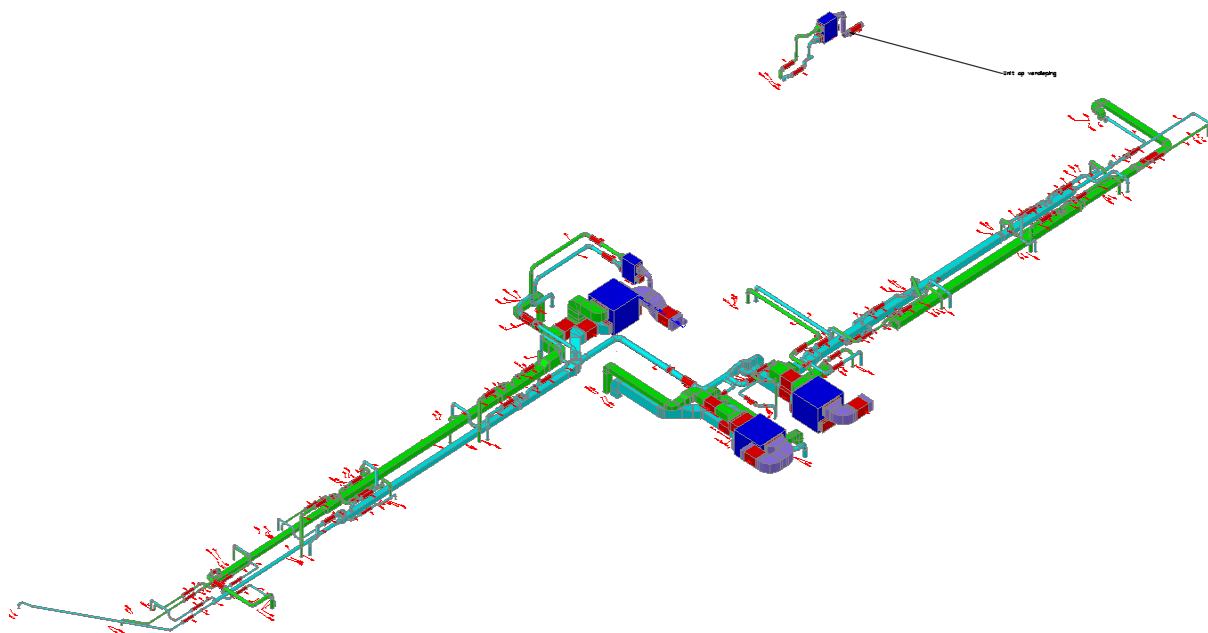


Professionele Bachelor Elektromechanica Klimatisering



ONTWERPEN VAN VENTILATIESYSTEMEN

Sebastiaan Goossens

Promotoren:

Jan Meus
Els Daniels

Andy Camps

Projectleider Stokjes nv
Personeelsverantwoordelijke
Stokjes nv
Hogeschool PXL



luchtbehandeling & ventilatietechnieken
Havenlaan 7A • 3980 Tessenderlo • info@stokjes.be

I. Samenvatting

Titel:

Ontwerpen van ventilatiesystemen

Auteur:

Sebastiaan Goossens

Promotoren:

Jan Meus

Els Daniels

Andy Camps

Stokjes NV

Stokjes NV

Hogeschool PXL

Deze bachelorproef gaat over de verschillende mogelijkheden van ventilatiesystemen in residentiële en niet-residentiële gebouwen en werd uitgevoerd in samenwerking met Stokjes NV. Voor de onderzoeksvraag zijn er een paar belangrijke aspecten bij het ontwerpen van een geschikt ventilatiesysteem. Als deze aspecten allemaal samen in één grote onderzoeksvraag moet gezet worden, dan luidt de onderzoeksvraag als volgt: “Hoe kan het comfort in residentiële en niet-residentiële gebouwen verbeterd worden?” Een extra doelstelling is om na te gaan of er bijvoorbeeld hinder zal zijn van tocht en hoe de juiste materialen kunnen gekozen worden aan de hand van het lastenboek.

Eerst moet er een studie en ontwerp gemaakt worden. In sommige gevallen is de studie en ontwerp al gemaakt door het studiebureau en moet deze dus enkel goed bestudeerd worden. Hierna wordt het ontwerp uitgetekend in Stabicad, zodat de materialen kunnen uitgetrokken worden. Natuurlijk komen de materialen die in de technische ruimte getekend worden niet helemaal overeen met de werkelijkheid. Vandaar dat de juiste maten ter plaatse zijn opgemeten, waarna deze materialen in productie kunnen geplaatst worden.

De ontwerpen zijn succesvol gerealiseerd door een goede samenwerking en de aanpassingen die er nog zijn, zijn zeer miniem. De materiaalselectie is op een zeer goed niveau van prijs-kwaliteit gemaakt. Over de duurzaamheid en de werking van de installatie kan nog niet veel gezegd worden omdat de praktische realisatie nog niet helemaal af is.

II. Summary

My bachelor thesis goes around many different possibilities of ventilation systems in residential and non-residential buildings. There are a few important aspects that you need to keep in mind when you want to design a ventilation system that doesn't bother the user of the system and it's also important that you give your client the best price-quality offer.

I started by studying the design and the study, so no faults could be over seen. After this i've begun drawing the design on the computer on the program Stabicad, when the drawing was finished I made a list of all the materials. Of course the materials, who were drawn in the technical room, don't compare with those in reality. That's why we needed to measure the perfect lengths in reality. The results of all the designs were put together due to teamwork, there weren't many adjustments. The material selection was made on a very good price-quality scale. The practical realization isn't finished yet.

III. Dankwoord

Bij het schrijven van deze bachelorproef heb ik de steun en ervaring van anderen kunnen aanwenden. Daarom zou ik graag mijn oprechte dank betuigen aan een aantal mensen, zonder wie dit werk nooit tot stand had kunnen komen.

In de eerste plaats zou ik graag mijn promotor, Mr. Andy Camps, willen bedanken om mij steeds terug op het juiste spoor te zetten wanneer ik dreigde af te dwalen en voor zijn vernieuwende ideeën wanneer ik op het punt stond om tegen een muur op te lopen alsook voor zijn enthousiasme wanneer ik naar voren kwam met een nieuwe kijk op de zaken.

Ik wil ook graag Peter Poets, Jan Meus, Kimberley Poets, Els Daniels en de rest van de collega's van Stokjes nv bedanken om mij de kans te geven mezelf te bewijzen in een gezond en bloeiend bedrijf. Vooral omdat zij met hun drukke agenda elk moment van de dag voor mij klaarstonden om al mijn vragen te beantwoorden. Ik wil hen tevens bedanken voor de vernieuwende inzichten en informatie.

Tenslotte wil ik nog mijn ouders, broer, schoonzus, naaste familie en vrienden bedanken voor hun steun, advies en vertrouwen. Mijn ouders zou ik in het bijzonder willen danken voor de kansen die ik heb gekregen om deze studie af te ronden. Ook zou ik nog Ronny Boven willen bedanken. Verder zou ik nog iedereen willen bedanken die mijn studententijd onvergetelijk hebben helpen maken.

IV. Inhoudsopgave

I. Samenvatting	1
II. Summary.....	2
III. Dankwoord	3
IV. Inhoudsopgave	4
V. lijst symbolen en afkortingen.....	1
VI. Figurenlijst	2
VII. Tabellenlijst.....	3
1. Inleiding	1
2. Methodologie.....	2
2.1. Debietsbepaling	2
2.2. Geluid	7
2.2.1. Correct dimensioneren	7
2.2.2. Geluiddempers	11
2.2.3. Kleppen.....	12
2.3. Warmteverliezen.....	13
3. Projecten.....	15
3.1. De Lim.....	15
3.1.1. Probleemstelling	15
3.1.2. Methodologie	15
3.2. WZC Wijgmaal woonzorgcentrum & serviceflats	19
3.2.1. Probleemstelling	19
3.2.2. Methodologie	19
3.3. Slagerij Sint Gillis	27
3.3.1. Probleemstelling	27
3.3.2. Methodologie.....	27
4. Conclusie	31
VII. Bronnen	32
IX. Bijlage	33
Artikel1: Materialenvoorstelling de Lim Balen	34
Artikel2: De Lim HVAC uitvoering 25-02-2015	36
Artikel3: WZC Wijgmaal Uitvoering -1.....	37
Artikel4: WZC Wijgmaal Uitvoering 1	37
Artikel5: WZC Wijgmaal Uitvoering 2.....	38
Artikel6: WZC Wijgmaal Uitvoering 3.....	38
Artikel7: WZC Wijgmaal Uitvoering dakplan	39
Artikel8: WZC Wijgmaal Uitvoering 3D dakplan	39
Artikel9: HVAC UITV slagerij 13-05-2015	40
Artikel10: HVAC UITV slagerij 28-05-2015	40
Artikel11: materiaalvoorstelling Slagerij Sint-Gillis	41

V. lijst symbolen en afkortingen

: aantal

dB : decibel

α : absorptiecoëfficiënt

WTCB : wetenschappelijk en technisch centrum voor het bouwbedrijf

EPB : energieprestatie en binnenklimaat

RK : regelklep

VI. Figurenlijst

<i>fig. 2.1.: Debieten voor woonkamer</i>	3
<i>fig. 2.2.: Debieten voor slaapkamer, studeerkamer en speelkamer</i>	3
<i>fig. 2.3.: Debieten voor keuken, badkamer, wasplaats en analoge ruimtes</i>	4
<i>fig. 2.4.: Debieten voor open keuken</i>	4
<i>fig. 2.5.: Berekening debiet per persoon</i>	5
<i>fig. 2.6.: Geluidsberekening splitsing</i>	10
<i>fig. 2.7.: Geluiddemper</i>	11
<i>fig. 2.8.: Flanking cross talk</i>	11
<i>fig. 2.9.: Turbulentie kleppen</i>	12
<i>fig. 2.10.: Warmtewisselaar ventilatie</i>	13
<i>fig. 2.11.: Warmtewiel ventilatie</i>	13
<i>fig. 2.12.: warmtewiel in detail</i>	14
<i>fig. 2.13.: Verwarmingsbatterijen ventilatie</i>	14
<i>fig. 3.1.: Wervelrooster met plenumbox</i>	16
<i>fig. 3.2.: Technische ruimte Lim garage</i>	16
<i>fig. 3.3.: Plan showroom</i>	17
<i>fig. 3.4.: Plan garage -1</i>	18
<i>fig. 3.5.: Coanda-effect</i>	19
<i>fig. 3.6.: Eindreflectie</i>	20
<i>fig. 3.7.: Eindreflectie berekening</i>	21
<i>fig. 3.8.: Spiegelbronnen</i>	22
<i>fig. 3.9.: Verdieping -1 WZC Wijgmaal</i>	23
<i>fig. 3.10.: Verdieping +3 WZC Wijgmaal</i>	24
<i>fig. 3.11.: Dakplan</i>	25
<i>fig. 3.12.: 3D dakplan WZC Wijgmaal</i>	26
<i>fig. 3.13.: Niveau -1 Slagerij</i>	28
<i>fig. 3.14.: Niveau 0 slagerij</i>	29
<i>fig. 3.15.: Regelkleppen dampkap</i>	30

VII. Tabellenlijst

<i>Tabel 2.1.: Nominaal ventilatiedebiet voor de verschillende ruimtes</i>	2
<i>Tabel 2.2.: debieten per m²</i>	6
<i>Tabel 2.3.: Geluidsberekening</i>	7
<i>Tabel 2.4.: Geluidsberekening rechthoekige kanalen</i>	8
<i>Tabel 2.5.: Geluidsberekening ronde kanalen</i>	8
<i>Tabel 2.6.: Geluidsberekening rechthoekige bochten</i>	9
<i>Tabel 2.7.: Geluidsberekening ronde bochten</i>	9

1. Inleiding

Deze studie gaat over het belang van een ventilatiesysteem in residentiële en niet-residentiële gebouwen. Door de zeer grote opmars van de ventilatiesector en het gebrek aan kennis bij vele bedrijven. Stokjes NV is al jaren lang een zeer grote marktleider in deze branche. De kanalen worden niet enkel geplaatst door Stokjes NV, de kanalen, boxventilatoren en ventielen worden door Stokjes NV ook zelf geproduceerd. Hiernaast staat er voor elk project een zeer gespecialiseerd team van projectleiders, werfvoorbereiders en tekenaars klaar voor het behouden van de beste prijskwaliteit.

Door dat de ventilatiesector aan het uitbereiden is, is het dus zeer belangrijk om voor elk project dat toegewezen wordt de belangrijkste vragen op te stellen en deze zo goed mogelijk proberen te verwerken. Op deze manier blijft de kwaliteit centraal staan. Voor elk verschillend project zijn er ook andere belangrijke punten. Dit is namelijk het bepalen van de plaatsing van het ventilatiesysteem, het bepalen van het geluid dat wordt geproduceerd, de gewenste debieten bepalen die moeten gehaald worden bij de uitmondingen van de kanalen en zorgen dat er geen hinder is van tocht. Als dit alles nu in één geheel moet omschreven, worden dan zou dit onder het volgende vallen nl.: het verbeteren van het comfort in residentiële als niet-residentiële gebouwen. De onderzoeksvraag van deze studie luidt dan ook “Hoe gaat het comfort in residentiële en niet-residentiële gebouwen verbeterd worden?”

Om deze studie tot een goed resultaat te laten verlopen moeten er veel vragen beantwoord worden. Stokjes NV is al jaren lang gespecialiseerd bezig met verschillende projecten. Door deze ervaring zal op elke vraag van elk verschillend project een antwoord gevonden worden. Elke studie zal bestudeerd en grondig nagekeken worden, zodat er geen enkele fout over het hoofd gezien kan worden. Hierbij zal de dimensionering van de kanalen, luchtgroepen en verschillende ventielen en roosters nagekeken worden tot in de puntjes. Hiernaast zal het tekenen van de plannen zo correct mogelijk gebeuren zodat er geen problemen kunnen ontstaan bij de montage van de luchtkanalen. Uiteraard berust de montage van de kanalen voor het grootste deel op het bepalen van de juiste onderdelen die moeten gebruikt worden zoals de verschillende verlopen, bochten, zadelstukken, regelkleppen en brandkleppen. Deze punten worden zo in het geheel uitgewerkt op een correcte manier zodat er zich geen fouten kunnen voorkomen.



Stokjes NV behoort tot het beste bouwteam van 2014

2. Methodologie

Een ventilatiesysteem heeft als doel de vervuilde binnenlucht te verwisselen met propere buitenlucht. Om dit op een zo comfortabel mogelijke manier te laten gebeuren, zonder te veel warmteverlies of zonder een te hoge geluidproductie, zullen er verschillende aspecten beschreven moeten worden.

2.1. Debietsbepaling

Om een correcte debietbepaling te verkrijgen, moet er gekeken worden of we te maken hebben met een residentieel of niet-residentieel gebouw. De bepaling voor een residentieel gebouw is zeer eenvoudig. De oppervlaktes van de verschillende ruimtes moeten berekend worden en deze uitkomst wordt dan maal $3,6\text{m}^3/\text{h}$ gedaan ($3,6\text{m}^3/\text{h}$ per m^2). Hierna moet er altijd nagekeken worden of het systeem in balans of in onbalans is. Wanneer het systeem in balans is, dan is dat het debiet van de ventilatie unit. Is de berekening in onbalans, dan zal er op enkele plaatsen een debiet verhoogd moeten worden zodat het systeem in balans komt te staan. Het is niet correct om waarden naar beneden af te ronden. De ruimtes moeten altijd aan hun minimumdebiet geraken dat door het WTCB opgegeven is. Deze minimumdebieten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Ruimte	Nominaal debiet		Debiet mag beperkt worden tot	Vrije toevoer (A, C), maximaal
	Algemene regel	Minimaal debiet		
Woonkamer	$3,6\text{m}^3/\text{h}$ per m^2	$75\text{ m}^3/\text{h}$	$150\text{ m}^3/\text{h}$	$2 \times$ nominaal
Slaapkamer, studeerkamer, speelkamer		$25\text{ m}^3/\text{h}$	$72\text{ m}^3/\text{h}$	
Keuken, badkamer, wasplaats, analoge ruimten	$3,6\text{m}^3/\text{h}$ per m^2	$50\text{ m}^3/\text{h}$	$75\text{ m}^3/\text{h}$	
Open keuken		$75\text{ m}^3/\text{h}$		
WC	-	$25\text{ m}^3/\text{h}$	-	

Tabel 2.1.: Nominaal ventilatiedebiet voor de verschillende ruimtes

Bovenstaande tabellen kunnen ook worden omgezet in grafieken zoals hier onder te zien is. Dan wordt dit als volgt bekeken. De eerste grafiek laat zien dat het minimum debiet op $25\text{m}^3/\text{h}$ begint, waarbij dit constant blijft tot de vermenigvuldiging van de vloeroppervlakte met de $3,6\text{m}^3/\text{h}$ (algemene regel) hoger wordt dan deze $25\text{m}^3/\text{h}$. Hierna zal het debiet lineair toenemen met de oppervlakte. Hierbij blijft het debiet constant tot de vermenigvuldiging van het vloeroppervlak met de $3,6\text{m}^3/\text{h}$ (algemene regel) hoger wordt dan deze $25\text{m}^3/\text{h}$. Dan zal het debiet lineair toenemen met de oppervlakte tot het maximum te voorziene debiet wordt gehaald. Hierna zal het debiet constant blijven. Dit kunnen we bij al de grafieken herhalen.

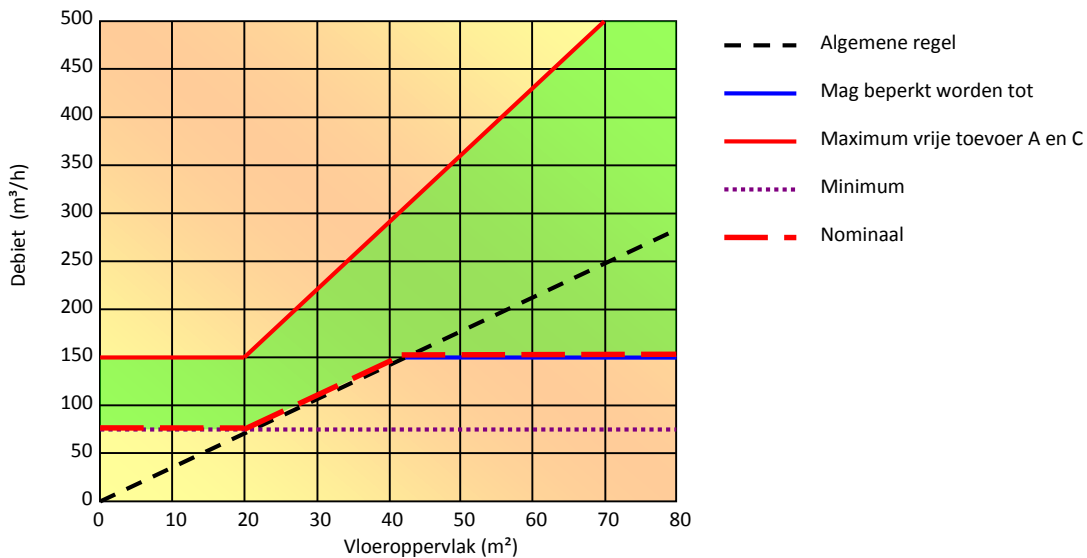


fig. 2.1.: Debieten voor woonkamer

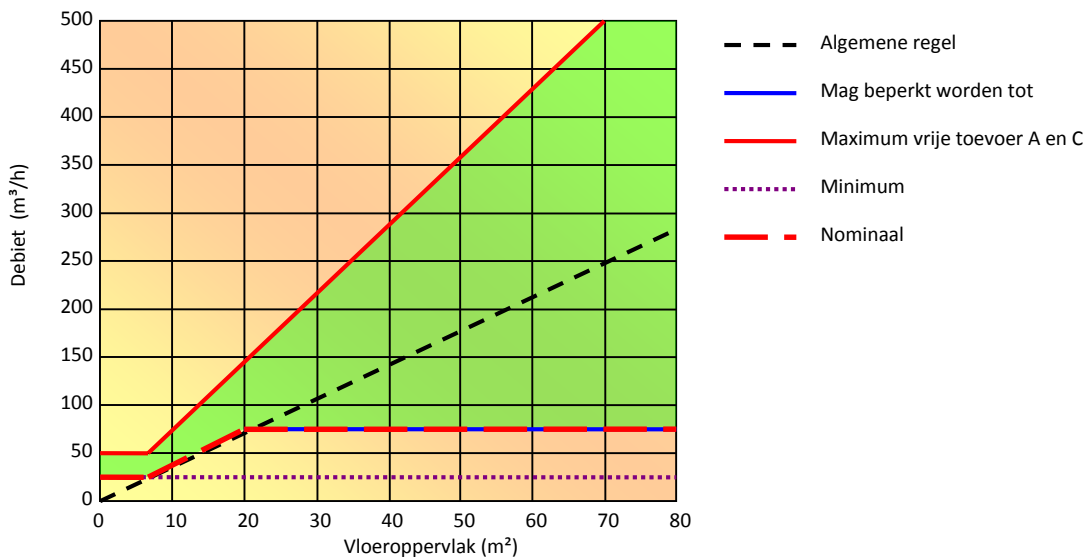


fig. 2.2.: Debieten voor slaapkamer, studeerkamer en speelkamer

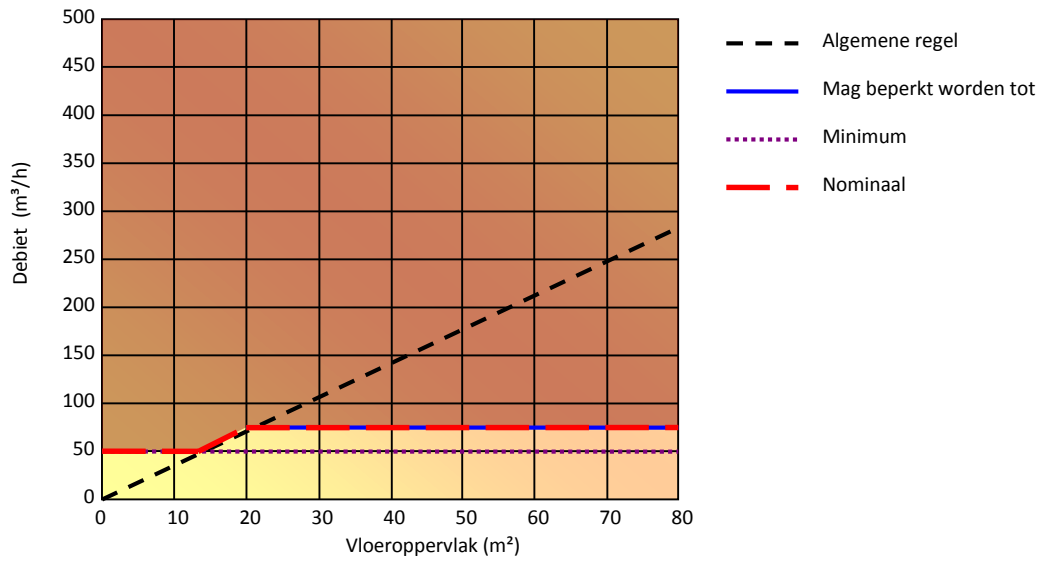


fig. 2.3.: Debiten voor keuken, badkamer, wasplaats en analoge ruimtes

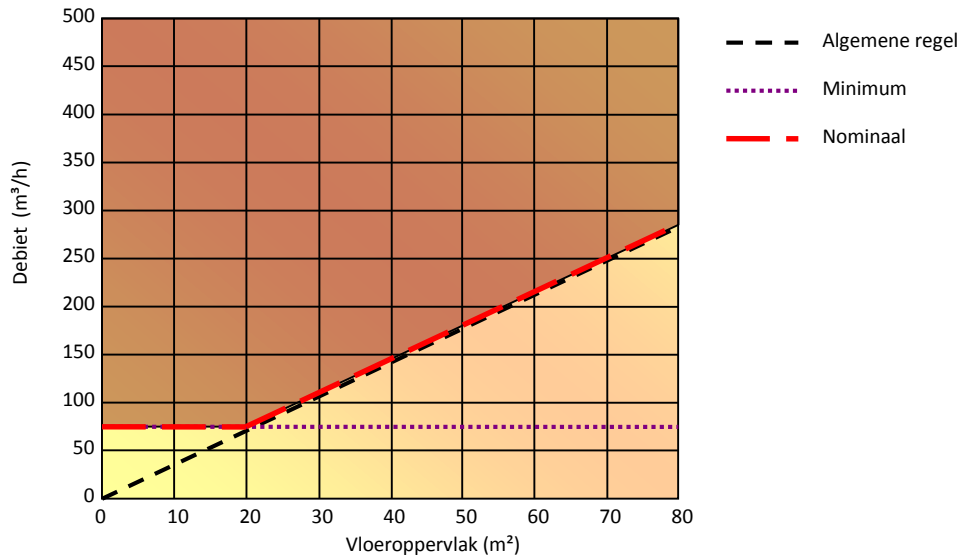


fig. 2.4.: Debiten voor open keuken

In het geval van niet-residentiële gebouwen wordt er uitgegaan van de bezetting of de oppervlaktes (dit kan ook gebruikt worden bij residentiële gebouwen). Met bezetting wordt bedoeld hoeveel mensen er aanwezig zijn in een bepaalde ruimte en voor welke periode. Deze volgorde wordt weergegeven in onderstaande figuur.

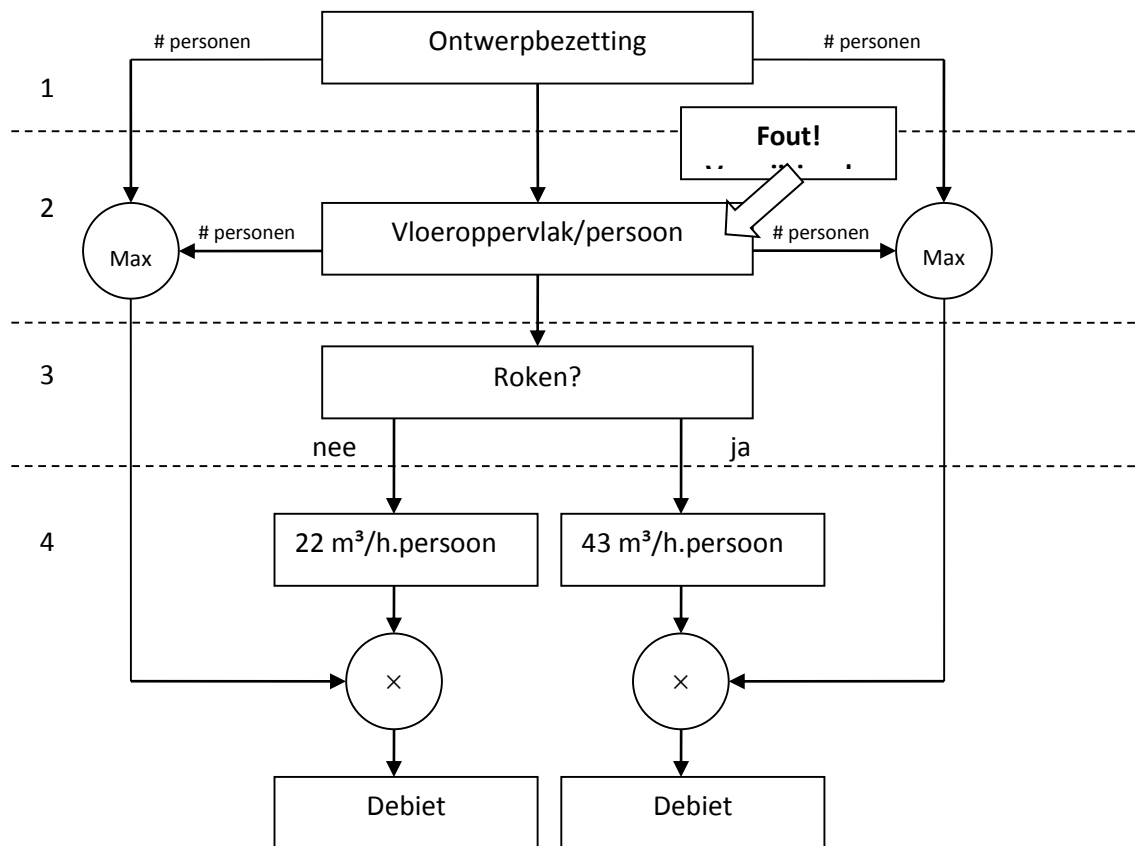


fig. 2.5.: Berekening debiet per persoon

Er wordt vooraleerst gekeken over welk type ruimte het gaat. Hierna wordt er gekeken naar de menselijke bezetting, of er voor een lange of een korte periode menselijke bezetting is, of dat we spreken van speciale ruimtes (operatiekamers, clean rooms, ...). Op deze manier worden de pijlen verder gevolgd tot het totale debiet gekend is. Naast deze manier is er ook een tabel opgesteld waarbij er per ruimte per m^2 is opgegeven hoeveel debiet er moet gerespecteerd worden. Zo kan er, zonder over enige bezetting te weten, toch een debiet op de verschillende ruimtes worden geplakt. Deze tabel is soms onduidelijk omdat er niet altijd geweten is welke ruimte onder welke ruimte hoort. Daarom is het van zeer groot belang om soms verder te redeneren, zodat er nooit een te klein debiet zal worden opgegeven. Hierbij is het ook zo dat de waarden die zijn opgegeven per m^2 zijn. Er moet dus eerst een oppervlakteberekening zijn, waarna deze oppervlakte vermenigvuldigd moet worden met het opgegeven getal. Hierbij hebben we het aantal personen berekend. Als er nu een kommagetal bekomen is zal dit afgerond moeten worden naar boven toe. Hierna zal dit getal (het aantal personen) vermenigvuldigd moeten worden met $22m^3/h$, het resultaat hiervan is het gewenste debiet in die ruimte.

Vloeroppervlakte per persoon (m ² /pers)	
Horeca	
restaurants, cafetaria, snelbuffet, kantine, bars,	1.5
cocktailbars keukens, kitchenettes	10
Hotels, motels, vakantiecentra	
slaapkamers in hotel, motel, vakantiecentra, ...	10
slaapzalen in vakantiecentra	5
lobby, inkomhal	2
vergaderzaal, ontmoetingsruimte, polyvalente zaal	2
Kantoorgebouwen	
Kantoor	15
Ontvangstruimten, receptie, vergaderzalen	3.5
Hoofdingang	10
Publieke ruimten	
vertrekhal, wachtzaal	1
Bibliotheek	10
Publieke verzamelplaatsen	
Kerken en andere religieuze gebouwen, regeringsgebouwen, gerechtszalen, musea en galerijen	2.5
Detailhandel	
verkoopruimte, winkel (behalve winkelcentra)	7
winkelcentrum	2.5
kapsalon, schoonheidssalon	4
winkels voor meubilair, tapijten, textiel, ...	20
supermarkt, grootwarenhuis, dierenspeciaalzaak	10
wasserettes, wassalon	5
Sport en ontspanning	
sporthal, stadion (speelruimte), turnzaal	3.5
kleedkamers	2
toeschouwerruimte, tribunes	1
discotheek / dansgelegenheden	1
sportclub: aerobicruimten, fitnessruimte, bowlingclub	10
Werkrumten	
fotostudio, donkere kamer, ...	10
apotheek (bereidingsruimte)	10
lokettenzaal in banken / kluizenzaal voor publiek	20
kopieerruimte / ruimte voor printers	10
computerruimte (zonder ruimte voor printers)	25
Onderwijsinstellingen	
leslokalen	4
polyvalente zaal	1
Gezondheidszorg	
ziekenzaal	10
behandeling- en onderzoekskamers	5
operatie- en verloskamers, ontwaakzaal en intensieve	5
zorgen, kinesitherapiezaal, fysiotherapie	
Correctionele instellingen	
Cellen, dagverblijf	4
bewakingsposten	7
inschrijving / registratie / wachtruimte	2
Overige ruimten	
overige ruimten	15

Tabel 2.2.: debieten per m²

2.2. Geluid

Nadat het totale debiet is berekend, kan met dit debiet de selectie gebeuren van de ventilatie unit. Hierdoor kunnen de kanalen gedimensioneerd worden, zodat er een minimum aan geluid wordt geproduceerd. Er zal een snelheid doorheen heel de installatie moeten worden aangehouden zodat er een minimum aan geluid wordt geproduceerd. Dit gebeurt met behulp van een schuifkaart.

Het geluid dat de installatie produceert moet altijd gerespecteerd worden in elke installatie. Geluid wordt namelijk als een grote stoorfactor bekeken die zo goed mogelijk weggewerkt moet worden. Dit gebeurt door het correct dimensioneren van de leiding, voldoende dempers plaatsen waar dit nodig is en zo veel mogelijk regelkleppen proberen te vermijden.

2.2.1. Correct dimensioneren

Een correcte dimensionering gaat ervoor zorgen dat het geluid dat door de kanalen stroomt niet versterkt wordt. Een ventilatiekanaal zelf heeft voor de verschillende diameters een dempingfactor die we kunnen gaan aftrekken van de geproduceerde decibels aan de unit zelf. Deze decibels die aan de unit worden geproduceerd zijn te wijten aan de schoepfrequentie, de turbulentie en het afschudden van de wervels door de schoepen. Voor een optelling van geluid te realiseren moet er volgens volgende tabel gewerkt worden.

dB	L1 – L2	0 – 1	2 – 3	4 – 9	10
dB	L	3	2	1	0

Tabel 2.3.: Geluidsberekening

Uit deze tabel kan worden afgeleid dat er 2 verschillende geluidsbronnen zijn die allebei een verschillende sterkte van geluid hebben. L1 word dan bekeken als de eerste geluidsproductie en L2 als de tweede. Als deze 2 van elkaar worden afgetrokken blijft er een getal over tussen 0 en oneindig. Als dit getal tussen 0-1 zit, wilt het zeggen dat er bij het luidste geluid 3dB bijkomt. Zo wordt de tabel gevolgd tot bij een verschil van 10, daarna zal er niets meer worden bij opgeteld.

In het kanalenstelsel zal er geen geluid geproduceerd maar afgenomen worden. Dit is natuurlijk logisch omdat de afstand die het geluid gaat moeten afleggen vanaf de unit tot de uitmonding veel groter wordt. Als de demping in de kanalen nu bekeken zou worden, dan zal er een geluidsvermindering per meter zijn. Deze demping kan teruggevonden worden in onderstaande tabel.

mm × mm	Demping in dB/m bij frequentie in Hz			
	63	125	250	>250
150 × 150	0,98	0,66	0,33	0,33
305 × 305	1,15	0,66	0,33	0,20
305 × 610	1,31	0,66	0,33	0,16
610 × 610	0,82	0,66	0,33	0,10
1220 × 1220	0,49	0,33	0,23	0,07
1830 × 1830	0,33	0,33	0,16	0,07

Tabel 2.4.: Geluidsberekening rechthoekige kanalen

Diameter in mm	Demping in dB/m bij frequentie in Hz						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
$D \leq 180$	0,10	0,10	0,16	0,16	0,33	0,33	0,33
$180 \leq D \leq 380$	0,10	0,10	0,16	0,16	0,23	0,23	0,23
$380 \leq D \leq 760$	0,07	0,07	0,07	0,10	0,16	0,16	0,16
$760 \leq D \leq 1520$	0,03	0,03	0,03	0,07	0,07	0,07	0,07

Tabel 2.5.: Geluidsberekening ronde kanalen

De waarde die uit deze tabel wordt afgeleid kan dan worden vermenigvuldigd met de totale lengte van het kanaal. Deze waarde zal dan worden afgetrokken van de totaal dB op de verschillende frequenties.

Natuurlijk zijn er ook koppelstukken, bochten en T-stukken die zich voordoen in allerlei installaties. Deze brengen op hun beurt ook een demping met zich mee die kan worden afgeleid uit onderstaande tabel. Deze waarde zal dan weer worden afgetrokken van de totale waarde, of als er zich een stuk kanaal voor de bocht bevindt zal eerst van het totale geluid de demping van het kanaal worden afgetrokken waarna van deze uitkomst de bocht zal worden afgetrokken. Dit blijft zich herhalen voor heel het kanalenstelsel.

f = frequentie in kHz w = breedte in mm	Zonder geleidingsschoepen	Met geleidingsschoepen
$f \times w < 48$	0	0
$48 \leq f \times w \leq 96$	1	1
$96 \leq f \times w \leq 190$	5	4
$190 \leq f \times w \leq 380$	8	6
$380 \leq f \times w \leq 760$	4	4
$f \times w > 760$	3	4

Tabel 2.6.: Geluidsberekening rechthoekige bochten

f = frequentie in kHz w = breedte in mm	Damping in dB
$f \times w < 48$	0
$48 \leq f \times w \leq 96$	1
$96 \leq f \times w \leq 190$	2
$f \times w > 190$	3

Tabel 2.7.: Geluidsberekening ronde bochten

Uit bovenstaande tabel kunnen we dan ook afleiden dat er ook bochten met geleidingsschoepen bestaan. Deze bochten zullen een betere demping hebben maar hebben een kleinere doorlaat voor het debiet. Ook onderhoud zal hier niet toepasbaar zijn door de kleine opening tussen de schoepen.

Als laatste zal er ook nog duidelijk worden gemaakt hoe dit wordt toegepast bij een Y-stuk. Dit gebeurt door eerste oppervlaktes van de hoofdtak en de zijtak te bepalen. Hierna zal de volgende formule moeten toegepast worden: $D=10\log S1/(S1+S2)$. Als kanaal S2 groter blijft dan 80% van het toekomstige kanaal, dan mag hier geen demping voor in rekening worden gebracht.

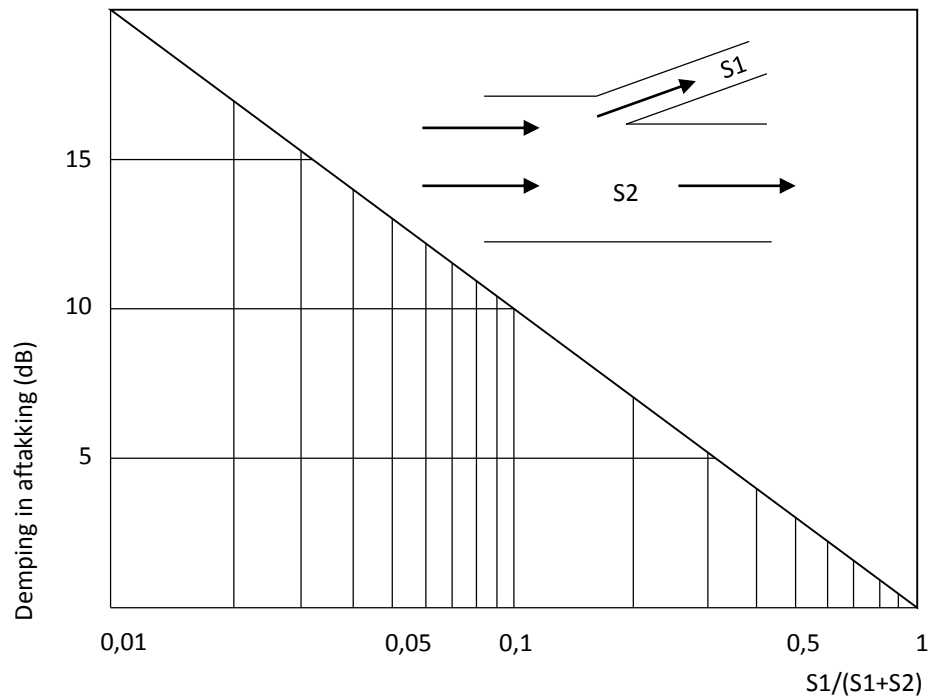


fig. 2.6.: Geluidsberekening splitsing

2.2.2. Geluiddempers

Een geluiddemper gaat ervoor zorgen dat het grootste deel van het geluid aan de unit wordt weggewerkt. Dit door de akoestische stof die zich aan de binnenkant van de demper bevindt. Deze stof zal het geluid gaan absorberen. Ook kunnen er akoestische flexibels worden gebruikt, dit zal vooral worden gebruikt bij het aansluiten van ventielen en wervelroosters. Desalniettemin zal dit toch het onderhoud van de kanalen zeer hard storen.

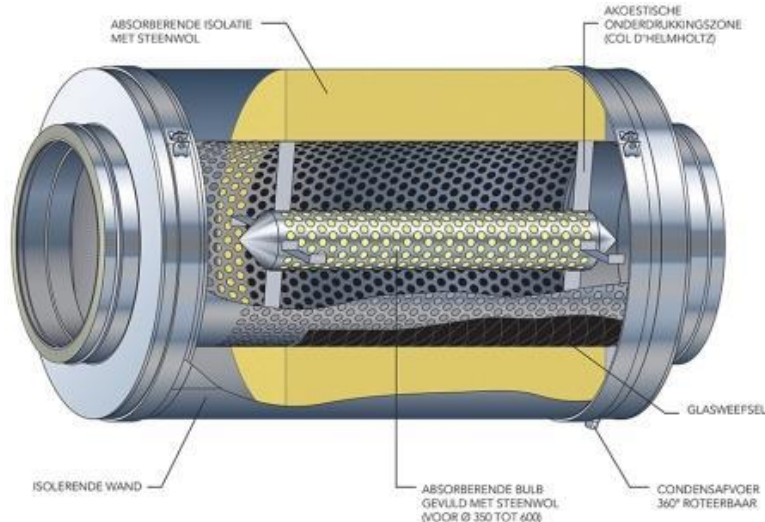


fig. 2.7.: Geluiddemper

De demper of akoestische flexibel wordt soms ook voorzien na kleppen om het geluid hier te gaan reduceren. Ook wordt het gebruikt om flanking cross talk/overspraak tegen te gaan. Flanking cross talk zal zich voordoen als 2 ruimtes rechtstreeks met hetzelfde kanaal verbonden zijn. Als er dan geluid wordt geproduceerd in de ene ruimte zal dit hoorbaar zijn in de andere. Hier kan dan een demper tussen gezet worden, er kan ook een akoestische flexibel worden voorzien.

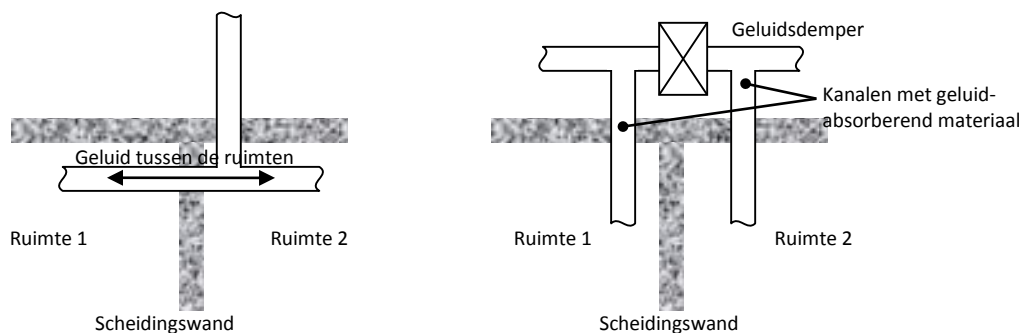


fig. 2.8.: Flanking cross talk

2.2.3. Kleppen

Het verminderen van kleppen in de installatie zal de geluidsproductie ook doen verminderen. Kleppen staan erom bekend om turbulentie met zich mee te brengen, en turbulentie betekent geluid. Daarom is het van belang de kleppen enkel te voorzien daar waar ze nodig zijn. Dit zal meestal gebeuren bij een aftakking van een hoofdkanaal. Het voorzien van regelkleppen is ook zeker belangrijk, deze zullen goed helpen bij de afregeling van heel het systeem.

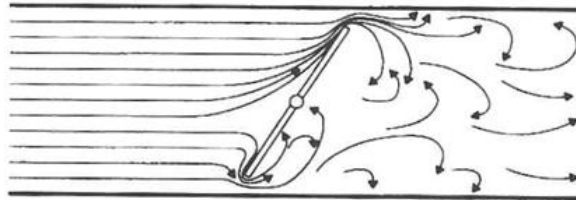


fig. 2.9.: Turbulentie kleppen

2.3. Warmteverliezen

Om de warmteverliezen te beperken in een installatie, zal er in veel gevallen een warmteterugwinning worden voorzien in de ventilatieunit. Deze zal ervoor zorgen dat de aangezogen lucht van buiten wordt opgewarmd door de warmte van de extractielucht (afzuiglucht uit de ruimtes). Dit zal gebeuren door een onrechtstreekse aanraking. Dit gebeurt onrechtstreeks zodat er geen vuile lucht terug naar binnen wordt geblazen. Buiten een gewone warmtewisselaar bestaat er ook in de grotere systemen een warmtewiel waar de lucht recht door zal gaan en zo hun warmte zal uitwisselen.

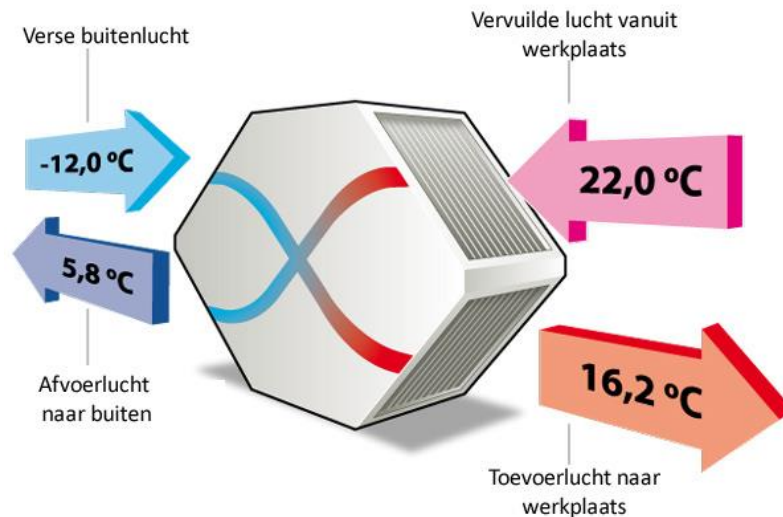


fig. 2.10.: Warmtewisselaar ventilatie

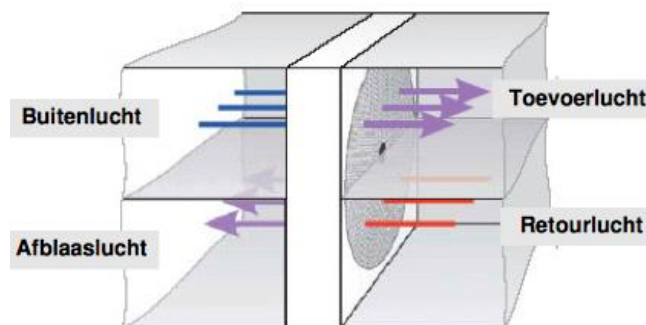


fig. 2.11.: Warmtewiel ventilatie

Een warmtewiel zal een rechte doorstroming hebben van lucht, niet tegenstaand dat dit bij een warmtewisselaar gekruist is. Een motor zal het wiel laten draaien waardoor de warmte zal uitgewisseld worden. Het warmtewiel bestaat uit een zeer groot aantal kleine aluminium kanaaltjes. Deze kanaaltjes hebben een driehoekige vorm. Het warmtewiel zijn rendement ligt hoger als dat van een gewone warmtewisselaar, dit omdat het wiel wordt aangestuurd met een motor. Deze motor zal door middel van een frequentieregelaar het wiel trager laten draaien als het kouder is.

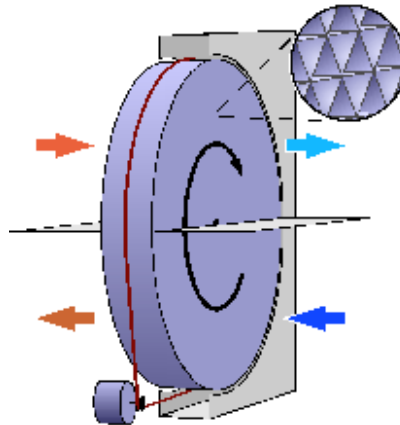


fig. 2.12.: warmtewiel in detail

Buiten de warmteterugwinning in de toestellen zelf, kan er ook gebruik gemaakt worden van verwarming- of koelbatterijen. Deze verwarmingsbatterijen worden regelmatig toegepast om het comfort van de gebruiker optimaal op punt te stellen. Koelbatterijen worden dan weer minder gebruikt omdat koeling nog altijd zeer duur is en niet een verplichting is. Deze verwarmingsbatterijen kunnen elektrisch worden uitgevoerd of via het CV water, wat veel rendabeler is dan op elektriciteit. Als de verwarmingsbatterij bij een condenserende gasinstallatie als laatste verbruiker in het circuit staat, gaat dit een beter rendement opleveren voor de gasinstallatie zelf. Deze zal een koudere retour temperatuur hebben waardoor er meer condens zal zijn en zo meer warmte zal terug gewonnen worden.



fig. 2.13.: Verwarmingsbatterijen ventilatie

3. Projecten

3.1. De Lim

3.1.1. Probleemstelling

De Lim is een autogarage met showroom die zich bevindt in Balen. Hier moest een ventilatiesysteem voorzien worden. De bedoeling van het ventilatiesysteem is om de klanten die op bezoek komen in de garage een optimaal comfort te geven. De problemen die zich kunnen voordoen bij het niet correct selecteren van het gehele systeem, zijn dan zeer belangrijk om in acht te nemen. Er kan zo een mogelijkheid ontstaan tot aandamping van de ramen in de showroom, er is een verhoogd risico tot ophoping van rookgassen als de auto's zouden gestart worden om naar buiten te rijden, en omdat de unit binnen in het gebouw geplaatst moet worden moet er ook aandacht besteed worden aan het geluid dat de unit produceert. Dit zijn enkele deelvragen die zeker nog kunnen voorvallen en daarom in acht genomen worden.

3.1.2. Methodologie

De methodes die toegepast zijn, berusten voor een groot deel op de bepaling van het studiebureau. Het ventilatiesysteem is echter zelf uitgetekend op de dwg plannen die doorgekregen zijn. De bepaling van de dempers, akoestisch flexibele aansluitingen zijn dus ook zelf bepaald geweest.

Door de exacte debietbepaling zal de mogelijkheid van aandamping en rookgasophoping beperkt worden en dus niet mogelijk zijn. Deze debietbepaling is gebeurd door het studiebureau zelf. De kanaaldoorsneden zijn echter zelf bepaald door gebruik te maken van de schuifkaart. Hier is in heel het kanalenstelsel een snelheid van rond de 4m/s aangehouden, buiten bij de dempers die bij de unit staan. Hier moet een snelheid van 3m/s worden gerespecteerd, dit voor de baffels die zich in de demper bevinden. Ook moet er rekening worden gehouden dat het hier over grote ruimtes gaat. De verdeling van de lucht moet dus ook in acht worden genomen en er zal dus gebruik gemaakt worden van wervelroosters voor de toevoer van de lucht. Deze wervelroosters zorgen voor een optimale verdeling over heel de ruimte. Ook is er voor dit project een materiaalvoorstelling gemaakt aan de hand van de materialen die zijn opgegeven in de opdracht.



fig. 3.1.: Wervelrooster met plenumbox

De verbinding tussen de wervelrooster en het kanaal is gebeurd met een akoestisch flexibele buis, om de geluid productie te beperken. Dit is ook gebeurd bij de ventielen in de wc's, enkel als er een vals plafond voorzien is. Omdat de unit in een ruimte staat kan dit voor veel lawaai zorgen. Dit hangt natuurlijk van enkele factoren af. Er zal geluid geproduceerd worden door de unit zelf, hiernaast zal ook geluid waargenomen worden dat door de wanden wordt gereflecteerd. Hiervoor hebben we een maat gekregen, namelijk de absorptiecoëfficiënt (α). Als de absorptiecoëfficiënt (α) gelijk is aan 0, spreekt men over een akoestisch hard oppervlak. Dit wil zeggen dat al het geluid dat op deze wand in valt gereflecteerd zal worden. Als de absorptiecoëfficiënt (α) gelijk is aan 1, spreekt men echter over een echo-loze wand. Al het geluid dat op de wand invalt zal dus geabsorbeerd worden. Al de materialen die kunnen toegepast worden hebben hun eigen specifieke absorptiecoëfficiënt. Deze absorptiecoëfficiënt wordt uitgedrukt in Sabine. Omdat de unit bij de fabrikant wordt gemaakt, zal er hier geen rekening mee worden gehouden. Echter wel zal er bij de selectie van het toestel een binnen unit moeten voorgesteld worden, en geen buiten unit.

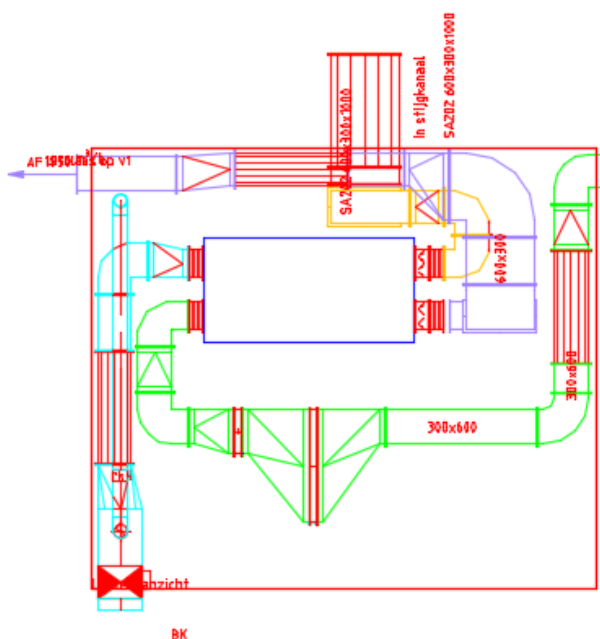


fig. 3.2.: Technische ruimte Lim garage

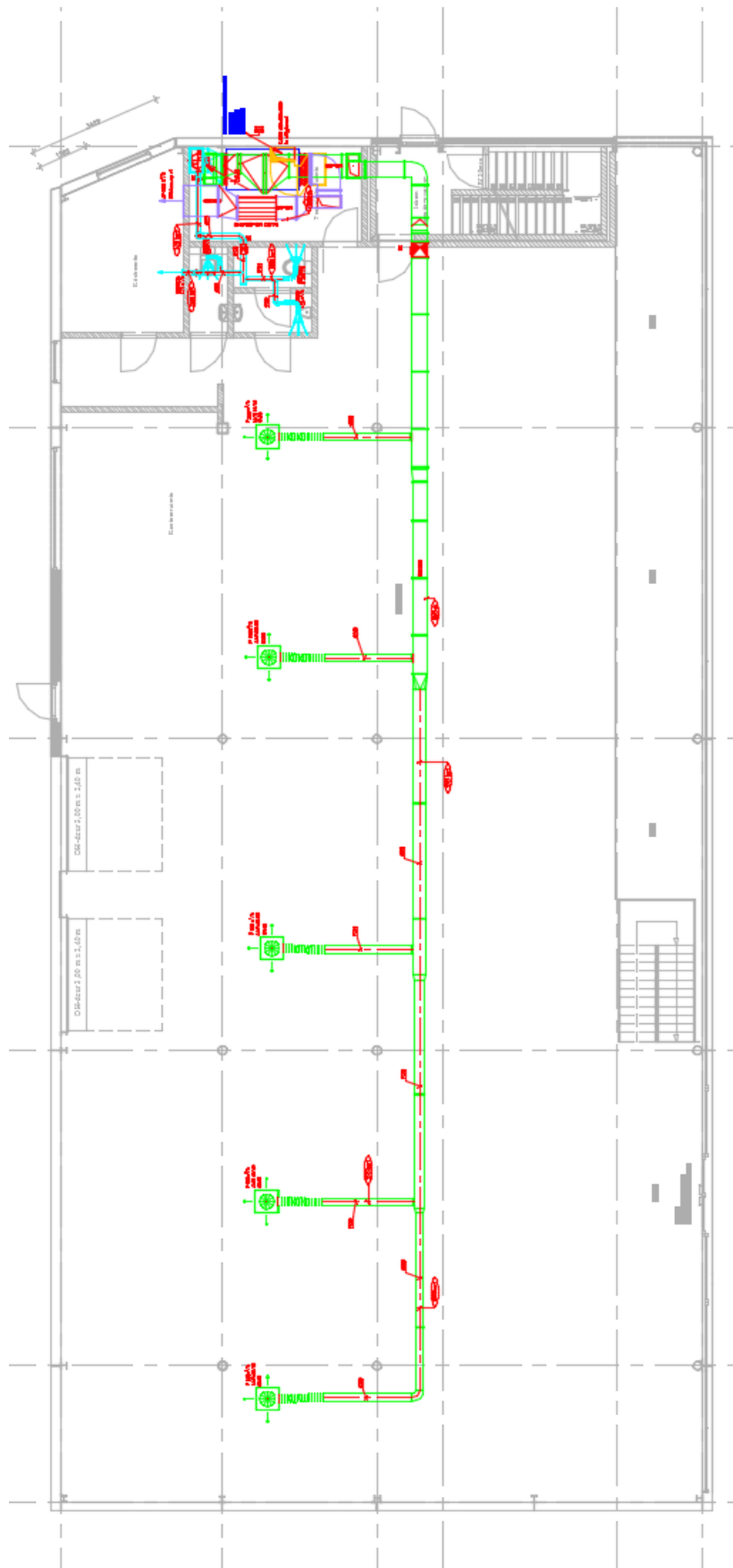


fig. 3.3.: Plan showroom

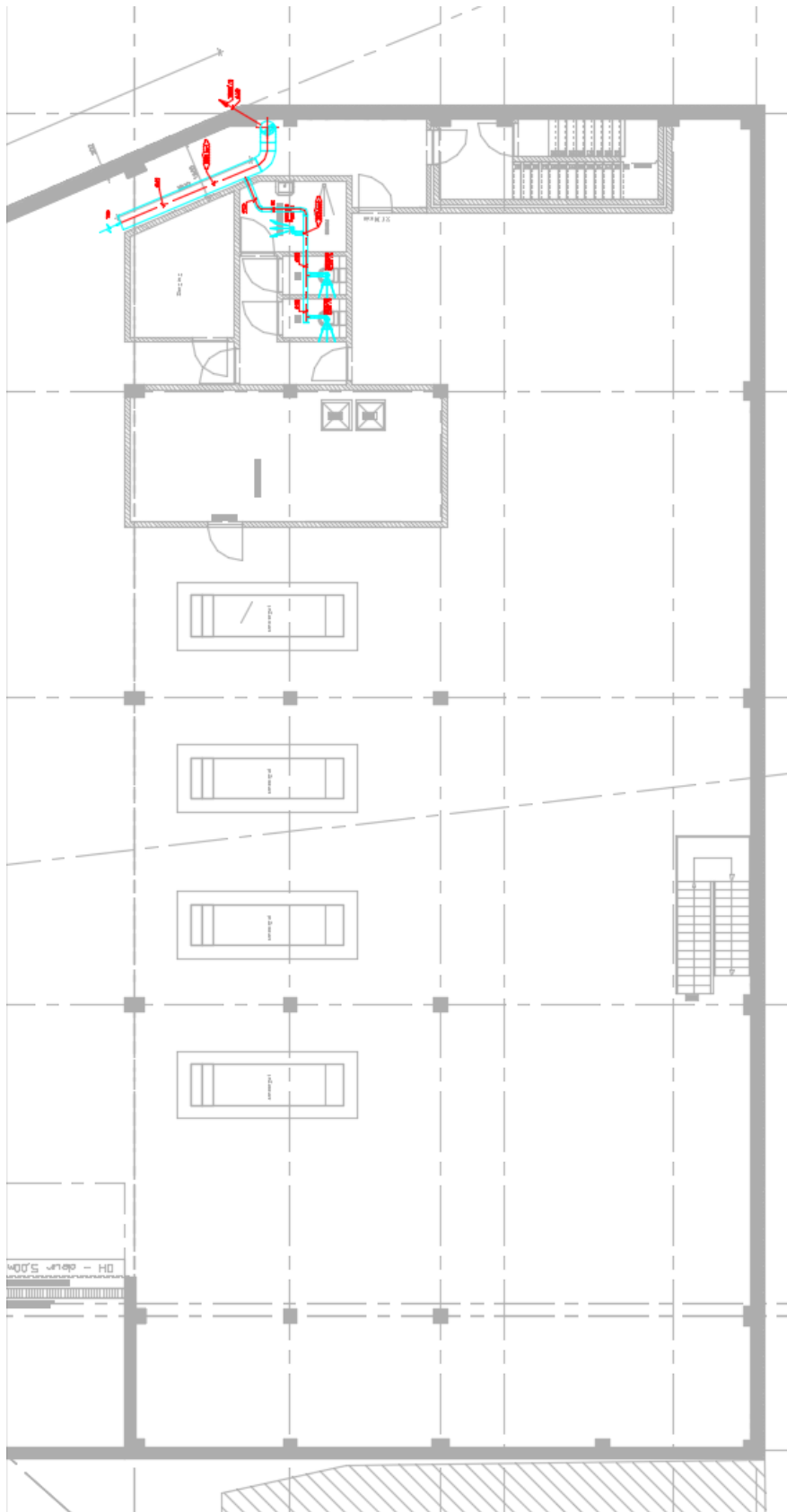


fig. 3.4.: Plan garage -1

3.2. WZC Wijmaal woonzorgcentrum & serviceflats

3.2.1. Probleemstelling

De problemen die zich bij een woonzorgcentrum en serviceflats voordoen op ventilatiegebied kunnen zeer hinderlijk beschouwd worden voor de gebruiker, vooral omdat deze gebouwen langere bezettingstijden hebben dan een garage met showroom. De gebruiker zal hier, door de kleinere ruimtes, een snellere waarneming van tocht ervaren. Buiten dit zal er weer aandacht besteed moeten worden aan het geluid aan de uitmondingen van de kanalen en het geluid dat de unit geproduceerd. Doordat de unit buiten staat, moet er ook rekening worden gehouden met de aanwezigheid van spiegelbronnen. Omdat we hier met enkele schachten moeten werken zal de brandcompartimentering ook in acht moeten worden genomen op de plaatsen waar de kanalen uit de schacht komen.

3.2.2. Methodologie

De debietbepaling van de verschillende ruimtes is weer gebeurd door het studie bureau, net als het schetsen van de plaatsing van de kanalen. De dimensionering van de kanalen is hier ook weer met behulp van de schuifkaart gebeurd. Wat hier dan van meer belang is, is om het tochtgevoel bij de gebruiker te gaan beperken. Dit kunnen we doen op de plaatsen waar er wandroosters zijn voorzien door de lamellen van de rooster onder een hoek van ongeveer 15° te zetten richting een glad plafond. Zo zal er een coanda-effect ontstaan. Hierdoor zal er een beter worp gerealiseerd worden.

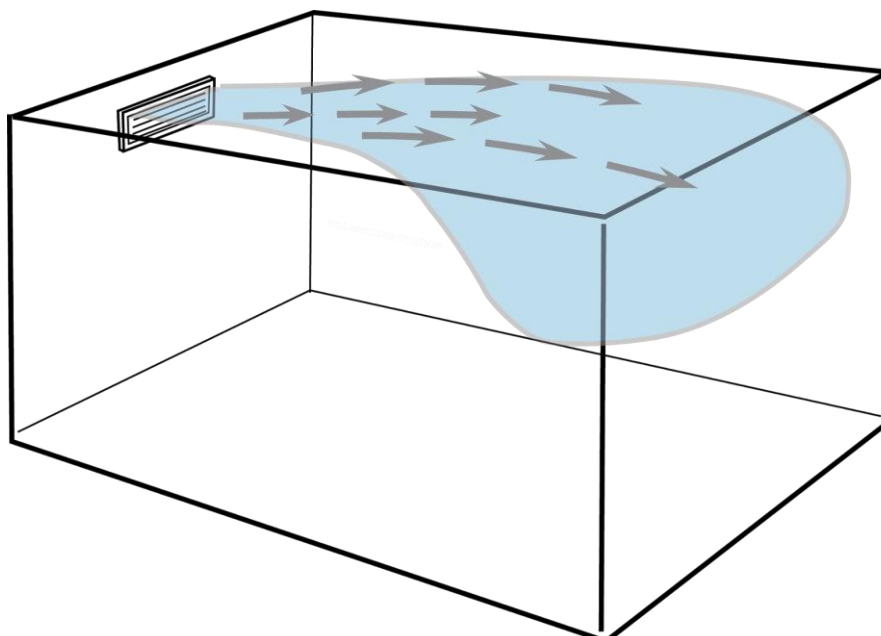


fig. 3.5.: Coanda-effect

Hiernaast zal de eindreflectie ook in acht moeten genomen worden, dit kan met aller handen formules. Overal waar een opening of rooster in de wand eindigt zal er een reflectie van het geluid optreden. Deze reflectie kan verschillen naargelang de plaatsing van de opening in de ruimte. In onderstaande figuur worden al de verschillende plaatsingen van de openingen in de ruimte weergegeven. A zal de beste plaatsing zijn voor de opening en D de slechtste. Natuurlijk is dit in de praktijk bijna nooit toepasbaar.

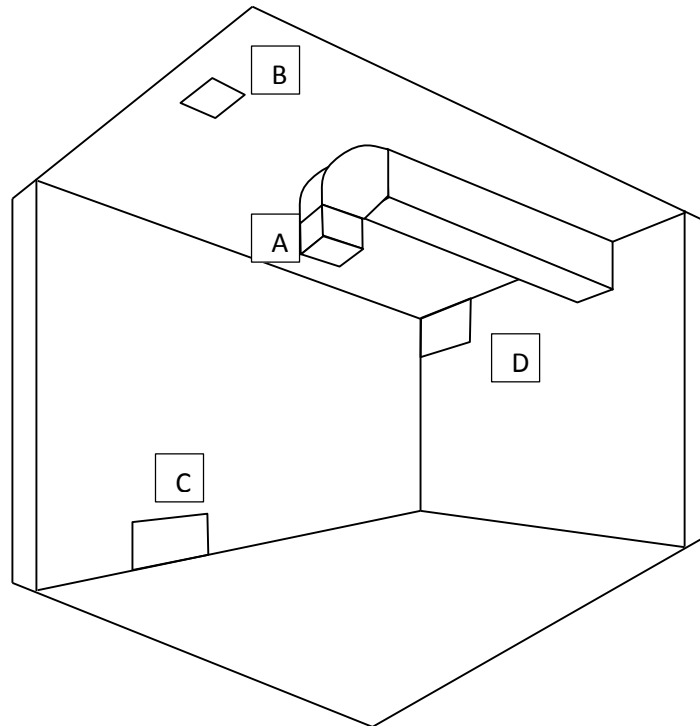


fig. 3.6.: Eindreflectie

Aan de hand van bovenstaande figuur kan dan een grafiek worden opgesteld waar de demping door eindreflectie kan worden weergegeven. Deze grafiek is in onderstaande figuur te zien. Hieruit kan er afgeleid worden dat de lijn van A de beste demping gaat hebben door eindreflectie, en dat die de minste demping gaat hebben. Als de oppervlakte van het rooster berekend is kan een horizontale lijn worden getrokken, beginnend vanaf links, tot op de verschillende frequentielijnen. Vanaf dit punt van op de frequentielijn kan dan een verticale lijn worden getrokken naar boven. Zo kan de demping voor de verschillende frequenties gevonden worden.

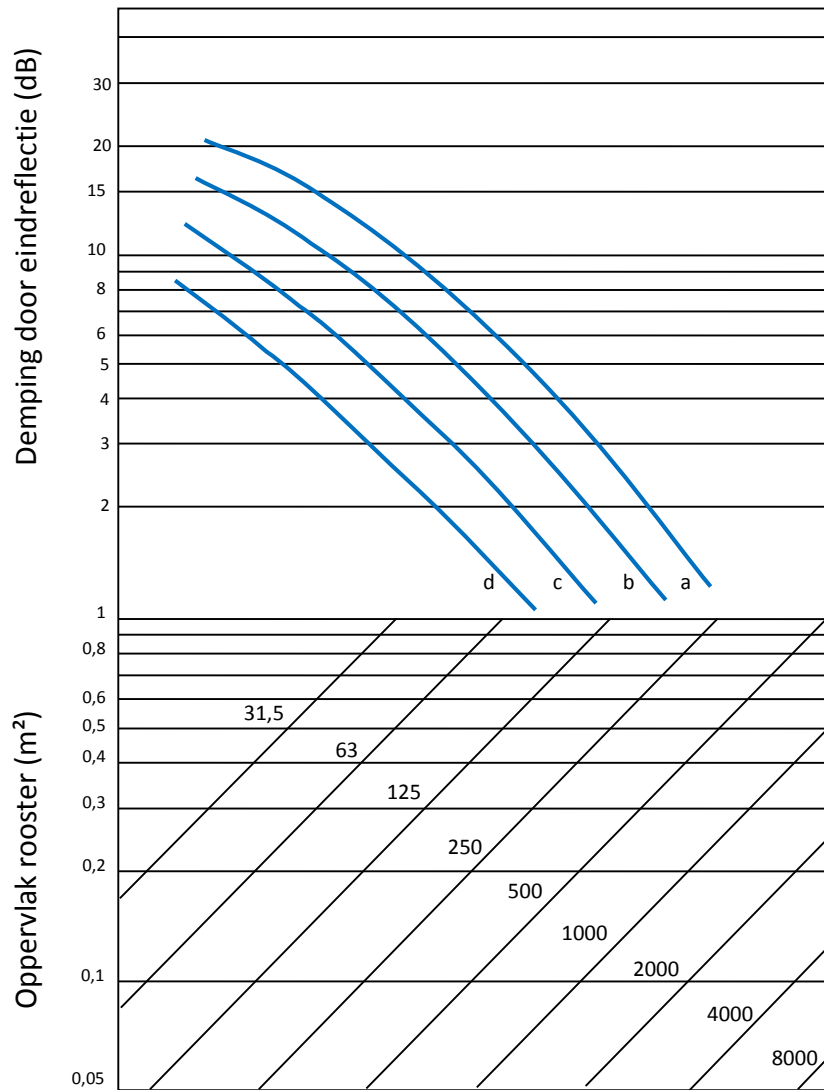


fig. 3.7.: Eindreflectie berekening

De plaatsing van de toestellen is echter ook van zeer groot belang. Omdat deze op het dak staan en geluid produceren, moet eraan gedacht worden dat er ook geluid kan ontstaan in de ruimtes onder het dak. Het plaatsen van een toestel boven een slaapruiimte is dus niet aangeraden (trillingen, ventilatorgeruis). Naast het geluid dat binnen geproduceerd zal worden, zal er buiten ook geluid ontstaan. Hier moet aan spiegelbronnen gedacht worden. Zijn deze aanwezig? In dit geval zijn deze niet aanwezig, dus is het niet van belang dat we de toestellen ver van de rand van het dak moeten afzetten. Een spiegelbron zal het geluid weerkaatsen, en zo zal het geluid in decibels verhoogd worden met 3dB per spiegelbron. Het is niet enkel een muur dat geluid zal weerkaatsen, een glad wateroppervlak zal geluid ook kunnen gaan weerkaatsen.

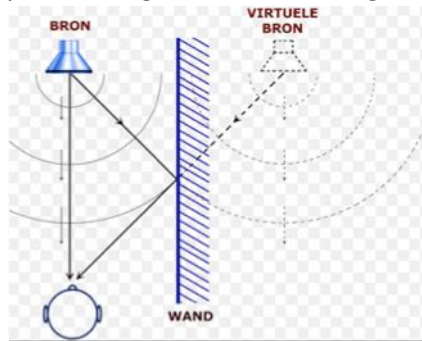


fig. 3.8.: Spiegelbronnen

Nu dat er geen spiegelbronnen aanwezig zijn, zal het geluid dat wordt geproduceerd aan het toestel enkel verminderen als men verder van het toestel verwijderd is. Bij de dakventilatoren zal het geluidsdrumniveau zijn opgegeven op 4m afstand van de unit. Bij een verdubbeling van de afstand van het toestel zal er hier 6dB worden van afgetrokken. Dit is enkel voor de toestellen in een vrij veld. Om andere redenen moesten deze toestellen wel zo ver mogelijk van de rand af worden geplaatst, namelijk omdat deze zo min mogelijk zichtbaar mochten zijn.

Voor de brandcompartimentering is het heel belangrijk dat de brandkleppen al vanaf het begin in de offerte worden opgenomen. Buiten dit moet eraan gedacht worden dat elke ruimte brandtechnisch van de schacht moet gescheiden zijn. Daarom is de plaatsing van de brandklep zeer belangrijk, zodat het nooit mogelijk is dat een brand zich verspreid naar andere aangrenzende ruimtes. Doordat hier ook kanalen van de 2 aangrenzende ruimtes recht op elkaar aansluiten, is het beter dat er akoestische flexibels worden voorzien. Dit zodat flanking cross talk zo min mogelijk kan voorkomen.

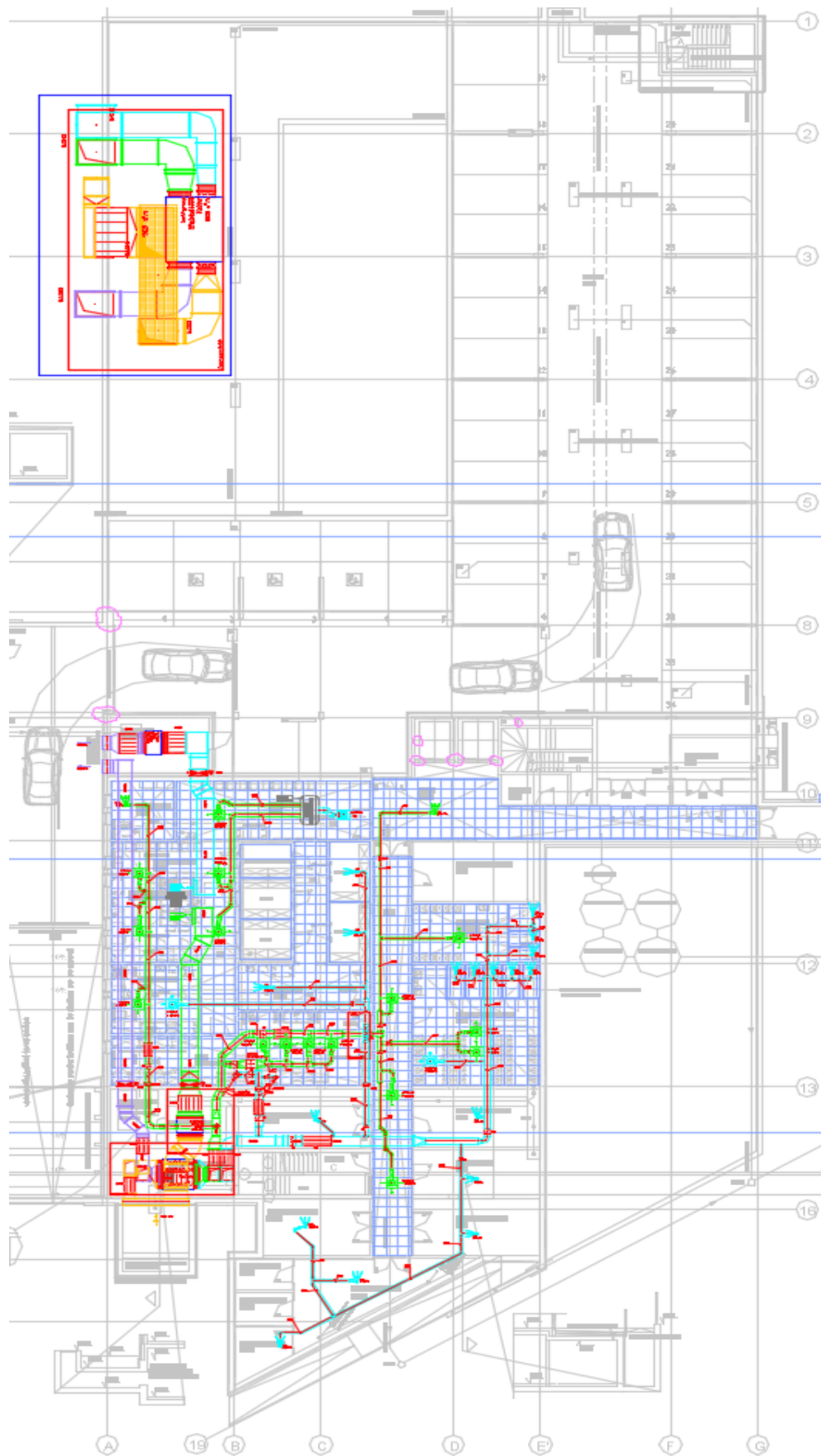


fig. 3.9.: Verdieping -1 WZC Wijnmaal

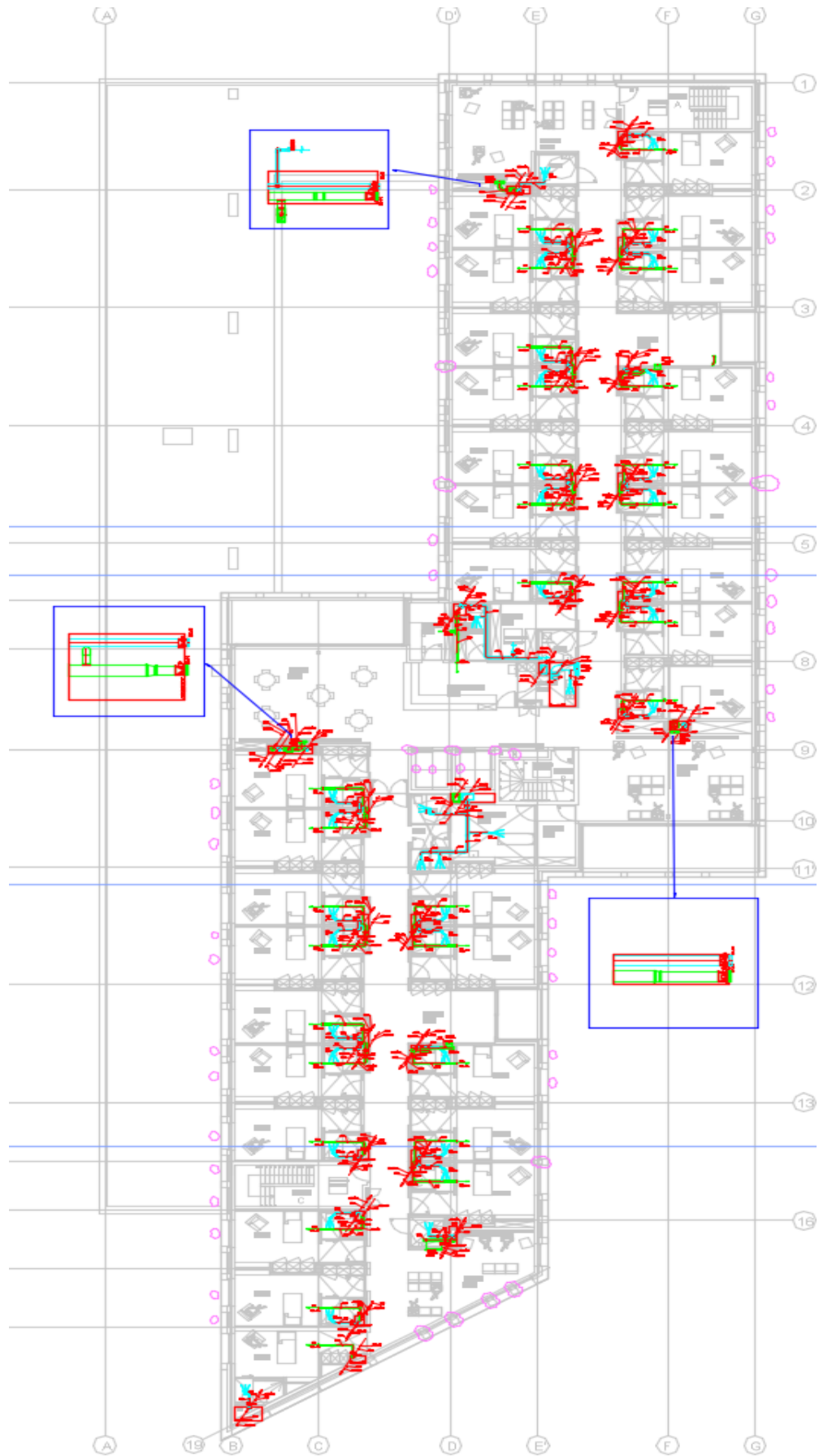


fig. 3.10.: Verdieping +3 WZC Wijmaal

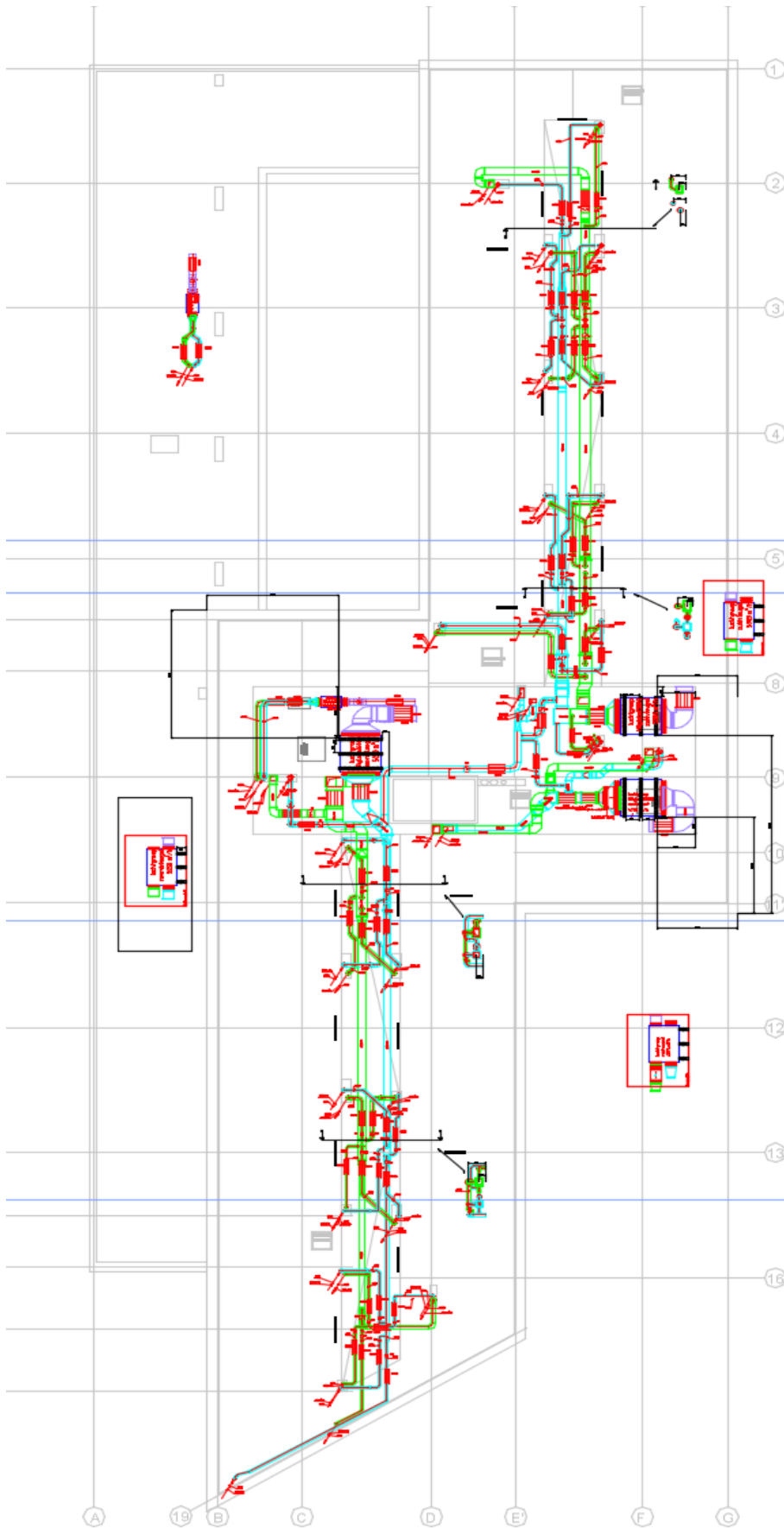


fig. 3.11.: Dakplan

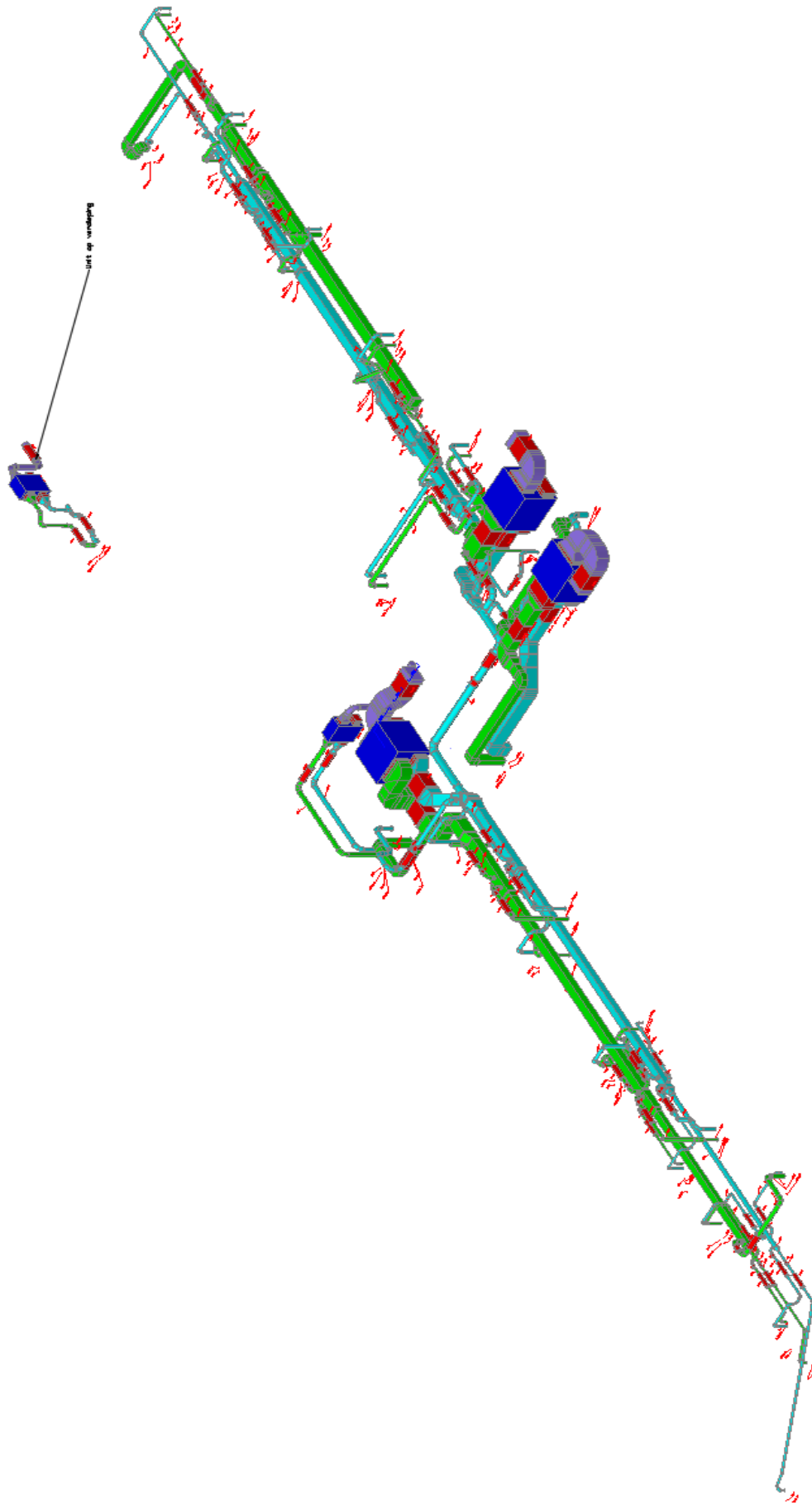


fig. 3.12.: 3D dakplan WZC Wijmaal

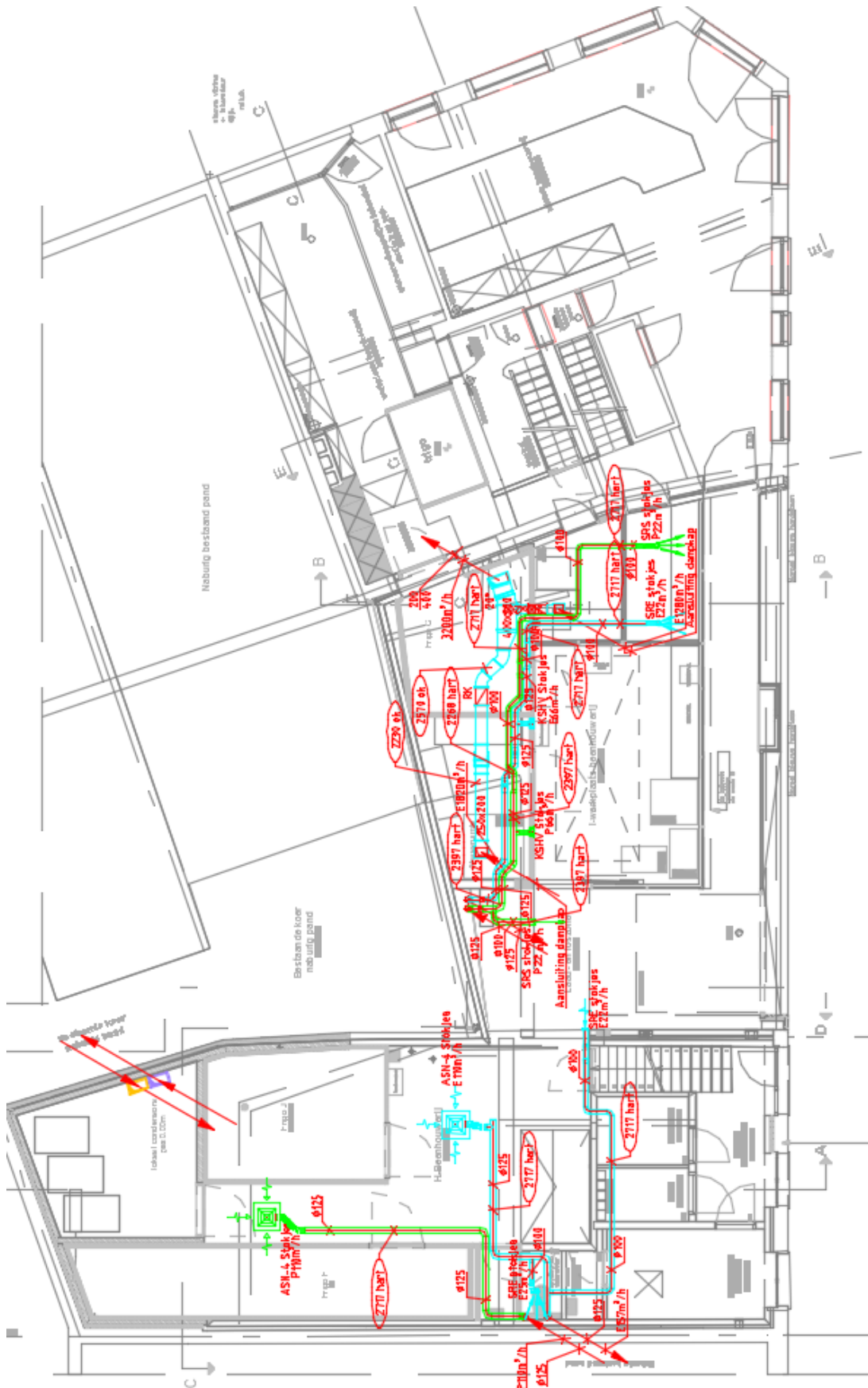
3.3. Slagerij Sint Gillis

3.3.1 Probleemstelling

De slagerij van in Sint Gillis is een renovatieproject. Hier is het de bedoeling dat er ventilatie wordt voorzien in de slagerij zelf en in de bovenliggende appartementen. De slagerij zelf moet op zijn beurt weer apart kunnen werken van de appartementen. Hiernaast zijn er ook 2 dampkappen voorzien die zullen moeten beginnen te werken wanneer er gepoetst wordt in de lokalen. Het probleem hierbij is dat de 2 dampkappen apart moeten werken. De studie van de slagerij is zeker niet gemakkelijk. Er ligt hier vlees dat wordt blootgesteld aan de omgevingslucht, voldoende ventileren is dus de boodschap. Het grootste probleem is dan dat er nergens debieten te vinden zijn voor een slagerij waar er al een eerste groot probleem is. Voor de appartementen zal het dan een zeer grote kwestie zijn hoe de kanalen het best worden weggewerkt en dat we hier ook weer de brandcompartimentering in acht moeten gaan nemen.

3.3.2 Methodologie

Om de correcte debieten te weten van de slagerij is er heel lang gezocht op verschillende sites, verschillende mensen zijn hiervoor gecontacteerd, waarna bleek dat hier nergens iets van is opgegeven. Dan is er maar één oplossing, en wachten op het EPB verslag waar de correcte debieten in staan. Hieruit blijkt dat de algemene regel hier toegepast is. Dit wil zeggen dat de oppervlakte van de slagerij vermenigvuldigd wordt met $3,6\text{m}^3/\text{h}$. Dit is dan over heel de slagerij zo toegepast. Voor de appartementen was dit net dezelfde methode, enkel moet je hier kijken naar de minimum en maximum debieten die we eerder al hebben besproken. Voor de dampkappen is een debiet voorzien van $1000\text{m}^3/\text{h}$ per m^2 oppervlakte van de dampkap.



NIV. +0
 Nieuwe toestand - Geïjkvoerse verdieping - Schaal 1/150

fig. 3.14.: Niveau 0 slagerij

Om de 2 dampkappen apart te kunnen laten werken, zullen er in de kanalen van de 2 dampkappen elk een regelklep worden voorzien. Deze 2 kanalen zullen dan samenkomen op 1 hoofdkanaal dat via de schacht naar boven naar de dakextractor zal gaan. Als dampkap 1 nu moet aanspringen, zal het kanaal van dampkap 2 worden afgesloten waardoor het volle debiet via het kanaal 1 naar boven zal gevoerd worden. Voor dampkap 2 te laten werken zal het kanaal van dampkap 1 worden afgesloten waardoor het totale debiet via het kanaal van dampkap 2 zal vloeien.

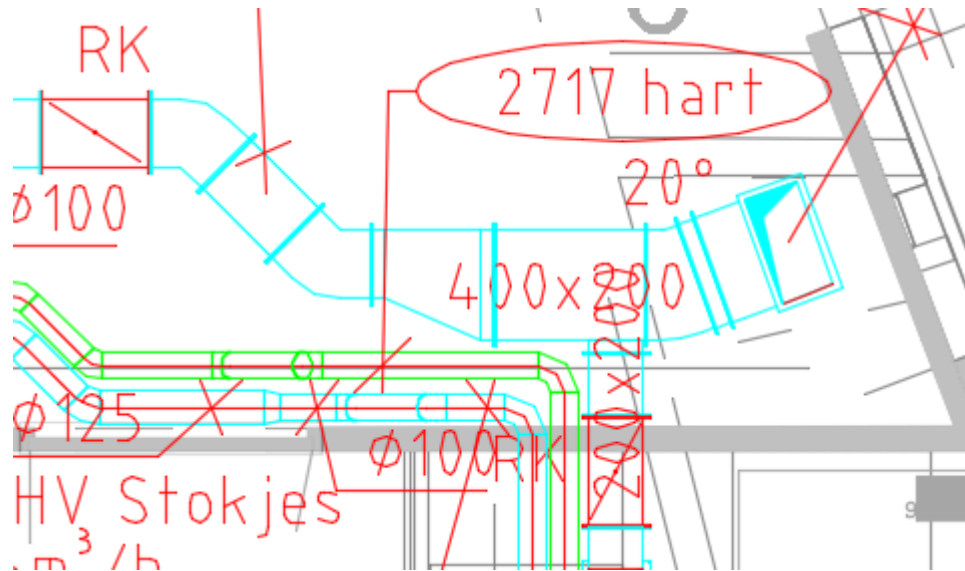


fig. 3.15.: Regelkleppen dampkap

Bij de appartementen was het logisch dat we de kanalen via al de verlaagde plafonds lieten verlopen naar de gewenste kamers. Door het gebruik van de Renson HealthboxII is de inregeling hier zeer snel gebeurd en zeer correct. Doordat dit toestel voor badkamer, WC, keuken en wasplaats een klep heeft die ingesteld wordt op de juiste waarde, is het zeer makkelijk om dit toestel met het kanaalstelsel te monteren en de ventielen te regelen. Om het gebruik van de chapekanalen te beperken zal er juist moeten gekeken worden waar het verlaagd plafond zich bevindt. Het is aangeraden om chapekanalen zo min mogelijk te gebruiken. Als deze toegepast worden kan er geluid ontstaan in de vloer van de bovenburen. Dit moet ten allen tijden vermeden worden. Net zoals bij het woonzorgcentrum zal hier in de appartementen rekening moeten gehouden worden met de demping van de eindreflectie. De plaatsing zal daar waar het kan in het vals plafond voorzien moeten worden. Voor dit project is ook weer de materiaalvoorstelling opgesteld, deze zijn weer terug te vinden in de bijlages.

4. Conclusie

De kernvraag van al de onderzoeken luidde : “Hoe kan het comfort in residentiële en niet-residentiële gebouwen verbeterd worden?” Deze vraag bestaat uit één deel, namelijk een hoe-gedeelte.

Bij Stokjes NV wordt de nadruk gelegd op het comfort van de gebruiker. Er werd daarom ook veel tijd gestoken in het zoeken en verhelpen van al de storingsfactoren. Een ventilatiesysteem heeft als doel de gebruiker zo comfortabel en gezond mogelijk thuis te laten voelen. Hierdoor mag het systeem dus nooit als hinder worden aanschouwd. Niettemin dat een ventilatiesysteem zeer veel mogelijkheden heeft tot storing. Daarom is het van zeer groot belang dat de selectie van al de componenten in het systeem zo zorgvuldig mogelijk en prijsbewust werden gekozen.

Enkele van de grootste storingsfactoren zijn namelijk tocht en geluid. Deze twee spelen in elke installatie vanaf residentieel tot niet-residentieel een heel belangrijke rol. Dit werd dan ook in alle mogelijke opties bekeken, zo werd er bij elk project een aparte oplossing gevonden voor deze problemen. Er kan daarom ook geconcludeerd worden dat de verwerkte projecten een zeer groot succes waren en daarom zal er ook op dezelfde wijze gewerkt blijven worden. Wat er nog zeker geconcludeerd kan worden is dat ventilatie steeds meer een belangrijkere rol in ons leven krijgt en zal krijgen. Hedendaags wordt dit meer als verplichting bekeken omdat dit zo duur is in aankoop. Het is zeker geen overbodige luxe om op een gezonde manier thuis te kunnen zijn. Voor verder onderzoek zou er nog meer kunnen worden ingegaan op het beperken van de storingsfactoren, vooral het tochtgebeuren. De praktische realisatie zou misschien nog iets meer tot in de punten kunnen omschreven worden.

VII. Bronnen

http://www.sabvba.com/upload/20111113165334_Rapport_warmtewiel.pdf

<http://www.lemmens.com/NL/>

http://www.trox.be/be_nl/

Cursussen en catalogussen:

(1) A.Camps,Ventilatietechnieken en luchtbehandeling,Diepenbeek

(2) A.Camps,Ventilatietechnieken en luchtbehandeling 2,Diepenbeek

Catalogus RF-Technologies

Catalogus Stokjes NV

Catalogus TROX

Catalogus ATC

IX. Bijlage

- Artikel1: Materialenvoorstelling de Lim Balen
- Artikel2: De Lim HVAC uitvoering 25-02-2015
- Artikel3: WZC Wijgmaal Uitvoering -1
- Artikel4: WZC Wijgmaal Uitvoering 1
- Artikel5: WZC Wijgmaal Uitvoering 2
- Artikel6: WZC Wijgmaal Uitvoering 3
- Artikel7: WZC Wijgmaal Uitvoering dakplan
- Artikel8: WZC Wijgmaal Uitvoering 3D dakplan
- Artikel9: HVAC UITV slagerij 13-05-2015
- Artikel10: HVAC UITV slagerij 28-05-2015
- Artikel11: materiaalvoorstelling Slagerij Sint-Gillis

Artikel1: Materialenvoorstelling de Lim Balen

Aan : Berckmans

Kerkstraat 30
B 2490 Balen

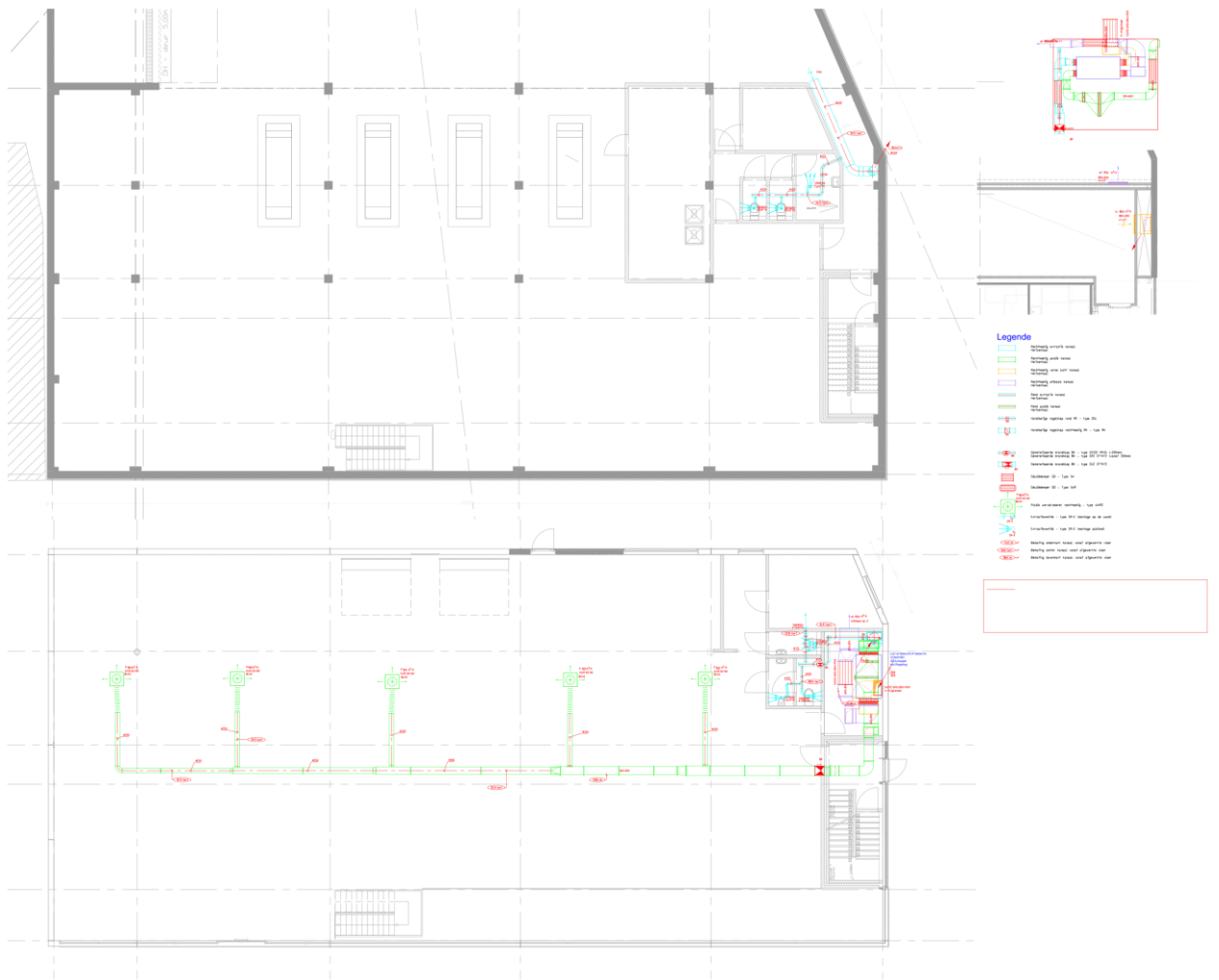
Datum : 13-02-2015
Betreft : Materialen voorstelling
Project : Garage de Lim Balen
Volgnr° : 2014/6491.

Art.	Beschrijving materiaal	Type	Merk
1	Ventilatie groep 1797/1922 m3/h	CC60	Gea Happel
2	Geluidsdempers	Sa	Euro register
3	Buitenrooster voor afblaas Renson	800x300	type 421
4	Aanzuigkap verse lucht	zwanehals Ø400/135°	ABR Alfa
5	Galva kanalen Incl.rubberdichting Volgens Luka Normen	dichtheidsklasse B spiro – systeem	Stokjes/Spiro
	Isolatie kanalen	rotswol 20 dik	Rockwool
6	Wervelroosters	AWR 60/60	Stokjes
7	Ventielen	SRE	Stokjes

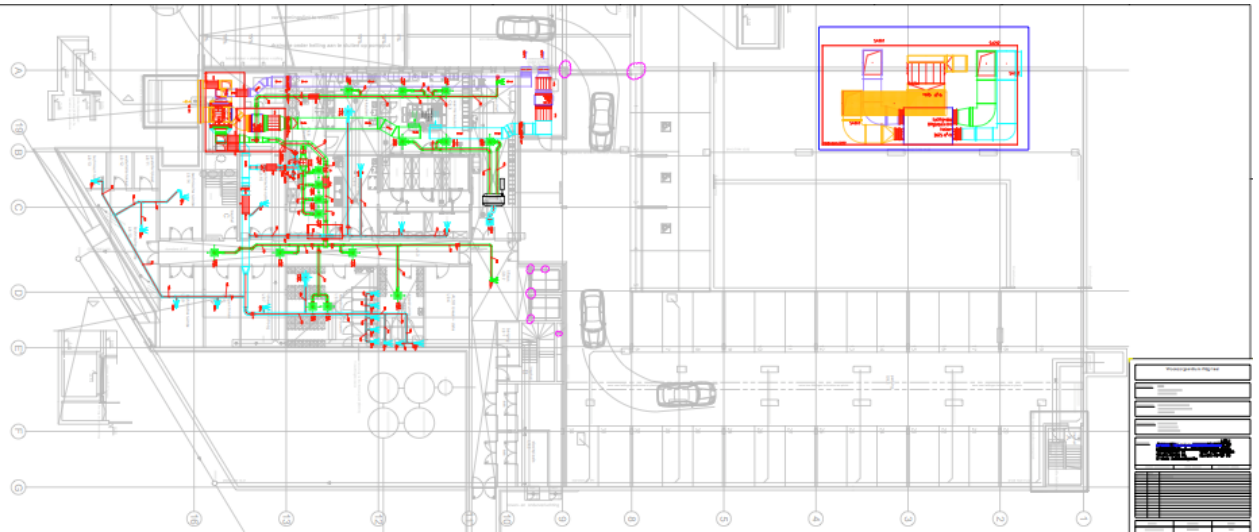
Meerwerk : Brandkleppen.

1	Ronde brandkleppen	CR2Ø400 Ø125	Rf Technologie
2	rechthoekige brandkleppen	CU2 400x300	

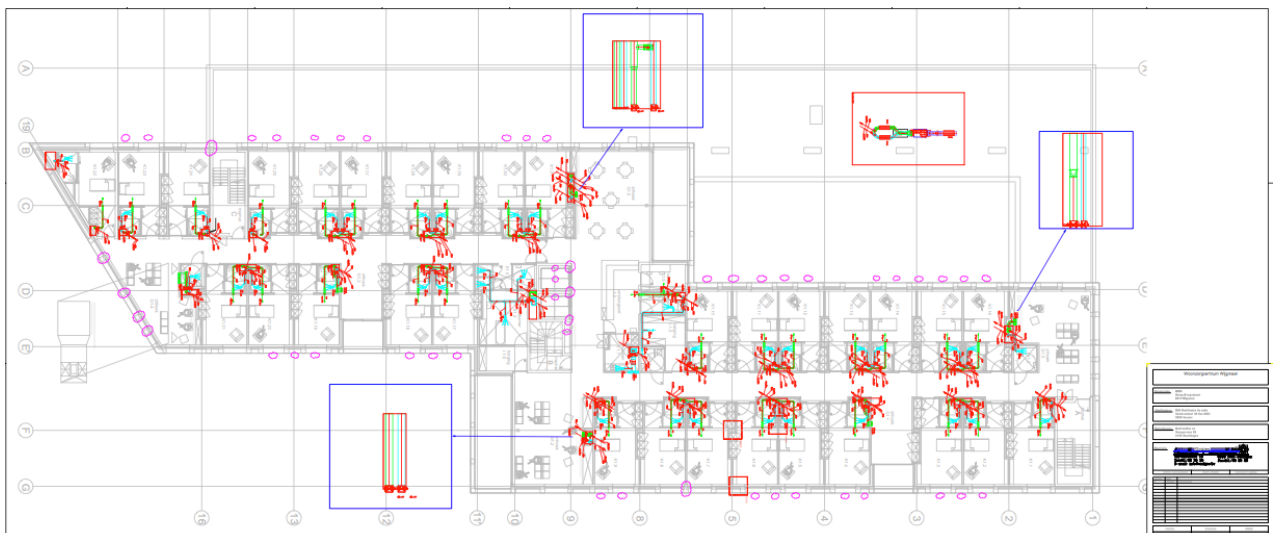
Artikel2: De Lim HVAC uitvoering 25-02-2015



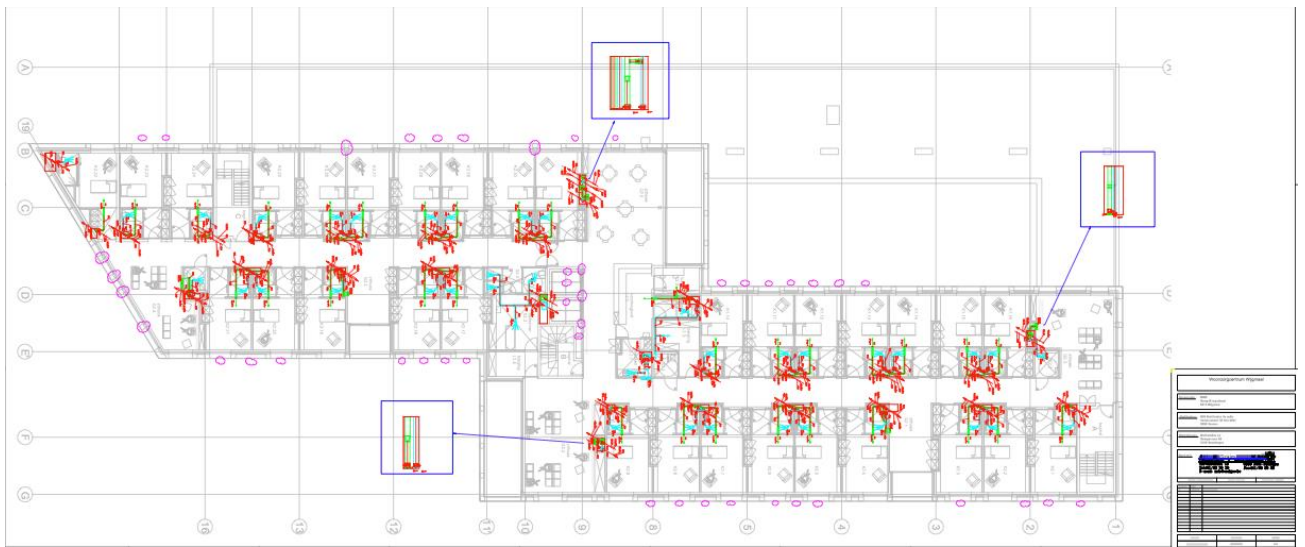
Artikel3: WZC Wijgmaal Uitvoering -1



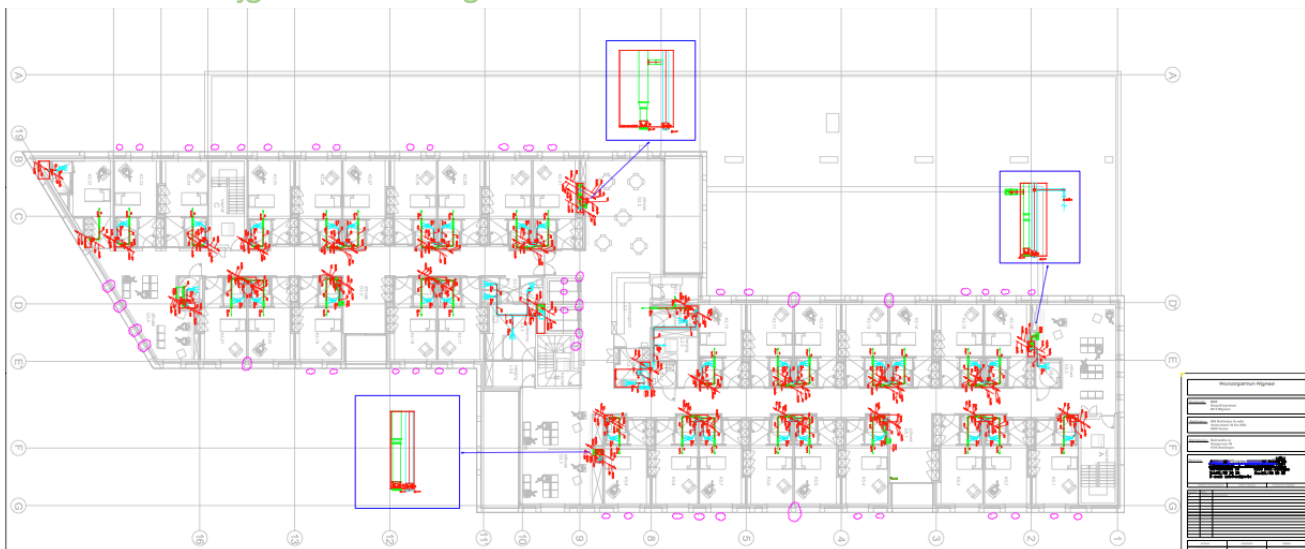
Artikel4: WZC Wijgmaal Uitvoering 1



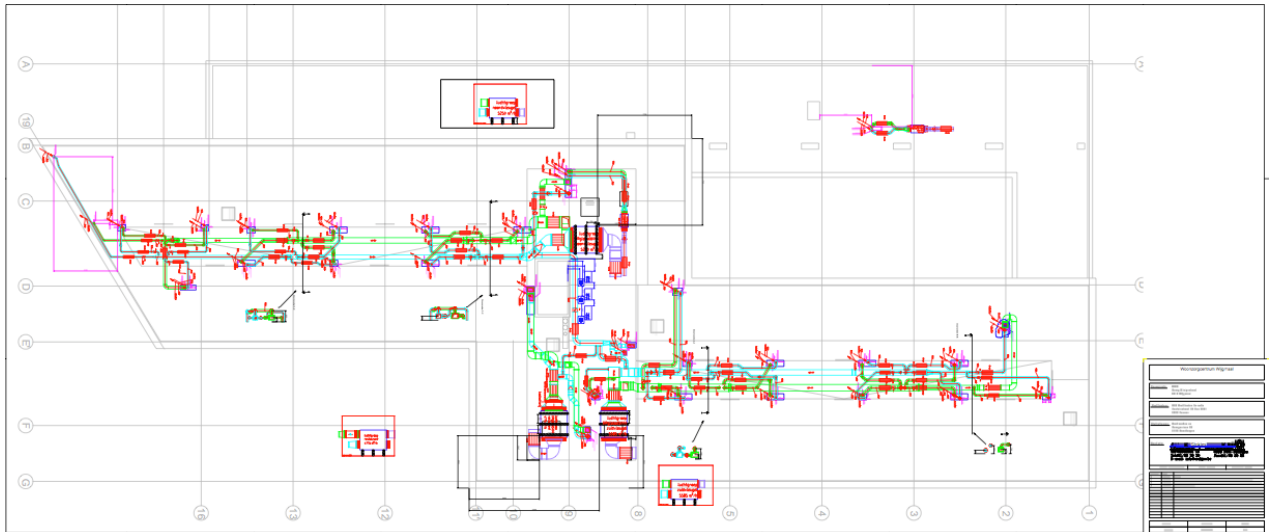
Artikel5: WZC Wijgmaal Uitvoering 2



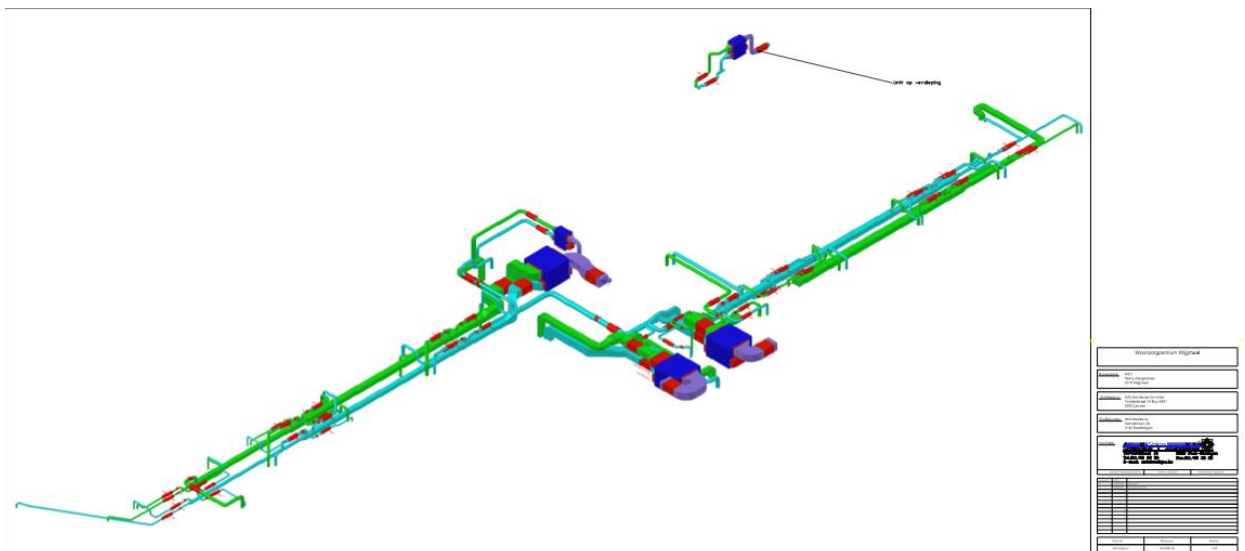
Artikel6: WZC Wijgmaal Uitvoering 3



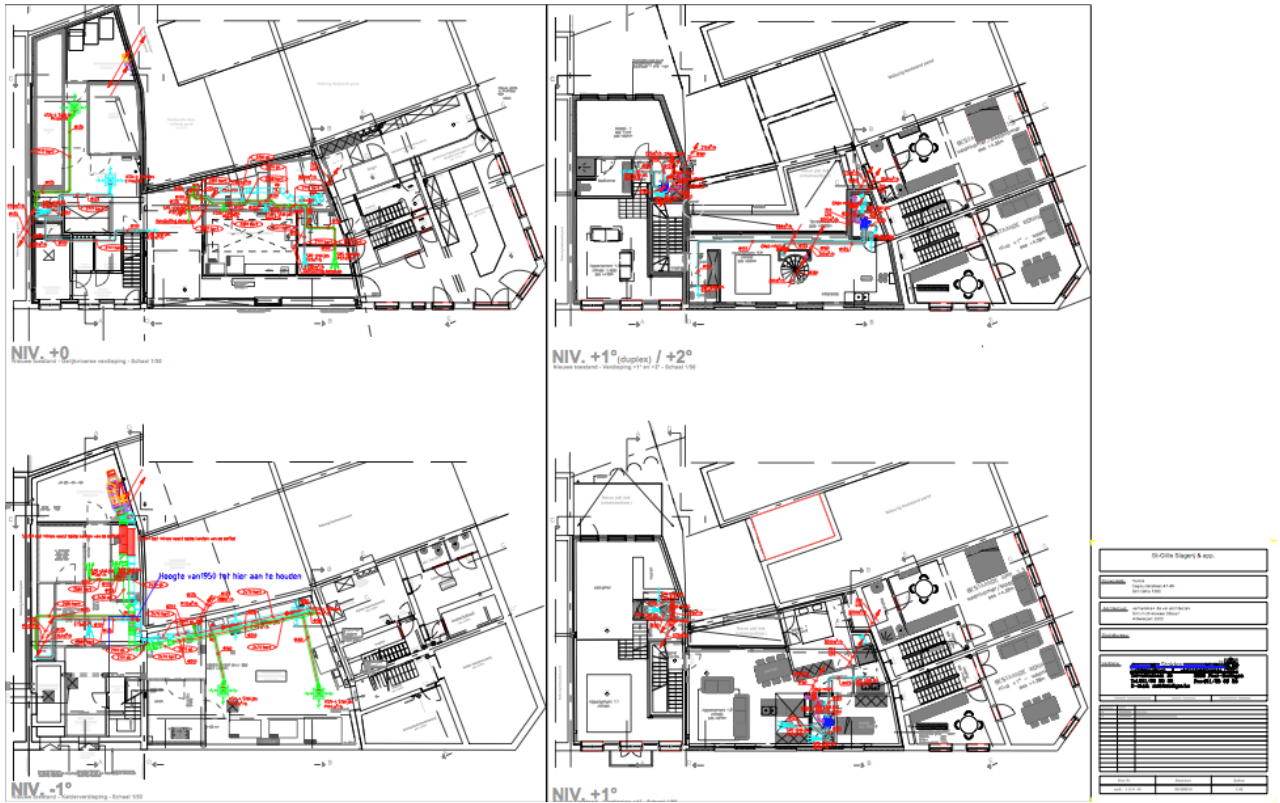
Artikel7: WZC Wijgmaal Uitvoering dakplan



Artikel8: WZC Wijgmaal Uitvoering 3D dakplan



Artikel9: HVAC UITV slagerij 13-05-2015



Artikel10: HVAC UITV slagerij 28-05-2015



Artikel11: materiaalvoorstelling Slagerij Sint-Gillis

Aan : Abati

Jules Moretuslei 158
2610 Wilrijk

Datum : 29-02-16
Betreft : Materialenvoorstelling
Project : Slagerij Sint Gillis
Volgnr° : 2015/6610

Nr.	Post	Beschrijving materiaal	Type	Merk
<u>Luchtbehandelingsinstallatie</u>				
<u>Slagerij:</u>				
1		Luchtgroep 1200m ³ /h Inclusief regeling	HR global	Lemmens
2		Geluidsdemper 600x120	SA202	Stokjes
3		Rechthoekige kanalen (Z275 gr/m ²) Stokjes/spiro	Dichtheidsklasse B	
4		Luchtkanalen rond (Z275 gr/m ²) Incl. rubberdichtingen Volgens Luka Normen	Dichtheidsklasse B	Stokjes/spiro
5		akoestische aansluitingen	Sonoflex25	ATC
6		Ronde brandkleppen-motorloos <Ø 200 mm Vanaf Ø200 mm	CR60 MFUS CR2 CFTH 72	Rf Technologies Rf Technologies
		Rechthoekige brandkleppen-motorloos Technologies	CU2 CFTH 72	Rf

7	<u>Roosters:</u>		
7,1	Plafondrooster afwasbaar 4 zijdige uitblaas en afzuig	ASN-4	Stokjes
7,2	Afzuigventielen	SRE	Stokjes
7,3	Buitenroosters 900x400	431	Renson
	<u>4Woningen:</u>		
1	Woonhuisventilator Ventilatie Unit C+ 225m ³ /h en 200m ³ /h	Healthbox2	Renson
2	Afzuigventielen	SRE	Stokjes
3	Luchtkanalen rond (Z275 gr/m ²) Incl. rubberdichtingen Volgens Luka Normen	Dichtheidsklasse B	Stokjes/spiro
4	Dakdoorvoeren Ø160 Uitblaasbocht	US135 160	Stokjes
5	Brandkleppen Ø160	CR60 MFUS	Rf Technologies
	<u>Dampkappen:</u>		
1	Ventilator dakextractor	DAC710	Lemmens
2	Luchtkanalen rond (Z275 gr/m ²) Incl. rubberdichtingen Volgens Luka Normen	Dichtheidsklasse B	Stokjes/spiro
	Ronde Brandkleppen-motorloos Vanaf Ø200 mm	CR2 CFTH 72	Rf Technologies

