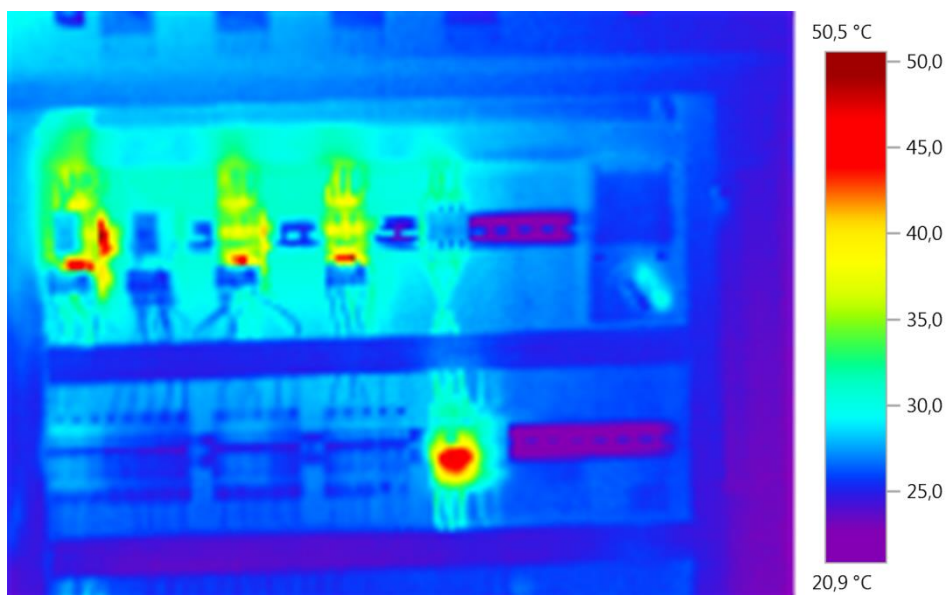


Professionele Bachelor Elektromechanica

Klimatisering



ENERGIE-EFFICIËNTIE EN BEDRIJFSZEKERHEID VAN HVAC-BORDEN BINNEN INDUSTRIËLE INSTALLATIES VERBETEREN

Chesney Verstraeten

Promotoren:

Erik Ouderits
Andy Camps

Deservis
Hogeschool PXL

The logo for DESERVIS, featuring the word 'DESERVIS' in a bold, serif font, with the letters 'D', 'E', 'S', 'E', 'R', 'V', 'I', 'S' each contained within a separate rectangular box.

Abstract

Titel: Energie-efficiëntie en bedrijfszekerheid van HVAC-borden binnen industriële installaties verbeteren

Door: Chesney Verstraeten



Promotoren:

Erik Ouderits

Andy Camps

Deservis

Hogeschool PXL

Het onderwerp van deze bachelorproef is energie-efficiëntie en bedrijfszekerheid van HVAC-borden binnen industriële installaties verbeteren. Deze bachelorproef wordt uitgevoerd bij de firma Deservis. Deservis biedt technische onderhoudscontracten aan, die precies op maat worden afgestemd.

De firma Deservis heeft een onderhoudscontract met 79 sites van een klant binnengehaald. Aangezien Deservis zich safe wil stellen inzake boetes en gebreken moet er op deze sites eerst een grondige inspectie gebeuren. Dit zowel op de elektrische HVAC-borden alsook op de technische installatie. Dit aangezien de boetes bij een inbreuk kunnen oplopen tot wel €700.000.

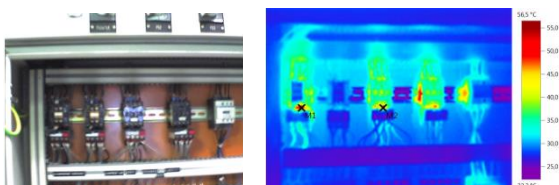
De onderzoeksvraag luidt dus als volgt: “Hoe kan men de reliability van de HVAC-borden in industriële installaties verbeteren?”

De doelstelling van deze bachelorproef is dat de elektrische problemen met betrekking tot de HVAC-borden naar boven komen en dat het volledige systeem betrouwbaarder wordt.

De werkwijze om dit systeem performanter te maken is als volgt:

- Situering van de V-borden en nakijken keuringsverslagen
- Borden nakijken met behulp van infraroodcamera
- Grondige analyse met behulp van infraroodsoftware
- Plannen van reparaties aan V-borden
- Uitvoeren van reparaties aan V-borden
- Controle met behulp van infraroodcamera
- Opstellen van een rapport

Na de inspectie worden deze gegevens grondig geanalyseerd met behulp van de infraroodsoftware en worden de eventuele gebreken getoond aan de klant. Men verwacht dat 30 à 40 procent van de borden in orde zijn. Na de analyse dient dit gerepareerd te worden op de kosten van de klant zodat Deservis hier verder niet voor aansprakelijk gesteld kan worden en de reliability toeneemt.



Summary

Title: Improving energy efficiency and reliability of HVAC-switchboards in industrial installations

By: Chesney Verstraeten



Promotors:

Erik Ouderits

Deservis

Andy Camps

Hogeschool PXL

The title of this paper is as following: “Improving energy efficiency and reliability of HVAC-switchboards in industrial installations.” The internship is continued at the firm Deservis. Deservis provides specific technical maintenance contracts. Deservis stands in for a complete implementation; supervising, periodically maintenance, preventive maintenance which reduces costs. They also do the repairing of defects for each installation.

The firm Deservis has achieved the maintenance contract of 79 sites of our client. Deservis wants to make sure that they are safe on penalties and defects, so they first need to make a thorough inspection. This applies on the electric HVAC-switchboards as well as on the technical installation. These penalties can be up to € 700,000.

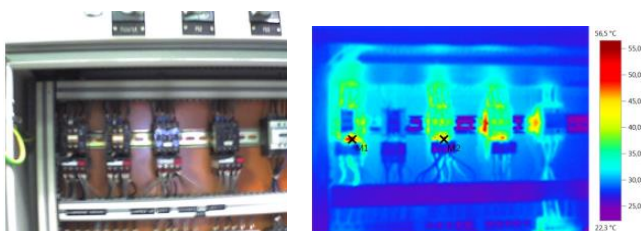
The research question is as following: “How can we improve the reliability of HVAC-switchboards in industrial installations?”

The purpose of this internship is that the electrical problems regarding to the HVAC-installations will come to the surface and that the entire system becomes more reliable.

The process making this system more efficient is as following:

- Location of the switchboards and check previous inspection reports.
- Inspect switchboards by using an infrared camera.
- Thorough analysis using infrared software.
- Make a planning to repair these switchboards.
- Performing repairs on the switchboards
- Control the switchboards using infrared.
- Preparation of a report.

After the inspection, these data are thoroughly analyzed using infrared software. If there are any faults, they are displayed to our client. We expect that about 30 to 40 percent of our inspected switchboards are okay. After this report the client should repair the installation and the switchboards so Deservis can start with a reliable maintenance project.



Dankbetuiging

Het schrijven van dit eindwerk heeft veel tijd en werk gekost. Daarom wil ik iedereen bedanken die mij rechtstreeks of onrechtstreeks geholpen hebben, vooral mijn beide promotoren. Allereerst Erik Ouderits van de firma Deservis, hij heeft mij de kans gegeven om stage te mogen doen bij Deservis en om het echte bedrijfsleven beter te leren kennen. Ten tweede ook mijn PXL-promotor Andy Camps, bij hem kon ik altijd terecht met zowel technische als vragen over de scriptie. Alsook mag ik Cliff Schampaert niet vergeten, hij heeft mij tijdens deze 12 weken begeleid.

De volledige scriptie is geschreven in Microsoft Word 2010.

Inhoudsopgave

Abstract

Summary

Dankbetuiging

Inhoudsopgave

Lijst met afkortingen en symbolen

Figurenlijst

Tabellenlijst

1	Inleiding.....	1
1.1	Deservis.....	1
1.2	Infrarood licht.....	2
1.3	Theoretische achtergrond.....	3
2	Methode.....	4
2.1	Plan van aanpak.....	5
2.2	Infraroodbeeld.....	5
2.3	Onderhoudsplanning.....	6
3	Literatuurstudie.....	8
4	Uitgewerkte voorbeelden.....	9
4.1	Voorbeeld HVAC-bord 1.....	9
4.1.1	Eendraadsschema.....	9
4.1.2	Infrarood detectie.....	11
4.1.3	Besluit.....	14
4.2	HVAC-bord 2.....	15
4.2.1	Infraroodbeeld.....	15
4.2.2	Besluit.....	16
4.2.3	Offerte.....	17
4.3	HVAC-bord 3.....	18
4.3.1	Infraroodbeeld en reparatie.....	19
4.3.2	Besluit.....	21
4.4	HVAC-bord 4.....	22
4.4.1	Infraroodbeeld en reparatie.....	22
4.4.2	Besluit.....	23
5	Analyse.....	24
5.1	Inleiding.....	24
5.2	Analyse locatie C.....	24
5.3	Analyse locatie F.....	25

5.4	Totale analyse	26
5.4.1	Conclusie	28
6	Bibliografie	29
7	Bijlage	30
	Bijlage 1: Werkorder bord 1	30
	Bijlage 2: Bestelbon Rexel	31
	Bijlage 3: Offerte Langewouters.....	32
	Bijlage 4: Voorbeeld Rapport voor reparatie	33
	Bijlage 5: Voorbeeld Rapport na reparatie	36

Lijst met afkortingen en symbolen

°C	graden Celsius
a.s.a.p.	as soon as possible
BTI	bureau voor technische inspectie
bv.	bijvoorbeeld
d.w.z.	dit wil zeggen
H	uur
IR	infrarood
M	meter
M&R	meet en regeltechniek
m.a.w.	met andere woorden
m.b.t.	met betrekking tot
MTBF	mean time between failure
nr.	nummer
OH	onderhoud
PV	proces verbaal
S	seconde
TD	technische dienst
WO	werkorder

Figurenlijst

Figuur 1 badkuip curve.....	4
Figuur 2 blend van IR en visueel licht.....	5
Figuur 3 percentage IR & visueel licht.....	5
Figuur 4 percentage IR & visueel licht.....	6
Figuur 5 Testo 875-1i.....	6
Figuur 6 ES bord 1	10
Figuur 7 flowchart infraroodbeeld	12
Figuur 8 vooraanzicht K1.....	13
Figuur 9 zijaanzicht K1.....	13
Figuur 10 HVAC-bord 1 foto's van analyse.....	14
Figuur 11 HVAC-bord 2 foto's van analyse.....	15
Figuur 12 HVAC-bord 2 foto's van analyse.....	15
Figuur 13 HVAC-bord 2 foto's van analyse.....	16
Figuur 14 HVAC-bord 2 foto's van analyse.....	16
Figuur 15 Magna 3.....	18
Figuur 16 HVAC-bord 3 foto's van analyse.....	19
Figuur 17 HVAC-bord 3 foto's van analyse.....	19
Figuur 18 vervangen van contactoren	19
Figuur 19 HVAC-bord 3 foto's na reparatie.....	20
Figuur 20 HVAC-bord 3 foto's na reparatie.....	20
Figuur 21 Müllerklok	20
Figuur 22 HVAC-bord 4 foto's voor reparatie	22
Figuur 23 HVAC-bord 4 foto's na reparatie.....	22
Figuur 24 analyse locatie C.....	24
Figuur 25 analyse locatie C cirkeldiagram.....	25
Figuur 26 analyse locatie F.....	25
Figuur 27 analyse locatie F cirkeldiagram	26
Figuur 28 cirkeldiagram totale analyse	27
Figuur 29 staafdiagram totale analyse.....	28

Tabellenlijst

Tabel 1 jaarplanning onderhoud.....	7
Tabel 2 temperaturen HVAC-bord 4	22
Tabel 3 totale analyse	26
Tabel 4 totale analyse	27

1 Inleiding

1.1 Deservis

De bachelorproef gaat door bij de firma Deservis. Deservis biedt technische onderhoudscontracten aan, die precies op maat worden afgestemd. Deservis staat in voor een complete uitvoering; het houden van toezicht, het periodiek uitvoeren van controle, het doen van kostenbesparend preventief onderhoud en het herstellen van defecten aan elke installatie. Daarnaast levert en installeert Deservis nieuwe installaties en kunt u bij ons tevens terecht voor de huur en/of koop van mobiele warme-luchtgroepen, drogers en koelmachines waarvoor we uiteraard ook de service verlenen en het onderhoud verzorgen. Voor de uitvoering van haar hoofdactiviteiten bezit Deservis een erkenning klasse 7. Deze erkenning laat toe dat Deservis eveneens grote industriële projecten kan uitvoeren. Tevens is Deservis VCA gecertificeerd voor zowel verwarming als voor koeltechnische installaties.

Deservis heeft ruim 40 jaar ervaring in het installeren en onderhouden van verwarming- en ventilatiesystemen, airconditioning, koeling en sanitaire installaties, inclusief VRV systemen, voor zowel bedrijven als particulieren. Tevens is Deservis gespecialiseerd in waterbehandeling, waaronder de fysisch-chemische en bacteriologische analyse van alle watertypes en de bestrijding van de legionellabacterie.

Deservis bezit de kennis om de energiestatistiek en het verbruik van bestaande installaties te verbeteren of terug te dringen, om zo een bijdrage te kunnen leveren aan een blijvende besparing van de steeds hoger wordende energiekosten. Door het inzetten van kennis en het combineren van meerdere technologieën kan Deservis uw kosten drukken.

Deservis biedt ook ondersteuning aan bedrijven die zelf in het onderhoud van hun eigen installaties voorzien. Dit in de vorm van mankracht die beschikbaar is tijdens piekperiodes of bij onverwachte omstandigheden. Uiteraard beschikt Deservis over alle nodige gereedschappen en onderdelen om in geval van panne of defect aan een technische installatie snel te kunnen ingrijpen. Steeds vaker zijn besturingssystemen van installaties op afstand te monitoren waardoor er - eveneens op afstand - snel kan worden ingegrepen. [1]

Om de bachelorproef beter te begrijpen worden de beginselen van IR en warmteoverdracht even kort aangehaald in 1.2 en 1.3.



1.2 Infrarood licht

Infrarood is onzichtbare stralingsenergie het is elektromagnetische straling met langere golflengten dan die van zichtbaar licht. Het strekt zich uit van de nominale rode band van het zichtbare spectrum bij 700 nanometers (frequentie 430 THz) tot 1 mm (300 GHz). Mensen kunnen infrarood licht niet zien. Het grootste deel van de thermische straling van objecten in de buurt van de kamertemperatuur wordt infrarood.

Infraroodstraling werd ontdekt in 1800 door astronoom Sir William Herschel, die een soort van onzichtbare straling ontdekt in het spectrum van rood licht. Dit via een effect op zijn thermometer. Iets meer dan de helft van de totale energie van de Zon komt op aarde door middel van infrarood licht. Het evenwicht tussen opgenomen en uitgezonden infrarode straling heeft een kritisch effect op het klimaat van de aarde.

Infrarode energie wordt uitgezonden of geabsorbeerd door moleculen wanneer ze hun rotatie-vibratie bewegingen veranderen. Infrarode energie wekt trillingsmodes op in een molecuul door een verandering in het dipoolmoment. Hierdoor vormt het een bruikbaar frequentiebereik voor onderzoek naar deze energietoestanden voor moleculen van de correcte symmetrie. Infrarood spectroscopie onderzoekt absorptie en transmissie van fotonen in het infrarode energiebereik. Infrarode straling wordt gebruikt in industriële, wetenschappelijke en medische toepassingen. Night-vision apparaten met behulp van actieve nabij-infrarood verlichting. Dit zorgt ervoor dat mensen of dieren tijdens de nacht waargenomen kunnen worden zonder dat de waarnemer ontdekt wordt.

Infrarood astronomie gebruikt telescopen en sensors uitgerust om stoffige gebieden vanuit de ruimte te bestuderen. Het detecteren van objecten zoals planeten, en zeer rood verschoven voorwerpen van het universum gebeurt ook met behulp van IR. Infrarood thermische camera's worden gebruikt om warmteverlies op te sporen. Alsook om oververhitting van elektrische apparaten op te sporen en om veranderde bloedstromen in de huid te observeren.

Thermisch infrarood beeldvorming wordt veelvuldig gebruikt voor militaire en civiele doeleinden. Militaire toepassingen zijn target tracking, bewaking en nachtkijkers. Bij normale lichaamstemperatuur stralen mensen voornamelijk golflengten van ongeveer 10 μm uit. Niet-militaire toepassingen zijn vooral thermische efficiëntie-analyse deze gebeuren zowel op milieu als op, industriële inspecties, korte variërende draadloze communicatie, spectroscopie en de weersvoorspellingen. [2] [3]

1.3 Theoretische achtergrond

Warmteoverdracht, warmtetransport of warmtestroming is de stroming van energie in de vorm van warmte. Dit gebeurt steeds van een hoge naar een lage temperatuur. Volgens de tweede wet van de thermodynamica is het tegenovergestelde niet mogelijk. Warmte zal zich daarom altijd zo gelijk mogelijk over de ruimte verdelen. Met andere woorden streeft een thermodynamisch systeem naar zo groot mogelijke entropie. De warmtestroom is afhankelijk van het temperatuurverschil over de afstand en de interne weerstand tegen warmtestroom van het betreffende materiaal, die de thermische geleidbaarheid genoemd wordt.

In veel industriële processen speelt warmteoverdracht een grote rol. Dit kan het opwarmen en afkoelen van een materie door een andere materie zijn. In de procesindustrie wordt bijvoorbeeld met behulp van warmtewisselaars van deze energiestroom gebruikgemaakt. Warmteoverdracht kan worden gemeten met behulp van een warmtestroomsensor.

Er zijn drie vormen van warmteoverdracht:

- **Geleiding** of conductie. Dit is warmteoverdracht binnen de desbetreffende stof, waarbij warmte stroomt van deeltjes met de hogere kinetische energie (temperatuur) naar minder energierijke (koudere) deeltjes.
- **Straling** of radiatie. Dit is warmteoverdracht tussen twee lichamen die niet met elkaar in aanraking zijn zonder gebruik te maken van een tussenstof. Het ene lichaam is warm en geeft daardoor veel elektromagnetische straling af en verliest zo warmte. Het andere lichaam absorbeert een deel van de straling en zet die om in warmte.
- **Stroming** of convectie. Dit is warmteoverdracht door verplaatsing van een warme vloeistof of een warm gas. Dit kan ook een koude vloeistof of een koud gas zijn.

Een belangrijke voorwaarde voor het optreden van deze drie genoemde vormen is het bestaan van een temperatuurverschil. Indien dit aanwezig is, zal er warmte van een hoger niveau naar een plaats met een lager niveau kunnen worden overgedragen. In de praktijk vindt warmteoverdracht meestal niet uitsluitend op een van de genoemde manieren plaats. Dit gebeurt door een combinatie van de drie. [4]

2 Methode

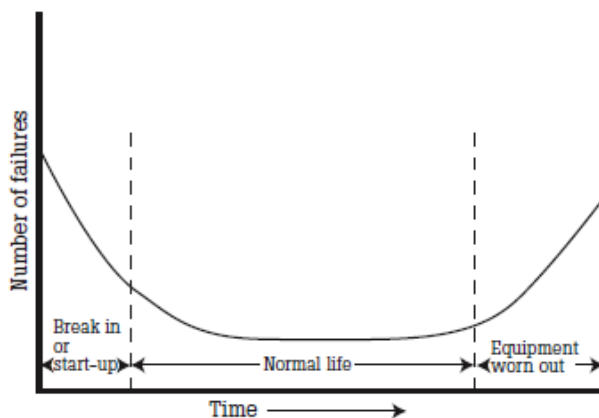
Onderhoudskosten zoals deze gedefinieerd worden door de industrie zijn normaal gesproken een groot deel van de totale operationele kosten in de meeste bedrijven. Traditionele onderhoudskosten waaronder men materiaal en arbeid verstaat is bijvoorbeeld in de VS enorm gestegen in de afgelopen tien jaar.

Men merkt vooral op dat er heel veel van het budget voor onderhoud verspild wordt. Er is dus meestal een zeer slecht onderhoudsbeleid binnen de bedrijfswereld. Dit is meestal te wijten door een slechte studie op de machines en een slechte onderhoudsplanning. De geschiedenis van de eerdere storingen dient men ook in acht te nemen. Wanneer men dit doet dan kan men de levensduur van deze machines sterk verlengen en kan men vroegtijdige uitval voorkomen.

De meeste bedrijven beschikken over een eigen thermografische dienst en doen inspecties om het half jaar of jaar. Dit is geen doordachte beslissing maar meestal een willekeurige beslissing, deze beslissing wordt meestal genomen door personen die niet veel kennis hebben van onderhoudsmanagement.

Indien een bedrijf wil besparen gaat men dit allereerst doen op onderhoud maar dit drijft uiteindelijk de uitgaven alsmar omhoog. Vroeger was men van het principe dat je een machine pas moest repareren als deze kapot was, indien deze niet kapot is moest men er niets aan doen. Men is van deze tactiek afgestapt en men doet nu alsmar vaker aan preventief onderhoud.

Dit gebeurt door een goede planning op te stellen in overleg met alle medewerkers en diensten die hiervoor bevoegd zijn. Hier kan men ook onmiddellijk de badkuip curve aan linken. Deze ziet men hieronder. Hierin is het verband weergegeven tussen de werkingstijd en het aantal storingen. Tijdens de opstart heeft men tamelijk veel storingen maar eens deze kinderziekten verholpen zijn dan verdwijnen de meeste storingen. De bedoeling is dat het onderhoud ervoor zorgt dat men zo lang mogelijk in het horizontale gedeelte van de grafiek blijft. [5] [6] [7]



Figuur 1 badkuip curve

2.1 Plan van aanpak

De bedoeling van deze bachelorproef is het in kaart brengen van de staat van de V-borden. Hieruit kunnen acties ondernomen worden en kunnen er verbeteringen worden aangebracht. Eerst gaat men zo veel mogelijk borden controleren. Dan gaat men uit al die gecontroleerde borden 3 voorbeelden nemen die men vanaf 4 beschrijft en uitwerkt. De andere borden zijn namelijk op diezelfde manier te optimaliseren.

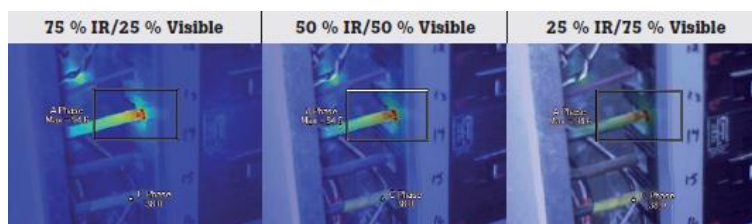
2.2 Infraroodbeeld

Men gaat werken met een infraroodcamera om de elektrische borden te inspecteren. Indien men foto's neemt aan de hand van zichtbaar licht dan hebben deze foto's een hogere resolutie en zijn ze vele scherper dan infrarode foto's. De reden hiervoor is dat zichtbaar licht beter te detecteren is, hoewel zichtbaar licht steunt op het principe van gereflecteerde radiatie. Infrarooddetectie daarentegen werkt op uitgezonden radiatie. Het voordeel van met een thermografische camera te werken is dat deze een blend maakt van visueel licht en infrarood licht hierdoor zijn de foto's van betere kwaliteit. Dit kan ook helpen om lager technisch geschoolde personen een duidelijk beeld te geven van de situatie. Hieronder ziet men het verschil tussen een blend, een zichtbare en een infrarode foto. [8]

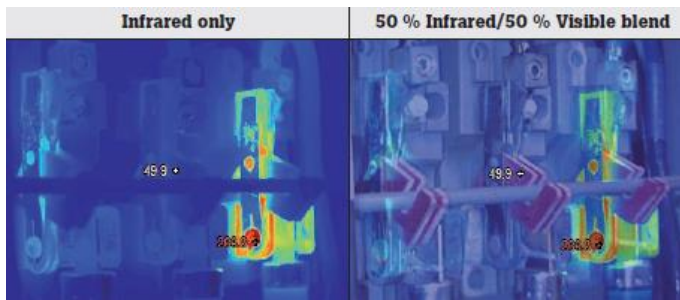


Figuur 2 blend van IR en visueel licht

De volgende twee foto's geven verschillende percentages van IR en visueel licht weer. Zo ziet men dat de eerste foto met 75% IR en 25% visueel licht een perfecte weergave biedt van de situatie.



Figuur 3 percentage IR & visueel licht



Figuur 4 percentage IR & visueel licht

De camera die men gebruikt om de thermische beelden te maken is een “875-1i” van het merk Testo.



Figuur 5 Testo 875-1i

2.3 Onderhoudsplanung

Deservis heeft werk gemaakt van een volledige onderhoudsstudie om deze 79 gebouwen te voorzien van onderhoud. De aanbesteding voor de 79 gebouwen bestaat uit drie verschillende onderdelen:

- preventief onderhoud
- regie
- kostenraming

Er is een volledige jaarplanning opgesteld om het preventief onderhoud in de 79 verschillende gebouwen te doen. De planning is opgesplitst in ventilatie, verwarming, ketels en koeling. De planning is terug te vinden in de volgende tabel. Deze tabel wordt regelmatig bijgewerkt zodat Deservis perfect kan volgen op welke gebouwen er al onderhoud gedaan is. Het permanent onderhoudsteam bestaat uit 8 personen. Verder is er ook nog een werknemer die de hele tijd inspectierondes doet. Uit deze inspectierondes kunnen nieuwe problemen opgemerkt worden en zo kunnen deze doorgegeven worden aan de planner om deze te repareren. Indien de kost voor deze herstelling groter is dan €750 dan dient er een kostenraming te gebeuren. Deze raming dient voorgelegd te worden aan de klant en indien deze goedgekeurd wordt dan mag men deze uitvoeren. Indien de kost groter is dan €2500 dan dient er een offerte gemaakt te worden. Hierna moet deze ook voorgelegd worden aan de klant en als deze goedgekeurd wordt dan mag men deze uitvoeren. Momenteel loopt Deservis al vooruit op de planning, dit komt door een goede samenwerking en doordat er af en toe extra mensen worden ingezet om de klussen te klaren. [9]

		Preventief onderhoud			
OGB	Gebouwnaam	VENTILATIE	VERWARMING	KETEL-SI	KOELING
103-01	College De Valk	Januari	Januari	september	mei
103-03	De Valk 3	februari	februari	september	
103-04	Herbert-Hooverhuis		februari		
103-07	College De Valk-Poorthuis		februari		
103-09	Internationaal Huis	februari	februari		
103-40	Huis Jeanne Devos	maart	maart	september	
104-01	Bibliotheek	maart	maart		april
105-01	Instituut Land- en Waterbeheer	maart	maart	september	<- In Constructie II
105-05	Universitair Gezondheidscentrum		april	september	
107-16	Auditoria J.Monnet-M.Weber	september	april		
108-01	Van Den Heuvelinstituut	november	mei	september	
109-01	Maria-Theresia college	februari	februari		
109-02	Grote Aula	februari	februari		
109-03	Augustinusvleugel	februari	februari		
109-20	Collegium Veteranorum				
109-30	Maurits Sabbebibliotheek	maart	maart	september	april oktober
109-51	Rector P.De Somer-Aula	februari	februari		maart
110-01	Psychologisch Instituut	april	juni	september	april
110-14	Uitbreiding Rechtsgeleerdheid		mei	september	
112-01	Universiteitshal	oktober	juni		maart
112-12	Politika		mei	september	
113-01	Kolennuseum	juni	juni		april <- Afspraak I
114-01	Leercentrum AGORA	juli	juli	september	
OGB	Gebouwnaam	VENTILATIE	VERWARMING	KETEL-SI	KOELING
115-01	Hoger Instituut Wijsbegeerte	juli	juli		
115-02	Hoger Instituut Wijsbegeerte - Woning President		juli		
115-04	Hoger Instituut Wijsbegeerte - Uitbreiding				
115-05	Steunpunt NT2		juli	september	
116-01	College van Premonstret	mei	september	september	maart
117-01	Centrum voor Levende Talen	augustus	september	september	
117-03	Dulci		augustus	augustus	
117-04	I.LT	augustus	augustus		
118-01	Mgr. Sencie Instituut	juli	juni		
118-02	F. Verbiestproject				
118-04	Erasmushuis	februari	februari	juli	
118-12	Europahuis		juli	juli	
118-50	Sagalassos		maart	maart	
119-01	De Spoelberchiinstituut	mei	mei	mei	
120-01	Instituut voor Dierkunde	Januari	Januari		april oktober
122-01	Fac.Sociale Wetensch. - Alma2	juli	juli	juli	april
122-20	Auditoriacomplex	december	augustus	augustus	maart
122-31	Kadoc	juni	juni	juni	april
124-01	Kantoorgebouw Waaistraat	juni	juni	juni	
125-03	Huis Bethlehem	december	december	december	maart
150-71	Kartuizerklooster		augustus	augustus	
154-21	Atelier Frans Vermeylen				
154-23	Theatrum Anatomicum		juni	juni	
172-01	Atrechtcollege	mei	mei		
172-22	Huis De Munter	juni	november		
172-23	Huis Van 't Sestich				
172-32	Hogenheuvelcollege	juni	november	september	april oktober
175-90	Huis LOKO		mei	mei	
179-01	HIVA	december	april	april	
183-04	Eygen Heerd		juni	juni	
183-21	Sint-Jan Berchmans	december	augustus	augustus	
184-02	Huis De Dorlodot	maart	november		maart <- Afspraak I
OGB	Gebouwnaam	VENTILATIE	VERWARMING	KETEL-SI	KOELING
184-03	Huis Renaer				
185-01	Seminarie Leo XIII		november		
185-02	Dep. Ped.Wetensch.-Leo XIII	november	oktober		april
185-45	Huis Warny		oktober	september	
189-41	Extern Bibliotheekmagazijn	juli	juli	juli	
310-41	Mariapoort		oktober	oktober	
520-01	Boothuis		oktober	oktober	
531-67	Zootechnisch Centrum - Kippenstal				
531-68	Zootechnisch Centrum - varkenstal	april	oktober	oktober	
531-69	Zootechnisch Centrum - schapenstal				
531-71	Zootechnisch Centrum - hoofdgebouw	april	oktober	oktober	
531-72	Zootechnisch Centrum - zeugenstal		oktober		
531-75	Zootechnisch Centrum - loodsen		oktober		
531-82	Corbeekhoeve		november	september	april
532-01	Bureelgebouw				
532-04	Serre		november	september	
532-05	Bedrijfsgebouw		november	september	april oktober
565-10	Kasteel de Maurissens		december	september	
861-02	Vesalius	november	augustus	augustus	juli
900-09	Congiergehuis		november		
910-03	Sociale-Zekerheidsrecht		november	september	
910-10	Facbar Letteren		november	september	
910-20	Groepspraktijk voor Huisartsen		augustus	augustus	

Tabel 1 jaarplanning onderhoud

3 Literatuurstudie

Als studie ben ik voornamelijk op zoek gegaan naar informatie die te maken had met infraroodbeelden, thermografie en onderhoud van HVAC-installaties. Hiervoor heb ik veel technische brochures bekeken, onder meer van Fluke maar ben ook op zoek gegaan in cursussen van lectoren. De volgende documenten kwamen hiervoor zeker van pas:

C.Hendrickx, „Onderhoudstechnieken 2 KO,” XIOS, Diepenbeek, 2012.

Onbekend, „Detecting electrical unbalance and overloads,” Fluke, Nederland, 2005.

Onbekend, „Developing an inspection program ,” Fluke, U.S.A., 2005.

Onbekend, „Testo 875-1i manual ,” Testo, Duitsland, onbekend.

Onbekend, „The basics of predictive / preventive maintenance,” Fluke, U.S.A., 2006.

P. Pilat, „Onderhoudsmanagement,” XIOS, Diepenbeek, 2012.

R. Schmidt, „Benefits of IR-fusion technology,” Fluke, Nederland, 2007.

4 Uitgewerkte voorbeelden

4.1 Voorbeeld HVAC-bord 1

Dit bord is gesitueerd in een kritisch gebouw in lokaal X. De thermografische analyse gebeurt steeds volgens hetzelfde stramien. Men gaat eerst het bord situeren, hierna gebeurt er een visuele controle van het bord. Als er een eendraadsschema aanwezig is kan men nagaan of er een keuringsverslag aanwezig is. Wanneer er geen eendraadsschema aanwezig is moet er nagegaan worden of er ooit één geweest is, als dit niet het geval is dan dient men een werkorder op te stellen. Deze order zal er voor zorgen dat men een nieuw schema kan opstellen.

Indien er een keuringsverslag aanwezig is dan kan men naar de opmerkingen van deze pv gaan kijken. Als deze opmerkingen opgelost zijn dan is dit in orde, wanneer dit niet is opgelost dan is het de bedoeling dat dit wordt gerapporteerd aan de technische dienst. Als er geen keuringsverslag aanwezig is dan moet er nagekeken worden of het bord ouder is dan 5 jaar. Is het bord ouder dan 5 jaar dan dient er opnieuw een keuring te gebeuren. Als het bord jonger is dan 5 jaar dan zal er ergens wel een proces verbaal ter beschikking zijn. Indien al deze factoren gecontroleerd zijn kan men overgaan tot de eigenlijke infrarood detectie.

4.1.1 Eendraadsschema

Het ES was aanwezig in het bord, dit ES dateert al van 12/1/1986 en ondertussen zijn er al aantekeningen in potlood gemaakt op dit originele ES. De bedoeling is dat het eendraadsschema aangepast wordt in overeenstemming met de werkelijkheid. Als dit gebeurd is kan men het bord laten keuren door een keuringsinstelling zoals BTI¹. In de volgende figuur ziet men de aantekeningen gemaakt op het originele eendraadsschema.

¹ BTI is als controleorganisme erkend voor het keuren van elektrische installaties en ook erkend als EDTC (Externe Dienst voor Technische Controles) voor alle hijs- en hefwerktuigen.

4.1.2 Infrarood detectie

Bij het nemen van een infraroodbeeld gaat men eerst nagaan of er een hotspot aanwezig is op het beeld. Indien dit niet het geval is kan men dadelijk overgaan naar het opstellen van een rapport. Deze hotspot kan vastgesteld worden op drie onderdelen van het elektrisch bord:

- Contactoren
- Thermische smeltveiligheden
- Geleiders

Contactoren

Deze hotspot kan gegenereerd worden door ouderdom van de contactor of doordat de contacten van de contactor warm lopen.

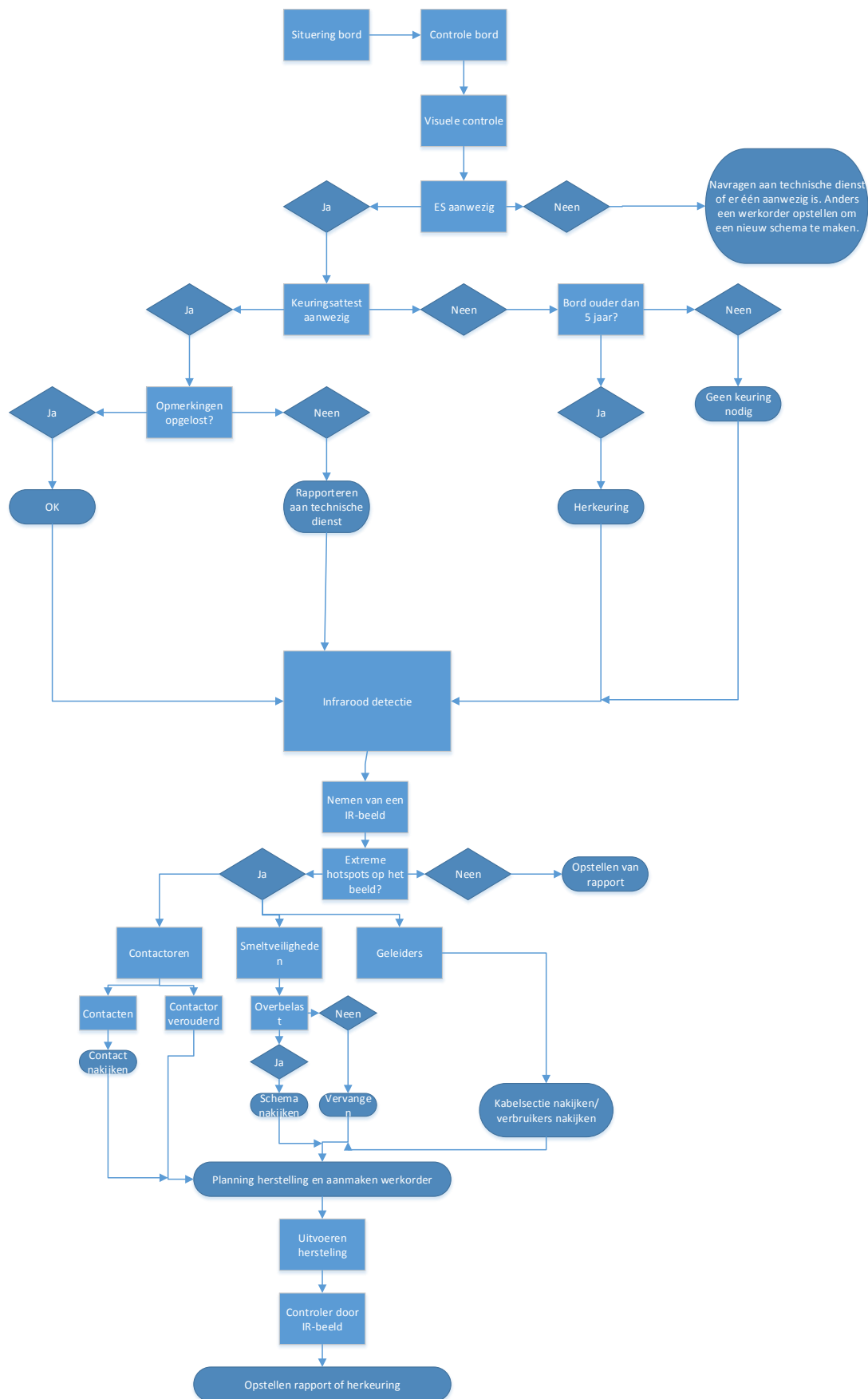
Thermische smeltveiligheden

Deze veiligheid kan overbelast zijn door de belasting, wanneer dit het geval is dan dient men het schema zorgvuldig na te kijken. Wanneer deze niet overbelast is kan deze warm lopen door een intern probleem van de thermische veiligheid. [10]

Geleiders

Dit kan te wijten zijn doordat de kabelsecties niet voldoen aan de regels opgesteld door het AREI, het kan zich ook voordoen door een overbelasting van de gebruiker.

Indien het probleem gedetecteerd is kan men de herstelling plannen en kan men een werkorder, eventuele offerte aanmaken. Eens de herstelling uitgevoerd is dan gaat men een IR-controle uitvoeren en een rapport opstellen. Wanneer er iets gewijzigd is aan het bord dan dient men een herkeuring uit te voeren. In de volgende figuur vindt u een flowchart om dit stappenplan wat visueler te maken. [11]

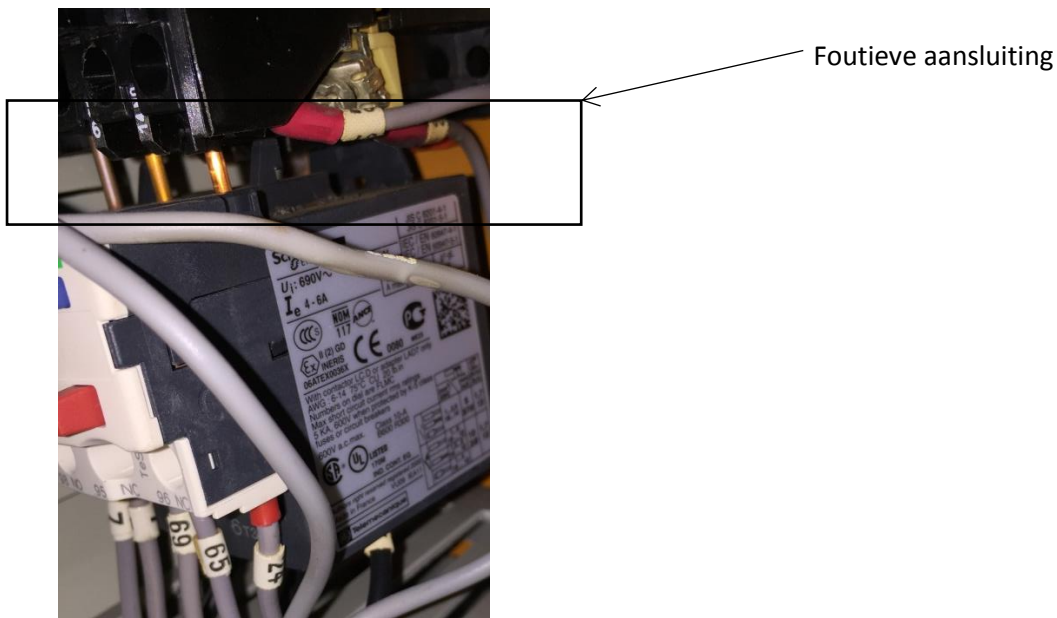


Figuur 7 flowchart infraroodbeeld

Bij opening van het bord kon men al meteen opmerken dat de contactoren verouderd waren. Ook werd vastgesteld dat de thermische smeltveiligheid van K1 niet paste op de contactor. Dit kwam doordat ze niet van dezelfde fabrikant waren. De volgende figuur verduidelijkt wat eerder vastgesteld was.

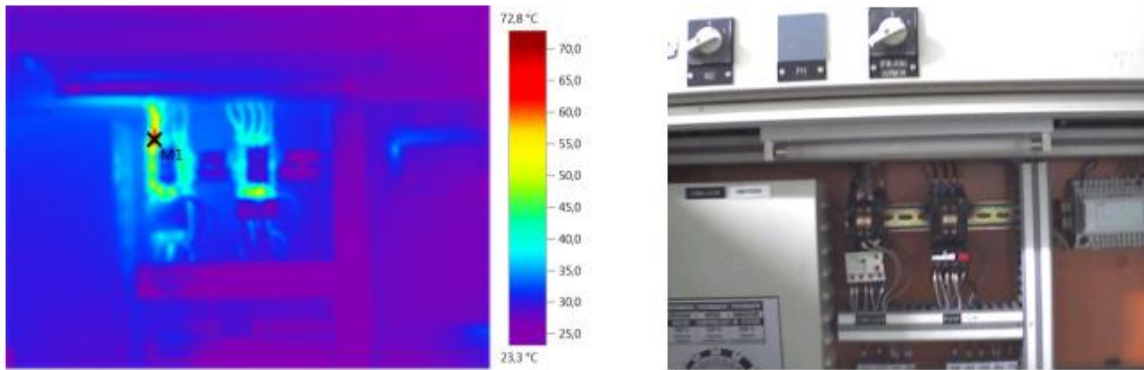


Figuur 8 vooraanzicht K1



Figuur 9 zijaanzicht K1

Na deze vaststellingen werd er een infraroodbeeld gemaakt en hierna werd dit geanalyseerd.



Figuur 10 HVAC-bord 1 foto's van analyse

4.1.3 Besluit

Als slotsom van het infraroodrapport kunnen we het volgende beschouwen:

- Geen keuring.
- Geen verlichting.
- Klokken ingesteld.
- Relais en contactoren zijn verouderd.
- **GEVAAR:** Nieuwe thermische beveiliging past niet op oude contactor. Eendraadsschema('s) aanpassen in overeenstemming met de werkelijkheid. 1 fase extra belast en heeft een temperatuur van 72,8 °C, dit omwille van de foutieve montage van de thermische beveiliging.

Aangezien de contactoren verouderd zijn en de thermische beveiliging niet past op de oude contactor dient dit zo snel mogelijk vervangen te worden. Hiervoor heb ik een werkorder gemaakt en heb dit doorgegeven aan de dienst. Ook heb ik onderdelen (contactoren en smeltveiligheden) besteld om deze herstelling uit te voeren. Dit werkorder kan men vinden in de bijlagen, alsook de bestelbonnen van Rexel. De technische fiches van de contactoren kan men ook terugvinden in de bijlagen. Nadat de contactoren vervangen zijn, werd er opnieuw een infraroodbeeld gemaakt. Hierop was te zien dat de elektrische problemen of hotspots verdwenen waren.

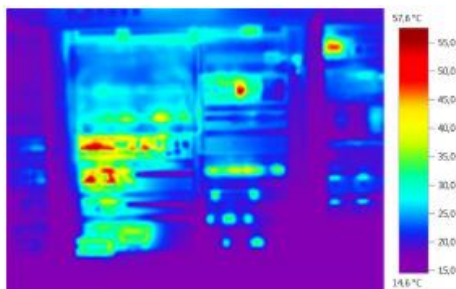
4.2 HVAC-bord 2

Dit bord is gesitueerd in een technisch lokaal van een aula. Het bord stuurt vier luchtgroepen aan, alsook zorgt dit bord voor de regeling van de verwarming van het ganse gebouw. Dit bord is geïmplementeerd in 1989. De regeling is dus al sterk verouderd. Het is een redelijk groot HVAC-bord met drie deuren. Het is een bord van 2m bij 2,4m.

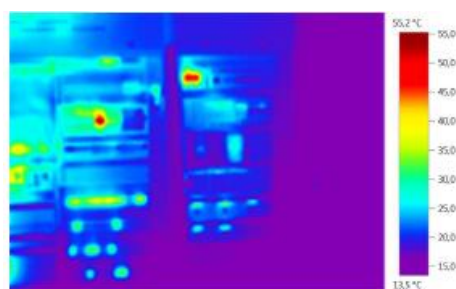
De klant heeft de vernieuwing van dit bord al in zijn budget zitten voor volgend jaar. Bij nazicht met de thermische camera is ook gebleken dat dit aan vernieuwing toe was. Deze beelden kan men terugvinden in de volgende paragraaf. Ik ben bij verschillende firma's langs geweest met het elektrisch eendraadsschema om een offerte aan te vragen. Spijtig genoeg loopt de omvorming van een Satchwell-regeling naar een Siemens-regeling niet zo makkelijk en neemt dit wat extra tijd in beslag aangezien dit volledig uitgedokterd dient te worden. Ik heb contact opgenomen met Luc Goethals van de firma Albutech en met BAS maar ze konden geen offerte maken aangezien ze het Desigo-gamma niet aanbieden, dit is een vereiste die de klant stelt.

De recente bordes werken allemaal op de Desigo-principe. Dit is een modern gebouwenbeheersysteem van Siemens, hierin is absolute betrouwbaarheid en energie-efficiëntie een belangrijk aspect. Desigo voldoet in alle aspecten aan deze vereisten. Desigo verzekert comfortabele werkomstandigheden in gebouwen, met respect voor de economische en ecologische vereisten. [12]

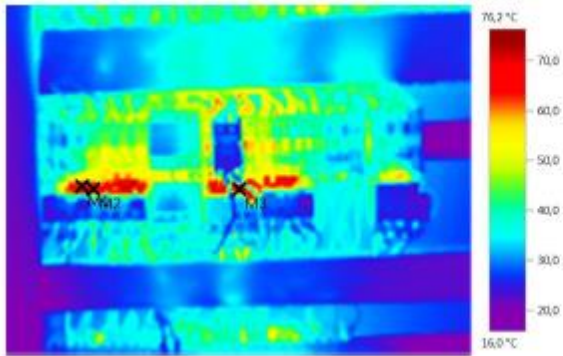
4.2.1 Infraroodbeeld



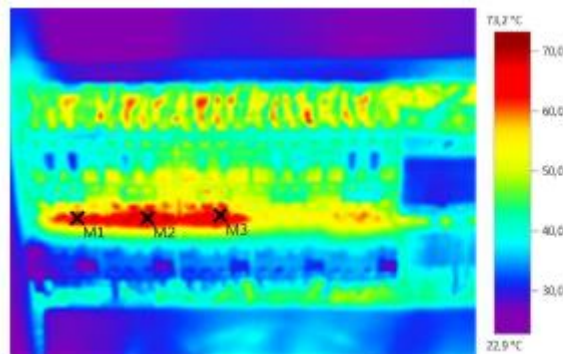
Figuur 11 HVAC-bord 2 foto's van analyse



Figuur 12 HVAC-bord 2 foto's van analyse



Figuur 13 HVAC-bord 2 foto's van analyse



Figuur 14 HVAC-bord 2 foto's van analyse

Uit deze beelden blijkt dat de contactoren van de pompen en van de parking 1&2 warm lopen door ouderdom en/of slecht contact. De meetpunten hebben een gemiddelde temperatuur van 70°C. Deze temperatuur is veel te hoog.

4.2.2 Besluit

Als slotsom van het infraroodrapport kunnen we het volgende beschouwen:

- Bord is gekeurd.
- Eendraadsschema('s) aanpassen in overeenstemming met de werkelijkheid.
- Contactoren van parking 1&2, radiatoren, sanitair contacten nakijken.
- Bord is verouderd en aan vervanging toe

4.2.3 Offerte

Aangezien de complexiteit van de installatie en de omvorming van de Satchwell-regeling naar de Siemens-regeling heeft het enige tijd geduurd vooraleer we deze offerte mochten ontvangen. Het probleem hierbij lag echter niet bij Langewouters maar bij Siemens.

Langewouters heeft een offerte opgesteld voor het plaatsen van het bord en het volledig in dienst stellen van dit bord uitgezonderd het hydraulisch gedeelte. Hiervoor dient er ook nog een kost voorzien te worden. Deze extra kost bestaat uit:

- Werkuren voor het monteren van he hydraulisch gedeelte.
- Hydraulisch materiaal.

Om een optimale situatie te creëren dient men ook de driefasige pompen te vervangen door monofasige pompen. Deze pompen zijn efficiënter en besparen de klant een serieuze kost. Deze driefasige pompen worden in dit project echter enkel vervangen indien ze er de brui aan geven, dit komt door beslissingen van hogerhand. Als dit eenmaal gebeurd is kan men ook de collectoren en de leidingen nog beter isoleren zodat men de warmteverliezen gaat beperken.

De offerte van Langewouters kan men in bijlage 3 vinden. De totale kostprijs zonder de monofasige pompen en efficiëntere isolatie bedraagt ongeveer **€90.000**, dit is inclusief alle werkuren en hydraulisch materiaal.

4.3 HVAC-bord 3

Het derde voorbeeld is een elektrisch bord met 2 contactoren, alvorens men het infrarode beeld maakte kon men dadelijk al vaststellen dat het verouderde contactoren van TE waren.

Hier moest men dan ook extra aandacht aan besteden. De ene contactor stuurt een motor aan en de andere contactor stuurt een pomp aan. De pomp is recent vernieuwd en is van het merk Grundfos en van het type MAGNA 3. Hieronder vindt u een figuur van de circulatiepomp. [13]

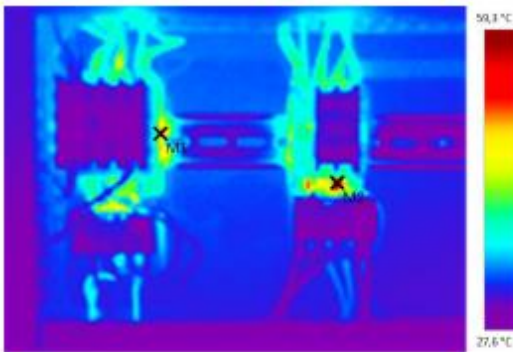


Figuur 15 Magna 3

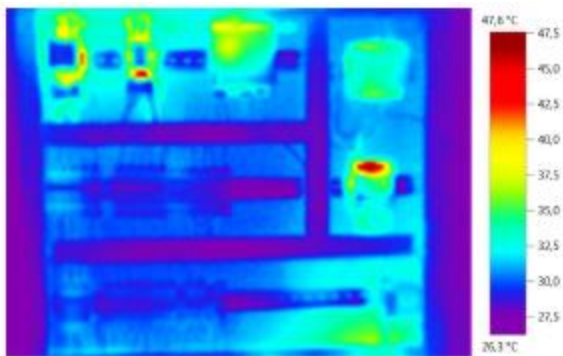
Enkele voordelen van deze circulatiepomp zijn:

- Laag energieverbruik. Alle MAGNA3 pompen voldoen aan de EuP 2015 vereisten
- De AUTOADAPT functie waarborgt energiebesparingen
- Ingebouwde verschuldruk- en temperatuursensor
- Veilige keuze
- Eenvoudige installatie
- Geen onderhoud en lange levensduur
- Uitgebreide gebruikersinterface met TFT-display
- Bedieningspaneel met verklarende drukknoppen van hoog kwaliteitssiliconenmateriaal
- Werk log historiek
- Gemakkelijke systeemoptimalisatie
- Warmte-energiemeter
- Multipompfunctie
- Externe besturing en bewaking geactiveerd via uitbreidingsmodules
- Het complete programma is beschikbaar voor een maximum systeemdruk van 16 bar (PN 16).

4.3.1 Infraroodbeeld en reparatie

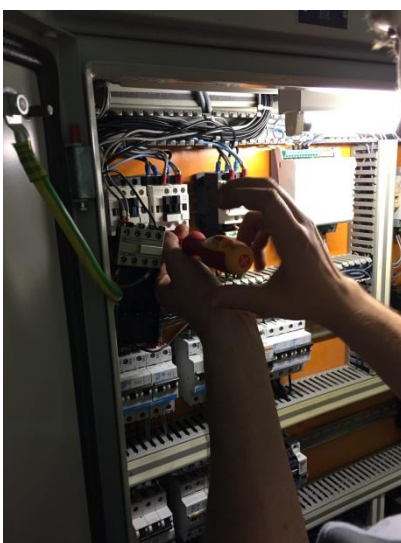


Figuur 16 HVAC-bord 3 foto's van analyse



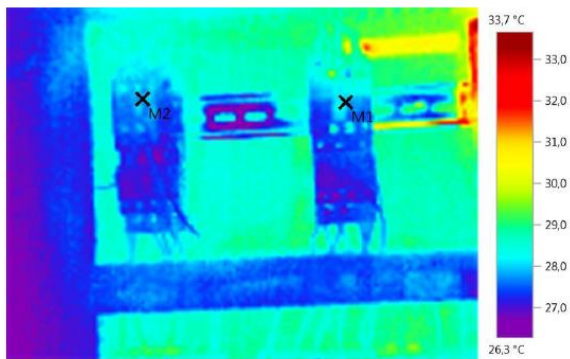
Figuur 17 HVAC-bord 3 foto's van analyse

Uit deze beelden blijkt dat de contactoren warm lopen door ouderdom en/of slecht contact. De meetpunten hebben een temperatuur van 60 graden. Deze temperatuur is te hoog, daarom werd er een werkorder aangemaakt om deze contactoren te vervangen.

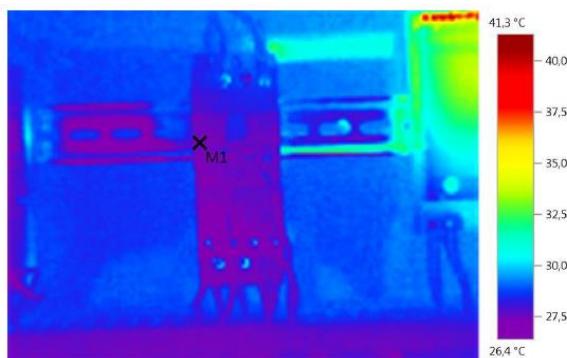


Figuur 18 vervangen van contactoren

Na de vervanging van beide contactoren en bijbehorende thermische veiligheden werd er opnieuw een infraroodbeeld gemaakt, dit vindt u hieronder.



Figuur 19 HVAC-bord 3 foto's na reparatie



Figuur 20 HVAC-bord 3 foto's na reparatie



Om het systeem nog betrouwbaarder te maken hebben we eveneens de oude Müllerklok vervangen door een nieuwe Müllerklok. Hieronder vindt men een figuur van deze nieuwe klok.



Figuur 21 Müllerklok

4.3.2 Besluit

Uit het infrarode beeld kan men afleiden dat er geen hotspots meer waren. De meetpunten hadden respectievelijk een temperatuur van 28; 27,7 en 27,3 graden, dit is in orde.

Als slotsom van het infraroodrapport kunnen we na de reparatie het volgende beschouwen:

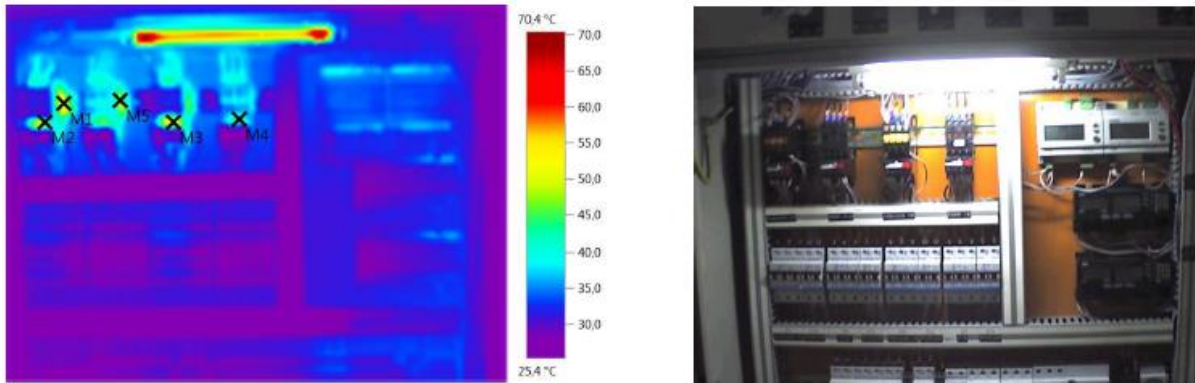
- Eendraadsschema is aanwezig.
- Er is geen keuring aanwezig.
- Contactoren zijn vervangen.
- Müllerklok vervangen.

Nu dient er enkel nog een herkeuring te worden uitgevoerd. Dit werd doorgegeven aan de technische dienst van de klant en deze herkeuring gaat ingepland worden.

4.4 HVAC-bord 4

Dit bord is gesitueerd in een kritisch gebouw in lokaal X. Het bord bevat 4 contactoren die vervangen dienen te worden. De vier contactoren sturen 2 luchtgroepen en 2 pompen aan.

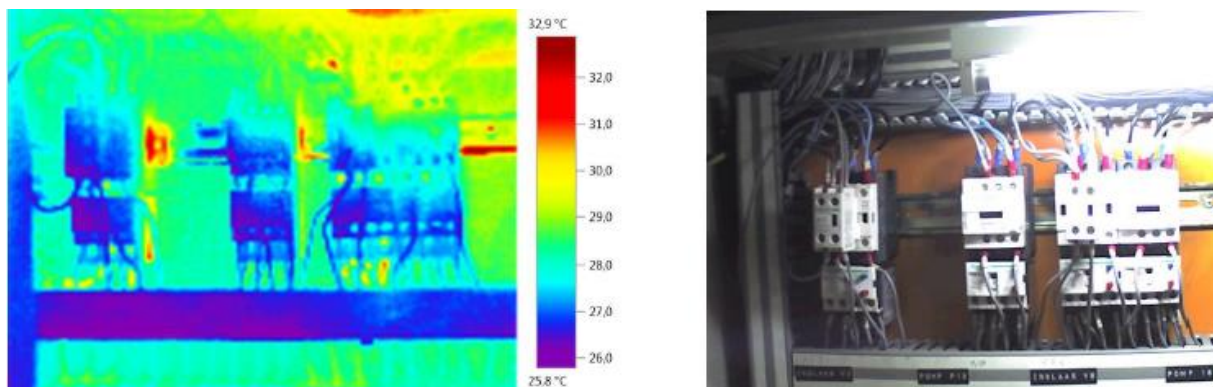
4.4.1 Infraroodbeeld en reparatie



Figuur 22 HVAC-bord 4 foto's voor reparatie

Meetobjecten	Temperatuur [°C]
Meetpunt 1	54,3
Meetpunt 2	51,6
Meetpunt 3	56,2
Meetpunt 4	45,0
Meetpunt 5	50,3

Tabel 2 temperaturen HVAC-bord 4



Figuur 23 HVAC-bord 4 foto's na reparatie

Na reparatie ziet men dat de hoge temperaturen gereduceerd zijn tot plus minus 28 graden Celsius.

4.4.2 Besluit

Als slotsom van het infraroodrapport kunnen we voor de herstelling het volgende beschouwen:

- Er is geen keuring aanwezig.
- ES is aanwezig.
- Het bord is automatisch ingesteld.
- Contactoren en smeltveiligheden zijn vervangen.
- Klokken dienen nog vervangen te worden.

5 Analyse

5.1 Inleiding

Men heeft 87 HVAC-borden gecontroleerd, deze zijn gesitueerd op 16 verschillende locaties. Van elk bord is er een verslag opgesteld. Uit deze verslagen en de besluiten ervan kan men afleiden hoeveel van deze borden er in orde zijn en hoeveel borden er niet in orde zijn. Wanneer men deze gegevens heeft kan men deze gaan analyseren, men kan hieruit verder acties ondernemen om de borden tip top in orde te maken. Ook heeft men al dadelijk een beeld van de staat van de borden per locatie. Uit deze aparte Excelsheets kan men de meest voorkomende fouten per locatie halen.

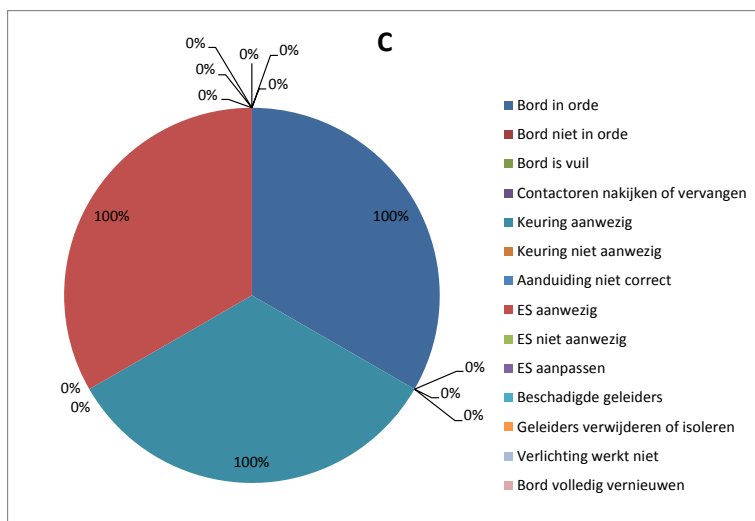
Deze sheets worden na de analyse doorgegeven aan de technische dienst. Dan kan een persoon van de technische dienst de Excel en de rapporten naast elkaar leggen en dan kan dit probleem zo snel mogelijk opgelost worden. In de volgende figuren vindt u voorbeelden van een analyse van 2 locaties met bijbehorende cirkeldiagrammen.

5.2 Analyse locatie C

Dit is een analyse van de borden van locatie C. Hier waren er 8 HVAC-borden. Aangezien deze borden allemaal werkten op Desigo, zijn deze recent geïnstalleerd. De borden waren gekeurd, in orde en verder waren er geen opmerkingen. Het cirkeldiagram stelt het wat visueler voor.

C			
Aantal borden	8		
Bord in orde	8	100%	
Bord niet in orde	0	0%	
Bord is vuil	0	0%	
Contactoren nakijken of vervangen	0	0%	
Keuring aanwezig	8	100%	
Keuring niet aanwezig	0	0%	
Aanduiding niet correct	0	0%	
ES aanwezig	8	100%	
ES niet aanwezig	0	0%	
ES aanpassen	0	0%	
Beschadigde geleiders	0	0%	
Geleiders verwijderen of isoleren	0	0%	
Verlichting werkt niet	0	0%	
Bord volledig vernieuwen	0	0%	

Figuur 24 analyse locatie C



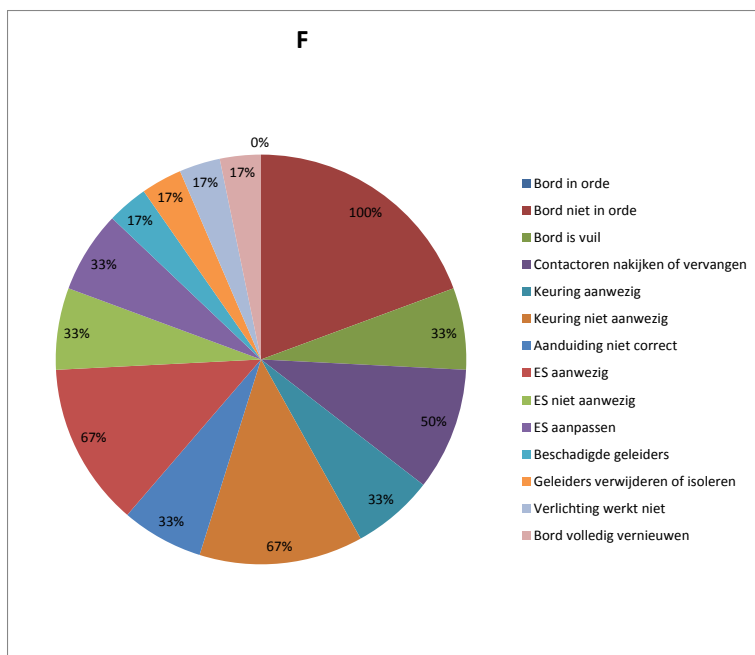
Figuur 25 analyse locatie C cirkeldiagram

5.3 Analyse locatie F

Dit is een analyse van de borden van locatie F. Hier waren er 6 HVAC-borden. Geen enkel van de 6 was volledig in orde. Maar er waren wel aan aantal borden bijna in orde. Deze borden functioneerden veilig en waren betrouwbaar aangezien deze nog recent waren en ze geen hotspots vertoonden op het infraroodbeeld. De reden waarom deze niet volledig in orde waren was te wijten aan het niet aanwezig zijn van een ES of dat er geen keuring aanwezig was. Dit zijn geen bedreigende mankementen maar dienen wel zo snel mogelijk gepland te worden voor herstelling. Zoals men ook eerder in 5.1.2 aangehaald heeft gaat de technische dienst eerst op zoek naar een ES in hun archief. Indien dit er niet is, moet dit worden hertekend en dit is een hoge kost van ongeveer €40 per pagina van een ES. De andere mankementen zoals een bord dat vuil is of een verlichting die niet werkt is goedkoper om te herstellen in vergelijking met een nieuw ES te laten tekenen. Deze mankementen hebben ook een lagere severity.

F		
Aantal borden	6	
Bord in orde	0	0%
Bord niet in orde	6	100%
Bord is vuil	2	33%
Contactoren nakijken of vervangen	3	50%
Keuring aanwezig	2	33%
Keuring niet aanwezig	4	67%
Aanduiding niet correct	2	33%
ES aanwezig	4	67%
ES niet aanwezig	2	33%
ES aanpassen	2	33%
Beschadigde geleiders	1	17%
Geleiders verwijderen of isoleren	1	17%
Verlichting werkt niet	1	17%
Bord volledig vernieuwen	1	17%

Figuur 26 analyse locatie F



Figuur 27 analyse locatie F cirkeldiagram

5.4 Totale analyse

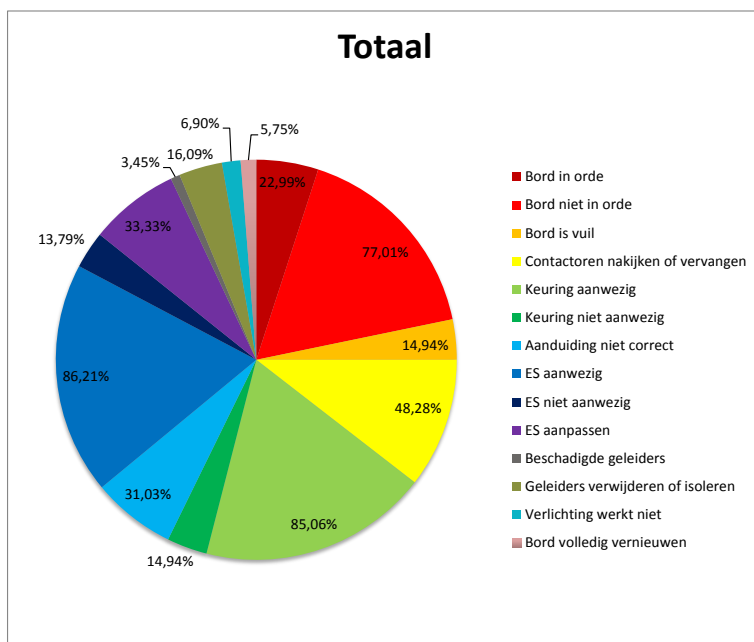
Nadat men een analyse van elke locatie had gemaakt kon men een totale analyse maken van de 87 gescreende borden. Hieruit volgde de volgende tabellen en grafieken.

Analyse voor fouten																
Locatie	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Aantal borden	25	9	8	1	5	6	2	4	1	1	3	1	6	5	7	3
Bord in orde	3	1	8	0	2	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
Bord niet in orde	22	8	0	1	3	5	2	3	1	1	3	0	5	4	7	2
Bord is vuil	2	4	0	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Contactoren nakijken of vervangen	21	1	0	0	4	3	2	2	1	0	1	0	1	0	4	2
Keuring aanwezig	18	9	8	1	5	2	2	4	1	1	3	1	5	5	7	2
Keuring niet aanwezig	7	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Aanduiding niet correct	11	2	0	1	0	2	1	3	0	0	2	0	1	3	1	0
ES aanwezig	22	7	8	1	5	4	2	3	0	1	2	1	6	5	5	3
ES niet aanwezig	3	2	0	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	2	0
ES aanpassen	7	7	0	1	0	2	2	0	1	1	0	0	2	2	3	1
Beschadigde geleiders	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geleiders verwijderen of isoleren	2	1	0	1	1	1	0	3	0	1	0	0	1	2	1	0
Verlichting werkt niet	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Bord volledig vernieuwen	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

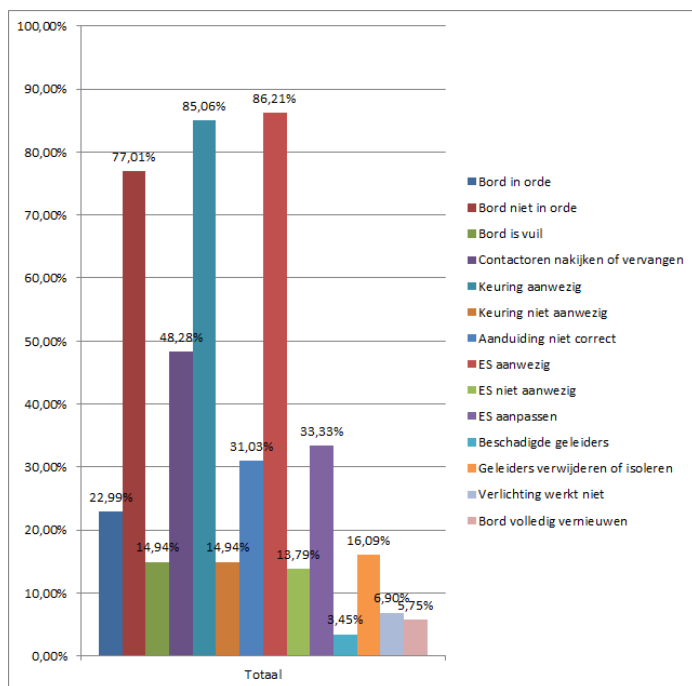
Tabel 3 totale analyse

TOTAAL		%
Aantal borden	87	
Bord in orde	20	22,99%
Bord niet in orde	67	77,01%
Bord is vuil	13	14,94%
Contactoren nakijken of vervangen	42	48,28%
Keuring aanwezig	74	85,06%
Keuring niet aanwezig	13	14,94%
Aanduiding niet correct	27	31,03%
ES aanwezig	75	86,21%
ES niet aanwezig	12	13,79%
ES aanpassen	29	33,33%
Beschadigde geleiders	3	3,45%
Geleiders verwijderen of isoleren	14	16,09%
Verlichting werkt niet	6	6,90%
Bord volledig vernieuwen	5	5,75%

Tabel 4 totale analyse



Figuur 28 cirkeldiagram totale analyse



Figuur 29 staafdiagram totale analyse

5.4.1 Conclusie

Uit deze totale analyse kan men besluiten dat de staat van de borden nog slechter is dan dat we op voorhand dachten. Men wist al dat de borden sterk verouderd waren en dat deze dringend een opknabbeurt nodig hadden. Van de 87 gecontroleerde borden dienen er 5 onmiddellijk vervangen te worden, dit komt overeen met 5,75%. Slechts twintig van de gecontroleerde borden zijn volledig in orde, dit komt overeen met amper 23 procent. Dit is ver van de vooropgestelde 30 à 40 procent.

Eén van de grootste mankementen en aandachtspunten waren de contactoren en de thermische veiligheids. Bij maar liefst 48 procent van de gecontroleerde borden moeten dit nagekeken worden. Dit is grotendeels te wijten aan de ouderdom maar ook doordat de elektrische installatie slecht onderhouden geweest is in het verleden, dit kan men merken aan het feit dat er 15 procent vuil is en dat er met opmerkingen van de keuringsorganisatie BTI² niets gedaan wordt.

De kleine mankementen zoals een verlichting die niet werkt vallen onder de verantwoordelijkheid van de technische dienst van de klant. Deze analyse zal ook overhandigd worden aan de klant. Deservis hoopt dat de klant met deze gegevens, rapporten en analyses zo snel mogelijk alle opmerkingen oplost zodat Deservis hier niet voor aansprakelijk gesteld kan worden wanneer er een failure is die te wijten is aan de gebrekkige opvolging van de technische dienst van de klant. De klant heeft op zijn beurt laten weten om dit zo snel mogelijk in orde te brengen en hier werkorders voor te maken zodat dit kan uitgevoerd worden door de technische dienst en door Deservis.

Nadat de mankementen opgelost zijn en de borden klaar zijn voor een herkeuring, worden deze asap herkeurd door BTI¹.

² BTI is als controleorganisme erkend voor het keuren van elektrische installaties en ook erkend als EDTC (Externe Dienst voor Technische Controles) voor alle hijs- en hefwerktuigen.

6 Bibliografie

- [1] Deservis, „Deservis maakt werk van onderhoud,” Deservis, [Online]. Available: <http://www.devisgroup.be/nl/deservis>.
- [2] S. C. Liew, „CRISP,” 27 Oktober 2006. [Online]. Available: <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/em.htm>. [Geopend 28 Februari 2015].
- [3] Kennedy Space Center, „Thermography,” KSC, Florida.
- [4] A. V. Kimmenaede, Warmteleer voor technici, Groningen: Noordhoff Uitgevers, 2010.
- [5] Onbekend. [Online]. Available: <http://nomtbf.com/2012/05/the-drain-in-the-bathtub-curve/>. [Geopend 01 03 2015].
- [6] Onbekend, „Developing an inspection program,” Fluke, U.S.A., 2005.
- [7] P. Pilat, Onderhoudsmanagement, Diepenbeek: XIOS, 2012.
- [8] R. Schmidt, „Benefits of IR-fusion technology,” Fluke, Nederland, 2007.
- [9] Onbekend, „The basics of predictive / preventive maintenance,” Fluke, U.S.A., 2006.
- [10] Schneider, „LC1D09P7,” Schneider Electric, Frankrijk, Onbekend.
- [11] Onbekend, „Detecting electrical unbalance and overloads,” Fluke, Nederland, 2005.
- [12] Siemens, Siemens, 2013. [Online]. Available: <http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/buildingautomation-hvac/building-automation/building-automation-and-control-system-europe-desigo/Pages/desigo.aspx>. [Geopend 5 04 2015].
- [13] Onbekend, Grundfos, [Online]. Available: <https://be.grundfos.com/products/find-product/magna3.html>. [Geopend 5 5 2015].

Bijlage 2: Bestelbon Rexel



REXEL Belgium sa/nv
BE0437237396

Verzonden op: 24/03/15
Verkoper : IKA - Johan Janssens
9E0/

De producten aangeduid met (*) worden
NIET omgeruild, en NIET teruggenomen!

Geconsolideerde verzendingsnota Pagina: 1
AFKSL Gate: **5144175**

DESERVIS NV
014/58.00.66
HERENTALSEWEG 48
2440 GEEL
(621268)
Tel:014/58.00.66 Fax:014/58.18.92

DELIVERY

Ref: **28283** **28283RX0500047150CS** Orderdatum : 24/03/15 OR/7097444
Genoteerd door : KSL-Luc Swinnen;lswinnen@rexel.be;016/26.20.20

<u>Nr Colli</u>	<u>Product</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Aantal</u>	<u>Eenh</u>	<u>ICO</u>
1329268	TELLC1D09P7	CONTACT 9A 3P 1S+10 23 E208193	2,00	P	20,2594
1329268	TELLADN11	HULPCONTACT 1S+10 FRON E208384	2,00	P	4,4312



REXEL Belgium sa/nv
BE0437237396

Verzonden op: 24/03/15
Verkoper : IKA - Johan Janssens
9E0/

De producten aangeduid met (*) worden
NIET omgeruild, en NIET teruggenomen!

Geconsolideerde verzendingsnota Pagina: 1
AFKSL Gate: **5144177**

DESERVIS NV
014/58.00.66
HERENTALSEWEG 48
2440 GEEL
(621268)
Tel:014/58.00.66 Fax:014/58.18.92

DELIVERY

Ref: **28279** **28279RX0500047150CS** Orderdatum : 24/03/15 OR/7097461
Genoteerd door : KSL-Luc Swinnen;lswinnen@rexel.be;016/26.20.20

<u>Nr Colli</u>	<u>Product</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Aantal</u>	<u>Eenh</u>	<u>ICO</u>
1329334	TELLRD03	THERM OVERB REL 0,25-0 E208334	1,00	P	31,2562

Bijlage 3: Offerte Langewouters

Langewouters n.v.

Industrielaan 4
2250 Olen

Tel 014/21.33.28

Fax 014/21.34.30

BTW BE422.899.115

Bank KBC BE89 733-3331423-85

Bank BNP PARIBAS FORTIS BE78 230-0208810-86

E-mail: info@langewouters.be



Spie - Deservis nv
Lammerdries 3
2440 Geel

Offerte 276

Klantnr: 6 B.T.W.-nr: BE0458.861.072 Leveringsdatum: Datum: 22/05/2015

Aantal	Artnr.	Omschrijving	Eenh.prs.	BTW	Netto
Elektrische inrichting c.v.					
1,0	1	Elektrisch Bord	14.900,00	0,0	14.900,00
1,0	12	Elektrische Verbindingen	16.300,00	0,0	16.300,00
1,0	4	Equipotentiale Verbindingen in Technische Ruimte	470,00	0,0	470,00
1,0	5	Onderbrekingschakelaar	125,00	0,0	125,00
1,0	6	Elektrisch Schema	745,00	0,0	745,00
1,0	7	Schema onder Folie	69,00	0,0	69,00
1,0	8	Aanduidingsplaatjes	360,00	0,0	360,00
1,0	9	Busbekabeling max. 100 meter	1.100,00	0,0	1.100,00
1,0	10	Elektrische Keuring	525,00	0,0	525,00
1,0		Afstandsbedieningsbord	990,00	0,0	990,00
1,0		Algemene schakelaar buiten bord	326,00	0,0	326,00
Regelapparatuur Siemens PX					
1,0		PXC100-E-D	1.550,00	0,0	1.550,00
1,0		Voedingsmodule	134,00	0,0	134,00
11,0		Signalisatie module	115,00	0,0	1.265,00
3,0		Universele module	224,00	0,0	672,00
7,0		Bevel module DO met afwijk	257,00	0,0	1.799,00
2,0		Universele module AI/AO/DI	345,00	0,0	690,00
1,0		Engineering 153 punten	11.760,00	0,0	11.760,00
1,0		Management GBS	1.990,00	0,0	1.990,00
1,0		Basic software	225,00	0,0	225,00
6,0		Kleuren beelden Desigo-Insigt	247,00	0,0	1.482,00
Field materiaal					
1,0		Kring radiatoren	489,00	0,0	489,00
1,0		Ventilo's	960,00	0,0	960,00
1,0		PG1 / EG1	1.717,00	0,0	1.717,00
1,0		PG2 / EG2	2.120,00	0,0	2.120,00
1,0		PG3 / EG3	1.199,00	0,0	1.199,00

Detail Field materiaal in bijlage.

BTW verlegd - Medecontractant - art. 51, §2 W.BTW

WinFakt®

Hopende U hiermede van dienst te zijn geweest, groeten wij U met de meeste Hoogachting.

Bedrag zonder B.T.W.	BTW %	BTW-bedrag	Totaal EUR
63.962,00	0,0		63.962,00

Offerte geldig tot 29/08/2015

63.962,00

HVAC-bord 3



Organisatie	Deservis Lammerdries 3 2440 Geel	Tester: Chesney Verstraeten Telefoon: 014580066
--------------------	--	--

Apparaat	testo 875-1i	Serienr.: 60342555
-----------------	--------------	---------------------------

Opdrachtgever	Meetlocatie:
----------------------	---------------------

Meetdatum:	12/05/2015
-------------------	------------

Opdracht	Inspectie V-borden
-----------------	--------------------

HVAC-bord 3

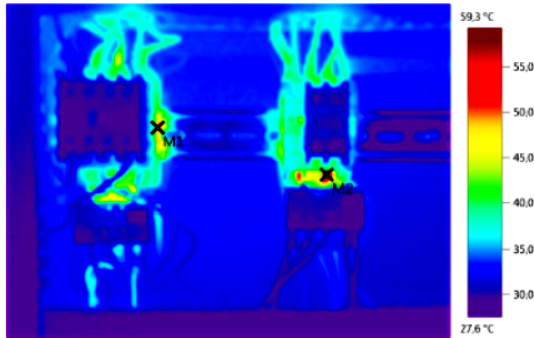
Bestand IV_00277.BMT

Datum: 12/05/2015

Lens type: Standaard 32°

Serie nummer lens: 20408504

Tijd: 9:30:13



Beeldparameters:

Emissiegraad: 0,93

Refl. Temp. [°C]: 20,0

Beeldmarkeringen:

Meetobjecten	Temp. [°C]	Emiss.	Refl. temp. [°C]	Opmerkingen
Meetpunt 1	49,3	0,93	20,0	temperatuur contactor
Meetpunt 2	59,3	0,93	20,0	temperatuur contactor

HVAC-bord 3

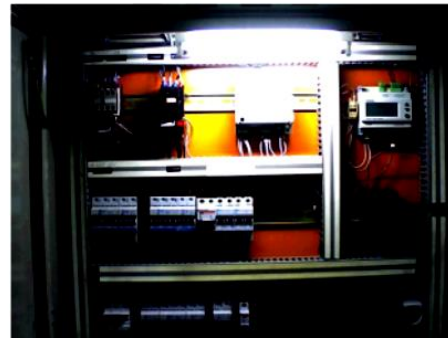
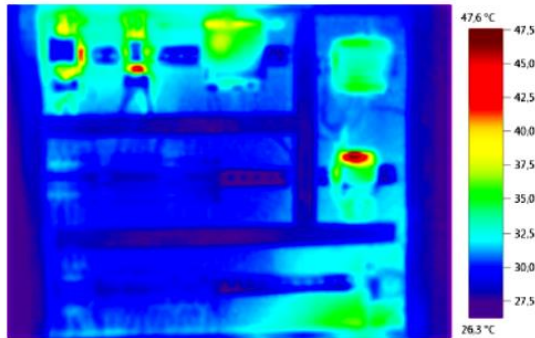
Bestand IV_00278.BMT

Datum: 12/05/2015

Lens type: Standaard 32°

Serie nummer lens: 20408504

Tijd: 9:30:32

**Beeldparameters:**

Emissiegraad: 0,93
Refl. Temp. [°C]: 20,0

Slotsom:

Er is geen keuring aanwezig.
Contactoren dienen vervangen te worden.
ES is aanwezig.

12/05/2015 , _____

Chesney Verstraeten

HVAC-bord 3a



Organisatie Deservis
Lammerdries 3
2440 Geel

Tester:
Chesney Verstraeten
Telefoon: 014580066

Apparaat testo 875-1i

Serienr.: 60342555

Opdrachtgever

Meetlocatie:

Meetdatum: 12/05/2015

Opdracht Inspectie V-borden

HVAC-bord 3a

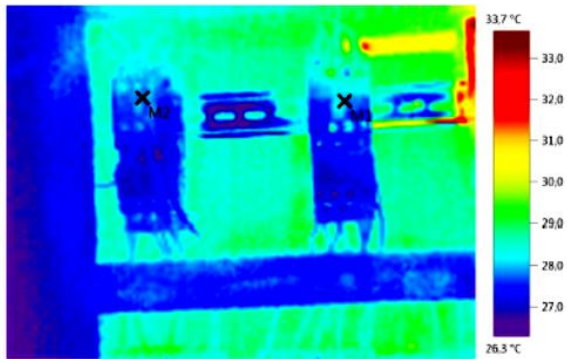
Bestand IV_00280.BMT

Datum: 12/05/2015

Lens type: Standaard 32°

Serie nummer lens: 20408504

Tijd: 10:10:57



Beeldparameters:

Emissiegraad: 0,93

Refl. Temp. [°C]: 20,0

Beeldmarkeringen:

Meetobjecten	Temp. [°C]	Emiss.	Refl. temp. [°C]	Opmerkingen
Meetpunt 1	28,0	0,93	20,0	temperatuur contactor
Meetpunt 2	27,7	0,93	20,0	temperatuur contactor

HVAC-bord 3a

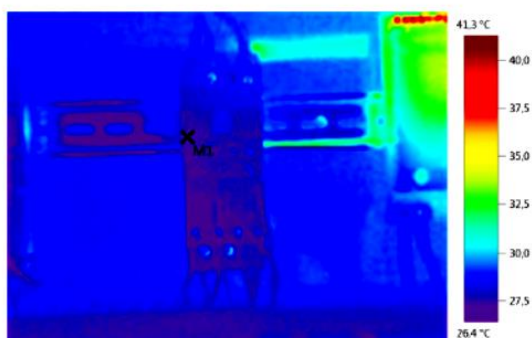
Bestand IV_00281.BMT

Datum: 12/05/2015

Lens type: Standaard 32°

Serie nummer lens: 20408504

Tijd: 10:12:04



Beeldparameters:

Emissiegraad: 0,93

Refl. Temp. [°C]: 20,0

Beeldmarkeringen:

Meetobjecten	Temp. [°C]	Emiss.	Refl. temp. [°C]	Opmerkingen
Meetpunt 1	27,3	0,93	20,0	temperatuur contactor

Slotsom:

Er is geen keuring aanwezig.

Contactoren zijn vervangen.

ES is aanwezig.

12/05/2015 , _____

Chesney Verstraeten