

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, aikuiskoulutus
Modernit tuotantojärjestelmät

Tutkintotyö

Mika Välimaa

VOC- PÄÄSTÖARVO ANALYYSI
VOC- RELEASE VALUE ANALYSE

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Työpaikka valvoja
Tampere

Olavi Kopponen
Artekno-Pur Oy
Jussi Virtanen
2006

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät suuntautumisvaihtoehto
Mika Välimaa VOC- päästöarvo analyysi
Tutkintotyö 29 sivua + 32 liitesivua
Työn ohjaaja Olavi Kopponen
Työn teettäjä Artekno-Pur Oy
Lokakuu 2006
Hakusanat VOC, orgaaninen yhdiste

TIIVISTELMÄ

Ilmansuojelu on ollut 1970-luvulta lähtien Euroopan unionin keskeisimpiä ympäristönsuojelun tehtäviä. EU:n tärkeimpiä tavoitteita on kehittää ja hyväksyä ilmanlaatua parantavia ja ylläpitäviä keinoja.

Tähän kuuluvat päästöjen vähentäminen kiinteistä ja liikkuvista lähteistä, polttoaineen laadun parantaminen sekä ympäristönsuojelun tavoitteiden ja vaatimusten huomioon ottaminen liikennettä ja energiaa koskevissa unionitason ja jäsenvaltioiden ratkaisussa.

Komission ”Puhdasta ilmaa Euroopalle” – toimintaohjelma (CAFE, Clean Air for Europe) valmistui syyskuussa 2005. Se on EU:n kuudennen ympäristöohjelman mukainen pitkän ajanjakson strateginen ohjelma. Siinä määritellään tulevia ilmanlaatuavoitteita ja etsitään kustannustehokkaita ratkaisuja ilmansuojelun suurimpiin ongelmiin, joita ovat terveydelle haitalliset pienhiukkaset, alilmakehän otsoni sekä happamoituminen ja rehevöityminen./7/

Yhtenä tärkeänä osa-alueena ovat haihtuvat orgaaniset yhdisteet, joista käytetään lyhennettä VOC (volatile organic compound).

Tässä työssä analysoidaan Artekno-Pur Oy:n tuotantoprosessia ja prosessissa käytettyjä raaka-aineita. Työssä keskitytään haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin (VOC) ja niiden vähentämismahdollisuuksiin.

TAMPERE POLYTECHNIC
Mechanical and Production engineering degree program
Modernity production systems specialization
Mika Välimaa VOC- release value analyse
Bachelor Thesis 29 pages + 32 appendices
Supervisor Olavi Kopponen
Commissioned by Artekno-Pur Oy
April 2006
Keywords VOC, organic compound

ABSTRACT

Air protection has been one of EU's main environmental tasks since 1970's. EU's most important objectives are to develop and agree means, which improve and maintain air quality.

This includes reduce of pollutants of immobile and mobile sources, improve the quality of fuel and taking into consideration those objectives and demands of environmental control which concern traffic and energy in the European Union and national level decisions.

Commission's programme "Clean Air for Europe" (CAFE) started in September 2005. CAFE is a long-term strategic programme under the Sixth Environmental Action Programme. CAFE determines the future objectives of air quality and seeks cost-effective solutions to the major problems of air protection. The major problems are fine particles, which is a great concern of public health, troposphere ozone, eutrophication and acidification.

This project analyses which are the possibilities of Artekno-Pur Oy to supply clean air to Europe, also part of EU action programme is studied in this project.

ALKUSANAT

Lopputyön aihetta miettiessä olin varma, että oli valinta mikä tahansa niin työstä tulee haastava ja varsin antoisa. Aikuisopiskelijana olen huomannut, että koulun käyntiin on asennoitunut eri tavalla kuin teini-ikäisenä. Myöhemmällä iällä aloitettu opiskelu kuitenkin tuo oman haasteellisuuden, kun huomioon otettavana on myös perhe.

Hankaluuksista ja vaativista haasteista huolimatta sain lopulta koottua varsin kattavan paketin.

Tutkintotyön synnyttäminen oli silti kuuluisaa luomisen tuskaa.

Haluan erityisesti kiittää seuraavia henkilöitä, jotka ovat edesauttaneet työn valmistumisessa:

Artekno-Pur Oy, toimitusjohtaja Harri Bister, tuotantopäällikkö Jussi Virtanen, vaimo Outi, lapset Tino ja Jimi, isovanhemmat Usko, Kaarina, Pentti ja Elvi, työ-kaverit sekä kaikkia muut, jotka ovat olleet osallisina tähän työhön.

Uljain ja täysin purjein on elämän merelle uskallettava.
(Raili Malmberg)

Kangasalla 6.10.2006

Mika Välimaa

SISÄLLYSLUOTTELO

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
ALKUSANAT

SISÄLLYSLUOTTELO	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Arteknon historia	6
1.2 Artekno-Yhtiöt	7
2 TYÖN TAUSTA	11
3 LIUOTEKÄYTTÖÄ VÄHENTÄVÄT KEINOT	13
3.1 High solids (low voc) – maalijärjestelmät	14
3.2 Vesiohenteiset maalit	15
3.3 Sähköstaattinen maalaus	15
3.4 Hybridijärjestelmät	16
3.5 Jauhemaalaus	16
4 VAIHTOEHTOISTEN MAALIJÄRJESTELMIEN VERTAILU	18
5 LIUOTTIMIEN TALTEENOTTO- JA POISTOMENETELMÄT	19
5.1 Kondensointi menetelmät	19
5.2 Adsorptio menetelmät	19
5.3 Katalyyttinen poltto	19
5.4 Terminen poltto	20
5.5 Hiekkapeti poltto	20
5.6 Kaasupesuri	20
5.7 Biologiset puhdistusprosessit	20
6 ARTEKNO-PUR OY	21
7 SUORITETU KOKEET JA LASKELMAT	24
8 VERTAILU	25
9 LOPPUPÄÄTELMÄT	27
LÄHTEET	
LIITTEET	

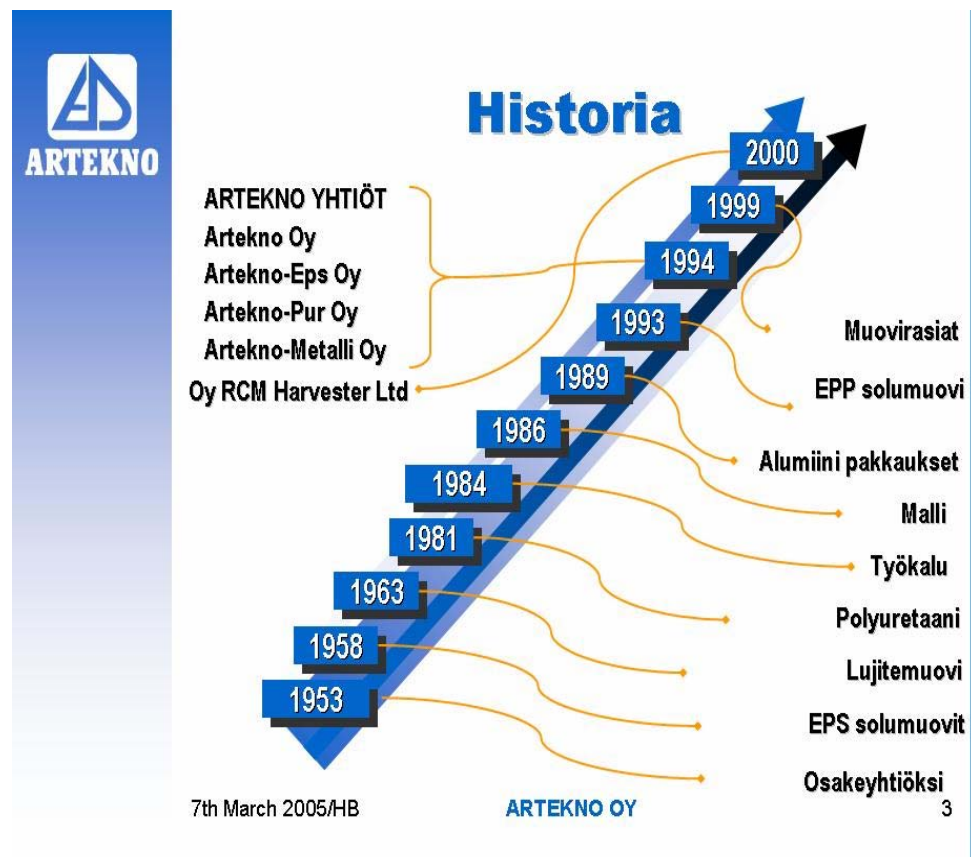
1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on analysoida Artekno-Pur Oy:n mahdollisuuksia vähentää VOC-päästöarvoja sekä etsiä mahdollisia keinoja joilla saavutetaan päästöasetuksissa annetut arvot.

1.1 Arteknon historia

Artekno Oy perustettiin 25.9.1953. Tarkoituksena oli teknillis-kemiallisten tuotteiden, kasviravinteiden ja erilaisten tekstiilien valmistus ja kauppa. Yli 50 vuoden toiminnan aikana on valmistettu muun muassa värikkäitä verhojankaita ja lastenkuoseja omassa kangaspainossa, purje- ja moottoriveneitä omassa venetehtaassa sekä eristelevyä omassa levytehtaassa. Arteknon historia on esitetty kuvassa 1.

Vuonna 2006 Artekno-Yhtiöt toimivat alihankkijana useilla toimialoilla sekä Suomessa että ulkomailla. Toimipisteet sijaitsevat Kangasalla, Luopioisissa ja Kuusankoskella.



Kuva 1. Arteknon historia

1.2 Artekno-Yhtiöt

Artekno Oy

Artekno Oy on erikoistunut elintarvikepakkausten (kuva 2) maahantuontiin ja valmistukseen. Arteknon tuotevalikoimiin kuuluu myös Chore Time- polttouuni, joka on tarkoitettu broilerin, kanojen ja muiden pieneläinten raatojen hävittämiseen.

Päämiehiä ovat Novelis Deutschland GmbH, Alupak Ag sekä Polyform As.



Kuva 2. Elintarvikepakkauksia

Artekno-Eps Oy

Artekno-Eps Oy valmistaa EPP (solupolypropeeni) ja EPS (solupolystyreeni ”styrox”) kuljetuslaatikoita, pakkausosia sekä teknisiä osia teollisuuden tarpeisiin. Artekno-Eps Oy tarjoaa myös pätevän ja joustavan suunnittelupalvelun ideasta tuotteeksi -periaatteella. Tuotevalikoimiin kuuluvat myös moottori- ja soutuvenheet. (kuva 3)



Kuva 3. Artekno 485 - moottorivene

Artekno-Pur Oy

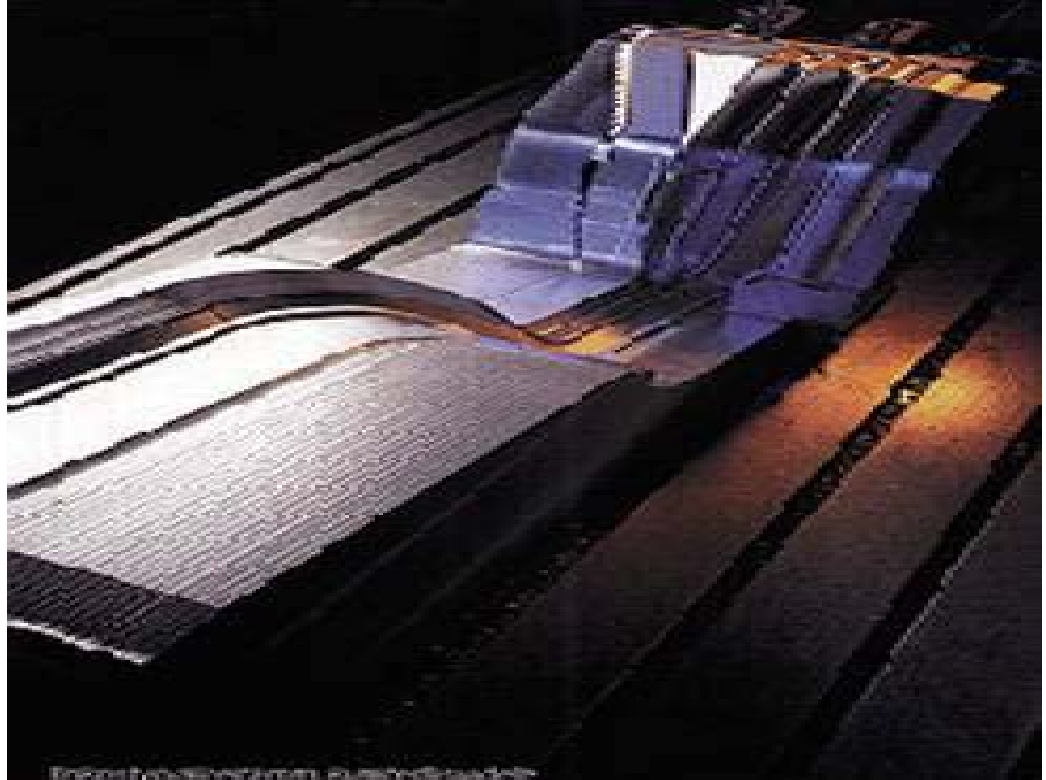
Artekno-Pur Oy on erikoistunut teknisten polyuretaanituotteiden valmistukseen. Kangasalla ja Kuusankoskella sijaitsevat tehtaot tarjoavat laajan raaka-aine valikoiman ja ammattitaidon juuri oikeaan tarpeeseen. Yrityksen oma maalaamo mahdollistaa monimuotoistenkin tuotteiden pintakäsittelyn. Tuotevalmistuksessa ovat mukana esimerkiksi moottorikelkan kateet (kuva 4).



Kuva 4. Moottorikelkka

Artekno-Metalli Oy

Artekno-Metalli Oy tarjoaa teollisuuden tarpeisiin monipuolista erikoisosaamista (kuva5) sekä joustavaa kokonaispalvelua. Artekno-Metalli Oy:n asiakkaat voivat hyödyntää myös muiden Artekno-yhtiöiden osaamista koko tuotantoketjun pituudelta aina ideasta valmiiksi tuotteeksi saakka.



Kuva 5. Alumiinimuotti

Oy RCM Harvester Ltd.

RCM Harvester on erikoistunut metsäkoneisiin, joille on tunnusomaista hyvä maastokelpoisuus, yksinkertainen ja käyttövarma rakenne sekä useissa tapauksissa koneen ohjaus kauko-ohjauksen avulla.

Kuuluisin tuote on kauko-ohjattava pienharvesteri "Harveri" (kuva 6). Kone on kehitetty metsien ensiharvennukseen ja päätehakkuihin. Koneen edullinen hankintahinta sekä hyvä tuottavuus ovat kilpailuetuja sekä työn teettäjälle että myös itse yrittäjälle.



Kuva 6. Harveri

2 TYÖN TAUSTA

Työn taustana on EU:n ympäristölainsäädäntö. EU:ssa hyväksyttiin maaliskuussa 1999 VOC-direktiivi (1999/13/EY), jolla rajoitetaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä.

Suomen kansallisessa lainsäädännössä VOC-direktiivi pantiin täytäntöön keväällä 2001 voimaan astuneella VOC-asetuksella (VNa 435/2001).

Analyysin pohjana olivat 5.8.2001 voimaantullut valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (711/2001) sekä 23.5.2001 annettu asetus orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä toiminnoissa ja laitoksissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta (VOC- päästöasetus 435/2001).

VOC-asetus määrittelee tavoitearvot eri toiminnoille ja niiden voimaantulon. Uusissa laitoksissa päästöjen on oltava 31.10.2004 alkaen alle tavoitearvon. Olemassa oleville toiminnoille päästöt saavat olla 31.10.2004 alkaen enintään 1,5 kertaa tavoitearvon ja 31.10.2007 jälkeen päästöjen on oltava alle tavoitearvon. Lupaviranomainen voi myöntää laitokselle lisäaikaa tavoitearvon saavuttamiseksi, jos liuotteettomien tai vähän liuotteita sisältävien tuotteiden kehitystyö on vielä kesken./7/

Asetus määrittelee ympäristölupa- ja rekisteröinti velvolliset yritykset, käyttäen raja-arvona toimialakohtaista liuottimen kulutusta.

Aikaisemmin liuotepäästöjen alentamiseen tähtäävät lait ovat Suomessa koskettaneet lähinnä isojen teollisuuslaitosten päästöjä. Nyt voimassa olevalla VOC-asetuksella liuottimien käyttö tulee varsin tarkkaan kontrolliin myös pienemmissä laitoksissa. Asetuksen määräykset koskevat heti uusia maalaamoja sekä vanhojen laajennuksia. Vuoteen 2007 mennessä vanhojenkin maalaamojen on täytettävä asetuksen vaatimukset./1/

VOC-asetuksen määräykset koskevat teollista maalausta, jossa haihtuvien liuotteiden kokonaiskulutus on yli viisi tonnia vuodessa (autojen korjausmaalaamoissa kynnysarvo on yli 0,5 tonnia vuodessa). Kulutukseen lasketaan kaikki maalien sisältämät liuottimet sekä ohenteet ja pesuliuottimet.

Näiden laitosten, joita VOC-asetus koskee, tulee liuotteiden käyttömäärien perusteella joko rekisteröityä tai hakea toiminnalleen ympäristölupa. Käyttömääriin perustuvat toimenpidevaatimukset on kuvattu kaaviona liitteessä 1.

Pinnoittajan, jonka vuosittainen liuotemäärä ylittää kynnysarvon viisi tonnia vuodessa, tulee lisäksi laatia niin sanottu vähentämishjelma. Se on aikataulutettu suunnitelma siitä, miten muutokset tehdään ja miten paljon liuotekäyttö sen myöten alenee. Suunnitelmassa lasketaan käytettyjen maalien kiintoainemäärän perusteella, päästäänkö tehdyillä toimenpiteillä tavoitteeseen. Liuottimien kokonaiskulutuksen sekä päästöjen tavoitearvojen laskemisesta on esimerkki liitteessä 2./1/

VOC

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, joista käytetään lyhennettä VOC, vahingoittavat kemiallisten reaktioiden kautta ilmakehää, esimerkiksi lisäävät suoraan tai välillisesti haitallisen otsonin määrää. Maalit ja lakat ovat yksi merkittävä liuotepäästöjen lähde, jota halutaan pienentää.

Haihtuvalla orgaanisella yhdisteellä tarkoitetaan sellaista orgaanista yhdistettä, jonka höyrynpaine on 20 °C:n lämpötilassa vähintään 0,01kPa tai jolla on vastaava haihtuvuus tietyissä käyttöolosuhteissa.

Määrä ilmoitetaan eri hiilivetyjen yhteenlaskettuna tonnimääränä./9/

3 LIUOTEKÄYTTÖÄ VÄHENTÄVÄT KEINOT

Liuotteiden määrää voidaan vähentää siirtymällä joko suuremman kiintoainepitoisuuden omaaviin tuotteisiin, vesiohenteisiin tuotteisiin tai jauhemaaleihin. Maalituotteen valinnan lisäksi VOC-päästöjä voidaan vähentää myös maaliyhdistelmän valinnalla sekä maalin ja pesuliuottimien kulutusta vähentävillä laitteistoilla. Siirtyminen uusiin tuoteryhmiin vaatii kuitenkin usein maalausmenetelmän ja järjestelmien uusimista maalaamoissa.

Maalauslaitteiden pienillä parannuksilla ja käyttäjien kouluttamisella tarkempaan työskentelyyn voidaan maalinkulutusta usein vähentää 10–20 %. Huolelliset työskentelytavat eivät vaadi suuria investointeja, vaan lähinnä laatukoulutusta ja motivaatiota. Nämä toimenpiteet johtavat pienempään maalin hukkaan ja siten liuotekulutuksen vähenemiseen.

Maalia tulisi yleensä ruiskuttaa pienimmällä mahdollisella paineella, jotta päästäisiin taloudelliseen lopputulokseen. Käyttämällä ruiskun lisälaitteeksi sopivaa lämmitintä maalin viskositeetti kasvaa ja painetta voidaan huomattavasti alentaa. Lämmitys vähentää näin maalin ohennustarvetta.

Maaliruiskunsuutin on hyvä vaihtaa tarpeeksi usein. Kuluneen suuttimen suutinkulma kapenee ja maalia kuluu enemmän. Esimerkiksi suuttimien kuluminen yhtä numeroa väljemmäksi kasvattaa läpivirtausta jopa 30 %. Samalla työn jälkikin huononee.

Maali ja pinnoitetuotteet on hyvä ostaa sopivan suurissa pakkauksissa. Suurempia eriä voidaan ostaa kierrätettävissä konteissa tai tynnyreissä, joiden sisältö käytetään tarkasti loppuun. Näin voidaan minimoida astioihin jäävä maalihukka.

Yksinkertainen tapa alentaa päästöjä on parantaa maalausprosessin siirtohyötysuhdetta. Mitä suurempi ohiruiskutus on, sitä suurempi on maalihukka ja liuotekulutus. Eri maalaustapojen hyötysuhteet vaihtelevat melko paljon. Korkeimmat ohiruiskutusprosentit ovat yleensä korkeapaine- ja hajotusilmaruiskutuksessa (taulukko 1)./1/

Taulukko 1 Eri maalaustapojen hyötysuhteita /1/

Maalaustapa	Hyötysuhde- %	Ohiruiskutus hukka - %
Jauhemaali, statiikka ja talteenotto	97 - 99	1 - 3
Tela	97 - 99	1 - 3
Sivellin	95 - 97	3 - 5
Valukone	95 - 97	3 - 5
Valelu	95 - 97	3 - 5
Kiekkokeskkipakostatiikka	95 - 97	3 - 5
Kello/keskipakostatiikka	90 - 95	5 - 10
Kasto	85 - 95	5 - 15
Kuuma hajotusilma, statiikka 135 kV	85 - 95	10 - 15
Kylmä air mix, statiikka 75 kV	75	25
Kuuma hajotusilma, statiikka 75 kV	75	25
Kylmä hajotusilma, statiikka 75 kV	65	35
Kuuma suurpaine	65	35
Kylmä suurpaine	55	45
Kuuma hajotusilma	50	50
Kylmä hajotusilma	40	60

3.1 High Solids (low VOC) – maalijärjestelmät

High Solids -maalien (HS) kuiva-ainepitoisuus on perinteisiä liuotemaalaa suurempi, ja koska sideaine on hyvin juoksevaa, on ohentamisen tarve yleensä pieni. Maalaamot alkoivat käyttää tällaisia maaliyhdisteitä paitsi ympäristösyistä, myös siksi, että HS-maalien avulla voidaan nopeuttaa maalaustuotantoa ja lopputulos on kuitenkin laadukas. Maalien kestävyys ja laatu vastaavat hyvin perinteisiä, alhaisen kuiva-ainepitoisuuden omaavia liuotepitoisia maaleja.

Siirtyminen High Solids -maalin käyttämiseen onnistuu yleensä ilman suurempia investointeja ja koulutustarvetta. HS-maalin käytössä voidaan käyttää samoja ruiskuja kuin perinteisessä liuotepitoisessa maalauksessakin. Kiinteämmän maalin levitys ei onnistu kuitenkaan aivan pienillä ruiskuilla. High Solids -maalit levitetään tavallista korkeammalla ruiskutusaineella, jolloin maalaaminen nopeutuu. Levityksen nopeus on hyvä ottaa huomioon, jotta maalipinnasta ei tule liian paksumu. Ylipaksut kalvot saattavat myöhemmin halkeilla maalin kokonaan kuivuttua. HS-maaleilla on vaikea aikaansaada aivan ohuita maalikerroksia. HS-maaleja ei yleensä tulisi ohentaa, jotta ei menetettäisi järjestelmän tarjoamaa liuotesäästöä. Juoksevuuutta voidaan parantaa lämmittämällä maali ennen levitystä esim. öljyvaipalla varustetussa pumppu- ja sekoituslaitteistossa.

HS-maalien käytössä maalattavan pinnan puhtaus on tärkeä. Maalin sisältämä liuote sallii jonkin verran epäpuhtauksia kappaleen pinnassa, mutta vähemmästä liuotemäärästä johtuen maalin ”pesevät” ominaisuudet ovat perinteisiä liuottimia huonompia./1/

3.2 Vesiohenteiset maalit

Vesiohenteisissa maaleissa liuotteet on korvattu lähes kokonaan vedellä. Tyypillisesti tuotteet sisältävät 5–10 % orgaanisia liuotteita kalvonmuodostuksen ja levitysominaisuuksien parantamiseksi. Kiintoainepitoisuus on yleensä 40–50 %:n tasoa. Vesiohenteiset maalit ovat yleensä turvallisia ja ympäristöystävällisiä tuotteita, joilla voidaan vähentää pintakäsittelyn liuotepäästöt 90-prosenttisesti. Aineita ei luokitella vaarallisiksi, mikä helpottaa sekä niiden varastointia että kuljetusta.

Vesiohenteisten maalien kuivumiseen vaikuttavat eniten suhteellinen kosteus, lämpötila sekä ilmanvaihto. Suhteellisen kosteuden tulisi olla 20–70 % ja lämpötilan yli 10 °C. Liian suuri kosteus hidastaa tai jopa estää kuivumista ja lisää maalin valumisherkkyyttä. Liian kuivissa olosuhteissa väri taas kuivuu nopeasti pinnalta. Pinta saattaa halkeilla, kun kalvon sisäosat kuivuvat. Hyvissä olosuhteissa tapahtuneen kalvonmuodostuksen jälkeen vesiohenteiset maalit kestävät kuitenkin hyvin vesirasitusta. Maalipinnan kiilto ja kovuus vastaa tällöin pitkälti liuoteohenteisilla maaleilla maalatun pinnan ominaisuuksia.

Vesiohenteisissa maaleissa on 50–60 % vettä. Siksi erityisesti talvella on huolehdittava, ettei maali pääse jäätymään kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Laitteiden valinnassa on myös omat vaatimuksensa. Maalin kanssa kosketuksessa olevien astioiden ja letkujen tulee olla ruostumattomasta materiaalista valmistettuja. Laitteistojen materiaalina käytetään ruostumatonta terästä tai erikoismuoveja.

Vesiohenteisten maalaustöiden paloturvallisuus on parempi kuin liuoteohenteisten: esimerkiksi hitsaus- tai muita tulitöitä ei tarvitse keskeyttää maalauksen ajaksi, eikä maalaamon sähkölaitteiden tarvitse olla Ex-suojattuja./11/ Parempi työ- ja paloturvallisuus säästää kustannuksia ja voi alentaa vakuutusmaksuja. Prosessissa voidaan yleensä melko helposti käsitellä kiintoaine kaatopaikkakelpoiseen muotoon, jolloin jätekustannukset usein pienevät merkittävästi.

Vesiohenteisiä maaleilla maalatessa kustannuksia nostaa tehokkaan ilmanvaihdon aiheuttamat energiakustannukset.

Vesiohenteiset maalit sopivat käyttökohteisiin, joissa tarvitaan ohuita kalvonpaksuuksia (<60 – 80 µm). Maalin kiintoainepitoisuus on alhainen, jolloin ruiskutettavuus on hyvä ja saadaan helposti ohuita pintoja. Vesiohenteisiä maalausjärjestelmiä on käytetty lähinnä tuotteisiin, joiden elinikä rajoittuu noin 5–10 vuoteen./1/

3.3 Sähköstaattinen maalaus

Ohiruiskutuksen maalihukkaa voidaan melko helposti vähentää sähköstaattisella ruiskulla. Siinä luodaan maalattavan pinnan ja maaliruiskun välille korkea tasavirtajännite. Sähkökentässä maali saa varauksen ja hakeutuu maadoitetun kappaleen pinnalle. Sähköstaattisella järjestelmällä voidaan aikaansaada noin 30 %:n maalinsäästö korkeapaineruiskutukseen verrattuna. Saavutettuun maalinsäästöön vaikuttavat kuitenkin maalarin työtavat ja huolellisuus. Tarkalla työskentelyllä voidaan saavuttaa jopa 30 %:a suuremmatkin säästöt, mutta käytännössä säästö voi

jäädä vain 10–15 %:iin. Tärkeätä on myös laitteiston säännöllinen huolto ja puhdistus. Sähköstaattisen maalauksen hyötysuhde korreloi negatiivisesti käytettävän maalin kiintoaineen kanssa: mitä suurempi kiintoainepitoisuus, sitä pienempi on saavutettava maalinsäästö.

Sähköstaattiset ruiskulaitteet maksavat noin 7 000 €, mutta takaisinmaksuaika voidaan laskea maalin kulutuksen pienenemisenä. Laitteiden käyttö ja huolto vaativat alussa opastuksen, mutta periaatteessa maalaustekniikka on sama kuin korkeapaineruiskutuksessa. Huomioitavaa on lähinnä alempi ruiskutuspaino ja se, että laadukkaan lopputuloksen takaamiseksi maalattava kappale on joka kerroksen osalta hyvä saada kerralla kokonaan valmiiksi.

Pienemmän maalikulutuksen lisäksi sähköstaattikan etuna on tasainen ja laadukas pinta. Hyvä kiilto ja tasaisuus aikaansaadaan varmemmin ilman maalinpölyn aiheuttamia haittoja. Kun työilmassa on vähemmän maaliumua, maalaamon lattiat ja seinät pysyvät siisteinä. Maalipistooli on korkeapaineruiskua painavampi, mutta kokonaisuudessaan työ helpottuu. Vaikeiden kappaleiden maalaus työ myös nopeutuu. Esimerkiksi reikäiset ja monimutkaiset kappaleet on edullisin maalata sähköstaattisesti./1/

3.4 Hybridijärjestelmät

Vesiohenteisten maalituotteiden asettamia teknisiä vaatimuksia pinnan esikäsitteilylle ja maalausolosuhteille voidaan vähentää käyttämällä liuoteohenteisia maaleja tai HS-pohjamaalia. Tällaisia maaliyhdisteitä kutsutaan hybridijärjestelmiksi. Kun pohjamaalaus tehdään liuoteohenteisella maalilla, alusta voidaan esikäsitellä perinteisillä liuoteohenteisilla maalausjärjestelmillä. Vesiohenteisiä maaleja voidaan myös käyttää pohjamaalina ja jatkaa liuoteohenteisella pintamaalilla. Tällaisella järjestelmällä voidaan esimerkiksi vähentää vaativiin olosuhteisiin tarkoitettujen kappaleiden märkämaalauksen liuotepäästöjä. Hybridimaalauksessa päällemaalaus on syytä tehdä huolellisesti, jotta liuotehöyryt eivät aiheuta ongelmia vesiohenteisissä maalikalvoissa tai päinvastoin.

Vaihdettaessa maalityyppiä edellisen maalin jäämät poistettava tarkasti. Siksi vesi- ja liuoteohenteisille maaleille on hyvä varata omat ruiskulaitteet. Näin vältetään työläs ja kallis laitteistopesu./1/

3.5 Jauhemaalaukset

Jauhemaalit ovat pulverimuodossa olevia maaleja. Kemiallisesti kovettuvat maalit ruiskutetaan maalattavalle metallipinnalle sähköstaattisesti. Jauhe sulaa ja verkottuu maalikalvoksi uunissa (noin 160–180 °C). Useampiin käyttösovelluksiin on saatavana sopiva jauhemaali: korroosionsuojaukseen epoksimaali, ulko-olosuhteisiin polyesterimaali. Säänkestävä lopputulos, aikaansaadaan polyuretaanimaaleilla. Jauhemaalaukseen käytetään laajasti muun muassa kodinkone-, huonekalu-, auto-, kone- ja rakennusteollisuudessa.

Jauhemaalauksessa ei sinänsä aiheudu lainkaan liuotepäästöjä, joten tuotannon liuotepäästöt muodostuvat tällöin ainoastaan mahdollisista pesuliuottimista.

Maalin kovettumisaika riippuu tuotteen sisältämien hartsien reaktiokyvystä, uunin tehosta ja suojattavien esineiden massasta.

Uunitusaika on tyypillisesti 10–25 minuuttia. Uunin polttoaineeksi suositellaan nopeaa ja edullista nestekaasua. Yhtenäisten sävyjen aikaansaaminen jauhe- ja märkämaalauksella voi olla vaikeata.

Maalaamon laitteet tulee suojata pölyräjähdysten varalta. Jauhemaalit ovat palavia, mutta eivät herkästi syttyviä materiaaleja. Ne voivat ilman kanssa muodostaa seoksen, joka riittävän sytytyslähteen vaikutuksesta saattaa syttyä palamaan.

Ruiskutuskaapin ilmastointi tulisi mitoittaa siten, että jauheen pitoisuus ilmassa on alle puolet alemman syttymisrajan arvosta.

Hankala ja aikaa vievä värinvaihto verrattuna märkämaalaukseen on etenkin aikaisemmin rajoittanut tekniikan käyttöä. Jauhemaalauksen värinvaihtoaika on yleensä 15–45 minuuttia.

Jauhemaalauksessa ohiruiskutuksen osuus on tyypillisesti kuitenkin varsin merkittävä, ja se voi nousta 40–50 %:iin. Ilman talteenottoa ja uudelleen käyttöä maalikustannukset nousevat korkeiksi.

Jauhemaalauksella aikaansaadun maalipinnan iskukestävyys on erittäin hyvä, mutta vaurion sattuessa korjaaminen on hankalaa. Ilman pohjustamista pinta ruostuu erittäin helposti vaurioituneelta kohdalta.

Jauhemaalain hinta on samaa tasoa kuin perinteisten liuotepitoisten maalien hinta. Säästöä kertyy kuitenkin pienemmästä maalihävikistä ja ohenteiden tarpeettomuudesta, jolloin jauhemaalauksella on käyttökustannuksiltaan yleensä märkämaalaukselta edullisempaa. Liuotepitoisiin maaleihin verrattuna jauhemaalauksen etuja ovat lisäksi työhygieeniset edut, automatisoinnin helppous sekä vähäinen jätemäärä, mikäli ohiruiskutettu jauhe kerätään talteen ja käytetään uudestaan./1/

4 VAIHTOEHTOISTEN MAALIJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Taulukossa 2/1/ on yhteenvetona yleinen vertailu vaihtoehtoisten maalijärjestelmien ominaisuuksista.

Jauhemaaleja lukuun ottamatta esiteltyt maaliyhdistelmät ovat yleensä liuoteohenteisia kalliimpia. Tuotannon kokonaiskustannukset eivät kuitenkaan välttämättä nouse uuden tekniikan myötä. Maalikustannukset muodostavat tyypillisesti vain noin 15–30 % maalaamon tuotannon kokonaiskustannuksista. Mahdollisuudet tuotannon nopeuttamiseen ja entistä edullisempi jätehuolto ovat monesti korvanneet uuden maalin korkeamman hinnan./1/

Taulukko 2/1/ Vaihtoehtoisten maalijärjestelmien vertailu

	HS-	Vesiohenteiset	Jauhe-	HS-paksukalvo
Keskimääräinen liuotevähennys	30 %	90 %	90 - 100 %	80 - 100 %
Ulkona tehtävä maalaustyö	xx	x	Ei käy	xx
Korroosionkestävyys	xx	xx	x	xxx
Vaikutus maalaamon työilmaan	x/-	xxx	xx	xx
Esikäsitteilyn tarve ja laatu	x	xx	x	x
Jätehuollon helpottuminen	x/-	xx(x)	xxx	x
Järjestelmämuutokseen investoinnit	Pieni	Kohtalainen/suuri	Suuri	Pieni/kohtalainen
Erilaiset tuotteet ja käyttökohteet	xxx	xx	xx	x

x melko hyvä

xx hyvä

xxx erinomainen

5 LIUOTTIMIEN TALTEENOTTO- JA POISTOMENETELMÄT

VOC-päästöjä voidaan vähentää myös erilaisilla talteenotto- ja poistomenetelmillä. Liuottimien talteenottomenetelmiä ovat tislaukset, lauhdutus, kylmäjäähdytys ja adsorptiomenetelmät. Polttomenetelmiä ovat katalyyttinen tai terminen jälkipoltto sekä hiekkapetipoltto. Puhdistusmenetelmien soveltuvuuteen vaikuttavat liuottimien lisäksi poistokaasun virtausnopeus ja liuotinainepitoisuus. Biosuodatus soveltuu parhaiten suurten virtaamien ja pienten liuotinainepitoisuuksien puhdistamiseen, kondensointi puolestaan pienten virtaamien ja suurten pitoisuuksien puhdistamiseen. Laajemman käyttöalan sovelluksia ovat poltto- ja adsorptiomenetelmät./10/

5.1 Kondensointimenetelmät

Tislaukset: Tislaukkelissa liuottimet erotetaan toisistaan niiden kiehumispisteen perusteella. Lauhduttimessa höyry kondensoituu, jolloin tuote saadaan talteen.

Lauhdutus: Lauhduttimessa kuuma poistokaasu jäähtyy, jolloin osa liuottimista tiivistyy ja ne otetaan talteen. Lauhdutinjärjestelmässä on usein kaksi lauhdutinta, joissa toisessa on vettä ja toisessa jotakin kylmäainetta kuten glykolia.

Kylmäjäähdytys: Haihtuvaa orgaanista ainetta sisältävä kuuma prosessikaasu ohjataan esijäähdytykseen, mikä voi tapahtua jäähdytyskoneistolla tai jäähdytysaineena voi olla kylmä kaasumainen tyyppi tai kylmä prosessikaasu. Päälauhduttimessa kaasu jäähtyy edelleen, kunnes se saavuttaa kondensaatiolämpötilan./10/

5.2 Adsorptiomenetelmät

Aktiivihiihliadsorberissa hiilivetykaasut sitoutuvat heikoilla sidoksilla aktiivihiihli-patjaan. Se regeneroidaan johtamalla siihen höyryä. Talteen otettu liuotin johdetaan jatkopuhdistukseen.

Polymeeriadsorberissa adsorptioaineena toimivat polyvinyylibentseenipartikkelit, joita kierrätetään adsorptiosta desorptioyksikön kautta takaisin adsorptioon. Kier-rätyksen avulla laitteiston toiminta saadaan jatkuvatoimiseksi.

Zeoliittikonsentraattorissa on zeoliittikennoston täyttämä pyörivä roottori, joka samanaikaisesti isommassa sektorissa adsorboi ja pienemmässä regeneroi puhdis-tettavaa kaasua. Huokoinen zeoliitti konsentroi ja erottaa liuotinaineet poistoil-masta jatkokäsittelyä varten./10/

5.3 Katalyyttinen poltto

Katalyyttisessä poltossa haihtuneet liuottimet poltetaan yleensä platina- tai palla-diumkatalyyttien avulla hiilidioksidiksi ja vedeksi. Klooriyhdisteiden poltossa

käytetään metallioksidikatalyyttejä. Katalyyttipeti on yleensä keraaminen mahdollisimman suuren katalyyttipinta-alan saamiseksi.

Katalyyttinen poltto tapahtuu niin alhaisissa lämpötiloissa, ettei niissä synny termisesti ilman tpestä ja hapestä typhen oksideja. Termisessä poltossa typhen oksidien syntymistä on vaikea estää./10/

5.4 Terminen poltto

Termisessä jälkipoltossa poistokaasu lämmitetään esilämmittimessä 450 °C:een ja johdetaan sieltä varsinaiseen polttimeen. Polttimen lämpötilaan vaikuttaa poistokaasun koostumus. 750°C riittää useimmille komponenteille. Kaasut viipyvät polttimessa 0,3–0,6 sekuntia. Syntyvä lämpöenergia voidaan hyödyntää reaktorin jälkeisessä lämmönsiirtimessä./10/

5.5 Hiekkapetipolttto

Hiekkapetipoltossa hiekkapetin keskelle sijoitettujen sähkökierukoiden avulla petin lämpötila säädetään haluttuun lämpötilaan. Puhdistettava ilma virtaa petin läpi pieniä kanavia pitkin, jolloin kontaktipinta-ala hiekan kanssa on mahdollisimman suuri. Vaihtamalla poltettavan ilman kiertosuuntaa voidaan kylmällä liotinpitoisella ilmalla jäähdyttää ja kuumalla poistoilmalla lämmittää petiä, jolloin sen lämpötila pysyy vakiona./10/

5.6 Kaasupesuri

Kaasupesurissa kaasu- ja nestevirrat kulkevat kolonnissa vastakkain. Pesuliuos syötetään kolonnissa yläosaan ja poistetaan alhaalta. Kaasuvirta syötetään alhaalta ja poistetaan ylhäältä. Kolonnin täytekappaleet estävät suorat virtaukset ja saavat nesteen ja kaasun läheiseen kosketukseen, jolloin liottimet siirtyvät absorptiossa kaasufaasista nestefaasiin./10/

5.7 Biologiset puhdistusprosessit

Biologisia puhdistusprosesseja ovat biosuodatus ja biopesu. Biosuodatuksessa puhdistus tapahtuu suodatinpesissä. Liuottimia sisältävien kaasujen biopuhdistuksessa käytetään biopesureita, joissa kaasumaiset epäpuhtaudet absorboidaan veteen, minkä jälkeen ne hajotetaan bioreaktorissa./10/

6 ARTEKNO-PUR OY

Tässä luvussa käydään läpi niitä mahdollisuuksia, joita Artekno- Pur Oy:llä on tuotannollisesti järkevää ja taloudellisesti kannattavaa toteuttaa vähentääkseen VOC- päästöjä. Tässä luvussa käsitellään myös laskentamallit, joihin VOC- päästöt pohjautuvat.

Luvussa 3 käsiteltyihin maalin ohiruiskutukseen liittyvät asiat ja maalaustapojen kautta tulevat liuotepäästöjen vähennykset ovat Artekno-Pur Oy:llä hallinnassa hyvin koulutettujen maalareiden ja robottimaalaamon ansiosta. Säästöjä tuo myös parasta mahdollista laatua olevat työvälineet.

Luvussa 3.1 High Solids -maalin (HS) käyttöönoton myötä on pystytty vähentämään liuotepäästöjä. Näiden HS-tuotteiden käyttö on selvästi lisääntynyt ja korvannut aiemmin liuotepitoisempia maaleja. Tikkurila on toimittanut myös markkinoille uuden SC -sarjan maalin, jossa liuotinpitoisuus on alhainen.

Luvussa 3.2 vesiohenteisten maalien kohdalla Artekno-Pur Oy:llä ollaan tekemässä testejä sekä tutkimassa kuinka paljon vesiohenteistenmaalien käyttöön siirtyminen maksaa.

Luvussa 3.3 sähköstaattisen maalauksen ohiruiskutuksen maalihukkaa voidaan melko helposti vähentää sähköstaattisella ruiskulla. Tätä maalauksen tapaa ei voida toteuttaa Artekno-Pur Oy:ssä, koska maalattavat tuotteet ovat polyuretaania, joten ei pystytä luomaan sähkökenttää maaliruiskun ja maalattavan kappaleen välille. Polyuretaani toimii paremmin eristeenä kuin johtimena.

Luvussa 3.4 hybridijärjestelmien kohdalla on syytä miettiä järjestelmän käyttöönottoa, koska vaikeutena on maalijärjestelmien pesu ja puhtaanapito. Useimmin liuotepohjaisten ja vesiohenteisten maalien pesuun laitteistosta ja ruiskuista tarvitaan omat liuottimet. Tämä hankaloittaa ja hidastaa maalausprosessia, sekä nostaa maalaamoiden ylläpitokustannuksia.

Luvussa 3.5 jauhemaalaus joudutaan myös sulkemaan pois mahdollisista vaihtoehtoista, koska siinä pulveri saadaan maalattavalle pinnalle sähköstaattisesti. Ongelmana on myös jauheen sulattaminen uunissa. Lämpötila joudutaan nostamaan 160–180 °C. Näin korkea lämpötila aiheuttaa joissakin polyuretaanikappaleissa vääntymiä ja muodonmuutoksia, jotka eivät ole hyväksyttäviä.

Luvussa 5 käsiteltävät liuottimien talteenotto- ja poistomenetelmien kohdalla Artekno- Pur Oy:ssä on käytössä kohdassa 5.1 esitelty tislusmenetelmä pesu- ja puhdistusliuottimille. Muut savukaasupesurit tai jätteenpolton mahdollistavat kattilat samoin kuin VOC- päästöjen absorbointi, pesu, poltto, suodatus tai kondensointi, ovat menetelminä kustannuksiltaan täysin poissuljettuja vaihtoehtoja.

Laskentamallit

Artekno-Pur Oy:llä on mahdollisuus valtioneuvoston asetuksen 435/2001 mukaan valinnaisesti noudattaa kahta erilaista laskentamallia liuotepäästöjen vähentämiseksi. Orgaanisten yhdisteiden poistokaasujen päästöt eivät saa kuitenkaan ylittää asetuksen määräämää arvoa.

Laskentamalli 1

Laskentamalli perustuu VNA 435/2001 6 § mukaiseen päästöraja-arvolaskelmaan. Asetuksessa on määritettyinä milligrammoina orgaanista kokonaishiiltä (mg C) normaalikuutiometrissä (Nm³) ja hajapäästöt määritettyinä prosentteina (%) käytetyistä liuottimista tai kokonaispäästöt määritettyinä tuoteyksikköä kohden tai prosentteina käytetyistä liuottimista.

29.6.2005 Artekno-Pur Oy:n toimesta AX-suunnittelu on käynyt tekemässä asetuksen mukaiset mittaukset Aakkulantie 46 ja Aakkulantie 52 sijaitsevilla tuotantolaitoksissa. (liite 3)

Päästöraja-arvolaskelmaa on myös kriittisesti kommentoitu Tikkurila Coatings Oy:n julkaisemassa Ruutu asiakaslehdessä 33/2005.

Asiakaslehdessä tekninen asiamies Pasi Martikainen kirjoittaa, että poistokaasumittauksista ei ole lisäarvoa. Merkittävänä havaintona oli, että poistokaasujen raja-arvot (75 mg/m³) ylittyvät ruiskutusvyöhykkeellä, vaikka yrityksellä on käytössä ainoastaan vesiohenteisia pintakäsittelyaineita. Vesiohenteisten pintakäsittelyaineiden apuliuotteet riittävät ylittämään poistokaasuille asetetut raja-arvot. Tällä perusteella poistokaasumittauksista ei ole saatavissa paljoakaan lisäarvoa. Vähennyssuunnitelmia tehtäessä tulisi keskittyä päästömittausten asemasta ainetaseeseen perustuvaan päästölaskentaan. /2/.

Edellä mainittua kritiikkiä vahvistaa myös Artekno-Pur Oy:ssä suoritettu raja-arvomittaus, jossa on havaittavissa ruiskutusvyöhykkeellä huomattavasti korkeammat liuotinainepitoisuudet (liite 3).

Laskentamalli 2

Laskentamalli perustuu VNA 435/2001 8 § mukaiseen päästöjen vähentämisohjelmaan laskelmaan. Asetuksessa on määrätty, että toiminnanharjoittaja voi laatia laitospäätöjen vähentämisohjelman, jota on noudatettava. Tällöin laitoksen tulee vähentää päästöjään vähintään yhtä paljon, kuin jos noudatettaisiin 6 §:n raja-arvoja.

Vähentämisohjelmassa määritetty päästöjen tavoitearvo voidaan saavuttaa vaiheittain. Artekno-Pur Oy noudattaa olemassa olevan laitoksen päästösuunnitelmaa, eli päästöt saavat olla enintään 1,5 kertaa tavoitearvon suuruiset 31 päivästä lokakuuta 2004 ja enintään tavoitearvon suuruiset 31 päivästä lokakuuta 2007.

Päästöjen vähentämishjelmaan liittyvissä laskelmissa käytetyt vuosittainen vertailupäästö (ARE) ja päästöjen tavoitearvo (TE) ovat esiteltyinä liitteessä 2. / VNA 435/2001.

7 SUORITETUT KOKEET JA LASKELMAT

Artekno-Pur Oy:ssä suoritettavat laskelmat perustuvat luvussa 6 esiteltyyn laskentamalli 2. Erikseen on suoritettu myös laskelman 1 mukainen päästöraja-arvolaskelma (liite 3).

Artekno-Pur Oy:n tehtaat on jaettu kahteen itsenäisesti toimivaan yksikköön.

Aakkulantie 46 ja Aakkulantie 52. Lähtötilanteessa vuonna 2003 Aakkulantie 46 tehtaalla vuosittainen vertailupäästö (ARE) ja päästöjen tavoitearvo (TE) on esiteltyinä liitteessä 4. Aakkulantie 52 tehtaalla laskelma liitteessä 5. Laskelmien mukaisesti Artekno-Pur Oy:llä on ollut lokakuussa 2004 päästöt lakipykälien sallimissa rajoissa. Laskelmat vuodelta 2005 ovat esiteltyinä liitteessä 6 ja 7.

Lokakuusta 2007 lähtien Artekno-Pur Oy:n mahdollisuudet toimia lakipykälien sallimissa rajoissa on esitelty loppupäätelmässä ja yhteenvedon liitteessä 8 ja 9.

Liitteissä 10, 11, 12, 13 on eriteltyinä laskelmat VHS/SC-sarjan maalin ja hybridijärjestelmän vaikutuksista liuotinainepäästöihin. Hybridijärjestelmässä käytetään vesiohenteisia ja liuotinohenteisiä maaleja.

8 VERTAILU

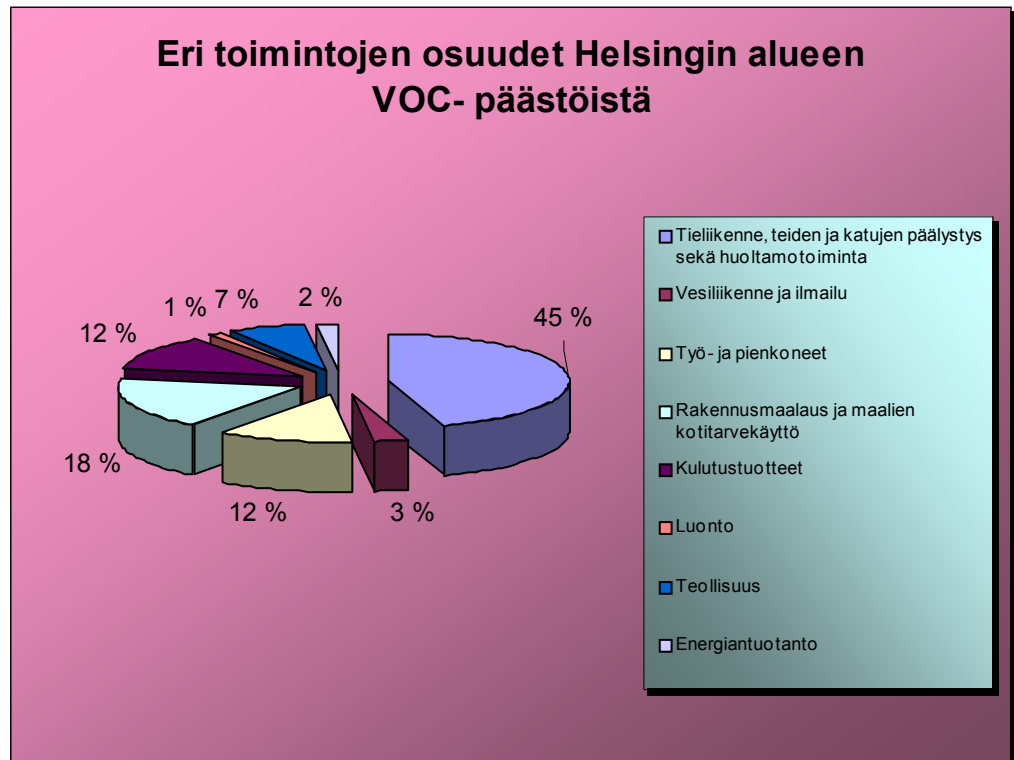
Vertailukohteeksi otin Helsingin alueen VOC-päästöt vuosilta 1998–1999. Yleisellä tasolla vertaillaessa voidaan sanoa, että teollisuuden VOC-päästöt (7 %) ovat pieni osuus kokonaisuudesta. Huomattavaa on tieliikenteen 45 %:n ja rakennusmaalauksen ja maalien kotitarvekäytön 18 %:n osuudet. Tieliikenteen ja sen oheistoimintojen osuus VOC-päästöistä on varsin hallitseva, kun työkoneistakin tuntuva osa palvelee liikennettä. Ilmailuun on Helsingin alueen ilmatilan päästöistä laskettu vain Malmin kentän lentoliikenteen osuus, ei reittikoneiden aiheuttamia päästöjä.

Yllättävää on myös kulutustuotteiden 12 %:n osuus, johon luetellaan muun muassa henkilökohtaiset hygieniatuotteet, kotitalouksien ja yleisten tilojen puhdistusaineet, konttoritarvikkeet ja sairaanhoitotuotteet. Alla on taulukossa 3 nähtävillä eri toimintojen päästöt Helsingissä vuosina 1998- 1999.

Kuvassa 7 taulukon tiedot on esitelty kaaviona. Siinä luonnon osuus on pieni, koska Helsingin pinta-alaan suhteutettuna metsien osuus on pieni ja tässä kaaviossa metsien VOC-päästöiksi arvioitiin 72 tonnia vuodessa. Koko Suomen alueella suurin yksittäinen hiilivetyjen tuottaja on metsä./10 /

Taulukko 3/10/ Ihmistoiminnasta peräisin olevat VOC- päästöt

Ihmistoiminnasta peräisin olevat hiilivetyjen	
(VOC) vuosipäästöt Helsingissä 1998 - 1999	
Toiminta	Päästöt, tonnia vuodessa
Teollisuus	489
Energiantuotanto	141
Ajoneuvoliikenne	2 493
Katujen päällystys	200
Bensiinin jakeluasemat	440
Työ- ja pienkoneet	800
Laivaliikenne	24
Huviveneily	150
Ilmailu	4
Rakennusmaalaus ja yksityiskäyttö	1 220
Kulutustuotteet	825



Kuva 7/10/ Eri toimintojen osuudet Helsingin alueen VOC-päästöistä

9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Artekno-Pur Oy:llä on käytännössä kolme mahdollisuutta tavoittaa syksyllä 2007 voimaan astuvat tavoitearvot liuotinpäästöissä.

1. VHS/SC-sarjan maali
2. Hybridijärjestelmä
3. Vesiohenteisiin maaleihin siirtyminen

Liitteessä 8 on yhteenvetona vuoden 2003 lähtötilanteesta vuoden 2007 mahdollisuuksiin liuotinpäästöjen vähentämiseksi Aakkulantie 46 ja liitteessä 9 Aakkulantie 52–54 tehtaan osalta.

Näihin edellä mainittuihin vaihtoehtoisiiin järjestelmiin ei pystytä suoraan vaihtamaan. Uusien järjestelmien ja maalien käyttöönotto vaatii testaamista ja tuotantoon soveltuvuutta mittaavia kokeita, ennen kuin ne voidaan ottaa käyttöön. Hybridijärjestelmät ja vesiohenteiset maalit vaativat muutoksia maalausprosessin osalta.

Vesiohenteisiä maaleja tullaan testaamaan tammikuussa 2007. Kuitenkin näkisin, että paras kolmesta edellä mainituista vaihtoehtoista olisi vesiohenteisiin maaleihin siirtyminen. Tulevaisuudessa kuitenkin maalinvalmistajien täytyy lopettaa liuotinpohjaisten maalien valmistaminen, mikä on maalin käyttäjänkin syytä ottaa huomioon. Liuotinpohjaisia maaleja saa valmistaa / toimittaa vielä vuoteen 2013 asti /10/.

Osaltaan myös asiakkaan vaatimukset maalipinnan ja sen kestävyuden osalta ovat vaikuttavia tekijöitä tehtäessä päätöksiä maalausprosessiin liittyvissä asioissa. Huomattavaa on myös Aakkulantie 46:n osalta irrotusaineiden suuri liuotinpitoisuus. Irrotusaineiksi on tulevaisuudessa syytä etsiä parempia ja ympäristöystävällisempiä ratkaisuja.

Muut savukaasupesurit tai jätteenpolton mahdollistavat kattilat samoin kuin VOC-päästöjen absorbointi, pesu, poltto, suodatus tai kondensointi on menetelminä kustannuksiltaan täysin poissuljettuja vaihtoehtoja. Lupaviranomainen voi myöntää laitokselle lisäaikaa tavoitearvon saavuttamiseksi, jos liuotteettomien tai vähän liuotteita sisältävien tuotteiden kehitystyö on vielä kesken./8/

Maalin elinkaari on osoittautunut sitä lyhyemmäksi, mitä ympäristöystävällisempiä liuotin- ja sideaineita käytetään. Ympäristön kannalta paras valinta ei olekaan maalin vähäpäästöisyys vaan tuotteen liuotinpäästöt sen elinkaaren aikana.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Mona Arnold: VOC-päästöjen vähentäminen maalauksessa – esimerkkejä metalliteollisuudesta. Tekninen tiedotus 4/2002, Metalliteollisuuden Kustannus Oy
- 2 Tikkurila Coatings asiakaslehti nro. 33/2005

Painamattomat lähteet

- 3 Pinta 2006 messut / Seminaari / Pintakäsittelijän uusimmat haasteet 2007. Helsingin messukeskus. 25.- 28.4.2006
- 4 KW- Filter Oy. Edustajan käynti / haastattelu 8.8.2006
- 5 Tikkurila Oy. Maaliedustajan käynti / haastattelu 14.8.2006
- 6 Colornet Oy. Maaliedustajan käynti / haastattelu 24.8.2006

Sähköiset lähteet

- 7 Euroopan unionin ilmansuojelupolitiikka ja – lainsäädäntö. [www-sivu]. [viitattu 13.4.2006] Saatavissa: http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/fi/com/2002/com2002_0750fi01.doc
- 8 Valtioneuvoston asetus 435/2001. [www-sivu]. [viitattu 13.4.2006] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010435>
- 9 Kemianteollisuus ry. [www-sivu]. [viitattu 10.4.2006] Saatavissa: <http://report.chemind.fi/haihtuvatorgaanisetyhdisteet>
- 10 Haihtuvien hiilivetyjen (VOC) vuosipäästöt Helsingissä 1998–1999. Olavi Lyly, Vanessa Riki ja Vesa Syrjälä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 9/2000. [www-sivu]. [viitattu 26.6.2006] Saatavissa: http://www.hel2.fi/ymk/julkaisut/julkaisut2000/julkaisu09_00.pdf

- 11 Atex räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus. Turvatekniikan keskus. Sosiaali- ja terveysministeriö, työsuojeluosasto. [www-sivu]. [viitattu 29.9.2006] Saatavissa:
http://www.tukes.fi/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/atex_rajahde_opas.pdf