

Vili Suorsa

**KUUMANESTEKATTILAN AJOTAVAT JA
TYÖOHJEPÄIVITYKSET**

KUUMANESTEKATTILAN AJOTAVAT JA TYÖOHJEPÄIVITYKSET

Vili Suorsa
Opinnäytetyö
Syksy 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, energiatekniikka

Tekijä: Vili Suorsa

Opinnäytetyön nimi: Kuumanestekattilan ajotavat ja työhjepäivitykset

Työn ohjaaja: Jukka Ylikunnari

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2014 Sivumäärä: 37+ 2 liitettä

Työ on tehty Arizona Chemical Oy:n toimeksiannosta. Työn aiheena oli kuumanestekattilan ajotavat ja työhjepäivitykset. Työn tavoitteena oli selvittää parhaat ajotavat ja päivittää työhjeet siten, että ne kattavat ylösajon, normaalikäynnin, häiriötilanteet sekä alasajon.

Työ sisälsi kuumanestelaitoksen työhjeiden päivityksen sekä ajoarvotaulukon laatimisen. Työ aloitettiin tutustumalla vanhaan työhjeeseen, minkä jälkeen se käytiin läpi operaattoreiden kanssa. Tämän jälkeen vanhat tiedot korvattiin uusilla. Työssä käytettiin hyväksi operaattoreiden kymmenien vuosien aikana karttunutta ammattitaitoa kuumanestelaitoksesta. Ohjeiden valmistuttua operaattorit koulutettiin päivitetyillä työhjeillä. Lopuksi ohjeet julkaistiin Azdoc-tietokannassa.

Työn tuloksena saatiin ajoarvotaulukko ja päivitetyt työhjeet. Työhjeet sisälsivät laitoksen ylösajon, alasajon, kattilanpesuohjeet, difenyylikierron toimintakuvauksen, poltinlaitteiston toimintakuvauksen, kattilan käynnistys- ja sammutusohjeet sekä tietoa difenyylin ominaisuuksista. Ohjeita käytetään ensisijaisesti uusien työntekijöiden koulutuksessa ja kuumanestelaitoksen erikoistilanteissa.

Asiasanat: ajotapa, ylösajo, normaalikäynti, alasajo, työhje, operaattori, tietokanta, kuumanestelaitos

ALKULAUSE

Haluan kiittää Arizona Chemical Oy:tä sen tarjoamasta mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö. Lisäksi haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita aktiivisesta asenteesta. Kiitokset myös ohjaavalle opettajalle lehtori Jukka Ylikunnarille sekä kielenhuollossa auttaneelle lehtori Tuija Juntuselle.

Oulussa 21.11.2014

Vili Suorsa

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	8
2 KUUMANESTELAITOS	9
2.1 Kattila	9
2.1.1 Poltin	10
2.1.2 Sytytyspoltin	12
2.1.3 Ilman esilämmitin (LUVO)	13
2.1.4 Polttoilmapuhallin	14
2.1.5 Savupiippu	15
2.1.6 Nuohoimet	15
2.2 Difenyylikierto	16
2.2.1 Kattilan kiertopumput	17
2.2.2 Difenyylin runkokierto-pumput P-903 ja P-904	18
2.2.3 Difenyylin täyttöpumput P-908 ja P-909	19
2.2.4 Difenyylin paisuntasäiliö V-910	20
2.2.5 Difenyylin varastosäiliö V-906	21
2.2.6 Paineen ylläpito laitteet	22
2.3 Difenyyli	22
2.4 Raskas polttoöljy	24
3 PALAMINEN	26
3.1 Nestemäisten polttoaineiden palaminen	27
3.2 Palamisreaktiot	29
3.3 Palamisilmantarve	30
3.4 Savukaasujen koostumus	31
3.5 Palamisessa syntyvät haitalliset päästöt	34
4 TOIMIVAN TYÖOHJEEN LAATIMINEN	35
4.1 Työohjeen valmistelu	35
4.2 Rakenne	35
4.2.1 Nimi ja otsikko	35
4.2.2 Sisällysluettelo	35
4.2.3 Johdanto	36
4.2.4 Väliotsikot	36

4.2.5 Kuvat	36
4.2.6 Varoitukset	36
5 TYÖOHJEPÄIVITYKSET	37
6 AJOTAVAT	38
7 YHTEENVETO	39
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Kuumanestelaitoksen käyttöohjeet	

SANASTO

Difenyyli= kuumaöljy, difenyyli-difenyylioksidin seos

Luvo= ilman esilämmitin

POR= raskas polttoöljy

P=pumppu

V= säiliö

Operaattori= mäntyöljytislaamon työntekijä

1 JOHDANTO

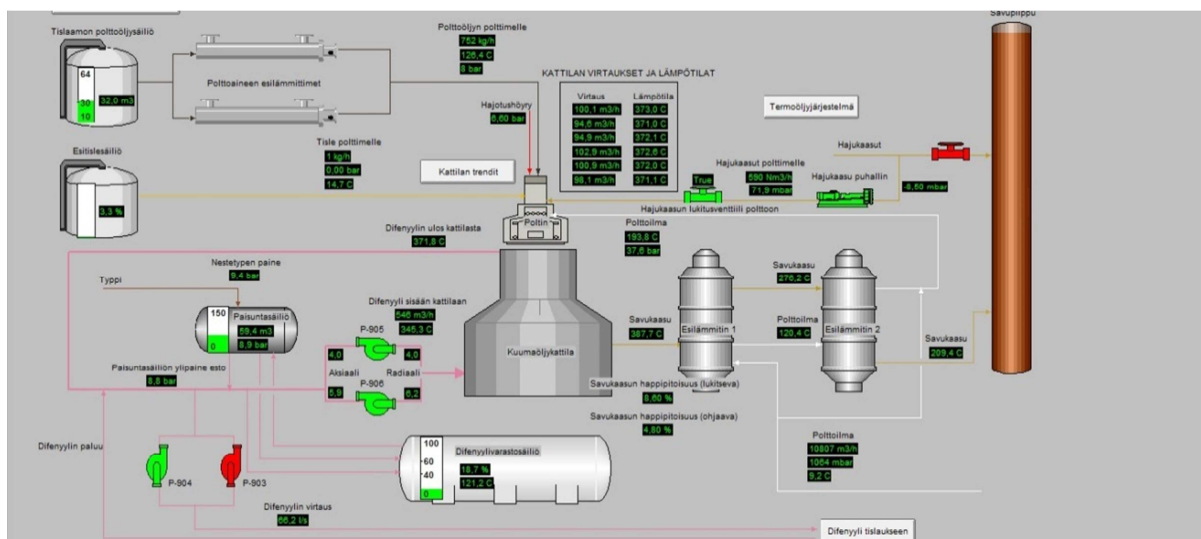
Arizona Chemical Oy:n Oulun tehdas jalostaa raakamäntyöljyä, jonka päätuotteita ovat mäntyöljystä jalostetut rasvahapot, mäntyöljy, hartsit ja mäntypiki. Käyttökohteita ovat muun muassa maalit, liimat, voiteluaineet, autonrenkaat, painovärit, kosmetiikka ja puhdistusaineet. Oulun Nuottasaaren tehdas on aloittanut toimintansa 1940-luvulla, ja se työllistää nykyisin noin 85 henkilöä. (1.)

Tehtaalla on käytössä kuumanestekattila, jolla tuotetaan mäntyöljytislaamon tarvitsema energia. Palamisesta syntyvä energia siirretään lämmönsiirtonesteeseen, joka on difenyyli-difenyylioksidin seos. Difenyyliä kierrätetään kattilan läpi, jossa sen lämpötila nousee. Kierrätyslinjasta lähtee runkolinja tislaamolle. Runkokierrosta otetaan energiaa eri kohteisiin tarpeen mukaan lämmönsäätöpiireillä. (2, luku 2.7.)

Tässä opinnäytetyössä haetaan parhaat ajomallit kuumanestekattilan käyttöön ja päivitetään työohjeistus siten, että se kattaa ylösajon, normaalikäynnin, häiriötilanteet ja alasajon. Tavoitteena on saada aikaan päivitetty työohjeet, ja lopputuloksena uusi koulutusmateriaali operaattoreille. (Liite 1.)

2 KUUMANESTELAITOS

Työn kohteena oleva laitos on kuumaöljykattila, jota käytetään difenyylin kuumentamiseen prosessilämpötilaan. Difenyyliä kierrätetään kattilan läpi kiertopumpuilla P-905 ja P-906. Kierrätyslinjasta lähtee runkolinja, josta otetaan energiaa tarpeen mukaan lämmönsäätöpiireillä. Säättöpiirin automaattiventtiili päästää kylmää öljyä runkokierron paluulinjaan, ja yksikköihin tulee tilalle kuumaa öljyä runkokierron tulolinjasta lämmöntarpeen mukaan. (2, luku 2.7.) Kuvassa 1 difenyylinjat on merkitty punaisella.



KUVA 1. Kuumanestelaitoksen kattilakuva (3, luku 4.6)

2.1 Kattila

Kattila on laite, jolla lämmitetään väliainetta polttoaineen palamisesta vapautuvalla energialla. Lämpöä käytetään hyväksi muun muassa teollisuusprosesseissa. Kattiloita käytetään muutamasta kilowatista aina kymmenien megawattien lämpötehoihin saakka. Lämmöntuotannon yhteyteen voidaan rakentaa sähköntuotantolaitteisto, jolloin käytetään höyrykattilaa ja höyryturbiinia. (4.)

Kuvassa 2 on Arizona Chemical Oy:llä käytettävä Bertrams Heatecin valmistama kattila, jossa poltetaan raskasta polttoöljyä. Kattilan maksimi nettoteho on 15 MW.



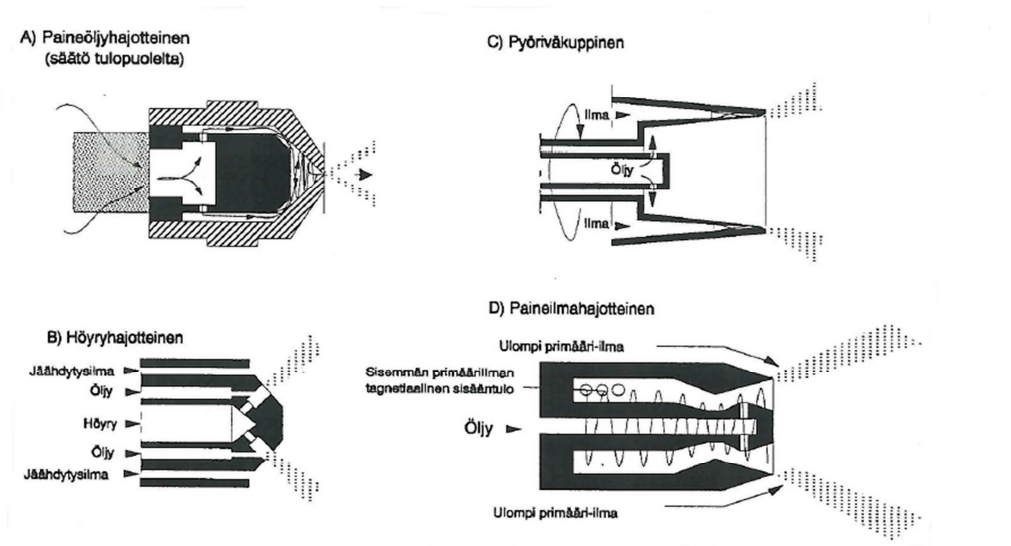
KUVA 2. Kuumanestekattila

2.1.1 Poltin

Polttimessa nestemäinen öljy muutetaan hienojakoiseksi sumuksi. Näin saadaan aikaan sellainen öljyn ja ilman seos, jossa palaminen on mahdollisimman täydellistä. (5.) Pisanan palamisaika kasvaa suhteessa pisanan halkaisijan toiseen potenssiin, joten sumutuksen onnistuminen on täydellisen palamisen kannalta ensiarvoisen tärkeää (7, s.129). Polttimet voidaan jakaa säätötapojensa mukaan yksi-, kaksi- tai kolmitiepolttimiin, joissa on useampia suuttimia sumutukseen. Kolmas vaihtoehto on portaattomasti säätävät eli moduloivat polttimet. (6.)

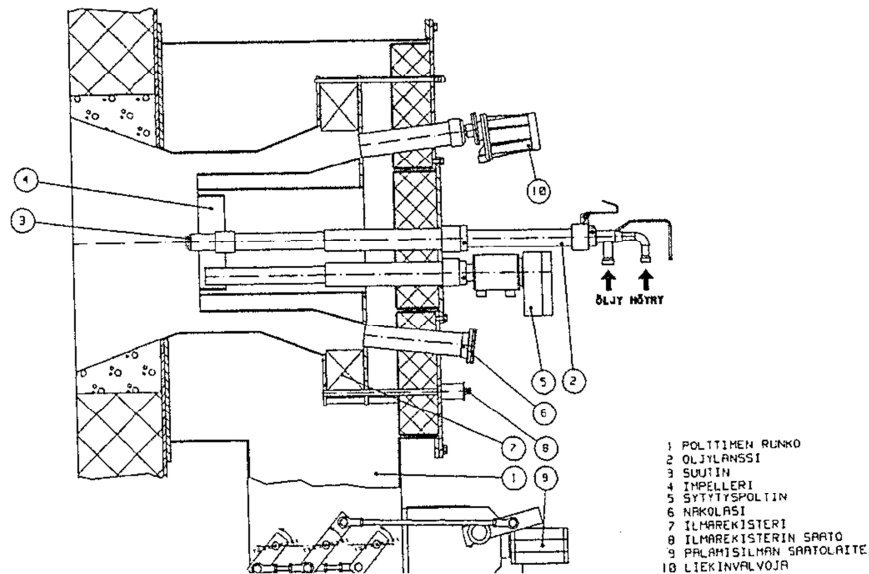
Öljypolttimet voidaan jakaa kolmeen luokkaan sumutusperiaatteen mukaan paineöljy-, pyörivä- ja väliainehajotteisiin polttimiin. Eri hajotusperiaatteilla toimivista polttimista höyry- ja ilmahajotteiset ovat yleisimpiä voimalaitoskattiloissa. Pyöriväkuppista poltinta käytetään raskaan öljyn polttoon pienissä, lähinnä tulitorvi ja tuliputkikattiloissa. Paineöljyhajotteisia polttimia

käytetään pienkattiloissa sekä kevyen että raskaan öljyn polttoon. (7, s.129.)
 Kuvassa 3 on kuvattu neljän polttinmallin öljynhajotusperiaatteet.



KUVA 3. Öljypolttimien öljynhajotusperiaatteita (7, s. 129)

Kattilassa on Elcon valmistama RDP 70 GSS-ED höyryhajotteinen täysin automaattinen poltin. Tämän hajotustavan suosio perustuu hyvään palamistulokseen myös kaikkein raskaimmilla öljylaaduilla. (7, s. 134.)
 Polttimella voidaan polttaa myös tislusjäämiä, mutta tällä hetkellä on käytössä pelkkä raskas polttoöljy. Lisäksi voidaan polttaa kahta satunnaista prosessikaasua laimeita ja väkeviä hajukaasuja. (3, s. 4.)
 Polttimen pääosat ovat ilmakaappi, öljylanssi, sytytyspoltin, liekinvalvontalaitteet, palamisilman säätöpellit ja näkölasi (7, s. 135). Kuvassa 4 on poikkileikkaus höyryhajotteisesta raskasöljypolttimesta.



KUVA 4. Höyryhajotteinen raskasöljypoltin (7, s. 134)

Oleellisena osana polttinlaitteisiin kuuluu myös liekinvalvontalaitteet.

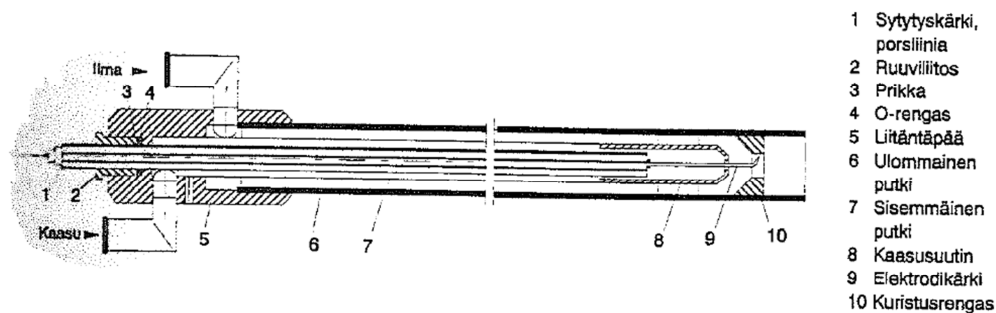
Öljypolttimien liekinvalvonta hoidetaan valokennoin. Valokenno ottaa vastaan liekistä lähtevän valoaalloon ja muuttaa sen sähköiseksi varaukseksi, joka vahvistettuna pitää auki polttoainelinjassa olevaa magneettiventtiiliä. Jos polttin sammuu, katkeaa myös magneettiventtiiliä auki pitävä virtapiiri, jolloin polttoaineen virtaus kattilaan katkeaa. (7, s. 137.)

2.1.2 Sytytyspoltin

Polttin käynnistetään sytytyspolttimen avulla. Sytytyspolttimia on nestekaasu- ja kevytöljykäyttöisiä. Sytytyspolttimen liekistä vapautuva lämpö sytyttää polttimen pääpolttoaineen palamaan, minkä jälkeen sytytyspoltin sammuu. (7, s. 137.)

Arizonalla on käytössä kaasutoiminen sytytin, joka on varustettu liekinvalvontaionisaatiosauvalla. Polttoaineena toimii propaani, joka johdetaan polttimelle painesäätäjällä ja pikasulkuventtiileillä varustetusta linjasta. (8, s. 18.)

Kuvan 5 mukaisessa sytyttimessä on kaksi sisäkkäistä putkea, joita pitkin kaasu ja ilma johdetaan sekoitusalueelle. Sekoitusalue sijaitsee juuri ennen sytytys Elektrodeja ja polttimen kuristusrengasta. (7, s. 137)



KUVA 5. Kaasukäyttönen sytytyspoltin (7, s. 137)

2.1.3 Ilman esilämmitin (LUVO)

Ilman esilämmitin lämmittää nimensä mukaisesti ilmaa ennen jotakin toista prosessia parantaen näin prosessin energiatehokkuutta ja säästäten samalla kustannuksia. Voimalaitoskäytössä kattilan tarvitsemaa palamisilmaa esilämmitetään joko höyryllä tai kuumalla vedellä. Kiinteän polttoaineen kattiloissa käytetään palamisilman esilämmittimiä. Esilämmityksellä saadaan nopeutettua palamista, kuivattua polttoainetta ja tehostettua polttoaineen syttymistä. (9.)

Rekuperatiivisessa ilman esilämmittimessä lämpö siirtyy lämmönsiirtopinnan läpi kuumemmasta kylmempään ainevirtaan, eli savukaasuista ilmaan. Rekuperatiiviset esilämmittimet voidaan jakaa teräsputkisiin, valurautaisiin ja lasiputkisiin esilämmittimiin. (7, s. 197.)

Arizonalla on käytössä kaksi Bertrams Heatecin valmistamaa teräsputkiluvoa. Palamisilman esilämmittimet on valmistettu kuumankestävästä teräksestä, ja niissä on viidellä kehällä yhteensä 400 lämmönsiirtoputkea, joiden pituus on 3 197 mm ja halkaisija 42,4 x 2,6 mm. Kokonaislämmönsiirtopinta-ala on 168 m². Ilmavirtaa ohjaa kolme ohjainlevyä, joiden paksuus on 3 mm. Kuvassa 6 näkyy luvon teräsputkirakenteet.



KUVA 6. Luvon teräspuhtakirakenteet

2.1.4 Polttoilmapuhallin

Kattilalaitoksissa puhaltimia tarvitaan esimerkiksi savukaasujen poistamiseen, kattilan palamisilmojen ja leijukerroskattilan leijutusilmojen puhaltamiseen sekä kiinteän polttoaineen pneumaattiseen kuljettamiseen. Sekundääri-ilmapuhaltimen tuottamaa ilmaa käytetään käynnistyspolttimissa, kiinteän polttoaineen tulipesään syötössä ja kuormapolttimissa. (7, s. 241.) Kuvassa 7 näkyy Arizona Chemical Oy:llä käytettävä polttoilmapuhallin.



KUVA 7. Polttoilmapuhallin

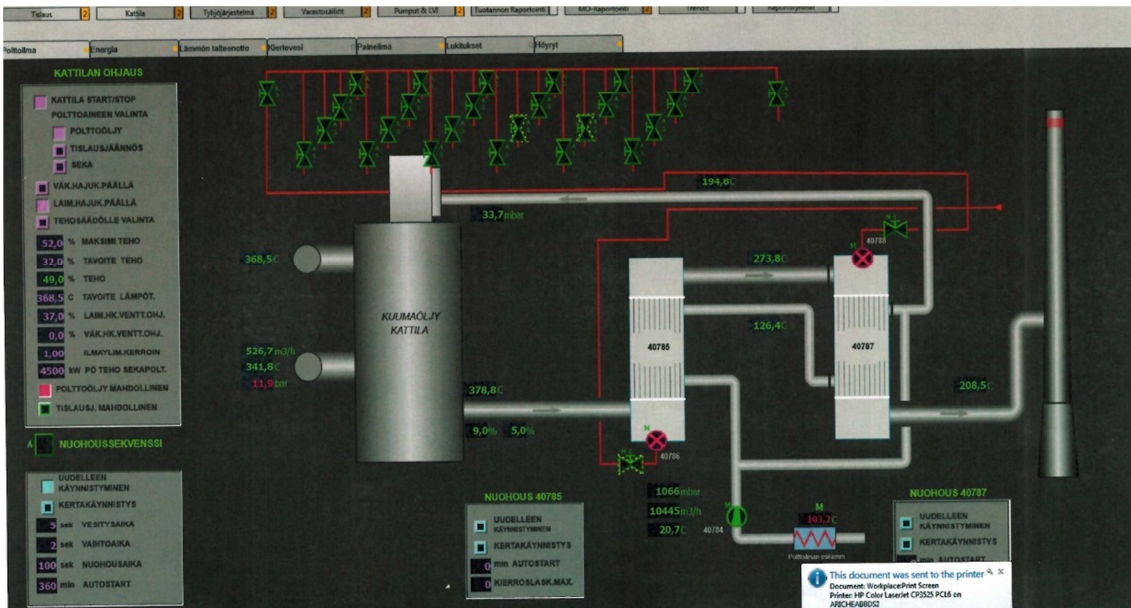
2.1.5 Savupiippu

Savupiipun tehtävänä on synnyttää tarvittava veto kattilaan sekä savukaasuemissioiden ohjaaminen riittävän laajalle alueelle. Kattilalaitoksen koko vaikuttaa savupiipun rakenteeseen. (7, s. 248.)

2.1.6 Nuohoimet

Jos kattilan lämpöpinnat ovat likaiset, aiheuttaa se lämmönsiirron heikentymistä ja huonontaa kattilan hyötysuhdetta. Lämpöpintoihin tarttunut lika kasvattaa savukaasun virtausvastusta, mikä puolestaan nostaa omakäyttötehoa. (7, s. 214.)

Kattilan lämpöpintojen puhdistukseen on seuraavanlaisia nuohointityyppejä puhallusnuohoimet, vesipesulaitteet, kuulanuohouslaitteet, mekaaniset ravistuslaitteet sekä ääninuohoimet (7, s. 214). Arizonalla on käytössä 24 puhallusnuohointia. Kuvassa 8 nuohoimet näkyvät kattilan yläpuolella.



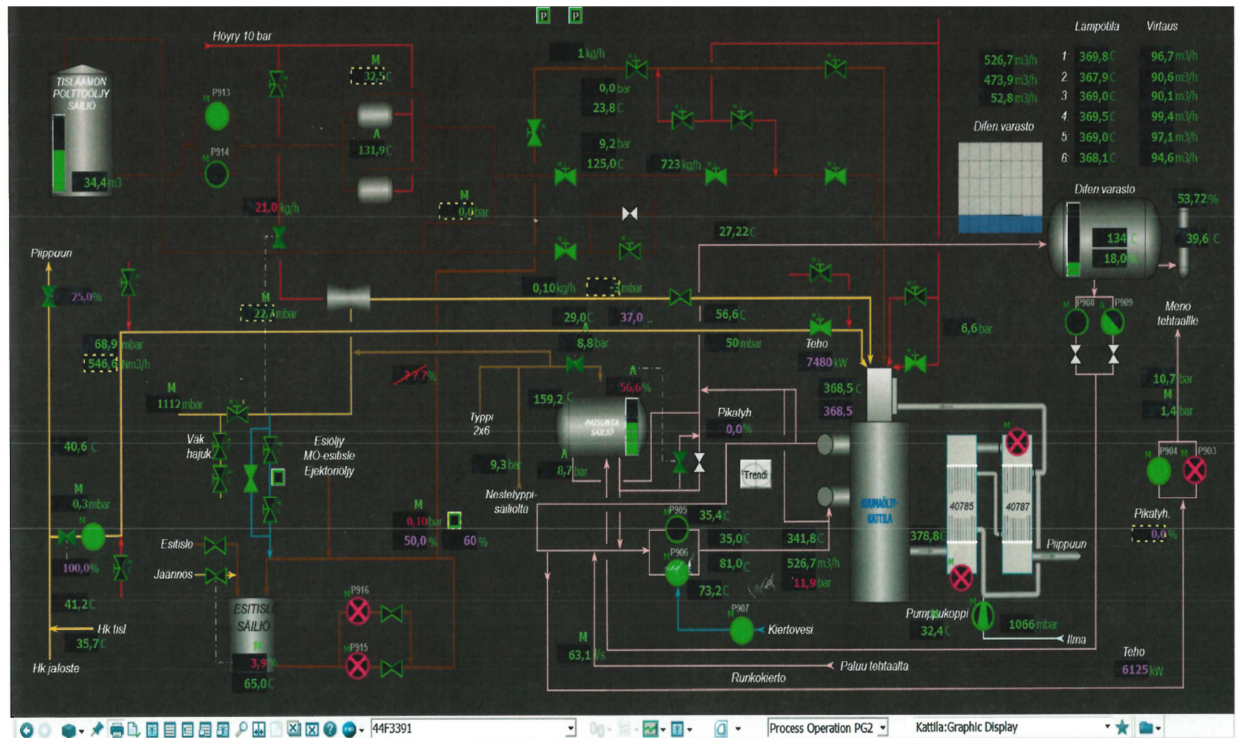
KUVA 8. Kattilakuva

2.2 Difenyylikierto

Difenyylä kierrätetään kiertopumpuilla P-905 ja P-906 kattilan läpi, jossa lämpötila nousee. Runkokiertopumput P-903 ja P-904 kierrättävät difenyylin prosessiin, jossa laitteilla on omat kierrätyspumppunsa. Kattilan läpi pumpataan aina sama määrä difenyylä. Käytettävä difenyylä on normaalipaineessa vallitsevaa kiehumispistettä korkeammassa lämpötilassa, joten järjestelmä toimii paineistettuna. Paineistus tapahtuu typen avulla. (8, s. 14.)

Difenyylin määrä riippuu kierron keskilämpötilasta. Lämpötilan laskiessa tarvitaan lisää difenyylä, jolloin pumpataan difenyylä varastosäiliöstä paisuntasäiliöön.

Lämpötilan kohotessa ylijäämä palautetaan difenyylin paisuntasäiliöstä varastosäiliöön. Pinnan säätö ja paineen ylläpito tapahtuvat automaattisesti. (8, s. 14.) Kuva 9 on kuumenestelaitoksen kattilakuva ABB-automaatiojärjestelmästä.



KUVA 9. Kuumanestelaitoksen kattilakuva

2.2.1 Kattilan kiertopumput

Kattilan difenyylikierron ylläpitää kiertopumput P-905 ja P-906. Pumppuja käytetään yksi kerrallaan. (8, s. 14.) Kuumanestelaitoksessa on käytössä kaksi Nikkison valmistamaa keskipakopumppua. Kuvassa 10 näkyvät kattilan kiertopumput.



KUVA 10. Kattilan kiertopumput

2.2.2 Difenyylin runkokiertopumput P-903 ja P-904

Runkokiertopumppuja käytetään yksikerrallaan. Runkokiertopumput P-903 ja P-904 kierrättävät difenyylin prosessiin, jossa laitteilla on omat kierrätyspumppunsa. (8, s. 14–15.) Pumput ovat Hermetec Pumpenin valmistamia keskipakopumppuja. Kuvassa 11 näkyvät runkokiertopumput P-903 ja P-904.



KUVA 11. Difenyylin runkokiertopumput

2.2.3 Difenyylin täyttöpumput P-908 ja P-909

Täyttöpumppujen tehtävänä on pumpata difenyyliä lisää järjestelmään, kun paisuntasäiliön pinta laskee. Pumput eivät käy jatkuvasti, vaan pintaa säädetään rajakytkimillä. Pumput on mitoitettu siten, että yksi pumppu pystyy korvaamaan difenyylin tilavuuden menetyksen. Jos molemmat pumput käyvät yhtä aikaa normaalikäynnin aikana, on se merkki siitä, että difenyyliä poistuu järjestelmästä. Täyttöpumppuja voidaan käyttää myös varastosäiliön täyttöön ja tyhjennykseen sekä putkiston tyhjennykseen. (8, s. 16–17.) Kuvassa 12 näkyvät difenyylin täyttöpumput P-908 ja P-909.

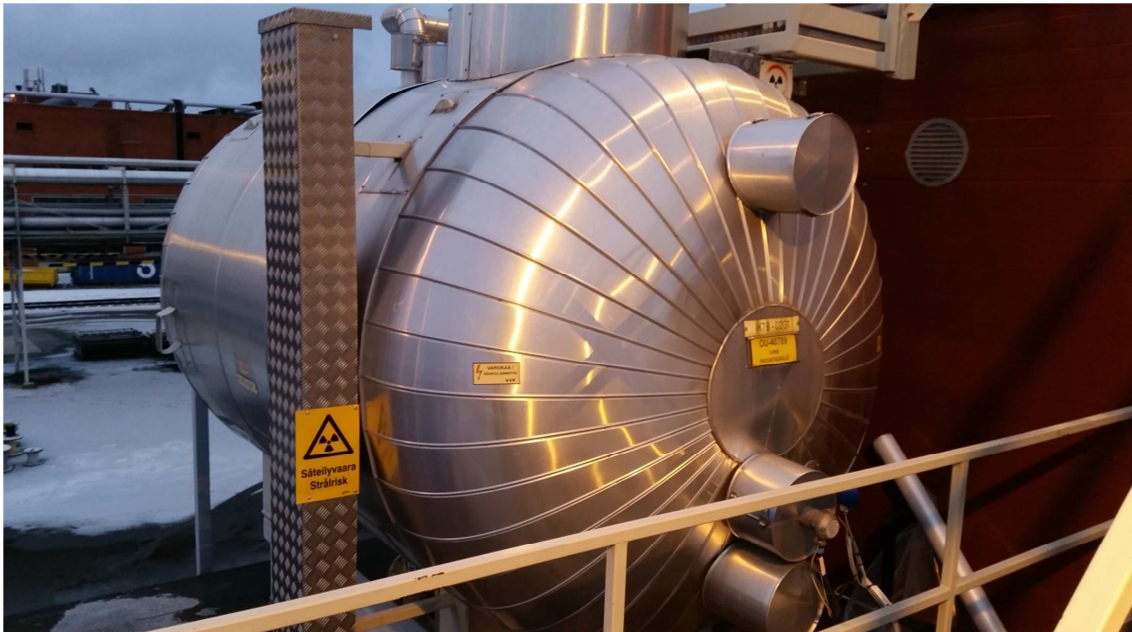


KUVA 12. Difenyylin täyttöpumput

2.2.4 Difenyylin paisuntasäiliö V-910

Difenyylin paisuntasäiliö on tilavuudeltaan 8,0 m³. Sen tehtävänä on tasata difenyylikierron paine- ja tilavuusvaihteluita. Kierron paine pidetään yllä syöttämällä paisunta-astian kaasutilaan paineistettua typpeä. Paisunta-astiassa on difenyylijärjestelmän ainoa paikka, jossa on vapaa nestepinta. Tämän vuoksi kaasujen ja vesihöyryjen erottuminen tapahtuu pääosin siellä. (8, s. 15.)

Kuvassa 13 näkyy paisuntasäiliö V-910.



KUVA 13. Difenyylin paisuntasäiliö V-910

2.2.5 Difenyylin varastosäiliö V-906

Difenyylin varastosäiliö toimii tyhjennyssäiliönä. Säiliön tilavuus on 72 m^3 , mutta siihen mahtuu noin 60 tonnia 257 °C :n lämpötilassa olevaa difenyyliä. Säiliössä on typpiatmosfääri, joka on muodostunut paisuntasäiliöstä poisasketusta tyyppistä. Kierron kokonaistilavuus on n. 36 m^3 . Kun käytetään mitoitustilaa 370 °C , on kierrossa oleva määrä noin 27 tonnia. Säiliössä oleva määrä, joka tarvitaan lauhduttamiseen, on noin 17 tonnia. Difenyyliä tarvitaan yhteensä noin 44 tonnia. (8, s. 16.)

Säiliöön liittyvät putket, joista voi tulla höyrymuodossa olevaa difenyyliä, on johdettu säiliön pohjalle tehokkaan lauhtumisen aikaan saamiseksi. Typpiputket tulevat säiliön yläosaan. Säiliöön on asennettu lämmitys- ja jäähdytyskierukka. Jäähdytystä tarvitaan vain silloin, kun lämpötila nousee yli 100 °C :seen vedenpoistoajon tai pikatyhjennyksen jälkeen. Lämmitystä käytetään seisokkiaikoina. Säiliön lämpötila normaalikäynnin aikana on n. $60\text{--}80 \text{ °C}$. (8, s. 16.) Kuvassa 14 on difenyylin varastosäiliö V-906.



KUVA 14. Difenyylin varastosäiliö

2.2.6 Paineen ylläpito laitteet

Kierrossa oleva difenyyli on normaalipaineen kiehumispistettä korkeammassa lämpötilassa, joten järjestelmä on paineistettava. Tyypeä syötetään paisuntasäiliöön. Syöttöä säättää paineensäätöpiiri. Kun typhen paine laskee paisuntasäiliössä asetettuun arvoon, venttiili avautuu. Vastaavasti typhen poistiventtiili avautuu paineen noustua tarpeeksi. Paine siis vaihtelee kahden painearvon välillä. (8, s. 16)

2.3 Difenyyli

Synteettisiä kuumaöljyjä käytetään, kun lämpötilat ovat liian suuret mineraaliöljyille. Tunnetuin näistä on difenyylioksidin ($C_{12}H_{10}O$) ja difenyylin ($C_{12}H_{10}$) seos kauppanimeltään Downtherm A. (14, s. 6.) Sen molemmilla osakomponenteilla on sama höyrynpaine, joten difenyylin ja difenyylioksidin seosta voidaan käsitellä yhtenä aineena. Järjestelmän paineistuksella voidaan difenyyliä käyttää 400 °C:n lämpötilaan saakka. (8, s. 25.)

Uutena difenyyli on voimakkaanhajuista ja kirkasta, mutta käytössä se tummenee. Lämmönsiirto-ominaisuudet pysyvät samana, vaikka väri muuttuu (8, s. 25.). Alhaisissa lämpötiloissa kuumaöljyn viskositeetti on erittäin korkea.

Vasta yli +200 °C:n lämpötilassa kuumaöljyn viskositeetti alle 1 cSt, joka vastaa veden viskositeettiarvoja. Kuumaöljyjä tehdään eri viskositeettiluokissa. On esimerkiksi kuumaöljyjä, joiden viskositeetti +200 °C:ssa on 4 cSt. (13, s. 6.)

Difenyylin tiheys vaihtelee lämpötilan mukaan. Kun lämpötila nousee 100 °C, niin tiheys pienenee noin 10 %. Difenyylä käytetään yleensä sen kiehumispistettä korkeammassa lämpötilassa, minkä vuoksi järjestelmässä tulee olla ylipaine höyrystymisen välttämiseksi. (8, s. 26.)

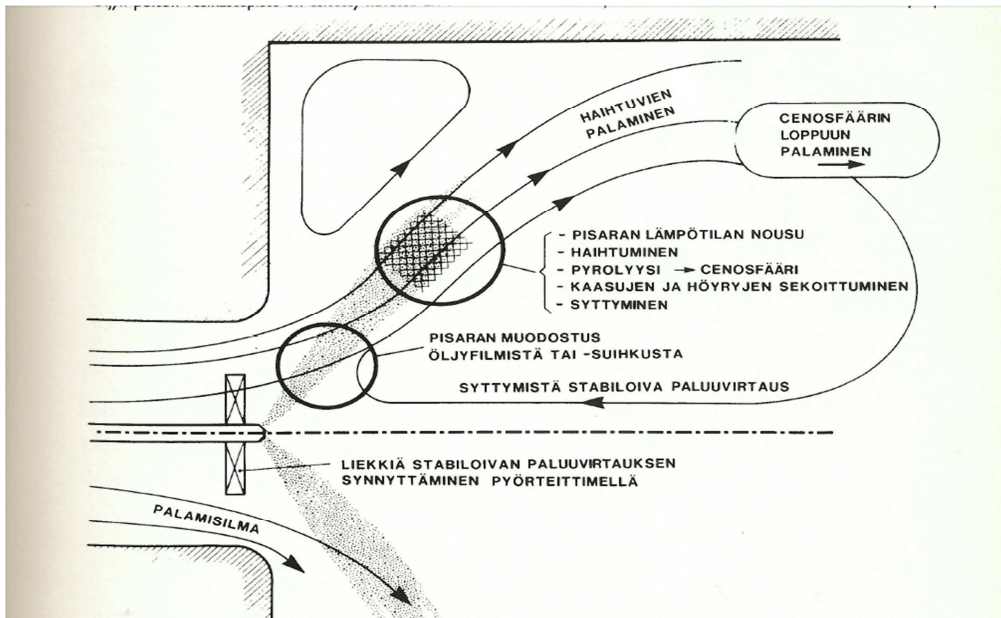
Difenyylin hankintahinta on erittäin kallis, se aiheuttaa hajuongelmia ja korkea lämpötila aiheuttaa tulipalon vaaraa. Seurauksena järjestelmä tulee rakentaa siten, että kaikki varoventtiilit, ilmanpoistot ja mahdollisuuksien mukaan myös putkiston osien tyhjennykset johdetaan suljettuun, nestelukolla varustettuun säiliöön. Säiliössä tulee olla niin suuri määrä difenyylä, että se pystyy lauhduttamaan syntyvän höyryn, jos koko järjestelmä joudutaan tyhjentämään sen ollessa täydessä käyttölämpötilassa. (8, s. 26.) Taulukossa 1 on difenyylin käyttöön tarvittavat tärkeimmät ominaisuudet.

TAULUKKO 1. Difenyylin ominaisuuksia (8, s. 25)

Kiehumispiste (1,013 bar)	257,1 °C
Jähmettymispiste	12,0 °C
Leimahduspiste	123,9 °C
Itsesyttymislämpötila	621,1 °C
Tiheys (25 °C)	1 056 kg/m ³
Kriittinen lämpötila	497 °C
Kriittinen paine	32,6 bar
Kriittinen ominaistilavuus	3,17 m ³ /kg
Lämpöarvo	30,6 MJ/kg

2.4 Raskas polttoöljy

Raskaat polttoöljyt valmistetaan raakaöljyn tislautumattomasta jakeesta eli jakotislauksen pohjaöljystä. Raskas polttoöljy on ruskeaa tai lähes mustaa, laadusta riippuen melko juoksevaa tai hyvinkin jäykkäliikkeistä nestettä. Se sisältää suurimolekyylisiä hiilivetyjä, jotka kiehuvat yli 350 °C:n lämpötilassa. Sitä käytetään lähinnä laivoissa ja suuremmissa lämpövoimaloissa. Kysynnän vähäisyyden takia se on edullisempaa kuin kevyt polttoöljy. (10, 11.) Kuvassa 15 on kuvattu öljyliekin eri vaiheet.



KUVA 15. Öljyliekin vaiheet (12, s. 39)

Raskas polttoöljy varastoidaan ja kuljetetaan lämmitettynä. Hyvän varastoitavuutensa vuoksi raskasta polttoöljyä käytetään paljon varapolttoaineena muita energiamuotoja hyödyntävissä laitoksissa. Raskas polttoöljy koostuu maaöljyn raskaista tisleistä tai alitteista. Suomessa raskasta polttoöljyä myyvät eniten Neste Oil (50,1 %), Teboil (43 %) ja St1 (6,9 %). (10, 11, 13.)

Arizonalla poltetaan raskasta polttoöljyä kuumanestekattilassa, jota kuluu tunnissa 700–800 litraa. Öljyn tehtaalle toimittaa Teboil. Polttoöljy varastoidaan

tislaamon 54 m³:n polttoainesäiliössä. Säiliöstä polttoaine imetään polttoainepumpuilla kiertoon, jossa polttoaine esilämmitetään 10 bar:n höyryllä lämmönvaihtimella noin 125 °C:seen. Kierrosta on linja polttimelle, linjaan on asennettu polttoaineen virtaus, paine- ja lämpötilansäädöt sekä pikasulkuventtiilit. (8, s. 17.) Taulukossa 2 on raskaan polttoöljyn käytössä tarvittavat tärkeimmät ominaisuudet.

TAULUKKO 2. Raskaan polttoöljyn ominaisuudet (11)

Tiheys	0,9-1,0 kg\dm ³
Kiehumispiste	150 -750 °C
Lämpöarvo	11,8 kWh/litra
Sulamispiste	-1 °C...+35 °C
Rikkipitoisuus	noin 4 %
Leimahduspiste	65- 80 °C
Itsesyttymislämpötila	yli 400 °C

3 PALAMINEN

Palamisella tarkoitetaan aineen kemiallista yhtymistä happeen. Polttoaineiden palavia, hapen kanssa reagoivia aineita ovat hiili (C), vety (H₂), rikki (S) ja typpi (N). Palamisreaktiot ovat yleensä eksotermisiä, jolloin niistä kullekin reaktiolle ominainen energia vapautuu lämpönä. Typen ja hapen reaktio on kuitenkin lämpöä kuluttava eli endoterminen. (7, s. 79.) Palamistapahtumaa nimitetään homogeeniseksi tai heterogeeniseksi sen mukaan, ovatko polttoaine ja palamisilma samassa vai eri muodossa. (7, s. 81.) Stökiometrinen palaminen on teoreettista palamista, jolloin ilmankerroin λ on 1.

Kun polttoaine syttyy, kiihtyy hapen ja polttoaineen välinen reaktio niin, että se pitää itseään yllä. Reagoivien komponenttien reaktionopeus kasvaa kaavassa 1 esitetyn Arrheniuksen yhtälön mukaan. Kaavan 1 mukaisesti reaktionopeutta w kuvataan yleensä jommankumman lähtöaineen pitoisuuden aikaderivaattana. (7, s. 79.)

KAAVA 1

$$w = \frac{dn_p}{dt} = k \cdot n_p \cdot n_i \cdot e^{-E/RT}, \text{ missä}$$

w = reaktionopeus

n_p = komponentin p pitoisuus

n_i = komponentin i pitoisuus

k = reaktionopeusvakio

E = aktivoitumisenergia

R = yleinen kaasuvakio

T = lämpötila

Termisen syttymisteorian mukaan polttoaine-ilmaseos syttyy, kun lämpötila on noussut riittävän korkeaksi. Seos joko syttyy itse tai se pakotetaan syttymään lämmittämällä sitä ulkopuolisella energialla. (7, s. 80.)

Mikäli polttoaine-ilmaseos sytytetään esimerkiksi sytytyspolttimella, lämmitetään tietty osa seosta syttymislämpötilaan, minkä jälkeen se sytyttyään sytyttää koko

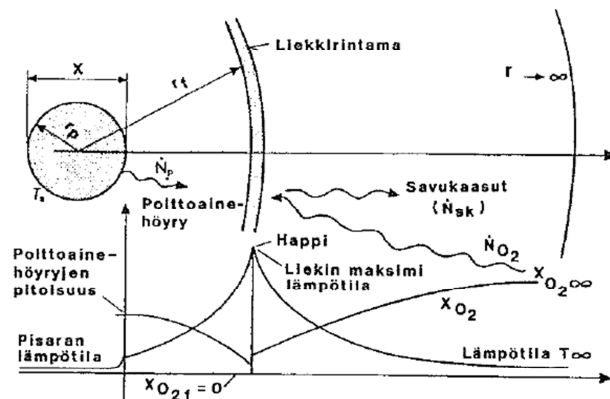
polttoaineilmaseoksen palamaan. Jos poltin toimii oikein, sytyttää polttimessa palava polttoaine polttimesta tulevan uuden polttoaineen palamaan. (7, s. 80.)

3.1 Nestemäisten polttoaineiden palaminen

Jos polttoaine on palamisilmassa tarpeeksi hienona sumuna ja pisaroiden halkaisija vähemmän kuin 0,01 mm, on polttoaineen palaminen verrattavissa kaasu-ilmaseoksen palamiseen. Tämä johtuu siitä, että pienet pisarat höyrystyvät jo ennen liekkirintamaa. (7, s. 81.)

Nestemäiset polttoaineet syttyvät ja palavat höyrystymislämpötilaansa korkeammissa lämpötiloissa. Tästä johtuen nestemäinen polttoaine höyrystyy ensin ja sitten höyrystynyt polttoaine reagoi hapen kanssa. Palamisreaktiot nestemäisillä polttoaineilla tapahtuvat kaasuuntuneen polttoaineen ja palamisilman välillä, ja siksi ne palavat homogeenisellä liekillä. (7, s. 81.)

Kuvassa 16 on esitetty periaatteellisesti nestepisaran palamista. Nestepisarasta höyrystyy polttoainekaasua, joka muodostaa pilven sen ympärille. Diffuusion vaikutuksesta höyrystynyt polttoaine kulkeutuu pisarasta pois päin, kunnes kaasu kohtaa diffundoituvaa happea ja reagoi sen kanssa. Tätä kutsutaan palamisreaktorintamaksi. Rintaman muodostaman pallon halkaisija on 4–10-kertainen verrattuna nestepisaran halkaisijaan. Lämpötila on korkeimmillaan juuri palamisrintaman kohdalla. (7, s. 81–82.)



KUVA 16. Nestemäisen pisaran palamismekanismin periaate (7, s. 82)

Raskaan polttoöljyn palaessa polttoaineesta osa jää höyrystymättä, jolloin jäljelle jää koxinappi, joka palaa heterogeenisesti. Koxinappi saa syttymiseen tarvittavan lämmön ympärillä palavasta polttoaineesta. (7, s. 82.)

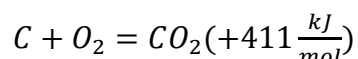
Raskaan polttoöljyn palamisesta voidaan erottaa tiettyjä yleispiirteitä ja vaiheita (12, s. 39–40):

1. Tapahtuu sumutus, jolloin pisara muodostuu.
2. Kevyet hiilivedyt ja vesi haihtuvat. Haihtuminen voi tapahtua jo ennen pisaroiden muodostumista.
3. Pisara lämpiää.
4. Hiilivedyt höyrystyvät ja krakkautuvat voimakkaasti. Raskaimmat hiilivedyt alkavat pyrolysoitua, kun lämpötila ylittää 450 °C.
5. Öljyn raskaimmista rakenteista muodostuu koxipallo.
6. Koxipallo eli cenofääri palaa hitaasti loppuun.
7. Syttyminen tapahtuu, kun höyrystyneet hiilivedyt sekä ilma sekoittuvat liekin alkuosassa ja syttyvät seoksen lämpötilan ylittäessä syttymislämpötilan. Toinen periaatteellinen mahdollisuus on, että syttyminen tapahtuu suoraan pisaran pinnasta, mikä vaatii nopean pintalämpötilan nousun.
8. Höyrystyneet hiilivedyt palavat loppuun nopeasti, mutta palamisnopeutta rajoittaa hapen saanti. Epätäydellisestä palamisesta seuraa nokea ja palamattomia kaasuja.

3.2 Palamisreaktiot

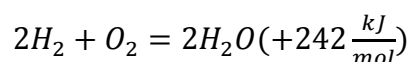
Kun polttoaineet palavat, ne sisältävät ainoastaan hiiltä, vetyä ja rikkiä. Hiili on kaikkien yleisimpien polttoaineiden tärkein palava komponentti. Hiilen palamista kuvaa kaava 2. (7, s. 83.)

KAAVA 2



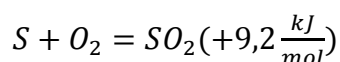
Hiilen reagoidessa hapen kanssa syntyy hiilidioksidia ja samalla vapautuu lämpöä 411 kJ/mol. 1 mooli hiiltä vaatii täydellisesti palaakseen 1 moolin happea ja tuloksena on 1 mooli hiilidioksidia. Mikäli hiili ei pala täydellisesti, on tuloksena hiilimonoksidia CO. Vedyn palamista kuvaa kaava 3. (7, s. 84.)

KAAVA 3



2 moolia vetyä tarvitsee palaakseen 1 moolin happea ja tuloksena on 2 moolia vetyä. Lämpöä reaktiosta vapautuu 242 kJ/mol. Reaktiosta syntyy vesihöyryä. Rikin palamista kuvaa kaava 4. (7, s. 84.)

KAAVA 4



Rikin palaessa syntyy rikkioksidia. Osa siitä hapettuu kattilassa rikkitrioksidiksi (SO₃), joka muodostaa savukaasuissa olevan veden kanssa rikkihappoa. Polttoaineessa oleva rikki on haitallinen ympäristölle ja kattilalle. (7, s. 84.)

Polttoaineet sisältävät myös happea, typpeä, kosteutta ja tuhkaa. Nämä komponentit eivät pala, mutta vaikuttavat palamistapahtumaan. Happi pienentää palamisilman tarvetta ja kosteus pienentää polttoaineen lämpöarvoa. Typpi aiheuttaa ympäristölle vaarallisia typpioksideja. Polttoaineen sisältämä palamaton tuhka lisää savukaasujen puhdistustarvetta sekä pölypitoisuutta.

Tietyt tuhkan komponentit toimivat palamisreaktioiden katalyytteinä, jolloin palamisnopeudet moninkertaistuvat. (7, s. 84.)

3.3 Palamisilmantarve

Polttoaineen palamisilman tarve lasketaan yleensä yhtä polttoainekiloa kohti. Palamisilman kulutuslukuja voidaan käyttää hyväksi ilmantarpeen määrittämisessä, kun tiedetään kattilan tarvitsema polttoainemäärä. Palamisilmantarpeen määrittämiseksi pitää tietää polttoaineen koostumus ja polttoaineen komponenttien ja hapen väliset reaktioyhtälöt. Polttoaineen koostumus pitää tietää painoprosentteina. (7, s. 84.)

Koska palamisreaktioyhtälöt kuvaavat reaktioihin osallistuvien komponenttien määriä mooleina, on polttoaineen komponenttimäärät muutettava mooleiksi. Reaktioyhtälöistä selviää, paljonko polttoaine tarvitsee happea palaakseen. Esimerkiksi tietty moolimäärä hiiltä tarvitsee palaakseen yhtä paljon happea. Poikkeuksena on vety, jonka palamiseksi tarvittava happimoolimäärä on vain puolet vedyn moolimäärästä. Kaavalla 5 voidaan selvittää polttoaineen palamiseen vaadittu happimäärä teoreettisessa eli stökiömetrisessä palamisessa. (7, s. 85.)

KAAVA 5

$$\frac{N_{O_2(TEOR)}}{m_{pa}} = n_c + 0,5 \cdot n_{h_2} + n_s - n_{O_2}$$

m_{pa} = polttoaineen määrä

n_c = hiilen palamiseen tarvittava hapenmäärä

n_{h_2} = vedyn palamiseen tarvittava hapenmäärä

n_s = rikin palamiseen tarvittava hapenmäärä

n_{O_2} = polttoaineessa oleva hapenmäärä

Yleensä palamisilma ei ole kylläistä, vaan sen suhteellinen kosteus on noin 40 - 60 %. Esimerkiksi ilma, jonka suhteellinen kosteus on 40 %, sisältää 40 % kylläisen ilman sisältämästä kosteudesta. Ilman kosteus lisää palamisilmanmäärää 0,1–1,0 %. (7, s. 86.)

Polttoaineen täydellistä palamista ei saavuteta teoreettisella minimi-ilmamäärällä, vaan sitä on syötettävä tulipesään enemmän. Käytetyn todellisen ilmamäärän suhdetta teoreettiseen ilmamäärään nimitetään ilmakertoimeksi (λ). Raskaalle polttoöljylle tyypillinen ilmakerroin voimalaitoksissa on 1,03 – 1,10. Ilmankertoimen ja teoreettisen ilmamäärän avulla saadaan todellinen ilmamäärä kaavalla 6. (7, s. 86.)

KAAVA 6

$$\frac{N_{i(tod.)}}{m_{pa}} = \frac{N_{i(teor.)}}{m_{pa}} \cdot \lambda$$

$N_{i(tod.)}$ =palamiseen tarvittava todellinen ilmamäärä

m_{pa} =polttoaineen määrä

$N_{i(teor.)}$ =palamiseen tarvittava teoreettinen ilmamäärä

λ =ilmakerroin

3.4 Savukaasujen koostumus

Myös savukaasujen koostumus ja määrä voidaan määrittää polttoaineen koostumuksen ja palamisreaktioiden avulla. Reaktioyhtälöiden mukaan kunkin palavan komponentin palaessa syntyy palamistuotetta yhtä monta moolia kuin polttoaineessa on palavaa komponenttia. (7, s. 86.)

Savukaasujen palamistuotteiden lisäksi mukana on tyyppiä 3,76-kertainen määrä palamisen tarvitsemaan happeen verrattuna. Lisäksi polttoaineiden muut mahdolliset palamattomat komponentit siirtyvät savukaasuihin sellaisinaan. Kaavalla 7 voidaan selvittää savukaasujen määrä teoreettisessa palamisessa. (7, s. 86.)

KAAVA 7

$$\frac{N_{sk(teor.)}}{m_{pa}} = n_c + n_{h_2} + n_s + 3,76 \cdot \frac{N_{O_2(teor.)}}{m_{pa}} + n_n + n_{H_2O}$$

$N_{sk(teor.)}$ =savukaasujen määrä teoreettisessa palamisessa

m_{pa} =polttoaineen määrä

n_c = hiilen palamiseen tarvittava hapenmäärä
 n_{H_2} = vedyn palamiseen tarvittava hapenmäärä
 n_s = rikin palamiseen tarvittava hapenmäärä
 n_n = typen palamiseen tarvittava hapenmäärä
 n_{H_2O} =veden palamiseen tarvittava hapenmäärä
 N_{O_2} = polttoaineen palamiseen tarvittava hapenmäärä teoreettisessa palamisessa

Jos savukaasumäärä halutaan muuttaa kiloiksi, kerrotaan moolimäärät niiden molekyylipainolla. Moolit voidaan myös muuttaa tilavuusyksiköiksi kertomalla luvut moolitilavuuksilla. Useimpien kaasujen moolitilavuutena voidaan käyttää 22,4 l/mol. (7, s. 86.)

Savukaasut voidaan jakaa kuiviin ja kosteisiin savukaasuihin. Kosteissa savukaasuissa on mukana vesihöyry, mutta kuiviin savukaasuihin vesihöyryä ei lasketa mukaan. Kun tunnetaan polttoaineen ilmantarve ja syntyvien savukaasujen määrä teoreettisessa palamisessa, saadaan muilla λ -arvoilla syntyvien savukaasujen määrä laskettua kaavalla 8. Ilmankerrointa suurennettaessa polttoaineen palaessa syntyvä savukaasuvirta pysyy samana, mutta teoreettista suurempi ilmamäärä siirtyy savukaasuihin sellaisenaan. (7, s. 87.)

KAAVA 8

$$\frac{N_{sk(tod)}}{m_{pa}} = \frac{N_{sk(teor.)}}{m_{pa}} + (\lambda - 1) \cdot \frac{N_{i(teor.)}}{m_{pa}}$$

$N_{sk(tod)}$ =savukaasujen määrä todellisessa palamisessa
 $N_{sk(teor.)}$ =savukaasujen määrä teoreettisessa palamisessa
 m_{pa} =polttoaineen määrä
 λ =ilmakerroin
 $N_{i(teor.)}$ =palamiseen tarvittava teoreettinen ilmamäärä

Ilmankerroin voidaan laskea, jos tiedetään savukaasujen hiilidioksidi- tai happipitoisuus. Savukaasujen happipitoisuudesta voidaan käyttää myös termiä jäännöshappi. Savukaasujen happipitoisuuden mukaan määritettävä ilmakerroin

perustuu siihen, kun teoreettisessa poltossa ilmakerroin on yksi, on savukaasujen happipitoisuus nolla. Kun palamisilmaa ja ilmakerrointa lisätään, alkaa jäännöshapen määrä kasvaa. Mitatun jäännöshapen X_{O_2} mukaan saadaan ilmakerroin kaavasta 9. (7, s. 87.)

KAAVA 9

$$\lambda = 1 + \frac{V_{kuivask.(teor.)}}{V_{i(teor.)}} \cdot \left(\frac{X_{O_2(mit.)}}{21 - X_{O_2(mit.)}} \right)$$

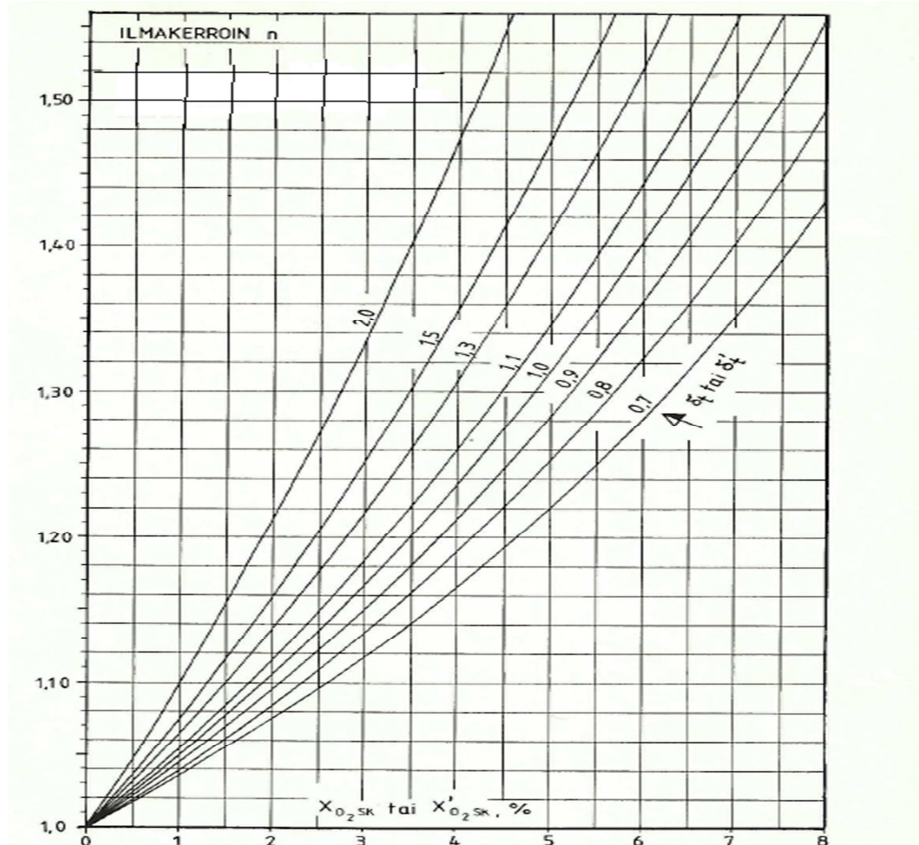
λ = ilmakerroin

$V_{kuivask.(teor.)}$ = teoreettinen kuivan savukaasuvirta

$V_{i(teor.)}$ = teoreettinen ilmavirta

X_{O_2} = mitattu happipitoisuus, jäännöshappi.

Kuvassa 17 näkyy ilmakertoimen riippuvuus jäännöshapesta. Kaikkien polttoaineiden teoreettisen kuivan savukaasuvirran ja ilmavirran suhde on hyvin lähellä yhtä, jolloin voidaan käyttää $\delta=1$. $\delta = \frac{V_{kuivask.(teor.)}}{V_{i(teor.)}}$. (7,s. 87)



KUVA 17. Ilmakertoimen riippuvuus jäännöshapesta (12, s. 28)

3.5 Palamisessa syntyvät haitalliset päästöt

Polttoaineiden pääpalamisreaktioiden seurauksena savukaasut sisältävät vedyn palaessa muodostunutta vettä, hiilen palaessa muodostunutta hiilidioksidia ja rikkin palaessa muodostunutta rikkidioksidia. Savukaasut sisältävät myös typpeä, argonia, happea ja lentotuhkaa. Varsinaisista palamistuotteista hiilidioksidia, rikkidioksidia ja lentotuhkaa pidetään ympäristölle vahingollisina. Savukaasuihin syntyy myös muita ympäristöä pilaavia kaasuja. Niitä ovat hiilimonoksidi (CO), hiilivedyt (C_xH_y) ja typen oksidit (NO_x). (7, s. 91.)

4 TOIMIVAN TYÖOHJEEN LAATIMINEN

Työohje on erittäin tärkeä ja oleellinen osa työn tekemistä, varsinkin jos kyseessä on ensikertalainen. Työohjeen avulla työntekijä pystyy suoriutumaan työstä ammattimaisesti ja tarkasti, unohtamatta yhtään työvaihetta.

Työturvallisuus paranee ja laiterikot vähenevät. (16, s. 9.)

4.1 Työohjeen valmistelu

Ennen työohjeen kirjoittamista on tehtävä työ käytävä läpi ammattilaisten avustamana. Eri työvaiheista on hyvä tehdä muistiinpanoja. Jo muistiinpanoja tehdessä on hyvä otsikoida työvaiheita, jolloin työ olisi helppo jakaa eri osa-alueisiin. Työvaiheista on hyvä ottaa valokuvia ja kuvankaappauksia, jolloin ohjeesta saa havainnollisen. Näin vähennetään virheitä työtä tehdessä ja vältetään vahingoilta. Eri laitteiden käyttöohjeita on hyvä käydä läpi ennen työohjeen kirjoittamista, jolloin työohjeeseen voi sisällyttää laitteiden turvallisuusohjeita. (16, s. 9.)

4.2 Rakenne

Työohjeen tulee olla selkeä, kattava ja yksityiskohtainen. Toimivan työohjeen avulla kaikkien työntekijöiden tulisi suoriutua työstä. (16, s. 9.)

4.2.1 Nimi ja otsikko

Työohjeen nimen pitää ilmaista, mistä siinä on kyse. Sen pitäisi olla lyhyt mutta tarkka. Nimeen ei pidä yrittää mahduttaa liikaa informaatiota. (17, s. 300.)

4.2.2 Sisällysluettelo

Työohjeen alussa on hyvä olla sisällysluettelo. Sisällysluettelon otsikoista lukija näkee käsiteltävien asioiden keskinäiset suhteet ja työn etenemisen luvuittain, ja hän näkee sivumääristä, miten laajasti kutakin asiakokonaisuutta on käsitelty (17, s. 248). Sisällysluettelo helpottaa myös yksittäisten työvaiheiden etsimistä (16, s. 10).

4.2.3 Johdanto

Johdannon kuuluu sananmukaisesti johdattaa lukija aiheeseen (17, s. 248). Työohjeen johdannossa kerrotaan tiivistetysti työvaiheet, välineet sekä muut erityishuomiota vaativat toimenpiteet ennen työhön ryhtymistä. Näin vältetään yllätyksiltä kesken työn teon.

4.2.4 Väliotsikot

Väliotsikoinnin tarkoituksena on helpottaa lukemista ja auttaa ymmärtämistä. Siksi otsikon pitää ilmaista keskeinen sisältö käsiteltävästä asiasta. On tärkeää, että otsikot koostuvat sisältösanoista, jolloin työvaiheiden etsiminen sisällysluettelosta helpottuu. (17, s. 302–303). Myös ulkoasusta tulee selkeä, kun kappalejako on tehty huolella (16, s. 10).

4.2.5 Kuvat

Kuviksi kutsutaan kaikkia muita tutkimusraportissa käytettyjä havainnollistamiskeinoja paitsi taulukoita (17, s. 311). Asian ymmärrettävyys paranee, kun työohjeessa on kuvia. Kuvat pitää nimetä selvästi, että työntekijä tietää aina, mihin työvaiheeseen ne kuuluvat. Kuvina voi käyttää kuvankaappauksia, valokuvia ja piirroksia. Tekstissäkin on hyvä olla viittauksia tuleviin kuviin. (16, s. 10.)

4.2.6 Varoitukset

Työohjeessa on hyvä olla myös varoituksia eri työvaiheissa, jos työssä ollaan tekemisissä vaarallisten kemikaalien tai laitteiden kanssa. Jos työssä on käytössä monimutkaisia laitteita, joiden toiminta vaatii erityistä tietämystä, tulee ohjeessa olla huomautus laitteen käyttöohjeeseen tutustumisesta. Näin työn suorittamisesta tulee mahdollisimman turvallista ja laiterikoilta välttyään. (16, s. 11.)

5 TYÖOHJEPÄIVITYKSET

Kuumanestelaitoksen työohjeiden päivittäminen alkoi vanhoihin työohjeisiin tutustumisella. Sen jälkeen työohjeet käytiin läpi kokonaisuudessaan operaattoreiden kanssa. Ohjeista poistui paljon vanhaa tietoa, joka korvattiin uudella.

Työohjeiden valmistuttua lähetettiin ne tuotantopäällikölle ja tekniselle johtajalle hyväksyttäväksi. Ohjeiden hyväksymisen jälkeen tulostettiin ohjeet, ja ne käytiin läpi joka vuorossa operaattoreiden kanssa, mikä toimi samalla koulutuksena uusiin ohjeisiin. Tässä vaiheessa operaattorit tekivät vielä parannusehdotuksia, jotka huomioitiin julkaistavassa versiossa. Kun ohjeet oli käyty läpi kaikkien vuorojen kanssa, julkaistiin ohjeet Azdoc-tietokannassa.

Ohessa päivitettiin myös kuumaöljykattilan käyttöohje sekä kattilan käynnistyksen pikaohje. Näiden päivitykset eivät kuitenkaan olleet mitenkään mittavia, koska ohjeet eivät olleet kovin vanhoja. Tilaajan toivomuksesta työohjeita ei julkaista.

6 AJOTAVAT

Kuumanestelaitoksen ajoarvot sisältyvät työohjeeseen, joten ne käytiin operaattoreiden kanssa läpi samalla, kun työohjeet päivitettiin. Taulukossa 3 on kuumanestelaitoksen ajoarvot, joilla laitosta tulisi käyttää normaaliajossa. Ajoarvojen laatimisessa käytettiin apuna ABB-automaatiojärjestelmään taltioituneita tietoja sekä operaattoreiden käytännön kokemuksia.

TAULUKKO 3. Kuumanestelaitoksen ajoarvot, yhteenveto (12, s. 6)

Positio	Ajoarvo
TIC-4086,difenyylin lähtölämpötila	350–373 °C
FI-4262, difenyylin kattilan virtaus FIC-3217, difenyylin virtaus	480–550 m ³ /h 80–110 l/s
PIC-4259, dif. paisuntasäiliön paine	8–9 bar
PDI-4271-difenyylin runkokierron paine- ero	1,2–1,4 bar
PIAS-4050, polttoöljyn paine	6–9 bar
TI-4102, polttoöljyn lämpötila	115–140 °C
PIAS-4047, hajotushöyryn paine	4,5–6 bar
FI-4022, polttoöljyn virtaus	400–1 000 kg/h
QIA-4071, savukaasun happi-%	2–10 %

7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena saada parhaat ajomallit kuumanestekattilan käyttöön ja päivittää työohjeistus siten, että se kattaa ylösajon, normaalikäynnin, häiriötilanteet ja alasajon. Lopputuloksena oli uusi koulutusmateriaali operaattoreille.

Projektissa onnistuttiin luomaan lähtövaatimusten mukaiset työohjeet ja ajoarvotaulukko, jotka on otettu hyvin vastaan. Uudet työohjeet ovat todella tärkeät uusille työntekijöille ja kesätyöntekijöille, joiden käytännön kokemus on vielä puutteellista.

Opinnäytetyö valmistui aikataulussa ja jopa odotettua nopeammin. Tärkeimmät syyt tähän olivat varmasti kiinteä työaika ja palkka, jotka motivoivat tekemään työn kunnolla. Työohjeiden laatiminen vei eniten aikaa työstä, koska ohjeet olivat yli kymmenen vuotta vanhat ja sisälsivät tietoa edellisen kuumanestekattilan ajoilta. Lisäksi tehtaalla oli suuri seisokki syksyllä, jolloin operaattoreilla ei ollut aikaa käydä ohjeita läpi muiden töiden vuoksi. Työläintä oli tarkistaa jokaisen työohjeessa mainittujen venttiileiden ja laitteiden positiot, ja varmistaa onko kyseistä komponenttia edes enää olemassa.

Työtä tehdessä oppi paljon uutta kattiloiden toiminnasta ja niihin liittyvistä laitteista, koska niihin piti perehtyä myös teorian tasolla tarkemmin. Työtä oli helppo lähteä tekemään, koska työntekijät ja laitteet olivat ennestään tuttuja kesätöiden ansiosta.

LÄHTEET

1. Arizona Chemical Suomessa. 2009. Arizona Chemical Oy. Saatavissa: <http://www.arizonachemical.com/fi/Oulun-tehdas/>. Hakupäivä 16.9.2014.
2. Mäntyöljyn tislauksen toimintakuvaus. 2003. Päivitetty 11.4.2003. Arizona Chemical Oy, Oulun tehtaas.
3. Käyttöopas, kuumaöljykattila. 2013. Päivitetty 25.9.2014. Arizona Chemical Oy, Oulun tehtaas.
4. Lämpökattila. 2014. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/L%C3%A4mp%C3%B6kattila>. Hakupäivä 17.9.2014.
5. Kattila ja poltin. 2014. Neste Oil. Saatavissa: <https://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589%2C2655%2C2710%2C2791%2C2797%2C3185%2C3189>. Hakupäivä 17.9.2014.
6. Kettunen, Timo – Kettunen, Tuomo. 2006. Pientalon lämmitys. Edu. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/pientalon_lammitys/LVI_osio_01_screen_04.htm. Hakupäivä 18.9.2014
7. Huhtinen, Markku – Kettunen, Arto – Nurminen, Pasi – Pakkanen, Heikki 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Edita.
8. Kuumenestelaitoksen käyttöohjeet. 2012. Päivitetty 18.11.2014. Arizona Chemical Oy, Oulun tehtaas.
9. Ilman esilämmittimet. Ekocoil. Saatavissa: http://www.ekocoil.fi/assets/esil%C3%A4mmitin_v01.pdf. Hakupäivä 19.9.2014.
10. Polttoöljy. 2014. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Poltto%C3%B6ljy>. Hakupäivä 22.9.2014.

11. Ova-ohje: raskas polttoöljy. 2014. TTL. Saatavissa:
<http://www.ttl.fi/ova/rapoltto.html>. Hakupäivä 22.9.2014
12. Öljykattilalaitoksen käyttö- ja suunnittelutietoa. 1989. Espoo: Neste Oy.
13. Heurlin, Agneta – Friman, Kaisa. 2002. Raskaat polttoöljyt. Helsinki.
Helsingin yliopisto. Saatavissa:
<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/oljytuotteet/raskaat.htm>.
Hakupäivä 22.9.2014.
14. Aro, Teuvo – Hagner, Börje – Lähteenmäki, Seppo – Tyry, Anja-Leena.
1987. Kuumaöljyopas. Espoo: Neste Oy.
15. Raskasöljylämmitteisen kattilalaitoksen käyttö- ja huolto-ohje. 1988.
Helsinki. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto.
16. Ranta, Oskari 2012. Työohje piirilevyn valmistukseen. Opinnäytetyö. Oulu:
Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tietotekniikan koulutusohjelma.
Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/50732>. Hakupäivä
23.9.2014.
17. Hirsijärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula. 2007. Tutki ja kirjoita.
13. osin uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹ Vili Suorsa	Tilaaaja ² Arizona Chemical Oy
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³ Vesa Pirnes	
	Työn nimi ⁴ Kuumanestekattilan ajotavat ja työhjepäivitykset	
	Työn kuvaus ⁵ Haetaan ns.best practice kuumanestekattilan käyttöön ja päivitetään työhjeistus siten että se kattaa ylösajon, normaalikäynnin, häiriötilanteet ja alasajon. Kuvataan myös turvalukitukset ja niihin liittyvät hälytykset korjaavine toimenpiteineen.	
	Työn tavoitteet ⁶ Kattilan ajomallit, kattilan työhjepäivitykset ja operaattoreiden koulutus	
	Tavoiteaikataulu ⁷ 31.12.2014	
Päiväys ja allekirjoitukset ⁸		
2/ 9 / 2014 Tekijän allekirjoitus Vili Suorsa		2/9 /2014 Tilaaajan allekirjoitus Vesa Pirnes
<p>Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. Lähtötietomuihisto päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö.</p>		

