

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE: REGLING VAN GEBOUWEN

LENTE 2025

Bijzondere kenmerken van grote installaties



- ▶ Sensibiliseren over de bijzondere kenmerken van grote installaties
- ▶ 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.
- ▶ Sensibiliseren over de uitdagingen inzake energie en akoestiek



INLEIDING

- Akoestiek
- Energieprestaties

FUNCTIES

ONDERDELEN

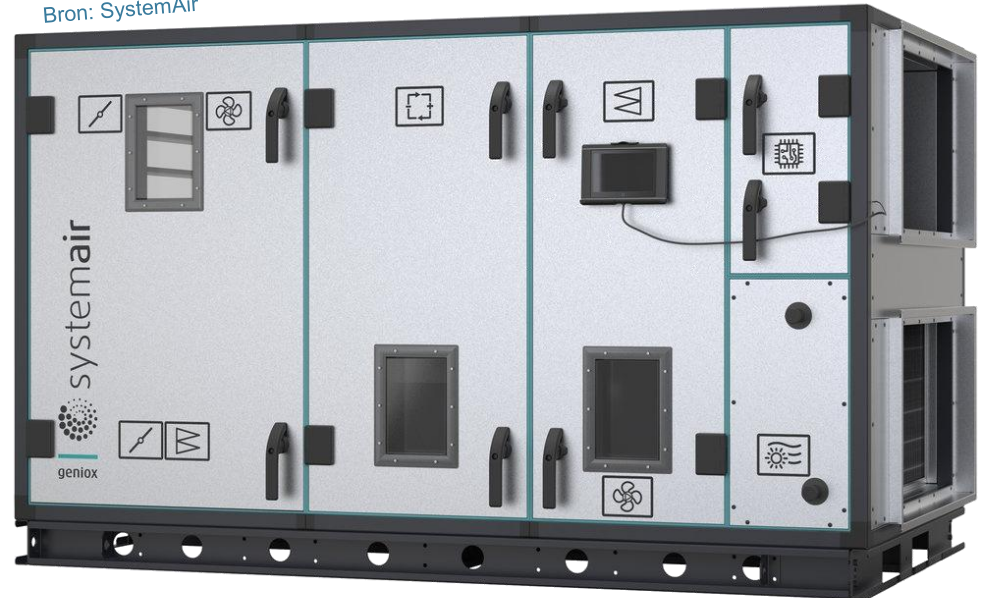




Bron: Zehnder

Woongebouwen

Bron: SystemAir



→ Niet-residentiële gebouwen

⇒ Welke verschillen zijn er tussen ventilatie in woongebouwen en in niet-residentiële gebouwen?



INLEIDING

- ▶ **Akoestiek**
- ▶ Energieprestaties

FUNCTIES

ONDERDELEN



De criteria met betrekking tot het geluidsdruk niveau

- ▶ Ziekenhuizen, kantoren, hotels... : norm NBN S 01-401 **[1987]** → criteria overschreden!
 - ⇒ Nieuwe ontwerpnorm: NBN S 01-400-3 – Akoestische criteria voor niet-residentiële gebouwen
- ▶ In afwachting is het mogelijk zich op andere referentiesystemen te baseren

**BREEAM®**www.breeam.com**GRO**

De criteria met betrekking tot het geluidsdrukniveau

- Akoestische criteria voor schoolgebouwen: norm NBN S 01-400-2

Type ruimte	Valeur supérieure pour le niveau de bruit standardisé d'un équipement de service stationnaire	Temps de réverbération de référence
	$L_{Aeq,nT,stat}$ [dB]	$T_0^{(1)}$ [s]
SALLES DE COURS		
<i>Ecole maternelle</i> salles de jeux salles de repos	35 35	0.6 0.6
<i>Ecole primaire, école secondaire, enseignement supérieur</i> salles de classe ordinaires, espaces pour petits groupes, salles de séminaire, espaces pour cours privés, laboratoires de langues	35	$0,35 \times \lg(1,25 \times V)$
<i>Salles de cours paysagères</i>	40	0.8
<i>Auditoires</i> petit (≤ 50 personnes) grand (> 50 personnes)	35 30	$0,35 \times \lg(1,25 \times V)$ $0,35 \times \lg(1,25 \times V)$

Type ruimte	Valeur supérieure pour le niveau de bruit standardisé d'un équipement de service stationnaire	Temps de réverbération de référence
	$L_{Aeq,nT,stat}$ [dB]	$T_0^{(1)}$ [s]
ZONES SILENCIEUSES		
<i>Salles d'études</i> étude individuelle, salles de remédiation, salles de préparation de cours	35	0.8
<i>Bibliothèques</i> salle d'étude salle de documentation	35 40	1 1
ZONES POUR ASSEMBLEES		
<i>Espaces polyvalents</i> théâtre, gym, présentations audio/visuelle, assemblées, concerts occasionnels	35	1.0



De criteria met betrekking tot het geluidsdrukkniveau

- ▶ De eisen worden uitgedrukt in:
 - $L_{Aeq,u,nT,stat}$ (gewogen equivalent geluidsniveau) in de geactualiseerde normen
 - NR-waarden (geluidsramingsindex) in de oudere normen
 - ⇒ **De installateurs werken voor het grootste deel nog met de NR-niveaus**
 - Er kan bij benadering worden aangenomen dat
 - ⇒ $L_{Aeq,u,nT,stat} \text{ (in dB)} = NR + 5$
- ▶ Deze waarden komen overeen met de te respecteren maximumniveaus op alle punten van de ruimte waarin wordt gemeten, wanneer alle permanente technische installaties binnen in het gebouw in normaal bedrijf zijn
- ▶ De geluiddempers worden op deze basis gedimensioneerd, rekening houdend met het ongunstigste deel (de groep en zijn geluidsniveau, de lengte van kanalen, bochten en aftakkingen,...)



INLEIDING

- ▶ Akoestiek
- ▶ **Energieprestaties**

FUNCTIES

ONDERDELEN



Prestaties

De energieprestaties van een ventilatiesysteem zijn rechtstreeks verbonden met het elektriciteitsverbruik van de ventilatormotoren.

$$\text{Verbruik [kWh]} = Q_v \text{ [m}^3\text{/h]} \times \Delta P \text{ [Pa]} / \eta_{\text{vent}}$$

$$\text{/\!}\Delta P \sim Q_v^2 \rightarrow \text{Verbruik} \sim Q_v^3$$



Om het verbruik te beperken, is het aanbevolen:

- ▶ de debieten te beperken tot het noodzakelijke minimum
 - ⇒ **Dimensionering, regeling, beperking van lekken**
- ▶ de drukverliezen te beperken
 - ⇒ **Ontwerp en dimensionering van het net en de apparatuur**
- ▶ de efficiëntie van de motor/ventilatorcombinatie te verhogen
 - ⇒ **Technologiekeuze en dimensionering**



INLEIDING

FUNCTIONIES

- ▶ **Hygiënische ventilatie**
- ▶ Luchtbehandeling

ONDERDELEN



- ▶ De hygiënische-ventilatie debieten 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



De door de ventilatie aangevoerde lucht kan gebruikt worden als vector

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

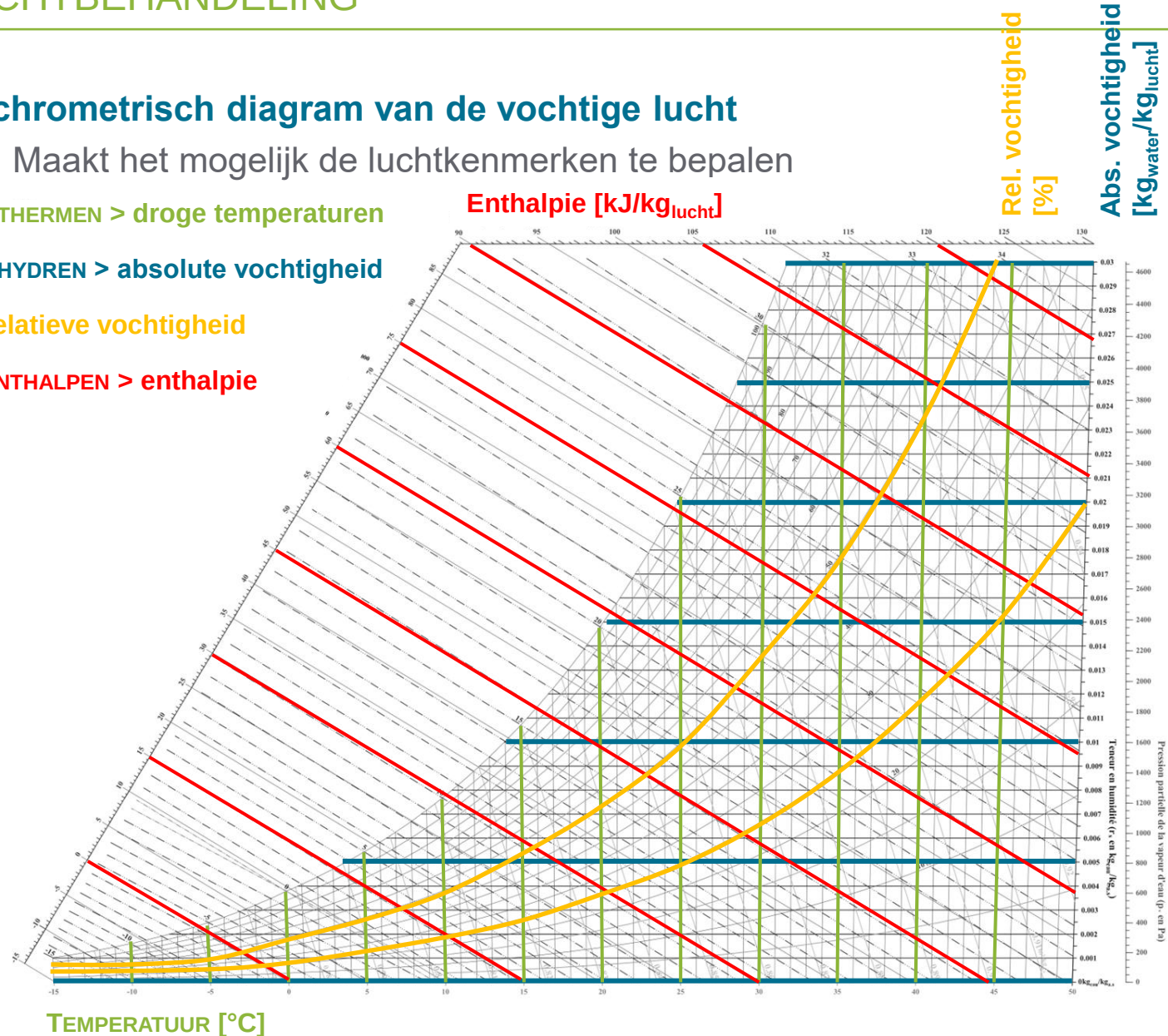
- Maakt het mogelijk de luchtkenmerken te bepalen

ISOTHERMEN > droge temperaturen

ISOHYDREN > absolute vochtigheid

> relatieve vochtigheid

ISENTHALPEN > enthalpie



Bron: AICVF



Psychrometrisch diagram van de vochtige lucht

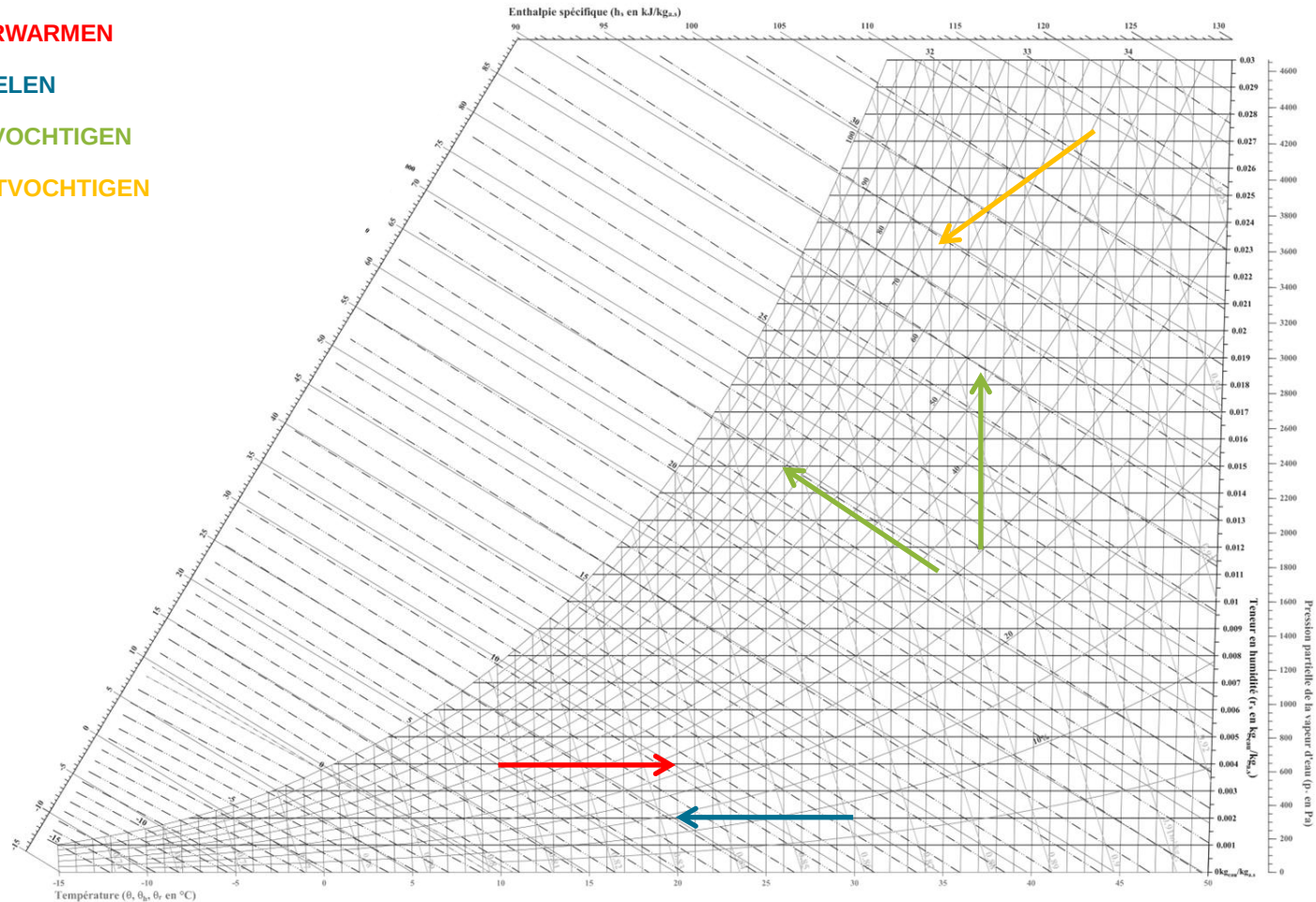
- Maakt het mogelijk de luchtkenmerken te bepalen

VERWARMEN

KOELEN

BEVOCHTIGEN

ONTVOCHTIGEN



Bron: AICVF



Psychrometrisch diagram van de vochtige lucht

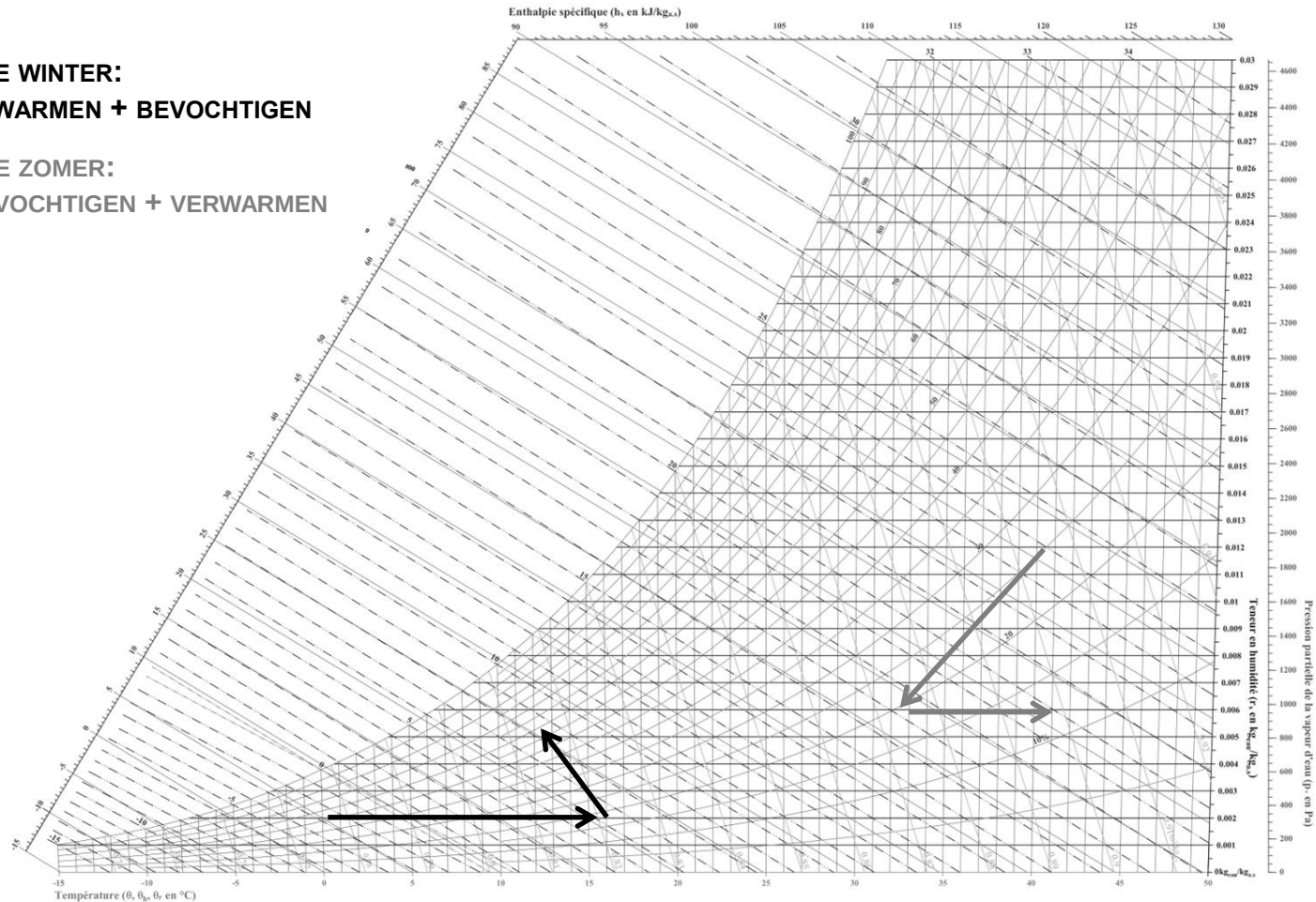
- Maakt het mogelijk de luchtkenmerken te bepalen

IN DE WINTER:

VERWARMEN + BEVOCHTIGEN

IN DE ZOMER:

ONTVOCHTIGEN + VERWARMEN



Bron: AICVF



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

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



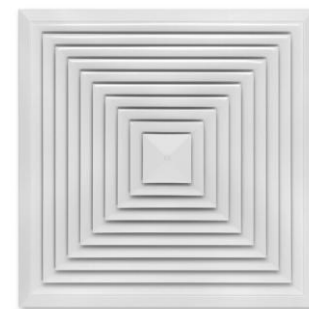
21 OVERZICHT VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE



Bron: SystemAir



Bron: Cairox



Bron: Trox

Luchtbehandelingscentrale

- Luchtbehandeling
- Filtering
- Drukregeling

Verdeelnet

- Luchtdoorstroming
- Brandbeveiliging
- Debietregeling
- Geluidsdempers

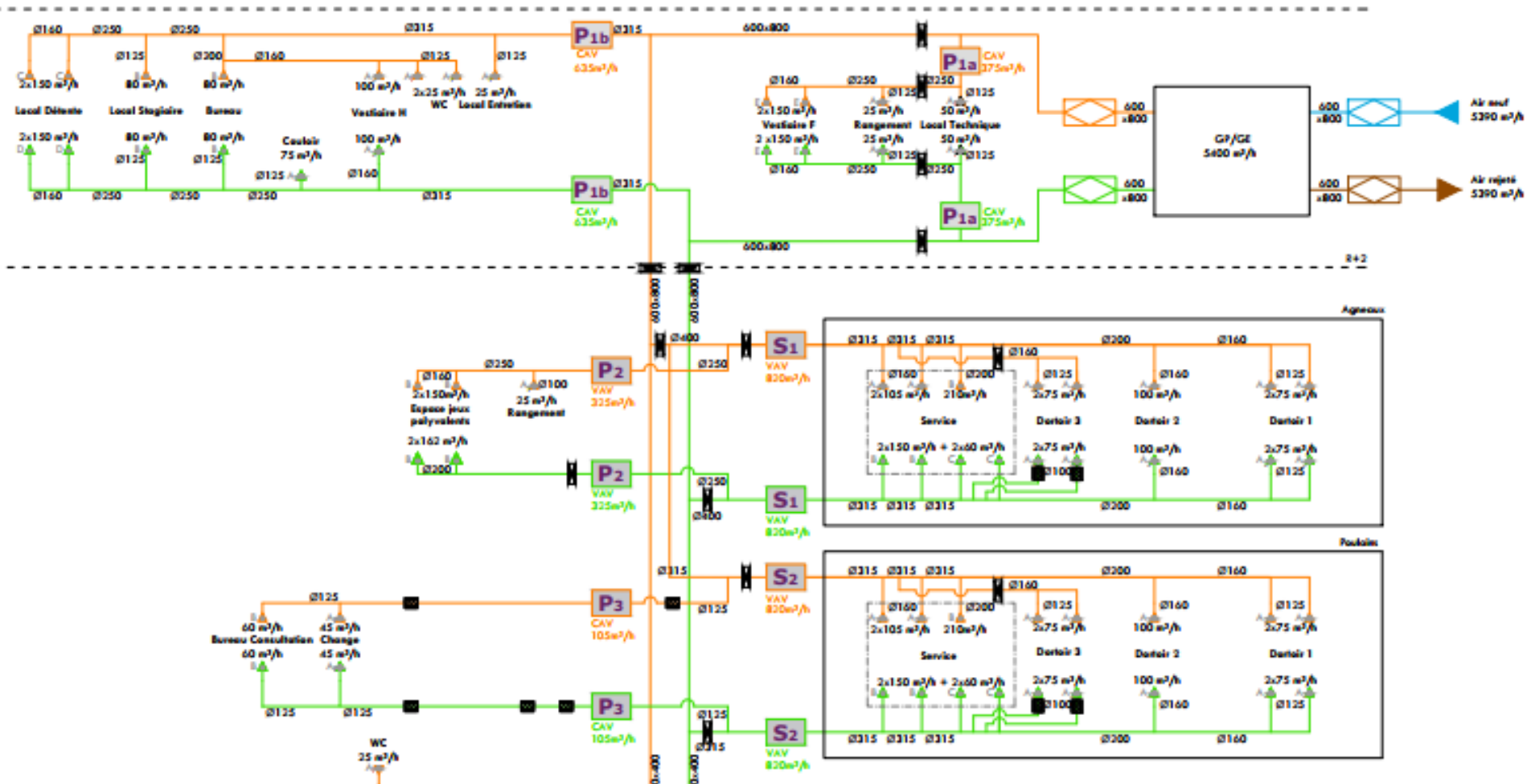
Eindeenheden

- Luchtverdeling
- Luchtafvoer



22 OVERZICHT VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

Aeraulisch schema

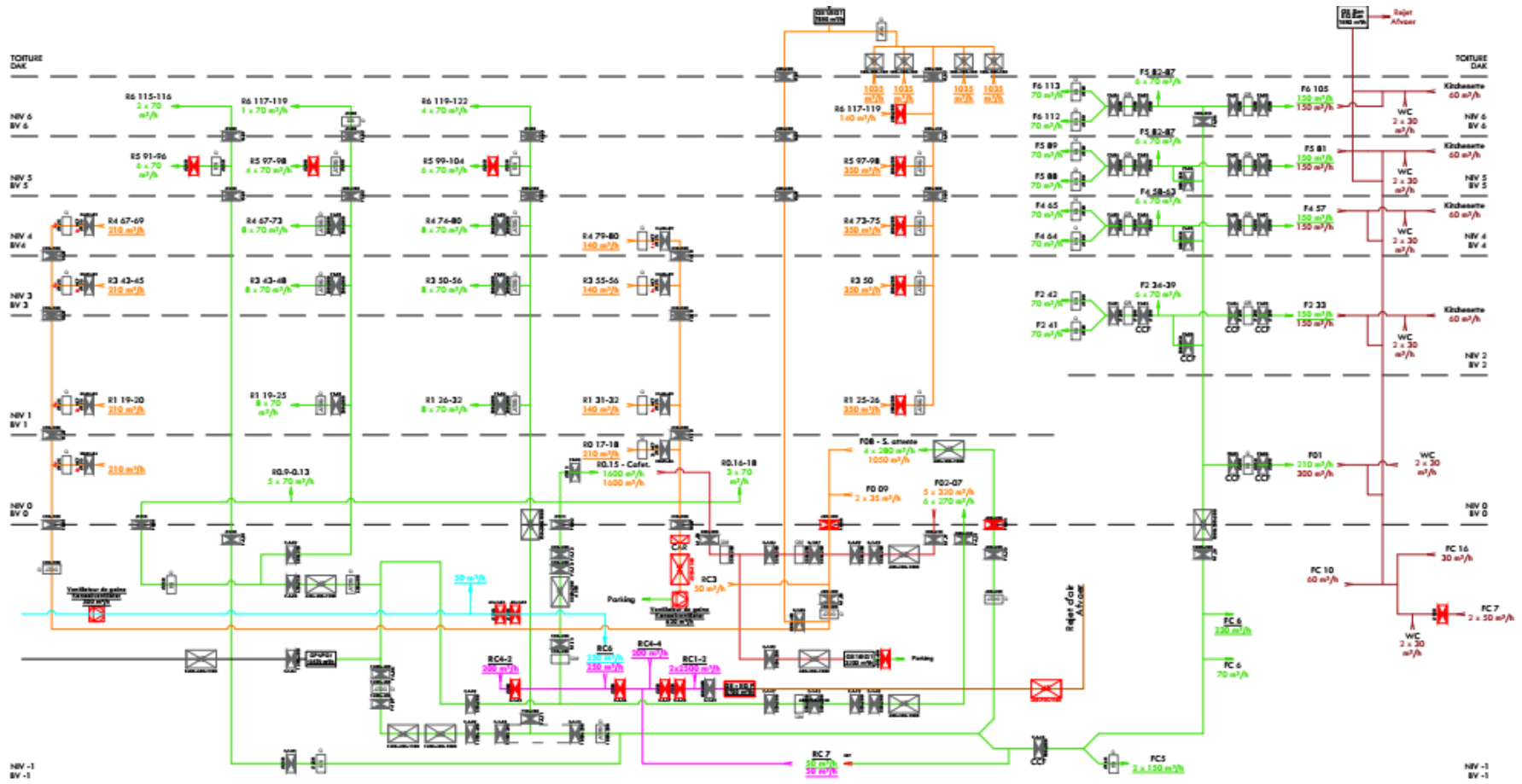


Bron: écorce



23 OVERZICHT VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

Aeraulisch schema



Bron: écorce



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- ▶ Overzicht
- ▶ **Eindeenheden**
- ▶ Verdeelnet
- ▶ Luchtbehandelingscentrale
- ▶ Regeling
- ▶ Multiresidentieel



Eisen in verband met omgevingsvoorwaarden (NBN EN 13779)

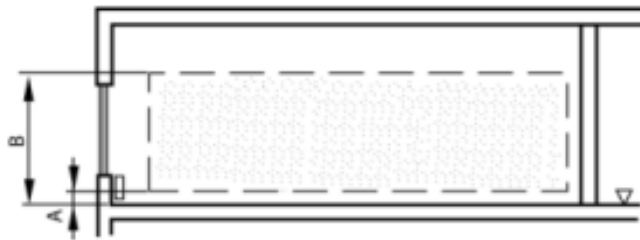
- ▶ Thermische omgeving
 - Luchttemperatuur en operatieve temperatuur
 - Luchtsnelheid en luchtstroomindex
 - Kwaliteit van de binnenlucht
 - Vochtigheid van de binnenlucht

- ▶ Geluidsklimaat

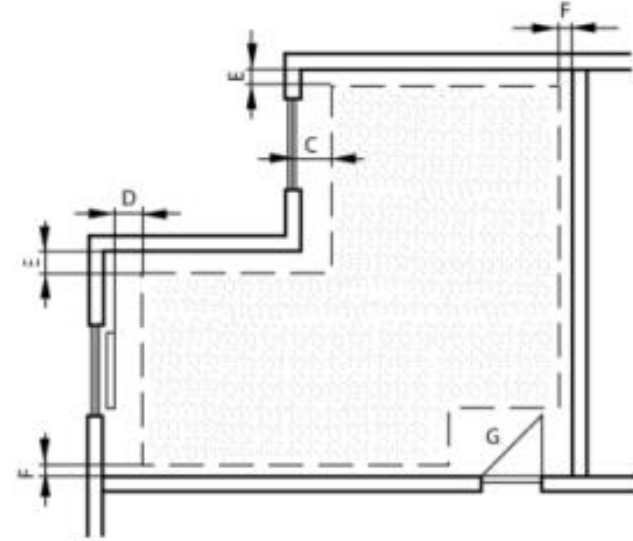
⇒ **In de bezettingszone dient aan de eisen te worden voldaan**



Bezettingszone (NBN EN 13779)



Section verticale



Vue de dessus

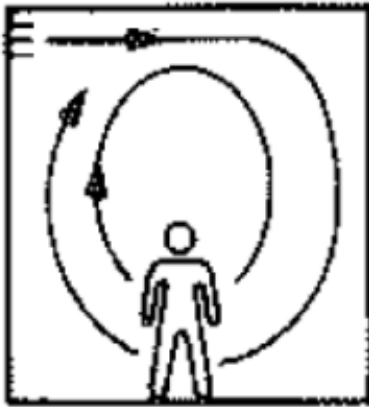
Tableau 11 — Dimensions de la zone d'occupation

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	-

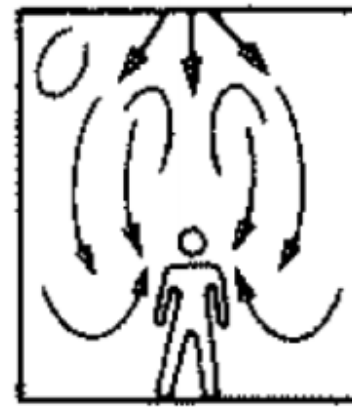
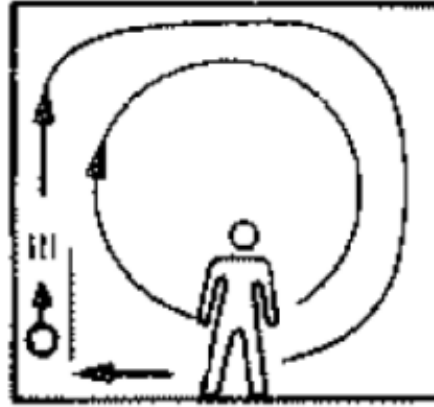


Mengventilatie (inductie)

- Menging van primaire lucht met secundaire lucht



Tangentiale inductie (COANDA-effect)



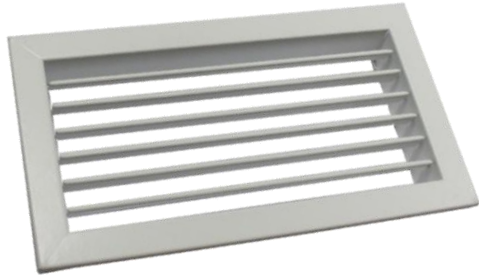
Radiale inductie

Bron: ATIC

- Hogere turbulentiegraad (luchtsnelheid: 1 tot 8 m/s)
- Hoger temperatuurverschil tussen omgevingslucht en buitenlucht
- Vereist minder buitenlucht
- 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)



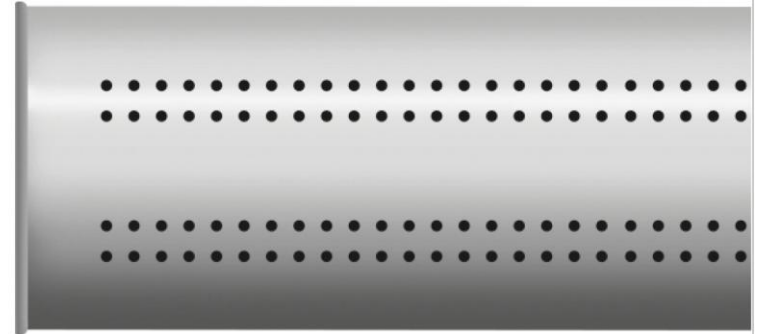
Jetrooster

Bron: Cairox



Vloermond

Bron: Trox



Geperforeerd inductiekanaal

Bron: Cairox



Multi-jetrooster

Bron: Cairox



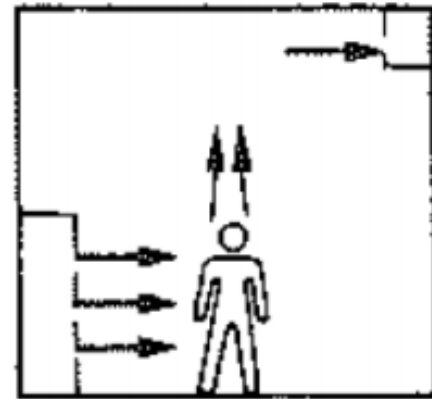
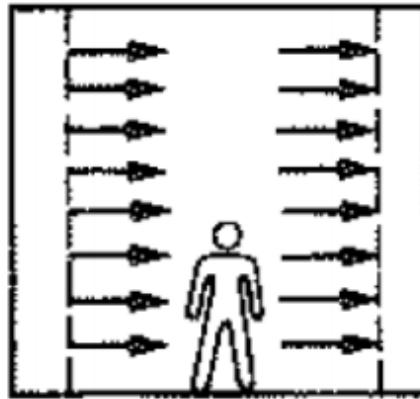
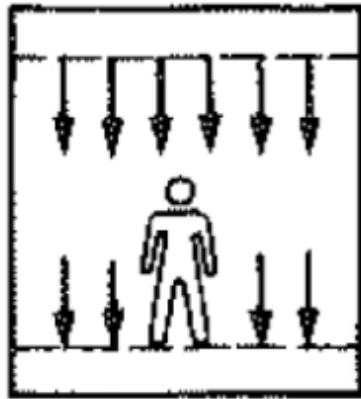
Plafondrooster

Bron: Trox



Verdringingsventilatie

- Vervanging van vervuilde lucht door verse lucht

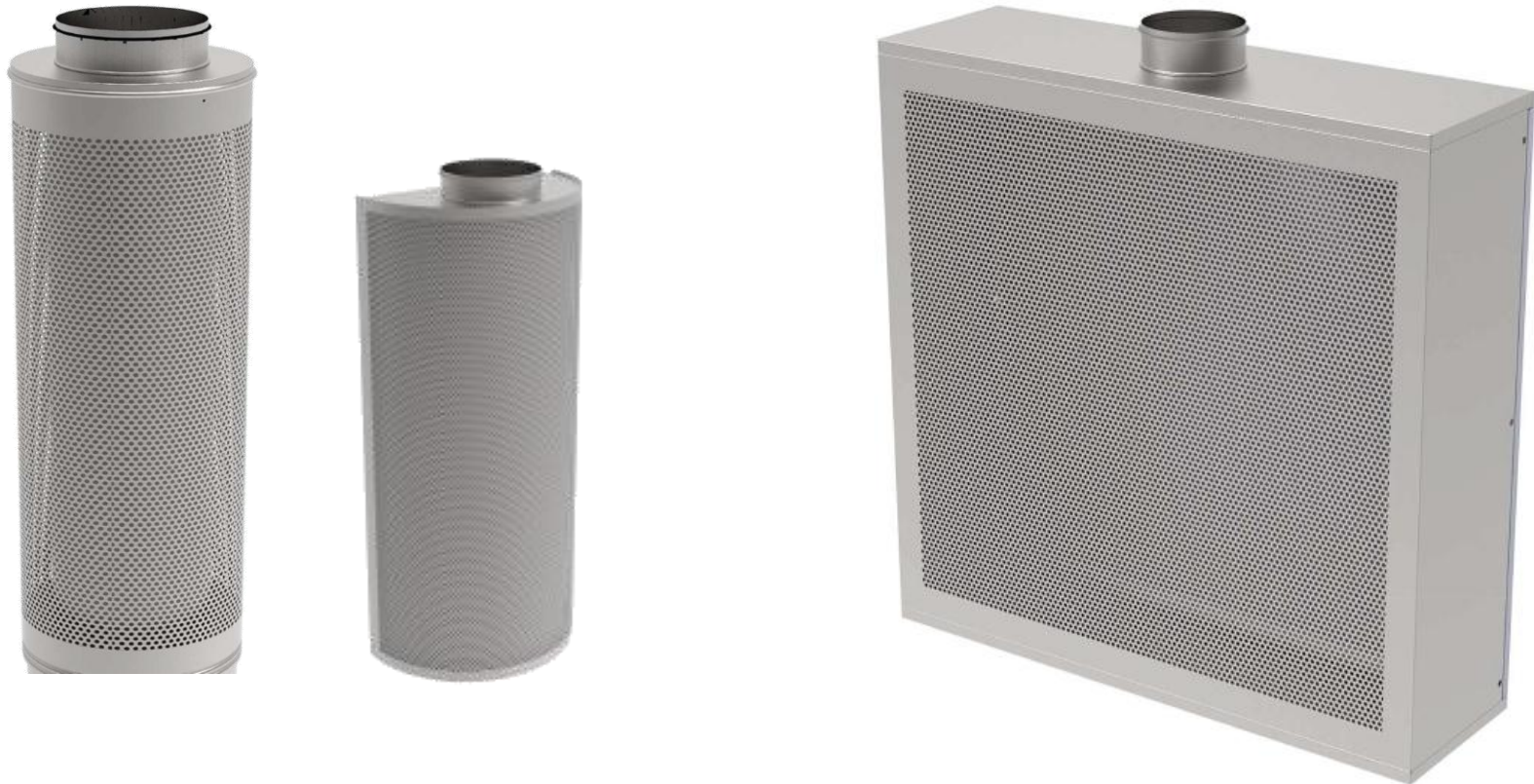


Bron: ATIC

- 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



Luchtverdringsroosters



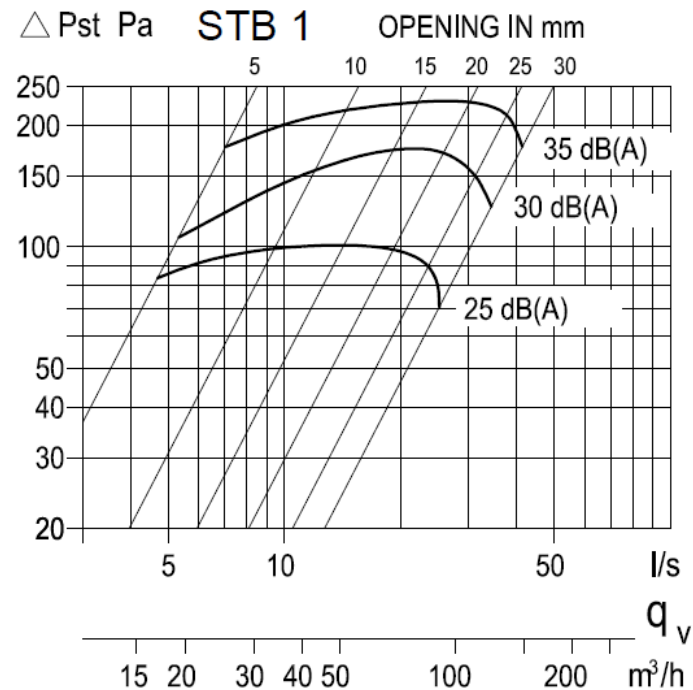
Bron: Cairox



Akoestiek:

- Een luchtmond kan extra geluid produceren indien deze slecht gekozen is

⇒ **Een passende luchtmond kiezen aangepast aan het debiet en de stroomopwaartse druk**

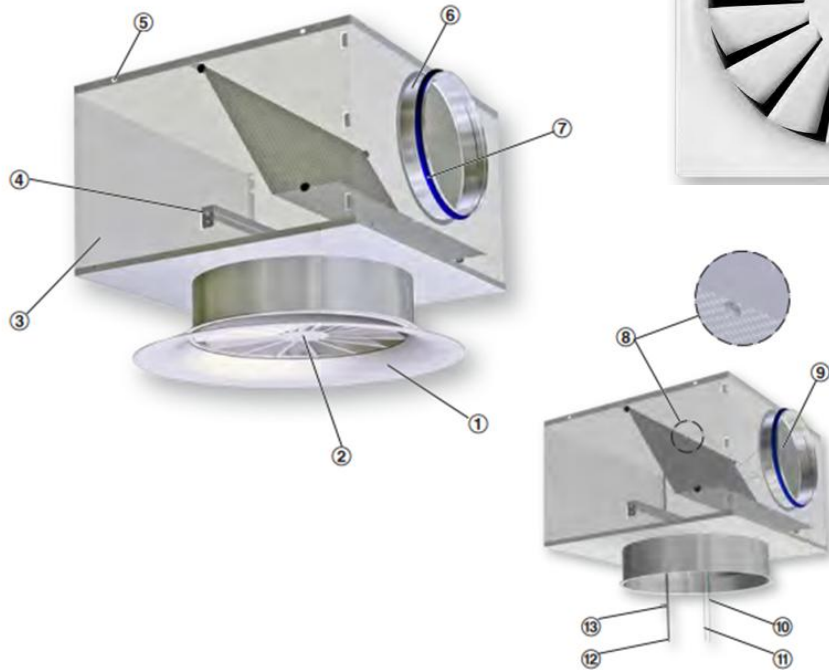


Bron: Zehnder



Akoestiek

Schéma du RFD-R-D, avec caisson pour raccordement horizontal



- ① Façade du diffuseur
- ② Vis de fixation centrale
- ③ Caisson de raccordement
- ④ Barre transversale
- ⑤ Patte de suspension
- ⑥ Collet de raccordement

Options

- ⑦ Joint à lèvres
- ⑧ Prise de pression
- ⑨ Clapet de réglage pour équilibrage du débit
- ⑩ Cordelette verte pour la fermeture du clapet de réglage
- ⑪ Cordelette blanche pour l'ouverture du clapet de réglage
- ⑫ Tube de mesure
- ⑬ Étiquette de texte qui indique le modèle du caisson de raccordement



D-K

tion rapide – niveau de puissance
stique et perte de charge

ension nominale	$\dot{V}$		Δp_t	L_{WA}
	l/s	m ³ /h	Pa	dB(A)
125	4,4	16	1	<15
	15	54	8	18
	30	108	33	36
	46	166	79	50
160	6,4	23	1	<15
	25	90	8	16
	45	162	26	33
	76	274	74	50
200	9	32	0	<15
	45	162	11	23
	75	270	31	37
	110	396	66	50
250	14	50	0	<15
	65	234	10	21
	115	414	33	38
	164	590	66	50
315	25	90	1	<15
	95	342	11	23
	165	594	32	38
	240	864	67	50
400	36	130	1	<15
	135	486	12	24
	235	846	36	40
	330	1188	71	50



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- ▶ Overzicht
- ▶ Eindeenheden
- ▶ **Verdeelnet**
- ▶ Luchtbehandelingscentrale
- ▶ Regeling
- ▶ Multiresidentieel



Bijzonderheden van het verdeelnet in niet-residentiële gebouwen

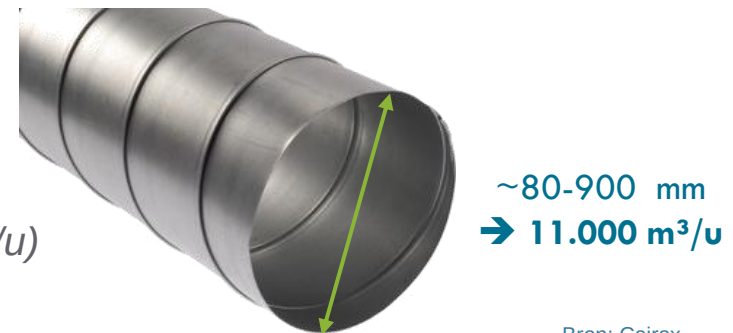
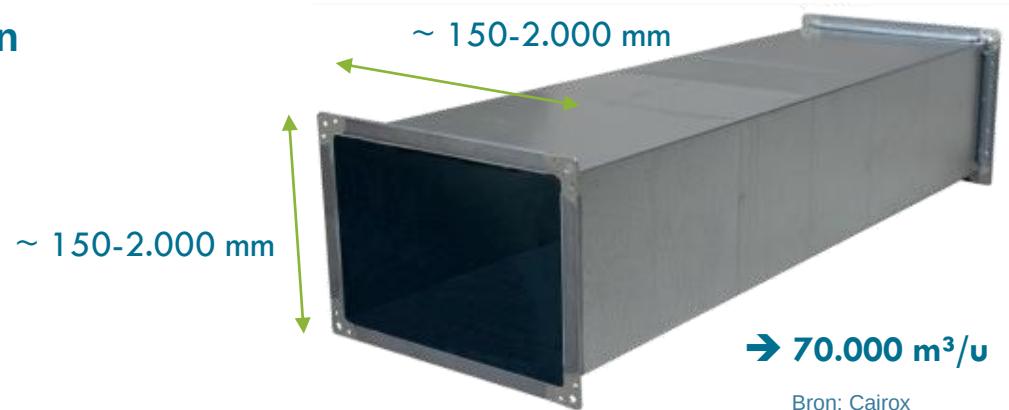
- ▶ Criteria voor dimensionering
 - Luchtsnelheid
 - Drukverlies
- ▶ Grotere debieten
 - >> Grotere diameters
 - >> **Hogere ruimte-eisen!**
- ▶ Diverse toepassingen
 - >> Uiteenlopende debieten overeenkomstig de ruimten
 - >> **Balanceren is cruciaal!**

Voorbeeld

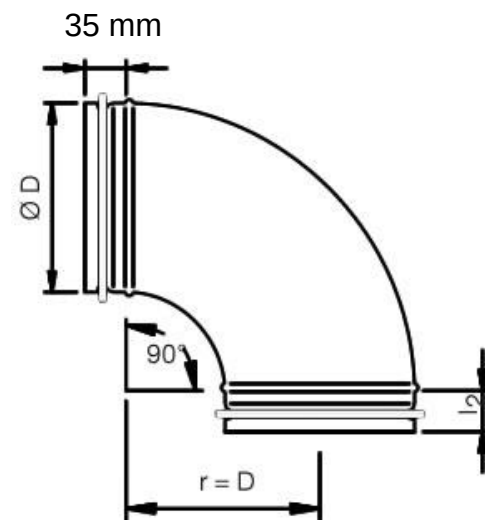
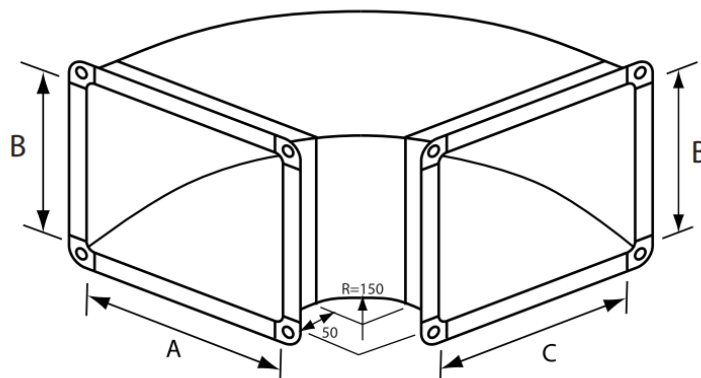
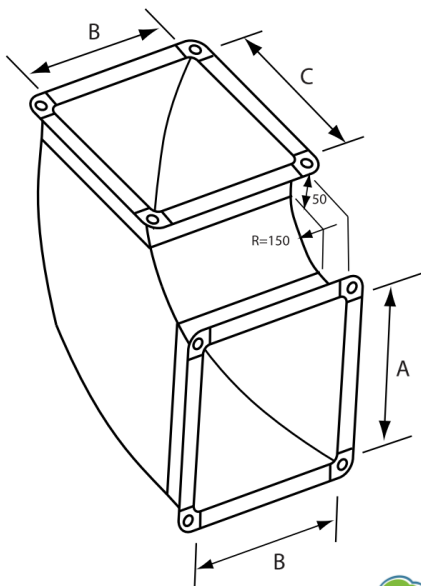
Toiletruimte ($50 \text{ m}^3/\text{u}$)

Landschapskantoor voor 15 personen ($> 330 \text{ m}^3/\text{u}$)

Productiewerkplaats ($\sim 4.000 \text{ m}^3/\text{u}$)



Bijzonderheden van het verdeelnet in niet-residentiële gebouwen



Drukverliezen beperken

- ▶ Ontwerp van het aangepaste verdeelnet

Lawaai in de installatie beperken

- ▶ Ontwerp van het aangepaste verdeelnet
- ▶ Geluiddempers installeren

Het verdeelnet balanceren

- ▶ Manueel register, CAV, VAV, ...



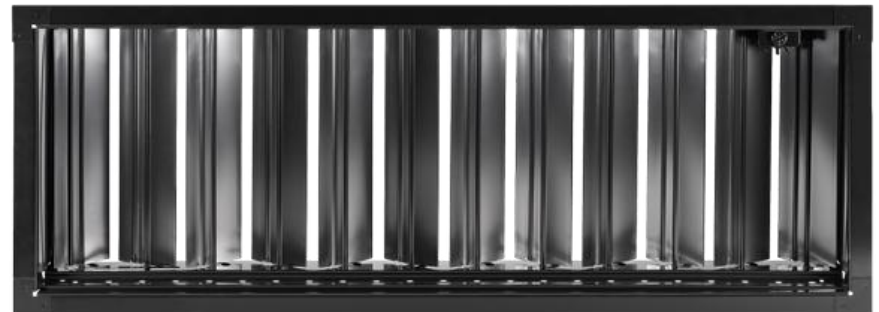
Bron: Trox



Bron: Cairox



Bron: écorce



Bron: Trox



Brandbeveiliging

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



Bron: écorce

Akoestiek

- ▶ Ronde geluiddempers
 - “Standaard” uitvoering



Bron: ATIB

- Met geïntegreerde coulissen / absorberende kern

⇒ **Absorberende oppervlakte** ↑ **Effectiviteit** ↑



Bron: ATIB

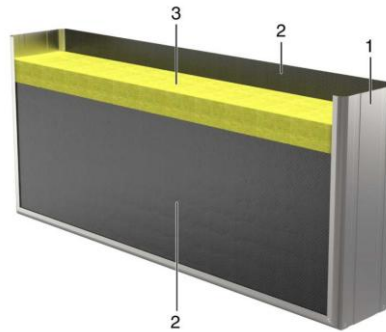


Akoestiek

- Geluiddempers met coulissen
 - “Standaard” uitvoering



Bron: ATC

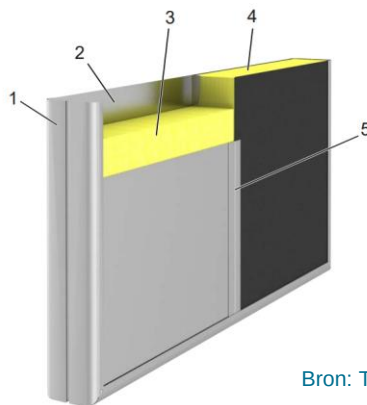


Bron: Trox

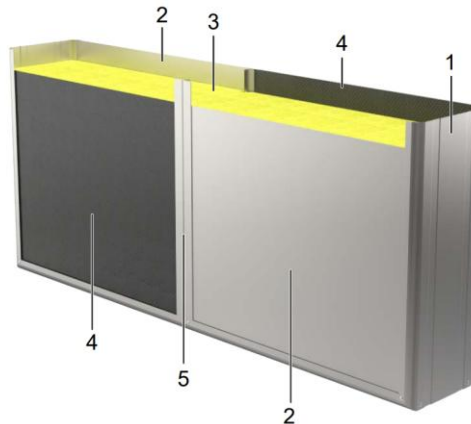
- 1 – Coulissenframe
- 2 – Glasvezeldoek
- 3 – Absorptiemateriaal

- Met resonantieplaten

⇒ **Verbeterde demping in de lage frequenties**



Bron: Trox

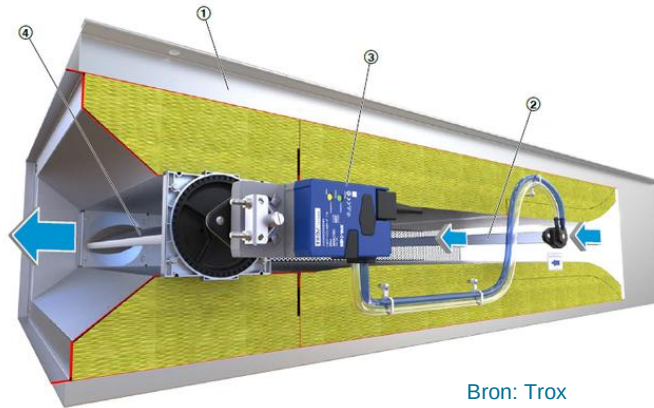


- 1 – Coulissenframe
- 2 – Resonantieplaat
- 3 – Absorptiemateriaal
- 4 – Glasvezeldoek
- 5 – Middenstijl



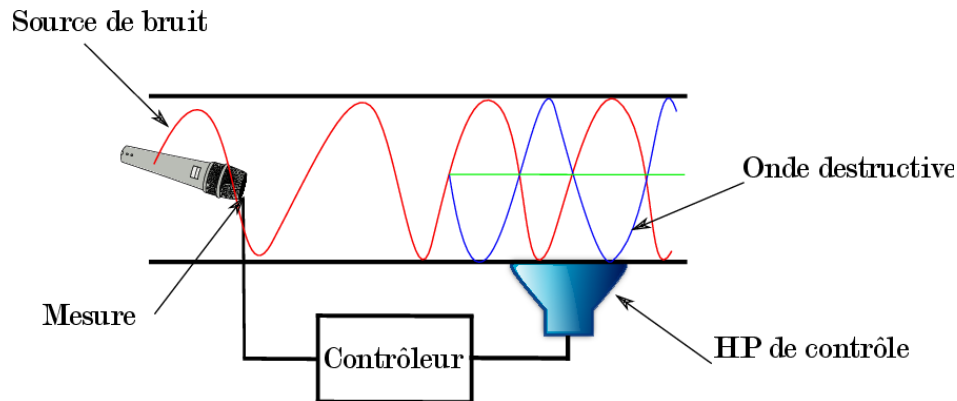
Akoestiek

- VAV met geïntegreerde geluiddemper

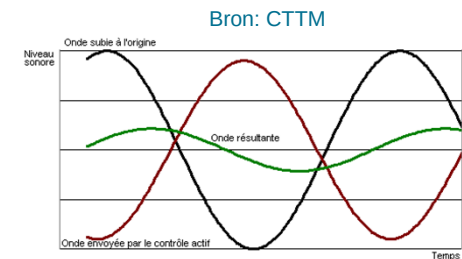


Bron: Trox

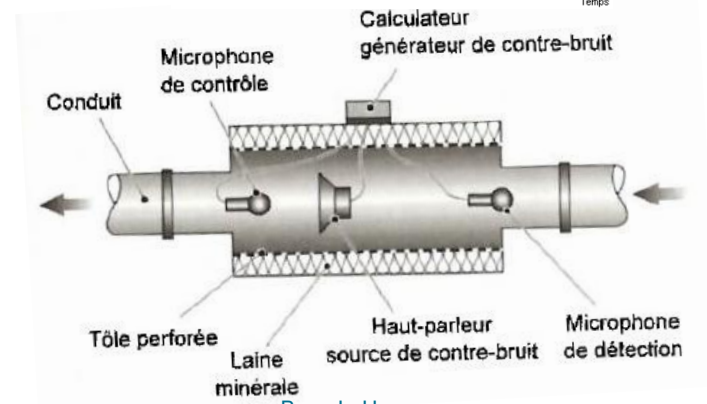
- Actieve geluiddempers
 - Antigeluid via geïntegreerde luidspreker



Bron: Semantic scholar



Bron: CTTM



Bron: L. Hamayon

Akoestiek – dimensionering/berekeningsnota

- ▶ Analyse van kanaalsegmenten naar:
 - de meest representatieve (dichtstbij gelegen en/of gevoeligste) ruimten
 - de buitenomgeving
- ▶ Van de groep naar de luchtmond, voor de verschillende elementen (geluiddempers, kanaal, bocht, aftakking, VAV, enz.):
 - + demping
 - - regeneratie

Source sonore

Diffuseur le plus défavorable

Affaire : Hôpital
 Entreprise : F2A
 Indice : A

Équipement : CTA
 Coté : Soufflage
 Local étudié : Salle de Réveil

Spectre équipement :		Fréquence (Hz)									Global (dB(A))		Global (dB)	
Puissance Non Pondérée (Lw)		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global	Global	Global	Global	
Lw		79,0	76,0	85,0	82,0	86,0	80,0	76,0	71,0	88,5	90,6	90,6	90,6	
Puissance Pondérée (Lw A)		Tolérance									Globale		Globale	
Lw		82,0	79,0	86,0	85,0	89,0	83,0	79,0	74,0	93,6	93,6	93,6	93,6	
Lw A		55,8	62,9	79,4	81,8	89,0	84,2	80,0	72,9	91,5	91,5	91,5	91,5	

Coudes Rectangulaires Arrondi

Long : 720 mm

Qté : 1 poe

Haut : 900 mm

Traitement : NCN

Até.	0,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		
Lw Reg	11,5	10,8	10,4	9,8	8,6	6,5	3,2	0,0	0,0	13,6	
Lw Rés	82,0	78,0	86,0	82,0	86,0	80,0	76,0	71,0	68,6		

Débit = 4500 m³/h

V = 1,93 m/s

Prèges à son BONE R-BL **FEA**

Long : 1900 mm

Ep. B : 200 mm

Haut : 500 mm

No baffles : 5 poe

Prof : 1500 mm

Rives : 100 mm

V.A : 50 mm

Até.	8,0	23,0	32,0	43,0	52,0	54,0	37,0	40,0			
Lw Stat	74,0	55,0	54,0	39,0	34,0	28,0	39,0	31,0	50,8		
Lw Reg	48,4	43,4	41,1	39,4	38,4	37,4	33,4	29,4	43,8		
Lw Rés	74,0	55,3	54,2	42,2	36,7	37,7	40,1	33,9	51,6		

Débit = 4500 m³/h

V = 1,67 m/s

V. Int = 8,33 m/s

ΔP = 48,6 Pa

Gonèes Rectangulaires

Long : 950 mm

Long : 2 m

Haut : 350 mm

Traitement : NCN

Até.	1,6	1,3	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
Lw Reg	29,0	27,0	24,8	22,0	20,0	18,0	16,0	14,0	25,8		
Lw Rés	72,4	54,0	53,3	42,0	36,5	37,5	36,9	32,8	50,7		

Débit = 4500 m³/h

V = 3,76 m/s

Atténuation Changement de Débit

Até.	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8			
Lw Rés	64,6	46,2	45,7	34,2	31,7	29,7	32,1	29,0	42,9		

Coudes Circulaires Arrondi

Ø : 315 mm

Qté : 1 poe

Traitement : NCN

Até.	0,0	0,0	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0				
Lw Reg	14,2	12,0	10,8	10,1	9,6	9,0	7,9	5,8	15,7		
Lw Rés	64,6	46,2	44,7	33,2	29,7	26,8	29,1	22,1	42,0		

Débit = 750 m³/h

V = 2,67 m/s

Régulation RCVS **FEA**

Ø : 250 mm

ΔP : 100 Pa

Lw Reg	66,0	62,0	58,0	53,0	45,0	43,0	41,0	37,0	54,9		
Lw Rés	68,4	62,1	58,2	53,0	45,1	43,1	41,3	37,1	55,1		

Débit = 750 m³/h

V = 4,24 m/s

Prèges à son PREMUM **FEA**

Prof : 500 mm

Ø : 315 mm

Até.	4,0	4,0	9,0	10,0	25,0	34,0	19,0	11,0			
Lw Stat	64,4	58,1	49,2	38,0	20,1	9,1	22,3	26,1	45,8		
Lw Reg	40,0	33,0	23,0	17,0	11,0	13,0	13,0	13,0	23,1		
Lw Rés	64,4	58,1	49,2	38,0	20,6	14,5	22,8	26,3	45,8		

Débit = 750 m³/h

V = 2,67 m/s

V. Int = 3,68 m/s

ΔP = 5 Pa

Système Fin Réseau (Lw)

61,1	59,1	49,2	39,0	20,0	14,5	22,8	26,3	45,8			
------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--

Débit = 750 m³/h

Akoestiek - aandachtspunten

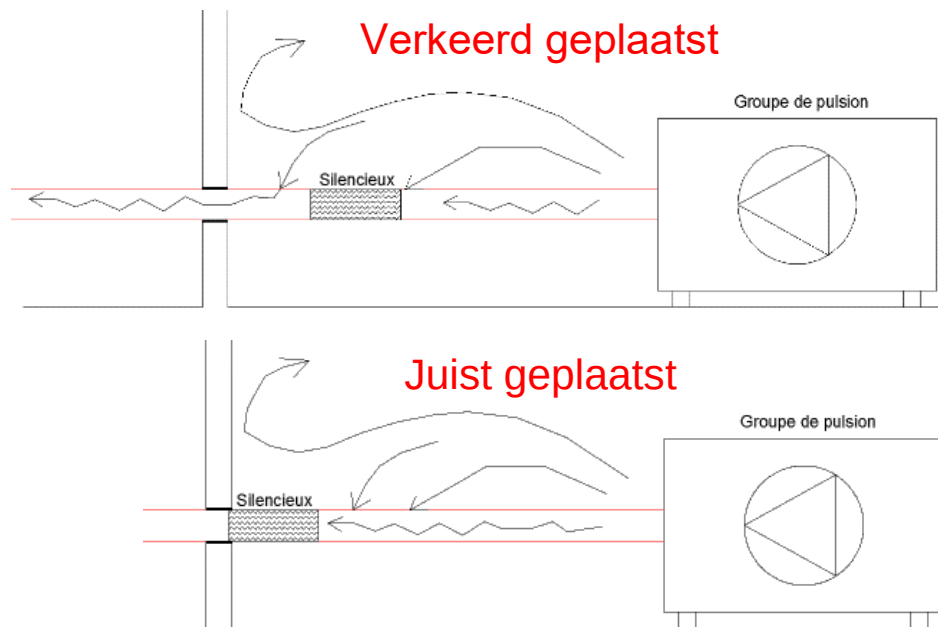


- ▶ De geluiddempers genereren zelf drukverliezen
 - ⇒ Ze moeten zo worden gedimensioneerd dat het door hen gegenereerde geluid het te dempen geluid niet overtreft
- ▶ Beperken van de lichtsnelheid door de geluiddemper
 - Beperking van drukverliezen en akoestische regeneratie
 - Vermijden van de defibrillatie van het beschermende doek van het absorptiemateriaal (max. 20 m/s aanbevolen)



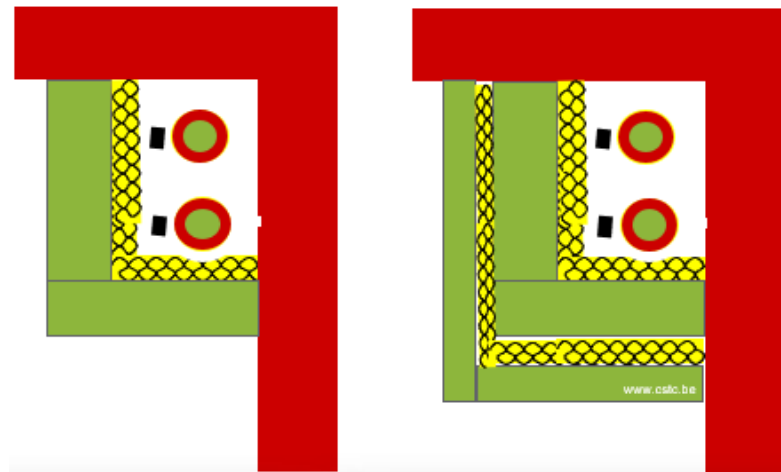
Akoestiek - aandachtspunten

- Plaatsing: Vermijden van akoestische kortsluitingen
 - ⇒ Te plaatsen vlak voor het verlaten van het technisch lokaal



Akoestiek - technische kokers

- ▶ Overdracht van kanaalgeluid via de wanden van de technische kokers
- ▶ Oplossingen
 - Vermijden van kanalen in geluidsgevoelige ruimten
 - Voorzien van akoestische schachten of verlaagde plafonds
- ▶ Richtlijnen voor **technische kokers**:
 - Minerale wol op 50 % van de binnenwanden
 - 10 cm gipsblokken als de ruimten niet erg geluidsgevoelig zijn
 - Dubbele dikte 7+10 cm of zware wand als de doorkruiste ruimten geluidsgevoelig zijn (woonkamer, slaapkamer...)



Prestaties

- ▶ Met betrekking tot het verdeelnet is het de bedoeling om drukverliezen zoveel mogelijk te beperken.

Hoe?

- ▶ De lengte van het verdeelnet beperken,
- ▶ De geometrie vereenvoudigen om de bijzonderheden (bochten, T-stukken, enz.) te vermijden,
- ▶ De snelheid beperken door een voldoende hoge sectie van het kanaal te kiezen

⇒ **Afweging tussen snelheid en ruimte/kosten**

⇒ **De aanvaardbare snelheid is afhankelijk van de doorkruiste ruimte en de bijbehorende kanaallengte**



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- ▶ Overzicht
- ▶ Eindhoven
- ▶ Verdeelnet
- ▶ **Luchtbehandelingscentrale**
- ▶ Regeling
- ▶ Multiresidentieel



LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE

Compacte centrale (500-~7.000 m³/u)

← Horizontale, “compacte” LBC (hier 6.000 m³/u)

Verticale, “compacte” LBC (hier 3.500 m³/u) →

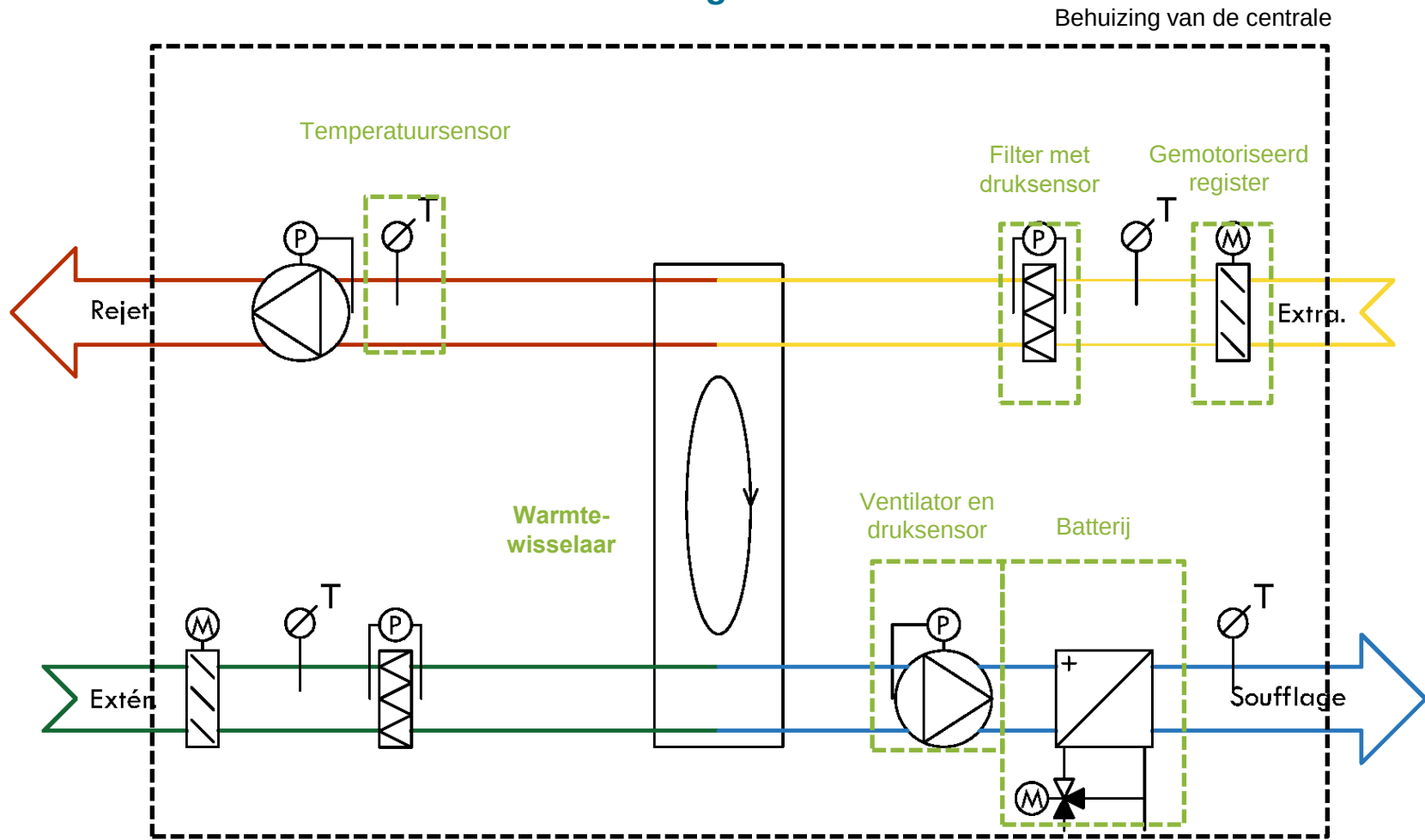


Bron: SystemAir



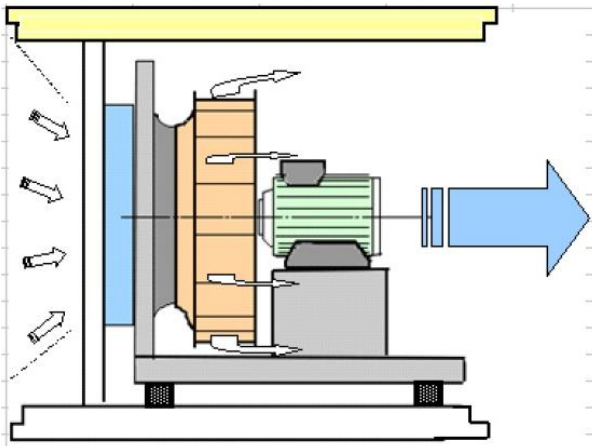


Onderdelen van een luchtbehandelingscentrale



Ventilatormotoren

- ▶ Asynchrone motor



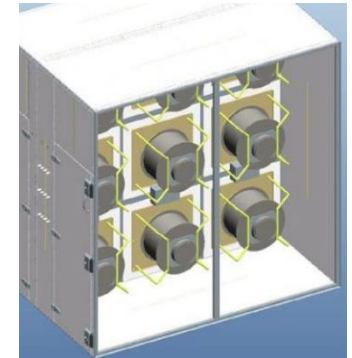
Bron: CIAT



- ▶ Met EC-motor (elektronische omschakeling)



Bron: CIAT



Bron: TROX

- Wisselstroom
- Regeling van de motorsnelheid evenredig met de frequentieregeling

⇒ **Vereist een frequentieregelaar**

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



SFP = Specific Fan Power [W/(m³/s)]

$$\text{SFP} = \frac{P_S + P_E}{Qv_{\max}}$$

P_S = opgenomen elek. vermogen bij pulsie [W]

P_E = opgenomen elek. vermogen bij afvoer [W]

$Qv_{\max}$ = grootste debiet (pulsie of extractie) [m³/s]



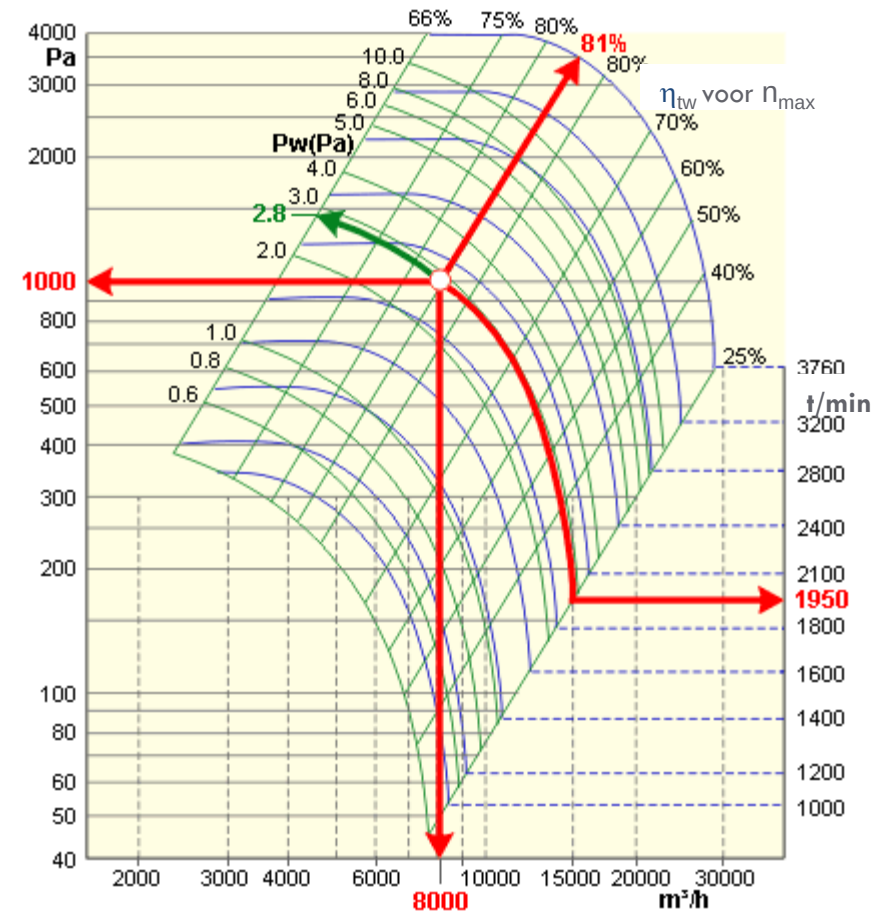
Het SFP kan op verschillende manieren worden bekeken (volgens de ErP-richtlijn en de EPB-regelgeving) en is afhankelijk van de drukverliezen van de installatie!

Om twee groepen te vergelijken, moet er rekening worden gehouden met alle drukverliezen (toebehoren stroomafwaarts/-opwaarts inbegrepen)



Enkele adviezen

- ▶ Nominaal werkpunt bij maximumrendement = juiste dimensionering
- ▶ Mogelijkheid tot wijziging van het debiet zonder rendementsverlies



Bron: Energie Plus



Gebruik

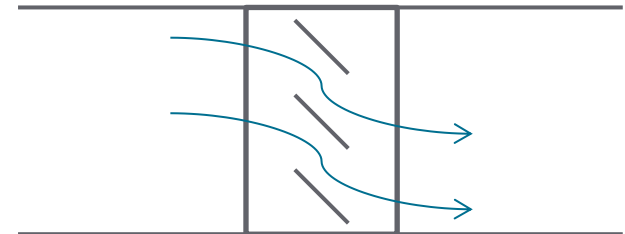
- ▶ Sluiting van de LBC (uitschakeling, vorst)
- ▶ Wijziging van luchtstroom
 - Bypass van warmtewisselaar
 - Hercirculatie

Kenmerken

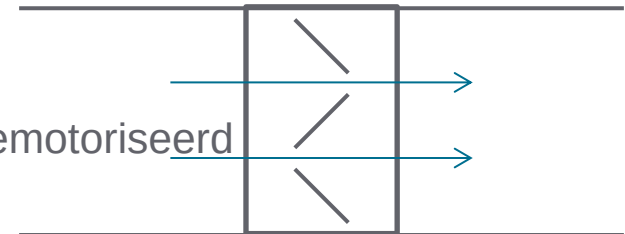
- ▶ **Type:** parallel / tegenoverliggend – manueel / gemotoriseerd
- ▶ Afdichtingen op einde van lamellen
- ▶ **Materialen:** gegalvaniseerd staal, aluminium, roestvast staal
- ▶ Aandrijving door stangen of tandwielen

Aandachtspunten

- ▶ Hygiëne: beschermcarter rond kader en beschermend sch
- ▶ 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 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
ventilatoren.



Zakkenfilters

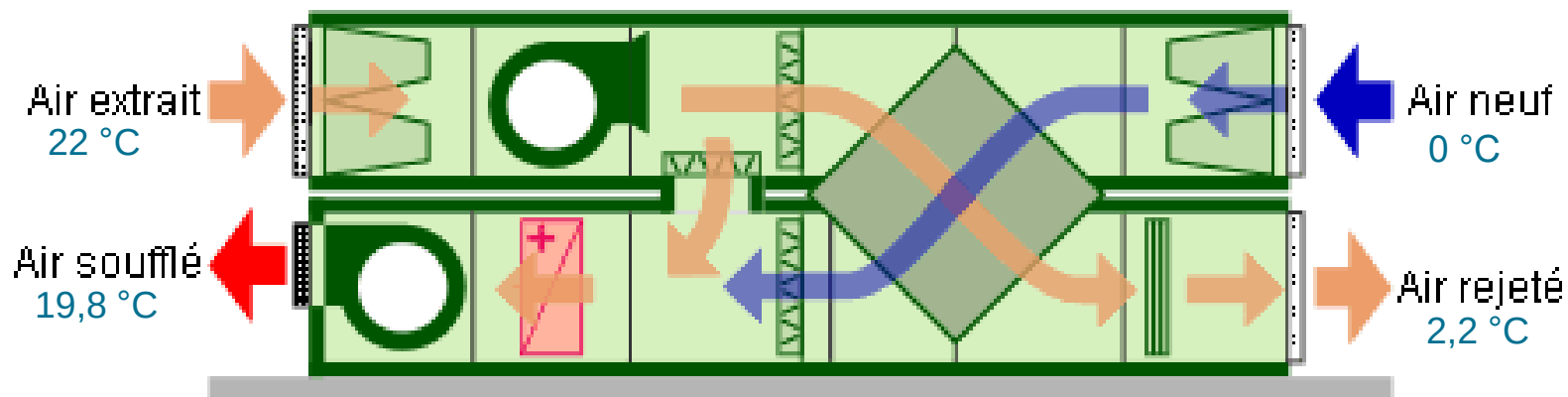
Bron: GEA Happel



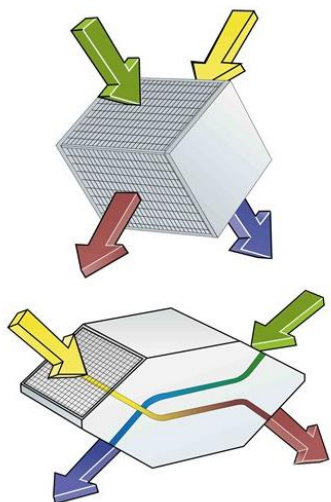
Gravimetrische filters

Bron: CIAT



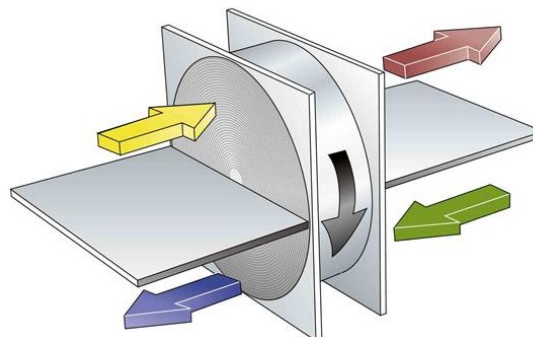


Bron: EnergiePlus

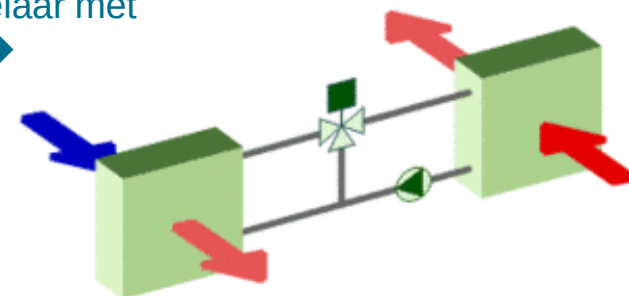


← Platenwarmtewisselaar
(kruisstroom/tegenstroom)

Warmtewisselaar met
glycolwater →



Bron: Swegon



← Warmtewielwisselaar

Bron: EnergiePlus



Warmtewisselaar

► Platenwarmtewisselaar



Bron: Tuvaco

- Vereist overal temperatuursensoren
- AON via bypass: gemotoriseerde afsluitklep

⇒ Voor regeling van pulsietemperatuur

► Warmtewielwisselaar



Bron: Tuvaco

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

⇒ Voor regeling van pulsietemperatuur en behoud van rendement



Warmtewisselaar van het recuperatortype

- ▶ Het rendement van een platenwarmtewisselaar hangt af van

- de luchtsnelheid

⇒ **Het rendement neemt toe met de uitwisseltijd**

- de relatieve luchtvochtigheid (binnen- en buitenomgeving)

⇒ **Aangezien een groot deel van de doorgegeven energie afkomstig is van de condensatie van de waterdamp van de vervuilde lucht, ligt het rendement hoger bij een vochtigere binnenlucht.**

- het temperatuurverschil tussen binnen- en buitenomgeving
- de ventilatorverliezen die de ingeblazen lucht verwarmen
- de vervuiling van de warmterecuperator

⇒ **Het rendement neemt af wanneer de warmterecuperator vuil is (het stof vormt een isolerende laag)**



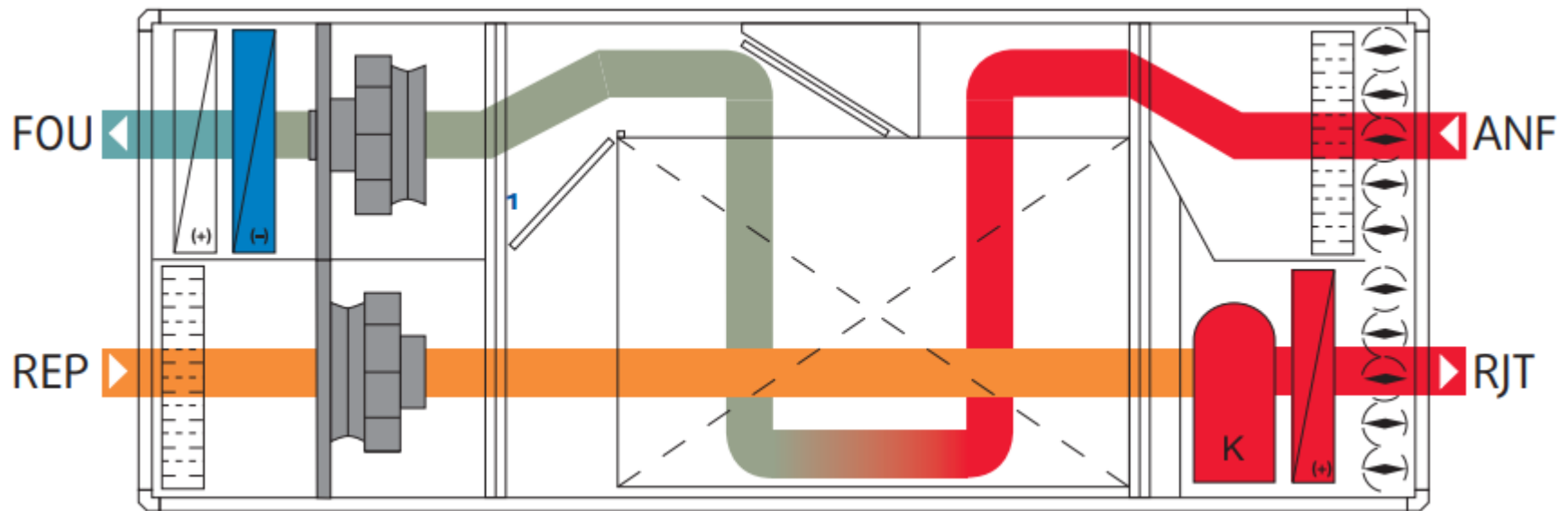
Criteria voor het kiezen van de warmtewisselaar

- ▶ Te bereiken prestaties
- ▶ Te overwinnen drukverliezen
- ▶ Mogelijkheid tot uitschakeling om van koelere buitenlucht te kunnen profiteren > via (volgens het type warmtewisselaar)
- ▶ Gemotoriseerde bypass
- ▶ Uitschakeling van het wiel
- ▶ Uitschakeling van de circulator tussen de twee warmtewisselaars
- ▶ Beschikbare plaats voor de groep en plaats van de pulsie- en extractiekanalen
- ▶ Energie-inhoud van de afvoerlucht
- ▶ Al dan niet aanvaardbaar risico van contaminatie tussen toevoerlucht en afvoerlucht
- ▶ ...



Warmtepomp met directe expansie in een luchtbehandelingscentrale

- ▶ Er is een aerothermische warmtepomp geïntegreerd in de LBC die zorgt voor
 - de voorverwarming van de aangevoerde lucht d.m.v. onttrekking van energie uit afgevoerde lucht (na warmtewisselaar)
 - de koeling van de aangevoerde lucht d.m.v. afgifte van energie in afgevoerde lucht (na warmtewisselaar)



Bron: Menerga



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

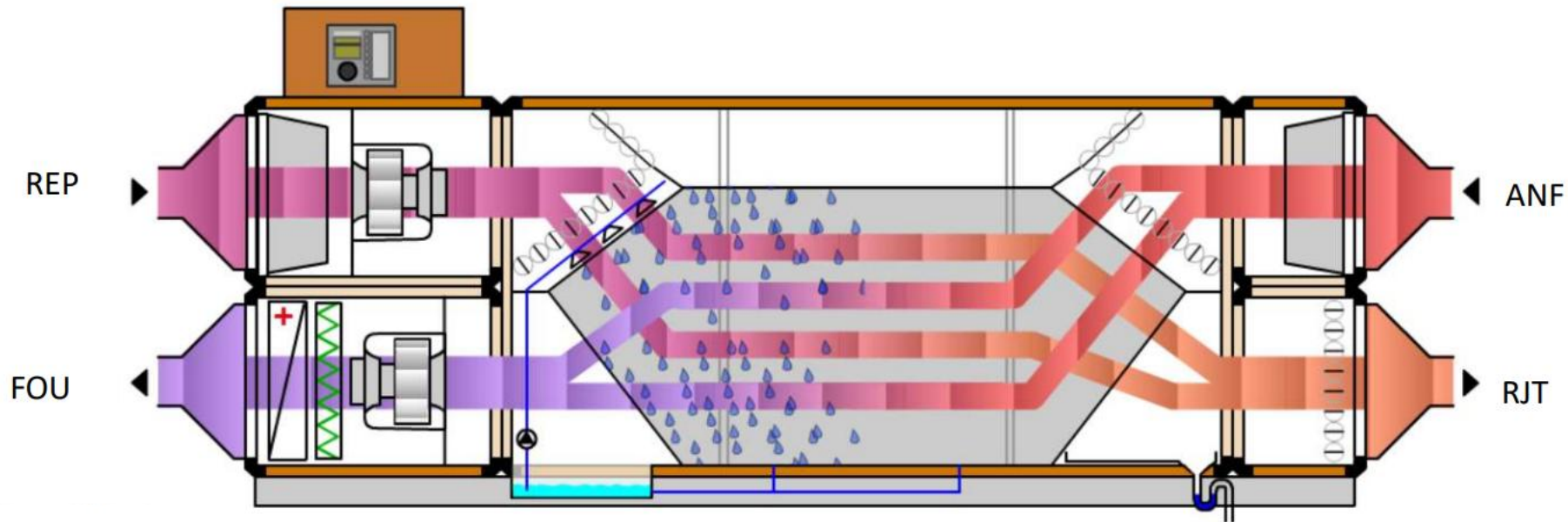
Aandachtspunten

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



Bron: Menerga



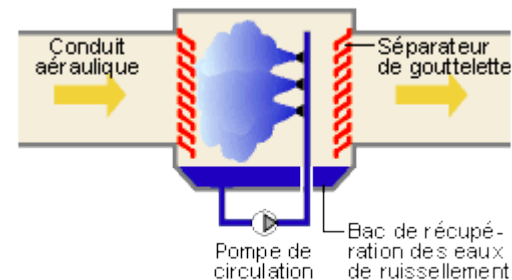
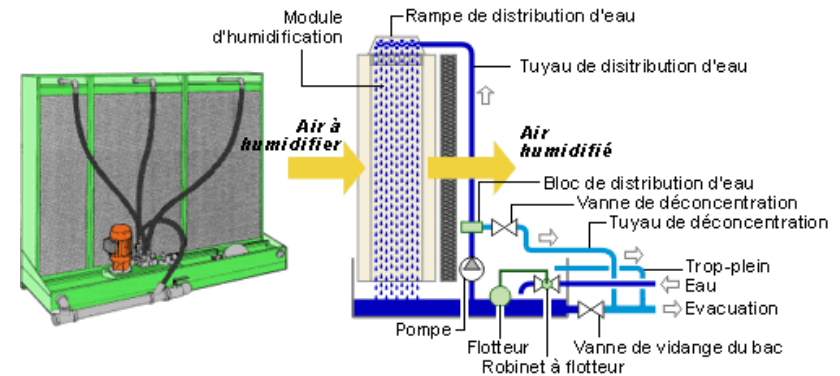
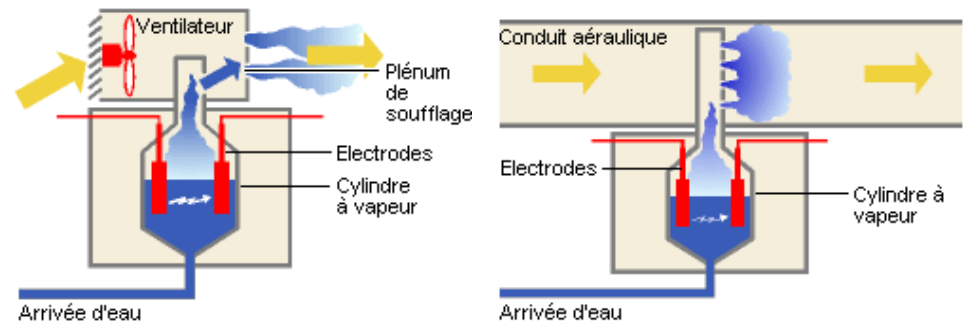


Bron: Menērga



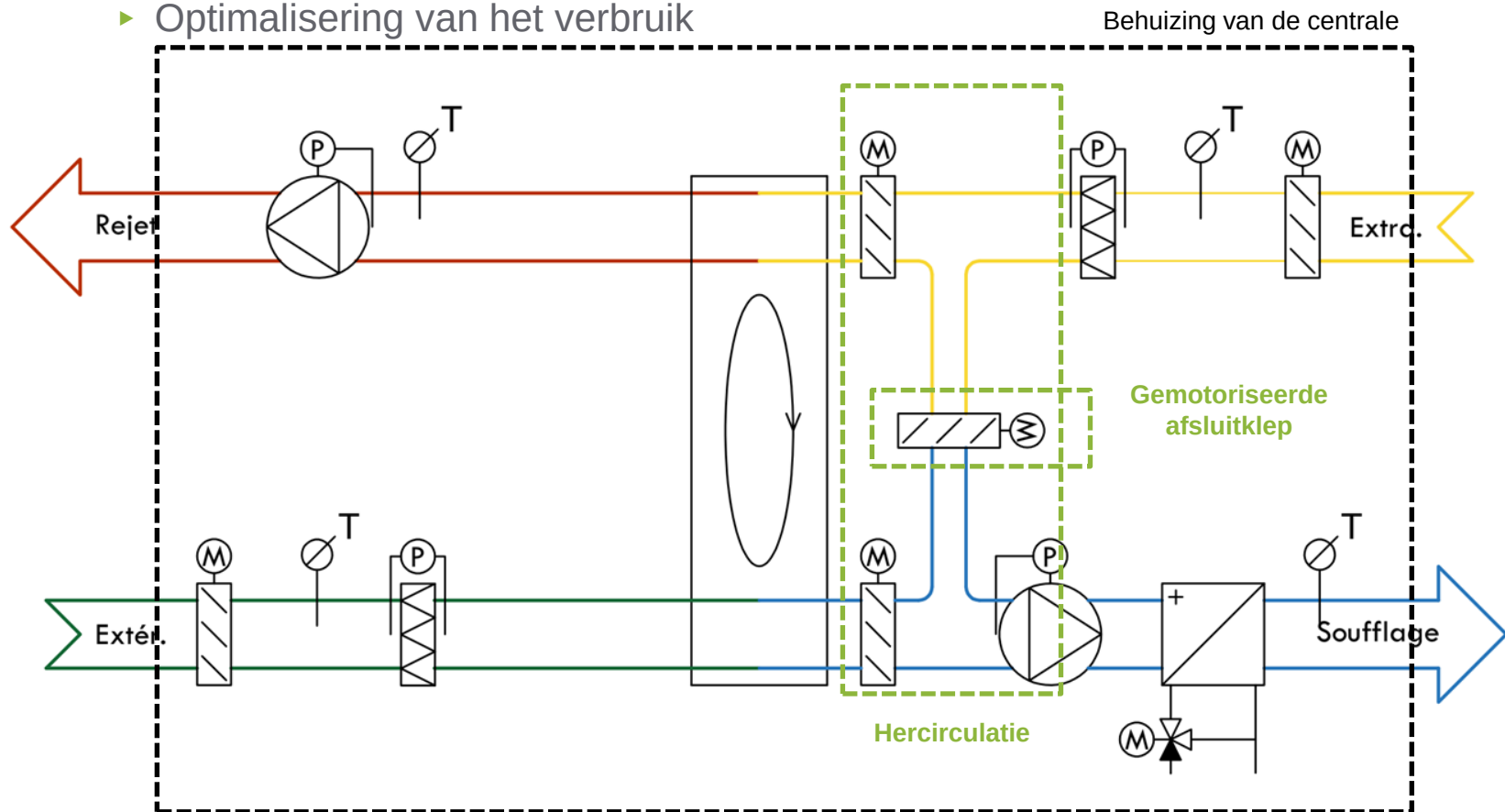
Verschillende types:

- Luchtbevochtigers van stoom
- Luchtbevochtigers op basis van verdamping
- Luchtbevochtigers op basis van koudwaterverneveling

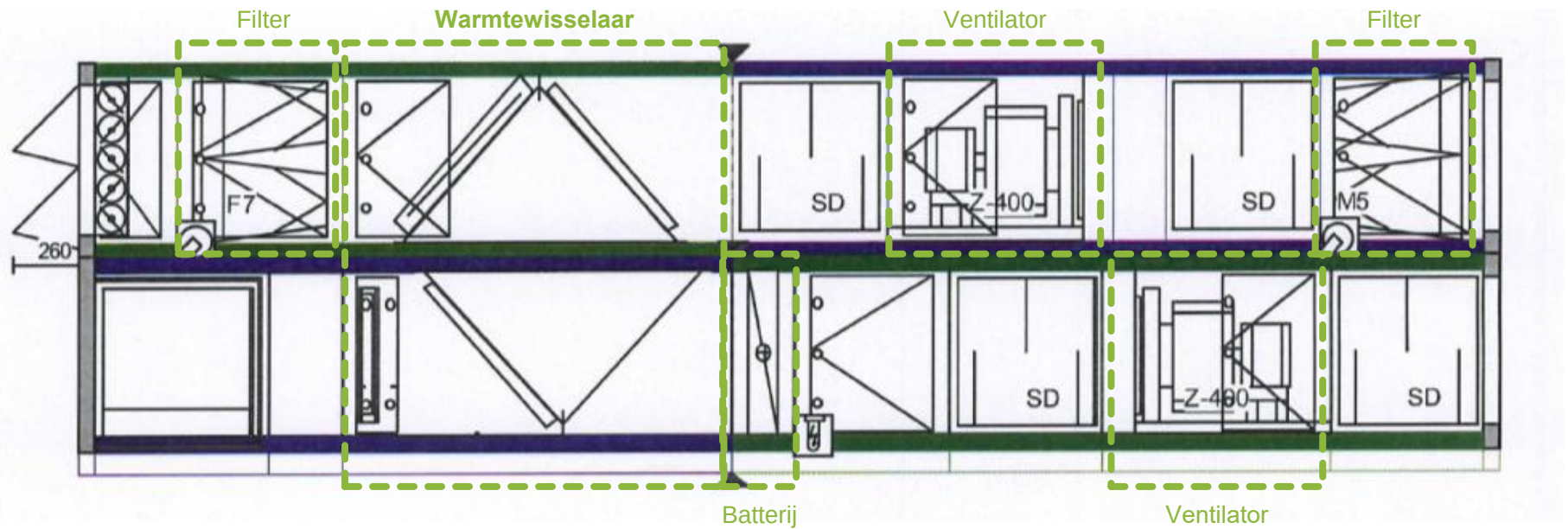


Luchtbehandelingscentrale met hercirculatie

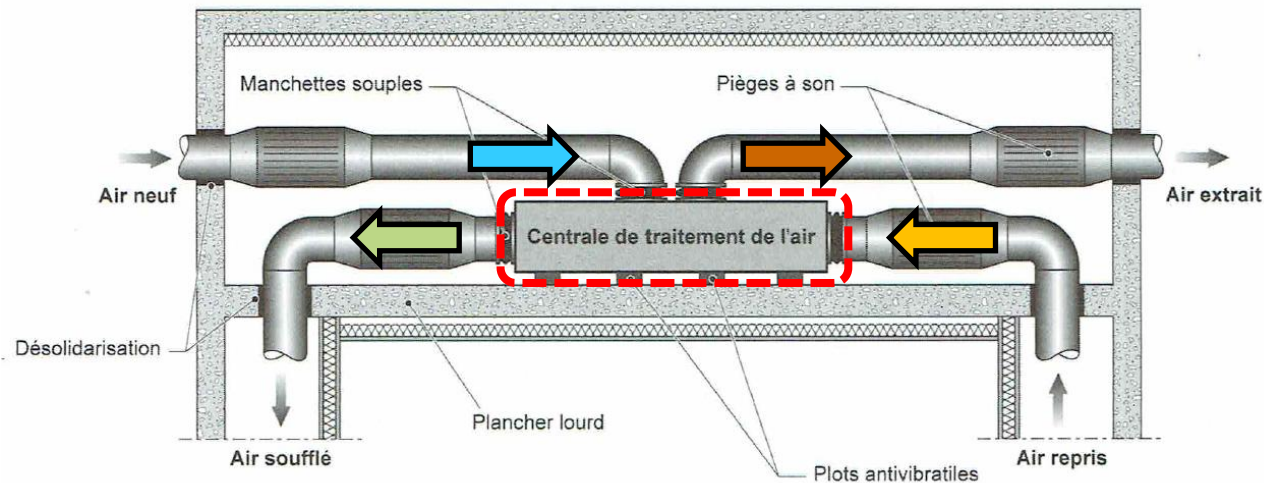
- ▶ Gebruikt bij verwarming via lucht
- ▶ Maakt het mogelijk de behoefte aan hygiënische verse lucht te scheiden van de behoefte aan lucht voor verwarming/koeling van de ruimten
- ▶ Optimalisering van het verbruik



In de praktijk



Akoestiek - analyse van de technische fiche van de LBC



Bron: boek "Réussir l'acoustique d'un bâtiment" – Loïc Hamayon

Bande de fréquence [Hz]	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Total
Puissance acoustique [dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)]
Soufflage	74	85	78	80	75	71	67	60	81
Air neuf	66	79	71	67	60	53	45	41	69
Rejet	73	86	76	79	74	69	63	57	80
Extraction	69	78	71	68	62	58	51	51	70
Son rayonné	68	75	57	56	54	49	44	29	62

Bron: Systemair – uittreksel TF LBC 20.000 m³/u



Prestaties

De energieprestaties van een LBC, voor een gegeven debiet en extern drukverlies, zijn afhankelijk van:

- ▶ het globale rendement van de motor-/ventilatorcombinatie (en eventueel de frequentieregelaar)
- ▶ het interne drukverlies van de LBC:
 - De luchtsnelheid binnenin de LBC
 - Het drukverlies van de verschillende onderdelen (registers, filters, warmtewisselaars, enz.)

⇒ **en dus van de vrije doorlaatsectie**



Eurovent

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

Doel

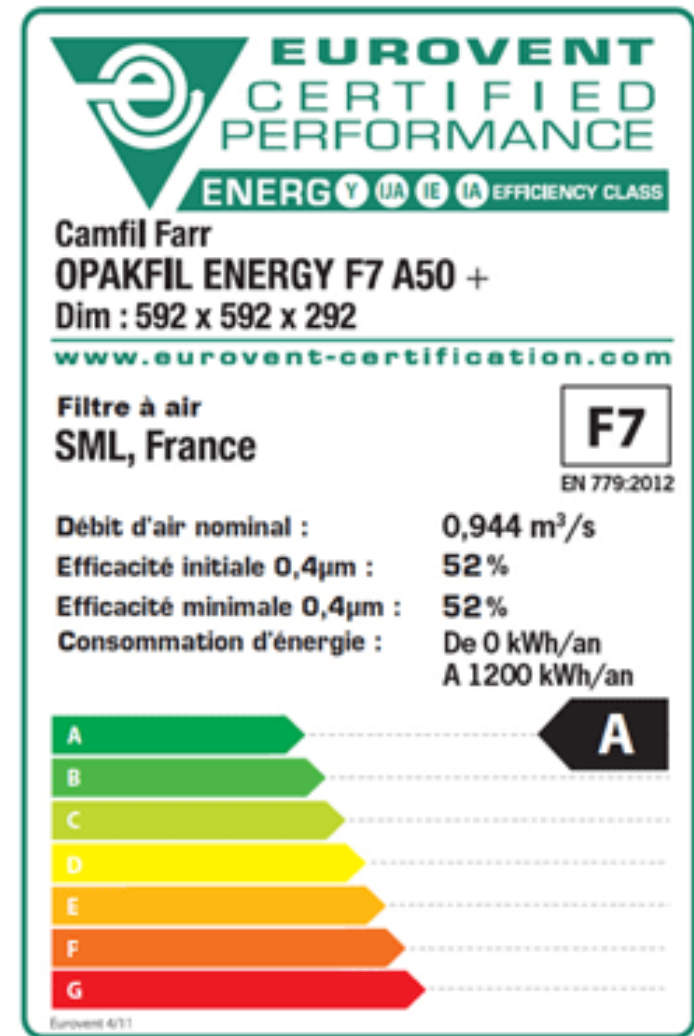
- ▶ Toegankelijk en doeltreffend communiceren over productprestaties
- ▶ Mogelijkheid bieden om producten onderling te vergelijken op gemeenschappelijke basis

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, ...



Analyse van een technische fiche



INLEIDING

FUNCTIES

ONDERDELEN VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

- ▶ Overzicht
- ▶ Eindhoven
- ▶ Verdeelnet
- ▶ Luchtbehandelingscentrale
- ▶ **Regeling**
- ▶ Multiresidentieel



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 lichtsnelheid!
 - 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)

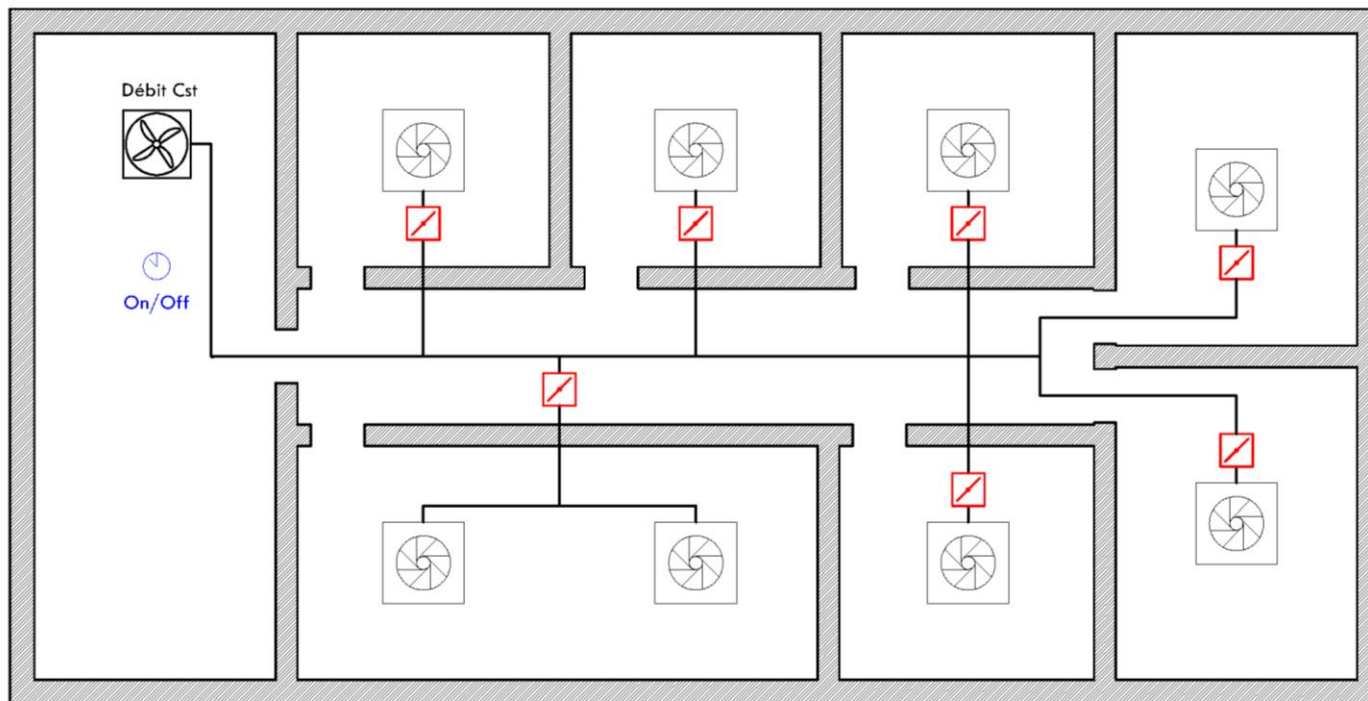
VAV

- + 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

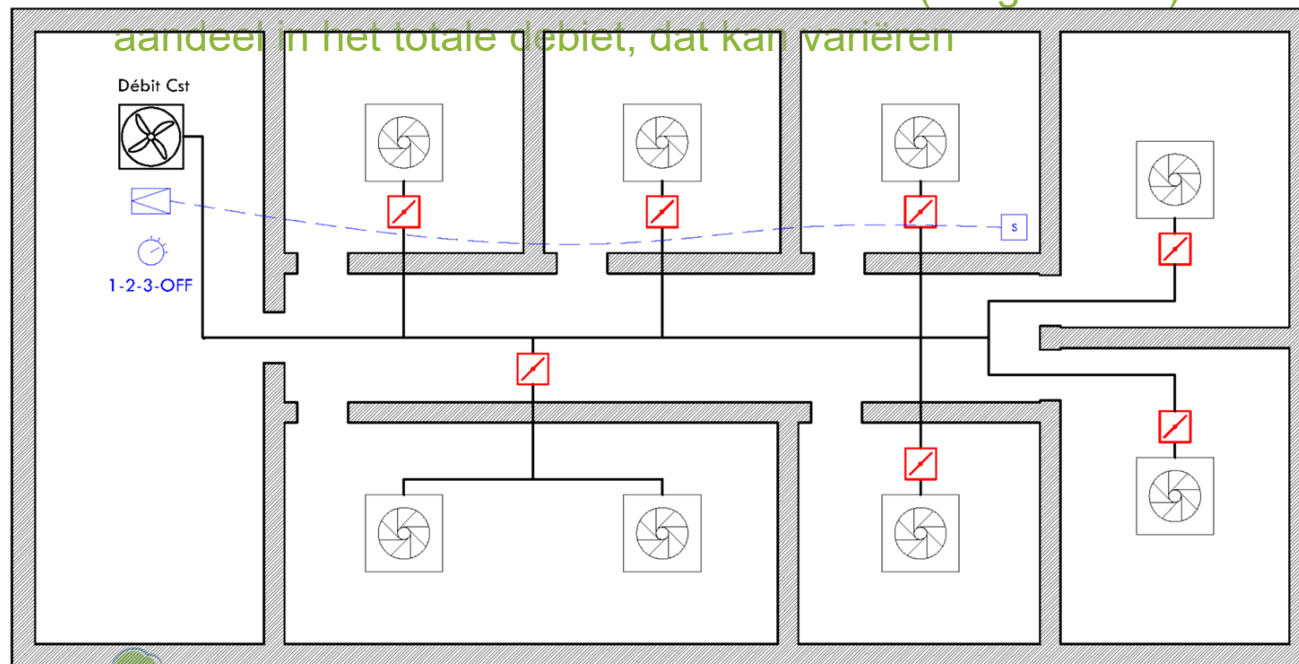
- ▶ Ventilator: constant debiet, ON/OFF, eventueel met timer
- ▶ Net: balancering via manueel register (klep)
 - ⇒ Vereist een manuele balancering (relatief tijdrovend en arbeidsintensief, ...)
 - ⇒ Geen indicatie bij ontregeling ...



Schema 2 – manuele 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)

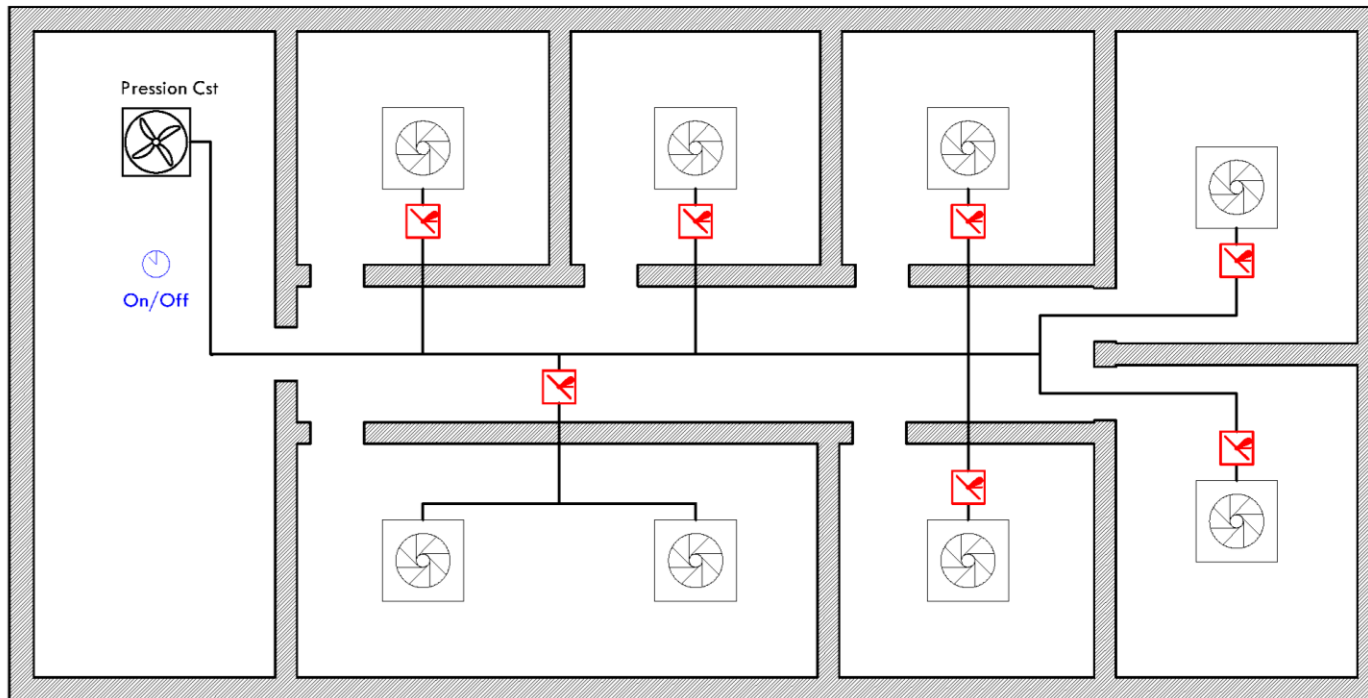
⇒ Het debiet van elke luchtmond behoudt (zo goed als) hetzelfde aandeel in het totale debiet, dat kan variëren



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

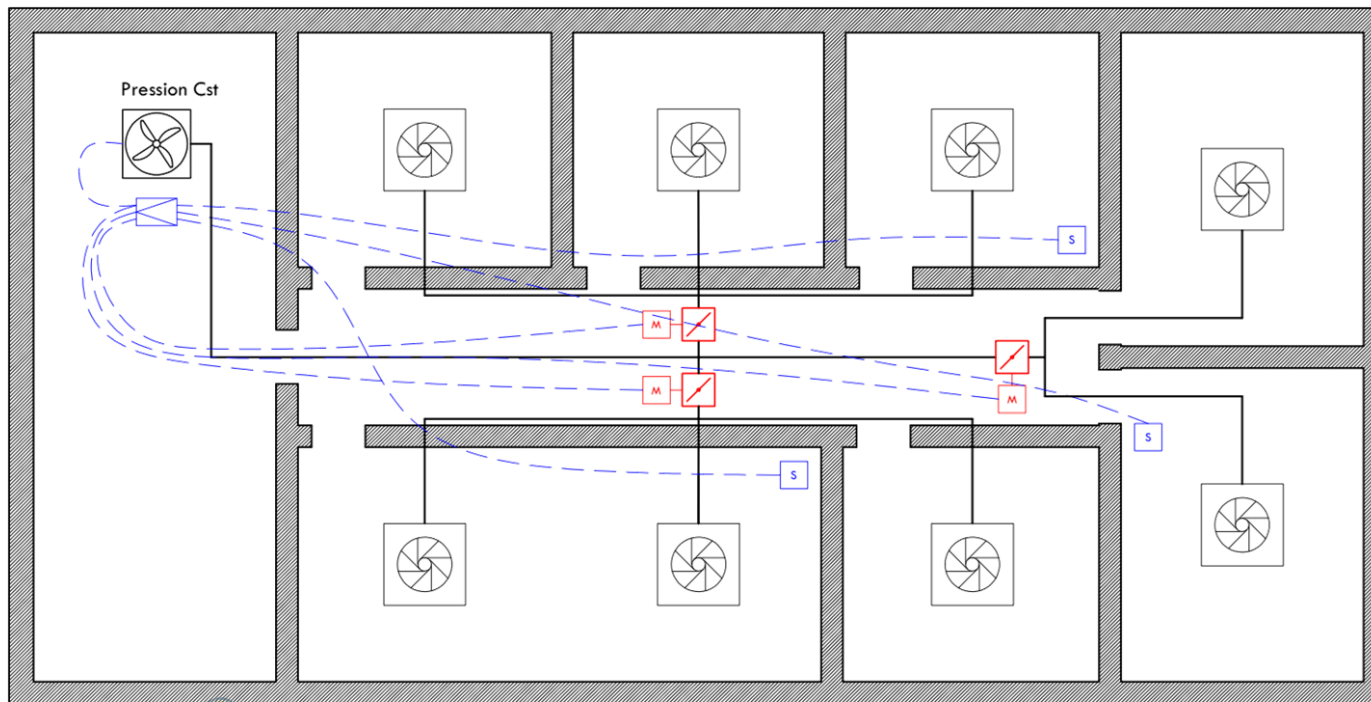
⇒ Geen manuele balancerings vereist ... maar debiet per luchtmond is vast



Schema 4 - regeling met variabel debiet

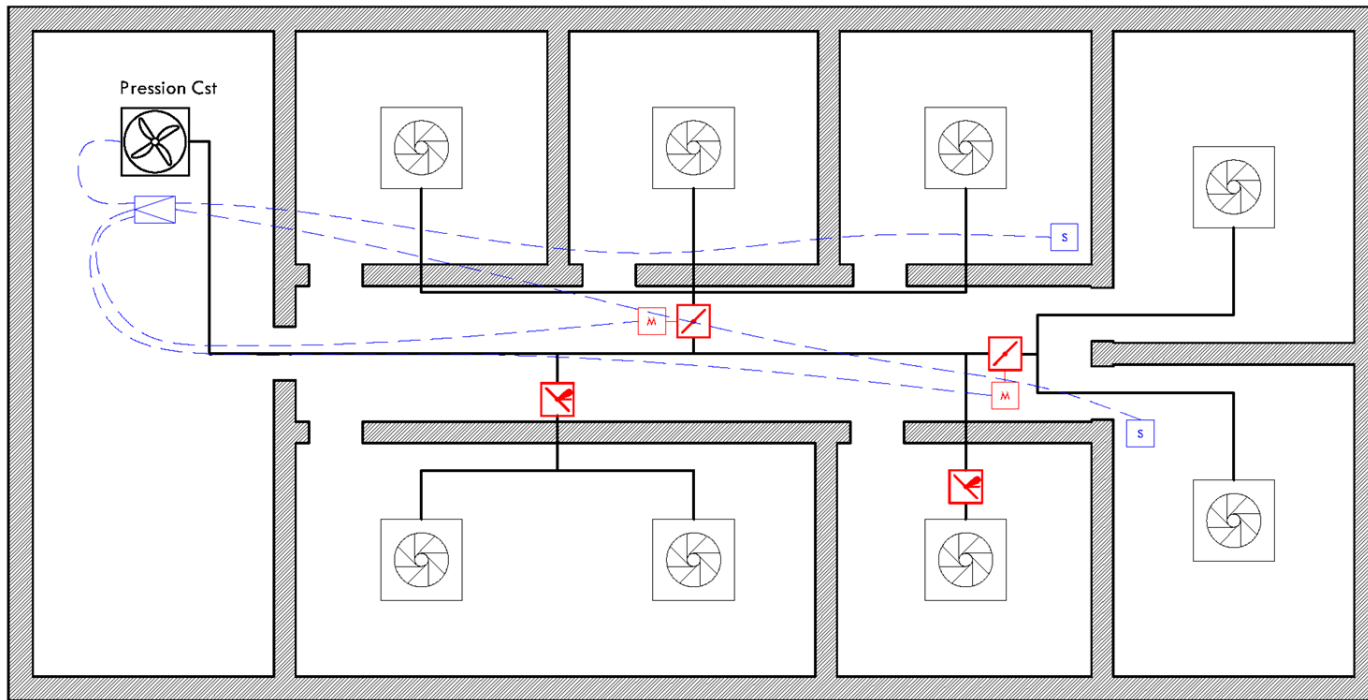
- ▶ Ventilator: met constante druk
- ▶ Net: elk deel van het net voorafgegaan door een VAV-regelklep (variabel debiet) kan, met betrekking tot het debiet, onafhankelijk van de rest van het net worden geregeld

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



Schema 5

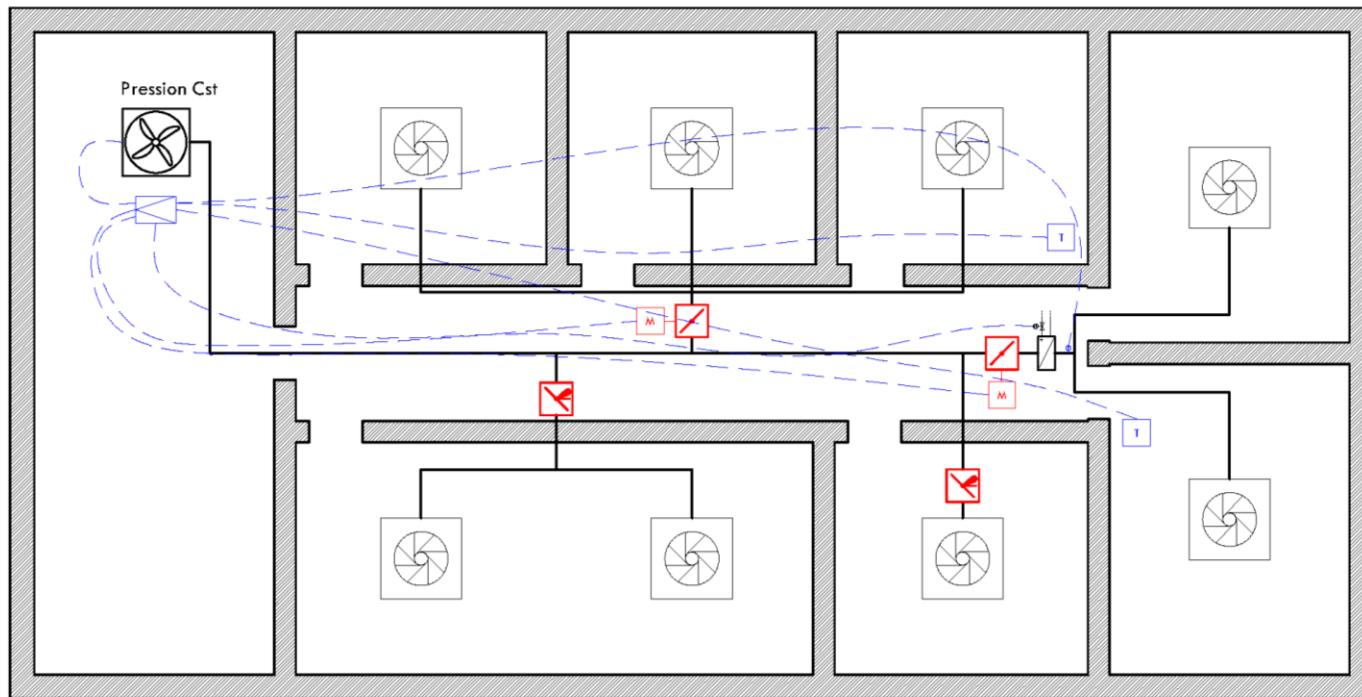
- Schema 3 + schema 4
 - Ventilator: met constante druk
 - Net: overeenkomstig de behoeften, worden de verschillende delen van het net met een variabel of constant debiet geregeld



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 VAN EEN VENTILATIE-INSTALLATIE

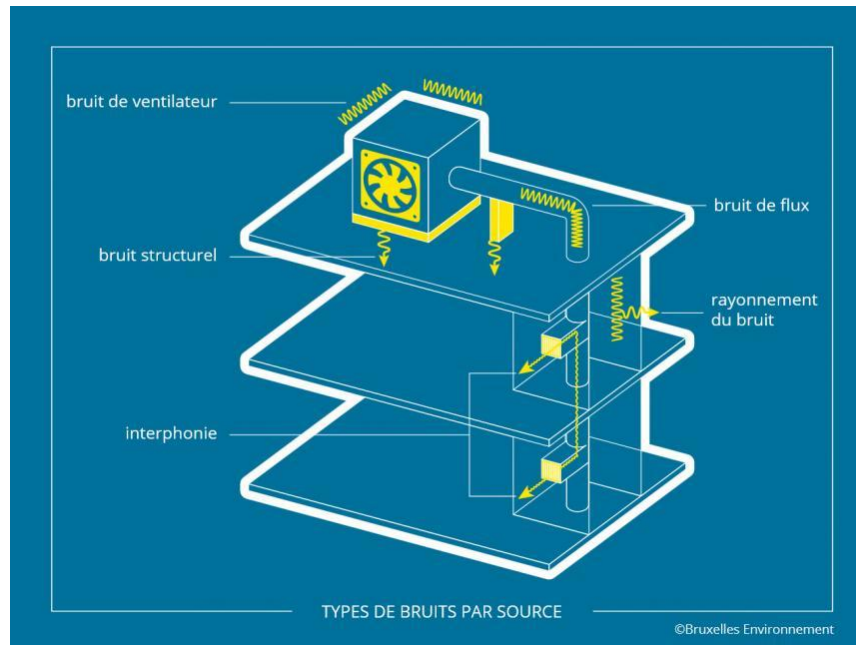
- ▶ Overzicht
- ▶ Eindhoven
- ▶ Verdeelnet
- ▶ Luchtbehandelingscentrale
- ▶ Regeling
- ▶ **Multiresidentieel**



Aandachtspunten

► Akoestiek: interfonie

- te verbieden: twee ventilatiemonden op hetzelfde niveau, op hetzelfde ventilatiekanaal, die twee verschillende lokalen / appartementen bedienen;
- de ventilatiemonden minstens 5 meter van elkaar verwijderen;
- eventueel een extra geluiddemper voorzien tussen de lokalen waarin dit fenomeen zich voordoet;
- idealiter de kanalen scheiden door, in het geval van meergezinswoningen, de even verdiepingen via een bepaald kanaal te bedienen en de oneven verdiepingen via een ander.



Aandachtspunten

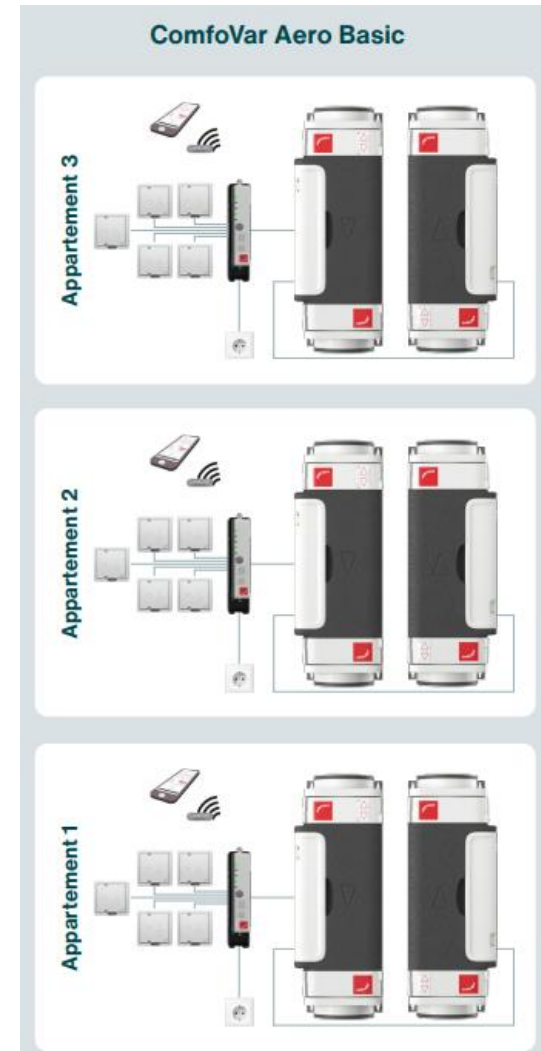
- Brand: compartimentering door middel van brandkleppen vereist voor elk appartement.



Bron: Cairox

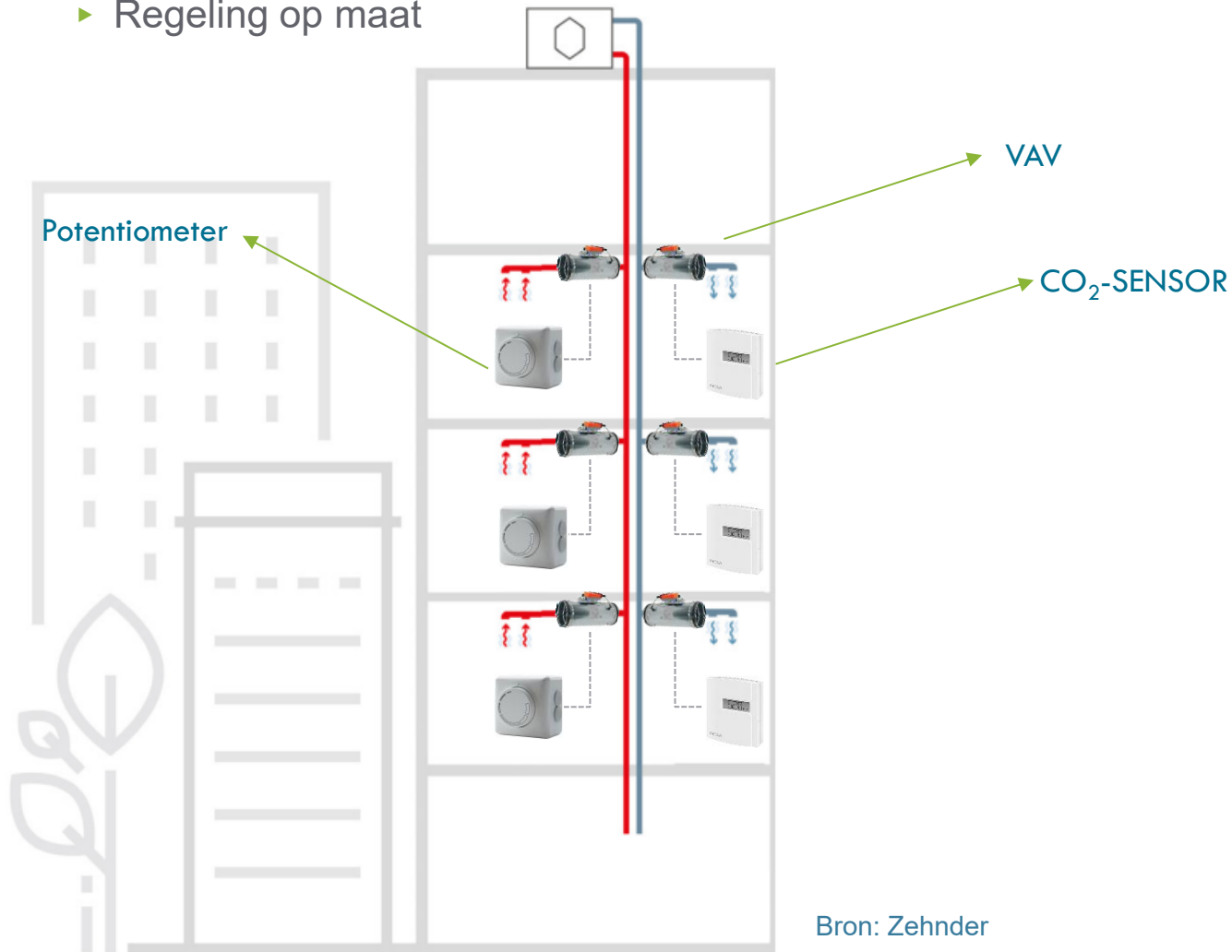
Aandachtspunten

- Plug&Play-regeling



Aandachtspunten

- Regeling op maat



Bron: Zehnder





- ▶ 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

