

# Filmhuis Lumen

Ontwerprapport



Arno Spek (15132994)

Leslie Tolsma (17042291)

Remco Tiebout (17016398)

Johan Ras (17096944)

# Filmhuis Lumen

Ontwerprapport

*Dit rapport bevat het onderzoek naar en ontwerp van een moderne verwarmingsinstallatie in Filmhuis Lumen.*

Arno Spek (15132994)

Leslie Tolsma (17042291)

Remco Tiebout (17016398)

Johan Ras (17096944)

WH14

De Haagse Hogeschool, Delft.

Delft, 2018

## Voorwoord

Dit verslag is geschreven ter documentatie van de stappen die zijn uitgevoerd om een meer duurzame oplossing te verkrijgen van de verwarmingsinstallatie van het Filmhuis Lumen te Delft. Ook worden de studenten met dit onderzoek vaardig gemaakt in de drie betrokken competenties: onderzoeken, ontwerpen en beheren.

Met het verslag zal inzichten verkregen worden betreft de huidige installatie in het bedrijf, de stakeholders en verschillende te gebruiken ISSO-concepten. Bovendien zal een deel van het onderzoek ook informatie verschaffen over de huidige warmte-en koelbehoefte alsmede een oplossing geven welke zorgt voor een verbetering van de huidige situatie in het kader van het kunnen toepassen van een ander energielabel.

Verder is dit verslag geschreven als (deel van de) projectopdracht voor het vak COM3B voor de opleiding Werktuigbouwkunde-B aan de Haagse Hogeschool te Delft.

Met dank aan alle betrokken coördinatoren.

## Inhoudsopgave

Voorwoord	3
H1. Inleiding	5
H2. Onderzoek naar het gebruik en onderhoud van de installaties	6
H3. Onderzoek naar installatieconcepten	15
H4. Onderzoek naar de energievraag	17
H5. Ontwerpen van een distributienet	18
H6. Ontwerpen van een regeling	23
H7. Onderzoeken van alternatieven voor verduurzaming	25
Bibliografie	27
Bijlagen	28

## H1. Inleiding

Voor allerlei gebouwen is het van groot belang dat er een goede installatie aanwezig is om het binnenklimaat aangenaam te houden. Om dit tot stand te brengen zijn er veel verschillende soorten installaties te bedenken en toe te passen. Deze installaties zorgen allen voor een verschillend verbruik van energie en de een is duurzamer dan de ander.

Dit rapport gaat in op het verduurzamen van een bestaande installatie uit het Filmhuis Lumen te Delft. Het doel van het onderzoek als geheel bestaat uit het in kaart brengen van de huidige situatie, de energievragen berekenen, installatieconcepten bestuderen en aan de hand hiervan een nieuwe oplossing te bedenken voor het verbruik en gebruik van energie, de regeling en de distributie hiervan.

Deze nieuwe oplossing wordt onderbouwd met tekeningen uit het programma StabiCAD en met berekeningen uit het programma EPA-U en uiteindelijk zal er een concluderend advies worden geformuleerd waarin de oplossing wordt weergegeven.

## H2. Onderzoek naar het gebruik en onderhoud van de installaties

### PVE

Groep	Eisen	Eenheid	Bron	Datum
<i>1. Architect</i>				
1.1	Moet conform de regelgeving van ISSO 43 zijn ontworpen	n.v.t.	ISSO	29-11-2018
1.2	Het klimaatsysteem moet binnen 17,07 vierkante meter passen	m2	StabiCad	29-11-2018
<i>2. Installateur</i>				
2.1	Norm voor installeren	n.v.t.	ISSO	29-11-2018
2.2	Gereedschap conform Nederlandse wetgeving	n.v.t.	ISSO	29-11-2018
<i>3. Makelaar</i>				
3.1	Bouw inclusief installatie mag maximaal .... kosten			29-11-2018
<i>4. Aannemer</i>				
4.1	Bouwbesluit is conform eisen en wensen en ligt vast			29-11-2018
4.2	De documentatie van de warmte/koude-installatie zijn aanwezig en geverifieerd	n.v.t.	Handboek	29-11-2018
4.3	De documentatie betreft de bouw en installatie van het gebouw zijn aanwezig en geverifieerd	n.v.t.	Handboek	29-11-2018
<i>5. Europa Cinemas</i>				
5.1	Er wordt per tijdsperiode verslag uitgebracht	n.v.t.		29-11-2018
<i>5. Producenten onderdelen installatie</i>				
5.1	De bouwtekeningen zijn volgens de “...” norm			29-11-2018

6. <i>Klanten</i>				
6.1	Een verblijfsgebied en een verblijfsruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste de in tabel 3.28 aangegeven capaciteit per persoon.	n.v.t.	ISSO	29-11-2018
6.2	De temperatuur moet in het gehele gebouw tussen x en x graden Celsius zijn	graden Celsius	Norm/Overheid	29-11-2018
6.3	De luchtvochtigheid moet tussen de 25% en 75% liggen	%	Overheid/ Norm	29-11-2018
7. <i>Medewerkers</i>				
7.1	De toevoer van verse lucht veroorzaakt in de leefzone van een verblijfsgebied een volgens NEN 1087 bepaalde lichtsnelheid die niet groter is dan 0,2 m/s.	m/s	ISSO	29-11-2018
	Een verblijfsgebied heeft een voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 0,9 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm <sup>3</sup> /s.	dm <sup>3</sup> /s	ISSO	29-11-2018

# Stakeholders Filmhuis Lumen

“Wat zijn de wensen en eisen van de personen die betrokken zijn bij het gebouw en de installatie?”

## Invloed:

**ZH** = zeer hoog

**H** = hoog

**M** = matig

**L** = laag

## Primair:

### Ontwikkeling:

- |   |          |                       |
|---|----------|-----------------------|
| ● <u>Ontwikkelaar</u>   | <b>M</b> | <b>Belanghebbende</b> |
| <i>Eisen:</i>   |          |                       |
| - Moet de zaken rondom de grond waar gebouwd wordt regelen                                |          |                       |
| - Moet de functie en het ontwerp van het gebouw regelen                                   |          |                       |
| - Moet aannemer contracteren  |          |                       |
| - Moet een bouwvergunning verkrijgen  |          |                       |
| <i>Wensen:</i>  |          |                       |
| - Moet het financieel aantrekkelijk houden  |          |                       |
| ● <u>Architect</u>  | <b>M</b> | <b>Belanghebbende</b> |
| <i>Eisen:</i>   |          |                       |
| - Moet duurzame mogelijkheden toepassen in het ontwerp                                    |          |                       |
| - Moet een modern ontwerp maken   |          |                       |
| - Moet een ergonomisch ontwerp maken  |          |                       |
| <i>Wensen:</i>  |          |                       |
| - Moet binnen het budget blijven  |          |                       |
| ● <u>Constructeur</u>   | <b>M</b> | <b>Belanghebbende</b> |
| <i>Eisen:</i>   |          |                       |
| - Moet materialen kiezen die gebruikt gaan worden   |          |                       |
| - Moet de constructie doorberekenen   |          |                       |
| <i>Wensen:</i>  |          |                       |
| - Moet binnen het budget blijven  |          |                       |
| ● <u>Installatie-adviseur</u>   | <b>M</b> | <b>Belanghebbende</b> |
| <i>Eisen:</i>   |          |                       |
| - Moet inzicht geven op de kosten over meerdere jaren bij het gebruik van een installatie |          |                       |
| - Moet advies geven op het onderhoud en gebruik van de installatie                        |          |                       |
| - Moet duurzame mogelijkheden verwerken in de adviezen                                    |          |                       |



## **Bouw:**

- Installateur **M** **Belanghebbende**  
*Eisen:*
  - De te installeren onderdelen zijn van het merk en type “...”
  - De processen die te volgen zijn voor het installeren, zijn volgens het protocol: “...”
  - De gebruikte onderdelen zijn bekend en kunnen volgens “mijn” reguliere installatiemethode worden geïnstalleerd.*Wensen:*
  - De te installeren onderdelen zijn “gemakkelijk” te installeren, aldus de methode hiervoor is vereenvoudigd/vanzelfsprekend
  - In geval van moeilijkheden bij het installeren is er een heldere uitleg beschikbaar die mij in staat stelt de onderdelen toch zelfstandig te installeren.
  - Indien deze uitleg niet beschikbaar is, is er een vertrouwenspersoon te bereiken die mij de te volgen stappen op een goed te volgen manier (telefonisch) kan uitleggen
- Makelaar **M** **Belanghebbende**  
*Eisen:*
  - Het pand is volgens de (Europese/Nederlandse) richtlijnen zonder problemen te verkopen.
  - Het pand is waardevast en heeft documentatie dat dit feit onderbouwd*Wensen:*
  - Het pand is (met de huidige geïnstalleerde warmte/koude-voorzieningen op een goede manier te verkopen op de markt
  - Het pand heeft geen tot weinig werk nodig om het pand verkoop klaar te maken
- Aannemer **M** **Belanghebbende**  
*Eisen:*
  - De benodigde certificaten om het gebouw te bouwen zijn aanwezig en geverifieerd
  - De gespecificeerde certificaten voor de warmte/koude-installatie zijn aanwezig en geverifieerd
  - De bouwplannen zijn conform eisen en wensen en liggen vast*Wensen:*
  - Bij calamiteiten in de bouw kan er feilloos contact worden gelegd met de gecontracteerde en zal er minimale belemmering zijn bij de bouw van het pand
  - Er is ten allen tijde een contactpersoon ter beschikking om enige calamiteiten bij te melden
- Producenten onderdelen installatie **M** **Belanghebbende**  
*Eisen:*
  - De bouwtekeningen zijn volgens de “...” norm en zijn helder (genoeg) voor de productie van de onderdelen
  - Afnemers hebben een gecontracteerd verband met ons, de producent, om de onderdelen af te nemen na het maken ervan*Wensen:*
  - Er is ruimte voor eventuele (onvoorziene) vertraging van de productie van de onderdelen
  - Bij een verkeerd eindproduct mogen de producten (kosteloos) opnieuw gemaakt worden.

## **Gebruik:**

- |  |           |                           |
|--|-----------|---------------------------|
| - <u>Klanten</u>   | <b>ZH</b> | <b>Belangrijke speler</b> |
| <i>Eisen:</i>  |           |                           |
| - Er moeten voldoende films te zien zijn in het filmhuis                   |           |                           |
| - De temperatuur binnen moet aangenaam zijn                                |           |                           |
| - Er moeten bruikbare wc's beschikbaar zijn                                |           |                           |
| <i>Wensen:</i>   |           |                           |
| - De films zijn van goede kwaliteit  |           |                           |
| - Er kan wat gedronken/gegeten worden in de ontvangstzaal                  |           |                           |
| - De films worden op aangename tijden in de avond gedraaid                 |           |                           |
|  |           |                           |
| - <u>Vrijwilligers/medewerkers</u>   | <b>ZH</b> | <b>Belangrijke speler</b> |
| <i>Eisen:</i>  |           |                           |
| - Er moet vooraf een planning zijn voor de werkzaamheden                   |           |                           |
| - De werkzaamheden moeten vooraf duidelijk zijn                            |           |                           |
| <i>Wensen:</i>   |           |                           |
| - Tijdens het werk kan er een consumptie genomen/gegeten worden            |           |                           |
| - In de vrije tijd kunnen er films gekeken worden                          |           |                           |
|  |           |                           |
| - <u>Leveranciers (Nutsbedrijven)</u>                                      | <b>H</b>  | <b>Beïnvloeder</b>        |
| <i>Eisen:</i>  |           |                           |
| - Er moet een betaling vooraf worden gedaan van de levering                |           |                           |
| - Er moet een duidelijk tijd worden afgesproken voor de levering           |           |                           |
| <i>Wensen:</i>   |           |                           |
| - Tijdens het lossen wordt er geholpen door het personeel                  |           |                           |
| - Er zijn hulpmiddelen beschikbaar om het lossen te versimpelen            |           |                           |
| - Voor het lossen kan er op korte afstand geparkeerd worden.               |           |                           |
|  |           |                           |
| - <u>Belegger/eigenaar</u>   | <b>ZH</b> | <b>Belangrijke speler</b> |
| <i>Eisen:</i>  |           |                           |
| - Het geïnvesteerde geld moet rendement opleveren.                         |           |                           |
| <i>Wensen:</i>   |           |                           |
| - Er wordt maandelijks verslag uitgebracht over de huidige situatie        |           |                           |
|  |           |                           |
| - <u>Financier</u>   | <b>ZH</b> | <b>Beïnvloeder</b>        |
| <i>Eisen:</i>  |           |                           |
| - Het geld moet nuttig besteed worden                                      |           |                           |
| <i>Wensen:</i>   |           |                           |
| - Het filmhuis gaat met het geld dingen doen waarmee het erop vooruit gaat |           |                           |

## **Beheer:**

- Europa Cinemas **M** **Belanghebbende**  
*Eisen:*
  - Zorgen voor (Europese) films om te draaien
  - Bieden van financiële ondersteuning
  - Bieden van een alliantie*Wensen:*
  - Uitwisseling van kennis
  - Bieden van trainingen
- Gemeente Delft **H** **Belanghebbende**  
*Eisen:*
  - Locatie bieden voor het filmhuis*Wensen:*
  - Omgeving begaanbaar maken voor bezoekers
- Onderhoud/reparateur **M** **Belanghebbende**  
*Eisen:*
  - Maakt gebruik van gecertificeerd gereedschap
  - Heeft een vast aantal periodieke controles*Wensen:*
  - Houdt de kosten schappelijk

## *Secundair:*

- Bovenburen **M** **Beïnvloeder**  
*Eisen:*
  - Geluidsniveau dat binnen de wettelijke normen valt
  - Geen belemmering in het uit/intreden van de woning*Wensen:*
  - Zo laag mogelijk geluidsniveau van het beneden gelegen bedrijf
  - Over het algemeen een zo min mogelijke ordeverstoring ten behoeve van het normaal kunnen wonen/leven in de woning
- Media **M** **Beïnvloeder**  
*Eisen:*
  - kent naar mijn mening geen eisen/wensen betreft het pand/de installatie. De media zal naar mijn idee juist alleen reageren, mocht er iets niet "kloppen" in de ogen van "de massa". Dus zijn zij geen directe stakeholders, maar ook geen indirecte stakeholder, maar moet er wel gekeken worden naar wat voor gevolgen de "fouten" in de installatie in het gebouw voor gevolgen hebben voor de berichten die zich in de media kunnen voordoen.
- Producenten films **H** **Beïnvloeder**  
*Eisen:*
  - Moet aantrekkelijke en intrigerende films leveren
  - Moet voldoende films leveren
  - Moet verschillende genres aan films leveren

- Vakbond

**L**

**Belanghebbende**

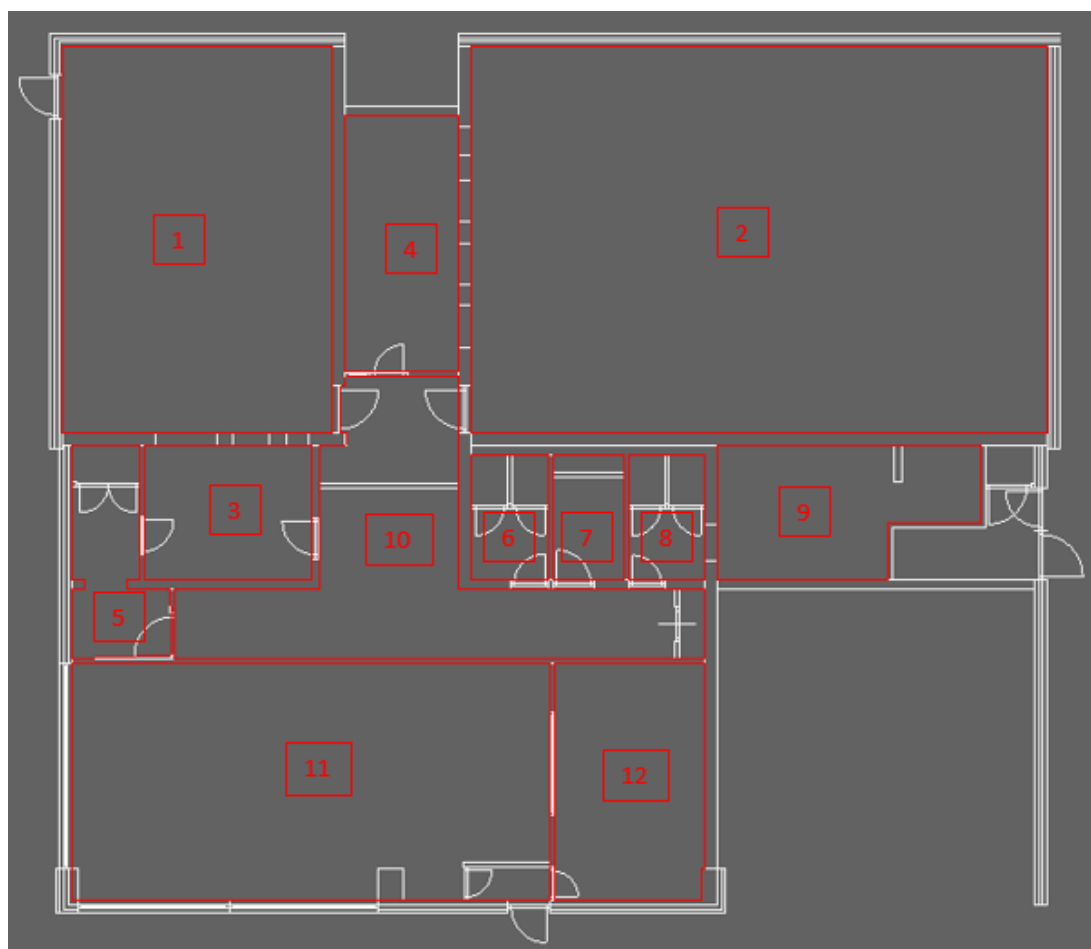
*Eisen:*

- Moet de individuele belangen van werknemers behartigen
- Moet de arbeidsvoorwaarden opstellen met de werkgever
- Onderhandelt namens de werknemers met andere partijen

*Wensen:*

- Houdt prijzen van lidmaatschap rendabel
- Houdt werknemers op de hoogte

## Gebruiksfuncties Filmhuis Lumen



1	Kleine zaal
2	Grote zaal
3	Projectieruimte Kleine zaal
4	Projectieruimte Grote zaal
5	Kassa
6	Herentoilet
7	Vrouwentoilet
8	Invalidentoilet
9	Installatieruimte
10	Gang
11	Foyer
12	Kantoor

**Bijeenkomstfunctie:** Kl. en Gr. Zaal, Foyer  
**Kantoorfunctie:** Kantoor  
**Winkelfunctie:** Kassa  
**Gezondheidsfunctie:** Heren/dames en invaliden toilet  
**Overig:** Pr ruimte Kl. en Gr., Installatieruimte, Gang

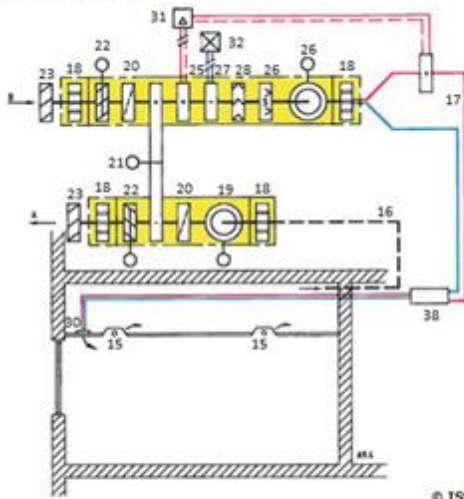
Definities van de bovengenoemde functies:

Bijeenkomstfunctie:	Het samenkomen van personen voor kunst, cultuur, godsdienst, communicatie, kinderopvang, het verstrekken van consumpties voor het gebruik ter plaatse of het aanschouwen van sport (verg. sportfunctie)
Kantoorfunctie:	Administratie
Handelsfunctie:	Het verhandelen van materialen, goederen of diensten
Gezondheidsfunctie:	Medisch onderzoek, verpleging, verzorging of behandeling
Overig:	Gebruiksfunctie voor activiteiten waarbij het verblijven van mensen een ondergeschikte rol speelt.

### H3. Onderzoek naar installatieconcepten

#### Installatieconcept A9.4: Verwarmde/gekoelde ventilatielucht d.m.v. twee-kanalensysteem – variabel debiet.

Principeschema



© ISSO,

Legenda

- 15. Verlichtingsarmatuur
- 16. Afzuigkanaal
- 17. Toevoerkanaal
- 18. Geluiddemper
- 19. Afzuigventilator
- 20. Luchtfiler
- 21. Warmtewiel (zie opties)
- 22. Kleppensectie
- 23. Buitenluchtrooster
- 24. Toevoerventilator
- 25. Verwarminosbatterij
- 26. Bevochtiger (optie)
- 27. Koelbatterij
- 28. Druppelvanger
- 30. Luchtinblaasrooster
- 31. Ketel
- 32. Koelmachine
- 38. Mengbox
- A = Afvoerlucht
- B = Buitenlucht

Installatie-opties

Luchtbehandeling		Toepasbaarheid	Zie figuur
Warmteterugwinning	Geen	geschikte optie	107
	Recirculatie	soms toepasbaar	107
	Twee-elementensysteem	geschikte optie	107
	Kruisstroomwarmtewisselaar	geschikte optie	107
	Roterende warmtewisselaar	geschikte optie	107

Warmte opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Ketel	geschikte optie	108
Stadsverwarming	geschikte optie	108
Warmte/kracht	geschikte optie	109
Warmtepomp	geschikte optie	109
Lange termijn warmte-opslag	geschikte optie	111

Koude opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Compressiekoeling	geschikte optie	115
Absorptiekoeling	geschikte optie	115
Korte termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Lange termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Adiabatische koeling	soms toepasbaar	118
Cascadekoeling	soms toepasbaar	119

Installatiefuncties

Installatiefunctie	Gebouwniveau	Vertrekniveau
Verwarmen		
Ventileren		
Filteren		
Bevochtigen		
Koelen		
Regelen	Verwarming	
	Koeling	
Groen: aanwezig		
Geel: optie		
Rood: niet aanwezig		

Werking concept:

Dit installatieconcept is gericht op het verwarmen en koelen van ventilatielucht met een twee kanalensysteem. Er is een instromende luchtstroom vanaf de buitenlucht. Deze lucht gaat door een rooster en passeert vervolgens een geluiddemper. Met een door een servomotor, mechanisch gestuurde klep kan de hoeveelheid instromende lucht worden geregeld.

Vervolgens passeert de lucht een filter, alvorens deze aankomt bij het warmtewiel. Dit is de warmtewisselaar tussen de warmtestromen. Deze soort warmtewisselaar heeft een hoog rendement (80-90%) wat betreft het opslaan en het afgeven van warmte.

De ingaande lucht kan vervolgens behandeld worden met een koelbox inclusief koelbatterij of met een CV-ketel inclusief verwarmingsbatterij. In dit concept is er de mogelijkheid tot het toepassen van alternatieve warmte/koude-opwekkingssystemen.

Na de verandering van de temperatuur, kan de instromende lucht ook worden behandeld met een druppelvanger en een optionele luchtbevochtiger. Door deze druppelvanger en bevochtiger kan er een aangename klimaat worden gecreëerd in de ruimtes. Als laatste wordt er in het ingaande luchtkanaal nog een tweede geluiddemper toegepast. Door de twee dempers (en de andere twee in het uitgaande luchtkanaal) zal de geluidshinder veroorzaakt door de ventilatoren van de afzuiging, sterk worden verminderd.

De behandelde ingaande lucht wordt naar de mengbox geleid via een apart kanaal voor zowel de verwarmde, als de gekoelde lucht. Na de vermenging wordt de lucht door tactisch-geplaatste lucht-inblaasroosters in de ruimte gebracht.

De lucht wordt ook weer afgezogen via een enkel afzuigkanaal (voor elke ruimte). Het zal eveneens een geluidsdemper en een luchtfilter passeren, alvorens deze weer bij het warmtewiel terecht komt. Door de wisselwerking tussen de ingaande en de uitgaande lucht kan er een warmte uit de ruimtes worden teruggewonnen en is er een uitgebalanceerde ventilatie mogelijk.

Voordelen:

- De opwarm- en afkoeltijd is gering;
- Zowel de verwarming, koeling en de ventilatie is geïntegreerd in een enkel systeem;
- Een individuele temperatuurregeling is mogelijk;
- Mogelijkheid tot het gebruik van alternatieve warmte/koude-opwekkingssystemen;
- Mogelijkheid tot het terugwinnen van warmte uit circuit;
- Variabel ventilatiedebiet;
- Gebalanceerde ventilatie;
- Gefilterde/bevochtigde/ontvochtigde lucht;

Nadelen:

- Koudeval aan gevel niet op te vangen;
- Hogere luchttemperatuur nodig in de winter (zonder stralingsafgifte);
- Tocht is een factor met veel invloed op de werking van het systeem;
- De luchtkanalen nemen veel ruimte in beslag;
- Het energieverbruik voor het luchttransport is hoog;



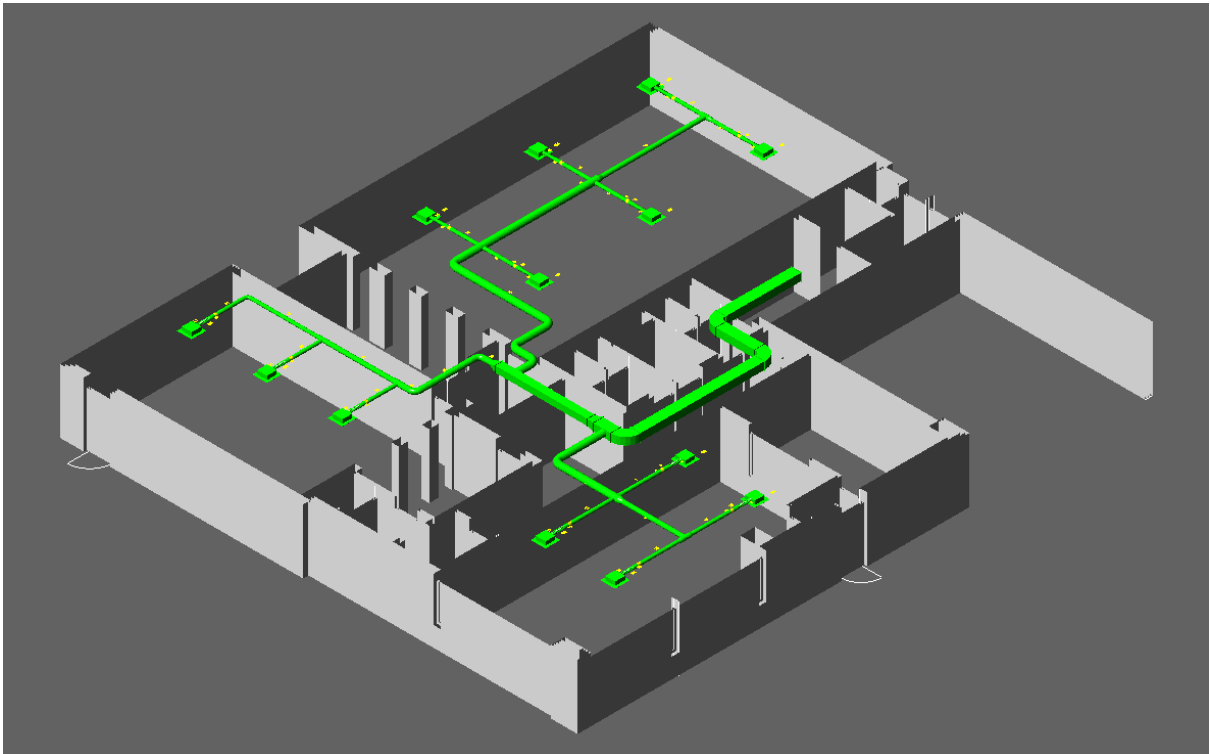
## H4. Onderzoek naar de energievraag

Debiet per ruimte		
- Kleine zaal :	33411	11867
- Grote zaal :	11620	12348
- Pr kle zaal :	11610	1390
- Pr Gr zaal :	-281,14	678,32
- Kassa :	1142,1	734,98
- H toilet :	-186,03	334,32
- I toilet :	-101,23	249,12
- V toilet :	-186,03	334,32
- I-ruimte :	790,21	1848,06
- Gang :	24,387	9667
- Foyer :	43495	17596
- Kantoor :	5513	3136
	+ 121028,31	+ 60133,12
Bzonder □		

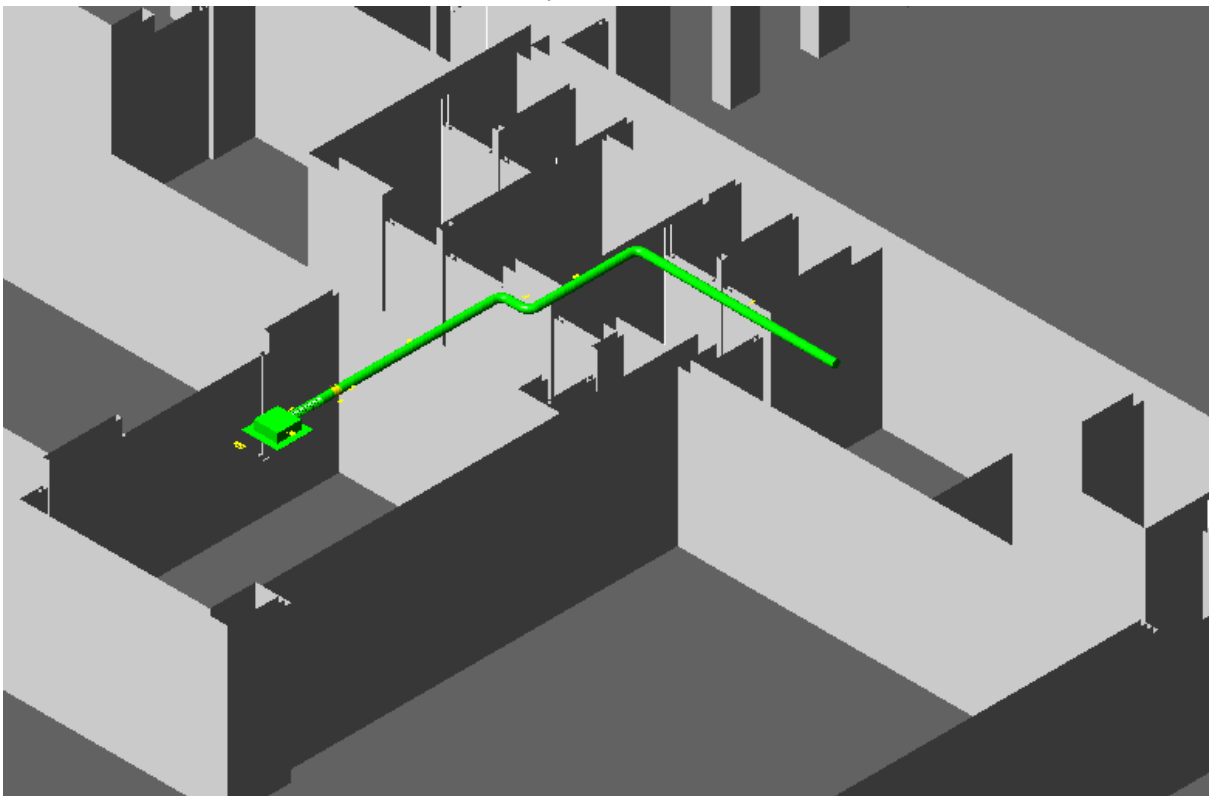
Deze getallen in tabelvorm. Links is in de winter. Rechts in de zomer. Dit is het debiet per ruimte EN ook het vermogen nodig per ruimte om hem warm te houden.

En Uitleg van de berekeningen aan de hand van het stukje uit 'Details van ruimtes'

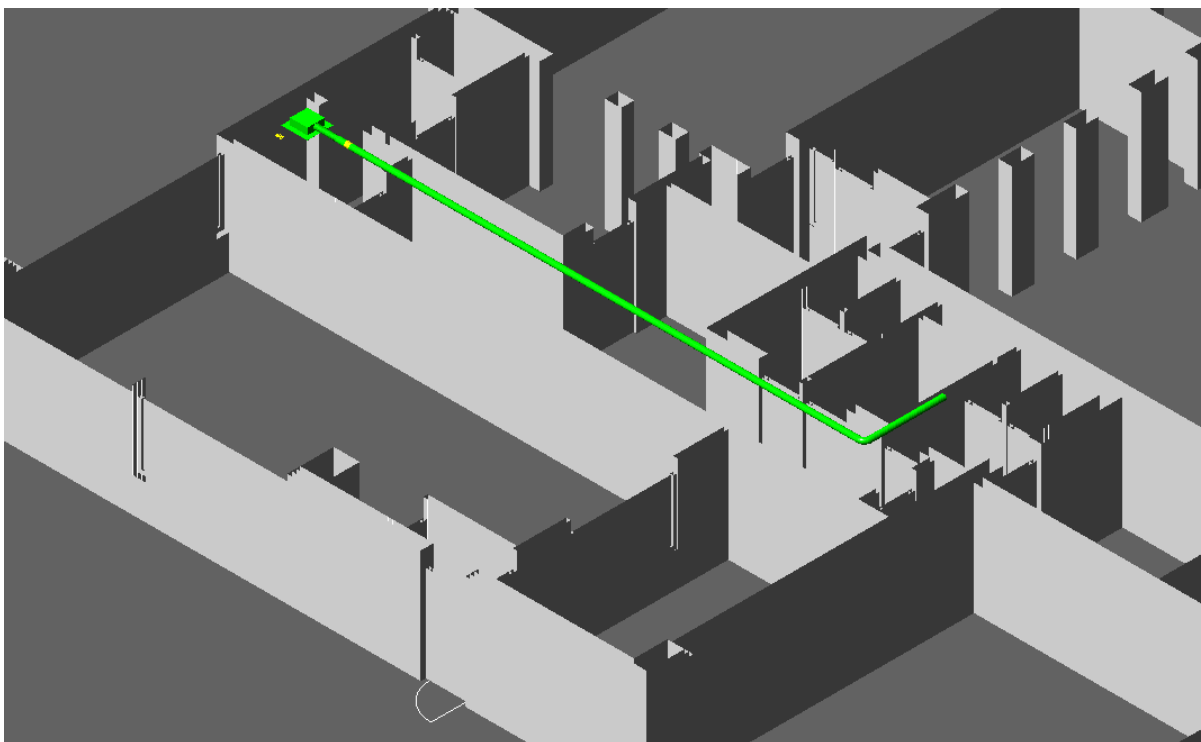
## H5. Ontwerpen van een distributienet



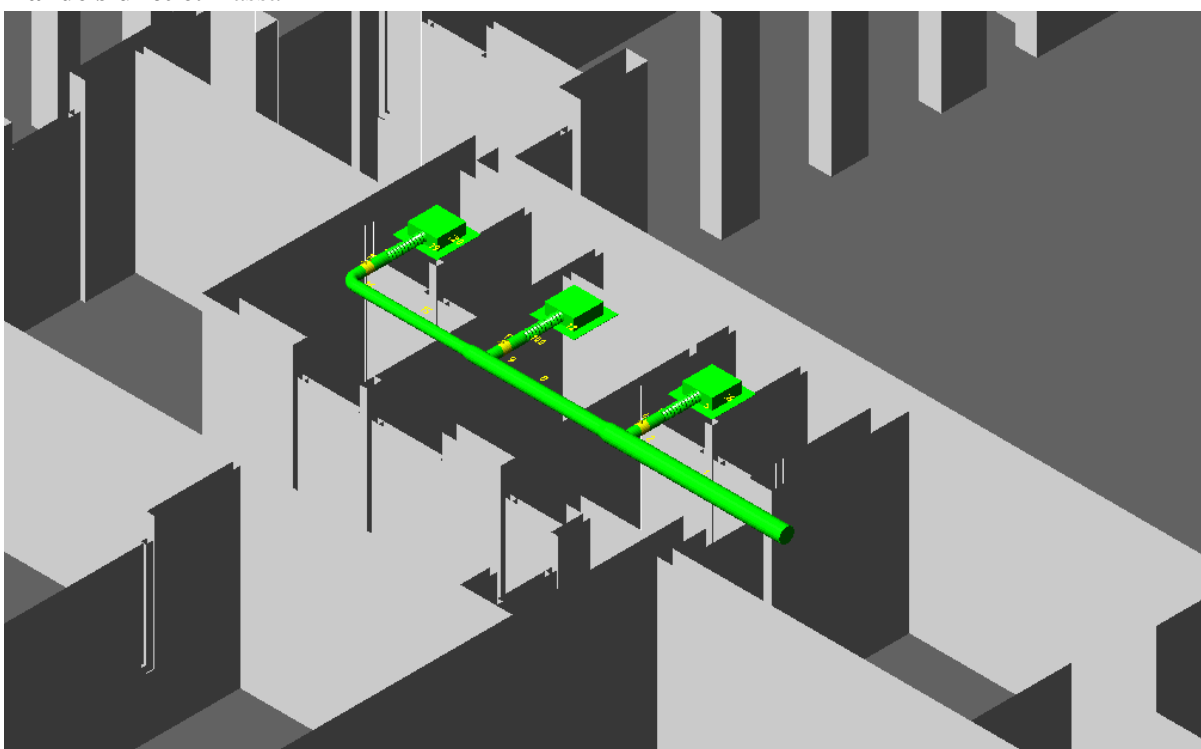
**Bijeenkomstfunctie:** Gr. Zaal, Kl. Zaal en Foyer



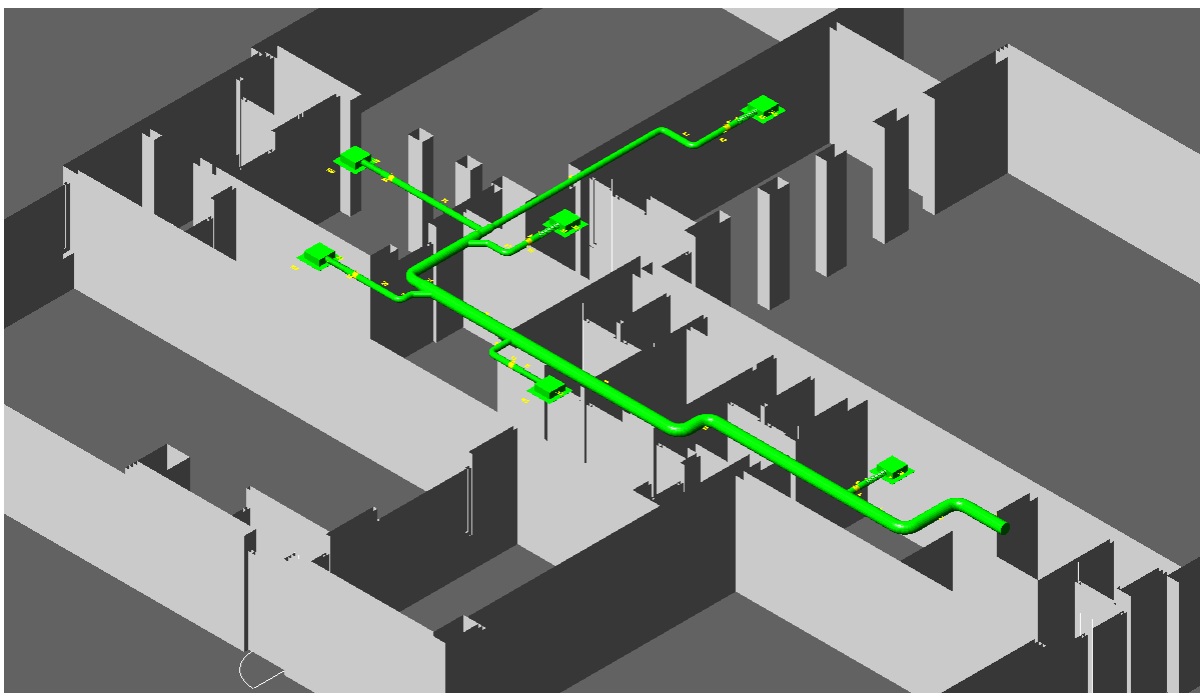
**Kantoorfunctie:** Kantoor



**Handelsfunctie:** Kassa



**Gezondheidsfunctie:** Heren-, Dames- en Invalidentoilet



**Overige:** Installatieruimte, Gang, Projector Ruimte Gr. Zaal en Kleine Zaal

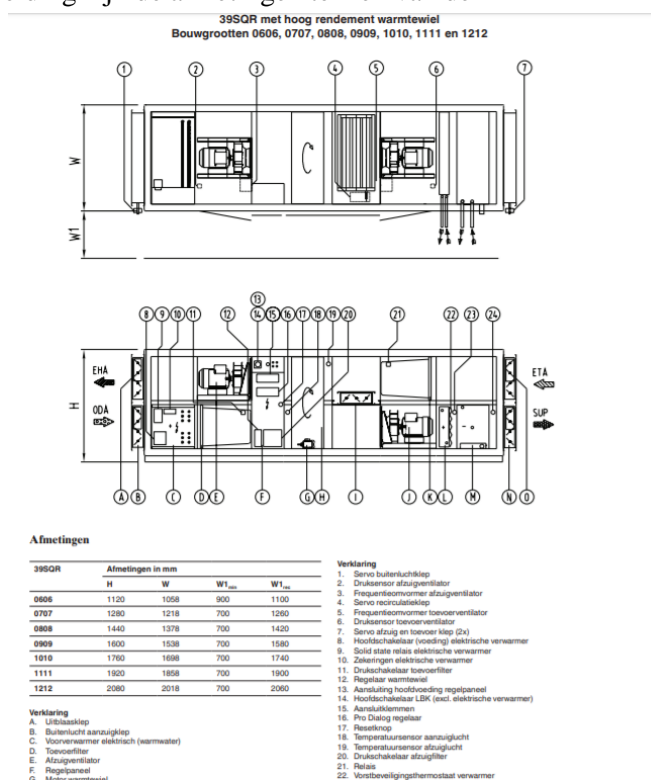
### 3.4.2 Bepaal de plaats van de luchtbehandelingskast en de afmetingen van de technische ruimte

Er zijn verschillende soorten luchtbehandelingskasten en deze zijn er ook in verschillende maten. Via een klein onderzoekje ben ik op de website van Carrier gekomen. Deze firma verkoopt onder andere luchtbehandelingskasten, in onderstaande afbeelding zijn de afmetingen te zien van de luchtbehandelingskasten, deze heb ik gevonden in hun brochure

#### Afmetingen luchtbehandelingskast

Om de afmetingen van de luchtbehandelingskast te bepalen moeten we nagaan wat wij zelf hadden berekend.

Daarom hebben wij gekozen om de afmetingen van de 39SQR 1010 te nemen omdat die het meest overeen komt met onze technische gegevens. Deze maten zijn verwerkt in de tabel afmetingen.



Figuur 1: [https://www.carrier.nl/~media/Product\\_pdfs/39-serie/39SQ/03-Installatie-IOM/39SQ\\_IOM\\_04-2012\\_NL.ashx](https://www.carrier.nl/~media/Product_pdfs/39-serie/39SQ/03-Installatie-IOM/39SQ_IOM_04-2012_NL.ashx)

### Afmetingen technische ruimte

Nu de afmetingen van de luchtbehandelingskast bekend zijn kunnen de afmetingen van de technische ruimte bepaald worden. Daarna kan de positie van de luchtbehandelingskast bepaald worden.

De luchtkanalen van heel het gebouw komen via een schacht naar de technische ruimte toe. Het is dan ook de bedoeling dat de kast naast deze schacht wordt geplaatst zodat het makkelijk geïnstalleerd kan worden. En om op deze manier ruimte te besparen.

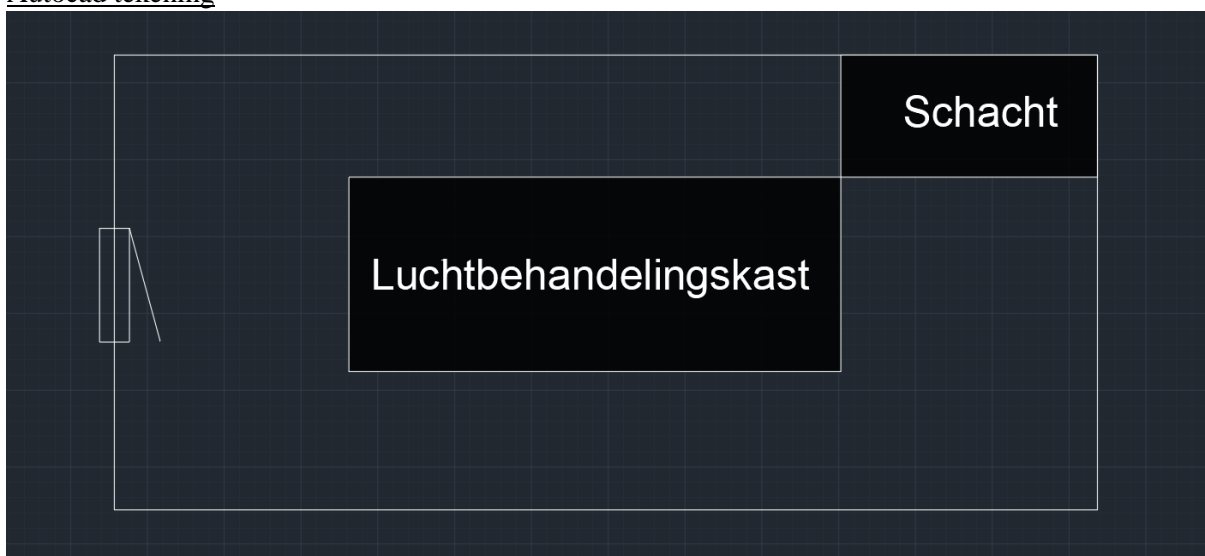
Er zal op ten duur ook onderhoud moeten worden gepleegd om alles zijn werk te laten doen. Daarom houden wordt er rond om de machine minimaal 2 meter tot de muur afstand gehouden. Op deze manier is er voldoende ruimte om rond de machine te werken en om onderdelen te vervangen. Leidingen rond de machine hebben dan ook voldoende ruimte om geïnstalleerd te worden.

Daarom hebben wij bepaald dat de technische ruimte een afmeting krijgt van 16,0m lang, 7,4m breed en 3,7m hoog. Deze gegevens worden allemaal verwerkt in de tabel afmetingen.

	Luchtbehandelingskast	Technische ruimte
Lengte	12,0 m	16,0 m
Breedte	3,4 m	7,4 m
Hoogte	1,7 m	3,7 m

*Tabel 1: Afmetingen*

### Autocad tekening



### 3.4.3 Drukverliesberekening

De berekeningen van het drukverlies zijn terug te vinden in de bijlage. Hieronder zijn de resultaten weergegeven:

Verlies van buiten naar hoofdschacht: 139,4 Pa ; Afmetingen schacht: 0,25 x 1,0 m

Verlies door overgang naar vertakkingen (naar vertrekken toe, per gebruiksfunctie):

Grote zaal, kleine zaal en foyer: 35,1 Pa ; Afmeting schacht: D = 0,581 m

Kantoor: 12,8 Pa ; Afmeting schacht: 0,145 m

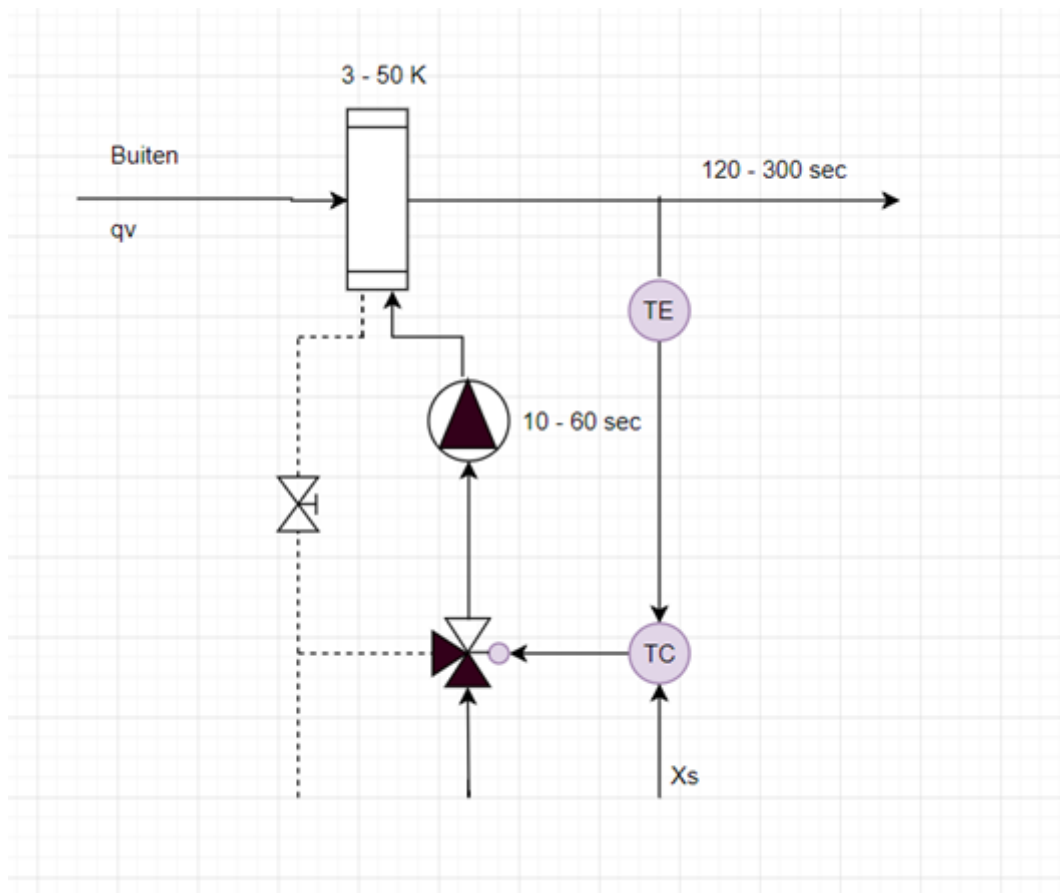
Kassa: 17,6 Pa ; Afmeting schacht: 0,074 m

Toiletten: 14,3 Pa ; Afmeting schacht: 0,043 m

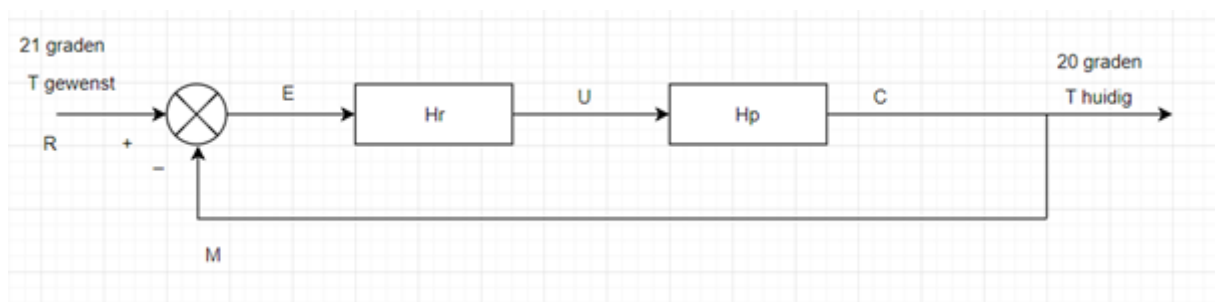
Installatieruimte, gang, pr.ruimte grote zaal, pr.ruimte kleine zaal: 84,9 Pa ; Afmeting schacht: 0,11 m

## H6. Ontwerpen van een regeling

### Processchema inclusief regeling



### Blokschema inclusief regeling



### Bestekomschrijving

#### **Algemeen**

Het gebouw bestaat uit vertrekken met de volgende gebruiksfuncties:

- Bijeenkomstfunctie (Foyer, grote zaal, kleine zaal)
- Kantoorfunctie (Kantoor)
- Gezondheidsfunctie (Heren, dames en -invalidentoilet)
- Handelsfunctie (Kassa)
- Overig (Projectieruimten, installatieruimte, gang)

## Klimaatcondities dagverblijf

Vertrektemperaturen	Zomerperiode		Winterperiode	
	Tbuiten in graden Celsius	Tvertrek in graden Celsius	Tbuiten in graden Celsius	Tvertrek in graden Celsius
Bijeenkomst	25	$18 < T < 22$	-5	$18 < T < 22$
Kantoor	25	$18 < T < 22$	-5	$18 < T < 22$
Toiletten	25	$18 < T < 22$	-5	$18 < T < 22$
Kassa	25	$18 < T < 22$	-5	$18 < T < 22$
Overig	25	$18 < T < 22$	-5	$18 < T < 22$

## Ventilatie

Conform ISSO 94 H2 figuur A9.2.

- Bijeenkomstvertrekken: Mechanische toe- en afvoer
- Kantoor: Mechanische toe- en afvoer
- Toiletten: Mechanische toe- en afvoer
- Kassa: Mechanische toe- en afvoer
- Overig: Mechanische toe- en afvoer

## Installatie

### 1 Regelen

Zaak is de temperatuur in de vertrekken op een constante waarde (20 graden Celsius) te houden. Dit wordt bereikt middels een instelbare regelaar. Deze regelaar bevat onder andere de volgende functies:

- Ruimtetemperatuur Meting
- Setpointversnelling van +/- 3K

### 2 Schakelen

Wanneer de temperatuur in een ruimte te laag is, wordt er verwarmd met een maximaal verschil van 3K. Ditzelfde principe geldt voor koelen.

### 3 Bewaken

Bij overschrijden van ingestelde waarde of setpointverstelling moet een alarmmelding worden gegeven.

### 4 Optimaliseren

Wanneer er een kleine wijziging in ruimtetemperatuur nodig is, moet niet geregeld gaan worden met de maximale setpointverstelling.



## H7. Onderzoeken van alternatieven voor verduurzaming

<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
> 1,75	1,75 - 1,61	1,60 - 1,46	1,45 - 1,31	1,30 - 1,16	1,15 - 1,06	< 1,05

**C**  
1,25 (EI)

De laatste opdracht van dit project was het onderzoeken en uitwerken van duurzame adviezen voor de installatie die in het Filmhuis gebruikt wordt. Hierboven staat het energielabel van de normale installatie zonder maatregelen. Duurzame manieren die toegevoegd kunnen worden zijn bijvoorbeeld een warmtepomp installeren, de verlichting energiezuiniger maken, kieren dichten of betere isolatie of zonnepanelen/collectoren. Een warmtepomp kan gebruikt worden om energie te besparen bij het opwarmen van water of lucht. Een warmtepomp kost echter veel geld om te installeren. De verlichting zuiniger maken kan door LED lampen of spaarlampen te installeren. Zonnepanelen/collectoren is ook een dure kostenpost, maar bespaart ook veel energie bij gebruik van zonnepanelen en de zonnecollectoren besparen veel energie omdat het water in de collectoren opgewarmd wordt en dus net als de warmtepomp energie bespaart.

Er zijn ook nog varianten op de warmtepomp. Namelijk de volgende vijf:

1. Lucht/lucht warmtepomp

Elke pomp heeft een bepaalde manier van warmte opnemen en verzamelen. De lucht/lucht warmtepomp haalt de warmte bijvoorbeeld aan lucht en geeft dat aan een koudemiddel en dat koudemiddel geeft de warmte weer af aan de lucht in de ruimte. Dit systeem is heel handig in warme landen. In Nederland wordt vaak in hotels gebruikt wanneer ruimtes niet constant verwarmd hoeven te worden.

Dit systeem wordt niet gesubsidieerd.

2. Lucht/water warmtepomp

Zoals de naam al zegt, deze pomp haalt warmte uit de lucht en geeft dat af aan een koudemiddel dat het weer doorgeeft aan water. Dit water kan op verschillende manieren gebruikt worden, bijvoorbeeld als tapwater of als water voor de verwarming.

Deze warmtepomp kan ook gebruikt worden om uit warme lucht die uit een kamer afgevoerd wordt warmte terug te winnen.

3. Bodem/water warmtepomp

Deze pomp slaat een vloeistof op in de grond en dat neemt dan de warmte op van de aarde. Dit heeft dus wel wat voeten in de aarde nodig. Maar het voordeel van deze pomp is dat je bijna gratis je huis kan koelen. Hiermee kan je het water van je huis opwarmen. Dus net als de lucht/waterpomp. Hij heeft dus een betere prestatie dan de andere types, maar is daarentegen veel prijziger.

4. Water/water warmtepomp

Een water/water warmtepomp is ook ingewikkeld. Hierbij moeten twee putten geslagen worden. Bij eentje wordt grondwater omhoog gehaald om warmte uit te halen en over te geven aan het water in huis. Waarna het grondwater weer terug gestopt wordt in de grond in put nummer 2. Het grondwater moet wel in balans zijn, dus in de zomer moet er gekoeld worden om het energiepeil in de grond in balans te houden. Dit wordt vaak gebruikt bij grootschalig gebruik.

## 5. Hybride warmtepomp

Deze hybride vormt een warmtepomp door een HR-ketel te gebruiken met een warmtepomp. Er kan bijvoorbeeld een lucht/lucht warmtepomp gebruikt worden om het huis te verwarmen en wanneer er warm water nodig is kan de HR-ketel gebruikt worden. In sommige gevallen kan de warmtepomp ook het warme tapwater leveren. Dit type is weer makkelijk toepasbaar, omdat het bij al geïntegreerde CV-ketels ingebouwd kan worden. Dit systeem is heel betrouwbaar omdat je nog steeds de CV-ketel als back-up hebt.

Nu moeten wij duurzame adviezen uitbrengen voor dit project. Hierbij nemen wij bovengenoemde zonnecollectoren en de lucht/lucht warmtepomp. Wij hebben ze allebei toegepast en hebben de volgende twee energielabels eruit gekregen.

<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
> 1,75	1,75 - 1,61	1,60 - 1,46	1,45 - 1,31	1,30 - 1,16	1,15 - 1,06	< 1,05

**B**  
1,10 (EI)

Boven: Met zonnecollectoren  
Onder: Met warmtepomp lucht/lucht

<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
> 1,75	1,75 - 1,61	1,60 - 1,46	1,45 - 1,31	1,30 - 1,16	1,15 - 1,06	< 1,05

**A**  
1,05 (EI)

Ons advies is dat de warmtepomp het meest duurzaam is. Wij denken dat dit komt omdat de normale CR-ketel vervangen wordt waardoor er veel energie bespaart wordt. De zonnecollector komt er nog eens bij. Dit bespaart heel veel qua vermogen voor verwarmen en koeling. Ook blijkt dat het per kubieke meter 1 kg CO<sub>2</sub> scheelt.

	Energieverbruik (kWh)	Gasverbruik (m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> -emissie (kg/m <sup>3</sup> )
Zonnecollector	66780	3074	41,9
Warmtepomp	72004	-	40,9

Tabel 1 Vergelijken Zonnecollector en warmtepomp

## Bibliografie

*Info over Klimaatplafond.* (sd). (Inteco) Opgehaald van <https://www.inteco.nl/werking-klimaatplafond>

*ISSO Kennisbank.* (sd). Opgehaald van ISSO 8: <https://kennisbank.isso.nl/>

*ISSO Kennisbank.* (sd). Opgehaald van ISSO 43: <https://kennisbank.isso.nl/>

*ISSO Kennisbank.* (sd). Opgehaald van ISSO 53: <https://kennisbank.isso.nl/>

*ISSO Kennisbank.* (sd). Opgehaald van ISSO 57: <https://kennisbank.isso.nl/>

*ISSO Kennisbank.* (sd). Opgehaald van ISSO Handboek Installatietechniek: <https://kennisbank.isso.nl/>

Joost de Vree. (sd). *Gebruiksfunctie*. Opgehaald van  
<http://www.joostdevree.nl/shtmls/gebruiksfunctie.shtml>

## Bijlagen

- I. Installatieconcepten
- II. Berekeningen
- III. Individuele reflectieverslagen
- IV. Peer reviews
- V. Planning
- VI. Logboek
- VII. Handberekeningen drukverliezen

## **I Installatieconcepten**

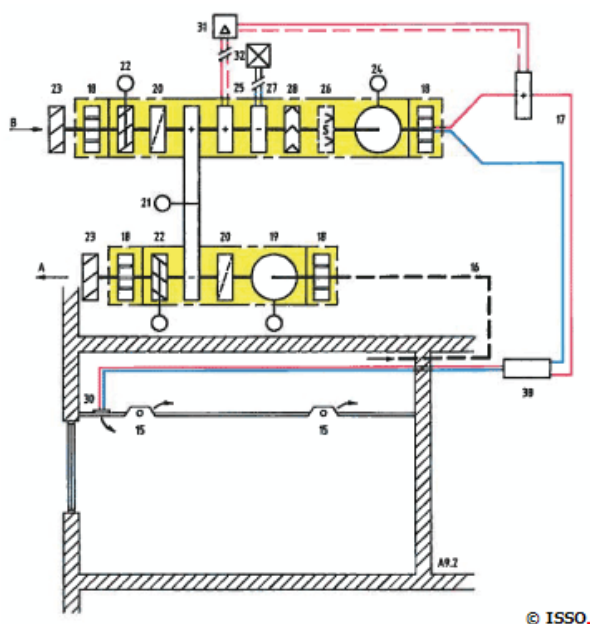
A9.1 van Remco

A9.2 van Leslie

A9.4 van Arno

A10.1 van Johan

## Installatieconcept A9.1: Verwarmde/gekoelde ventilatielucht d.m.v. eenkanaalsysteem - constant debiet



### Legenda

- 15. Verlichtingsarmatuur
- 16. Afzuigkanaal
- 17. Toevoerkanaal
- 18. Geluiddemper
- 19. Afzuigventilator
- 20. Luchtfilter
- 21. Warmtewiel (zie opties)
- 22. Kleppensectie
- 23. Buitenluchtrooster
- 24. Toevoerventilator
- 25. Verwarmingsbatterij
- 26. Bevochtiger (optie)
- 27. Koelbatterij
- 28. Druppelvanger
- 30. Luchtinblaasrooster
- 31. Ketel
- 32. Koelmachine

A = Afvoerlucht

B = Buitenlucht

### Overige technische aspecten

#### Installatieconcept

Verwarming en koeling d.m.v. lucht (éénkanaalsysteem - constant debiet):

- Korte opwarm- en afkoeltijd;
- Installatie kan koudeval aan gevel niet opvangen;
- Geen individuele ruimtetemperatuurregeling mogelijk;
- Geïntegreerd verwarmings-, koel- en ventilatiesysteem;
- Geschikt voor alternatieve warmte/koude opwekkingssystemen;
- Zonder stralingsafgifte in de winter hogere luchttemperatuur nodig.

#### Mechanische ventilatie:

- Aandacht voor tocht;
- Constant ventilatiedebiet;
- Toe- en afvoer van ventilatielucht;
- Gebalanceerde ventilatie mogelijk;
- Toetreding van gefilterde buitenlucht;
- Verwarming en koeling van ventilatielucht;
- Aansluiting op distributiesysteem voor lucht;
- Warmterugwinning en bevochtiging mogelijk;
- Luchtdebiet gebaseerd op maatgevende warmte-/koel-/ventilatie- behoefte.

#### Energieprestatie

- Bepaling energieprestatiecoëfficiënt zie bijlage A;
- Gelijkwaardigheid energieprestatie zie bijlage B.

#### Richtwaarde bij EPC-berekening:

- $\Delta p_{\text{ventilatie}} = 1500 \text{ Pa}$

### Installatiefuncties

Installatiefunctie	Gebouwniveau	Vertrekniveau
Verwarmen		
Ventileren		
Filteren		
Bevochtigen		
Koelen		
Regelen	Verwarming	
	Koeling	
Groen: aanwezig Geel: optie Rood: niet aanwezig		

Luchtbehandeling		Toepasbaarheid	Zie figuur
Warmteterugwinning	Geen	geschikte optie	107
	Recirculatie	soms toepasbaar	107
	Twee-elementensysteem	geschikte optie	107
	Kruisstroomwarmtewisselaar	geschikte optie	107
	Roterende warmtewisselaar	geschikte optie	107

Warmte opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Ketel	geschikte optie	108
Stadsverwarming	geschikte optie	108
Warmte/kracht	geschikte optie	109
Warmtepomp	geschikte optie	109
Lange termijn warmte-opslag	geschikte optie	111

Koude opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Compressiekoeling	geschikte optie	115
Absorptiekoeling	geschikte optie	115
Korte termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Lange termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Adiabatische koeling	soms toepasbaar	118
Cascadekoeling	soms toepasbaar	119

#### *Installatiecomponenten*

- Gebruikers: zie figuur 121 t/m 123;
- Luchtbehandeling: zie figuur 124 t/m 126;
- Distributie van water: zie figuur 127 t/m 129;
- Distributie van lucht: zie figuur 130 t/m 132;
- Warmte-opwekking: zie figuur 133 t/m 136;
- Koude-opwekking: zie figuur 137 t/m 140.

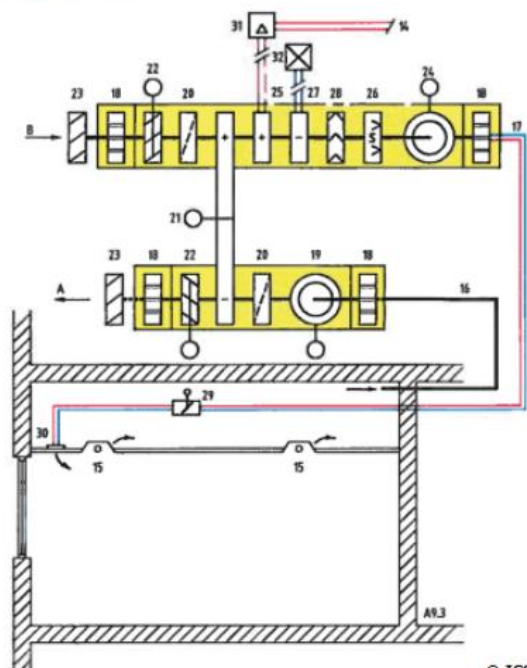
Het eenkanaalsysteem gaat uit van twee kanalen waar lucht via ingevoerd en afgevoerd wordt.

Allereerst wordt de buitenlucht via een buitenrooster afgezogen met behulp van een afzuigventilator. Vervolgens passeert de lucht de kleppensectie waarna het door het luchtfilter gaat. Het warmtewiel correspondeert tussen het invoer- en het afvoerkanaal, waardoor warmte van het afvoerkanaal bij het invoerkanaal kan worden toegevoerd. De lucht wordt middels de warmtebatterij of koelbatterij gekoeld of verwarmd en doorgevoerd naar de druppelvanger en bevochtiger. Wanneer de lucht alle gewenste eigenschappen heeft wordt deze middels een toevoerventilator de ruimte in geblazen, waarbij de demper het geluidsniveau reduceert.

De afvoer van de lucht begint zijn weg bij de afzuigventilator die nog achter de geluiddemper zit. De lucht wordt vervolgens gefilterd en indien warm genoeg wordt deze lucht toegevoerd aan het invoerkanaal. Tot slot wordt de resterende lucht via een kleppensectie en een luchtfilter afgevoerd naar buiten.

## Installatieconcept A9.3: Verwarmde/gekoelde ventilatielucht d.m.v. eenkanaalsysteem - variabel debiet

### Principeschema



#### Legenda

- 15. Verlichtingsarmatuur
- 16. Afzuigkanaal
- 17. Toevoerkanaal
- 18. Geluiddemper
- 19. Afzuigventilator
- 20. Luchtfilter
- 21. Warmtewiel (zie opties)
- 22. Kleppensectie
- 23. Buitenluchtrooster
- 24. Toevoerventilator
- 25. Verwarmingsbatterij
- 26. Bevochtiger (optie)
- 27. Koelbatterij
- 28. Druppelvanger
- 29. Variabel debietregelaar
- 30. Luchtinblaasrooster
- 31. Ketel
- 32. Koelmachine
- A = Afvoerlucht
- B = Buitenlucht

#### Installatiefuncties

Installatiefunctie	Gebouwniveau	Vertrekniveau
Verwarmen		
Ventileren		
Filteren		
Bevochtigen		
Koelen		
Regelen	Verwarming	
	Koeling	

Groen: aanwezig  
Geel: optie  
Rood: niet aanwezig

#### Overige technische aspecten

##### Installatieconcept

Verwarming en koeling d.m.v. lucht (éénkanaalsysteem - variabel debiet):

- Korte opwarm- en afkoeltijd;
- Installatie kan koudeval aan gevel niet opvangen;
- Geïntegreerd verwarmings-, koel- en ventilatiesysteem;
- Individuele ruimtetemperatuurregeling per 1,8 m mogelijk;
- Geschikt voor alternatieve warmte/koude-opwekkingssystemen;
- Door omschakeling luchttemperatuur soms onbehaaglijke situaties;
- Zonder stralingsafgifte in de winter hogere luchttemperatuur nodig.

##### Mechanische ventilatie:

- Aandacht voor tocht;
- Variabel ventilatiedebiet;
- Toe- en afvoer van ventilatielucht;
- Gebalanceerde ventilatie mogelijk;
- Toetreding van gefilterde buitenlucht;
- Verwarming en koeling van ventilatielucht;
- Aansluiting op distributiesysteem voor lucht;
- Warmteterugwinning en bevochtiging mogelijk;
- Luchtdebiet gebaseerd op maatgevende warmte-/koel-/ventilatiebehoefte.

##### Energieprestatie

- Bepaling energieprestatiecoëfficiënt zie bijlage A;
- Gelijkwaardigheid energieprestatie zie bijlage B.

##### Richtwaarde bij EPC-berekening:

- $\Delta p_{\text{ventilatie}} = 1700 \text{ Pa}$

#### Installatie-opties

Luchtbehandeling	Toepasbaarheid	Zie figuur
Warmteterugwinning	Geen	geschikte optie 107
	Recirculatie	soms toepasbaar 107
	Twee-elementensysteem	geschikte optie 107
	Kruisstroomwarmtewisselaar	geschikte optie 107
	Roterende warmtewisselaar	geschikte optie 107

Warmte opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Ketel	geschikte optie	108
Stadsverwarming	geschikte optie	108
Warmte/kracht	geschikte optie	109
Warmtepomp	geschikte optie	109
Lange termijn warmte-opslag	geschikte optie	111

Koude opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Compressiekoeling	geschikte optie	115
Absorptiekoeling	geschikte optie	115
Korte termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Lange termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Adiabatische koeling	soms toepasbaar	118
Cascadekoeling	soms toepasbaar	119



#### *Installatiecomponenten*

- Gebruikers: zie figuur 121 t/m 123;
- Luchtbehandeling: zie figuur 124 t/m 126;
- Distributie van water: zie figuur 127 t/m 129;
- Distributie van lucht: zie figuur 130 t/m 132;
- Warmte-opwekking: zie figuur 133 t/m 136;
- Koude-opwekking: zie figuur 137 t/m 140.

#### **Weringsprincipe**

De ventilator in het systeem zorgt voor een luchtstroom. Hierdoor wordt er nieuwe lucht aangezogen en oude lucht uitgeblazen.

De aangezogen lucht passeert een aantal componenten voordat het de ruimte bereikt. De oude lucht passeert ook een aantal componenten voordat het buiten het gebouw is.

Een van deze componenten is een warmtewiel, hier passeert zowel de oude als de nieuwe lucht.

Het warmtewiel zorgt ervoor dat de passerende lucht wordt afgekoeld of wordt verwarmd.

De aangezogen lucht wordt gefilterd, ontvocht door de andere verschillende componenten. Ook wordt er met een kleppensectie gezorgd hoeveel lucht er naar binnen stroomt.

Tevens wordt er ook nog steeds gebruik gemaakt van een ketel en een koelmachine om te zorgen voor een optimale temperatuur. Maar door gebruik van een warmtewiel wordt er wel energie bespaart. We hebben hier wel te maken met een eenkanalig systeem dat betekent dat er alleen gekoeld of verwarmd kan worden en dus niet tegelijkertijd. Dit concept levert wel een variabel debiet waardoor er bepaald kan worden op welke snelheid de installatie staat.

#### **Voordelen:**

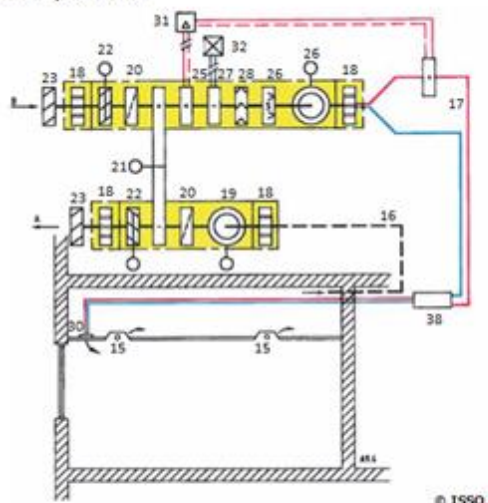
- Besparing van energiekosten door het warmtewiel
- Geschikt voor verschillende soorten ruimtes
- Verschillende luchtsnelheden
- Er kan gekoeld of verwarmd worden
- Systeem neemt weinig ruimte in beslag

#### **Nadelen:**

- Geen constante temperatuur(of verwarmen of koelen)
- De ruimte is niet egaal verwarmd
- Er kan tocht voorkomen door de luchtstroom

## Installatieconcept A9.4: Verwarmde/gekoelde ventilatielucht d.m.v. twee-kanalensysteem – variabel debiet.

Principeschema



© ISSO.

Legenda

- 15. Verlichtingsarmatuur
- 16. Afzuigkanaal
- 17. Toevoerkanaal
- 18. Geluiddemper
- 19. Afzuigventilator
- 20. Luchtfilter
- 21. Warmtewiel (zie opties)
- 22. Kleppensectie
- 23. Buitenluchtrooster
- 24. Toevoerventilator
- 25. Verwarmingsbatterij
- 26. Bevochtiger (optie)
- 27. Koelbatterij
- 28. Druppelvanger
- 30. Luchtinblaasrooster
- 31. Ketel
- 32. Koelmachine
- 38. Mengbox
- A = Afvoerlucht
- B = Buitenlucht

Installatie-opties

Luchtbehandeling		Toepasbaarheid	Zie figuur
Warmteterugwinning	Geen	geschikte optie	107
	Recirculatie	soms toepasbaar	107
	Twee-elementensysteem	geschikte optie	107
	Kruisstroomwarmtewisselaar	geschikte optie	107
	Roterende warmtewisselaar	geschikte optie	107

Warmte opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Ketel	geschikte optie	108
Stadsverwarming	geschikte optie	108
Warmte/kracht	geschikte optie	109
Warmtepomp	geschikte optie	109
Lange termijn warmte-opslag	geschikte optie	111

Koude opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Compressiekoeling	geschikte optie	115
Absorptiekoeling	geschikte optie	115
Korte termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Lange termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Adiabatische koeling	soms toepasbaar	118
Cascadekoeling	soms toepasbaar	119

Installatiefuncties

Installatiefunctie	Gebouwniveau	Vertrekniveau
Verwarmen		
Ventileren		
Filteren		
Bevochtigen		
Koelen		
Regelen	Verwarming	
	Koeling	
Groen: aanwezig		
Geel: optie		
Rood: niet aanwezig		

Werking concept:

Dit installatieconcept is gericht op het verwarmen en koelen van ventilatielucht met een twee kanalensysteem. Er is een instromende luchtstroom vanaf de buitenlucht. Deze lucht gaat door een rooster en passeert vervolgens een geluiddemper. Met een door een servomotor, mechanisch gestuurde klep kan de hoeveelheid instromende lucht worden geregeld.

Vervolgens passeert de lucht een filter, alvorens deze aankomt bij het warmtewiel. Dit is de warmtewisselaar tussen de warmtestromen. Deze soort warmtewisselaar heeft een hoog rendement (80-90%) wat betreft het opslaan en het afgeven van warmte.

De ingaande lucht kan vervolgens behandeld worden met een koelbox inclusief koelbatterij of met een CV-ketel inclusief verwarmingsbatterij. In dit concept is er de mogelijkheid tot het toepassen van alternatieve warmte/koude-opwekkingssystemen.

Na de verandering van de temperatuur, kan de instromende lucht ook worden behandeld met een druppelvanger en een optionele luchtbevochtiger. Door deze druppelvanger en bevochtiger kan er een aangename klimaat worden gecreëerd in de ruimtes. Als laatste wordt er in het ingaande luchtkanaal nog een tweede geluiddemper toegepast. Door de twee dempers (en de andere twee in het uitgaande luchtkanaal) zal de geluidshinder veroorzaakt door de ventilatoren van de afzuiging, sterk worden verminderd.

De behandelde ingaande lucht wordt naar de mengbox geleid via een apart kanaal voor zowel de verwarmde, als de gekoelde lucht. Na de vermenging wordt de lucht door tactisch-geplaatste lucht-inblaasroosters in de ruimte gebracht.

De lucht wordt ook weer afgezogen via een enkel afzuigkanaal (voor elke ruimte). Het zal eveneens een geluidsdemper en een luchtfilter passeren, alvorens deze weer bij het warmtewiel terecht komt. Door de wisselwerking tussen de ingaande en de uitgaande lucht kan er een warmte uit de ruimtes worden teruggewonnen en is er een uitgebalanceerde ventilatie mogelijk.

Voordelen:

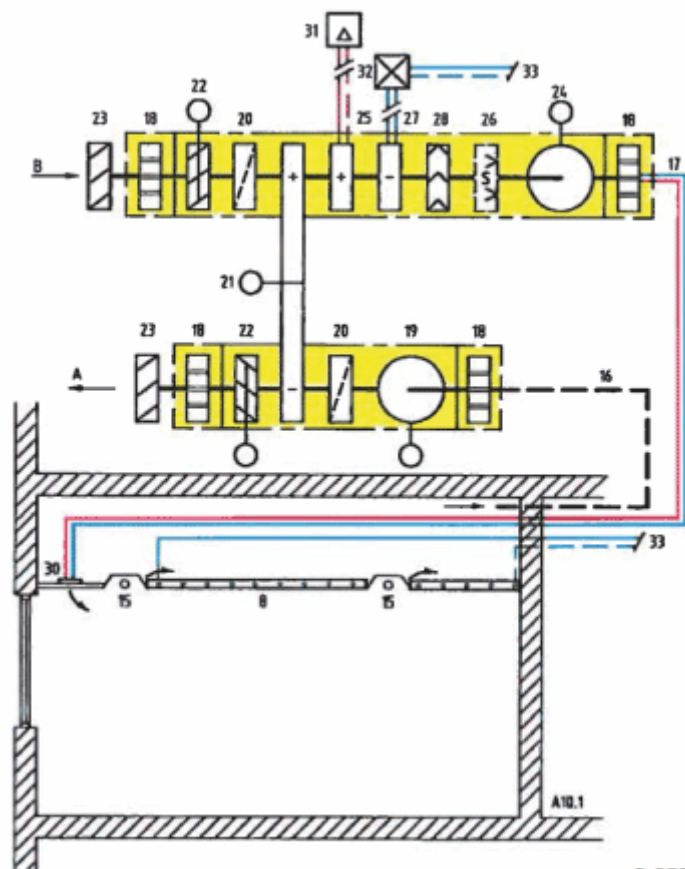
- De opwarm- en afkoeltijd is gering;
- Zowel de verwarming, koeling en de ventilatie is geïntegreerd in een enkel systeem;
- Een individuele temperatuurregeling is mogelijk;
- Mogelijkheid tot het gebruik van alternatieve warmte/koude-opwekkingssystemen;
- Mogelijkheid tot het terugwinnen van warmte uit circuit;
- Variabel ventilatiedebiet;
- Gebalanceerde ventilatie;
- Gefilterde/bevochtigde/gedehydrateerde lucht;

Nadelen:

- Kou val aan gevel niet op te vangen;
- Hogere luchttemperatuur nodig in de winter (zonder stralingsafgifte);
- Tocht is een factor met veel invloed op de werking van het systeem;
- De luchtkanalen nemen veel ruimte in beslag;
- Het energieverbruik voor het luchttransport is hoog;

## Installatieconcept A10.1 Verwarmde/gekoelde ventilatielucht, koeling d.m.v. koelplafond

### Principeschema



© ISSO.

### Legenda

- 8. Koelplafond
  - 15. Verlichtingsarmatuur
  - 16. Afzuigkanaal
  - 17. Toevoer kanaal
  - 18. Geluiddemper
  - 19. Afzuigventilator
  - 20. Luchtfilter
  - 21. Warmtewiel (zie opties)
  - 22. Kleppensectie
  - 23. Buitenluchtrooster
  - 24. Toevoerventilator
  - 25. Verwarmingsbatterij
  - 26. Bevochtiger (optie)
  - 27. Koelbatterij
  - 28. Druppelvanger
  - 30. Luchtinblaasrooster
  - 31. Ketel
  - 32. Koelmachine
  - 33. Gekoeldwaterleidingen
- A = Afvoerlucht  
B = Buitenlucht

Luchtbehandeling		Toepasbaarheid	Zie figuur
Warmteterugwinning	Geen	geschikte optie	107
	Recirculatie	soms toepasbaar	107
	Twee-elementensysteem	geschikte optie	107
	Kruisstroomwarmtewisselaar	geschikte optie	107
	Roterende warmtewisselaar	geschikte optie	107

Warmte opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Ketel	geschikte optie	108
Stadsverwarming	geschikte optie	108
Warmte/kracht	geschikte optie	109
Warmtepomp	geschikte optie	109
Lange termijn warmte-opslag	geschikte optie	111

Koude opwekking	Toepasbaarheid	Zie figuur
Compressiekoeling	geschikte optie	115
Absorptiekoeling	geschikte optie	115
Korte termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Lange termijn koude-opslag	geschikte optie	116
Adiabatische koeling	niet van toepassing	118
Cascadekoeling	niet van toepassing	119

## Installatiefuncties

Installatiefunctie		Gebouwniveau	Vertrekniveau
Verwarmen			
Ventileren			
Filteren			
Bevochtigen			
Koelen			
Regelen	Verwarming		
	Koeling		
Groen: aanwezig			
Geel: optie			
Rood: niet aanwezig			

## Luchtverwarming:

Lucht opwarmen door, bijvoorbeeld, convectie met warme waterleidingen uit een Cv-ketel. Lucht kan verspreid worden door luchtrooster in het plafond van de ruimtes. Deze lucht wordt weer gecirculeerd wanneer het door afvoerrooster uit de ruimtes wordt gehaald. Hierdoor blijft er verse lucht in de ruimtes en blijft de temperatuur op de gewenste hoogte. In concept A10.1 wordt er met lucht verwarmd en met behulp van een koelplafond gekoeld. Dit heeft verschillende voordelen ten opzichte van koelen en verwarmen met lucht. Deze staan hieronder.

## Koelplafond:

Een klimaatplafond bestaat (vaak) uit een metalen plafond waarachter leidingen lopen die door convectie de metalen plaat op temperatuur brengen. Dat kan zijn met koelen of met verwarmen. Het metalen plafond koelt of verwarmt de ruimte door middel van straling. In dit concept wordt het alleen gebruikt als koelsysteem, dus koelplafond. In combinatie met de luchtverwarming is dit een handig element. Dit, omdat met luchtverwarming niet per ruimte de temperatuur geregeld kan worden. Dit kan door het koelplafond wel gedaan worden. Per ruimte kan de watertoevoer geregeld worden waardoor elke ruimte op zichzelf extra of juist minder gekoeld kan worden. Meer voordelen staan hieronder beschreven.

## **Luchtverwarming**

### **Voordelen:**

Korte opwarmtijd

Geschikt voor alternatieve warmte-opwekking systemen

### **Nadelen:**

Installatie kan kouval aan gevel niet aan

Geen individuele ruimtetemperatuurregeling mogelijk

Zonder straling afgifte in de winter hogere luchttemperatuur nodig

## **Koeling d.m.v. koelplafond:**

### **Voordelen:**

Kleine verticale temperatuurgradiënt

Door geringe massa snelle regeling mogelijk

Combinatie met verdringingsventilatie is mogelijk

Geschikt voor alternatieve koude-opwekkingssystemen

Individuele ruimtetemperatuurregeling per 1,8 m mogelijk

In plafond geïntegreerde toevoer ventilatielucht mogelijk

In plafond geïntegreerde overgangsgeluidsisolatie mogelijk

Door straling afgifte in zomer hogere luchttemperatuur mogelijk

### **Nadelen:**

Aandacht voor tocht

Beperkt zelfregelende koelcapaciteit

Alleen geschikt voor afvoer van voelbare warmte

Aansluiting op distributiesysteem voor gekoeld water

Regeling noodzakelijk ter voorkoming van oppervlaktecondensatie

## **5 Hoofdcomponenten A10.1**

### **Koelplafond nr. 8**

Het koelplafond heeft als groot voordeel dat het per ruimte kan koelen. Dit zorgt ervoor dat er een hele grote koellast bespaart wordt van de luchtbehandelingskast. Met luchtkoeling koel je direct alle ruimtes in plaats van de specifieke wat zorgt voor een grote koellast. Dit scheelt veel vermogen voor de luchtbehandelingskast. Hierdoor kan er een kleinere ruimte gebruikt worden voor de kast.

### **Afzuigkanaal nr. 16**

Afzuigkanaal is er om lucht af te voeren vanuit de ruimte. Dit is lucht die al vervuild is. Deze lucht wordt afgezogen uit de ruimte en uitgestoten op een plek buiten het gebouw. Het filteren van de lucht zorgt ervoor dat mensen die zich in de ruimte bevinden normale lucht kunnen inademen. Dit wordt ook beschreven in het bouwbesluit. Hierin staan alle voorschriften waar een gebouw aan moet voldoen.

### **Afzuigventilator nr. 19**

De afzuiging van de vervuilde lucht door de afzuigkanalen wordt mechanisch gedaan. Hierdoor blijft de circulatie in het gebouw beter verdeeld. Hierdoor wordt de luchtbehandelingskast minder belast.

### **Bevochtiger nr. 26**

Een luchtbevochtiger is een extra optie. Dit zorgt voor een betere luchtvochtigheid in het gebouw. Een vochtigere lucht is makkelijker in te ademen en zorgt dus voor een aangenamere ervaring in het gebouw. Droge lucht kan ook bepaalde gezondheidsklachten veroorzaken. Ook spullen in het huis kunnen onder droge lucht lijden. Er kan statische elektriciteit ontstaan bij elektrische apparaten die kunnen ontladen wanneer iemand

### **Koelwaterleiding nr. 33**

Het koelplafond wordt gekoeld door middel van koelwaterleidingen. Het water wordt door middel van een koelelement gekoeld. Dit koelelement bevindt zich in de luchtbehandelingskast en kan centraal aangestuurd worden of per ruimte. Net als de warmteterugwinning van de circulerende lucht kan het ook gedaan worden bij de watercirculatie. Het water kan de warmte die tijdens het circuleren is opgenomen overdragen aan de lucht of het water kan gebruikt worden in het normale gebruik van water.

## **II      Berekeningen**

- I.    van Remco
- II.   van Leslie
- III. van Arno
- IV.  van Johan



## Van Remco

### Berekeningen toiletten

#### Heren/Damestoilet:

- 3 Personen → 100 W p.p.
- Oppervlakte = 5,49 m<sup>2</sup>
- Apparatuur = 70 W
- Verlichting = 50 W

#### Warmtebehoefte (winter):

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U \times A \times \Delta T$$

Enkel transmissie via de vloer:

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 \times 5,49 \times 15 = 16,47 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} \times \rho_{\text{lucht}} \times c_{\text{lucht}} \times \Delta T \times 0,85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = 0,007 \times 1,2 \times 1000 \times 25 \times 0,85 = 178,5 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} \times \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 \times 3 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} \times \text{rendement} \times \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 50 \times 0,50 = 25 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} \times \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 70 \times 0,70 = 49 \text{ W}$$

- Zoninval = 0 W

$$\textbf{Totaal: } 16,47 + 178,5 - 300 - 25 - 49 = -186,03 \text{ W}$$

$$\textbf{Zonder personen: } = 113,97 \text{ W}$$

$$q_v = 186,03 / (1,2 \times 1000 \times (23 - 20)) = 186,03 \text{ m}^3/\text{h} \textbf{ KOELEN}$$

$$q_v, \text{ zonder personen} = 113,97 / (1,2 \times 1000 \times (20 - 17)) = 113,97 \text{ m}^3/\text{h} \textbf{ WARMEN}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U \times A \times \Delta T$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 \times 5,49 \times 10 = 10,98 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} \times \rho_{\text{lucht}} \times c_{\text{lucht}} \times \Delta T \times 0,85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = 0,007 \times 1,2 \times 1000 \times -5 \times 0,85 = -35,7 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} \times \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 \times 3 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} \times \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 50 \times 0,50 = 25 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} \times \text{rendement} \times \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 70 \times 0,70 \times 1 = 49 \text{ W}$$

- Zoninval = 0 W

$$\textbf{Totaal: } -10,98 - 35,7 + 300 + 25 + 49 = 334,32 \text{ W}$$

$$\textbf{Zonder personen:} = 34,32 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi_t}{c \cdot \rho \cdot (T_{\text{max}} - T_r)}$$

$$q_v = 334,32 / (1,2 \times 1000 \times (23 - 20)) = \underline{334,32 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$q_{v, \text{zonder personen}} = 34,32 / (1,2 \times 1000 \times (23 - 20)) = \underline{34,32 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Invalidentoilet:

- 2 Personen → 100 W p.p.
- Oppervlakte = 5,09 m<sup>2</sup>
- Apparatuur = 100 W
- Verlichting = 50 W

**Warmtebehoefte (winter):**

$\Phi$  = transmissie + ventilatie – mensen/verlichting/apparatuur – zoninval

- Transmissie

$$\Phi = U \times A \times \Delta T$$

Enkel transmissie via de vloer:

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 \times 5,09 \times 15 = 15,27 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} \times \rho_{\text{lucht}} \times c_{\text{lucht}} \times \Delta T \times 0,85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = 0,007 \times 1,2 \times 1000 \times 25 \times 0,85 = 178,5 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} \times \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 \times 2 = 200 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} \times \text{rendement} \times \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 50 \times 0,50 = 25 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} \times \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 100 \times 0,70 = 70 \text{ W}$$

- Zoninval = 0 W

$$\textbf{Totaal: } 15,27 + 178,5 - 200 - 25 - 70 = \textbf{-101,23 W}$$

$$\textbf{Zonder personen: } = \textbf{98,77 W}$$

$$q_v = 101,23 / (1,2 \times 1000 \times (23 - 20)) = \underline{101,23 \text{ m}^3/\text{h}} \textbf{ KOELEN}$$

$$q_v, \text{ zonder personen} = 98,77 / (1,2 \times 1000 \times (20 - 17)) = \underline{98,77 \text{ m}^3/\text{h}} \textbf{ WARMEN}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U \times A \times \Delta T$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 \times 5,09 \times 10 = 10,18 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} \times \rho_{\text{lucht}} \times c_{\text{lucht}} \times \Delta T \times 0,85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = 0,007 \times 1,2 \times 1000 \times -5 \times 0,85 = -35,7 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} \times \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 \times 2 = 200 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} \times \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 50 \times 0,50 = 25 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} \times \text{rendement} \times \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 100 \times 0,70 = 70 \text{ W}$$

- Zoninval = 0 W

$$\textbf{Totaal: } -10,18 - 35,7 + 200 + 25 + 70 = \mathbf{249,12 \text{ W}}$$

$$\textbf{Zonder personen:} = \mathbf{49,12 \text{ W}}$$

$$q_v = 249,12 / (1,2 \times 1000 \times (23 - 20)) = \underline{249,12 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$q_v, \text{ zonder personen} = 49,12 / (1,2 \times 1000 \times (23 - 20)) = \underline{49,12 \text{ m}^3/\text{h}}$$

**Van Leslie**

## **Berekeningen**

### **Installatieruimte: Overig**

Geen zon

2 personen

#### **Warmtebehoefte (winter):**

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

○ Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * 14.24 * 25 = 89 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0.2 * 17.07 * 15 = 51,21 \text{ W}$$

#### Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((2*150)/3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 2125 \text{ W}$$

○ Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 2 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 5 = 20 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 1650 * 0.70 * 1 = 1155 \text{ W}$$

○ Zoninval = 0 W

$$\text{Totaal: } 89 + 51.21 + 0 + 2125 - 300 - 20 - 1155 - 0 = 790,21 \text{ W}$$

$$q = 790,21 / (1.2 * 1000 * (23-20)) = 790,21 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Koellast (zomer):**

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * 14.24 * 5 = 17,8 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0.2 * 17.07 * 10 = 34,14 \text{ W}$$

Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{a}} * c_{\text{p}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((2 * 150) / 3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 = 425 \text{ W}$$

○ Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 2 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 5 = 20 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 1650 * 0.70 * 1 = 1155 \text{ W}$$

○ Zoninval = 0 W

$$\text{Totaal: } -17.8 - 34.14 - 0 + 425 + 300 + 20 + 1155 + 0 = 1848,06 \text{ W}$$

$$q = 1848,06 / (1.2 * 1000 * (20-17)) = 1848,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Gang: Overig**

Geen zon

40 personen

**Warmtebehoefte (winter):**

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * 5.33 * 25 = 33.31 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0.2 * 36.65 * 15 = 109.95 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((40*100)/3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 28333.33 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 40 = 4000 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 20 = 80 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 0 * 0.70 * 1 = 0 \text{ W}$$

- Zoninval = 0 W

$$\text{Totaal: } 33.31 + 109.95 + 0 + 28333.33 - 4000 - 80 - 0 - 0 = 24.397 \text{ W}$$

$$q = 24.397 / (1.2 * 1000 * (23-20)) = 24.397 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

○ Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * 5.33 * 5 = 6,66 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0.2 * 36.65 * 10 = 73,3 \text{ W}$$

Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{a}} * c_{\text{p}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((40*100)/3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 = 5666,7 \text{ W}$$

○ Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 40 = 4000 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 20 = 80 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 0 * 0.70 * 1 = 0 \text{ W}$$

○ Zoninval = 0 W

$$\text{Totaal: } -6.66 - 73.3 - 0 + 5666.67 + 4000 + 80 + 0 + 0 = 9666,71 \text{ W}$$

$$q = 9666.71 / (1.2 * 1000 * (20-17)) = 9667 \text{ m}^3/\text{h}$$



- **Kantoor: Kantoorfunctie**

Geen zon

10 personen

1 raam op ZW

**Warmtebehoefte (winter):**

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{raam}} = 1.4 * 3.584 * 25 = 125,44 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * 5,650 * 25 = 35,13 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0.2 * 20.18 * 15 = 60,54 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((10*100)/3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 7083,33 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 10 = 1000 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 10 * 0.50 * 10 = 50 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 450 * 0.70 * 1 = 315 \text{ W}$$

- Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}}$$

$$\Phi_{\text{zon}} = 12.19 * 0,70 * 50 = 426,65 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } 221.11 + 7083.33 - 1000 - 50 - 315 - 426.65 = 5512,79 \text{ W}$$

$$q = 5512,79 / (1.2 * 1000 * (23-20)) = 5513 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

○ Transmissie

$$\begin{aligned}\Phi_{\text{raam}} &= 1.4 * 3.584 * 5 &= 25,09 \text{ W} \\ \Phi_{\text{wand}} &= 0.25 * 5,650 * 5 &= 7,06 \text{ W} \\ \Phi_{\text{vloer}} &= 0.2 * 20.18 * 10 &= 40,36 \text{ W} \\ \Phi_{\text{plafond}} &= 0.2 * 20.18 * 0 &= 0 \text{ W}\end{aligned}$$

○ Ventilatie

$$\begin{aligned}\Phi_{\text{vent}} &= \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{a}} * c_{\text{p}} * \Delta T * 0.85 \\ \Phi_{\text{vent}} &= ((10*100)/3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 &= 1416,67 \text{ W}\end{aligned}$$

○ Mensen/verlichting/apparatuur

$$\begin{aligned}\Phi_{\text{mensen}} &= \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen} \\ \Phi_{\text{mensen}} &= 100 * 10 &= 1000 \text{ W} \\ \Phi_{\text{verlichting}} &= \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal} \\ \Phi_{\text{verlichting}} &= 10 * 0.50 * 10 &= 50 \text{ W} \\ \Phi_{\text{apparatuur}} &= \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal} \\ \Phi_{\text{apparatuur}} &= 450 * 0.70 * 1 &= 315 \text{ W} \\ \Phi_{\text{zon}} &= A * ZTA * q_{\text{conv}} \\ \Phi_{\text{zon}} &= 12.19 * 0,70 * 50 &= 426,65 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\text{Totaal: } - 72.51 + 1416.67 + 1000 + 50 + 315 + 426.65 = 3135,81 \text{ W}$$

$$q = 3135,81 / (1.2 * 1000 * (20-17)) = 3136 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Van Arno

### Berekeningen lasten:

- **Grote zaal: bijeenkomstfunctie**

1 muur aan het oosten (9,182 m)

100 personen

#### Warmtebehoefte (winter):

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * ((13.675 * 3) + (9.182 * 3)) * 25 = 428.57 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer,plafond}} = 0.2 * 125.57 * 15 = 376.71 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((30 * 100) / 3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 21250 \text{ W}$$

#### Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 100 = 10000 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 100 = 400 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 50 * 0.70 * 1 = 35 \text{ W}$$

- Zoninval = 0 W

$$\text{Totaal: } 428.57 + 376.71 + 21250 - 10000 - 400 - 35 = 11620.28 \text{ W}$$

$$q_v = \Phi_t / (c * p * (T_{\text{max}} - T_r)) = 11620.28 / (1000 * 1.2 * (23 - 20)) = 11.620 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

○ Transmissie

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * ((13.675*3)+(9.182*3)) * 5 = 85,71 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer,plafond}} = 0.2 * 125.57 * 10 = 251,14 \text{ W}$$

○ Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{a}} * c_{\text{p}} * \Delta T * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((30*100)/3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 = 4250 \text{ W}$$

○ Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 80 * 100 = 8000 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 100 = 400 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 50 * 0.70 * 1 = 35 \text{ W}$$

○ Zoninval = 0 W

$$\text{Totaal: } -85.71 - 251.14 + 4250 + 8000 + 400 + 35 = 12.348 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi}{c \cdot \rho \cdot (T_r - T_{\min})} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

waarin:

$\Phi$  = koellast [W]

$c$  = soortelijke warmte [J/kg.K]

$\rho$  = soortelijke massa [kg/m<sup>3</sup>]

$T_r$  = ruimtetemperatuur [°C]

$T_{\min}$  = minimale inblaastemperatuur [°C]

$$q_v = \Phi_t / (c * \rho * (T_r - T_{\min})) = 12.348 / (1000 * 1.2 * (20-17)) = 12.348 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Projectorruimte grote zaal: overige functies**

Geen zon

2 personen

**Warmtebehoefte (winter):**

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * (2.682 * 3.1) * 25 = 51,96$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0.2 * 16.38 * 25 = 81,9 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((30 * 2) / 3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 425 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 2 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 100 * 0.50 = 50 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 700 * 0.70 * 1 = 490 \text{ W}$$

- Zoninval = 0 W

$$\text{Totaal: } 51.96 + 81.9 + 425 - 300 - 50 - 490 = -281,14 \text{ W}$$

$$\mathbf{KOELLAST = 281,14 \text{ W}}$$

$$q_v = \Phi_t / (c * p * (T_r - T_{\text{min}})) = 281.14 / (1000 * 1.2 * (20 - 17)) = 281,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

○ Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * (2.682 * 3.1) * 5 = 10,39 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer,plafond}} = 0.2 * 16.38 * 5 = 16.38 \text{ W}$$

○ Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{a}} * c_{\text{p}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((30 * 2) / 3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 = 85 \text{ W}$$

○ Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 2 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 10 = 40 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 400 * 0.70 * 1 = 280 \text{ W}$$

○ Zoninval

Geen ramen dus geen zoninval, zon op wanden verwaarloosd.

$$\text{Totaal: } -10.39 - 16.38 + 85 + 300 + 40 + 280 = 678,23 \text{ W}$$

$$q_v = \Phi_t / (c * p * (T_r - T_{\text{min}})) = 678.23 / (1000 * 1.2 * (20 - 17)) = 678,23 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Kassa: handelsfunctie**

Geen zon

3 personen

**Warmtebehoefte (winter):**

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * ((3.209 * 3.1) + (1.658 * 3.1)) * 25 = 94,30 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer,plafond}} = 0.2 * 9.16 * 25 = 45,8 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((30 * 3) / 3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 637,5 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 3 = 450 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 7 = 28 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 225 * 0.70 * 1 = 157,5 \text{ W}$$

- Zoninval

Geen ramen dus geen zoninval, zon op wanden verwaarloosd.

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}} = 0 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } 94.30 + 45.8 + 637.5 - 450 - 28 - 157.5 = 142,1 \text{ W}$$

$$q_v = \Phi_t / (c * p * (T_{\text{max}} - T_r)) = 142.1 / (1000 * 1.2 * (23 - 20)) = 142,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

○ Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * ((3.209 * 3.1) + (1.658 * 3.1)) * 5 = 18,86 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer,plafond}} = 0.2 * 9.16 * 5 = 9,16 \text{ W}$$

○ Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{a}} * c_{\text{p}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((30 * 3) / 3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 = 127,5 \text{ W}$$

○ Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 3 = 450 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 8 * 0.50 * 7 = 28 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement} * \text{aantal}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 225 * 0.70 * 1 = 157,5 \text{ W}$$

○ Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}} = 0 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } - 18.86 - 9.16 + 127.5 + 450 + 28 + 157.5 = 734,98 \text{ W}$$

$$q_v = \Phi_t / (c * p * (T_r - T_{\text{min}})) = 734.98 / (1000 * 1.2 * (20 - 17)) = 734,98 \text{ m}^3/\text{h}$$



### Berekeningen lasten:

- **Foyer: bijeenkomstfunctie**

1 muur aan het zuidwesten (11,36 m)

1 muur aan het noordwesten (5,650 m)

60 personen

#### Warmtebehoefte (winter):

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{raam}} = 1,4 * 39,312 * 25 = 1375,92 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0,25 * 4,368 * 25 = 27,30 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 * 71,00 * 15 = 213,00 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0,85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((60*100)/3600) * 1,2 * 1000 * 25 * 0,85 = 42.500 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{zon}} = \Phi_{\text{mensen}} * \Phi_{\text{verlichting}} * \Phi_{\text{apparatuur}}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 60 = 6000 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 160 * 0,50 = 80 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 950 * 0,70 = 665 \text{ W}$$

- Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}}$$

$$\Phi_{\text{zon}} = 39,312 * 0,70 * 50 = 1375,92$$

W

$$\text{Totaal: } (1375,92+27,30+213) + (42.500) - (6000+80+665) - (1375,92) = 35.995 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi_t}{c \cdot \rho \cdot (T_{\text{max}} - T_r)}$$

$$q = 35.995 / (1,2 * 1000 * (23-20)) = 33.995 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{raam}} = 1,4 * 39,312 * 5 = 275,18 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0,25 * 4,368 * 5 = 5,46 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 * 71,00 * 20 = 284 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0,85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((60*100)/3600) * 1,2 * 1000 * 5 * 0,85 = 8500 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{zon}} = \Phi_{\text{mensen}} * \Phi_{\text{verlichting}} * \Phi_{\text{apparatuur}}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 60 = 6000 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 160 * 0,50 = 80 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 950 * 0,70 = 665 \text{ W}$$

- Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}}$$

$$\Phi_{\text{zon}} = 39,312 * 0,70 * 50 = 1375,92 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } - (275,18 + 5,46 + 284) + (8500) + (6000 + 80 + 665) + (1375,92) = 16.046 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi}{c \cdot \rho \cdot (T_r - T_{\min})} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$q = 16.046 / (1,2 * 1000 * (20-17)) = 16.046 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Van Johan

### Berekeningen lasten:

- **Klein zaal: bijeenkomstfunctie**

1 muur aan het Noordwesten (6,417 m)

1 muur aan het Noordoosten (9,182 m)

45 personen

### Warmtebehoefte (winter):

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * \Delta T$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * 69,85 * 25 = 436,56 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 * 70,00 * 15 = 210,00 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * \Delta T * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((45*100)/3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 31.875 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{zon}} = \Phi_{\text{mensen}} * \Phi_{\text{verlichting}} * \Phi_{\text{apparatuur}}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 45 = 4500 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 400 * 0.50 = 200 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 50 * 0.70 = 35 \text{ W}$$

- Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}} = 0 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } (436,56+210) + (31.875) - (4500+200+35) - (0) = 27.787 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi_t}{c \cdot \rho \cdot (T_{\text{max}} - T_r)}$$

$$q = 27.787 / (1,2 * 1000 * (23-20)) = 27.787 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi = U * A * dT$$

$$\Phi_{\text{wand}} = 0.25 * 69,85 * 5 = 87,31 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{vloer}} = 0,2 * 70,00 * 20 = 280,0 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent, behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((45 * 100) / 3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 = 6375 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{zon}} = \Phi_{\text{mensen}} * \Phi_{\text{verlichting}} * \Phi_{\text{apparatuur}}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 100 * 45 = 4500 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 400 * 0.50 = 200 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 50 * 0.70 = 35 \text{ W}$$

- Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}} = 0 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } - (87,31 + 280) + (6375) + (4500 + 200 + 35) + (0) = 11.045 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi}{c \cdot \rho \cdot (T_r - T_{\min})} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$q = 11.045 / (1,2 * 1000 * (20 - 17)) = 11.045 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Berekeningen lasten:

- **Projectorruimte Kleine zaal: Overig**

2 personen

#### Warmtebehoefte (winter):

$\Phi = \text{transmissie} + \text{ventilatie} - \text{mensen/verlichting/apparatuur} - \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi_{\text{transmissie}} = U * A * \Delta T = 0 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * \Delta T * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((2 * 150) / 3600) * 1.2 * 1000 * 25 * 0.85 = 2125 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{zon}} = \Phi_{\text{mensen}} * \Phi_{\text{verlichting}} * \Phi_{\text{apparatuur}}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 2 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 100 * 0.50 = 50 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 700 * 0.70 = 490 \text{ W}$$

- Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}} = 0 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } (0) + (2125) - (300 + 50 + 490) - (0) = 1285 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi_t}{c \cdot \rho \cdot (T_{\text{max}} - T_r)}$$

$$q = 1285 / (1.2 * 1000 * (23 - 20)) = 1285 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Koellast (zomer):

$\Phi = - \text{transmissie} + \text{ventilatie} + \text{mensen/verlichting/apparatuur} + \text{zoninval}$

- Transmissie

$$\Phi_{\text{transmissie}} = U * A * dT = 0 \text{ W}$$

- Ventilatie

$$\Phi_{\text{vent}} = \Phi_{\text{vent,behoefte}} * \rho_{\text{l}} * c_{\text{l}} * dT * 0.85$$

$$\Phi_{\text{vent}} = ((2*150)/3600) * 1.2 * 1000 * 5 * 0.85 = 425 \text{ W}$$

- Mensen/verlichting/apparatuur

$$\Phi_{\text{zon}} = \Phi_{\text{mensen}} * \Phi_{\text{verlichting}} * \Phi_{\text{apparatuur}}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = \text{warmte-afgifte} * \text{aantal personen}$$

$$\Phi_{\text{mensen}} = 150 * 2 = 300 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = \text{vermogen verlichting} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{verlichting}} = 100 * 0.50 = 50 \text{ W}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = \text{vermogen apparatuur} * \text{rendement}$$

$$\Phi_{\text{apparatuur}} = 700 * 0.70 = 490 \text{ W}$$

- Zoninval

$$\Phi_{\text{zon}} = A * ZTA * q_{\text{conv}} = 0 \text{ W}$$

$$\text{Totaal: } - (0) + (425) + (300+50+490) + (0) = 1265 \text{ W}$$

$$q_v = \frac{\Phi}{c \cdot \rho \cdot (T_r - T_{\min})} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$q = 1265 / (1.2 * 1000 * (20-17)) = 1265 \text{ m}^3/\text{h}$$

### III      **Individueel reflectieverslag en Peerreview**

#### Reflectieverslag Arno

Deze leertaak heb ik uitgevoerd in een andere groep dan waarmee ik de eerste twee leertaken heb gedaan. Er was wat ongenoegen in mijn oude groep betreft de samenwerking en de druk die hieruit voortkwam. Van de groep waar ik nu bij zit heb ik begrepen dat er ook wat moeilijkheden waren in verband met dat één van de leden zich niet geheel kon focussen op de aankomende leertaak. Ik ben dus voor die persoon in de plaats gekomen. Nu had ik ten einde van de vorige samenwerking een mooi plan opgesteld om in deze huidige leertaak alles onderling te verbeteren en om zo een goed project met veel samenhang neer te zetten. Zo had ik, onder andere met behulp van de opgedane kennis uit de colleges over ‘‘leiderschap’’, mij voorgenomen om een goede planning te maken en deze ook aan te houden naarmate de weken verstrijken. Dit laatste heb ik naar mijn mening goed weten toe te passen in dit project. Er was niet altijd evenveel inzet van alle leden maar door de planning en het verantwoordelijkheidsgevoel wat dit teweeg bracht, is er, meestal tijdig, een goed resultaat neergezet voor die deeltaak.

Naast de planning die ik heb gemaakt, heb ik ook uitvoerig meegewerkt aan onder andere de analyse van de stakeholders, de uitwerking van een ISSO-concept en met de berekeningen van de warmte, koude-en ventilatiebehoefte alsmede de berekeningen van de drukverliezen.

Het verloop van het project ging over het algemeen goed, maar kwamen we toch enigszins in de problemen omdat de hoeveelheid van de deeltaken die per week af moesten, toch wat werd onderschat door ons allen. De planning die ik had gemaakt per week begon wat door elkaar te lopen en we liepen wat achter. In de laatste week voor de kerstvakantie hebben we nog veel gedaan door ieder van de leden een deeltaak te geven die hem of hen leuk leek te doen of waar diegene(n) goed in waren. Op deze manier was de vertraging die we ondervonden door gezamenlijk aan een deeltaak te werken, uit de weg geholpen en konden we ieder een goed stuk van het onderzoek uitvoeren waardoor het uiteindelijke resultaat op tijd af was.

In deze leertaak waren de competenties onderzoeken, ontwerpen en beheren aan de orde. Onderzoeken en ontwerpen moest in dit geval worden behaald op niveau twee. Met behulp van de uitgebreide analyse van de huidige situatie betreft de klimaatbeheersing in het Filmhuis Lumen en met de berekeningen die hebben geleid tot de dimensionering van de luchtschachten en het soort ventilatoren dat benodigd is, zijn deze competenties goed uitgeoefend. De competentie beheren is gedaan middels het opstellen van een duurzaamheidsadvies en een onderhoudsrapport van het gebouw.

### Reflectieverslag Remco

Het begin van leertaak 3 begon met de wissel van een groepsgeenoot. Deze wissel was nodig zodat iedereen volledige focus zou hebben op dit project, zonder dat er vakken van het vorige jaar voorrang kregen. Vervolgens zijn wij de taken gaan verdelen, waarbij Johan eruit kwam als voorzitter. Ik heb de taak van notulist op mij genomen.

De eerste periode van deze leertaak liep vrij soepel, maar gaandeweg kwamen wij meer obstakels tegen. Zo hebben de berekeningen ons veel tijd gekost en was deeltaak 3.5 (mede door onduidelijkheid) een hindernis op zich. De voorzitter heeft gedurende de leertaak goed overzicht gehad en ook duidelijk de taken verdeeld. Daarnaast had hij een duidelijke planning, maar was het in de laatste fase lastig om deze te blijven volgen. Door deze planning wist iedereen wel precies waar hij aan toe was en dat heeft ervoor gezorgd dat alles uiteindelijk ook op tijd af was.

De communicatie binnen de groep vond ik deze leertaak erg sterk. Doordat we de planning vaak tijdens een meeting maakten, ontstond daar verder geen onduidelijkheid over. Daarnaast was iedereen goed te bereiken na school, wat de algehele samenwerking ten goede kwam.

Overall vond ik dit project erg leerzaam en interessant. Wel heb ik gemerkt dat er zowel bij mij als bij mijn groepsleden onduidelijkheid ontstond bij sommige taken. Deze onduidelijkheid was vervolgens echter snel verholpen na overleg met meneer Van Gils.



### Reflectieverslag Leslie

Deze leertaak begon met een wissel in de groep, omdat hij deze leertaak niet overal aanwezig kon zijn, omdat hij nog vakken moest inhalen. Dit zorgde dus voor nieuwe energie in de groep want de rest bleef wel intact. Doordat Arno nieuw in de groep was ontstond er een nieuwe sfeer waarbij er werd gestreefd naar elke week een doel halen. Arno maakte de planning en hier werd bijna altijd aan voldaan. Johan was daardoor ook meer gedreven en nam ons mij op sleeptouw. Hier ben ik achteraf erg blij mee en vind hun inzet ook erg goed!

Door de weken heen kwamen we wel op een achterstand omdat het streven was om het voor de kerstvakantie af te hebben. Maar dit hebben wij alsnog voor elkaar gekregen als groep. De samenwerking in de groep vond ik goed, wij hielpen elkaar met de verschillende berekeningen als dat nodig was.

Ik vond mijzelf goed functioneren binnen de groep. In de begin periode was ik misschien wat slordig omdat ik het beste presteer onder druk. Hierdoor kwam de planning ook niet zo uit zoals wij eigenlijk wilden, er ontstond verstaging. Maar op het einde heb ik dit wel hersteld door sommige dingen op te pakken die niet mijn taak waren. Mijn inzet op het begin kan wel wat omhoog hier aan ga ik werken.

Het project zelf vond ik een leuk project omdat je een echt probleem moet verhelpen. En ook op excursie bent geweest om het met eigen ogen te zien. Dit geeft je meer energie om het zo goed mogelijk op te lossen. Wel vind ik het jammer dat wij dan niet achteraf te horen krijgen wat de opdrachtgever zelf vind van ons advies dat wij meegeven. Hier zouden wij dan van kunnen leren.

## Reflectieverslag Johan

Alweer bijna halverwege het twee jaar van de bachelor Werktuigbouwkunde en bijna aan het eind van Leertaak 3. Er was een projectgenoot verwisseld. Dit was nodig, omdat wij iemand zochten die de volledige focus had voor dit project en niet teveel extra ernaast hoefde te doen. Dit was op andere vlakken wel een aanwinst. De nieuwe projectgenoot kon hele overzichtelijke plannings maken wat dit project wel heel fijn was vergeleken het vorige project. Ik wilde heel graag het project af hebben voor de kerstvakantie om niet in de vakantie eraan te hoeven werken. Deze motivatie was niet bij iedereen hetzelfde, maar hier probeerde ik wel voor te gaan door voorzitter te worden en te drammen op de planning. Aan het begin vond ik het wel lastig om hun te zeggen wat ze moesten doen, maar dat werd aangenamer naarmate er meer druk op kwam te liggen. Op die momenten zette ik het ongemakkelijke gewoon aan de kant en kon ik wel de leiding nemen. Dit project hebben wij dus de functies binnen de groep omgedraaid. Hierbij koos ik dus voor voorzitter. Ook omdat ik merkte in vorige projecten dat ik vaker dan anderen doordram om dingen af te krijgen. Nu kon ik hier nog meer de focus op leggen.

Het project viel zeker niet mee deze periode. Hierdoor gingen wij achter lopen op het schema. Daardoor heb ik de opdrachten verdeeld binnen de groep zodat we konden proberen om de achterstand in te halen. Ik heb wel veel geleerd van deze periode. Ook heb ik veel gewerkt met de nieuwe programma's, StabiCAD en EPA-U. Bij beide programma's moest ik veel zelf op zoek, maar hierdoor leerde ik er wel meer van. Het waren beide interessante programma's. Al vond ik EPA-U te breed programma voor onze opdracht. StabiCAD vond ik daarentegen wel een heel mooi programma. Dat heeft wel mijn interesse een klein beetje opgewekt voor de kant, Installatietechniek. Dat had ik hiervoor nog niet echt. De competenties van deze periode waren, Onderzoeken (1,2), Ontwerpen (1,2) en Beheren (1). Onderzoeken en Ontwerpen was een niveau groter dan in periode 1. Nu moesten wij het groter aanpakken. We moesten het toepassen op het Filmhuis. Dit moesten wij analyseren aan de hand van een tour en halve tekeningen die we gekregen hadden. Hiermee moesten berekeningen gemaakt worden voor de luchtinstallatie en een regeling door middel van een blokschema. Dat had te maken met het vak Regeltechniek. Het Beheren kwam erbij door het onderzoeken en implementeren van Duurzame methodes voor de luchtinstallatie. Hierbij moesten wij het energielabel uitrekenen en met minstens 1 stap verbeteren. Ik vond het een interessant project, maar ik miste een beetje het echte klussen van een product. Nu was dat hier niet mogelijk, maar moest je wel veel met programma's werken wat ook weer wat leuk had.

#### IV Peer reviews

Ingevuld door:		WH14 Groep 1		
	WH14 groep 1	Inzet	Bijdrage	Samenwerking
1	Leslie	4,7	7,3	6,0
2	Remco	4,7	3,3	5,3
3	Arno	4,7	4,0	4,7
4	Johan	10,0	10,0	8,0

Schaal 1 t/m 5 (5 is hoogste)

Ingevuld door:		Leslie		
		Inzet	Bijdrage	Samenwerking
1	Leslie			
2	Remco	1	1	5
3	Arno	3	4	1
4	Johan	5	5	3

Schaal 1 t/m 5 (5 is hoogste)

Ingevuld door:		Remco		
		Inzet	Bijdrage	Samenwerking
1	Leslie	1	3	5
2	Remco			
3	Arno	3	1	1
4	Johan	5	5	4

Schaal 1 t/m 5 (5 is hoogste)

Ingevuld door:		Arno		
		Inzet	Bijdrage	Samenwerking
1	Leslie	1	3	3
2	Remco	3	1	1
3	Arno			
4	Johan	5	5	5

Schaal 1 t/m 5 (5 is hoogste)

	Ingevuld door:	Johan			
		Inzet	Bijdrage	Samenwerking	
1	Leslie	5	5	1	
2	Remco	3	3	2	
3	Arno	1	1	5	
4	Johan				
	Schaal 1 t/m 5 (5 is hoogste)				

## **V Planning en Taakverdeling**

### **Planning leertaak 3.1 (week 1)**

#### **Wat moet er gedaan worden?**

- Overzicht maken van alle belanghebbenden/stakeholders van het gebouw (gedurende de totale levensduur).
- Welke soort gebruiksfuncties zijn van toepassing? (Woonfunctie/kantoorfunctie)
- Plattegrondtekening met aangegeven de gebruiksfuncties
- Wat zijn de eisen en wensen van de belanghebbenden betreft de installatie van de klimaatbeheersing?
  - Wat móet het kunnen, wat is een eis?
  - Wat is een gewenste eigenschap van het systeem, maar niet verplicht?

Steunende informatie:

ISSO Handboek Installatietechniek: H2 Installatieontwerp

Ontwerpen van Technische Innovaties: H4: Analyse-fase: functie, stakeholdersanalyse, PVE

#### Donderdag 15/11

- Planning maken
- Bepalen wat er gedaan moet worden

#### Vrijdag 16/11

- Bezoek Lumen Filmhuis

#### Zondag 18/11

- 23:59 - Deadline leveren opdracht belanghebbenden
- Ervoor zorgen dat je een werkend StabiCAD-programma hebt runnen op je laptop (voor instructies zie BlackBoard)

#### Maandag 19/11

- 10:30 – 11:30 Vergadering/samenkomst
  - Belanghebbenden controleren/aanvullen
  - Planning maken verdere invulling deeltaak 3.1

#### Donderdag 22/11

- Vóór de les af:
  - Per belanghebbenden enkele eisen/wensen aangevuld
  - Gebruiksfuncties in kaart gebracht
  - Plattegrond gemaakt

## Planning leertaak 3.2 (week 2)

### Wat moet er gedaan worden?

- De opbouw en werking bestuderen van een klimaatinstallatie (waarmee een gebouw verwarmd, gekoeld en geventileerd wordt)
- Ieder een bestaand installatieconcept kiezen, bestuderen en de werking uitvoerig beschrijven
  - **A9.1**                **Remco**
  - **A9.3**                **Leslie**
  - **A9.4**                **Arno**
  - **A10.1**              **Johan**
- Als groep, één van de concepten kiezen en een passende onderbouwing geven.

Steunende informatie:

ISSO publicatie 43, concepten voor klimaatinstallaties

### Donderdag 22/11

- Van leertaak 3.1:
  - Met ieder projectlid de beschreven wensen en eisen bekijken en eventueel aanvullen
  - De gebruiksfuncties bespreken
  - Plattegrond bekijken en eventueel verbeteren, zodat hij af is en in het verslag kan
- Gezamenlijk de opbouw en werking bestuderen van een klimaatinstallatie
- Ieder een bestaand (toepasselijk) concept kiezen
- Begin maken met het bestuderen en de werking ervan uitleggen

### Zondag 25/11

- 23:59 Deadline inleveren opdrachten  
<https://kennisbank.isso.nl/publicatie/isso-publicatie-43-concepten-voor-klimaatinstallaties/1998/6/6.3/6.3.2>
  - Per lid een beschrijving van de werking van het concept uit bovenstaande link
    - **A9.1**                **Remco**
    - **A9.3**                **Leslie**
    - **A9.4**                **Arno**
    - **A10.1**              **Johan**

### Maandag 26/11

- 11:15 – 11:45 Vergadering
  - Uit de behandelde concepten er één kiezen en onderbouwen.

### Donderdag 29/11

- Vóór de les af:
  - Opzet eindverslag met daarin tenminste de te verwerken hoofdstukken en onderwerpen.
- Van iedereen: per ruimte?? het berekende vermogen met verwarming/koeling.

Als dit het geval is, ruimtes onderverdelen en per persoon de vermogensvraag berekenen met de gestelde waarden voor de temperatuur.

## Planning leertaak 3.3 (week 3)

### Wat moet er gedaan worden

- Vermogens berekend ten behoeve van de verwarming in de winter en de koeling in de zomer, m.a.w.: benodigd vermogen in gemiddelde winterperiode met binnen  $T = 15$  graden Celsius (kamertemperatuur), buiten rond de 0 graden Celsius en in de gemiddelde zomerperiode met binnen 15 graden en buiten rond de 27 graden Celsius.
- Aan de hand hiervan dus het warmteverlies en de koellast (uitgedrukt in vermogen per periode) voor de bepaalde gebruiksfuncties.
- In combinatie met het pakket van eisen de warmte/koelbehoefte implementeren in de lasten die dan worden gevraagd betreft het vermogen.
- Van deze behoefte (per gebruiksfunctie/ruimte) een tabel maken
- Wat betreft de ventilatie (gaat hier niet om warmte/koude maar om de algemene verversing van de lucht), per gebruiksfunctie met hierin opgenomen het aantal personen, het ventilatievoud berekend.
  - Met in acht genomen de minimale "eis vanuit oogpunt van gezondheid" volgens het bouwbesluit (<http://www.bouwbesluitonline.nl/>)
  - De ventilatievoud is ook onderdeel van de totale energieberekening. Indien er verwarmd en/of gekoeld moet worden met de toegevoerde lucht, **moet dit meegenomen worden en wordt dus de totale toegevoegde luchthoeveelheid meer.**

### Steunende informatie:

- Figuur 5: taartdiagram van percentage energieverbruik per gebruikseenheid.
- Indien alleen koelen met lucht:  
$$q_v = \Phi / c \cdot \rho \cdot (T_r - T_{min}) = .. \quad [m^3/s]$$
- Indien alleen verwarmen met lucht:  
$$q_v = \Phi_t / c \cdot \rho \cdot (T_{max} - T_r) \quad [m^3/s]$$
- Normen betreft verwarmen:
  - ISSO 53 en ISSO 57  
Warmteverlies utiliteitsgebouw met hoogte < 5 m      Ontwerptemperatuur = 20°C  
Warmteverlies utiliteitsgebouw met hoogte > 5 m      Ontwerptemperatuur = 20°C
- Normen betreft koelen:
  - ISSO 8 of NEN 5067  
Richtlijn voor warmteontwikkeling verlichting/apparatuur 35 W/m<sup>2</sup>

### Donderdag 29/11

- Van leertaak 3.2:
  - De opzet goedkeuren, eventueel aanvullen
  - Van iedereen het berekende vermogen van de verwarming/koeling van de aangewezen ruimte bekijken/herberekenen.
  - Per gebruiksfunctie de warmtevraag/koellast bepalen
  - PvE gebruiken (met concrete getallen voor de (gewenste) temperatuur) om het totale benodigde vermogen te berekenen

### Vrijdag 30/11

- PvE concreet gemaakt, smart, met bron en datum

### Zondag 2/12

- 23:59 Deadline inleveren opdrachten
  - Per persoon de berekeningen voor de ventilatie, de koellast (met water) en de warmtelast (inclusief transmissieverlies) (voor uitleg zie bestand onder deeltaak 3.3)

### Maandag 3/12

- 16:30 - .. Vergadering:
  - De berekeningen controleren
  - Tabel maken
  - Afspraken maken over leertaak 3.4 (voor woensdag af), planning volgt nog

## **Planning leertaak 3.4 (week 4)**

### **Wat moet er gedaan worden?**

- Per gebruiksfunctie toe/afvoerkanalen ontwerpen (ieder projectlid een functie)
- Plaats luchtbehandelingskast in gebouw bepalen, onderbouwen en hoofdafmetingen bepalen (rekening houdend met ruimte voor onderhoud) Maar hoeft niet realistisch te zijn.
- BB AutoCAD tekening gebruiken om luchtkanalen te tekenen
- Ook tekening technische ruimte met daarin de luchtbehandelingskast
- Drukverliesberekening maken mbv StabiCAD voor de ventilatiesystemen
- Resultaten vergelijken met handberekeningen
- Adhv de berekeningen de componenten (zoals inblaasroosters) kiezen, weerstanden van de componenten bepalen
- Vervolgens specificatie ventilator bepalen (opvoerhoogte en volumestroom)

### Steunende informatie:

- Website's voor afmetingen behandelingskast: Carrier, Verhulst en Stork
- Drukverliesberekeningen: toegepaste energieleer

### Vrijdag 07/12

- Van leertaak 3.3:
  - De volgende gegevens moeten nog worden opgezocht (conform de norm) en worden ingevuld:
    - Ventilatievoud/behoefte ruimte (*Remco*)
    - Hoeveelheid apparaten/verlichting per ruimte (*Remco*)
    - Wattage lampen en wattage apparaten - in tabel algemene waarden (*Leslie* - probeer vrijdag te hebben, ondanks dat je geen tijd hebt) **Check!**
    - Aantal personen per vertrek - geschat (*Johan*) **Check!**

### Zaterdag 08/12

- Van leertaak 3.3:
  - Controle of er gegevens ontbreken (iedereen)
  - Bevestiging of iedereen de berekeningen kan maken (iedereen)



#### Zondag 09/12

- Van leertaak 3.3:
  - Iedereen de warmte/koellast (ventilatie) berekend voor de aan hem toegewezen ruimtes
- Leertaak 3.4:
  - Alvast de opdracht doornemen voor de bespreking van maandag (dan beginnen we met het maken van de modellen)

#### Maandag 10/12

- 11:00 - 12:00 Vergadering
  - Kleine controle berekeningen
  - Start leertaak 3.4 (evt uitleg over hoe kanalen te tekenen)

#### Woensdag 12/12

- Ieder projectlid een toe/afvoerkanaal ontwerpen voor een gebruiksfunctie

#### Donderdag 13/12

- Gemaakte kanalen bekijken
- Plaats luchtbehandelingskast bepalen, onderbouwen en afmetingen bepalen, onderbouwen.
- BB autocad tekening gebruiken en luchtkanalen tekenen, ook technische ruimte met behandelingskast tekenen
- Afspraken maken over:
  - de berekeningen tbh drukverlies
  - selecteren componenten
  - bijbehorende weerstanden bepalen
  - specificatie ventilator (opvoerhoogte en volumestroom)

## VI Logboek

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>Logboek</b>										
2											
3	<b>Tijd</b>				<b>Activiteit</b>				<b>Aanwezig</b>		
4	<b>Week 1</b>										
5	Donderdag 15 november				Nieuwe groeps indeling maken				Johan, Remco & Leslie		
6	13:00-14:30				Project doorlopen						
7					Vragen voorbereiden excursie						
8											
9	Vrijdag 16 november				Excursie filmhuis lumen				Iedereen		
10	11:00-12:00				Voorbereide vragen stellen						
11											
12	<b>Week2</b>										
13	Maandag 19 november				Stakeholder analyse aangevuld				Iedereen		
14	10:30-12:00				Taakverdeling gemaakt						
15											
16	Woensdag 21 november				Planning gemaakt				Arno		
17	22:00-01:00				Stakeholder analyse aangevuld						
18											
19	Woensdag 21 november				Stakeholder analyse aangevuld				Johan		
20	15:00-16:00										
21											
22	Donderdag 22 november				Taakverdeling gemaakt				Johan, Arno & Remco		
23	13:00-14:30				Feedback oude verslag gekregen						
24											
25	Donderdag 22 november				Plattegrond gemaakt met gebruiksfuncties				Remco		
26	20:00-21:00				Stakeholder analyse aangevuld						
27											
28	Zondag 25 november				Concepten uitgewerkt/geanalyseerd				Johan & Arno		
29	13:00-14:30										
30											
	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	<b>Logboek</b>										
	<b>Tijd</b>				<b>Activiteit</b>				<b>Aanwezig</b>		
	<b>Week 3</b>										
	Maandag 26 november				Concepten uitgewerkt/geanalyseerd				Remco, Johan & Leslie		
	10:00-12:00				Gekeken naar de te maken berekeningen						
					Taakverdeling/planning gemaakt						
	Woensdag 28 november				Berekening gemaakt energie				Arno & Remco		
	21:00-23:00				PVE gemaakt						
	Donderdag 29 november				PVE aangevuld				Iedereen		
	13:00-16:00				Berekeningen maken energie						
	Zondag 2 december				Berekeningen maken energie				Iedereen		
	13:00-16:00										
	<b>Week 4</b>										
	Maandag 3 december				Berekeningen maken energie				Iedereen		
	10:00-12:00										
	Woensdag 5 december				Ontwerpen Stabiplan				Iedereen		
	17:00-20:00				Luchtbehandelingskast ontwerpen				Leslie		
	Donderdag 6 december				Taakverdeling/planning gemaakt				Iedereen		
	13:00-15:00				Ontwerpen Stabiplan				Johan		

X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
<b>Logboek</b>									
Tijd				Activiteit				Aanwezig	
<b>Week 5</b>									
Maandag 10 december				Drukverliesberekening				Arno	
12:00-16:00									
Donderdag 13 december				Taakverdeling/planning gemaakt				Iedereen	
13:00-15:00				Processchema & blokschema etc				Leslie & Remco	
				Drukverliesberekening				Arno	
Zondag 16 december				Processchema & blokschema etc				Leslie & Remco	
12:00-16:00				EPA-U rapport				Johan	
<b>Week 6</b>									
Maandag 17 december				EPA-U rapport				Johan	
15:00-20:00				Verslag compleet maken				Iedereen	
Donderdag 20 december				Taakverdeling/planning gemaakt				Iedereen	
13:00-15:00				Verslag compleet maken				Iedereen	
Zondag 23 december				Verslag compleet maken				Iedereen	
13:00-21:00									

## VII Handberekeningen drukverliezen

- Afmetingen schacht (groot, vierkant):

$$A = \Phi_v / v_{\max} = 1,44708 / 6 = 0,24118 \text{ m}^2$$

$$v_{\max} = 6 \text{ m/s.}$$

$$\Phi_v = 5209,47982 \text{ m}^3/\text{h} = 1,44708 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Eis dimensies: } 4 \cdot l = 1 \cdot b$$

$$\text{gehoort: } 1 \cdot l = 0,25 \cdot b \rightarrow 1,0 \times 0,25 \text{ m.}$$

- Bepaling weerstand door rechte buis:

$$\zeta = \lambda \cdot \frac{l}{D}$$

$$D_{\text{hydr}} = 4 \cdot A / \pi = 4 \cdot (0,25 / (\pi \cdot (1,0^2 + 0,25^2))) = 0,4 \text{ m}$$

$$l \approx \frac{3}{4} \cdot (\text{breedte projectoruimte} + \text{breedte kleine zaal} + \text{breedte grote zaal}) - \text{zie H5 "ontwerpen distributieret"} \\ \approx \frac{3}{4} \cdot (2,682 + 6,417 + 9,102) \\ \approx 13,71 \text{ m.}$$

- $\lambda$  (uit Moody met  $Re$  en  $\varepsilon$ ):

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_{\text{hydr}}}{\eta}$$

$$\rho = 1,23 \text{ kg/m}^3 \text{ (gem. van temp tussen } -5 \text{ en } 25^\circ\text{C)}$$

$$\eta = 1,705 \cdot 10^{-5} \text{ Ns/m}^2 \text{ (gem. van temp tussen } -5 \text{ en } 25^\circ\text{C)}$$

$$Re = \frac{1,23 \cdot 6,0 \cdot 0,4}{1,705 \cdot 10^{-5}} = 165370,153 = 1,65 \cdot 10^5 \gg 2300$$

$$\varepsilon = \frac{e}{D} = \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{0,4} \text{ (uitgaande van gegalvaniseerd ijzer)} \\ = 3,75 \cdot 10^{-4} = 0,000375$$

met  $Re = 1,65 \cdot 10^5$  en  $z = 0,000375$  uit Moody:

$$\lambda \approx 0,0105$$

$$\sum_{\text{buis}} \lambda \cdot \frac{l}{D} = 0,0105 \cdot \frac{13,71}{0,14} = 0,63409$$

$$\zeta_{\text{elbogen}} = 5 \cdot 0,6 \text{ (gem. hoekse bochten)}$$

$$\begin{aligned} \Delta p_w &= \sum \zeta \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \\ &= 0,63409 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,23 \cdot 60^2 + 5 \cdot 0,6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,23 \cdot 60^2 \\ &= 80,45870 \text{ Pa} \\ &\approx 80,5 \text{ Pa.} \end{aligned}$$

- (minimaal) (en basiswaarde en bereik)
- Te overwinnen totaalweerstand door hoogte en snelheid

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{totaal}} &= \Delta p_w + \frac{1}{2} \rho (v_{\text{uit}}^2 - v_{\text{in}}^2) + \rho \cdot g \cdot (z_{\text{uit}} - z_{\text{in}}) \\ &= 80,45870 + \frac{1}{2} \cdot 1,23 (36 - 1) + 1,23 \cdot 9,81 \cdot (3,2 - 0,1) \\ &= 139,38923 \text{ Pa.} \end{aligned}$$

- Geschikte ventilator voor de toepassing:

Ferrari industrial fan technology:

Axiaal ventilator direct gekoppeld type "ER"

Druk: 50-200 Pa

(ong  $\frac{2}{3}$  van max druk nodig)

Max capaciteit: 10000 m<sup>3</sup>/h

(ong  $\frac{1}{2}$  van max cap. nodig)



### Grote maal, kleine maal, fayer

- verliezen door overgang naar andere afmetingen.
- Afmetingen worden scherp (grote maal, kleine maal en fayer)

$$A = \dot{V} / v_{\max} = 1,05846 / 4 = 0,26462 \text{ m}^2$$

$$v_{\max} = 4 \text{ m/s}$$

$$\dot{V} = 3910,46724 \text{ m}^3/\text{h} = 1,05846 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 \rightarrow D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,26462}{\pi}} = 0,581 \text{ m}$$

- Bepaling weerstand door onder afmetingen

$$\xi = \lambda \cdot \frac{L}{D} = 0,018 \cdot \frac{20}{0,581} = 0,61962$$

$$D = 0,581 \text{ m}$$

$$L = 20 \text{ m (geschat)}$$

$$\lambda: Re = \frac{123 \cdot 40 \cdot 0,581}{1,785 \cdot 10^{-3}} = 160141,1765 = 1,60 \cdot 10^5$$

$$\epsilon = 0,000375$$

$$\lambda = 0,018$$

- weerstand door buchten en overgang verhoort  $\rightarrow$  ronde schijn

$$\xi = \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2 = \left(1 - \frac{925}{9265}\right)^2 = 3,20399 \cdot 10^{-3} = 0,003 \text{ (verschikbaar)}$$

$$\xi_{\text{bucht}} = 0,5 / r \cdot 7 \cdot 0,6 = 4,2$$

$$\Delta p_w = \sum \xi \cdot \frac{1}{2} \rho v^2 = 0,61962 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 40^2 + 4,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 40^2$$
$$= 47,42506 \text{ Pa}$$
$$\approx 47,4 \text{ Pa}$$

- Te overtuigen totaal weerstand door buisweerstand en buchten

$$\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_w + \frac{1}{2} \rho (v_{\text{uit}}^2 - v_{\text{in}}^2) = 47,4 + \frac{1}{2} \rho \cdot 123 \cdot (16 - 36) = 35,12506 \text{ Pa}$$

### Antoor

- verliezen door afgang ronde aftakkingen:

- Afnodigen (Antoor)

$$A = QV / v_{\max} = 0,065916 / 4 = 0,016479 \text{ m}^2$$

$$v_{\max} = 4 \text{ m/s}$$

$$QV = 23729,87134 \text{ m}^3/\text{h} = 6,5916 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{0,0165}{\pi}} = 0,14494 \text{ m} = 0,145 \text{ m}$$

- Bepaling weerstand door ronde aftakkingen:

$$\zeta = \lambda \cdot \frac{L}{D} = 0,024 \cdot \frac{5}{0,145} = 0,82759$$

$$D = 0,145 \text{ m}; \quad L = 5 \text{ m (geschat)}$$

$$Re = \frac{123 \cdot 4 \cdot 0,145}{1,785 \cdot 10^{-5}} = 39966,38655 \approx 4,0 \cdot 10^4; \quad \epsilon = 0,000375$$

$$\lambda = 0,024$$

- weerstand door buig, afgang en bochten

$$\zeta_{\text{afgang}} = \left(1 - \frac{A_{\text{in}}}{A_{\text{uit}}}\right)^2 = \left(1 - \frac{0,225}{0,145}\right)^2 = 0,52438$$

$$\zeta_{\text{bochten}} = 2 \cdot 0,6 = 1,2$$

$$\Delta p_w = \sum \zeta \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = 0,82759 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 4,0^2 + 0,52438 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 4,0^2 + 1,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 4,0^2 = 25,11138 \text{ Pa} \approx 25,1 \text{ Pa}$$

- te overwinnen totaal weerstand door buisweerstand, afgang, bochten

$$\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_w + \frac{1}{2} \rho (v_{\text{uit}}^2 - v_{\text{in}}^2) = 25,1 + \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot (16 - 36) = 12,81138 \text{ Pa}$$



## hassa

- verliezen door overgang ronde aftakkingen

Aftakkingen (hassa)

$$A = \Phi_v / v_{\max} = 1,69902 \cdot 10^{-3} / 4 = 4,24755 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$v_{\max} = 4,0 \text{ m/s}$$

$$\Phi_v = 6,11648 \text{ m}^3/\text{h} = 1,69902 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{4,24755 \cdot 10^{-4}}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{4,25 \cdot 10^{-4}}{\pi}} = 0,073561 \text{ m}$$

Weerstand door buis

$$\zeta = \lambda \cdot \frac{l}{D} = 1,83521$$

$$D = 0,0734 \text{ m}; \quad l = 5 \text{ m (geschikt)}$$

$$Re = \frac{123 \cdot 4,0 \cdot 0,074}{1,785 \cdot 10^{-5}} = 20396,63866 = 2,0 \cdot 10^4; \quad \varepsilon = 0,00075$$

$$\lambda = 0,027$$

weerstand door bochten en overgang

$$\zeta = \left(1 - \frac{A_{\text{af}}}{A_{\text{uit}}}\right)^2 = \left(1 - \frac{0,25}{0,00625}\right)^2 = 0,8848$$

$$\zeta_{\text{bochten}} = 2 \cdot 0,6 = 1,2$$

$$\begin{aligned} \Delta p_w &= \sum \zeta \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = 1,83521 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 4,0^2 + 1,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 4,0^2 \\ &= 29,86647 \text{ Pa} \\ &\approx 29,9 \text{ Pa} \end{aligned}$$

• Te overschrijven totaalweerstand door buisweerstand en bochten

$$\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_w + \frac{1}{2} \rho \cdot (v_{\text{uit}}^2 - v_{\text{in}}^2) = 29,9 + \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot (16 - 36) = 17,6 \text{ Pa}$$



## toiletten

• verliezen door overgang ronde afleidingen

Afleidingen (toiletten)

$$A = QV / v_{\max} = 5,65890 \cdot 10^{-3} / 4,0 = 1,41473 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$v_{\max} = 4,0 \text{ m/s}$$

$$QV = 20,37205 \text{ m}^3/\text{h} = 5,65890 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{0,00141473}{\pi}} = 0,042967 \text{ m}$$

• weerstand door buis

$$\xi = \lambda \cdot \frac{l}{D} = 0,029 \cdot \frac{4}{0,043} = 2,7$$

$$D = 0,043 \text{ m}; l = 4 \text{ m (geschat)}$$

$$Re = \frac{123 \cdot 4,0 \cdot 0,042967}{4785 \cdot 10^{-6}} = 11843,1149 = 1,2 \cdot 10^4; \epsilon = 0,000375$$

$$\lambda = 0,029$$

Totaal te overwinnen weerstand door buis.

$$\Delta p_w = 2,7 \cdot \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot 4,0^2 = 26,568 \text{ Pa} \\ \approx 26,6 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_w + \frac{1}{2} \rho \cdot (v_{\text{uit}}^2 - v_{\text{in}}^2) = 26,6 + \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot (16 - 36) = 14,3 \text{ Pa}$$

Instalatie ruimte, gang, pr. ruimte grote zaal + kleine zaal

• verliezen door overgang ronde afleidingen.

Afmetingen

$$A = QV / v_{\max} = 0,035574 / 4,0 = 0,00889362 \text{ m}^2$$

$$v_{\max} = 4,0 \text{ m/s}$$

$$QV = 123,06813 \text{ m}^3/\text{h} = 0,035574 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{A}{\pi}} = \sqrt{4 \cdot \frac{0,009}{\pi}} = 0,10705 \text{ m}$$

• weerstand door buis

$$\xi = \lambda \cdot \frac{l}{D} = 0,0245 \cdot \frac{6}{0,11} = 1,34$$

$$D = 0,11 \text{ m}; \quad l = 6 \text{ m (geschat)}$$

$$Re = \frac{123 \cdot 4,0 \cdot 0,11}{1,705 \cdot 10^{-5}} = 30319,32773 = 3,0 \cdot 10^4; \quad \epsilon = 0,000375$$

$$\lambda = 0,0245$$

• weerstand door bochten

$$\xi_{\text{bochten}} = 6 \cdot 0,6 = 3,6$$

$$\Delta p_w = \sum \xi \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 = 1,34 \cdot 123 \cdot 4,0^2 + 3,6 \cdot 123 \cdot 4,0^2 = 97,2192 \text{ Pa} \\ \approx 97,2 \text{ Pa}$$

• Te overwinnen totaal weerstand door buisweerstand en bochten

$$\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_w + \frac{1}{2} \rho \cdot (v_{\text{uit}}^2 - v_{\text{in}}^2) = 97,2 + \frac{1}{2} \cdot 123 \cdot (16 - 36) = 849 \text{ Pa}$$