



Dimensioneringstool voor ventilatie in niet-residentiële gebouwen

Jane D'haeze

Bachelorproef 2016-2017
Bachelor Toegepaste architectuur

Begeleider & promotor: ing. Anthony Tetaert

howest
/ we develop people

Voorwoord

We leven in een tijd waar technische vooruitgang razend snel gaat. Ook de bouwsector kan hier niet aan ontsnappen, alles moet sneller, beter, efficiënter. Deze vooruitgang, de alsmaar hogere levensstandaard van de bevolking en de vaak in de verf gezette milieuproblematiek dwingen overheden om de normering als maar strenger te maken. Het leek mij dan ook interessant in te spelen op deze snelle veranderingen en mijn eindwerk te maken binnen het vakgebied bouwfysica, meer bepaald: de ventilatie in niet-residentiële gebouwen. De nieuwe regelgeving van 1 januari 2016 met betrekking tot het kwaliteitskader van ventilatie, zette mijn promotor en mij aan tot het uitdenken van mijn bachelorproef. We onderzochten waar de gaten in het werkveld zich bevonden, en probeerden hierop in te spelen met het ontwikkelen van een efficiënte, gebruiksvriendelijke en kwalitatieve dimensioneringstool voor ventilatie in niet-residentiële gebouwen. Het resultaat van dit onderzoek, een naslagwerk van de ontwikkeling van de tool en nog veel meer kan u nalezen in deze bachelorproef.

Dankwoord

Langs deze weg wens ik eerst en vooral alle mensen te bedanken die mee hebben geholpen aan het tot stand brengen van deze bachelorproef.

In de eerste plaats zijn dit mijn ouders; zonder hen had ik nooit de kans gehad om deze studie aan te vatten. Daarbovenop leverden zij elk een bijdrage tot het effectief tot stand komen van dit eindwerk, enerzijds onder de vorm van het nalezen van de teksten en anderzijds door het aanbrengen van enkele praktijkgerichte problemen.

Vervolgens wil ik mijn promotor en interne begeleider, ing. Anthony Tetaert, bedanken voor het mogelijk maken van dit eindwerk. Voor de vele tijd die hij vrijgemaakt heeft om me zo goed mogelijk te begeleiden tijdens dit onderzoeksproces, voor de bijgebrachte kennis, goede raad en professionele hulp, én voor de steun en aanmoediging tijdens de zogenoemde 'mid-bachelorproef-crisis'.

Ik wil graag ook mijn dank betuigen aan de firma Renson en het studiebureau Casquo voor de bereidwillige medewerking om mijn vele vragen naar de praktijk uitgebreid te beantwoorden.

Mijn vriend Killian De Vleeschauwer mag zeker niet ontbreken in dit dankwoord voor alle steun en motivatie die hij me gaf gedurende de afgelopen maanden. Ondanks zijn eigen verplichtingen wist hij op meer dan één manier bijdrage te leveren aan dit eindwerk, onder andere door het testen van de ontworpen tool als buitenstaander en me zo extra inzichten te verschaffen.

Graag wil ik ook mijn medestudent, Wannes Rabaey die zich verdiepte in de residentiële kant van ventilatie, bedanken voor de aangename samenwerking tijdens ons onderzoeksproces, de uitwisseling van informatie en de interessante ideeën.

Opnieuw wil ik Wannes en Killian, maar ook Helena Staelens bedanken voor het duwtje in de rug, dat zorgde voor de juiste keuze van het onderwerp van mijn bachelorproef.

Ik wil ook mijn vrienden en medestudenten bedanken voor de vele bemoedigende woorden, vriendschap en steun de afgelopen jaren.

Graag wil ik ook de lectoren uit Toegepaste Architectuur bedanken voor hun gedrevenheid tijdens de lessen, de aangename gesprekken in de pauzes, en voor de vele vaardigheden en kennis die ze me bij gebracht hebben gedurende de voorbije drie jaar.

Tenslotte gaat een woord van dank uit naar alle personen die ik hier onbewust ben vergeten te vernoemen en die op één of andere wijze hebben bijgedragen tot de verwezenlijking van dit eindwerk.

Overzicht

De laatste decennia heeft ventilatie een grote evolutie ondergaan, hoewel er nog steeds marge is voor meer ontwikkeling. Er liepen reeds diverse onderzoeken naar dit relatief nieuwe onderdeel binnen de bouwfysica en ook deze scriptie sluit hierbij aan. Deze bachelorproef richt zich op het onderzoek naar manieren om het dimensioneringsproces en de verslaggeving hiervan te optimaliseren.

Een goed ontworpen ventilatiesysteem wordt door de hedendaagse manier van bouwen steeds belangrijker. Het steeds dikker wordende pakket isolatie in muren en daken, én de grote vooruitgang op vlak van luchtdichtheid, bracht ook een negatief effect met zich mee, namelijk een ongunstige binnenluchtkwaliteit. Voor de gezondheid en het comfort is het dus noodzakelijk dat bij het ontwerpen van elk type gebouw, er gekeken wordt naar de ideale manier van ventileren.

In realiteit gaat dit er echter anders aan toe. Als we kijken naar de praktijk loopt het al snel fout in meerdere fases in het ventilatieverhaal. Om te beginnen wordt ventilatie vaak te laat in het ontwerpproces betrokken, waardoor er maar weinig manieren zijn om deze functioneel en esthetisch toe te passen. Vervolgens gebeurt het dimensioneren wel vaker puur op basis van de minimum ontwerpdebieten en de hoogst mogelijke luchtsnelheden. Hierdoor kunnen er zo miniem mogelijke diameters en ventilatoren bekomen worden, waardoor er zo weinig mogelijk geld uitgaat naar ventilatie. De meesten liggen bovendien ook niet wakker van de balanceren van de ventilatiesystemen. Als uiteindelijk de installateur niet professioneel te werk gaat en het systeem slecht installeert en afstelt, is het resultaat logischerwijs bedroevend.

Bovengenoemde factoren hebben een grote invloed op de kwaliteit van het systeem, een slechte attitude bij één van de partijen komt hierdoor al snel ten koste van het comfort van de uiteindelijke gebruiker. Wegens dergelijke ervaringen werd de overheid genoodzaakt in te grijpen. Sinds 1 januari 2016 is de regelgeving met betrekking tot kwaliteitscontrole van ventilatiesystemen in residentiële gebouwen van toepassing. Dit houdt in dat er vóór de start van de werkzaamheden een ventilatievoorontwerp en na uitvoering een prestatieverslag van het geplaatste ventilatiesysteem opgemaakt moet worden.

Zoals vermeld heeft deze wetgeving slechts betrekking tot wooneenheden, maar ook niet-residentiële gebouwen hebben nood aan een degelijk ventilatiesysteem. Vermoedelijk zal de overheid daarom ook in de nabije toekomst gelijkaardige maatregelen treffen voor dit type gebouwen. Dit is dan ook de perfecte aanzet tot het ontwikkelen van een ventilatietool, zodat wanneer het moment aanbreekt, deze tool klaar is voor gebruik. Dankzij dit basisidee ontstond de onderstaande onderzoeksvraag:

“Is het mogelijk om het dimensioneren en verslag geven van ventilatie in EPB-dossiers van niet-residentiële gebouwen eenvoudiger, correcter en eenduidiger te laten verlopen?”

Gedurende het onderzoeksproces bleek al gauw dat de huidige manier van werken voor het dimensioneren van ventilatie een zeer tijdrovende job is, zeker voor niet-residentiële toepassingen. Leg deze reden naast de nauwelijks bij te houden evolutie op vlak van technieken, en dan begrijpt u al snel waarom architecten deze taak liefst uitbesteden aan een externe partner. Maar is dit wel ideaal? Zou het niet beter zijn dat de ventilatie reeds in een vroeger stadium gepredimensioneerd wordt om een betere integratie in het ontwerp mogelijk te maken? Tot op de dag van vandaag bestaan er nog geen programma's die het mogelijk maken ventilatie op een snelle en kwalitatieve manier te dimensioneren. Er bestaan inderdaad wel al enkele tools voor ventilatieberekeningen, maar geen enkele tool heeft alles in zich. De één voorziet enkel de minimale ontwerpdebieten, de ander denkt enkel aan groene vinkjes halen in de EPB-software en vergeet rekening te houden met comfort, nog een ander berekent enkel diameters, nog andere hebben deze eigenschappen dan wel allemaal in zich maar richten zich op residentiële gebouwen, etc.

Dit feit, het grote gebrek in het werkveld, motiveerde me voor het ontwikkelen van een dimensioneringstool, die het onderste uit de kan haalt. Een tool die zo veel mogelijk stappen automatiseert, die komaf maakt met het natte vingerwerk, die denkt aan comfort en bovenal gebruiksvriendelijk is. Een tool die alles in zich heeft; debietberekening, balanceren van het systeem, het bepalen van leidingdiameters en richtlijnen opgeeft voor de luchtbehandelingsruimte. Een tool die automatisch een verslag, algemene info, technische fiches per ruimte, een bestellijst en een ventilatieprestatieverslag aflevert. Een output die voorziet in de behoeften van iedere partij: de klant, architect, EPB-verslaggever, producent, installateur en ventilatieverslaggever.

Kort samengevat is het resultaat van dit werkstuk een efficiënte, gebruiksvriendelijke en kwalitatieve dimensioneringstool voor ventilatie in niet-residentiële gebouwen, met veel mogelijkheden, die met de minimale ingave van gegevens, een maximale output bekomen.

Inhoudstafel

Voorwoord	3
Dankwoord	4
Overzicht	5
Inhoudstafel	7
Literatuurstudie	9
Probleemstelling	11
De theorie	12
De energieprestatiewetgeving	12
Wetgeving kwaliteitskader	16
Wetgeving welzijnscode	16
Het praktijkverhaal	17
Contact met het werkveld	17
De keuze van ventilatiesystemen	18
Comfort	21
Voorbereidend onderzoek	23
Evaluatie van de bestaande tools	25
EPB 3G	25
Optivent (WTCB)	26
Ventilatiegids	27
HVAC - Climaconstruct	27
Vent Tools - Lindab	27
Conclusie bestaande tools	28
Excel als tool om te ontwikkelen	29
Stappenplan tool	31
Algemeen procesverloop	33
Algemene werkwijze dimensioneren ventilatie	33
Toegepaste werkwijze dimensioneren ventilatie	33
Enkele opmerkingen	34
Input	35
Stap 1: Algemene projectinformatie	35
Stap 2: Berekening ontwerpdebieten	36
Stap 3a: Eenvoudige balancerings op gebouwniveau	38
Stap 3b: Uitgebreide balancerings op ruimteniveau	39
Stap 4: Dimensionering leidingen	40
Stap 5: Dimensioneren luchtgroep en technische ruimte	42
Output	43
Downloadpagina	43
Ventilatieverslag	44
Bijlage 1: Algemene projectinformatie	44
Bijlage 2: Gegevens per ruimte	45

Bijlage 3: Details ventilatietracé	45
Bijlage 4: Meetstaat/bestellijst	46
Bijlage 5: Ventilatieprestatieverslag	46
Rekenblad	47
Database	50
<i>Conclusie</i>	55
Resultaat tool	57
Toekomstperspectieven	58
Algemeen besluit	59
<i>Referenties</i>	61
Mondelinge bronnen	63
Publicaties	63
Documenten (normen)	63
Websites	64
Afbeeldingen	64
<i>Bijlages</i>	67
Gesprek met Renson op 10/04/2017	69
Voorbeeldproject	70
Grondplannen origineel	70
Grondplannen met aantekeningen	74
Input tool	78
Output tool	83
Handleiding gebruiker	140

Literatuurstudie

Probleemstelling

Tot op de dag van vandaag bestaan er nog geen tools die het mogelijk maken ventilatie in niet-residentiële gebouwen op een snelle en kwalitatieve manier te dimensioneren. Desondanks is een goed ontworpen ventilatiesysteem in de hedendaagse bouwstijl noodzakelijk.

De huidige manier van bouwen maakt gebruik van zeer dikke pakketten isolatie in muren, vloeren en daken. Maar ook de luchtdichtheid van de buitenschil maakte de laatste jaren een grote vooruitgang mee. Deze twee factoren brachten veel gunstige gevolgen met zich mee, maar een munt heeft twee zijdes; het bracht ook een negatief effect tot stand, namelijk een ongunstige binnenluchtkwaliteit. Voor de gezondheid en het comfort van de gebruikers en het goed functioneren van het gebouw is het dus uitermate belangrijk dat bij het ontwerpen van elk type gebouw, er gekeken wordt naar de ideale manier van ventileren¹.

In realiteit gaat dit er echter anders aan toe, een slechte attitude bij één van de partners in het ventilatieverhaal, heeft al snel een negatieve invloed op de kwaliteit van het systeem. Om te beginnen wordt ventilatie vaak te laat in het ontwerpproces betrokken, waardoor er maar weinig manieren zijn om deze functioneel en esthetisch toe te passen. Vervolgens gebeurt het dimensioneren wel vaker puur op basis van de minimum ontwerpdebieten en de hoogst mogelijke luchtsnelheden. Hierdoor kunnen er zo miniem mogelijke diameters en ventilatoren bekomen worden, waardoor er zo weinig mogelijk geld uitgaat naar ventilatie. De meesten liggen bovendien ook niet wakker van de balancerings van de ventilatiesystemen. Als uiteindelijk de installateur niet professioneel te werk gaat en het systeem slecht installeert en afstelt, is het resultaat logischerwijs bedroevend.

Een andere factor die meespeelt, is dat ventilatie vaak pas in een laat stadium in het ontwerpproces wordt betrokken, iets wat zeker niet ten goede komt aan de ideale integratie. Dit komt omdat architecten vaak deze taak uitbesteden aan een externe partner. Deze keuze vloeit voort uit diverse beweegredenen².

Een eerste oorzaak is de nauwelijks bij te houden evolutie op onder andere het vlak van technieken. Een architect komt in aanraking met zeer veel verschillende aspecten binnen de bouwwereld, waardoor het bijna onmogelijk wordt om zich voor elk van deze domeinen te blijven bijscholen. Het uitbesteden van sommige taken biedt daarvoor soelaas.

De tweede oorzaak betreft de huidige manier van werken voor het dimensioneren van ventilatie. Zeker voor niet-residentiële toepassingen is dit een zeer tijdrovende job, niet alleen omdat deze gebouwen over de globale lijn van vrij grote aard zijn, maar ook omdat er nog geen gepaste programma's op de markt zijn die dit proces efficiënter maken. Er bestaan inderdaad wel al enkele tools voor ventilatieberekeningen, maar geen enkele applicatie heeft alles in zich. De één voorziet enkel de minimale ontwerpdebieten, de ander denkt enkel aan groene vinkjes halen in de EPB-software en vergeet rekening te houden met comfort, nog een ander berekent enkel diameters, nog andere hebben deze eigenschappen dan wel allemaal in zich maar richten zich op residentiële gebouwen, etc.

Het ontwikkelen van een tool die inspeelt op deze praktijkproblemen zou bijgevolg een grote meerwaarde kunnen betekenen voor de bouwwereld.

¹ Bron: Gezondheid & Milieu

² Bron: "Architect: koele minnaar van epb-verslaggeving"

De theorie

De energieprestatiewetgeving

Voor de ventilatievoorziening in niet-residentiële gebouwen worden de normen gehanteerd uit bijlages VI en X van het energiebesluit van 11 maart 2005. Hierin komen verschillende onderwerpen aan bod zoals de verschillende systemen, het bepalen van het ruimtetype, de minimale ontwerpdebieten, de balancerings- en de luchtkwaliteit.

Ventilatiesystemen

Voor niet-woongebouwen zijn er geen regels opgelegd voor het type ventilatiesysteem, elke van de volgende vier soorten is toegelaten: natuurlijke ventilatie, mechanische toevoerventilatie, mechanische afvoerventilatie én mechanische toe- en afvoerventilatie. Eisen die specifiek toepasbaar zijn op het type systeem worden onderverdeeld volgens de twee hoofdcategorieën, namelijk natuurlijke ventilatie en mechanische ventilatie.

Natuurlijke ventilatiesystemen

Voor de regeling van het systeem zijn geen eisen opgelegd, maar er zijn wel regels opgesteld met betrekking tot de openingen. Deze regelbare toevoer- en afvoeropeningen moeten, ofwel minstens 3 tussenstanden hebben tussen zijn gesloten en volledig open toestand, ofwel continue afgesteld worden. De doorstroomopeningen, RTO's en RAO's mogen bovendien slechts gedimensioneerd worden op een drukverschil van maximaal 2 Pa.

Mechanische ventilatiesystemen

Mechanische ventilatiesystemen moeten minimum een regelsysteem van het type IDA-C3 bevatten. De definities voor deze klassen staan vermeld in de norm NBN EN 13779 : 2004, maar worden hier nog kort even toegelicht.

- IDA-C1: geen controle, het systeem werkt permanent
- IDA-C2: manuele controle, het systeem heeft een handbediende schakelaar
- IDA-C3: kloksturing
- IDA-C4: bezettingscontrole, bijvoorbeeld met infraroodsensoren
- IDA-C5: regeling afhankelijk van aantal aanwezigen, bijvoorbeeld met een telmechanisme
- IDA-C6: directe controle van de luchtkwaliteit, bijvoorbeeld met CO₂-sensoren, VOC-sensoren of sensoren die de relatieve vochtigheid meten

Hoewel regelsystemen die gebruik maken van IDA-C1 of IDA-C2 verboden zijn, is het wel toegestaan om bijvoorbeeld een manuele schakelaar te voorzien bovenop een automatische regeling.

Zoals besproken bij de natuurlijke ventilatie, moeten toevoeropeningen voor mechanische afvoerventilatie en afvoeropeningen van mechanische toevoerventilatie ook opnieuw voldoen aan de eis voor regelbaarheid.

Type ruimte

Voor de berekening van de minimale ontwerpdebieten moet voor elke ruimte binnen het beschermd volume van het gebouw, het juiste ruimtetype bepaald worden. Deze eerste onderverdeling gebeurt tussen ruimtes bestemd voor menselijke bezetting, ruimtes niet bestemd voor menselijke bezetting en speciale ruimtes.

Ruimtes bestemd voor menselijke bezetting

Deze categorie is bedoeld voor ruimtes waarin mensen een langere periode vertoeven. De minimale ontwerpdebieten worden daarom ook afhankelijk van de bezetting van de ruimte. Een gegeven die voornamelijk bepaald wordt door de functie van de ruimte. Deze diverse ruimtefuncties en hun ontwerpbezetting, werden in

bijlage X opgenomen, maar kan u hieronder ter volledigheid nogmaals terugvinden. Om deze tabel makkelijker werkbaar te houden, worden de ruimtes eerst onderverdeeld volgens de verschillende EPN-eenheden.

Type gebouw	Type ruimte	Oppervlakte/pers. (m ²)
Correctionele instellingen	Bewakingsposten	7,0
Correctionele instellingen	Cellen, dagverblijf	4,0
Correctionele instellingen	Inschrijving, registratie, wachttruimte	2,0
Detailhandel	Dierenspecialzaak	10,0
Detailhandel	Kapsalon, schoonheidssalon	4,0
Detailhandel	Supermarkt, grootwarenhuis	10,0
Detailhandel	Verkoopruimte, winkel (behalve winkelcentra)	7,0
Detailhandel	Wasserettes, wassalon	5,0
Detailhandel	Winkelcentrum	2,5
Detailhandel	Winkels voor meubilair, tapijten, textiel, ...	20,0
Gezondheidszorg	Behandeling-, onderzoek- en operatiekamers	5,0
Gezondheidszorg	Verloskamers	5,0
Gezondheidszorg	Intensieve zorgen	5,0
Gezondheidszorg	Kinesithherapie- en fysiotherapiezaal	5,0
Gezondheidszorg	Ontwaakzaal	5,0
Gezondheidszorg	Ziekenzaal	10,0
Horeca	Keuken, kitchenette	10,0
Horeca	Restaurant, snelbuffet	1,5
Horeca	Cafeteria, kantine	1,5
Horeca	(Cocktail) bar	1,5
Hotels, motels, vakantiecentra	Lobby, inkomhal	2,0
Hotels, motels, vakantiecentra	Ontmoetingsruimte	2,0
Hotels, motels, vakantiecentra	Polyvalente zaal	2,0
Hotels, motels, vakantiecentra	Slaapkamer	10,0
Hotels, motels, vakantiecentra	Slaapzaal	5,0
Hotels, motels, vakantiecentra	Vergaderzaal	2,0
Kantoorgebouwen	Hoofdingang	10,0
Kantoorgebouwen	Kantoor	15,0
Kantoorgebouwen	Vergaderzaal	3,5
Kantoorgebouwen	Ontvangstruimte	3,5
Kantoorgebouwen	Receptie	3,5
Onderwijsinstellingen	Auditorium	2,0
Onderwijsinstellingen	Kinderopvangruimten, speelkamers	4,0
Onderwijsinstellingen	Leraarskamer	4,0
Onderwijsinstellingen	Lesateliers, leslaboratoria	4,0
Onderwijsinstellingen	Leslokalen	4,0
Onderwijsinstellingen	Polyvalente zaal	1,0
Opslagmagazijn	Opslagmagazijn	100,0
Publieke ruimten	Bibliotheek, mediatheek	10,0
Publieke ruimten	Vertrekhal	1,0
Publieke ruimten	Wachtzaal	1,0
Publieke verzamelplaatsen	Gerechtszalen	2,5
Publieke verzamelplaatsen	Kerken en andere religieuze gebouwen	2,5
Publieke verzamelplaatsen	Musea en galerijen	2,5
Publieke verzamelplaatsen	Regeringsgebouwen	2,5
Sport en ontspanning	Bioscoopzaal, concertzaal	1,0
Sport en ontspanning	Discotheek / dansgelegenheden	1,0
Sport en ontspanning	Aerobicruimte, fitnessruimte, bowling	10,0
Sport en ontspanning	Sporthal, sportterrein/speelsterrein, turnzaal	3,5
Sport en ontspanning	Toeschouweruimte, tribunes	1,0
Sport en ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	2,0
Werkruimten	Apotheek, bereidingsruimte	10,0
Werkruimten	Computerruimte (zonder ruimte voor printers)	25,0
Werkruimten	Fotostudio, donkere kamer, ...	10,0
Werkruimten	Kopieerruimte/ruimte voor printers	10,0
Werkruimten	Lokettenzaal in banken	20,0
Werkruimten	Kluisenzaal voor publiek	20,0
Overige ruimten	Overige ruimten	15,0

Afbeelding 1: Types ruimtes voor menselijke bezetting

Ruimtes niet bestemd voor menselijke bezetting

Ruimtes niet bestemd voor menselijke bezetting zijn ruimtes waar mensen slechts een relatief korte tijd gebruik van maken. Dit is uiteraard voor interpretatie vatbaar, maar de keuze is niet volledig willekeurig en moet geargumenteed kunnen worden. In bijlage X worden een aantal voorbeelden opgesomd: circulatieruimten (zoals gangen, trappenhallen...), toiletten, douches, kleedkamers, archieven, opslagruimten, etc.

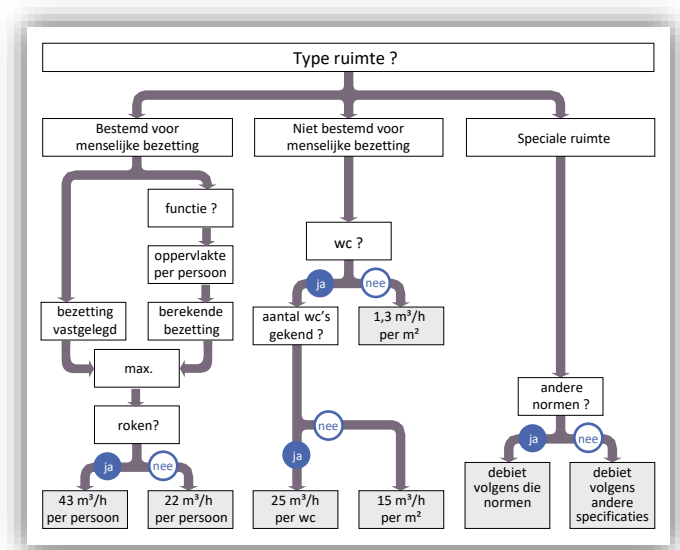
Speciale ruimtes

Speciale ruimtes zijn ruimtes met (een risico op) speciale verontreiniging waarvoor andere (specifieke en/of strengere) eisen qua ventilatie kunnen gelden. Ruimtes die behoren tot deze categorie zijn: garages (opp. > 40m²), stookplaatsen, brandstofopslagruimten, gasmeterruimten, ruimten voor drukreducerinrichtingen van aardgas, liftkokers en -kooien, huisvuilkokers en verzamelruimten voor huisvuil, bepaalde laboratoria en dergelijke ruimtes.

Minimale ontwerpdebieten

De berekeningsprocedure voor de minimale ontwerpdebieten is afhankelijk van de ruimtetype. Deze werkwijze kan u volgen in het schema hiernaast.

Voor ruimtes met menselijke bezetting wordt het debiet bepaald op basis van het aantal personen in de desbetreffende ruimte. Hiervoor moet nagegaan worden welke bezetting het grootst is: degene die eventueel vastgelegd werd door het ontwerpteam, of de berekende minimale ontwerpbezetting. Het ontwerpdebiet wordt vervolgens berekend door uit te maken of er gerookt mag worden in de ruimte. Indien dit toegestaan is, bedraagt het debiet per persoon 43 m³/h, anders bedraagt het 22 m³/h.



Afbeelding 2: Schema minimale ontwerpdebieten

Wanneer u te maken krijgt met een ruimte die niet bestemd is voor menselijke bezetting, wordt er standaard een debiet aangenomen van 1,3 m³/h per m². Bij toiletten daarentegen wordt eerst gecheckt of het aantal wc's gekend is, in dat geval wordt er gerekend met 25 m³/h per wc. Indien dit niet van toepassing is, neemt men 15m³/h per m².

In een speciale ruimte geldt de regelgeving voor die specifieke ruimte. Desondanks zou het ontwerpdebiet minstens gelijk moeten zijn aan het minimale ontwerpdebiet van het overeenkomstige ruimtetype indien er geen speciale verontreiniging zou optreden.

Balancerings

Voor de optimale werking van de ventilatievoorzieningen en het comfort van de gebruiker is er een evenwicht nodig tussen het toevoerdebiet en het afvoerdebiet. De energiestatieregelgeving eist geen perfecte balans, maar er moet op gebouwniveau wel voldaan worden aan de drukvoorwaarde. Om een te grote onbalans te vermijden mag de drukvoorwaarde, waarvan de formule hieronder terug te vinden is, niet kleiner zijn dan -5 Pa (onderdruk) en niet groter 10 Pa (overdruk).

$$PC = \text{sign}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}}) * \left(\frac{\text{abs}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}})}{v_{50}} \right)^{\frac{1}{0.65}} * 50$$

Met:

PC = drukvoorwaarde [Pa]

$q_{v, supply}$ = ontwerptoevoerdebiet [m^3/h]

$q_{v, extract}$ = ontwerpafvoerdebiet [m^3/h]

V_{50} = lekdebiet bij 50 Pa [m^3/h] van het gebouw of van een deel van het gebouw zoals gedefinieerd, door de norm NBN EN 13829, per conventie gelijkgesteld aan V , het volume (berekend op basis van de buitenafmetingen, in m^3) van het gebouw of van het beschouwde deel van het gebouw.

$sign(x)$ = een functie die het teken van het argument x aanneemt

$abs(x)$ = de absolute waarde van x

De luchtkwaliteit

De aangevoerde lucht in een ruimte moet steeds aan een minimale kwaliteit voldoen. Deze varieert volgens de functie van de ruimte. Ruimten voor menselijke bezetting mogen voor het realiseren van het minimaal geëiste ontwerptoevoerdebiet enkel gebruik maken van buitenlucht. Slechts de bijkomende debieten ter balancerings van het systeem, mogen ook bekomen worden door het gebruik van lucht van de klasse ETA 1. Voor ruimtes niet bestemd voor menselijke bezetting, is de norm minder streng. Hierbij mag gebruik worden gemaakt van afvoerlucht uit andere ruimten met de kwaliteit ETA 1 of ETA 2. Uiteraard is buitenlucht ook hier opnieuw toegestaan. Speciale ruimtes vallen opnieuw niet onder de energieprestatieregelgeving, bijgevolg zijn hiervoor geen exacte normen opgelegd. Desondanks is het aan te raden de Europese richtlijnen te volgen.

De afvoerlucht van een ruimte kan dus, indien gewenst, opnieuw gebruikt worden. Hierbij is het echter noodzakelijk om eerst te bepalen of de kwaliteit van de lucht daarvoor wel geschikt is. Deze kwaliteit is afhankelijk van de activiteiten die in de desbetreffende ruimte plaatsvinden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vier kwaliteitsklassen.

- **ETA 1: Lage vervuilingsgraad**
Lucht in deze categorie is afkomstig van ruimtes waarbij de vervuiling enkel voortkomt uit de menselijke stofwisseling, met uitzondering van ruimten waar gerookt mag worden.
- **ETA 2: Matige vervuilingsgraad**
Deze lucht is afkomstig uit ruimtes met een menselijke bezetting, waarbij andere activiteiten plaatsvinden of die meer onzuiverheden bevat dan ruimten uit categorie ETA 1. Ook lucht uit ruimten die normaal gesproken tot categorie ETA 1 zouden behoren, maar waar roken toegestaan is, vallen onder deze categorie.
- **ETA 3: Hoge vervuilingsgraad**
Lucht die behoort tot ETA 3 is afkomstig uit ruimten waar de luchtkwaliteit sterk beïnvloed wordt door de productie van vocht, chemische stoffen etc.
- **ETA 4: Zeer hoge vervuilingsgraad**
Lucht die geuren en onzuiverheden bevat die schadelijk zijn voor de gezondheid, in concentraties die hoger zijn dan wat toegestaan is voor de binnenlucht van bezette ruimten, behoort tot deze laatste kwaliteitsklasse.

Wetgeving kwaliteitskader

Vanaf 1 januari 2016 zijn de nieuwe verplichtingen³ uit het Ministerieel Besluit van 28 oktober 2015 ter verbetering van de kwaliteit van ventilatiesystemen in residentiële gebouwen van toepassing.

Dit MB houdt in dat voor alle nieuwe en ingrijpende energetisch te renoveren wooneenheden met stedenbouwkundige vergunningsaanvraag of melding vanaf 1 januari 2016, er twee nieuwe verplichtingen zijn voor de aangifteplichtige. Voor de start van de werkzaamheden moet hij een ventilatievoorontwerp en na uitvoering een prestatieverslag laten opmaken van het geplaatste ventilatiesysteem. Het ventilatievoorontwerp brengt het gekozen systeem en de ruimtelijke impact ervan in kaart. In het prestatieverslag worden de kenmerken en de behaalde prestaties van het ventilatiesysteem getoetst aan de prestatiecriteria van de 'STS-ventilatie'. Het opstellen van deze documenten moet gebeuren door een ventilatieverslaggever, zodat de gegevens hierna correct kunnen opgenomen worden in de EPB-aangifte.

Zoals hierboven vermeld, is dit Besluit enkel van toepassing in residentiële gebouwen. Desondanks nemen velen reeds aan, dat dit in de nabije toekomst ook uitgebreid zal worden naar de niet-residentiële ventilatie. Dit feit gaf niet alleen de aanzet tot het ontwikkelen van deze tool maar ook tot de integratie van dit nieuwe gegeven.

Wetgeving welzijnscode

Hoewel de meesten voor ventilatie enkel kijken naar de energieprestatieregelgeving, bestaan er eigenlijk specifieke wetgevingen voor bepaalde ruimtes waarin het begrip ventilatie is opgenomen. Eén van de belangrijkste en ook één van de nieuwste regelgevingen met betrekking tot ventilatie, is diegene die opgenomen is in de codex over het welzijn op het werk.

De codex over het welzijn op het werk vervangt het vroegere reglement voor de arbeidsbescherming (ARAB). Deze codex is echter uitgebreider dan de vorige versie, en blijft ook verder aangevuld worden met nieuwe Koninklijke Besluiten. Vanaf 24 april 2016 zijn de nieuwe basiseisen⁴ voor onder andere ventilatie van kracht. Deze wijziging heeft een grote invloed op de dimensionering, aangezien deze nieuwe normen een heel pak strenger zijn dan de EPB-regelgeving. Concreet houdt deze wijziging in dat er per werknemer een debiet voorzien moet worden van 72m³/h om onder een CO₂-concentratie van 800ppm te blijven. Deze eis komt overeen met het halen van een binnenluchtkwaliteitsklasse IDA 1.

Voor de verbetering van het comfort van de gebruiker en ter volledigheid van de tool, werd dit element mee geïntegreerd.

³ Bron: "Kwaliteit van ventilatiesystemen"

⁴ Bron: "Nieuw KB eist veel strengere ventilatie-eisen in werkplaatsen dan EPB-regelgeving"

Het praktijkverhaal

Contact met het werkveld

Ventilatie/epb-verslaggever: Casquo

Bij het treffen van de nodige voorbereidingen voor het ontwikkelen van de tool, vormden zich, door gebrek aan informatie, enkele moeilijk oplosbare vraagstukken. Concreet waren deze vaak praktijkgerichte toepassingen, die met behulp van voldoende gegevens het mogelijk zouden kunnen maken om een aantal regels en formules op te stellen voor het oplossen van deze vraagstukken. Eén van de doeleinden van dit gesprek was ook het inzicht krijgen over de huidige werkwijze voor het dimensioneren van ventilatie.

Op 20 maart 2017 vond een onderhoud plaats met ventilatie- en EPB-verslaggever Jensie Roelant, van het studiebureau Casquo. Al snel werd duidelijk dat mechanische ventilatie tot op vandaag geen evidentie is, het wordt geïntegreerd omdat het haast niet meer anders kan door de strenge normering. Maar de noodzaak aan deze technieken, wordt, zeker bij bouwpromotoren, nog niet ingezien. Hierdoor wordt slechts gebruik gemaakt van de minimaal verplichte hygiënische ventilatie, en wordt niet verder nagedacht over het comfort van de uiteindelijke gebruiker en het functioneren van het gebouw. Deze redenering wordt nogmaals benadrukt door het gebruik van de EPB-software als dimensioneringstool. De verslaggever vertelde dat dit voor hen belangrijk was, omdat EPB en ventilatie voor hen niet los te koppelen zijn van elkaar. Een zorgwekkende redenering, want hoewel EPB bedoeld is om energiezuinige en comfortabele gebouwen te realiseren, wordt er met behulp van de software juist gekozen voor de meest kostenbesparende optie, in plaats van diegene die het meeste comfort biedt. De voordelen voor een aparte tool voor ventilatieberekeningen werden dus niet ingezien, dit is vermoedelijk te wijten aan de onwetendheid over vlottere oplossingen. Zeker op vlak van balancerings is de tool een grote meerwaarde in vergelijking met de EPB-software waar u dit evenwicht volledig handmatig moet bekomen door debieten één voor één bij te sturen tot alle cijfertjes in het groen komen te staan.

Door het gebruik van deze software bleven de vragen naar regels voor de goeie praktijk onbeantwoord, er werd wel doorverwezen naar fabrikanten van ventilatiesystemen.

Graag had ik enkele ventilatieverslagen ingezien omdat deze informatie online niet te vinden is, spijtig genoeg kon hij me deze niet laten inzien. Verder vertelde hij me dat de controle op kwaliteit na de werken vaak gebeurt door de installateur. Hoewel deze taak oorspronkelijk bedoeld was voor de architect, is gebleken dat deze partij hiervoor geen tijd heeft of hiervoor geen tijd vrij wil maken.

Uit dit gesprek kan ik concluderen dat verslaggevers liefst tijdbesparend aan het werk gaan, maar door hun gebrek aan expertise en de financiële druk van bovenaf, juist deze efficiëntie missen. Het is dus van groot belang om deze tool met zijn vele mogelijkheden en voordelen duidelijk te presenteren, om de efficiëntie op het werkveld te vergroten.

Producent: Renson

Na het gesprek met de ventilatieverslaggever, bleef een deel van de vragen onbeantwoord. Daarom werd ook nog een afspraak bij Renson, een producent van ventilatiesystemen, vastgelegd. In dit gesprek kwamen voornamelijk de vragen naar de praktijk naar voren, waarvan u de volledige versie in bijlage kan nalezen. Na het succes van dit gesprek, kwam zo'n twee weken later de uitnodiging voor een tweede gesprek voor meer uitleg over de tool. De samenvatting van deze gesprekken vindt u hieronder.

Tegenwoordig worden enkel ventilatiesystemen C en D gebruikt in niet-residentiële gebouwen. De balancerings van de debieten op ruimteniveau wordt in de praktijk niet toegepast doordat deze procedure teveel tijd inneemt.

Een automatisering voor dit proces zou wel een grote meerwaarde kunnen betekenen, aangezien een perfect gedimensioneerd systeem een pak lager verbruik met zich meedraagt. Ook de hulpstukken die in een ventilatietracé nodig zijn, worden momenteel nog handmatig bepaald. Meer gegevens over deze stukken konden best opgevraagd worden bij producenten die meer gericht zijn op deze grotere toepassing, zoals Grada en Daikin. Binnen Renson wordt gebruik gemaakt van een zelfgemaakte tool, maar hier werd in het tweede gesprek nog uitgebreider op teruggekomen.

Zoals reeds aangegeven tijdens het eerste gesprek, werkt Renson intern met een zelfontwikkelde tool om ventilatiesystemen te dimensioneren. Hun doelstelling hiervan is om in 30 minuten van plan naar offerte te kunnen gaan (bij woningbouw). Spijtig genoeg maken maar twee personen binnen dit bedrijf gebruik van deze tool. Na enige uitleg werd hun rekenblad ook visueel gepresenteerd. Wat in eerste instantie opviel, was dat er nog heel wat manueel gebeurde die perfect ook automatisch had kunnen lopen. Het maken van een offerte waarbij prijzen gekoppeld worden aan de nodige producten uit hun gamma, is een zeer positief punt. Maar voor de tool die nu ontwikkeld wordt, die toegankelijk moet zijn voor iedereen, is dit te specifiek. Het bekomen van een meetstaat waar leveranciers hun offerte kunnen op baseren, kan in dit geval wel soelaas bieden.

Renson adviseerde om indien mogelijk ook rekening te houden met drukverliezen op de leidingen. Iets wat door de voortdurende technologische vooruitgang zeer moeilijk is, omdat formules blijven evolueren. Deze formules zijn bovendien ook zeer ingewikkeld en bevatten veel handmatig in te geven factoren, wat in deze predimensioneringstool niet de bedoeling is. Ook het onderwerp akoestiek werd aangehaald, een zaak waar sinds de regelgeving van 1 januari 2017 rekening mee gehouden moet worden. Hoewel deze elementen zeer interessant zijn om op te nemen in de tool, zou er eerst nog een aparte, uitgebreide studie naar beide zaken gedaan moeten worden, vooraleer deze te kunnen integreren.

Uit deze twee gesprekken met Renson kan ik concluderen dat deze bachelorproef zeker zijn nut zou kunnen bewijzen in de praktijk.

De keuze van ventilatiesystemen

De graad van isolatie en luchtdichtheid van gebouwen neemt toe, waardoor er bijna geen 'natuurlijke' ventilatie meer plaatsvindt door bijvoorbeeld kieren en spleten. Uiteraard is het positief dat er steeds meer belang gehecht wordt aan deze twee zaken, maar helaas wordt vaak de importantie van ventileren hierbij onderschat. Dit terwijl de aanvoer van verse buitenlucht en de afvoer van vuile, vochtige binnenlucht noodzakelijk is voor onze gezondheid en voor een gezond binnenmilieu. Een ventilatiesysteem biedt hiervoor een oplossing. Dit kan zowel met een natuurlijk, als met een mechanisch systeem. Elk type ventilatie heeft zijn voor- en nadelen, daarom zal er in de praktijk steeds opnieuw nagegaan moeten worden wat het optimale systeem is voor elke specifieke situatie.

Natuurlijke ventilatie

Natuurlijke ventilatie, of het beter gekende 'systeem A' uit de woningbouw, gaat uit van ventilatie met regelbare toevoer- en afvoeropeningen. Bij dit systeem is er een toevoer van verse lucht via roosters of spleten in muren, deuren of vensters. Afvoer van vervuilde lucht, in natte en vervuilde ruimten, gebeurt op natuurlijke wijze via verticale afvoerkanalen met regelbare roosters. Deze openingen worden éénmalig door de installateur afgesteld na berekening van het juiste debiet. Het ventileren op natuurlijke wijze, gebeurt tegenwoordig bijna enkel maar meer in oudere woningen, kantoren, scholen, enz.



Afbeelding 3: Natuurlijke ventilatie

Voordelen

- Eenvoudig
- Goedkope installatie
- Geen energieverbruik
- Weinig onderhoud

Nadelen

- Ongecontroleerde luchttoevoer en -afvoer
- Weinig comfort bij veel wind
- Slechte luchtkwaliteit bij windstilte
- Ongecontroleerde warmteverspilling
- Geen filters mogelijk
- Mogelijk geluidsoverlast van buiten

Mechanische toevoerventilatie

Een natuurlijke toevoer van verse lucht is niet altijd vanzelfsprekend. Soms is er te veel omgevingslawaai, zijn er kamers zonder ramen of zit u ingesloten in een gebouw. In dat geval wordt er verse lucht ingebracht door middel van een ventilator op mechanische wijze. De afvoer en circulatie van de vervuilde lucht in het gebouw gaat op een natuurlijke manier via kieren of afvoerkanalen in natte en vervuilde ruimtes. Deze manier van ventileren wordt mechanische toevoerventilatie genoemd, in residentiële toepassing gekend als 'systeem B'. Deze methode wordt in de praktijk zelden toegepast.

In samenspraak met de klant kan er voor dit type systeem gekozen worden om de aangevoerde frisse lucht voor te verwarmen eer deze binnen geblazen wordt.



Afbeelding 4: Mechanische toevoerventilatie

Voordelen

- Gecontroleerde luchttoevoer ongeacht de weersomstandigheden
- Buitenlucht kan gefilterd worden
- Geen geluidsoverlast van buiten
- Geen raamroosters: esthetisch aantrekkelijker

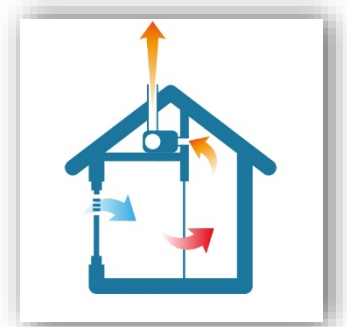
Nadelen

- Ongecontroleerd afvoerdebiet van de vervuilde lucht
- Hoog energieverbruik (ventilator & verwarming)
- Geen warmterecuperatie mogelijk
- Voorziening van toevoerkanalen
- Eventueel geluidshinder van het systeem door te weinig aandacht voor de akoestiek

Mechanische afvoerventilatie

Dit systeem werkt net omgekeerd dan het voorgaande systeem en wordt in de woningbouw toegepast. Er is een natuurlijke toevoer van verse lucht via toevoerroosters in ramen of muren. De doorstroming van de lucht verloopt langs roosters in de binnenwanden of -deuren, of langs spleten onder de binnendeuren. De vervuilde lucht afvoeren gebeurt vervolgens op mechanische wijze via afvoerroosters.

Binnen dit systeem is er ook een vraaggestuurd ventilatiesysteem mogelijk, waarbij gebeurt de afvoer op een gecontroleerde manier enkel als het nodig is. Via ingebouwde sensoren (vocht, CO₂, temperatuur, beweging ...) in de natte



Afbeelding 5: Mechanische afvoerventilatie

en/of vervuilde ruimtes wordt het extractiedebiet aangepast aan de werkelijke situatie. Zo wordt alleen lucht afgezogen wanneer dit strikt nodig is.

Voordelen

- Gecontroleerde luchtafvoer ongeacht de weersomstandigheden

Nadelen

- De luchttoevoer gebeurt onverwarmd waardoor een koude-gevoel kan ontstaan.
- Hoog energieverbruik (ventilator & verwarming)
- Geen warmterecuperatie mogelijk
- Geen filters mogelijk
- Eventueel geluidsoverlast van buiten

Mechanische toe- en afvoerventilatie

Voor de optimale regeling van de luchtcirculatie en het binnenklimaat gebruiken we de mechanische toe-en afvoerventilatie. De toevoer van verse lucht in droge ruimten gebeurt door middel van een ventilator. De doorstroming van lucht verloopt langs roosters in de binnenwanden of -deuren, of langs spleten onder de binnendeuren. De mechanische afvoer van de vervuilde lucht in vochtige ruimtes gebeurt met of zonder warmterecuperatie. Met deze manier van ventileren kan een goed evenwicht bereikt worden tussen de toevoer en de afvoer. Daarom wordt dit systeem ook wel "balansventilatie" genoemd, in residentiële gebouwen is dit beter gekend als "systeem D".



Afbeelding 6: Mechanische toe- en afvoerventilatie

De meeste balansventilatiesystemen zijn voorzien van warmteterugwinning (WTW). Bij ventilatie met WTW wordt koude toegevoerde buitenlucht verwarmd met de warme afgevoerde binnenlucht zodat er minder warmte verloren gaat.

Voordelen

- Gecontroleerde luchtstroming ongeacht de weersomstandigheden
- Warmterecuperatie mogelijk
- Buitenlucht kan gefilterd worden
- Geen geluidsoverlast
- Geen raamroosters: esthetisch aantrekkelijker

Nadelen

- Dure installatie
- Hoog energieverbruik (ventilatoren)
- Onderhoud van de vele kanalen en filters
- Eventueel geluidshinder van het systeem door te weinig aandacht voor de akoestiek

Hybride ventilatie

Bij hybride ventilatie⁵ wordt de ventilatie gerealiseerd door natuurlijke en mechanische ventilatie te combineren. Hierdoor maakt men enkel gebruik van de voordelen van elk systeem. Afhankelijk van de tijd van de dag/jaar of de nood aan een hoger debiet, wordt gebruik gemaakt van een ander of beide systemen. Deze overschakeling verloopt bovendien volledig automatisch. Het zou de perfecte balans moeten kunnen voorzien tussen luchtkwaliteit, thermisch comfort, energieverbruik en milieu-impact. Tot nu toe is hybride ventilatie nog geen optimale oplossing door het gebrek aan kennis over het dimensioneren van hybride systemen. Momenteel lopen

⁵ Bron: "Building Ventilation: The State of Art" & "Hybride Ventilation"

er wel heel wat onderzoeken naar deze materie. Er bestaan reeds drie verschillende concepten voor hybride ventilatie.

Een eerste methode wisselt tussen het gebruik van natuurlijke en mechanische ventilatie. Hierbij wordt natuurlijke ventilatie aangewend in het tussenseizoen en eventueel in de zomer als nachtventilatie, de overige tijd wordt gebruik gemaakt van mechanische ventilatie.

Een tweede principe maakt gebruik van kanalen waardoor lucht op een natuurlijke wijze stroomt. Wanneer de druk in de leidingen te laag wordt, door gebrek aan natuurlijke aandrijfkrachten, ondersteunt een ventilator in de kanalen deze natuurlijke ventilatie.

Een derde strategie maakt gebruik van de natuurlijke aandrijfkrachten, zoals de wind en het schouw-effect, ter ondersteuning van mechanische ventilatie. Voor dit principe wordt gebruik gemaakt van lage drukleidingen, om de natuurlijke aandrijfkrachten te kunnen integreren.

Voordelen

- Gecontroleerde luchtstroming ongeacht de weersomstandigheden
- Laag energieverbruik

Nadelen

- Dure installatie (2 systemen)
- Nog in onderzoeksfase

Comfort

Comfort is het streefdoel van ventilatie, maar hoe kan dit bekomen worden? Meerdere aspecten⁶ met betrekking tot ventilatie dragen bij tot het comfort van de gebruiker en tot een goede functionering van het gebouw.

- Thermisch comfort
- Binnenluchtkwaliteit
- Akoestisch comfort
- Energie-efficiëntie
- Controle mogelijkheid
- Visueel comfort

Thermisch comfort

Thermisch comfort is afhankelijk van verschillende factoren: luchttemperatuur, stralingswarmte, luchtvochtigheid, luchtsnelheid, de isolatiegraad van de gedragen kledij en de beoefende activiteiten van de aanwezigen. Deze elementen worden niet enkel beïnvloed door de ventilatie-installatie, maar ook door andere gebouweigenschappen. Toch kan een goed ontwerp van de ventilatie een grote invloed hebben.

De luchttemperatuur kan optimaal gehouden worden door de binnenstromende lucht op te warmen of af te koelen. Voor natuurlijke systemen wordt hierbij gebruik gemaakt van verwarmingssystemen in de ruimte zelf, kanaalverwarmers of –koelers kunnen geïmplementeerd worden bij mechanische toevoersystemen en bij balansventilatie kan er zelfs geopteerd worden voor het integreren van een warmtewisselaar. Bovenop de mogelijkheid tot het verwarmen en koelen, bieden enkele meer gesofisticeerde ventilatiesystemen ook nog de mogelijkheid om lucht te bevochtigen of te ontvochtigen.

⁶ Bron: “Energieprestatie en ventilatie in schoolgebouwen”

Binnenluchtkwaliteit

Een goede binnenlucht realiseren is het hoofddoel van ventilatie. De eisen hiervoor zijn reeds besproken in de paragraaf over de energieprestatiewetgeving.

Akoestisch comfort

Ventilatie staat niet in voor het betere comfort op akoestisch vlak voor de gebruiker, in tegendeel ze kan juist dit comfort in gedrang brengen. Lawaaihinder zorgt voor meerdere negatieve gevolgen in het dagelijks leven. Dit varieert van concentratieproblemen tijdens het werken, tot slaapproblemen. Daarom is het van groot belang aandacht te besteden aan het aspect akoestiek bij ventilatiesystemen.

Wanneer er gesproken wordt over geluidshinder bij ventilatie kan dit twee soorten ongemakken betekenen. Enerzijds betreft dit het lawaai van buiten die via openingen naar binnen wordt gebracht, anderzijds houdt dit ook het geluid in die het systeem zelf veroorzaakt. Enkele specifieke maatregelen die genomen kunnen worden om geluidshinder van het systeem zelf tegen te gaan zijn:

- Gebruik maken van voldoende grote kanalen.
- Plaatsen van dempers in de eindkanalen.
- Kiezen van geluidsarme ventilatoren.
- Plaatsen van de ventilator ver van rustige ruimtes (zoals werk- of slaapruidtes).
- Kiezen van geluiddempende roosters in de ramen.

Energie-efficiëntie

Hoewel energie-efficiëntie op het eerste zicht niet onmiddellijk onder de noemer comforteisen te plaatsen is, is het wel een zaak die de tevredenheid van de gebruiker weerspiegelt.

Om een hogere energie-efficiëntie te bekomen met behulp van een ventilatiesysteem is een perfect berekend en afgesteld ventilatiesysteem noodzakelijk. Om een nog hogere score te behalen op dit onderdeel kan ook geopteerd worden voor het integreren van een warmtewisselaar, het gebruik van vraagsturing⁷, óf het implementeren van hernieuwbare energie voor het aandrijven van de ventilator of voor de voorverwarming of koeling van de ingeblazen lucht.

Controle

Om het comfort van de gebruikers te verhogen, speelt ook controle⁸ over het systeem een flinke rol. Afhankelijk van de situatie zijn er andere voorkeuren van toepassing.

In kleine ruimtes, of ruimtes met weinig gebruikers wordt er gekozen voor een methode waarbij er ook nog steeds handmatige controle is over de ventilatieprestatie. Dit vertaalt zich door bijvoorbeeld de mogelijkheid te hebben om zelf een raam open te zetten, een rooster bij te regelen of door op een eenvoudige wijze naar wens de hoeveelheid pulsie of extractielucht bij te sturen.

Bij grote ruimtes, of ruimtes met veel gebruikers wordt er toch geopteerd voor een automatische sturing van de ventilatie. Ook 's nachts of in vakantieperiodes wordt deze sturing geprefereerd.

Visueel comfort

Hoewel ventilatie slechts een kleine invloed uitoefent op het visueel comfort, zijn er toch enkele esthetische aspecten van belang. De zichtbaarheid van kanalen, doorstroomopeningen, ... zijn bijvoorbeeld meestal niet gewenst.

⁷ Bron: "In situ testen van vraaggestuurde ventilatiesystemen in woningen"

⁸ Bron: "Building Ventilation: The State of Art"

Vorbereidend onderzoek

Evaluatie van de bestaande tools

Zoals eerder aangehaald zijn er reeds enkele tools op de markt met betrekking tot ventilatie. Vooraleer zelf aan de slag te gaan met het ontwikkelen van een tool, was het belangrijk om de reeds bestaande programma's eerst kritisch onder de loep te nemen. Het eerste wat nagegaan moest worden, was het doel van de desbetreffende tool. Vervolgens werd een algemeen beeld geschept van de manier van werken en een conclusie geformuleerd op basis van de eerste indruk. Proefondervindelijk werden hun positieve en negatieve eigenschappen achterhaald, zowel inhoudelijk als visueel. Deze punten waren handig om in het achterhoofd te houden voor de ontwikkeling van de nieuwe tool. De evaluatie van dit onderzoek wordt hieronder per programma toegelicht.

EPB 3G

Hoewel deze tool op de markt gebracht werd als software voor het maken van de EPB-aangifte, wordt het in de praktijk ook aangewend voor het dimensioneren van ventilatie. Ondanks deze foute hantering, is het belangrijk om ook deze tool op te nemen in de evaluatie. Omwille van de verplichte gebruikmaking van deze software voor het opmaken van EPB-dossiers, is het bovendien interessant om dit programma uitgebreider te bespreken. In eerste instantie vindt u de evaluatie van het onderzoek terug. Daarnaast vindt u ook een opsomming van de gegevens die nodig zijn voor het invullen van deze tool op vlak van ventilatie. Deze lijst deed onder andere dienst als afstijplijst voor de output van de nieuwe tool.

Evaluatie EPB 3G

Doel:	EPB-aangifte.
Eerste indruk:	Er is duidelijk een poging gedaan om alles gestructureerd te houden met behulp van een boomstructuur en diverse tabbladen, maar toch lijkt het geheel vrij ingewikkeld door zijn omvang.
Positieve opmerkingen:	Er wordt gebruik gemaakt van een vakje waarin extra info verschijnt wanneer je met je muis een item aanwijst.
Negatieve opmerkingen:	Er is geen vaste, logische volgorde om in te vullen, waardoor je makkelijk verdwaalt en onderdelen overslaat.
	De software houdt enkel rekening met epb-regelgeving, bijvoorbeeld niet met strengere eisen van het ARAB.
	De software is op vlak van comfort niet ideaal, omdat hij enkel rekening houdt met de minimaal opgelegde eisen.
	Balanceren van de debieten gebeurt nog steeds handmatig, door te wikken en wegen tot er groene vinkjes verschijnen.
	Er is zeer veel input nodig voor een zeer karige output.
Handleiding:	Op je eentje deze tool onder de knie krijgen, met of zonder handleiding, is onbegonnen werk, een basisopleiding is zeer sterk aangeraden.
Conclusie:	De EPB-software van de 3 gewesten is niet geschikt als dimensioneringstool voor ventilatie. Het maakt gebruik van een tijdsintensieve procedure, met zeer weinig resultaat.

Lijst met nodige input voor de EPB 3G-software

- Onderverdeling per functioneel deel
 - Kantoor
 - School

- Specifieke bestemming: gezondheidszorg / sport / handel / horeca en bijeenkomst / overige gebruiksfunctie
- Ruimtes
 - Naam ruimte
 - Ruimtecategorie
 - Soort ruimte
 - Gebruiksoppervlakte
 - Ontwerpbezetting
 - Roken
- Hygiënische ventilatie: toevoer/afvoeropening:
 - Buitenlucht: merk & product & debiet (& # lopende meter)
 - Hergebruikte lucht: merk & product & debiet (& # lopende meter)
 - Doorstroamlucht: connectie met ruimte X & hoogte spleet of openingssectie
- Ventilatie
 - Ventilatiesysteem
 - Aanwezigheid ventilatoren
 - Vraaggestuurde ventilatie
 - Warmteterugwinapparaat
 - Voorkoeling ventilatielucht
 - Regeling luchtkwaliteit
 - Detectie van het aantal personen
 - CO₂-sensor
 - Detectie in ruimte of kanaal die ruimte bedient?
 - Drukvoorwaarde in het gebouw

Optivent (WTCB)

Doel:	Dimensioneringstool voor woningventilatie.
Eerste indruk:	Overzichtelijk en toegankelijk.
Positieve opmerkingen:	Het vereenvoudigd uittekenen van het ventilatietracé is een zeer praktische tool voor het ventilatievoorontwerp en maakt het ook mogelijk om automatisch drukverliezen te berekenen.
	Bepaalt automatisch of toe/afvoer verplicht is, op basis van het type ruimte.
	Snelle terugkoppeling van de balans.
	Handig tabblad voor diegene die bij uitvoering de installatie afstelt.
	Genereert een handige bestellijst aangepast aan de gekozen partij.
Negatieve opmerkingen:	Niet duidelijk weergegeven in welke cellen je gegevens moet invullen en welke er automatisch berekend worden.
	Enkel de eis wordt weergegeven, het effectief berekenen moet je zelf nog doen, terwijl dit eenvoudig te automatiseren valt.
	Balancering van de debieten gebeurt nog steeds handmatig, door te wikken en wegen tot de balans in evenwicht komt.
Handleiding:	Duidelijke handleiding in twee versies: basisversie en een versie voor gevorderden / met speciale gevallen.
Conclusie:	Over de grote lijn is Optivent een goede dimensioneringstool, al heeft het zeker nog marge voor verbetering. Er is geen overbodige invoer van gegevens en genereert een uitgebreide en praktijkgerichte output.

Ventilatiegids

Doel:	Dimensioneringstool voor woningventilatie.
Eerste indruk:	De tabbladen per ventilatiesysteem zijn uitgebreid maar wel onoverzichtelijk.
Positieve opmerkingen:	De kleuren verduidelijken waar je welk soort data moet invullen, of waar je juist helemaal niets moet invullen.
	Bepaalt automatisch de ontwerpdebieten.
	Voorziet een tabblad voor de inregeling, al lijkt deze wel wat omslachtig.
	Handig tabblad voor diegene die bij uitvoering de installatie afstelt.
Negatieve opmerkingen:	Balanceren van de debieten gebeurt nog steeds handmatig, door te wikken en wegen tot de balans in evenwicht komt.
	Gebrek aan uitleg over sommige afkortingen.
Handleiding:	Zeer duidelijke en volledige handleiding, opnieuw bestaande uit twee verschillende versies. De ene versie verduidelijkt de werkwijze aan de hand van een voorbeeldproject, en legt ook het hoe en waarom uit van berekeningen, etc. De tweede versie van de handleiding geeft ook aanbevelingen, voor- en nadelen van verschillende keuzes die gemaakt moeten worden.
Conclusie:	Het rekenblad 'Ventilatiegids', is niet de meest aangename tool voor het dimensioneren van ventilatie. De handleiding daarentegen springt onmiddellijk in het oog en is uitermate goed samengesteld.

HVAC - Climaconstruct

Doel:	App die helpt bij het berekenen van diameters, luchtdebieten en roosters.
Eerste indruk:	Zeer basic.
Positieve opmerkingen:	Eenvoudig en snel.
	Maakt de link tussen vermogen en debieten.
Negatieve opmerkingen:	Onthoudt geen voorgaande berekeningen.
Handleiding:	Niet van toepassing, maar ook niet noodzakelijk.
Conclusie:	Geschikt voor een snelle narekening, bijvoorbeeld bij een probleem op de werf, maar niet bedoeld voor de volledige dimensionering van een project.

Vent Tools - Lindab

Doel:	App met een verzameling van handige rekentools voor de ventilatie-industrie.
Eerste indruk:	Eenvoudig en professioneel
Positieve opmerkingen:	Maakt gebruik van tekeningen om afkortingen te verduidelijken.
Negatieve opmerkingen:	Onthoudt geen voorgaande berekeningen.
Handleiding:	Niet van toepassing, maar ook niet noodzakelijk.
Conclusie:	Geschikt voor een snelle narekening, bijvoorbeeld bij een probleem op de werf, maar niet aan te raden voor de volledige dimensionering van een project.

Conclusie bestaande tools

Het meest opvallende feit na het maken van deze evaluatie is dat, ondanks het diverse aanbod ventilatietools, er een duidelijk gebrek is aan een rekenmodule voor ventilatie in niet-residentiële gebouwen.

Zoals u hierboven kon zien is geen enkele tool perfect, elk heeft zijn voor- en nadelen. Deze opmerkingen vallen uiteraard ook te betwisten, een tool kan echter niet enkel beoordeeld worden op inhoud. Ook de lay-out speelt een rol, iets wat hoofdzakelijk bepaald wordt door persoonlijke voorkeur. Samengevat zijn er een aantal zaken waar rekening mee werd gehouden tijdens het ontwerpen van de nieuwe ventilatietool. Deze zijn hieronder kort opgesomd:

- Gestructureerd te werk gaan.
- Eenvoud.
- Waar nodig extra uitleg voorzien.
- Duidelijkheid scheppen waar gegevens ingevuld moeten worden (aan de hand van kleuren).
- Rekening houden met alle wetgevingen, niet enkel die met betrekking tot EPB.
- Verder denken dan de normen: comfort voorzien.
- Automatisch ontwerpdebieten berekenen.
- Automatische balancerings van de debieten mogelijk maken.
- Mogelijkheden bekijken voor het uitwerken van een grafisch ventilatietracé met drukverliezen.
- Extra output: meetstaat, basis voor prestatieverslag... aangepast aan de verschillende partijen.
- Geen overbodige invoer en uitgebreide, praktijkgerichte output.
- Duidelijke handleiding met aanbevelingen, en voor- en nadelen van de te maken keuzes.

Excel als tool om te ontwikkelen

Excel is een vaak gebruikt programma, maar velen zijn niet bekend met de waaier aan mogelijkheden van deze software. Buiten het maken van lijstjes of berekeningen, beschikt Excel ook over de mogelijkheid tot het creëren van tools⁹. Afhankelijk van de toepassing, kan dit variëren van een eenvoudig werkblad met verwijzingen en formules, tot een uitgebreide applicatie met macro's en formulieren. Excel, en overigens bijna alle Microsoft Office-programma's, beschikken over een eigen programmeertaal, genaamd '*Visual Basic for Applications*'. VBA maakt het mogelijk om toepassingen te automatiseren en de functionaliteit van de software uit te breiden. Het gebruik van Excel om te ontwikkelen heeft heel wat voordelen.

Ten eerste is Excel zeer toegankelijk, merendeel van de mensen beschikt reeds over dit programma en kan ook al enkele basisfuncties ervan gebruiken. Iedereen met een beetje logisch verstand, en de wil om nieuwe dingen te ontdekken en bij te leren, kan bij gevolg een tool maken met Excel. Dit staat in tegenstelling tot andere programmeersoftware zoals PHP, JavaScript, WordPress en Oracle, waarbij eerst een zware en dure cursus voor gevolgd moet worden.

Twee belangrijke redenen om te kiezen voor Excel om mee te creëren, is dat het bijlange niet zo duur is als de ontwikkeling van een onafhankelijke tool en bovendien ook een pak sneller verloopt. Desondanks zou voor mensen die Excel enkel zien als een tool om lijstjes mee op te stellen of eenvoudige berekeningen mee te maken, een startbedrag van zo'n € 700 toch nog behoorlijk choquerend kunnen overkomen. Maar uiteindelijk moet er ook rekening mee gehouden worden dat ontwikkelen met Excel nog steeds ontwikkeling is, met de bijhorende kenmerken als gevolg. Net zoals bij andere programmeerprogramma's komen volgende aspecten aan bod: design, functionaliteit, uitgebreide communicatie, testen, vergaderingen, herzieningen, ondersteuning... Toch komt Excel zeer positief naar voren in vergelijking met het ontwikkelen van traditionele apps, die al snel € 7000 kosten en minstens een maand nodig hebben om een eerste resultaat te bekomen.

Excel is ideaal als prototype: er kan zelf eenvoudig aan de slag gegaan worden met een idee en alles kan zelf aangepast worden exact zoals u het wilt. Hoewel de zelfgemaakte excel geen basis kan vormen tot een onafhankelijke app, opgesteld met de reeds hiervoor vermelde programma's, is het wel het ideale communicatiemiddel tussen de bedenker en de professionele ontwikkelaars. Het geeft een goede weergave van het idee van de klant, van wat hij wil dat de app doet. Zonder dit hulpmiddel is het zeer moeilijk voor de ontwikkelaars om realiteit te maken van iets dat in andermans hoofd zit. Zonder deze Excel als uitgangspunt kan overleg en feedback ook maar gebeuren wanneer er pas enige resultaten te zien zijn, omdat het gros van de klanten namelijk niet bekend is met codering.

Kort samengevat is Excel is een prima tool voor het creëren van apps, niet alleen als uitgangspunt voor een zelfstandige tool, maar ook als eindproduct. Het is zeer toegankelijk, betaalbaar en geeft snel een duidelijk resultaat .

⁹ Bron: "*5 Reasons For Building Apps in Excel*"

Stappenplan tool

Algemeen procesverloop

In dit hoofdstuk komt u te weten wat de procedure was voor het ontwerpen van de tool. Het is een verslag van de genomen beslissingen; het hoe, wat en waarom.

Het gevaar bij de start van dit soort opdracht is om halsoverkop te willen beginnen; berekeningen te testen, data in te voeren en snel output te willen verkrijgen. Maar op die manier verlies je al snel jezelf in de chaos. Uit het onderzoek naar de bestaande programma's, is gebleken dat de basis voor een goede tool ligt bij een duidelijke structuur. Dit overzicht weten te behouden komt er door eerst een beeld te scheppen van de te nemen stappen en hoe deze zich uiteindelijk zouden vertalen op scherm. Dit uitte zich voornamelijk in flowcharts, lijstjes, schetsen en eenvoudige testen op papier. Pas wanneer dit globale beeld vorm begon te krijgen, werd er van start gegaan in Excel. Enkele spelregels werden hierbij opgesteld: inputbladen bevatten geen formules, hoogstens enkele verwijzingen; het rekenblad verzamelt alle gegevens en voert calculaties uit; de resultaten van de input en het rekenblad verschijnen ordelijk en automatisch op de verschillende outputbladen. De gedetailleerde werkwijze wordt in de loop van dit hoofdstuk tabblad per tabblad toegelicht.

Algemene werkwijze dimensioneren ventilatie

Voor het handmatig dimensioneren van de nodige ventilatievoorzieningen stelt het VEA, het Vlaamse Energieagentschap, een richtlijn op voor de te nemen stappen bij het dimensioneren van ventilatie. Deze werkwijze¹⁰ kan u hieronder volgen.

1. Keuze van het type ventilatiesysteem.
2. Bepalen van het ruimtetype voor elke ruimte.
3. Bepalen van het minimaal geëiste ontwerpdebiëet voor elke ruimte.
4. Bepalen van het type van toevoer- en afvoerlucht voor elke ruimte.
5. Keuze van toevoer- en afvoervoorzieningen voor elke ruimte.
6. Controle van de drukvoorwaarden voor het gebouw en indien nodig, bijsturen van de ontwerpdebiëten.
7. Technische uitwerking van de installaties, keuze van kanalen, ventilatoren, geluid, regeling...

Toegepaste werkwijze dimensioneren ventilatie

Om de nieuwe tool overzichtelijk en zo eenvoudig mogelijk te houden zal deze algemene werkwijze ook aangewend worden. In de tool worden input, berekeningen en output gesplitst, waardoor het stappenplan licht aangepast wordt. Deze toegepaste werkwijze kan u hieronder nalezen.

Input

1. Invullen van algemene projectinformatie en keuze van het type ventilatiesysteem.
2. Bepalen van de eigenschappen van elke ruimte.
3. Keuze van de wijze van balanceren van de debiëten.
4. Technische uitwerking van het ventilatietracé.
5. Bepalen van de eigenschappen van de (technische ruimte voor de) luchtgroep.

¹⁰ Bron: "Ventilatie document: niet-residentieel"

Rekenblad

1. Automatische berekening van de geëiste ontwerpdebieten voor elke ruimte.
2. Automatische controle van de drukvoorwaarden voor het gebouw en automatische balancerings van de debieten.
3. Automatische berekening van de leidingdiameters.
4. Automatische berekening van de oppervlakte van de technische ruimte.

Output

1. Automatisch genereren van een samenvattend verslag.
2. Automatisch genereren van een infobestand met de algemene projectinformatie.
3. Automatisch genereren van een bundel met technische informatie per ruimte.
4. Automatisch genereren van de details over het ventilatietracé.
5. Automatisch genereren van een meetstaat/bestellijst.
6. Automatisch genereren van een prestatieverslag.

Enkele opmerkingen

Om een bestand als dit werkbaar te houden, wordt er gebruik gemaakt van een macro die wisselt tussen een invul- en een werkmodus. Het verschil tussen de modi zit hem hierin dat in de invulmodus slechts een beperkt aantal tabbladen te zien zijn, terwijl deze in de werkmodus allemaal zichtbaar zijn. Zodat er snel van het ene blad naar het andere gewisseld kan worden. De sneltoetsen die hiervoor zijn vastgelegd, zijn: 'ctrl + j' om in werkmodus te gaan, en 'ctrl + i' om terug te gaan naar de invulmodus.

Om de tool zo goed mogelijk te laten werken, deed ik zelf een heel aantal testen, in het beginstadium vaak zeer willekeurig, maar naar het einde toe toetste ik deze een aantal keren met bestaande projecten. Een voorbeeldproject kan in bijlage geraadpleegd worden. Om na te gaan waar onduidelijkheden bij het invullen van de tool zich bevonden, liet ik de tool ook testen door iemand anders dan mezelf. Killian De Vleeschouwer, student in het laatste jaar toegepaste architectuur, deed de test als leek. Zonder uitgebreide kennis over ventilatie, kon hij de tool verrassend goed invullen, zelfs zonder uitleg of handleiding. Hierbij kwamen enkele kleine opmerkingen naar boven, zoals het gebrek aan een eenheid bij de lengte van de kanalen. De gemaakte notities tijdens deze test waren een wegwijzer voor het bijwerken van het rekenblad. Niet enkel de aangewezen problemen werden verwerkt, maar er werd ook gecontroleerd of er geen gelijkaardige gevallen meer voorkwamen. Uiteindelijk liep enkel stap 4 stroef, daarom zal de handleiding nadruk leggen op deze stap, door hem extra te verduidelijken aan de hand van een eenvoudig voorbeeld.

Input

Stap 1: Algemene projectinformatie

De titel spreekt voor zich, in dit eerste tabblad geeft u de algemene projectinformatie in, deze heeft betrekking op het gehele project. Keuze-elementen die hierin opgenomen zijn, hebben overigens ook invloed op het verloop van het stappenplan. De gebruiker vult alle licht gekleurde cellen in, een systeem dat doorheen het volledige traject aangehouden wordt. De meeste cellen spreken voor zich, enkele speciale elementen worden hieronder nog verder toegelicht.



Afbeelding 7: Tabblad algemene projectinformatie

Projectnaam en projectnummer:

Deze cellen kunnen vrij ingevuld worden door de gebruiker. Bij het opslaan worden deze cellen gebruikt voor de naamgeving van het nieuwe bestand. Dit zorgt echter dat er toch een kleine restrictie zit op het gebruik van enkele tekens, namelijk: \ / : * ? " < > |

Om dit probleem te voorkomen, wordt met behulp van gegevensvalidatie een foutmelding opgeroepen wanneer een of meerdere van deze tekens voorkomen in de projectnaam of het projectnummer.

Datum opstellen ventilatievoorontwerp:

Deze cel wordt automatisch ingevuld met de datum van vandaag, indien er een andere datum gewenst is, moet deze handmatig overschreven worden.

Ventilatiesysteem:

Bij het selecteren van de cel komt er een drop-downlijst tevoorschijn. Hier kan één van de vier types ventilatiesystemen gekozen worden. De lijst verwijst naar een bereik in de database die volgende gegevens bevat:

- A (natuurlijke toevoer, natuurlijke afvoer)
- B (mechanische toevoer, natuurlijke afvoer)
- C (natuurlijke toevoer, mechanische afvoer)
- D (mechanische toevoer, mechanische afvoer)

Systemen A en B zijn louter vermeld ter volledigheid, in praktijk worden deze zelden of nooit (meer) toegepast. Om controle te behouden over de omvang van deze bachelorproef, is enkel systeem D uitgewerkt. Niet alleen

omdat deze één van de meest gebruikte systemen is in de praktijk, maar ook omdat het de meeste mogelijkheden en uitdaging bood, bijvoorbeeld om te balanceren. Het uitwerken van een C-systeem staat voorlopig dus nog open voor verder onderzoek.

Balanceringsmethode:

Bij de balanceringsmethode kan u kiezen uit een van de twee vooropgestelde methodes: eenvoudige balanceringsmethode op gebouwniveau en een uitgebreide balanceringsmethode op ruimteniveau. Voor ventilatie in niet-residentiële gebouwen is het voorlopig slechts verplicht ¹¹ te voldoen aan de normen op gebouwniveau. Met dit gegeven als uitgangspunt, het voordeel dat deze methode wel automatisch kon verlopen en opnieuw de beheersing van dit eindwerk, viel de beslissing om van start te gaan met de balanceringsmethode op gebouwniveau. De balanceringsmethode op ruimteniveau staat hierdoor nog open als uitbreiding.

Het voordeel dat de keuzebolletjes met zich meedragen, is de mogelijke koppeling met een macro. Deze macro voorziet de sturing naar het juiste tabblad met de mogelijkheden voor balanceringsmethode op gebouwniveau- of ruimteniveau. Concreet hield dit in dat er aan de knop, die de overgang verzorgde van stap 2 naar stap 3, een andere macro werd gekoppeld, bepaald door de gemaakte keuze.

Knop ‘volgende’:

De knop zet meer in werking dan u gewoon naar de volgende stap brengen. Ten eerste slaat hij het nieuw bestand op op een locatie naar keuze. Dit is nodig om het opslaan op iedere computer mogelijk te maken. De naam van het bestand genereert hij vervolgens zelf op basis van de zonet ingegeven data. Dit heropslaan voorkomt dat de tool steeds opnieuw leeg gemaakt moet worden.

Als laatste brengt hij u nog naar de volgende stap en zorgt hierbij dat enkel deze stap zichtbaar is, alle andere tabbladen zijn verborgen.

Stap 2: Berekening ontwerpdebieten

In de tweede stap geeft u één voor één de ruimtes in met hun specificaties. Wat voor de gebruiker eruit ziet als een eenvoudige tabel, verbergt in werkelijkheid een aantal handige snuffjes.

Berekening ontwerpdebieten										
Naam ruimte	Ruimtenummer	Menselijke bezetting, niet-menselijke bezetting of speciale ruimte	Type gebouwdeel	Type ruimte	Oppervlakte (m ²)	# gebruikers is gekend	Hogere luchtdichtheid gewenst	Werkplaats	Roken is toegestaan	# toiletten is gekend
Toiletten	2.08	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Toilet (aantal wc's gekend)	15.9					8
Koelcel	2.07	Speciale ruimte		Overige ruimten met een (niet op) speciale verontreiniging	15.5					
Cafeteria	2.06	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Cafeteria, kantine	230.0			X		
Huisdun	2.05	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Kruis en kioskette	20.3					
Gang horeca	2.04	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	4.6					
Eetzaal	2.03	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Restaurant, snackbar	77.3					
Reisruimte	2.02	Ruimte voor menselijke bezetting		Overige ruimten	18.2				X	
Slaapruiimte	2.01	Ruimte voor menselijke bezetting	Hotels, motels, vakantiewoningen	Slaapruiimte	70.5	24				
WC 2	1.14	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Toilet (aantal wc's niet gekend)	18.8					
Berging kantoor	1.13	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Overige	12.5					
Kantoor B	1.12	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Kantoor	33.2	8		X		
Sporeruimte	1.11	Ruimte voor menselijke bezetting	Onderwijsinstellingen	Auditorium	53.6					
Persruimte	1.10	Ruimte voor menselijke bezetting	Onderwijsinstellingen	Auditorium	35.9					
Gang C	1.09	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	13.7					
Gang B	1.08	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	36.9					
Sauna	1.07	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_ en_ ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	34.4			IDA 2		
Douche	1.06	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Douches of badkamer	15.4					
Lokaal voetbal	0.05	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Nieuwkomer	22.5					
Zwembad	0.04	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_ en_ ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	21.5					
Lokaal dakter	0.03	Ruimte voor menselijke bezetting	Gezondheidszorg	Behandeling-, onderzoek- en operatiekamer	20.0			IDA 1		
Lokaal kunst	0.02	Ruimte voor menselijke bezetting	Gezondheidszorg	Kinesitherapie- en fysiotherapiezaal	45.5					
Fitness	0.01	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_ en_ ontspanning	Aerobicruimten, fitnessruimte, bowling	263.0					

Abbeelding 8: Tabblad berekening ontwerpdebieten

¹¹ Bron: “Bijlage X van het Energiebesluit van 19 november 2010: ventilatievoorzieningen in niet-residentiële gebouwen”

Knop 'Extra ruimte toevoegen'

Links bovenaan de tabel vindt u een knopje met daarop een plusteken terug. Wanneer u hierop klikt, voegt u een nieuwe ruimte toe aan het project. Het is een knop die een macro in gang zet die op elk tabblad plaats voorziet voor deze nieuwe ruimte, berekeningen toepast op de nieuwe cellen, etc. Deze knop is gemaakt met als reden dat niet-residentiële gebouwen heel divers zijn, zeker op vlak van aantal ruimtes: de één heeft er bijvoorbeeld slechts 14, een ander daarentegen 237. Er had dus evengoed gebruik kunnen gemaakt zijn van een tabel met bv 1000 rijen, om zeker te zijn. Dankzij het gebruik van deze knop, ziet het bestand er niet alleen overzichtelijker uit, maar neemt het ook niet meer geheugen in dan nodig is.

Naam ruimte en Ruimtenummer

In deze kolommen vult de gebruiker de naam van de ruimte en het ruimtenummer in. Het is van groot belang voor verdere berekeningen dat deze data uniek zijn, met andere woorden dat deze zeker niet meer dan 1x voorkomen in de kolom. Om dit te garanderen, is er een foutcontrole toegevoegd aan dit tabblad. Met behulp van een macro die automatisch start bij verandering van een cel, gaan we na of de aangeduide cel zich in één van deze kolommen bevindt, zo ja, checkt hij of de nieuw ingegeven waarde reeds bestaat. Indien er aan deze voorwaarde voldaan is, verschijnt er een venster op het scherm dat aangeeft dat de ingevulde waarde al bestaat, en vraagt om een nieuwe, unieke naam te kiezen.

Menselijke bezetting, niet-menselijke bezetting of speciale ruimte

In deze kolom moet de gebruiker beslissen of de ruimte wel of niet bedoeld is voor menselijke bezetting, of, of het een speciale ruimte is. Bij het selecteren van de cel komt er een drop-downlijst tevoorschijn die de drie mogelijkheden voorstelt. Deze keuze zet enkele kleine veranderingen in gang. Bij de selectie van 'menselijke bezetting' kleuren een heleboel donkere cellen licht grijs met behulp van voorwaardelijke opmaak, hierdoor wordt duidelijk welke cellen wel of niet moeten of mogen ingevuld worden. Ook de keuzelijst voor het type ruimte wordt, afhankelijk van de selectie, aangepast.

Type gebouwdeel en type ruimte

Het type gebouwdeel is enkel zichtbaar voor ruimtes met een menselijke bezetting, het type ruimte moet daarentegen altijd ingevuld worden. De inhoud van de drop-downmenu's worden bepaald door de inhoud van vorige cellen.

Optionele cellen

De laatste vijf kolommen vallen onder de noemer optioneel, deze hoeven enkel ingevuld te worden indien een specifieke situatie zich voordoet. Wat houdt dit exact in? Wanneer de ontwerpbezetting of het aantal toiletten gekend is, of geweten is dat een hogere luchtkwaliteit nodig is, dat de ruimte een werkplaats¹² is of roken toegestaan is; dan moet men deze gegevens hierin opnemen. Wanneer optionele cellen niet van toepassing zijn worden deze automatisch donker gekleurd om verwarring te vermijden.

Knop 'Volgende'

Deze knop brengt ons opnieuw naar een volgende stap, afhankelijk van de gemaakte keuze voor balanceringsmethode tijdens stap 1. Dit gebeurt uiteraard niet zonder automatisch de gemaakte vooruitgang op te slaan. Het nieuwe tabblad wordt zichtbaar, de andere zijn verborgen.

¹² Bron: "Nieuw KB eist veel strengere ventilatie-eisen in werkplaatsen dan EPB-regelgeving"

Stap 3a: Eenvoudige balancerings op gebouwniveau

Dit tabblad voorziet enerzijds een snelle feedback over de balans naar de gebruiker. Daarnaast stelt het de vraag hoe u deze eventuele onbalans wilt oplossen, waarbij drie mogelijkheden voorgesteld worden. Twee daarvan zijn oplossingen die automatisch verlopen: meer dan één druk op de knop is hiervoor niet nodig. Uit de praktijk bleek namelijk dat het grootste probleem van het dimensioneren zich bevond bij het balanceren van het systeem. Een eenduidige manier van werken bestaat hiervoor nog niet. Er wordt steeds maar gewikt en gewogen om uiteindelijk die balans in evenwicht te krijgen, wat een zeer omslachtige manier van werken is. Maar het kan simpeler. Daarom werden er naast een handmatige methode ook twee automatische methodes opgesteld.

Eenvoudige balancerings op gebouwniveau

Vaststelling: Meer afvoer nodig: minimum 2409 m³/h extra

Balanceringsmethode:

- Automatisch extra debieten verdelen over de toevoer/afvoerruimtes (aan te raden voor kleine tekorten)
- Automatisch extra debieten bijrekenen bij de grootste ruimtes (aan te raden voor grote tekorten)
- Handmatig extra debieten verdelen over de ruimtes

Conclusie: Balans is in evenwicht

Volgende

Afbeelding 9: Tabblad eenvoudige balancerings op gebouwniveau

Automatisch extra debieten verdelen over alle toevoer/afvoerruimtes

Deze eerste optie is aan te raden voor relatief kleine tekorten. Hierbij zal men geen grote aanpassingen gewaar worden. Indien er sprake is van een tekort aan toevoer, dan zal er bij iedere ruimte waar reeds toevoer aanwezig is, verhoudingsgewijs een extra debiet toegevoegd worden. Deze extra hoeveelheid toegevoegd debiet wordt bepaald aan de hand van onderstaande formules:

Indien er een tekort aan toevoer is: $\frac{\text{Toevoerdebiet ruimte}}{\text{Som van alle toevoerdebieten}} * \text{het tekort}$

Indien er een tekort aan afvoer is: $\frac{\text{Afvoerdebiet ruimte}}{\text{Som van alle afvoerdebieten}} * \text{het tekort}$

Automatisch extra debieten bijrekenen bij de grootste ruimtes

Deze tweede optie voorziet extra debiet in alle grote ruimtes, zowel diegene die reeds toevoer of afvoer hadden, als diegene zonder ontwerpdebieten. De grootste ruimtes worden gedefinieerd als alle ruimtes met een oppervlakte groter dan het gemiddelde. De hoeveelheid extra toegevoegd debiet wordt bepaald door de volgende formule:

$\frac{\text{Oppervlakte ruimte}}{\text{Som oppervlakte van alle grote ruimtes}} * \text{het tekort}$

Handmatig extra debieten verdelen over de ruimtes

Wie niet tevreden is met de automatische manier van werken, of zelf meer controle wil op de balanceringsmethode, kan ook nog kiezen voor een handmatige methode. Hierbij kan de gebruiker zelf invullen in welke ruimte er hoeveel extra debiet toegevoerd of afgevoerd moet worden. Bij het selecteren van de handmatige balanceringsmethode, komt een nieuwe tabel tevoorschijn, dit met behulp van een eenvoudige macro. Boven deze tabel wordt vermeld hoeveel debiet u nog moet verdelen, vervolgens kan u naar eigen wens het systeem balanceren. Wanneer u een extra debiet toekent aan een ruimte, corrigeert hij bovendien onmiddellijk het nog te verdelen debiet dat bovenaan de tabel vermeld staat.

Handmatige verdeling van de debieten: nog 1970 m³/h

Naam ruimte	Ruimtenummer	Extra afvoer (m ³ /h)
Toiletten	2.08	200
Koelcel	2.07	
Cafeteria	2.06	69
Keuken	2.05	
Gang horeca	2.04	
Eetzaal	2.03	46
Relaxruimte	2.02	
Slaapruimte	2.01	80
Lokaal voetbal	0.05	
Zwembad	0.04	
Lokaal dokter	0.03	
Lokaal kiné	0.02	
Fitness	0.01	

Afbeelding 10: Handmatige balanceringsmethode

Knop 'Volgende'

Deze knop brengt ons naar stap 4. Dit gebeurt uiteraard niet zonder automatisch de gemaakte vooruitgang op te slaan. Het nieuwe tabblad wordt zichtbaar, de andere zijn verborgen. Om dit nieuwe tabblad operationeel te maken, moet de draaitabel in het rekenblad, waar in stap 4 naar verwezen wordt, eerst bijgewerkt worden. Eenmaal dit gebeurd is, is dit tabblad klaar om in te vullen.

Stap 3b: Uitgebreide balanceringsmethode op ruimteniveau

Er is reeds ruimte voorzien voor deze input, maar zoals reeds eerder vermeld, staat hij nog open voor verder onderzoek.

Knop 'Volgende'

Deze knop brengt ons naar stap 4. Dit gebeurt uiteraard niet zonder de gemaakte vooruitgang op te slaan. Het nieuwe tabblad wordt zichtbaar, de andere zijn verborgen. Om dit tabblad operationeel te maken, moet de draaitabel in het rekenblad, waar in stap 4 naar verwezen wordt, eerst bijgewerkt worden. Eenmaal dit gebeurd is, is het tabblad klaar om ingevuld te worden.

Stap 4: Dimensionering leidingen

In stap 4 worden de diameters van de kanalen berekend en wordt het ventilatietraject vastgelegd. Uit ervaring is gebleken dat deze stap de meest ingewikkelde van alle stappen is. Hieronder zal dus vrij uitgebreid besproken worden hoe dit tabblad tot stand gekomen is, en hoe het in zijn werk gaat.

Dimensionering leidingen

Kanaaltipe: Ronde spirobuizen Rechthoekige kanalen

Hoogte kanaal (mm):

Max. luchtgeluid:

Standaard type luchtmonden voor toevoer:

Standaard type luchtmonden voor afvoer:

Neem nu uw plannen terug bij de hand en bepaal eerst in welke ruimtes er andere types luchtroosters, dan het standaard gekozen type, komen te zitten. Pas dit nu aan in de kolom "Afwijking type luchtmonden" hieronder. Schets vervolgens het leidingtracé op de plannen, houd hierbij rekening met het aantal luchtmonden per ruimte zoals hieronder vermeld. Vul daarna onderstaande tabellen in.

Aansluitingen toevoer			
Naam ruimte	Afwijking type luchtmonden	# Luchtmonden	Lengte kanaal tot eerste knooppunt (m)

Leidingtracé toevoer				
Verzamelleiding	Leidingdeel 1	Leidingdeel 2	Technische ruimte/schacht	Lengte sectie (m)

Aansluitingen afvoer			
Naam ruimte	Afwijking type luchtmonden	# Luchtmonden	Lengte kanaal tot eerste knooppunt (m)

Leidingtracé afvoer				
Verzamelleiding	Leidingdeel 1	Leidingdeel 2	Technische ruimte/schacht	Lengte sectie (m)

Volgende

Afbeelding 11: Tabblad dimensionering leidingen

Kanaaltipe

Als eerste kiest de gebruiker welk type kanalen hij wil toepassen. Hierbij heeft hij keuze uit ronde spirobuizen of rechthoekige kanalen. Deze keuzemogelijkheid is enerzijds gekoppeld aan een cel in het rekenblad, die als output 0, 1 of 2 heeft. Op basis hiervan worden alle verdere berekeningen voor de kanaaldiameters gedaan. Anderzijds zet het aanduiden van de optie rechthoekige buizen een macro in werking, die een aantal rijen uitklapt waarin de hoogte van het kanaal opgeven kan worden.

Max. luchtgeluid

Het opgeven van het maximale luchtgeluid is noodzakelijk voor het bepalen van het maximale debiet¹³ dat door een rooster mag gezogen worden. Een drop-downlijst komt tevoorschijn bij het selecteren van deze cel. Dit geeft u drie opties: 25 dB, 30 dB of 35dB. Hoe lager het luchtgeluid, hoe hoger het comfort, maar hoe minder debiet er voorzien kan worden per luchtmond, dus hoe meer luchtmonden voorzien zullen moeten worden.

Standaard type luchtmonden

Om veel invulwerk te vermijden, wordt gevraagd om een standaard type rooster te kiezen voor pulsie en voor de extractie van lucht. Uiteraard kunnen uitzonderingen voorkomen. Deze afwijkingen kan u aangeven per ruimte in de tabellen 'Aansluitingen toevoer' en 'Aansluitingen afvoer'. Er zijn zes mogelijkheden¹⁴: plafondroosters, wandroosters, kanaalroosters, spleetroosters, wervelroosters en vloerroosters. Deze zijn niet merkegebonden, maar sterk vereenvoudigd volgens de hoofdtypes.

Aansluitingen toevoer/afvoer

Vanaf dit punt worden toevoer en afvoer volledig uit elkaar gehaald om meer duidelijkheid te scheppen voor de gebruiker. Dit werd bekomen met behulp van een draaitabel in het rekenblad. Voor het bepalen van de lengte van het aansluitkanaal, is om praktische redenen een vereenvoudiging toegepast. Hierbij worden alle

¹³ Bron: De Schepper Sam, Renson

¹⁴ Bron: Grada

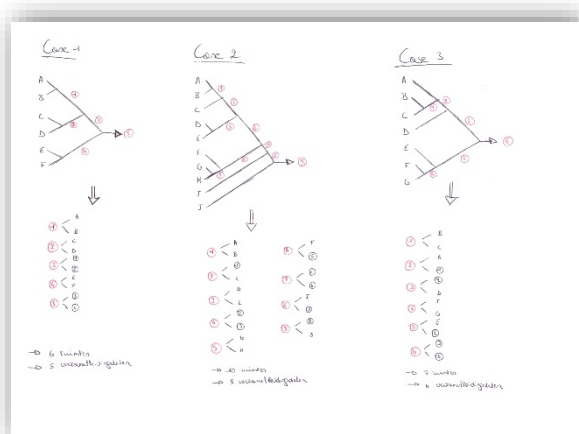
aansluitleidingen die vertrekken vanuit dezelfde ruimte eerst samengenomen vooraleer ze aangesloten worden op een verzamelleiding. De die dient opgegeven te worden, is dus de totale lengte aan leidingen die nodig is om alle monden in verbinding te brengen met een verzamelleiding. Om deze afstanden te kunnen opmeten moet de verslaggever dus eerst op het plan aanduiden waar hij het opgegeven aantal monden wil plaatsen.

Aansluitingen toevoer			
Naam ruimte	Afwijking type luchtmonden	# Luchtmonden	Lengte kanaal tot eerste knooppunt (m)
Lift	Plafondroosters	1	1
Kuiken		1	5
Sauna		2	18
Koelcel	Spleetroosters	2	8
Cafeteria		14	64
Entrée		5	43
Receptie		1	7
Sluipruimte	Vloeroosters	2	13
Kantoor B		8	9
Spreekruimte		3	4
Incomruimte		2	13
Kantoor 2A		3	24
Kantoor 1B		1	9
Kantoor 1A		1	6
Incom		2	24
Onthaal		1	17
Zwembad	Wandroosters	1	6
Lokaal dokter	Plafondroosters	1	5
Lokaal kind	Plafondroosters	1	4
Fitness		3	26

Afbeelding 12: Aansluiting toevoer

Leidingentracé toevoer/afvoer

Een overzichtelijke manier vinden om het leidingentracé digitaal in te geven, is niet gemakkelijk. Op de afbeelding hieronder, zijn enkele eenvoudige cases terug te vinden. Door het visueel maken van deze circuits, met behulp van een boomstructuur, konden al snel enkele conclusies getrokken worden. Ten eerste komt het er altijd op neer dat een verzamelleiding ontstaat door de samenkomst van twee kanalen. Dit kunnen twee aansluitleidingen zijn, reeds twee bestaande verzamelleidingen of een combinatie van de twee. Ten tweede kon geconcludeerd worden dat bij een gebouw met een X-aantal ruimtes, er steeds 'X-1'-aantal verzamelleidingdelen zijn. Deze feiten zorgden voor een aantal belangrijke inzichten bij het ontwerpen van de tabellen voor het bepalen van het leidingentracé.



Afbeelding 14: Eenvoudige cases leidingentracé

Leidingentracé toevoer				
Verzamelleiding	Leidingdeel 1	Leidingdeel 2	Technische ruimte/schacht	Lengte sectie (m)
Verzamelleiding 1	A LIFT	A Koelcel		12
Verzamelleiding 2	A Receptie	A Ectocaal		18
Verzamelleiding 3	V Verzamelleiding 1	V Verzamelleiding 2	X	64
Verzamelleiding 4	V Verzamelleiding 1	V Verzamelleiding 3		5
Verzamelleiding 5	A Cafeteria	A Sauna		42
Verzamelleiding 6	V Verzamelleiding 4	V Verzamelleiding 5	X	13
Verzamelleiding 7	A Spreekruimte	A Incomruimte		7
Verzamelleiding 8	A Sluipruimte	A Kantoor 2A		5
Verzamelleiding 9	A Kantoor B	V Verzamelleiding 8		24
Verzamelleiding 10	V Verzamelleiding 5	V Verzamelleiding 9	X	64
Verzamelleiding 11	A Kantoor 1B	A Kantoor 1A		22
Verzamelleiding 12	V Verzamelleiding 10	V Verzamelleiding 11	X	8
Verzamelleiding 13	V Verzamelleiding 6	V Verzamelleiding 12	X	30
Verzamelleiding 14	A Incom	A Onthaal		3
Verzamelleiding 15	V Verzamelleiding 13	V Verzamelleiding 14	X	4
Verzamelleiding 16	A Lokaal dokter	A Lokaal kind		11
Verzamelleiding 17	A Fitness	A Zwembad		6
Verzamelleiding 18	V Verzamelleiding 16	V Verzamelleiding 17	X	2
Verzamelleiding 19	V Verzamelleiding 15	V Verzamelleiding 18	X	17

Afbeelding 13: Leidingentracé toevoer

Bij de start van deze stap is de tabel die u hierboven kan zien helemaal leeg, met uitzondering van de eerste kolom, aangezien het aantal verzamelleidingdelen gekend is. Net zoals u in de cases kan zien, geeft u de samenstelling van de verzamelleidingen op. Dit doet u door eerst te selecteren of de leiding een aansluitleiding, 'A', of een bestaande verzamelleiding, 'V', is. Vervolgens krijgt u in de volgende cel een keuzelijst met de mogelijke opties. In de voorlaatste kolom kunt u overigens aanduiden of het gaat om een kanaal dat door een technische ruimte of schacht loopt, wat ervoor zorgt dat hogere snelheden in de betreffende leiding toegestaan zijn. In de laatste kolom van de tabel kunt u ook opnieuw de lengte van de kanalen ingeven.

Bij het uitvoeren van enkele testen op de tool, bleek het opmerkelijk eenvoudig, zeker bij grote gebouwen, om ergens een foute waarde in te geven. Een verkeerde klik, of een moment van onoplettendheid en een leiding kwam meerdere malen voor terwijl andere niet aangesloten werden. Een macro kon dit voorkomen. Deze zorgt er namelijk voor dat wanneer een cel binnen het bereik verandert, er onmiddellijk een controle uitgevoerd wordt die checkt of de waarde meer dan 1x voorkomt. Indien dit het geval is, worden de betreffende cellen gemarkeerd, én verschijnt er een venster die aangeeft dat de inhoud van de zonet ingevulde cel al gebruikt is, en vraagt of u één van de gemarkeerde cellen wil aanpassen.

Knop 'Volgende'

Deze knop brengt ons naar de laatste input-stap. Dit gebeurt uiteraard niet zonder de gemaakte vooruitgang opnieuw op te slaan. Het nieuwe tabblad wordt zichtbaar, de andere zijn verborgen.

Stap 5: Dimensioneren luchtgroep en technische ruimte

De laatste stap lijkt opnieuw meer op een formulier. Dit tabblad zorgt niet voor een exacte dimensionering, maar voorziet de input van enkele richtlijnen met betrekking tot de luchtgroep en de technische ruimte voor ventilatie.



The screenshot shows a web form titled "Dimensioneren luchtgroep en technische ruimte". It contains three sections of questions:

- Welke functies had u graag toegevoegd aan de luchtgroep?**
 - Verwarmen en/of koelen
 - Bevochtigen
- Wenst u gebruik te maken van warmteterugwinning?**
 - Neen
 - Ja, ik had graag gebruik gemaakt van het hieronder vermelde systeem:
- Met welk type sturing had u graag gewerkt?**

At the bottom right, there is a button labeled "Ga naar de resultaten."

Afbeelding 15: Tabblad dimensioneren luchtgroep en technische ruimte

Welke functies had u graag toegevoegd aan de luchtgroep?

Door het kiezen voor systeem D, wordt automatisch aangenomen dat toevoer en afvoer van lucht al voorzien wordt. Daarnaast kan de gebruiker kiezen om nog extra functies toe te voegen. Deze hebben invloed op de grootte van de luchtgroep alsook op de grootte van de technische ruimte voor ventilatie. De vinkjes verwijzen naar een cel in het rekenblad waar de inhoud verder verwerkt wordt.

Wenst u gebruik te maken van warmteterugwinning?

De keuzebolletjes voorzien de antwoorden op deze eenvoudige ja/nee vraag. De cel daaronder geeft de mogelijkheid een vooropgesteld systeem te kiezen aan de hand van een keuzelijst.

Met welk type sturing had u graag gewerkt?

Bij de selectie van deze cel, komt een drop-downlijst tevoorschijn, die u de verschillende mogelijkheden van types sturingssystemen voorstelt.

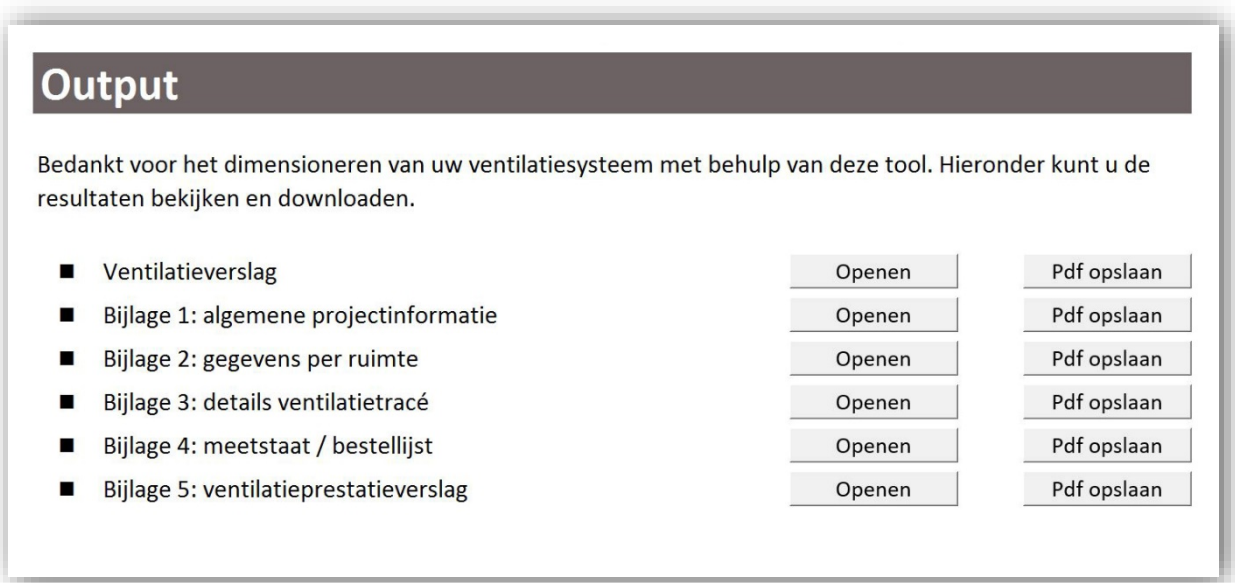
Knop: 'Ga naar de resultaten.'

Deze knop maakt de overstap van de input- naar de outputbladen. Om te beginnen worden outputbijlages 3 en 5 met behulp van een behoorlijke lange macro gegenereerd. Om voor de gebruiker een zo aangenaam mogelijke overgang te voorzien, wordt aan het begin van de code de schermupdate uitgezet om deze pas op het einde terug aan te zetten. Hierdoor worden niet alleen flitsende beelden voorkomen, maar verloopt de macro ook een stuk vlotter. Vervolgens verbergt hij het inputtabblad, en maakt alle outputbladen zichtbaar, waarna hij de downloadpagina weergeeft. Om te eindigen slaat hij als laatste maal de gemaakte vorderingen automatisch op.

Output

Downloadpagina

Dit is de startpagina van de output. Van hieruit kunt u alle outputbladen bekijken, eventueel bijsturen en downloaden.



Afbeelding 16: Tabblad downloadpagina

Knop: 'Openen'

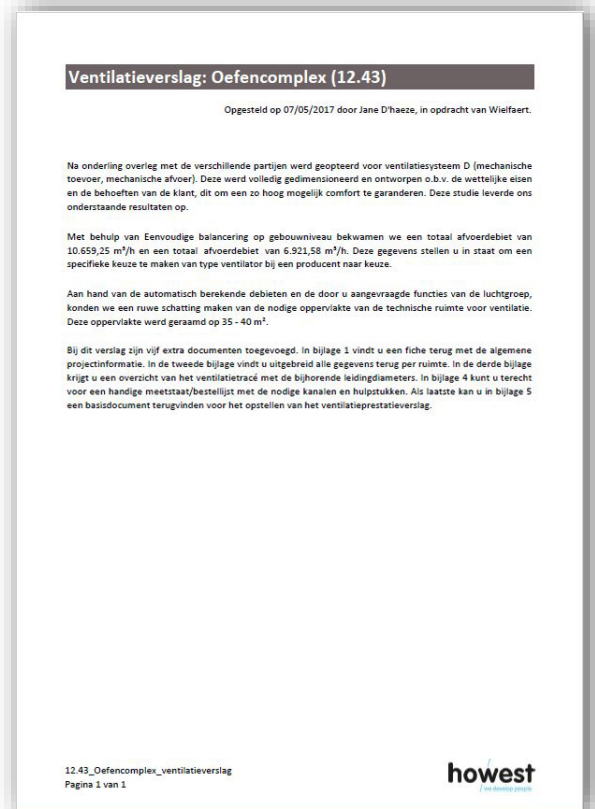
Het klikken op de knop 'Openen' laat een eenvoudige macro starten die het bijhorende document in een nieuw tabblad opent.

Knop: 'Pdf opslaan'

Het klikken op de knop 'Pdf opslaan' zet een macro in werking die een pdf maakt van het bijhorende document. Deze pdf wordt opgeslagen op een locatie naar keuze. De bestandsnaam genereert de tool automatisch op basis van het project en het type document dat gekozen werd.

Ventilatieverslag

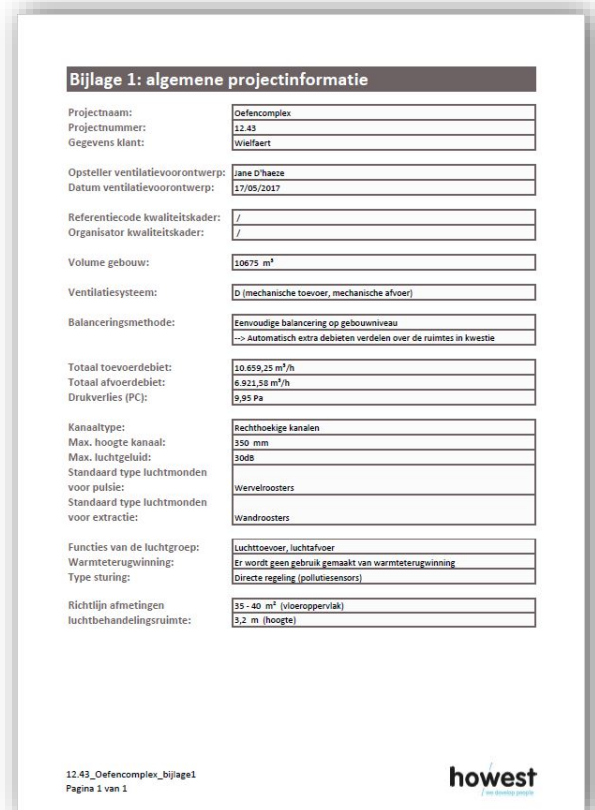
Het ventilatieverslag is een korte samenvatting in tekstvorm van de belangrijkste beslissingen en resultaten. Het is een document hoofdzakelijk gericht naar de klant, met feedback over de ventilatie. Het document is zo opgesteld dat teksten en verwijzingen in elkaar overlopen. Eigenlijk kan iedere alinea gezien worden als één grote formule. De voettekst wordt via velden automatisch ingevuld.



Afbeelding 17: Tabblad ventilatieverslag

Bijlage 1: Algemene projectinformatie

Bijlage 1 is een document dat alle gegevens oplijst die van toepassing zijn op het gehele project. Dit bevat zowel de info uit stap 1, beslissingen die genomen zijn doorheen het project, als de algemene eindresultaten. Dit bestand is geschikt voor elke partij om snel een overzicht te krijgen van het project. De gegevens in de eerste kolom zijn vaste waarden, de tweede kolom bevat verwijzingen naar gegevens die verzameld zijn doorheen het project of resultaten uit het rekenblad. De voettekst wordt via velden automatisch ingevuld.



Afbeelding 18: Tabblad bijlage 1

Bijlage 2: Gegevens per ruimte

Bijlage 2 is een bundel waarin de eigenschappen per ruimte besproken worden. Dit document kan gebruikt worden door zowel de installateur van het ventilatiesysteem, als de epb-verslaggever voor het vlot invullen van de software. De gegevens in de eerste kolom zijn vaste waarden, de tweede kolom zijn verwijzingen naar resultaten uit het rekenblad. De voettekst wordt via velden automatisch ingevuld.

Bijlage 2: gegevens per ruimte

1.01 - Kantoor 2A

Type ruimte:

Oppervlakte:

Bijkomende informatie:

Min. vereiste toevoerdebiet:

Werkelijk te halen toevoerdebiet:

Type luchtmonden voor pulsie:

Aantal luchtmonden voor pulsie:

Debiet per luchtmond voor pulsie:

Min. vereiste afvoerdebiet:

Werkelijk te halen afvoerdebiet:

Type luchtmonden voor extractie:

Aantal luchtmonden voor extractie:

Debiet per luchtmond voor extractie:

howest
van der Haeghe

12_43_Oefencomplex_bijlage2
Pagina 22 van 48

Afbeelding 19: Tabblad bijlage 2

Bijlage 3: Details ventilatietracé

Bijlage 3 is een document waarin alle details terug te vinden zijn over het ventilatietraject. Met behulp van een codesysteem worden de kanalen en hulpstukken benoemd, zodat deze eenvoudig over te nemen en te linken zijn met de plannen. De betekenis van de codering is terug te vinden aan het begin van de bundel, om vergissingen te vermijden. Voor de volledigheid van deze scriptie worden de afkortingen en samenstelling van de code hieronder nog eens toegelicht.

- T:* Toevoerkanaal
A: Afvoerkanaal
M: Luchtmond/rooster
K: Koppelstuk
AL: Aansluitleiding
V: Verzamelleiding

--> *T_AL_“ruimte-nr”:*
 Aansluitleiding voor toevoer in ruimte nummer X.

--> *A_K_X:*
 Koppelstuk nummer X in het afvoertacé.

Bijlage 3: Details ventilatietracé

Afkortingen code

T: Toevoerkanaal
 A: Afvoerkanaal
 M: Luchtmond/rooster
 K: Koppelstuk
 AL: Aansluitleiding
 V: Verzamelleiding

--> T_AL_“ruimte-nr”: Aansluitleiding voor toevoer in ruimte nummer X.
 --> A_K_X: Koppelstuk nummer X in het afvoertacé.

Tracé toevoer

Code kanaal	Startpunt	Eindpunt	Lengte (m)	Afmetingen b x h (mm)
T_AL_0.10	T_0.10_M1	T_K_1	1	200:200
T_AL_2.05	T_2.05_M1	T_K_4	5	200:200
T_AL_1.07	T_1.07_M1 - M3	T_K_5	9	200:200
T_AL_2.07	T_2.07_M1 - M2	T_K_1	8	200:200
T_AL_2.06	T_2.06_M1 - M14	T_K_5	64	200:200
T_AL_2.03	T_2.03_M1 - M5	T_K_2	43	200:200
T_AL_2.02	T_2.02_M1	T_K_2	7	200:200
T_AL_2.01	T_2.01_M1 - M2	T_K_8	13	200:200
T_AL_1.12	T_1.12_M1 - M3	T_K_9	9	200:200
T_AL_1.11	T_1.11_M1 - M3	T_K_7	4	200:200
T_AL_1.10	T_1.10_M1 - M2	T_K_7	13	200:200
T_AL_1.01	T_1.01_M1 - M3	T_K_8	24	200:200
T_AL_0.13	T_0.13_M1	T_K_11	9	200:200
T_AL_0.12	T_0.12_M1	T_K_11	6	200:200
T_AL_0.09	T_0.09_M1 - M2	T_K_14	24	200:200
T_AL_0.08	T_0.08_M1	T_K_14	17	200:200
T_AL_0.04	T_0.04_M1	T_K_17	6	200:200
T_AL_0.03	T_0.03_M1	T_K_16	5	200:200
T_AL_0.02	T_0.02_M1	T_K_16	4	200:200
T_AL_0.01	T_0.01_M1 - M3	T_K_17	26	200:200
T_V_1	T_K_1	T_K_3	12	100:350
T_V_2	T_K_2	T_K_3	18	100:350
T_V_3	T_K_3	T_K_4	64	100:350
T_V_4	T_K_4	T_K_6	9	100:350
T_V_5	T_K_5	T_K_6	43	100:350
T_V_6	T_K_6	T_K_13	13	100:350
T_V_7	T_K_7	T_K_10	7	100:350
T_V_8	T_K_8	T_K_9	6	100:350
T_V_9	T_K_9	T_K_10	24	100:350
T_V_10	T_K_10	T_K_12	64	100:350
T_V_11	T_K_11	T_K_12	22	100:350

howest
van der Haeghe

12_43_Oefencomplex_bijlage3
Pagina 1 van 3

Afbeelding 20: Tabblad bijlage 3

Dit bestand is voornamelijk een hulpmiddel voor de architect zodat hij snel diameters kan opzoeken en zo voldoende ruimte kan voorzien voor de ventilatiekanalen in het project. Maar ook voor de installateur kan dit document duidelijkheid scheppen bij het plaatsen van de kanalen. In deze output worden dus de eigenschappen van de leidingdelen opgenomen: de code/naam van het kanaal, het begin- en eindpunt, de lengte van het kanaal en de diameter.

Bijlage 4: Meetstaat/bestellijst

Bijlage 4 zou een meetstaat of bestellijst moeten worden. Het zou een samenvatting moeten zijn van alle nodige materialen, gesorteerd per type. Hierbij zou het aantal eenheden vermeld moeten worden. Voor de uitgebreide meetstaat zou het ideaal zijn als de plaats van elk element ook vermeld wordt samen met hun hoeveelheid. Er zou ook nog een bijkomende optie moeten zijn voor de gebruiker om eventueel elementen naar keuze toe te voegen, zoals bijvoorbeeld extra bochten. Het is een bundel gericht naar de architect en de producent. Er is reeds ruimte voorzien voor deze output, maar bij gebrek aan voldoende tijd om alles uit te werken, staat hij nog open voor verder onderzoek. In elk geval zijn de mogelijkheden zeker voor handen voor het maken van dit document.

Bijlage 5: Ventilatieprestatieverslag

Bijlage 5 doet dienst als basis voor het ventilatieprestatieverslag. Het is een handig hulpmiddel voor de ventilatieverslaggever om de uiteindelijke controle uit te voeren op de werf. Concreet kan hij op dit document aflezen wat bijvoorbeeld het debiet aan een bepaalde luchtmond moet zijn. Vervolgens kan hij zijn meting uitvoeren en daarna opschrijven wat het debiet in werkelijkheid bedraagt. Zo kan hij eenvoudig nagaan of de geplaatste ventilatievoorziening de nodige eisen haalt.

Bijlage 3: Details ventilatietracé

Alkortingen code

T: Toevoerkanaal
A: Afvoerkanaal
M: Luchtmond/rooster
K: Koppelstuk
AL: Aansluitleiding
V: Verzamelleiding

--> T_AL_ruimte-nr: Aansluitleiding voor toevoer in ruimte nummer X.
--> A_K_x: Koppelstuk nummer X in het afvoetracé.

Trace toevoer

Code kanaal	Startpunt	Eindpunt	Lengte (m)	Afmetingen b x h (mm)
T_AL_010	T_010_M1	T_K_1	1	200x200
T_AL_205	T_205_M1	T_K_4	5	200x200
T_AL_107	T_107_M1 - M3	T_K_5	9	200x200
T_AL_207	T_207_M1 - M2	T_K_1	8	200x200
T_AL_206	T_206_M1 - M14	T_K_5	64	200x200
T_AL_203	T_203_M1 - M5	T_K_2	43	200x200
T_AL_202	T_202_M1	T_K_2	7	200x200
T_AL_201	T_201_M1 - M2	T_K_9	13	200x200
T_AL_112	T_112_M1 - M3	T_K_9	9	200x200
T_AL_111	T_111_M1 - M3	T_K_7	4	200x200
T_AL_110	T_110_M1 - M2	T_K_7	13	200x200
T_AL_101	T_101_M1 - M3	T_K_8	24	200x200
T_AL_013	T_013_M1	T_K_11	9	200x200
T_AL_012	T_012_M1	T_K_11	6	200x200
T_AL_009	T_009_M1 - M2	T_K_14	24	200x200
T_AL_008	T_008_M1	T_K_14	17	200x200
T_AL_004	T_004_M1	T_K_17	6	200x200
T_AL_003	T_003_M1	T_K_16	5	200x200
T_AL_002	T_002_M1	T_K_16	4	200x200
T_AL_001	T_001_M1 - M3	T_K_17	26	200x200
T_V_1	T_K_1	T_K_3	12	100x350
T_V_2	T_K_2	T_K_3	18	100x350
T_V_3	T_K_3	T_K_4	64	100x350
T_V_4	T_K_4	T_K_6	9	100x350
T_V_5	T_K_5	T_K_6	42	100x350
T_V_6	T_K_6	T_K_13	13	100x350
T_V_7	T_K_7	T_K_10	7	100x350
T_V_8	T_K_8	T_K_9	6	100x350
T_V_9	T_K_9	T_K_10	24	100x350
T_V_10	T_K_10	T_K_12	64	100x350
T_V_11	T_K_11	T_K_12	22	100x350

12_43_Oefencomplex_bijlage3
Pagina 1 van 3

howest
in de voorhoede

Afbeelding 21: Tabblad bijlage 5

Rekenblad

Het rekenblad is zoals de naam het zegt, bedoeld voor het maken van berekeningen. Het is een tabblad dat in normale situaties niet zichtbaar is voor de gebruiker. Om het overzicht te behouden in dit grote tabblad, is dit opgedeeld in hoofdstukken die gelijklopen met de inputstappen.

Berekening van de debieten

Dit onderdeel bestaat uit één grote tabel, eigenlijk DE tabel van het hele werkblad, aangezien de meeste gegevens hierin opgenomen zijn. Het linkse deel van de tabel is eenvoudig een verwijzing naar de gegevens uit de tabel in 'input – stap 2', in het middelste deel worden de ontwerpdebieten berekend en in het meest rechtse wordt de balancering uitgevoerd.

Voor het bepalen van de ontwerpdebieten maakt een uitgebreide formule gebruik van de informatie uit het linkse deel van de tabel om deze te vergelijken en te vermenigvuldigen met gegevens uit de database.

Eenvoudige balancering op gebouwniveau

Om te beginnen wordt eerst de som gemaakt van de toevoerdebieten en die van de afvoerdebieten, op basis hiervan kan gekeken worden of er aan de drukvoorwaarde voldaan wordt of niet. Dit gebeurt met onderstaande formule¹⁵.

$$PC = \text{sign}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}}) * \left(\frac{\text{abs}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}})}{v_{50}} \right)^{\frac{1}{0.65}} * 50$$

Met:

PC = drukvoorwaarde [Pa]

q_{v, supply} = ontwerptoevoerdebiet [m³/h]

q_{v, extract} = ontwerpafvoerdebiet [m³/h]

V₅₀ = lekdebiet bij 50 Pa [m³/h] van het gebouw of van een deel van het gebouw zoals gedefinieerd, door de norm NBN EN 13829, per conventie gelijkgesteld aan V, het volume (berekend op basis van de buitenafmetingen, in m³) van het gebouw of van het beschouwde deel van het gebouw.

sign (x) = een functie die het teken van het argument x aanneemt

abs (x) = de absolute waarde van x

Wanneer de drukvoorwaarde kleiner is dan -5 Pa, is de onderdruk te groot om een efficiënt werkend ventilatiesysteem te verkrijgen, de conclusie 'Meer toevoer nodig' verschijnt in een van de cellen. Wanneer de drukvoorwaarde groter is dan 10 Pa, is de bovendruk ook te groot om een efficiënt werkend ventilatiesysteem te bekomen, bij de conclusie verschijnt de tekst 'Meer afvoer nodig'. Indien er aan de voorwaarde voldaan is, met andere woorden de drukvoorwaarde groter is dan -5Pa en kleiner dan 10Pa, dan verschijnt de boodschap 'Balans is in evenwicht'.

In de gevallen waar er niet voldaan wordt aan de drukvoorwaarde wordt er teruggerekend naar hoeveel toevoer/afvoer debiet er dan wel nodig is om die balans in zijn minimale evenwicht terug te brengen. Vervolgens worden de extra nodige debieten, in een volgende kolom in DE tabel verdeeld op basis van de gemaakte keuze in inputstap 3. Meer info over hoe de verdeling precies in zijn werk gaat, kan u terugvinden in dit betreffende hoofdstuk. Eenmaal de extra debieten zijn toegevoegd aan de tabel, kan het uiteindelijke toe- en afvoerdebiet berekend worden door de som te nemen van de ontwerpdebieten en de toegevoegde balansdebieten.

¹⁵ Bron: "Bijlage X van het Energiebesluit van 19 november 2010: ventilatievoorzieningen in niet-residentiële gebouwen"

Dimensioneren leidingen

Net zoals in het tabblad 'Input – stap 4' is ook dit hoofdstuk onderverdeeld in vier tabellen.

De tabellen voor de aansluitleidingen zijn, zoals eerder reeds aangehaald, gebaseerd op draaitabellen om zo alle ruimtes op te sommen waar, in het geval van toevoer, lucht toegevoerd wordt. Het aantal luchtmonden per ruimte wordt berekend door het debiet te delen door het maximale debiet per rooster. Dit getal wordt bekomen door het type rooster en het maximale luchtgeluid op te zoeken in een tabel in de database. De diameter voor de aansluitleiding wordt voor vereenvoudiging van de procedure steeds genomen op 200 mm.

De tabellen waarin het ventilatietracé vastgelegd wordt, zijn hoofdzakelijk verwijzingen naar het tabblad 'Input – stap 4', aangevuld met de berekening voor de diameter van de kanalen. Deze diameter, of breedte in geval van rechthoekige kanalen, wordt berekend met onderstaande formules. Bij rechthoekige kanalen werd door de gebruiker de maximale hoogte van het kanaal vastgelegd. Wanneer er tijdens de berekening tot de constatactie gekomen wordt dat een leiding breder wordt dan wat mogelijk is volgens de hoogtes die in de handel verkrijgbaar zijn, wordt de maximale breedte van 1500mm aangenomen en een nieuwe uitzonderlijke hoogte herrekend.

$$\text{Voor ronde spirobuizen: } d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v \cdot 3600}} * 1000$$

$$\text{Voor rechthoekige kanalen: } B = \frac{Q}{H \cdot v \cdot 3600} * 1000 \ 000$$

Met:

d = diameter [mm]

Q = debiet [m^3/h]

v = luchtsnelheid [m/s]

B = breedte [mm]

H = hoogte [mm]

Vervolgens wordt uit de database de passende werkelijke diameters/afmetingen voor de kanalen gehaald. Dit kan bekomen worden door de functie 'vergelijken' te nesten in een index-functie. Waar er bij het gebruik van dit soort functies op gelet moet worden, is dat de matrix waarin gezocht wordt van groot naar klein geordend is.

Dimensioneren luchtgroep en technische ruimte

In dit hoofdstuk wordt de grootte van de technische ruimte bepaald. Met behulp van de door de gebruiker bepaalde functies van de luchtgroep en het maximale debiet, kunnen we de grootte van de technische ruimte voor ventilatie aflezen uit de bijhorende tabel in de database.

Het zou nuttig zijn om ook een richtlijn op te stellen voor de keuze van een luchtgroep. Concreet zou die enerzijds als een raming voor de grootte van de luchtgroep, en anderzijds als een schatting van het nodige vermogen kunnen dienen. Met behulp van dit vermogen en een tabel met de tijdsfractie¹⁶ dat een ventilatie-systeem in gebruik is per type gebouw, is het overigens ook mogelijk om het verbruik van de ventilator te berekenen. Opnieuw kwam de confrontatie, dat er een tekort is aan openbaar verspreide informatie. Door deze ontbrekende link tussen het debiet en het vermogen van een ventilator, biedt dit onderwerp bijgevolg nog mogelijkheid tot verder onderzoek.

Functies	$f_{vent,heat,act}$	$f_{vent,cool,act}$		
		Ventilatie-systeem A	Ventilatie-systeem B, C en D	
Logeerfunctie	1,00	1,00	Gelijk aan $f_{vent,heat,act}$	
Kantoor	0,30			
Onderwijs	0,30			
Gezondheidszorg	met verblijf			1,00
	zonder verblijf			0,30
	operatiezalen			1,00
Bijeenkomst	hoge bezetting			0,54
	lage bezetting			0,54
	cafeteria/refter			0,10
Keuken	0,36			
Handel	0,43			
Sport	sporthal, sportzaal			0,50
	fitness, dans			0,50
	sauna, zwembad			0,50
Technische ruimten	1,00			
Gemeenschappelijk	Zoals hieronder bepaald			
Andere	0,30			
Onbekende functie	0,54			

Tabel 10: Fractie van de tijd dat er bij conventie geventileerd wordt, $f_{vent,heat,act}$ en $f_{vent,cool,act}$ per functie

Afbeelding 22: Tabel tijdsfractie

¹⁶ Bron: "Cursus: methode voor niet-residentiële gebouwen"

Database

De database is zoals de naam aangeeft, een tabblad waarop data verzameld wordt, hier onder de vorm van tabellen en lijsten. Het is een tabblad dat normaliter niet zichtbaar is voor de gebruiker. Om het overzicht te behouden, werd het opgedeeld in hoofdstukken die gelijklopen met de inputstappen.

Type ventilatiesysteem

Onder dit hoofdstuk vindt u enkel een lijst terug met de vier ventilatiesystemen, dit bereik wordt gebruikt in stap 1.

Type systeem

A (natuurlijke toevoer, natuurlijke afvoer)
B (mechanische toevoer, natuurlijke afvoer)
C (natuurlijke toevoer, mechanische afvoer)
D (mechanische toevoer, mechanische afvoer)

Afbeelding 23: Type ventilatiesystemen

Debieten bepalen

Het hoofdstuk 'debieten bepalen', bestaat uit zes delen. Als eerste vindt u een onderverdeling van de ruimtes in de verschillende hoofdcategorieën terug. Het tweede deel bestaat uit een opsomming van de verschillende gebouwtypes, nodig om in te vullen in stap 2 indien u koos voor een ruimte met menselijke bezetting. Het derde stuk is een tabel met alle gegevens die betrekking hebben tot het ruimtetype voor ruimtes met een menselijke bezetting. De basis voor deze tabel is terug te vinden in 'Bijlage X'. De verdere uitbreiding werd bekomen door informatie te verwerken uit het 'Ventilatie document niet-residentieel' en uit de bespreking met de ventilatieverslaggever. Het vierde onderdeel van dit hoofdstuk bevat de debieten en verwante info voor ruimtes niet bestemd voor menselijke bezetting, eveneens terug te vinden in het 'Ventilatie document niet-residentieel'. Het vijfde deel van dit hoofdstuk is een eenvoudige tabel voor het opzoeken van de standaard en verhoogde debieten bij ruimtes met menselijke bezetting. Ook deze tabel is terug te vinden in het hiervoor genoemde document. Als laatste is er een tabel opgenomen met daarin extra gegevens voor speciale ruimtes. Dit type ruimte is niet opgenomen in de energieprestatie regelgeving. Desondanks zijn deze ruimtes soms wel apart terug te vinden in andere specifieke normen, en zijn er dus toch regels van kracht voor ventilatie. Bij gebrek aan informatie die terug te vinden is over deze regelgevingen, staat dit onderwerp nog open ter onderzoek. Om toch niet niets te voorzien van ventilatie in deze ruimtes, werden de standaarddebieten voor de respectievelijke ruimtes voor menselijke en niet-menselijke bezetting gehanteerd.

M/nM/S

Ruimte voor menselijke bezetting
Ruimte niet voor menselijke bezetting
Speciale ruimte

Afbeelding 24: Hoofdcategorieën ruimtes

Ruimtecategorieën (menselijke bezetting)

Correctionele_instellingen
Detailhandel
Gezondheidszorg
Horeca
Hotels_motels_vakantiecentra
Kantoorgebouwen
Onderwijsinstellingen
Opslagmagazijn
Publieke_ruimten
Publieke_verzamelplaatsen
Sport_en_ontspanning
Werkruimten
Overige_ruimten

Afbeelding 25: Ruimtecategorieën (menselijke bezetting)

Type ruimte (menselijke bezetting)

Type gebouw	Type ruimte	Oppervlakte/pers. (m²)	Toevoer verplicht	Afvoer verplicht	ETA-klasse
Correctionele instellingen	Bewakingsposten	7,0	Toevoer		ETA 1
Correctionele instellingen	Cellen, dagverblijf	4,0	Toevoer		ETA 2
Correctionele instellingen	Inschrijving, registratie, wachruimte	2,0	Toevoer		ETA 1
Detailhandel	Dierspeciaalzaak	10,0	Toevoer		ETA 2
Detailhandel	Kapsalon, schoonheidssalon	4,0	Toevoer		ETA 2
Detailhandel	Supermarkt, grootwarenhuis	10,0	Toevoer		ETA 2
Detailhandel	Verkoopruimte, winkel (behalve winkelcentra	7,0	Toevoer		ETA 2
Detailhandel	Wasserettes, wassalon	5,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Detailhandel	Winkelcentrum	2,5	Toevoer		ETA 2
Detailhandel	Winkels voor meubilair, tapijten, textiel, ...	20,0	Toevoer		ETA 2
Gezondheidszorg	Behandeling-, onderzoek- en operatiekamers	5,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Gezondheidszorg	Verloskamers	5,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Gezondheidszorg	Intensieve zorgen	5,0	Toevoer		ETA 2
Gezondheidszorg	Kinesitherapie- en fysiotherapiezaal	5,0	Toevoer		ETA 2
Gezondheidszorg	Ontwaakzaal	5,0	Toevoer		ETA 2
Gezondheidszorg	Ziekenzaal	10,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Horeca	Keuken, kitchennette	10,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Horeca	Restaurant, snelbuffet	1,5	Toevoer		ETA 2
Horeca	Cafeteria, kantine	1,5	Toevoer		ETA 2
Horeca	(Cocktail) bar	1,5	Toevoer		ETA 2
Hotels, motels, vakantiecentra	Lobby, inkomhal	2,0	Toevoer		ETA 1
Hotels, motels, vakantiecentra	Ontmoetingsruimte	2,0	Toevoer		ETA 1
Hotels, motels, vakantiecentra	Polyvalente zaal	2,0	Toevoer		ETA 2
Hotels, motels, vakantiecentra	Slaapkamer	10,0	Toevoer		ETA 2
Hotels, motels, vakantiecentra	Slaapzaal	5,0	Toevoer		ETA 2
Hotels, motels, vakantiecentra	Vergaderzaal	2,0	Toevoer		ETA 1
Kantoorgebouwen	Hoofdingang	10,0	Toevoer		ETA 1
Kantoorgebouwen	Kantoor	15,0	Toevoer		ETA 1
Kantoorgebouwen	Vergaderzaal	3,5	Toevoer		ETA 1
Kantoorgebouwen	Ontvangstruimte	3,5	Toevoer		ETA 1
Kantoorgebouwen	Receptie	3,5	Toevoer		ETA 1
Onderwijsinstellingen	Auditorium	2,0	Toevoer		ETA 1
Onderwijsinstellingen	Kinderopvangruimten, speelkamers	4,0	Toevoer		ETA 1
Onderwijsinstellingen	Leraarskamer	4,0	Toevoer		ETA 1
Onderwijsinstellingen	Lesateliers, leslaboratoria	4,0	Toevoer		ETA 1
Onderwijsinstellingen	Leslokalen	4,0	Toevoer		ETA 1
Onderwijsinstellingen	Polyvalente zaal	1,0	Toevoer		ETA 1
Opslagmagazijn	Opslagmagazijn	100,0	Toevoer		ETA 2
Publieke ruimten	Bibliotheek, mediatheek	10,0	Toevoer		ETA 1
Publieke ruimten	Vertrekhal	1,0	Toevoer		ETA 1
Publieke ruimten	Wachtzaal	1,0	Toevoer		ETA 1
Publieke verzamelplaatsen	Gerechtszalen	2,5	Toevoer		ETA 1
Publieke verzamelplaatsen	Kerken en andere religieuze gebouwen	2,5	Toevoer		ETA 1
Publieke verzamelplaatsen	Musea en galerijen	2,5	Toevoer		ETA 1
Publieke verzamelplaatsen	Regeringsgebouwen	2,5	Toevoer		ETA 1
Sport en ontspanning	Bioscoopzaal, concertzaal	1,0	Toevoer		ETA 1
Sport en ontspanning	Discotheek / dansgelegenheden	1,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Sport en ontspanning	Aerobicruimten, fitnessruimte, bowling	10,0	Toevoer		ETA 2
Sport en ontspanning	Sportthal, sportterrein/spelsterrein, turnzaal	3,5	Toevoer		ETA 2
Sport en ontspanning	Toeschouwertribunes	1,0	Toevoer		ETA 2
Sport en ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	2,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Werkruimten	Apotheek, bereidingsruimte	10,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Werkruimten	Computerruimte (zonder ruimte voor printers)	25,0	Toevoer		ETA 2
Werkruimten	Fotostudio, donkere kamer, ...	10,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Werkruimten	Kopieerruimte/ruimte voor printers	10,0	Toevoer	Afvoer	ETA 3
Werkruimten	Loketenzaal in banken	20,0	Toevoer		ETA 1
Werkruimten	Kluisenzaal voor publiek	20,0	Toevoer		ETA 1
Overige ruimten	Overige ruimten	15,0	Toevoer	Zelf te bepalen	zelf te bepalen

Abbeelding 27: Type ruimtes (menselijke bezetting)

Debiten (niet-menselijk bezetting)

Type ruimte	m³/h per m²	min. m³/h	m³/h per #	Afvoer verplicht	Doorvoer	ETA-klasse
Douches of badkamer		5	50,0	Afvoer		ETA 3
Kleedkamer		1,3		Afvoer		ETA 1
Gang		1,3			Doorvoer	ETA 1
Garage		1,3		Afvoer		ETA 3
Hal		1,3			Doorvoer	ETA 1
Toilet (aantal wc's gekend)				25,0	Afvoer	ETA 3
Toilet (aantal wc's niet gekend)		15		Afvoer		ETA 3
Trap		1,3			Doorvoer	ETA 1
Overige		1,3		Afvoer		zelf te bepalen
Overige (verhoogde luchtkwaliteit: IDA 2)		2,5		Afvoer		zelf te bepalen

Abbeelding 26: Debiten (niet menselijke bezetting)

Debiten (menselijk)

Debietnaam	m³/h per pers.
Standaard	22,0
Rokersruimte	43,0
IDA 1	54,0
IDA 2	36,0
Werkplek (volgens ARAB)	72,0

Abbeelding 29: Debiten (menselijke bezetting)

Speciale ruimten

Type ruimte	Extra regelgeving	Norm	min. volgens M/nM	Toe/af/doorvoer	ETA-klasse
Garage (>40 m²)		?	zelf te bepalen	Afvoer	ETA 4
Stookplaatsen	afvoer afh. Van type ventilatie & # kW	NBN B 61-001	nM	Afvoer	ETA 4
Brandstofopslagruimten		?	nM	Afvoer	ETA 4
Gasmeterruimten		?	nM	Afvoer	ETA 4
Ruimten voor drukreducerinrichtingen van aardgas		?	nM	Afvoer	ETA 4
Liftkokers en liftkooien		?	nM	Afvoer	ETA 4
Huissvuilkokers en verzamelruimten voor huisvuil		?	nM	Afvoer	ETA 4
Bepaalde laboratoria (medisch, biologisch...)		?	M	Afvoer	ETA 4
Overige ruimten met een (risico op) speciale verontreiniging		zelf te bepalen	zelf te bepalen	Afvoer	ETA 4

Abbeelding 28: Speciale ruimten

Hulpstukken kiezen

Dit hoofdstuk leunt dicht aan bij 'Input – stap 4'. Hierbij worden luchtmonden bepaald en diameters berekend.

Het eerste blok is een korte opsomming van de kanaaltypes die in deze tool gebruikt werden, namelijk ronde spirobuizen en rechthoekige kanalen. In praktijk zijn er nog andere opties, bijvoorbeeld de pvc-versies van voorgaande kanalen, textielkanalen, of platte kanalen die ingewerkt worden in de chape. Er werd geopteerd voor deze twee mogelijkheden omdat ze het meest toegepast worden in niet-residentiële gebouwen. Bovendien kunnen de andere alternatieven vaak herleid worden naar deze eerst aangehaalde vormen.

Vervolgens bevat de volgende tabel de werkelijke afmetingen van de twee types kanalen, deze maten zijn de meest voorkomende maten in de handel. De waardes die u terugvindt in de eerste kolom zijn diameters voor de ronde buizen, die in de tweede kolom zijn de lengte en/of breedte van de rechthoekige kanalen, beiden uitgedrukt in millimeter.

Kanaaltypes
Ronde spirobuizen
Rechthoekige kanalen

Afbeelding 30: Kanaaltypes

Buisdiameters	
Ronde spirobuizen (mm)	Rechthoekige kanalen (mm)
1500	1500
1250	1400
1000	1300
800	1200
630	1100
500	1000
400	900
315	800
250	700
200	600
160	500
125	450
100	400
80	350
	300
	250
	200
	150
	100

Afbeelding 31: Kanaaldiameters

De laatste tabel bevat gegevens van de verschillende types luchtmonden. Bij gebrek aan voldoende informatie van de verschillende producenten, zijn de gegevens enkel gebaseerd op het merk 'Grada'. Van de tientallen verschillende soorten roosters werd van elk hoofdtype steeds het meest standaard type gebruikt. Van deze roosters werd vervolgens steeds het type met aansluitdiameter 200 mm gekozen, om extra invulwerk te vermijden. Aan de hand van deze selectiemethode werd onderstaande tabel bekomen. Om een meer betrouwbaar resultaat te behalen, zouden extra gegevens verkregen moeten worden bij de fabrikanten. Op basis hiervan zou een aparte studie gemaakt kunnen worden waarbij statistische waardes voor de roosters bekomen kunnen worden.

Types luchtmonden					
Type luchtmonden	Debiet (m ³ /h) bij 25dB	Debiet (m ³ /h) bij 30dB	Debiet (m ³ /h) bij 35dB	Diameter aansluitleiding (mm)	Afmetingen systeem (mm)
Plafondroosters	288	331	388	200	∅200 x 1500
Wandroosters	400	500	600	200	400x150
Kanaalroosters	400	500	600	200	425x125
Spleetroosters	330	390	480	200	∅200 x 1500
Wervelroosters	200	250	330	200	∅200 x 448
Vloerroosters	150	170	195	200	200x150

Afbeelding 32: Types luchtmonden

Met het oog op de meetstaat, efficiëntie en een eenduidige uitvoering, zou het een grote meerwaarde zijn om ook andere hulpstukken zoals bochten, T-stukken, verloopstukken, terugslagkleppen, regelkleppen en sensoren automatisch een locatie in het ventilatietraject toe te kunnen wijzen. Voor het meeste toebehoren is er voorlopig nog een gebrek aan informatie over regels voor de goede praktijk, of zou de implementatie van deze stukken een grote mate aan handmatig werk met zich mee brengen. Een methode creëren om deze hulpstukken op een tijdsbesparende wijze toe te voegen aan de tool, kan een optie zijn voor verder onderzoek.

Dimensioneren luchtgroep

Dit laatste hoofdstuk bevat data voor het dimensioneren van de luchtgroep en de technische ruimte voor ventilatie. In de eerste tabel kan er aan de hand van het maximale debiet en de functies van de luchtgroep een richtlijn¹⁷ worden gegeven voor de afmetingen van de technische ruimte.

Afmetingen luchtbehandelingsruimte					
Debiet (m ³ /h)	LA (m ²)	LA, LT (m ²)	LA, LT, V, K (m ²)	LA, LT, V, K, B (m ²)	Hoogte (m)
1500000	70 - 100	110 - 140	200 - 250	260 - 300	6
1000000	50 - 70	80 - 100	150 - 180	190 - 220	5
750000	40 - 55	65 - 80	120 - 145	155 - 180	4,5
500000	35 - 40	50 - 60	90 - 110	120 - 140	4
250000	25	35 - 40	65 - 80	85 - 100	3,2
100000	20	30	50 - 60	60 - 70	2,5

Afbeelding 33: Afmetingen luchtbehandelingsruimte

De twee volgende lijsten zijn aangemaakt ter volledigheid van het rapport. Ze zijn gebaseerd op de bestaande en toegestane opties.

Warmteterugwinning
Warmtewiel
Warmtewiel met by-pass
Kruiswarmtewisselaar
Kruiswarmtewisselaar met by-pass

Afbeelding 35: Warmteterugwinning

Sturing
Klokregeling
Aanwezigheidsdetectie
Regeling naargelang de bezetting
Directe regeling (pollutiesensors)

Afbeelding 34: Sturing

¹⁷ Bron: "Cursus comfortbeheer: Ventilatie"

Conclusie

Resultaat tool

De tool is uniek omwille van verschillende redenen, maar de allerbelangrijkste is dat hij een oplossing biedt voor een groot gemis op het werkveld.

De tool is ontwikkeld in Excel met behulp van een heleboel formules en een handvol coderingen in VBA. Hierdoor is de applicatie toegankelijk voor het wijde publiek, niet alleen omdat de software gekend is, maar ook omdat iedereen er gebruik van kan maken.

Het gecreëerde programma heeft alles in zich: een automatische debietberekening, verschillende eenduidige methodes voor het balanceren op gebouwniveau, de berekening van kanaaldiameters en het opgeven van richtlijnen voor de luchtbehandelingsruimte. Het is een tool die automatisch een verslag, algemene info, technische fiches per ruimte, een bestellijst en een ventilatieprestatieverslag aflevert. Deze output voorziet in de behoeften van iedere partij: de klant, de architect, de EPB-verslaggever, de producent, de installateur en de ventilatieverslaggever.

De applicatie voorziet niet alleen in de huidige ventilatienormen, maar is ook voorbereid op toekomstige regelgevingen omtrent kwaliteit in niet-residentiële gebouwen. Daarbovenop houdt het óók nog eens rekening met het comfort van de gebruiker en het goed functioneren van het gebouw.

Met deze tool wordt het onderste uit de kan gehaald betreffende het dimensioneren van ventilatie in niet-residentiële gebouwen. Hoewel er nog veel mogelijkheden zijn tot uitbreiding, bevat het reeds vele troeven. De tool is efficiënt, kwalitatief en gebruiksvriendelijk. Het resultaat maakt het bovendien mogelijk om met een minimale invoer van gegevens een maximale output te bekomen.

Toekomstperspectieven

De tool is zeker al klaar voor gebruik, maar weliswaar nog beperkt. Zoals u doorheen het stappenplan reeds kon lezen, staan er namelijk nog een aantal onderwerpen open voor verdere studies. Deze thema's zijn hieronder nog eens opgesomd:

- Implementeren van de berekeningswijze voor het C-systeem
- Verdieping in de wetgevingen voor speciale ruimtes
- Implementeren van balanceren van de debieten op ruimteniveau
- Statistische waarden bekomen voor de luchtroosters op basis van een databank
- Onderzoek naar akoestiek bij ventilatievoorzieningen
- Onderzoek naar de drukverliezen in de leidingen
- Ontwikkelen van een richtlijn voor de luchtgroep: grootte & vermogen ventilator
- Uitwerken: 'Output – bijlage 4: Meetstaat/bestellijst'

Een groter idee is om deze tool nog verder te automatiseren en een link te voorzien met BIM. BIM staat voor 'Building Information Model', het is een digitaal model van een constructie, opgebouwd uit objecten waaraan informatie gekoppeld is. In eerste instantie zouden gegevens geïmporteerd kunnen worden in de tool met behulp van export-lijsten. In een verder stadium zou de mogelijkheid ook onderzocht kunnen worden voor het verkrijgen van een output in BIM.

Een andere mogelijkheid is om de reeds ontworpen tool te gaan gebruiken als uitgangspunt voor het programmeren van een zelfstandige applicatie.

Algemeen besluit

De wereld staat niet stil, er is een constante evolutie aan de gang. Ook de bouwsector kan hier niet aan ontsnappen, alles moet sneller, beter, efficiënter. Het klinkt allemaal mooi, maar na enkele verhalen gehoord en gelezen te hebben, bleek dit allemaal toch niet zo vlot te verlopen. Soms kan deze snelle vooruitgang niet gevolgd worden, of is de poging er wel, maar valt er geregeld toch nog eens een steek. Uiteindelijk ontstaan er gaten in het werkveld, zaken die met enig onderzoek en ontwikkeling een oplossing kunnen bieden voor deze gebreken. Een van deze noden uit de praktijk werd met behulp van deze thesis opgelost.

De kwaliteit van ventilatiesystemen wordt door de huidige wijze van bouwen steeds belangrijker geacht. Maar aan de basis van het bekomen van deze kwaliteit bevond zich een gemis, er bestond namelijk nog geen programma dat het mogelijk maakte om ventilatie voor niet-residentiële gebouwen op een snelle en kwalitatieve manier te dimensioneren. Aan de hand van het bestuderen van een resem literatuurwerken, het leggen van contacten met de praktijk, het onderzoek naar vergelijkbare bestaande apps en het uitdenken van berekeningsmethodes, werd het mogelijk een tool te creëren die perfect inspeelt op de tekortkomingen in het werkveld.

Het resultaat van deze bachelorproef is niet enkel een schriftelijk naslagwerk, maar ook een werkelijke tool die een evenwicht voorziet tussen efficiëntie, gebruiksvriendelijkheid en kwaliteit. Het is een dimensioneringstool voor ventilatie in niet-residentiële gebouwen met vele troeven en mogelijkheden tot verdere uitbreiding, die bovenal een oplossing biedt voor dit grote gebrek in de praktijk.

Referenties

Mondelinge bronnen

ROELANT, Jensie, (Casquo), persoonlijke communicatie, 20 maart 2017
GHEQUIERE, Gilles, (Renson), persoonlijke communicatie, 10 april 2017
DE SCHEPPER, Sam, (Renson), persoonlijke communicatie, 10 april 2017 & 21 april 2017
GERMONPRÉ, Stijn, (Renson), persoonlijke communicatie, 21 april 2017

Publicaties

SANTAMOURIS, M., WOUTERS, P., *Building Ventilation: The State of Art*
Taelman, Joani, (2011), *In situ testen van vraaggestuurde ventilatiesystemen in woningen*. Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur
Stael, Dries, VAN DEN BOSSCHE, Linde, (2009), *Energieprestatie en ventilatie in schoolgebouwen*. Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur
DE GIDS, W.F., JICHA, M., (2010), *Hybride Ventilation*
DU SOLEIL, Oz, (2013), *5 Reasons For Building Apps in Excel*
TETAERT, Anthony, (2016), *Cursus comfortbeheer: Ventilatie*. Howest Toegepaste architectuur
Architect: koele minnaar van epb-verslaggeving (www.meeroverepb.be)
Kwaliteit van ventilatiesystemen (www.energiesparen.be)
Nieuw KB eist veel strengere ventilatie-eisen in werkplaatsen dan EPB-regelgeving (www.meeroverepb.be)
Basisprincipes van ventilatie en rol van de actoren (www.wtcb.be)
Ventilatie van gebouwen – mechanische ventilatie: ventielen, kanalen, ventilatoren en luchtgroepen (www.wtcb.be)
Ventilatie van gebouwen – oplevering, gebruik en onderhoud (www.wtcb.be)
Parameters die het E-peil beïnvloeden (www.meeroverepb.be)

Documenten (normen)

Bijlage X van het Energiebesluit van 19 november 2010: 'ventilatievoorzieningen in niet-residentiële gebouwen' (www.energiesparen.be)
Bijlage IV van het Energiebesluit van 19 november 2010: 'bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoren, scholen en andere niet-residentiële gebouwen' (www.energiesparen.be)
E-peileisen voor EPN-eenheden (www.energiesparen.be)
Cursus 'methode voor niet-residentiële gebouwen' (www.energiesparen.be)
Toelichting bij het MB van 30 november 2012 (www.energiesparen.be)
Leidraad: Indeling van gebouwen in de energieprestatieregelgeving (www.energiesparen.be)

Kwaliteitskader ventilatie – EPB (www.energiesparen.be)

Clean Air, Low Energy – Schone Lucht, Lage Energie (www.energiesparen.be)

STS P 73-1 Systemen voor basisventilatie in residentiële toepassingen – Informatieve bijlage 1: Het ventilatievoorontwerp & Informatieve bijlage 2: Het prestatieverslag (www.economie.fgov.be)

NBN B61 – 001 Stookafdelingen en schoorstenen (www.portaalduurzaam bouwen.be)

Beschrijving van het kwaliteitskader ventilatie van BCCA vzw (www.ikventileerverstandig.be)

Veelgemaakte fout: ruimtetype ‘speciale ruimte’ (www.energiesparen.be)

Ventilatie document: niet-residentieel (www.energiesparen.be)

Websites

Vlaanderen is energie. www.energiesparen.be

Verstandig ventileren (BCCA). www.ikventileerverstandig.be

Meer over epb. www.meeroverepb.be

WTCB. www.wtcb.be

Portaal voor duurzaam bouwen. www.portaalduurzaam bouwen.be

Climaconstruct. www.climaconstruct.be

Codumé. www.codume.eu

Crossflow. www.crossflow.be

Daikin. www.daikin.be

Duco. www.duco.be

Grada. www.grada.be

Lindab. www.lindab.com/be

Renson. www.renson.be

VASCO. www.vasco.eu/nl-be

Gezondheid&milieu. www.gezondheidenmilieu.be/nl

Air Ventilation and Infiltration Centre www.aivc.org

Afbeeldingen

Afbeelding 0: Voorblad. (via: www.rtekservices.com)

Afbeelding 1: Types ruimtes voor menselijke bezetting

Afbeelding 2: Schema minimale ontwerpgebieden

Afbeelding 3: Natuurlijke ventilatie (via: www.greenigloo.nl)

Afbeelding 4: Mechanische toevoerventilatie (via: www.greenigloo.nl)

Afbeelding 5: Mechanische afvoerventilatie (via: www.greenigloo.nl)

Afbeelding 6: Mechanische toe- en afvoerventilatie (via: www.greenigloo.nl)

Afbeelding 7: Tabblad algemene projectinformatie

Afbeelding 8: Tabblad berekening ontwerpdebieten
Afbeelding 9: Tabblad eenvoudige balancerings op gebouwniveau
Afbeelding 10: Handmatige balancerings
Afbeelding 11: Tabblad dimensionering leidingen
Afbeelding 12: Aansluiting toevoer
Afbeelding 13: Leidingtracé toevoer
Afbeelding 14: Eenvoudige cases leidingtracé
Afbeelding 15: Tabblad dimensioneren luchtgroep en technische ruimte
Afbeelding 16: Tabblad downloadpagina
Afbeelding 17: Tabblad ventilatieverslag
Afbeelding 18: Tabblad bijlage 1
Afbeelding 19: Tabblad bijlage 2
Afbeelding 20: Tabblad bijlage 3
Afbeelding 21: Tabblad bijlage 5
Afbeelding 22: Tabel tijdsfractie (uit: cursus 'methode voor niet-residentiële gebouwen')
Afbeelding 23: Type ventilatiesystemen
Afbeelding 24: Hoofdcategorieën ruimtes
Afbeelding 25: Ruimtecategorieën (menselijke bezetting)
Afbeelding 26: Debieten (niet menselijke bezetting)
Afbeelding 27: Type ruimtes (menselijke bezetting)
Afbeelding 28: Speciale ruimten
Afbeelding 29: Debieten (menselijke bezetting)
Afbeelding 30: Kanaaltypes
Afbeelding 31: Kanaaldiameters
Afbeelding 32: Types luchtmonden
Afbeelding 33: Afmetingen luchtbehandelingsruimte
Afbeelding 34: Sturing
Afbeelding 35: Warmteterugwinning

Bijlages

Gesprek met Renson op 10/04/2017

Elk studiebureau heeft zijn eigen voorkeuren voor types ventilatiesystemen, maar hoe zit het in werkelijkheid, wat wordt er nog toegepast tegenwoordig?

Bij niet-residentiële gebouwen worden tegenwoordig steeds C en D-systemen gebruikt. Tot de laatste jaren was balansventilatie heel erg in opmars, maar we zien sinds enkele jaren dat er steeds meer wordt teruggegrepen naar een C-systeem. Dit omwille van het vele onderhoud die nodig is bij D-systemen, het gebruik van sensoren die de efficiëntie van C-systemen erg doet toenemen en het feit dat mensen graag zelf nog controle behouden over de ventilatie. De laatste jaren beginnen ook decentrale systemen, waarbij er ruimte per ruimte gekeken wordt, hun opmars te maken.

Volgens de wetgeving ben je verplicht om aan de drukvoorwaarde te voldoen op gebouwniveau, maar hoe zit het met de balancerings op ruimteniveau?

Er moet sowieso een balans gemaakt worden om je ventilatie goed te laten werken. Maar in praktijk wordt er enkel een balans opgemaakt bij D-systemen, en deze bovendien ook maar zeer oppervlakkig op gebouwniveau. Balancerings op ruimteniveau gebeurt eigenlijk zo goed als zelden, dit omwille van zijn tijdrovende karakter. Moest dit op een eenvoudige manier automatisch kunnen gebeuren, zou dit een heel grote stap vooruit zijn in het dimensioneren van een ventilatiesysteem. Een perfect ingestelde ventilator zorgt bovendien ook voor een veel lager verbruik.

Welk type luchtmonden worden in welke situaties gebruikt? Hoe wordt het aantal ventilatiemonden per ruimte bepaald?

Het aantal luchtmonden wordt bepaald op de aansluitdiameter, de luchtsnelheid (max 2,5 m/s) en het debiet. Voor roosters op grotere schaal (niet-residentiële toepassing) kan je meer informatie terugvinden bij de producent 'Grada'.

Wat met andere ventilatiehulpstukken? (sturingselementen, akoestische onderdelen,...)?

Momenteel worden alle hulpstukken allemaal handmatig bepaald, zowel de plaatsing, als het aantal. Bij grote gebouwen wordt weinig vraagsturing toegepast op de ventilator zelf, maar eerder in de kanalen. Opvallend is dat dit onderwerp ontbreekt in de EPB-software, er wordt namelijk geen reductiefactor aangerekend voor sturing en kwaliteit in niet-residentiële gebouwen. Het zou ook een meerwaarde zijn, indien je het verbruik zou berekenen, om vraagsturing en een by-pass toe te voegen in de tool.

Hoe het vermogen en verbruik van ventilator bepalen? Hoe ventilator kiezen?

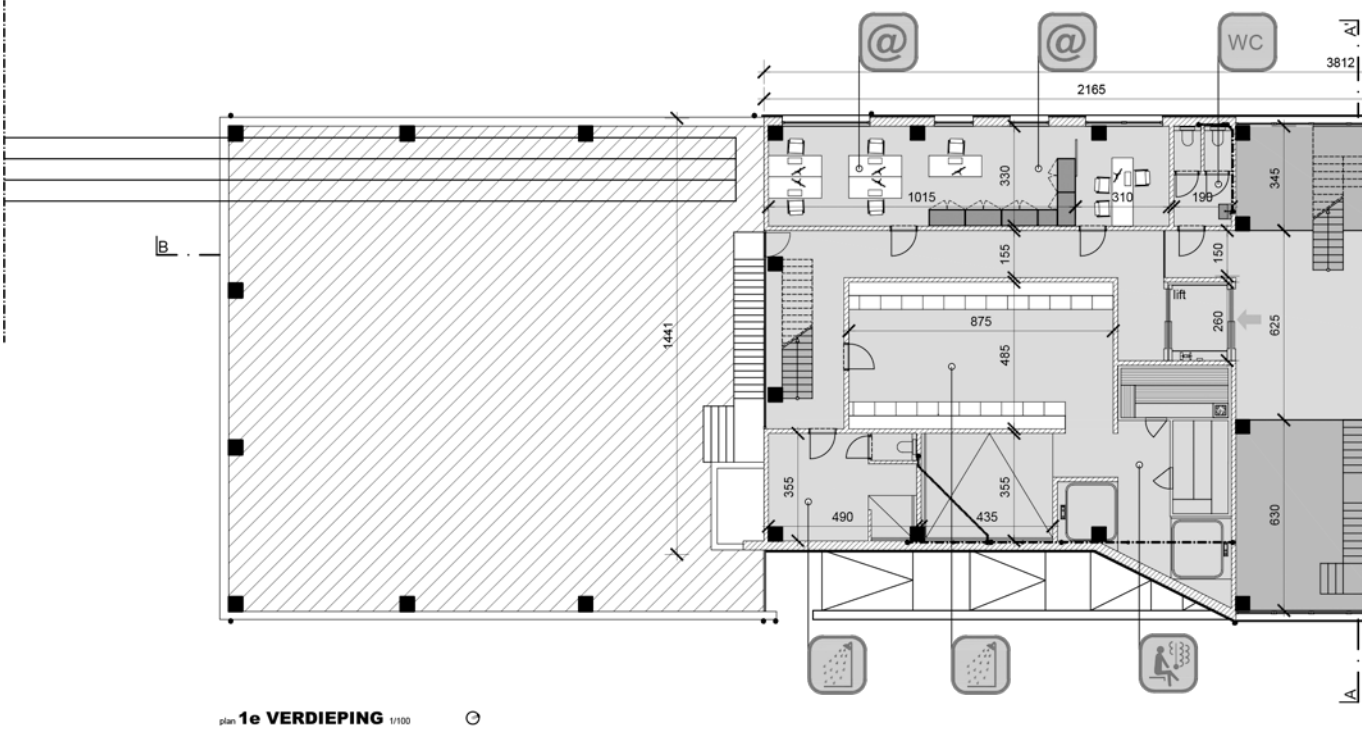
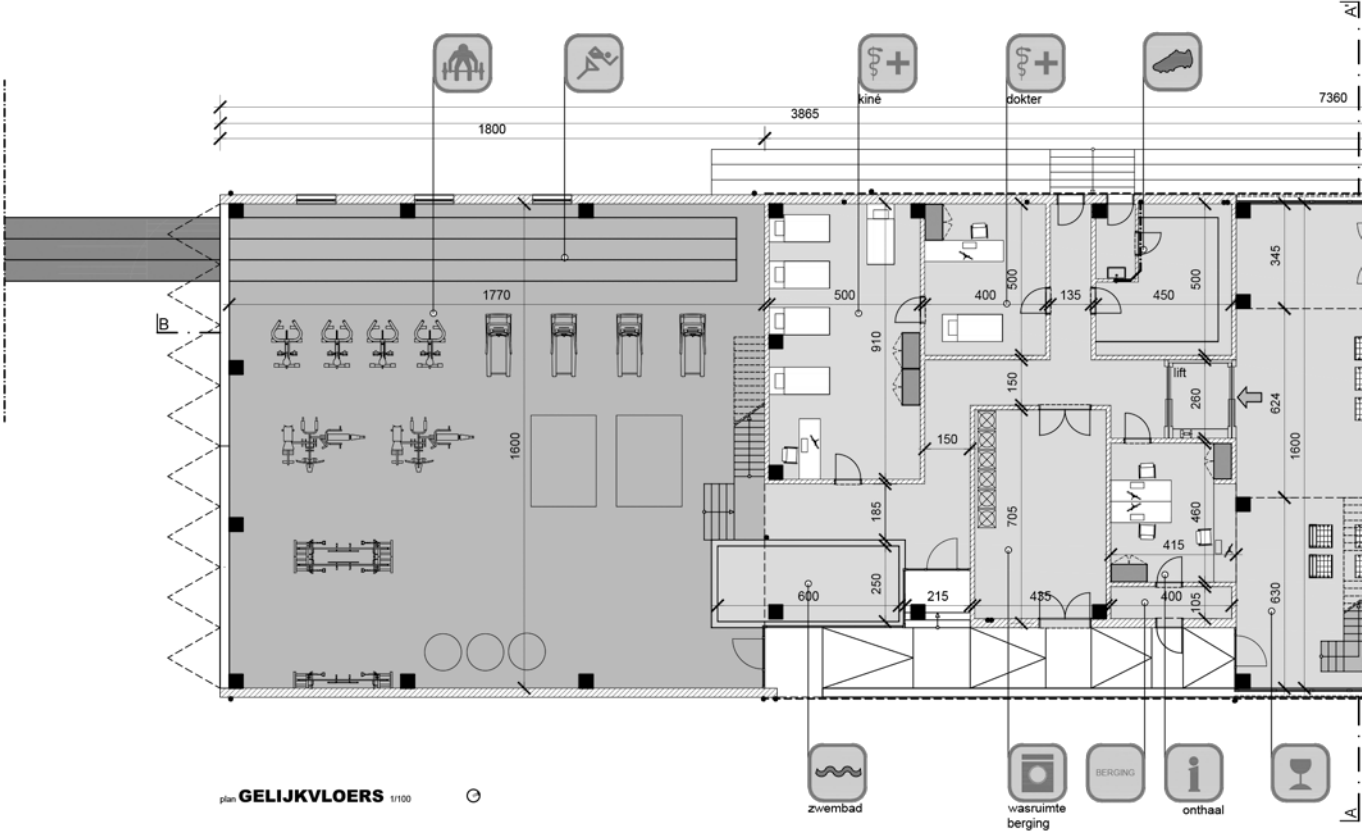
Voor exacte gegevens over vermogens van luchtgroepen, kan je voor niet-residentiële toepassing best terecht bij Daikin, wijzelf zijn voornamelijk gespecialiseerd in residentiële toepassing. Het verbruik is heel situatie gebonden, elk bocht maakt het verschil, formules om dit automatisch te laten berekenen zijn extreem ingewikkeld en evolueren veel te snel om goed te kunnen gebruiken. De beste methode om het verbruik te bepalen is een meter op het circuit aansluiten.

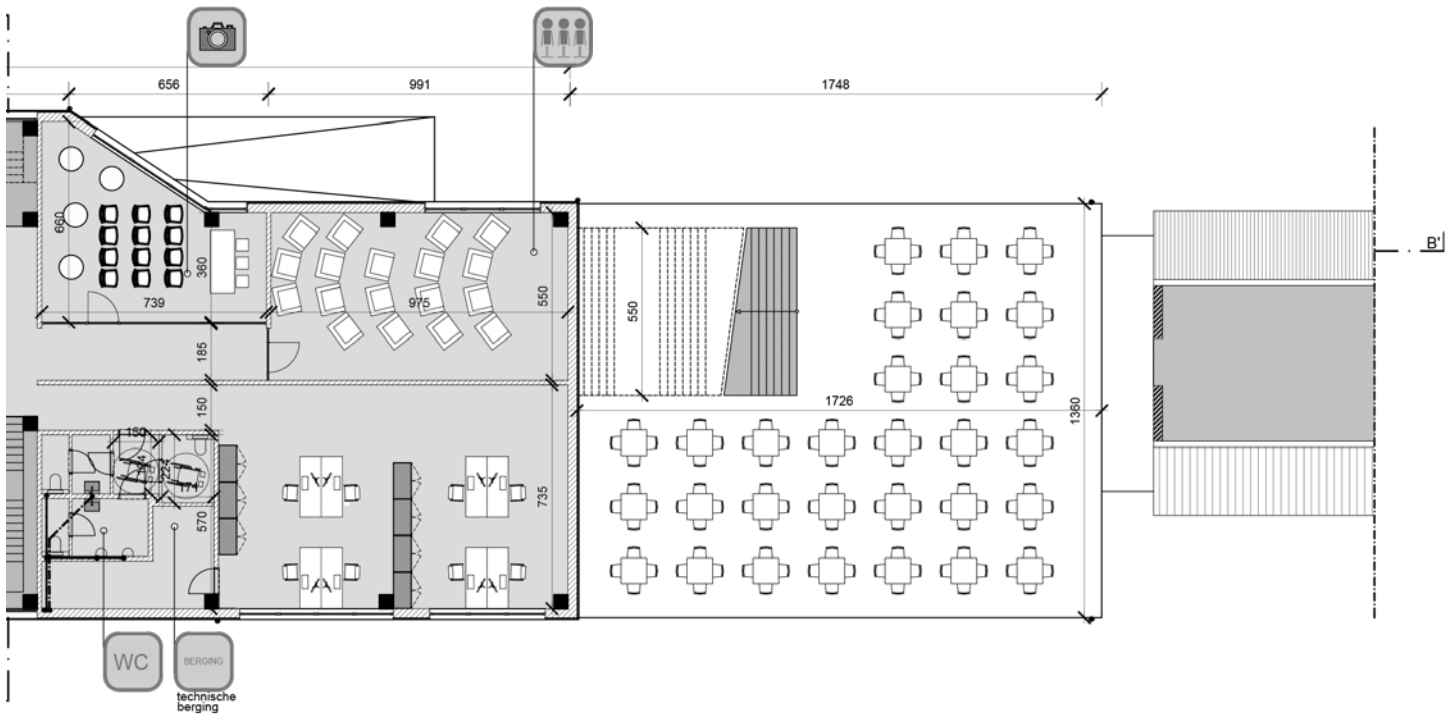
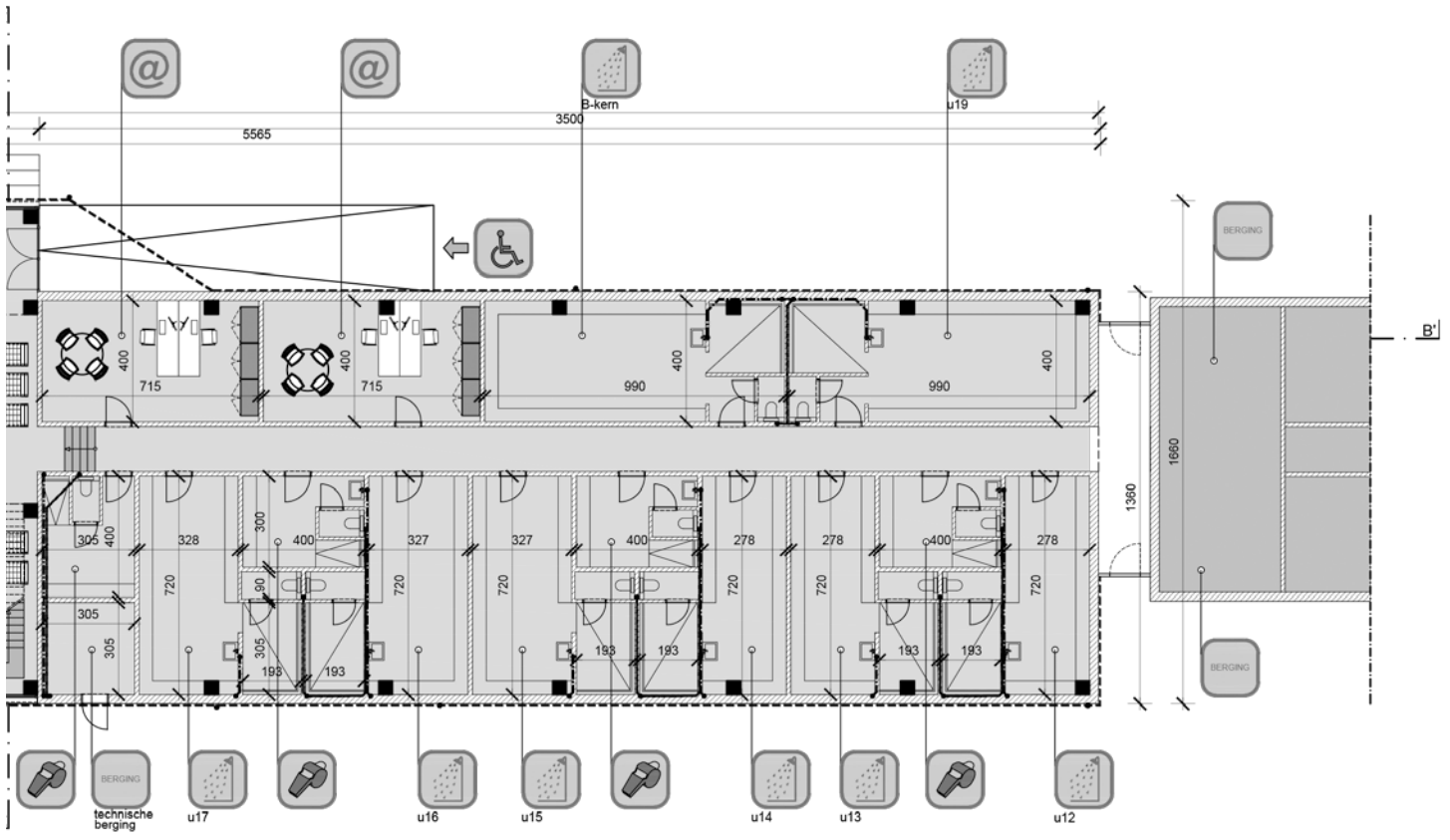
Werken jullie zelf met tools om ventilatie te dimensioneren? Wat is jullie ervaring en mening over deze programma's?

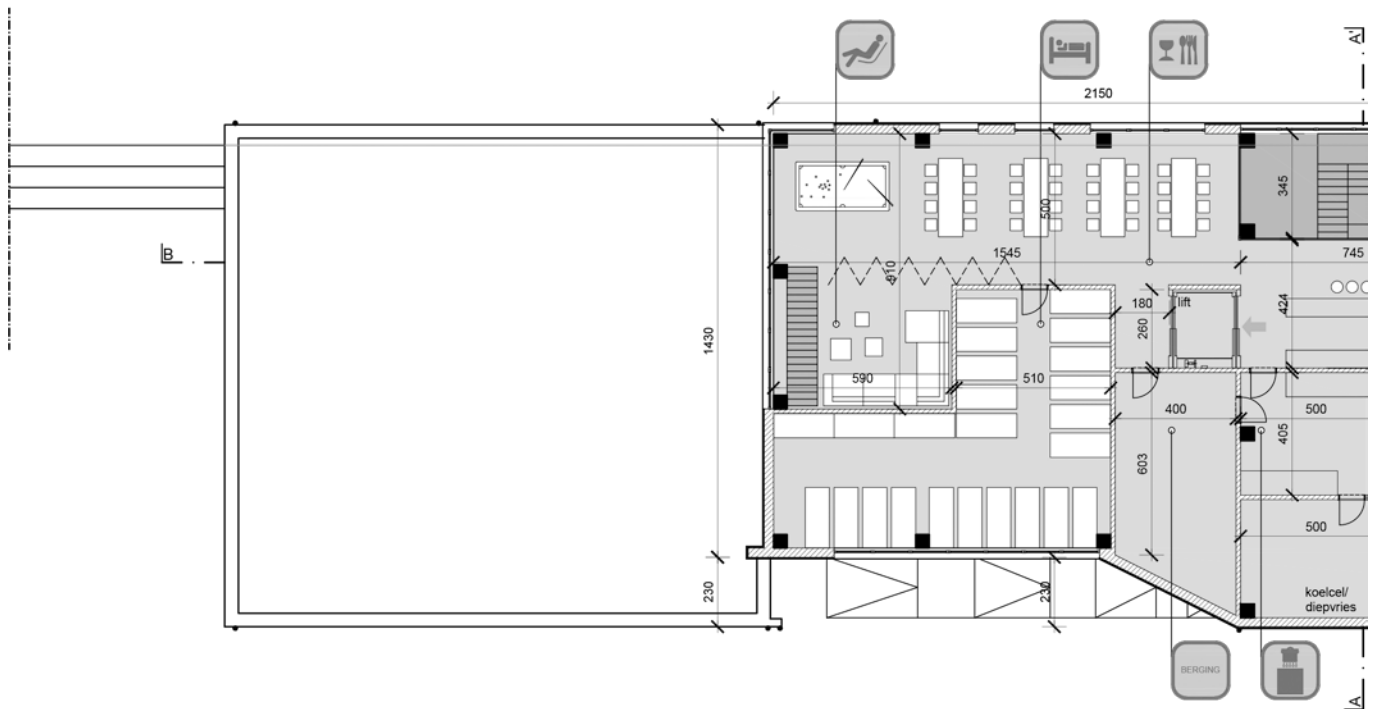
Zelf maken we gebruik van een tool, die we zelf ontwikkeld hebben om snel bestellijsten op te maken, jammer genoeg kunnen slechts twee werknemers in dit bedrijf werken met de tool.

Voorbeeldproject

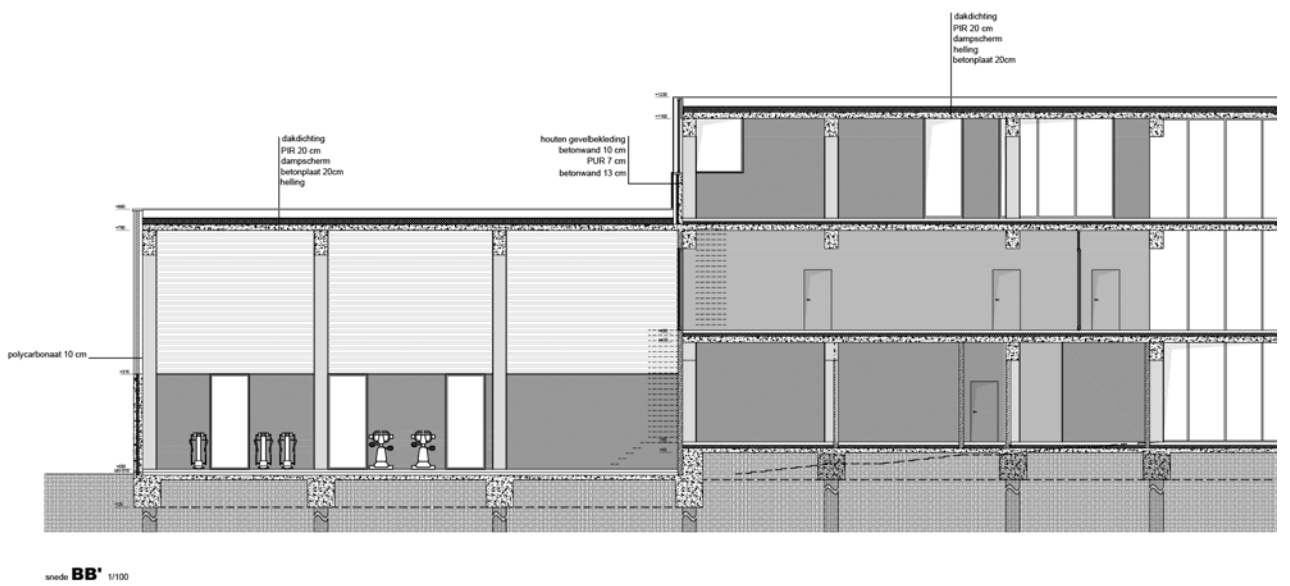
Grondplannen origineel



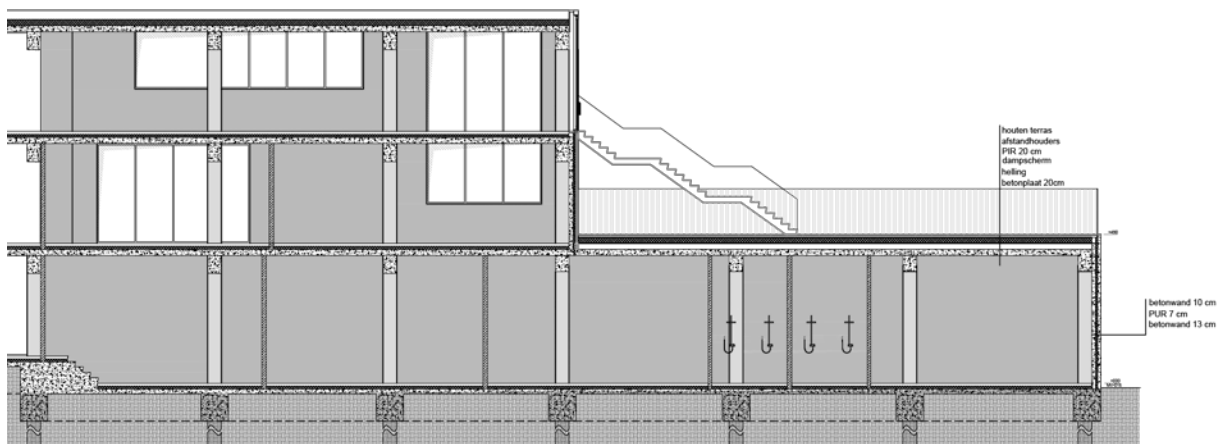
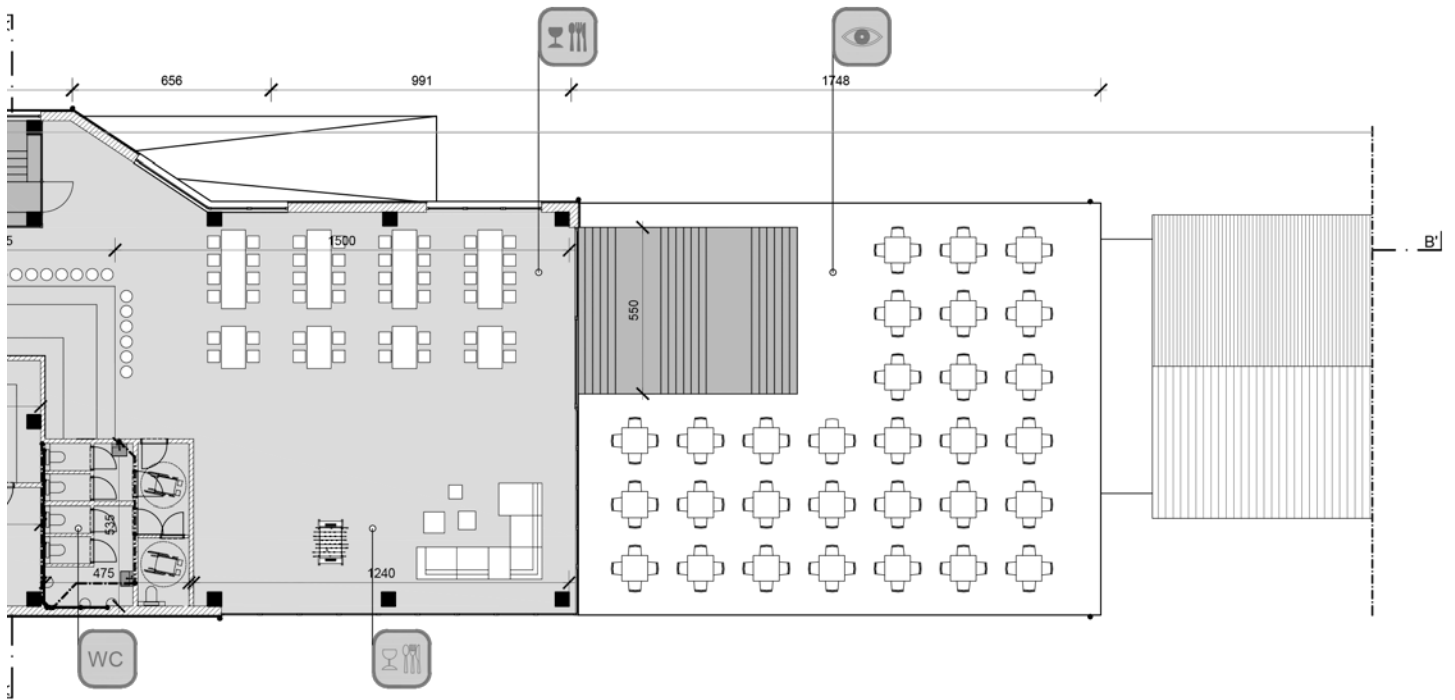




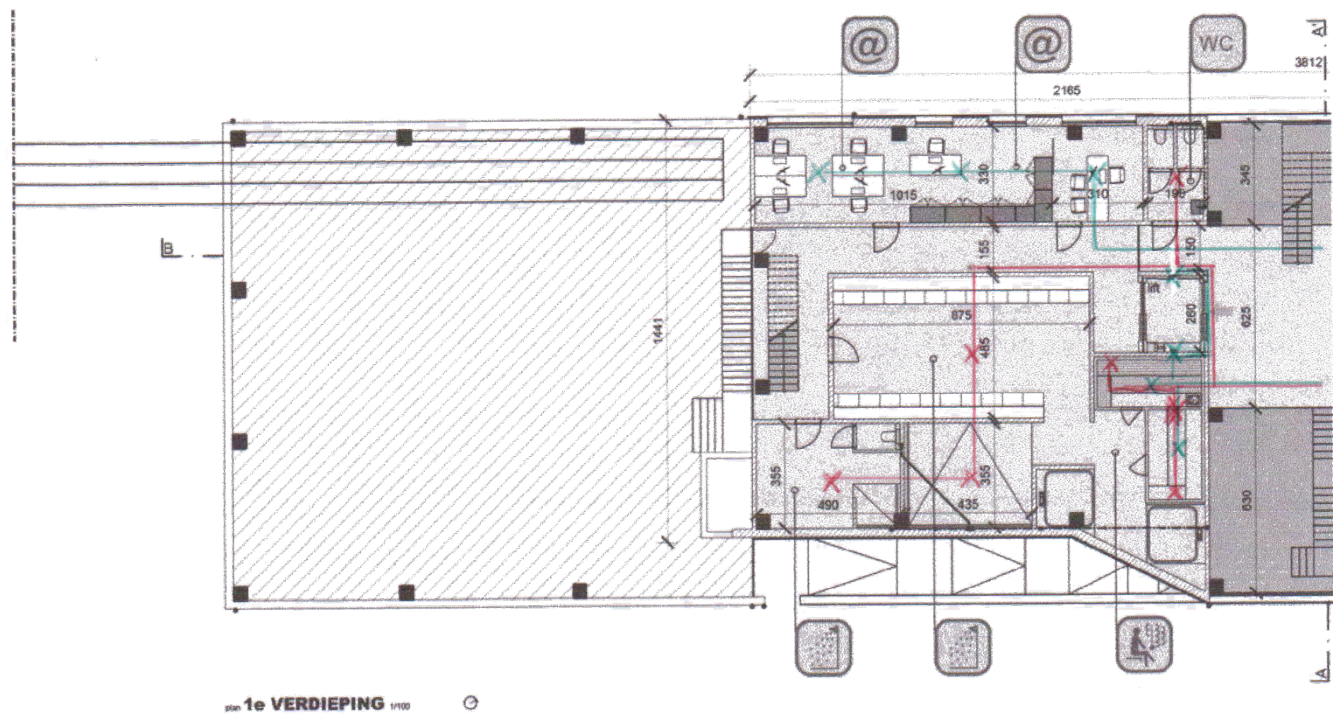
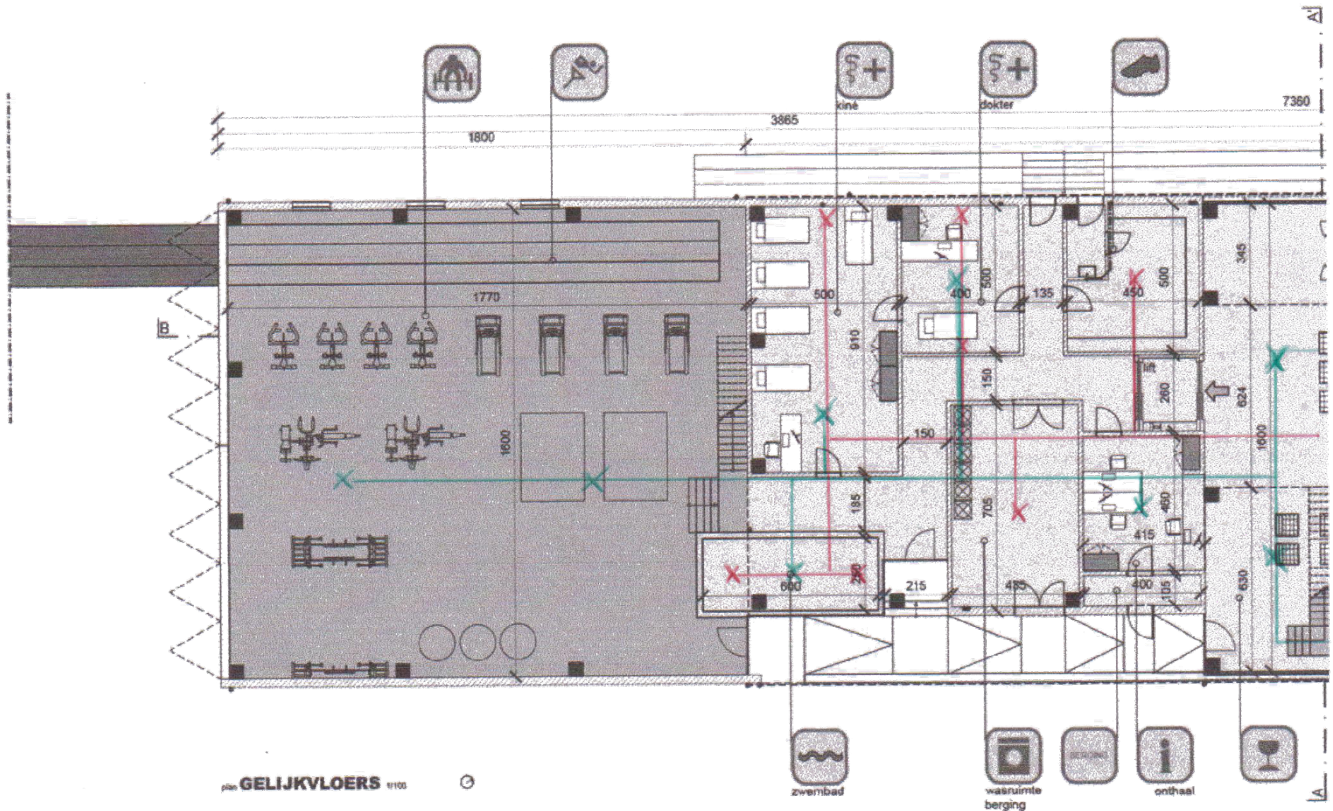
plan 2e VERDIEPING 1/100

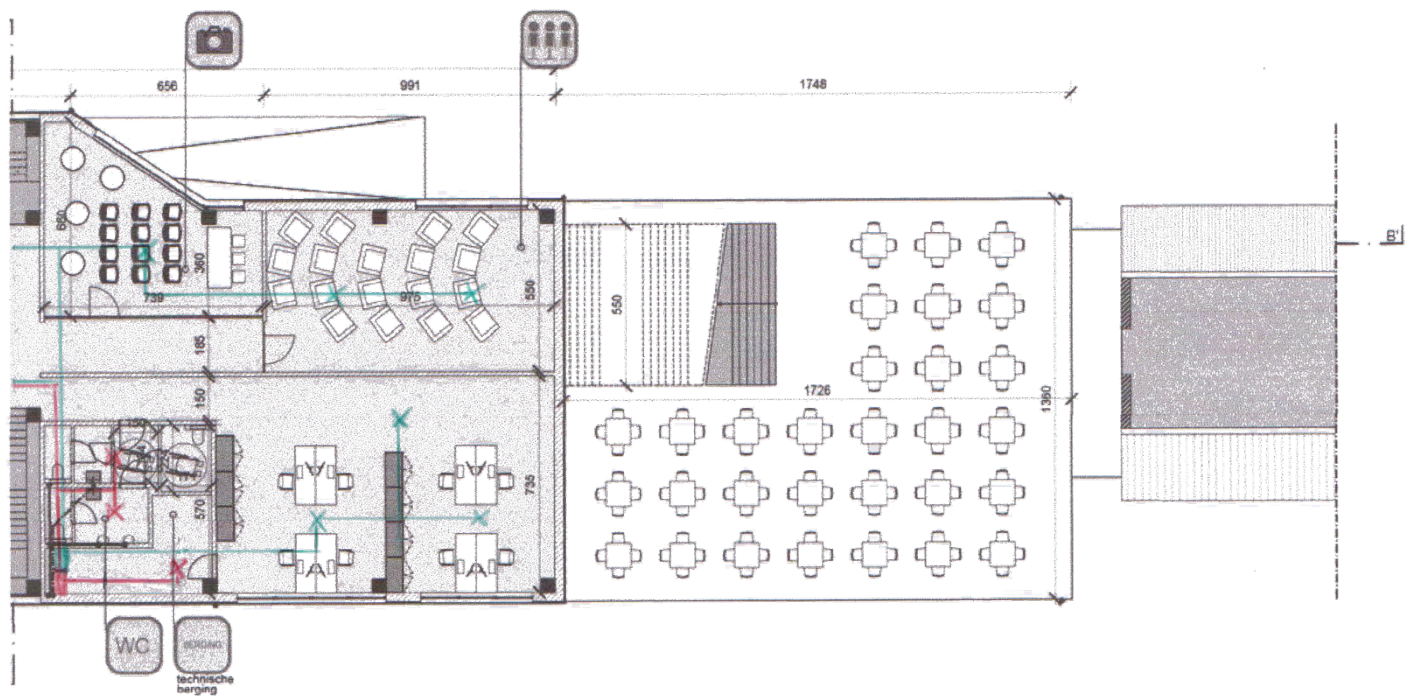
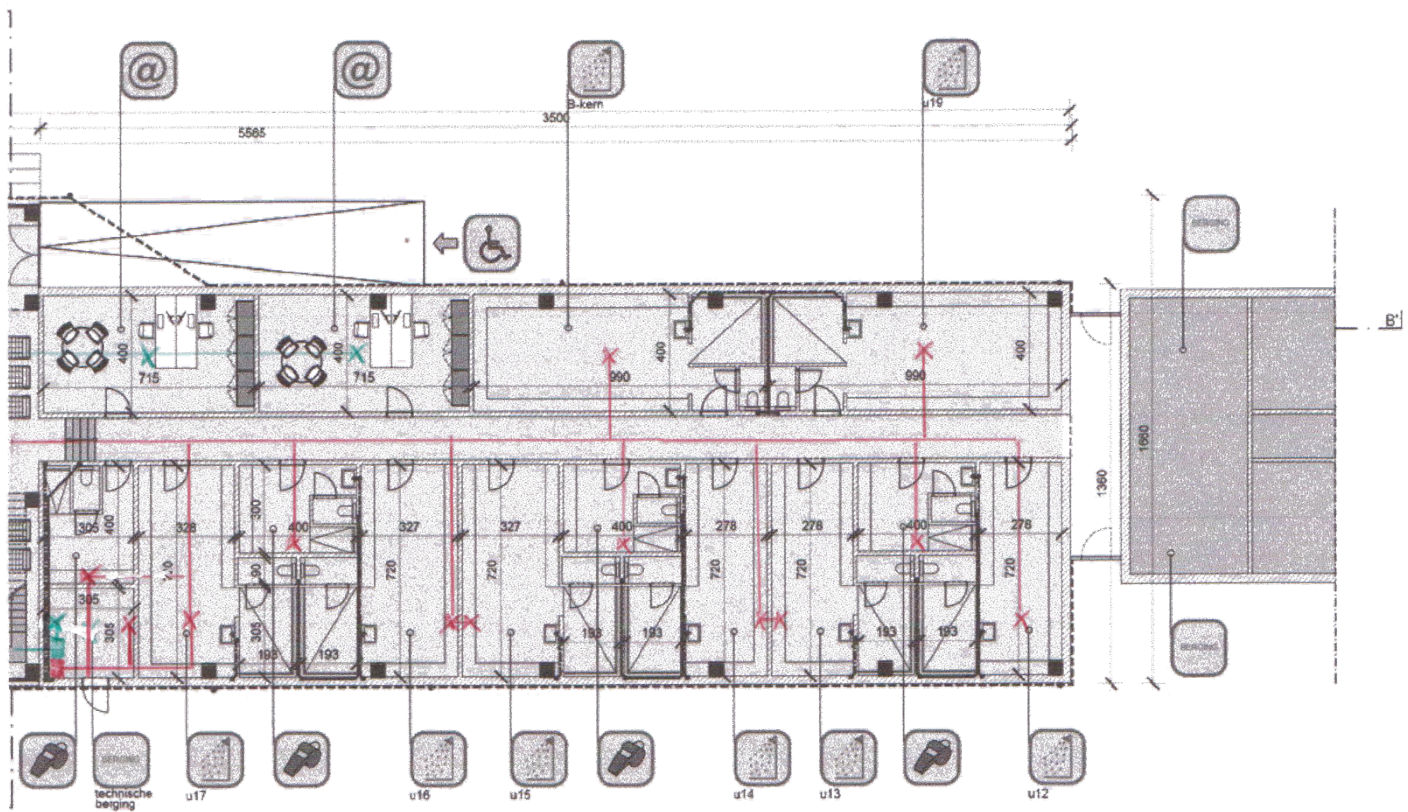


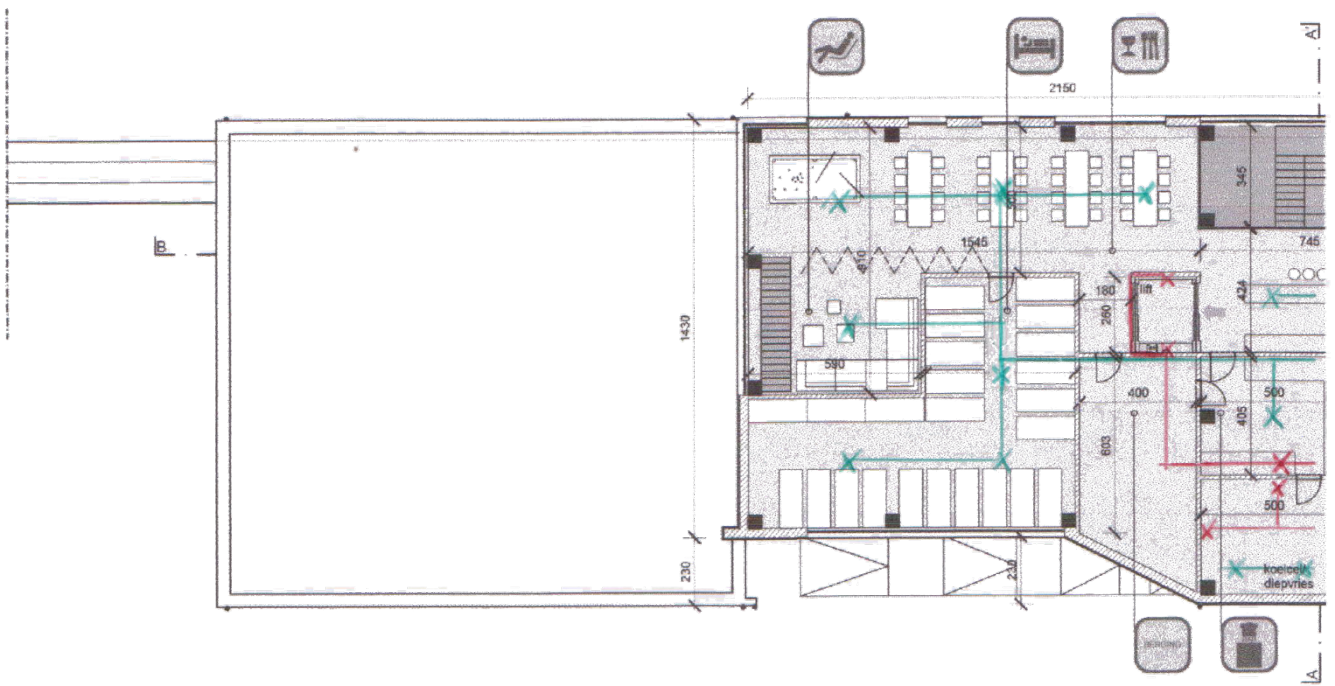
sneede BB' 1/100



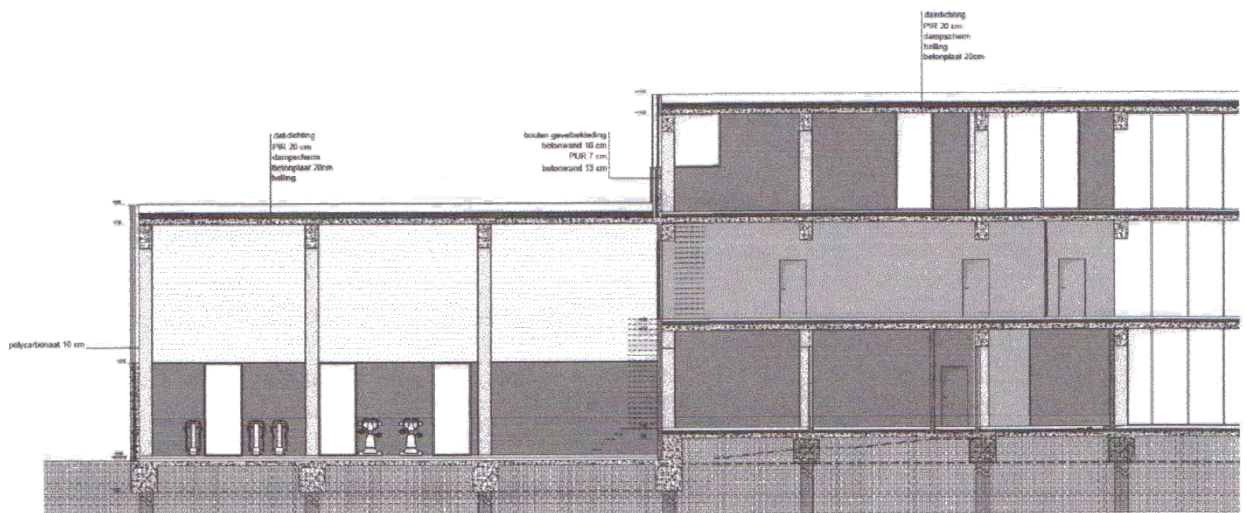
Grondplannen met aantekeningen



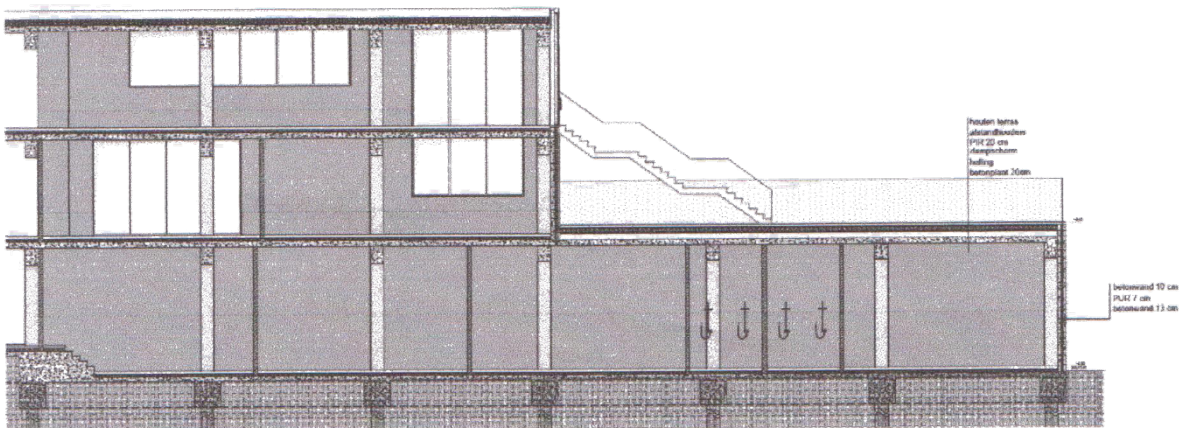
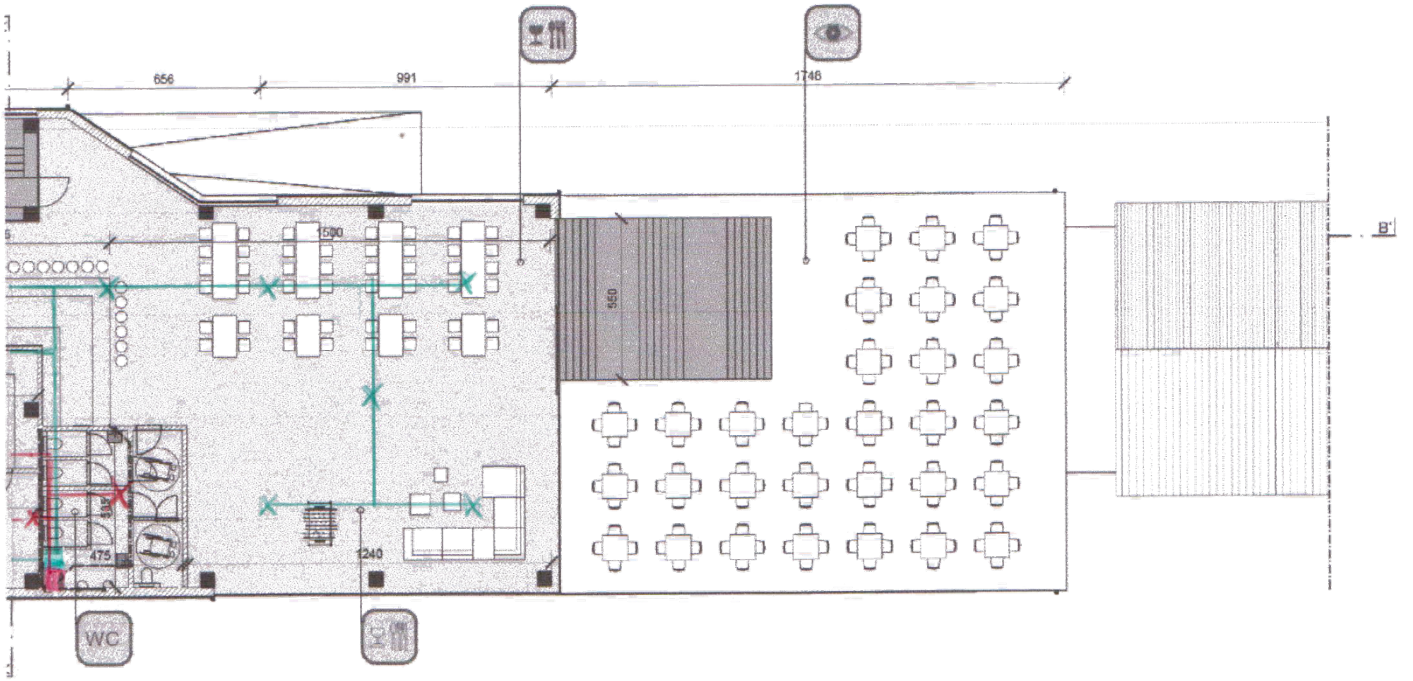




plan 2e VERDIEPING 1/100



snede BB 1/100



Algemene projectinformatie

Projectnaam:	Voorbeeldproject
Projectnummer:	09.06
Naam klant:	Dhr. Tetaert
Opsteller ventilatievoorontwerp:	Jane D'haeze
Datum opstellen ventilatievoorontwerp:	11/06/2017
Referentiecode kwaliteitskader:	01ab23cd45ef67gh89ij
Organisator kwaliteitskader:	Howest
Volume gebouw (m ³):	10845
Ventilatiesysteem:	D (mechanische toevoer, mechanische afvoer)
Balanceringsmethode:	<input checked="" type="radio"/> Eenvoudige balancering op gebouwniveau <input type="radio"/> Uitgebreide balancering op ruimteniveau

Volgende

Berekening ontwerpgebieden

Naam ruimte	Ruimtenummer	Menselijk bezetting, niet-menselijk bezetting of speciale ruimte	Ruimte categorie	Type ruimte	Oppervlakte (m²)	# gebruikers is gekend	Hogere luchtkwaliteit gewenst	Optioneel	Roken is toegestaan	# toiletten is gekend
Toiletten	2.08	Menselijk bezetting, niet-menselijk bezetting of speciale ruimte		Toilet (aantal wc's gekend)	15.9					8
Koelcel	2.07	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Overige ruimten met een (risico op) speciale verontreiniging	19.5					
Cafeteria	2.06	Speciale ruimte	Horeca	Cafeteria, kantine	230.0					
Kuiken	2.05	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Kuiken, kitchennette	20.3			X		
Gang horeca	2.04	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	4.6					
Eetzaal	2.03	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Restaurant, sneelbuffet	77.3					
Relaxruimte	2.02	Ruimte voor menselijke bezetting		Overige ruimten	18.3				X	
Slaapruiimte	2.01	Ruimte voor menselijke bezetting	Hotels, motels, vakantiecentra	Slaapzaal	70.5	24				
Wc.2	1.14	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Toilet (aantal wc's niet gekend)	18.8					
Bergring kantoor	1.13	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Overige	12.5					
Kantoor B	1.12	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Kantoor	93.2	8		X		
Spreekruimte	1.11	Ruimte voor menselijke bezetting	Onderwijsinstellingen	Auditorium	53.6					
Persruimte	1.10	Ruimte voor menselijke bezetting	Onderwijsinstellingen	Auditorium	35.9					
Gang C	1.09	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	13.7					
Gang B	1.08	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	36.0					
Sauna	1.07	Ruimte niet voor menselijke bezetting	Sport_ en_ ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	34.3			IDA 2		
Douche	1.06	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Douches of badkamer	15.4					
Kleedkamer	1.05	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	42.4					
Douche A	1.04	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Douches of badkamer	17.4					
Gang A	1.03	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	41.2					
Wc.1	1.02	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Toilet (aantal wc's gekend)	6.3					2
Kantoor 2A	1.01	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Kantoor	43.7	8		X		
Kleedkamer U12	0.26	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	32.0					
Kleedkamer REF A	0.25	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	12.0					
Kleedkamer U13	0.24	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	32.0					
Kleedkamer U14	0.23	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	32.0					
Kleedkamer REF B	0.22	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	12.0					
Kleedkamer U15	0.21	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	32.0					
Kleedkamer U16	0.20	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	32.0					
Kleedkamer REF C	0.19	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	12.0					
Kleedkamer U17	0.18	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	32.0					
Kleedkamer REF D	0.17	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	12.2					
Technische berging	0.16	Speciale ruimte		Stookplaatsen	9.3					
Kleedkamer U19	0.15	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	39.6					
Kleedkamer B-kern	0.14	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	39.6					
Kantoor 1B	0.13	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Kantoor	28.6					
Kantoor 1A	0.12	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Kantoor	28.6					
Gang kleedkamers	0.11	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	52.0					
Lift	0.10	Speciale ruimte		Liftkokers en liftkooien	18.6				X	
Inkom	0.09	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Hoofdingang	80.0					
Orthaal	0.08	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Receptie	20.7					
Gang sportruimte	0.07	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	30.6					
Wasplaats	0.06	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Overige	30.7					
Lokaal voetbal	0.05	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	22.5					
Zwembad	0.04	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_ en_ ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	21.5					
Lokaal dokter	0.03	Ruimte voor menselijke bezetting	Gezondheidszorg	Behandeling, onderzoek- en operatiekamers	20.0			IDA 1		
Lokaal kiné	0.02	Ruimte voor menselijke bezetting	Gezondheidszorg	Kinesitherapie- en fysiotherapiezaal	45.5					
Fitness	0.01	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_ en_ ontspanning	Aerobicruimte, fitnessruimte, bowling	283.0					

Volgende

Eenvoudige balanceringsmethode op gebouwniveau

Vaststelling:

Meer afvoer nodig: minimum 3344 m³/h extra

Balanceringsmethode:

- Automatisch extra debieten verdelen over de toevoer/afvoerruimtes (aan te raden voor kleine tekorten)
- Automatisch extra debieten bijrekenen bij de grootste ruimtes (aan te raden voor grote tekorten)
- Handmatig extra debieten verdelen over de ruimtes

Conclusie:

Balans is in evenwicht

Volgende

Dimensionering leidingen

Kanaaltipe: Ronde spirobitzen Rechthoekige kanalen

Hoogte kanaal (mm):

Max. luchtgeluid:

Standaard tipe luchtmonden voor toevoer:
 Standaard tipe luchtmonden voor afvoer:

Neem nu uw plannen terug bij de hand en bepaal eerst in welke ruimtes er andere types luchtroosters, dan het standaard gekozen type, komen te zitten. Pas dit nu aan in de kolom "Afwijking type luchtmonden" hieronder. Schets vervolgens het leidingtracé op de plannen, houd hierbij rekening met het aantal luchtmonden per ruimte zoals hieronder vermeld. Vul daarna onderstaande tabellen in.

Aansluitingen toevoer			
Naam ruimte	Afwijking type luchtmonden	# Luchtmonden	Lengte kanaal tot eerste knooppunt (m)
Lift	Plafondroosters	1	6,25
Keuken	Plafondroosters	1	1,9
Sauna	Plafondroosters	2	3
Koelcel	Spleetroosters	2	3,75
Caftaria	Plafondroosters	7	33,5
Eetzaal		5	14
Relaxruimte		1	5
Slaapruijme		2	8,25
Kantoor B		3	17,5
Spreekruimte	Plafondroosters	2	12,25
Persruimte	Plafondroosters	1	0,2
Kantoor 2A		3	14,25
Technische berging	Plafondroosters	1	0,5
Kantoor 1B		1	6,9
Kantoor 1A		1	0,2
Inkom		2	6,75
Onthaal		1	1
Zwembad		1	3,2
Lokaal dokter	Plafondroosters	1	6,5
Lokaal kiné	Plafondroosters	1	2
Fitness		3	15

Leidingtracé toevoer			
Verzamelleiding	Leidingdeel 1	Leidingdeel 2	Lengte sectie (m)
Verzamelleiding 1	A Fitness	A Zwembad	1
Verzamelleiding 2	V Verzamelleiding 1	A Lokaal kiné	7,2
Verzamelleiding 3	V Verzamelleiding 2	A Lokaal dokter	6
Verzamelleiding 4	A Onthaal	V Verzamelleiding 3	4,5
Verzamelleiding 5	A Kantoor 1A	A Kantoor 1B	10,5
Verzamelleiding 6	V Verzamelleiding 5	V Verzamelleiding 4	2,5
Verzamelleiding 7	V Verzamelleiding 6	A Inkom	6
Verzamelleiding 8	V Verzamelleiding 7	A Technische berging	3,75
Verzamelleiding 9	A Kantoor 2A	V Verzamelleiding 10	4,25
Verzamelleiding 10	A Persruimte	A Spreekruimte	3
Verzamelleiding 11	A Lift	A Sauna	6,5
Verzamelleiding 12	V Verzamelleiding 11	V Verzamelleiding 9	5,5
Verzamelleiding 13	A Kantoor B	V Verzamelleiding 12	0,2
Verzamelleiding 14	V Verzamelleiding 8	V Verzamelleiding 13	3,75
Verzamelleiding 15	A Eetzaal	A Relaxruimte	1,25
Verzamelleiding 16	A Slaapruijme	V Verzamelleiding 15	9
Verzamelleiding 17	A Keuken	V Verzamelleiding 16	2,75
Verzamelleiding 18	A Caftaria	V Verzamelleiding 17	6,5
Verzamelleiding 19	V Verzamelleiding 18	A Koelcel	0,2
Verzamelleiding 20	V Verzamelleiding 14	V Verzamelleiding 19	4,75

Dimensioneren luchtgroep en technische ruimte

Welke functies had u graag toegevoegd aan de luchtgroep?

- Verwarmen en/of koelen
- Bevochtigen

Wenst u gebruik te maken van warmterugwinning?

Neen

Ja, ik had graag gebruik gemaakt van het hieronder vermelde systeem:

Met welk type sturing had u graag gewerkt?

[Ga naar de resultaten.](#)

Output tool

Output

Bedankt voor het dimensioneren van uw ventilatiesysteem met behulp van deze tool. Hieronder kunt u de resultaten bekijken en downloaden.

■ Ventilatieverslag	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 1: algemene projectinformatie	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 2: gegevens per ruimte	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 3: details ventilatietracé	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 4: meetstaat / bestellijst	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 5: ventilatieprestatieverslag	Openen	Pdf opslaan

Ventilatieverslag: Voorbeeldproject (09.06)

Opgesteld op 11/06/2017 door Jane D'haeze, in opdracht van Dhr. Tetaert.

Na onderling overleg met de verschillende partijen werd geopteerd voor ventilatiesysteem D (mechanische toevoer, mechanische afvoer). Deze werd volledig gedimensioneerd en ontworpen o.b.v. de wettelijke eisen en de behoeften van de klant, dit om een zo hoog mogelijk comfort te garanderen. Deze studie leverde ons onderstaande resultaten op.

Met behulp van eenvoudige balancerings op gebouwniveau bekwamen we een totaal afvoerdebiet van 10.863,69 m³/h en een totaal afvoerdebiet van 7.071,81 m³/h. Deze gegevens stellen u in staat om een specifieke keuze te maken van type ventilator bij een producent naar keuze.

Aan hand van de automatisch berekende debieten en de door u aangevraagde functies van de luchtgroep, konden we een ruwe schatting maken van de nodige oppervlakte van de technische ruimte voor ventilatie. Deze oppervlakte werd geraamd op 35 - 40 m².

Bij dit verslag zijn vijf extra documenten toegevoegd. In bijlage 1 vindt u een fiche terug met de algemene projectinformatie. In de tweede bijlage vindt u uitgebreid alle gegevens terug per ruimte. In de derde bijlage krijgt u een overzicht van het ventilatietracé met de bijhorende leidingdiameters. In bijlage 4 kunt u terecht voor een handige meetstaat/bestellijst met de nodige kanalen en hulpstukken. Als laatste kan u in bijlage 5 een basisdocument terugvinden voor het opstellen van het ventilatieprestatieverslag.

Bijlage 1: algemene projectinformatie

Projectnaam:	Voorbeeldproject
Projectnummer:	09.06
Naam klant:	Dhr. Tetaert
Opsteller ventilatievoorontwerp:	Jane D'haeze
Datum ventilatievoorontwerp:	11/06/2017
Referentiecode kwaliteitskader:	01ab23cd45ef67gh89ij
Organisator kwaliteitskader:	Howest
Volume gebouw:	10845 m ³
Ventilatiesysteem:	D (mechanische toevoer, mechanische afvoer)
Balanceringsmethode:	Eenvoudige balancering op gebouwniveau --> Automatisch extra debieten verdelen over de toevoer/afvoerruimtes
Totaal toevoerdebiet:	10.863,69 m ³ /h
Totaal afvoerdebiet:	7.071,81 m ³ /h
Drukverlies (PC):	9,93 Pa
Kanaaltipe:	Rechthoekige kanalen
Max. hoogte kanaal:	350 mm
Max. luchtgeluid:	30dB
Standaard type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Standaard type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Functies van de luchtgroep:	Luchttoevoer, luchtafvoer
Warmteterugwinning:	Kruiswarmtewisselaar
Type sturing:	Regeling naargelang de bezetting
Richtlijn afmetingen luchtbehandelingsruimte:	35 - 40 m ² (vloeroppervlak) 3,2 m (hoogte)

Bijlage 2: gegevens per ruimte

2.08 - Toiletten

Type ruimte:	Toilet (aantal wc's gekend)
Oppervlakte:	15,9 m ²
Bijkomende informatie:	8 toiletten
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	200,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	381,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	381,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

2.07 - Koelcel

Type ruimte:	Overige ruimten met een (risico op) speciale verontreiniging
Oppervlakte:	19,5 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	429,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	429,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Spleetroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	2
Debiet per luchtmond voor pulsie:	214,50 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	429,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	816,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	3
Debiet per luchtmond voor extractie:	272,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

2.06 - Cafeteria

Type ruimte:	Horeca: Cafeteria, kantine
Oppervlakte:	230 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	3.373,33 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	3.373,33 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	7
Debiet per luchtmond voor pulsie:	481,91 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

2.05 - Keuken

Type ruimte:	Horeca: Keuken, kitchenette
Oppervlakte:	20,3 m ²
Bijkomende informatie:	Werkplaats
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	146,16 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	146,16 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	146,16 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	146,16 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	278,16 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	278,16 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

2.04 - Gang horeca

Type ruimte:	Gang
Oppervlakte:	4,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

2.03 - Eetzaal

Type ruimte:	Horeca: Restaurant, snelbuffet
Oppervlakte:	77,3 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	1.133,73 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	1.133,73 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	5
Debiet per luchtmond voor pulsie:	226,75 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

2.02 - Relaxruimte

Type ruimte:	Overige_ruimten: Overige ruimten
Oppervlakte:	18,3 m ²
Bijkomende informatie:	Rokersruimte
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	52,46 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	52,46 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	52,46 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

2.01 - Slaapruimte

Type ruimte:	Hotels_motels_vakantiecentra: Slaapzaal
Oppervlakte:	70,5 m ²
Bijkomende informatie:	24 gebruikers
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	528,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	528,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Vloerroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	2
Debiet per luchtmond voor pulsie:	264,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.14 - Wc 2

Type ruimte:	Toilet (aantal wc's niet gekend)
Oppervlakte:	18,8 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	282,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	537,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	2
Debiet per luchtmond voor extractie:	268,50 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.13 - Berging kantoor

Type ruimte:	Overige
Oppervlakte:	12,5 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	16,25 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	31,25 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	31,25 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.12 - Kantoor B

Type ruimte:	Kantoorgebouwen: Kantoor
Oppervlakte:	93,2 m ²
Bijkomende informatie:	8 gebruikers
	Werkplaats
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	576,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	576,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	3
Debiet per luchtmond voor pulsie:	192,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.11 - Spreekruimte

Type ruimte:	Onderwijsinstellingen: Auditorium
Oppervlakte:	53,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	589,60 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	589,60 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	2
Debiet per luchtmond voor pulsie:	294,80 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.10 - Persruimte

Type ruimte:	Onderwijsinstellingen: Auditorium
Oppervlakte:	35,9 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	394,90 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	394,90 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	394,90 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.09 - Gang C

Type ruimte:	Gang
Oppervlakte:	13,7 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.08 - Gang B

Type ruimte:	Gang
Oppervlakte:	36 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.07 - Sauna

Type ruimte:	Sport_en_ontspanning: Zwembad, sauna, wellness
Oppervlakte:	34,3 m ²
Bijkomende informatie:	IDA 2 gewenst
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	617,40 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	617,40 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	2
Debiet per luchtmond voor pulsie:	308,70 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	617,40 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	1.174,40 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	3
Debiet per luchtmond voor extractie:	391,47 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.06 - Douche

Type ruimte:	Douches of badkamer
Oppervlakte:	15,4 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	77,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	147,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	147,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.05 - Kleedkamer

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	42,4 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	55,12 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	105,12 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	105,12 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.04 - Douche A

Type ruimte:	Douches of badkamer
Oppervlakte:	17,4 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	87,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	166,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	166,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.03 - Gang A

Type ruimte:	Gang
Oppervlakte:	41,2 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.02 - Wc 1

Type ruimte:	Toilet (aantal wc's gekend)
Oppervlakte:	6,3 m ²
Bijkomende informatie:	2 toiletten
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	50,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	96,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	96,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

1.01 - Kantoor 2A

Type ruimte:	Kantoorgebouwen: Kantoor
Oppervlakte:	43,7 m ²
Bijkomende informatie:	8 gebruikers
	Werkplaats
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	576,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	576,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	3
Debiet per luchtmond voor pulsie:	192,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.26 - Kleedkamer U12

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	32 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	41,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.25 - Kleedkamer REF A

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	12 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	15,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	30,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	30,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.24 - Kleedkamer U13

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	32 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	41,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemondd:	

0.23 - Kleedkamer U14

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	32 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	41,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.22 - Kleedkamer REF B

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	12 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	15,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	30,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	30,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.21 - Kleedkamer U15

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	32 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	41,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.20 - Kleedkamer U16

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	32 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	41,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.19 - Kleedkamer REF C

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	12 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	15,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	30,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	30,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.18 - Kleedkamer U17

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	32 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	41,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	79,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.17 - Kleedkamer REF D

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	12,2 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	15,86 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	30,86 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	30,86 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.16 - Technische berging

Type ruimte:	Stookplaatsen
Oppervlakte:	9,3 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	204,60 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	204,60 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	204,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	204,60 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	389,60 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	389,60 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.15 - Kleedkamer U19

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	39,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	51,48 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	98,48 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	98,48 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.14 - Kleedkamer B-kern

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	39,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	51,48 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	98,48 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	98,48 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.13 - Kantoor 1B

Type ruimte:	Kantoorgebouwen: Kantoor
Oppervlakte:	28,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	41,95 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	41,95 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	41,95 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.12 - Kantoor 1A

Type ruimte:	Kantoorgebouwen: Kantoor
Oppervlakte:	28,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	41,95 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	41,95 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	41,95 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.11 - Gang kleedkamers

Type ruimte:	Gang
Oppervlakte:	52 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.10 - Lift

Type ruimte:	Liftkokers en liftkooien
Oppervlakte:	18,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	409,20 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	409,20 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	409,20 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	409,20 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	778,20 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	2
Debiet per luchtmond voor extractie:	389,10 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.09 - Inkom

Type ruimte:	Kantoorgebouwen: Hoofdingang
Oppervlakte:	80 m ²
Bijkomende informatie:	Rokersruimte
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	344,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	344,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	2
Debiet per luchtmond voor pulsie:	172,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.08 - Onthaal

Type ruimte:	Kantoorgebouwen: Receptie
Oppervlakte:	20,7 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	130,11 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	130,11 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	130,12 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.07 - Gang sportruimte

Type ruimte:	Gang
Oppervlakte:	30,6 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.06 - Wasplaats

Type ruimte:	Overige
Oppervlakte:	30,7 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	39,91 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	75,91 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	75,91 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.05 - Lokaal voetbal

Type ruimte:	Kleedkamer
Oppervlakte:	22,5 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor pulsie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor pulsie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	29,25 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	56,25 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	56,25 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.04 - Zwembad

Type ruimte:	Sport_en_ontspanning: Zwembad, sauna, wellness
Oppervlakte:	21,5 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	236,50 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	236,50 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	236,50 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	236,50 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	450,50 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	2
Debiet per luchtmond voor extractie:	225,25 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.03 - Lokaal dokter

Type ruimte:	Gezondheidszorg: Behandeling-, onderzoek- en operatiekamers
Oppervlakte:	20 m ²
Bijkomende informatie:	IDA 1 gewenst
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	216,00 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	216,00 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	216,00 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	216,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	411,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	2
Debiet per luchtmond voor extractie:	205,50 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.02 - Lokaal kiné

Type ruimte:	Gezondheidszorg: Kinesithérapie- en fysiotherapiezaal
Oppervlakte:	45,5 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	200,20 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	200,20 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Plafondroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	1
Debiet per luchtmond voor pulsie:	200,20 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	200,20 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	381,20 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	Wandroosters
Aantal luchtmonden voor extractie:	1
Debiet per luchtmond voor extractie:	381,20 m ³ /h
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

0.01 - Fitness

Type ruimte:	Sport_en_ontspanning: Aerobicruimte, fitnessruimte, bowling
Oppervlakte:	283 m ²
Bijkomende informatie:	/
	/
	/
	/
Min. vereiste toevoerdebiet:	622,60 m ³ /h
Werkelijk te halen toevoerdebiet:	622,60 m ³ /h
In situ gemeten toevoerdebiet:	
Type luchtmonden voor pulsie:	Wervelroosters
Aantal luchtmonden voor pulsie:	3
Debiet per luchtmond voor pulsie:	207,54 m ³ /h
In situ gemeten debiet/pulsiemond:	
Min. vereiste afvoerdebiet	0,00 m ³ /h
Werkelijk te halen afvoerdebiet:	0,00 m ³ /h
In situ gemeten afvoerdebiet:	
Type luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Aantal luchtmonden voor extractie:	N.V.T.
Debiet per luchtmond voor extractie:	N.V.T.
In situ gemeten debiet/extractiemond:	

Bijlage 3: Details ventilatietracé

Afkortingen code

T: Toevoerkanaal
 A: Afvoerkanaal
 M: Luchtmond/rooster
 K: Koppelstuk
 AL: Aansluitleiding
 V: Verzamelleiding

--> T_AL_"ruimte-nr": Aansluitleiding voor toevoer in ruimte nummer X.

--> A_K_x: Koppelstuk nummer X in het afvoertracé.

Tracé toevoer

Code kanaal	Startpunt	Eindpunt	Lengte (m)	Afmetingen bxxh (mm)
T_AL_0.10	T_0.10_M1	T_K_11	6,25	200:200
T_AL_2.05	T_2.05_M1	T_K_17	1,9	200:200
T_AL_1.07	T_1.07_M1 - M2	T_K_11	3	200:200
T_AL_2.07	T_2.07_M1 - M2	T_K_19	3,75	200:200
T_AL_2.06	T_2.06_M1 - M7	T_K_18	33,5	200:200
T_AL_2.03	T_2.03_M1 - M5	T_K_15	14	200:200
T_AL_2.02	T_2.02_M1	T_K_15	5	200:200
T_AL_2.01	T_2.01_M1 - M2	T_K_16	8,25	200:200
T_AL_1.12	T_1.12_M1 - M3	T_K_13	17,5	200:200
T_AL_1.11	T_1.11_M1 - M2	T_K_10	12,25	200:200
T_AL_1.10	T_1.10_M1	T_K_10	0,2	200:200
T_AL_1.01	T_1.01_M1 - M3	T_K_9	14,25	200:200
T_AL_0.16	T_0.16_M1	T_K_8	0,5	200:200
T_AL_0.13	T_0.13_M1	T_K_5	6,9	200:200
T_AL_0.12	T_0.12_M1	T_K_5	0,2	200:200
T_AL_0.09	T_0.09_M1 - M2	T_K_7	6,75	200:200
T_AL_0.08	T_0.08_M1	T_K_4	1	200:200
T_AL_0.04	T_0.04_M1	T_K_1	3,2	200:200
T_AL_0.03	T_0.03_M1	T_K_3	6,5	200:200
T_AL_0.02	T_0.02_M1	T_K_2	2	200:200
T_AL_0.01	T_0.01_M1 - M3	T_K_1	15	200:200
T_V_1	T_K_1	T_K_2	1	250:350
T_V_2	T_K_2	T_K_3	7,2	300:350
T_V_3	T_K_3	T_K_4	6	350:350
T_V_4	T_K_4	T_K_6	4,5	400:350
T_V_5	T_K_5	T_K_6	10,5	100:350
T_V_6	T_K_6	T_K_7	2,5	350:350
T_V_7	T_K_7	T_K_8	6	450:350
T_V_8	T_K_8	T_K_14	3,75	500:350
T_V_9	T_K_9	T_K_12	4,25	450:350
T_V_10	T_K_10	T_K_9	3	300:350

T_V_ 11	T_K_11	T_K_12	6,5	300:350
T_V_ 12	T_K_12	T_K_13	5,5	700:350
T_V_ 13	T_K_13	T_K_14	0,2	800:350
T_V_ 14	T_K_14	T_K_20	3,75	1400:350
T_V_ 15	T_K_15	T_K_16	1,25	350:350
T_V_ 16	T_K_16	T_K_17	9	500:350
T_V_ 17	T_K_17	T_K_18	2,75	500:350
T_V_ 18	T_K_18	T_K_19	6,5	1200:350
T_V_ 19	T_K_19	T_K_20	0,2	1300:350
T_V_ 20	T_K_20	Luchtgroep	4,75	1500:600

Tracé toevoer

Code kanaal	Startpunt	Eindpunt	Lengte (m)	Afmetingen b x h (mm)
A_AL_ 1.06	A_1.06_M1	A_K_18	0,2	200:200
A_AL_ 0.10	A_0.10_M1 - M2	A_K_25	12	200:200
A_AL_ 2.05	A_2.05_M1	A_K_25	0,2	200:200
A_AL_ 2.08	A_2.08_M1	A_K_26	2,5	200:200
A_AL_ 1.07	A_1.07_M1 - M3	A_K_21	8,25	200:200
A_AL_ 2.07	A_2.07_M1 - M3	A_K_27	6,5	200:200
A_AL_ 1.14	A_1.14_M1 - M2	A_K_22	3,5	200:200
A_AL_ 1.13	A_1.13_M1	A_K_23	4	200:200
A_AL_ 1.05	A_1.05_M1	A_K_19	0,2	200:200
A_AL_ 1.04	A_1.04_M1	A_K_18	5	200:200
A_AL_ 1.02	A_1.02_M1	A_K_20	3	200:200
A_AL_ 0.26	A_0.26_M1	A_K_1	8,75	200:200
A_AL_ 0.25	A_0.25_M1	A_K_2	3,5	200:200
A_AL_ 0.24	A_0.24_M1	A_K_3	0,75	200:200
A_AL_ 0.23	A_0.23_M1	A_K_3	0,2	200:200
A_AL_ 0.22	A_0.22_M1	A_K_5	3,5	200:200
A_AL_ 0.21	A_0.21_M1	A_K_7	0,75	200:200
A_AL_ 0.20	A_0.20_M1	A_K_7	0,2	200:200
A_AL_ 0.19	A_0.19_M1	A_K_9	3,5	200:200
A_AL_ 0.18	A_0.18_M1	A_K_15	0,2	200:200
A_AL_ 0.17	A_0.17_M1	A_K_17	3,25	200:200
A_AL_ 0.16	A_0.16_M1	A_K_16	1,25	200:200
A_AL_ 0.15	A_0.15_M1	A_K_1	2,75	200:200
A_AL_ 0.14	A_0.14_M1	A_K_6	2,75	200:200
A_AL_ 0.06	A_0.06_M1	A_K_12	2,5	200:200
A_AL_ 0.05	A_0.05_M1	A_K_13	5	200:200
A_AL_ 0.04	A_0.04_M1 - M2	A_K_10	8,5	200:200
A_AL_ 0.03	A_0.03_M1 - M2	A_K_11	7,25	200:200
A_AL_ 0.02	A_0.02_M1	A_K_10	7,25	200:200
A_V_ 1	A_K_1	A_K_2	0,5	100:350
A_V_ 2	A_K_2	A_K_4	5,25	100:350
A_V_ 3	A_K_3	A_K_4	6	100:350
A_V_ 4	A_K_4	A_K_5	4,4	100:350
A_V_ 5	A_K_5	A_K_6	0,5	150:350

A_V_ 6	A_K_ 6	A_K_ 8	5,25	150:350
A_V_ 7	A_K_ 7	A_K_ 8	6	100:350
A_V_ 8	A_K_ 8	A_K_ 9	5,25	200:350
A_V_ 9	A_K_ 9	A_K_ 14	3,5	200:350
A_V_ 10	A_K_ 10	A_K_ 11	4,5	250:350
A_V_ 11	A_K_ 11	A_K_ 12	1,75	350:350
A_V_ 12	A_K_ 12	A_K_ 13	4	350:350
A_V_ 13	A_K_ 13	A_K_ 14	12	400:350
A_V_ 14	A_K_ 14	A_K_ 15	6	600:350
A_V_ 15	A_K_ 15	A_K_ 16	3,5	600:350
A_V_ 16	A_K_ 16	A_K_ 17	1,25	600:350
A_V_ 17	A_K_ 17	A_K_ 24	4,5	600:350
A_V_ 18	A_K_ 18	A_K_ 19	3	100:350
A_V_ 19	A_K_ 19	A_K_ 20	9,5	150:350
A_V_ 20	A_K_ 20	A_K_ 21	5,25	150:350
A_V_ 21	A_K_ 21	A_K_ 22	9	450:350
A_V_ 22	A_K_ 22	A_K_ 23	3	600:350
A_V_ 23	A_K_ 23	A_K_ 24	0,2	600:350
A_V_ 24	A_K_ 24	A_K_ 28	3,75	1100:350
A_V_ 25	A_K_ 25	A_K_ 26	4	300:350
A_V_ 26	A_K_ 26	A_K_ 27	0,75	350:350
A_V_ 27	A_K_ 27	A_K_ 28	1,75	600:350
A_V_ 28	A_K_ 28	Luchtgroep	4,75	1500:400

Bijlage 5: prestatieverslag

Tracé toevoer

Ruimte	Monden	Ontwerpdebiet (m ³ /h)	Balansdebiet (m ³ /h)	In situ meting (m ³ /h)	Ok?
Lift	T_0.10_M1	409,20	409,20		
Keuken	T_2.05_M1	146,16	146,16		
Sauna	T_1.07_M1	308,70	308,70		
	T_1.07_M2	308,70	308,70		
Koelcel	T_2.07_M1	214,50	214,50		
	T_2.07_M2	214,50	214,50		
Cafetaria	T_2.06_M1	481,90	481,90		
	T_2.06_M2	481,90	481,90		
	T_2.06_M3	481,90	481,90		
	T_2.06_M4	481,90	481,90		
	T_2.06_M5	481,90	481,90		
	T_2.06_M6	481,90	481,90		
	T_2.06_M7	481,90	481,90		
Eetzaal	T_2.03_M1	226,75	226,75		
	T_2.03_M2	226,75	226,75		
	T_2.03_M3	226,75	226,75		
	T_2.03_M4	226,75	226,75		
	T_2.03_M5	226,75	226,75		
Relaxruimte	T_2.02_M1	52,46	52,46		
Slaapruimte	T_2.01_M1	264,00	264,00		
	T_2.01_M2	264,00	264,00		
Kantoor B	T_1.12_M1	192,00	192,00		
	T_1.12_M2	192,00	192,00		
	T_1.12_M3	192,00	192,00		
Spreekruimte	T_1.11_M1	294,80	294,80		
	T_1.11_M2	294,80	294,80		
Persruimte	T_1.10_M1	394,90	394,90		
Kantoor 2A	T_1.01_M1	192,00	192,00		
	T_1.01_M2	192,00	192,00		
	T_1.01_M3	192,00	192,00		
Technische berging	T_0.16_M1	204,60	204,60		
Kantoor 1B	T_0.13_M1	41,95	41,95		
Kantoor 1A	T_0.12_M1	41,95	41,95		
Inkom	T_0.09_M1	172,00	172,00		
	T_0.09_M2	172,00	172,00		
Onthaal	T_0.08_M1	130,11	130,11		
Zwembad	T_0.04_M1	236,50	236,50		
Lokaal dokter	T_0.03_M1	216,00	216,00		
Lokaal kiné	T_0.02_M1	200,20	200,20		
Fitness	T_0.01_M1	207,53	207,53		
	T_0.01_M2	207,53	207,53		
	T_0.01_M3	207,53	207,53		

Tracé afvoer

Ruimte	Monden	Ontwerpdebiet (m ³ /h)	Balansdebiet (m ³ /h)	In situ meting (m ³ /h)	Ok?
Douche	A_1.06_M1	77,00	147,00		
Lift	A_0.10_M1	204,60	389,10		
	A_0.10_M2	204,60	389,10		
Keuken	A_2.05_M1	146,16	278,16		
Toiletten	A_2.08_M1	200,00	381,00		
Sauna	A_1.07_M1	205,80	391,47		
	A_1.07_M2	205,80	391,47		
	A_1.07_M3	205,80	391,47		
Koelcel	A_2.07_M1	143,00	272,00		
	A_2.07_M2	143,00	272,00		
	A_2.07_M3	143,00	272,00		
Wc 2	A_1.14_M1	141,00	268,50		
	A_1.14_M2	141,00	268,50		
Berging kantoor	A_1.13_M1	16,25	31,25		
Kleedkamer	A_1.05_M1	55,12	105,12		
Douche A	A_1.04_M1	87,00	166,00		
Wc 1	A_1.02_M1	50,00	96,00		
Kleedkamer U12	A_0.26_M1	41,60	79,60		
Kleedkamer REF A	A_0.25_M1	15,60	30,60		
Kleedkamer U13	A_0.24_M1	41,60	79,60		
Kleedkamer U14	A_0.23_M1	41,60	79,60		
Kleedkamer REF B	A_0.22_M1	15,60	30,60		
Kleedkamer U15	A_0.21_M1	41,60	79,60		
Kleedkamer U16	A_0.20_M1	41,60	79,60		
Kleedkamer REF C	A_0.19_M1	15,60	30,60		
Kleedkamer U17	A_0.18_M1	41,60	79,60		
Kleedkamer REF D	A_0.17_M1	15,86	30,86		
Technische berging	A_0.16_M1	204,60	389,60		
Kleedkamer U19	A_0.15_M1	51,48	98,48		
Kleedkamer B-kern	A_0.14_M1	51,48	98,48		
Wasplaats	A_0.06_M1	39,91	75,91		
Lokaal voetbal	A_0.05_M1	29,25	56,25		
Zwembad	A_0.04_M1	118,25	225,25		
	A_0.04_M2	118,25	225,25		
Lokaal dokter	A_0.03_M1	108,00	205,50		
	A_0.03_M2	108,00	205,50		
Lokaal kiné	A_0.02_M1	200,20	381,20		

Handleiding gebruiker

Handleiding

Dimensioneringstool ventilatie in niet-residentiële gebouwen

ALGEMENE PROJECTINFORMATIE

Het werkblad 'algemene projectinformatie' wordt gebruikt om de basisgegevens van het project in te vullen.

Algemene projectinformatie	
Projectnaam:	<input type="text"/>
Projectnummer:	<input type="text"/>
Naam klant:	<input type="text"/>
Opsteller ventilatievoorontwerp:	<input type="text"/>
Datum opstellen ventilatievoorontwerp:	16/05/2017
Referentiecode kwaliteitskader:	<input type="text"/>
Organisator kwaliteitskader:	<input type="text"/>
Volume gebouw (m ³):	<input type="text"/>
Ventilatiesysteem:	<input type="text"/>
Balanceringsmethode:	<input type="radio"/> Eenvoudige balanceringsmethode op gebouwniveau <input type="radio"/> Uitgebreide balanceringsmethode op ruimteniveau

Werkwijze:

- Open het startbestand, aanvaard hierbij onmiddellijk het activeren van macro's.
- Voer de gevraagde gegevens in in de grijze vakjes van het rekenblad.
- Bereken het gebouwvolume op basis van de buitenafmeting van het gebouw (in m³) en noteer deze in de bijhorende cel.
- Selecteer de invoercel bij de opgave 'ventilatiesysteem' en kies vervolgens uit de drop-downlijst het toegepaste ventilatiesysteem.
- Bepaal de balanceringsmethode door de gekozen methode aan te duiden.
- Klik op 'Volgende' wanneer alles ingevuld is. Een venster staat u toe een map te kiezen waarin het nieuwe bestand wordt opgeslagen. Vervolgens wordt u naar de volgende stap geleid.



BEREKENING ONTWERPDEBIETEN

In de tweede stap worden de ontwerpdebieten automatisch berekend door het ingeven van de eigenschappen van de ruimtes.

Berekening ontwerpdebieten										
Naam ruimte	Ruimtenummer	Menselijk bezetting, niet-menselijk bezetting of speciale ruimte	Type gebouwdeel	Type ruimte	Oppervlakte (m ²)	Optioneel				
						# gebruikers is gekend	Hogere luchtkwaliteit gewenst	Werkplaats	Roken is toegestaan	# toiletten is gekend
Toiletten	2.08	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Toilet (aantal wc's gekend)	15.9					8
Koelcel	2.07	Speciale ruimte		Overige ruimten met een (risico op) speciale verontreiniging	19.5					
Cafeteria	2.05	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Cafeteria, kantine	230.0					
Keuken	2.05	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Keukens, kishenette	20.3			X		
Gang horeca	2.04	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	4.6					
Eetzaal	2.03	Ruimte voor menselijke bezetting	Horeca	Restaurant, snelbuffet	77.3					
Reizenruimte	2.02	Ruimte voor menselijke bezetting	Overige ruimten	Overige ruimten	18.3				X	
Slaapruimte	2.01	Ruimte voor menselijke bezetting	Hotels, motels, vakantiewoningen	Slaapzaal	70.5	24				
Wc 2	1.14	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Toilet (aantal wc's niet gekend)	18.8					
Berging kantoor	1.13	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Overige	12.5					
Kantoor B	1.12	Ruimte voor menselijke bezetting	Kantoorgebouwen	Kantoor	93.2	8		X		
Spreekruimte	1.11	Ruimte voor menselijke bezetting	Onderwijsinstellingen	Auditorium	53.6					
Parusruimte	1.10	Ruimte voor menselijke bezetting	Onderwijsinstellingen	Auditorium	35.9					
Gang C	1.09	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	13.7					
Gang B	1.08	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Gang	36.0					
Sauna	1.07	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_en_ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	34.4			IDA 2		
Douche	1.06	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Douches of badkamer	15.4					
Lokaal voetbal	0.05	Ruimte niet voor menselijke bezetting		Kleedkamer	22.5					
Zwembad	0.04	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_en_ontspanning	Zwembad, sauna, wellness	21.5					
Lokaal dokter	0.03	Ruimte voor menselijke bezetting	Gezondheidszorg	Behandeling-, onderzoek- en operatiekamers	20.0			IDA 1		
Lokaal kiné	0.02	Ruimte voor menselijke bezetting	Gezondheidszorg	Kinesitherapie- en fysiotherapiezaal	45.5					
Fitness	0.01	Ruimte voor menselijke bezetting	Sport_en_ontspanning	Aerobicruimten, fitnessruimte, bowling	283.0					

Werkwijze:

- Neem de grondplannen van elke verdieping bij de hand en overloop één voor één de ruimtes, met behulp van de onderstaande methode, voor het invoeren van de ruimtes en hun eigenschappen.
 - Vul in de eerste kolom de naam van de ruimte in, deze moet uniek en herkenbaar zijn.
 - Vul in de tweede kolom een uniek lokaalnummer in, overeenkomstig de plannen.
 - Selecteer in de derde kolom uit de drop-downlijst de categorie waartoe de ruimte behoort:
 - Ruimte voor menselijke bezetting: ruimtes waarin mensen een langere periode vertoeven.
 - Ruimte niet bestemd voor menselijke bezetting: ruimtes waar mensen slechts een relatief korte tijd gebruik van maken.
 - Speciale ruimte: ruimtes met (een risico op) speciale verontreiniging waarvoor andere (specifieke en/of strengere) eisen qua ventilatie kunnen gelden.
 - Indien het vakje in de vierde kolom licht grijs gekleurd is, bepaalt u aan de hand van een drop-downlijst tot welke type gebouw de betreffende ruimte hoort, zo niet slaat u deze stap over.
 - Leg in de vijfde kolom het soort ruimte vast op basis van de voorgestelde types in de drop-downlijst.
 - Bepaal de vloeroppervlakte van de ruimte en geef deze in de zesde kolom in.
 - De laatste vijf kolommen zijn zoals de naam aangeeft optioneel, wanneer cellen uit dit gebied licht grijs kleuren kan u deze eventueel invullen.
- Klik op de knop linksboven met de '+' om een nieuwe ruimte toe te voegen aan het project en herhaal de voorgaande stappen.
- Klik op de knop 'volgende' wanneer alle ruimtes ingegeven zijn, deze brengt u naar de derde stap.



BALANCERING ONTWERPDEBIETEN

In stap 3 worden de berekende ontwerpdebieten op een door u bepaalde wijze gebalanceerd.

Eenvoudige balanceringsmethode op gebouwniveau

Vaststelling:

Balanceringsmethode:

- Automatisch extra debieten verdelen over de toevoer/afvoerruimtes (aan te raden voor kleine tekorten)
- Automatisch extra debieten bijrekenen bij de grootste ruimtes (aan te raden voor grote tekorten)
- Handmatig extra debieten verdelen over de ruimtes

Conclusie:

[Volgende](#)

Werkwijze:

- Bepaal de strategie om de debieten te balanceren met behulp van de keuzebolletjes.
- Indien u koos voor de handmatige methode, kan u zelf de nodige debieten verdelen in de nieuwe tabel. De richtlijn voor de te behalen hoeveelheden wordt bovenaan weergegeven.
- Klik op de knop 'Volgende' om naar de volgende stap te gaan wanneer de balans in evenwicht is.



DIMENSIONEREN LEIDINGEN

In de vierde stap wordt het leidingentracé vastgelegd en de kanaaldiameters berekend.

Dimensionering leidingen

Kanaaltipe: Ronde spirobuizen Rechthoekige kanalen

Hoogte kanaal (mm):

Max. luchtgeluid:

Standaard type luchtmonden voor toevoer:

Standaard type luchtmonden voor afvoer:

Neem nu uw plannen terug bij de hand en bepaal eerst in welke ruimtes er andere types luchtroosters, dan het standaard gekozen type, komen te zitten. Pas dit nu aan in de kolom "Afwijking type luchtmonden" hieronder. Schets vervolgens het leidingentracé op de plannen, houd hierbij rekening met het aantal luchtmonden per ruimte zoals hieronder vermeld. Vul daarna onderstaande tabellen in.

Aansluitingen toevoer			
Naam ruimte	Afwijking type luchtmonden	# Luchtmonden	Lengte kanaal tot eerste knooppunt (m)

Leidingentracé toevoer				
Verzamelleiding	Leidingdeel 1	Leidingdeel 2	Technische ruimte/schacht	Lengte sectie (m)

Aansluitingen afvoer			
Naam ruimte	Afwijking type luchtmonden	# Luchtmonden	Lengte kanaal tot eerste knooppunt (m)

Leidingentracé afvoer				
Verzamelleiding	Leidingdeel 1	Leidingdeel 2	Technische ruimte/schacht	Lengte sectie (m)

Volgende

Werkwijze:

- Bepaal aan de hand van de keuzebolletjes het type kanalen dat u wilt gebruiken.
- Indien u koos voor rechthoekige kanalen, krijgt u een extra vakje om in te vullen. Hier moet u uit de lijst de maximale hoogte selecteren die u wilt toepassen.
- Bepaal het maximale luchtgeluid dat de ventilatiemonden mogen produceren op basis van mogelijkheden uit de drop-downlijst.
- Selecteer uit de drop-downlijst het standaard type luchtmonden voor toe-en afvoer.
- Bepaal in welke ruimtes er een andere type luchtrooster dan het standaard gekozen type moet komen en pas dit aan in de kolom "Afwijking type luchtmonden".
- Neem nu de plannen bij de hand en schets de ventilatietrajecten, rekening houdend met het aantal luchtmonden per ruimte zoals in de zogenoemde kolommen vermeld staat.
- Vul in de tabellen voor de aansluitleidingen in de laatste kolom de totale lengte aan leidingen in, die u nodig heeft om alle monden in verbinding te brengen met een verzamelleiding.
- Vul vervolgens de tabellen in voor het leidingentracé van de toevoer en afvoer.
 - Overloop nu de schets op de plannen en noteer in de tabel bij elk stukje verzamelleiding wat de samenstelling ervan is. Concreet vult u bij leidingdeel 1 eerst in welk soort kanaal het is. Hierbij kiest u "A" voor aansluitleiding indien het leidingdeel rechtstreeks in een ruimte uitmond, of "V" voor verzamelleiding als het leidingdeel ook reeds een samengesteld kanaal is. Op basis van deze afkorting krijgt u in de bijhorende kolom de mogelijke namen van de leidingen of ruimtes te zien. Hiermee geeft u dus uw samenstelling op.
 - Bijvoorbeeld: U start bij het kanaal dat in de ventilator vertrekt, genaamd "Verzamelleiding 1", dit is samengesteld uit twee andere kanalen. Het eerste is opnieuw een verzamelleiding, dus bij leidingdeel 1, kiest u eerst "V" en vervolgens "Verzamelleiding 2". Het tweede leidingdeel is een aansluitleiding die uitmondt in de vergaderzaal, dus selecteert u "A" en daarna "Vergaderzaal". Vervolgens bepaalt u de samenstelling van "Verzamelleiding 2" etc.
 - In de voorlaatste kolom kan u aanduiden of het betreffende kanaal door een technische ruimte of schacht loopt.
 - Geef in de laatste kolom de lengte van het stuk verzamelleiding op.
- Druk op 'Volgende' om naar de laatste stap te gaan.



DIMENSIONEREN LUCHTGROEP & TECHNISCHE RUIMTE

Deze laatste stap voorziet richtlijnen met betrekking tot de luchtbehandelingsgroep en de technische ruimte voor ventilatie.

Dimensioneren luchtgroep en technische ruimte

Welke functies had u graag toegevoegd aan de luchtgroep?

Verwarmen en/of koelen

Bevochtigen

Wenst u gebruik te maken van warmteterugwinning?

Neen

Ja, ik had graag gebruik gemaakt van het hieronder vermelde systeem:

Met welk type sturing had u graag gewerkt?

Ga naar de resultaten.

Werkwijze:

- Vink eventueel extra functies aan van de luchtgroep.
- Duid aan of u gebruik wilt maken van warmteterugwinning. Indien u dit wenst te integreren kan u in het keuzemenu het gewenste type systeem selecteren.
- Kies uit de drop-downlijst het type sturing die u wilt toepassen.
- Klik op de knop "Ga naar de resultaten." om het dimensioneringsproces af te ronden en de output te bekijken.



DOWNLOADPAGINA OUTPUT

Het huidige tabblad is de startpagina van de output. Van hieruit kunt u alle outputbladen bekijken, eventueel bijsturen en downloaden.

Output

Bedankt voor het dimensioneren van uw ventilatiesysteem met behulp van deze tool. Hieronder kunt u de resultaten bekijken en downloaden.

■ Ventilatieverslag	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 1: algemene projectinformatie	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 2: gegevens per ruimte	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 3: details ventilatietracé	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 4: meetstaat / bestellijst	Openen	Pdf opslaan
■ Bijlage 5: ventilatieprestatieverslag	Openen	Pdf opslaan

Werkwijze:

- Klik op de knop 'Openen' om de desbetreffende output in een nieuw tabblad te openen, zodat u de informatie kan bekijken en eventueel bijsturen.
- Klik op de knop 'Pdf opslaan' om de desbetreffende output te downloaden en het eindresultaat te bekijken. Een venster staat u toe een map te kiezen waarin het bestand wordt opgeslagen.



Het ventilatieverslag

Het ventilatieverslag is een korte samenvatting in tekstvorm van de belangrijkste beslissingen en resultaten. Het is een document hoofdzakelijk gericht naar de klant, met feedback over de ventilatie.



Bijlage 3: Details ventilatietracé

Bijlage 3 is een document waarin alle details terug te vinden zijn over het ventilatietraject. Het kan een hulpmiddel zijn voor de architect voor het opzoeken van diameters en voor de installateur om duidelijkheid te scheppen bij de plaatsing.



Bijlage 1: Algemene projectinfo

Bijlage 1 is een document dat alle gegevens oplist die van toepassing zijn op het gehele project (info uit stap 1, belangrijke beslissingen en resultaten). Dit bestand is geschikt voor elke partij om snel een overzicht te krijgen van het project.



Bijlage 4: Meetstaat/bestellijst

Bijlage 4 zou een meetstaat of bestellijst moeten worden. Het zou een samenvatting moeten zijn van alle nodige materialen, gesorteerd per type. Het is een bundel gericht naar de architect en de producent.



Bijlage 2: Gegevens per ruimte

Bijlage 2 is een bundel waarin de eigenschappen per ruimte besproken worden. Dit document kan gebruikt worden door zowel de installateur van het ventilatiesysteem, als de epb-verslaggever voor het vlot invullen van de software.



Bijlage 5: Prestatieverslag

Bijlage 5 doet dienst als basis voor het ventilatieprestatieverslag. Het is een handig hulpmiddel waarmee de ventilatieverslaggever naar de werf kan gaan om eenvoudig na te gaan of de geplaatste ventilatievoorziening de nodige eisen haalt.