

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE: REGLING VAN GEBOUWEN

LENTE 2023

Specificiteit van tertiaire gebouwen



Pierre GUSTIN
écorce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



- ▶ Zich bewust worden van de bijzonderheden van ventilatie in tertiaire gebouwen
- ▶ Inzicht verwerven in de hygrothermische veranderingen van de lucht
- ▶ Kennismaken met de verschillende onderdelen van een ventilatie-installatie en een luchtbehandelingscentrale (LBC)
- ▶ Zich vertrouwd maken met de specifieke terminologie
- ▶ Zich bewust worden van de energie-uitdagingen



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN

PRESTATIES

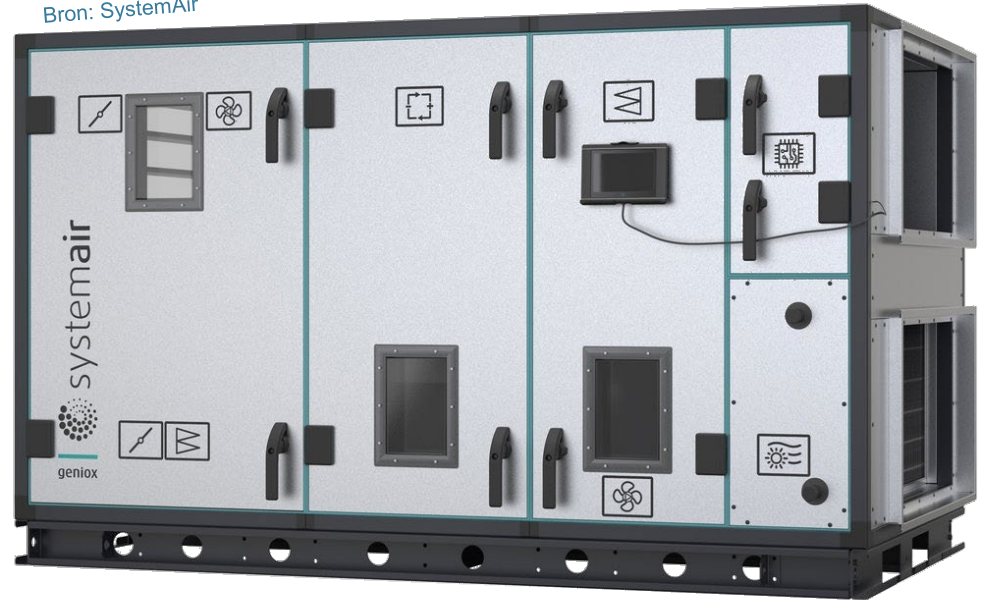




Bron: Zehnder

Residentieel

Bron: SystemAir



→ Tertiair

⇒ Welke verschillen zijn er tussen ventilatie in residentieel en in tertiaire gebouwen?



INLEIDING

FUNCTIES

- ▶ **Hygiënische ventilatie**
- ▶ Luchtbehandeling

ONDERDELEN

PRESTATIES



HYGIËNISCHE VENTILATIE

- ▶ De hygiënische-ventilatie-debiten zijn afhankelijk van
 - de bestemming van de ruimte (kantoren, klaslokalen, archieven, sanitaire ruimten, ...)
 - de bezetting (aantal aanwezige gebruikers)
 - de oppervlakte, met name wanneer de bezetting niet gekend is
 - het type gebouw (weinig of zeer weinig verontreinigend, andere gebouwen)

- ▶ De eisen hebben betrekking op
 - het resultaat (luchtkwaliteit bij aanwezigheid gebruikers)
 - de ingezette middelen (minimumdebiet)



INLEIDING

FUNCTIONIES

- Hygiënische ventilatie
- **Luchtbehandeling**

ONDERDELEN

PRESTATIES



De door de ventilatie aangevoerde lucht kan gebruikt worden als vector

- ▶ om te verwarmen of te koelen
- ▶ om te bevochtigen of ontvochtigen

Aandachtspunten

- ▶ Debieten vaak hoger dan voor hygiënische ventilatie
- ▶ Ruimte-eisen voor luchtbehandelingscentrale en net
- ▶ Afhankelijkheid van hygiënische ventilatie met klimaatbehandeling
- ▶ Selectie van luchtverdeling overeenkomstig gebruik en klimaatbehandeling

⇒ **Voor de haalbaarheid van een verwarming- en/of koelsysteem exclusief op basis van ventilatielucht dient er rekening gehouden met deze elementen**



Psychrometrisch diagram van de vochtige lucht

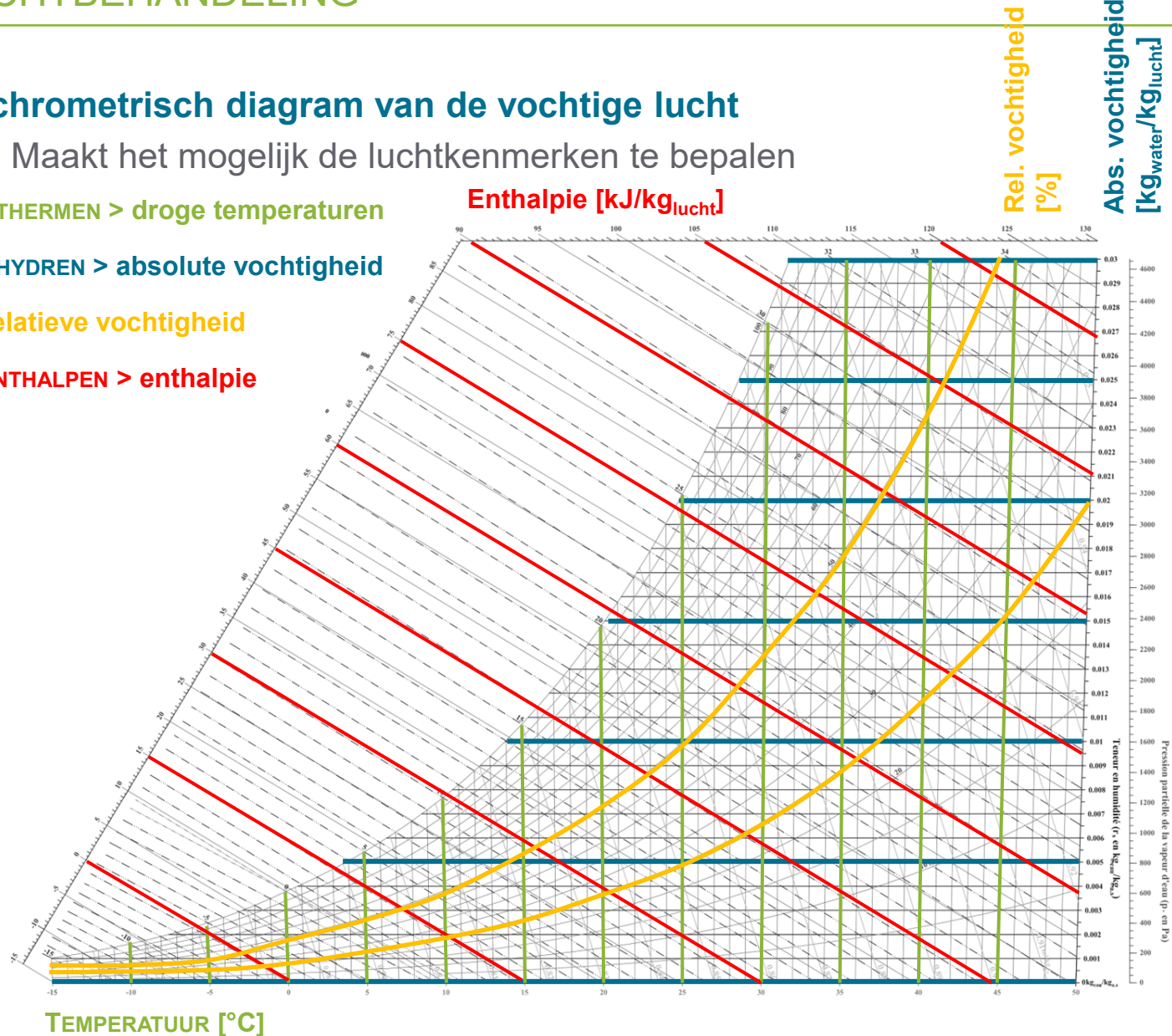
- Maakt het mogelijk de luchtkenmerken te bepalen

ISOTHERMEN > droge temperaturen

ISOHYDREN > absolute vochtigheid

> relatieve vochtigheid

ISENTHALPEN > enthalpie



Bron: AICVF

TEMPERATUUR [$^{\circ}\text{C}$]



Psychrometrisch diagram van de vochtige lucht

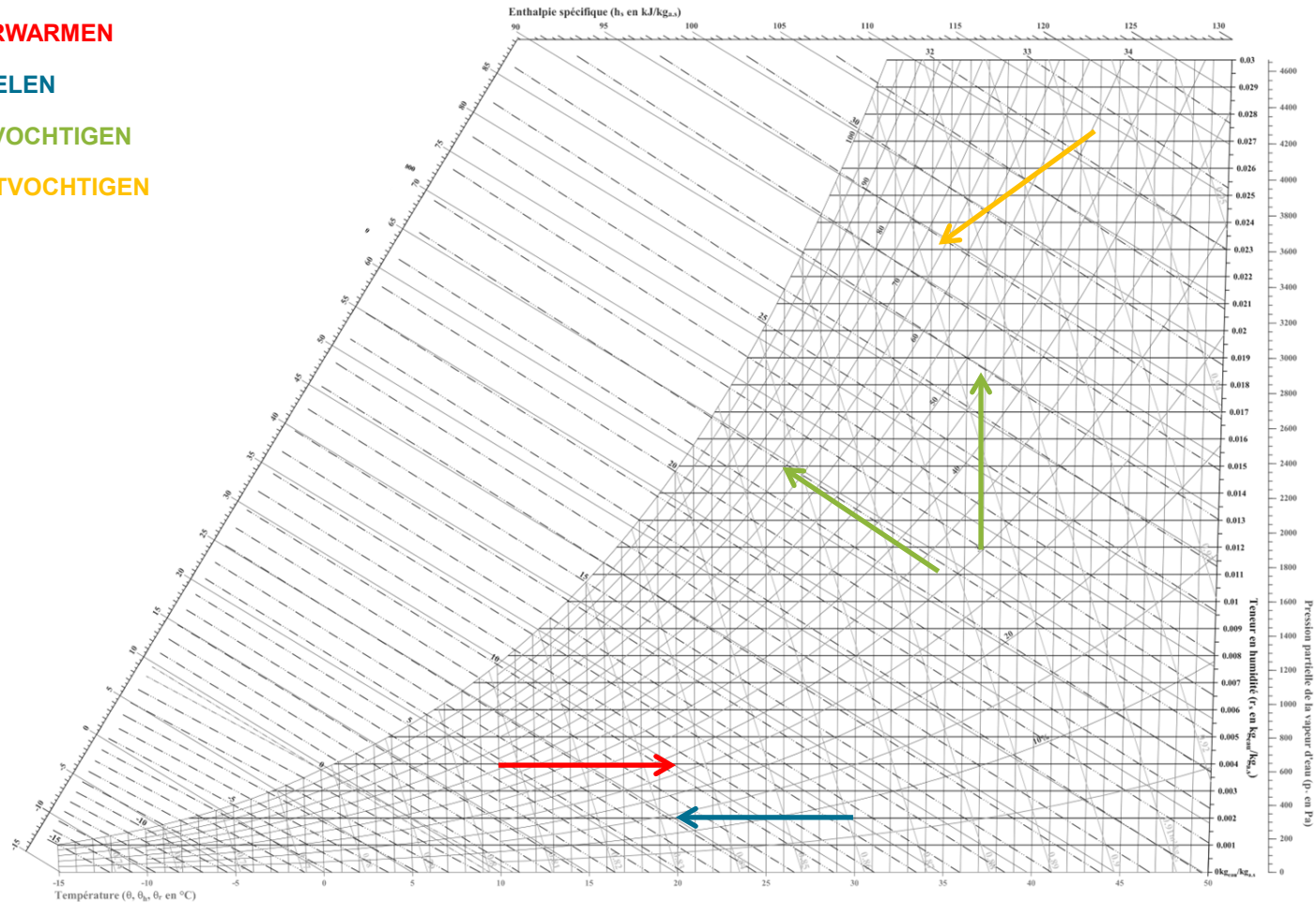
- Maakt het mogelijk de luchtkenmerken te bepalen

VERWARMEN

KOELEN

BEVOCHTIGEN

ONTVOCHTIGEN



Bron: AICVF



Psychrometrisch diagram van de vochtige lucht

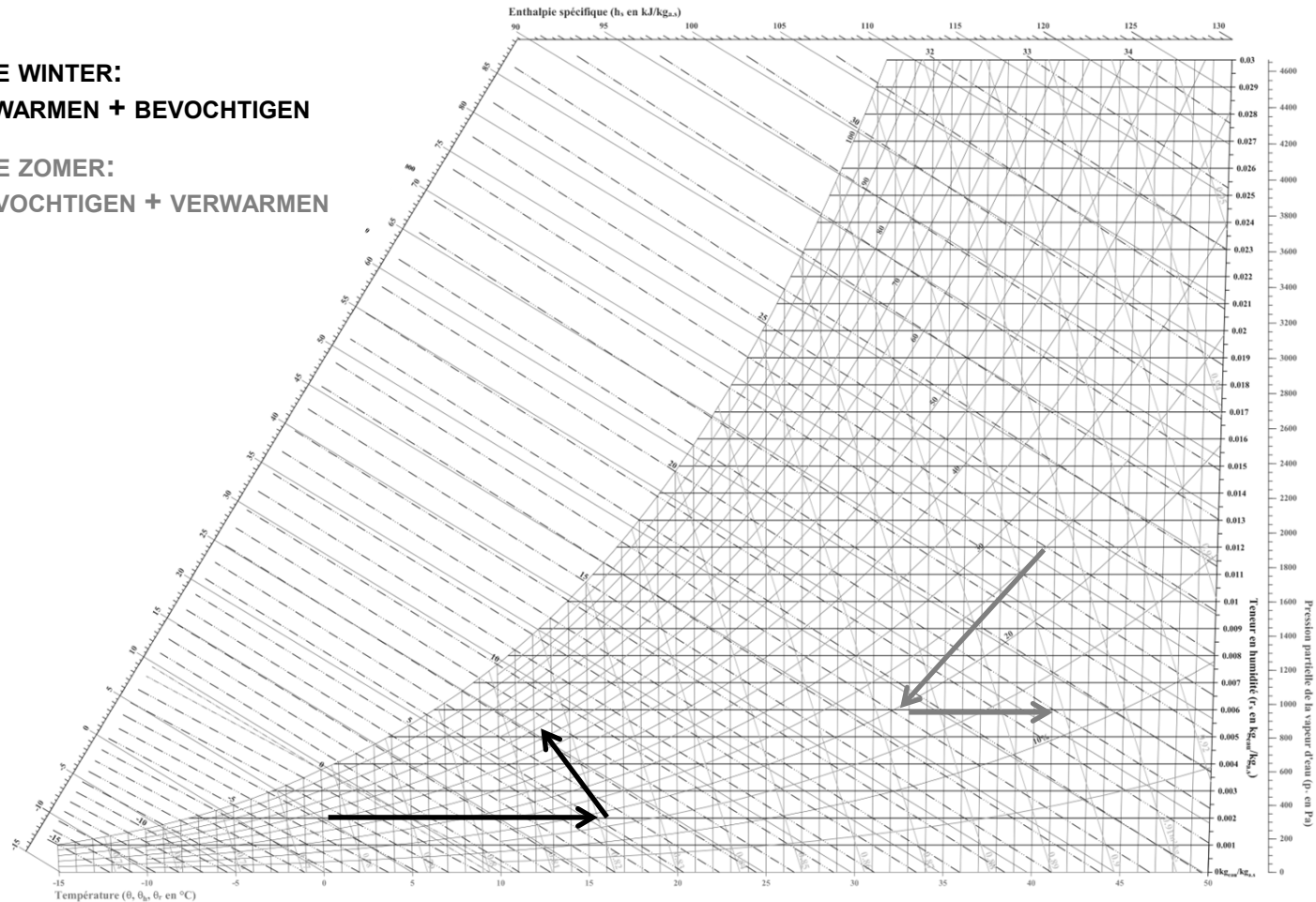
- Maakt het mogelijk de luchtkenmerken te bepalen

IN DE WINTER:

VERWARMEN + BEVOCHTIGEN

IN DE ZOMER:

ONTVOCHTIGEN + VERWARMEN



Bron: AICVF



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- ▶ **Overzicht**

- ▶ Eindeenheden
- ▶ Verdeelnet
- ▶ Luchtbehandelingscentrale
- ▶ Regeling

PRESTATIES



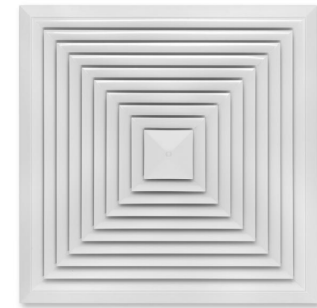
13 OVERZICHT VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE



Bron: SystemAir



Bron: Cairox



Bron: Trox

Luchtbehandelingscentrale

- Luchtbehandeling
- Filtering
- Drukregeling

Verdeelnet

- Luchtdoorstroming
- Brandbeveiliging
- Debietregeling
- Geluidsdempers

Eindeenheden

- Luchtverdeling
- Luchtafvoer



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- Overzicht
- **Eindeenheden**
- Verdeelnet
- Luchtbehandelingscentrale
- Regeling

PRESTATIES



Eisen in verband met omgevingsvoorwaarden (NBN EN 13779)

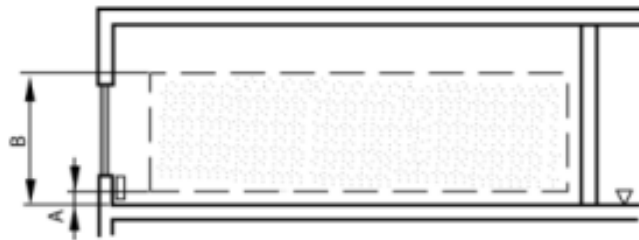
- ▶ Thermische omgeving
 - Luchttemperatuur en operatieve temperatuur
 - Luchtsnelheid en luchtstroomindex
 - Kwaliteit van de binnenlucht
 - Vochtigheid van de binnenlucht:

- ▶ Geluidsklimaat

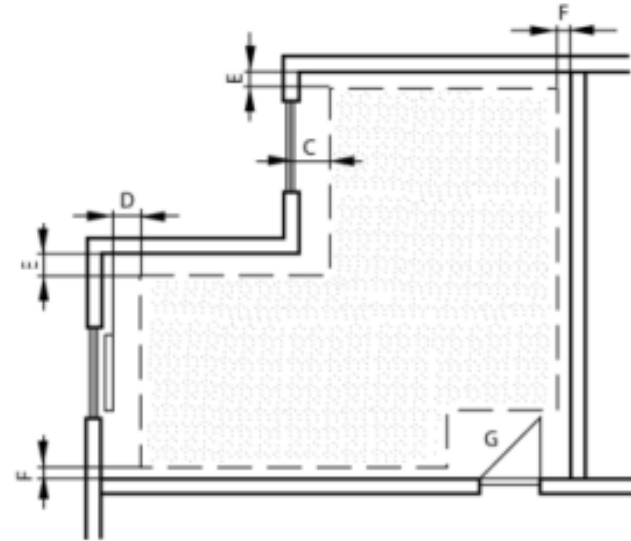
⇒ **In de bezettingszone dient aan de eisen te worden voldaan**



Bezettingszone (NBN EN 13779)



Section verticale



Vue de dessus

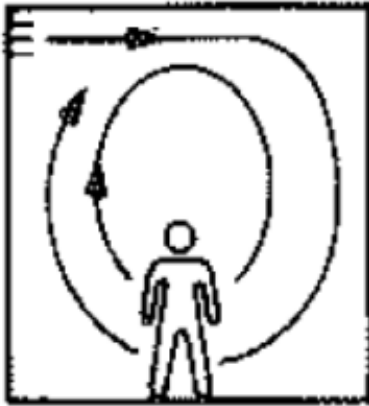
Tableau 11 — Dimensions de la zone d'occupation

Distance par rapport à la surface interne		Plage type (m)	Valeur par défaut (m)
Plancher (limite inférieure)	A	0,00 à 0,20	0,05
Plancher (limite supérieure)	B	1,30 à 2,00	1,80
Fenêtres et portes extérieures	C	0,50 à 1,50	1,00
Applications pour les systèmes de ventilation et de climatisation	D	0,50 à 1,50	1,00
Murs extérieurs	E	0,15 à 0,75	0,50
Murs intérieurs	F	0,15 à 0,75	0,50
Portes, zones de passage etc...	G	Accord spécifique	-

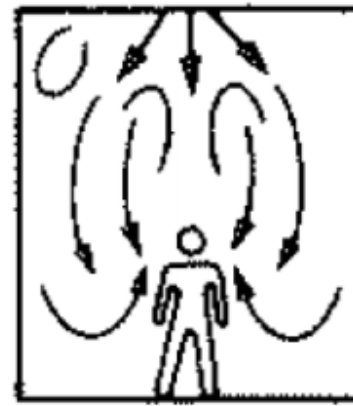
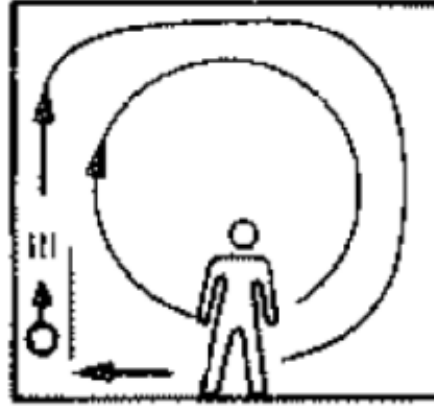


Mengventilatie (inductie)

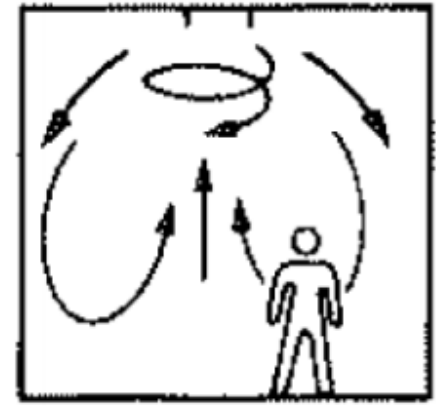
- Menging van primaire lucht met secundaire lucht



Tangentiale inductie (COANDA-effect)



Radiale inductie

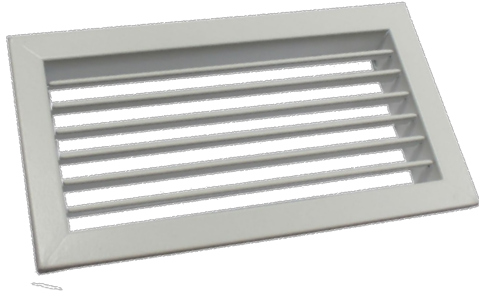


Bron: ATIC

- Hogere turbulentiegraad (luchtsnelheid: 1 tot 8 m/s)
- Hoger temperatuurverschil tussen omgevingslucht en verse lucht
- Vereist minder verse lucht
- Breder assortiment aan materieel
- Lagere kost van diffusors



Mengdiffusors (inductie)

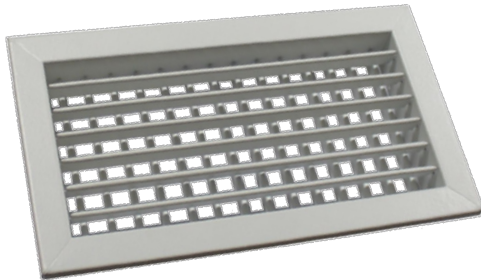


← Wandrooster (enkele afbuiging)

Wervelrooster →



← Wandrooster (dubbele afbuiging)



Mond van het luchtventieltype
→

← Kanaalrooster (dubbele afbuiging)



Bron: Cairox



Mengdiffusors (inductie)



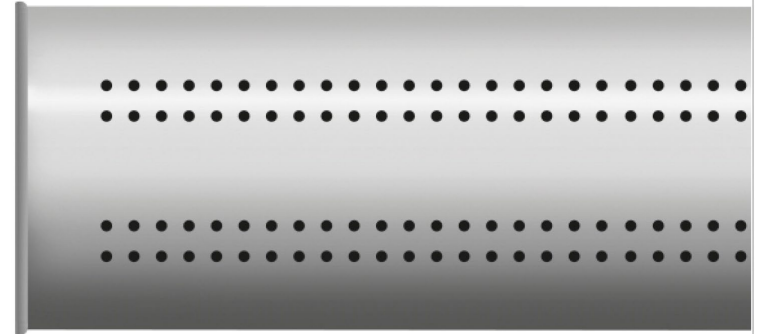
Jetrooster

Bron: Cairox

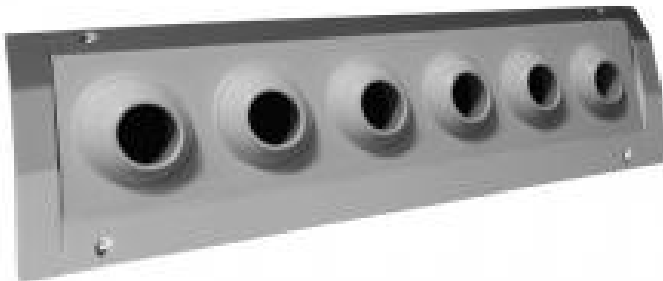


Vloermond

Bron: Trox



**Geperforeerd
inductiekanaal**



Multi-jetrooster

Bron: Cairox



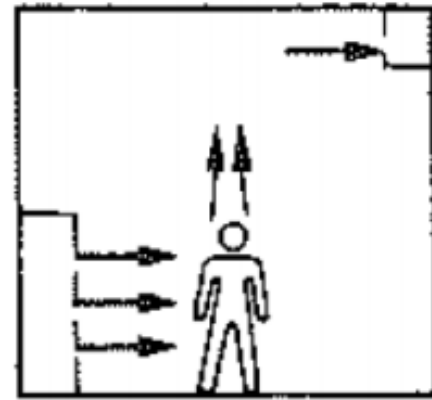
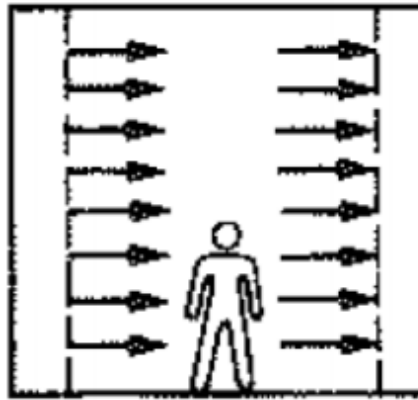
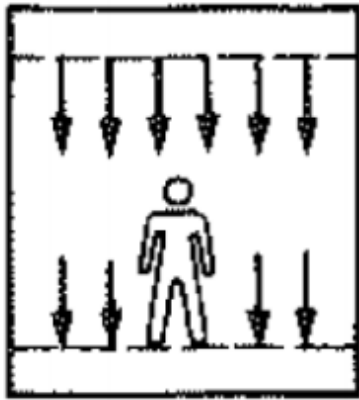
Plafondrooster

Bron: Trox



Verdringingsventilatie

- Vervanging van vervuilde lucht door verse lucht

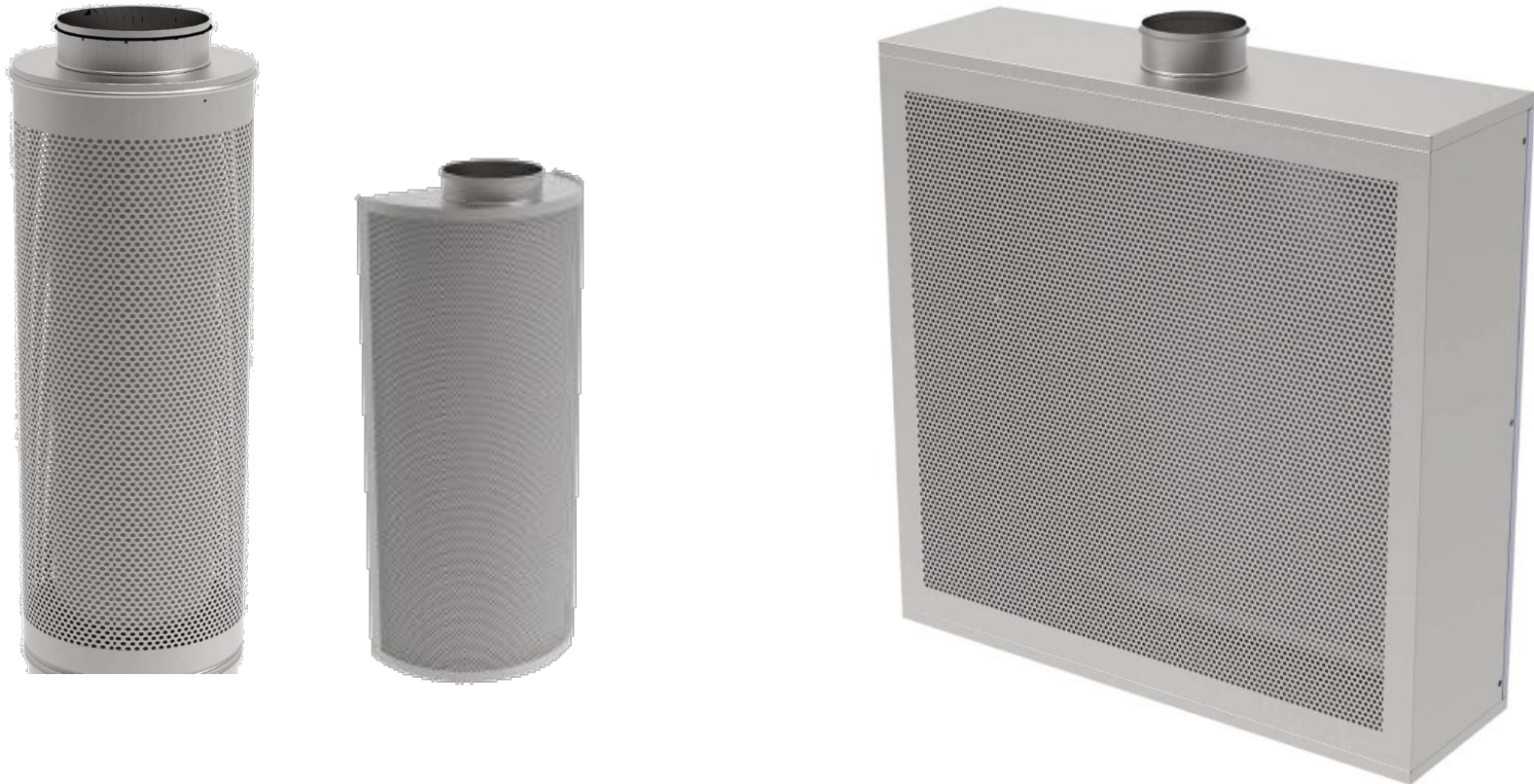


Bron: ATIC

- Lage turbulentie (luchtsnelheid: 0,15 tot 0,2 m/s)
- Laag temperatuurverschil tussen primaire en secundaire lucht
- Vereist het gebruik van grote, vaak duurdere ventilatieroosters
- Lage uitstroomsnelheid van luchtmonden
- Niet geschikt voor verwarmingsmodus



Luchtverdringingsroosters



Bron: Cairox



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- Overzicht
- Eindeenheden
- **Verdeelnet**
- Luchtbehandelingscentrale
- Regeling

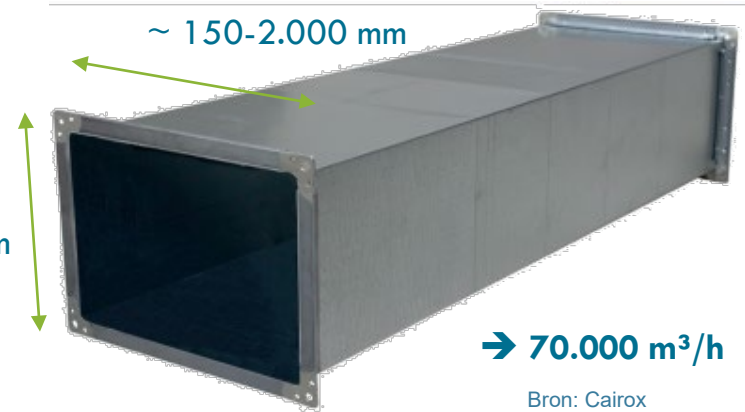
PRESTATIES



Specificiteit van het net in tertiaire gebouwen

- ▶ Criteria voor dimensionering
 - Luchtsnelheid
 - Drukverlies
- ▶ Grotere debieten
 - >> Grotere diameters
 - >> **Hogere ruimte-eisen!**

~ 150-2.000 mm



Bron: Cairox

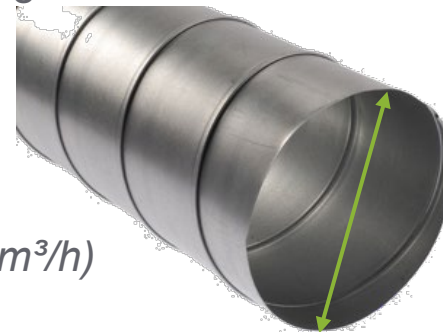
- ▶ Diverse toepassingen
 - >> Uiteenlopende debieten overeenkomstig de ruimten
 - >> **Balancerings is cruciaal!**

Voorbeeld

Wc-ruimte (50 m³/h)

Landschapskantoor voor 15 personen (> 330 m³/h)

Productiewerkplaats (~ 4.000 m³/h)

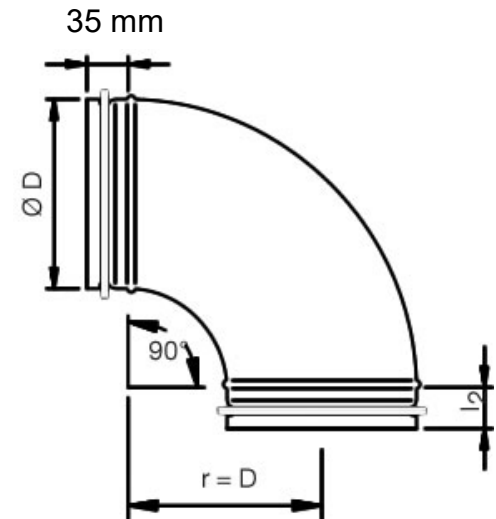
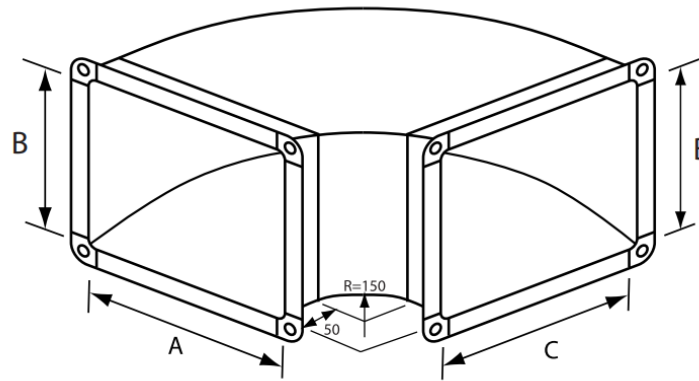
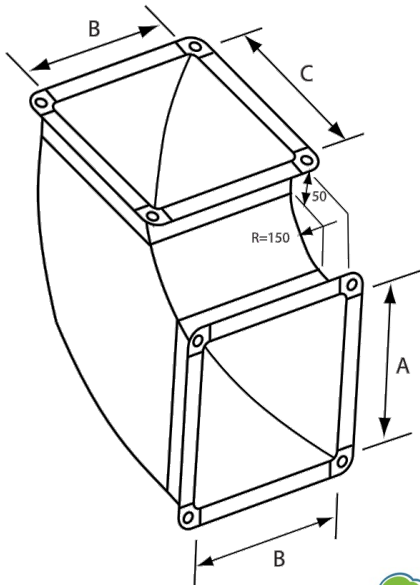


~80-900 mm
→ 11.000 m³/h

Bron: Cairox



Specificiteit van het net in tertiaire gebouwen



Drukverliezen beperken

- Ontwerp van het aangepaste net

Lawaai in de installatie beperken

- Ontwerp van het aangepaste net
- Geluidsdempers installeren

Het net balanceren

- Manueel register, CAV, VAV, ...



Bron: Trox



Bron: Cairox



Bron: écorce

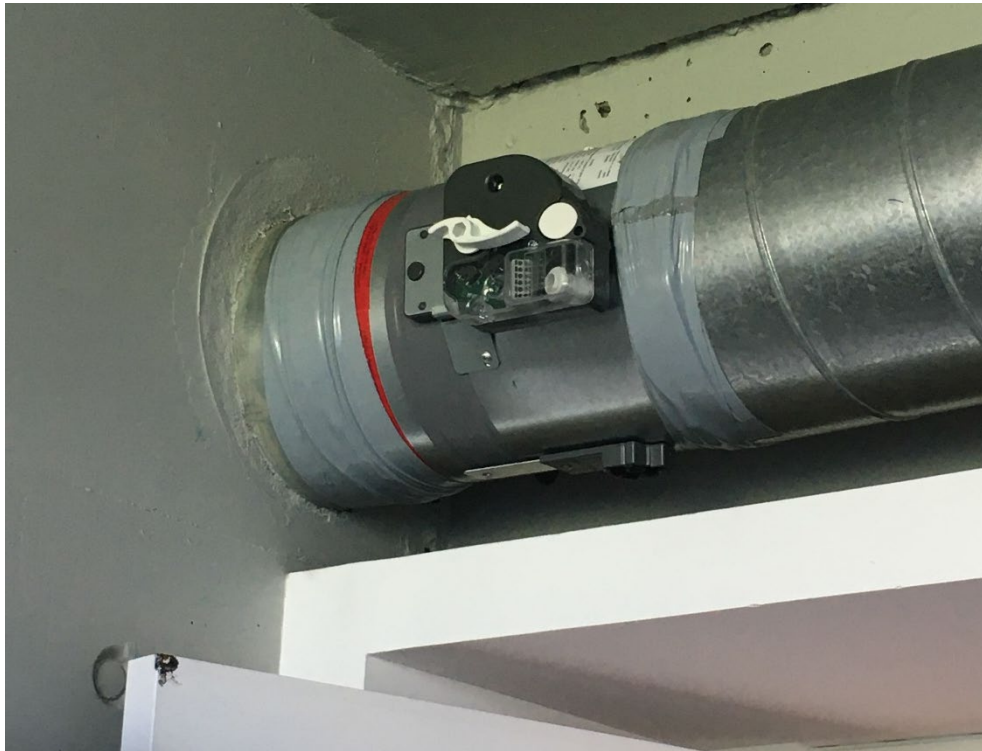


Bron: Trox



Brandbeveiliging

- ▶ Het verdeelnet doorkruist potentieel verschillende brandcompartimenten ...
 - Vereist de installatie van brandkleppen ... die toegankelijk moeten zijn!



Bron: écorce

INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- Overzicht
- Eindhoven
- Verdeelnet
- **Luchtbehandelingscentrale**
- Regeling

PRESTATIES



Compacte centrale (500-~7000 m³/h)

← Horizontale, “compacte”
LBC (hier 6000 m³/h)

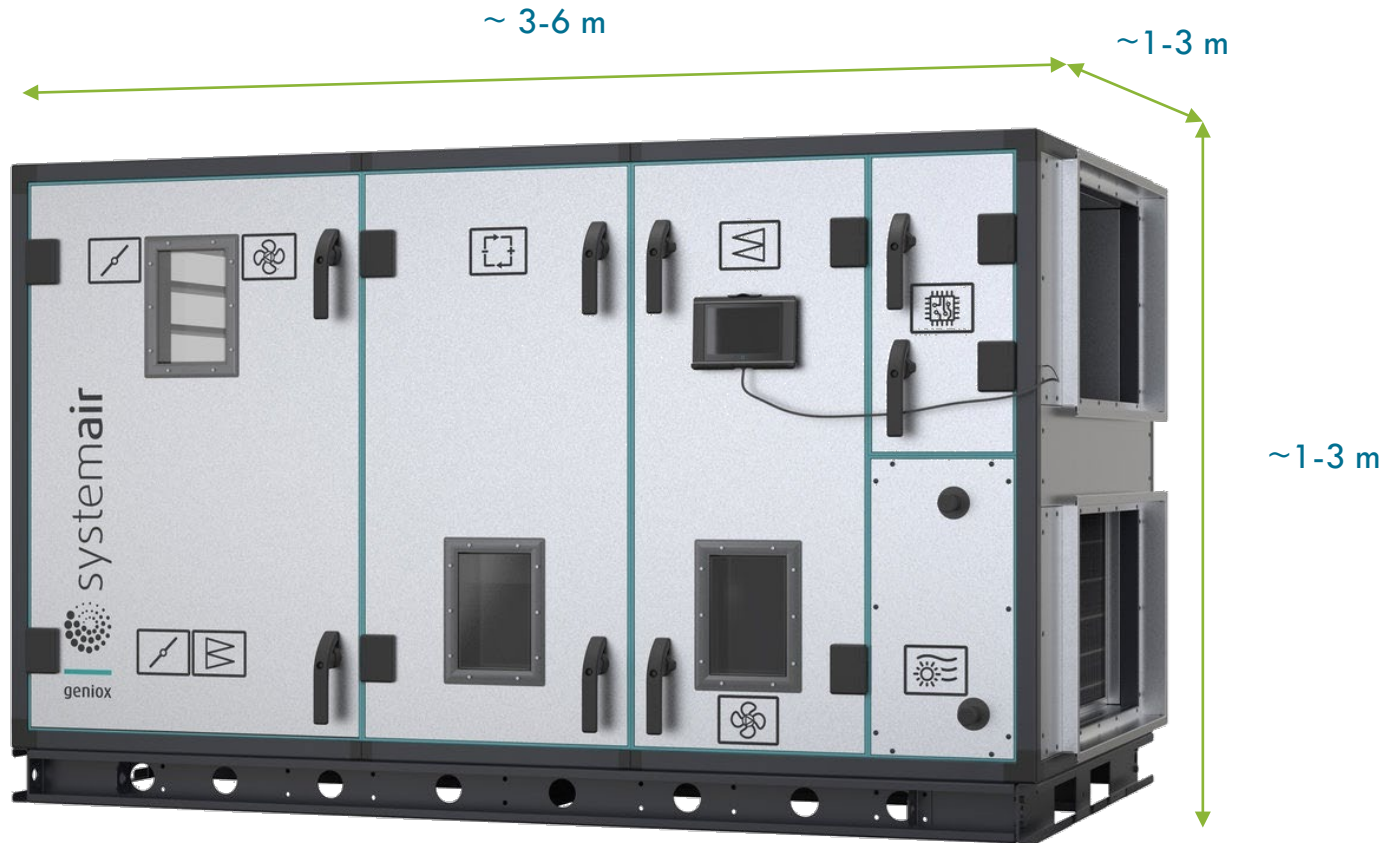
Verticale, “compacte” LBC (hier
3500 m³/h) →



Bron: SystemAir

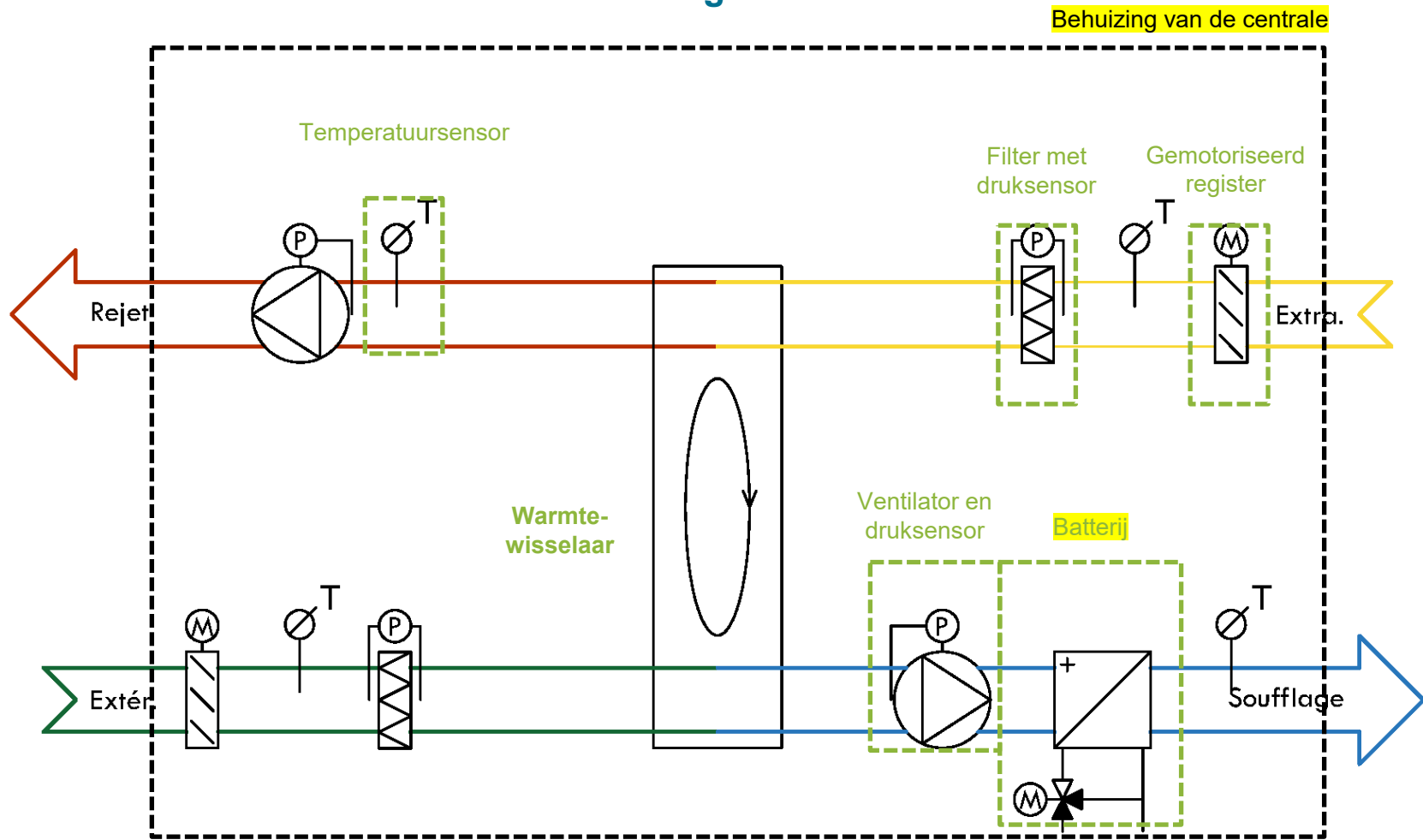


Modulaire centrale (~700-50.000 m³/h)



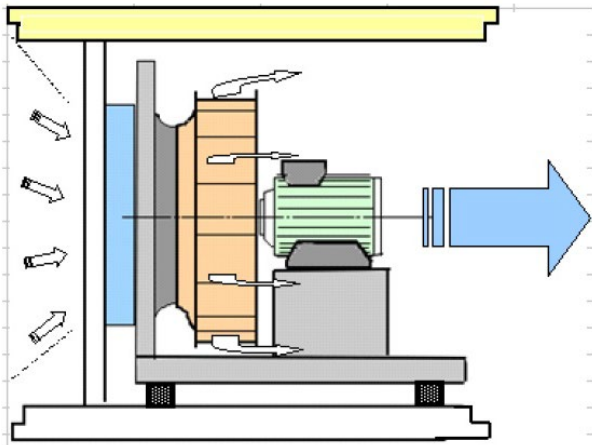
Bron: SystemAir

Onderdelen van een luchtbehandelingscentrale



Ventilatormotoren

- Asynchrone motor



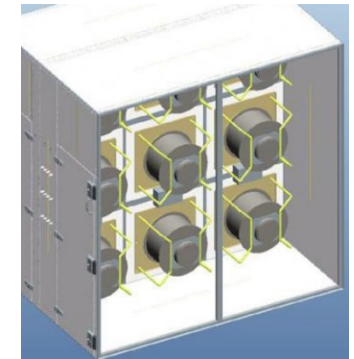
Bron: CIAT



- Met EC-motor (elektronische commutatie)



Bron: CIAT



Bron: TROX

- Wisselstroom
- Regeling van de motorsnelheid evenredig met de frequentieregeling

⇒ **Vereist een frequentieregelaar**

- Gelijkstroom
- Geïntegreerde snelheidsregeling (rechtstreeks via 0-10V-signaal)



Gebruik

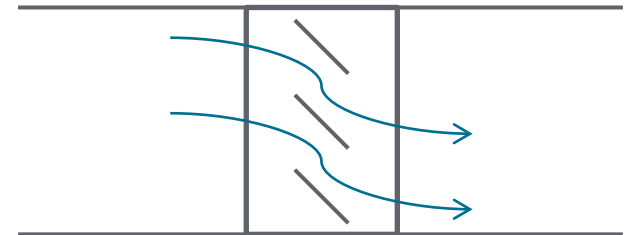
- ▶ Sluiting van de LBC (uitschakeling, vorst)
- ▶ Wijziging van luchtstroom
 - Bypass van warmtewisselaar
 - Hercirculatie

Kenmerken

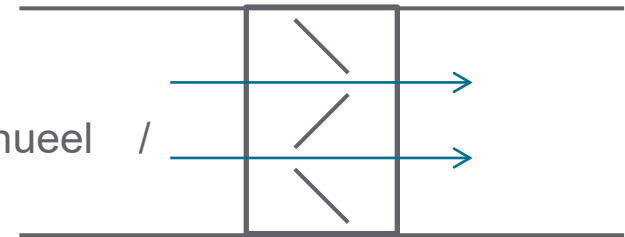
- ▶ **Type:** parallel / tegenoverliggend – manueel / gemotoriseerd
- ▶ Afdichtingen op einde van lamellen
- ▶ **Materialen:** gegalvaniseerd staal, aluminium, roestvast staal
- ▶ Aandrijving door stangen of tandwielen

Aandachtspunten

- ▶ Hygiëne: beschermcarter rond kader en beschermend schilderwerk
- ▶ Drukverliezen!



Parallel (zeer weinig gebruikt ...)



Tegenoverliggend: gelijkmatigere stromingsverdeling in het kanaal bij sluiting



Bron:
Energie+



Gebruik

- ▶ De in het gebouw aangevoerde lucht zuiveren
- ▶ De onderdelen van de LBC beschermen (batterijen en warmtewisselaars)

Kenmerken

- ▶ Verschillende filtratiegraden, overeenkomstig de grootte en de aard van de te filteren deeltjes (insecten, zand, pollen, kiemen, bacteriën, enz.).
- ▶ Verschillende morfologieën
- ▶ Verschillende werkingen

Aandachtspunten

- ▶ Initieel en uiteindelijk drukverlies overeenkomstig
 - de fijnheid van de filter
 - de vervuiling van de filter,
- ⇒ Hoe hoger het drukverlies, hoe hoger het verbruik van de ventilatoren.



Zakkenfilters

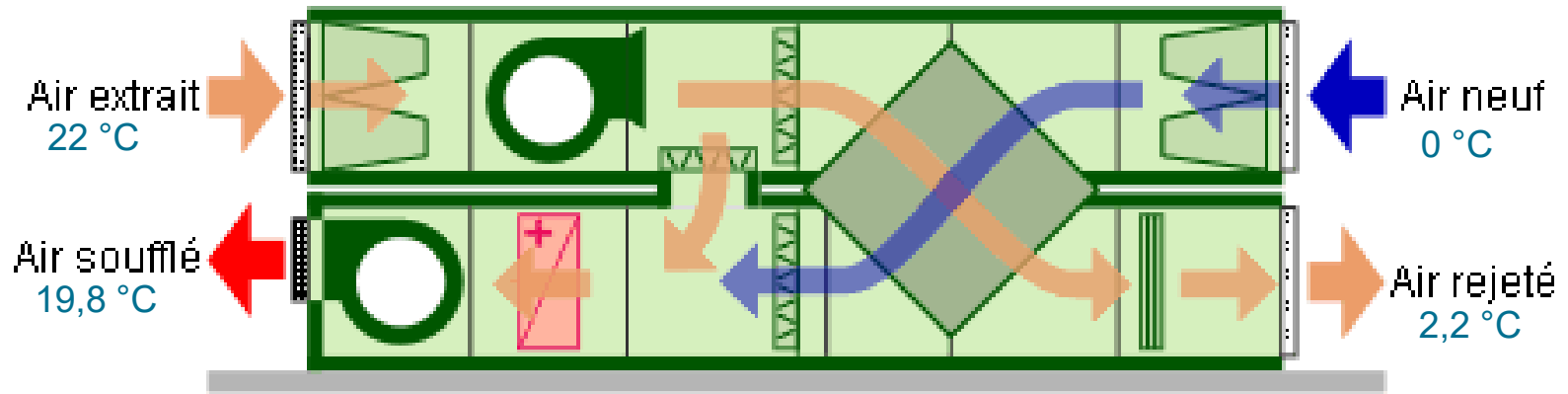
Bron: GEA Happel



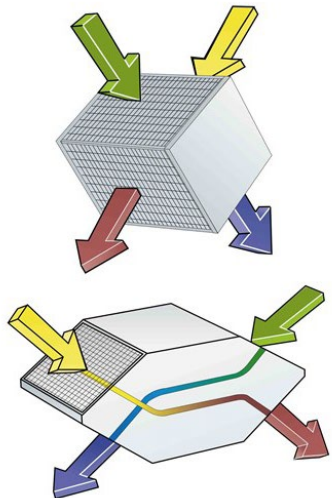
Gravimetrische filters

Bron: CIAT



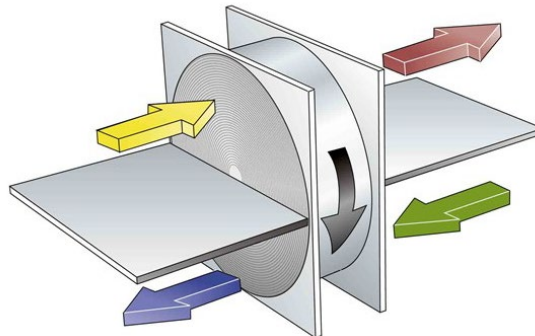


Bron: EnergiePlus

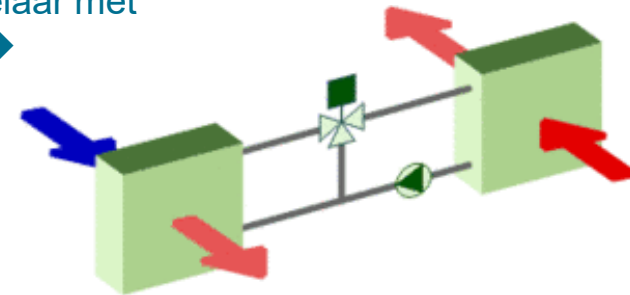


← Platenwarmtewisselaar
(kruisstroom/tegenstroom)

Warmtewisselaar met
glycolwater →



Bron: Swegon



Bron: EnergiePlus

← Warmtewielwisselaar



Warmtewisselaar

► Platenwarmtewisselaar



Source/Bron: Tuvaco

- Vereist overal temperatuursensoren
- AON via bypass: gemotoriseerde afsluitklep

⇒ Voor regeling van pulsietemperatuur

► Warmtewielwisselaar



Source/Bron: Tuvaco

- Motor met variabele snelheid
- Regeling van de wielsnelheid: als $v = 0$, geen warmtewisseling...

⇒ Voor regeling van pulsietemperatuur en behoud van rendement



Gebruik

- ▶ Verwarmen of koelen
- ▶ Ontvochtigen (door condensatie van water uit de lucht)

Kenmerken

- ▶ Materialen: koperen buizen, roestvast staal, ribben uit aluminium
- ▶ Regeling door variatie van debiet of temperatuur



Batterij

Bron: chariotelevateu

Aandachtspunten

- ▶ Montage op slede om onderhoud te vereenvoudigen
- ▶ Condensaatopvangbak voor koelbatterijen met sifon



Gebruik

- ▶ Luchtverversing zonder warmtepomp

Kenmerken

- ▶ Werkt door verdamping van water
 - in de ingeblazen lucht (rechtstreeks)
 - in de afgevoerde lucht voor of ter hoogte van de warmtewisselaar (onrechtstreeks)

⇒ De verdamping van water zorgt voor koeling van de lucht

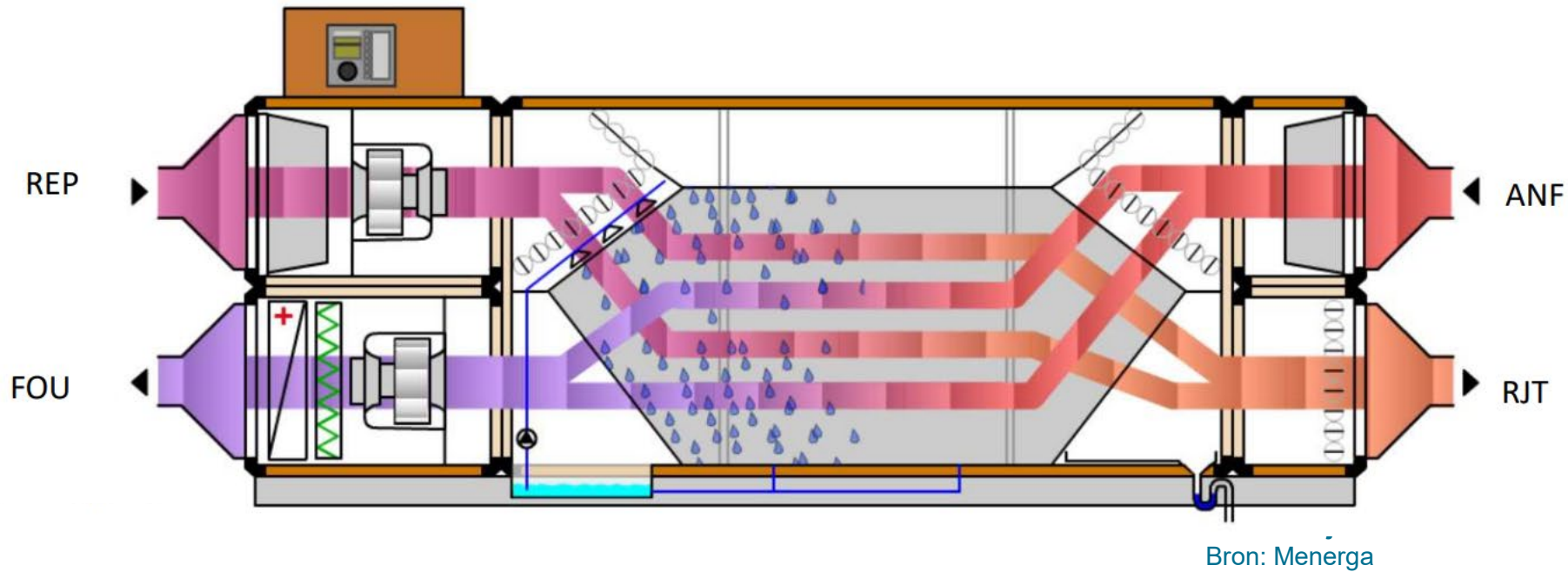
Aandachtspunten

- ▶ Gebruik van onthard water
- ▶ Waterverbruik
- ▶ Beperkt vermogen en afhankelijk van temperatuur- en vochtigheidsomstandigheden waarin water wordt ingevoerd



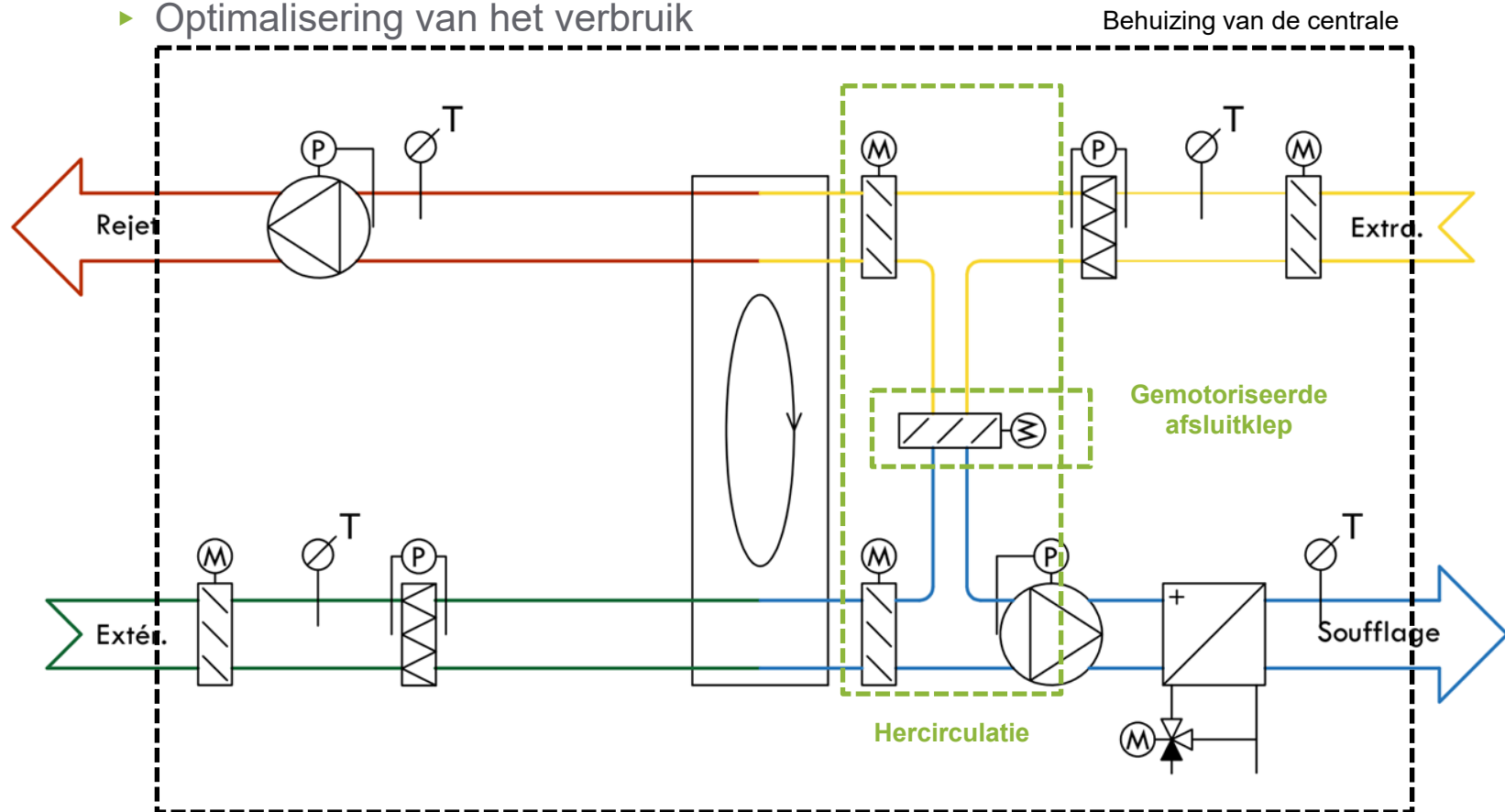
Bron: Menerga



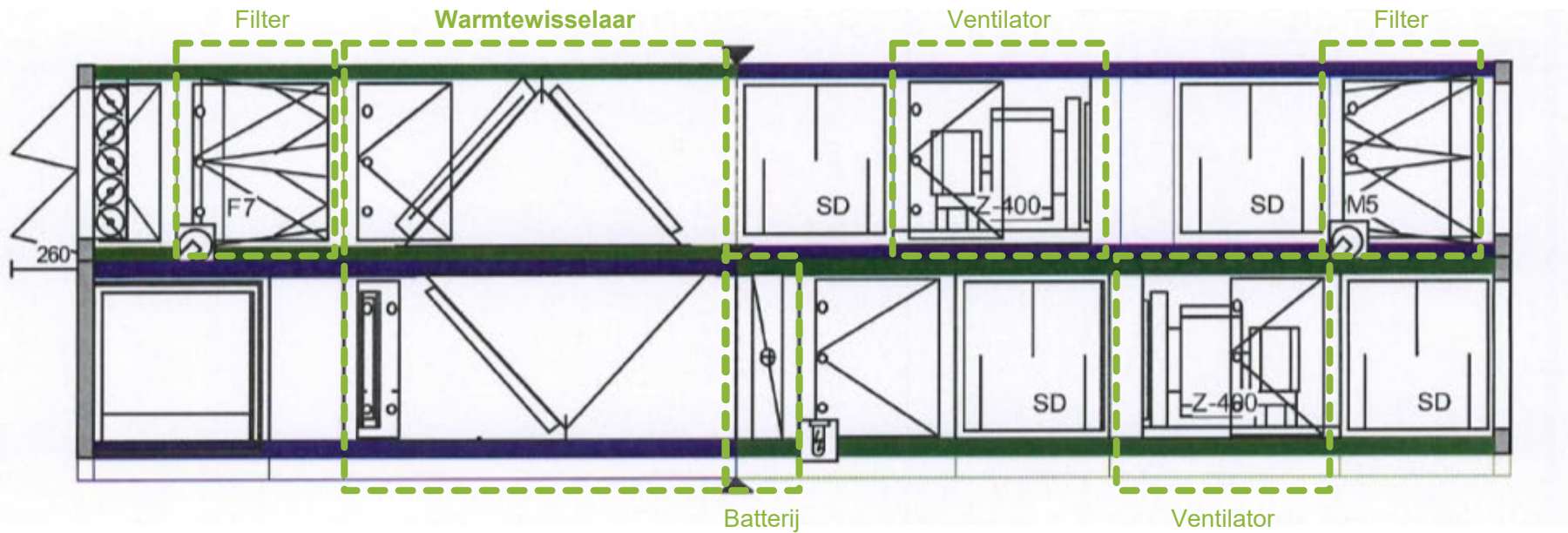


Luchtbehandelingscentrale met hercirculatie

- Gebruikt bij verwarming via lucht
- Maakt het mogelijk de behoefte aan hygiënische verse lucht te scheiden van de behoefte aan lucht voor verwarming/koeling van de ruimten
- Optimalisering van het verbruik



In de praktijk



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- Overzicht
- Eindeenheden
- Verdeelnet
- Luchtbehandelingscentrale
- **Regeling**

PRESTATIES



CAV

- ▶ **Gebruik:** ruimten met constante behoeften
- ▶ **Kenmerken**
 - Verzekert een constant debiet - debiet rechtstreeks op de klep ingesteld via een gegradeerde schaal
 - Werking zonder externe energie of gemotoriseerd (ON/OFF- twee vooraf ingestelde standen)
 - Nauwkeurigheid van het debiet: ~10 %
 - Geen totale sluiting mogelijk
 - Kan rechtstreeks worden geïntegreerd in een kanaal (geen toegang tot regeling na plaatsing) of in serie op kanaalwerk met externe regeling (kan achteraf worden aangepast indien toegankelijk)
 - Kan rechtstreeks in een mond worden geïntegreerd: zelfregulerende mond



Bron: Cairox



Bron: Trox



VAV

- ▶ **Gebruik:** grote gebouwen, zones met verschillende behoeften, ruimten met tijdsvariabele behoeften
- ▶ **Kenmerken**
 - Nauwkeurige regeling
 - Mogelijkheid tot volledige sluiting
 - Geïntegreerde druksensor > ⚠ installatielocatie en luchtsnelheid!
 - Vereist elektrische voeding.
 - Optioneel: batterij – geluidsdemping
- ⇒ Elk deel van het net voorafgegaan door een VAV-regelklep kan onafhankelijk van de rest van het net worden geregeld
- ⇒ Elke zone krijgt een debiet dat overeenstemt met de specifieke (hygiënische of thermische) behoeften



Bron: Trox



Bron: Trox



CAV

- + Eenvoudige en snelle uitvoering
- + Lage installatiekost
- Beperkte comfortoptimalisering (geen zone-indeling)
- Energieverslindend
- Beperkte aanpasbaarheid bij wijzigend gebruik
- Extra drukverlies
- Lawaaiig (vooral de rechthoekige formaten) > extra geluidsdemping
- Geen feedback: we kennen exact debiet niet
- Geen tijdsregeling (tenzij gemotoriseerd)

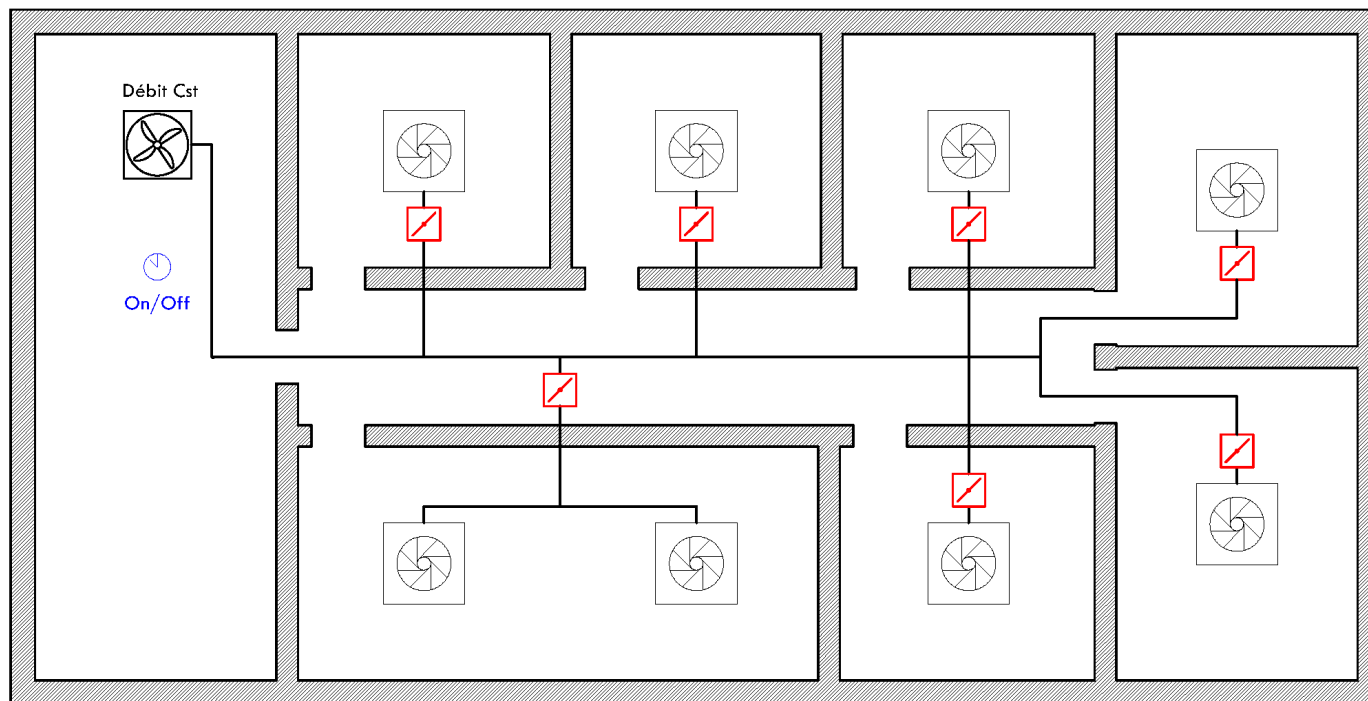
VAV

- + Mogelijke zone-indeling
- + Energieoptimalisering
- + Lagere exploitatiekost
- + Evolutieve regeling
- + Nauwkeurige, permanente regeling
- + Communicatie met CTB mogelijk
- Hogere installatiekost
- Lawaaiig, vereist extra geluidsdemping



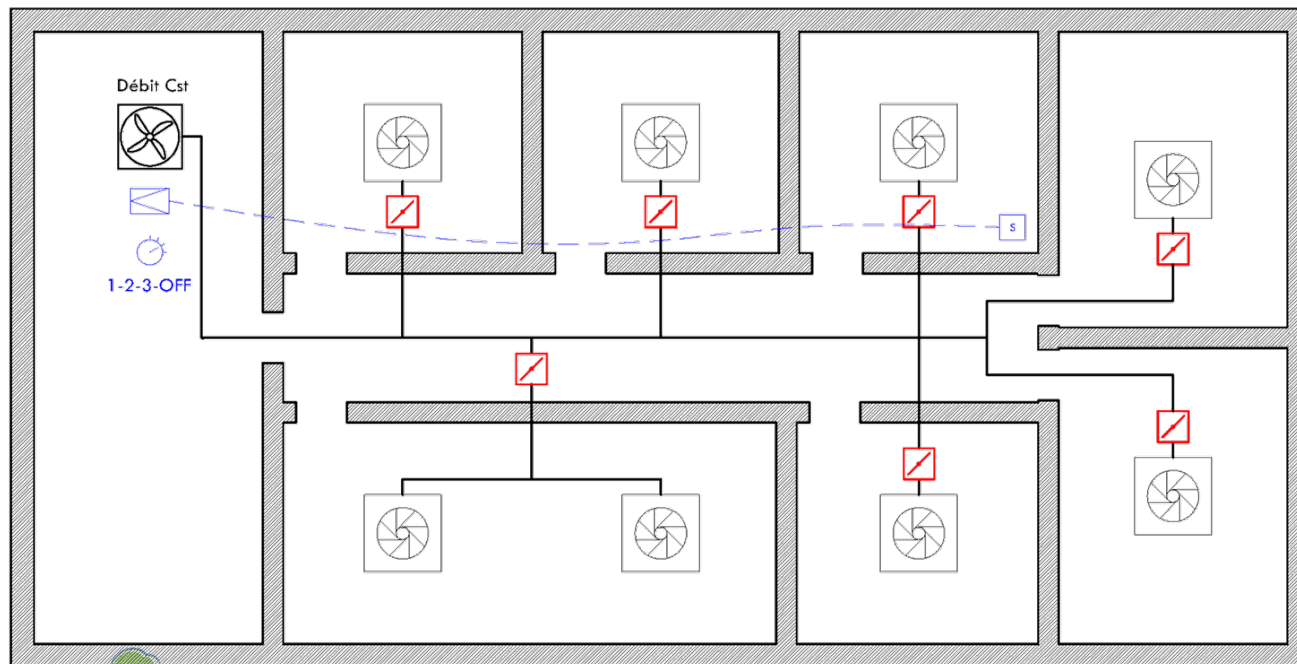
Schema 1 - Manuele regeling met constant debiet

- ▶ Ventilator: constant debiet, ON/OFF, eventueel met timer
- ▶ Net: balancering via manueel register (klep)
 - ⇒ Vereist een manuele balancering (relatief tijdrovend en arbeidsintensief, ...)
 - ⇒ Geen indicatie bij ontregeling ...



Schema 2 - regeling met constant debiet

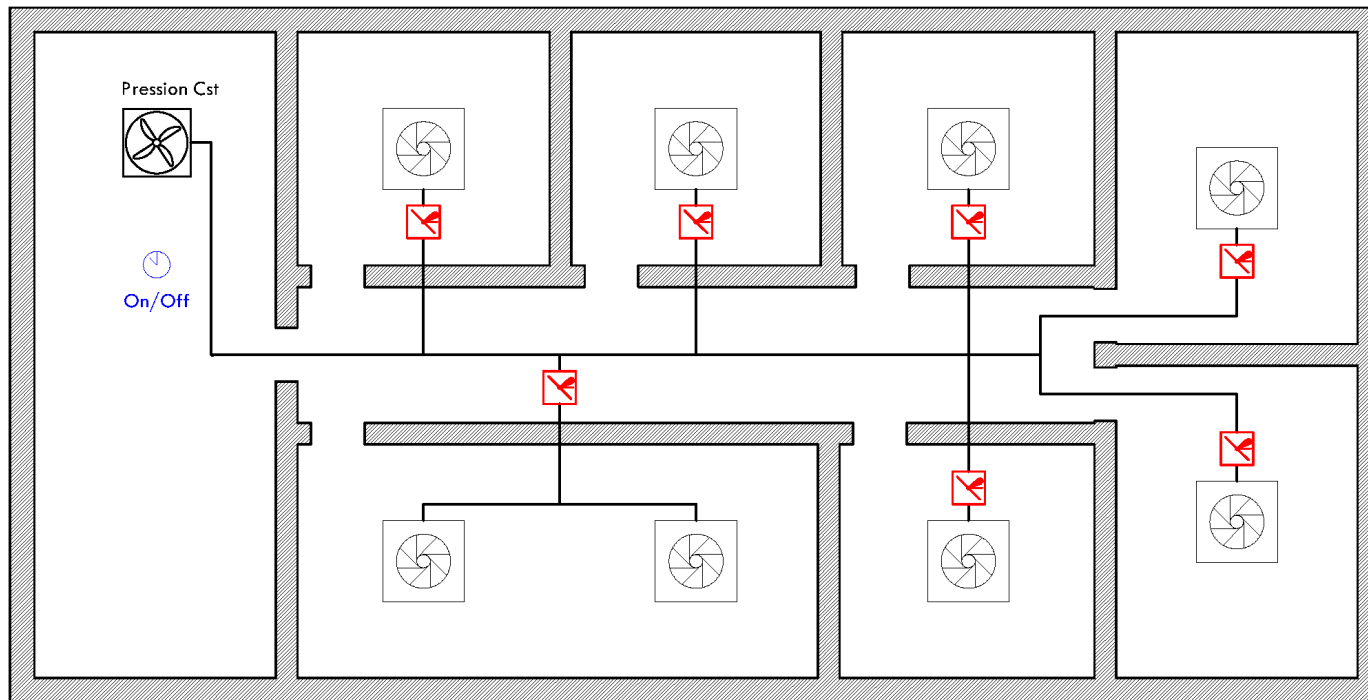
- ▶ Ventilator
 - modulerend, continue of voorgeprogrammeerde regeling 1-2-3 / OFF
 - Debiet gedefinieerd overeenkomstig CO₂-, temperatuur-, RV-, aanwezigheidssensor (1 sensor geplaatst in een representatieve ruimte) en/of volgens uurprogramma's
- ▶ Net: balancering via manueel register (klep)
 - ⇒ Het debiet van elke mond behoudt (zo goed als) hetzelfde aandeel in het totale debiet, dat kan variëren



Schema 3 - regeling met constant debiet

- ▶ Schema 1 (geprogrammeerde timer + ventilator ON/OFF)
- ▶ + ventilator met constante druk
- ▶ + CAV (= **C**onstant **A**ir **V**olume) voor diffusors geplaatst

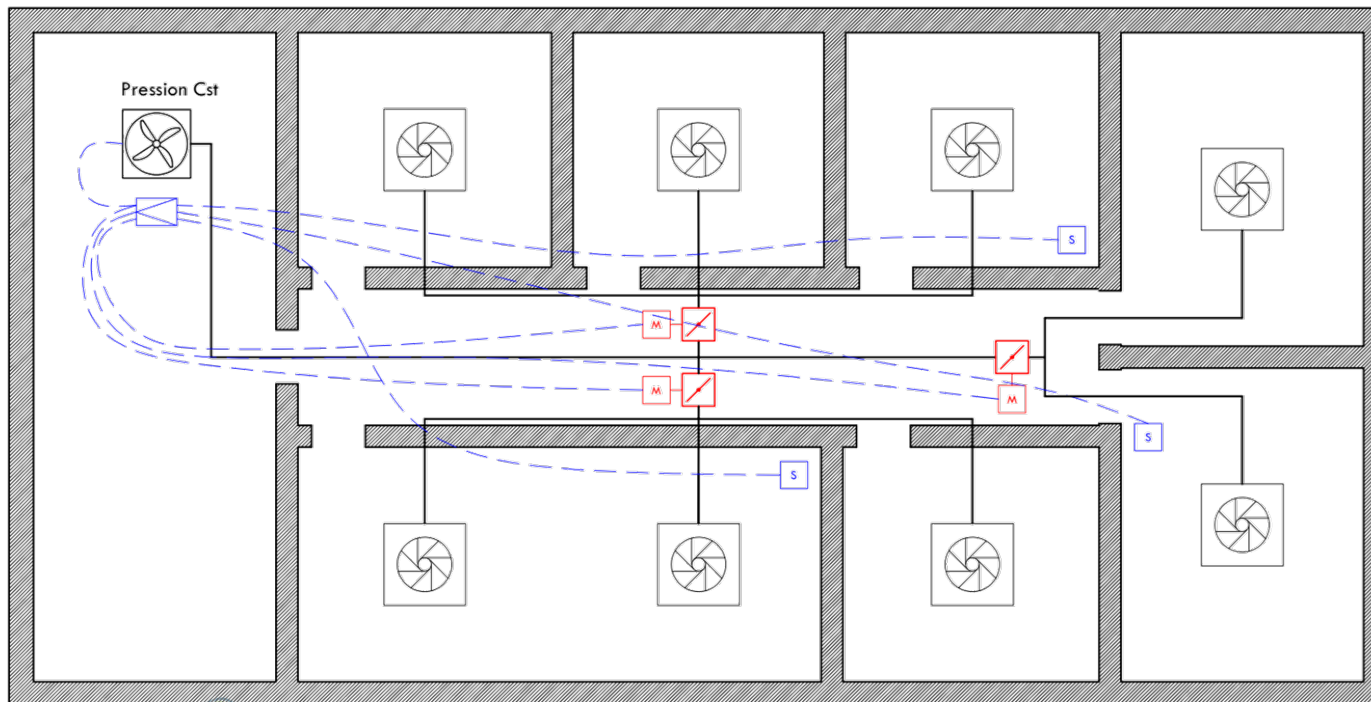
⇒ Geen manuele balancerings vereist ... maar debiet per mond is vast



Schema 4 - regeling met variabel debiet

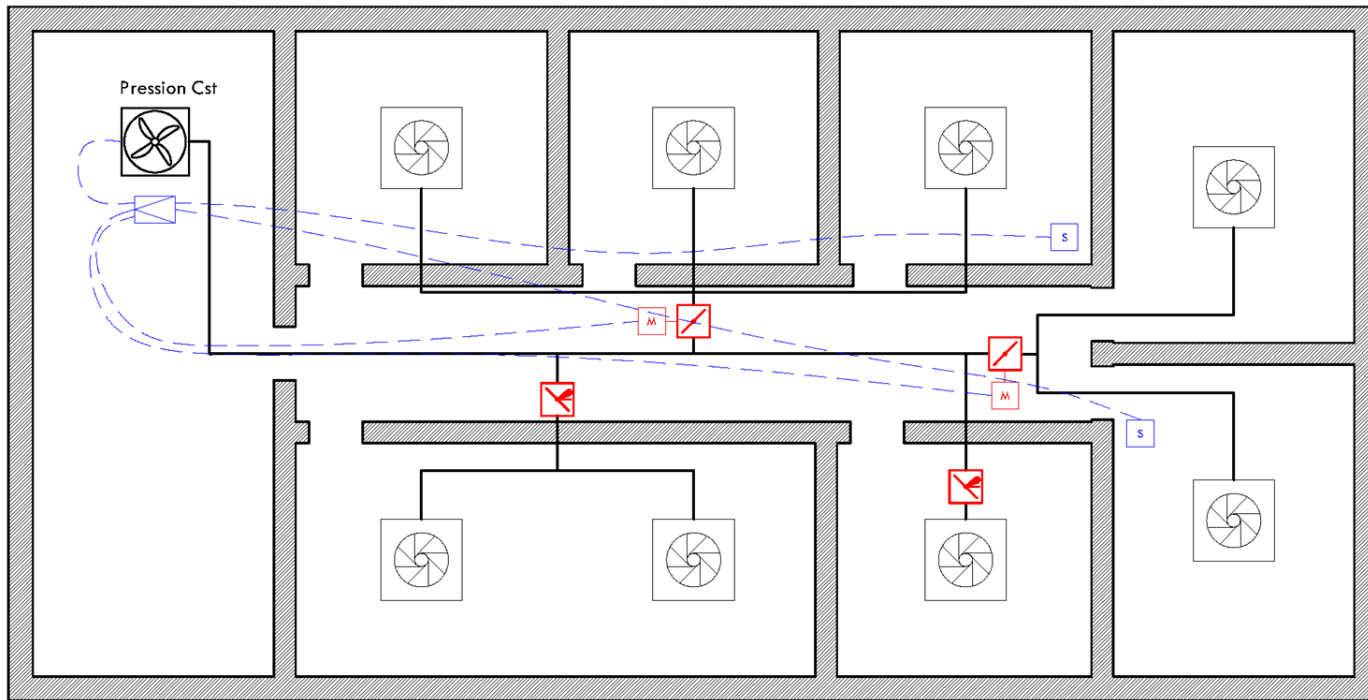
- ▶ Ventilator: met constante druk
- ▶ Net: elk deel van het net voorafgegaan door een VAV-regelklep (variabel debiet) kan, met betrekking tot het debiet, onafhankelijk van de rest van het net worden geregeld

⇒ Elke zone krijgt een debiet dat overeenstemt met de specifieke (hygiënische of thermische) behoeften



Schema 5

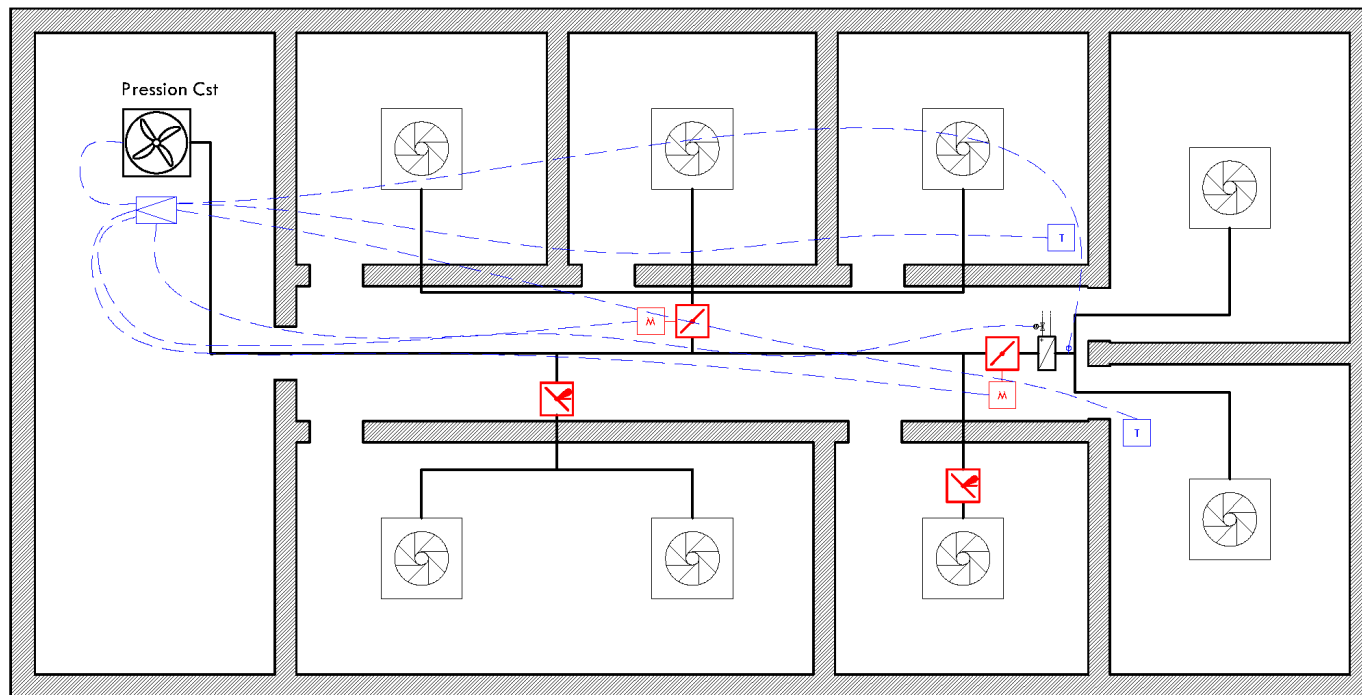
- Schema 3 + schema 4
 - Ventilator: met constante druk
 - Net: overeenkomstig de behoeften, worden de verschillende delen van het net met een variabel of constant debiet geregeld



Schema 6

► Schema 5 + eindbatterijen

⇒ Door toevoeging van eindbatterijen kan de temperatuur van de ingeblazen lucht voor het betreffende deel van het net worden geregeld.



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN

ENERGIEPRESTATIES



Hoe kan het verbruik in verband de ventilatie worden verminderd?



Eurovent

- ▶ Europese sectorvereniging die **op vrijwillige basis** een energieclassificatie aanbiedt

Doel

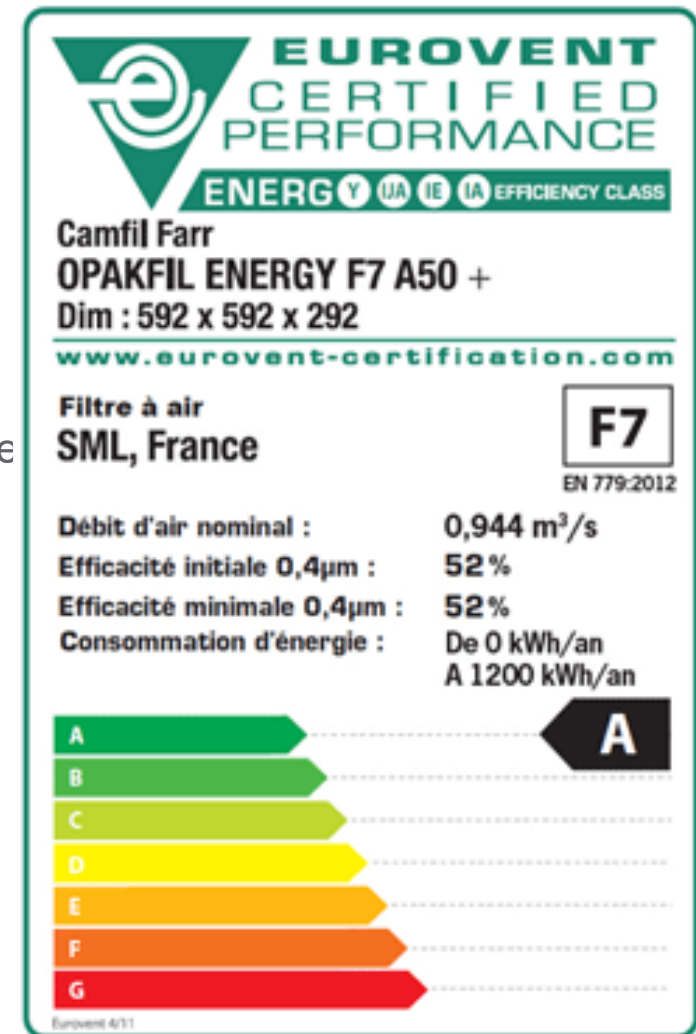
- ▶ Toegankelijk en doeltreffend communiceren over productprestaties
- ▶ Mogelijkheid bieden om producten onderling te vergelijken op gemeenschappelijke

Middelen

- ▶ Verstrekken van informatie over energieprestaties van producten
 - ⇒ **Het rendement van een LBC is afhankelijk van de efficiëntie van de onderdelen!**

Betreft

- ▶ Ventilatoren, batterijen, warmterecuperator, ventilatiekanalen, filters, ...





- ▶ De ventilatie-installatie kan worden gebruikt voor de hygiënische ventilatie van het gebouw maar ook voor luchtbehandeling (verwarmen, koelen, bevochtigen, ontvochtigen, ...).
- ▶ Een ventilatie-installatie in tertiaire gebouwen heeft potentieel hogere ruimte-eisen en geluidsniveaus
- ▶ Het type eenheden wordt geselecteerd overeenkomstig het gebruik van de ruimte en de werking van de installatie (hygiënische ventilatie, verwarming, ...)
- ▶ Er zijn tal van toebehoren vereist voor de goede werking van de installatie, zoals filters, regelregisters, sensoren en regelapparatuur,
- ▶ Het energieverbruik van een ventilatie-installatie is afhankelijk van de energie-efficiëntie van de verschillende onderdelen, de regeling en het onderhoud





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Ventilatie
- ▶ Free-cooling
- ▶ Koeling



Websites

- ▶ Energie+
<http://www.energieplus-lesite.be/>
- ▶ Buildwise – Publicaties – Technische voorlichtingen - Ventilatie van gebouwen
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/?author=&searchQuery=&category=both>
- ▶ DIMCLIM
www.dimclim.fr



Pierre GUSTIN

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

