patentoimassa pyörivässä kekoarinakattiaassa polttoaine syötetään stoker-ruuvisyöttimellä arinan keskelle. Tässä arinakonstruktiossa arina on keon muotoinen. Arina on jaettu vyöhykkeisiin, joista joka toinen on liikkuva. Liikkuvista vyöhykkeistä taas joka toinen pyörii myötä- ja joka toinen vastapäivään.

Arinakattiloiden arinat kuluvat käytettäessä ja arinoita tulee huoltaa tai puhdistaa vuosittain.

(Knuutila, Oravainen 2003 s. 97; Huhtinen 2011 s. 36)



KUVA 1. Mekaanisen viistoarinan periaatekuva.

Mekaanisen arinan avulla saadaan aikaan polttoaineen ja tuhkan liikkuvuus arinan päällä. Polttoaine kuivataan arinan alkupäässä syttymislämpötilaan, poltetaan tehokkaasti arinan keskivaiheilla ja jäännöshiili poltetaan arinan loppupäässä. Tuhka siirtyy liikkuvan arinan avulla arinan loppuun ja tippuu arinan alla olevaan märkätuhka-astiaan. Arinan alta tuleva primääri-ilma voidaan vaiheistaa arinan osa-alueiden mukaan. Ilman vaiheistus tehostaa palamishyötysuhdetta.

Polttoaineina arinapoltossa voidaan käyttää esimerkiksi puuhaketta, kuorihaketta, metsähaketta tai palaturvetta. Erilaisilla arinoilla voidaan polttaa joko monipuolisemmin eri polttoaineita tai kattilat voidaan suunnitella yksityiskohtaisemmin tietyille polttoaineille, kuten esimerkiksi jätteiden polttoon. (Knuutila, Oravainen 2003 s. 97)



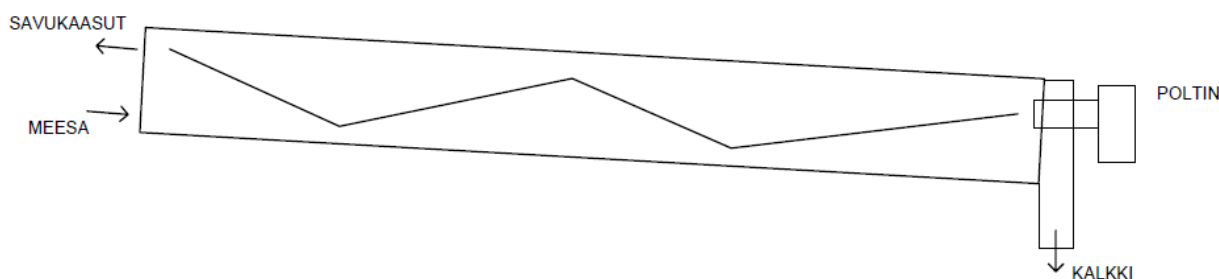
KUVA 2. Kuvassa käytöstä poistettuja mekaanisen viistoarinan arinarautoja. Kuvista näkee raudan porrasmaisen muodon sekä primääri-ilma-aukot.

Leijukerrospolttotekniikkaan kuuluu kattilan sisällä leijuva tai kiertävä hiekka, jossa polttoaine poltetaan. Hiekka leijutetaan kattilan alapuolelta puhallettavalla ilmalla. Leijuvassa kuplapetikattilassa hiekka leijuu tasaisena 0,4 m - 0,8 m paksuisena kerroksena kattilan alaosassa. Kiertopetikattilassa käytetään suurempaa leijutusnopeutta ja hienompaa hiekkaa, joten hiekka lähtee kaasuvirran mukana pois tulipesästä. Hiekka palautetaan tulipesään erillisen syklonin avulla, jossa hiekka ja savukaasut erotellaan. Leijukerrospolttotekniikat sopivat paremmin kosteille polttoaineille. Kosteus haihtuu kuumaan hiekkaan ja polttoaine saavuttaa syttymispisteensä. (Huhtinen 2011 s. 36)

Urakoitsijan rakentama kattila on urakoitsijan mukaan arinaton kattila. Kattila on pyörivä muurattu rumpu, jossa palamisilma syötetään rummussa olevista suuttimista. Polttoaine syötetään rumpuun jaksoittaissyöttimellä. Alkuperäisen suunnitelman mukaan kattilan polttoaineena olisi ollut jyrshinturpe ja sivupolttoaineena puuhake. Kuitenkin jyrshinturpeen poltto ei ole vielä onnistunut kattilalla. Urakoitsija jatkaa kuitenkin kattilan kehitystä turpeen polton mahdollistamiseksi.

Arinakattiloissa primääri-ilma syötetään arinan alapuolelta, joten arinassa tai tässä tapauksessa rummussa tulee olla ilma-aukot tai suuttimet. Jyrsinturve sekä puupuru ovat pienijakoisia polttoaineita, jotka voivat tukkia arinan ilma-aukot. Pienijakoinen polttoaine voi myös palaa ilmasuuttimen tai aukon kohdalla niin korkealla lämpötilalla, että polttoaineen tuhka sintraantuu eli sulaa ja tukkii suuttimen tai aukon. Jos ilma-aukko tai -suutin tukkeutuu, arina on vaarassa vahingoittua. Primääri-ilman tehtävä on myös viilentää arinaa ylikuumenemiselta ja sitä kautta kattilan vahingoittumiselta. (Huhtinen 2011 s. 36)

Pyörivää rumpuarinamaista tekniikkaa käytetään myös muissa kohteissa. Esimerkiksi sellun valmistuksessa käytettävässä meesauunissa. Meesauuni ei ole lämmöntuottokattila, vaan uuni, jossa voidaan valmistaa kalsiumkarbonaatista eli meesasta kalkkia. Meesauunin polttoaineena toimii useimmiten maakaasu tai polttoöljy. (Hiltunen 2009 s. 2)



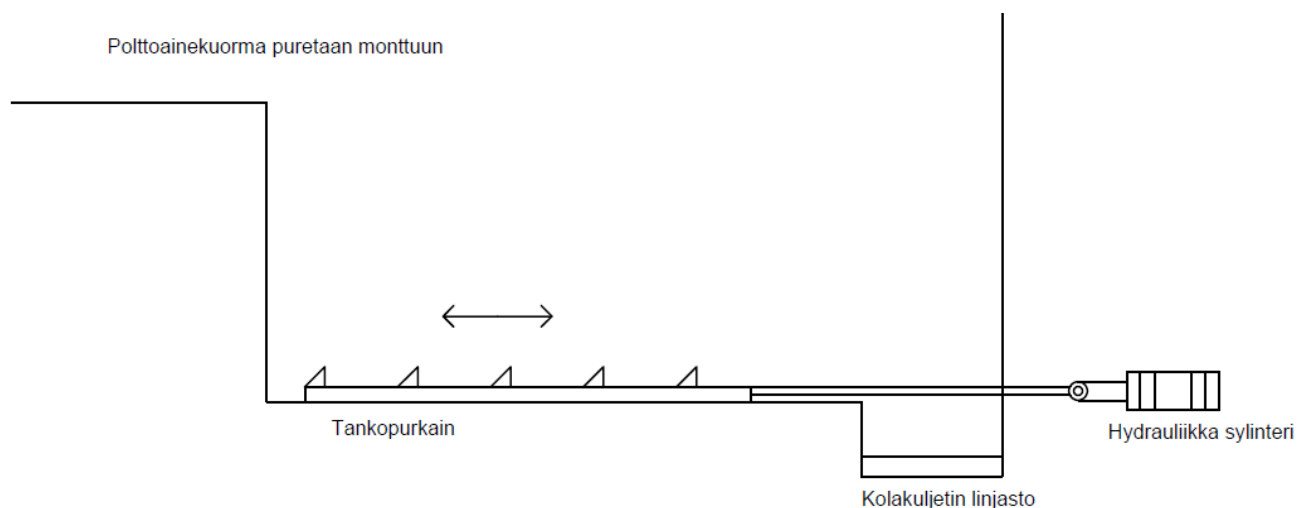
KUVA 3. Periaatekuva meesauunista.

Meesauunin tekniikkaa ja rakennetta voidaan vertailla urakoitsijan valmistamaan lämmöntuottokattilaan. Meesauuni ja viistoarinakattiloitten arinat ovat sijoitettu hieman viistoon. Arinan asettaminen viistoon edistää polttoaineen tai meesauunin tapauksessa meesan liikkuvuutta. Arinakattiloitten arina voi olla jopa 45 asteen kulmassa maahan nähden. Urakoitsijan valmistamassa kattilassa rumpu on sijoitettu likipitään vaakatasoon. Tämä voi aiheuttaa polttoaineen kasaantumisen arinan alkupäähän ja se voi huonontaa palamishyötysuhdetta.

Konsultti toteaa lausunnossa, että rumpun pyöriminen aiheuttaa jo kuivuneen ja märän polttoaineen sekoittumisen, mikä johtaa jo alkaneen palamisen hiipumiseen. Rumpun sijoittaminen hieman viistoon saisi aikaan jo kuivuneen polttoaineen liikkumisen rumpun keskiosalle, kuten viistoarina tekniikassa.

Dokumenteissa ja puutelistassa on myös mainittu polttoainevaraston tankopurkaimien toimimattomuudesta. Tankopurkaimet ovat yleinen laitteisto polttoainevarastoissa. Muita laitteistoja ovat esimerkiksi kolakuljettimet, hihnakuljettimet ja syöttöruuvit.

Dokumentteihin kirjatuista huomioista nousi esille biolämpölaitoksen tankopurkaimien muotoilu ja pituus. Tankopurkaimien reunat olivat liian korkeat sekä purkaimet olivat kokonaisuudessaan hieman liian lyhyet. Kuitenkin kyseisen laitoksen polttoainevaraston toiminta eroaa useista muista biolämpölaitoksista niin, että tankopurkaimet ovat sijoitettu maan tasalle. Useimmissa muissa biolämpölaitoksissa, joissa käytetään avonaisia polttoainetaskuja maan tasalla käytetään kolakuljettimia. Tankopurkaimet ovat sijoitettu useimmiten suljettuihin tai upotettuihin polttoainevarastoihin. Näin saadaan kaikki polttoaine hyödyksi eikä tankopurkain työnä polttoainetta keoksi purkaimen päähän.



KUVA 4. Esimerkki kuva tankopurkaimen toiminnasta maahan upotetussa polttoainetaskussa.

6 YHTEENVETO

Tässä kappaleessa esitellään opinnäytetyön yhteenveto toimeksiantajalle sekä oma näkemys opinnäytetyön onnistumisesta.

6.1 Yhteenveto toimeksiantajalle

Tämän projektiselvityksen tarkoituksena oli saada aikaan koosteraportti koko projektin elinkaaren tapahtumista sekä muodostaa kokonaisnäkemys lopputuloksesta ja siihen johtaneista tekijöistä. Selvityksen ja siitä nousevien johtopäätösten on myös tavoitteena toimia apuvälineenä seuraavissa projekteissa ja niiden onnistuneessa suunnittelussa.

Projektiselvityksestä voidaan päätellä, että projektin rakennusosuus sujui hyvin mutta lämpölaitoksen käyttöönottovaiheessa kattilassa sekä laitoksessa huomattiin ongelmia. Koska laitos on urakoitsijan ensimmäinen kokonainen biolämpölaitos, urakoitsija halusi tehdä kyseisestä laitoksesta referenssilaitoksen. Käyttöönottovaiheessa kuitenkin osapuolet huomasivat useita puutteita, jotka estivät lämpölaitoksen täydellisen toiminnan. Ongelmat johtuivat usein kattilan laitteistovalinnoista sekä laitteistojen toimimattomuudesta. Ongelmien ja vaikeuksien hoitamisessa projektijohtaminen sekä täsmällinen ja määrämuotoinen dokumentointi ovat elintärkeitä. Nämä vaikuttavat myös yhteisen sovitun etenemiseen suunnittelussa projektin aikana. Kun lämpöä jouduttiin tuottamaan lämmityskaudella kalliilla raskaalla polttoöljyllä, taloudelliset riskit ja tappiot nousivat huomattavan suureen rooliin. Kuitenkin molemmat osapuolet halusivat ongelmienkin jälkeen saada biolämpölaitoksesta toimivan ja sopimuksen mukaisen. Tilaajalle tämä laitos tulee merkitsemään huomattavia säästöjä lämmöntuotannossa ja kaukolämpö liiketoiminnan kannattavuudessa sekä kilpailukyvyssä.

Tilaaja halusi juuri jysinturvetta polttavan lämpölaitoksen, jossa voidaan käyttää vara- ja tukipolttoaineena puuhaketta. Jysinturpeen poltto mahdollistaisi entistäkin halvempaa lämmöntuotantoa ja polttoaineen saatavuutta hyvinkin läheltä, jopa samalta paikkakunnalta. Pitää kuitenkin muistaa, että urakoitsija yrittää saada laitosta toimimaan juuri alkuperäisen urakkasopimuksen mukaisesti. Kuitenkin jysinturpeen hinta ja verokohtelumuutokset ovat johtamassa siihen, että metsähake tulee olemaan mahdollinen pääpolttoaine biolämpölaitoksella, jysinturpeen ollessa sivupolttoaine. Kattilalaitoksen ja lämmöntuotantolaitosta hankittaessa on hyvä ottaa huomioon laitoksen monipolttoaineisuus. Polttoaineiden hintaan voi tulla suuriakin muutoksia verokohtelun, saatavuuden tai muiden ennalta-arvaamattomien tilanteiden johdosta. Esimerkiksi Venäjällä yleisesti lämmityskeskukset varustetaan maakaasulaitteistolla sekä öljylaitteistolla.

6.2 Yhteenveto opinnäytetyöstä

Mielestäni opinnäytetyö oli erittäin mielenkiintoinen, yllättävä ja opettavainen. Opinnäytetyön aikana sain selville, mitä asioita lämpölaitoksen toimittamiseen, rakentamiseen, käyttöönottoon ja käyttämiseen kuuluu. Opinnäytetyössä tutustuin myös erityisesti projektityöskentelyyn ja projektinhallintaan sekä kattilatekniikkaan. Kattilatekniikka on kiinnostanut minua jo hyvin pitkään ja päätin ottaa sen mukaan tähän opinnäytetyöhön vertaillakseni kyseistä laitosprojektia muihin lämpölaitoksiin. Lisäksi tilaajayrityksen toimintaympäristön päätöksenteon vaiheistuksen sekä sen aiheuttamat lisävaatimukset lisäsivät haasteellisuutta ja erilaisten seikkojen ja normien selvittämistä.

Itselleni tämä opinnäytetyö oli erittäin opettavainen ja luulen, että tästä työstä tulee olemaan tulevaisuudessa hyötyä itselleni ja toivottavasti myös tilaajayhtiölle.

7 LÄHTEET

HUHTINEN Markku, KORHONEN Risto, PIMIÄ Tuomo, URPALAINEN Samu. 2011. Voimalaitostekniikka Tampere: Juvenes Print

KETTUNEN Sami. 2005. Onnistu projektissa. WSOYpro

KNUUTILA Kirsi. 2003. Puu energia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

OPET Finland. 2001. Alle 10MW:n biolämpölaitoksen suunnitteluperiaatteet, Motiva Oy

PELIN Risto. 2011. Projektihallinnan käsikirja. Jyväskylä: Otavan Kirjapaino Oy

RUUSKA Kai. 2012. Pidä projekti hallinnassa. Talentum

SEPPÄNEN Olli. 2001. Rakennusten lämmitys. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Bioenergia www-sivut. Tietoa turve-energiasta [Viitattu 2013-1-10] Saatavissa:

<http://bioenergia.fi/Tietoa%20turve-energiasta>

Consti www-sivut [Viitattu 2012-12-27] Saatavissa:

<http://consti.fi/ratkaisut/kvr-urakointi/>

Energiateollisuuden www-sivut. Turve. [Viitattu 2013-1-10] Saatavissa:

<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/turve>

HILTUNEN Aapo, 2009. Meesauunin vaihtoehtoiset polttoaineet, Energiatekniikan koulutusohjelma. Kandidaatintyö.

[Viitattu 2014-2-19] Saatavissa:

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/50273/nbnfi-fe200910142249.pdf?sequence=3>

LEINONEN Arvo, 2010. VTT TIEDOTTEITA, Turpeen tuotanto ja käyttö, VTT [Viitattu 2013-1-9] Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2550.pdf>

RAJALA Markus, 2012. Kokonaisvastuurakentaminen sähköverkkoliiketoiminnassa, Sähkötekniikan koulutusohjelma.

Insinööriä [Viitattu 2012-12-27] Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41658/Rajala_Markus.pdf?sequence=2

Satakunnan ammattikorkeakoulu. 2002. Hakelämpökeskuksen hankinta. Suomen Kuntaliitto. Saatavissa:

<http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/p040209144251P.pdf>

SEPPÄLÄ Pauli, 2011. KVR nopeutti työtä lopetti ylisuunnittelun Asunto ja kiinteistö.

[Viitattu 2012-12-27] Saatavissa

<http://www.asuntokiinteisto.fi/lehti.php?sub=artikkeli&jid=72>

Turveinfo www-sivut. Etusivu [Viitattu 2013-1-10] Saatavissa:

<http://www.turveinfo.fi/>

Öljyalan keskusliiton www-sivut. Öljyn hintaan vaikuttavat tekijät [Viitattu 2014-3-27] Saatavissa:

<http://www.oil.fi/fi/oljymarkkinat/oljyn-hintaan-vaikuttavat-tekijat>

Yle uutiset www-sivu. Vapo: Turpeen verotus lisää kivihiilen käyttöä [Viitattu 2014-4-14] Saatavissa:

http://yle.fi/uutiset/vapo_turpeen_verotus_lisaa_kivihiilen_kayttoa/6767995