

# **IR-kuivauksen digitaalinen koulutusmateriaali**

Santtu Reittu

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2019  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), Mediatekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Reittu, Santtu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2019
	Sivumäärä 86	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>IR-kuivauksen digitaalinen koulutusmateriaali</b>		
Tutkinto-ohjelma Mediatekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Kari Niemi		
Toimeksiantaja(t) Infraplan Oy		
Tiivistelmä <p>Työn toimeksiantaja Infraplan Oy on paperiteollisuudessa toimiva yritys, joka huoltaa paperikoneiden sähkö- ja kaasuinfroja, myy ja asentaa ilmalämpöpumppuja ja tekee kiinteistöhuoltoa.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda digitaalista koulutusmateriaalia IR-kuivauksesta ja yrityksen toiminnasta, jota voidaan näyttää Infraplanin asiakkaille. Paperiteollisuudessa työskentelevien yritysten henkilöstön vaihtuessa Infraplanin on opetettava samat toimintatavat aina uudestaan uusille henkilöille. Tämän prosessin nopeuttamiseen päätettiin tehdä digitaalista koulutusmateriaalia, jota voidaan kuljettaa mukana paperitehtaille.</p> <p>Sähkö- ja kaasuinfroista tehtiin videot, joissa kerrottiin sähkö- ja kaasuinfrojen huoltotoimenpiteistä sekä yrityksen toiminnasta. Kuvamateriaali kuvattiin itse paperitehtailta ja muissa sopivissa ympäristöissä. Kaasuinfrojen huoltotoimenpiteistä tehtiin dokumentti, johon liitettiin työvaiheisiin liittyviä kuvia. Lopuksi GEM7-emitteristä mallinnettiin 3D-malli Blenderillä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin kaksi videota, kaasuinfrojen huoltodokumentti ja yksi 3D-malli. Opinnäytetyön materiaali ja dokumentit jäävät Infraplanin käyttöön.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )  3D-mallinnus, videoeditointi, Blender, Adobe Premiere Pro, digitaalinen koulutusmateriaali		
Muut tiedot ( <a href="#">salassa pidettävät liitteet</a> )		

Author(s) Reittu, Santtu	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 86	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Digital educational material for IR drying</b>		
Degree programme Media Engineering		
Supervisor(s) Niemi, Kari		
Assigned by Infracplan Oy		
Abstract  <p>The thesis was assigned by Infracplan Oy that operates in paper industry. Infracplan performs maintenance on electric and gas dryers of paper machines, sells and installs air-source heat pumps and performs maintenance on premises.</p> <p>The assignment was to create digital educational material on both IR drying and the company's operation to be then shown to Infracplan's clients. The employees working in paper industry often come and go; hence, Infracplan must teach the same procedures to every new person working with them. Digital educational material which can be carried easily to paper mills helps to accelerate this process.</p> <p>Videos of electric and gas dryers show how to perform maintenance on them and how Infracplan operates. The videos were captured in paper mills and other suitable environments. A document was created on the maintenance of gas dryers including relevant images of different parts and procedures. Finally, Blender was used to create a 3D model of a GEM7 module.</p> <p>The thesis resulted in two videos, a maintenance document of gas dryers and a 3D model. All relevant material and documents of the thesis will be used by Infracplan only.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) 3D modeling, video editing, Blender, Adobe Premiere Pro, digital education material		
Miscellaneous ( <a href="#">Confidential information</a> )		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Työn lähtökohdat .....</b>	<b>5</b>
1.1	Tausta ja toimeksiantaja .....	5
1.2	Tehtävä ja tavoitteet .....	5
<b>2</b>	<b>Digitaalinen koulutusmateriaali .....</b>	<b>6</b>
2.1	Yleistä .....	6
2.2	Hyvät ja huonot puolet .....	6
2.3	Digitaalinen koulutusmateriaali paperitehtailla .....	7
2.4	Digitaalinen koulutusmateriaali kouluissa .....	7
2.5	Infraplanin digitaalinen koulutusmateriaali .....	7
2.6	Tulevaisuuden näkymät .....	8
<b>3</b>	<b>IR-kuivaus .....</b>	<b>8</b>
3.1	IR-kuivaus .....	8
3.1.1	Kuinka lämpö siirtyy? .....	8
3.1.2	Kaasuinfrat .....	9
3.1.3	Sähköinfrat .....	11
3.2	Infrapunasäteilyn käyttökohteet .....	13
3.2.1	Lämmitys .....	13
3.2.2	Kosmetiikka .....	13
3.2.3	Tiedonsiirto .....	13
3.3	Laitteistot (sähköinfra) .....	13
3.3.1	IRT-moduuli .....	13
3.3.2	IRT-säteilijäyhdistelmä .....	14
3.3.3	IRT-vastaheijastin .....	15
3.3.4	Sähkö- ja ohjausjärjestelmä .....	15

	2
3.4 Laitteistot (kaasuinfra) .....	16
3.5 Laitteistojen kunnossapito .....	17
3.5.1 Sähköinfrat .....	17
3.5.2 Kaasuinfrat .....	17
<b>4 Videoeditointi .....</b>	<b>18</b>
4.1 Periaate .....	18
4.2 Videotuotannon vaiheet .....	18
4.2.1 Esituotanto .....	18
4.2.2 Tuotanto .....	18
4.2.3 Jälkituotanto .....	19
4.3 Videoeditoinnin vaiheet .....	19
4.3.1 Logging .....	19
4.3.2 First Assembly .....	19
4.3.3 Rough Cut .....	19
4.3.4 Fine Cut .....	20
4.3.5 Final Cut .....	20
4.4 Videoeditointityypit .....	20
4.5 Sähkö- ja kaasuinfravideoiden editointi .....	21
<b>5 3D-mallinnus .....</b>	<b>23</b>
5.1 Periaate .....	23
5.2 3D-mallien tyypit .....	23
5.2.1 NURBS-pinta .....	23
5.2.2 Polygonimalli .....	24
5.3 Varjostimet ja tekstuurit .....	25
5.4 Topologia .....	25
5.5 GEM7-moduulin mallintaminen .....	26

<b>6 Tulokset ja pohdinta .....</b>	<b>30</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>33</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>35</b>
Liite 1. Kaasuinfraan huolto ja kunnossapito -ohjetaulukko lyhennettynä.....	35
Liite 2. Kaasuinfraan huolto ja kunnossapito -ohjetaulukko .....	38

**Kuviot**

Kuvio 1. Kaasuinfra.....	10
Kuvio 2. Sähköinfralaitteisto.....	16
Kuvio 3. Kaasuinfran toimintaperiaate .....	17
Kuvio 4. Kuva sähköinfrat-videosta.....	23
Kuvio 5. NURBS-havainnekuva .....	24
Kuvio 6. Polygonimalli .....	25
Kuvio 7. Esimerkki hyvästä ja huonosta topologiasta.....	26
Kuvio 8. GEM7-moduulin runko .....	27
Kuvio 9. GEM7-moduulin pohja.....	28
Kuvio 10. GEM7-moduulin keltainen pohjalevy ja ristikko .....	29
Kuvio 11. Renderöinti valmiista 3D-mallista .....	32

# 1 Työn lähtökohdat

## 1.1 Tausta ja toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Jyväskylän Kirrissä toimistoa pitävä Infraplan Oy. Yrityksen on perustanut Esa Reittu vuonna 1994 ja sen toimenkuvaan kuuluu huoltaa paperikoneiden sähkö- ja kaasuinfroja sekä myydä ja asentaa ilmalämpöpumppuja. Vakituksia työntekijöitä yrityksessä on viisi.

Yrityksen työntekijöiden ja asiakkaiden perehdytysmateriaali koostui piirtoheitinkalvoista ja papereista 90- ja 2000-luvuilta, joten oli aika muuttaa ne modernimpaan muotoon. Digitaalisessa muodossa olevat ohjeet on helppo kantaa mukana asiakkaille näytettäväksi esimerkiksi USB-tikulla. Tätä valmista opinnäytetyötä tai sen osia on tarkoitus näyttää asiakkaille, jolloin asiakkaat voivat oppia asioita IR-kuivauksesta ja eri huoltotoimenpiteistä.

## 1.2 Tehtävä ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda IR-kuivauksesta digitaalista koulutusmateriaalia yrityksen työntekijöitä ja asiakkaita varten. Asiakkaille näytetään, että säännöllinen huolto on parempi, kuin että ajetaan laitteet loppuun, jolloin ne rikkoontuvat. Tämä on yksi merkittävä asia, jonka eläkkeelle siirtyvät paperitehtaiden työntekijät yleensä tietävät, mutta nuoret uudet työntekijät eivät välttämättä. Uusille työntekijöille on aina näytettävä, mitä Infraplan tekee, mikä vaatii, että ylimääräisiä tavaroita täytyy ottaa mukaan paperitehtaille demonstroitavaksi. Sen sijaan valmiit digitaaliset koulutusmateriaalit voidaan tuoda muistitikulla jatkossa. Niitä ei ole tarkoitus julkaista julkisesti verkkoon.

Sähkö- ja kaasuinfroista oli tarkoituksena tehdä kaksi videota suomen kielellä. Videoiden alkuun oli tarkoitus tehdä sama yritysesittely. Kaasuinfrojen huollosta oli myös tarkoitus tehdä huolto-ohjeet ja yksi 3D-malli GEM7-moduulista. Kaasuinfran huoltodokumentti on liitteenä. Tavoitteena oli saada asiakkaat ymmärtämään sähkö- ja kaasuinfran huollon tärkeys sekä kertoa asiakkaille, kuinka säästää energiaa ja siten huoltokustannuksia.

## 2 Digitaalinen koulutusmateriaali

### 2.1 Yleistä

Digitaalinen koulutusmateriaali on jonkin asian kouluttamista, jossa hyödynnetään tai joka perustuu täysin teknologian hyödyntämiseen. Kolme asiaa muodostavat sen perustan: teknologia, digitaalinen sisältö ja ohjeet. Teknologia määrittää, kuinka digitaaliseen materiaaliin pääsee käsiksi ja millä päätelaitteella. Digitaalinen sisältö on sitä sisältöä, mitä halutaan kouluttaa, ja se voi olla eri muodoissa. Ohjeita tarvitaan, jotta digitaalista materiaalia osattaisiin käyttää sujuvasti ja ongelmatilanteita varten. (What is digital learning and its importance? 2018.)

### 2.2 Hyvät ja huonot puolet

Digitaalisen koulutusmateriaalin hyviä puolia verrattuna tavalliseen materiaaliin on monia. Oppiminen voi tapahtua missä vain ja milloin vain, kun on vain verkkoyhteys. Oppijoiden eri taitotasot voidaan huomioida koulutusmateriaalin tekemisessä ja jokainen pysyy kärryillä paremmin. Oppimisen tuloksille ja etenemiselle voidaan antaa palautetta välittömästi, jolloin oma oppimismotivaatio voidaan pitää korkealla. Vapaasti käytettävissä olevat alustat ja digitaalinen materiaali voivat säästää rahaa ja aikaa. Yhteistyöhön sopivat hallinta-alustat kuten Google Docs helpottavat ryhmien dokumentinhallintaa oppimistilanteissa. Koulutusmateriaalia voidaan muokata ja päivittää välittömästi, kun uusia asioita ilmenee ja palautteen pohjalta. (The Shift to Digital Learning: 10 Benefits 2015.)

Huonoihin puoliin voidaan lukea, että digitaalinen oppimateriaali ei sovi sellaisille aloille, joissa on hyvin käytännönläheinen lähestymistapa, kuten rakennusalalle. Verkko-oppimisen ollessa hyvin itsenäistä oppimista, ei tapahdu tavallisen oppimisen yhteydessä tapahtuvaa ideointia muiden kanssa, jolloin kommunikointikyvyt ja ryhmätötaidot kehittyisivät. Verkossa suoritettavia pätevyyskokeita ei myöskään pidetä yhtä arvokkaina, kuin perinteisiä pätevyyskokeita. (The Pros And Cons Of Digital Learning 2017.)

### 2.3 Digitaalinen koulutusmateriaali paperitehtailla

Digitaalista koulutusmateriaalia on käytössä paperitehtailla, joissa on panostettu paljon turvallisuuteen. Se näkyy siten, että tehtaalle mentäessä on etukäteen tai tehtaalla portilla tehtävä verkossa oleva perehdytyskoulutus ja läpäistävä lopussa oleva testi, mikäli haluaa päästä tehdasalueelle. Jokaisella paperitehtaalla on oma perehdytyskoulutus, joka on voimassa pari vuotta. Järjestelmä merkkää, että kirjalliset osiot (tässä tapauksessa slidet) on katsottu läpi, eli suoraan ei voi hypätä loppukokeeseen. Tekstien ja kuvien lisäksi turvallisuusperehdytys sisältää lyhyitä interaktiivisia tehtäviä aihepiiriin liittyen, kuten monivalintaosioita tai oikein vai väärin -osioita. Näissä epäonnistuminen ei merkitse mitään, vaan uudelleen saa yrittää, kunnes löytää oikean vastauksen. Loppukoettakin voi yrittää loputtomasti uudelleen, joten suurta panosta siinä ei ole. Loppukokeen läpäisy vaatii noin 80 % pisteistä.

### 2.4 Digitaalinen koulutusmateriaali kouluissa

Kouluissa käytetään myös digitaalista koulutusmateriaalia. Mitä ylemmille koulutustasolle mennään, sitä enemmän sitä hyödynnetään. Ammattikorkeakouluissa ja yläasteella käytetään oppilaitosten hallinto-ohjelmien www-liittymiä, kuten Wilmaa ja Optimaa. Optimassa opiskelijat voivat valita suoritettavat kurssit, lähettää viestejä opettajille, seurata suorituksia, saada yleisiä tiedotteita, palautella tehtäviä ja tarkastella kurssien oppimateriaaleja. Wilma on tarkoitettu peruskoululaisille, ja sillä on sama käyttötarkoitus kuin Optimalla, paitsi sitä ei voi käyttää digitaalisten oppimateriaalien tarkasteluun, koska peruskoulussa ei niitä käytetä vielä niin paljon. Ammattikorkeakoulussa pärjääminen käytännössä edellyttää Optiman käyttöä viikoittain, sillä kurssien materiaali on pääosin siellä ja kurssitehtävät ja projektit palautetaan Optiman palautuslaatikoihin.

### 2.5 Infraplanin digitaalinen koulutusmateriaali

Infraplanin digitaaliseen koulutusmateriaaliin kuului kaasuinfrojen huollosta tehty dokumentaatio, jossa kerrottiin, mitä toimenpiteitä kullekin kaasuinfran osalle täytyy tehdä ja kuinka usein. Dokumentissa on käsiteltävään kaasuinfran osaan liittyvä ha-

vainnekuva, jos sellaisen on pystynyt kuvaamaan. Sähkö- ja kaasuinfrasta tehtiin havainnollistavat videot, joissa kerrottiin yrityksestä ja sen huoltotoiminnasta. Lopuksi koulutusmateriaaliin kuului GEM7-moduulista tehty 3D-malli, jolla voi havainnollistaa kaasuinfrassa olevaan moduulin ulkonäköä. Kaikki tämä materiaali oli tarkoitus ottaa tarpeen vaatiessa mukaan paperitehtaille, vaikka sitten USB-tikulla tai pilveen ladattuna.

## 2.6 Tulevaisuuden näkymät

Opiskelijoiden ja ohjaajien vuorovaikutus tulee aina olemaan olennainen osa oppimisprosessia. Nykyään on kuitenkin havaittu trendi digitaalisten oppimiskokemusten suhteen. Multimediaoppimista on jo sisällytetty opetukseen eri sektoreilla, kuten lääketieteessä ja tekniikan alalla. Vuonna 2015 suoritetussa tutkimuksessa, jonka suoritti McGraw-Hill, selvisi, että 61 % opiskelijoista käytti älypuhelinta säännöllisesti opiskelun apuna ja 95 % kotona opiskelleista sanoi, että etäopiskelu olisi mahdotonta ilman teknologiaa. (The future of digital learning – our view n.d.)

Pelillistäminen, lisätty todellisuus ja vuorovaikutteiset oppikirjat ovat esimerkkejä kehittyvistä teknologioista, jotka tarjoavat valtavasti potentiaalia digitaalisen oppimisen mullistamiseen. Opetusteknologian ollessa vielä alkutekijöissään on valmistauduttava suuriin muutoksiin tulevaisuudessa ja kanavoitava ne oikein. (The future of digital learning – our view n.d.)

## 3 IR-kuivaus

### 3.1 IR-kuivaus

#### 3.1.1 Kuinka lämpö siirtyy?

On olemassa kolme tapaa siirtää lämpöä: johtamalla, konvektion avulla ja säteilyn kautta. Johtaminen tarkoittaa, että lämpö siirtyy kiinteiden kappaleiden välisen kosketuksen kautta korkeammasta lämpötilasta matalampaan. Konvektio tarkoittaa, että lämpö siirtyy kappaleesta toiseen energiaa säilövän väliaineen, kuten lämpimän

ilman tai kaasun avulla. Kolmas tapa lämmönsiirtoon on infrapunälämmitys, joka tarkoittaa, että kappaleesta lähtevä säteily muuttuu lämmöksi, kun se kohtaa toisen kappaleen. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

Kaikki kappaleet luovuttavat energiaa elektromagneettisen säteilyn muodossa. Se ei vaadi mitään energiaa säilövää väliainetta, vaan se tapahtuu noin 300 000 km/s:n nopeudella. Tuloslämpötilan muodostuminen johtuu lämpölähteen ominaisuuksista (lämpötilasta, aallonpituusjakaumasta ja tehokkuudesta) suhteessa kohteen ominaisuuksiin (absorptio, lämmönjohtokyky ja lämökapasiteetti). Lämmön siirrosta puhuttaessa tehokkain säteilymuoto elektromagneettisessa kentässä on infrapunasäteily. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

Kappaleen lämpötilan ja sen infrapunasäteilyn luovutuskyvyn välillä on olemassa suora yhteys. Kappaleen lämpötilan ollessa alhainen siitä lähtee pitkäaaltoista ja vähätehoista IR-säteilyä ja korkeassa lämpötilassa lyhytaaltoista ja korkeatehoista IR-säteilyä. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

### 3.1.2 Kaasuinfrat

Kaasuinfran lähettämä lämpö on keskiaaltoista infrapunasäteilyä. Spektrin emissiomaksimi vastaa paperin ja veden absorptiospektriä. Tästä seuraa, että säteilylämpö ei pääse etenemään kuivattavassa materiaalikerroksessa kuin aivan pintaan. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Kaasuinfrassa huomattava osa polttoainetehosta jää palokaasuihin ja sitoutuu kuumiin kiertoilmoihin. Jotta lämmönsiirto emitteriin olisi mahdollista, pitää paloalustasta irtautuvien palokaasujen olla emitteriä korkeammassa lämpötilassa. Kaasu/il-maseoksen adiabaattinen palamislämpötila on 1940–1970 °C. Paloalustan säteilylämpötilan ollessa 1100 °C pitää lämpötilan olla noin 1250 °C jättäessään sen. Käytännössä vain n. 700 °C:n lämpötilan laskua vastaava energiasisältö siirtyy emitteriin ja sitä kautta säteilynä kohti paperia. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Palokaasujen käsittelemiseksi on kiertoilmaperiaate yleinen ratkaisu. Palokaasut sekoittuvat kiertoilmaan, joka lämpenee 200–400 °C:een. Se, miten hyvin lämmönsiirto

kiertoilmasta paperiin tapahtuu, on hankalampi määrittää. Suuttimien puhallusnopeudet ovat yleensä epäkäytännöllisen pieniä, koska suuret nopeudet saattavat sammuttaa liekin kokonaan ja siksi jotkut valmistajat johtavat kuumat kaasut erilliseen leijuun IR-kuivattimien jälkeen. Leijussa suutinnopeudet voivat olla 50 m/s ja lämmönsiirto ilmasta rataan on tehokkaampaa. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Yhteenvetona kaasuinfrat lähettää keskiaaltoista infrapunälämpöä, joka absorboituu hyvin radan pintakerrokseen. Lisäksi kiertoilmajärjestelmän tarkoitus on lisätä kuivustehokkuutta. Kuva kaasuinfrasta on kuviossa 1. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)



Kuvio 1. Kaasuinfra

### 3.1.3 Sähköinfrat

Sähköinfron lämmön lähteenä on yleensä kahden tai kolmen kW:n lyhytaaltainen halogeeni IR-lamppu, jonka säteilevän hehkulangan lämpötila on 2200 °C. Sen lähettämä säteily sisältää sekä lyhyt- että keskiaaltoista lämpösäteilyä. Tämän tyyppisen lämmön keskiaaltoiset osat absorboituvat tehokkaasti veteen ja kuituihin lyhytaaltoisten aallonpituuksien tunkeutuessa syvemmälle rataan. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

IR-lamppu varustetaan heijastimella, joita on käytössä kahta eri tyyppiä: peiliheijastava ja lämpenevä. Peiliheijastava pinta kääntää sellaisenaan lämmön takaisin lampujen edessä olevan suojalasin läpi. Lämpenevä heijastin heijastaa lämmön osittain suoraan ja osittain lämpö absorboituu keraamiseen materiaaliin, joka alkaa toimia keskiaaltosäteilijänä. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

IR-lampujen ja paperin välissä on kvartsisuojalasi, jonka tehtävä on suojata säteilijöitä lialta. Lasilaatu valitaan siten, että se läpäisee kehitetyn lämmön mahdollisimman hyvin. Lämpenevää heijastinta käytettäessä suuri osa kehittyneestä keskiaalto-lämmöstä jää kvartsilasiin ja päättyy häviöksi jäähdytysilmaan. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

150–180 g/m<sup>2</sup> asti päällyste voidaan kuivata asentamalla IR-kuivain radan päällystämättömälle puolelle. Koska alhaisilla neliöpainoilla lyhytaaltainen lämpö läpäisee radan osittain, on heijastimen tai vastasäteilijän käyttö välttämätöntä. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Päällysteenkuivatussovellutuksissa käytetään nykyisin ilmateknisesti suljettuja infrapunakuivattimia päällystyskoneen ajettavuuden varmistamiseksi. Kartongin kuivatuksessa voidaan kuivattimen ilmansuuttimia avata haihdutuksen tehostamiseksi kuivatusvälissä. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Lämmönsiirto sähköinfrassa tapahtuu pääosin säteilylämmönsiirtoon perustuen. Konvektiolla on pieni osuus. Normaalisti sähköinfrarivi vie radan suuntaisesti tilaa noin puoli metriä. Sähköinfron teho ilmoitetaan tyyppillisesti kW/rivimetri, jossa rivimetrillä tarkoitetaan radan leveyssuuntaa. Tyyppilliset tehot ovat 110-150 kW/m.

(Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Päällysteenkuivatuksessa laitteita ajetaan korkeilla tehoilla jatkuvasti. Materiaalitekniikka rajoittaa rivitehon 120–130 kW/m:iin. Tätä suuremmat tehot lyhentävät lampujen ja rakenteiden käyttöikää merkittävästi. Vastasäteilijän avulla radan toiselle puolelle syötetään 32 kW/m, jolloin saavutetaan lyhytaaltoinfran kanssa 150 kW/m. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Viime vuosien aikana on rakennettu suuria päällystyskoneita, joissa kuivatus on tehty pääosin sähköinfron avulla. Näiden laitteiden todellinen hyötysuhde ja kuivatuskyky on tullut hyvin esiin. Suurten installaatioiden perusteella kuivatusstrategia, layout ja oikea prosessimitoitus hallitaan hyvin. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Hyötysuhteella tarkoitetaan kuivattimen sisään syötettyä tehoa suhteessa rataan hyödyksi saatuun tehoon. Jotkut valmistajat hyötysuhteesta puhuessaan tarkoittavat muun muassa moduulien suojalasiin läpi vapaaseen ilmatilaan antamaa tehoa suhteessa ottotehoon, jolloin hyötysuhde on paljon prosessihyötysuhdetta korkeampi. Asialla ei kuitenkaan ole merkitystä paperinvalmistajille, koska myös paperin lämpöteknillisillä ominaisuuksilla on merkitystä laitteen todellista suorituskykyä mitattaessa. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

Tuotantomittakaavassa on vaikeaa mitata yksiselitteisesti eri infrajärjestelmien välisiä eroja. Tutkimusten mukaan ajettaessa 50–100 g/m<sup>2</sup> valkoista päällystettyä paperia tyypillinen hyötysuhde lyhytaaltoinfralle on 30–35 % ja vastasäteilijän lisäteholle 60–65 %. (Päällysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat 1995.)

## 3.2 Infrapunasäteilyn käyttökohteet

### 3.2.1 Lämmitys

Infrapunasäteilyä hyödynnetään lämmityksessä. Esimerkiksi infrapunasaunoissa hoidetaan terveyteen liittyviä ongelmia, kuten korkeaa verenpainetta tai nivelreumaa. Lentokoneiden siivistä voidaan poistaa jää lämmittämällä. Infrapunasäteily kasvattaa suosiotaan myös lämpöterapiana terveydenhuollossa ja fysioterapiassa. (Infrared waves n.d.)

### 3.2.2 Kosmetiikka

Infrapunasäteet tunkeutuvat ihon läpi 3–4 millimetrin syvyyteen stimuloiden verenkiertoa ja näin lämmittäen ihmiskehoa. Se nopeuttaa kulleiden solujen vapautumista, auttaa laihduttamisessa, lisää ihon puhtautta ja vähentää eri iho-ongelmien todennäköisyyttä. Infrapunasäteilyä hyödynnetään myös ryppyjen tasoitukseen, nivelsairauksien hoitoon, muihin ihoon liittyvien sairauksien hoitoon ja hieronnassa alkulämmittelyyn. (Infrared waves n.d.)

### 3.2.3 Tiedonsiirto

Infrapunasäteilyä hyödynnetään lyhyen matkan tiedonsiirtoon tietokoneissa ja muissa elektronisissa laitteissa kuten kaukosäätimissä. Maksimietäisyys on usein alle kymmenen metriä, eikä infrapuna läpäise seiniä, joten se soveltuu hyvin sisätiloihin tiiviillä asutusalueilla. (Infrared waves n.d.)

## 3.3 Laitteistot (sähköinfra)

### 3.3.1 IRT-moduuli

IRT-moduuli koostuu neljästä tai kuudesta suljetusta ja kaasulla täytetystä IR-lampusta sekä heijastuskappaleesta, joka on varustettu vaihdettavalla, kullalla päällystetyllä heijastusfoliolla. IR-lamppu kiinnitetään erityisiin lampunkiinnitysistukoihin kahdella ruuvilla ja se on helppo vaihtaa. Maksimi hehkulankalämpötila IR-lampulle on noin 2200 °C. Hehkulangan pieni massa merkitsee sitä, että käynnistys täyteen te-

hoon asti kestää noin sekunnin ja jäähtyminen katkaisun jälkeen noin 10 %:iin alkuperäisestä tehosta tapahtuu yhtä nopeasti. Normaali IR-lampun pintalämpötila on alle 400 °C. Hehkulangan lämpötilaa ja siten myös lämmönluovutusta voidaan muuttaa sekunnin nopeudella jatkuvasti huonelämpötilasta maksimilämpötilaan. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

IR-lamput suojataan viereisen lampun säteilyä vastaan upottamalla ne osittain heijastuskappaleen sisään. Se tarkoittaa sitä, että IR-lamput eivät lämmitä toisiaan, mikä lisää lampun elinikää. IR-lamppujen elinikä on vähintään 10 000 tuntia 90 %:n nimellisarvojännitteellä, mikä on korkein käytetty jännite. Parhaimmillaan IR-lamppujen elinikä ylittää 20 000 käyttötuntia ainutlaatuisen heijastusrakenteen ansiosta. IR-lampun jännitteellä on suuri merkitys lampun elinikään. Tyristoriohjauksella saadaan lampulle huomattavasti lisää elinikää. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

Heijastinfolion elinikä on melkein rajaton edellyttäen sitä, että sitä ei vahingoiteta eikä aseteta alttiiksi voimakkaalle likaantumiselle. Foliolla on erittäin korkea lämpösäteilyn heijastuskyky eikä se hapetu. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

IR-moduulin edessä on suojaava, lämmönkestävästä tukevasta lasikeramiikasta tehty IR-säteilylle läpikuultava levy. Sen tehtävä on suojata lamppujen ja heijastinfolioiden likaantumiselta. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

IR-lamppu on helppo vaihtaa etupuolelta. Aluksi poistetaan suojalasi, jonka jälkeen kaksi lampun ruuvia irrotetaan ja uusi lamppu pannaan sisään. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

### 3.3.2 IRT-säteilijäyhdistelmä

Säteilijät on tässä tapauksessa rakennettu kolmesta päällekkäisestä ruostumattomasta suojuksesta. IRT-moduulit on asennettu ja kytketty sähköisesti lämmönkestävällä sähkökaapelilla sisimpään suojukseen. IRT-lämmittimet on järjestetty niin, että tasainen lämpöjakauma saadaan yli kohteen kulkusuunnan. Lämpötilavahdit valvovat IRT-kotelon lämpötilaa ja estävät ylikuumenemisen. IRT-kotelon jäähdytysilmaa valvoo painevahti, joka antaa hälytyksen, jos esimerkiksi tuulettimet eivät toimi. Sisimmän ja keskimmäisen suojuksen välinen tila toimii poistoilmakanavana. Jokaisessa säteilijässä on kaksi poistoilmakanavaa, joiden kautta poistoilma kulkee. Koska lämmin

poistoilmakanava sulkee kokonaan sisimmän jäähdytysuojuksen, kondenssiriski eliminoituu lämpimissä ja kosteissa olosuhteissa. Keskimmäisen ja uloimman suojuksen välinen tila on eristetty, jotta säteilijän ulkopinta pysyy viileänä. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

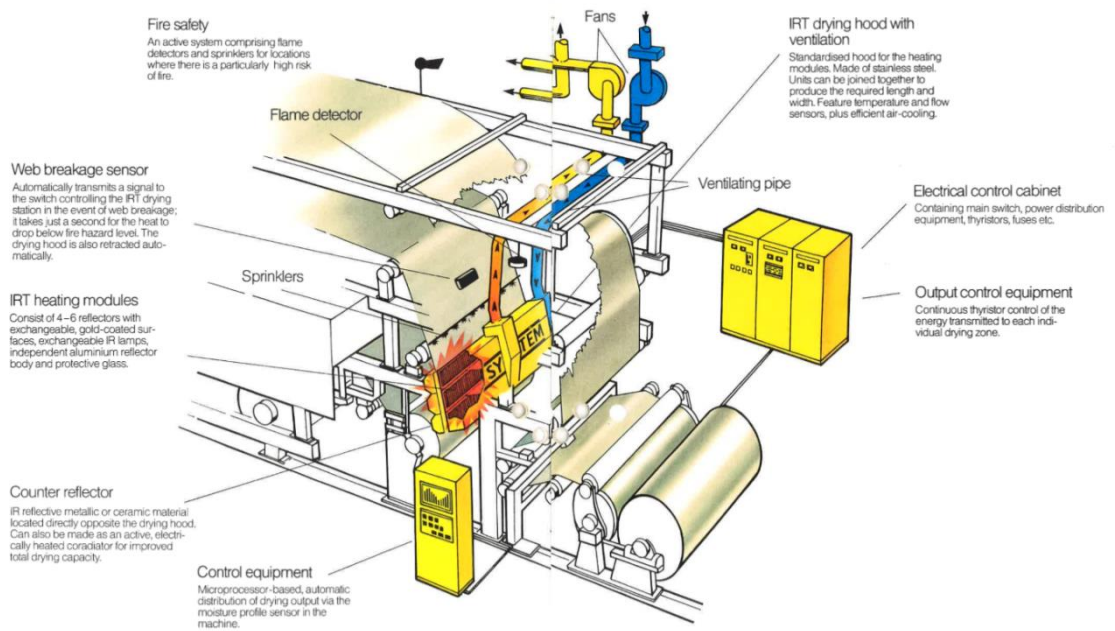
### 3.3.3 IRT-vastaheijastin

Vastaheijastimen tehtävänä on jälleenheijastaa säteilyä, joka kulkee paperiradan läpi. Se on tärkeä tuotantoasteen lisäämiseksi. Vastaheijastimen pintakerros koostuu lasikeramiikkalaatoista, jotka ovat elastisesti kiinnitetty keraamiseen kuitumateriaaliin. Keramiikkalaatat ja kuitumateriaalin pinta lämpenee IR-säteilyn vaikutuksesta, joka kulkee paperin läpi ja heijastaa sen takaisin radalle. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

Heijastinkotelo koostuu kahdesta päällekkäisestä, ruostumattomasta suojuksesta. Sisimpään suojukseen, jonne heijastin on asennettu, johdetaan ilmaa, joka saa virrata paperiradalle vastaheijastimen levyjen läpi. Tämän ilman tehtävänä on osittain tasapainottaa paperirataa ja osittain vangita paperiradan takapuolelta tulevaa kosteutta. Sisimmän ja uloimman suojuksen välistä tilaa käytetään poistoilmakanavana. Poistoilma kulkeutuu vastaheijastinrivistön ylä- ja alapuolella sijaitsevan kahden levyn läpi. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

### 3.3.4 Sähkö- ja ohjausjärjestelmä

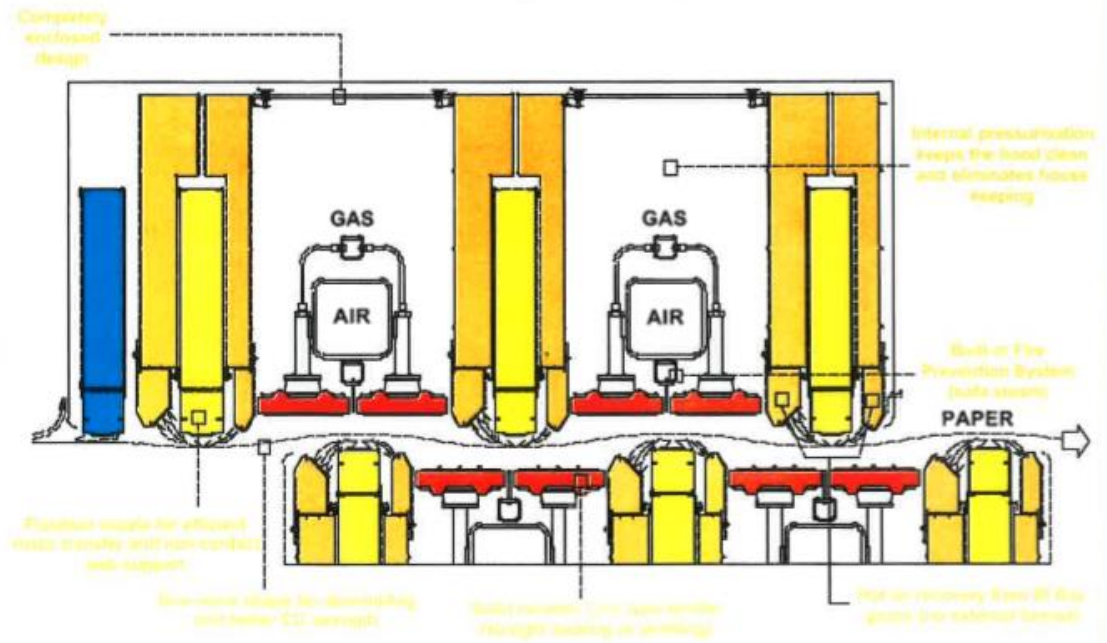
IR-kuivaimen kuivatustehon ohjaamiseksi jännitettä muutetaan IRT-lampuissa tyristoryrien avulla. Tämä merkitsee portaatonta tehonsäätöä. Suihkusysteemin tehtävä on myös jakaa virrat sellaiselle tasolle, ettei mahdollinen lyhytsulku aiheuta henkilövaaraa. Lisäksi sähköjärjestelmä sisältää automaatio- ja hälytysjärjestelmät. Kuvio 2 näyttää sähköinfran rakenteen. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)



Kuvio 2. Sähkönfralaitteisto (A complete drying system n.d.)

### 3.4 Laitteistot (kaasuinfra)

Kuviossa 3 punaiset alueet ovat kaasuemittäreitä, ja niiden takana on kaasua ja ilmaa. Paperi kulkeutuu kaasuemittäreiden välistä.



Kuvio 3. Kaasuinfran toimintaperiaate (UniDryer n.d.)

### 3.5 Laitteistojen kunnossapito

#### 3.5.1 Sähköinfrat

Paperitehtaiden seisokeissa, joita on noin kerran kuussa, suoritetaan sähköinfron huolto. Aluksi laitteet testataan sähköisesti, jolloin voidaan havaita sähkövikoja ja muita korjattavia asioita. Suojalasis puhdistetaan ja rikkiäiset lasit, lamput ja moduulit vaihdetaan. Paperiroskat myös siivotaan pois lähistöltä. Lopuksi testataan, että kaikki laitteet toimivat huollon jälkeen. Tehdystä työstä tehdään huoltoraportti, joka kertoo mitä on huollettu ja mitä osia vaihdettu ja se lähetetään asiakkaalle sähköpostilla. (Solaronics sähköinfran huolto 1987.)

#### 3.5.2 Kaasuinfrat

Kaasuinfron huolto suoritetaan liitteissä 1 ja 2 esitettyjen taulukoiden mukaisesti.

## 4 Videoeditointi

### 4.1 Periaate

Videoeditointi on videoklippien järjestelyä ja editointia yhdeksi yhtenäiseksi videoksi. Sitä pidetään yhtenä osana videoiden jälkituotantoa. Videoeditoinnilla on monia käyttötarkoituksia: videosisällön poisto, parhaiden videoklippien valikoiminen, erikoisefektien lisääminen, yhtenäisyyden säilyttäminen tai tunnelman, mielialan, näkökulman yms. painottaminen. (What is Video Editing? n.d.)

Videotuotannosta puhuttaessa prosessi voidaan jakaa kolmeen osaan. Esituotannossa laaditaan käsikirjoitus, selvitetään henkilöstön tehtävät ja kuvaamiseen liittyvät asiat. Tuotantovaiheessa videon materiaali kuvataan. Jälkituotantovaiheessa video editoidaan ja tarvittavat erikoisefektit lisätään. (Jay 2013.)

### 4.2 Videotuotannon vaiheet

#### 4.2.1 Esituotanto

Tärkein yksittäinen vaihe videotuotannossa on esituotanto. (The Three Main Stages of Video Production N.d.) Esituotantovaihe käynnistyy, kun videon käsikirjoitusta aletaan työstämään. Tässä vaiheessa selvitetään kaikki asiat, jotka voidaan lyödä lukkoon ennen kuvausten aloittamista. Kuvauspaikat, henkilöstö, käsikirjoitus, näyttelijät, aikataulus, lavasteet, rahoitus ja monet muut yksityiskohdat käydään läpi. (Ferezoco 2019.)

#### 4.2.2 Tuotanto

Tuotantovaiheessa suunnittelun ja käsikirjoituksen pohjalta aloitetaan kuvaamaan materiaalia. Tarvittaessa voidaan kuvata varamateriaalia (englanniksi B-roll), jota voidaan sisällyttää lopputuotteeseen. (Humes n.d.)

### 4.2.3 Jälkituotanto

Jälkituotantovaiheessa tuotantovaiheessa kuvatusta materiaalista editoidaan käsikirjoituksen mukainen video videoeditointiohjelmalla. Kuvatun materiaalin lisäksi lopulliseen videoon voidaan editoidessa lisätä musiikkia, ääni- ja visuaalisia efektejä. (Ferezoco 2019.)

## 4.3 Videoeditoinnin vaiheet

### 4.3.1 Logging

Kun kuvamateriaali on saatu kuvattua, on aika käydä läpi kaikki materiaali ja kirjata (englanniksi log) ne omiin kansioihinsa. Myöhemmin jos tarvitsee löytää jokin tietty videoklipp, on helppoa, kun ne on lajiteltu omiin kansioihin. Tässä vaiheessa näkee kokonaiskuvan kaikesta materiaalista ja jos havaitsee selkeitä puutteita, voi palata kuvaamaan lisämateriaalia. (The 5 Stages Of Video Editing 2018.)

### 4.3.2 First Assembly

Kun videomateriaali on saatu järjestettyä kansioihin, ne kootaan videoeditointiohjelman aikajanelle käsikirjoitusta noudattaen (englanninkielinen nimitys first assembly). Jos video on pitkä, kokoaminen voidaan tehdä kohtauksittain, ennen kuin kaikki järjestetään lopuksi yhdeksi sekvenssiksi. On suositeltavaa säilyttää useampi versio samoista ostoista, jotta myöhemmin on enemmän valinnanvaraa editoinnin suhteen. Tämä versio on hyvä tallentaa, koska suurien virheiden varalta voi palata tähän versioon, jossa kaikki materiaali on tallella. (The 5 Stages Of Video Editing 2018.)

### 4.3.3 Rough Cut

Rough cut -vaiheessa pitkä video lyhennetään yhdeksi siistiksi luonnosversioksi. Aiemmin säilytetyistä ottojen eri versioista valitaan parhaat, jotka sisällytetään videoon. Sitten keskitytään videon rakenteeseen ja rytmitykseen, ja lisätään tarvittavat siirtymät, otsikot, tauot ja muut lisäykset, joilla videoon saadaan eloa. Valmis rough cut- video kannattaa näyttää ohjaajalle tai asiakkaalle, jolloin saadaan selvyys, tarvitseeko videon rakennetta enää muuttaa. (The 5 Stages Of Video Editing 2018.)

#### 4.3.4 Fine Cut

Fine cut -vaiheessa keskitytään jokaisen kuvan hiomiseen videossa. Jokainen leikkaus käydään läpi äärimmäisen tarkasti, koska tämä on viimeinen mahdollisuus havaita virheitä. Tämän vaiheen jälkeen video lähetetään muille osastoille viimeisteltäväksi, jos ei työskentele itseksensä. (The 5 Stages Of Video Editing 2018.)

#### 4.3.5 Final Cut

Kun on päästy Final cut -vaiheeseen, video päättyy viimeisteltäväksi äänieditoreille ja muille erikoisefektiosaajille, jotka viimeistelevät videon. Yksin työskenteleville tässäkin vaiheessa riittää tekemistä, sillä tarvittaessa videoon on etsittävä Internetistä vapaasti käytettäviä ääniefektejä, musiikkia, liikegraafiikkaa ja muuta mitä videoon tarvitsee. Urakkaa helpottaa se, että etsii yhden hyvän kauppapaikan, josta löytyy kaikki tarvittava, eikä hypi paikasta toiseen. (The 5 Stages Of Video Editing 2018.)

### 4.4 Videoeditointityypit

On olemassa useita tapoja editoida videoita. Lineaarinen editointi oli alkuperäinen videokasettien editointitapa, ennen kuin tietokoneet yleistyivät 1990-luvulla. Sitä käytetään edelleen paikoitellen. Linearisessa editoinnissa videonauha kopioidaan yhdeltä nauhalta toiselle, mikä vaatii kaksi videolaitetta yhdistettynä toisiinsa. Tarkoituksena on vain kopioida halutut videopätkät alkuperäisestä videonauhasta lopulliseen videonauhaan, jolloin siitä tulee editoitu versio. Menetelmää kutsutaan lineaarisiksi, koska tekijä ei voi jälkikäteen enää editoida kopioitua versiota. (Different Types of Video Editing n.d.)

Epälineaarinen editointi on editointia tietokoneella erityisillä videoeditointisovelluksilla. Se on yleisin editointitapa nykyään, koska se mahdollistaa editoinnin mihin tahansa kohtaan videota, toisin kuin epälineaarinen tapa. Epälineaarisen editoinnin huonoihin puoliin lukeutuvat editointisovellusten käytön opettelu, eri videostandardien yhteensopimattomuus ja tehokkaan editointilaitteiston kustannukset. (Different Types of Video Editing n.d.)

Joissain tilanteissa useamman kameran ja muiden videolähteiden kuvamateriaali käytetään keskuskonsolin läpi, jossa se editoidaan reaaliajassa. Näin tehdään esimerkiksi reaaliaikaisissa televisiolähetysissä. (Different Types of Video Editing n.d.)

#### 4.5 Sähkö- ja kaasuinfravideoiden editointi

Videoeditointisovelluksena käytettiin Adobe Premiere Prota, jota oli käytetty asiaan liittyvällä kurssilla JAMK:ssa. Tuttuuden lisäksi valintaan vaikutti projektiin sopiva sovelluksen kuukausimaksullinen tilausmetodi, jolloin koko sovelluksesta ei tarvinnut maksaa satoja euroja kerralla, vaan niin monta kuukautta kuin oli tarve.

Aluksi piti saada kuva- ja videomateriaalia paperitehtailta ja muista paikoista, joten aina kun oli huoltokeikka paperitehtaalla, otettiin kuvamateriaalia talteen. Tarkoituksena oli tehdä sähkö- ja kaasuinfraosta omat videot, joissa molemmissa on alussa sama yritysesittely Infraplanin toiminnasta. Mitään tarkempia dokumentaatioita videoiden sisällöstä ei päätetty tehdä, koska asiakas/toimitusjohtaja istui samassa huoneessa ja pientenkin asioiden kysyminen oli helppoa ja nopeaa. Aiemmin esitettyä virallista videoeditointiprosessia ei tullut noudatettua, koska työn eteneminen oli kiinni kuvamateriaalin kuvausmahdollisuuksista. Kun jotain lopulta saatiin kuvattua, se hiottiin saman tien videolle sopivaan muotoon ja asetettiin aikajanelle. Yksin työskennellen eri työvaiheiden välillä voi hyppiä helpommin, kuin isossa monen henkilön projektissa.

Videoiden tarkoitus oli kertoa yrityksen toiminnasta asiakkaille, joten niissä pyrittiin kertomaan kaikki asiat, jotka yrityksen toimintaan liittyvät. Niissä oli asiaa ilmalämpöpumpuista, kiinteistöhuollosta, koelaitteista, varaosista, sähkö- ja kaasuinfraojen huollosta ja muista asioista. Käsiteltäviin aiheisiin liittyi aina havainnollistava kuva tai videoklippi.

Videoiden ulkoasussa huomioitiin videoiden kohderyhmä eli iäkkäät paperitehtaiden työntekijät. Tämä näkyi minimalistisuutena ja selkeytenä, ja kaikki animaatiot, erikoiseffektit ja äänet jätettiin pois. Yrityksen logo tuotiin esille alun esittelyosioon ja videoiden tekstin fontiksi valittiin sama punainen kuin yrityksen logossa.

Molempia videoita työstettiin samanaikaisesti, koska niiden alut olivat melkein identtiset ja ne muutenkin noudattivat samaa rakennetta. Sitä mukaan, kun video- ja kuvamateriaalia saatiin kuvattua, niitä lisättiin videoihin. Videoissa oli kerrallaan käytössä 1–3 videoraitaa. Yksi raita oli usein taustakuva tai videoklippi, toinen raita oli tekstilaatikko ja kolmas itse teksti. Alun yritysesittelyosiossa tekstilaatikon sijaan raidalla oli valkoinen taustaväri. Ääniraitoja ei ollut käytössä, koska videoilla ei ollut ääniä.

Videoklippejä ei editoitu mitenkään värien tai muiden ominaisuuksien suhteen. Ainoa efekti, jota tuli käytettyä videoklippeihin, oli Warp Stabilizer. Videoklipit oli käsin kuvattu puhelimen kameralla, joten niissä oli hieman tärinää. Warp Stabilizerilla tärinän sai minimoitua.

Videoiden tekstisisällöstä päätti pääasiassa yrityksen toimitusjohtaja. Myös muut yrityksen työntekijät saivat ilmaista mielipiteensä videoihin liittyvissä asioissa.

Loppuvaiheessa päätettiin vielä pienentää videoiden fonttikokoa, jolloin tekstien varjostuslaatikot täytyi asetella uudelleen. Pienempi fontti mahdollisti sen, että näkyviin mahtui enemmän tekstiä kerralla, joten niitäkin joutui asettelemaan uudelleen. Videoiden renderöintiresoluutioksi valikoitui 1280x720, joka näyttää isoltakin ruudulta kohtalaiselta. Osa videomateriaalista oli kuvattu 1280x720 -resoluutiolla ja osa 1920x1080-resoluutiolla, joten alaspäin skaalaaminen oli parempi vaihtoehto tarkkuuden säilyttämiseksi. Renderöintiresoluutioksi valittiin paras mahdollinen ja tiedostomuodoksi monipuolinen MP4. Kuviossa 4 on kuvakaappaus lopullisesta sähköinfrat-videosta, josta ilmenee fontti ja tekstilaatikon tyyli.



Kuvio 4. Kuva sähköinfrat-videosta

## 5 3D-mallinnus

### 5.1 Periaate

3D-mallinnus on kolmiulotteisten objektien ja hahmojen luontia tietokoneohjelmilla. Valmiisiin 3D-malleihin voidaan sitten lisätä erikoisefektejä ja animaatioita ja niistä voidaan tehdä kaksiulotteinen kuva menetelmällä nimeltä 3D-renderöinti. Valmiita 3D-malleja hyödynnetään esimerkiksi peleissä, elokuvissa ja tv-ohjelmissa. (Fitzerald 2018.)

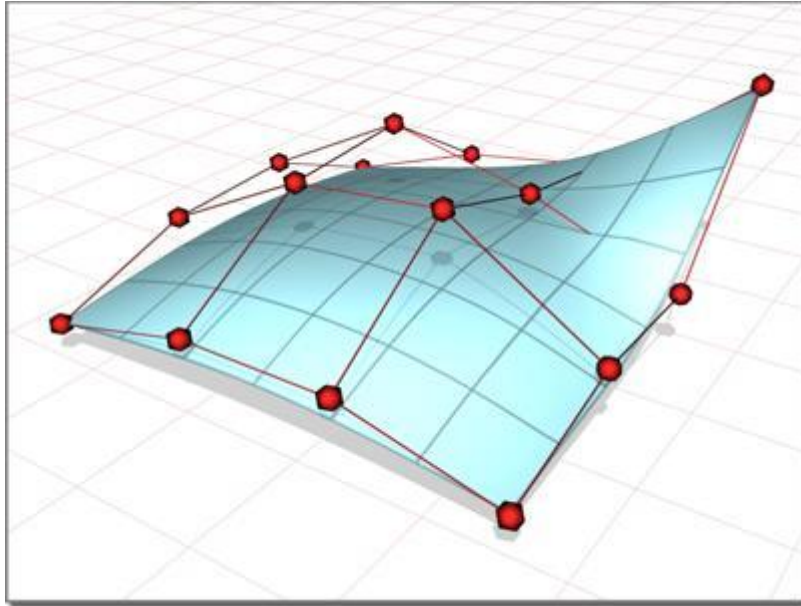
### 5.2 3D-mallien tyypit

3D-malleja on kahta päätyyppiä, jotka molemmat luodaan ja joita käsitellään ja käytetään eri tavalla ja eri käyttökohteisiin: NURBS-pinta ja polygonimalli. (Slick 2018.)

#### 5.2.1 NURBS-pinta

NURBS (Non-Uniform Rational Basis Spline) on tasainen pinta, jonka luontiin on käytetty Bezier-kaaria. NURBS-pinnan voi luoda piirtämällä vähintään kaksi kaarta, joiden välisen tilan sovellus interpoloi ja luo yhtenäisen pinnan kaarien välille. Nämä

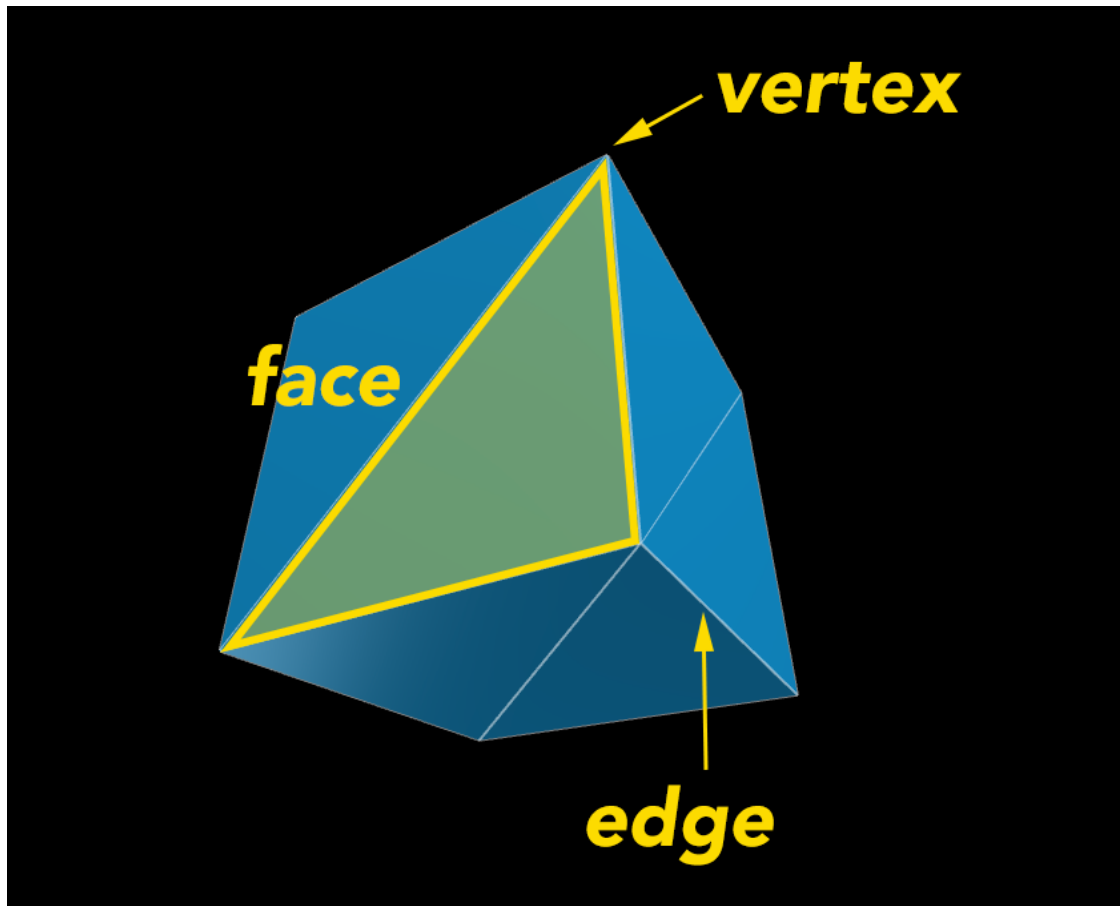
pinnat ovat matemaattisesti erittäin haastavia, ja niitä hyödynnetään autoteollisuudessa ja tekniikan alalla. NURBS-havainnekuva on kuviossa 5. (Hussain 2016.)



Kuvio 5. NURBS-havainnekuva (Hussain 2016.)

### 5.2.2 Polygonimalli

Polygonimallit ovat yleisin 3D-mallin muoto. Ne koostuvat kolmesta komponentista: pisteistä (englanniksi vertices), reunoista (edges) ja tasoista (faces) (ks. kuvio 6). Polygonimallin ero NURBS-pintaan on se, että sen pinta koostuu lukuisista geometrisistä tasoista. (Slick 2018.)



Kuvio 6. Polygonimalli (Smith 2016.)

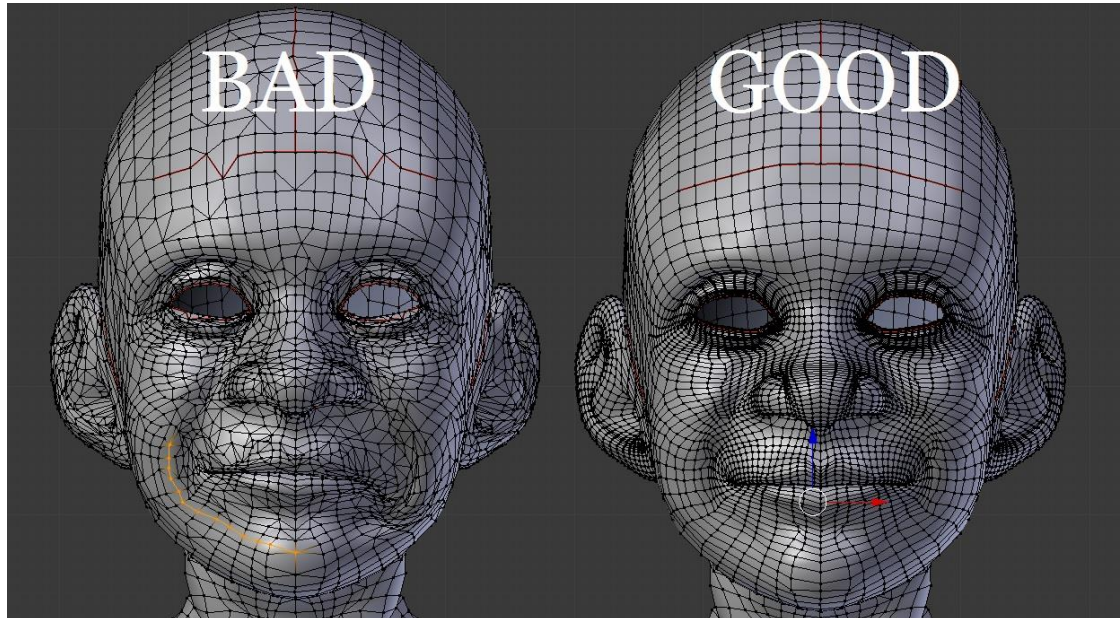
### 5.3 Varjostimet ja tekstuurit

Valmis 3D-malli ei olisi näkyvä ilman tekstuureja ja varjostimia. Varjostimilla kerrotaan tietokoneelle, kuinka malli tulisi näyttää. 3D-mallinnussovelluksissa on sisäänrakennettu työkaluja, joilla voi säätää esimerkiksi, kuinka objektin pinta reagoi valoon tai sen opasiteettia. Tekstuurit ovat kaksiulotteisia kuvatiedostoja, joita voi liittää mallin pinnalle. Niiden monimutkaisuus vaihtelee pelkästä tasaisesta väristä fotorealistisiin pinnan yksityiskohtiin. (Slick 2018.)

### 5.4 Topologia

Topologialla tarkoitetaan pisteiden, reunojen ja tasojen järjestäytymistä 3D-mallissa. Hyvin tehty topologia helpottaa monessa asiassa 3D-mallin kanssa työskentelyssä. Malliin on helpompi tehdä muutoksia ja animaatioita, kun topologia on kunnossa. Joskus malliin voi tulla artefakteja, jos se sisältää esimerkiksi päällekkäisiä pisteitä.

Joidenkin modifierien toiminta voi häiriintyä huonon topologian kanssa. Hyvin tehty topologia vaatii vähemmän laitteistotehoja ja näyttää ulkoisesti hienommalta, millä on merkitystä, jos haluaa myydä 3D-mallin. Kuviossa 7 on esimerkki hyvästä ja huonosta topologiasta samassa 3D-mallissa. (Danan 2016.)



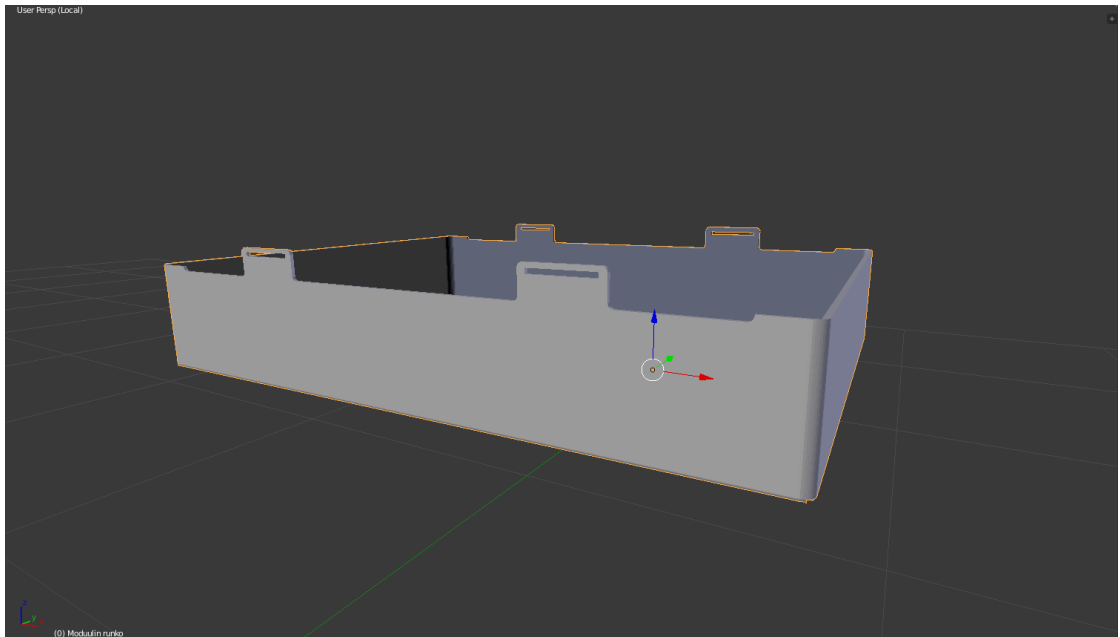
Kuvio 7. Esimerkki hyvästä ja huonosta topologiasta (Danan 2016.)

## 5.5 GEM7-moduulin mallintaminen

GEM7-moduulin 3D-mallia tullaan hyödyntämään moduulin ulkonäön ja toiminnan selkeyttämisessä asiakkaille. Moduulin mallintamiseen päädyttiin käyttämään Blenderiä, koska se oli sovellus, jota JAMK:ssa käytettiin ja opetettiin ja se oli saatavilla ilmaiseksi. Internetissä on paljon käyttöoppaita Blenderin käyttöön ja ratkaisuja ohjelman bugeihin ja ongelmiin. GEM7-moduuli valikoitui 3D-mallinnusobjektiksi muiden moduulien sijasta, koska se sattui olemaan puhtaimmassa kunnossa muihin moduuleihin verrattuna ja sen on yleisesti käytetty. Eri GEM-moduulien suurimmat ulkoölliset erot ovat ainoastaan metalliverkon koko ja sen alla oleva pinta. Infraplanin toimitusjohtaja oli myös GEM7-moduulin mallintamisen kannalla.

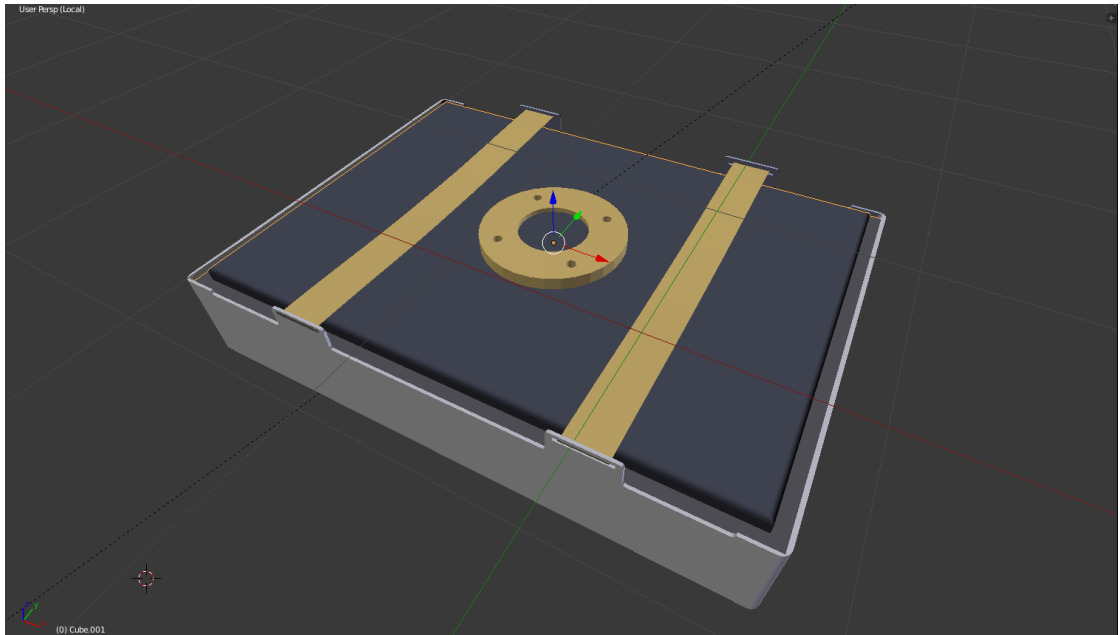
Mallinnus aloitettiin moduulin hopeanvärisen rungon mallintamisella (ks. kuvio 8). Kulmien pyöristämiseen käytettiin Bevel-modifikaatiota, sillä se oli jo tuttu aiemmin

3D-mallinnuksen kurssilta. Muitakin tapoja pyöreiden kulmien tekoon olisi varmasti ollut.



Kuvio 8. GEM7-moduulin runko

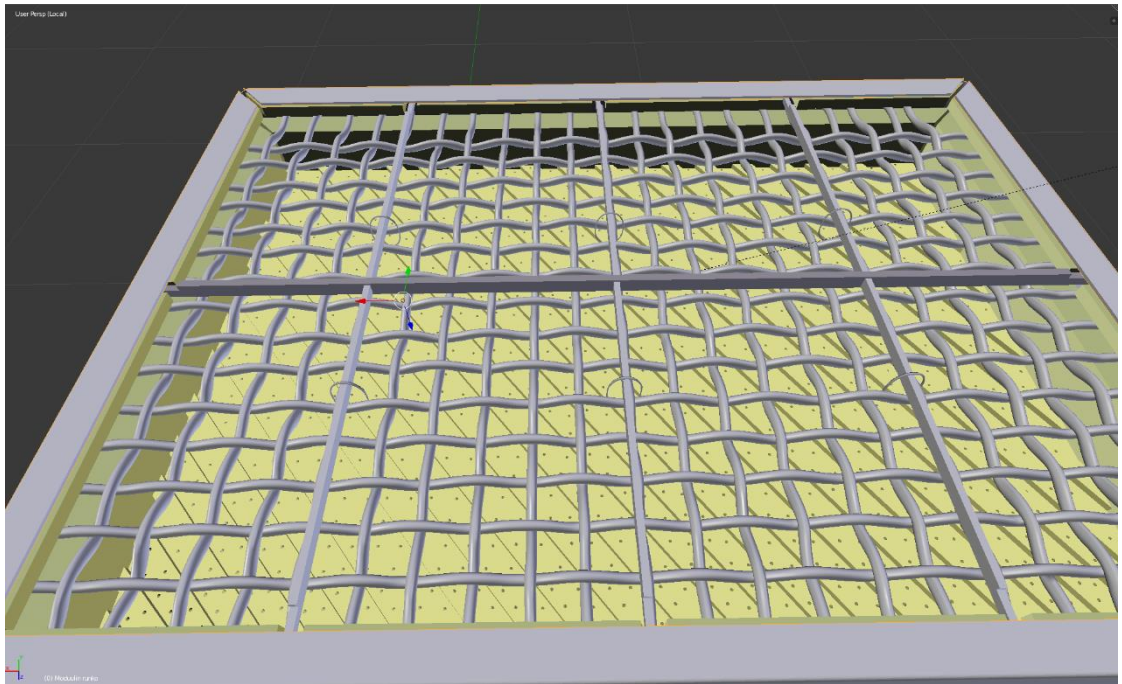
Kun runko saatiin tehtyä, seuraavaksi siirryttiin mallintamaan moduulin pohjaa (ks. kuvio 9). Kultafoliot eivät olleet tarkoituksella täysin suorina, vaan hieman kaarevia. Yhden kun sai valmiiksi, voi toisen vain kopioida edellisestä. Kullan väriseen kiekkoon tehtiin neljä ruuvin reikää lisäämällä niiden kohdalle ympyräobjektit ja käyttämällä knife project -työkalua. Ruuvin reikien sijainnit ovat silmämääräisesti asetetut. Viimeinen pohjan osa oli iso tumma levy, jonka reunat pyöristettiin. Pyöristysten lopputulokset eivät olleet aivan identtiset molemmilla puolilla. Yleisenä huomiona Mirror-modifieriä ja muita kopiointimenetelmiä tuli vältettyä, koska objektin runko ei ollut ihan suora, jolloin niiden kopioitujen osien sijainti saattoi olla huono.



Kuvio 9. GEM7-moduulin pohja

Pohjan valmiiksi saamisen jälkeen siirryttiin moduulin toiselle puolelle. Keltainen pohjalevy reikineen ja kohoumineen (ks. kuvio 10) oli ensimmäinen työvaihe. Tässä tuli huomattua, että koko objektin ollessa hieman kallellaan yhteen suuntaan ei eri osia voinut monistaa ilman, että niitä olisi pitänyt hienosäätää jälkikäteen. Esimerkiksi keltaisen levyn reikäobjekteja monistaessa ja siirtäessä niiden sijoitus ei vastannut oikeaa ja yksittäisiä reikiä joutui käsin hienosäätämään kohdilleen. Huomioiden kuinka monta riviä reikiä pohjassa oli, oli käsin tehtävä työmäärä melkoinen. Käsin ja silmämääräisesti tekeminen myös aikaansai sen, että reikien paikat eivät olleet toisiinsa verrattuna täsmälleen samoilla riveillä. Nämä reiät tehtiin myös knife project -työkalua käyttäen.

Pohjan tekemisessä haastavaa oli myös se, että siinä oli vasemmalle viistot korokkeet, joiden viistouden suunta piti myös silmämääräisesti arvioida ja asettaa. Loppulema oli se, että alun vinouma oli suurempi kuin loppupuolen. Myös tällä oli vaikutus siihen, että reikien sijainnit kopioinnin jälkeen olivat huonot.



Kuvio 10. GEM7-moduulin keltainen pohjalevy ja ristikko

Kun keltainen levy oli saatu valmiiksi, siirryttiin mallintamaan ristikkoa. Jälleen edessä oli vaihe, jossa voi kopioida yhtä tai kahta tehtyä putkea, mutta objektin vinous teki siitäkin työlästä. Ristikossa kaksi vierekkäistä putkea olivat aina erilaiset eli niitä oli kahta erilaista. Toista putkea vain käännettiin 180 astetta y-akselia pitkin, jolloin se oli kuin vastakohta pyöreyksineen. Putkien pyöreiksiä jouduttiin käsin hienosäätämään eri kohdista, jotta ne eivät menisi toisten putkien päälle, kun niitä kopioitiin ja siirrettiin eri paikkoihin. Ensimmäisen putken mallintamiseen käytettiin Bezier-kaarta.

Kun ristikko saatiin valmiiksi, oli jäljellä enää pientä ristikon alapuolisten seinien säätämistä ja objektin pintojen värjäämistä silmämääräisesti alkuperäisen mukaisiksi. Tämän jälkeen objektista renderöitiin 2D-kuva nopeammalla Blender render -renderöintimenetelmällä. Renderöinti näytti pitkään ainoastaan moduulin rungon, joka tehtiin ensimmäisenä eikä päivittänyt näkyviin muitakin tehtyjä osia, vaikka kamera oli oikein sijoitettu ja valaistuskin kohdillaan. Internetistä etsimällä selvisi, että painamalla kahdesti / ongelma saatiin ratkaistua. Näkymä oli jotenkin jumittunut Local view -tilaan, josta poistumalla ja sinne palaamalla asia korjaantui.

## 6 Tulokset ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä digitaalista koulutusmateriaalia Infraplan Oy:n toiminnasta yrityksen asiakkaita varten. Tehdyt materiaalit oli tarkoitus jättää Infraplanin käyttöön. Videoeditointi ja 3D-mallinnus kuuluivat vahvuusalueisiin, joten projekti sopi hyvin itselleni siltä osin ja myös siitä syystä, että Infraplan on vanhempieni omistama perheyritys, jossa muutenkin olen ollut töissä. Yhteistyö sujui helposti, kun Infraplanin toimitusjohtaja istui samassa huoneessa ja pystyin kysymään häneltä ja myös muilta työntekijöiltä asioita välittömästi. Tietenkin välillä työntekijöillä ja minulla oli yrityksen työasioita hoidettavana, eikä joka päivä kaikki olleet paikalla, mutta niillä ei suurta vaikutusta ollut etenemiseen.

Etenemistä rajoittavin asia työssä oli videomateriaalin ja kuvien ottamiseen liittyvät asiat paperitehtailta. Tehtaille ei ollut pääsyä ilman syytä, vaan ainoastaan huollon yhteydessä, mikä hidasti hieman kuvaamista. Huoltokeikkoja oli noin kuukauden välein. Virallisesti videokuvaaminen ja kuvien ottaminen tehdasalueella oli kielletty, mutta erityisluvan pystyi saamaan.

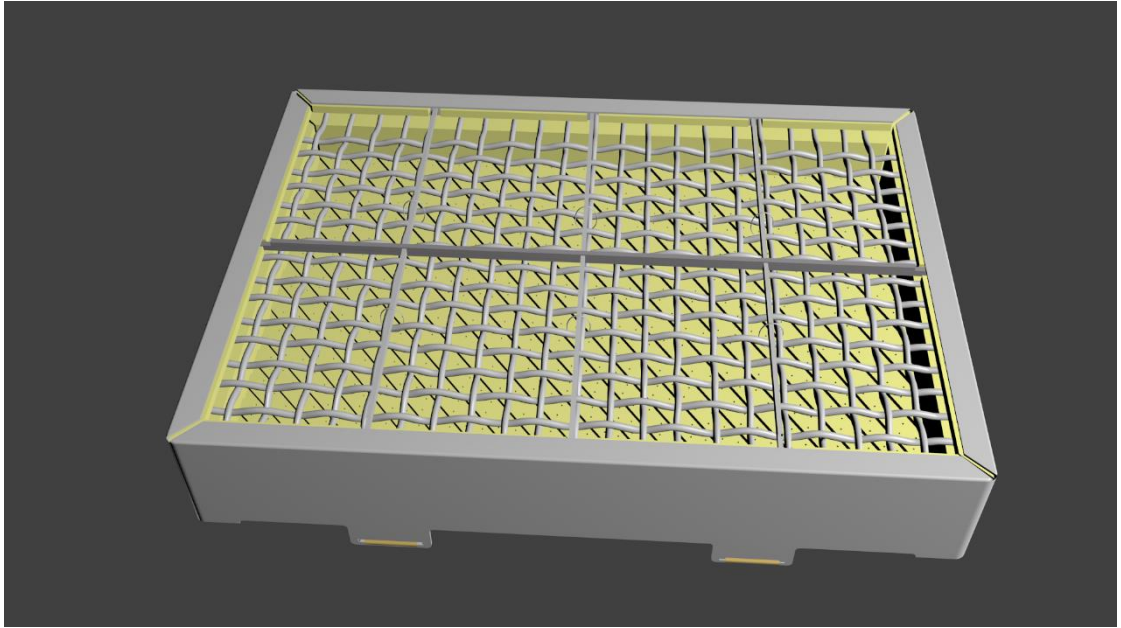
Valmistuttuani työllistyn todennäköisesti Infraplanille, joten oli hyvä että sähkö- ja kaasuinfrat ovat tulleet tutummaksi ja erilaiset varaosat niihin nähtyä omin silmin. Erilaisia varaosia on niin monenlaisia, niin on hyvä tietää mistä osista puhutaan.

Tietoperustan materiaali oli paikoitellen melko vanhaa, mutta ei paperiteollisuudessa ollut paljoa muutoksia tullut vuosien varrella. Samat laitteet olivat käytössä kolmekymmentä vuotta sitten paperitehtailla kuin mitä nytkin on. Internetistä oli hankalaa löytää mitään kunnon tietoa paperikoneiden sähkö- ja kaasuinfrain liittyen, joten oli kaivettava Infraplanin lokeroista vanhoja dokumentteja.

Adobe Premiere Pro toimi pääosin hyvin ja helppokäyttöisyys oli eduksi, kun ei sitä ollut tullut käytettyä koulun ulkopuolella. Yksi ärsyttävä bugi tuli vastaan, johon ei ole pysyvää korjausta löytynyt Internetistä ja johon muutkin käyttäjät ovat törmänneet: kun luo projektille kansioita, joihin laittaa videotiedostoja ja sitten avaa jonkin näistä kansioista, projektin aikajana jäätyy eikä sitä voi liikuttaa. Periaatteessa se liikkuu, mutta käyttäjälle se ei päivity, ellei avaa jotakin ylärivin valikkoa. Kun sulkee kansion, aikajana toimii taas. Tämän takia en tehnyt enää kansioita muihin projektin videoihin ensimmäisen jälkeen.

Videoiden lopputuloksesta voi sanoa, että se oli ehkä enemmän Infraplanin toimitusjohtajan mieleen kuin minun. Kaikki näyttävyyys, animaatiot ja yleinen tyylikkyys jätettiin minimiin ja keskityttiin vain olennaiseen sisällön osalta. Itse olisin tykännyt tehdä näyttävämpää jälkeä, mutta kohdeyleisö huomioiden suoraan asian ytimeen menevä sisältö oli parempi ratkaisu. Iäkkäät työntekijät paperitehtailla eivät välttämättä jaksa katsoa mitään efekti-ilotulitusta. Samoin äänet ja taustamusiikki jätettiin pois kokonaan, jotta Infraplanin työntekijät voivat tarvittaessa täsmentää asioita videoiden aikana. Lopullinen videoiden kuvanlaatu oli yllättävän hyvännäköistä huomioiden, että osa klipeistä oli 1280x720-resoluutioista ja osa 1920x1080. Maksimi renderöintilaadulla ero saatiin huomaamattomaksi. Videoiden renderöintiresoluutio oli 1280x720.

GEM7-moduulin 3D-mallin lopputulos oli ihan tyydyttävä. Malliobjekti oli hyvin eriytylinen verrattuna 3D-mallinnuksen kurssilla tekemääni panssarivaunuun. Siinä oli paljon suoria kulmia, kun taas GEM7-moduulissa oli paljon pyöreitä kulmia. Koko objektin perustan tein huomaamattani hieman vinoon, joten eri osien kopiointi vaati paljon työtä, kun osat eivät menneet kohdilleen vain suoraan tiettyä akselia pitkin liikuttaen. Se oli todennäköisesti suurin virhe, joka tuli tehtyä ja lisäsi työmäärää paljon. Blenderissä on toimintoja, joilla objektia voi kääntää esimerkiksi tasan 180 astetta eikä tarvitse silmämääräisesti kääntää itse. Näitä olisi pitänyt hyödyntää enemmän. Topologiassa oli jotain pieniä epätäydellisyyksiä, joista ei tässä työssä ollut haittaa. Moduulin joitakin pieniä yksityiskohtia jätin tekemättä, kun en kokenut niitä tärkeäksi kokonaisuuden kannalta. Pintojen väri oli silmämääräisesti sinne päin, kun ei tarkkoja värikoodeja ollut tiedossa. Kuva valmiista renderöinnistä on kuviossa 11.



Kuvio 11. Renderöinti valmiista 3D-mallista

Kaasuinfrojen huolto ja kunnossapito- taulukkoon tuli liitettyä kaikki tarvittavat kuvat paria lukuun ottamatta, joista ei pystynyt kuvaamaan niiden osien sijainnin takia. Taulukon ulkoasua tuli hieman säädettyä niin, että jokainen toimenpide on omalla sivullaan, jolloin sisällysluettelosta pääsee klikkaamalla sivunumeroa suoraan oikeaan kohtaan. Työvaiheiden otsikoinnissa ilmeni ärsyttävä bugi, joka oli melkein vuosikymmenen vanha nettikeskustelujen perusteella. Yhtäkkiä toisen tason otsikoiden numeroinnin tilalle tuli vain musta laatikko, mikä tarkoitti, että jotain otsikkotyylisiin liittyvää oli korruptoitunut itsestään. Ongelma ratkesi, kun sääti numeroinnin ja luetteloinnin asetuksia edestakaisin.

## Lähteet

A complete drying system. N.d. IR-drying for corrugators. IRT-system.

Danan. 2016. Why Do We Need Topology in 3D Modeling. Thilakanathan Studios. Viitattu 9.4.2019. <http://thilakanathanstudios.com/2016/09/why-do-we-need-topology-in-3d-modeling/>

Different Types of Video Editing. N.d. Media College. Viitattu 3.10.2018. <https://www.mediacollege.com/video/editing/tutorial/methods.html>

Ferzoco, A. 2019. Catmedia blog. What Are The Three Stages of Video Production? Viitattu 16.4.2019. <https://blog.catmedia.com/what-are-the-three-stages-of-video-production>

Fitzgerald, R. 2018. What Is 3D Modeling. CG Spectrum. Viitattu 5.4.2019. <https://www.cgspectrum.edu.au/blog/what-is-3d-modeling/>

Humes, T. N.d. Three Stages To Every Project – Pre-Production, Production and Post-Production. Student Filmmakers. Viitattu 16.4.2019. <https://www.studentfilmmakers.com/three-stages-to-every-project-pre-production-production-and-post-production/>

Hussain, N. 2016. NURBS: Non-Uniform Rational Basis Spline. Reader Man Blog. Viitattu 8.4.2019. <https://readerman1.wordpress.com/2016/05/12/nurbs-non-uniform-rational-basis-spline/>

Hussain, T. 2018. What is digital learning and its importance. Quora. Viitattu 8.4.2019. <https://www.quora.com/What-is-digital-learning-and-its-importance>

Infrared waves. N.d. Redsun. Infrapuna-aallot. Viitattu 23.10.2018. <http://www.redsun.bg/en/infraredheating/infrared-heat-waves/>

Jay. 2013. What is Video Editing? Dototot. Viitattu 9.4.2019. <https://dototot.com/what-is-video-editing/>

Päälysteen kuivatus infrapunatekniikalla – IRT-Webmate Combi, sähköinfrat, kaasuinfrat. 1995. IRT-ryhmän paperiteollisuuden erikoislehti.

Slick, J. 2018. 3D Model Components – Vertices, Edges, Polygons & More. Lifewire. Viitattu 8.4.2019. <https://www.lifewire.com/3d-model-components-1952>

Smith, R. 2016. Beginning with 3D WebGL (pt. 2) – Geometry. Codepen. Viitattu 8.4.2019. <https://codepen.io/rachsmith/post/beginning-with-3d-webgl-pt-2-geometry>

Solaronics sähköinfran huolto. 1987. Infrarödteknik AB.

The 5 Stages Of Video Editing. 2018. Motion Array. Viitattu 17.4.2019. <https://motionarray.com/blog/the-5-stages-of-video-editing>

The future of digital learning – our view. N.d. YMCA. Viitattu 17.4.2019. <https://www.ymca.co.uk/education/comment/future-digital-learning-our-view>

The Pros And Cons Of Digital Learning. 2017. Young Upstarts. Viitattu 17.4.2019. <http://www.youngupstarts.com/2017/04/12/the-pros-and-cons-of-digital-learning/>

The Three Main Stages of Video Production. N.d. One Productions. Viitattu 16.4.2019. <https://www.oneproductions.com/the-three-main-stages-of-video-production/>

UniDryer. N.d. Solaronics IRT.

Vander Ark, T. 2015. The Shift to Digital Learning: 10 Benefits. Getting Smart. Viitattu 8.4.2019. <https://www.gettingsmart.com/2015/11/the-shift-to-digital-learning-10-benefits/>

What is Video Editing? N.d. Media College. Viitattu 2.10.2018. <https://www.mediacollege.com/video/editing/tutorial/definition.html>

## Liitteet

Liite 1. Kaasuinfran huolto ja kunnossapito -ohjetaulukko lyhennettynä

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Emittereiden kunnan tarkastus	Emitterin pinnan ja keramiikkarakenteen visuaalinen tarkastus	1	Infraplan / Asiakas
Jos pimeitä emittereitä tarkasta seuraavat; kaasusuutin, takatulisulake (APD)	Irrota suuttimet ja tarkasta ettei suutin ole tukossa pölyn tai muun lian/partikkelin takia	1	Infraplan / Asiakas
Käynnistä polttimet ja tarkasta liekinvalvontamittareiden arvo (mA)	Kirjaa lukema ylös	1	Infraplan / Asiakas
Tarkasta sytytys- ja liekinvalvonnan kaapelointi, korjaa tarvittaessa	Avaa kotelo infrapalkin takaa ja tarkasta ettei kaapeleissa ole palojälkiä, viiltoja tai muuta vahinkoa	3	Infraplan / Asiakas
APS:n kunnan- ja asetusten tarkastus (jos asennettu)	Nollataan APS nollakohtaan ja säädetään tarvittaessa	3	Infraplan
Kaasunsuodattimien puhdistus + vuototesti	Irrota paikoiltaan, puhdistu paineilmalla + vuototesti saippuavedellä	3	Infraplan
Palamisilman suodattimien tarkastus ja puhdistus	Puhalletaan puhtaaksi paineilmalla, vaihdetaan uuteen, jos likaa on liikaa	3	Asiakas
Sytytys- ja liekinvalvonnan komponenttien tarkastus ja huolto	Elektrodien huolto/vaihto jos tarpeen, putkien tarkastus ja puhdistus, tiivisteiden kunto ja koko yksikön puhdistus paineilmalla	3	Infraplan / Asiakas
Palkin liikeratojen tarkastus (liikkeiden tasaisuus, nopeus, rajojen painekeytkimien toiminta ja kaapelointi)	Tarkasta toiminta palkkia manuaalisesti ajamalla, varmista ettei ääni tai liikenopeus ole poikkeava, varmista ettei vuotoja ole	3	Infraplan / Asiakas
Turvakytkimien/hätäseis-nappien toiminta, maadoitukset, painekeytkimet	Varmista toiminta	3	Infraplan

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Palamis- ja kiertoilman säädön toiminta ja kunto	Liikuta akselia, varmista sen liikerata ja toiminta	6	Infraplan
Tarkasta ja varmista sammutuslaitteiston (FPS) toiminta	Kytke FPS-laitteisto käsikäytölle ja päälle, varmista ettei vuotoja tai muita vikoja löydy	6	Infraplan
Tarkasta paine- ja lämpöantureiden toiminta	Tarkasta näytöstä arvot ja kirjaa epänormaalit arvot ylös	6	Infraplan
Tarkasta painekeytkimet	Testaa toiminta paine- ja ohmimittarilla	6	Infraplan
Puhaltimien toiminta, tärinä, hihnat, puhtaus, rasva, laakerit	Varmista puhaltimien toiminta, kunto ja epänormaali tärinä, lisää rasvaa laakereihin, jos tarvetta	6	Asiakas
Emittereiden puhdistus	Palamisilman puhallin päälle ja paineilmalla puhallus emittereihin hie- man viistottain, ei suoraan kohti emit- teriä	6	Infraplan / Asiakas
Tarkastus kaikille joustaville putkille/letkuille (kaasu, ilma, impulssi, höyry, paineilma)	Visuaalinen tarkastus putkien/letku- jen pinnoille ja vuototestaus saippu- alla, jos epäilyksiä tiiviydestä	6	Infraplan / Asiakas
Imu- ja puhallusputkiston tarkastus vääntymien tai ruosteen varalta	Kaikkien puhallus- ja imuputkistojen tarkastus vääntymien, irronneiden saumojen tai ruosteen varalta	12	Infraplan
Profiloinnin toiminnan tarkastus	Pakkokäytöllä ajettaessa jokaisen paineilmasylinterin toiminnan tarkastus	12	Infraplan
Lämpötilan tarkastus joustavien letkujen- ja palkin sisältä	Mitataan palkin- ja joustavan imuput- ken sisältä	12	Infraplan
Tarkasta palamisilman puhalti- mien moottoriventtiilien mekaa- ninen toiminta	Puhallin ON-asentoon, seuraa venttii- lin liikettä ääriasennosta toiseen, seu- raan painetta	12	Infraplan
Tarkasta venttiilien sinetöinti	Tarkasta sinetöinti kaikista venttii- leistä, korjaa jos laitteistossa ei sitä ole tai se on poistettu	12	Infraplan

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Kaasunsuodattimien vaihto + vuototesti	Vuototesti saippuavedellä	12	Infraplan
Sytytys- ja liekinvalvonta elektrodien uusinta	Avaa kotelo infrapalkin takaa, tarkasta myös elektrodiputket ja tiiviste	12	Infraplan
Palamisilman suodattimien vaihto	Vaihda suodatin ja esisuodatin	12	Asiakas
Laitteiston sähkökaappien ja ohjauslaatikoiden puhdistus	Voidaan suorittaa pölynimurilla	12	Asiakas
Puhaltimien hihnojen tarkastus (jos hihnakäyttöinen)	Kireyden varmistus sekä visuaalinen tarkastus	12	Asiakas
Ylijäämäilman ja pinnan lämpötilan mittaukset	Käytetään happimittaria ja pyrometriä pinnan lämpötilan mittaukseen, MTS-puhallin pois päältä (mass transfer system)	12	Infraplan
Puhaltimien hihnojen vaihto (jos hihnakäyttöinen)	Hihnojen vaihto	24	Asiakas
Paineilmasyntereiden akselisuojien vaihto	Vaihda akselisuojat, jos ne ovat rikki tai niissä on palojälkiä	24	Asiakas
Tarkista ilmarikkojen ja kaasusuuttimien puhtaus	Visuaalinen tarkastus	24	Infraplan
Vaihda ensio (PGT)- ja toisiokaasuputkiston (SGT) paineenalennimet uusiin	Suorita vuototesti saippuavedellä uutta paineenalenninta asennettaessa	60	Infraplan
Vaihda kaikki painekytkimet uusiin	Suorita vuototesti saippuavedellä uusia kytkimiä asennettaessa	60	Infraplan
Vaihda toisiokaasuputken (SGT) suhdesäätöventtiili uuteen	Ei suoriteta, jos venttiili on sähköisesti ohjattu RV232	60	Infraplan
Tarkasta/vaihda puhaltimien tärinänestolevyt	Vaihda levyt uusiin	60	Asiakas

Liite 2. Kaasuinfran huolto ja kunnossapito -ohjetaulukko

## Kaasuinfran huolto ja kunnossapito -ohjetaulukko



## Sisältö

<b>1</b>	<b>Kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet</b> .....	3
1.1	Emittereiden kunnon tarkastus.....	3
1.2	Jos pimeitä emittereitä, tarkasta seuraavat: kaasusuutin, takatulislake (APD)..	4
1.3	Käynnistä polttimet ja tarkasta liekki- ja lämpömittareiden arvo.....	6
<b>2</b>	<b>Kolmen kuukauden välein toteutettavat toimenpiteet</b> .....	7
2.1	Ilman- ja kaasunpaineen tarkastus pienellä ja täydellä teholla .....	7
2.2	Tarkasta sytytys- ja liekki- ja lämpömittareiden kaapelointi, korjaa tarvittaessa.....	8
2.3	APS:n kunnon- ja asetusten tarkastus (jos asennettu) .....	9
2.4	Kaasunsuodattimien puhdistus + vuototesti .....	10
2.5	Palamisilman suodattimien tarkastus ja puhdistus.....	11
2.6	Sytytys- ja liekki- ja lämpömittareiden komponenttien tarkastus ja huolto .....	12
2.7	Palkin liikeratojen tarkastus (liikkeiden tasaisuus, nopeus, rajojen paine- ja lämpökytkimien toiminta ja kaapelointi) .....	13
2.8	Turvakytkimien/hätäseis-nappien toiminta, maadoitukset, paine- ja lämpökytkimet .....	14
<b>3</b>	<b>Kuuden kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet</b> .....	17
3.1	Palamis- ja kiertoilman säädön toiminta ja kunto.....	17
3.2	Tarkasta ja varmista sammutuslaitteiston (FPS) toiminta .....	18
3.3	Tarkasta paine ja lämpöantureiden toiminta .....	19
3.4	Tarkasta paine- ja lämpökytkimet.....	21
3.5	Puhaltimien toiminta, tärinä, hihnat, puhtaus, rasva, laakerit .....	22
3.6	Emittereiden puhdistus .....	23
3.7	Tarkastus kaikille joustaville putkille/letkuille (kaasu, ilma, impulssi, höyry, paineilma).....	24
<b>4</b>	<b>12 kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet</b> .....	25
4.1	Imu- ja puhallusputkiston tarkastus vääntymien ja ruosteen varalta .....	25
4.2	Profiloinnin toiminnan tarkastus.....	26
4.3	Lämpötilan tarkastus joustavien letkujen ja palkin sisältä .....	27
4.4	Tarkasta palamisilman puhaltimien moottoriventtiilien mekaaninen toiminta .	28

4.5	Tarkista venttiilien sinetöinti.....	29
4.6	Kaasunsuodattimien vaihto + vuototesti .....	30
4.7	Sytytys- ja liekinvalvonta -elektrodien uusinta .....	31
4.8	Palamisilman suodattimien vaihto .....	32
4.9	Laitteiston sähkökaappien ja ohjauslaatikoiden puhdistus .....	33
4.10	Puhaltimien hihnojen tarkastus (jos hihnakäyttöinen).....	37
4.11	Ylijäämäilman ja pinnan lämpötilan mittaukset .....	38
<b>5</b>	<b>24 kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet</b> .....	<b>40</b>
5.1	Puhaltimien hihnojen vaihto (jos hihnakäyttöinen).....	40
5.2	Paineilmasyntereiden akselisuojien vaihto .....	41
5.3	Tarkasta ilmarikkojen ja kaasusuuttimien puhtaus .....	42
<b>6</b>	<b>60 kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet</b> .....	<b>44</b>
6.1	Vaihda ensio (PGT)- ja toisiokaasuputkiston (SGT) paineenalentimet uusiin.....	44
6.2	Vaihda kaikki painekeytkimet uusiin .....	45
6.3	Vaihda toisiokaasuputken (SGT) suhdesäätöventtiili uuteen .....	46
6.4	Tarkasta/vaihda puhaltimien tärinänestolevyt .....	47

# 1 Kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet

## 1.1 Emittereiden kunnon tarkastus

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Emittereiden kunnon tarkastus	Emitterin pinnan ja keramiikkarakenteen visuaalinen tarkastus	1	Infraplan / Asiakas



Kaasuemittereitä

## 1.2 Jos pimeitä emittereitä, tarkasta seuraavat: kaasusuutin, takatulisulake (APD)

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Jos pimeitä emittereitä, tarkasta seuraavat: kaasusuutin, takatulisulake (APD)	Irrota suuttimet ja tarkasta ettei suutin ole tukossa pölyn tai muun lian/partikkelin takia	1	Infraplan / Asiakas



Päästä sulanut takatulisulake (APD)



Ehjä takatulisulake (APD)



Kaasusuutin 2,05 mm

### 1.3 Käynnistä polttimet ja tarkasta liekinvalvontamittareiden arvo

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Käynnistä polttimet ja tarkasta liekinvalvontamittareiden arvo (mA)	Kirjaa lukema ylös	1	Infraplan / Asiakas



Liekinvalvontamittareita

## 2 Kolmen kuukauden välein toteutettavat toimenpiteet

### 2.1 Ilman- ja kaasunpaineen tarkastus pienellä ja täydellä teholla

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Ilman- ja kaasunpaineen tarkastus pienellä ja täydellä teholla	Käytetään digitaalista manometriä tuloksen saamiseksi	3	Infraplan



Digitaalinen manometri

## 2.2 Tarkasta sytytys- ja liekinvalvonnan kaapelointi, korjaa tarvittaessa

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkasta sytytys- ja liekinvalvonnan kaapelointi, korjaa tarvittaessa	Avaa kotelo infrapalkin takaa ja tarkasta ettei kaapeleissa ole palojälkiä, viiltoja tai muuta vahinkoa	3	Infraplan / Asiakas



Rikkinäinen sytytyskaapeli

### 2.3 APS:n kunnon- ja asetusten tarkastus (jos asennettu)

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
APS:n kunnon- ja asetusten tarkastus (jos asennettu)	Nollataan APS (Air Pressure Supervisor) nollakohtaan ja säädetään tarvittaessa	3	Infraplan



Air Pressure Supervisor (APS)

## 2.4 Kaasunsuodattimien puhdistus + vuototesti

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Kaasunsuodattimien puhdistus + vuototesti	Irrota paikoiltaan, puhdista paineilmalla + vuototesti saippuavedellä	3	Infraplan



Kaasunsuodatin

## 2.5 Palamisilman suodattimien tarkastus ja puhdistus

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Palamisilman suodattimien tarkastus ja puhdistus	Puhalletaan puhtaaksi paineilmalla, vaihdetaan uuteen, jos likaa on liikaa	3	Asiakas



Likaiset palamisilman suodattimet

## 2.6 Sytytys- ja liekinvalvonnan komponenttien tarkastus ja huolto

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Sytytys- ja liekinvalvonnan komponenttien tarkastus ja huolto	Elektrodien huolto/vaihto jos tarpeen, putkien tarkastus ja puhdistus, tiivisteiden kunto ja koko yksikön puhdistus paineilmalla	3	Infraplan / Asiakas



Liekinvalvontayksikön rungon tiiviste

## 2.7 Palkin liikeratojen tarkastus (liikkeiden tasaisuus, nopeus, rajojen painekeytkimien toiminta ja kaapelointi)

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Palkin liikeratojen tarkastus (liikkeiden tasaisuus, nopeus, rajojen painekeytkimien toiminta ja kaapelointi)	Tarkasta toiminta palkkia manuaalisesti ajamalla, varmista ettei ääni tai liikenopeus ole poikkeava, varmista ettei vuotoja ole	3	Infraplan / Asiakas



Infrapalkki

## 2.8 Turvakytkimien/hätäseis-nappien toiminta, maadoitukset, painekeytkimet

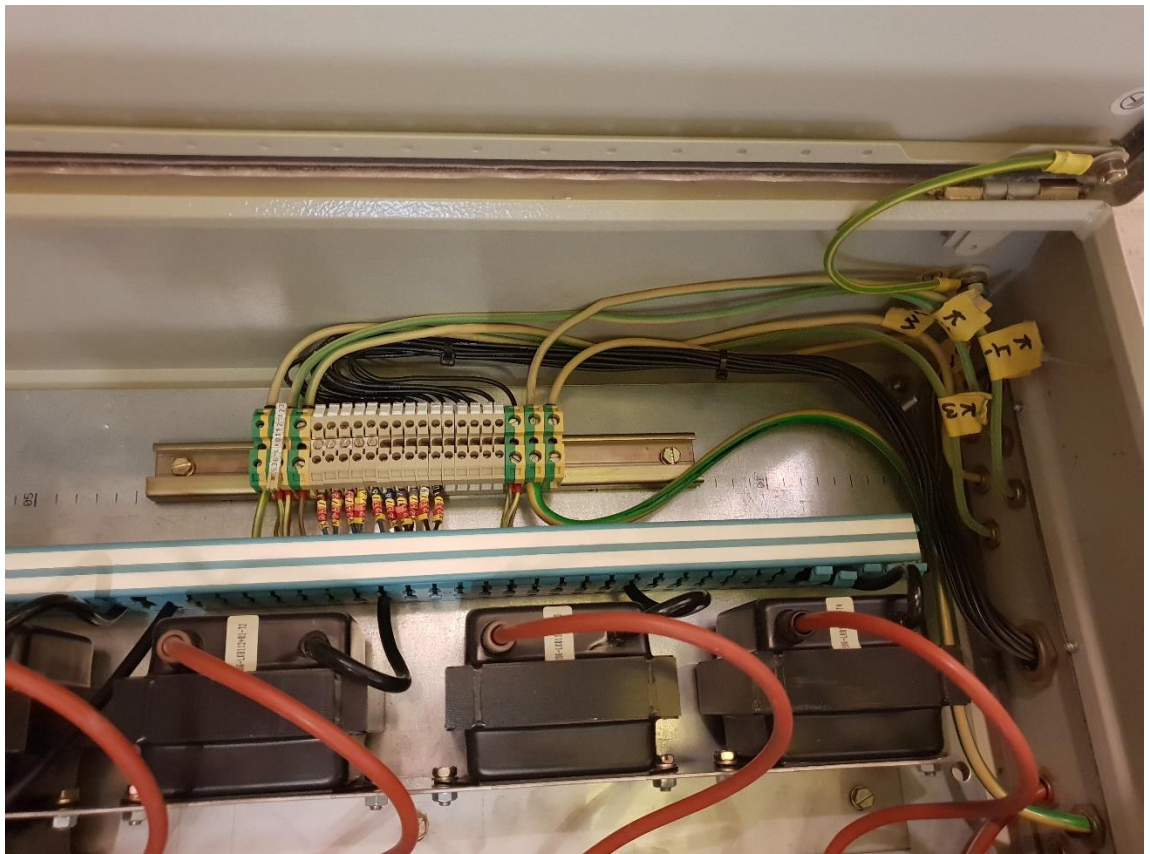
Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Turvakytkimien/hätäseis-nappien toiminta, maadoitukset, painekeytkimet	Varmista toiminta	3	Infraplan



Hätäseis-nappi



Dungs-painekeytkin



Maadoituksia



Turvakytkin

### 3 Kuuden kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet

#### 3.1 Palamis- ja kiertoilman säädön toiminta ja kunto

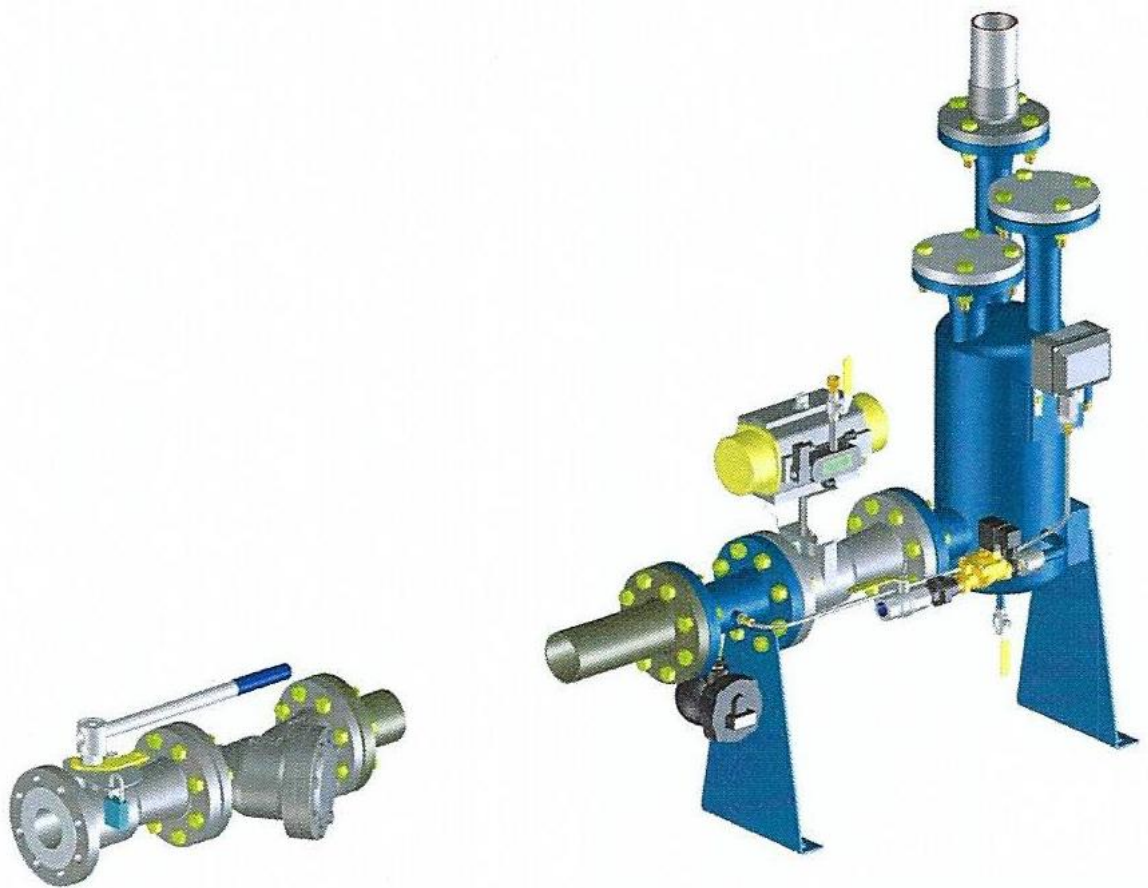
Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Palamis- ja kiertoilman säädön toiminta ja kunto	Liikuta akselia, varmista sen liikerata ja toiminta	6	Infraplan



Kiertoilmakanavisto

### 3.2 Tarkasta ja varmista sammutuslaitteiston (FPS) toiminta

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkasta ja varmista sammutuslaitteiston (FPS) toiminta	Kytke FPS-laitteisto käsikäytölle ja päälle, varmista ettei vuotoja tai muita vikoja löydy	6	Infraplan



Sammutuslaitteisto

### 3.3 Tarkasta paine ja lämpöantureiden toiminta

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkasta paine- ja lämpöantureiden toiminta	Tarkasta näytöstä arvot ja kirjaa epänormaalit arvot ylös	6	Infraplan



Lämpöanturi PT-100



Paineanturi

### 3.4 Tarkasta painekeytkimet

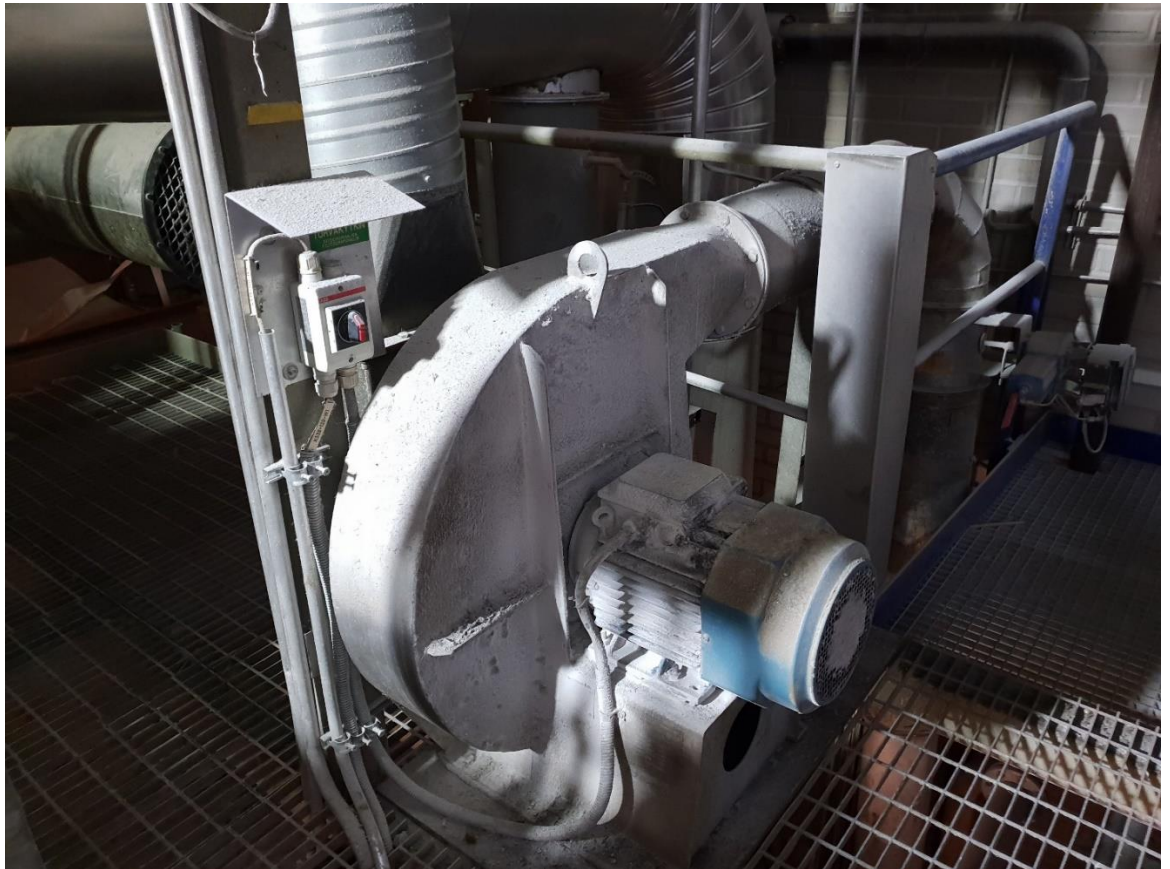
Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkasta painekeytkimet	Testaa toiminta paine- ja ohmimittarilla	6	Infraplan



Dungs-painekeytkin

### 3.5 Puhaltimien toiminta, värinä, hihnat, puhtaus, rasva, laakerit

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Puhaltimien toiminta, värinä, hihnat, puhtaus, rasva, laakerit	Varmista puhaltimien toiminta, kunto ja epänormaali värinä, lisää rasvaa laakereihin, jos tarvetta	6	Asiakas



Paloilmapuhallin

### 3.6 Emittereiden puhdistus

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Emittereiden puhdistus	Palamisilman puhallin päälle ja paineilmalla puhallus emittereihin hieman viistottain, ei suoraan kohti emitteriä	6	Infraplan / Asiakas



Uusia emittereitä

### 3.7 Tarkastus kaikille joustaville putkille/letkuille (kaasu, ilma, impulssi, höyry, paineilma)

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkastus kaikille joustaville putkille/letkuille (kaasu, ilma, impulssi, höyry, paineilma)	Visuaalinen tarkastus putkien/letkujen pinnoille ja vuototestaus saippualla, jos epäilyksiä tiiviyydestä	6	Infraplan / Asiakas



Sytytyspuolen impulssiputket, joissa öljyä

## 4 12 kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet

### 4.1 Imu- ja puhallusputkiston tarkastus vääntymien ja ruosteen varalta

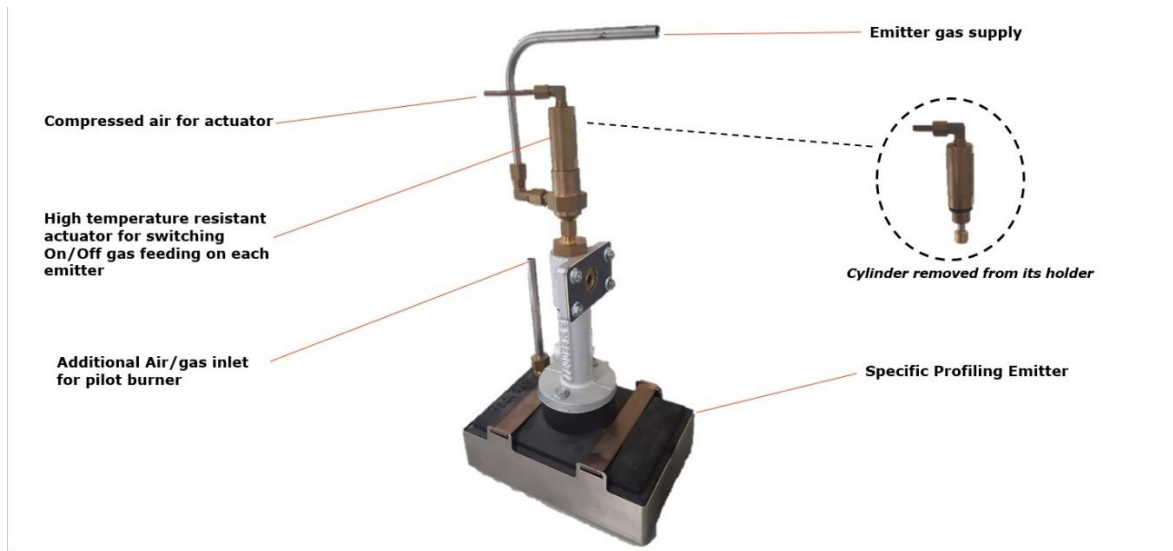
Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Imu- ja puhallusputkiston tarkastus vääntymien tai ruosteen varalta	Kaikkien puhallus- ja imuputkistojen tarkastus vääntymien, irronneiden saumojen tai ruosteen varalta	12	Infraplan



Imu- ja puhallusputkisto

## 4.2 Profiloinnin toiminnan tarkastus

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Profiloinnin toiminnan tarkastus	Pakkokäytöllä ajettaessa jokaisen paineilmasylinterin toiminnan tarkastus	12	Infraplan



Profiloiva emitteri + paineilmasylinteri

### 4.3 Lämpötilan tarkastus joustavien letkujen ja palkin sisältä

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Lämpötilan tarkastus joustavien letkujen ja palkin sisältä	Mitataan palkin ja joustavan imuputken sisältä	12	Infraplan



Palkin sisältä voidaan mitata lämpötila

#### 4.4 Tarkasta palamisilman puhaltimien moottoriventtiilien mekaaninen toiminta

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkasta palamisilman puhaltimien moottoriventtiilien mekaaninen toiminta	Puhallin ON-asentoon, seuraa venttiilin liikettä ääriasennosta toiseen, seuraa painetta	12	Infraplan



Palamisilman moottoriventtiili

#### 4.5 Tarkista venttiilien sinetöinti

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkasta venttiilien sinetöinti	Tarkasta sinetöinti kaikista venttiileistä, korjaa jos laitteistossa ei sitä ole tai se on poistettu	12	Infraplan



Paineenalenninventtiili

#### 4.6 Kaasunsuodattimien vaihto + vuototesti

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Kaasunsuodattimien vaihto + vuototesti	Vuototesti saippuavedellä	12	Infraplan



Kaasunsuodatin

#### 4.7 Sytytys- ja liekinvalvonta -elektrodien uusinta

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Sytytys- ja liekinvalvontaelektrodien uusinta	Avaa kotelo infrapalkin takaa, tarkasta myös elektrodiputket ja tiiviste	12	Infraplan



Rikkinäisiä sytytys Elektrodeja

#### 4.8 Palamisilman suodattimien vaihto

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Palamisilman suodattimien vaihto	Vaihda suodatin ja esisuodatin	12	Asiakas



Puhtaat palamisilman suodattimet

#### 4.9 Laitteiston sähkökaappien ja ohjauslaatikoiden puhdistus

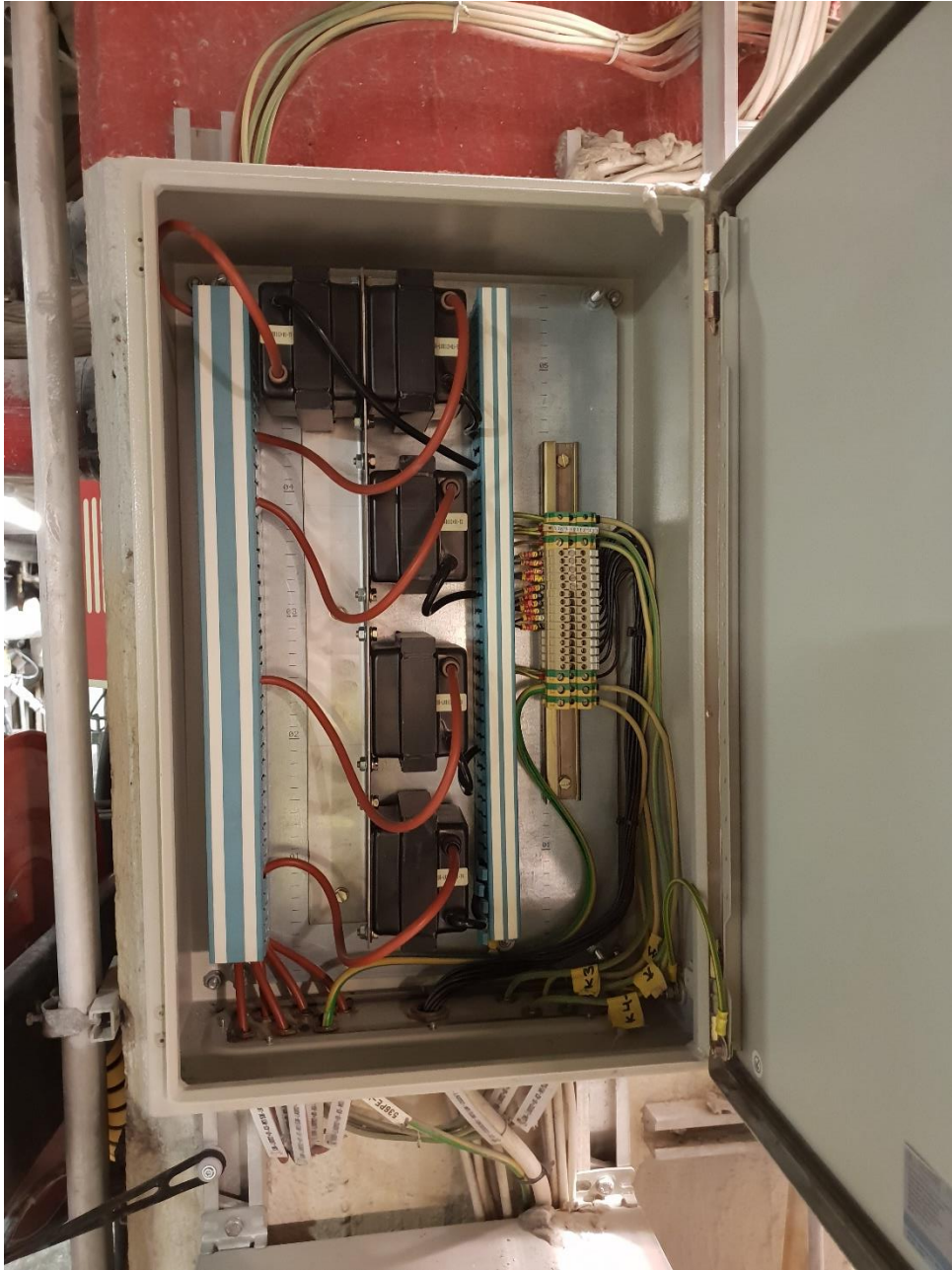
Toimenpide	Työtap	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Laitteiston sähkökaappien ja ohjauslaatikoiden puhdistus	Voidaan suorittaa pölynimurilla	12	Asiakas



Sähkökaappi sisältä



Sähkökaappi ulkoa



Ohjauskaappi sisältä



Ohjauskaappi ulkoa

## 4.10 Puhaltimien hihnojen tarkastus (jos hihnakäyttöinen)

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Puhaltimien hihnojen tarkastus (jos hihnakäyttöinen)	Kireyden varmistus sekä visuaalinen tarkastus	12	Asiakas

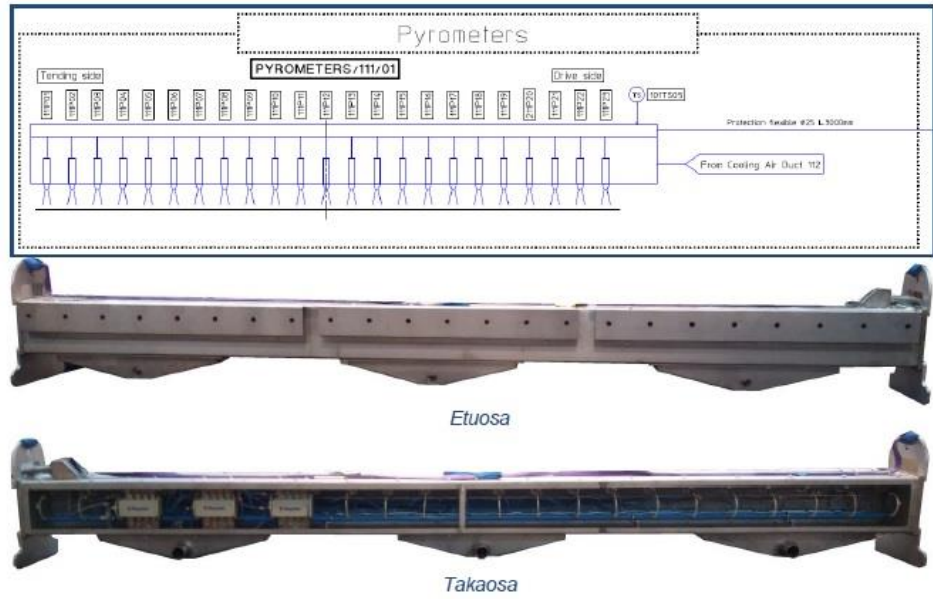
#### 4.11 Ylijäämäilman ja pinnan lämpötilan mittaukset

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Ylijäämäilman ja pinnan lämpötilan mittaukset	Käytetään happimittaria ja pyrometriä pinnan lämpötilan mittaukseen, MTS-puhallin pois päältä (mass transfer system)	12	Infraplan



Happimittari

#### 4.10 PYROMETRIT

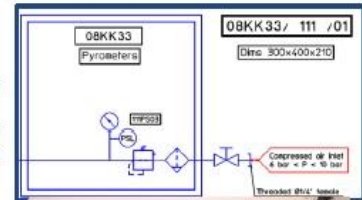


##### Toiminto

- 23 pyrometriä ilmaisee tuotteen lämpötilan WebMate®:n lähdössä.
- Nämä pyrometrit voivat suoraan säädellä WebMate®:n tehoa (yksi kutakin profiloituvyöhykettä varten) tai toimia vain joinain ilmaisimina, joihin on liitetty hälytyksiä.

##### Osat

- 23 pyrometriä kehukseen kiinnitettynä, poikittaisesti tuotteen suuntaan;
- 1 lämpötila-anturi (pyrometrien turvallisuutta varten);
- Paineilman sisäänvalo pyrometrien jäähdytystä varten, asennettuna liitäntärasiaan, valmistusosina:
  - Eristävä manuaalinen venttiili;
  - Suodatinyksikkö;
  - Paineensäädin;
  - Painemittari;
  - Matala painekeytkin.



Pyrometri

## 5 24 kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet

### 5.1 Puhaltimien hihnojen vaihto (jos hihnakäyttöinen)

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Puhaltimien hihnojen vaihto (jos hihnakäyttöinen)	Hihnojen vaihto	24	Asiakas

## 5.2 Paineilmasyntereiden akselisuojien vaihto

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Paineilmasyntereiden akselisuojien vaihto	Vaihda akselisuojat, jos ne ovat rikki tai niissä on palojälkiä	24	Asiakas

### 5.3 Tarkasta ilmarikkojen ja kaasusuuttimien puhtaus

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkista ilmarikkojen ja kaasusuuttimien puhtaus	Visuaalinen tarkastus	24	Infraplan



Likaisia ilmarikkoja/ilmanohjainlevyjä



Kaasusuutin 2,05 mm

## 6 60 kuukauden välein suoritettavat toimenpiteet

### 6.1 Vaihda ensio (PGT)- ja toisiokaasuputkiston (SGT) paineenalennimet uusiin

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Vaihda ensio (PGT)- ja toisiokaasuputkiston (SGT) paineenalennimet uusiin	Suorita vuototesti saippuavedellä uutta paineenalenninta asennettaessa	60	Infraplan



Paineenalennin

## 6.2 Vaihda kaikki painekeytkimet uusiin

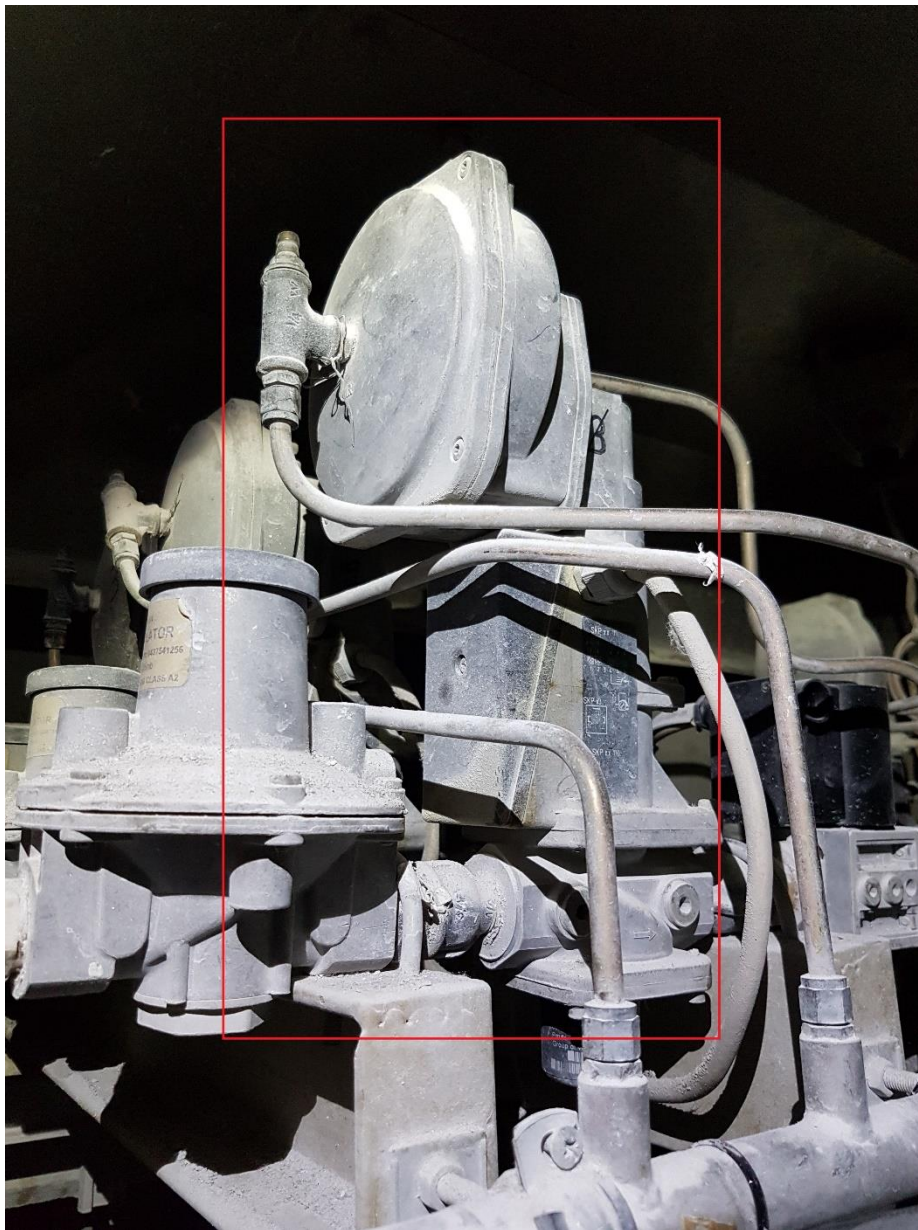
Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Vaihda kaikki painekeytkimet uusiin	Suorita vuototesti saippuavedellä uusia kytkimiä asennettaessa	60	Infraplan



Dungs-painekeytkin

### 6.3 Vaihda toisiokaasuputken (SGT) suhdesäätöventtiili uuteen

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Vaihda toisiokaasuputken (SGT) suhdesäätöventtiili uuteen	Ei suoriteta, jos venttiili on sähköisesti ohjattu RV232	60	Infraplan



Toisiokaasuputken suhdesäätöventtiili (SKP)

#### 6.4 Tarkasta/vaihda puhaltimien tärinäestolevyt

Toimenpide	Työtapa	Kuinka usein (kk)	Suorittaja
Tarkasta/vaihda puhaltimien tärinäestolevyt	Vaihda levyt uusiin	60	Asiakas



Puhaltimen tärinäestolevy