

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Energia- ja ympäristötekniikan osasto

## MAALITEHTAAN ENERGIAKATSELMUS

Diplomityön tarkastajat:	Professori Risto Tarjanne Diplomi-insinööri Mika Perälä
Työn ohjaaja:	Insinööri Elina Syrjä

Keravalla 18.07.2008

Harri Heinaro  
Myllynummentie 5 B  
04250 Kerava  
GSM 050-9133679

## **TIIVISTELMÄ**

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Energia- ympäristötekniikan osasto

Harri Heinaro

### **Maalitehtaan energiakatselmus**

Diplomityö

2008

64 sivua, 11 kuvaa, 16 taulukkoa, 1 liite

Tarkastajat: Professori Risto Tarjanne

Diplomi-insinööri Mika Perälä

Hakusanat: energia, energiakatselmus, energiansäästö, energiatase, energiatalous, maalitehdas

Keywords: energy, energy audit, energy conservation, energy balance, energy economy, paint factory

Diplomityö on osa kokonaisuutta, jossa on tarkoitus toteuttaa Motivan mallin mukainen energiakatselmus maalitehtaalle. Työn osuutena katselmuksessa oli työhön tarvittavien alkutietojen kerääminen, tarjouspyynnön tekeminen katselmuksia tekeville yrityksille ja katselmuksen kenttätöissä ja mittauksissa avustaminen. Tarvittavien alkutietojen keräämiseen liittyi myös työhön tehty alustava energiakulutuksen jakauma sähkön- ja lämmönkulutukselle kohteittain. Työssä esitellään energiakatselmusmalli ja käydään läpi sen eri vaiheet työssä toteutetussa järjestyksessä. Energiakatselmuksesta saadut ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi käydään läpi ja niiden soveltuvuutta tehtaalle arvioidaan.

Energiakatselmuksen tulokset olivat erittäin positiivisia ja katselmus tehtaalle onnistui hyvin. Kaikki katselmuksen säästöehdotukset olivat järkevästi ja yksinkertaisesti toteutettavissa. Suurin potentiaali säästöille oli tehtaan vedenkulutuksessa ja ilmanvaihdon lämmönkulutuksessa.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology

Department of Energy and Environmental Technology

Harri Heinaro

### **Energy audit of paint factory**

Master's thesis

2008

64 pages, 11 figures, 16 tables, 1 appendix

Examiners: Professor Risto Tarjanne

M.sc Mika Perälä

Keywords: energy audit, energy conservation, energy balance, energy economy, paint factory

This Master's thesis is a part of a project whose objective was to carry out an energy audit to a paint factory. The goal of this Thesis with the energy audit process was to collect the necessary primary data about the factory, send out offer inquiries to energy audit firms and helping the auditing firm in their field work. This thesis also includes a provisional calculation of the distribution of energy consumption at the factory.

The Thesis introduces the energy audit process and introduces each and all stages of the process of energy auditing. The results of the energy audit will be reviewed and analyzed taking into consideration the needs of the factory.

The results of the energy audit were very positive and the audit was completed successfully. All the energy-saving proposals were feasible and easy to execute. The biggest energy-saving potential was found in the water consumption of the factory and in the heat consumption of the ventilation systems.

1 JOHDANTO	6
1.1 Yrityskuvaus	6
1.1.1 Tuotannon kuvaus	9
1.1.2 Maalin valmistuksen asettamat erityisvaatimukset energiakatselmukseen	11
2 MOTIVAN MALLIN MUKAINEN ENERGIAKATSELMUS	14
2.1 Energiansäästösopimus ja energiatehokkuussopimus	14
2.2 Energiakatselmuksmalli	16
3 KATSELMUKSEN TEKEVÄN YRITYKSEN VALINTA JA ENERGIATUEN HAKEMINEN	19
3.1 Tarjousten valinta	19
3.2 Energiatuen hakeminen	21
4 KATSELMUKSEN MITTAUKSET JA KENTTÄTYÖT	23
4.1 Kompressorien energiankulutus ja paineilmaverkko	23
4.2 Valaistus	24
4.3 Ilmanvaihto ja rakennuksen sisälämpötilat	24
4.4 Dissolverit ja helmimyllyt	25
4.5 Muuta	26
5 ENERGIANKULUTUS	27
5.1 Energian kokonaiskulutus	27
5.2 Sähkön kulutus	28
5.2.1 Dissolverit	30
5.2.2 Ilmanvaihto	31
5.2.3 Paineilmakompressorit	34
5.2.4 Valaistus	34
5.2.5 ATK	35
5.2.6 Muut	35
5.3 Kaukolämpö	36
5.3.1 Ilmanvaihto	37
5.3.2 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia	39
5.3.3 Lämmin käyttövesi ja sideainesäiliöiden lämmitys	40
5.4 Veden kulutus	41

6 ENERGIAKATSELMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	43
6.1 Ilmanvaihto ja tilojen sisäilman lämpötilat	45
6.2 Paineilman tuotanto	46
6.3 Dissolverien jäähdytysveden kierto ja helmimyllyt	47
6.4 Hankkeiden toteutus	49
6.5 Katselmuksen kustannukset	50
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	51
LÄHTEET	52
LIITTEET I	

## KÄYTETYT SYMBOLIT, LYHENTEET JA MERKINNÄT

### Symbolit

$\Delta$	muutos
$\eta$	hyötysuhde
$\rho$	tiheys

### Lyhenteet

Ex	räjähdyksvaarallinen
KTM	kauppa- ja teollisuusministeriö
LTO	lämmön talteenotto
LUX	valaistusvoimakkuus
LVI	talotekniikka
SM	sähkömoottori
TEM	työ- ja elinkeinoministeriö
TE-keskus	työvoima- ja elinkeinokeskus
TK	tuloilmakone
TMA	takaisinmaksuaika
PK	poistoilmakone

### Merkinnät

$A$	pinta-ala
$a$	vuosi
$c_p$	ominaislämpökapasiteetti
$H$	ominaislämpöhäviö
$h$	tunti
$n$	vuotoilmakerroin
$Q$	energiankulutus
$q_v$	tilavuusvirta
$r$	muuntokerroin, joka ottaa huomioon ilmanvaihtolaitoksen vuorokautisen käyntiajan
$T$	lämpötila
$t$	käyntiaikasuhde, ajanjakso

$V$  tilavuus

#### Alaindeksit

a	vuosi
br	brutto
d	vuorokausi
i	ilma
iv	ilmanvaihto
kv	kylmä käyttövesi
lkv	lämmin käyttövesi
o	ominais
poisto	poistoilma
s	sisä
t	tulo
u	ulko
v	vesi
vuotoilma	vuotoilma

## ALKUSANAT

Haluan kiittää työn tarkastajaa, professori Risto Tarjannetta, työn tarkastamisesta ja kaikista neuvoista työhön liittyen. Samoin kiitän työn toista tarkastajaa Mika Perälää Nor-Maali Oy:stä työn tarkastamisesta ja neuvoista työn kirjoittamisen suhteen.

Kiitän työni ohjaajaa Elina syrjää kannustavasta työn ohjauksesta ja vastauksista kaikkiin, melkein loputtomiin, kysymyksiin tehtaaseen ja työhön liittyen.

Kupari Energialta haluan kiittää Tomi Kiurua mielenkiintoisesta energiakatselmuksesta ja kaikista neuvoista ja kommentteista työn suhteen.

Haluan myös kiittää vanhempiani opintojeni tukemisesta ja aina kannustavasta asenteesta.

Ilman pikkusiskoani Merviä tätä työtä ei olisi olemassa, joten suuri kiitos kuuluu hänelle työn löytämisestä.

Lopuksi erityinen kiitos kuuluu rakkaalle vaimolleni Merville kaikesta tuesta koko opintojen ajalta.

Keravalla 17.07.2008

Harri Heinaro



## 1 JOHDANTO

Tämä diplomityö on osa kokonaisuutta, jossa on tarkoitus toteuttaa Motivan mallin mukainen energiakatselmus Nor-Maali Oy:n maalitehtaalle Lahdessa. Energiakatselmuksen toteuttaa katselmuksien tekemiseen erikoistunut yritys Kupari Energia Oy. Diplomityön osuutena koko katselmusprosessissa on tehdä tarjouspyyntö energiakatselmuksesta ja samalla tehdä alustava energiankulutuksen jakauma. Energiankulutuksen jakauman tekemisellä oli tarkoitus hankkia tarvittavat lähtötiedot energiakatselmuksen tekemistä varten. Työssä esitellään energiakatselmusmalli ja kuinka sen eri työvaiheet on toteutettu. Katselmuksesta saadut ehdotukset käydään läpi ja niiden sopivuus ja käytännöllisyys arvioidaan. Työssä otetaan kantaa katselmuksen kannattavuuteen ja hyödyllisyyteen Nor-Maalin osalta, ottaen huomioon katselmuksessa esille tulleet säästömahdollisuudet energiankulutuksessa ja Nor-Maalin resurssit tehdä vastaavanlainen katselmus itse.

### 1.1 Yrityskuvaus

Nor-Maali Oy on vuonna 1987 perustettu teollisuusmaaleja valmistava yritys ja sen kaikki tuotanto tapahtuu Lahdessa sijaitsevalla maalitehtaalla. Nor-Maalin osaamis- ja valmistusalue keskittyy metalli- teollisuus-, korroosionesto- ja laivamaaleihin. Tämän lisäksi yrityksellä on vahvaa osaamista betonipintojen suojapinnoitteiden valmistuksessa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2007 oli 17,6 miljoonaa euroa ja henkilöstön kokonaismäärä on 50. Maalintuotanto vuonna 2007 oli noin 4 miljoonaa litraa, eli 5 000 tonnia. Tärkeimmät tuoteryhmät ovat alkydi- ja polyuretaanimaalit ja epoksimaalit.

Nor-Maali Oy:n omistaa neljä yksityishenkilöä ja merkittävänä vähemmistöosakkaana toimiva A/S Jotun Norjasta. Yhteistyö laivamaaleistaan tunnetun Jotun Paints:in kanssa käynnistyi vuoden 1994 lopulla. Tämän yhteistyön johdosta Nor-Maali valmistaa lisenssillä Jotunin laivamaaleja. Nor-

Maali toimittaa sekä Jotunin että omia laivamaaleja kaikille Suomessa toimiville telakoille ja Suomessa vieraileville laivoille. Yritys vastaa kuitenkin suurimmaksi osaksi valmistamiensa maalien tuotekehittelystä ja testauksesta. Nor-Maali kuuluu Kemianteollisuus ry:n koordinoimaan Responsible Care- Vastuu Huomisesta-ohjelmaan, jonka mukaisesti se pyrkii ottamaan huomioon toiminnassaan ja tuotekehittelyssään ympäristö-, terveys- ja turvallisuustekijät parhaalla mahdollisella tavalla.

Nor-Maalilla on yksi Lahdessa sijaitseva maalitehdas, jolla kaikki sen tuotanto tapahtuu. Tehdas on rakennettu vuonna 1960 ja sitä on laajennettu useaan otteeseen. Viimeisin laajennus tapahtui vuonna 2006, jolloin tehtaalle valmistui korkeavarasto ja laboratorio- ja toimistotiloja. Kokonaisuudessaan tehtaalla on käytössä tiloja  $46\,480\text{ m}^3$  eli noin  $5\,957\text{ m}^2$ . Tämä sisältää myös erilliset pihalla sijaitsevat säiliötilat ja pienemmän erillisen varastohallin.



**Kuva 1. Yleiskuva tehdasalueesta**

Maalitehtaan energiankulutus vuonna 2007 oli kaukolämmön osalta 980 MWh ja sähkön 723 MWh. Energian kokonaiskustannukset, vesi mukaan laskien, olivat vuonna 2007 yhteensä noin 97 000 euroa. Tämä on noin 0,6 % kokonaisliikevaihdosta.

**Taulukko 1. Energiankulutus vuodesta 2004, energian kustannukset 2007 ja ominaiskulutukset 2007**

	2004	2005	2006	2007	Kustannukset 2007 [€]	Omin.kulutus [kWh/rm3] 2007	Omin.kulutus [m3/rm3] 2007
Sähkö [MWh]	399	436	630	723	46412	15,6	
Kaukolämpö [MWh]	693	746	950	980	35082	21,1	
Vesi [m3]	5612	5032	4740	4125	15262		0,089

Tehtaalla on käytössä sähkön tuntitehon mittaus, mutta tarkempaa mittausta eri kulutuskohteille ei ole käytössä. Energiankulutusta seurataan kuukausittain, jolloin kirjataan ylös sähkön, kaukolämmön ja vedenkulutuksen lukemat. Sähkön kulutustietoja on mahdollista seurata myös tarkemmalla tasolla Lahti Energian verkkosivuilla olevassa palvelussa. Tästä palvelusta on mahdollista saada tiedot muun muassa loisenergian kulutuksesta ja sähkön kulutus tuntitasolla.

Sähkö hankitaan tällä hetkellä Energia Polar Oy:ltä ja yrityksellä on sähkönhankintasopimus Skapat Oy:n kanssa. Skapat hoitaa sähkönhinnan kilpailutuksen Nor-Maalin puolesta tiettyä korvausta vastaan ja tällä hetkellä sähkön hinta on kiinnitetty vuosien 2008 ja 2009 osalta.

Tehdas on liitetty Lahti energian kaukolämpöverkkoon ja Lahti Aquan vesijohtoverkkoon. Alla olevassa taulukossa on esitetty kiinteistön tärkeimmät tiedot ja liittymät.

**Taulukko 2. Kiinteistön tiedot ja liittymät**

**Rakennuksen tiedot**

Tilavuus [rm3]	Pinta-ala [m2]	Rakennusvuosi
46480	5957	1960

**Liittymät**

	Koko [A]	Tilausteho [MW]	Tilauvesivirta m3/h
Sähkö	3 x 2 x 400		
Kaukolämpö		520	8,8

### 1.1.1 Tuotannon kuvaus

Tuotanto tapahtuu osittaisessa vuorotyössä arkisin klo 6-17. Maali valmistetaan maalinvalmistusastioissa, eli dissolveereissa, joissa maalin eri raaka-aineet sekoitetaan halutussa järjestyksessä keskenään, kunnes kullekin maalille ominainen koostumus on saavutettu. Tämä tarkoittaa sitä, että maalin rakennetta hienonnetaan sekoittamalla haluttuun jauhatusasteeseen. Dissolveereita tehtaalla on yhteensä kymmenen kappaletta. Seitsemässä dissolverissa on sähkömoottori sekoittamista varten ja sen lisäksi pienempi sähkömoottori kaapijaa varten. Neljän dissolverin sekoittimet ja kaapijat toimivat hydraulisen käyttöjärjestelmän avulla. Hydrauliikkajärjestelmä saa sähkönsuunnilleen samanlaiselta sähkömoottorilta, kuin mitä suorassa sähkökäyttöisissä dissolveereissa on. Tällä perusteella jokaiseen kymmeneen dissolveriin voidaan katsoa kuuluvan yksi isompi sähkömoottori.

Maalin valmistuksessa osa raaka-aineista kaadetaan suoraan astioihin niiden yläosassa sijaitsevasta luukusta, ja osa johdetaan astioihin pumppaamalla putkistoja pitkin vaa'an kautta. Jotta raaka-aineina käytettävät sideaineet säilyisivät riittävän juoksevina pumppausta varten, on niiden varastosäiliöitä lämmitettävä. Tämän lisäksi putkistoissa, jotka johtavat sideaineet dissolveeriin, on vastuksilla toimiva saattolämmitys.

Maalinvalmistusprosessissa ei tapahdu kemiallista reaktiota, mutta sitä on jäähdytettävä valmistuksen eri vaiheissa, jotta maalin koostumus säilyy halutunlaisena. Kaikki maalilaadut eivät kuitenkaan vaadi jäähdytystä, joten kaikissa dissolveereissa ei ole jäähdytysjärjestelmää. Jäähdyttäminen aloitetaan, kun maali on sekoittamisen aikana saavuttanut noin 50-65 asteen lämpötilan, riippuen käytetyistä raaka-aineista. Maaliseoksen lämpeneminen johtuu osittain sekoittamisen kitkan aiheuttamasta lämmöstä ja osittain siitä, että osaa raaka-aineista on lämmitetty ennen niiden johtamista dissolveriin. Jäähdytys tapahtuu talousvedellä ja tarvittava jäähdytys on noin 30 °C. Jäähdytyksen jälkeen vesi johdetaan suoraan likaviemäriin, eli sen sisältämää lämpöä ei käytetä mitenkään hyväksi. Koska vesi johdetaan suoraan likaviemäriin, on tehtaalla vedenkulutus suhteellisen suuri, noin 4 125 m<sup>3</sup>/a, ja tuotantoon suhteutettuna vettä kuluu noin yksi litra jokaista tuotettua maalilitraa kohti. Maaliseosta jäähdytetään noin 2

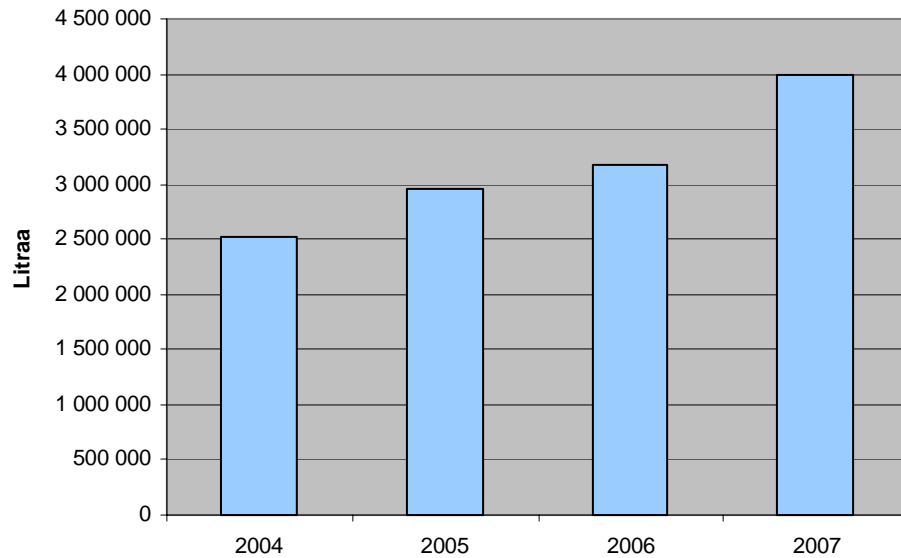
tunnin ajan, riippuen tehtävästä maalilaadusta. Yhden maaliseoksen valmistus kestää 3-4 tuntia.

Kun maalille on saavutettu haluttu koostumus, se pumpataan kalvopumpuilla dissolvareista purkituslinjastolle, joissa se suodatuksen kautta pakataan suljettuihin astioihin. Purituksen jälkeen valmiit tuotteet siirretään varastoon odottamaan kuljetusta asiakkaille. Sekä tuotannossa käytettävien raaka-aineiden että valmiin maalin kuljetus asiakkaille hoidetaan rekkakuljetuksin.

Dissolverien lisäksi tuotantolaitteistoon kuuluu kaksi helmimyllyä, joissa tiettyjen maalien koostumus jauhetaan pienillä lasikuulilla hienommaksi. Helmimyllyt vaativat jäähdytystä koko jauhatusprosessin ajan ja jäähdytyskierrossa vesi lämpenee noin kaksi astetta. Yhtä maaliseosta jauhetaan helmimyllyssä noin neljän tunnin ajan.

Tehtaalla on käytössä paineilmaverkko jonka painetasona on 7,5 bar. Paineilma tuotetaan kahdella kompressorilla, joista toinen on pääasiassa varalla. Paineilmaa käytetään kalvopumpuissa valmiin maalin pumppauksessa, purkituslinjastoilla ja muissa pienemmissä kohteissa.

Tuotantomäärät on esitetty kuvassa 2 ja siitä käy ilmi, että tuotanto on kasvanut vahvasti viime vuosina.



**Kuva 2. Tuotantomäärät litroina vuodesta 2004**

### **1.1.2 Maalin valmistuksen asettamat erityisvaatimukset energiakatselmukseen**

Maalin valmistukseen käytettävistä raaka-aineista ja valmiista tuotteista haihtuu kaasuja, jotka ilman kanssa muodostavat herkästi syttyvän seoksen. Tämä asettaa tiettyjä erityisvaatimuksia tiloille, joissa helposti syttyviä kaasuseoksia esiintyy. Koska tuotantotiloissa ja säiliöalueilla voi esiintyä räjähdyskelpoinen ilmaseos, on kaikki tuotantotilat ja säiliöalueet luokiteltu räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Tämän vuoksi SFS-käsikirjan numero 59 mukaisesti kaikki räjähdysvaaralliset tilat on luokiteltava sen mukaan, kuinka todennäköisesti räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy tilassa. Tilaluokat jaetaan seuraavasti

#### Luokka 0

Tila, jossa räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein toistuvasti

#### Luokka 1

Tila, jossa räjähdyskelpoisen ilmaseoksen voidaan olettaa esiintyvän satunnaisesti normaalikäytön aikana.

#### Luokka 2

Tila, jossa ei odoteta räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymistä normaalikäytön aikana ja mikäli sellainen kuitenkin esiintyy, se esiintyy todennäköisesti vain harvoin ja lyhytaikaisesti.

Kaikki maalitehtaalla olevat räjähdysvaaralliset tilat kuuluvat pääasiallisesti luokkaan 2. Vain päästölähteen läheisyydessä oleva alue on luokiteltu luokkaan 1 ja dissolverien sisäosat luokkaan 0. Kaikki räjähdysvaaralliset tilat on myös merkittävä asianmukaisesti ja oviin, jotka johtavat kyseisiin tiloihin, on laitettava Ex-tila merkki. Räjähdysvaarallisia, eli Ex-tiloja, tehtaalla ovat tuotantotilat. /1/

Suurimman riskin tuotannossa ilmaan pääsevistä herkästi syttyvistä kaasuista aiheuttaa tuotannon raaka-aineena käytettävä ksyleeni. Ksyleeniä käytetään maalinvalmistuksessa kaikista raaka-aineista selvästi eniten ja tämän vuoksi sen leimahduspisteen lämpötila määrittää tehtaan tilojen sisälämpötilan. Ksyleenin leimahduspiste on 23 °C, joten määräysten mukaisesti tehtaan tuotanto- ja varastotilojen suurin lämpötila saa olla korkeintaan 18 °C, eli 5 astetta alle ksyleenin leimahduspisteen. /1/

Kaikissa kohteissa, joissa herkästi syttyviä kaasuseoksia muodostuu, on oltava riittävä koneellinen ilmanvaihto, jotta kaasuseoksen osuus ilmassa ei nouse liian suureksi ja näin muodosta turvallisuusriskiä. Dissolverien ja purkituksen täytössä on käytössä kohdepoistoja normaalin ilmanvaihdon lisäksi. Kohdepoistot varmistavat, ettei herkästi syttyvän kaasuseoksen osuus ilmassa nouse liian suureksi dissolverien ja purkituslinjojen läheisyydessä ja näin ollen myös

määräysten mukaiset työolot niissä työskenteleville työntekijöille. Normaali ilmanvaihto on myös määräysten mukaisesti tavanomaista suurempi ja esimerkiksi varastotilojen osalta tämä tarkoittaa sitä, että huoneilman on vaihdettava kokonaisuudessaan tunnin aikana. /2/ Tuotanto- ja varastotilojen ilmanvaihto sisältää myös kaasuanturit, jotka mittaavat poistoilmassa olevien herkästi syttyvien kaasujen pitoisuutta. Jos näiden kaasujen pitoisuus ilmassa nousee liian suureksi, kytkeytyy ilmanvaihto automaattisesti suuremmalle teholle ja siitä ohjautuu automaattinen hälytys kunnossapidon päivystäjälle. Tuotantotilojen ilmanvaihto käy normaalitilanteessa täydellä teholla arkisin klo 5.45-17.30 ja on pois päältä kokonaan muun ajan. Vastaavasti korkeavaraston ilmanvaihto käy täydellä teholla klo 7-17 ja puolella teholla muun ajan, mukaan lukien viikonloput. Korkeavaraston ja laboratoriotilojen ilmanvaihdon on oltava jatkuva määräysten mukaisesti, koska siellä säilytetään helposti syttyviä aineita. /3/

Kaikkien räjähdysvaarallisissa tiloissa olevien sähkölaitteiden on oltava suojattu Ex-määräysten perusteella tilan luokitukseen liittyvien vaatimusten mukaisesti. Tuotantotiloille tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi sähkömoottoreiden pitää olla suojamaadoitettu, koska niiden käsittelyn yhteydessä mahdollisesti muodostuva staattinen sähkö aiheuttaa herkästi syttyvien kaasujen kanssa suuren riskin. /4/ Myös ilmanvaihdon tuloilmankoneet suositellaan sijoitettavaksi räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolelle. Kaikki tehtaan ilmanvaihtokoneet on sijoitettu Ex-tilojen ulkopuolelle. /1/ Mikäli uusia sähkölaitteita hankitaan, on ne joko sijoitettava Ex-tilojen ulkopuolelle tai mikäli ne sijoitetaan tuotantotiloihin, on niiden oltava Ex-suojattuja.



## **2 MOTIVAN MALLIN MUKAINEN ENERGIAKATSELMUS**

Energiakatselmustoiminta on osa Suomen energiapolitiikkaa, jonka pyrkimyksenä on muun muassa energian säästäminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. Se kuului myös tärkeänä osana teollisuuden energiansäästösopimukseen, jonka tavoitteena oli kannustaa yrityksiä energiatehokkaampaan toimintaan. Energiakatselmusten ja -analyysien avulla on tarkoitus parantaa teollisuuden, julkisten ja yksityisen palvelusektorin ja energia-alan energiatehokkuutta ohjatusti ja kustannustehokkaasti valmiiksi tehdyllä mallilla.

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) aloitti energiakatselmusten tukemisen rahallisesti jo vuonna 1992. Nykyään työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) vastaa energiakatselmustoiminnasta ja tukee sitä rahallisesti. Katselmustoimintaa koordinoiva taho on Motiva, jonka vastuulle kuuluvat katselmustoiminnan kehittäminen ja sen laadun valvominen, katselmoijien kouluttaminen, katselmustoiminnasta tiedottaminen ja katselmustoimintaan liittyvä neuvominen.

### **2.1 Energiansäästösopimus ja energiatehokkuussopimus**

Teollisuuden energiansäästösopimus oli vuonna 1997 kauppa- ja teollisuusministeriön ja Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliiton välille tehty sopimus, jonka tavoitteena oli energiansäästön edistäminen teollisuudessa. Sopimuksen tavoitteena oli myös saada energiankulutuksen seuraaminen ja sen kehittäminen osaksi teollisuusyritysten toimintaa. Energiansäästösopimus oli vapaaehtoinen ja siihen liittyminen edellytti, että yritys tekee energiankäyttöselvityksen eli käytännössä energiakatselmuksen laitoksilleen. Yritykset myös sitoutuivat raportoimaan vuotuiset energian- ja vedenkulutustietonsa Motivan ylläpitämään seurantajärjestelmään. Energiansäästösopimus oli alun perin voimassa 1997-2005, mutta sen voimassaoloa jatkettiin kahdella vuodella vuoden 2007 loppuun asti. Nor-Maali liittyi energiansäästösopimukseen vuoden 2006 alussa. Sopimukseen liittyminen tuli ajankohtaiseksi, kun Nor-Maalin maalitehdas sai toiminnalleen uuden

ympäristöluvan, jonka edellytyksenä oli, että tehtaalla tehdään energiankäytön selvitys vuoden 2008 loppuun mennessä. Energiansäästösopimukseen kuuluvat yritykset pystyivät hakemaan investointitukea tavanomaisiin energiatehokkuushankkeisiinsa, joten tällä perusteella liittyminen sopimukseen oli kannattavaa.

Energiansäästösopimuksen on sen voimassaoloajan loputtua korvannut energiatehokkuussopimus. Se eroaa energiansäästösopimuksesta siten, että allekirjoittavina osapuolina ovat Elinkeinoelämän keskusliitto ja siihen kuuluvat kahdeksan toimialaliittoa (Elintarviketeollisuus ry, Energiateollisuus ry, Kemianteollisuus ry, Matkailu- ja Ravintolapalvelut ry, Metsäteollisuus ry, Suomen kaupan liitto, Muoviteollisuus ry ja Teknologiateollisuus ry) ja työ- ja elinkeinoministeriö. Toimialaliitot huolehtivat nyt oman alansa yritysten liittymisestä energiatehokkuussopimukseen. Tavoitteena on saada mahdollisimman suuri osa eri liittojen jäsenistä energiatehokkuussopimuksen piiriin. Eri liitoilla on omat tavoitteensa siitä, kuinka monta prosenttia liittoon kuuluvista yrityksistä olisi tarkoitus saada energiatehokkuussopimuksen piiriin. Energiatehokkuussopimuksen voimassaoloaika on 2008-2016 ja virallinen energiansäästötavoite on 9 % vuoden 2005 tasosta. Myös energiatehokkuussopimukseen liittyminen velvoittaa yrityksen tekemään energiankäytön selvityksen toimipaikoillensa ja siihen liittyneiden yritysten on mahdollista saada investointitukea tavanomaisiin energiansäästöä edistäviin hankkeisiin. Sopimuksen allekirjoittaneet yritykset myös raportoivat energian kulutustietonsa Motivan ylläpitämään seurantajärjestelmään, kuitenkin sillä erotuksella että yritysten on myös asetettava energiansäästötavoitteet vuoteen 2016 asti vuoden 2005 tasoon nähden. Tällä hetkellä veden kulutustietoja ei raportoida tai seurata, kuten energiansäästösopimuksen aikana, mutta myös niiden raportointi on tulossa osaksi järjestelmää. Kemianteollisuuden energiatehokkuussopimuksen mukainen vähimmäistavoite energiansäästölle on 9 %.

## 2.2 Energiakatselmusmalli

Energiakatselmuksia ja -analyysseja varten on kehitetty järjestelmä, jonka tarkoituksena on antaa selkeä malli ja ohjeet katselmustoimintaa varten, sekä katselmuksen tilaavaa yritystä varten että katselmuksia tekeville tahoille. Tässä työssä tarkastellaan nimenomaan energiakatselmusmallia, koska sen mukaisesti energian kulutuksen selvitys maalihtehtäälle toteutettiin. Energiakatselmusmallissa tässä tapauksessa on kyse teollisuuden energiakatselmusmallista.

Jotta työ- ja elinkeinoministeriön myöntämää rahoitusta on mahdollista saada hankkeelle, on se toteutettava energiakatselmusmallin mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että katselmuksen vastuuhenkilöiden täytyy olla Motivan erityisesti katselmustoimintaa varten kouluttamia. Motivan koulutuksen hyväksytysti läpi käyneet henkilöt omaavat pätevyyden toimia katselmushankkeiden LVI- tai sähkövastuuhenkilöinä. Katselmuksen rahoitusta haetaan paikalliselta Työvoima- ja elinkeinokeskukselta (TE-keskus) täyttämällä energiatuen hakemuslomake. Rahoituksen hakemisesta on lisää tietoa kappaleessa 3.

Energiakatselmuksen tarkoituksena on tehdä selvitys kohteen energiankulutuksesta ja tutkia millä keinoilla energiankulutusta olisi mahdollista vähentää kustannustehokkaasti. Selvityksessä tarkastellaan myös mahdollisuuksia uusiutuvien polttoaineiden käytön lisäämisen mahdollisuutta ja keinoja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen laitoksen toiminnassa. Katselmus voidaan toteuttaa ulkopuolisella energiakatselmuksia tekevällä yrityksellä, tai se voidaan toteuttaa yrityksen omilla resursseilla. Kuten jo edellä mainittiin, katselmusmallin mukaisesti hankkeeseen nimettyjen LVI- ja sähkövastuuhenkilöiden pitää olla kuitenkin Motivan hyväksymiä. Hankkeeseen nimetyt vastuuhenkilöt toteuttavat kohteen energiakatselmuksen. Tämän vuoksi yleensä energiakatselmuksia teetetään ulkopuolisella yrityksellä, kuten tässäkin tapauksessa. Ulkopuolisen asiantuntijan avuksi yrityksen sisältä valitaan muutama vastuuhenkilö, jotka tuntevat laitoksen toiminnan ja voivat näin auttaa asiantuntijaa tarvittavien tietojen keräämisessä. Yrityksen omat vastuuhenkilöt myös keräävät tarvittavat alkutiedot ja huolehtivat katselmuksen tekevän yrityksen valinnasta.

Kun katselmus teetetään ulkopuolisella yrityksellä, on ensiksi löydettävä sopiva yritys tekemään katselmus. Tällöin työ aloitetaan tekemällä tarjouspyyntö eri yrityksille energiakatselmuksen tekemisestä. Motivan verkkosivuilla on luettelo yrityksistä, jotka ovat suorittaneet hyväksytysti energiakatselmuksia ja jotka ovat Motivan hyväksymiä tekemään energiakatselmuksia. /5/ Samoilta verkkosivuilta löytyy myös malli tarjouspyynnölle. /6/ Tässä työssä tarjouspyyntöä on laajennettu sisältämään laajemmat alkutiedot, kuin mitä suositusmallissa on ehdotettu. Samasta mallista löytyy myös tarjouksen suositeltava sisältö. /6/ Tätä sisältösuositusta on käytetty apuna eri tarjouksien vertailussa. Parhaan tarjouksen tehnyt yritys valitaan tekemään energiakatselmus.

Energiakatselmuksen sisältö ja siinä käsiteltävät asiat on melko tarkasti määrätty Motivan mallin mukaan, mutta jokaiseen katselmushankkeeseen liittyy omia erityispiirteitä hankkeen kohteen mukaan. TEM:n yleisohjeesta löytyy sisällysluettelo energiakatselmusmallille ja jokainen kohde tutkitaan pääasiallisesti sen mukaisesti. /7/

Katselmus käynnistetään aloituspalaverilla, jossa paikalla on hankkeen teettävän yrityksen edustajat ja edustaja katselmuksen toteuttavasta yrityksestä. Palaverissa selvitetään katselmuksen sisältö, tarvittavat alkutiedot ja sovitaan hankkeen aikataulu. Kaikki tarvittavat alkutiedot olisi hyvä olla kerättynä ensimmäiseen mittauskäyntiin mennessä. Tämän lisäksi alkupalaveriin on järkevää sisällyttää alustava tutustuminen kohteeseen.

Katselmuksen kenttätöiden tarkoituksena on selvittää tarvittavin mittauksin ja haastatteluin kohteen ja siellä olevien laitteiden toiminta. Mittauksilla ja haastatteluilla saadaan kuva kohteesta ja sen toiminnasta ja miten laitteita käytetään ja millä keinoin energiaa olisi mahdollista säästää toimintatapoja ja laitteiden asetuksia muuttamalla.

Kun tarvittavat mittaukset on suoritettu, katselmuksesta laaditaan raportti, joka sisältää arvion kohteen energiankulutuksen jakaumasta ja ehdotukset energiansäästötoimiksi. Raportti noudattaa Motivan laatimaa mallia ja sen sisältö

on hyvin pitkälti määritelty Motivan suosituksissa. /7/ Alustava raportti esitellään erillisessä loppupalaverissa, jossa se käydään läpi tarkasti kohta kohdalta ja tarvittaessa siihen voidaan vielä tehdä tarvittavia muutoksia. Palaverissa myös päätetään alustavasti toteutetaanko ehdotetut energiansäästötoimet. Kun päätös TE-keskuksen myöntämästä rahoituksesta on saatu, toimittaa katselmuksen tehnyt yritys lopullisen raportin, josta liitetään yksi kappale katselmuksen rahoituksen maksatusselvitykseen. Maksatusselvitys toimitetaan paikalliseen TE-keskukseen, jossa lopullinen päätös rahoituksen suuruudesta tehdään.

Kuvassa 3 on vielä esitetty energiakatselmuksen eteneminen vaiheittain.



**Kuva 3. Energiakatselmuksen eteneminen vaiheittain**

### **3 KATSELMUKSEN TEKEVÄN YRITYKSEN VALINTA JA ENERGIATUEN HAKEMINEN**

#### **3.1 Tarjousten valinta**

Kun tarvittavat alkutiedot on saatu kerättyä, voidaan valita katselmuksen toteuttava yritys. Alkutiedot on myös mahdollista kerätä vasta kun itse katselmuksen tekeminen aloitetaan. Tässä työssä päädyttiin siihen, että tiedot kerätään jo etukäteen valmiiksi ja niitä hyödynnetään tarjouspyynnön tekemisessä. Tämä antaa tarjouksen tekeville yrityksille paremman kuvan tehtaan toiminnasta, ja näin ollen mahdollistaa myös tarkemman arvion katselmuksen kustannuksista. Työn aikana kävi myös ilmi, että kun alkutiedot on kerätty tarkasti, on katselmuksen tekevän yrityksen työ myös paikanpäällä helpompaa ja tarkempaa. Näin ollen aikaa ei kulu heti alussa turhaan tietojen keräämiseen, vaan kenttätöissä voidaan siirtyä nopeasti tekemään mittauksia.

Tarjouspyyntö energiakatselmuksen tekemisestä lähetettiin viidelle yritykselle ja se sisälsi tiedot kiinteistöstä, tehtaan tuotannosta, energiankulutuksesta ja alustavan jaon energiankulutuskohteista. Tarjouspyyntö löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 1. Kaikki yritykset vastasivat tarjouspyyntöön ja kaikki myös ottivat erikseen yhteyttä ennen tarjouksen lähettämistä tarkentaakseen annettuja alkutietoja.

Tarjousten ulkoasu ja sisältö vaihteli yllättävänkin paljon yhtiöittäin, mutta suurin osa niistä kuitenkin sisälsi melkein kaikki Motivan suositusten mukaiset tarjoukseen kuuluvat perustiedot. Kaksi tarjouksista oli selvästi sekä sisällöltään että ulkoasultaan muita tarjouksia heikompia. Muutama tarjoukseen ei ollut sisällytetty kaikkia energiakatselmuksmalliin kuuluvia asioita ja niiden selvittämisestä olisi mahdollisesti laskutettu lisää. Epäselvää oli muun muassa se mitä tehdaspalvelujärjestelmiin kuuluu. Motivan mallin mukaisesti niihin kuuluvat selkeästi muun muassa paineilman tuotanto tuotantoprosessia varten,

jota ei aina ollut laskettu mukaan selvitykseen. Tämän lisäksi yhdessä tarjouksessa tarjottiin energiakatselmuksen sijasta energia-analyysia, koska sen tarjonnan yrityksen mukaan analyysi olisi Nor-Maalin tapauksessa soveltuvin malli suorittaa energia käytön selvitys. Maalitehtaan tuotantoprosessin osuus energiankulutuksesta on kuitenkin suhteellisen pieni, joten sen tarkan kulutuksen selvittäminen ole järkevää. Prosessin energiankulutus koostuu pääasiassa sähkömoottoreiden käyttämästä sähköstä ja maalinvalmistusastioiden jäädytyksen vedenkulutuksesta, joiden selvittäminen on suhteellisen helppoa ja ainakin vedenkulutus kuuluu tehdaspalvelujärjestelmiin. Energia-analyysi erona katselmukseen on juuri se, että siinä yleisen energiakulutuksen lisäksi selvitetään tarkasti tuotantoprosessiin liittyvä energiankulutus. Energiakatselmukseen kuitenkin sisältyy tarkastelu tuotantoprosessin energiankulutuksesta yleisellä tasolla. /7/

Tarjouksia arvioitiin ulkoasun, sisällön ja tarjotun hinnan osalta. Sisällön osalta kiinnitettiin huomiota yrityksen ja tarjouksessa nimettyjen vastuuhenkilöiden kokemukseen energiakatselmuksista, referensseihin ja siihen sisältääkö tarjous kaikki siihen kuuluvat perustiedot. Alla olevan taulukon perusteella jokaiselle tarjoukselle annettiin pisteitä sen sisältämien perustietojen perusteella

**Taulukko 3. Perustietojen vertailutaulukko tarjouksille**

	Toteutus-suunnitelma	Resurs-sit	Refe-renssit	Laatu-järjes-telmä	Hinta	Henkilöi-den CV:t	Mitta-laitteet	Opastus	Pisteet
Yritys A	1	1	1		1			1	5
Yritys B	1	1	1	1	1	1		1	7
Yritys C	1	1	1	1	1	1		1	7
Yritys D	1	1	1		1				4
Yritys E	1	1	1	1	1	1	1	1	8

Taulukossa olevat tarjouksiin halutut perustiedot määriteltiin Motivan suositusten ja omien vaatimusten perusteella. Taulukon avulla tarjousten sisällöstä saa hyvän kuvan ja ne on helppo laittaa paremmuusjärjestykseen. Taulukossa 3 olevat pisteet eivät vastaa tarjousten oikeita pisteitä vaan ovat siinä vain esimerkkinä. Tämän jälkeen jokaisen tarjouksen suuruus ja yrityksen hyvät ja huonot puolet arvioitiin. Näiden arviointiperusteiden pohjalta kolme tarjousta päätyi lopulliseen valintaan.

Koska yksi tarjous sisälsi tarjotussa hinnassa myös matkakustannukset ja sen hinta oli kiinteä koko projektille, laskettiin kaikille muille tarjouksille arvioidut matkakustannukset, jotta jokainen tarjous olisi hinnan puolesta vertailtavissa keskenään. Lopullinen päätös tehtiin yhdessä tehtaan tuotantopäällikön ja toimitusjohtajan kanssa ja se kohdistui Kupari Energian tarjoukseen. Kupari Energian tarjous oli niin sisällöltään että myös tarjotun hinnan puolesta parhaiden joukossa. Tämän lisäksi yrityksellä oli myös selvästi eniten kokemusta energiakatselmusten tekemisestä laajasti eri teollisuuden aloille, mukaan lukien kemianteollisuus.

### **3.2 Energiatuen hakeminen**

Katselmukseen myönnettävää energiataukea haetaan paikalliselta TE-keskukselta täyttämällä energiataukihakemus tarvittavine liitteineen. Energiataukea on mahdollista saada 40 % katselmuksen kokonaiskustannuksista. Kokonaiskustannusten yläraja katsotaan TEM:n energiakatselmuksen yleisohjeessa olevasta taulukosta energia- ja vesikustannusten perusteella. /7/ Tässä tapauksessa tuettavien kokonaiskustannusten yläraja on 10 890 €. Näin haettavan tuen määrä on kokonaisuudessaan noin 4 300 euroa. Katselmuksen kokonaiskustannuksiin hyväksytään korkeintaan 10 % matkakustannuksia ja samoin korkeintaan 10 % yrityksen omia katselmuksen tekemisen aikana syntyneitä palkkakustannuksia. Kaikkien summien pitää olla arvonlisäverottomia. Tässä työssä haetun tuen määrä oli 4 300 euroa ja energiakatselmuksen arvioidut kustannukset kokonaisuudessaan noin 10 900 euroa.

Kun tukihakemus on palautettu, TE-keskukselta pitää saada lupa katselmuksen aloittamiseen, koska tuettavaksi kustannuksiksi hyväksytään vain katselmuksen aikana syntyneitä kustannuksia, eli ei esimerkiksi sen valmistelussa syntyneitä kustannuksia. Aloitustilauksen jälkeen käytännön työt katselmuksessa voidaan aloittaa.

Katselmus voidaan virallisesti päättää vasta kun energiataukihakemus on hyväksytty ja tuettavan rahoituksen määrä on selvillä. Katselmuksen valmistuttua



TE-keskukselle palautetaan vielä energiatuen maksatushakemus, josta selviävät katselmuksen lopulliset kustannukset. Näiden tietojen perusteella tehdään lopullinen päätös rahoituksen maksamisesta ja sen suuruudesta. Maksatushakemukseen on hyvä liittää erittely katselmuksen aikana syntyneistä omista palkkakustannuksista, koska niitä ei eritellä mitenkään maksatushakemuksen lomakkeessa.

## 4 KATSELMUKSEN MITTAUKSET JA KENTTÄTYÖT

Kenttätöiden eli katselmuksen mittausten tarkoituksena on selvittää paikanpäällä kohteessa sen toimintaa ja mitata tarvittavia alkutietoja eri laitteiden energiankulutuksen selvittämiseksi. Myös mittauksiin on olemassa Motivan suositukset mitattavista asioista. /7/ Aivan kaikkia suositusten mukaisia asioita ei kuitenkaan tarvitse mitata, vaan mitattavat asiat vaihtelevat kohteiden tarpeiden mukaan. Monet tarvittavat tiedot löytyvät myös laitteiden ohjekirjoista ja valmistajien kotisivuilta. Jotta mittauksista saadaan mahdollisimman luotettavia tuloksia rakennuksen lämmitysjärjestelmien osalta, suoritetaan mittaukset mielellään lämmityskaudella.

Tärkeä osa mittauksia on tehtaan eri henkilöiden haastattelemine ja tilojen tarkastelu tehtaan toiminnan käytäntöjen selvittämiseksi. Toisaalta eri laitteiden asetusten selvittäminen on myös hyvin tärkeää, koska monesti haastatteluissa ilmi tulleet ihmisten muistikuvat laitteiden asetuksista eivät aina vastaa laitteissa olevia asetuksia. Tämä tuli hyvin ilmi Nor-Maalin tapauksessa esimerkiksi ilmastoinnin osalta. Ilmastoinnin käyntiaikoja tarkastettaessa kävi ilmi, että muutaman laitteen käyntiajat olivat jossain määrin erilaiset, kuin mitä haastatellut ihmiset muistivat.

Tämän työn yhtenä osana oli toimia mittauksia avustavan tahona ja tarkastella samalla mittausmenetelmiä ja -käytäntöjä. Katselmuksen mittaukset suoritettiin pääasiassa maaliskuun aikana ja mittauskäyntejä oli kolme kappaletta.

### 4.1 Kompressorien energiankulutus ja paineilmaverkko

Kompressorin energiankulutusta varten sen pääsyötöstä mitattiin jännite ja virta kahdesta vaiheesta neljän päivän ajan. Näistä neljästä päivästä kaksi oli viikonloppuna. Tällä perusteella olisi voitu myös varmistaa, ettei kompressori käy turhaan viikonloppuisin. Tehtaan kompressori kytketään kuitenkin pois päältä tuotannon ulkopuoliseksi ajaksi, joten tässä tapauksessa tätä varmistusta ei

tarvittu. Mittauspääte tallensi tiedot koko mittauksen ajalta ja ne oli mahdollista siirtää tietokoneelle. Mittauspääte myös laski mitatun virran ja jännitteen perusteella kompressorin kuluttaman sähkön. Mittaustuloksista saadaan selville kompressorin käyntiaste. Kompressorien painetasot määriteltiin aiheuttamalla verkkoon kulutusta avaamalla yksi isompi venttiili verkosta. Kun kulutusta oli kestänyt riittävän kauan, nähtiin millä painetasolla varalla oleva kompressori lähtee käyntiin pääkompressorin avuksi. Paineilmaverkosta mitattiin myös sen painetaso kytkemällä painemittari verkon ääripäässä olevaan liitokseen.

## **4.2 Valaistus**

Valaistuksen voimakkuutta mitattiin yksinkertaisesti LUX-mittarilla eri puolilta tehdasta. Missään kohteissa valaistusvoimakkuudet eivät kuitenkaan olleet liian suuret yleisiin suosituksiin verrattuna. Tuotantotilojen osalta tilanne oli melkein päinvastainen, koska valaistusvoimakkuudet alittivat paikoin suositusten mukaiset arvot ja tämän huomasi esimerkiksi muutamassa purkituslinjaston työpisteessä selkeänä hämärytenä ja huonona valaistuksena työpisteessä.

## **4.3 Ilmanvaihto ja rakennuksen sisälämpötilat**

Ilmanvaihdon kuluttaman lämmön laskemiseksi ilmanvaihtokoneista mitattiin poisto- ja tuloilman lämpötilat sekä lämpötilat lämmön talteenottolaitteiden molemmin puolilta. Tämän lisäksi ilmanvaihtokoneista tarkistettiin niiden lämpötila-asetukset ja käyntiajat sekä tarkastettiin ilmanvaihtokoneiden kunto ja toiminta silmämääräisesti.

Tilojen sisälämpötilat mitattiin sijoittamalla termoelementillä toimivia lämpötilamittareita eri puolille tehdasta noin metrin korkeudelle lattiasta. Mittarissa on kaksi eri mittauspäättä, joista toinen reagoi lämpötilan muutoksiin hitaammin ja toinen nopeammin. Näin saadaan hyvä kuva eri tilojen käytön aiheuttamista lämpötilan muutoksista ja niiden peruslämpötilasta. Mittarit mittasivat sisälämpötiloja neljän päivän ajan.

Korkeavarastosta selvitetiin myös lämpötilakerrostuma mittaamalla lämpötila myös korkeammalta varastosta rakennuksen toisessa kerroksessa sijaitsevalta tasolta noin viiden metrin korkeudelta. Korkeavaraston katossa on potkureita, joiden tehtävänä on estää lämpötilakerrostumista, joten merkittävää kerrostumaa lämpötilassa ei havaittu.

#### **4.4 Dissolverit ja helmimyllyt**

Dissolverien uuden jäähdytysjärjestelmän suunnittelua varten niiden jäähdytystarve täytyi selvittää. Dissolverien toiminnasta vastaavat työntekijät arvioivat että jäähdytystarve on noin 1 maalierä päivässä ja sen jäähdytys kestää noin 2-3 tuntia. Vuotuisen vedenkulutuksen arvioimiseksi dissolverien jäähdytysjärjestelmän veden tilavuusvirta mitattiin noin tunti jäähdytyksen alkamisesta. Tämä tapahtui yksinkertaisesti ohjaamalla vesivirta astiaan jonka tilavuus tunnettiin ja mittaamalla siihen kulunut aika. Näin dissolverin 4 tilavuusvesivirraksi saatiin 22,6 l/min. Kun tästä lasketaan vuotuinen vedenkulutus olettamalla että työpäivä vuodessa on 252, tulee siitä 1 017 m<sup>3</sup>/a, joka tosin on huomattavasti vähemmän kuin arvioitu 3000 m<sup>3</sup>/a. Dissolverien jäähdytystehon määrittämiseksi mitattiin jäähdytysveden menolämpötila ja poistumislämpötilat 25 ja 105 minuuttia jäähdytyksen alkamisesta. Maalin jäähdytys aloitetaan kun sen lämpötila saavuttaa noin 60 asteen lämpötilan ja jäähdytys lopetetaan kun maalin lämpötila on noin 30 astetta.

Helmimyllyjen tilavuusvesivirta mitattiin samalla tavalla kuin dissolverien tilavuusvesivirta. Tilavuusvesivirraksi saatiin 25 l/min. Helmimyllyjen maalieriä jäähdytetään koko jauhamisen ajan. Helmimyllyjä käytetään 328 h/a ja tästä laskettu vedenkulutus vuodessa on noin 502 m<sup>3</sup>/a.

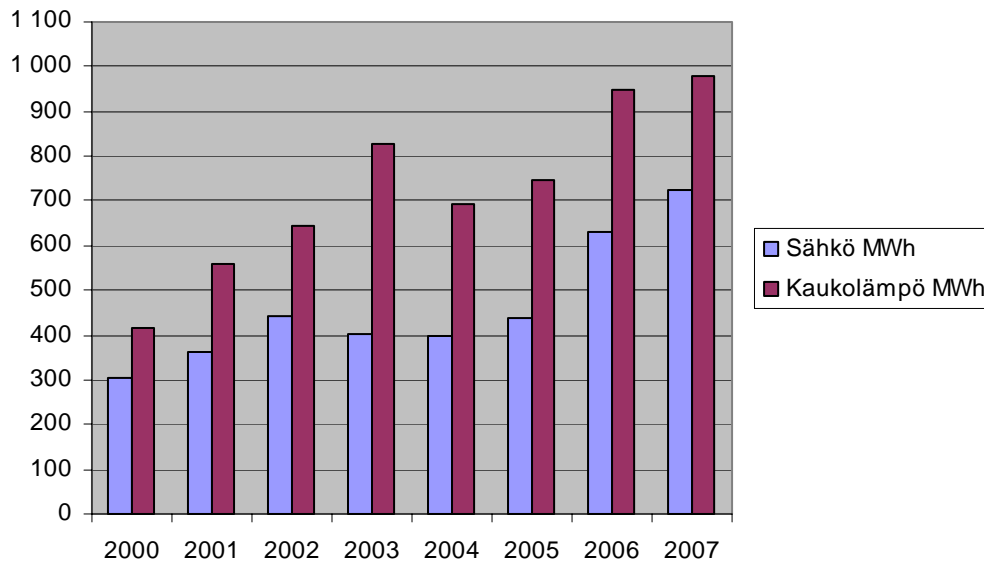
#### **4.5 Muuta**

Muita pienempiä selvityskohteita tehtaalla olivat muun muassa räystääiden ja lastauslaiturien lämmityksen termostaattien toiminta, kiertoilmakoneiden toiminta ja erilaiset haastattelut tehtaalla yleisistä toiminnan käytännön järjestelyistä.

## 5 ENERGIANKULUTUS

Työn yhtenä osuutena oli tehdä alustava selvitys maalitehtaan sähkönkulutuksen jakautumisesta kohteittain ja se esitellään tässä kappaleessa. Selvitys tehtiin katselmuksen tarjouspyyntöä varten, jotta katselmuksen tekevällä yrityksellä olisi mahdollisimman hyvä kuva tehtaasta. Tämän lisäksi selvitystä varten kerätyt alkutiedot toimivat myös energiakatselmukseen tarvittavina alkutietoina, jolloin suurin osa tarvittavasta tiedosta oli jo kerätty ennen katselmuksen aloittamista. Energiankulutuksen selvitys kuuluu osana energiakatselmukseen, joten energian kulutuksen jakauma tulee esille myös siinä. Vedenkulutusta ei selvitetty tässä työssä, mutta se selvitettiin energiakatselmuksessa.

### 5.1 Energian kokonaiskulutus



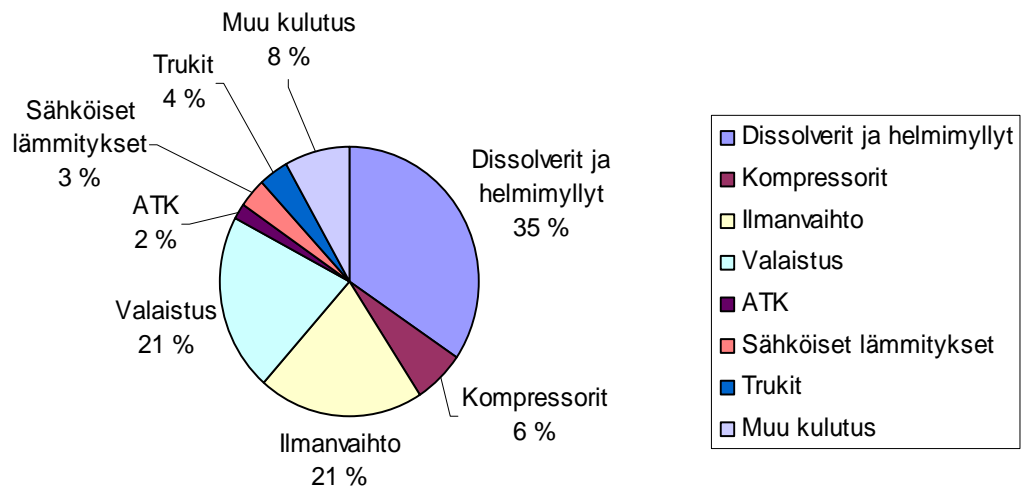
**Kuva 4. Kaukolämmön ja sähkön kulutus vuosina 2000-2007**

Energiankulutus tehtaalla on ollut jatkuvassa kasvussa, kuten kuvasta 4 nähdään. Tämä johtuu sekä tuotannon kasvusta että tehtaan tilojen lisääntymisestä. Tuotanto on ollut jo pitkään vahvassa kasvussa ja sama kasvu näyttäisi jatkuvan tulevaisuudessa, joten myös energiankulutus tulee kasvamaan tulevaisuudessa.

Tehtaalle on tulossa uusi dissolveri, joka korvaa dissolverin 5. Uuden dissolverin kokoluokka tulee olemaan suunnilleen sama kuin mitä uusimman dissolverin 10, joten se tulee olemaan isompi kuin nykyinen dissolveri 5.

Sähkön ja lämmön yhteenlaskettu ominaiskulutus tuotettua maalilitraa kohden vuonna 2007 oli 0,43 kWh/l. Vastaava lukema Tikkurila Oy:n yhteiskuntavastuuraportissa vuodelle 2006 on 0,62 kWh/l. /8/ Nämä kaksi lukemaa eivät kuitenkaan ole täysin vertailtavissa, koska tehtaat ovat eri kokoluokassa ja Tikkurila valmistaa teollisuusmaalien lisäksi myös kauppa- ja rakennusmaaleja.

## 5.2 Sähkön kulutus



**Kuva 5. Sähkönkulutuksen jakauma 2007**

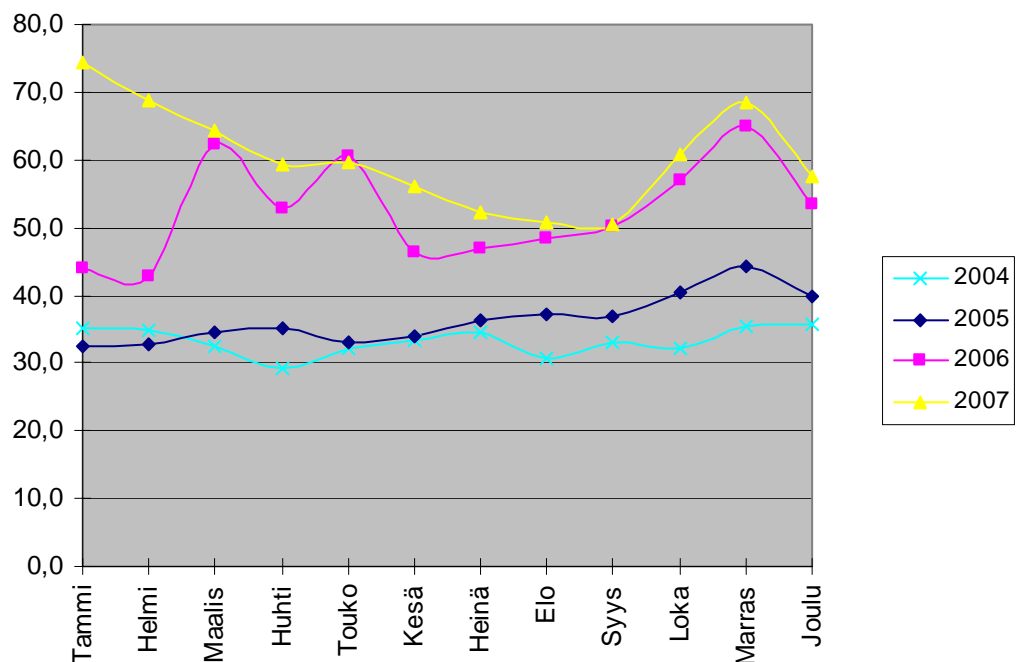
Kuvassa 5 on esitetty sähkön kulutuksen jakauma, joka perustuu laskelmiin ja arvioihin. Jakauman arviot ja laskelmat on esitetty tarkemmin seuraavissa kappaleissa kohteittain. Sähkön kulutus on melko paljon sidoksissa tuotantomääriin, koska pelkästään dissolverien sähkömoottorit käyttävät noin 35 % sähköstä. Tämän lisäksi sähköä kuluttavat muutkin tuotantolaitteet, esimerkiksi

purkituslaitteet ja niiden ohjaus. Toisaalta myös tuotantoon liittymättömät valaistus ja ilmanvaihto muodostavat merkittävät osan sähkön kulutuksesta. Taulukossa 4 on kulutuksen jakauma esitetty vielä lukuina.

Taulukko 4. Sähkönkulutuksen jakauma 2007

	Kulutus [MWh/a]	Osuus %
<b>Dissolverit ja helmimyylyt</b>	249	34
<b>Kompressorit</b>	46	6
<b>Ilmanvaihto</b>	149	21
<b>Valaistus</b>	153	21
<b>ATK</b>	14	2
<b>Sähköiset lämmitykset</b>	25	3
<b>Trukit</b>	29	4
<b>Muu kulutus</b>	57	8
<b>Yhteensä</b>	723	100

Sähkön ominaiskulutus tuotettua maalilitraa kohti vuonna 2007 oli 0,18 kWh/l. Tämä on suhteellisen pieni lukema. Vastaavanlaisista kohteista sähkön ominaiskulutuksen lukemaa ei ole löydettävissä.



Kuva 6. Sähkön kuukausittainen kulutus vuodesta 2004



Kuvasta 6 nähdään että sähkön kulutus on nykyään jossain määrin riippuvainen vuodenaajasta. Ero vuosiin 2004 ja 2005 vuodenaikaan nähden selittyy sillä, että lämmitettävä pinta-ala tehtaalla on kasvanut viimeisimmän laajennuksen yhteydessä. Tällöin tehtaalle valmistui vain varasto- ja toimistotiloja, joiden sähkönkulutus on enemmän riippuvainen vuodenaajasta johtuen ilmanvaihdon kuluttamasta sähköstä.

### **5.2.1 Dissolverit**

Dissolvereita on maalitehtaalla kymmenen kappaletta ja kuten edellä on jo mainittu, jokaiseen dissolveriin kuuluu yksi isompi sähkömoottori sekoittajaa varten ja pienempi kaapijaa varten. Koska kaapijan sähkömoottori on kooltaan hyvin pieni, on sen teho laskettu yhteen sekoittimien sähkömoottoreiden kanssa. Sähkömoottorit on numeroitu dissolverien numeroinnin mukaan 1-10. Dissolverien 1 ja 2 sähkömoottoreilla SM1 ja SM2 on yhteinen taajuusmuuttaja, joten niitä ei voida käyttää samanaikaisesti. Dissolverit 3, 4, 6 ja 7 taas toimivat hydraulisella käyttöjärjestelmällä jotka saavat käyttövoimansa sähkömoottoreista SM3, SM4, SM67. Dissolvereilla 6 ja 7 on yhteinen käyttöjärjestelmä ja sähkömoottori, joten niitä ei voida käyttää yhtä aikaa. Muut dissolverit ovat suorakäyttöisiä ja niillä ei ole yhteisiä järjestelmiä muiden kanssa. Niiden sähkömoottorit ovat SM5, SM8, SM9 SM10.

Kaikista maalinvalmistusastioista tiedetään niissä valmistetut maalimäärät ja tarkat erämäärät. Yhden maali-erän valmistus kestää noin 3-4, josta sitä sekoitetaan noin 2,5 tuntia. Sähkömoottoreiden nimellistehot on katsottu moottoreiden tyyppikilvistä. Kaikille sähkömoottoreille ei ollut mahdollista löytää hyötysuhdetta, joten hyötysuhdetta on käytetty laskuissa vain niiden moottoreiden osalta, joille se löytyi. Valmistettujen erien, sähkömoottoreiden nimellistehon ja keskimääräisen sekoitusajan perusteella voidaan laskea sähkömoottoreiden energiankulutus.

Helmimyllyt on nimetty sen mukaan, minkä väristä maalia niissä valmistetaan. Myös helmimyllyissä on sähkömoottorit sekoittamista varten. Helmimyllyissä yhden maalierän valmistus kestää neljä tuntia ja sitä sekoitetaan koko ajan. Helmimyllyjen sähkönkulutus on laskettu samalla periaatteella kuin dissolverien sähkönkulutus, kun tiedetään helmimyllyissä valmistettujen maalierien määrä.

**Taulukko 5. Dissolverien ja helmimyllyjen sähkönkulutus vuonna 2007**

	<b>Teho [kW]</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>Erät [kpl]</b>	<b>Käyttö [h/a]</b>	<b>Kulutus [MWh/a]</b>
<b>Dissolverit</b>					
SM1, Loher DNSW 315 SB -060	82,5		242	605	49,9
SM2, Loher DNSW 315 SB -060	82,5		121	303	25,0
SM3, VEM KIIR 280 S4	81,8	0,941	210	525	45,6
SM4, VEM KPER 280 S4	81,8	0,941	200	500	43,5
SM5, Loher 280 SB -84	47	0,91	148	370	19,1
SM67, VEM KPER 225 S4	37	0,925	308	770	30,8
SM8	3,6		50	125	0,5
SM9	13,3		280	121	1,6
SM10, ABB M3JP 315SMc	171	0,96	73	183	32,6
<b>Helmimyllyt</b>					
Siemens MA 5090-4BA43	1		42	168	0,2
Siemens MA 5090-4BA43	1		40	160	0,2
<b>yhteensä</b>					<b>248,9</b>

### 5.2.2 Ilmanvaihto

Kuten jo edellä on mainittu, ovat tehtaan ilmanvaihdon vaatimukset tuotanto- ja varastotilojen osalta suuremmat, kuin mitä normaali ilmanvaihto vaatisi. Tuotantotiloissa on normaalia enemmän poistoilmakoneita ja niiden lisäksi myös kohdepoistoja. Tästä johtuen tuotantotilojen poistoilmavirta on normaalia suurempi. Varastotilojen ilmanvaihdon on taas oltava jatkuvasti käynnissä, joten se aiheuttaa melko suuren lisäyksen kyseisten tilojen ilmanvaihtokoneiden kulutukseen. Tuloilmakoneita tehtaalla on yhteensä kuusi. Kaikissa paitsi yhdessä tuloilmakoneessa on lämmön talteenottojärjestelmä. Dissolverien vieressä olleen poistoilmakoneen yhteydessä ollut lämmön talteenottojärjestelmä jouduttiin poistamaan käytöstä, koska sen lämmönsiirrin tukkeutui raaka-aineiden pölyn ja maaleista haihtuvien komponenttien takia. Tämä tosin oli selkeä suunnitteluvirhe,

koska kyseistä lämmönsiirrintä ei olisi pitänyt sijoittaa tilaan, jossa on pölyä ja maaleista haihtuvia aineita.

Ilmanvaihtojärjestelmiin liittyvät tiedot on kerätty ohjekirjoista ja ilmanvaihtokoneiden tyyppikilvistä ja käyntiajat taas ilmanvaihdon ohjausjärjestelmistä. Näiden perusteella jokaiselle koneelle on laskettu sähkön kulutus.

Taulukko 6. Ilmanvaihtokoneiden sähkönkulutus 2007

	Teho [kW]	Käyttö 1/1 [h/a]	Käyttö 1/2 [h/a]	Kulutus [MWh/a]	Vaikutus-alue	Käyntiajat
TK1 Enervent	0,55		8760	4,8	Sos. tilat laajennus	1/2-teho aina
PK1	0,55					
TK2 Enervent	1,0	6240	2520	15,0	Toimistotilat laajennus	1/1-teho arkisin ja 1/2-teho viikonloput
PK2	1,0					
TK51	5,5	2340	6420	52,7	Korkeavarasto	1/1-teho arkisin 8- 17, 1/2-teho muu aika ja la,su
PK51	4,0					
TK52	3	2600	6160	25,6	Toimisto ja laboratorio	1/1-teho arkisin 7- 17, 1/2-teho muu aika ja la,su
PK52	1,5					
TK1	5,5	3055		16,8	Tuotantotilat	1/1-teho arkisin 5.45-17.30
PK1	4	3055		12,2	Tuotantotilat	
PK2	2,2	3055		6,7	Tuotantotilat	
PK3	0,8	3055		2,4	Maalauskaap- pi	
PK4	0,5	3055		1,5	Tuotantotilat	
PK7	0,2	3055		0,6	Raaka- ainesäiliötila	
PK8	1,0	3055		3,1	Isovarasto	
PK9	0,3	3055		0,9	Kellari	
PK10	0,55	3055		1,7	Kellari vetokaappi	
PK11	0,54	3055		1,6	Hydrauliikka- tila	
TK2	0,5	2600		1,3	Toimistotilat	1/1-teho arkisin 7- 17
PK5	0,4	2600		1,0	Toimistotilat	
PK6	0,4	2600		1,0	WC-tilat	
<b>yhteensä</b>				<b>149</b>		

### 5.2.3 Paineilmakompressorit

Tehtaalla on käytössä kaksi kompressoria, joista toinen on lähinnä varalla, mikäli pääkompressorin tuotto ei riitä vastaamaan kulutusta. Kompressorien kokonaiskäyntiajat on mahdollista katsoa kompressorin ohjaustaulusta. Vuosihuollon yhteydessä kompressorin kokonaiskäyntiaika edellisestä vuosihuollosta on merkitty kompressorin kyljessä olevaan vuosihuoltotarraan. Kompressorin vuosihuolto on tehty vuoden 2007 alussa, joten vuoden 2007 käyntiaika on mahdollista arvioida vuosihuoltotarrassa olevan lukeman ja kompressorin ohjaustaulun lukeman perusteella.

**Taulukko 7. Kompressorien kuluttama sähkö 2007**

	<b>Teho [kW]</b>	<b>Käyttö [h/a]</b>	<b>Kulutus [MWh/a]</b>
KO1 Atlas Copco GA 15 FF (pääkone)	15	3054	45,8
KO2 Compair Cyclon 215	18,13	28	0,5
		<b>yhteensä</b>	<b>46,3</b>

Kompressorien kuluttaman sähkön laskennassa ei huomioitu kompressorin kevennyskäyntiä, eikä sähkömoottorin hyötysuhdetta. Kevennyskäyntien määrää ei ollut mahdollista selvittää ennen energiakatselmuksen mittauksia.

### 5.2.4 Valaistus

Valaistusta ohjataan käsikytkimillä ja se on päällä suurimmaksi osaksi tehtaan aukioloajan. Tehtaan valaistuksesta on laskettu jokaisen tilan valaisimien määrä ja niiden tehot on selvitetty. Eri tilojen valaisimien päällä oloajat on arvioitu kohteitten käyttötarkoitusten mukaan.

**Taulukko 8. Valaistuksen energiankulutus 2007**

	<b>Teho [W]</b>	<b>kpl</b>	<b>Käyttö [h/a]</b>	<b>Kulutus [kWh]</b>
<b>4x18 W</b>				
Pohjakerros tuotanto	18	56	2016	2032
2-kerros varasto	18	68	2016	2468
1-kerros tuotanto	18	148	2016	5371
<b>2x58 W</b>				
Pohjakerros varasto	58	52	2772	8360
Pohjakerros tuotanto	58	66	2772	10611
1-kerros tuotanto	58	226	2772	36335
	58	50	2016	5846
2-kerros varasto	58	18	2772	2894
<b>2x36 W</b>				
Pohjakerros varasto	36	8	2772	798
Pohjakerros tuotanto	36	34	2016	2468
<b>280 W</b>				
Pohjakerros varasto	280	98	2772	76064
<b>yhteensä MWh</b>				<b>153,2</b>

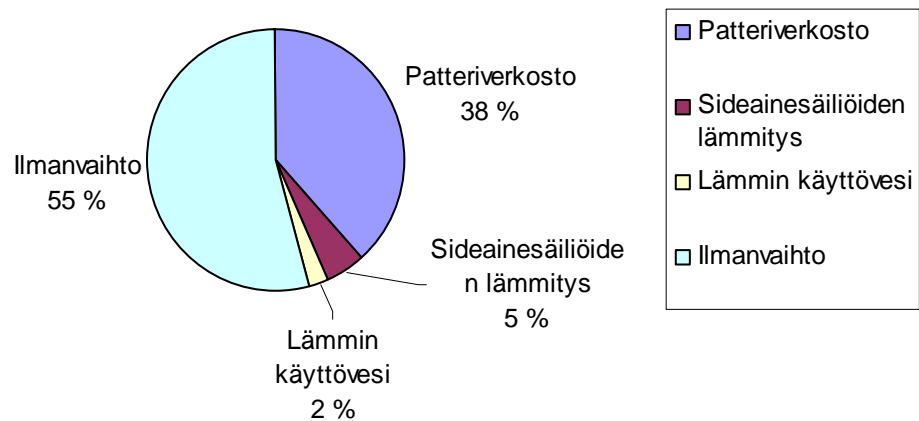
### 5.2.5 ATK

Tietokoneiden ja keskustietokoneiden sähkön ominaiskulutukselle löytyy arvo suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D5. Tietokoneen ja sen näytön ominaiskulutus vuodessa on 430 kWh/a ja keskustietokoneen ominaiskulutus vuodessa on 559 kWh/a. /8/ Tehtaalla on käytössä 29 tietokonetta ja 3 keskustietokonetta. Tästä voidaan laskea yksinkertaisesti ATK-laitteiden sähkön kulutus joka on noin 14 MWh/a.

### 5.2.6 Muut

Muita sähkön kulutuskohteita ovat muun muassa sähkötrukkien lataaminen jonka kulutukseksi voidaan arvioida noin 29 MWh/a, kun oletetaan että akkuja ladataan viisi kappaletta päivässä neljän tunnin ajan. /9/ Sähköisten lämmitysten (räystäslämmitys, lastauslaiturin lämmitys ja sideaineiden putkistojen saattolämmitys) voidaan arvioida kuluttavan noin 25 MWh/a. /10/ /11/. Muu osuus sähkönkulutuksesta noin 58 MWh/a kuluu laboratorion laitteissa, raaka-aineiden sähköllä toimivissa pumpuissa ja muussa erittelemättömässä kulutuksessa.

### 5.3 Kaukolämpö



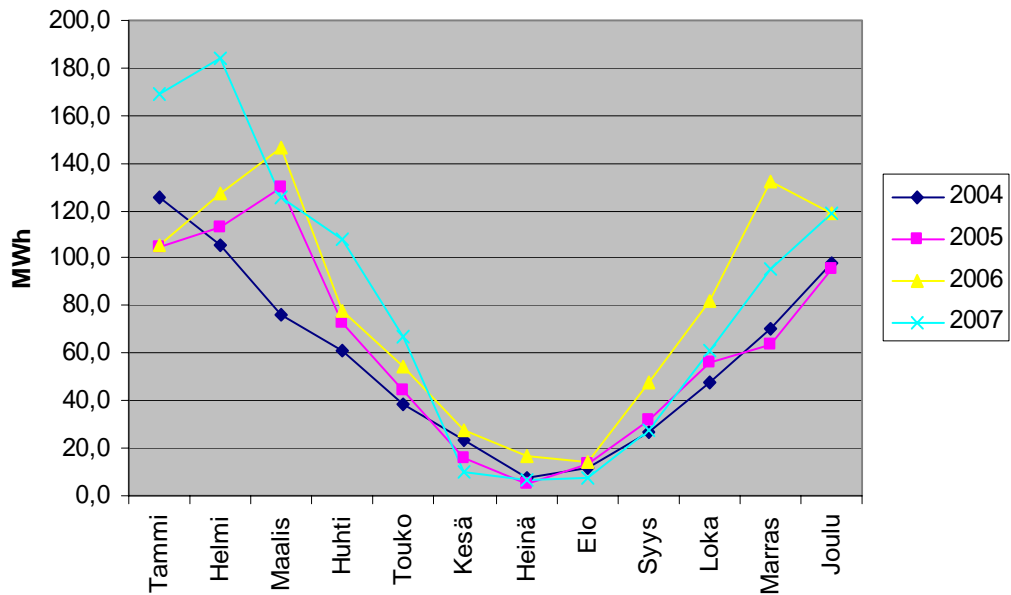
Kuva 7. Kaukolämmön kulutus kohteittain 2007

Kaukolämmön kulutus on kasvanut portaittain tehtaan laajennusten yhteydessä. Tämän voi nähdä etenkin vuosien 2005 ja 2006 välisenä erona kulutuksessa kuvassa 4. Vuonna 2006 otettiin käyttöön tehtaan uusi laajennusosa, jolloin lämmitettävä pinta-ala kasvoi huomattavasti. Samalla laajennusosan tiloja varten tuli käyttöön uudet ilmanvaihtokoneet. Suurin kaukolämmön kulutuskohde on ilmanvaihto, joka kuluttaa noin puolet kaukolämmöstä, kuten kuvasta 7 nähdään. Tuotantoprosessin osalta kaukolämpöä kuluu vain hartsisäiliöiden lämmittämiseen, jonka kulutus on hyvin pieni. Kaukolämmön kulutuksen jakauma perustuu laskelmiin ja arvioihin.

Taulukko 9. Kaukolämmön kulutuksen jakauma 2007

	Kulutus [MWh/a]	Osuus %
Patteriverkosto	364	37
Sideainesäiliöiden lämmitys	37	4
Lämmin käyttövesi	24	2
Ilmanvaihto	556	57
<b>Yhteensä</b>	<b>980</b>	<b>100</b>

Kaukolämmön ominaiskulutus maalilitraa kohti vuonna 2007 oli 0,25 kWh/l. Vastaavanlaisista kohteista kaukolämmön ominaiskulutuksen lukemaa ei ole löydettävissä.



Kuva 8. Kaukolämmön kuukausittainen kulutus vuodesta 2004

Kuvasta 8 nähdään että kaukolämmön kulutus on voimakkaasti riippuvainen vuodenajasta. Tämä johtuu siitä, että suurin osa kaukolämmöstä kuluu rakennuksen lämmitykseen ja itse tuotantoprosessin kaukolämmönkulutus on hyvin pieni.

### 5.3.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon kuluttama voidaan laskea koneittain rakentamismääräyskokoelmaan osasta D5 löytyvillä yhtälöillä

$$Q_{iv} = H_{iv}(T_s - T_u)\Delta t / 1000 \quad (1)$$

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} t_d r t_v (1 - \eta_a) \quad (2)$$



$$\eta_a = 0,6\eta_t, \quad (3)$$

joissa

$Q_{iv}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh
$H_{iv}$	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
$\rho_i$	ilman tiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1 000 Ws/(kgK)
$q_{v,poisto}$	poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$t_d$	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h
$t_v$	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk
$r$	muuntokerroin, joka ottaa huomioon ilmanvaihtolaitoksen vuorokautisen käyntiajan
$T_s$	sisäilman lämpötila, 21 °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, keskimääräinen arvo 3,5 °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
$\eta_a$	ilmanvaihdon poistoilman lämmön talteenoton (LTO) vuosihyötysuhde tai keskimääräinen hyötysuhde laskentajaksolta.
$\eta_t$	ilmanvaihdon lämmön talteenoton tuloilman lämpötilasuhde, kun tulo- ja poistoilmavirta ovat yhtä suuret

Laskuissa on käytetty lämmön talteenoton tuloilman lämpötilasuhteena eri koneille tyypillisiä rakentamismääräyskokoelman osan D5 taulukossa 4.4 olevia arvoja. Taulukossa 10 on esitetty rakennusmääräyskokoelmasta löytyvät eri lämmön talteenottojärjestelmien tyypilliset hyötysuhteet. /8/

**Taulukko 10. Lämmön talteenoton lämmönsiirrinten tyypillisiä tuloilman lämpötilasuhteita**

	Lämpötilasuhde $\eta_t$
Nestekiertoinen lämmönsiirrin	0,45
Ristivirtalevyllämmönsiirrin	0,55
Vastavirtalevyllämmönsiirrin	0,70
Regeneratiivinen lämmönsiirrin	0,75

Tuotantotiloja palveleva ilmanvaihtokone TK1 kuluttaa tehtaan ilmanvaihtokoneista ylivoimaisesti eniten lämpöä, kuten taulukosta 11 nähdään.

**Taulukko 11. Ilmanvaihdon lämmönkulutus koneittain 2007**

	Kulutus [MWh/a]
TK51	75,1
TK52	95,7
TK1	307,4
TK2	10,1
TK1 Enervent	19,3
TK2 Enervent	24,0
Yhteensä	531,7

### 5.3.2 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia on laskettu rakentamismääräyskokoelman osan D5 yhtälöillä /8/

$$Q_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad (4)$$

$$H_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v,\text{vuotoilma}} \quad (5)$$

$$q_{v,\text{vuotoilma}} = \frac{n_{\text{vuotoilma}} V}{3600}, \quad (6)$$

joissa

$Q_{\text{vuotoilma}}$  vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh

$H_{\text{vuotoilma}}$  vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K

$\rho_i$  ilman tiheys, 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$c_{pi}$  ilman ominaislämpökapasiteetti, 1 000 Ws/(kgK)

$q_{v,\text{vuotoilma}}$  vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s

$T_s$  sisäilman lämpötila, 21 °C

$T_u$  ulkoilman lämpötila, keskimääräinen arvo 3,5 °C

$\Delta t$  t ajanjakson pituus

$n_{\text{vuotoilma}}$  rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, oletettu 0,16 1/h

$V$  rakennuksen ilmatilavuus, 46 480 m<sup>3</sup>.

### 5.3.3 Lämmin käyttövesi ja sideainesäiliöiden lämmitys

Lämpimän käyttöveden kulutus on laskettu rakentamismääräyskokoelman osan D5 yhtälöillä /8/

$$Q_{lkv,netto} = \rho_v c_{pv} V_{lkv} (T_{lkv} - T_{kv}) / 3600 \quad (7)$$

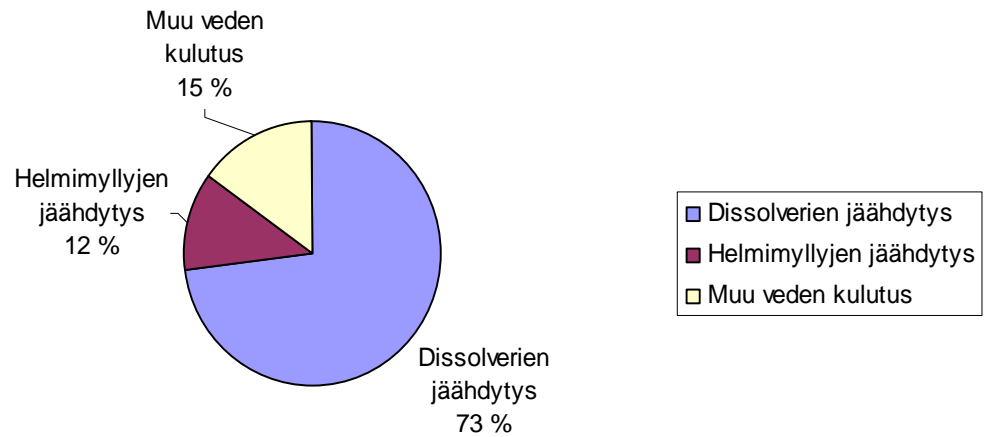
$$V_{lkv} = V_{lkv,omin} A_{br} \Delta t / 365 / 1000, \quad (8)$$

joissa

$Q_{lkv,netto}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia eli nettoenergiatarve, kWh
$\rho_v$	veden tiheys, 1 000 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pv}$	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/kgK
$V_{lkv}$	lämpimän käyttöveden kulutus, m <sup>3</sup>
$T_{lkv}$	lämpimän käyttöveden lämpötila, 55 °C
$T_{kv}$	kylmän käyttöveden lämpötila, 5 °C
$\Delta t$	t ajanjakson pituus, h
$V_{lkv,omin}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, 100 m <sup>3</sup> /brm <sup>2</sup> vuodessa
$A_{br}$	rakennuksen bruttoala, 5 957 brm <sup>2</sup> .

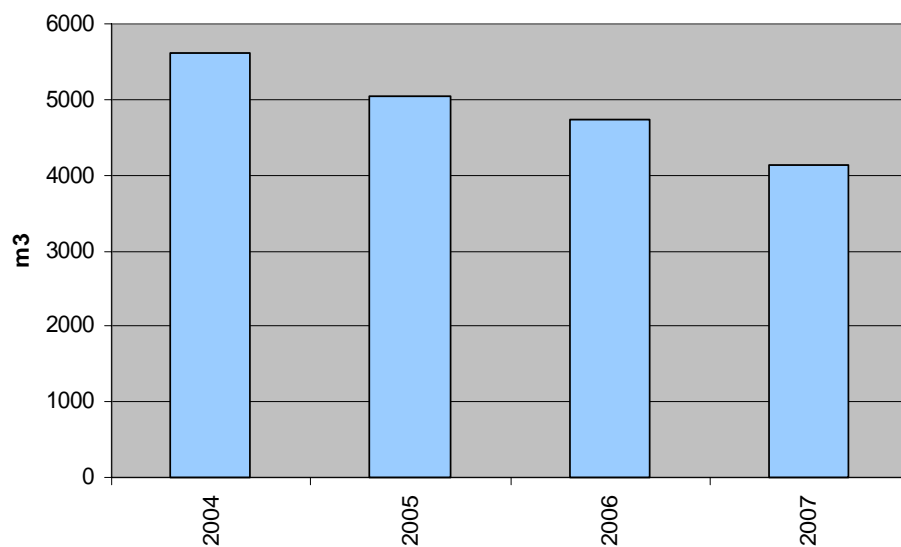
Lämpimän käyttöveden kulutukseksi saatiin laskuissa 24 MWh/a ja sideainesäiliöiden lämmityksen on arvioitu kuluttavan noin 47 MWh/a.

## 5.4 Veden kulutus



**Kuva 9. Vedenkulutuksen jakauma 2007**

Vedenkulutuksen jakauma on otettu energiakatselmuksen tuloksista, koska sitä ei ollut tarkoitus selvittää ennen energiakatselmusta. Kuvasta 9 nähdään että dissolverien jäähdytys kuluttaa suurimman osan käytetystä vedestä.



**Kuva 10. Veden kulutus vuodesta 2004**

Vedenkulutus on laskenut tasaisesti, vaikka tuotannon määrä on samaan aikaan kasvanut. Tämä johtuu siitä, että dissolverien jäähdytysvedenkiertoa on parannettu eri toimenpitein. Veden ominaiskulutus tuotettua maalilitraa kohden vuonna 2007 oli 1,04 l/l maalia, joka on kuitenkin vielä suhteellisen suuri lukema. Tämä johtuu siitä, että dissolverien jäähdytysvesikierto on avoin, eli jäähdytysvettä ei kierrätetä millään tavalla. Vastaava lukema Tikkurila Oy:llä oli vuonna 2006 0,7 l/l maalia, joten vedenkulutuksen osalta tehtaalla on vielä kehitettävää. /12/

## 6 ENERGIAKATSELMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Taulukko 12. Energiakatselmuksen ehdotukset energiansäästötoimenpiteiksi

Toimenpide	Investointi [€]	Säästö [€]	TMA [a]	Säästö Lämpö [MWh/a]	Säästö Sähkö [MWh/a]	Säästö Vesi [m <sup>3</sup> /a]
Patteriverkoston yöpudotus	0	35	0	1		
Patteriverkoston kesäsulku	0	65	0	2		
Erillisvaraston sisälämpötilan alennus	0	635	0	17	1	
Tuotantotilojen sisälämpötilan alennus	0	1740	0	53		
Varastotilojen sisälämpötilan alennus	0	720	0	22		
TK2 tuloilman lämpötilan alennus	0	130	0	4		
TK1 Enervent käyntiajan lyhennys ja tuloilman lämpötilan alennus	0	555	0	12	2,5	
TK2 Enervent käyntiajan lyhennys ja normaali säätö käyttöön	0	1340	0	25	8	
Paineilmaverkon painetason alennus	0	130	0		2	
Helmimyllyjen jäähdytysvesivirran kuristus	0	535	0			250
Korjataan TK1 lämmön talteenotonongelmat	500	1670	0,3	51		
Korjataan TK2 Enervent lämmön talteenoton ongelmat	500	1180	0,4	36		
Liiketunnistin erillisvaraston valaistuksen ohjaukseen	400	455	1,5		4	
Dissolveiden jäähdytysvesikierto suljetuksi ja koneellisesti jäähdytetyksi	20800	5205	4		-15	3000
Hankitaan pyörimisnopeussäätöinen paineilmakompressori	9500	975	9,7		15	
<b>Yhteensä</b>	<b>31700</b>	<b>15370</b>		<b>223</b>	<b>18</b>	<b>3250</b>

Taulukossa 12 on esitetty energiakatselmuksessa saadut ehdotukset energiansäästötoimenpiteiksi korottomine takaisinmaksuaikoineen. Suurin osa toimenpiteistä ei vaadi minkäänlaisia investointeja ja ne voidaan toteuttaa yksinkertaisilla toimenpiteillä. Säästötoimenpiteiden rahallisen säästön laskennassa sähkön hintana on käytetty 65 €/MWh, lämmön 32,79 €/MWh ja veden 2,14 €/m<sup>3</sup>.

Suurimmat säästöt lämmön ja sähkönkulutuksessa saadaan erilaisilla säätötoimenpiteillä lämmitysjärjestelmissä ja ilmanvaihdossa. Kaikki näihin liittyvät toimenpiteet ovat toimivia, koska monessa tapauksessa on kyse siitä, että asetukset ja säädöt ovat jääneet tai unohtuneet energiatehottomille asetuksille. Sähkön kulutukseen ei voida juurikaan vaikuttaa, koska suurimmaksi osaksi ilmanvaihtokoneiden käyntiajat ovat olleet oikeita ja mahdolliset muutokset ovat hyvin pieniä. Suurimpaan sähkön kulutuskohteeseen, eli Dissolverien sähkömoottorit, ei voida vaikuttaa mitenkään järkevästi. Sähkömoottoreita ei kannata vaihtaa tehokkaampiin, koska niiden koko on kuitenkin suhteellisen pieni, jolloin uusien moottorien takaisinmaksuaika jäisi todella pitkäksi. Tulevaisuudessa kannattaa kuitenkin ottaa uuden dissolverin hankinnan yhteydessä huomioon sen sähkömoottorin energiatehokkuuden tarkastelu.

Taulukoissa 13 ja 14 on energiakatselmuksen raportissa esitetty energiakulutuksen jakauma sähkölle ja lämmölle /13/.

**Taulukko 13. Sähkön kulutuksen jakauma energiakatselmuksen raportissa**

	<b>Kulutus [MWh/a]</b>	<b>Osuus %</b>
<b>Prosessilaitteet</b>	271	37
<b>Valaistus</b>	204	28
<b>LVI-laitteet</b>	100	14
<b>Paineilma</b>	48	7
<b>Sähköiset lämmitykset</b>	30	4
<b>Ulkovalaistus</b>	10	1
<b>Muut</b>	60	8
<b>Yhteensä</b>	723	100

**Taulukko 14. Kaukolämmön kulutuksen jakauma energiakatselmuksen raportissa**

	<b>Kulutus [MWh/a]</b>	<b>Osuus %</b>
<b>Ilmanvaihto</b>	509	52
<b>Lämmitys</b>	399	41
<b>Lämmin käyttövesi ja hartsisäiliöt</b>	72	7
<b>Yhteensä</b>	980	100

## 6.1 Ilmanvaihto ja tilojen sisäilman lämpötilat

Ilmanvaihtojärjestelmistä paljastui selkeitä toimintahäiriöitä, joiden korjaaminen kannattaa, jotta ilmanvaihto toimisi normaalisti. Tämä koskee ilmanvaihtokoneita TK1 ja TK2 Enervent, joiden lämmön talteenoton ongelmat ehdotettiin korjattavaksi. Etenkin TK1:en osalta tämä on erityisen tärkeää, koska se on tehtaan selvästi eniten energiaa kuluttava ilmanvaihtokone. Samalla tuotantotiloja palvelevalle ilmanvaihtokoneelle TK1 ehdotettiin tuloilman alentamista 18 °C, joka on yleinen suositus tehdastyön sisälämpötilalle. Tuotantotiloissa on muutenkin suhteellisen lämmintä ainakin kesäisin, joten tämä auttaa myös tähän. Asiaa tarkemmin tutkittaessa selvisi myös, että tuotantotilojen lämpötila ei saa olla asetusten mukaisesti tätä arvoa korkeampi, johtuen ilmassa mahdollisesti olevista helposti syttyvistä kaasuista.

Vanhan puolen toimistotiloja palvelevan TK2 ilmanvaihtokoneen normaalit toiminta-asetukset oli ohitettu ja tuloilman lämpötila oli nostettu hyvin korkeaksi (25 C°). Tämä oli tehty, koska toimistoissa oli ollut niissä työskentelevien ihmisten mukaan kylmä, eivätkä normaalit toimenpiteet tuntuneet auttavan. Katselmuksen ehdotusten mukaisesti tuloilman asetusarvo kannattaa laskea takaisin normaaliksi ja samalla ottaa muutkin normaalit toiminta-asetukset käyttöön.

Uuden puolen toimistotiloja palvelevan TK2 Enervent ilmanvaihtokoneen käyntiajat olivat arkisin aina täydellä teholla ja viikonloppuisin puolella teholla. Uudeksi käyntiajaksi ehdotettiin arkisin täydellä teholla klo 6-18. Tämä vastaa paljon paremmin tilojen käyttöä ja ottaa myös huomioon sen, että tiloja aletaan lämmittää muutamaa tuntia ennen kuin ihmiset tulevat töihin.

Uuden puolen sosiaalitiloja palvelevan TK1 Enervent ilmanvaihtokoneen käyntiajat olivat jostain syystä jääneet siten, että kone käy jatkuvasti puolella teholla viikonloput mukaan lukien. Koska kyseinen kone palvelee sosiaalitiloja ja tehtaalla ei myöskään ole toimintaa viikonloppuisin, eivät koneen käyntiajat vastaa tilojen käyttöä. Uudeksi käyntiajaksi katselmuksessa ehdotettiin arkisin klo



5-19, joka vastaa tilojen käyttöä. Myös tässä tapauksessa käyntiajassa on otettu huomioon se, että tiloja aletaan lämmittää riittävän aikaisin ennen niiden käytön alkamista.

Korkeavaraston ja isovaraston sisäilman lämpötilaa ehdotettiin alennettavaksi 18 °C:een. Tämä on suositusten mukainen arvo ja varastoitavat tuotteet eivät vaadi korkeampia lämpötiloja.

Erillisvaraston sisälämpötilaa ehdotettiin alennettavaksi 10 °C:een. Tiloja käytetään hyvin vähän ja siellä säilytettävät tuotteet eivät vaadi korkeampia lämpötiloja.

## 6.2 Paineilman tuotanto

Tehtaalle on harkittu uuden kompressorin hankkimista, koska ilmeisesti nykyiset kompressorit alkavat olla melko huonossa kunnossa. Yrityksellä on jo kaksi tarjousta kompressoreista, joista toinen oli pyörimisnopeussäätöinen ja toinen ilman pyörimisnopeussäätöä. Molemmat tarjouksen antajat vakuuttivat erilaisin perusteluin omien kompressoriansa sopivuutta tehtaalle. Tämän vuoksi katselmuksen tarkastelu kompressorien toiminnasta tuli tarpeeseen.

Mittausten perusteella pääkompressori käy erittäin tiheällä käyntisyklillä, eli kompressori keventää ja palaa taas normaalikäyntiin todella tiheällä rytmillä. Samoin apukompressorin käynnistymisen painetaso on liian korkea.

Katselmuksessa suositeltiin pyörimisnopeussäätöisen kompressorin valintaa, mikäli tehtaalle uusi kompressori hankitaan. Nykyiset kompressorit ovat suhteellisen pieniä eivätkä tästä johtuen kuluta suhteellisesti paljon sähköä. Tästä huolimatta pyörimisnopeussäätöisen kompressorin hankinta on järkevää. Nykyisten kompressorien painetasojen korjaamisella voidaan niiden käyttöikä mahdollisesti pidentää. Painetasojen korjaamisen jälkeen pääkompressorin käynti olisi lähempänä normaalia tasoa, jolloin se myös saattaisi toimia paremmin ja näin ollen se myös kestäisi paremmin pidempiaikaisessa käytössä.

Taulukossa 15 on esitetty katselmuksessa lasketut pyörimisnopeussäätöisen kompressorin hankintakustannukset, vuotuiset säästöt ja investoinnin

takaisinmaksuaika. Pyörimisnopeussäätöisen kompressorin arvioitiin säästävän sähköä noin 15 MWh/a verrattuna nykyisiin kompressoreihin.

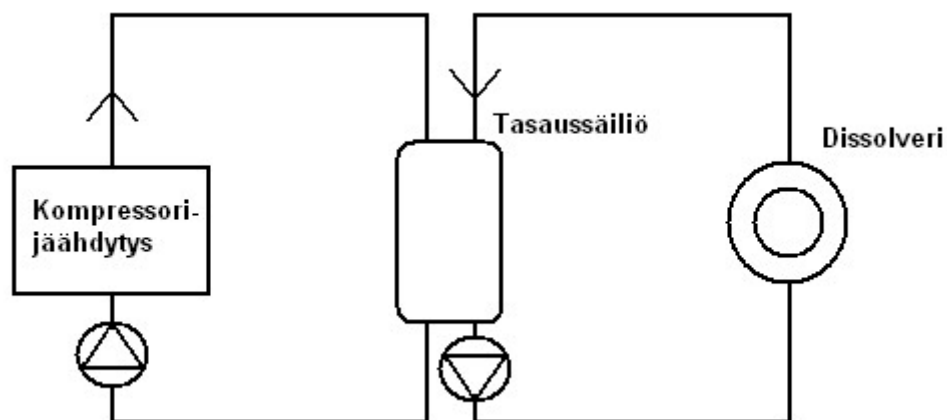
**Taulukko 15. Pyörimisnopeussäätöisen kompressorin hankintakustannukset, säästettävän sähkön määrä ja investoinnin takaisinmaksuaika**

Investointi €	Säästöt €/a	TMA a
9500	975	9,7

Takaisinmaksuaika on melkein kymmenen vuotta, joka on huono arvo. Joten pyörimisnopeussäätöistä kompressoria ei kannata hankkia pelkästään säästämään sähköä nykyisiin kompressoreihin verrattuna. Mikäli tehtaalle päätetään hankkia uusi kompressori, tällöin pyörimisnopeussäätöisen kompressorin hankinta on järkevää.

### 6.3 Dissolverien jäähdytysveden kierto ja helmimyllyt

Yksi energiakatselmuksen tärkeimmistä asioista oli dissolverien jäähdytysveden kulutuksen säästöpotentiaalin selvittäminen ja mahdollisen uuden jäähdytysjärjestelmän alustava suunnittelu. Katselmuksessa dissolverien jäähdytyskiertoa esitettiin muutettavaksi suljetuksi ja koneellisesti jäähdytetyksi. Alla on ehdotetun jäähdytysjärjestelmän toimintakaavio.



**Kuva 11. Katselmuksessa ehdotettu dissolverien jäähdytysvesikierto**

Tällä järjestelmällä vettä ei enää hukattaisi turhaan suoraan viemäriin ja samalla voidaan myös mahdollisesti parantaa purkituksen laatua. Ehdotetulla järjestelmällä jäähdytysvesi olisi tarvittaessa kylmempää kuin nykyisellä. Liian lämpimän jäähdytysveden vuoksi maali on liian lämmintä mennessään purkituskoneelle, jolloin purkituskone roiskii välillä maalia ja maaliastioista tulee näin sotkuisia.

Ehdotettu järjestelmä ei vaadi suuria muutostoimenpiteitä nykyiseen järjestelmään ja se on suhteellisen toimintavarma. Tosin kompressorin tai pumppujen mahdollinen rikkoontuminen voi aiheuttaa ongelmia tuotantoon, kun nykyisessä järjestelmässä taas ei ole laitteita jotka voisivat mennä epäkuuntoon. Nykyinen järjestelmä onkin mahdollista jättää varajärjestelmäksi, jolloin uuden järjestelmän mahdollinen rikkoontuminen ei aiheuta suuria ongelmia tuotantoon. Kaikki ehdotetun järjestelmän osat ja laitteet on mahdollista sijoittaa nykyisiin tiloihin ilman suurempia ongelmia. Alustavassa suunnitelmassa kompressorijäähdytysjärjestelmä sijoitetaan isovarastoon, jolloin se tulisi Ex-tilojen ulkopuolelle ja näin ollen sen ei tarvitse olla Ex-suojattu. Ehdotus sisältää myös alustavan kustannusarvion, jossa on huomioitu kaikki mahdolliset kustannukset, kompressorin sähkönkulutus mukaan laskien, ja arvion investoinnin korottomasta takaisinmaksuajasta. Näillä kustannuksilla takaisinmaksuajaksi tulee neljä vuotta, joka on vielä järkevä lukema. Kompressorin arvioitu sähkönkulutus vuodessa on noin 11 MWh/a. /13/

Alla on vielä esitetty jäähdytysjärjestelmän arvioidut kustannukset, säästöt ja takaisinmaksuaika (TMA).

**Taulukko 16. Dissolverien ehdotetun jäähdytysjärjestelmän kustannukset, säästöt ja takaisinmaksuaika**

	Investointi €	Kustannus €/a	Säästöt €/a	TMA a
Kompressoriyksikkö	7300			
Varaaja	2500			
Putkistot ja muut varusteet	8000			
Muut kustannukset	3000			
Kompressorin huolto		500		
Sähkönkulutus		715		
Vesi			6420	
<b>Yhteensä</b>	<b>20800</b>	<b>1215</b>	<b>6420</b>	<b>4,0</b>

Helmimyllyjen osalta energiakatselmuksessa tutkittiin myös mahdollisuutta jäähdytysjärjestelmän uusimiseen. Tämä todettiin kuitenkin kannattamattomaksi, koska helmimyllyjen vedenkulutus on liian pieni, jotta koneellinen jäähdytys kannattaisi. Helmimyllyt sijaitsevat myös sen verran kaukana dissolvereista, että niiden jäähdytysjärjestelmää ei kannata asentaa dissolverien jäähdytysjärjestelmän yhteyteen. Katselmuksessa ehdotettiin helmimyllyjen jäähdytyksen tilavuusvesivirran pienentämistä, koska mitattu jäähdytysveden lämpötilan muutos oli vain noin 2 astetta. Tilavuusvesivirran pienentämisen ei pitäisi vaikuttaa jäähdytyksen toimintaan. Samalla pohdittiin myös jäähdytyksen säädön toimintaa. Jäähdytysveden säätöventtiiliin kannattaisi laittaa merkinnät eri maalilaaduille käytettävän venttiilin asennolle. Tällöin vesivirran määrää ei tarvitsisi joka kerta hakea erikseen, vaan se saadaan heti kohdalleen.

#### **6.4 Hankkeiden toteutus**

Tällä hetkellä hankkeista on toteutettu kaikki ilmanvaihdon ehdotetut säädöt ja käyntiaikojen muutokset ja kompressorien painetasojen ehdotetut arvot. Ilmanvaihtokoneen TK2 tuloilman lämpötilan arvoa muutettaessa huomattiin, että muutamissa vanhanpuolen toimistotilojen huoneissa ilmanvaihdon suunnittelussa oli tapahtunut selkeä virhe. Korvausilman tulo oli sijoitettu suoraan työpisteen päälle, jolloin työpisteessä oli selkeä vedon tunne. Tämä selitti sen, miksi TK2 ilmanvaihtokoneen säätäminen ei toiminut aikaisemmin. Vedontunnetta pyrittiin vähentämään säätämällä korvausilman virtausta pienemmäksi. Kun toimistotiloja remontoidaan tulevaisuudessa, näiden muutaman huoneen ilmanvaihtoon on tarkoitus tehdä sopivia muutoksia vedontunteen poistamiseksi. Ilmanvaihtokoneiden TK1 ja TK2 Enervent lämmön talteenoton hyötysuhteiden huonoutta selvitetään edelleen.

Dissolverien jäähdytysvesikierron uusimista harkitaan vielä ja sen toteutuksesta tai toteutuksen ajankohdasta ei ole vielä tehty päätöstä. Myös uuden kompressorin hankinta on vielä harkinnassa.

## 6.5 Katselmuksen kustannukset

Energiakatselmuksen lopulliset vieraat kustannukset olivat kokonaisuudessaan 9 241 euroa. Tämä jäi hieman alle ennen energiakatselmuksen aloittamista tehdyn alustavan kustannusarvion 9 900 euroa. Energiatuen lopullinen määrä omien kustannusten tuki mukaan laskien oli 4 080 euroa ja näin ollen energiakatselmuksen omaksi rahoitukseksi tuli 6 120 euroa.

Säästötoimenpiteet, jotka eivät vaadi investointeja, säästäisivät katselmuksen laskelmien mukaan yhteensä 5 885 euroa vuodessa. Näistä kaikki ehdotukset ovat toteutettavissa. Mikäli säästötoimenpiteet toteutuisivat kokonaisuudessaan toimivasti, maksaisi katselmus itsensä takaisin energiatuki huomioiden hiukan yli vuodessa.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Energiakatselmuksen toteutus tehtaalle onnistui erittäin hyvin nopeassa aikataulussa ja tulokset olivat erittäin positiivisia. Tuloksissa positiivisinta oli se, kuinka paljon energiaa on mahdollista säästää pienilläkin toimenpiteillä, jotka eivät edes tässä tapauksessa yleensä vaatineen minkäänlaisia investointeja.

Katselmuksen toteutus oli ammattitaitoista ja kaikki energiakatselmuksessa ehdotetut tulokset olivat hyvin ja asianmukaisesti perusteltuja. Katselmuksessa otettiin myös huomioon tehtaan omat toiveet muun muassa dissolverien uuden jäähdytysjärjestelmän alustava suunnittelu. Nyt jäähdytysjärjestelmälle on alustava suunnitelma, jonka pohjalta sitä voidaan lähteä toteuttamaan. Yrityksellä ei olisi omien resurssien perusteella mahdollista tehdä vastaavanlaista alustavaa suunnitelmaa tai tutkia sen toimintaa itse. Myös kunnossapidon resurssit ovat sen verran pienet, että kaikkien laitteiden asetusten arvoja ja toimintaa ei ehditä tarkastella. Tällä perusteella oli hyvä asia, että ulkopuolinen taho tuli tutkimaan tehtaan toiminnan ja antamaan parannusehdotuksia.

Energiakatselmuksmalli on kaiken kaikkiaan hyvä tapa kannustaa yrityksiä parantamaan toimintansa energiatehokkuutta varsinkin, kun katselmuksen toteutukseen on mahdollista saada rahallista tukea. Tämän lisäksi liittymällä energiatehokkuussopimukseen on mahdollista saada investointitukea tulevaisuuden energiahankintoihin.

Tässä tapauksessa kohde oli suhteellisen pieni ja erilaiset tehdaspalvelujärjestelmät ovat yksikertaisia. Lopulliset energiansäästömahdollisuudet olivat noin 15 300 €/a, joka on noin 16 % vuoden 2007 energian kokonaiskustannuksista. Sähkön osalta säästöpotentiaali on noin 18 MWh/a, lämmön 223 MWh/a ja veden 3 250 m<sup>3</sup>/a. Toteutuvan säästön määrä riippuu lopulta kuitenkin hankkeiden toteutumisen onnistumisesta. Säästöjen toteutumista kannattaa seurata esimerkiksi ominaiskulutusten kehityksen avulla.

## LÄHTEET

/1/ SFS-käsikirja 59, 1998, Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut, Öljy- ja Kaasualan Keskusliitto, ISBN 952-5143-31-7, ISSN 0780-7961

/2/ Ohje kemikaalien kappaletavaravarastosta, 2002, Sosiaali- ja terveysministeriö, kemikaalineuvottelukunta, ISBN 952-00-1245-1, ISSN 1236-116X

/3/ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös palavista nesteistä, [sähköinen säädöskokoelma], 15.4.1985/313, [viitattu 20.06.2008],

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1985/19850313>

/4/ Kangasmäki J., Vehviläinen P., Räjähdyssuojausasiakirja- Nor-Maali Oy, 2006

/5/ Luettelo Teollisuuden energiakatselmuksia raportoineista yrityksistä [excel-  
taulukko], Motiva Oy, [viitattu 01.07.2008],

Saatavissa:

<http://www.motiva.fi/fi/toiminta/energiakatselmustoiminta/energiakatselmuksettem/auktorisoidutenergiakatselmoijat/teollisuudenenergiakatselmuksiaraportoineetyritykset.html>

/6/ Energiakatselmuksen tarjouspyyntö- ja tarjousmalli, [verkkajulkaisu], Motiva Oy, [viitattu 01.07.2008],

Saatavissa:

<http://www.motiva.fi/fi/toiminta/energiakatselmustoiminta/energiakatselmuksettem/energiakatselmuskaynnistamisestaseurantaan/katselmustenorganisointijavastuuhenkiloidenvalinta.html>

/7/ Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet, [verkkajulkaisu], Työ- ja elinkeinoministeriö, [viitattu 20.06.2008],

Saatavissa: [http://www.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-778a835b47e41808265e24af58e2def4/energiakatselmustoiminnan-yleisohjeet\\_2008.pdf](http://www.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-778a835b47e41808265e24af58e2def4/energiakatselmustoiminnan-yleisohjeet_2008.pdf)

/8/ Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D5 [verkkojulkaisu], Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto, s. 18-27, [viitattu 25.06.2008], Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>

/9/ Orion trucks, [tuote-esite], BT forklifts, [viitattu 24.06.2008], Saatavissa: <http://www.bt-forklifts.com/PDFSearch/GetPDF.asp?artno=746902-040>

/10/ Sulanapito esite, [tuote-esite], Pistesarjat Oy, [viitattu 01.07.2008], Saatavissa: [http://www.pistesarjat.fi/images/esitteet/sulanapito\\_esite.pdf](http://www.pistesarjat.fi/images/esitteet/sulanapito_esite.pdf)

/11/ Duo Mix, [tuote-esite], Elfoil Oy, [viitattu 01.07.2008], Saatavissa: <http://www.elfoil.fi/duo-mix.htm>

/12/ Yhteiskuntavastuuraportti 2006, [verkkojulkaisu], Tikkurila Oy, [viitattu 05.06.2008], Saatavissa: [http://www.tikkurila.fi/files/1642/Tikkurila\\_Oy\\_Vantaa\\_yhteiskuntavastuuraportti\\_2006\\_FI.pdf](http://www.tikkurila.fi/files/1642/Tikkurila_Oy_Vantaa_yhteiskuntavastuuraportti_2006_FI.pdf)

/13/ Kiuru T. & Kuusela J., 2008, Teollisuuden energiakatselmus- Nor-Maali Oy, Kupari Energia Oy



TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008

Nor-Maali Oy

Harri Heinaro

Pyydämme teiltä tarjoustasi Motivan mallin mukaisesta teollisuuden energiakatselmuksesta Nor-Maali Oy:n Lahden maalitehtaalle. Seuraavissa kappaleissa on esitelty kohteen perustiedot, energian- ja vedenkulutus ja energiakatselmukseen liittyvät haluamamme painotusalueet. Hankkeen vastuuhenkilönä yrityksen puolelta toimii Harri Heinaro.

## 1 PERUSTIEDOT

Nor-Maali Oy

Vanhatie 20

15240 Lahti

Nor-Maali Oy on vuonna 1987 perustettu yritys, joka valmistaa metalliteollisuus-, korroosionesto- ja laivamaaleja Lahdessa sijaitsevalla maalitehtaalla. Yrityksen liikevaihto vuonna 2007 oli noin 14 milj. euroa ja henkilöstön kokonaismäärä on noin 50. Vuonna 2007 maalintuotanto oli noin 4 milj. litraa eli noin 5000 tonnia.

TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008

## 2 KIINTEISTÖN TIEDOT



*Kuva 1. Yleiskuva tehdasalueesta*

Energiakatselmuksen kohteena on Nor-Maali Oy:n Lahdessa sijaitseva maalitehdas. Rakennus on valmistunut vuonna 1960 ja sitä on laajennettu useaan eri otteeseen. Viimeisin laajennus valmistui vuonna 2006 ja se sisältää varaston, laboratoriotilat ja sosiaali- ja toimistotilat. Uusi varasto on korkeavarasto, johon varastoidaan valmiit tuotteet ja käytettävät raaka-aineet. Varaston yhteydessä on myös lastausalue. Laajennusosa on osittain kolmikerroksinen, mutta muuten vanhempi osuus rakennuksesta on kaksikerroksinen. Vanha osa sisältää sekä toimisto että tuotantotiloja. Yhteensä tiloja on käytössä noin 5957m<sup>2</sup>, joka vastaa noin 46480 m<sup>3</sup>. Rakennukseen kuuluu myös kaksi säiliöaluetta, joissa molemmissa on neljä lämmitettävää säiliötä sideaineiden varastointiin. Säiliöhuoneille on omat pumput erillisessä tilassa.

Valmistuksen raaka-aineena käytettävät nestemäiset liuottimet varastoidaan pihalueella kahdessa liuotinaisesäiliöalueessa, joissa on yhteensä kahdeksan säiliötä. Säiliöillä on yhteinen pumppuhuone, joka sijaitsee tehtaan ja säiliöalueen välissä. Näiden lisäksi tehdasalueella on myös yksi pienempi erillinen varastohalli.

TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008

### 3 TUOTANNON TIEDOT

Maalinvalmistus tapahtuu osittaisessa vuorotyössä ympäri vuoden arkipäivisin klo 06-17. Maali valmistetaan sekoittamalla tarvittavat raaka-aineet keskenään maalinvalmistusastioissa, eli dissolveissa, joita tehtaalla on 10 kappaletta. Varsinaista kemiallista reaktiota ei tapahdu. Tämän jälkeen maali johdetaan pumppaamalla suodattimen läpi purkituslinjastolle, joita on tehtaalla on kolme kappaletta. Pumppaus hoidetaan kalvopumpuilla. Sekä tuotannossa käytettävien raaka-aineiden että valmiin maalin kuljetus asiakkaille hoidetaan rekkakuljetuksin.

Maalinvalmistusastioita jäähdytetään talousvedellä prosessin hallitsemiseksi. Jäähdytykseen käytettävää vettä ei kierrätetä millään tavalla, vaan se johdetaan käytön jälkeen suoraan likaviemäriin. Tästä johtuen tehtaan vuotuinen vedenkulutus on suhteellisen suuri, 4125 m<sup>3</sup>/a ja siitä aiheutuvat kustannukset olivat noin 15 300 €

### 4 KOHTEEN ERITYISPIIRTEET

Koska maalinvalmistukseen käytettävät liuottimet ja hartsit ovat helposti syttyviä, asettaa niiden käsittely kohteelle tiettyjä erityisvaatimuksia. Kaikki tehtaan tuotantotilat ja säiliöalueet on luokiteltu räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Kaikissa räjähdysvaarallisissa tiloissa olevat laitteet ja rakenteet ovat Ex-määräysten mukaiset. Riittäväällä ilmastoinnilla pyritään estämään räjähdysvaarallisen kaasuseoksen muodostuminen ja tämä vaikuttaakin olennaisesti ilmaston tarpeeseen ja sen kuluttaman energian määrään. Tämän lisäksi varasto- ja tuotantotilat on varustettu kaasunvalvontalaitteistoin.

Kaukolämmön tulolämpötila on korkeampi kuin normaalisti johtuen sideainesäiliöiden lämmitystarpeesta. Sideaineiden siirtoputkistoissa on myös vastuksilla toimiva saattolämmitys.

TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008

## 5 SÄHKÖNKULUTUS

Vuonna 2007 tehdas kulutti sähköä yhteensä 723 MWh, jonka kustannukset olivat noin 46 400 €. Suurimmat kulutuskohteet ovat maalinvalmistukseen liittyvä maalinsekoitus, paineilman valmistus, ilmastointi ja valaistus. Sähkö on kilpailutettu Skapat Oy:n toimesta, jonka kanssa yrityksellä on sähkönhankintapalvelusopimus, ja se hankitaan tällä hetkellä Energiapolar Oy:ltä. Sähkösopimus on tehty Skapat Oy:n suosituksen mukaisesti kiinteällä hinnalla vuoden 2008 ja 2009 osalta. Tehdas hankkii sähkön 3 x 2 x 400 A liittymällä. Tehtaalle on asennettu sähkön tuntitehomittauslaitteisto ja suurin mitattu huipputeho vuonna 2007 oli 294 kW.

### 5.1 Maalinvalmistus

Maalinvalmistusprosessi tapahtuu dissolveissa ja osassa astioista on sähkömoottori sekoittajaa varten ja lopuissa sekoittaja on hydraulikäyttöinen. Hydraulikkaa pyörittää kuitenkin sähkömoottori, joten tällä perusteella jokaiseen dissolveriin liittyy sähkömoottori. Tämän lisäksi astioissa on kaapijat, joita pyöritetään huomattavasti pienemmillä sähkömoottoreilla. Tässä tapauksessa sekoittajien ja kaapijoiden moottorien tehot on laskettu yhteen. Eri moottoreiden tiedot ja kulutukset on laskettu alla tuotantomääriin perustuvien käyntiaikojen perusteella ja ne on myös korjattu moottorin tunnetulla hyötysuhteella niiden moottorien osalta, joiden hyötysuhde tunnetaan

- SM1 = 82,5 kW \* 484 h/a = 39,93 MWh/a
- SM2 = 82,5 kW \* 242 h/a = 19,97 MWh/a
- SM3 = (81,8 kW / 0,941) \* 420 h/a = 36,51 MWh/a
- SM4 = (81,8 kW / 0,941) \* 400 h/a = 34,8 MWh/a
- SM5 = 47 kW \* 296 h/a = 15,3 MWh/a
- SM6 = (37 kW / 0,925) \* 184 h/a = 7,4 MWh/a
- SM7 = (37 kW / 0,925) \* 432 h/a = 17,3 MWh/a
- SM8 = 3,6 kW \* 100 h/a = 0,4 MWh/a

TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008

- SM9 = 13,3 kW \* 121 h/a = 1,6 MWh/a

- SM10 = (171 kW / 0,96) \* 146 h/a = 26,0 MWh/a

Yhteensä 199,1 MWh/a

## 5.2 Paineilman valmistus

Tehtaan paineilmaverkkoon (7,5 bar) kuuluu kaksi kompressoria, joista toisella tarvittava paineilma pääasiassa tuotetaan, toisen ollessa lähinnä varalla. Kompressorien tehot ovat 15 kW ja 18,13 kW ja ne ovat päällä koko tuotannon ajan, eli 11 tuntia päivässä ja vuotuinen käyntiaika noin 3082 tuntia vuodessa. Tällöin kompressorien kuluttama energia vuodessa on

$$15 \text{ kW} * 3082 \text{ h/a} = 46,23 \text{ MWh/a}$$

## 5.3 Valaistus

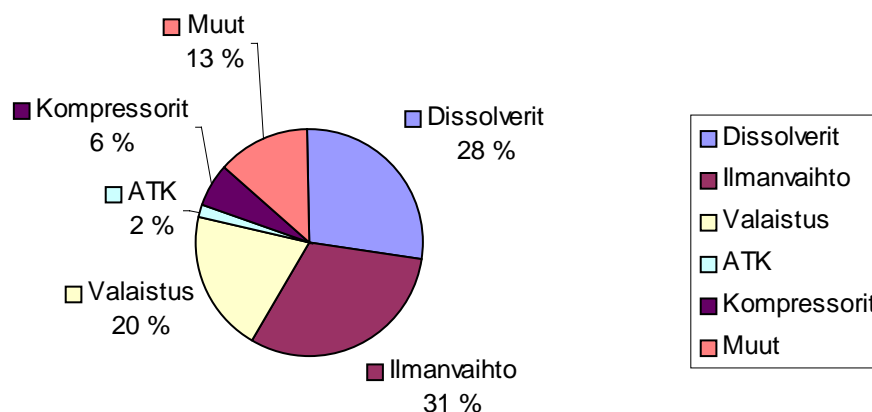
Tehtaalla on käytössä lähinnä neljänlaisia valaisimia ja kaikki valaistuksen säätö hoidetaan käsikytkimillä. Valot ovat päällä kohteesta riippuen 8-11 tuntia päivässä. Valaistuksen kuluttama energia vuodessa on noin 148 MWh.

## 5.4 Ilmanvaihto

Kuten jo edellä on mainittu, tehtaan ilmastointi on poikkeuksellinen ja tämä vaikuttaakin erityisesti tuotanto- ja varastotilojen ilmastoinnin määrän tarpeeseen. Molemmissa ilmastointi käy tehtaan aukioloajan täydellä teholla ja tuotannon ulkopuoliseksi ajaksi, klo 17.30-05.45, ilmastointi on säädetty puolelle teholle. Toimisto- ja sosiaalitilojen osalta ilmastointi on säädetty eri tavalla ja niille ei ole täysin yhtenäistä säätöä. Ilmastointi sisältää poisto- ja tuloilmakoneita joissa on myös käytössä lämmön talteenotto, kiertoilmakoneita ja joitakin kohdepoistoja. Tämän lisäksi osa tulo- ja poistoilmakoneista on varustettu jäähdytyskoneistolla. Ilmastoinnin kokonaisteho on noin 35,38 kW. Käyntiaikojen perusteella laskettu ilmastoinnin kuluttama sähköenergia vuodessa on noin 220 MWh.

TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008

## 5.5 Sähkönkulutuksen jakauma vuonna 2007



## 6 KAUKOLÄMMÖN KULUTUS

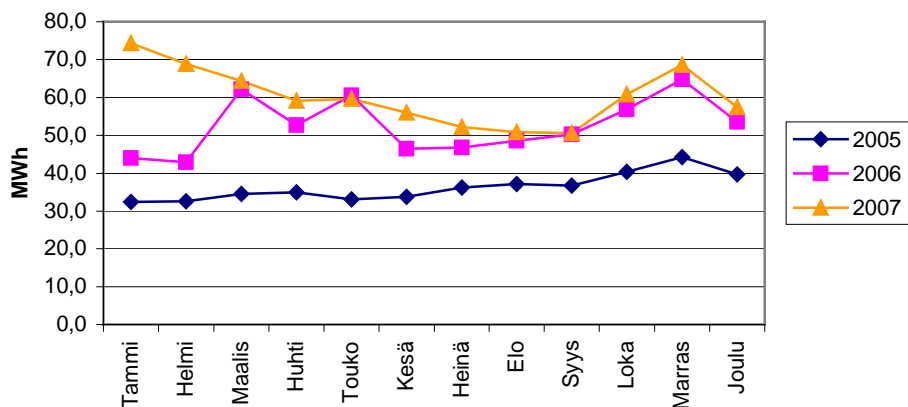
Tehtaan kaukolämmönkulutus oli vuonna 2007 yhteensä noin 980 MWh ja sen kustannukset noin 35 000 €. Tähän liittyvä erityispiirre on se, että koska raaka-aineina käytettävien sideaineiden varastointisäiliöitä tarvitsee lämmittää, on toimitetun kaukolämmön tulolämpötila (noin 60°C) korkeampi, kuin mitä esimerkiksi patteriverkon tarve olisi. Tehdas on kytketty Lahti Energian kaukolämpöverkkoon 520 MW suuruisella liittymällä tilausvesivirran ollessa 8,8 m<sup>3</sup>/h.

## 7 YHTEENVETO

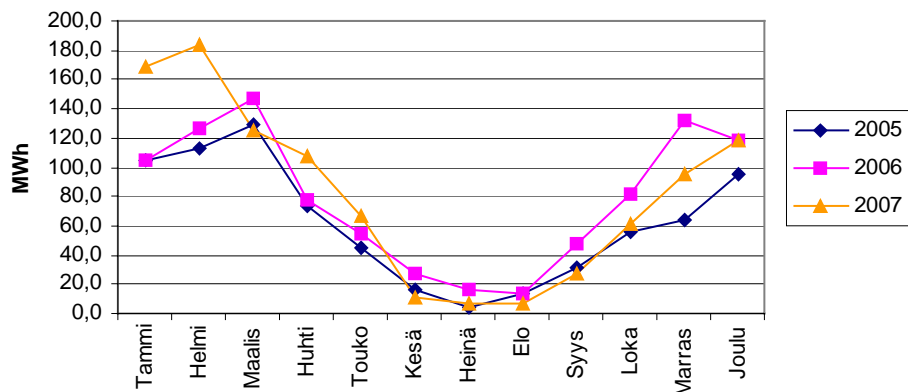
	2004	2005	2006	2007
<b>Sähkö [MWh]</b>	399	436	630	723
<b>Kaukolämpö [MWh]</b>	693	746	950	980
<b>Vesi [m3]</b>	5612	5032	4740	4125

Taulukko 1. Sähkön-, kaukolämmön ja vedenkulutus vuosittain

TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008



*Kuva 2. Sähkön kuukausikulutusten kehitys vuosittain*



*Kuva 3. Kaukolämmön kuukausikulutusten kehitys vuosittain*

8 NOR-MAALI OY:N TOIVOMAT PAINOTUSALUEET TILATTAVASSA ENERGIAKATSELMUKSESSA

- Tuotantoprosessien energiankulutus (sisältää sekä purituksen että maalinvalmistuksen)
- Paineilmaverkon ja siihen liittyvän kompressorin energiankulutus: mahdollinen uuden kompressorin hankinta ja paineilmaverkon vuodot
- Vedenkulutus: mahdollisuudet maalinvalmistusprosessin aiheuttaman vedenkulutuksen pienentämiseen
- ilmastoinnin energiankulutus: paremman tehokkuuden saavuttaminen ilmastoinnin osalta jos mahdollista

TARJOUSPYYNTÖ 11.01.2008  
- Yleinen tarkastelu tehtaan energiankulutuksesta ja sen tehokkuudesta

## 9 HANKKEEN AIKATAULU JA TARJOUKSEN JÄTTÄMINEN

Energiakatselmuksen aikataulusta voidaan sopia tarkemmin, mutta sen pitäisi olla mielellään toteutettu 07.04.2008 mennessä ja hankkeen aloitus voisi tapahtua 11.02.2008 alkaen, jotta tarvittavat mittaukset voidaan suorittaa lämmityskauden aikana.

Toivomme että vastaatte tarjouspyyntöön 28.01.2008 mennessä, joko sähköpostilla [heinaro@lut.fi](mailto:heinaro@lut.fi), tai kirjeitse osoitteeseen

Harri Heinaro  
Nor-Maali Oy  
Vanhatie 20  
15240 Lahti

Lisätietoja kohteesta tarvittaessa antaa  
Harri Heinaro  
puh. 03-8746540, GSM 050-9133679  
email [heinaro@lut.fi](mailto:heinaro@lut.fi)