

# Eindrapport

Versie nr. 2.0

Klimaatoptimalisatie van verswinkels  
W.10.01.02

*Afstudeeropdracht bij KMI*



In opdracht van:  
Koelmeubelindustrie B.V.  
E. Klopman

Opdracht aangenomen door:  
T. Schrijver [s1013661@student.windesheim.nl](mailto:s1013661@student.windesheim.nl)  
B. Casteel [s1009633@student.windesheim.nl](mailto:s1009633@student.windesheim.nl)

Afstudeerbegeleiders Windesheim:  
J. Buist  
D.J. Struik

Plaats, datum:  
Apeldoorn, 5 januari 2011

## Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen vanwege het afstudeerproject dat uitgevoerd is bij KMI Apeldoorn door de twee Werktuigbouwkunde studenten Berry Casteel en Tim Schrijver. Deze studenten hebben gedurende 20 weken een project uitgevoerd waarbij het klimaat van een verswinkel onderzocht en verbeterd moest worden.

Dit rapport is geschreven voor iedereen die interesse heeft in luchtbehandeling en of koeltechniek. Hoewel vele technische termen en ander vakjargon vermeden zijn is enige voorkennis over de materie gewenst.

Het rapport kan chronologisch gelezen worden, hierdoor is de werkwijze van het project inzichtelijk geworden en is het voor een buitenstaander mogelijk om het rapport te lezen en te begrijpen wat het is probleem en wat er als concept bedacht is om het probleem op te lossen.

Wij bedanken de heer M. Telnekes, directeur KMI Apeldoorn, voor het beschikbaar stellen van de stageplaats met bijbehorende afstudeeropdracht. Daarnaast willen wij de heer E. Klopman bedanken voor zijn begeleiding als bedrijfsmentor. De heer H. Hulleman zijn wij dankbaar voor zijn technisch advies en begeleiding gedurende het project. Ook willen wij de heer Dr. Ir. J. Buist bedanken voor de begeleiding vanuit Hogeschool Windesheim. Tot slot bedanken wij iedereen die hierboven niet genoemd is en die een bijdrage hebben geleverd voor het project.

Apeldoorn, 5 januari 2011  
T.F.J. Schrijver  
B.C. Casteel

## Inhoudsopgave

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Samenvatting.....                                         | iv |
| Summary .....                                             | v  |
| 1. Inleiding .....                                        | 1  |
| 2. Analyse en onderzoek.....                              | 2  |
| 2.1 Bevindingen koelmeubelen .....                        | 2  |
| 2.2 Bevindingen problemen in winkels .....                | 4  |
| 2.3 Literatuurstudie.....                                 | 5  |
| 3. Ideeontwikkeling en beoordeling .....                  | 7  |
| 3.1 Luchtgordijn .....                                    | 7  |
| 3.2 Dauwpuntskoeling .....                                | 10 |
| 3.3 Klimaatplafond .....                                  | 11 |
| 3.4 Luchtverdeelarmaturen.....                            | 16 |
| 3.5 Warmte terugwin wisselaar .....                       | 19 |
| 3.6 Aantekeningen.....                                    | 21 |
| 4. Concept .....                                          | 22 |
| 4.1 Doelgroep .....                                       | 22 |
| 4.2 Concept keuzeonderbouwing .....                       | 23 |
| 4.3 Gekozen concept toetsen aan de hand van het PVE ..... | 25 |
| 5. Realisatie en validatie.....                           | 28 |
| 5.1 Omschrijving testopstelling.....                      | 28 |
| 5.2 Test criteria .....                                   | 29 |
| 5.3 Test resultaten .....                                 | 31 |
| 6. Conclusie en aanbeveling .....                         | 32 |
| Literatuur.....                                           | 33 |
| Bijlage 1: Plan Van Aanpak .....                          | 34 |
| Bijlage 2: Programma Van Eisen .....                      | 71 |
| Bijlage 3: Krantenbericht .....                           | 72 |
| Bijlage 4: Energiebeurs .....                             | 73 |
| Bijlage 5: Bedrijfsbezoeken .....                         | 78 |

## Samenvatting

Dit onderzoekrapport is geschreven in het kader van het afstuderen voor de opleiding Werktuigbouwkunde aan de hogeschool Windesheim te Zwolle.

Het project 'klimaatoptimalisatie van verswinkels' is in het leven geroepen om de koelvitrites die KMI Apeldoorn produceert en installeert beter te laten functioneren.

Nog te vaak wordt de koelende werking van de koelvitrites beïnvloed door omgevingsfactoren zoals: de uitblaas van een airconditioning en of een deur die open staat. Dit kan als gevolg hebben dat de geëtaleerde producten niet de juiste temperatuur hebben en of bewaard worden in een omgeving van onvoldoende luchtvochtigheid wat nadelige invloed op de versheid en toonbaarheid van de producten kan hebben.

Het doel van de opdracht is het klimaat van een verswinkel beheersbaar te maken, zodat de koeltoonbanken in de winkels hiervan zo min mogelijk hinder ondervinden en kunnen functioneren op de waarden waarop ze op papier berekend en in een klimaatkamer getest zijn.

Het rapport is opgebouwd uit een literatuurstudie waarin analyse van het probleem en onderzoek naar bestaande oplossingen centraal staan. Vervolgens is er een variantenstudie gedaan waarmee de voor- en nadelen van de verschillende systemen tegen elkaar afgewogen worden. Hieruit is een concept gekozen welke voor een groot gedeelte van de verswinkels toepasbaar is. Dit concept wordt getest in een testruimte bij KMI Apeldoorn.

De winkel waarin het concept wordt toegepast heeft een systeemplafond of kan hier gemonteerd worden, in dit plafond kunnen klimaatpanelen geplaatst worden. Deze panelen kunnen verwarmd of gekoeld worden door middel van een watercircuit waardoor de omgevingslucht van temperatuur veranderd. Tevens stralen de panelen warmte/koude uit waardoor de gevoeltemperatuur kouder/warmer is dan de omgevingstemperatuur (afhankelijk van koelen of verwarmen) waardoor er energiekosten bespaard kunnen worden. Deze panelen zorgen voor een groot gedeelte van het verwarmen/koelen. Het overige deel kan vertegenwoordigd worden door een luchtgordijn die bij de entree geplaatst wordt, deze kan koelen en verwarmen. Dit luchtgordijn is tevens de scheiding tussen het binnen- en buitenklimaat waardoor minimaal energie verloren gaat bij het openen van een deur of bij een 'open pui' situatie

Het is van groot belang om in de toekomst goed te kijken naar welk systeem er in welke situatie toegepast moet worden. Dit eindrapport geeft een aantal mogelijke oplossingen voor bepaalde situaties. Ook is het van belang om de klant goed te informeren en duidelijkheid te scheppen over de voor- en nadelen van de verschillende systemen om zo vooroordelen en verkeerde aannames te voorkomen.

## Summary

This research report was written as part of the graduation program for Mechanical Engineering at Windesheim Zwolle.

The project "Climate optimization of fresh stores" is started to optimize the operation of cooling cabinets which are created and installed by KMI Apeldoorn.

The cooling effect of cabinets is too often influenced by environmental factors like: the airflow of an air-conditioning unit and an open door. This means that the showcased products are stored at a wrong temperature and are stored in an environment of inadequate humidity which affects the freshness and show quantification of the product.

The purpose of the assignment is to create a manageable fresh store climate, so the refrigerated counters in the stores have a minimal inconvenience of the environment. This means that the refrigerated counters will function on the values which they are calculated on paper and tested in a climate chamber.

The report consists of a literature study in which analysis the problem and research to existing solutions play a prominent role. This is followed by a variation study in which advantages and disadvantages of various forms of systems are balanced up against each other. After this variation study, a concept was selected which is applicable for a large portion of the fresh stores. This concept is being tested in a test room at KMI Apeldoorn.

The store in which the concept is applied has a ceiling system or can a ceiling system can be mounted. In this ceiling system, climate panels can be placed. These climate panels can be heated or cooled through a water circuit, by which the ambient temperature of the fresh shop changes. The panels also radiate heat which means the wind chill is colder / warmer than the ambient temperature (depending on cooling or heating); this means that energy could be saved. These panels provide a large portion of the total heating/cooling. The remainder can be represented by an air curtain which will be placed at the entrance; it can cool and heat. This air curtain is also the separation between the inner and outer environment. Minimal energy will be lost in case of opening a door or in an 'open shop front' situation.

It is very important to check carefully which system in which situation could be applied. This final report provides a number of possible solutions for specific situations. It is also important to inform the customer and to give clarity about the advantages and disadvantages of different systems in order to avoid prejudice and false assumptions.

## 1. Inleiding

Het project klimaatoptimalisatie is in het leven geroepen om de koelvitruines die KMI produceert en installeert beter te laten functioneren. Nog te vaak wordt de koelende werking van de koelvitruines beïnvloed door omgevingsfactoren zoals: de uitblaas van een airconditioning en of een deur die open staat. Dit kan als gevolg hebben dat de geëtaleerde producten niet de juiste temperatuur hebben en of bewaard worden in een omgeving van onvoldoende luchtvochtigheid met als gevolg dat dit van invloed is op de houdbaarheid/versheid van het product.

Het gehele interieur dat geleverd wordt in een verswinkel is maatwerk. De meubels met de daarbij horende koeltechniek worden op maat geproduceerd. Tevens is het mogelijk dat in deze systemen warmteterugwinning wordt toegepast. Momenteel kan de warmte die de koelmachine produceert worden gebruikt om de winkel van warm tapwater te voorzien.

Momenteel maakt KMI in de verswinkels nog steeds gebruik van standaard airco installaties. Er worden één of meerdere plafond inbouwunits, of er wordt gebruik gemaakt van een inbouwunit met slangen/kanaal systeem.

Bovenstaande oplossingen zijn niet altijd geschikt voor de situatie van de winkel doordat niet in elke winkel ruimte is in het plafond om dit te realiseren.

De doelstelling van het project is onder te verdelen in een hoofddoelstelling en subdoelstellingen, deze zijn:

### Hoofddoelstelling

Het klimaat van een verswinkel beheersbaar maken zodat de koeltoonbanken in de winkels hiervan geen hinder ondervinden en kunnen functioneren op de waarden waarop ze berekend en getest zijn.

*De klimaatbeheersing in de winkel kan invloed hebben op de temperatuur, luchtstromen en luchtvochtigheid in de toonbank.*

### Subdoelstellingen

De klimaatbeheersing toevoegen op het centrale koelsysteem zodat ook deze kan meedraaien op de warmteterugwinning.

*In veel verswinkels wordt elk koelmeubel of koelcel gevoed door een aparte koelmotor (compressor en condensor). Het is ook mogelijk om één centrale koelmotor toe te passen waar alle koelmeubelen en koelcellen op aangesloten worden.*

*De warmte die door de koelmachine geproduceerd wordt kan gebruikt worden voor de warmwatervoorziening en 's winters voor het verwarmen van de winkel.*

Een oplossing waarbij het vochtgehalte in de winkel en in de toonbank wordt gestabiliseerd.

*Vocht in de winkel is een belangrijke factor in verband met de producten die in de vitrine liggen. Te weinig vocht kan een nadelig effect hebben op de houdbaarheid, versheid en toonbaarheid van deze producten.*

Klimaatbeheersing systeem aanpassen aan specifieke situaties wanneer dit wenselijk is.

*Een standaard airco unit is niet altijd even geschikt voor elke winkel. Ook kan er gekeken worden naar alternatieve oplossingen zoals verkoeling/verwarming vanuit de muur en of plafond waarbij geen gebruik gemaakt wordt van geforceerde lucht.*

Het verslag is opgebouwd uit vijf delen, als eerste wordt de analyse en onderzoek beschreven. Hierin staat duidelijk vermeld wat de problemen zijn en waarom dit opgelost moet worden. Hierna wordt de ideeontwikkeling en beoordeling behandeld waarin een brainstormsessie is opgenomen, ook de voor- en nadelen worden afgewogen waardoor er een duidelijk beeld ontstaat waarom een oplossing wel of niet zou werken. Vervolgens wordt het concept besproken, hierin is opgenomen wat uiteindelijk de oplossing is en voor welke toepassing, er is immers niet 1 oplossing voor alle winkels. Het concept als mogelijke oplossing voor het probleem wordt gerealiseerd en gevalideerd, dit is te zien in het deel: realisatie en validatie.

Ten slotte wordt er een conclusie getrokken over het afgeleverde werk en wordt er een aanbeveling gedaan.

## 2. Analyse en onderzoek

### 2.1 Bevindingen koelmeubelen

In de koelmeubelen die KMI levert worden producten gekoeld en tentoongesteld die erg gevoelig zijn voor temperatuur en luchtvochtigheid, doorgaans gaat het hier om bederfbare producten. Hierdoor is het van belang om de factoren welke deze kunnen beïnvloeden zo goed mogelijk in kaart te brengen en daar waar nodig bij te stellen.

Zodoende is er een regelsysteem in de koeltoonbank aanwezig die continu de temperatuur regelt. Hierdoor is de balans tussen goede temperatuur en voldoende luchtvochtigheid te waarborgen.

#### Temperatuur

In het koelsysteem heb je te maken met een aantal temperaturen, deze temperaturen zijn situatie afhankelijk en de genoemde waarden zijn dan ook van een specifieke opstelling. De temperatuur in de winkel is van belang omdat klanten en medewerkers het behaaglijk willen hebben, de temperatuur in de toonbank is van belang omdat dit de temperatuur van het product bepaald. Volgens de voedsel en warenautoriteit mag de temperatuur van kip niet hoger zijn dan 4 °C. en bij vlees 7 °C.

De verdampertemperatuur wordt geregeld tussen -12 °C. en -9 °C en de condensortemperatuur is +/- 65 °C. Deze condensorwarmte kan gebruikt worden om een watervat op te warmen die op zijn beurt weer tapwater opwarmt, zo kan de warmte die normaal 'weggegooid' wordt teruggewonnen worden en hergebruikt.

De temperatuur in de toonbank wordt geregeld op 2 °C, dit is de.

Bij extreem hoge buitentemperaturen is het mogelijk dat de temperatuur niet gehaald wordt.

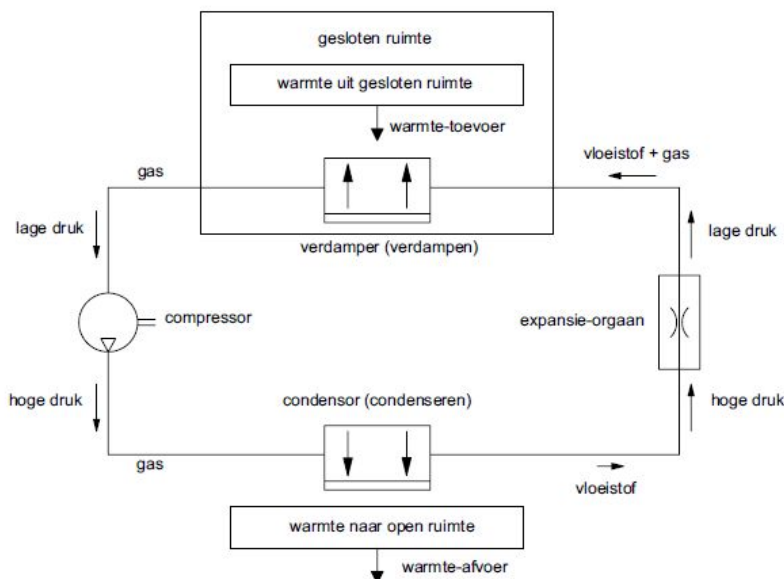
De optimale temperatuur in de winkel is +/- 18 °C, bij deze temperatuur ervaren de klanten de winkel als fris maar toch nog aangenaam en heeft de koeling een acceptabele omgevingstemperatuur waarbij er voldoende vocht in de lucht aanwezig kan zijn.

#### Werking koelsysteem

De compressor comprimeert de aangezogen damp uit de verdamper, door het comprimeren verkrijgt je een drukverhoging waardoor de kookpunttemperatuur van het koelmiddel ook hoger wordt. Dit hete gas (damp) wordt gekoeld in de condensor waardoor het condenseert en vloeistof wordt. Deze condensor kan uitgevoerd zijn als een lucht warmtewisselaar in de buitenlucht, een vloeistof warmtewisselaar die tapwater (voor)verwarmt of een combinatie van deze twee.

De vloeistof uit de condensor gaat via het buffervat naar het expansieventiel in het koelmeubel waardoor de druk wordt verlaagd. Het expansieventiel wordt proportioneel aangestuurd waardoor er zoveel vloeistof ingespoten wordt als dat er gevraagd wordt. Met andere woorden de klep regelt open en dicht afhankelijk van de gemeten temperatuur, wanneer de temperatuur hoger wordt gaat de klep meer open en wanneer de

temperatuur weer lager wordt zal de klep weer sluiten. Hierdoor is precies de temperatuur in de toonbank te verkrijgen die ingesteld is. De vloeistof/damp gaat vervolgens naar de verdamper waar de vloeistof volledig verdampt, hierna begint de cyclus weer van voor af aan. Doordat de verdamper een lage temperatuur heeft, condenseert en bevriest het vocht uit de toonbank op de verdamper, dit betekent dat de luchtvochtigheid in de toonbank daalt. Hierdoor moet de verdamper zo nu en dan ontdooid worden waardoor het vocht weer in de lucht in de toonbank terecht komt.



### Relatieve vochtigheid

De relatieve vochtigheid in de toonbank is zeer belangrijk voor de kwaliteit van het product, hoe hoger de waarde hoe beter (>70%). Om dit te verkrijgen moet er goed gekeken worden naar de factoren welke deze bepalen, in en om de toonbank. Sommige leveranciers van koeltoonbanken leveren standaard een bevochtiger in hun koeltoonbank, KMI heeft er voor gekozen om geen bevochtiger toe te passen. Het nadeel van de bevochtiger is namelijk dat het veel energie kost, veel onderhoud en een hoge aanschafprijs. Tevens wordt het aanblik van een toonbank met waterdruppels op de producten vaak minder gewaardeerd, dit is het geval bij toepassen van een bevochtiger. Het klimaat in de winkel is mede bepalend voor het klimaat in de toonbank en hangt op zijn beurt weer af van de temperatuur buiten de winkel. Zo is het op een hete zomerdag veel moeilijker om de toonbank op de juiste temperatuur te krijgen en op een extreem koude dag in de winter slaat de koeling bijna niet aan omdat de gewenste temperatuur bereikt is. In deze gevallen is het proces niet te beheersen en zal de koeling niet naar behoren werken. Een bijkomstigheid voor de relatieve vochtigheid is condensvorming op de ruiten van de toonbank, dit belemmert het zicht en geeft wateroverlast. Het is daarom van groot belang om te zorgen voor een stabiel en beheerst winkelklimaat.

### Luchtsnelheid

In de winkel heersen altijd luchtstromen, deze luchtstromen kunnen erg veel invloed hebben op de toonbanken. Wanneer er tocht in de winkel ontstaat door bijvoorbeeld een airco of open deur, kan de temperatuur en luchtvochtigheid in de toonbank beïnvloed worden. Zelfs zo erg dat de toonbank niet goed meer functioneert en de producten in de toonbank snel van kwaliteit verminderen.

Het is dan ook van groot belang om mogelijke luchtstromen te voorkomen of beheersbaar te maken zodat deze de toonbank niet of nauwelijks kan beïnvloeden.

In de huidige situaties wordt er vaak gewerkt met een aantal inblaas punten (zoals omschreven in de inleiding) in de winkel waar geconditioneerde lucht aangevoerd wordt. Hierdoor krijg je trek tussen toe- en afvoer. Ook wordt er veel gebruik gemaakt van airco systemen omdat er bij een stucplafond niet gekozen kan worden voor kanaalventilatie.

Een winkel waarbij de deuren openstaan of een winkel met een open pui hebben veel last van invloeden van buiten. Zo kan de temperatuur te hoog of te laag zijn, het kan te regenachtig of te droog zijn, het kan te hard waaien, etc. Deze factoren hebben een grote invloed op het klimaat in de winkel, zelfs een dichte deur die af en toe open gaat als er klanten passeren kan al een belemmering zijn van het gewenste binnen klimaat.

### Warmte-Terug-Win systeem

In sommige gevallen is het rendabel om warmte terug te winnen die het systeem anders zou afvoeren naar de buitenlucht. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de warmte in het hete gas wat uit de compressor komt, deze energiestroom wordt uitgewisseld met een watervat en wordt hierdoor opgewarmd. Dit warme water kan gebruikt worden als tapwater in het pand. Het is belangrijk om in kaart te brengen welke energiestromen je hebt en welke je nodig bent, zo kan er op het watervat nog een extra watercircuit aangesloten worden welke bijvoorbeeld weer gebruikt kan worden om in de winter de winkel te verwarmen.



## 2.2 Bevindingen problemen in winkels

In de winkels loopt men vaak tegen specifieke problemen aan. Dit komt doordat elke winkel anders is en voor veel verschillende installatie methoden gekozen kan worden. Een aantal problemen zijn in kaart gebracht en staan hieronder beschreven.

### Pand

De panden waar de verswinkels in gebouwd worden/zijn, zijn vaak oud en voldoen vaak niet aan dezelfde eigenschappen als een nieuwbouwpand (denk aan isolatie en luchtdichtheid). Hierdoor is er vaak een beperking in de ontwerpvrijheid en moet er een specifieke oplossing bedacht worden. Zo kunnen er nieuwere en oudere gedeelten zijn met doorgangen, hoogteverschillen en verschillende bouwmaterialen. Ook de voorzieningen zijn vaak oud en moeten vervangen of vernieuwd worden. Warmteoverdracht van een pand naar de buitenlucht is bij ramen groter dan bij muren, hierdoor is het zaak om goed te bekijken welk type glas er gewenst is en of er zonnewering toepasbaar is.

### Plafond

Er zijn heel veel verschillende soorten plafonds, bijvoorbeeld een systeemplafond of een stucplafond. Ook zijn er veel verschillende soorten indeling, zoals; een verlaagd plafond boven toonbank maar niet waar de klanten staan. Hierdoor is het moeilijk om je luchtbehandeling- en koelinstallatie op de juiste manier aan te leggen terwijl deze niet in kwaliteit mag afnemen. Ook is het belangrijk om te kijken naar de overige leidingen, doorvoeren en balken die er in het plafond verwerkt zitten. Deze mogen vaak niet verwijderd worden wat tijdens de bouw obstakels op kan leveren.

### Entree

Er zijn verschillende soorten entrees in de winkels, de één heeft een klapdeur en de ander een schuifdeur. Ook zijn er situaties waarbij de winkel een "open pui" heeft, hierbij staat de deur de gehele dag open en ben je in het pand afhankelijk van het weer van buiten. Ook bij een normale klapdeur is er al een luchtstroom op te merken die afhankelijk van het temperatuurverschil en wind van grootte invloed kan zijn op het klimaat in de winkel.



### Ruimte

Veel winkels staan in de hoofdstraat of elders in de stad, hierdoor ben je vaak beperkt tot de kleine ruimte die er is. Door dit ruimtegebrek kan er vaak niet voor een bepaalde oplossing gekozen worden, of moeten er eerst aanpassingen gedaan worden om het mogelijk te maken.

### Winkeliers

De winkeliers zijn geen specialisten op het gebied van techniek (dit kun je ze ook niet kwalijk nemen), hierdoor worden systemen soms verkeerd aangestuurd waardoor ze niet optimaal werken. Ook komt het voor dat men er gewoon geen erg in heeft dat het fout is, bijvoorbeeld een reclame bordje voor een sensor, een luchtrooster die totaal dicht geslipt is met stof of een toonbank die te vol is gepakt waardoor deze niet meer goed koelt.

### Temperatuur

Het afkoelen en verwarmen van de lucht (=voelbare warmte), maar ook het stoombevochtigen en ontvochtigen (=latente warmte) valt onder luchtbehandeling. Bij deze processen verandert de temperatuur en/of het absolute vochtgehalte van de lucht. Door deze parameters te beïnvloeden kan de temperatuur anders ervaren worden dan er werkelijk heerst. Dus wanneer er bijvoorbeeld meer vocht toegevoegd wordt, kan het klam aanvoelen en wanneer er warmte toegevoerd wordt kan men dit als warm/heet ervaren.

## 2.3 Literatuurstudie

Tijdens het in kaart brengen van de probleemstelling en het verkrijgen van informatie over de voorkomende situaties is er bekeken wat er op de markt te verkrijgen is en wat de mogelijkheden zijn. Zo is er gebrainstormd met technische specialisten binnen KMI, hierbij zijn veel mogelijkheden op papier gezet die mogelijk wat met de oplossing te maken kunnen hebben. Ook zijn er bedrijfsbezoeken gedaan bij verschillende bedrijven die producten maken/leveren die mogelijk iets voor het project kunnen betekenen, deze bedrijfsbezoeken zijn opgenomen in bijlage 5: bedrijfsbezoeken.

Op de Energiebeurs van 14 oktober is er een congres bijgewoond over het "Energiebesparing en binnenklimaat, verwarmen en koelen in de gebouwde omgeving" hierbij zijn een aantal zaken behandeld gevolgd door een discussieronde, hierna is de beurs bezocht waarbij er veel contacten gelegd zijn met potentiële leveranciers ook zijn er veel innovatieve producten bekeken, dit is opgenomen in bijlage 4: energiebeurs.

### Brainstormsessie

- **Muur verkoeling op dezelfde manier als vloerverwarming**

Met een buizensysteem een circuit maken welke door de muur loopt, bijvoorbeeld om de 10 cm

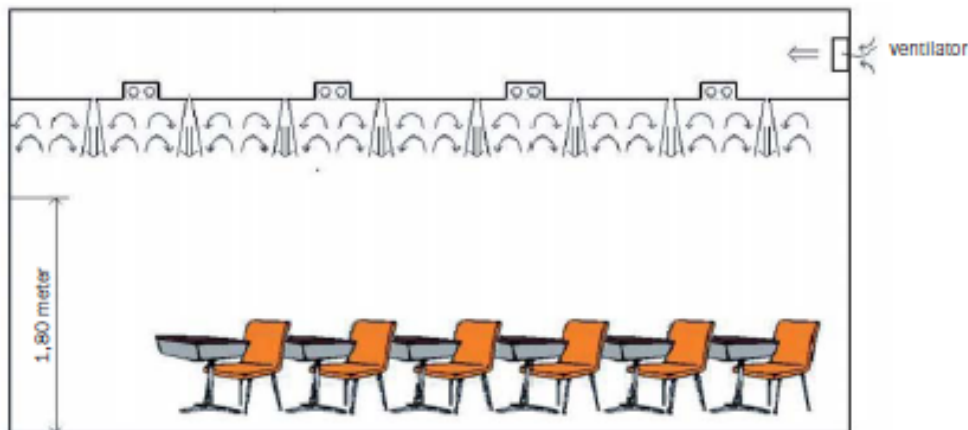


- **Warmtewisselaar buiten met een glycol systeem**

In de winter haal je de koude van buiten om de koeltoonbanken te koelen en in de zomer haal je de warmte naar binnen om het tapwater voor te verwarmen.

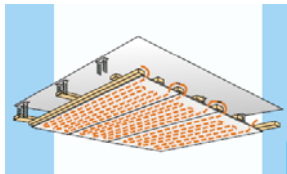
- **Inblaas boven het plafond maken**

De inblaas van lucht wordt hierbij boven het plafond geplaatst en met een overdruk (ten opzichte van de winkel) ingeblazen, hierbij moet het plafond luchtdoorlatend zijn waardoor de lucht met een lage snelheid gelijkmatig verdeeld wordt over de winkel.



**- Plafond verwarming/koeling**

Met een buizensysteem een circuit maken welke door het plafond loopt, bijv. om de 30 cm. Tussen de buizen zijn platen bevestigd welke het oppervlak vergroten.

**- Indirecte koeling d.m.v. een platenwarmtewisselaar**

Bij een koelsysteem de verdampers uitvoeren als platenwisselaar die de glycol koelt, deze glycol wordt naar de ruimten vervoerd waar de koude gevraagd wordt.

**- Luchtgordijn voor de winkelpui**

Met een luchtgordijn voor de winkelpui kun je de invloed van buitenaf minimaliseren, is het buiten warmer of kouder dan binnen dan werken de luchtstromen van het luchtgordijn als een scheiding tussen die twee.

**- Winkel verwarmen met warmte terug win systeem**

Het heetgas uit de compressor wordt door een spiraal in een vat geleidt, hierdoor wordt het water in het vat opgewarmd. Dit water kan gebruikt worden als warm water tap maar er kan ook nog een extern circuit op de watertank aangesloten worden welke de winkel weer verwarmd.

## Informatie Voedsel en Waren Autoriteit

De nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit (nVWA) is een Nederlands agentschap dat als kerntaak heeft het toezicht houden bij bedrijven en instellingen op de naleving van wetten en voorschriften.

Aan de Voedsel en Waren Autoriteit is de vraag gesteld of er eisen gesteld zijn aan het klimaat in verswinkels. Volgens het VWA worden er geen eisen gesteld aan luchtkwaliteit, temperatuur en/of relatieve vochtigheid.

Ook is er de vraag gesteld of er eisen gesteld zijn aan producten die in koeltoonbanken opgesteld worden. Volgens het VWA zijn de volgende eisen gesteld aan de producten:

Bederfelijke producten moeten worden bewaard bij een temperatuur van maximaal + 7 °C. (dus bijvoorbeeld vlees en vleeswaren, verse kip (bij maximaal + 4 °C.), vis, gesneden kaas en gesneden groenten en fruit). Voor de luchtvochtigheid zijn geen wettelijke eisen.

### 3. Ideeontwikkeling en beoordeling

#### 3.1 Luchtgordijn

##### Koude dagen

Het luchtgordijn dat boven de open deur hangt, voorkomt dat de in het pand verwarmde lucht naar buiten gaat en dat koude buitenlucht de winkel binnenkomt. Door het plaatsen van een luchtgordijn boven de open deur wordt bij koudere dagen tochtklachten voorkomen. Warme lucht stijgt op en verdwijnt door de deur naar buiten, koude lucht komt over de vloer naar binnen.

##### Warme dagen

Tijdens warme zomerdagen is een koel binnenklimaat gewenst. Het luchtgordijn voorkomt ten eerste de uitwisseling van gekoelde binnen- en warme buitenlucht door de open deur. Bovendien blaast het luchtgordijn (relatief) koele lucht uit, vanuit de ruimte, waardoor een extra verkoelend effect ontstaat. Tevens is het mogelijk het luchtgordijn met een warmtepomp uit te voeren. Hierdoor kan de lucht ook extra gekoeld worden.

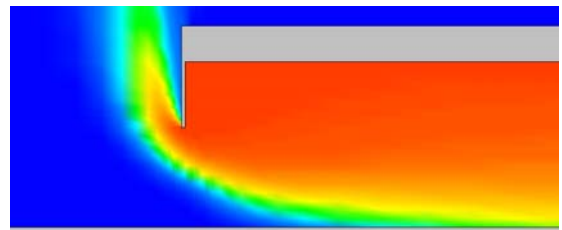
##### Kenmerken

- luchtgordijnen dragen bij aan een schone binnenomgeving door stof, nare luchtjes, insecten en andere vervuiling buiten te houden.
- Beheersbaar binnenklimaat t.o.v. situatie zonder luchtgordijn
- Onderhoudsarm systeem
- Mogelijkheid verwarmen en koelen met luchtgordijn
- EIA (Energie Investering Aftrek) subsidiemogelijkheden (in combinatie met een warmtepomp)

##### Situatie: winter

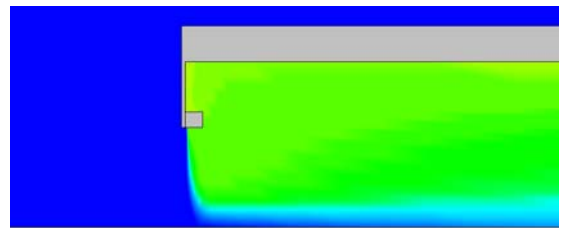
Deuropening zonder luchtgordijn

*Warme binnenlucht gaat naar buiten en koude buitenlucht stroomt over de vloer naar binnen.*



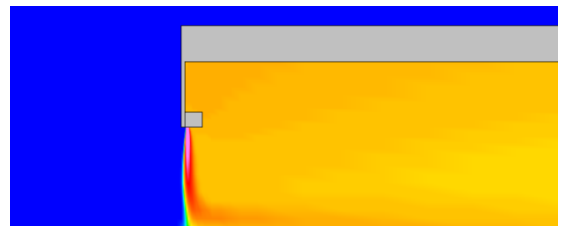
Deuropening met luchtgordijn ambient (zonder verwarming of koeling)

*Warme binnenlucht blijft in de ruimte. Koude buitenlucht wordt niet verwarmd.*



Deuropening met verwarmt luchtgordijn.

*Warme binnenlucht blijft in de ruimte en koude buitenlucht wordt door het luchtgordijn verwarmd.*



Er zijn verschillende uitvoeringen mogelijk voor een luchtgordijn, namelijk:

- Ambient (zonder verwarming en koeling)
- Met verwarming (elektrisch, warm water of warmtepomp)
- Met verwarming en met koeling (warmtepomp)

### **Ambient**

Bij deze toepassing wordt er alleen lucht vanuit het pand aangezogen en voor de deuropening langs geblazen, de lucht wordt dus niet gekoeld of verwarmd. Zoals het simulatie plaatje op de vorige pagina laat zien is deze oplossing beter dan geen luchtgordijn maar niet zo goed als een situatie met verwarming en/of koeling in het luchtgordijn.

Voordelen:

- Goede verbetering van afscheiding tussen ruimte en buitenlucht.
- Goedkoop in aanschaf t.o.v. luchtgordijn met koel/verwarm- optie
- Geen extra voorziening nodig zoals warmwater of 400 volt aansluiting

Nadelen:

- Geen mogelijkheid om te verwarmen en/of koelen
- Geen 100% rendement haalbaar waardoor externe warmte/koude bron noodzakelijk

### **Luchtgordijn met elektrische elementen (elektrische verwarming)**

Bij deze toepassing wordt er lucht vanuit de ruimte aangezogen en voor de deuropening langs geblazen, de lucht voor het luchtgordijn kan door het elektrische verwarmingselement verwarmd worden.

Zoals het simulatie plaatje op de vorige pagina laat zien komt er geen koude lucht meer naar binnen in de winkel doordat de lucht verwarmd wordt.

Voordelen elektrisch verwarmd luchtgordijn:

- Relatief goedkoop in aanschaf
- Geen extra voorziening nodig zoals warmwater- of gasaansluiting
- Goede afscheiding tussen ruimte en buitenlucht
- Gedeelte van het pand kan verwarmd worden

Nadelen elektrisch verwarmd luchtgordijn:

- Duur in verbruik!
- Vaak verzwarende van de meterkast nodig
- Er kan niet mee gekoeld worden

### ***Luchtgordijn met warm water wisselaar (cv of stads/blok verwarming)***

Bij deze toepassing wordt er lucht vanuit het pand aangezogen en voor de deuropening langs geblazen, de lucht kan door de warmtewisselaar verwarmd worden, deze wisselaar wordt gevoed wordt door een externe warmtegenerator. Zoals het simulatie plaatje bij hst. 3.1 laat zien komt er geen koude lucht meer naar binnen in de winkel doordat het luchtgordijn verwarmd wordt.

Om het luchtgordijn van warmte te voorzien is er een voldoende zware cv ketel nodig, een aansluiting op stads- of blokverwarming of de voorziening van een warmwatervat benutten indien deze aanwezig is. Vanaf de bestaande cv leidingen of vanaf ketel of aansluitset moeten er twee leidingen naar het luchtgordijn gelegd worden.

Voordelen luchtgordijn met warm water wisselaar:

- Relatief goedkoop in verbruik
- Relatief goedkoop in aanschaf (wanneer er al een warmwater voorziening is)
- Goede afscheiding tussen ruimte en buitenlucht
- Gedeelte van het pand kan verwarmd worden

Nadelen luchtgordijn met warm water wisselaar:

- Externe warmtebron nodig
- Er moeten leidingen naar het luchtgordijn gelegd worden
- Er kan niet mee gekoeld worden

### ***Luchtgordijn met warmtepomp (airconditioning)***

Bij deze toepassing wordt er lucht vanuit het pand voor de deuropening langs geblazen, de lucht kan door de warmtewisselaar verwarmd en gekoeld worden. Dit wordt gedaan m.b.v. een warmtepomp (airco-installatie). Hierbij wordt in de zomer de warmtepomp gebruikt als een traditionele airco installatie waarbij de verdamper in de winkel staat en de condensor buiten, hierbij wordt de koele "zware" lucht naar beneden geblazen. In de winter wordt het proces omgekeerd, dan is de condensor in de winkel actief en de verdamper buiten actief.

Deze oplossing geeft het beste resultaat voor de afdichting van een open deur doordat de unit de temperatuur van de lucht beïnvloed.

Voordelen luchtgordijn met warmtepomp:

- Relatief goedkoop in energieverbruik
- Koelen en verwarmen met 1 apparaat
- Perfecte afscheiding tussen ruimte en buitenlucht vanwege mogelijkheid tot koelen en verwarmen
- Mogelijk in te passen in het centraal koelsysteem

Nadelen luchtgordijn met warmtepomp:

- Duur in aanschaf (wordt in het verbruik in aantal jaar terug verdiend)
- Er moeten koelleidingen naar het luchtgordijn aangebracht worden
- Gecertificeerde monteur nodig voor plaatsen en onderhoud

Bron:

<http://biddle.nl/pages/home.aspx>  
<http://www.benvtechniek.nl/index.html>  
<http://www.koudeenluchtbehandeling.nl/>  
<http://www.spirair.nl/producten/luchtgordijnen/index.html>  
<http://www.lsaarnhem.nl/>  
<http://www.masterveil.nl/>

### 3.2 Dauwpuntskoeling

Verdampingskoeling of dauwpuntskoeling is een koeltechniek zonder actief koelsysteem met compressor. Door middel van het verdampen van water wordt er warmte onttrokken aan de aangevoerde lucht waardoor deze afkoelt. Dit gebeurt in de secundaire kant van de warmtewisselaar. In de primaire zijde van de warmtewisselaar stroomt verse buitenlucht naar binnen en wordt gekoeld. Hierdoor is het mogelijk de lucht aan de primaire zijde te koelen tot net boven het dauwpunt. Dit is dan ook het grootste verschil tussen de direct en een indirect werkende koeler, bij de direct werkende koeling vindt adiabatische koeling plaats en zal nooit verder gekoeld kunnen worden dan tot de natte bol temperatuur. Tevens wordt bij een direct systeem lucht met 100% relatieve vochtigheid uitgeblazen, dit is niet gewenst.

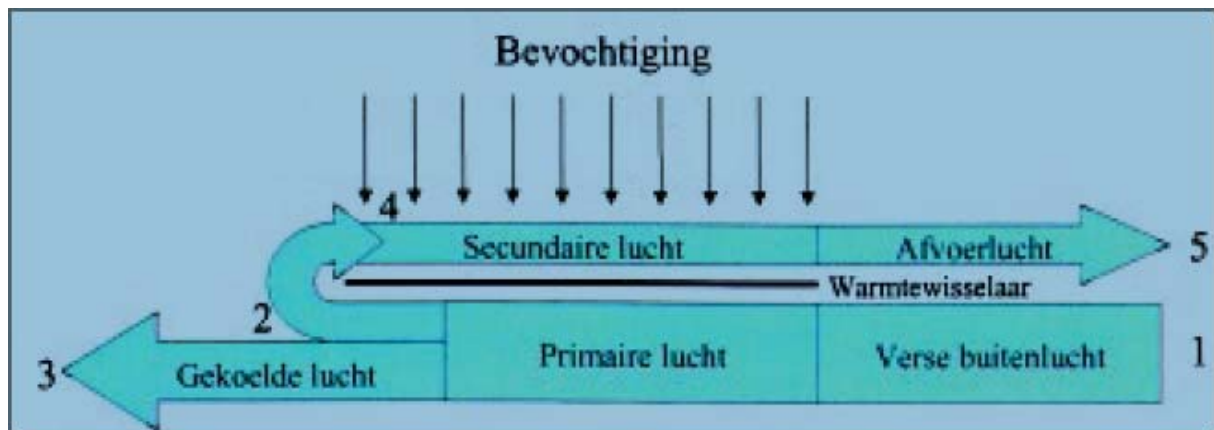
Voordelen:

- Veel lager energieverbruik t.o.v. koelmachine
- Minder draaiende delen
- Geen gebruikmaken van koudemiddelen
- Geen STEK monteur nodig voor plaatsing en onderhoud
- Combineren van secundaire en primaire luchtstroom mogelijk waardoor extra bevochtiging mogelijk

Nadelen:

- Werkt niet of nauwelijks bij een lage aanvoertemperatuur
- Werkt niet of nauwelijks bij of hoge luchtvochtigheid
- De verzadigingstemperatuur (natte bol temperatuur) van de instromende lucht is bepalend voor de uitrede temperatuur
- Het aantal overschrijdingsuren (tijd waarin niet aan gevraagde temperatuur kan worden voldaan) is hoger dan bij een centraal koelsysteem

Overigens zijn bovengenoemde nadelen van toepassing op een klimaat in of gelijk aan Nederland.



Bron:

<http://www.kampmann.nl/>

<http://oxy-com.com/index.html>

<http://www.statigcooling.com/files/K&L%20april%20004.pdf>

<http://www.tno.nl/downloads/Beoordeling%20technologie%20dauwpuntskoeling.pdf>

### 3.3 Klimaatplafond

#### **Systeem plafond verwarming/koeling**

Klimaatplafond delen bestaan uit metalen geperforeerde plafondpanelen waarop het klimaatdeel verlijmd wordt. Er liggen in spiraalvorm gebogen metalen buizen of matten van kunststofbuisjes los op standaard metalen plafondplaten. Het geheel wordt afgedekt met in Aluminiumfolie gesealde isolatiedekens. Bij een derde type zijn de spiralen of matten in de fabriek aan de platen gehecht of in een sandwichpaneel opgenomen. De platen geven de warmte/koude af door middel van straling. De inbouwhoogte van koelplafonds is, inclusief aansluitleidingen, 80 tot 150 mm.

Het systeem wordt in de nieuwbouw en bij renovatie in verlaagde plafonds toegepast voor koeling, waarbij de panelen, zoals bij een conventioneel roosterplafond zijn aangebracht in een zichtbare (aanwezige) onderconstructie van metalen profielen en met elkaar worden verbonden. Plafondgebieden zonder thermische activering worden voorzien van optisch identieke blindpanelen. De panelen bieden een zeer goede geluidsisolatie en passen zich optisch onopvallend aan het plafondoppervlak aan.

#### Voordelen:

- Geen grote luchttoevoer vereist om ruimte te conditioneren (dus ook geen last van inblaasrichting)
- Gelijmatige temperatuurverdeling
- Onderhoudsvrij
- De gevoelstemperatuur in de ruimte ligt bij koeling lager en bij verwarmen hoger dan de luchttemperatuur. Daarom mag de luchttemperatuur in de zomer hoger zijn en in de winter lager.
- Gemakkelijk in een plafond te monteren waar systeemplafond mogelijk/aanwezig is.
- Kleine inbouwruimte vereist
- Systeem is te combineren met sleufluchttoevoer systeem (zie hst. 3.4 Lucht verdeel armatuur)
- Het systeem kan op het centrale koelsysteem aangesloten worden
- Dauwpunt sensor toe te passen waardoor geen druppelvorming kan ontstaan op de platen

#### Nadelen:

- Niet overal toe te passen (bijv. stucplafond)
- Extra pompsysteem nodig voor rondpompen water i.v.m. indirect systeem
- Extra warmtewisselaars nodig voor het uitwisselen van de warmte tussen het centraal systeem en het klimaatplafond



Bron:

<http://www.inteco.nl/>

<http://www.uponor.nl/>

<http://www.comfortplafond.nl/>

### **Capillair buissysteem plafond verwarming/koeling**

Capillaire buismatten worden verwerkt in de toplaag van het plafond of wand, deze matten bestaan uit kunststofbuisjes van buitendiameter 4,3 mm en worden gekoppeld aan verdeelstations. Door de buisjes stroomt warm of koud water en zorgt zo voor een gelijkmatige temperatuursverdeling. Deze mogelijkheid van koelen en verwarmen is vooral geschikt voor oudere panden waar verschillende plafond hoogtes aanwezig zijn en geen systeemplafond mogelijk is.

Dit systeem is tevens toe te passen in de muur, echter beperk je hiermee wel de vrijheid om willekeurig aan de muur aanpassingen te doen zoals gaten boren

#### **Voordelen:**

- Geen (grote) luchttoevoer vereist om ruimte te conditioneren (dus ook geen last van inblaasrichting)
- Gelijkmatige temperatuurverdeling
- Onderhoudsvrij
- De gevoelstemperatuur in de ruimte ligt bij koeling lager en bij verwarmen hoger dan de luchttemperatuur. Daarom mag de luchttemperatuur in de zomer hoger en in de winter lager zijn.
- Kleine inbouwruimte vereist
- Het systeem kan op het centrale koelsysteem aangesloten worden
- Dauwpunt sensor toe te passen waardoor geen condensvorming kan ontstaan op het plafond
- Niet zichtbaar omdat het verwerkt is in de stuc laag

#### **Nadelen:**

- Niet overal toe te passen (bijv. plafond met balklagen, doorvoeren, elektra, etc.)
- Aanpassingen na bouw niet gemakkelijk i.v.m. leidingwerk verwerkt in stuc laag
- Extra pompsysteem nodig voor rondpompen water vanwege indirect systeem
- Extra warmtewisselaars nodig voor het uitwisselen van de warmte tussen het centraal systeem en het klimaatplafond



Bron:

<http://www.navos.nl>

<http://www.bioclima.nl>

## **Klimaatpanelen**

Panelen van lange smalle banen in het plafond zorgen voor het verwarmen/koelen van de omgevingslucht. Doordat er warm/koud water door de koperen pijpen stroomt, wordt het aluminium warm/koud, hierdoor straalt het plafond de warmte/koude uit aan de omgeving. Tevens is er een kleine opening tussen de panelen opgenomen waardoor de afgekoelde lucht op natuurlijke wijze naar beneden stroomt.

### Voordelen:

- Gelijkmatische verdeling van temperatuur over de gehele ruimte
- Temperatuursverschil tussen paneel en omgeving is laag, dit is mogelijk door straling.
- Tochtvrij systeem

### Nadelen:

- Niet overal toe te passen, door: verschillende hoogtes plafond,
- Bij verwarmen geen voordeel van natuurlijk circulatie
- Aanpassingen na bouw niet gemakkelijk i.v.m. leidingwerk
- Extra warmtewisselaars nodig voor het uitwisselen van de warmte tussen het centraal systeem en het klimaatplafond (indirect systeem)
- Extra pompsysteem nodig voor rondpompen water



### Bron:

<http://www.klimaatsystemen.nl/>

## PCM Panelen

Dit plafond bestaat uit elementen van ongeveer 1,5 bij 2 meter met daarin PCM-materiaal.

PCM staat voor Phase Change Material, wat faseovergang materiaal betekent.

PCM kan gebruikt worden om energie (warmte en koude) in op te slaan. Een PCM bestaat uit een samenstelling van o.a. paraffine, zout, water, glycol en alcohol. De smelttemperatuur van een PCM is afhankelijk van de toepassing van het materiaal. Binnen de gebouwde omgeving zal dit rond de 20-22 °C zijn. Wanneer de omgevingstemperatuur hoger is dan 22 °C, smelt de samenstelling en wordt er warmte opgenomen (omgeving blijft 'koel'). Is de omgevingstemperatuur lager dan 22 °C dan stolt de PCM weer en wordt de warmte afgestaan.

Een gebouw kan zo dus tijdens de nacht warmte afstaan (bijv. door middel van een PCM plafond of het toepassen van PCM in de wanden), en deze warmte overdag weer opnemen. Het effect van een grote thermische massa kan dan door middel van een lichtere bouw worden gesimuleerd.

Eigenschappen:

- 's Nachts moet er flink geventileerd worden
- Afhankelijk van de interne en externe warmtelast moet er een bepaald percentage van het plafondoppervlak bestaan uit PCM elementen
- Vier graden temperatuur verschil t.o.v. plafond zonder PCM elementen

Voordelen:

- "Gratis" energie
- Gelijmatige verdeling van temperatuur over de gehele ruimte
- Tochtvrij systeem

Nadelen:

- Minder geschikt voor ruimte temperaturen van 18 graden in verband met capaciteit
- Bij bestaande bouw moet er veel aangepast worden, het systeem vereist namelijk hoogwaardig geïsoleerde gebouwen.
- Voor back-up nog steeds een externe koude bron vereist
- Hogere investeringskosten



Bron:

<http://www.autarkis.nl/>

<http://www.sinternovem.nl/>

<http://www.delftintegraal.tudelft.nl/info/index7bbc.html?hoofdstuk=Artikel&ArtID=5104>

### 3.4 Luchtverdeelarmaturen

#### ***Spleetvormig plafond-luchtverdeelarmatuur***

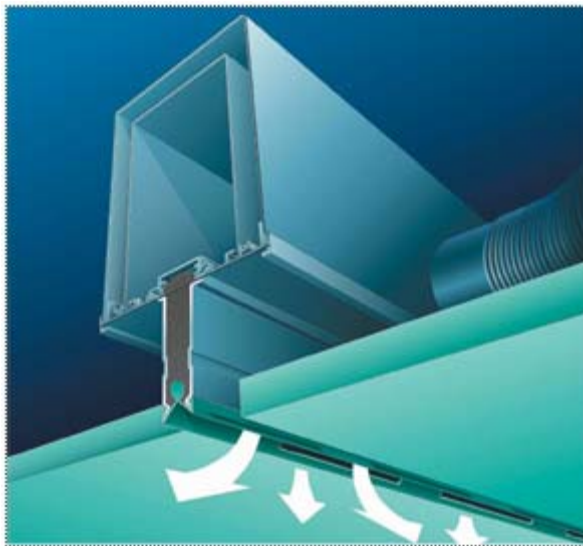
Lucht toevoer systeem waarbij de lucht gelijkmatig verdeeld over de ruimte ingebracht wordt. Hierbij creëer je volgens de fabrikanten een volledig tochtvrije luchtstroming in het vertrek. Een sleuf in het plafond tussen bijv. systeemplafond platen wordt gevoed door een externe luchtstroom. Deze luchtstroom veroorzaakt wervelingen aan het plafond welke de lucht bovenin de ruimte mengt met de toevoerlucht.

Voordelen:

- Gelijkmatige verdeling van luchttoevoer
- Voldoende verse lucht in ruimte te verkrijgen
- Te combineren met een systeem plafond koeling/verwarming
- Hoge afvoercapaciteit van de warmtelast bij beperkte luchthoeveelheid

Nadelen:

- Inbouwhoogte (bij lage plafonds)
- Over gehele lengte plafond inbouwhoogte noodzakelijk
- Externe klimaatkast vereist welke zorgt voor de conditioneerde lucht
- Niet functioneel bij verschillende hoogtes plafond
- Volgens technici binnen KMI treedt er toch nog steeds tocht op vanwege het verplaatsten van lucht



Bron:

[www.navos.nl](http://www.navos.nl)

## ***Textiele lucht verdeelslangen***

De uitblaas van een luchtbehandelingkast wordt aangesloten op de lucht verdeelslang, deze slang bestaat uit een reeks kleine gaatjes waardoor de lucht gelijkmatig en tochtvrij verdeeld wordt over de ruimte. Deze slang wordt over de gehele lengte van het plafond neergehangen, eventueel meerdere in een ruimte. Deze slangen zijn in verschillende formaten en vormen te verkrijgen waardoor inpassen in bestaande situaties een voordeel oplevert.

### Voordelen:

- Gelijkmatige inblaas
- Tochtvrije inblaas
- Hoge luchtverversing mogelijk
- Temperatuur en luchtvochtigheid te regelen
- Systeem is makkelijk te reinigen (wasmachine)
- Gereduceerd geluid
- Hygiënische omgeving

### Nadelen:

- Externe luchtbehandelingkast nodig
- Slangen in het zicht
- Periodiek onderhoud vereist
- Afzuig (retour) op 1 punt waardoor hier tochtverschijnselen op kunnen treden



### Bron:

<http://www.euromanchetten.nl>  
<http://www.ke-fibertec.nl/>

### ***Inblaas boven plafond***

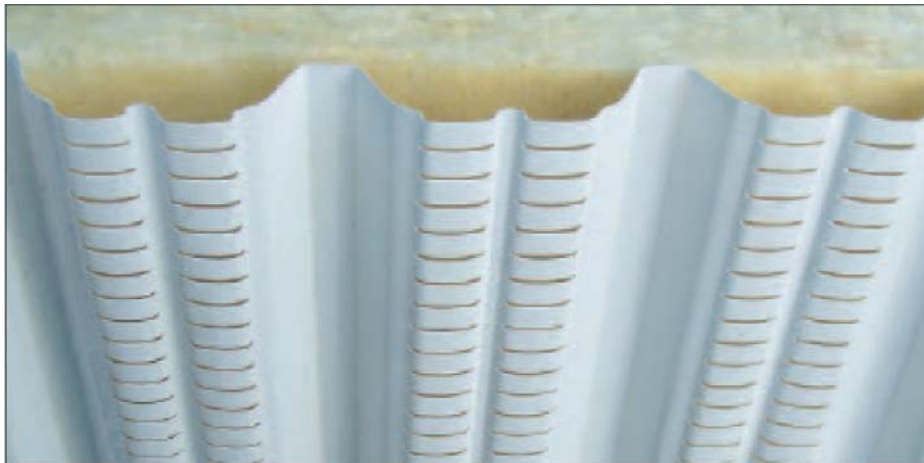
Bij mechanische toevoer is een gelijkmatige inblaas via het systeemplafond (gaten in het plafond) mogelijk. De ruimte boven het plafond functioneert als een verdeeldoos (plenum) voor de toe te voeren lucht. Dit systeem is echter nog niet op deze manier voor deze toepassing op de markt gebracht, het principe wordt al wel toegepast in varkensstallen.

#### **Voordelen**

- Gelijkmatige inblaas van verse lucht
- Goede beheersbaarheid van luchtconditie (temperatuur, vochtgehalte)
- Minimale tochtverschijnselen bij gelijkmatige aanvoer en retour (alleen als retour op een zelfde manier gelijkmatig verloopt)

#### **Nadelen**

- Systeem moet nog ontwikkeld worden voor deze toepassing (principe is alleen bekend bij verversing van lucht in varkensstallen)
- Inblaas is wel gelijkmatig, afzuig zal nog steeds op één of meerdere punten gebeuren waardoor alsnog meer kans op trek (tocht)
- Voor dit systeem is een luchtbehandelingkast nodig die de lucht op de juiste condities brengt.
- De lucht die door het systeem ingeblazen wordt kan niet te vochtig zijn doordat de lucht door roosters in het plafond of door het systeem plafond ingeblazen wordt
- De lucht zal boven het plafond 'voorverdeeld' moeten worden omdat de lucht alsnog plaatselijk bij de uitblaas van de luchtbehandelingkast/uitstroomopening plaatsvindt.



#### **Bron:**

<http://www.halton.nl/halton/nl/cms.nsf/prodpages/E006E9C0FD5FA3B4C22571E60035FC80?opendocument>  
<http://www.genugten-agri.nl/ventilatieplafond.php>

### 3.5 Warmte terugwin wisselaar

Voor het terugwinnen van warmte/koude uit de retourlucht van een ruimte kan er gebruik gemaakt worden van verschillende systemen. Deze systemen wisselen de warmte/koude uit zonder vermenging van de luchtstromen. De mogelijkheden zijn:

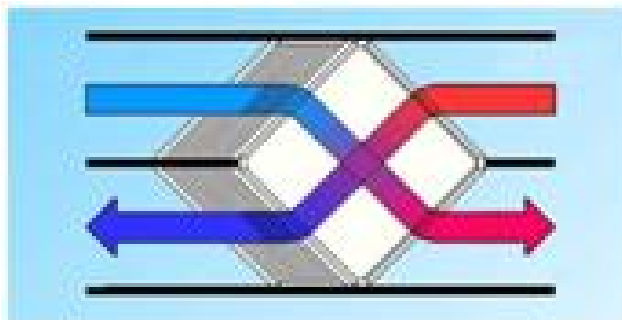
#### *Kruiswarmtewisselaar*

De kruisstroom warmtewisselaar bestaat uit een wisselaar van dunne kunststof lamellen waar twee luchtstromen gescheiden door heen stromen. De eerste luchtstroom is de lucht die buiten aangezogen wordt, welke bedoeld is om het pand/vertrek/kamer van verse lucht te voorzien. De tweede luchtstroom is de lucht die binnen wordt aangezogen, welke plaats moet maken voor de verse toevoerlucht.

De aanwezige lucht in het pand is geconditioneerd op een temperatuur waarin een persoon zich behaaglijk voelt. Het is dan ook goed mogelijk dat in de zomer de buitentemperatuur veel hoger ligt dan de kamertemperatuur. In de winter kan de buitentemperatuur veel lager liggen dan de kamertemperatuur.

Dit zal dus betekenen dat in de zomer de aangezogen lucht constant gekoeld moet worden en in de winter constant verwarmd om de temperatuur in het vertrek aangenaam te houden. Het verversen van de lucht zal hierdoor onnodig veel energie in beslag nemen.

De kruisstroom wisselaar heeft als eigenschap dat deze de aanvoer en retourlucht elkaars warmte inhoud meegeven. De aangevoerde verse lucht wordt dus verwarmd of gekoeld naar de temperatuur die op dat moment in het vertrek heerst, een rendement van 90% is vandaag de dag maximaal haalbaar bij een kruisstroomwisselaar. De verwarming of koelinstallatie hoeft bij gebruik van een kruisstroomwisselaar alleen nog maar de normale warmteverliezen in het vertrek te compenseren.



## Warmtewiel

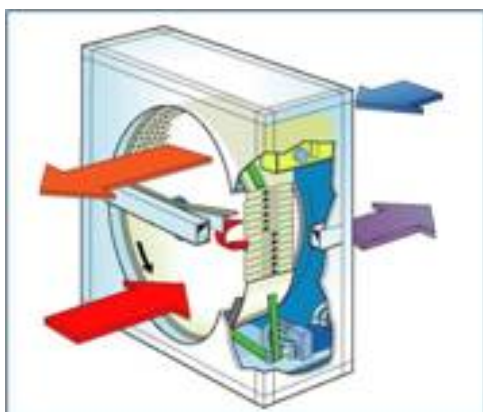
Het warmtewiel is net als de kruisstroomwisselaar in staat om warmte uit te wisselen tussen de aanvoer van verse lucht en de afvoer van de afgezogen lucht. Hierdoor wordt het vertrek constant van verse buitenlucht voorzien terwijl de temperatuur binnen gelijk blijft. Er hoeft dan alleen maar verwarmd of gekoeld te worden om de verliezen in het vertrek te compenseren.

Het principe van het warmtewiel maakt gebruik van het warmteopnemend vermogen van het materiaal. Het wiel is in staat om warmte te onttrekken aan de luchtstroom en deze op te slaan in het wiel zelf en later weer af te geven aan de tweede luchtstroom.

In de nu volgende uitleg over het warmtewiel wordt er uit gegaan van koude buitenlucht en een warme binnentemperatuur. Het warmtewiel bestaat uit een wiel van accumulerend (warmteopnemend) materiaal, vaak wordt hier aluminium voor gebruikt. In dit wiel zitten vele luchtkanaaltjes waar de lucht door heen stroomt.

Aan de onderzijde stroomt de warme lucht van binnen door het warmtewiel heen naar buiten en geeft zijn warmte af aan het wiel. Doordat het warmtewiel om zijn horizontale as draait zal het verwarmde gedeelte van het wiel zich naar de bovenzijde bewegen. Aan de bovenzijde stroomt de koude buitenlucht door de kanaaltjes en onttrekt de warmte van het wiel. Hierdoor wordt de verse lucht verwarmd en verlies je geen warmte. Wanneer de buitenlucht de warmte aan het wiel heeft onttrokken draait deze verder naar de onderzijde en kan het wiel opnieuw warmte opnemen van de uitgaande luchtstroom.

Het warmtewiel is tevens in staat om een gedeelte van de luchtvochtigheid terug te winnen.



De kruiswarmtewisselaars worden over het algemeen gebruikt in kleine (huis)installaties. Het warmtewiel wordt gebruikt om in grote gebouwen de warmteterugwinning te verzorgen voor het centrale luchtbehandeling systeem.

Bron:

<http://www.jestorkair.nl/>

[Rapport: Techniek inventarisatie warmteterugwinning](#)

### 3.6 Aantekeningen

- Er zijn tal van manieren om het klimaat in de winkel te beïnvloeden, het is alleen een feit dat een goed winkel klimaat niet veranderd hoeft te worden. Hierdoor is het van belang om te kijken naar de zwakke punten in de winkel die het klimaat sterk beïnvloeden. Het is belangrijk bescherming aan te brengen tegen directe inval van zonlicht, zonlicht heeft namelijk een erg grote warmte invloed op de winkel, dit kan voorkomen worden d.m.v. zonnescherm, getint glas, gevels die voor de winkel langs steken, etc.
- Overdag kan het buiten in de zomer wel 30°C. zijn terwijl het in de nacht maar 18°C. is. Voor deze tijden is het verstandig om gebruik te maken van de koele nacht en nachtventilatie toe passen, hierbij bouw je een soort van buffer op in je winkel waar je de gehele dag profijt van hebt. Tevens maak je hierbij gebruik van het goedkopere nachttarief.
- Bij het koelen van de toonbanken en winkel komt veel warmte vrij, deze warmte kan opgeslagen worden in een watervat. Dit watervat levert het tapwater in de winkel. Op dit watervat kan een extern circuit aangesloten worden die de verwarming van de winkel vertegenwoordigd.
- In de winkel staan allerlei apparaten en overige warmtebronnen die het klimaat in de winkel nadelig kunnen beïnvloeden. In de winter zal het juist gunstig zijn omdat er dan minder verwarmt hoeft te worden, in de zomer zal deze warmte ook terug gekoeld moeten worden. Koelen kost meer energie dus is het verstandig om warmtebronnen in de winkel in kaart te brengen en eventueel te elimineren.
- Doordat de systemen steeds uitgebreider worden en de winkelier niet/nauwelijks de kennis heeft van technische zaken worden systemen vaak verkeerd gebruikt, ingesteld of niet optimaal benut. Hierdoor kunnen energiekosten onnodig hoog oplopen en tegelijkertijd zullen systemen minder goed gaan functioneren met als gevolg de winkelier ontevreden is. Overigens kun je ook niet verwachten dat een winkelier zich bezig houdt met het inregelen/afstellen van een installatie waar hij/zij geen verstand van heeft, ook de gebruiksaanwijzing in de handleiding is vaak een groot technisch document met veel hoofden bijzaken die het voor de winkelier alleen maar lastiger maken (als er al in gekeken wordt). Door middel van simpele lijsten/kaarten (bijv. geplastificeerde A4) met de instructie van de machine of systeem kunnen al veel onduidelijkheden/verkeerde aannames geëlimineerd worden.
- Je kunt problemen bij de bron aanpakken of het gevolg beïnvloeden, bijna alle oplossingen m.b.t. klimatiseren hebben een beïnvloeden het gevolg. Een mooi voorbeeld van het probleem bij de bron aanpakken, wordt weergegeven in bijlage 3: krantenbericht.

## 4. Concept

Alle producten die in de variantenstudie toegelicht zijn hebben voor- en nadelen, het ene voor- of nadeel weegt zwaarder dan het andere en zal hierdoor het product meer of minder geschikt maken. De winkels waarin de systemen moeten functioneren verschillen vaak ook van elkaar, hierdoor zijn wij genooddacht ons te beperken tot een gemiddelde en zullen hierdoor niet voor elke exotische situatie een goede oplossing kunnen bieden. Hieronder is weergegeven voor welke doelgroep het systeem in aanmerking komt en voor welke groep het niet toe te passen is.

### 4.1 Doelgroep

Vanwege de complexiteit van het uit te voeren project zijn er in de loop van het project een aantal projectgrenzen opgesteld. Deze dienen ervoor om het project specifiek te maken om zodoende tot een goed eindresultaat te komen, je kunt immers niet één oplossing bedenken voor alle mogelijke situaties.

Bij de volgende componenten is de standaardsituatie benoemd:

#### Entree

Het grootste gedeelte van de winkeliers heeft een pui in de winkel, dit kan; een loopdeur, open deur of schuifdeur zijn. Hierdoor is het mogelijk om hier een toevoeging te doen in de vorm van bijvoorbeeld een luchtgordijn.

Het overige deel heeft dus een ander type entree, voor bijvoorbeeld een grootte open pui is het kostentechnisch vaak niet haalbaar om hetzelfde systeem toe te passen als voor de standaard situaties. Er is hier dan ook een specifieke oplossing voor vereist of een luchtgordijn van zeer grote lengte. Wij zullen hier verder geen aandacht aan besteden.

#### Plafond

Er zijn veel verschillende soorten plafonds in de winkels, dit komt mede doordat er vaak een renovatie plaatsvindt en zodoende al een plafond aanwezig is of omdat het gewoonweg niet mogelijk is om er iets anders in te maken.

De plafonds kunnen opgebouwd zijn uit: systeemplafond, stukplafond of een combinatie hiervan. Er is als doelgroep gekozen voor de winkels met systeemplafond omdat het grootste gedeelte van de winkels een systeemplafond (of een deel) aanwezig is. Door deze begrenzing van toepassingen kan het overzicht over het project behouden worden en kan de principewerking getest worden. Overigens is het systeemplafond dat getest gaat worden vergelijkbaar met het capillaire buizensysteem wat verwerkt kan worden in een stukplafond. Na positieve resultaten van het systeemplafond kan het capillaire buizensysteem ook aanbevolen worden omdat het idee van een gekoeld plafond hetzelfde is. Het capillaire buizensysteem zal verder niet getest worden tijdens het project.

#### Bijzondere situaties

Er zijn altijd bijzondere situaties, zo kan een winkel net aan het einde van de straat gevestigd zijn waardoor de wind altijd vol op de ingang blaast. Ook komt het voor dat de complete pui van een winkel uit glas bestaat. Naast deze voorbeelden zijn er nog tal van situaties die niet onder onze doelgroep vallen, hiervoor zal een specifieke oplossing bedacht moeten worden. Tijdens het project zal er gekeken worden naar normale omstandigheden waaronder het systeem goed kan functioneren.

#### Winkel inrichting

In de winkel staan altijd apparaten te draaien, lampen te branden of andere warmtebronnen die het klimaat sterk kunnen beïnvloeden. Voor het goed functioneren van het klimaatsysteem is het dan ook van belang om dit van te voren te inventariseren en zo nodig aanpassen. Voor het uiteindelijke concept wordt er van een gemiddelde opstelling uitgegaan die bestaat uit verlichting, een aantal apparaten en aanwezige personen.

## 4.2 Concept keuzeonderbouwing

Het concept dat geselecteerd is, is gebaseerd op de voor- en nadelen uit de variantenstudie. Doordat elke winkel anders is en er dus niet één uiteindelijk systeem toepasbaar is, is er gekeken wat er vaak voorkomt en wat de normale gang van zaken is. Hieruit is een beeld ontstaan waaruit blijkt dat er voor een groot deel van de winkels hetzelfde systeem een toepassing vindt.

### Gekozen systemen

De winkel waarin het concept wordt toegepast heeft een systeemplafond of kan hier gemonteerd worden, in dit plafond kunnen klimaatpanelen geplaatst worden. Deze panelen kunnen verwarmd of gekoeld worden waardoor de omgevingslucht van temperatuur veranderd, tevens stralen de panelen warmte/koude uit waardoor de gevoeltemperatuur kouder/warmer is (afhankelijk van koelen of verwarmen). Deze panelen zorgen voor een groot gedeelte van het verwarmen/koelen. Het overige deel kan vertegenwoordigd worden door een luchtgordijn die bij de entree geplaatst wordt, deze kan koelen en verwarmen. Dit luchtgordijn is tevens de scheiding tussen het binnen- en buitenklimaat waardoor minimaal energie verloren gaat bij het openen van een deur of bij een "open pui" situatie.

Het klimaatplafond bestaat uit losse panelen waarin een watercircuit opgenomen is waardoor het paneel kan verwarmen en koelen. Het koelmiddel wat normaal gesproken in een koelinstallatie gebruikt wordt kan niet rechtstreeks door de panelen gevoerd worden, hierdoor wordt het watercircuit wat door de panelen stroomt gekoeld/verwarmd door een warmtewisselaar. Tijdens het project zal er bekeken worden of het mogelijk is om één warmtewisselaar toe te passen die het mogelijk maakt om met het plafond te koelen of te verwarmen.

Het luchtgordijn heeft een scheidende werking tussen het binnen- en buitenklimaat, echter heeft dit ook een bepaald rendement. Volgens de leverancier zal dit in de praktijk rond de 85% liggen, dit betekent dus dat er 15% verlies is van de lucht die door het luchtgordijn uitgeblazen wordt. Overigens kun je deze 15% ook beschouwen als toevoer van verse lucht in je winkel aangezien je dit niet doet met een luchttoevoersysteem.

Wanneer een luchtgordijn geen optie is, zal er gebruik gemaakt moeten worden van een ander systeem om de lucht in de juiste conditie te krijgen, hiervoor kan een airco unit gebruikt worden. Een airco unit in de vorm van warmtepomp kan in de zomer koelen en in de winter verwarmen, de werking van dit systeem staat ook beschreven in Hst. 3.1 Luchtgordijn onder luchtgordijn met warmtepomp alleen is er dan geen sprake van een luchtgordijn. De warmtepomp hoeft niet groot uitgevoerd te worden omdat deze alleen het deel vertegenwoordigt waar het klimaatplafond te kort komt.

Het vocht in de ruimtelucht is van invloed op de werking van het klimaatplafond, wanneer deze te hoog is zal er te snel condensvorming optreden bij het koelen, bij een te lage luchtvochtigheid zullen de producten in de toonbank te snel uitdrogen. Het is mogelijk om de lucht te ontvochtigen met een luchtgordijn met koelfunctie, dit kan ook met de warmtepomp.

Voor het bevochtigen van lucht kan er een bevochtiger bijgeplaatst worden, dit kan met stoom, ultrasoon of met adiabatische (verneveld water) bevochtiging.

De systemen worden onderzocht op mogelijkheid om gecombineerd te worden met het centraal koelsysteem, hierdoor kan er gebruik gemaakt worden van warmte terugwinning en het zogenaamde VRF-systeem. Bij het VRF-systeem wordt er door een slimme regeling bekeken waar er koude gevraagd wordt en waar er warmte benodigd is. Dit systeem regelt vervolgens dat de warmte die afgevoerd wordt (op de plek waar koude gevraagd wordt), bij de plek terecht komt waar de warmte gevraagd wordt.

**Niet gekozen systemen**

Hoewel er voor elk systeem wel een voordeel van toepassing is, zijn het vaak de nadelen die het functioneren belemmeren of een systeem onbruikbaar maakt voor die situatie. Hieronder staat in grote lijnen beschreven waarom de overige systemen niet toepasbaar zijn

***Dauwpuntskoeling***

Deze techniek is erg innovatief en past goed binnen het plaatje van energie besparing. Je hebt alleen nog steeds te maken met lucht die je aan het verplaatsen bent, hierdoor is de kans op tocht niet afgenomen. Ook is functioneren van het systeem niet altijd optimaal, wanneer het buiten regent zal het systeem niet of nauwelijks koelen. Hierdoor neemt de betrouwbaarheid van het systeem af.

***Klimaatpanelen***

Dit systeem is perfect voor het gelijkmatig inbrengen van koude/warmte, door de natuurlijke stroming van de lucht zal er maar minimale luchtverplaatsing zijn en dus niet als tocht worden ervaren. Het systeem bestaat uit grote aluminium panelen met koperen leidingen waardoor het systeem voor een heel plafond erg prijzig wordt. Deze panelen zijn niet toepasbaar in het rooster voor een systeemplafond.

Voor nieuwbouwprojecten waar het plafond "rechttoe rechtaan" loopt is het misschien perfect maar voor renovatieprojecten (wat binnen KMI vaak het geval is) met hoogte verschillen en andere belemmeringen wordt het concept moeilijk in te passen.

***PCM panelen***

Dit systeem is erg innovatief en is energiezuinig, het is dan ook een goede optie voor kantoorpanden en voor ruimtes die tussen de 22 en 24 graden gehouden moeten worden. Voor de situatie in verswinkels is het moeilijk toepasbaar doordat er een temperatuur van 18°C als streef temperatuur aanhouden wordt en er dan nog altijd een externe koudebron vereist is. Volgens een vertegenwoordiger van een leverancier is een temperatuur van 18°C niet haalbaar voor PCM panelen omdat er in de nacht dan niet genoeg gekoeld kan worden om overdag de kou weer af te staan.

***Spleetvormig plafond luchtverdeelarmatuur***

De techniek van inblazen is een goed alternatief voor lucht inblazen met roosters op één of meerdere punten, het is namelijk veel gelijkmatiger. Nadeel is dat er nog steeds lucht verplaatst wordt, hierdoor is de kans op tocht nog altijd niet afgenomen. Volgens technici binnen KMI is dit systeem onlangs toegepast in een verswinkel, er treden nog steeds tochtverschijnselen op. Ook is er een klimaatbeheersing systeem met buizensysteem nodig voor de toevoer van lucht vanaf de luchtbehandelingunit.

***Textiele luchtverdeelslangen***

Doordat de lucht verspreid wordt over de gehele lengte van de slang is dit een goed alternatief voor lucht inblazen met roosters het is namelijk veel gelijkmatiger, echter heb je nog steeds te maken met lucht die je aan het verplaatsen bent waardoor de kans op tocht nog altijd aanwezig is. Ook is er een klimaatbeheersing systeem met buizensysteem nodig voor de toevoer van lucht. Tot slot vindt de gemiddelde winkelier de afwerking van het systeem niet mooi door de luchtzak die in het zicht hangt, overigens is dit niet de overtuiging geweest om het systeem niet te kiezen omdat er tegenwoordig tientallen mogelijkheden zijn in vorm, kleur en afwerking.

***Inblaas boven plafond***

Dit systeem is erg innovatief en zal voor sommige toepassingen erg goed kunnen functioneren. Doordat er gelijkmatig ingeblazen wordt, zijn er bij de toevoer alsnog minimale tochtverschijnselen. In winkels is het systeem volgens ons niet toepasbaar doordat de inblaas wel gelijkmatig is maar de afzuig (retour) niet. Dit komt doordat er anders in de vloer roosters gemaakt moeten worden waar de lucht afgezogen wordt en dit is een verswinkel niet haalbaar.

***Kruiswarmtewisselaar en Warmtewiel***

Is niet nodig doordat we een systeem gekozen hebben die geen gebruik maken van luchtverversing of binnenlucht aanzuigt.

### 4.3 Gekozen concept toetsen aan de hand van het PVE

Om te verifiëren dat de conceptkeuze voldoende dekking biedt voor de oplossing van het probleem is er voor gekozen om het concept te toetsen. Deze toetsing gebeurt aan de hand van het Programma Van Eisen (zie bijlage 2). In dit document staat beschreven aan welke eisen en wensen de oplossing moet voldoen.

Hieronder zijn de eisen en wensen weergegeven in vragende stelling met de argumentatie waarom volgens ons wel/niet aan voldaan is.

#### Eisen

**Kan de temperatuur in de winkel zowel in de zomer als winter constant gehouden worden op een vooraf bepaalde waarde?**

*Ja, doordat het plafond zowel kan verwarmen als koelen is het mogelijk om de temperatuur constant te houden. Bij onvoldoende capaciteit dient er wel een externe unit bijgeplaatst worden (dit kan ook het luchtgordijn zijn).*

**Kan het vochtgehalte in de winkel zowel in de zomer als winter constant gehouden worden op een vooraf bepaalde waarde?**

*Ja, dit is mogelijk doordat er naast het klimaatplafond een bevochtiger of ontvochtiger geplaatst kan worden. Wanneer er voor een systeem met luchtgordijn gekozen wordt kan deze dienst doen als ontvochtiger.*

**Kunnen parameters (zoals temperatuur) handmatig ingesteld worden?**

*Ja, het is mogelijk om sommige parameters handmatig aan te passen.*

**Is er rekening gehouden met condensvorming van vocht uit de lucht op plekken waar dit niet gewenst is?**

*Ja, hiervoor wordt een dauwpunt regeling toegepast waardoor de temperatuur van de koude installatie delen nooit onder de dauwpunt temperatuur komen.*

**Wordt het comfort van winkelpersoneel en klanten gewaarborgd?**

*Ja, doordat er een constante temperatuur en relatieve vochtigheid heerst welke binnen het behaaglijke gebied ligt wordt het klimaat als een fijn comfort ervaren*

**Kan het systeem functioneren in een klantspecifieke omgeving, zoals een speciale pui of plafond?**

*Ja, maar het is wel beperkt tot de grootste groep klanten. De oplossing is niet geschikt voor de exotische inrichtingen, te denken aan: open pui langer dan 4 meter, plafond met veel accessoires.*

**Is er rekening gehouden met de wijze waarop het systeem geïnstalleerd wordt, zodat arbeidskosten minimaal zijn.**

*Ja, het systeem is gemakkelijk aan te leggen en er zijn simpele technieken gebruikt. Ook kan er gebruik gemaakt worden van de bestaande situaties / inrichtingen.*

**Is het klimaatsysteem energiezuinig?**

*Ja, er wordt gebruik gemaakt van warmteterugwinning, en er is gebruik gemaakt van technieken die een laag energieverbruik hebben.*

**Komt het klimaatbeheersing systeem ten goede aan de werking van de koeltoonbank?**

*Ja, doordat er "statische" verwarming/koeling is toegepast wordt er weinig lucht verplaatst, tevens is de temperatuur in de ruimte constant waardoor de koeltoonbank altijd dezelfde afstelling hanteert.*

**Wordt er voorkomen dat het systeem abnormale trillingen kan genereren?**

*Ja, het gekozen systeem heeft weinig bewegende delen.*

**Wordt er voorkomen dat het systeem verontreinigingen van winkelpand en omgeving veroorzaakt?**

*Ja, doordat het systeem aan de ISO normen voldoet is er minimale kans op lekkages o.i.d. Wanneer er zich wel een probleem voordoet is er geen grote overlast doordat er water als medium voor het systeem gebruikt wordt.*

**Is het een betrouwbaar systeem?**

*Ja, er zijn weinig bewegende delen, wat een installatie betrouwbaar maakt. Tevens is het een systeem wat op lage druk werkt en al veel toegepast is in de vorm van; CV installatie, vloerverwarming, warmtewisselaars.*

**Is het een duurzaam systeem?**

*Ja, doordat er materialen toegepast worden die aan de normen en richtlijnen voldoen is er een hoge duurzaamheid te verwachten, tevens is de toegepaste installatie simpel en robuust uitgevoerd.*

**Heeft het systeem een laag geluidsniveau?**

*Ja, doordat er statische koeling/verwarming is toegepast is er hierbij minimale geluidsproductie, in combinatie met luchtgordijn is het geluidsniveau hoger maar wel binnen de norm.*

**Wegen de baten op tegen de kosten?**

*Ja, doordat dit systeem toegepast wordt kunnen andere systemen achterwege gelaten worden, tevens was er voorheen een overcapaciteit berekend die nu verminderd kan worden.*

**Is het klimaatsysteem onderhoudsvriendelijk?**

*Ja, doordat er weinig bewegende delen zijn, er geen geforceerde luchtstroming is en voor een simpel systeem gekozen is, is er bijna tot geen onderhoud vereist. Wel is het raadzaam om eens per tijdseenheid te controleren of het systeem nog naar behoren werkt voor de juiste werking ervan.*

**Wensen****Kan de winkeltemperatuur ingesteld worden op +/- 18°C?**

*Ja, d.m.v. een ruimtethermostaat kan de ruimte temperatuur ingesteld worden, daarna bepaald de regeling of er gekoeld, verwarmd of niets gedaan moet worden.*

**Kan het vochtgehalte in de winkel ingesteld worden op +/- 50% RV?**

*Ja, er kan in de regeling meegenomen worden dat er afhankelijk van de relatieve vochtigheid ont-vochtigd, bevochtigd of niets gedaan wordt (bij plaatsing van een externe unit)*

**Is het systeem zelfregelend?**

*Ja, het systeem regelt zichzelf aan de hand van de ruimte thermostaat.*

**Heeft het systeem een gebruikersvriendelijke bediening?**

*Ja, er zal een gebruikersvriendelijke bediening toegepast worden die simpel en overzichtelijk is.*

**Is het Klimaatbeheersing systeem gecombineerd met het centraal koelsysteem of heeft een eigen warmteterugwinning?**

*Ja, bij verwarmen wordt gebruik gemaakt van de warmte die ontstaat in het koelsysteem voor het koelen van de toonbanken. Voor het koelen wordt de warmte die hierbij vrijkomt uitgewisseld met het tapwater*

**Is de luchtverplaatsing minimaal, i.v.m. beïnvloeden toonbank?**

*Ja, doordat er "statische" verwarming/koeling is toegepast wordt er weinig lucht verplaatst.*

**Worden de algemene machinerichtlijnen gehanteerd?**

*Ja, alle systemen voldoen aan de richtlijnen.*

**Is er eenvoudig onderhoud uit te voeren aan het klimaatsysteem?**

*Ja, hoewel het systeem weinig onderhoud vereist zijn de paar punten goed toegankelijk en gemakkelijk te onderhouden.*

**Is het systeem netjes afgewerkt?**

*Ja, het klimaatplafond is niet te onderscheiden van de normale plafond tegels en het luchtgordijn kan in het plafond of voor de deur afgewerkt worden.*

**Zijn er lage investeringskosten?**

*Dit is situatie afhankelijk.*

**Zijn er lage onderhoudskosten**

*Ja, het onderhoud kan gewoon ingepland worden samen met onderhoudsintervallen van de overige koelsystemen*

## 5. Realisatie en validatie

### 5.1 Omschrijving testopstelling

De testopstelling is gevestigd in de fabriek bij KMI Apeldoorn aan de prinsenweide. Hier is een aparte ruimte ingericht om de concepten die uit de variantenstudie zijn ontstaan te realiseren en te testen. De ruimte bestaat uit gemetselde muren met aan de voorkant een roldeur, naast deze roldeur zit een kleine toegangsdeur. Het bestaande plafond is een verlaagd systeemplafond met daarin 2 airco units. Er hangt een elektrisch verwarmingselement aan de muur en er kan bevochtigd worden met een stoom bevochtiger en/of een ultrasoon bevochtiger.

In de ruimte staan op dit moment 2 toonbanken opgesteld die daar voor de test draaien, dit is gunstig voor ons om zo gelijk een beeld te krijgen wat de verschillende systemen voor invloed hebben op de toonbanken.

De inhoud van de ruimte is (LxBxH)  $4,0 \times 7,0 \times 2,5 \text{ m} = 70 \text{ m}^3$ .

De ruimte heeft een lage isolatiewaarde vanwege het niet geïsoleerd van de muren, echter is de omgevingstemperatuur vaak constant doordat deze op temperatuur gehouden wordt d.m.v. een centrale verwarming.

#### Koelplafond

Het totaal plafond oppervlak is:  $4,0 \times 7,0 = 28 \text{ m}^2$

Van dit totaal oppervlak is het mogelijk om 54 tegels te vervangen door klimaat plafond tegels, dit vanwege geplaatste airco's, TL-verlichting en niet hele tegels.  $54 \text{ tegels} \times 0,36 \text{ m}^2/\text{tegel} = 19,44 \text{ m}^2$ .

Het maximaal te bedekken oppervlak is dus  $(19,44 / 28) \times 100 = 70\%$

#### Testtools

Voor het testen van de werking van het koelplafond is er gekozen voor een aantal apparaten deze geven betrouwbare informatie over de verschillende factoren.

- Temperatuurmeter
- Luchtvochtigheidsmeter
- Druk/temperatuurmeter van freon

## 5.2 Test criteria

### Testbasis

De ruimte die we tot onze beschikking hebben heeft niet alle kenmerken van een winkel, zo staan de toonbanken ruimtelijk opgesteld en staan niet in lijn met elkaar maar juist tegenover elkaar. Dit zal niet van grote invloed zijn op de test. Ook de lampen e.d. zijn niet hetzelfde omdat er TL- verlichting toegepast is en dit in de winkels meestal LED of Halogeen spotjes zijn.

Voor het optimale klimaat in een winkel is er bepaald dat een temperatuur van 18 °C. en een relatieve vochtigheid van 50 % het beste is, dit is gebaseerd op de ervaring van de technische man binnen KMI en zal tijdens de test getoetst worden d.m.v. de log modellen te vergelijken van de temperatuur en luchtvochtigheid in de toonbank.

Voor de test is er uitgegaan van een ruimtelijke inhoud van 70 M<sup>3</sup>, dit vanwege de afmetingen van de aanwezige testruimte. Het systeemplafond is voor 70% opgevuld met klimaatpanelen, het vermogen van deze panelen is afhankelijk van: koelen, verwarmen en temperatuurverschil. Het vermogen bij koelen (bij 10 °C. temperatuurverschil) is 92,5 W/m<sup>2</sup> voor verwarmen (bij 15 °C. temperatuurverschil) is dit 82,5 W/m<sup>2</sup>. Het maximale koelvermogen is dus 19,44 m<sup>2</sup> \* 92,5 W/m<sup>2</sup> = 1789,2 Watt. Het vermogen voor verwarmen is 19,44 m<sup>2</sup> \* 82,5 W/m<sup>2</sup> = 1603,8 Watt. Uit de test moet blijken of het beschikbare vermogen genoeg is om de ruimte op temperatuur te krijgen bij extreme omstandigheden, het is mogelijk om een externe warmte/koude voorziening bij te plaatsen.

Voor het koelen van het klimaatplafond is er een warmtewisselaar nodig die de koude uit het koelsysteem uitwisselt met het koelwatercircuit van de panelen. De warmtewisselaar is uitgevoerd als platenwisselaar en is speciaal bedoeld voor deze doeleinden. Om warm water te verkrijgen is er ook een warmtewisselaar nodig deze is geplaatst in de heet gas leiding tussen de compressor en de condensor.

Het watercircuit is uitgevoerd als een ringleiding die rondgepompt wordt door een circulatiepomp, deze pomp kan modulair geregeld worden waardoor er afhankelijk van de vraag meer rondgepompt wordt. De plafondplaten zijn parallel in serie geplaatst, dit wil zeggen dat er telkens 2, 3 of 4 platen in serie staan op 1 aansluiting, vervolgens zijn er meerdere aansluitingen die parallel aan elkaar geschakeld staan.

### Optie:

In overleg met Dhr. M. Telnekes is er besloten om te wachten met het eventueel bijplaatsen van de externe voorziening totdat de resultaten van het klimaatplafond bekend zijn.

Voor deze voorziening kan er gebruik gemaakt worden van een luchtgordijn die zowel kan koelen als verwarmen. Dit luchtgordijn kan boven de roldeur of boven de loopdeur geplaatst worden. De roldeur is 2,4 meter breed en is 2,5 meter hoog. De loopdeur is 0,9 meter breed en 2,5 meter hoog. De breedte van het luchtgordijn is afhankelijk van de breedte van de deur, wanneer dit minder zal zijn zal het apparaat niet/nauwelijks functioneren. De maximale uitblaashoogte is groter dan noodzakelijk, hierdoor heeft het luchtgordijn voldoende capaciteit. De regeling is variabel in luchtstroom waardoor er een lucht afscheiding ontstaat over de gehele hoogte (precies tot op de vloer).

Voor het verwarmen kan er gebruik gemaakt worden van de warmwatervoorziening die al aanwezig is vanuit het klimaatplafond. Hierbij wordt er warm water door een warmtewisselaar rondgepompt die de passerende lucht verwarmt. Tevens is het mogelijk om het hete persgas van de koelmachine hiervoor te gebruiken

Voor het koelen is er een verdamper geplaatst die aangesloten is op het koelsysteem, deze verdamper kan koelen en ontvochtigen.

**Testdekking**

Wanneer er getest moet worden of een systeem genoeg capaciteit heeft en of het systeem doet wat er gevraagd wordt, kan er voor gekozen worden om bij extreme temperatuursverschillen of wisselingen te kijken of het systeem naar behoren werkt. Hierbij wordt de temperatuur en de relatieve vochtigheid gemeten en genoteerd zodat er een grafiek ontstaat.

**Testvorm**

Voor de testvorm worden een aantal situaties nagebootst, deze situaties kunnen voorkomen in winkels en geven dus een indicatie van hoe het systeem gaat werken in een winkel. De verschillende situaties zijn:

1. De ruimte verwarmen tot 25 °C (50% RV). en daarna de ruimte afkoelen met het koelplafond tot 15 °C. hierbij moet er gekeken worden of dit haalbaar is, of er condensatie optreedt op het plafond en binnen welke tijd.
2. De ruimte verwarmen vanaf 15 °C. tot 25 °C. hierbij moet er gekeken worden of dit haalbaar is, met welk temperatuursverschil dit gebeurt en binnen welke tijd.
3. De ruimte wordt opgewarmd door een elektrische kachel, dit vermogen is bekend en in combinatie met de tijd die ervoor nodig is kan er gekeken worden hoeveel energie erin gestopt wordt. Vervolgens wordt de ruimte gekoeld met het klimaat plafond en kan zo gekeken worden welk vermogen er feitelijk beschikbaar is en binnen welke tijd dit mogelijk is.
4. De ruimte wordt afgekoeld met een airco systeem, het vermogen van dit systeem is bekend en zo kan in combinatie met de tijd die ervoor nodig is kan er gekeken worden hoeveel energie erin gestopt wordt. Vervolgens wordt de ruimte opgewarmd met het klimaat plafond

### 5.3 Test resultaten

In verband met diverse tegenslagen van verschillende leveranciers voor het leveren van de benodigde materialen is het niet mogelijk om tijdens het schrijven van dit rapport een uitspraak te doen over de werking van het klimaatplafond. Overigens wordt er alles aan gedaan om dit voor de zitting/presentatie te realiseren.

#### Bevindingen

- Er kan niet met 1 warmtewisselaar gekoeld en verwarmd worden, hiervoor is er dus 1 nodig voor verwarmen en 1 voor koelen. Dit komt doordat de water stroom beter geschakeld kan worden dan koel kant
- VRF systeem kan niet worden aangesloten op het centraal koelsysteem i.v.m. de complexiteit van kleppen e.d.

## 6. Conclusie en aanbeveling

Gedurende het project is steeds meer naar voren gekomen dat de klimaatbeheersing van een verswinkel wel degelijk op een andere manier uitgevoerd kan worden dan met een gebruikelijke standaard airco unit. Verschillende concepten werken over het gehele oppervlak van het plafond waarbij koelen vanuit het plafond het mooiste voorbeeld is. Door deze verdeelde energie inbreng zullen de toonbanken vrijwel geen last hebben van een lucht uitblaas zoals bij een standaard airco unit het geval is.

Wanneer de koeling wordt verzorgd door een airco unit zijn er verschillende mogelijkheden om de uitblaas te verdelen, zoals een lucht verdeelslang of een spleet verdeel armatuur. Dit zal in mindere mate invloed hebben op de toonbank als wanneer er één punt van uitblaas toegepast wordt.

In deze tijd van energiezuinigheid wordt er in de koeltechniek de warmte terug gewonnen die anders door de condensor naar de buitenlucht afgevoerd zal worden, deze warmte wordt gebruikt om het tapwater op te warmen. Het koelplafond dat als concept gekozen is zal in de zomer gekoeld worden door de centrale koelunit van de winkel, hierdoor is het mogelijk dat de klimaatbeheersing meedraait op de warmteterugwinning.

In de winter wordt het plafond verwarmd door de condensorwarmte van de koelsystemen in de winkel. In dit geval maakt de klimaatbeheersing gebruik van de warmteterugwinning.

Het koelplafond is zelf niet in staat om de absolute vochtigheid in de winkel te beïnvloeden. De vochtige lucht kan zelfs een belemmering zijn voor het koelvermogen doordat er condensvorming optreedt bij lage temperaturen van het plafond. Wel zijn er in de handel externe be- en ontvochtigers te koop die de vochthuishouding in de winkel kunnen beïnvloeden.

Het koelplafond is in te passen in het raster voor een systeemplafond waardoor deze vorm van klimaatbeheersing altijd maatwerk zal zijn en specifiek voor elke winkel. De diverse leidingen die benodigd zijn kunnen boven het plafond weggewerkt worden, hiervoor is boven het plafond voldoende ruimte aanwezig.

Aan het einde van het project heeft de projectgroep enkele aanbevelingen geformuleerd voor het bedrijf KMI Apeldoorn:

- Koelen vanuit het plafond is een prima alternatief voor de bestaande airco unit.  
*Het inbouwen en aansluiten is simpel en het kan zelfs toegepast worden in een bestaande winkel. Het is het zeker waard om dit alternatief voor een airco unit aan de klant voor te stellen.*
- Een luchtgordijn is een prima oplossing om invloeden van buitenaf te minimaliseren in het geval van een open pui.  
*Over een luchtgordijn hangt nog wel eens het vooroordeel dat het energieverstovende luchtkanonnen zijn. Wanneer er gekozen wordt voor kwaliteit is het luchtgordijn in staat om met zo min mogelijk energie een perfecte klimaatscheiding te realiseren.*
- Het principe van een luchtgordijn toepassen op de opening van een koelvitrine.  
*Door een luchtgordijn te creëren over de opening van de koelvitrine is deze zelf in staat om invloeden van buitenaf te weren. Dit zal in een aparte studie onderzocht moeten worden.*

## Literatuur

### Websites

<http://www.biddle.nl/pages/home.aspx>  
<http://www.benvtechniek.nl/index.html>  
<http://www.koudeenluchtbehandeling.nl/>  
<http://www.spirair.nl/producten/luchtgordijnen/index.html>  
<http://www.lsaarnhem.nl/>  
<http://www.masterveil.nl/>  
<http://www.kampmann.nl/>  
<http://www.oxy-com.com/index.html>  
<http://www.staticcooling.com/files/K&L%20april%20004.pdf>  
<http://www.tno.nl/downloads/Beoordeling%20technologie%20dauwpuntskoeling.pdf>  
<http://www.inteco.nl/>  
<http://www.uponor.nl/>  
<http://www.comfortplafond.nl/>  
<http://www.klimaatssystemen.nl/>  
<http://www.autarkis.nl/>  
<http://www.senternovem.nl/>  
<http://www.delftintegraal.tudelft.nl/info/index7bbc.html?hoofdstuk=Artikel&ArtID=5104>  
<http://www.navos.nl>  
<http://www.euromanchetten.nl>  
<http://www.ke-fibertec.nl/>  
<http://www.halton.nl/>  
<http://www.genugten-agri.nl/ventilatieplafond.php>  
<http://www.jestorkair.nl/>  
<http://www.bioclima.nl>

### Boeken

*Projectmanagement van Roel Grit*  
*Productontwerpen, structuur en methoden van NFM Roozenburg & J Eekels*  
*Rapportagetechniek van Elling, Andeweg, De Jong & Swankhuisen*  
*Warmteleer voor technici van Van Kimmenaede*  
*Inleiding tot de warmtetechniek van Feijen*  
*Eenvoudige stromingsleer van Dekkers & Wijnen*  
*Toegepaste energietechniek van Ouwehand, Papa, Post & Taal*

# Plan van aanpak

## Versie 2.0

Klimaatoptimalisatie van verswinkels  
W.10.01.02

*Afstudeeropdracht bij KMI*

**In opdracht van:**

KMI - Apeldoorn B.V.  
Erik Klopman

**Opdracht aangenomen door:**

Tim Schrijver [s1013661@student.windesheim.nl](mailto:s1013661@student.windesheim.nl)  
Berry Casteel [s1009633@student.windesheim.nl](mailto:s1009633@student.windesheim.nl)

**Afstudeerbegeleiders Windesheim:**

J. Buist  
D.J. Struik

**Plaats, datum:**

Apeldoorn, 4 oktober 2010

## Inhoudsopgave

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. Achtergronden .....                     | 3  |
| 1.1 Afstudeerduo .....                     | 3  |
| 1.1.1 Berry Casteel .....                  | 3  |
| 1.1.2 Tim Schrijver .....                  | 5  |
| 1.2 KMI Apeldoorn BV .....                 | 5  |
| 1.3 Aanleiding project .....               | 6  |
| 1.4 Plan Van Aanpak (PVA) .....            | 6  |
| 2. Projectopdracht .....                   | 7  |
| 2.1 Probleemstelling .....                 | 7  |
| 2.2 Doelstelling .....                     | 7  |
| 2.2.1 Hoofddoelstelling .....              | 7  |
| 2.2.2 Subdoelstellingen .....              | 7  |
| 2.3 Opdracht .....                         | 8  |
| 3. Projectactiviteiten .....               | 9  |
| 4. Projectgrenzen .....                    | 10 |
| 4.1 Activiteiten binnen het project .....  | 10 |
| 4.2 Activiteiten buiten het project .....  | 12 |
| 4.3 Randvoorwaarden .....                  | 12 |
| 5. Producten .....                         | 13 |
| 6. Kwaliteit .....                         | 14 |
| 6.1 Kwaliteit van het eindproduct .....    | 14 |
| 6.2 Kwaliteit van de tussenproducten ..... | 14 |
| 7. Projectorganisatie .....                | 15 |
| 7.1 Betrokken partijen .....               | 15 |
| 7.2 Contactgegevens .....                  | 15 |
| 8. Planning .....                          | 17 |
| 9. Kosten en baten .....                   | 18 |
| 9.1 Opdrachtgever .....                    | 18 |
| 9.1.1 Kosten .....                         | 18 |
| 9.1.2 Baten .....                          | 18 |
| 9.2 Opdrachtnemers .....                   | 18 |
| 9.2.1 Kosten .....                         | 18 |
| 9.2.2 Baten .....                          | 18 |

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 10. Risico's .....                        | 19 |
| 10.1 Interne risico's .....               | 19 |
| 10.2 Externe risico's .....               | 19 |
| 10.3 Risicoanalyse .....                  | 19 |
| 10.3.1 Conclusie .....                    | 19 |
| Bijlage 1: Projectopdracht.....           | 20 |
| Bijlage 2: Work breakdown structure ..... | 21 |
| Bijlage 3: Checklist PVA .....            | 22 |
| Bijlage 4: Checklist uitvoering.....      | 25 |
| Bijlage 5: Checklist Eindverslag.....     | 27 |
| Bijlage 6: Checklist zitting .....        | 30 |
| Bijlage 7: Projectorganisatie .....       | 31 |
| Bijlage 8: Risicoanalyse.....             | 33 |

# 1. Achtergronden

In dit eerste hoofdstuk van het Plan Van Aanpak, wat verder in dit document PVA genoemd zal worden, staat de omgeving beschreven waarin het project uitgevoerd wordt. Dit zodat buitenstaanders ook een beeld kunnen vormen waarom dit project in het leven geroepen is.

Als naam voor het project is gekozen voor: klimaatoptimalisatie van verswinkels. Hiermee wordt het doel van de opdracht kort en bondig beschreven.

Het bedrijf KMI te Apeldoorn heeft de projectopdracht beschikbaar gesteld. Verderop in dit hoofdstuk staat een uitgebreide beschrijving van het bedrijf.

Het project wordt uitgevoerd door de Windesheim studenten Berry Casteel en Tim Schrijver en zijn hiervoor verantwoordelijk.

## 1.1 Afstudeerduo

Het project 'klimaatoptimalisatie van verswinkels' wordt uitgevoerd door de Werktuigbouwkundestudenten Tim Schrijver en Berry Casteel. Voor het afstudeerduo is het project de afrondende fase van de opleiding.

Het duo volg de opleiding Werktuigbouwkunde bij Hogeschool Windesheim te Zwolle, dit is een instelling voor HBO opleidingen.

De opleiding bestaat uit twee jaar basisvaardigheden werktuigbouwkunde en in het derde en het vierde jaar kan er naar eigen inzicht en wensen gekozen worden voor minioren (vakkenpakketten), stage en als laatste een afstudeerproject.

Berry en Tim hebben beiden de minor "Thermodynamical engineering" gevolgd, dit is een vakkenpakket van een half schooljaar die zich toespitst op warmteprocessen, koudeprocessen, stromingsleer, luchtbehandeling, energietechniek enz.

In deze minor is een groot project uitgevoerd voor het bedrijf Bronswerk te Nijkerk. Dit project had als inhoud om het complete stoomcircuit van een energiecentrale door te rekenen en onderzoek te doen naar de verschillende componenten hiervan.

Beide studenten hebben gekozen om gebruik te maken van de stagevrijstelling. Hierdoor is het mogelijk om een half jaar eerder af te kunnen studeren om zo in 3,5 jaar het HBO diploma te behalen in plaats van de vier jaar die hier normaal voor staat. De student kan deze stagevrijstelling aanvragen wanneer hij een MBO vooropleiding gevolgd heeft.

Er is voor het project klimaatoptimalisatie van verswinkels gekozen omdat deze prima aansluit bij de minor "Thermodynamical engineering". De elementen luchtbehandeling en koeltechniek die in deze opdracht veel naar voren zullen komen zijn zeer interessante en uitdagende vakgebieden. Het afstudeerduo ziet hier een uitdaging in om zich nog verder in deze vakgebieden te verdiepen en om zo nog meer kennis hiervan op te doen.

### 1.1.1 Berry Casteel

Berry Casteel is een vierdejaars student HBO werktuigbouwkunde bij Hogeschool Windesheim te Zwolle. Hij is momenteel 23 jaar oud en is woonachtig in het Gelderse Emst.

#### Ervaring

Als 14 jarige scholier op een instelling voor VMBO onderwijs in Epe is Berry in het 3<sup>e</sup> jaar van het VMBO praktijkonderwijs voor metaalbewerken gaan volgen, aangevuld met een stukje elektrotechniek.

Tijdens de periode op het VMBO heeft hij een snuffelstage gelopen bij de matrijzenmakerij van een metaalwarenfabriek voor een periode van twee weken. De daaropvolgende zomervakantie heeft hij vakantiewerk gedaan in de matrijzenmakerij.

Na het VMBO is Berry doorgestroomd naar de opleiding MBO Werktuigbouwkunde (BOL-4) bij het ROC-Aventus in Apeldoorn. Het onderwijs in de eerste twee jaar bestaat uit colleges en probleem gestuurd onderwijs (PGO) waarin kleine problemen en projecten uitgevoerd moesten worden. In het eerste jaar heeft hij een stage van acht weken gedaan in de werkplaats van lasbedrijf Besaris in Apeldoorn. In het tweede jaar heeft hij tien weken stage gelopen in de werkplaats bij carrosseriebouwer Bacar in Twello.

Het derde en vierde jaar van de opleiding bestaat uit een leer/werk traject. Dit betekent dat er in de week twee dagen zijn waar op school colleges gevolgd moeten worden en de overige drie dagen ben je werkzaam in het bedrijfsleven. Ook was is de mogelijkheid om een aanvullend theoriepakket te volgen ter voorbereiding op een HBO studie, hier heeft hij ook gebruik van gemaakt. In het derde jaar heeft Berry stage gelopen in de werkplaats van machinefabriek en constructiebedrijf Berends van Loenen in Apeldoorn. In het vierde jaar heeft hij stage gelopen in de werkplaats van machinefabriek en constructiebedrijf Van Straaten in Twello. Bij Van Straaten heeft Berry gewerkt aan verschillende projecten. Het project dat hij als afstudeerproject op school gepresenteerd heeft is het ontwerpen en maken van een positioneereenheid voor een stiftlas installatie. Een tweede project is het omleggen van de lasrook afzuiging inclusief het plaatsen van een nieuwe eind afzuiger.

Na het behalen van het MBO diploma is Berry doorgestroomd naar de opleiding HBO Werktuigbouwkunde. In het eerste en tweede jaar bestaat het onderwijs uit theorie en projecten. In het eerste jaar heeft hij meegewerkt aan het ontwerpen en maken van: een stirlingmotor, een barbecue en een machine om eieren te pellen.

Het eerste project dat in het tweede jaar wordt uitgevoerd bestaat uit het fictief opstarten van een bedrijf waarbij een bedrijfsplan opgesteld moet worden. De projectgroep waar Berry deel van uitmaakte ging er vandoor met de eerste prijs van alle werktuigbouwkunde projectgroepen. In het tweede jaar heeft Berry ook deel genomen aan een project voor machinebouwer VMI in Epe om een aanpassing aan een machine te maken. Het laatste project in het tweede jaar werd uitgevoerd voor elektriciteitscentrale Harculo in Zwolle. Hierbij moest een aanpassing aan de installatie gedaan worden om aan de milieueisen te voldoen, ook de gevolgen van deze aanpassing moesten onderzocht worden.

In het derde en vierde jaar van de oplossing ben je (tot op zekere hoogte) vrij om te kiezen voor minoren en stages. De eerste minor die Berry in het derde jaar gevolgd heeft is de minor 'Construction Engineering'. Deze minor bestaat uit het ontwerpen van machines, apparaten en componenten hiervan. Gedurende de minor is er een project uitgevoerd voor ingenieursbureau Movares in Utrecht waarin een nieuw reizigers transportsysteem voor op stations ontworpen moest worden. In het tweede half jaar heeft Berry de minor 'Thermodynamical Engineering' gevolgd. Een korte beschrijving hiervan is te lezen in paragraaf 1.1.

### **Leerdoelen**

In de minor 'Thermodynamical Engineering' is Berry in aanraking gekomen met de vakgebieden koeltechniek en luchtbehandeling en heeft deze als zeer interessant ervaren. Omdat in de minor de vakken voornamelijk theoretisch benaderd worden, is deze afstudeeropdracht een perfecte kans om meer te weten te komen over de praktische kant van deze twee vakgebieden en om contacten te leggen in het bedrijfsleven.

Verder heeft Berry al veel ervaring opgedaan in diverse werkplaatsen van werktuigbouwkundige bedrijven en lijkt het hem een uitdaging om ook eens ervaring op te doen in andere lagen van het bedrijfsleven.

Hoewel Berry over goede technische vaardigheden beschikt zijn de communicatieve vaardigheden van hem naar eigen zeggen minder ontwikkeld. Een dergelijke opdracht als deze afstudeeropdracht waar veel onderzoek gedaan moet worden en informatie ingewonnen moet worden bij derden is een goede kans om aandacht te besteden aan de communicatieve vaardigheden.

### 1.1.2 Tim Schrijver

Tim Schrijver is 23 jaar oud en woont op zichzelf in Deventer, hij is opgegroeid in het kleine boeren dorpje Heeten. Op het Windesheim in Zwolle volgt hij de opleiding Werktuigbouwkunde en is bezig met afstuderen, dit doet hij bij KMI Apeldoorn.

#### Ervaring

Tim Schrijver is begonnen op de VMBO op het Carmel College Salland in Raalte, hier heeft hij gekozen voor de richting Voertuigentechniek.

Na deze opleiding is hij verder gaan studeren op het ROC Aventus in Deventer, hier heeft hij de opleiding Algemene Operationele Techniek gedaan op Middenkader functionaris niveau. Tijdens deze opleiding heeft hij twee verplichte stages gelopen. Dit heeft plaatsgevonden bij Van Dorp Installatie techniek Deventer op de afdelingen; Koeltechniek, service en onderhoud. Tevens heeft hij een stage gelopen bij de OLA ijsfabriek in Hellendoorn op de afdeling Technische Dienst, hierbij heeft hij veel ervaring opgedaan met grote koelinstallaties en klimaatbeheersingssystemen.

Na deze opleiding is hij begonnen met de HBO studie op het Windesheim te Zwolle, hier heeft hij eerst het traject Associate Degree gevolgd. Hierbij kun je de eerste twee jaar van de volledige opleiding volgen om daarvoor een diploma te ontvangen. Na deze twee jaar is Tim verder gegaan met de volledige HBO opleiding en heeft voor de minor Production Engineer en Thermodynamica gekozen. In de laatst genoemde minor is er veel aandacht besteed aan de werking van koelmachines en het beheersen van een klimaatsysteem.

#### Leerdoelen

Tim Schrijver wil tijdens zijn afstuderen verschillende competenties verrichten in de vorm van verbetering. Tijdens de opleiding is er al veel aandacht besteed aan het projectmatig werken, er is alleen altijd gekozen voor een projectgroep van drie of meer personen. Hierdoor is het werk ook altijd verdeeld over dit aantal personen. Het leerdoel is om in alle voorkomende activiteiten een deel uit te voeren, hierdoor ontwikkel je jezelf op onbekend terrein. Ook de diepgang van het project is belangrijk punt om aandacht aan te schenken, waar voorheen de projectgrens lag moeten we nu door tot het einde om de volledigheid te waarborgen.

De misschien wel belangrijkste competentie die verricht wordt is het maken en testen van het systeem, eerdere projecten werden altijd uitgevoerd tot de concept fase en daarop getoetst, bij het afstuderen wordt het concept in de praktijk gebouwd en getest.

## 1.2 KMI Apeldoorn BV

Het bedrijf KMI Apeldoorn BV is een totaalleverancier van interieurinrichtingen voor verswinkels zoals slagerijen, bakkerijen, visspeciaalzaken, horecaondernemingen, versmarkten en supermarkten. Het bedrijf is opgericht in 1981 en heeft ruim 80 medewerkers in dienst.

Het bedrijf is verdeeld in drie afdelingen, te weten: KMI koeltechniek en interieurbouw, KMI service en KMI-Van Ledden bouw.

Het onderdeel KMI-Van Ledden bouw verzorgt de bouw en verbouw van het complete interieur van de verswinkels.

KMI service verzorgt het onderhoud en storingen aan koelvitruines koel- en vriescellen en airco's ter plaatse.

Het afstudeerproject vindt plaats bij het bedrijfsonderdeel KMI koeltechniek en interieurbouw. Deze is gespecialiseerd in het ontwerpen en produceren van klantspecifieke koelmeubelen.

Bron: [www.kmi-apeldoorn.nl](http://www.kmi-apeldoorn.nl)

### 1.3 Aanleiding project

Het project klimaatoptimalisatie is in het leven geroepen om de koelvitruines die KMI produceert en installeert beter te laten functioneren. Nog te vaak wordt de koelende werking van de koelvitruines beïnvloed door omgevingsfactoren zoals: een airconditioning en of een deur die open staat. Dit kan als gevolg hebben dat de geëtaleerde producten niet de juiste temperatuur hebben en of bewaard worden in een omgeving van onvoldoende luchtvochtigheid.

Het gehele interieur dat geleverd wordt in een verswinkel is maatwerk. De meubels met de daarbij horende koeltechniek worden op maat geproduceerd. Tevens is het mogelijk dat in deze systemen warmteterugwinning wordt toegepast. Momenteel kan de warmte die de koelmachine produceert worden gebruikt om de winkel van warm water te voorzien.

Momenteel maakt KMI in de verswinkels nog steeds gebruik van standaard airco installaties. Er worden één of meerdere plafond inbouwunits met vier uitblazen geplaatst, of er wordt gebruik gemaakt van een inbouwunit met slangensysteem.

Bovenstaande oplossingen zijn niet altijd geschikt voor de situatie van de winkel.

### 1.4 Plan Van Aanpak (PVA)

De projectgroep levert als eerste een concept PVA op, deze zal aangeboden worden aan de bedrijfsbegeleider Erik Klopman. Na eventuele verbeterpunten zal de projectgroep een tweede concept PVA opleveren en deze aanbieden aan de eerste hoofdbegeleider Jakob Buist. Wanneer alle partijen het PVA goedgekeurd hebben zal er een definitief PVA opgeleverd worden.

Het PVA bevat de volgende onderdelen:

|                                  |   |                                                |
|----------------------------------|---|------------------------------------------------|
| Hoofdstuk 1: Achtergronden       | → | Projectomgeving                                |
| Hoofdstuk 2: Projectopdracht     | → | Doel van het project en eindproduct            |
| Hoofdstuk 3: Projectactiviteiten | → | Acties tot behalen van resultaten              |
| Hoofdstuk 4: Projectgrenzen      | → | Grenzen van activiteiten bepalen               |
| Hoofdstuk 5: Producten           | → | Tussenproducten                                |
| Hoofdstuk 6: Kwaliteit           | → | Kwaliteit van (tussen)producten                |
| Hoofdstuk 7: Projectorganisatie  | → | Leden en samenwerking                          |
| Hoofdstuk 8: Planning            | → | Verdeling van taken                            |
| Hoofdstuk 9: Kosten en baten     | → | Kosten van het project en de oplevering        |
| Hoofdstuk 10: Risico's           | → | Punten waarop het project zou kunnen vastlopen |

## 2. Projectopdracht

### 2.1 Probleemstelling

Veel standaard airco systemen zijn niet geschikt vanwege de routing, inrichting en pui van de winkel. De problemen bij een standaard airco zijn onder andere:

- In een winkel is een standaard unit vaak moeilijk in te passen op de juiste plek
- Uitblaas kan de koeling van de toonbanken beïnvloeden
- Bij een open pui situatie werkt een standaard airco minimaal
- Te kleine capaciteit om in een strenge winter de winkel te verwarmen
- Geen mogelijkheid om maatwerkoplossing te creëren
- Geen gebruik kunnen maken van warmte terugwinning

In de huidige situatie wordt er in een verswinkel een koelvitrine geïnstalleerd en een standaard airco systeem (zie paragraaf 1.2). Echter voldoet deze combinatie niet in alle situaties aan de eisen om de producten geconditioneerd te bewaren.

Is het mogelijk om de klimaatbeheersing op een dusdanige manier uit te voeren zodat de koeling van de toonbank beter kan functioneren. Hierbij rekening houden met het combineren van het centrale koelsysteem met de airco installatie?

### 2.2 Doelstelling

#### 2.2.1 Hoofddoelstelling

Het klimaat van een verswinkel beheersbaar maken zodat de koeltoonbanken in de winkels hiervan geen hinder ondervinden en kunnen functioneren op de waarden waarop ze berekend en getest zijn.

*De klimaatbeheersing in de winkel kan invloed hebben op de temperatuur, luchtstromen en luchtvochtigheid in de toonbank.*

#### 2.2.2 Subdoelstellingen

De klimaatbeheersing toevoegen op het centrale koelsysteem zodat ook deze kan meedraaien op de warmteterugwinning.

*In veel verswinkels wordt elk koelmeubel of koelcel gevoed door een aparte koelmotor (compressor en condensor). Het is ook mogelijk om één centrale koelmotor toe te passen waar alle koelmeubelen en koelcellen op aangesloten worden.*

*De warmte die door de koelmachine geproduceerd wordt kan gebruikt worden voor de warmwatervoorziening en 's winters voor het verwarmen van de winkel.*

Een oplossing waarbij het vochtgehalte in de winkel en in de toonbank wordt gestabiliseerd.

*Vocht in de winkel is een belangrijke factor in verband met de producten die in de vitrine liggen. Te weinig vocht kan een nadelig effect hebben op de houdbaarheid, versheid en toonbaarheid van deze producten.*

Klimaatbeheersing systeem aanpassen aan specifieke situaties wanneer dit wenselijk is.

*Een standaard airco unit is niet altijd even geschikt voor elke winkel. Ook kan er gekeken worden naar alternatieve oplossingen zoals verkoeling/verwarming vanuit de muur en of plafond waarbij geen gebruik gemaakt wordt van geforceerde lucht.*

## 2.3 Opdracht

Ga op zoek naar een oplossing voor de problemen met klimaatbeheersing in combinatie met toonbankkoeling die in hedendaagse verswinkels voorkomen. Problemen zoals beïnvloeding van luchtstromen, temperaturen en luchtvochtigheid. Houd hierbij ook rekening met openstaande deuren en tocht.

Ook moet er gekeken worden naar de mogelijkheden om de klimaatbeheersing van de winkel te combineren met de centrale koeling van de toonbanken zodat er zo veel mogelijk energie, die normaal gesproken verloren gaat, terug gewonnen kan worden.

Verder moet onderzocht worden of de klimaatbeheersing ook via andere methoden uitgevoerd kan worden, bijvoorbeeld: koeling/verwarming via muur of plafond. Ook zal het vochtgehalte in de winkel stabiel moeten zijn.

In bijlage 1 staat de projectopdracht weergegeven zoals de opdrachtgever het beschreven heeft.

### 3. Projectactiviteiten

Om het afstudeerproject tot een goed einde te brengen zal er van begin tot eind stapsgewijs te werk gegaan moeten worden.

In de oriënterende fase wordt als eerste een PVA opgesteld die zowel door de bedrijfsbegeleider als de schoolbegeleider goedgekeurd moet worden. Dit document zal in het verdere project als leidraad worden gebruikt voor de uitvoering van het project.

In overleg met de opdrachtgever wordt er een Programma Van Eisen en wensen, die verder in dit document PVE genoemd zal worden, opgesteld die gebruikt wordt om de concepten te toetsen. Omdat het bedrijf en het product van de opdrachtgever voor de projectgroep bij aanvang van het project nog nieuw is wordt er eerst onderzoek gedaan naar bestaande situaties en problemen. Dit vormt de fase analyse en onderzoek. In deze fase zal er veel informatie ingewonnen moeten worden bij experts binnen KMI maar ook daarbuiten, dit kunnen experts zijn van bijvoorbeeld een instelling als TNO maar ook een universiteit. Ook is het mogelijk om vakliteratuur te raadplegen, voorbeelden hiervan staan beschreven in paragraaf 6.2.

Ook is het belangrijk om veel in de praktijk te zien, bijvoorbeeld in de werkplaats of op locatie.

De fase ideeontwikkeling en ideebeoordeling start wanneer de projectgroep het probleem onderzocht heeft en hier een scherp beeld bij gevormd heeft.

Hierna start het brainstormen en onderzoek naar mogelijke oplossingen voor zowel het combineren van systemen als vernieuwende mogelijkheden. In deze fase zal er veel contact onderhouden worden met de experts binnen KMI omdat zij beschikken over zeer veel kennis en ervaring. Ook experts buiten het bedrijf kunnen geraadpleegd worden, bijvoorbeeld leveranciers van mogelijke concepten of expert van TNO of een universiteit.

Uit de ideeënfase zullen een aantal concepten en oplossingen voort komen, deze worden aan de hand van het PVE getoetst op kwaliteit en bruikbaarheid. Tevens zullen de concepten besproken worden met de opdrachtgever die hier ook een oordeel zal geven over kwaliteit en bruikbaarheid.

Op het moment dat er een concreet en mogelijk bruikbaar concept uitgedacht is en overlegd is met de opdrachtgever zal er overgegaan worden tot het testen van het concept. Deze test of beproeving zal plaatsvinden in het testlaboratorium die binnen het bedrijf aanwezig is.

Bij het testen van het concept zal er op toegezien worden dat de streeftemperatuur en –vochtigheid in de ruimte gehaald worden en de stabiliteit van deze factoren.

Gedurende het project zullen constant de activiteiten gedocumenteerd en gearhiveerd worden. Dit is belangrijk om zo het overzicht te houden en in de loop van het project een verslag op te stellen. Ook is het mogelijk om zo het verloop van het project terug te koppellen naar de planning.

In bijlage 2 is een schematisch overzicht weergegeven van de projectactiviteiten.

## 4. Projectgrenzen

Het afstudeerproject klimaatoptimalisatie start op maandag 6 september 2010 en de tijdsduur van het project is gebonden aan 100 dagen of 760 werkuren. De datum waarop het definitieve eindverslag ingeleverd moet worden is inmiddels bekend, dit is woensdag 5 januari 2011. De presentatie van het afstudeerproject zal op 19 januari om 11.00 uur plaatsvinden in lokaal T4.32 op Hogeschool Windesheim te Zwolle.

### 4.1 Activiteiten binnen het project

De volgende activiteiten en producten vallen binnen het project:

- Plan Van Aanpak
  - Informatie verzamelen
  - PVA opstellen
  - Checklists opstellen
    - PVA (zie bijlage 3)
    - Uitvoering (zie bijlage 4)
    - Eindverslag (zie bijlage 5)
    - Presentatie/zitting (zie bijlage 6)
  - Goedkeuring verkrijgen voor PVA
  - Verbeterpunten doorvoeren
  - Wijzigingenlijst bijhouden
- Programma Van Eisen
  - Normen onderzoeken
    - Conditioneren van de winkelruimte
    - Bewaren van producten
  - Verzamelen van productspecifieke eisen en wensen
  - PVE opstellen
  - Overleg met opdrachtgever
- Analyse en onderzoek
  - Bezoek brengen aan het congres: energiebesparing en binnenklimaat
  - Onderzoek naar bestaande situaties
    - Koelmeubelen
    - Inrichting van winkel
    - Warmteterugwinning
  - Onderzoek naar problemen
    - Temperatuur
    - Vochtgehalte
    - Luchtstromen

- Ideeontwikkeling en ideebeoordeling
  - Brainstormen
    - Warmteterugwinning gebruiken voor verwarmen
    - Bevochtigen en ontvochtigen van de winkelruimte
    - Alternatieven om de winkelruimte te conditioneren
      - Luchtstromen minimaliseren
      - Alternatieven voor koeling
  - Variantenstudie
    - Voor- en nadelen in kaart brengen
    - Concepten opstellen
    - Conceptkeuze onderbouwing
- Realisatie en validatie
  - Concepten uitwerken
  - Concepten toetsen aan de hand van het PVE
  - Concepten bespreken met opdrachtgever
  - Concepten testen en beproeven
  - Opstellen testverslag
- Algemene activiteiten
  - Kennismakingsbespreking / eerste voortgangsbespreking organiseren
  - Afspraak maken met hoofdbegeleider voor de voortgangsgesprekken
  - Verslaglegging van activiteiten
    - Conceptverslag opstellen
    - Conceptverslag ter controle aanbieden
    - Eindverslag opstellen
    - Eindverslag inleveren op 5 januari 2011
  - Archivering van het project
    - Logboek en urenverantwoording bijhouden
    - Bijhouden en ordenen van geproduceerde documenten
  - Groenlicht bespreking organiseren
  - Voorkeurdara doorgeven voor afstudeerzitting
  - Reflectieverslag opstellen volgens AP-handleiding
  - Presentatie/verdediging organiseren

## 4.2 Activiteiten buiten het project

De volgende punten vallen buiten het project

- Maken van een klantspecifiek concept
- Maken van gedetailleerde werktekeningen
- Maken van productie werkvoorbereiding
- Opzetten van een productielijn
- Maken van bouwplan voor locatie
- Organiseren en plannen van een ombouwcampagne
- Goedkeuren van het PVA
- Goedkeuren van het PVE
- Beoordelen van voortgang bij voortgangsbesprekingen
- Beoordelen van voortgang bij groen licht bespreking
- Beoordeling via de checklists
- Invullen van individuele beoordeling, deel bedrijf
- Reflectieformulier invullen, van bedrijf over school
- Datum plannen voor afstudeerzitting
- Invullen eindbeoordeling formulier

## 4.3 Randvoorwaarden

Om het project tot een goed einde te brengen en dat er gewerkt kan worden volgens de planning worden er een aantal voorwaarden gesteld aan het project.

De projectleden hebben de mogelijkheid om de opdracht bij de opdrachtgever uit te voeren. Er is voor de projectleden een werkruimte beschikbaar gesteld waar ze de algemene werkzaamheden uit kunnen voeren. De werkplek is beschikbaar tijdens de gehele werkweek, van de projectleden wordt dan ook verwacht dat zij de gehele werkweek aan het project werken.

Voor de algemene zaken hebben de projectleden eventueel de mogelijkheid om thuis of elders de werkzaamheden te verrichten.

Het bedrijf KMI is in de periode tussen kerst en oud en nieuw gesloten. De projectgang zal ondanks dit normaal doorgaan.

Verder kan het verloop van het project afhankelijk zijn van opgevraagde informatie of afspraken met deskundigen. Aanvragen en afspraken moeten dan ook op tijd gemaakt worden zodat de planning niet in gevaar komt.

## 5. Producten

Tijdens het project worden verschillende activiteiten uitgevoerd. Deze activiteiten leiden tot producten die opgeleverd worden.

### Activiteiten:

### Producten:

#### *Oriënterende fase*

|                                                                             |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Informatie verzamelen voor het PVA<br>Opstellen PVA<br>Checklists opstellen | Plan Van Aanpak |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|

#### *Analyse en onderzoek*

|                                                                        |                     |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Vaststellen van normen en<br>productspecifieke wensen<br>Opstellen PVE | Programma Van Eisen |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|

|                                        |                    |
|----------------------------------------|--------------------|
| Verdiepen in de producten en problemen | Concept rapportage |
|----------------------------------------|--------------------|

#### *Ideeontwikkeling en ideebeoordeling*

|                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| Brainstormen<br>Variantenstudie | Concept rapportage |
|---------------------------------|--------------------|

#### *Realisatie en validatie*

|                                                                                                                                                        |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Mogelijke oplossingen uitwerken tot concept<br>Concepten toetsen a.d.h.v. PVE<br>Concepten bespreken met opdrachtgever<br>Opstellen concept rapportage | Concept rapportage |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

|                                                                                                            |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Bouwen van een testopstelling<br>Uitvoeren van de test / beproeving<br>Analyseren van de test / beproeving | Testopstelling<br><br>Testrapportage |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|

#### *Algemene activiteiten*

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Archivering van het project | Projectarchief |
|-----------------------------|----------------|

|                                                  |                                      |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Voortgangsbesprekingen<br>Groen licht bespreking | Goedkeuring voor verdere projectgang |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Opstellen eindverslag | Definitieve rapportage |
|-----------------------|------------------------|

|                                                                                                        |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Reflectieformulier in laten vullen<br>Reflectieverslag opstellen over opleiding en<br>afstudeerproject | Reflectieverslag |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|

|                                                            |                           |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Presentatie opstellen<br>Verdediging plannen, voorbereiden | Presentatie / verdediging |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|

## 6. Kwaliteit

De projectgroep heeft er belang bij dat het project en de producten van voldoende kwaliteit zijn voor zowel de opdrachtgever als de school.

Het bedrijf heeft belang bij een goed bruikbare oplossing van het probleem. Voor de school is de kwaliteit van de aanpak en beheersing van het project een maatstaaf om het niveau van de studenten te toetsen.

### 6.1 Kwaliteit van het eindproduct

De eindproducten worden door de projectgroep beoordeeld door middel van het PVE die opgesteld is aan het begin van het project.

De opdrachtgever zal uiteindelijk de oplossing controleren op bruikbaarheid, dit gebeurt op eigen inzicht en ervaring.

De kwaliteit van het afstudeerproject zal aan het eind van de projectduur op drie manieren worden getoetst, namelijk: uitvoering, eindverslag en presentatie/zitting.

Deze punten worden getoetst door de beoordelingscommissie vanuit school, met behulp van de checklists die door de projectgroep zijn opgesteld.

### 6.2 Kwaliteit van de tussenproducten

De kwaliteit van de tussenproducten is belangrijk omdat dit direct en indirect doorwerkt op de kwaliteit van het eindproduct.

De projectgroep zal de kwaliteit van het uitvoeren van de opdracht moeten bewaken. Dit gebeurt door regelmatig contact te onderhouden met de bedrijfsbegeleider en deskundigen binnen en buiten het bedrijf.

De projectgroep heeft diverse literatuur tot zijn beschikking zoals het boek 'Projectmanagement' van Roel Grit, het boek 'Productontwerpen, structuur en methoden' van NFM Roozenburg & J Eekels en het boek 'Rapportagetechniek' van Elling, Andeweg, De Jong & Swankhuisen. Deze literatuur kan gebruikt worden als handboek om tot een goed tussenproduct te komen.

Voor technische zaken is er ook literatuur beschikbaar. Dit zijn bijvoorbeeld: 'Warmteleer voor technici' van Van Kimmenaede, 'Inleiding tot de warmtetechniek' van Feijen, 'Eenvoudige stromingsleer' van Dekkers & Wijnen en 'Toegepaste energietechniek' van Ouwehand, Papa, Post & Taal.

Het PVE die voor het eindproduct gebruikt wordt is ook van toepassing op de tussenoplossingen.

De kwaliteit van de projectgang wordt geborgd door de beoordelingsgesprekken en adviezen van de hoofdbegeleider en de bedrijfsbegeleider. De beoordelingsgesprekken met de hoofdbegeleider zijn één keer per twee tot vier weken bij Hogeschool Windesheim, data hiervoor worden opgenomen in de planning. Tevens is er een groenlicht bespreking waarin de hoofdbegeleider beoordeelt of de projectgroep in staat is om het project voort te zetten. Dit is belangrijk omdat de projectgroep uiteindelijk aan de gestelde eisen van school moeten voldoen. De groenlicht bespreking valt in week 12 tot en met week 15, de datum hiervan wordt opgenomen in de planning.

## 7. Projectorganisatie

### 7.1 Betrokken partijen

Het project wordt uitgevoerd door de projectgroep en wordt het AP-duo genoemd. Dit AP-duo wordt door verschillende partijen begeleid en gecontroleerd.

De betrokken partijen zijn:

- Het AP-duo
- De Bedrijfsbegeleider
- De Hoofdbegeleider
- De tweede begeleider
- Vertegenwoordiger beroepenveldcommissie
- Opleidingsmanager
- Bedrijfsbureau en afstudeercoördinator

Een beschrijving van plichten en bevoegdheden van de betrokken partijen is te vinden in bijlage 7

### 7.2 Contactgegevens

AP-duo: ·

Berry Casteel  
Schobbertsweg 4  
8166 KK EMST  
Tel: 06-16568682  
[s1009633@student.windesheim.nl](mailto:s1009633@student.windesheim.nl)

Tim Schrijver  
Johannalaan 52  
8111 AX HEETEN  
Tel: 06-29624564  
[s1013661@student.windesheim.nl](mailto:s1013661@student.windesheim.nl)

Bedrijf:

KMI-Apeldoorn bv.  
Prinsenweide 13-25  
7300 AD APELDOORN  
Tel: 055-5215833  
[Info@kmi-apeldoorn.nl](mailto:Info@kmi-apeldoorn.nl)

Bedrijfsbegeleider:

Erik Klopman  
Functie: Productieleider  
Tel: 055-3578551  
[klopman.e@kmi-apeldoorn.nl](mailto:klopman.e@kmi-apeldoorn.nl)

Hans Hulleman  
Functie: Koeltechnisch specialist  
Tel: 06-16340159  
[Hulleman.h@kmi-apeldoorn.nl](mailto:Hulleman.h@kmi-apeldoorn.nl)

Windesheim:

Christelijke Hogeschool Windesheim  
Campus 2-6  
8017 CA ZWOLLE  
Tel: 038-4699911

Hoofdbegeleider:

Jakob Buist  
Tel: 038-4688856  
[j.buist@windesheim.nl](mailto:j.buist@windesheim.nl)

Tweede begeleider:

Dick Struik  
Tel: 038-4699844  
[dj.struik@windesheim.nl](mailto:dj.struik@windesheim.nl)

Afstudeercoördinator:

Suzanne Odenkirchen  
Tel: 038-4699882  
[s.odenkirchen@windesheim.nl](mailto:s.odenkirchen@windesheim.nl)

Bedrijfsbureau Windesheim:

Tel: 038-4699895

[illegible]

## 9. Kosten en baten

Het project klimaatbeheersing is in het leven geroepen omdat er baat bij een maatwerkoplossing is voor klimaatbeheersing in een verswinkel. Bijkomende kosten en andere baten zijn in dit hoofdstuk beschreven.

### 9.1 Opdrachtgever

#### 9.1.1 Kosten

De kosten voor de opdrachtgever zullen globaal zijn:

- Manuren
  - Projectleden
  - Begeleiding
  - Organisatorisch
- Hulpmiddelen
  - Materiaalkosten (wanneer er een testopstelling gemaakt wordt)
  - Huisvestingskosten
- Reiskostenvergoeding
- Onvoorziene kosten

#### 9.1.2 Baten

De baten voor de opdrachtgever zullen globaal zijn:

- Maatwerk oplossing voor klimaatbeheersing
- Gestabiliseerd winkelklimaat
  - Luchtstromen
  - Vochtgehalte
  - Temperatuur
- Beter functioneren van koeltoonbanken
- Energie besparing
  - Warmteterugwinning toepassen op klimaatbeheersing

### 9.2 Opdrachtnemers

#### 9.2.1 Kosten

De kosten van de opdrachtnemers zullen globaal zijn:

- Manuren
- Reiskosten

#### 9.2.2 Baten

De baten van de opdrachtnemers zullen globaal zijn:

- Afstuderen
- Meer kennis verwerven
- Opdrachtgever tevreden stellen
- Vergoeding

## 10. Risico's

Bij het uitvoeren van het afstudeerproject zijn er allerlei risico's die het verloop van het project nadelig kunnen beïnvloeden. Deze risico's kunnen zo veel mogelijk worden beperkt maar niet volledig uitgesloten.

Het is verstandig om vooraf naar deze risico's te kijken want mochten deze zich voordoen dan kan de projectgroep hier op tijd op anticiperen.

### 10.1 Interne risico's

Interne risico's zijn:

- Complexiteit van het project
- Haalbaarheid van het project
  - Tijdsduur
  - Onzekerheid over oplossing
- Weinig specifieke vakkennis van de projectleden met betrekking tot koelmeubelen en airco installaties
- Planning
  - Onjuiste planning
  - Niet hanteren van de planning
- Doelstelling uit het oog verliezen
- Motivatie van de projectleden
- Eventuele ziekte van projectleden

### 10.2 Externe risico's

Externe risico's zijn:

- Onvoldoende ondersteuning vanuit school
- Wijzigingen in de eerder opgegeven opdracht
- Beperkingen met betrekking tot normen en richtlijnen

### 10.3 Risicoanalyse

In bijlage 8 is een risicoanalyse weer gegeven. Deze is gemaakt op basis van een spreadsheet model die beschikbaar is gesteld via het boek 'Projectmanagement van Roel Grit. In deze risicoanalyse zijn op basis van verschillende factoren waarden toegekend aan mogelijke risico's. Via een selectiesysteem wordt berekend welke risico's het hoogste zijn.

#### 10.3.1 Conclusie

Uit de risicoanalyse blijkt dat de tijdsfactor verhoudingsgewijs het grootste risico in het project vormt. Dit risico kan beperkt worden door een goede planning op te stellen. Regelmatig zullen er momenten belegd worden waarop de voortgang gecontroleerd wordt aan de hand van de planning en zo nodig de planning bij te stellen.

Het tweede grootste risico in het project is de projectleiding. Dat deze waarde zo hoog is komt voornamelijk omdat er niet een duidelijke projectleider is. Het AP-duo is verantwoordelijk voor het verloop van het project en is in principe projectleider. Verder kan de bedrijfsbegeleider en de schoolbegeleider als projectleider worden gezien omdat ze een begeleidende en toezichhoudende rol vervullen. Er zal zo veel mogelijk overleg gepleegd worden om zo alle partijen tevreden te stellen.

## Bijlage 1: Projectopdracht

### Opdracht: Maatwerk airco oplossing

Het gehele interieur wat wij leveren in een verswinkel is maatwerk. De meubels worden op maat gefabriceerd en de daarbij horende koeltechniek is ook special made. Als we naar de meubels en de koeltechniek kijken hebben wij vooral het voorgaande jaar geïnvesteerd op energie verbruik. Doormiddel van moderne regeltechnieken hebben wij onze gekoelde verkooptoonbanken energiezuinig kunnen maken. Maar ook ons centraal koelsysteem die speciaal op ons verzoek en op onze specificaties wordt gebouwd, is energiezuinig. Tevens kunnen wij met deze systemen warmteterugwinning toepassen, zodat ook hier nog gebruik kan worden gemaakt van de warmte die de machines maken, waarmee in ieder geval het warm water kan worden voorzien in een winkel.

Nou maken wij in onze winkels nog steeds gebruik van standaard airco installaties. We plaatsen of één of meerdere plafond inbouwunits met vier uitblazen. Of we maken gebruik van een inbouwunit met slangensysteem. Heel zelden gebruiken we ook een plafondonderbouw als er geen ruimte is in het plafond of als deze in een bestaande situatie wordt aangebracht.

Als we naar bovenstaande oplossing kijken, moeten we eerlijk zijn dat dit niet altijd geschikt is voor de situatie van de winkel. Veel standaard airco systemen zijn niet geschikt vanwege de routing, inrichting en pui van de winkel. Daarbij is er in onze ogen ook een maatwerkoplossing te produceren die wordt toegevoegd op het centrale koelsysteem, waarbij we de airco ook op de warmteterugwinning kunnen mee laten lopen. Maar ook willen wij dat dit airco systeem juist gebruik gaat maken van deze warmte terug winning om in de winter de winkel te gaan verwarmen.

### Wat zijn de problemen van het standaard airco systeem?

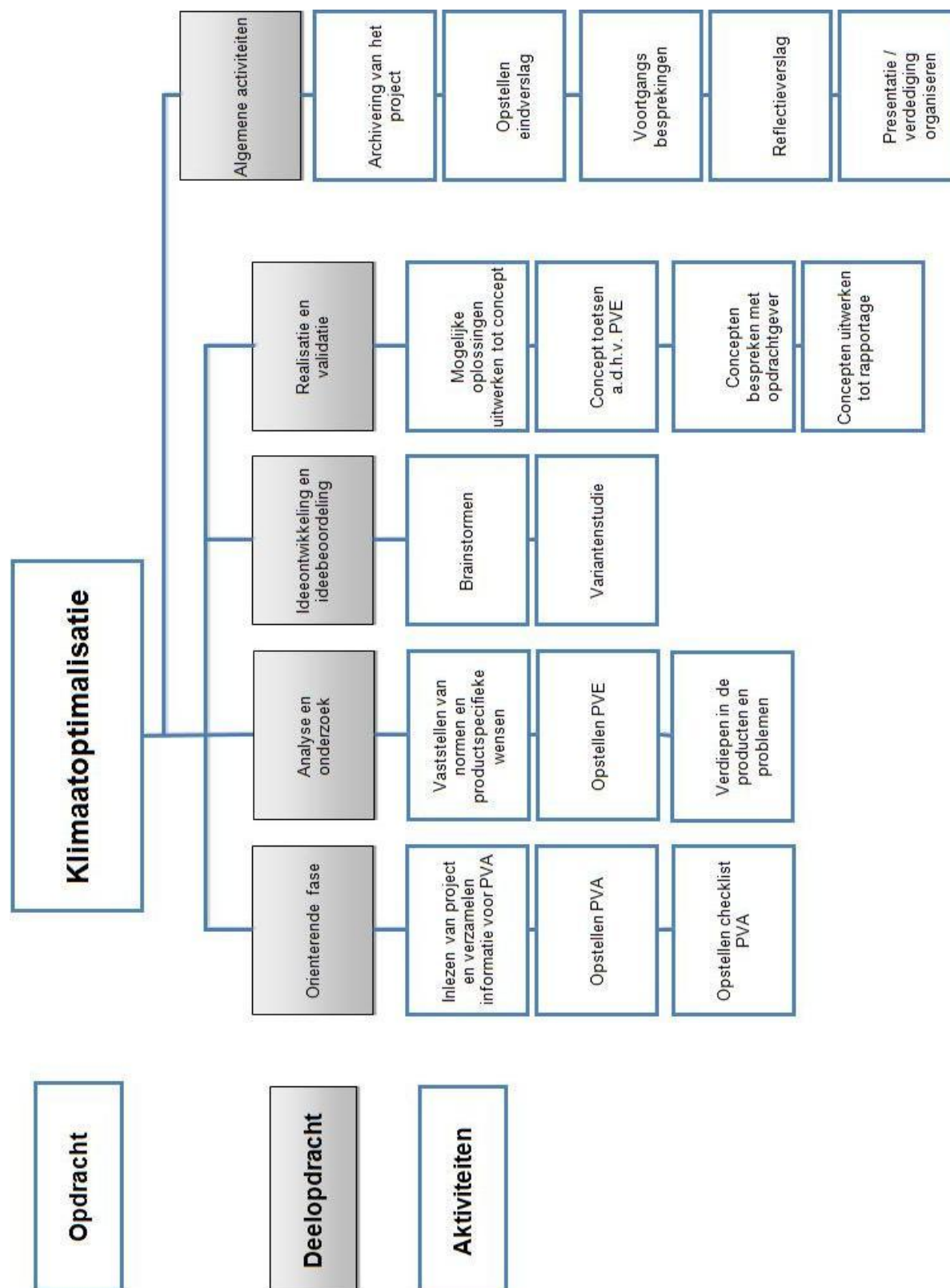
- In een winkel is een standaard unit moeilijk in te passen op de juiste plek.
- Uitblaas kan onze koelingen beïnvloeden.
- Bij een open pui situatie werkt een standaard airco minimaal
- Te kleine capaciteit om in een strenge winter te verwarmen.
- Geen mogelijkheid om maatwerkoplossing te creëren
- Geen gebruik kunnen maken van warmte terugwinning.

### Waar zoeken we naar?

Een oplossing die wordt toegevoegd op ons centraal koelsysteem. Die gebruik gaat maken van onze warmte terugwinning. Die in het voorjaar, zomer en najaar de winkel verkoelt, die zorgt dat de vochtverhouding in de winkel wordt gestabiliseerd en in de winter de winkel verwarmt boven de 8 graden Celsius. Maar ook een oplossing hoe wij dit in de winkel gaan verwerken. Te denken aan muur verkoeling/verwarming, verneveling vanuit het plafond, baansystemen in plafond, gekoelde plafonds en ga zo maar door. Oplossingen om misschien juist gebruik te gaan maken van de nacht. Hier vooral het goedkope nachttarief te gebruiken en zorgen dat de winkel bij de start van de dag een goed klimaat heeft. Een oplossing die geen invloed meer kan hebben op onze toonbanken (geen blaas in wat voor een koeling dan ook), een oplossing die geen grote invloed meer heeft van een open pui of tocht door schuifdeuren. Maar die vooral is gericht op maatwerk en energiezuinigheid. Een stabiel winkelklimaat creëren die het gehele jaar door zorgt dat het aangenaam werken is, goed voor de klanten, maar vooral het allerbelangrijkste, die zorgt dat onze koelingen de waarde kunnen halen waarop zij getest zijn. Dus klimatiseren op wat voor een manier dan ook die de koeltoonbanken in de winkels beter laat functioneren.

Een goed functionerende koeling is in groot belang van de ondernemer. Hierdoor blijft zijn verkoopproduct lang en goed houdbaar. Daarbij is een stabiel klimaat ook goed voor het energiegebruik. Bij een stabiel klimaat draaien de koelmachines constant en zeker niet te vaak en te lang.

## Bijlage 2: Work breakdown structure



## Bijlage 3: Checklist PVA

### Algemeen, lay-out en taalgebruik van het Plan Van Aanpak

#### Is het voorblad compleet?

- Bevat het de tekst: 'Plan van aanpak'?
- Bevat het de naam van het project?
- Bevat het eventueel een ondertitel?
- Bevat het de naam van de organisatie en de naam van de opdrachtgever?
- Bevat het de plaats en datum van gereedkomen van het PVA?
- Bevat het de naam van de opdrachtnemer?
- Bevat het alle correcte namen van alle projectleden en hun correcte mailadres?

#### Lay-out

- Is een inhoudsopgave met paginanummers aanwezig?
- Zijn de hoofdstukken genummerd?
- Zijn de paginanummers op de bladzijden aanwezig?
- Zijn de hoofdstukken duidelijk aangegeven?
- Klopt de hoofdstukindeling met hoofdstuk 5 en zijn alle hoofdstukken aanwezig?

#### Taalgebruik

- Is het PVA helder geschreven?
- Wordt er correcte taal gebruikt (gebruik van spelling- en grammaticacontrole)?
- Is de taal zakelijk? Geen ik, jij, jullie!
- Worden niet te lange zinnen gebruikt?
- Is het PVA 'puntig' geschreven, met een duidelijke structuur en opsommingen?
- Worden onbekende begrippen eerst uitgelegd alvorens ze worden gebruikt?
- Vindt geen rolwisseling plaats tijdens het PVA? Dat wil zeggen: wordt het PVA steeds vanuit dezelfde persoon bekeken?

## De hoofdstukken van het Plan Van Aanpak

### Hoofdstuk 1: Achtergronden

- Is een korte beschrijving van de organisatie waarin het project zich afspeelt opgenomen?
- Wat 'doet' de organisatie?
- Is duidelijk welke afdelingen bij het project zijn betrokken?
- Zijn de achtergronden van 'groot' naar 'klein' beschreven?
- Bijvoorbeeld: eerst het bedrijf, dan de vestiging, vervolgens de afdeling, dan het project.
- Is een beschrijving van de geschiedenis van het project aanwezig?
- Is duidelijk waarom de opdrachtgever dit project wil?
- Is het duidelijk welke partijen een rol spelen bij het project (interne partijen, externe partijen)?
- Wat is de rolverdeling tussen de partijen?
- Is het duidelijk wat de relatie is tussen de opdrachtgever, de projectgroep en andere partijen?
- Is duidelijk welke de opdrachtgevende organisatie is?
- Is duidelijk welke de opdrachtnemende organisatie is?
- Is er eventueel een schriftelijke opdracht aanwezig?

### Hoofdstuk 2: Projectopdracht

- Wordt duidelijk waarom het project wordt uitgevoerd?
- Zijn de doelstellingen duidelijk?
- Zijn de doelstellingen Smart?
- Zijn er eventueel subdoelstellingen geformuleerd?
- Heeft het project een duidelijke, liefst originele, pakkende naam?
- Is de opdracht een gevolg van de doelstelling of probleeminstelling?
- Is exact duidelijk wat het eindproduct van het project is (inclusief de eisen die aan het product worden gesteld)?
- Is het eindproduct voldoende gespecificeerd?

### Hoofdstuk 3: Projectactiviteiten

- Is er een puntsgewijze opsomming van activiteiten?
- Zijn er voldoende activiteiten gedefinieerd?
- Zijn er geen activiteiten vergeten?
- Zijn de activiteiten gegroepeerd?
- Zijn de activiteiten binnen een groep van dezelfde 'orde van grootte'?
- Is het PVA zelf ook als activiteit opgenomen?
- Is de afhandeling van het project niet vergeten?

### Hoofdstuk 4: Projectgrenzen

- Is voldoende aangegeven tot hoever het project doorgaat ('lengte')?
- Is voldoende duidelijk wat niet bij het project hoort ('breedte')?
- Is duidelijk aan welke voorwaarden moet worden voldaan voor het welslagen van het project?

### Hoofdstuk 5: Producten

- Zijn voldoende producten gedefinieerd?
- Is het PVA ook als product gedefinieerd?
- Zijn eventuele belangrijke gebeurtenissen ook als product gedefinieerd?
- Zijn ontwerpen, rapporten en dergelijke niet vergeten?
- Is het eindproduct niet vergeten?

**Hoofdstuk 6: Kwaliteit**

- Is de waarborging van de kwaliteit van het eindproduct beschreven?
- Is de waarborging van de kwaliteit van de tussenproducten beschreven?
- Zijn voldoende controles ingebouwd om de kwaliteit te bewaken?
- Zijn er normen te controle van de kwaliteit genoemd?
- Wordt afgeweken van de heersende normen?
- Zijn terugkoppelingen met opdrachtgever genoemd?
- Zijn gebruikte methoden genoemd?
- Zijn gebruikte technieken genoemd?
- Wordt het vragen van extern advies genoemd?
- Worden producten in fasen opgeleverd (bijvoorbeeld conceptrapporten, goedkeuring, definitief rapport)?

**Hoofdstuk 7: Projectorganisatie***Organisatie*

- Zijn de functies binnen de projectgroep verdeeld?
- Staan er namen bij de functies?
- Zijn namen, adressen, telefoonnummers en e-mailadressen van alle projectleden genoemd?
- Is de beschikbaarheid van de deelnemers genoemd?
- Zijn bevoegdheden vastgelegd?

**Hoofdstuk 8: Planning**

- Klopt de planning met de activiteiten uit hoofdstuk 3?
- Is een computerplanning aanwezig?
- Is de planning realistisch?
- Is rekening gehouden met vertragende besluitvorming?

**Hoofdstuk 9: Kosten en baten**

- Bevat het overzicht voldoende informatie?
- Bevat het overzicht een korte toelichting?
- Zijn de baten niet vergeten?
- Is het overzicht realistisch?

**Hoofdstuk 10: Risico's**

- Is de bijlage 'Risicoanalyse' gebruikt?
- Als het spreadsheetmodel (Excel) is gebruikt, is dan een conclusie getrokken?
- Is het hoofdstuk voldoende degelijk?

## Bijlage 4: Checklist uitvoering

### Fasen van het project

#### Probleem

- Binnen een professionele omgeving een gesteld probleem vertalen naar een eigen probleemstelling
  - Eenduidig en afgebakend
  - Voldoende diepgaand
  - Hoofd- en bijzaken gescheiden
  - Heeft visie
  - Vraagt door
  - Betrekt andere disciplines of afdelingen in probleemanalyse
  - Maakt gebruik van literatuur
  - Benoemt deelproblemen en activiteiten met hun onderlinge afhankelijkheid
  - Bakent het probleem af
  - Maakt een analyse van de risico's

#### Analyse en onderzoek

- Opzetten van een onderzoek en de procedure hiervan onderbouwen
  - Heldere doelstelling
  - Onderzoek in dienst van het probleem
  - Juiste methodiek
  - Heldere uitgangspunten, eisen en randvoorwaarden
- Onderzoek volgens plan uitvoeren en de resultaten hiervan interpreteren en valideren
  - Juiste uitvoering
  - Effectief en efficiënt gericht op resultaat voor het gestelde probleem

#### Ideeontwikkeling

- Zoekt naar ideeën en gebruikt hiervoor geschikte methodieken
  - Doelgericht
  - Voldoende breed- en diepgaand
  - Meerdere richtingen onderzocht

#### Ideebeoordeling en keuze

- Maakt keuzes met behulp van relevante methodieken
  - Rationele keuze
  - Expliciet en beargumenteerd t.o.v. de eisen

#### Realisatie

- Werkt concepten systematisch uit
  - Praktisch
  - Realistisch
  - Doelgericht
  - Betrekt relevante disciplines

#### Validatie

- Analyseert in hoeverre het resultaat een oplossing is voor het probleem
  - Koppelt terug naar het PVE
  - Realistisch
  - To the point

## Algemene projectgang

### Opdracht uitvoering

- Kan presteren onder tijdsdruk
  - Houdt overzicht
  - Stelt de juiste prioriteiten
- Is ondernemend en kritisch
  - Verkent grenzen
  - Treedt naar buiten
- Heeft overzicht
  - Helikopterview project
  - Houdt einddoel voor ogen
- Beheerst het project
  - Planning uitvoeren
  - Professionele adviesrelatie met opdrachtgever

### Maatschappelijke verantwoordelijkheid

- Is zich bewust van maatschappelijke factoren in relatie tot opdracht
  - Milieubewust
  - Normen en waarden
  - Sociale vaardigheden
  - Relatie met opdrachtgever

### Duurzaamheid

- Oplossingen genereren rekening houdend met duurzaamheid
  - Energiebewust
  - Gebruik van schadelijke grondstoffen
  - Gebruik van hoeveelheid grondstoffen
  - Gebruik van genormaliseerde onderdelen
- Past indien mogelijk algemeen erkende modellen toe

### Zelfsturing opleiding en loopbaan

- Is zich bewust van eigen kwaliteiten en beperkingen
  - Motieven
  - Capaciteiten
  - Resultaten
  - Ontwikkel- en leerbehoefte
  - Kan reflectie bondig in reflectieverslag verwerken

*Bron: Sharenet; AP-handleiding*

## Bijlage 5: Checklist Eindverslag

### Vaste onderdelen van een rapport

#### De titelpagina

- Bevat alle vaste elementen die op een titelpagina horen
- Maakt duidelijk waar het rapport over gaat

#### Het voorwoord

- Geeft het kader weer waarbinnen het rapport is geschreven

#### De inhoudsopgave

- Is compleet
- Bevat geen indelingsfouten
- Maakt de inhoudelijke verhaallijn duidelijk:
  - De titels zijn informatief
  - De titels geven de relatie weer tussen een hoofdstuk en de bijbehorende (sub)paragrafen

#### De samenvatting

- Bevat de volgende onderdelen:
  - Aanleiding / probleem
  - Hoofdvraag
  - Werkwijze
  - Onderbouwing van de conclusie
  - Conclusie
- Is beknopt geformuleerd
- Is zelfstandig leesbaar

#### De inleiding

- Geeft achtergrondinformatie bij het probleem dat in het rapport wordt behandeld
- Bevat een probleemstelling / hoofdvraag
- Bevat een beschrijving van de onderzoeksmethode
- Bevat de belangrijkste randvoorwaarde waarbinnen het onderzoek plaatsvindt
- Bevat een gemotiveerd overzicht van de structuur van het rapport

#### De conclusies

- Geven een antwoord op de hoofdvraag
- Volgen logisch uit de voorgaande hoofdstukken
- Zijn zelfstandig leesbaar

#### De aanbevelingen

- Volgen logisch op de conclusie
- Zijn uitvoerbaar voor de lezer
- Zijn zelfstandig leesbaar

#### De literatuurlijst

- Bevat titelbeschrijvingen die voldoen aan de richtlijnen
- Is alfabetisch geordend
- Bevat alleen titels waarnaar in de tekst wordt verwezen
- Bevat alle titels waarnaar in de tekst wordt verwezen

**De bijlagen**

- Zijn voorzien van een titel en een nummer
- Worden elk minstens één keer in hoofdstukken genoemd

**Figuren en tabellen**

- Zijn voorzien van een titel en een nummer
- Zijn zelfstandig te begrijpen (bevatten bij voorbeeld een legenda)
- Worden middels een verwijzing in de bijbehorende tekst genoemd

**Structuur****Hoofdstukken**

- Zijn in voldoende mate onderverdeeld in (sub)paragrafen
- Beginnen met een structuuraankondigende hoofdstukinleiding
- Volgen logisch op elkaar: de stappen in het betoog zijn goed te volgen

**Alinea's**

- Beginnen met kernzinnen die duidelijk het onderwerp van de alinea weergeven
- Zijn niet te lang: een alinea behandelt niet meer dan één onderwerp
- Worden waar nodig extra gestructureerd door middel van alineagroepen

**Opsommingen**

- Bevatten een beperkt aantal onderdelen (niet meer dan zes)
- Bevatten onderdelen die inhoudelijk met elkaar samenhangen
- Zijn gelijkvormig geformuleerd

**Argumentatie en keuzeverantwoording****De tekst**

- Beschrijft helder de alternatieven
- Legt uit waarom juist deze alternatieven meedoen bij de afweging
- Vergelijkt de alternatieven systematisch met elkaar aan de hand van vaste criteria
- Geeft in een keuzematrix een overzicht van de sterke en zwakke punten van elk alternatief
- Maakt een overtuigende, beargumenteerde keuze voor één of meer van de alternatieven, of toont aan dat (nog) geen keuze mogelijk is

**Gebruik van bronnen**

- Alle ideeën, tekstfragmenten, figuren en gegevens die zijn overgenomen, hebben een correcte bronvermelding in de tekst en in de literatuurlijst
- Letterlijk overnemen wordt gesignaleerd met aanhalingstekens en paginanummers
- Parafrases leunen niet te zwaar op het origineel

## Formulering

### De formulering is:

- Duidelijk: de uitleg is helder en de zinnen zijn niet te lang
- Beknopt, zonder dat de schrijver vervalt in telegramstijl
- Aantrekkelijk: de zinslengte is afwisselend, er worden eventueel voorbeelden gebruikt
- Correct: er worden geen taal- of spelfouten gemaakt, leestekens worden correct gebruikt; de stijl is niet te formeel of te informeel

### Vormgeving

De vormgeving van het rapport is rustig en functioneel:

- Het lettertype is zakelijk
- De kopjes zijn door een effectieve vormgeving goed te herkennen

*Bron: Rapportagetechniek, Elling*

## Bijlage 6: Checklist zitting

### Inleiding van de presentatie

- Er is een inleiding / oriëntatie op het onderwerp
- Er is met anekdote/ grap aandacht getrokken
- Inhoudsopgave / structuur vooraf meegedeeld
- De vragenprocedure is vooraf meegedeeld

### Kern van de presentatie

- De inhoud is goed duidelijk geworden
- Er werd duidelijk wat het doel van de presentatie is
- De presentatie was afgestemd op publiek
- Er was een duidelijke structuur aanwezig
- Er zijn tussentijds samenvattingen gegeven
- Er werd terugverwezen naar de inhoudsopgave
- De spreker was goed thuis in het onderwerp

### Afsluiting van de presentatie

- Er werd een samenvatting gegeven
- Er werd een conclusie gegeven
- Er was gelegenheid tot stellen van vragen
- De spreker hield zich aan de tijd
- Het AP-duo deelt een hand-out van de sheets uit

### Gebruik van hulpmiddelen

- Gebruikte sheets/dia's waren goed leesbaar
- Gebruikte sheets hadden duidelijke structuur
- Gebruikte sheets hadden goede lay-out
- Er werden andere hulpmiddelen gebruikt

### Verbaal

- De presentatie werd niet teveel voorgelezen
- De spreker had een afwisselend stemgeluid
- De spreker spreekt op de juiste snelheid
- De spreker komt enthousiast over
- De spreker gebruikte geen stopwoorden
- De spreker gebruikte goed Nederlands
- De spreker sprak duidelijk

### Non-verbaal

- De spreker was zelfverzekerd en ontspannen
- De spreker keek het (gehele) publiek aan
- De spreker had een goede "body language"

Bron: <http://www.grit-projectmanagement.wolters.nl>

## Bijlage 7: Projectorganisatie

Boven de horizontale lijn staan alle betrokken partijen van Windesheim vermeld, onder de lijn staan de twee externe betrokkenen. Waar *hij* staat kan ook *zij* gelezen worden.

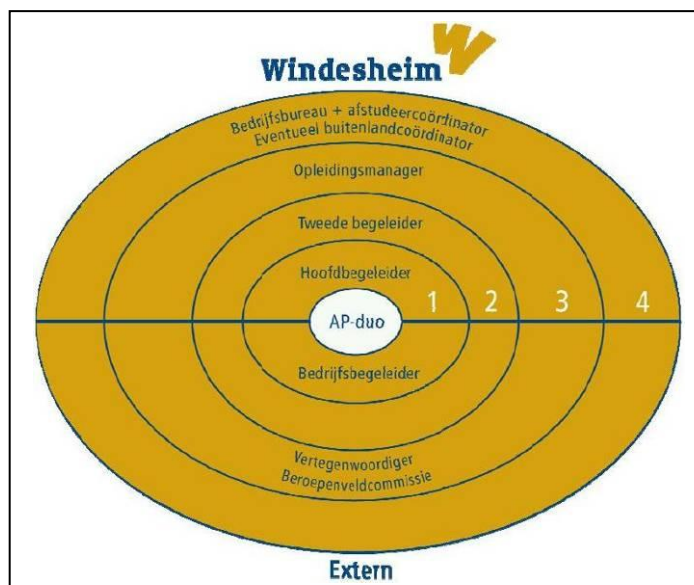
### Centraal

#### AP-duo

De twee studenten van de school of Engineering & Design die het AP uitvoeren. Zij staan centraal in het midden van de figuur.

### Schil 1

De eerste schil is voor de directe begeleiders van het AP-duo.



#### Hoofdbegeleider 1<sup>ste</sup> begeleider

De hoofdbegeleider beoordeelt of de opdracht qua aard en niveau voldoet en stelt zich op de hoogte van het functioneren van het AP-duo en de kwaliteit van de te leveren producten. De intensiteit van de begeleiding (telefonisch, schriftelijk, e-mail of een bezoek aan het bedrijf) varieert al naar gelang de kwaliteit van het AP-duo en de complexiteit van de opdracht. Over het algemeen bezoekt de hoofdbegeleider het bedrijf tweemaal gedurende de afstudeerperiode.

De hoofdbegeleider is tevens de docent die het contact met het bedrijf onderhoudt. Hij bezoekt het bedrijf en is verantwoordelijk voor het opbouwen en onderhouden van de relatie met een bedrijf. De hoofdbegeleider voorziet de afstudeercoördinator van relevante informatie over het bedrijf of de organisatie. Daarnaast is de hoofdbegeleider voorzitter van de AP-beoordelingscommissie.

#### Bedrijfsbegeleider

De bedrijfsbegeleider is degene uit het bedrijf die de opdracht verstrekt en belast is met de begeleiding en beoordeling van de student, de bewaking van de kwaliteit van het te leveren product en de toepassing van kennis en vaardigheden. De begeleider van het bedrijf dient minstens HBO-niveau te hebben en te beschikken over voldoende bedrijfservaring. De bedrijfsbegeleider geeft een goede omschrijving van de opdracht. Hij geeft een oordeel over de opgeleverde producten en het functioneren van de individuele student en de samenwerking en resultaten als duo. Het oordeel van de bedrijfsbegeleider is belangrijke input voor de beoordeling door de docenten.

### Schil 2

#### Tweede begeleider

De tweede begeleider is de docent die tijdens het AP een enkele keer een voortgangsbespreking bijwoont, samen met de hoofdbegeleider het eindverslag beoordeelt en bij de AP-zitting en AP-beoordeling aanwezig is. De hoofdbegeleider kan tijdens het proces bepalen of de tweede begeleider aanwezig dient te zijn bij de Groen Licht bespreking. De tweede begeleider is tevens de vervanger van de hoofdbegeleider bij calamiteiten.

## Schil 3

De derde schil zorgt voor de kwaliteitsbewaking van de afzonderlijke AP's. Bij de eindpresentatie zijn in ieder geval de eerste twee schillen aanwezig, leden uit de derde schil kunnen worden toegevoegd.

### **Opleidingsmanager**

De opleidingsmanager dient voor aanvang van het AP de opdracht goed te keuren. Tevens zal een van de opleidingsmanagers tijdens verschillende zittingen aanwezig zijn om te observeren en te beoordelen over de kwaliteit van de afzonderlijke AP's.

### **Vertegenwoordiger beroepenveldcommissie**

De beroepenveldcommissie bestaat uit vertegenwoordigers uit het bedrijfsleven. De commissie is door SED aangesteld en levert een bijdrage aan de kwaliteit van het onderwijs van de opleidingen. Zo toetst de commissie het onderwijs aan de opgestelde algemene- en beroepscompetenties en adviseert de opleiding gevraagd en ongevraagd. De vertegenwoordiger van de beroepenveldcommissie ontvangt de AP-verslagen met daarin opgenomen het PVA, de beoordelingen van de AP-onderwerpen en woont de AP-zitting bij. Tijdens de verdediging krijgt hij de gelegenheid vragen te stellen aan het AP-duo. Na de AP-zitting brengt hij verslag uit aan de opleiding over zijn bevindingen ten aanzien van het resultaat van het AP, de gevolgde procedure en eventuele bijzonderheden; hij beoordeelt niet het eindresultaat tijdens de zitting.

## Schil 4

De vierde schil zorgt voor ondersteuning van het project.

### **Afstudeercoördinator**

De afstudeercoördinator onderhoudt in eerste instantie de contacten met bedrijven en organisaties en zorgt voor het verwerven van de opdrachten. Voorts houdt de afstudeercoördinator zich bezig met de administratieve verwerking van de aangemelde opdrachten en onderhoudt formele communicatie met bedrijven en organisaties.

### **Bedrijfsbureau**

Het bedrijfsbureau zorgt voor de administratieve ondersteuning, plant de verdediging en voert de cijfers in.

### **Overige**

Het is zeer gebruikelijk dat het duo binnen of buiten het bedrijf te maken krijgt met overige externe betrokkenen. Denk hierbij aan inhoudelijke experts, administratieve ondersteuning vanuit het bedrijf, kennisinstellingen of externe opdrachtgevers. Aangezien dit per AP verschilt zijn deze betrokkenen niet in de figuur of deze lijst vermeld.

*Bron: Sharenet; AP-handleiding*

## Bijlage 8: Risicoanalyse

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| <b>Risicoanalyse</b>     | <b>Print</b> |
| <b>Klimaatbeheersing</b> | 14-9-2010    |

Bij een risicopercantage > 50% dient het project niet in deze vorm te worden uitgevoerd.

| Categorie                           | Risico                                                                                 | Waarde *            | Factor ** | Zwaarte ** | Risicotot. |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|------------|------------|
| <b>Tijdsfactor</b>                  |                                                                                        | ↓maak keuze↓        |           |            |            |
| 1                                   | Geschatte looptijd van het project                                                     | 3 - 6 maanden       | 1         | 4          | 4          |
| 2                                   | Kent het project een definitieve deadline?                                             | Ja                  | 2         | 4          | 8          |
| 3                                   | Is de tijd voldoende om het project te realiseren?                                     | Voldoende           | 1         | 4          | 4          |
| <b>Complexiteit van het project</b> |                                                                                        | ↓maak keuze↓        |           |            |            |
| 4                                   | Aantal functionele deelgebieden dat betrokken is                                       | 1                   | 0         | 4          | 0          |
| 5                                   | Aantal functionele deelgebieden dat gebruik gaat maken van de resultaten               | 1                   | 0         | 2          | 0          |
| 6                                   | Gaat het om een aanpassing of een nieuw project?                                       | Kleine aanpassingen | 0         | 5          | 0          |
| 7                                   | In hoeverre zullen bestaande verantwoordelijkheden moeten wijzigen?                    | Minimaal            | 1         | 5          | 5          |
| 8                                   | Zijn er andere projecten afhankelijk van dit project?                                  | Nee                 | 0         | 5          | 0          |
| 9                                   | Wat zal de houding zijn van de gebruikers?                                             | Positief            | 0         | 5          | 0          |
| 10                                  | Zijn er deelprojecten, is de voortgang afhankelijk van de coördinatie hiertussen?      | Nee                 | 1         | 3          | 3          |
| <b>De projectgroep</b>              |                                                                                        | ↓maak keuze↓        |           |            |            |
| 11                                  | Welke medewerkers werken aan het project mee?                                          | Voorn. interne      | 0         | 4          | 0          |
| 12                                  | Wat is de geografische spreiding van de projecten?                                     | 1                   | 0         | 2          | 0          |
| 13                                  | Aantal projectleden dat op piektijden > 80% betrokken is                               | 1-5                 | 0         | 5          | 0          |
| 14                                  | Verhouding materiedeskundigen tov. projectdeskundigen                                  | Goed                | 0         | 5          | 0          |
| 15                                  | Nemen gebruikers deel aan de projectgroep?                                             | In beperkte mate    | 3         | 3          | 9          |
| <b>De projectleiding</b>            |                                                                                        | ↓maak keuze↓        |           |            |            |
| 16                                  | Is de projectleiding materiedeskundig?                                                 | Redelijk deskundig  | 2         | 3          | 6          |
| 17                                  | Hoe deskundig is de projectleiding mbt. de projectplanning?                            | Redelijk deskundig  | 2         | 3          | 6          |
| 18                                  | Hoeveel ervaring heeft de projectleider met projecten als deze?                        | Weinig ervaring     | 3         | 3          | 9          |
| 19                                  | Hoe deskundig zijn de adviseurs op het te onderzoeken gebied?                          | Zeër deskundig      | 0         | 5          | 0          |
| 20                                  | Hoe deskundig zijn de materiedeskundigen op het te onderzoeken gebied?                 | Zeër deskundig      | 0         | 5          | 0          |
| 21                                  | Hoe betrokken zijn de verantwoordelijke lijnmanagers bij het project?                  | Sterk betrokken     | 0         | 5          | 0          |
| 22                                  | Is de kans groot dat de samenstelling van de projectgroep wijzigt tijdens het project? | Kleine kans         | 0         | 5          | 0          |
| 23                                  | Worden door de projectgroep standaardmethoden gebruikt?                                | Ja, een aantal      | 2         | 4          | 8          |

Vervolg risicoanalyse

| Categorie                            | Risico                                                                | Waarde *      | Factor ** | Zwaarte ** | Risicotot.    |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|------------|---------------|
| <b>Duidelijkheid van het project</b> |                                                                       | ↓maak keuze↓  |           |            |               |
| 24                                   | Zijn probleem en doelstelling voldoende bekend bij alle projectleden? | De meeste wel | 1         | 5          | 5             |
| 25                                   | Is het onderzoeksgebied nauwkeurig vastgelegd?                        | Ja            | 0         | 5          | 0             |
| 26                                   | Is er voldoende afbakening met andere projecten?                      | Voldoende     | 0         | 4          | 0             |
| 27                                   | Is er voldoende tijd gepland voor afstemming en besluitvorming?       | Voldoende     | 0         | 4          | 0             |
| 28                                   | Zijn de randvoorwaarden duidelijk?                                    | Ja            | 0         | 4          | 0             |
| 29                                   | Werken de randvoorwaarden beperkend genoeg?                           | Ja            | 0         | 5          | 0             |
| <b>Totaal</b>                        |                                                                       |               |           |            | <b>67</b>     |
| <b>Risicopercentage ***</b>          |                                                                       |               |           |            | <b>15,47%</b> |

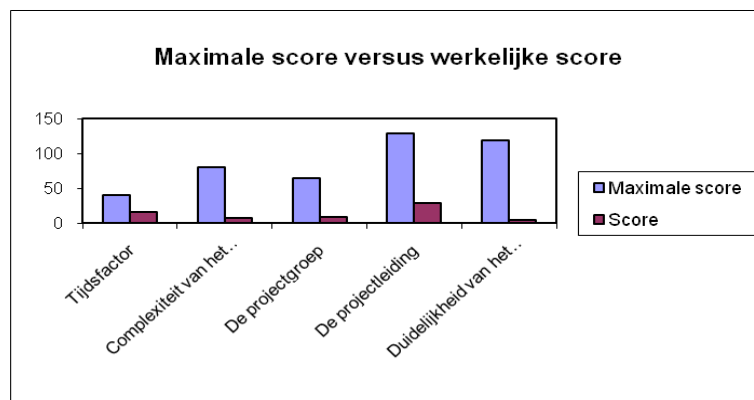
\* Waarde gekozen door projectleider.

\*\* Hoogte factor en waarde staan vast.

\*\*\* Risicopercentage is de totaalscore gedeeld door 433 (maximale score) maal 100.

Aangezien het risicopercentage een totaalbeeld geeft, kan het zijn dat een bepaalde categorie wel voor een hoog risico zorgt. Hieronder een specificatie per categorie om eventuele verbeterpunten zichtbaar te maken.

| <b>Categorie (met maximale score versus werkelijke score)</b> |  |          |     |       |    |
|---------------------------------------------------------------|--|----------|-----|-------|----|
| Tijdsfactor                                                   |  | Maximaal | 40  | Score | 16 |
| Complexiteit van het project                                  |  | Maximaal | 80  | Score | 8  |
| De projectgroep                                               |  | Maximaal | 65  | Score | 9  |
| De projectleiding                                             |  | Maximaal | 129 | Score | 29 |
| Duidelijkheid van het project                                 |  | Maximaal | 119 | Score | 5  |



**Conclusie:**

Uit de risicoanalyse blijkt dat de tijdsfactor verhoudingsgewijs het grootste risico in het project vormt. Dit risico kan beperkt worden door een goede planning op te stellen. Regelmatig zullen er momenten belegd worden waarop de voortgang gecontroleerd wordt aan de hand van de planning en zo nodig de planning bij te stellen. Het tweede grootste risico in het project is de projectleiding. Dat deze waarde zo hoog is komt voornamelijk omdat er niet een duidelijke projectleider is. Het AP-duo is verantwoordelijk voor het verloop van het project en is in principe projectleider. Verder kan de bedrijfsbegeleider en de schoolbegeleider als projectleider worden gezien omdat ze een begeleidende en toezichhoudende rol vervullen. Er zal zo veel mogelijk overleg gepleegd worden om zo alle partijen tevreden te stellen.

Bron: <http://www.grit-projectmanagement.wolters.nl>

## Bijlage 2: Programma van Eisen

### Eisen

- Temperatuur in de winkel moet zowel in de zomer als winter constant gehouden kunnen worden op een vooraf bepaalde waarde.
- Vochtgehalte in de winkel moet zowel in de zomer als winter constant gehouden kunnen worden op een vooraf bepaalde waarde.
- Parameters (zoals temperatuur) moeten handmatig ingesteld kunnen worden.
- Er moet rekening gehouden worden met condensvorming van vocht uit de lucht op plekken waar dit niet gewenst is.
- Het comfort van winkelpersoneel en klanten moet gewaarborgd worden.
- Het systeem moet functioneren in een klantspecifieke omgeving, zoals een speciale pui of plafond.
- Er moet rekening gehouden worden met de wijze waarop het systeem geïnstalleerd wordt, zodat arbeidskosten minimaal zijn.
- Het klimaatsysteem moet energiezuinig zijn.
- Klimaatbeheersing systeem moet ten goede komen aan de werking van de koeltoonbank.
- Er moet voorkomen worden dat het systeem abnormale trillingen kan genereren.
- Er moet voorkomen worden dat het systeem verontreinigingen van winkelpand en omgeving veroorzaakt.
- Het systeem moet betrouwbaar zijn.
- Het systeem moet duurzaam zijn.
- Het systeem moet een laag geluidsniveau hebben.
- Baten moeten opwegen tegen kosten.
- Het klimaatsysteem moet onderhoudsvriendelijk zijn.

### Wensen

- Winkeltemperatuur instellen op +/- 18°C. dit is in overleg met H. Hulleman bepaald.
- Vochtgehalte in de winkel instellen op +/- 50% RV. dit is in overleg met H. Hulleman bepaald.
- Het systeem moet zelfregelend zijn.
- Gebruiksvriendelijke bediening.
- Het Klimaatbeheersing systeem moet gecombineerd worden met het centraal koelsysteem of moet eigen warmteterugwinning hebben.
- Luchtverplaatsing minimaal houden i.v.m. beïnvloeden toonbank.
- Algemene machinerichtlijnen hanteren.
- Eenvoudig onderhoud uitvoeren aan het klimaatsysteem.
- Nette afwerking van het systeem.
- Lage investeringskosten
- Lage onderhoudskosten

## Bijlage 3: Krantenbericht

### Krantenbericht

#### *Amsterdamse Proef 'Gesloten winkel deur' houdt klanten niet tegen*

29 september 2009



In Amsterdam is sinds het begin van dit jaar een proef gedaan met 'intelligente zelfsluitende deuren' bij een DA-winkel in de Van Woustraat. En nu blijkt dat deze deuren enorme voordelen bieden. De automatische entree deur met intelligent luchtgordijn bespaart energie en heeft een positieve invloed op de beleving van de klant. Patrick Teunissen, Dienst Milieu en Bouwtoezicht van de Gemeente Amsterdam vat de resultaten samen: "43% besparing op het gasverbruik, een gezondere lucht in de winkel, minder geluidsoverlast, tevreden winkelpersoneel omdat het niet meer tocht en niet onbelangrijk: een vergelijkbare toeloop van klanten."

In de oude situatie was er sprake van een 'open gevel'. Twee warme luchtgordijnen bliezen in je nek bij binnenkomst en moesten de temperatuur binnen aangenaam houden. Patrick Teunissen: "Dat lukte slechts beperkt, waardoor er binnen ook flink gestookt moest worden. Zeker op koude dagen." In de nieuwe situatie zitten er schuifdeuren met slechts één warmtegordijn, dat alleen aangaat als de deur open is. De plaatsing van de dubbele deur iets achter de gevellijn geeft de klant het gevoel dat de winkel 'geopend' is.

Patrick Teunissen: "Ik hoop dat deze pilot ook andere winkeliers over de streep trekt. Al die open gevels in een winkelstraat zijn een onnodige en dure energieverstopping. En het is nergens voor nodig. Er is geen terugloop in het aantal klanten en uit dit onderzoek blijkt bovendien dat maar liefst 96% van de klanten de maatregel als positief ervaart."

Donderdag 24 september overhandigde Marijke Vos het eindrapport aan de voorzitter van MKB-Amsterdam, Kees Verhoeven. Marijke Vos: "Energiebesparing is iets van vele partijen. Tijdens deze proef is er mooi samengewerkt tussen overheid en bedrijfsleven. Met een goed resultaat. Ik roep andere ondernemers dan ook op om het voorbeeld van deze DA drogisterij te volgen, want het is niet alleen beter voor het milieu, maar ook voor de portemonnee."

Kees Verhoeven, directeur MKB Amsterdam sprak eveneens zijn waardering uit: "Dit onderzoek, waarbij gemeente en ondernemers op vrijwillige basis samenwerken, staat symbool voor de gemeentelijke klimaataanpak. Het bewijst dat bedrijven -daarin positief gestimuleerd door de overheid- bereid zijn over de drempel heen te stappen op weg naar een duurzame toekomst. Daarom steunt MKB-Amsterdam deze werkwijze."

## Bijlage 4: Energiebeurs

### Energiebeurs

Donderdag 14 oktober is de vakbeurs 'Energie 2010' bezocht in de Brabanthallen te Den Bosch. Deze beurs bevatte een congres en de beursvloer zelf.

### Congres

De eerste presentatie had als titel "Energiebesparing en binnenklimaat, verwarmen en koelen in de gebouwde omgeving". Bij binnenkomst was de presentatie van de heer Frans van Ekerschot van het ministerie van VROM zojuist afgelopen, de vragenronde werd gehouden op het moment dat wij binnen kwamen lopen.

### TNO, Delft

Als tweede spreker hield de heer Wouter Borsboom, adviseur bij TNO Delft, zijn presentatie. De presentatie had het motto: "Comfort en energiebesparing gaan prima samen".

Het toepassen van isolatie in gebouwen om zo kosten te besparen op het klimatiseren, kan nadelige gevolgen hebben wanneer het niet goed aangebracht wordt. Geluidshinder en schimmelvorming kunnen hier gevolgen van zijn. Vooral kieren in de isolatielaag kunnen tot gevolg hebben dat er dauwvorming optreedt en dus schimmel.

De heer Borsboom geeft aan dat comfort voornamelijk een kwestie is van bewustwording, hoe voel ik mij in een bepaalde luchtconditie en/of luchtkwaliteit.

Lucht kan vele verontreinigingen bevatten. Binnen een gebouw is de CO<sub>2</sub> concentratie een belangrijke factor voor de aanwezige luchtkwaliteit. De aanwezigheid van CO<sub>2</sub> wordt gemeten in ppm (part per million), er zijn tabellen opgesteld met concentraties CO<sub>2</sub> in ppm met daaraan een risicoklasse gekoppeld.

Verder wordt er een grafiek getoond dat wanneer in klaslokalen de concentratie CO<sub>2</sub> hoger wordt, de prestaties van de leerlingen/studenten naar beneden daalt.

Voor ventilatie worden eisen gesteld, een ruimte moet geventileerd worden met minimaal 7 dm<sup>3</sup>/sec per persoon en de ARBO stelt zelfs 8 dm<sup>3</sup>/sec per persoon als minimale eis.

De mogelijkheid om individueel de klimatisering te regelen in een gebouw wordt over het algemeen als prettig ervaren, de meningen zijn er over verdeeld of dit uiteindelijk ook energiebesparing tot gevolg zal hebben.

Verder werden de mogelijkheden voor tochtvrije inblaas en nachtventilatie aangehaald, dit omdat luchtstromen bij mensen verkoudheden kunnen veroorzaken wanneer ze blootgesteld worden aan (koude) luchtstromen. Bij nachtventilatie is het mogelijk om gebruik te maken van het goedkopere nachttarief.

Ook werd er nog even aangehaald dat zonwering een erg belangrijke factor is voor het besparen van (koude)energie bij het klimatiseren.

**Traject Vastgoed, Zevenaar**

Na een korte koffiepauze werd door de heer Gert-Jan Teunissen, van het bedrijf Traject te Zevenaar, een presentatie gehouden over het projectmatig terugdringen van energiekosten.

Deze presentatie ging voornamelijk over hoe je bij het plannen van grote nieuwbouw en utiliteitsbouw energiebesparende maatregelen toe kunt passen. Dit werd onderbouwd door verschillende managementmethoden en termen.

Een management methode die regelmatig terug kwam in de presentatie is: 'TGO'. TGO staat voor Techniek, Gebouw en Organisatie. Dit zijn drie onderdelen waar een verandering aangebracht kan worden en zo energie te besparen.

Een warmtepomp is een voorbeeld van een techniek, isolatie toepassen is een voorbeeld van gebouw aanpassen en het organiseren van het onderhoud kan een voorbeeld zijn van organisatie. Organisatie kan ook te maken hebben met hoeveel tijd dat er per dag productie gedraaid wordt. Een bedrijf die in drie ploegendienst draait heeft andere eisen aan de klimatisering dan een bedrijf die 40 uur per week produceert.

Bij beslissingen wordt altijd BBT gekozen (Best Beschikbare Techniek) voor de toepassing. Ook wordt er rekening gehouden dat een grotere investering op termijn kan resulteren in energiebesparing.

Om te beoordelen of oplossingen energiezuinig en/of duurzaam werken, zijn er verschillende keurmerken toegepast. Een voorbeeld van een keurmerk is LEED (Leadership in Energy and Environmental Design building assessment system for new construction).

Verder geeft de heer Teunissen aan dat tegenwoordig heel veel wordt gewerkt naar normen en certificaten. Zijn stelling is: "waarom naar een norm toewerken als je zelf een kwalitatief goed product kunt leveren".

Binnen een gebouw zijn volgens Traject drie partijen die met het gebouw van doen hebben:

- Management / eigenaar
- Eindgebruiker
- Technische dienst

Volgens Traject hebben alle drie de partijen verschillende kijk op kosten en gebruiksdoelen. Om de klimatisering efficiënt te kunnen laten werken en de gebruikskosten laag te houden, moet de communicatie tussen deze drie partijen zo goed mogelijk lopen.

**MAB Development, Den Haag**

De laatste presentatie werd gehouden door Jan van 't Westeneinde, hij is adviseur bij MAB Development te Den Haag.

In deze presentatie werden voornamelijk praktijkvoorbeelden gegeven van bestaande bouw die nieuw leven ingeblazen werden door duurzame technieken en oplossingen toe te passen.

In het begin van de presentatie haalde de heer van 't Westeneinde nog even de documentaire "An inconvenient truth" van Al Gore aan. In deze documentaire worden de gevolgen van de klimaatveranderingen benadrukt.

Vanuit het bedrijfsleven wordt de vraag naar duurzame- en energiezuinige vastgoed steeds groter, vandaar dat ook steeds meer bestaande bouw wordt omgebouwd met duurzame energietoepassingen.

Momenteel zijn er zeer veel verschillende methoden beschikbaar om duurzame oplossingen toe te passen binnen een gebouw.

Tegenwoordig wordt er aan elk gebouw een energielabel toegekend, een A-label betekend dat het gebouw zeer energiezuinig is. Voor de koper van een woning of een kantoorpand kan het energielabel een belangrijk punt zijn om te kiezen voor het gebouw.

Met een tabel verduidelijkt de heer van 't Westeneinde dat momenteel zeer veel kantoorpanden leegstaan en meer dan de helft van de leegstaande panden zijn gebouwd in de jaren 90 van de vorige eeuw en de jaren nul van deze eeuw. Deze panden staan over het algemeen te boek dat ze niet erg energiezuinig zijn, vandaar dat het bedrijfsleven deze panden niet wil betrekken.

Door deze panden om te bouwen en energiezuinige- en duurzame maatregelen toe te passen wordt het voor het bedrijfsleven weer interessant om deze panden te betrekken en hoeft er geen nieuwbouw plaats te vinden.

Energiezuinige- en duurzame oplossingen alleen wil nog niet zeggen dat de klimaatbeheersing ook energiezuinig draait, het inregelen van dit proces is ook zeker een punt van aandacht.

Ook werd er aangehaald dat MAB samen met het ministerie van VROM en met Eneco gewerkt hebben aan de ontwikkeling van een systeem voor WKO (Warmte Koude Opslag).

Aan het eind van de presentatie werden er nog een aantal renovatieprojecten van MAB getoond. Dit waren het Oosterdokseiland te Amsterdam en De Rotterdam te Rotterdam. De Rotterdam is een bijzonder geval omdat de verdampers van de warmtepomp in de rivier de Maas is geplaatst, dit pand maakt dus gebruik van de warmte uit de Maas om het pand te verwarmen.

**Discussie**

Aan het eind van het congres werd er kort een discussie gehouden onder de aanwezige deelnemers. Over het algemeen werden geen nieuwe onderwerpen aangeboord maar werd er vooral doorgegaan op vragen die aan het eind van elke presentatie gesteld werden.

Het punt dat voornamelijk naar voren kwam tijdens de discussie ging over het toepassen van energiezuinige- of duurzame oplossing. Wanneer na het invoeren hiervan blijkt dat er daadwerkelijk energie bespaard wordt zal dit terug gekoppeld moeten worden naar de overheid. Dit kan de lokale overheid zijn maar ook de nationale overheid.

Op deze manier kan de overheid beter registreren wat voor toepassingen er hedendaags gebruikt worden en dat het energiegebruik teruggedrongen wordt.

Een volgend punt dat door het publiek aangehaald werd is waarom de overheid niet meer maatregelen invoert om duurzame energie te stimuleren. Als voorbeeld werd gesteld om de energieprijzen extreem te verhogen zodat je wel naar duurzame energie toe moet.

Door de aanwezigen in het publiek die bij de overheid werkzaam zijn, werd in dit geval benadrukt dat dergelijke maatregelen niet zomaar zonder slag of stoot door te voeren zijn.

## **Beurs**

De beurs 'Energie 2010' was verdeeld over vier hallen, de grootste hal was voor ons het meest van toepassing omdat daar veel exposanten producten ten toon stelden die met klimaatbeheersing te maken hebben. De kleine hal waar het congres vlakbij gehouden werd, is de eerste hal die wij bezocht hebben.

## **Autarkis**

In de kleine hal is er als eerste gesproken met de vertegenwoordiger van het bedrijf Autarkis. Dit bedrijf levert de PCM (Phase Change Material) panelen. Deze panelen maken gebruik van de faseovergang van een stof om warmte in op te slaan en weer af te geven. Voordeel van een fase overgang is dat er heel veel warmte in de stof gaat zitten wanneer de fase volledig veranderd is (vast naar vloeibaar of andersom).

Na een gesprek met de vertegenwoordiger werd langzaam duidelijk dat dit product voor ons niet echt een oplossing is omdat in ons geval de werking waarschijnlijk niet volledig benut kan worden. De PCM panelen werken het best in normale omgevingen zoals een (normale) winkel of een kantoor. Normaal gesproken wordt in winkels en kantoren gebruik gemaakt van een stof die stolt en smelt bij een temperatuur van 22°C.

In ons geval van een verswinkel is het over het algemeen kouder dan in een andere winkel, hiervoor zal dan gedacht moeten worden aan een PCM materiaal met een faseovergang temperatuur van 18°C. In dit geval zullen in de zomer de panelen overdag warmte opnemen die in de winkel te veel aanwezig is, 's nacht zullen de panelen de warmte die ze overdag opgenomen hebben weer afstaan. De vraag is alleen of het 's nachts koud genoeg wordt zodat de panelen genoeg kunnen ontladen om de volgende dag weer alle overvloedige warmte op te nemen.

Nadeel van dit systeem is dat je er niet mee kunt verwarmen in de winter.

## **BioClima**

De tweede stand die bezocht is, is de stand van het bedrijf BioClima, dit bedrijf levert capillaire buissystemen in de vorm van matten. Deze matten bestaan uit leidingen van zeer kleine doorsnee die op korte afstand van elkaar lopen. De kleine diameter van de leidingen hebben als voordeel dat de warmte- en of koudedragende vloeistof door de capillaire werking door het leidingsysteem heen gezogen wordt. Een ander bijkomend voordeel van de geringe diameter is dat de dikte van de matten zeer klein is zodat deze gemakkelijk in het stucwerk verwerkt kunnen worden.

Deze matten kun je toepassen voor zowel vloerverwarming/verkoeling, muurverwarming/verkoeling en plafondverwarming/verkoeling. Deze systemen zijn toe te passen op het warmwater circuit van een gebouw, een zonnecollector, grondwater, een warmtepomp etc.

Verder is er in de kleine hal nog gesproken met een vertegenwoordiger van een bedrijf dat luchtbehandelingkasten levert. Hierbij trok ons vooral de aandacht van het warmtewiel dat geplaatst is tussen de ingaande luchtstroom en de uitgaande luchtstroom. Met een warmtewiel kun je de warmte terugwinnen die je anders naar buiten uitstoot. Ook een groot gedeelte van de luchtvochtigheid kun je terugwinnen.

## **Power2Go**

In de grote hal was er een ruimte ingericht waar regelmatig presentaties gehouden werden, op het moment dat het bedrijf Power2Go aan het presenteren was zijn wij even blijven hangen. Dit bedrijf levert elektriciteitscentrales om vanuit aardgas de benodigde elektrische energie voor het bedrijf/pand/huishouden op te wekken. Bij deze presentatie hebben wij niet te lang stilgestaan omdat we van mening waren dat dit product niet een oplossing is voor ons probleem.

Later die middag toen wij bij de stand van het bedrijf langskwamen werden wij aangesproken door de vertegenwoordiger die ook de presentatie verzorgde. Na enige uitleg over ons probleem was zij van mening dat een dergelijke centrale wel degelijk van nut kon zijn om energie te besparen in verswinkels. Wij waren na het gesprek nog steeds van mening dat dit product geen tot weinig toegevoegde waarde geeft.

**J.E. Stork Air**

In dezelfde ruimte als waar de vertegenwoordiger van Power2Go haar presentatie verzorgde werd even later een presentatie gehouden door J.E. Stork Air. Dit bedrijf produceert ventilatie-units voor voornamelijk woonhuizen die gebruik maken van warmterugwinning uit de retourlucht door middel van een kruisstroom warmtewisselaar.

In de presentatie werd een algemeen praatje gehouden over het product en de noodzaak van ventileren. Ook werd er verteld hoe de luchtkanalen in een huis worden ingebouwd, waar de aanvoerlucht buiten het huis aangezogen wordt en waarmee rekening gehouden moet worden bij de plaats van aanzuig. Aan het einde werd er aangegeven aan welke certificaten er aan de verschillende producten toegekend zijn hoe energiezuinig ze hun werk verrichten.

Onze mening is dat een dergelijk product niet de oplossing voor ons probleem zal zijn, maar het is het zeker waard om er later nog eens naar te kijken. Dit product verzorgd de ventilatie in een gebouw en maakt hierbij gebruik van warmterugwinning.

**Uponor**

Het bedrijf Uponor heeft voor ons hele interessante producten. Dit bedrijf levert namelijk een product die verwarming en koeling vanuit het plafond mogelijk maakt, het speciale aan deze producten is dat het panelen zijn die geplaatst kunnen worden in een systeemplafond. De panelen worden vervolgens door middel van slangen aangesloten op een watercircuit, hierdoor wordt het mogelijk om met het plafond te verwarmen of te koelen. Dit systeem kan aangesloten worden op bijvoorbeeld het verwarmingscircuit van het gebouw, een zonnecollector, een indirect aangesloten verdamper, een warmtepomp etc.

In het geval van een verswinkel is dit natuurlijk een heel mooi concept omdat hier vaak systeemplafonds in verwerkt zijn. Het is volgens ons dan ook zeker de moeite waard om dit concept nader te onderzoeken.

**Biddle**

Bij het bedrijf Biddle hebben we even kort stil gestaan om dat we dit bedrijf in ons vooronderzoek al tegen zijn gekomen. Biddle levert voornamelijk luchtbehandelingsinstallaties en luchtgordijnen, in het laatste zijn wij in geïnteresseerd. Een luchtgordijn is mooie oplossing om in het geval van een open pui, temperatuur en andere invloeden vanuit de buitenlucht te weren uit de winkel. Na een kort gesprek bleek dat een dergelijk luchtgordijn voor ons zeker toepasbaar zal zijn. Een bijkomend voordeel is dat er bij de aanzuig geen standaard elementen geplaatst zijn, het dat ook mogelijk om er zelf een verdamper en of warmte-element te plaatsen voor de aanzuig om zo de temperatuur van het luchtgordijn te beïnvloeden.

**Evaluatie**

Gedurende de beurs viel ons op dat een aantal elementen vrij veel terug kwamen, een product dat we heel veel te zien hebben gekregen is de warmtepomp. Op zicht is dit natuurlijk niet zo heel vreemd omdat we in een tijd leven waar alles energie zuiniger en duurzamer moet. Een warmtepomp is een product die veel hogere rendementen behaalt dan een huidige HR verwarmingsketel.

Een onderwerp dat we op de beurs ook heel veel terug zagen komen is klimaatbeheersing in een schoolgebouw. De klimaatbeheersing en luchtverversing hiervan is zeer belangrijk omdat in de lesruimten relatief veel personen aanwezig zijn. Deze personen die in de ruimten aanwezig zijn produceren allemaal CO<sub>2</sub>, tijdens het congres werd het beeld geschetst dat een toenemend percentage CO<sub>2</sub> direct nadelige invloed heeft op de prestaties van de leerlingen/studenten.

In het algemeen wat de beurs 'Energie 2010' en interessante beurs. We hebben geen schokkende nieuwe dingen gezien maar wel leuke contacten gelegd die we tijdens het project nog kunnen raadplegen.

## Bijlage 5: Bedrijfsbezoeken

### Bedrijfsbezoeken

#### Bezoek TNO Apeldoorn

Gesproken met: Harm Schiphouwer

Tijdens het bezoek aan de TNO in Apeldoorn zijn er een aantal systemen toegelicht. Dit zijn:

- De klimaatkamer
- Testen van koelmeubelen
- WarmteKrachtKoppeling

Elk systeem wat getest wordt, staat opgesteld in een klimaatkamer. Dit kan in een kamer zijn waarbij de condensor in de unit zelf zit, maar ook in twee klimaatkamers waarbij de condensor in de andere kamer geplaatst is. Wanneer er gebruik gemaakt wordt van een externe condensor wordt er een geijkte flowmeter van TNO in het leidingsysteem geplaatst.

De klimaatkamer heeft zijn eigen klimaatregeling, deze regelt de ruimte op een vaste waarde volgens de Europese Norm en is 25 °C. met 60 % RV. De lucht wordt door middel van drie ventilatoren die boven elkaar geplaatst zijn in de ruimte ingebracht door een geperforeerde wand, hierdoor krijg je een homogene luchtstroom van 0,6 meter per seconde.

De koeltoonbanken worden getest in de klimaatkamers, deze test toont aan of de toonbank voldoet aan de Europese Norm. De meting van de koelmeubelen duurt een week een gaat 24 uur per dag door.

Om te kunnen voldoen aan de Europese norm mogen de producten in de toonbank niet warmer zijn dan 7 °C. Deze temperatuur wordt op verschillende plaatsen gemeten en bij de grotere toonbanken zelf op 54 plaatsen. Deze meting wordt verricht door thermokoppels, deze meet het verschil tussen de waarde op de gemeten plek en zijn referentie, smeltend ijs.

Bij TNO is het gebruikelijk dat de producent van de het koelmeubel het apparaat zelf installeert in de klimaatkamer en inregelt.

## **Bedrijfsbezoek Brink Climate Systems**

Op vrijdag 22 oktober is er een bedrijfsbezoek bij Brink Climate Systems te Staphorst gedaan om te bekijken hoe dit bedrijf omgaat met luchtbehandeling en klimaatbeheersing.

Het bedrijf Brink produceert het volledige klimaatbeheersingssysteem voor gebouwen, denk hierbij aan de verwarmingsunit, de luchtkanalen, de uitblaasrooster en de warmte terugwin wisselaar.

Nadat wij ons aangemeld hadden bij de receptie werden wij ontvangen door Rene van Zutpent. Na een korte uitleg over waar wij naar op zoek zijn vertelde Rene ons hier geen standaard oplossing voor te hebben, dit hadden wij ook niet gezien de complexiteit van het probleem.

Verder heeft Rene ons uitgelegd wat er zoal in het assortiment van Brink aanwezig is.

Bij de warmte units zit er een wezenlijk verschil in de verwarming. Dit kan uitgevoerd worden in twee systemen, namelijk direct gestookt en indirect gestookt.

Bij een direct gestookte installatie wordt de luchtstroom verwarmd door de vlam en bij een indirect gestookte installatie wordt de luchtstroom verwarmd door tussenkomst van een vloeistofcircuit.

Ook is het belangrijk om de inblaas en afzuig van de circulatielucht op strategische punten te plaatsen, zoals in het plafond, wand of de vloer.

Rene gaf aan dat woningen en andere gebouwen tegenwoordig moeten voldoen aan de EPC-norm, deze norm heeft betrekking op duurzaamheid en betrouwbaarheid. Hij geeft aan dat deze norm hoogstwaarschijnlijk ook zal gelden voor onze versinkels.

Na het gesprek hebben wij een korte rondleiding gehad door de fabriek. Als eerste kwamen we door de plaatwerkerij alwaar wij machines als een pons-nibbel machine, kantbank ed. te zien kregen. Hier worden de plaatwerk delen voor de ketels gemaakt evenals de luchtkanalen die in de woningen gemonteerd worden. Opvallend is dat deze luchtkanalen rechthoekig uitgevoerd zijn, dit heeft als reden dat deze vorm makkelijker weg te werken is in het plafond of in de vloer mee te storten is.

In de volgende hal werden de warmte terugwin wisselaars geproduceerd, deze bestaan uit een veelvoud van kunststof platen waar een ruw profiel in geperst wordt. Deze platen worden afzonderlijk gestanst en gevormd waarna ze door een speciale machine in elkaar gelijmd worden. Dit assemblageproces neemt zo rond een half uur in beslag, na dit half uur zijn er vier WTW wisselaars klaar. Dit proces wordt 24 uur per dag uitgevoerd.

Het laatste deel van de fabriek dat wij gezien hebben is de assemblage afdeling waar de ketelunits geproduceerd worden. Het mooie aan dit assemblageproces is dat de ketelunit op een circuit wordt geplaatst en vervolgens tijdens het rondgaan de ketel wordt opgebouwd. Eén persoon bouwt de ketel op, het is dus geen lopende band idee waar iedereen de hele dag zijn eigen onderdeel in plaatst.

Aan het einde van de rondleiding kregen we in het pand van Brink een aantal eigen installaties te zien die de kantine en de ontwerpafdeling van luchtbehandeling voorziet.

## Biddle

Woensdag 3 november is er een bedrijfsbezoek gedaan bij het bedrijf Biddle in Kootstertille. Biddle produceert machines en apparaten voor klimaatbeheersing zoals: luchtverhitters, wandconvectoren en luchtgordijnen.

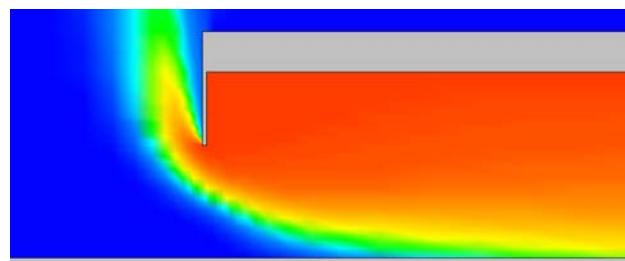
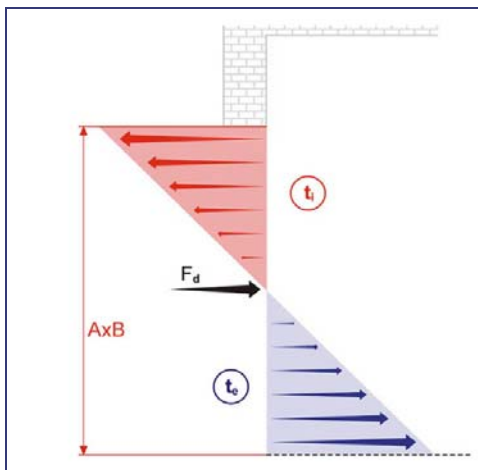
Bij aankomst werden wij ontvangen door de heer Michel Riksema en meegenomen naar een vergaderzaal. Na een korte introductie over KMI-Apeldoorn en onze afstudeeropdracht heeft Michel een verhaal gehouden over Biddle en zijn producten.

Biddle is van oorsprong een brits bedrijf die zijn vleugels wou uitslaan over het Europese vaste land. De vestiging in Nederland bestaat 50 jaar en is vandaag de dag de hoofdvestiging van het Biddle concern.

Biddle produceert en assembleert alle producten in eigen beheer in de fabriek in Kootstertille. Het bedrijf hanteert geen voorraad maar produceert vrijwel alleen op afroep.

Verder verzorgt Biddle geen montagewerk op locatie omdat alles via een installateur verloopt die de producten van Biddle verkoopt en monteert.

Na de introductie over het bedrijf is Michel wat dieper in gegaan op het fenomeen luchtgordijnen. Als eerste probeerde Michel visueel te maken wat er gebeurt bij een openstaande deur waar geen luchtgordijn is toegepast. Hierbij zal bij de bovenste helft van de deur de warme lucht van binnen het pand naar buiten stromen en bij de onderste helft van de deur zal de koude lucht van buiten naar binnen stromen. Tussen deze stromingen zal er dus ergens een neutraal gebied liggen waar er geen stroming van lucht aanwezig is zoals weergegeven staat in onderstaande figuren.



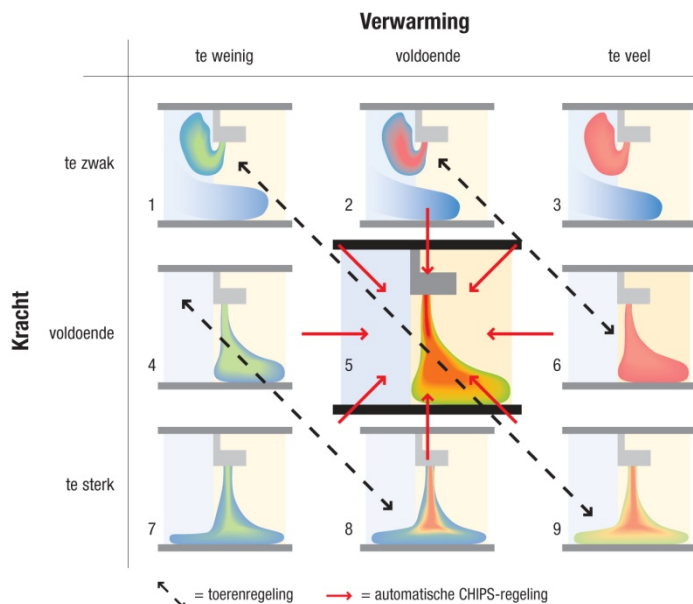
Boven de deur wordt een cassette geplaatst die in staat is om een 'gordijn' van lucht over de deuropening te laten vallen die de luchtstroom van binnen naar buiten en vice versa tegengaat.

Een perfect luchtgordijn creëren is niet gemakkelijk, er zijn zeer veel factoren die de vorm en de afmetingen beïnvloeden. Vaak is er in de cassette van het luchtgordijn een verwarmingselement opgenomen, zodat er een luchtgordijn gevormd kan worden van warme lucht. Deze lucht mag niet te heet zijn i.v.m. het comfort van de personen die door het gordijn heen lopen. Ook is een te warm gordijn technisch gezien niet goed omdat warme lucht de neiging heeft om op te stijgen, dit gaat tegen de werking van het luchtgordijn in omdat hierbij de lucht van boven naar beneden neerdaalt. Een maximum waarde van de temperatuur van de lucht uitblaas is 35 á 40°C, dit ligt dus rond de lichaamstemperatuur van de mens.

Het verwarmingselement kan een spiraal zijn die gevoed wordt door elektriciteit of door water vanaf een CV installatie.

De luchtverplaatsing of de flow van het luchtgordijn is ook een belangrijke factor om de volledigheid van gordijn te garanderen, de luchtstroom zal volledig tot de grond moeten komen om zo een goede afdichting te vormen. Wanneer een cassette te weinig lucht uitblaast komt het gordijn niet tot de grond en dicht deze dus niet volledig af. In het geval dat de cassette te hard blaast gaat er veel energie verloren en is er kans op een turbulente luchtstroom waardoor de omgevingslucht gemakkelijk kan mengen in het luchtgordijn. Een goede afstelling is dus van belang.

Doordat het klimaat zowel buiten als binnen constant anders kan zijn is het van belang dat het luchtgordijn hier op ingesteld wordt, hiervoor heeft Biddle de zogeheten CHIPS-regeling ontwikkeld. In onderstaand figuur is te zien wat er fout kan zijn aan een luchtgordijn en hoe het bijgesteld wordt.



In de exclusievere uitvoeringen van de Biddle luchtgordijnen is er ook een dikteregeling aangebracht in de cassette. Wanneer het luchtgordijn meer gaat blazen is de kans op turbulentie en afnemend comfort groter doordat de luchtsnelheid van het gordijn toeneemt. De dikteregeling bestaat uit een luchtklep die wijder of minder breed open kan staan om zo de luchtsnelheid van het luchtgordijn te regelen. Een schematische weergave van dit principe is te zien in onderstaand figuur.



Hoewel er bij de luchtgordijnen verschillende regelingen aangebracht zijn om ten alle tijden een goede werking te garanderen blijft het van belang om bij de aanschaf van het luchtgordijn een goed overwogen keuze te maken. Een grote deur vraagt bijvoorbeeld om een zwaarder uitgevoerd luchtgordijn dan een kleine deur. Ook kan de plaats waar een winkel gebouwd is van invloed zijn op het luchtgordijn, zo kan het verschil maken of de winkel in een winderige winkelstraat gebouwd is of in een overdekt winkelcentrum. In een overdekt winkelcentrum zal over het algemeen weinig tocht en wind voorkomen maar in een winkelstraat kan het soms vrij hard waaien, een luchtgordijn die volledig tot de grond rijkt is dan ook niet altijd te garanderen.

Een luchtgordijn heeft de mogelijkheid om een deel van het pand te verwarmen, het warmtebereik van een luchtgordijn is ongeveer zes meter. Wanneer de winkel dieper is dan zes meter heeft Biddle de mogelijkheid om deze te verwarmen met speciale luchtverwarmings cassettes, deze cassettes hebben tevens de mogelijkheid om koude lucht uit te blazen. De cassettes zijn in te bouwen in het systeemplafond, een voorbeeld hiervan is in onderstaand figuur weergegeven.



Of deze cassettes een oplossing zijn voor de versinkels van KMI is moeilijk te zeggen, het systeem is op zich mooi maar het vraagt vrij veel inbouwruimte onder het plafond.

Na de uitleg hebben wij met Michel een rondje gemaakt door de fabriek. Het eerste gedeelte dat wij bezicht hebben is de plaatwerkerij, hier staan verschillende machines zoals een pons-nibbelmachine, diverse kantbanken en puntlasmachines.

Achter de plaatwerkerij is een complete coating straat geplaatst waar het coatwerk van de producten van Biddle in eigen beheer gecoat worden. De assemblage van de luchtgordijnen en de verwarmingsunits is achterin de fabriek, hier worden de producten ook getest op prestatie en veiligheid.

Aan het einde van de rondleiding kwamen we weer terug in de vergaderruimte, hier had Michel voor ons een tas met presentjes klaargelegd. Deze tas bestond uit een digitaal klokje, een lineaal met een ingebouwde rekenmachine erin en verschillende brochures van Biddle. Hierna kregen we een hand en werden we uitgezwaaid.