

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE : ONTWERP EN AFSTELLING

LENTE 2022

Keuzecriteria voor ventilatiegroepen in niet-residentiële gebouwen



- ▶ De componenten van een luchtbehandelingscentrale (LBC) kennen
- ▶ Het normatieve kader kennen
- ▶ De impact van het aspect 'energie' op de selectie van de componenten van een luchtbehandelingscentrale belichten



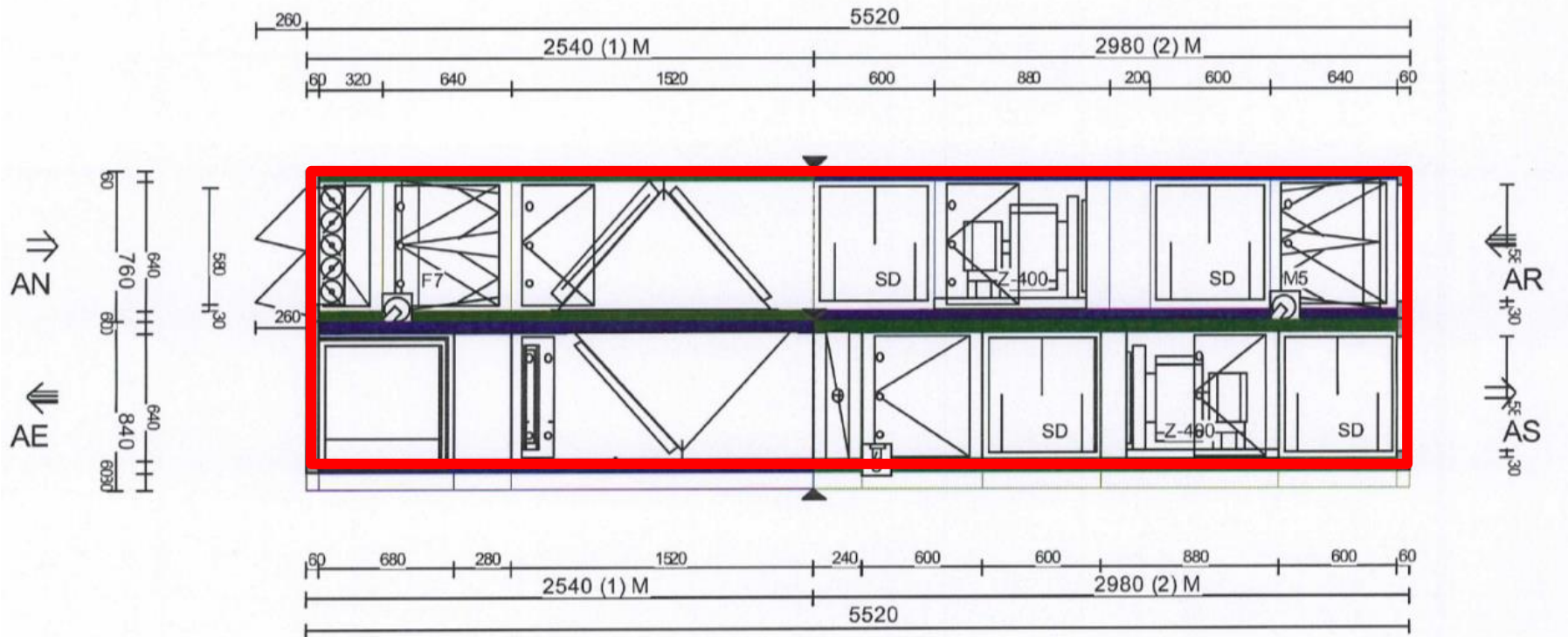
KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE

- ▶ **Thermische isolatie en luchtdichtheid**
- ▶ Toebehoren

COMPONENTEN

ENERGIE-EFFICIËNTIE





Bron: GEA Happel

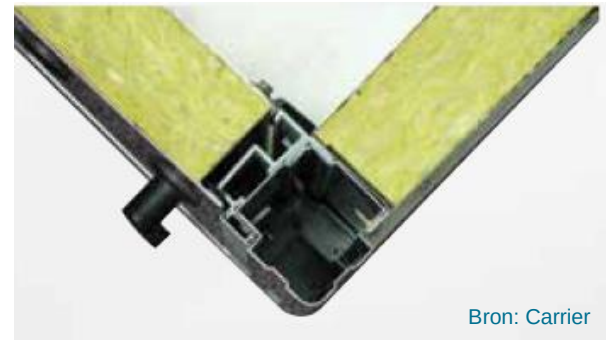




NBN EN 1886: Luchtbehandelingskasten - Mechanische eigenschappen en beproevingsmethoden

- Luchtlek van de kast
- Thermische prestaties

⇒ **ENERGIE-IMPACT**



Bron: Carrier

Classe	Transmittance thermique (W/m ² .K)
T1	$U \leq 0,5$
T2	$0,5 < U \leq 1$
T3	$1 < U \leq 1,4$
T4	$1,4 < U \leq 2$
T5	Pas d'exigence

Isolatiedikte > 40 mm

Isolatiedikte < 40 mm





NBN EN 1886: Luchtbehandelingskasten - Mechanische eigenschappen en beproevingsmethoden

- Dichtheid negatieve druk (400 Pa)

Classe	Débit de fuite maxi l/s.m ²	Classe de filtre
L3	1.32	G1 à F7
L2	0.44	F7 et F8
L1	0.15	> F9

Voorschrift
logeerfunctie / tertiair

- Dichtheid positieve druk (700 Pa)

Classe	Débit de fuite maxi l/s.m ²
L3	1.9
L2	0.63
L1	0.22

Voorschrift proces /
gezondheidszorgen



KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE

- ▶ Thermische isolatie en luchtdichtheid
- ▶ **Toebehoren**

COMPONENTEN

ENERGIE-EFFICIËNTIE



Bescherming voor buitenmontage

- ▶ Dak bestand tegen weer en wind, met overstek en waterlijst
- ▶ Bescherming van de luchtinlaat tegen regen
- ▶ Bak uit roestvast staal voor de luchtinlaatomkasting



Bron: Carrier



Opties

- ▶ Venstertjes ('hublots') voor makkelijkere inspecties (filters, ventilatoren)
- ▶ LED-verlichting
- ▶ Vloer en binnenwanden uit roestvast staal (cleanrooms, gezondheidszorg,...)
- ▶ Opklapbare deuren
- ▶ Soepele mof voor aansluiting op het ventilatienet



Bron: TROX



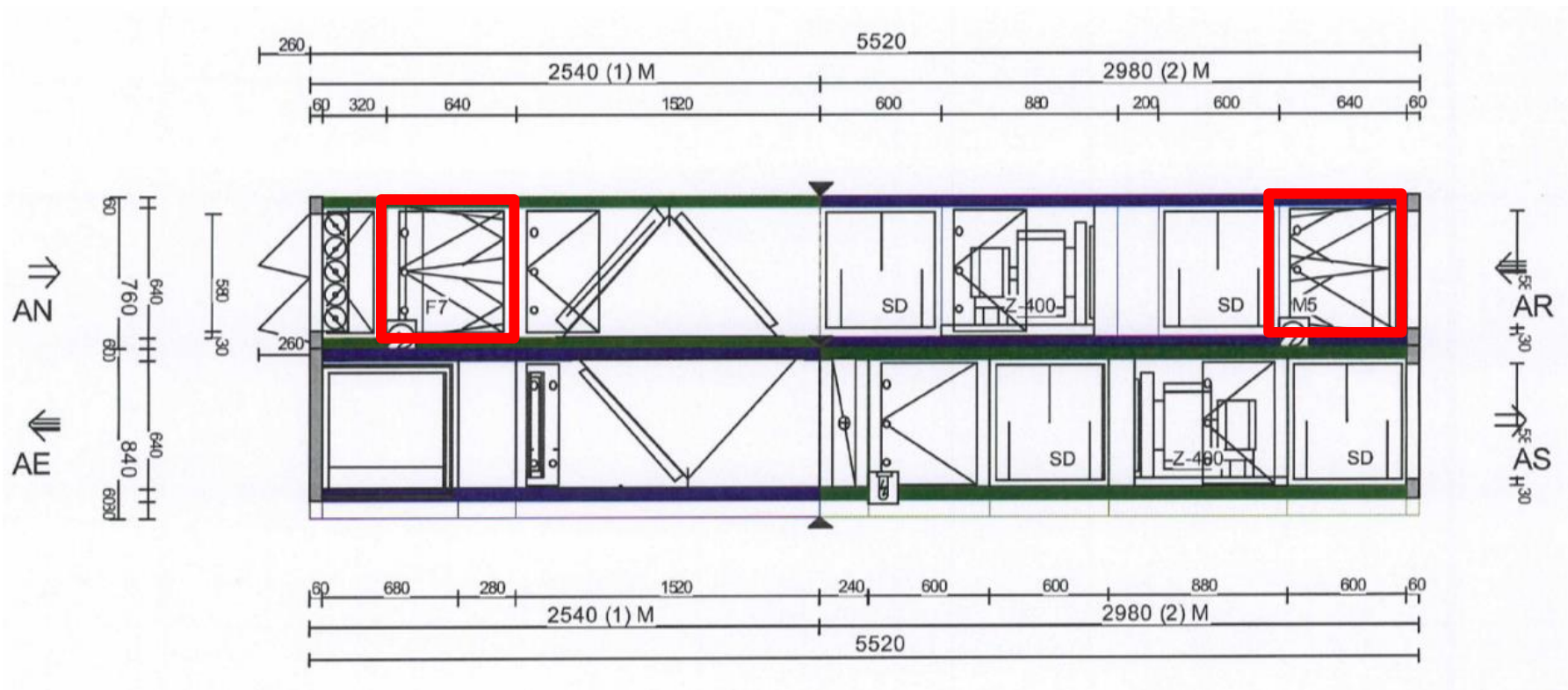
KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE COMPONENTEN

- ▶ **Luchtfilters**
- ▶ Ventilatoren
- ▶ Batterijen
- ▶ Bevochtigers
- ▶ Warmtewisselaar
- ▶ Kleppenregisters

ENERGIE-EFFICIËNTIE



Zuiveren van de lucht die in het gebouw wordt toegevoerd en beschermen van de componenten



Bron: GEA Happel



Zuiveren van de lucht die in het gebouw wordt toegevoerd en beschermen van de componenten

- ▶ Bescherming van de batterijen en warmtewisselaars: F7 aanbevolen
- ▶ Makkelijke toegang tot en demontage van de filters
- ▶ Weergave vlakbij de filter: efficiëntie, nominaal debiet, initieel en einddrukverlies en datum van laatste vervanging
- ▶ Het drukverlies van een G4-filter kan van 70 Pa (nieuwe filter) tot 200-250 Pa (vuile filter) gaan: elektriciteitsverbruik van de ventilator
- ▶ Het voorzien van een G4-voorfiltering moet gerechtvaardigd zijn op basis van een omgeving met 'grote partikels'

Maximaal einddrukverlies volgens de EN 13053

Filterklasse	Einddrukverlies
G1-G4	150 Pa
M5-F7	200 Pa
F8-F9	300 Pa



Voorfiltering: G1 tot G4

- ▶ Filtersnelheid van 2,5 m/s (vlakke filters) tot 0,35 m/s (zakkenfilters)
- ▶ Levensduur van 2 tot 12 maanden
- ▶ Bescherming van de fijne filter
- ▶ Hoge onderhoudskosten
- ▶ Snel evoluerende drukverliezen



Gravimétrique



Opacimétrique



A charbons

Haute
efficacité

Bron: CIAT



Filtering: M5 tot F9



- ▶ Fijne zakkenfilters of filters met tweevlakshoek (glas- of synthetische vezels)
- ▶ De filtersnelheid moet $< 0,1$ m/s zijn om het drukverlies te beperken
- ▶ Het initiële drukverlies kennen voor het onderhoud
- ▶ Aanwezigheid van een manometer om de vervuiling van de filter te beoordelen
- ▶ Goede filtering van kleine partikels



Bron: Leefmilieu Brussel



Bron: GEA Happel



Aanbevelingen SICC (Société suisse des ingénieurs en VERWARMING et climatisation)

Te filteren stoffen	Klasse volgens EN 779	Toepassingen
Insecten, textielvezels, haar, zand, as, pollen, cement	G1 G2	Eenvoudig gebruik (bescherming tegen insecten)
	G3 G4	Voorfilter en filter voor installaties van civiele bescherming Luchtafvoer van spuitcabines, keukens Antivervuilingsbescherming voor klimaatregleenheden (bijv. in ramen) Voorfilter voor filterklasse F6 tot F8
Pollen, cement, vervuilende deeltjes (stof), ziektekiemen, bacteriedragende stofdeeltjes	F5	Filter voor de luchttoevoer naar ruimten met beperkte luchtzuiverheidseisen (werkplaatsen, garages, opslagruimten)
	F5 F6 F7	Voorfilter en filter voor luchtbehandelingkasten Eindfilter in luchtbehandelinginstallaties voor winkels, kantoren en productieruimten Voorfilter voor klasse F9 tot H12
Oliedampen en roetophopingen, tabaksrook, metaaloxiderook	F7 F8 F9	Eindfilter in luchtbehandelinginstallaties voor kantoren, productieruimten, ziekenhuizen, elektriciteitscentrales, computerruimten Voorfilter voor absolute filters en actieve koolstoffilters
Ziektekiemen, bacteriën, virussen, tabaksrook, metaaloxiderook	H10 H11 en H12 H13 en H14 U15 en U16	Eindfilter voor ruimten met hoge luchtzuiverheidseisen, laboratoria, voedselnijverheid, apotheken, fijnmechanische, optische en elektronica-industrie
	H11 en H12	Eindfilter voor cleanrooms
Oliedamp en roetvorming, radioactief stof	H13 en H14 U15 en U16	Eindfilter voor cleanrooms Eindfilter voor operatieruimten Eindfilter voor luchtafvoer van kerncentrales



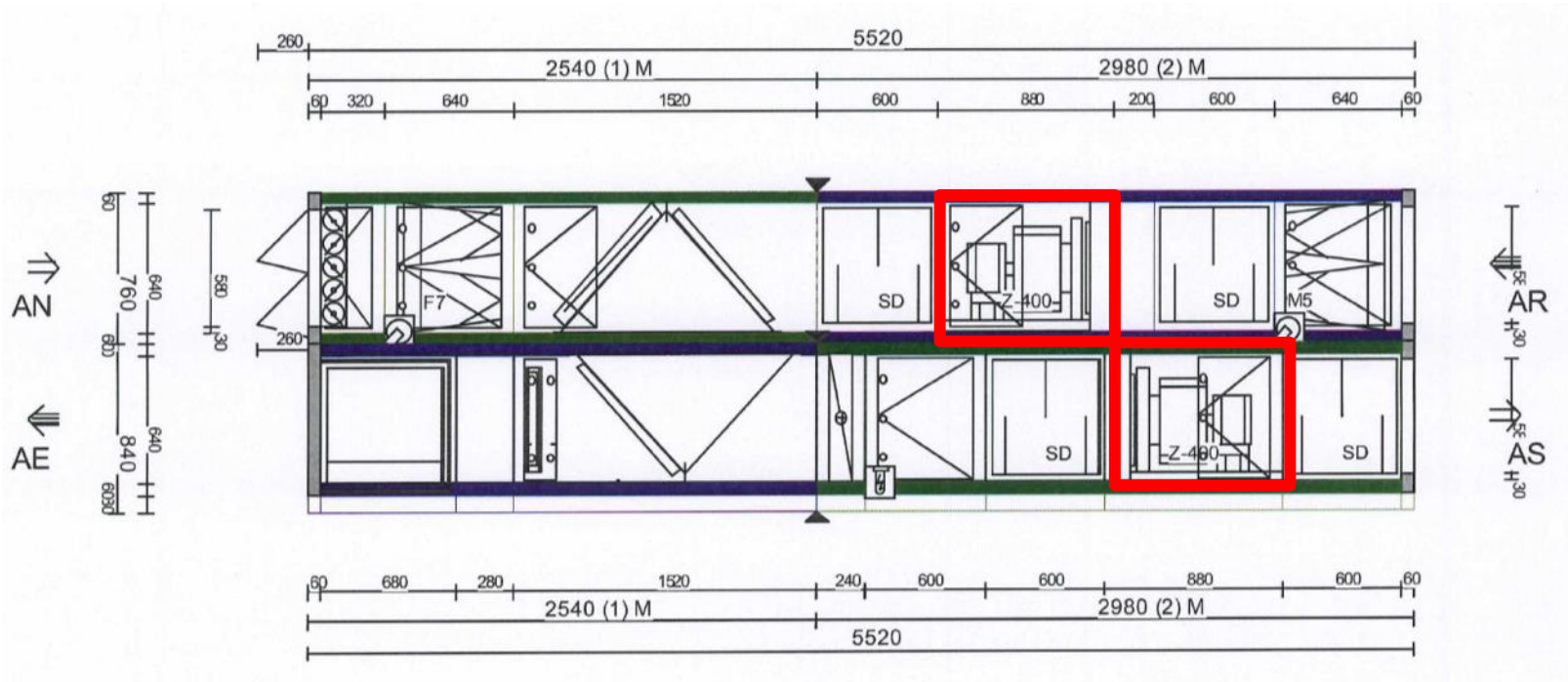
KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE **COMPONENTEN**

- Luchtfilters
- **Ventilatoren**
- Batterijen
- Bevochtigers
- Warmtewisselaar
- Kleppenregisters

ENERGIE-EFFICIËNTIE



De lucht door de LBC en het aeraulische net voeren

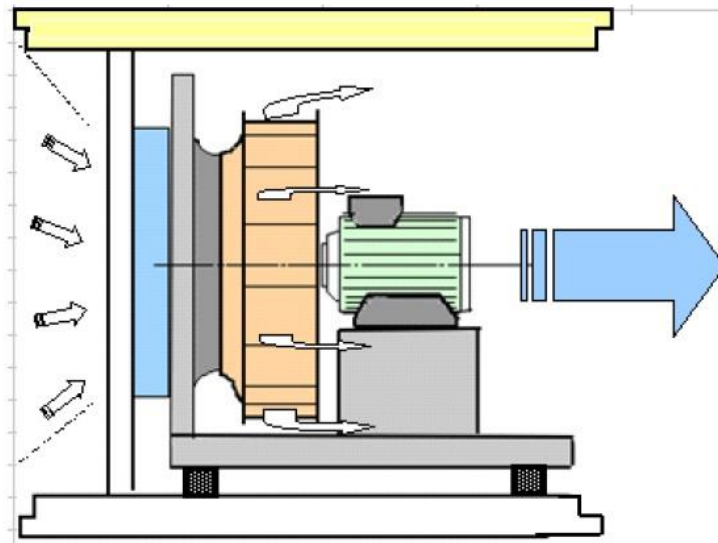


Bron: GEA Happel



De centrifugale ventilator met achterwaarts gebogen schoepen (vrije waaier)

- ▶ De lucht stroomt axiaal in en stroomt haaks uit via het slakkenhuis
- ▶ Weinig schoepen (6 tot 12)
- ▶ Hoog rendement ($> 70\%$)
- ▶ Directe aandrijving: de turbine wordt op de as van de motor gemonteerd
- ▶ Werking met frequentieregelaar



Bron: CIAT

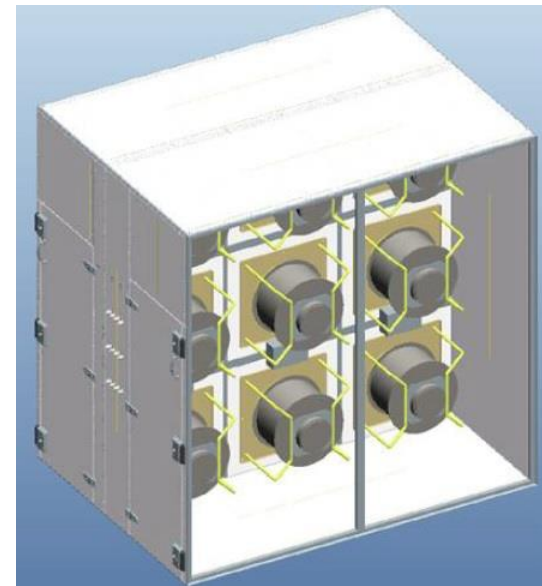


De ventilator met 'vrije waaier' met EC-motor (elektronische commutatie)

- ▶ Werking zoals die van de centrifugale ventilator met achterwaarts gebogen schoepen maar zonder slakkenhuis
- ▶ Vaak gebruikt voor axiale uitstroming
- ▶ Vaak geleverd met motor
- ▶ Werking zonder frequentieregelaar (0-10 V-signaal)
- ▶ Mogelijkheid tot stapsgewijze inschakeling van de motoren



Bron: CIAT



BronTROX



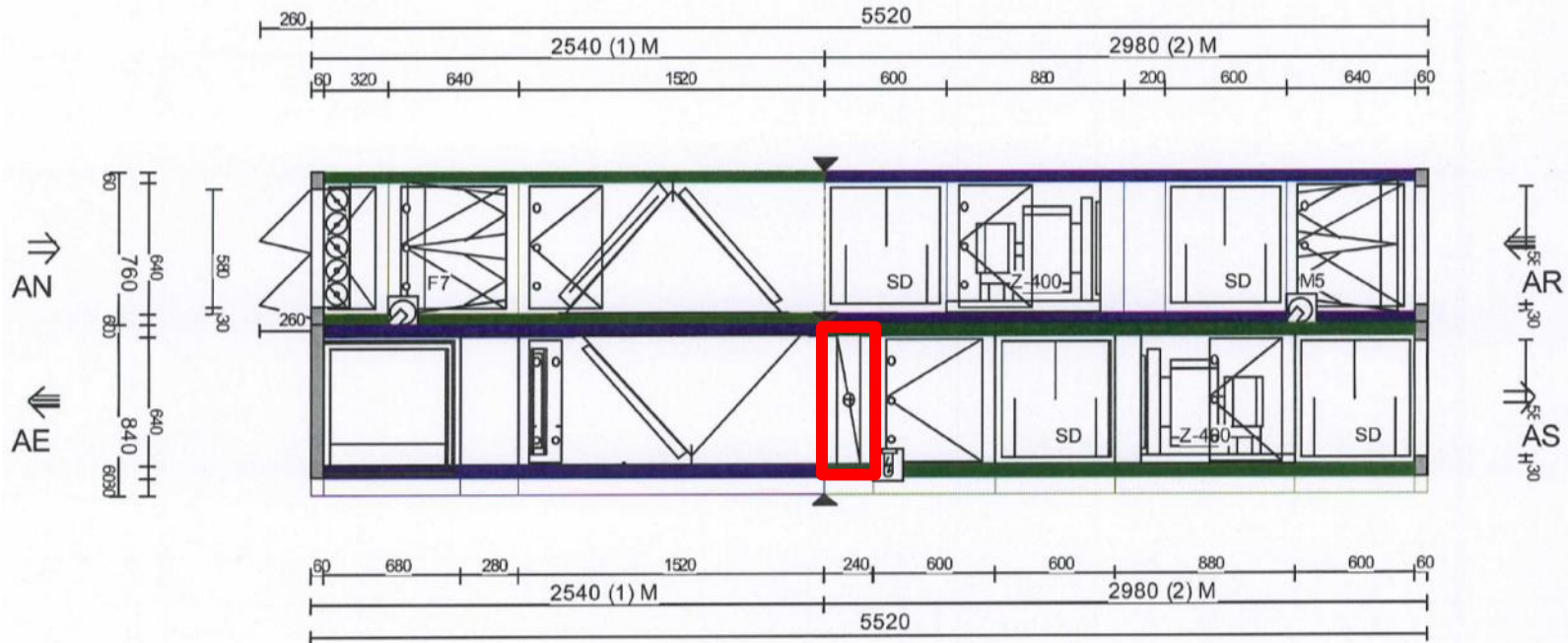
KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE **COMPONENTEN**

- ▶ Luchtfilters
- ▶ Ventilatoren
- ▶ **Batterijen**
- ▶ Bevochtigers
- ▶ Warmtewisselaar
- ▶ Kleppenregisters

ENERGIE-EFFICIËNTIE



De lucht verwarmen, koelen en ontvochtigen

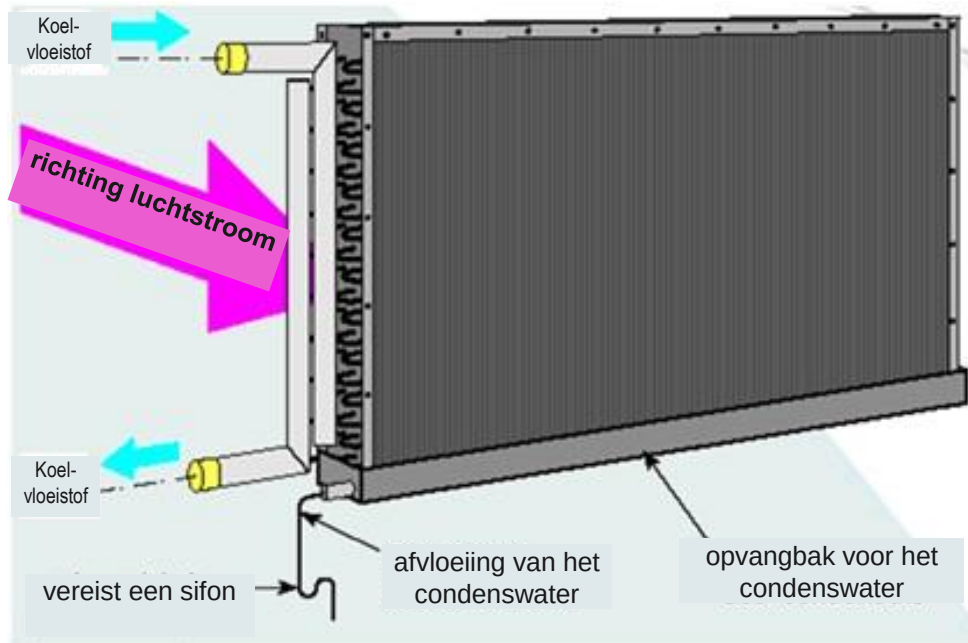


Bron: GEA Happel



Kenmerken

- ▶ Materialen: buizen uit koper, roestvast staal, ribben uit aluminium
- ▶ Corrosiewerende coating: Heresite, Blygold...
- ▶ Opvangbak voor het condenswater voor de koelbatterijen: roestvast staal, dubbele helling, afvoer met sifon
- ▶ Regeling door variatie van het debiet of van de temperatuur
- ▶ Montage op slede om het onderhoud te vergemakkelijken



Bron: blog GuidEnR - Les systèmes de climatisation couramment utilisés



Bron: Energie +



KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE

COMPONENTEN

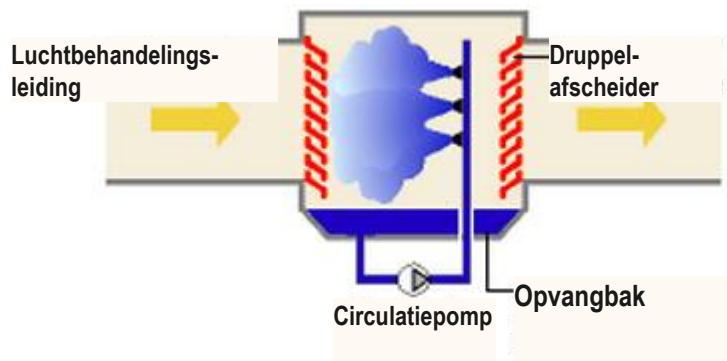
- ▶ Luchtfilters
- ▶ Ventilatoren
- ▶ Batterijen
- ▶ **Bevochtigers**
- ▶ Warmtewisselaar
- ▶ Kleppenregisters

ENERGIE-EFFICIËNTIE



Bevochtiger met verdamping (adiabatische)

- ▶ Bevochtiging door afvloeiing of door verstuiving
- ▶ Daling van de luchttemperatuur (interessant voor koeling)
- ▶ Opgelet op de waterkwaliteit
- ▶ Druppelafscheider
- ▶ Activering van de bevochtiging door een aan/uit-sigitaal op de pomp



Bron: Energie+



Bron: TROX



Dampbevochtiger

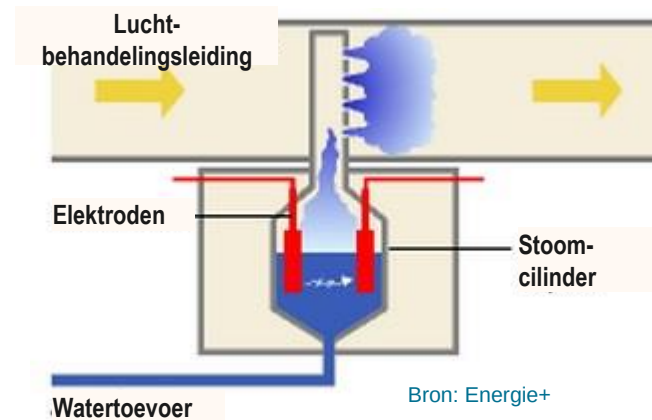
- ▶ Twee componenten: dampgenerator en verdeling
- ▶ Geen hygiëneproblemen
- ▶ Laat toe de relatieve vochtigheid van de lucht te verhogen zonder daling van de temperatuur
- ▶ Beperkte drukverliezen



Bron: TROX

Weringsprincipe

- ▶ Spanning verzonden naar de elektrodes (signaal bevochtigingsvraag)
- ▶ Opening van de watertoevoer
- ▶ Dampgeneratie
- ▶ Sluiting van de watertoevoer



Bron: Energie+



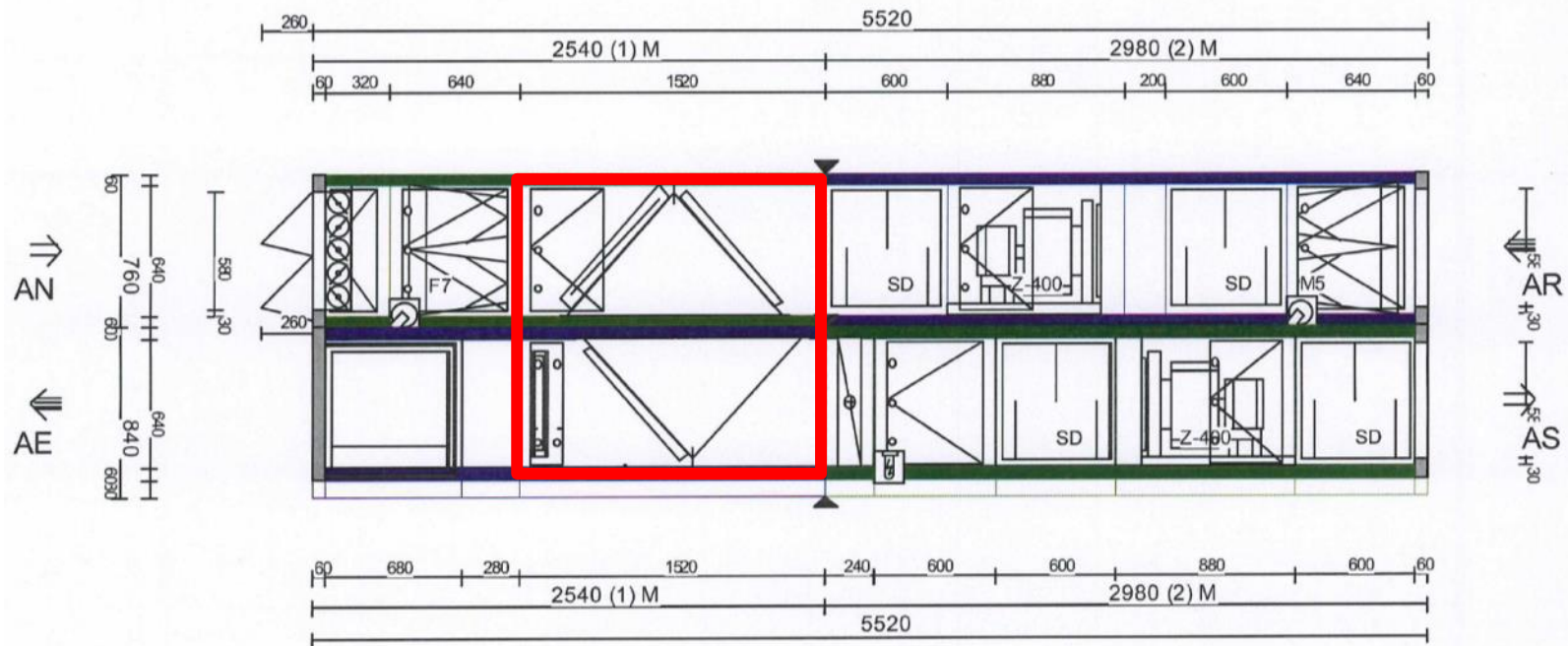
KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE

COMPONENTEN

- ▶ Luchtfilters
- ▶ Ventilatoren
- ▶ Batterijen
- ▶ Bevochtigers
- ▶ **Warmtewisselaar**
- ▶ Kleppenregisters

ENERGIE-EFFICIËNTIE





Bron: GEA Happel



KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE

COMPONENTEN

- ▶ Luchtfilters
- ▶ Ventilatoren
- ▶ Batterijen
- ▶ Bevochtigers
- ▶ Warmtewisselaar
- ▶ **Kleppenregisters**

ENERGIE-EFFICIËNTIE



De registers

- ▶ Uitbalanceren en regeling van het net
- ▶ Afdichtingen op het einde van de lamellen
- ▶ Materialen: gegalvaniseerd staal, aluminium, roestvast staal
- ▶ Aandrijving door drijfstanden of tandwielen
- ▶ Hygiëne: beschermcarter rond het kader en beschermende coating
- ▶ Drukverliezen !



Bron: Energie +



KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE COMPONENTEN

ENERGIE-EFFICIËNTIE

- ▶ **Energie-impact van de EN 13053**
- ▶ Optimalisatievoorbeelden
- ▶ Energieclassificatie



Niveauklassen van de gemiddelde snelheid in de kast



Klasse V	Luchtsnelheid (m/s)
Klasse V1	Maximaal 1,6
Klasse V2	1,6 - 1,8
Klasse V3	1,8 - 2,0
Klasse V4	2,0 - 2,2
Klasse V5	2,2 - 2,5
Klasse V6	2,5 - 2,8
Klasse V7	2,8 - 3,2

- ▶ Laat toe de doorstroomsnelheid op het niveau van de batterijen, filters en recuperator te beperken
- ▶ Beïnvloedt het rendement van de recuperator
- ▶ De beperking van de drukverliezen maakt de verlaging van het elektriciteitsverbruik op het niveau van de ventilator toe
- ▶ De meerkost verbonden aan de keuze van een grotere centrale is snel afgeschreven (2 tot 4 jaar)





Warmteterugwinningsklassen



Klasse H	Energie-efficiëntie (%)
Klasse H1	> 71
Klasse H2	64 à 71
Klasse H3	55 à 64
Klasse H4	45 à 55
Klasse H5	36 à 55

⇒ **Efficiëntie criterium waaraan moet worden voldaan volgens de eisen van het project**



KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE COMPONENTEN

ENERGIE-EFFICIËNTIE

- Energie-impact van de EN 13053
- **Optimalisatievoorbeelden**
- Energieclassificatie



Keuze van de filter

- ▶ Gestandaardiseerde afmetingen 592 x 592
- ▶ Mogelijkheid filters voor de volledige sectie te gebruiken (tot 10.000/12.000 m³/h)

Type	F7 dièdre	F7 dièdre HEE	F7 HEE	F7 HEE pleine section	
PdC (Pa)	123	82	118	59	
Puissance (W)	531	353	509	254	
Energie (kWh)	4651	3092	4459	2225	
Coût élec (€/an)	326	216	312	156	
Plus-value (€)	-	654	120	224	
Temps de retour mini (an)	-	5,9	8,6	1,3	

Bron: CIAT



Keuze van de batterij

► Hydraulische koudebatterij: koelingbehoefte **32,8 kW**

- 1 – Werkelijk vermogen 33,8 kW
- 2 – Werkelijk vermogen 36,9 kW
- 3 – Werkelijk vermogen 43 kW

⇒ **Meerkost verbonden aan de vermogenmarge**

	Hydraulique			Aéraulique			Total €
	Pdc batt + vanne Pa	Puissance électrique W	Energie électrique kWh/an	Pdc Pa	Puissance électrique W	Energie électrique kWh/an	
1	11396	29,7	130	53	229	2006	146
2	8614	22,4	98	72	311	2724	195
3	59176	154	674	72	311	2724	238

Bron: CIAT



KAST VAN EEN LUCHTBEHANDELINGSCENTRALE COMPONENTEN

ENERGIE-EFFICIËNTIE

- Energie-impact van de EN 13053
- Optimalisatievoorbeelden
- **Energieclassificatie**



De Eurovent-classificatie

- Bestaat voor de centrales en de filters

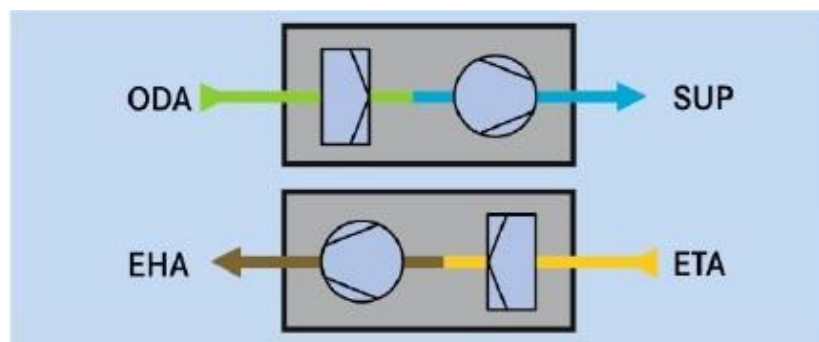
$M_f = 200 \text{ g}$ (AC Fine*)	Consommation énergétique moyenne en kWh/an pour filtres ePM ₁ (ePM ₁ et ePM _{1,nn} ≥ 50%)					
	A+	A	B	C	D	E
50 & 55%	800	900	1050	1400	2000	>2000
60 & 65%	850	950	1100	1450	2050	>2050
70 & 75%	950	1100	1250	1550	2150	>2150
80 & 85%	1050	1250	1450	1800	2400	>2400
> 90%	1200	1400	1550	1900	2500	>2500

Bron: conseils.xpair.com



De Ecodesign-richtlijn voor energiegerelateerde producten (Europese verordening 1253/2014/EG)

- Enkele stroom



Centrale simple flux (air neuf ou air extrait) – Unidirectional Ventilation Unit (UVU)

Configuration de référence :

- 1 seule direction de flux d'air
- 1 Filtre F7
- 1 Ventilateur

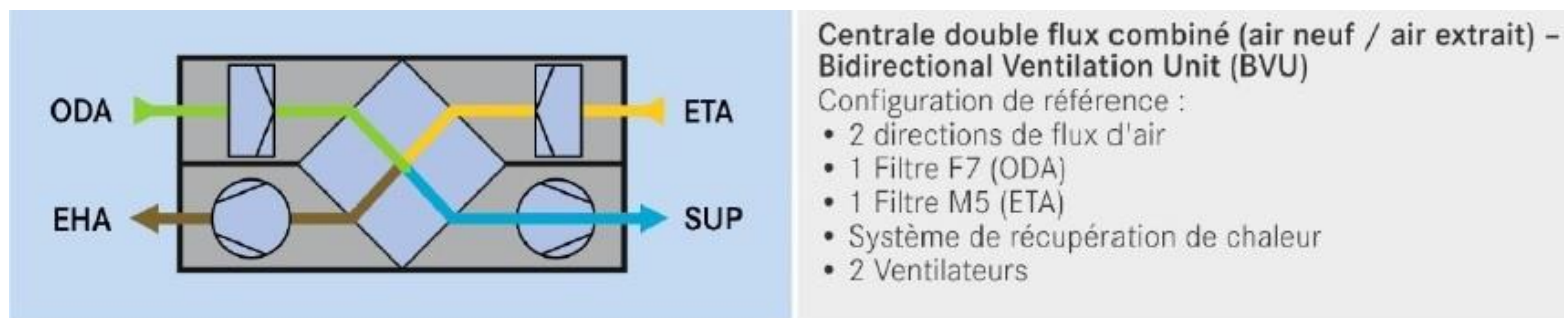
ErP – Niveau		ErP 2016	ErP 2018
Rendement stat. du ventilateur et du moteur η_s [%]	$P_M \leq 30$ kW	$6,2 \times \ln(P_M) + 35$	$6,2 \times \ln(P_M) + 42$
	$P_M > 30$ kW	56,1	63,1
SFP interne (configuration de référence) $SFP_{int\ max.}$ [W/(m ³ /s)]		250	230
Régulation de la vitesse de rotation du ventilateur		demandé	demandé
Contrôle pression dif. sur filtre		-	demandé

Bron: Robatherm



De Ecodesign-richtlijn voor energiegerelateerde producten (Europese verordening 1253/2014/EG)

► Dubbele stroom



ErP – Niveau			ErP 2016	ErP 2018
Système de récupération de chaleur avec dispositif de dérivation thermique			demandé	demandé
Rendement sec (EN 308) η_t [%]	Boucle à eau glycolée		63	68
	Autres systèmes d'échange		67	73
SFP interne (configuration de référence) $SFP_{int\ max}$ [W/(m³/s)]	Boucle à eau glycolée	$q < 2\ m^3/s$	$1.700 + E - 300 \times q / 2 - F$	$1.600 + E - 300 \times q / 2 - F$
		$q \geq 2\ m^3/s$	$1.400 + E - F$	$1.300 + E - F$
	Autres systèmes d'échange	$q < 2\ m^3/s$	$1.200 + E - 300 \times q / 2 - F$	$1.100 + E - 300 \times q / 2 - F$
		$q \geq 2\ m^3/s$	$900 + E - F$	$800 + E - F$



De Ecodesign-richtlijn voor energiegerelateerde producten (Europese verordening 1253/2014/EG)

- Dubbele stroom

ErP – Niveau		ErP 2016	ErP 2018
Bonus d'efficacité énergétique E (Système de récupération de chaleur) [W/(m³/s)]	Boucle à eau glycolée	$(\eta_t - 63) \times 30$	$(\eta_t - 68) \times 30$
	Autres systèmes d'échange	$(\eta_t - 67) \times 30$	$(\eta_t - 73) \times 30$
Coefficient de correction de filtre F [W/(m³/s)]	Configuration de référence	0	0
	Filtre M5 manquant	160	150
	Filtre F7 manquant	200	190
	Filtre M5 + F7 manquant	360	360
Régulation de la vitesse de rotation du ventilateur		demandé	demandé
Contrôle pression dif. sur filtre		-	demandé

Bron: Robatherm





- ▶ Welke normen worden gebruikt voor de dimensionering en de keuze van een centrale?
- ▶ Hoe het elektriciteitsverbruik van een centrale verlagen?
- ▶ De energie-efficiëntie wordt bepaald door verscheidene parameters:
 - Snelheid van de lucht in de kast
 - Type filters
 - Efficiëntie van de recuperator en zijn drukverliezen
 - Rendement van de ventilator
 - Rendement van de motor





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Ventilatie



Websites

- Energie +
<http://www.energieplus-lesite.be/>
- WTCB – Publicaties – Infofiches – Ventilatie van gebouwen
<https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=infofiches&pag=42&art=1>
- EUROVENT
www.eurovent-certification.com/



Pierre GUSTIN

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

