

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

TECHNISCHE INSTALLATIES BIJ RENOVATIE VAN EENGEZINSWONINGEN

HERFST 2025

Ventilatie-installatie

Systemen, regels voor de goede uitvoering, en tools



- ▶ Sensibiliseren over de bijzonderheden van ventilatie in eengezinswoningen en andere kleine installaties.
- ▶ Ontdekken van de verschillende componenten van een ventilatiesysteem, hun bijzonderheden en keuzecriteria.
- ▶ Voorstellen van de geldende regels voor de berekening van debieten in woongebouwen.
- ▶ Zich vertrouwd maken met de specifieke terminologie.
- ▶ Sensibiliseren over de energie-uitdagingen.



INLEIDING

FUNCTIES

- Hygiënische ventilatie

COMPONENTEN

REGLING



Verscheidene documenten preciseren de vereiste debieten

- ▶ Norm **NBN D 50-001** (1991), Ventilatievoorzieningen in woongebouwen; dimensionering



- ▶ EPB-bijlage XXVI

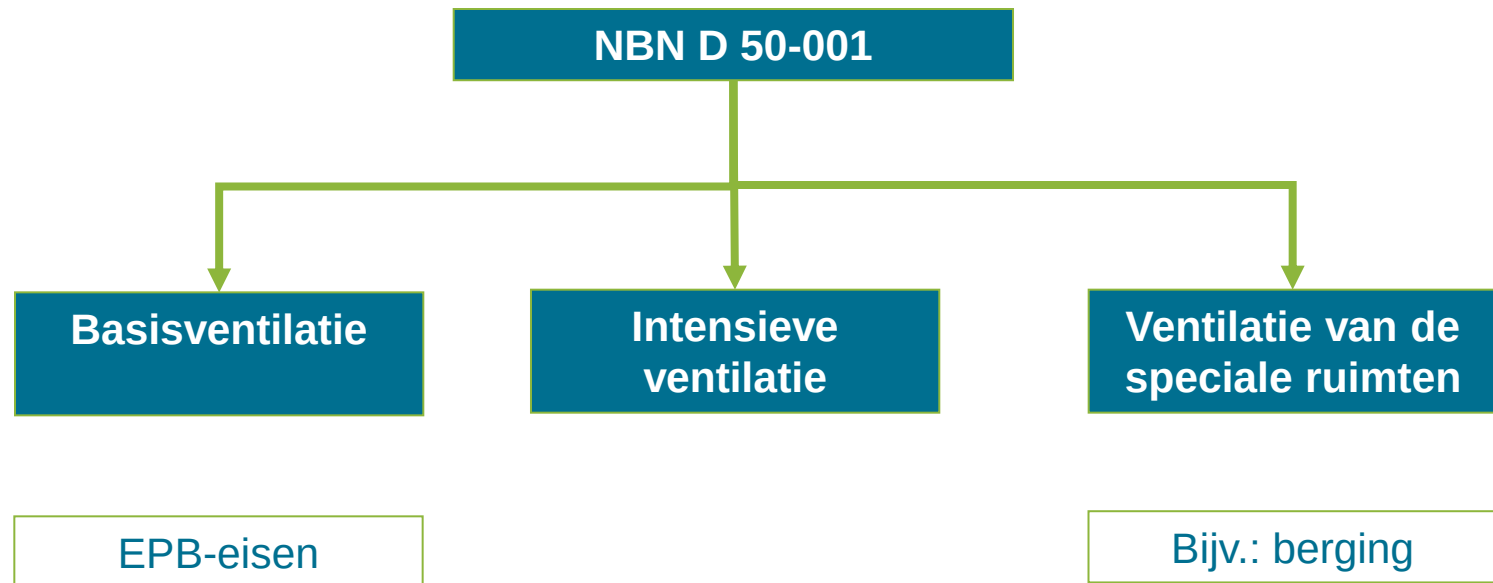


⇒ **Indien van kracht – opgelet: er bestaan oudere die niet meer van toepassing zijn**

- preciseert de norm
- geeft aan dat sommige punten ervan in het kader van de EPB-regelgeving als aanbevelingen moeten worden beschouwd

Aanvullende restrictieve elementen en elementen ter vereenvoudiging





INLEIDING

FUNCTIES

- **Hygiënische ventilatie**

COMPONENTEN

REGLING



Algemene regel: $3,6 \text{ m}^3/\text{uur}$ per m^2 (= 1 l/s per m^2)

⇒ **afhankelijk van het type ruimte en de oppervlakte**

+ minimaal debiet

Open ruimten

- Denkbeeldige scheiding tussen 2 functies

Bijv. open keuken en woonkamer

- Inbegrepen bij hoofdfunctie

Bijv. dressing in een slaapkamer



HYGIËNISCHE VENTILATIE



BBHR
21/12/07
Bijl. _XIX

TOEVOER

ruimte	nominaal debiet		Het debiet kan worden beperkt tot
	algemene regel	minimaal debiet	
woonkamer + analoge ruimten	3,6 m³/u/m²	75 m³/u	150 m³/h
slaapkamers studeerkamers speelkamers + analoge ruimten		25 m³/u	72 m³/h

AFVOER

ruimte	nominaal debiet		Het debiet kan worden beperkt tot
	algemene regel	minimaal debiet	
gesloten keuken badkamer wasruimte	3,6 m³/u/m²	50 m³/u	75 m³/u
open keuken		75 m³/u	
toilet	-	25 m³/u	-

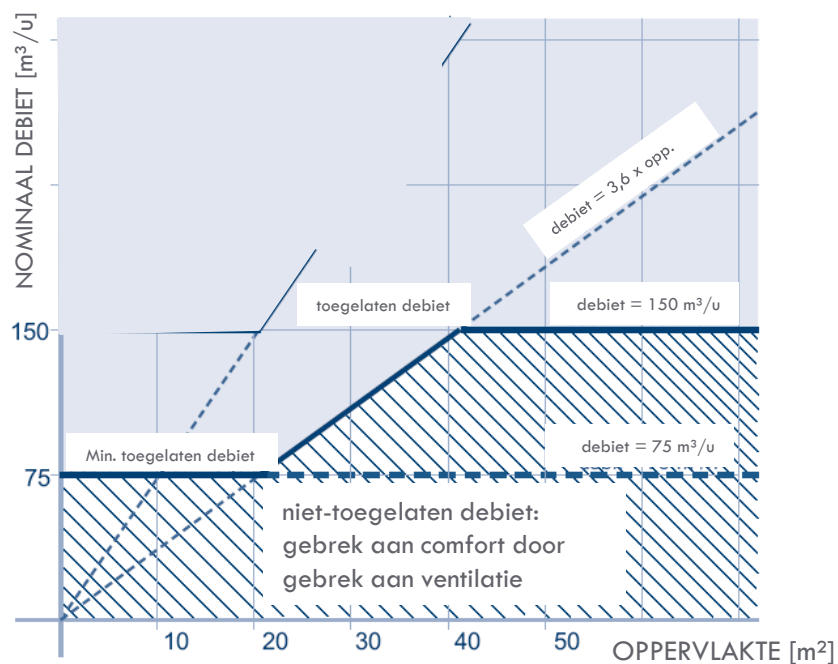
DOORSTR

ruimte	nominaal debiet	
	algemene regel	minimaal debiet
gang, trappen, hallen	3,6 m³/u/m²	-

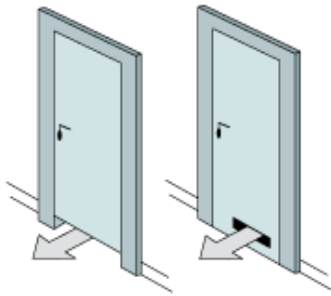
Opmerking: het debiet kan via
verscheidene openingen worden
verdeeld



TOEVOER



Doorstroomopeningen (DO)



Doorstroomrooster



Wanddoorstroomrooster



Ingekorte deur
 $H_{\text{spleet}} \geq 5 \text{ mm}$

Bron: Buildwise



HYGIËNISCHE VENTILATIE

DOORSTROMING

Als afvoer uit de ruimte	DO-debiet (minimum)	minimale spleet onder deur
woonkamer	25 m ³ /uur	70 cm ²
slaapkamers studeerkamers hobbyruimten	25 m ³ /uur	70 cm ²

DOORSTROMING

Als toevoer voor de ruimte	DO-debiet (minimum)	minimale spleet onder deur
badkamer was- of droogruimten	25 m ³ /uur	70 cm ²
keuken	50 m ³ /uur	140 cm ²
toilet	25 m ³ /uur	70 cm ²

Opmerking: het debiet mag over meerdere toevoeropeningen worden verdeeld



Geëiste debieten ≠ Ontwerpdebieten ≠ Gerealiseerde debieten

- ▶ Geëiste debieten (minimum) > bepaald door de NBN D 50-001 en de EPB-bijlage
- ▶ Ontwerpdebieten > Geëiste debieten
 - Per ruimte: min. 5-10 % hoger
 - Totaal (woning): min. 5 % hoger (aanbevelingen van Buildwise)
- ▶ Gerealiseerde debieten: zijn afhankelijk van
 - weersomstandigheden (natuurlijke ventilatie)
 - drukverliezen (mechanische ventilatie)

⇒ **Dimensionering**

⇒ **Keuze van de componenten (natuurlijke openingen, ventilatoren, ...)**



INLEIDING

FUNCTIES

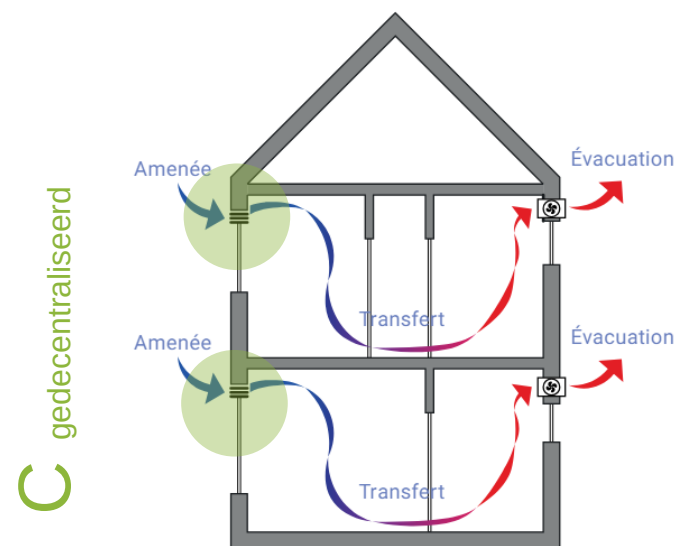
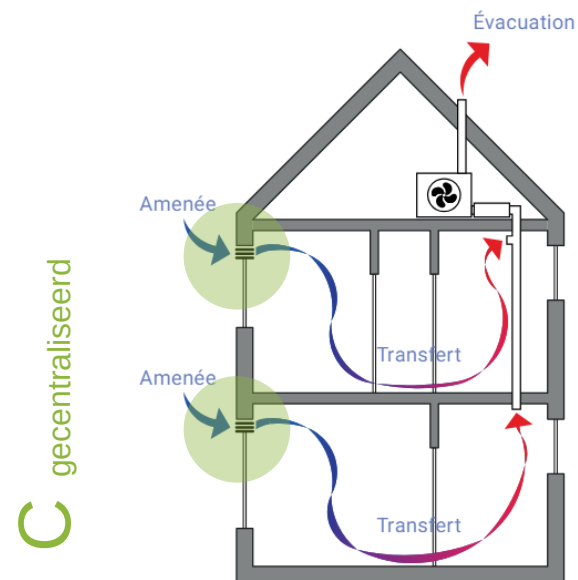
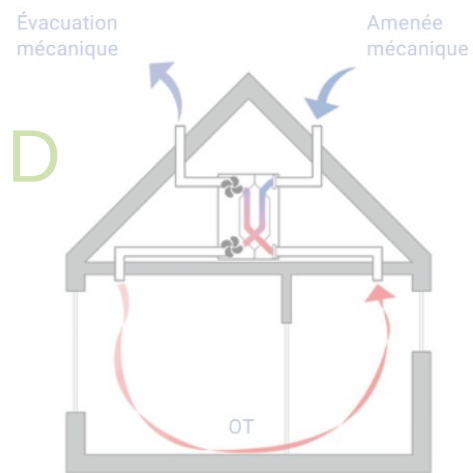
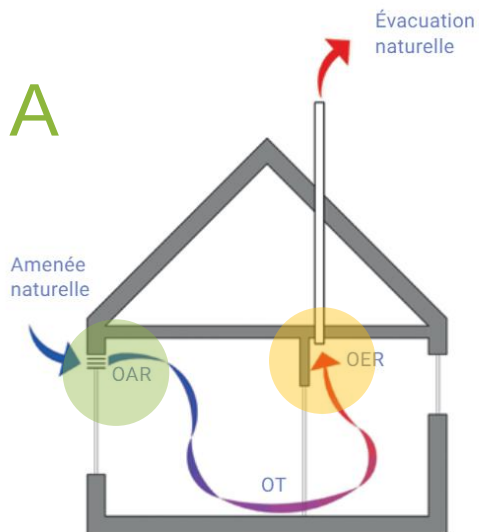
COMPONENTEN

- ▶ **Regelbare openingen**
- ▶ Mechanische openingen
- ▶ Verdeelnnet
- ▶ Ventilatiegroep
- ▶ Luchtinlaat en -uitlaat

REGELING



Overzicht



Regelbare toevoeropening (RTO)

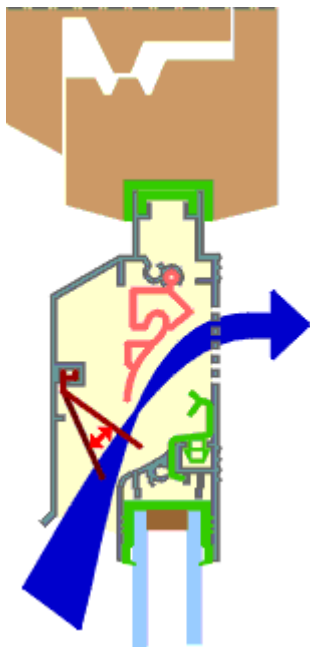
- ▶ Eigenschappen conform de EPB-regelgeving
 - Verhinderen dat ongewenste dieren binnenkomen;
 - Verhinderen dat regen binnenkomt;
 - Moeten manueel of automatisch verstelbaar zijn tussen de verschillende standen:
 - volledig open;
 - 3 tussenstanden;
 - gesloten (≤ 15 % debiet onder 50 Pa).
- ▶ Verschillende types
 - Manuele voorzieningen → schuif, draaicilinder, klep, ...
 - Zelfregelende voorzieningen
 - Vochtgestuurde voorzieningen



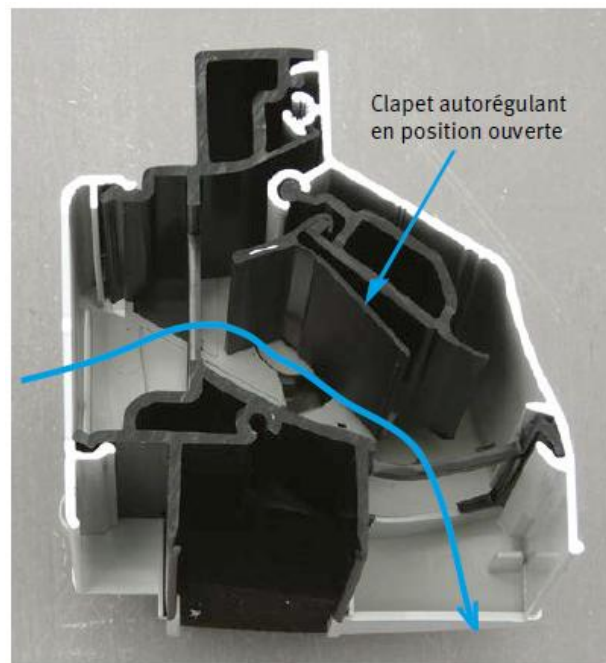
Regelbare toevoeropening (RTO)

► Zelfregelend

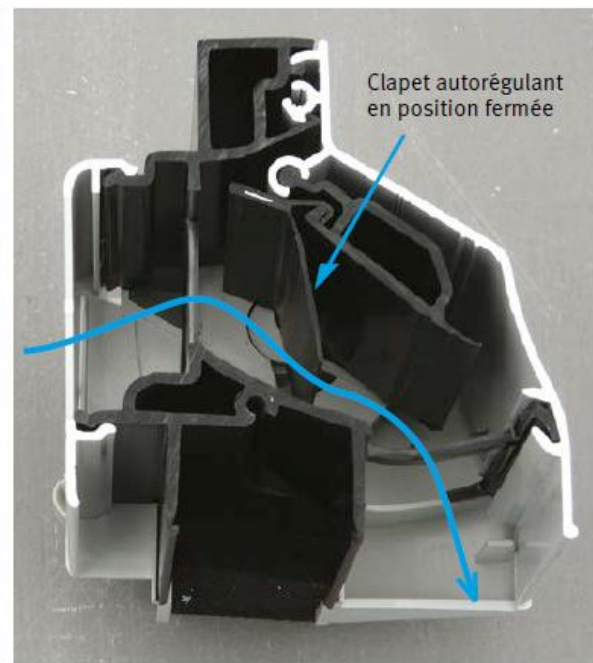
- Principe = relatief constant doorvoerdebiet handhaven ongeacht de winddruk
- Mobiele klep → indien ext. druk ↑ openingssectie ↓



Bron: Energie+

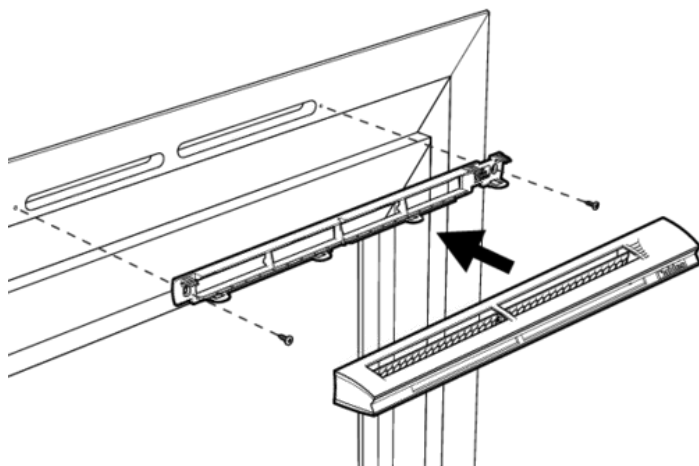


Bron: Buildwise

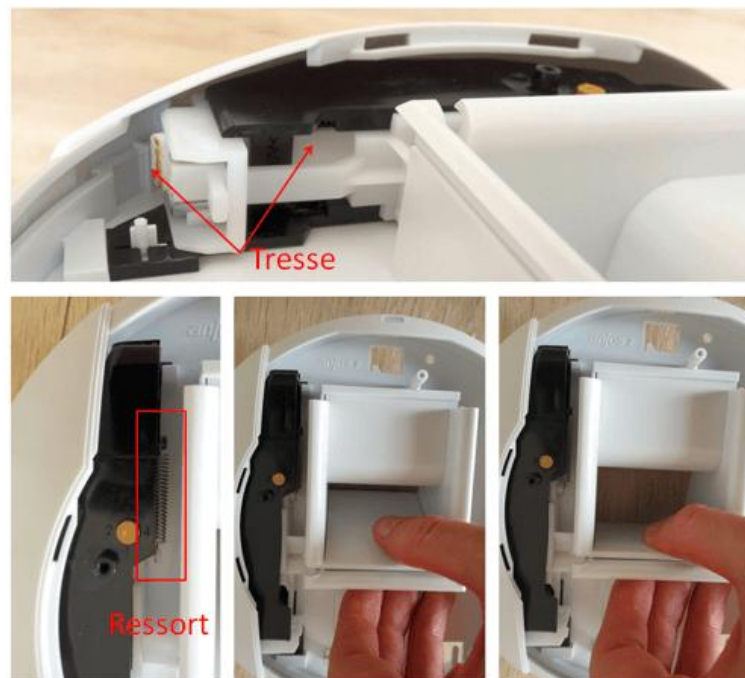


Regelbare toevoeropening (RTO)

- ▶ Vochtgestuurd
 - Principe = aanpassing van de opening overeenkomstig de vochtigheidsgraad in de ruimte
 - Vochtgevoelig element regelt opening door uitzetting



Bron: Aldes



Bron illustratie:
conseils-thermiques.org



Regelbare toevoeropening (RTO)

- Met vaste afmetingen



Regelbare toevoeropening (RTO)

- Met variabele afmetingen



Boven het raamwerk

Bron: Renson



**Boven het raamwerk
(akoestische uitvoering)**

Bron: Renson



In het beglaasde gedeelte

Bron: Renson



**In het beglaasde gedeelte
(rooster)**

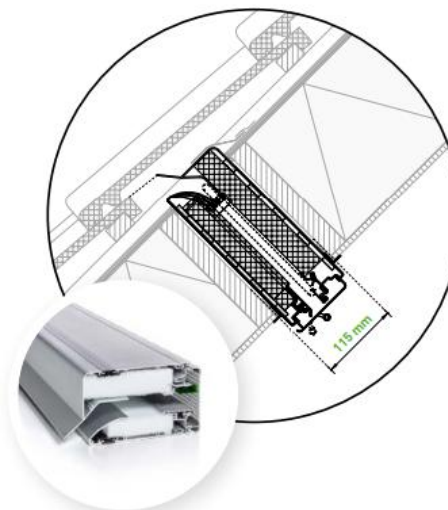
Bron: Renson

Regelbare toevoeropening (RTO)

- Met variabele afmetingen



Via rolluikkast
Bron: Renson



In het dak
Bron: Duco



Helling!



Via dakvenster
Bron: Renson



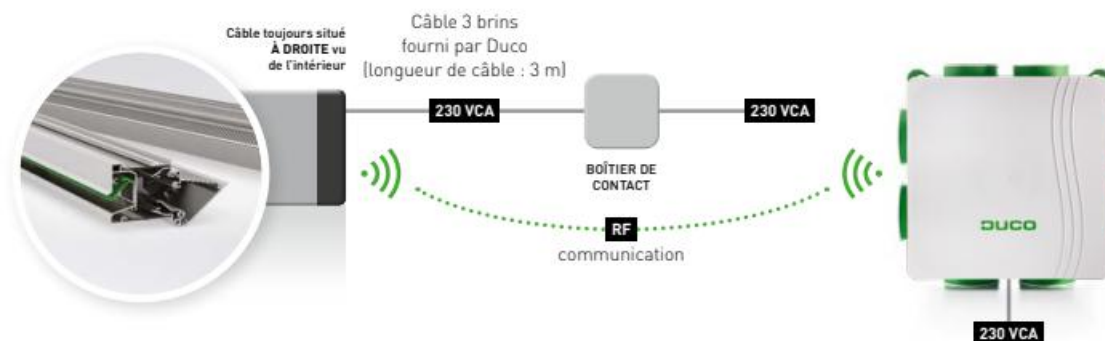
Zelfregelende klep
= specifiek toebehoren

Zie EPBD



Regelbare toevoeropening (RTO)

- ▶ Met variabele afmetingen
 - Elektronische sturing



Communicatie met de extractiegroep

Bron: Duco



Regelbare toevoeropening (RTO)

- ▶ Dimensionering voor een drukverschil:
 - van maximaal 2 Pa in het algemene geval
 - tot maximaal 10 Pa indien de ruimte is voorzien van een mechanische afvoer.

Uitgezonderd indien deze ruimte een toestel met een open verbrandingskamer aangesloten op een rookkanaal herbergt.

- ▶ Berekening van de vereiste lengte van het ventilatierooster

$$L = \frac{\text{débit nécessaire en m}^3/\text{h}}{q_{1, \dots \text{Pa}} \text{ aérateur}} + (L_{0, \dots \text{Pa}} \text{ aérateur})$$

- Voorbeeld

Modèle	q_1 sous 2 Pa (en m ³ /h/m)	q_1 sous 10 Pa (en m ³ /h/m)	L_0 sous 2 Pa	L_0 sous 10 Pa
TopVent ZR	69	83	0,1	0,1

Bron: Duco

Voor 50 m³/u met dit type ventilatierooster:

Bij 2 Pa: $50/69 + 0,1 = 0,83$ m

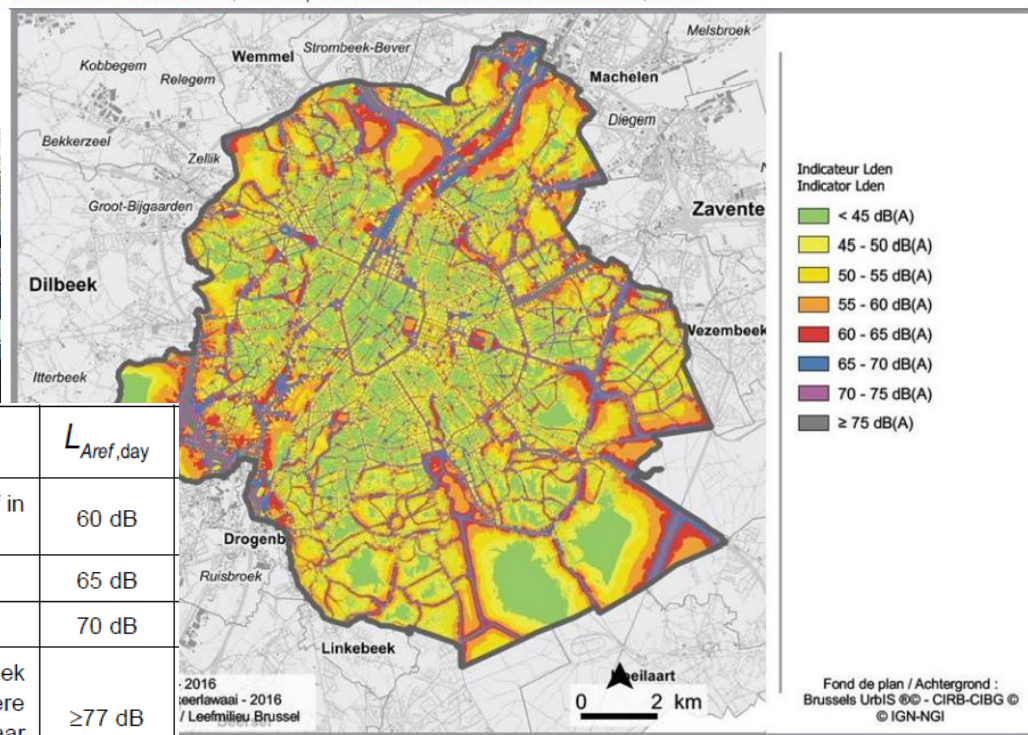
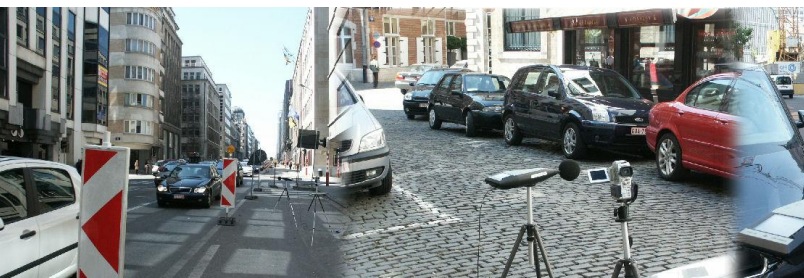
Bij 10 Pa: $50/83 + 0,1 = 0,7$ m



Regelbare toevoeropening (RTO)

- Akoestiek
 - Brussels Hoofdstedelijk Gewest-context - Wegverkeersgeluid

Kaart 8.2: Kadaster van het wegverkeerslawaai – Indicator L_{den} voor het jaar 2016
Bron: Leefmilieu Brussel, 2018 op basis van ASM Acoustics & Stratec, 2018



Typebeschrijving	$L_{Aref, day}$
Veelal bij rustige, landelijke wegen, rustige verkaveling met lokaal verkeer of in stadstraten met lokaal, beperkt verkeer	60 dB
Stadstraten met normaal verkeer op asfalt, 1 rijvak per rijrichting	65 dB
Druk, traagrijdend verkeer	70 dB
Veelal bij stadstraten met zeer intens verkeer, bij wegen met betonnen wegdek en met druk verkeer, langs nationale wegen, bij invalswegen naar grotere steden en bij verbindingswegen met regelmatig zwaar verkeer naar industrieterreinen	≥77 dB

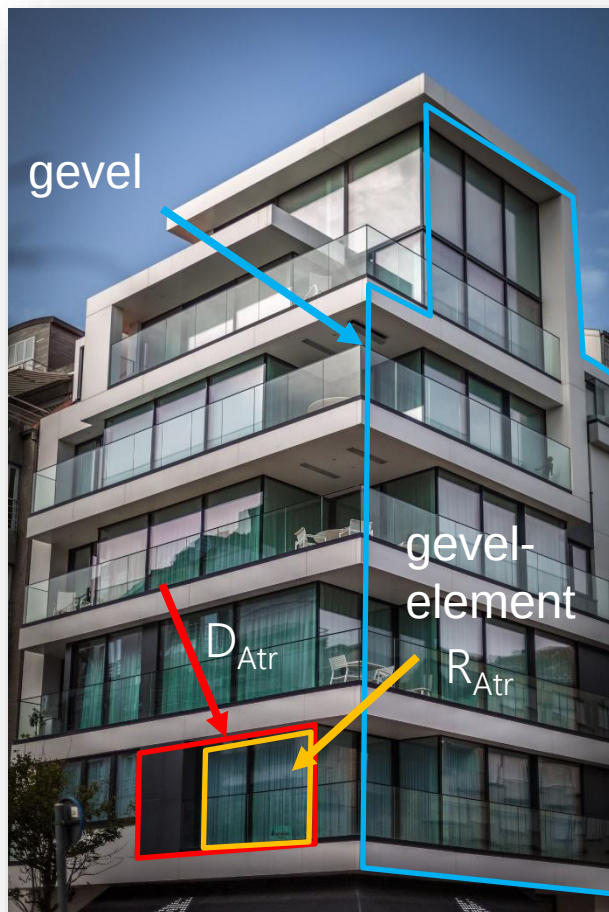
Beschrijving van buitenlawaai-classes volgens NBN S 01-400-1:2022

Bron: 8. KADASTER VAN HET WEGVERKEERSGELUID IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST (leefmilieu.brussels)



NBN S 01-400-1:2022

- Enkele belangrijke noties

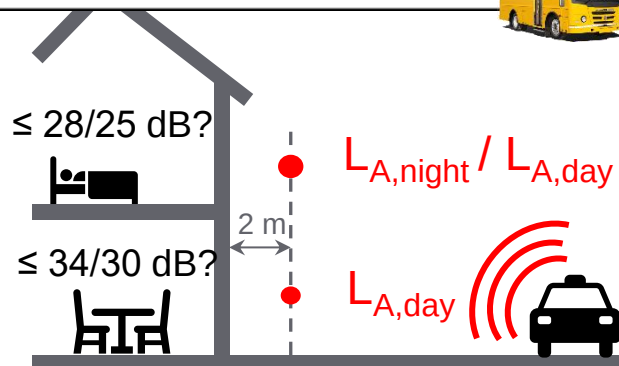


NBN S 01-400-1:2022

- Eis voor het gevelvlak
 - Afhankelijk van geluidniveau buiten ($L_{A,day}$, $L_{A,night}$)



Te beschermen ruimte	A	B	C
woonkamer, eetkamer, keuken, studeerruimte en slaapkamer	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30 \text{ dB}^a$ en $D_{Atr} \geq 32 \text{ dB}$		$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB}^a$ en $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
slaapkamer	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB}^a$		$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}^a$
	$D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}^c$		



2008

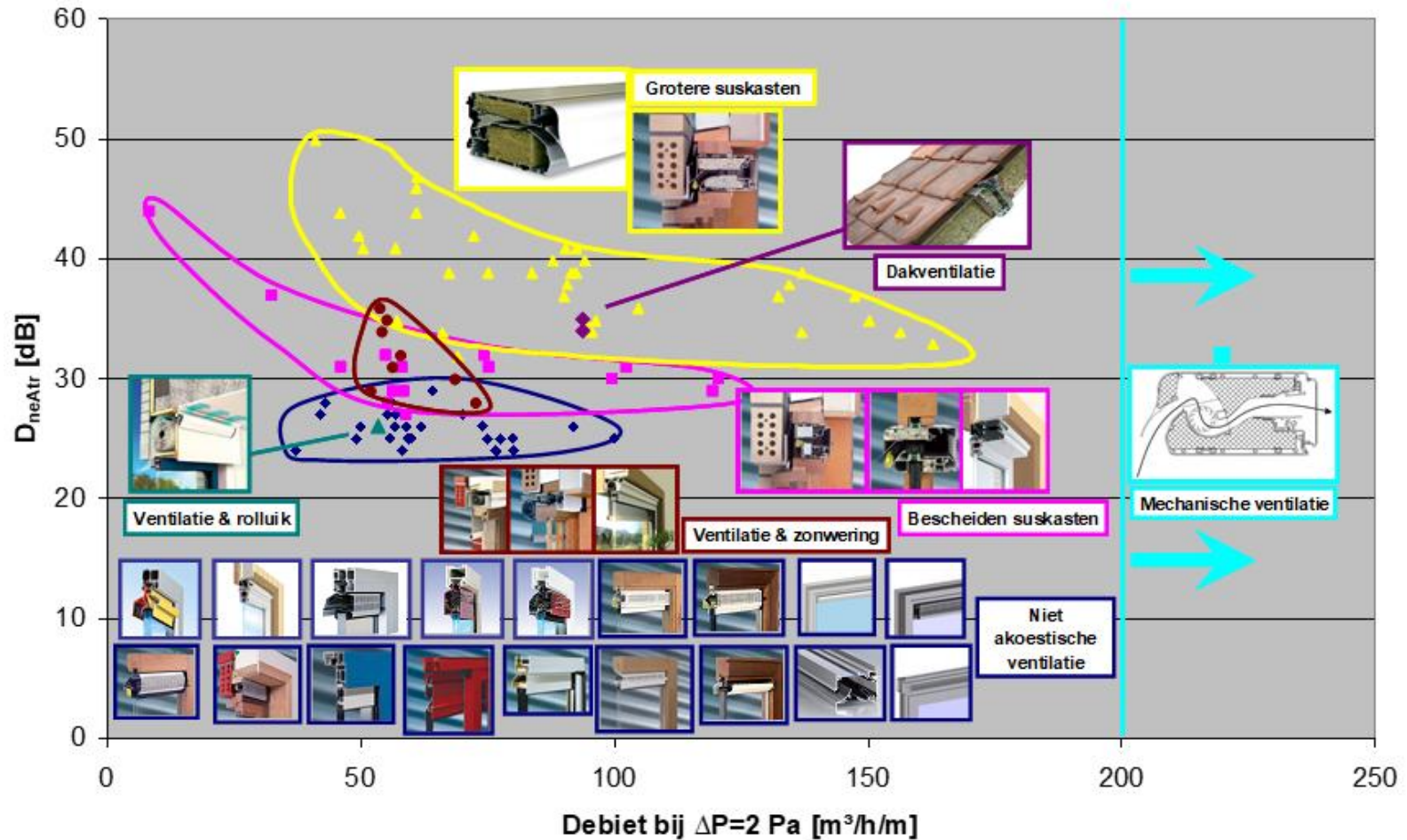
Minimale eis: $D_{Atr} \geq 26 \text{ dB}$

Bron slide: Buildwise



Regelbare toevoeropening (RTO)

► Akoestiek

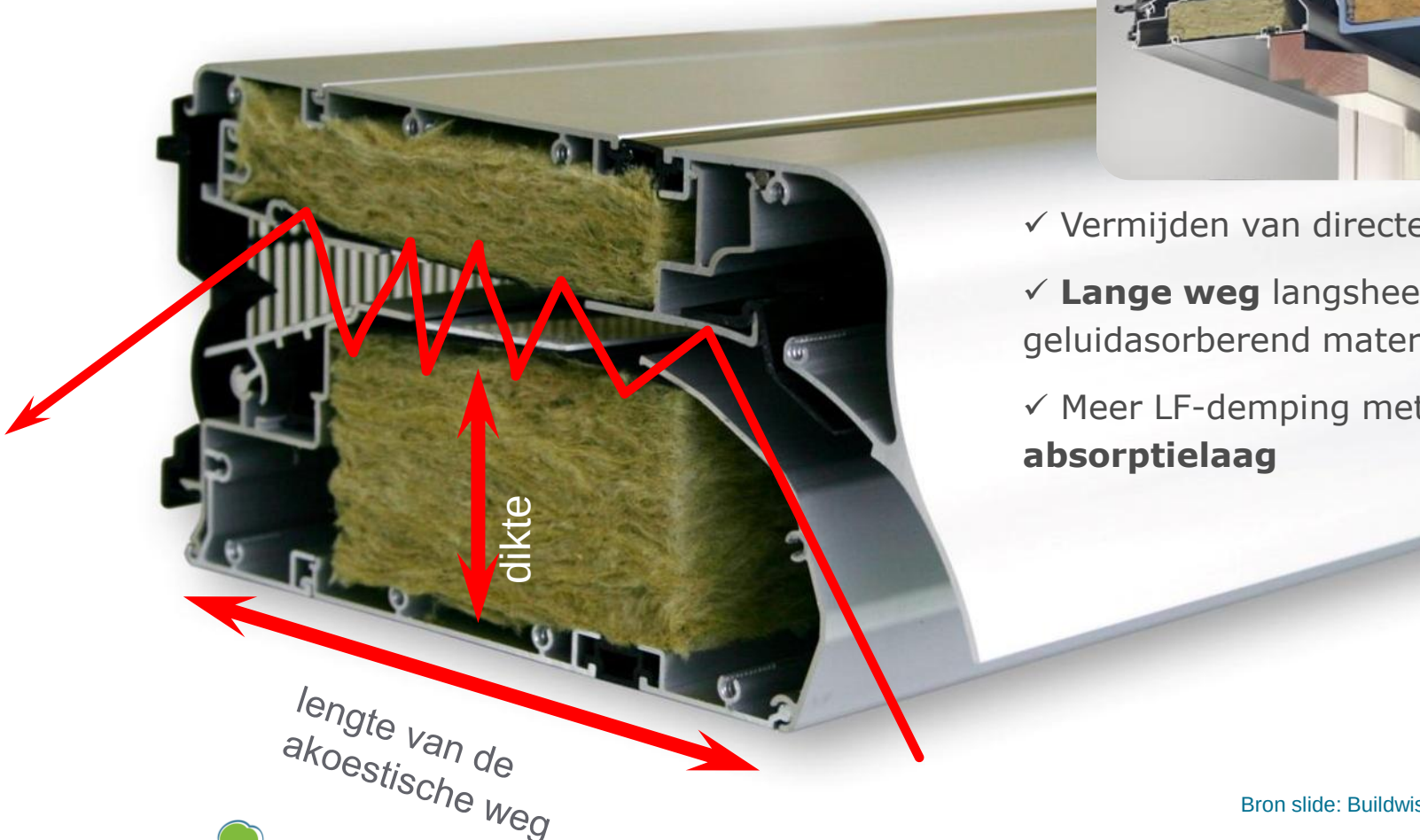


Regelbare toevoeropening (RTO)

- ▶ Akoestiek
 - Specifieke toestellen



- ✓ Vermijden van directe 'doorkijk'
- ✓ **Lange weg** langsheen geluidasorberend materiaal
- ✓ Meer LF-demping met **dikkere absorptielaag**



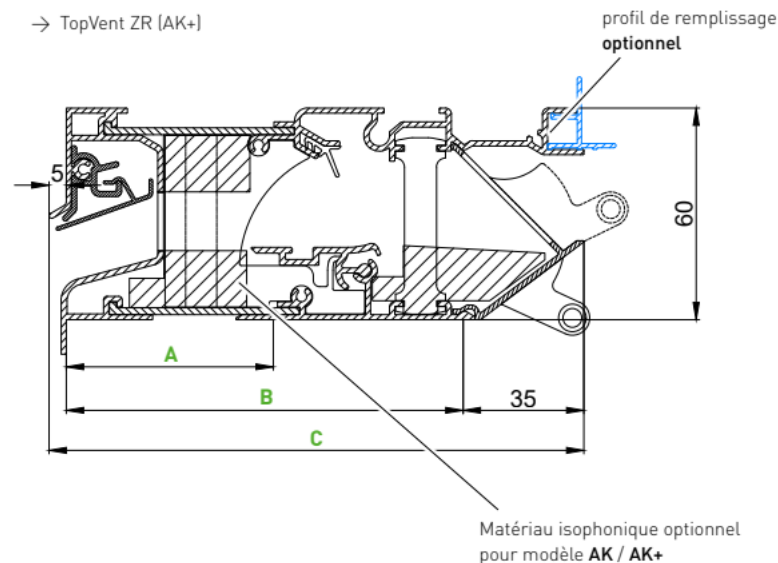
Bron slide: Buildwise



Regelbare toevoeropening (RTO)

- Akoestiek
 - Specifieke toestellen

Uittreksel uit het gegevensblad:



→ Valeurs acoustiques

Type TopVent ZR	$D_{n,e}, W (C; C_{tr})^*$ en dB					
	POSITION OUVERTE			POSITION FERMÉE		
	STD	AK	AK+	STD	AK	AK+
Corto	31 [-1;-2]	33 [0;-1]	✗	43 [0;-1]	43 [0;-1]	✗
Medio		34 [0;-2]	✗	47 [0;-2]	52 [-1;-3]	✗
Alto		36 [-1;-2]	38 [-1;-3]	47 [0;-2]	55 [0;-3]	55 [0;-3]
Largo		37 [0;-2]	40 [0;-2]	47 [0;-2]	56 [-1;-4]	56 [-1;-4]

* Selon la norme NEN EN ISO 717

Bron: Duco



Berekening van de in situ geluidisolatie D_{atr}

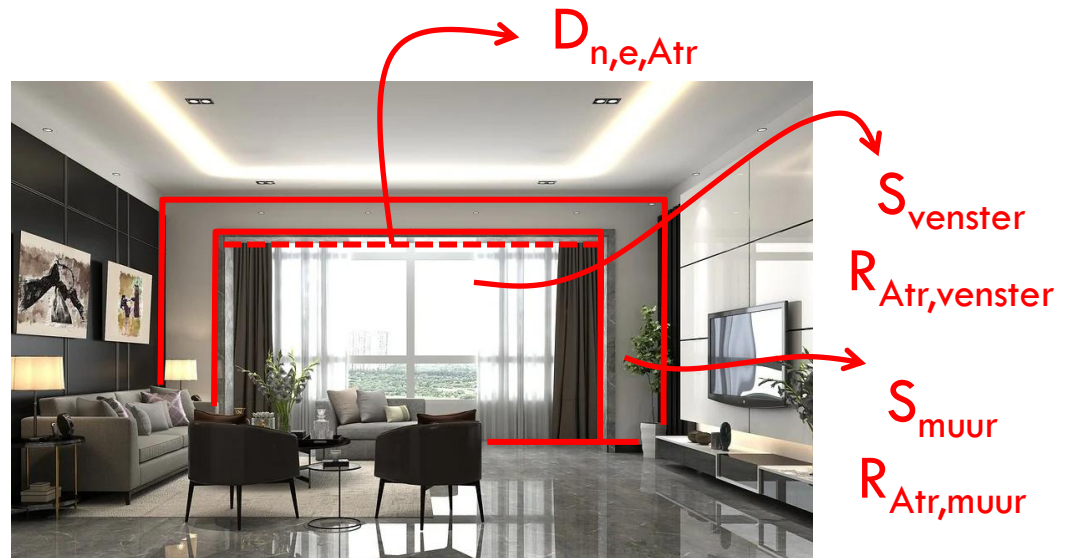
- Samengestelde geluidisolatie R'_{Atr}

$$D_{Atr} = R'_{Atr} \quad (\text{voor vlakke gevel en lokaal diepte} \approx 3 \text{ m})$$

$$R'_{Atr} = R_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} n_j 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}} \right)$$

“oppervlakte-gewogen som”
van de **geluidisolaties van de**
samenstellende gevelementen

“zwakste schakel” is bepalend



*Hypothese: flanking verwaarloosbaar

Bron slide: Buildwise



Samengestelde geluidisolatie R_{Atr}

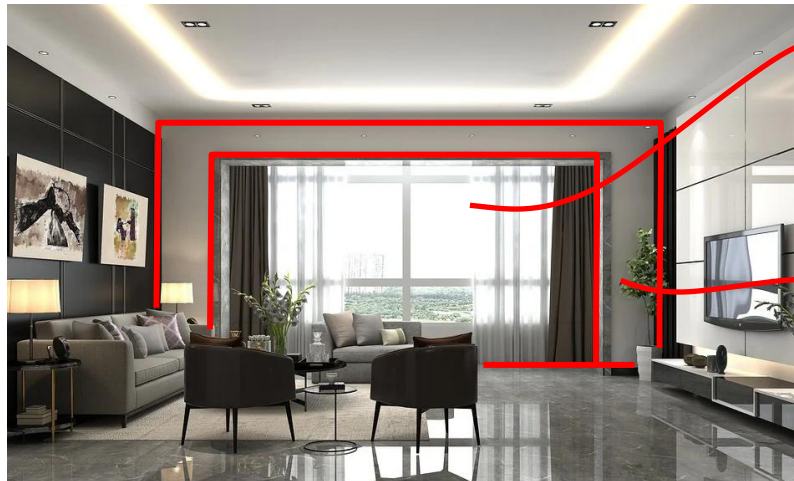
► Rekenvoorbeeld (zonder ventilatierooster)

- Muur: $R_w (C;C_{tr}) = 56 (-1;-5)$ dB, $R_{Atr} = 51$ dB ($S = 2$ m²)
- Venster: $R_w (C;C_{tr}) = 40 (-1;-3)$ dB, $R_{Atr} = 37$ dB ($S = 8$ m²)
- Totaal gevelvlak: $R_{Atr} = ?$

$$R_{Atr} = -10 \log \left[\frac{S_{muur}}{S_{gevelvlak}} 10^{-\frac{R_{Atr,muur}}{10}} + \frac{S_{venster}}{S_{gevelvlak}} 10^{-\frac{R_{Atr,venster}}{10}} \right]$$

	S	R_{Atr}
Muur	2 m ²	51 dB
Venster	8 m ²	37 dB
Gevelvlak	10 m ²	38 dB
(rekenkundig gemiddelde : 40 dB)		

Zwakste element weegt harder door dan in rekenkundig gemiddelde



$S_{venster}$
 $R_{Atr,venster}$
 S_{muur}
 $R_{Atr,muur}$

Bron slide: Buildwise



Samengestelde geluidisolatie R_{Atr}

► Rekenvoorbeeld (mét ventilatierooster)

- Muur: $R_w (C;C_{tr}) = 56 (-1;-5)$ dB, $R_{Atr} = 51$ dB ($S = 2$ m²)
- Venster: $R_w (C;C_{tr}) = 40 (-1;-3)$ dB, $R_{Atr} = 37$ dB ($S = 8$ m²)
- Ventilatierooster: $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 38 (0;-1)$ dB, $D_{n,e,Atr} = 37$ dB ($n = 1$)
- Totaal gevelvlak: $R_{Atr} = ?$

$$R_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} n_j 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}} \right)$$

	S	R_{Atr}
Muur	2 m ²	51 dB
Venster	8 m ²	37 dB
Rooster	1 stuk	37 dB
Gevelvlak	10 m ²	34 dB

- 4 dB met ventilatierooster... Ondanks zelfde isolatiewaarde als venster, of niet?



Bron slide: Buildwise



Regelbare toevoeropening (RTO)

- Akoestiek
 - Voor meer informatie

Buildwise – Rekentool – Gevelgeluidsisolatie

1
Choix

2
Facteur de forme
(effet écran)

3
Surface pan de
faç. & volume

4
Encoder les
dimensions

5
Possible
solution par
défaut

6
Autres solutions
possibles

7
Résumé
résultats

NL FR E

RESULTAT: METHODE PAR DÉFAUT (résultant en une surdimension)

Surface totale de la façade Stot [m²] =

Volume espace à protéger [m³] =

i Cas de facteur de forme [i] =

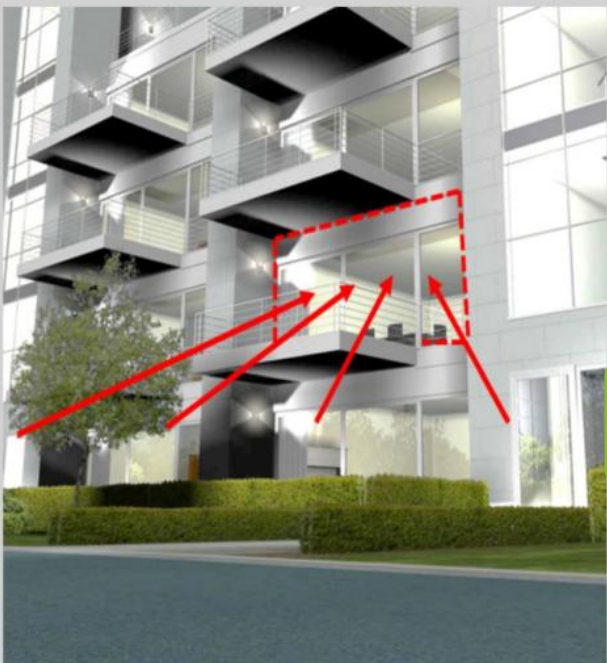
Facteur de forme [dB] =

Exigence de performance d'isolation

i R_{Atr,tot} du pan de façade [dB] =

i Isolement de façade calculé D_{Atr} selon NBN S 01-400-1 [dB] =

DÉCISION : l'exigence est-elle satisfaite ? OK



fenêtres	R _{Atr} [dB]	%	l [m]	h [m]	S [m²]	S corr [dB]
1	33.2	12.8	/	/	2	0
2	36.2	51.4	/	/	8	-3

mur de façade	R _{Atr} [dB]	%	l [m]	h [m]	S [m²]
1	48	3.6	/	/	17

ventilation	D _{neAtr} [dB]	%	l [m]	l corr [dB]
1	36.2	32.2	1	0



Regelbare Afvoeropening (RAO)

► Verticaal kanaal

TV 258

- Doorsnede: 1 m² per m³/s
- Toiletten (25 m³/u): min. 70 cm² (diameter 95 mm)
- Andere ruimten (50 m³/u): min. 140 cm² (diameter 134 mm)
- Voornamelijk verticaal tracé (max. 30°)
- Materialen (bestand tegen thermische, chemische, mechanische en vochtinwerking)



Regelbare Afvoeropening (RAO)

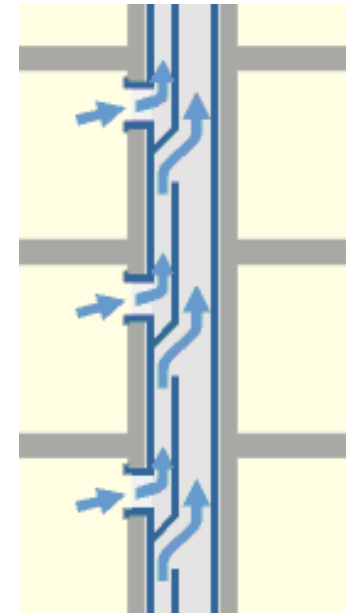
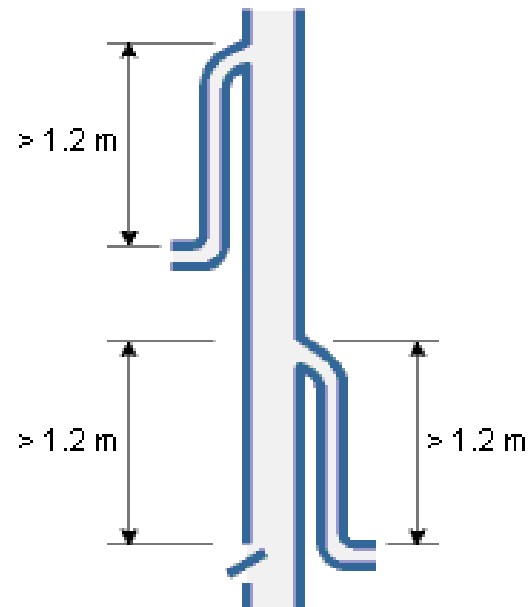
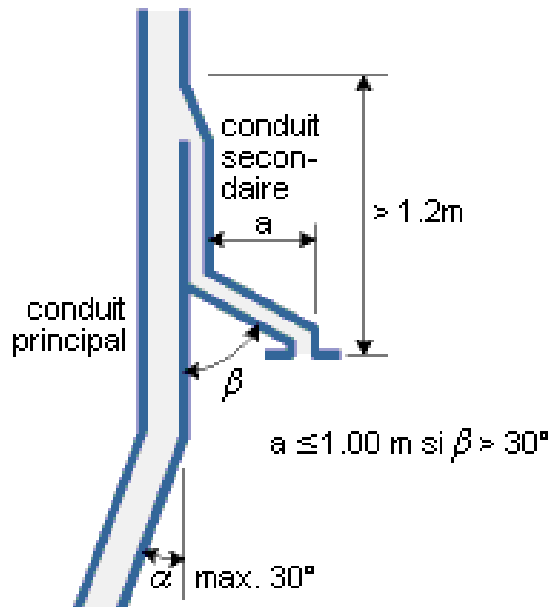
- ▶ Verticaal kanaal
 - Keukens niet aansluiten op een hoofdkanaal waarop ook andere ruimten dan keukens zijn aangesloten.
 - Maximaal één ruimte per secundair kanaal
 - Verbindingen van secundaire kanalen
 - Dichtheid
 - Geluidsisolatie
 - Esthetische aspecten
 - Bescherming tegen mechanische schade
 - Isolatie



Regelbare Afvoeropening (RAO)

NBN
D 50-001

- ▶ Verticaal kanaal
 - Verbindingen van secundaire kanalen



Bron: energie +



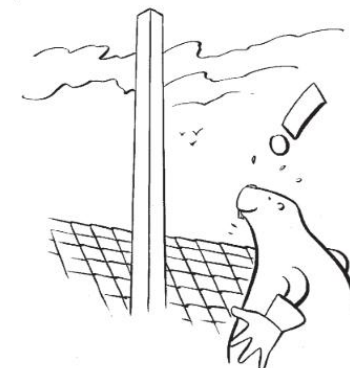
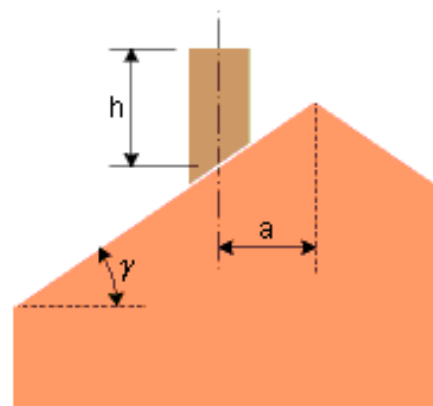
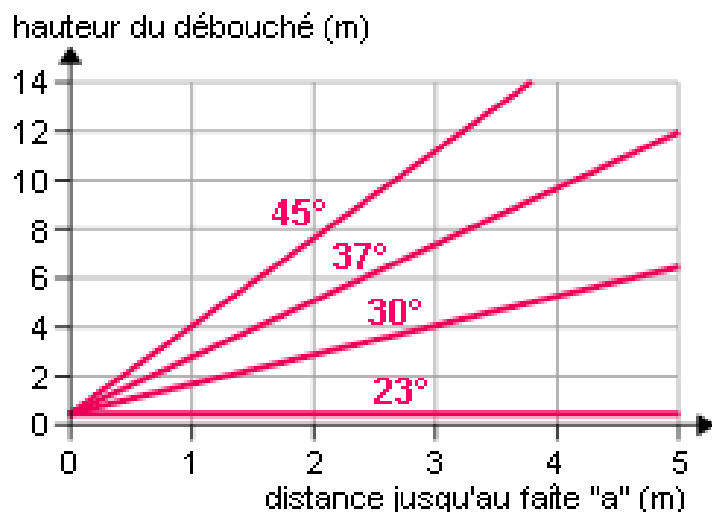
Regelbare Afvoeropening (RAO)

NBN
D 50-001

► Dakuitlaat

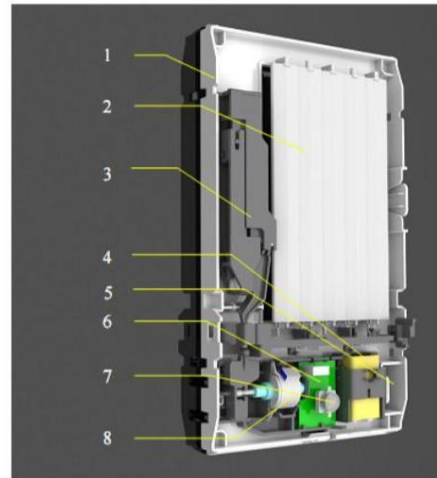
- In alle gevallen: $h_{\min} = 0,5 \text{ m}$ (boven dak of dakrand)
(Bijl.VI - §1.e.)

- Dakhelling $\geq 23^\circ$:
$$h_{\min} = \frac{(0,5 + 0,16 \cdot \gamma - 23)}{1^\circ} \cdot a$$



Regelbare Afvoeropening (RAO)

- Sensorregeling



- 1 dos
- 2 volets (shutters)
- 3 détecteur de l'humidité
- 4 batterie
- 5 tranchée pour l'électricité
- 6 PCB
- 7 détecteur de présence
- 8 moteur

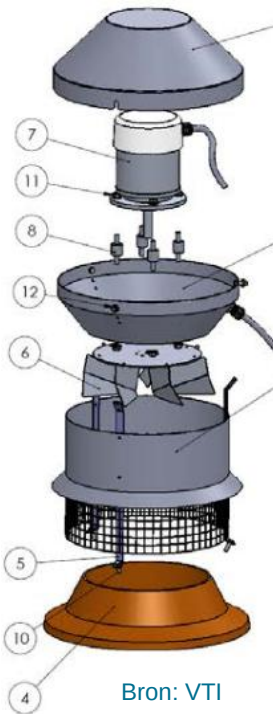
**Extractiemond
met natuurlijke regeling**

Bron: Schiedel Bernal



Regelbare Afvoeropening (RAO)

- ▶ Hybride afzuigventilatoren
 - Motor uit als natuurlijke tocht voldoende is.
 - Geforceerde tocht door een ventilator als dit niet het geval is.



Bron: VTI



INLEIDING

FUNCTIES

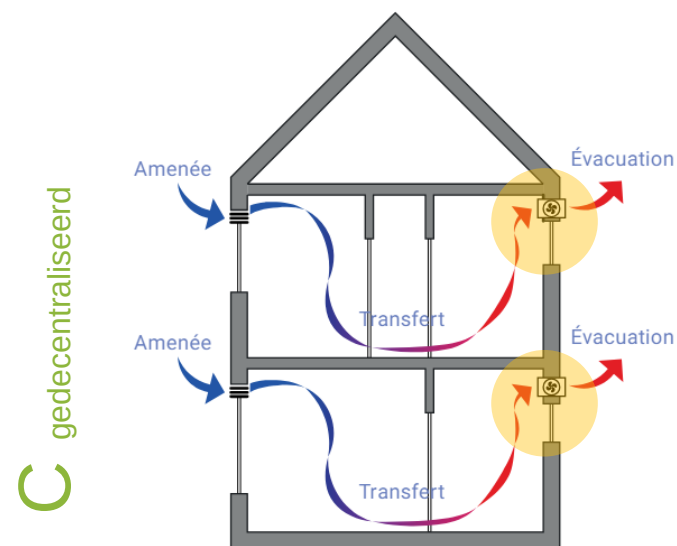
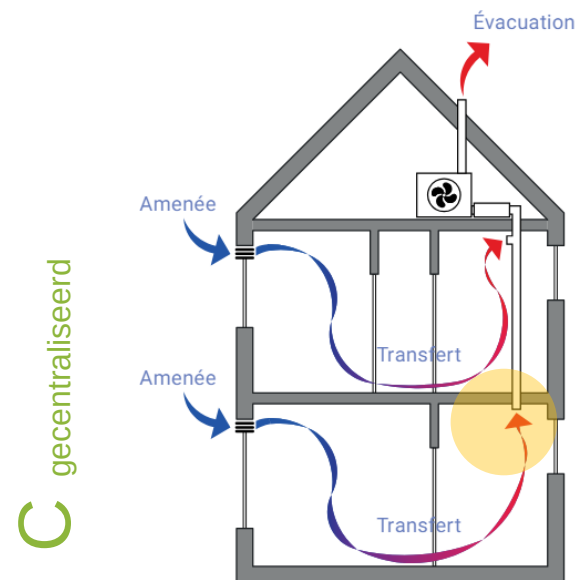
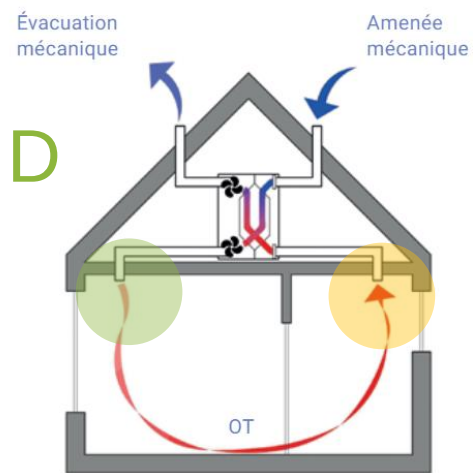
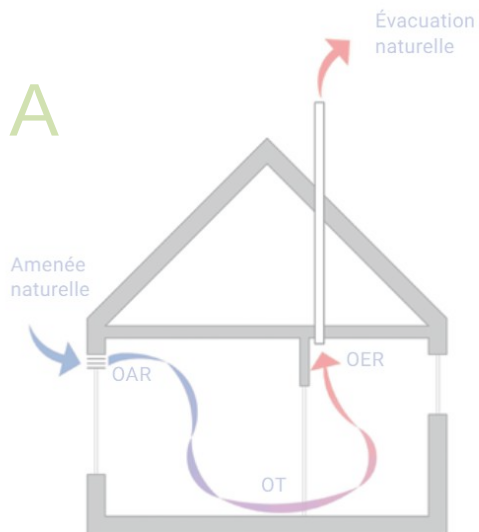
COMPONENTEN

- ▶ Regelbare openingen
- ▶ **Mechanische openingen**
- ▶ Verdeelnnet
- ▶ Ventilatiegroep
- ▶ Luchtinlaat en -uitlaat

REGELING



Overzicht



Mechanische toevoer en afvoeropeningen (MTO en MAO)

- Gecentraliseerd systeem
 - Mond van het luchtventieltype
- Meest gebruikelijke type



Bron: Zehnder

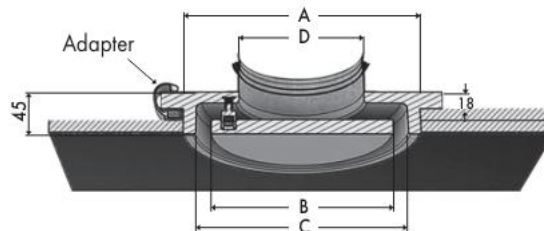


Bron: Cairox

Brede waaier van
verschillende
producten: vorm,
materiaal, regelingen,

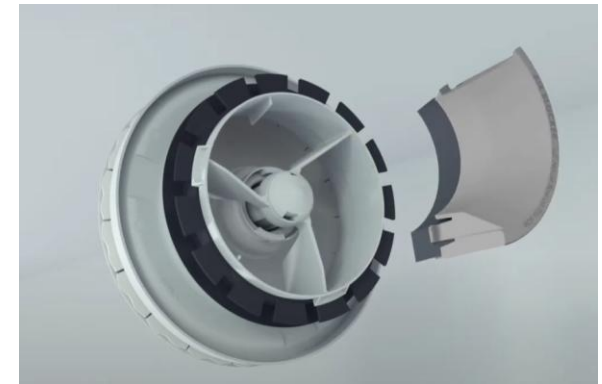


Bron: Architectura



Bron: Cairox

Toebehoren



Oriëntatieplaatje om de
luchtstroom in de gewenste
richting te sturen



Mechanische toevoer en afvoeropeningen (MTO en MAO)

- ▶ Gecentraliseerd systeem
 - WandroosterMinder gebruikelijk in woongebouwen (bijv. integratie in een meubel, enz.)



**Wandrooster met enkele
of dubbele afbuiging**

Bron: Trox



**Volumeregelaar
bijv. jalouziekleppen**

Bron: Cairox



Kast

Bron: Cairox

Mechanische toevoeropeningen (MTO)

- ▶ Inplanting

- Doelstellingen

Het door de luchtmond gegenereerde geluid beperken (geluidscomfort)

De verdeling van de lucht in de ruimte verzekeren (luchtkwaliteit)

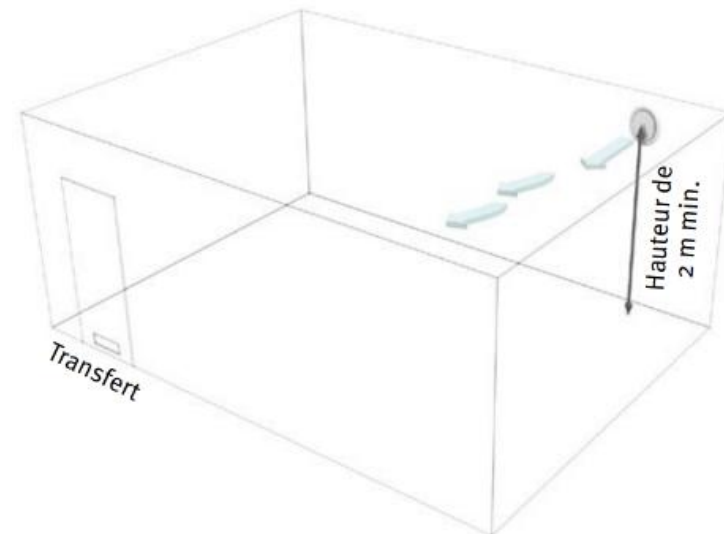
Tocht vermijden (thermisch comfort)

- Gevolgen

Niet te dicht bij de hoeken (weerkaatsing van het geluid)

In de hoogte (wand > 2 m of plafond), om tocht te vermijden of om de vervuilde lucht af te voeren (vaak warmer)

Zo ver mogelijk van het doorstroomrooster (verdeling/vermenging van de lucht in de ruimte)



Vanaf het plafond, met een zijdelingse luchtstroom of een specifieke diffusor

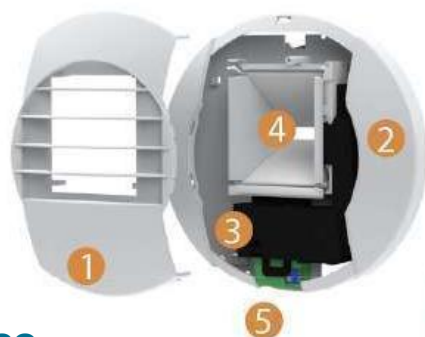


Mechanische afvoeropeningen (MAO)

- Gecentraliseerd systeem
 - Regelbare luchtmonden met geïntegreerde sensor (CO₂-gehalte, aanwezigheid, vochtigheidsgraad, ...)



Vaak werkend op batterijen → Onderhoud



- (1) Grille amovible
- (2) Ensemble capot + platine support avec manchette et joint à lèvre
- (3) Platine électronique - Capteur CO₂
- (4) Canal de passage d'air avec 2 volets
- (5) Boîtier de connexion électrique 230V (vert)

CO₂-sensor

Bron illustratie: Economy



Aanwezigheidssensor

Bron illustratie: conseils-thermiques.org



Mechanische afvoeropeningen (MAO)

- ▶ Gedecentraliseerde systemen
 - Wand-/plafondafzuigventilatoren



Bron: Itho Daalderop



- Geluid
- Terugslagklep

- Kanaalafzuigventilator



Bron: Soler & Palau



Mogelijkheid tot installatie van geluiddemper



Akoestiek

► Eisen

- NBN S 01-400-1:2022, Akoestische criteria voor woongebouwen

Tableau 4 - Critères relatifs au bruit des installations techniques provenant de canalisations ou d'installations internes ou appartenant au logement

Nature du bruit de l'installation technique	Local de mesure à l'intérieur du logement	Classe A $L_{Aeq,nT}$	Classe B $L_{Aeq,nT}$	Classe C $L_{Aeq,nT}$
bruit d'installation de longue durée non émanant des appareils de ventilation / bruit d'installation de longue durée émanant des appareils de ventilation pour une ventilation hygiénique	chambre à coucher, bureau	≤ 25 dB		≤ 28 dB
	séjour, salle à manger, cuisine	≤ 29 dB		≤ 32 dB
	salle de bain, WC	≤ 32 dB		≤ 35 dB
	local technique	≤ 58 dB		≤ 62 dB

► Raming van het geluidsdrukniveau

$$L_p = L_W + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi R^2} + \frac{4}{A} \right)$$

Geluidsdruk (dB) op een afstand r → L_p
 Geluidsvermogen (dB) → L_W
 Afstand (m) → R
 Richtingseffectfactor → Q
 Equiv. gewogen absorptieoppervlak van de ruimte → A



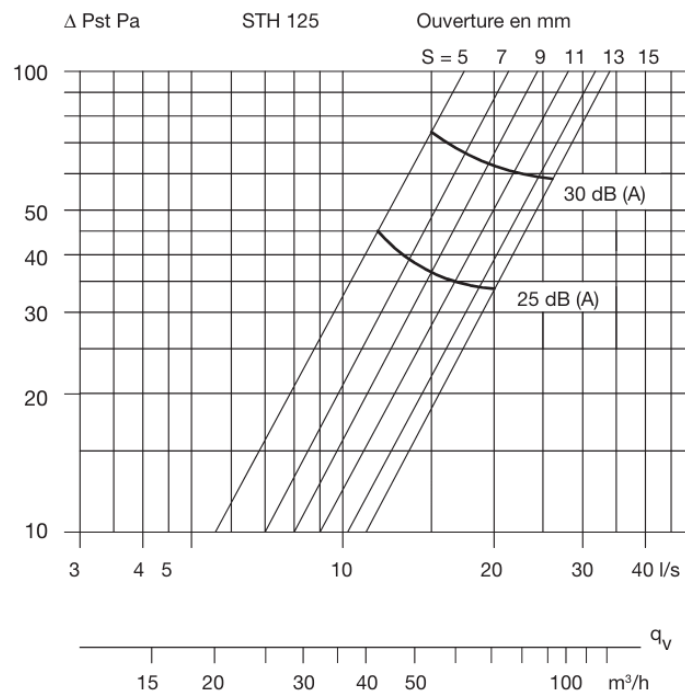
Akoestiek

- Selectie van het type luchtmond
 - Beperken van het geluidsvermogen van de luchtmond ($L_{WA} < 29$ dB)

$$L_p = L_W + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi R^2} + \frac{4}{A} \right)$$

Q	SVA	80		100		Sélection rapide	
	r (mm)	5	10	5	10	15	10
25	X0,20	1.9	1.1				
	Ps	23	<5				
	Lw(A)	<20	<20				
30	X0,20	2.3	1.4	1			
	Ps	34	6	8			
	Lw(A)	29	21	21			
40	X0,20	3.2	2	1.6	1.3		
	Ps	57	19	31	7		
	Lw(A)	45	28	28	23		
50	X0,20			2.2	1.7	1.3	2
	Ps			54	21	11	<5
	Lw(A)			35	28	<20	<20
70	X0,20			3.4	2.6	1.8	2.6
	Ps			100	50	34	9
	Lw(A)			44	37	31	22
100	X0,20						2.4
	Ps						<5
	Lw(A)						20
150	X0,20						2.9
	Ps						3
	Lw(A)						24
200	X0,20						29
	Ps						3
	Lw(A)						24
250	X0,20						3.6
	Ps						4.7
	Lw(A)						4.3

Bron: Cairox

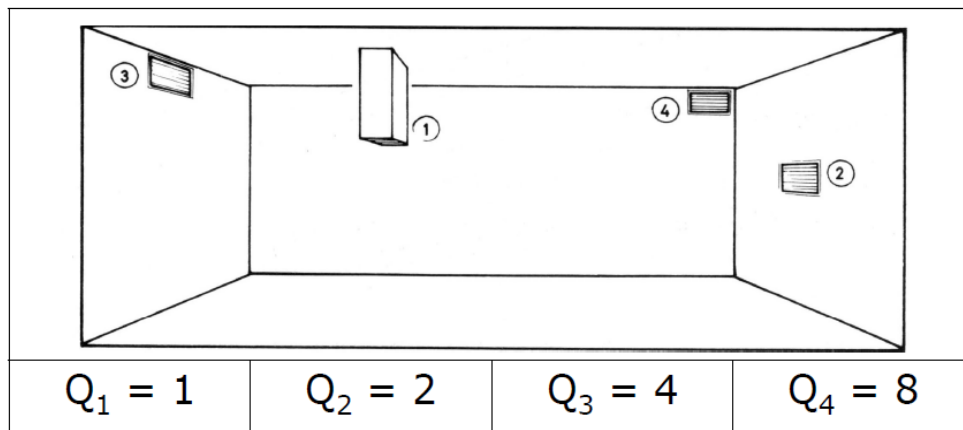


Bron: Zehnder



Akoestiek

- Positie van de luchtmond



$$L_p = L_W + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi R^2} + \frac{4}{A} \right)$$

Voorbeeld:

Vertrekkend van een ruimte
waar $A = 5 \text{ m}^2$

$L_{WA} \text{ mond} = 29 \text{ dB}$

L_p op 1 m:

- 28,4 dB voor $Q=1$
- 28,8 dB voor $Q=2$
- 29,5 dB voor $Q=4$
- 30,6 dB voor $Q=8$

⇒ **Plaatsing van de luchtmonden, bij voorkeur, op minstens 60 cm van de wanden en plafonds**

- Nagalm van de ruimte
 - Hoe groter de weerkaatsing van de ruimte waar het geluid door een toestel wordt gegenereerd, hoe langer het geluid zal "blijven hangen" en versterkt worden.



INLEIDING

FUNCTIES

COMPONENTEN

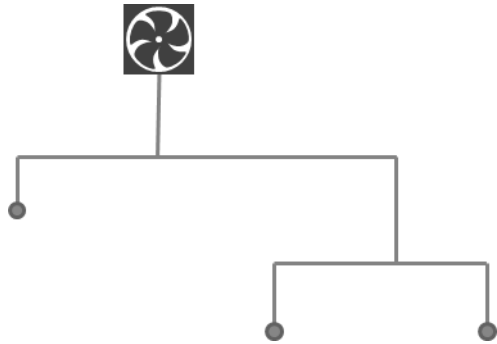
- ▶ Regelbare openingen
- ▶ Mechanische openingen
- ▶ **Verdeelnet**
- ▶ Ventilatiegroep
- ▶ Luchtinlaat en -uitlaat

REGELING



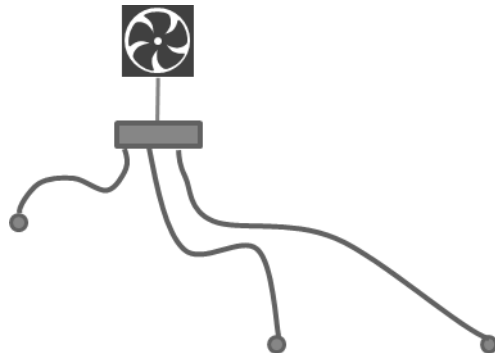
Types

- Vertakt netwerk



Bron: Buildwise

- Netwerk met collector



Bron: Ubbink



Kanaalwerk



Gegalvaniseerd staal.

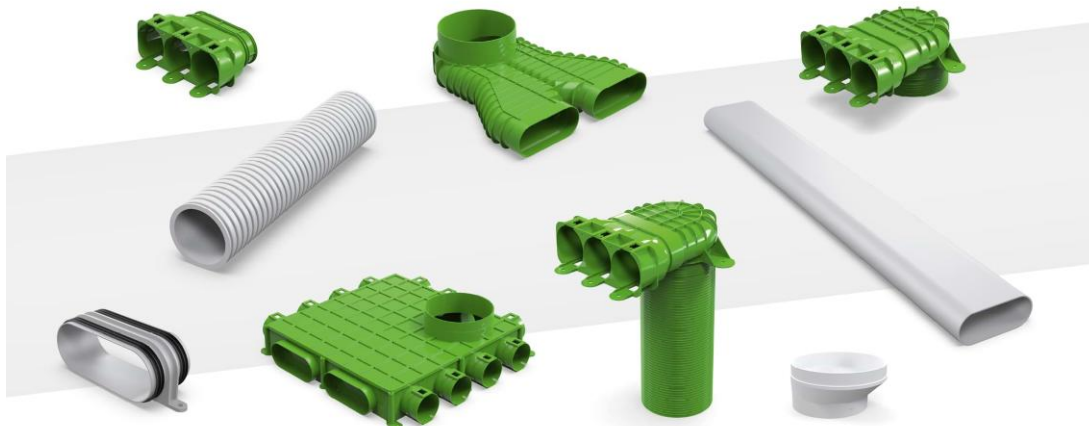
Bron: Cairox



**Flexibele kanalen
dienen te worden
vermeden**
(alleen voor plaatselijk
gebruik)

Kunststof kanalen

Bron: Duco



Integratie bij renovatie

- ▶ Hergebruik van schoorsteenkanalen
 - Onderzoek van continuïteit en doorsnede van het schoorsteenkanaal
 - Dichtheid: bekleding/koker



Bron: écorce



Bron: ICEDD



Integratie bij renovatie

- ▶ in het meubilair
- ▶ via lijstwerk



Het maken van een negatieve mal van de bestaande lijstwerk
Bron: Philippe Abel



Installatie van ventilatiekanalen
Bron: Philippe Abel



Eindresultaat
Bron: Philippe Abel



Integratie



Kanaalwerk

- ▶ Criteria voor dimensionering
 - Beperken van de lichtsnelheid

Type de tronçon	Vitesse recommandée	Vitesse maximum
Tronçon terminal sur lequel les bouches sont connectées	1,5 m/s	2 m/s
Tronçon dans une zone de séjour du logement	3 m/s	4 m/s
Tronçon principal	4 m/s	6 m/s

Bron: Buildwise

- Beperken van de drukverliezen (turbulentie)

Voldoende brede secties overeenkomstig het debiet

Flexibele kanalen (te vermijden): beperkte lengte, recht tracé

Gladde kanaalwanden, beperkt aantal koppelingen

Gebogen bochten, krommingsstraal $\geq$ diam. kanaal

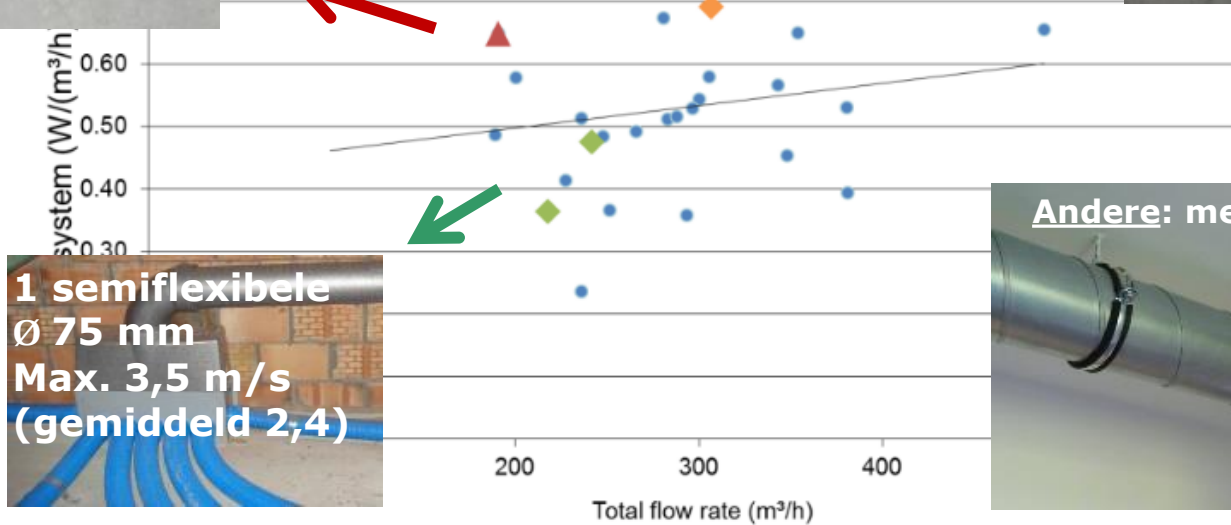
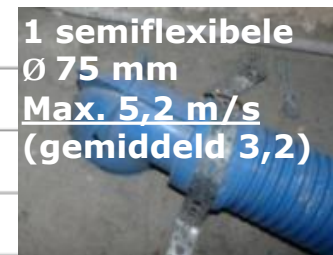
Onvermijdelijke bochten en aftakkingen ver genoeg verwijderd van de ventilatiemonden



Kanaalwerk

- Criteria voor dimensionering
 - Beperken van de lichtsnelheid
 - Beperken van de drukverliezen (turbulentie)

⇒ Invloed van het type kanaal... en van de dimensionering!



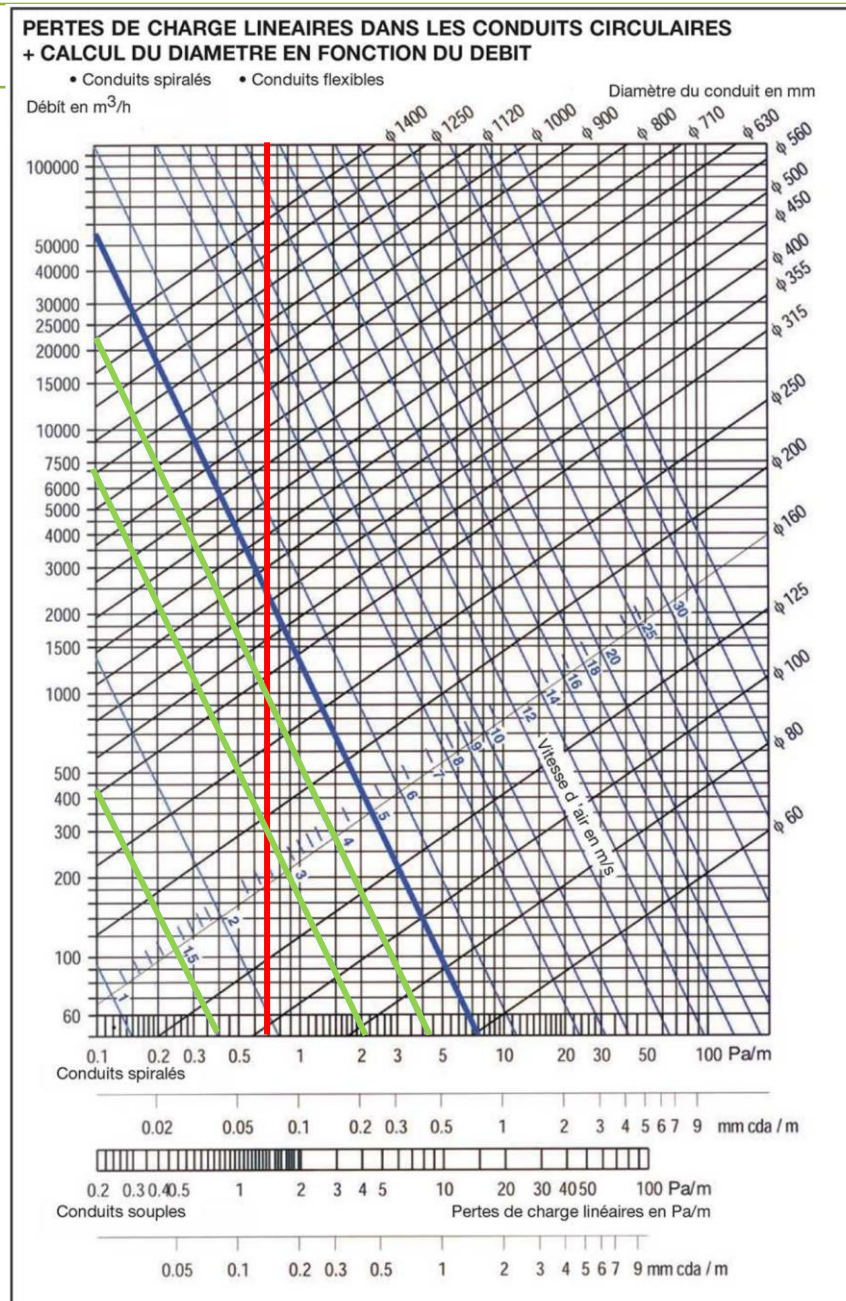
Bron: Buildwise



Kanaalwerk

- Criteria voor dimensionering
 - Beperken van de lichtsnelheid
 - Beperken van de drukverliezen (turbulentie)
 - Aanbeveling:
Max. drukverlies: 0,7 Pa/m

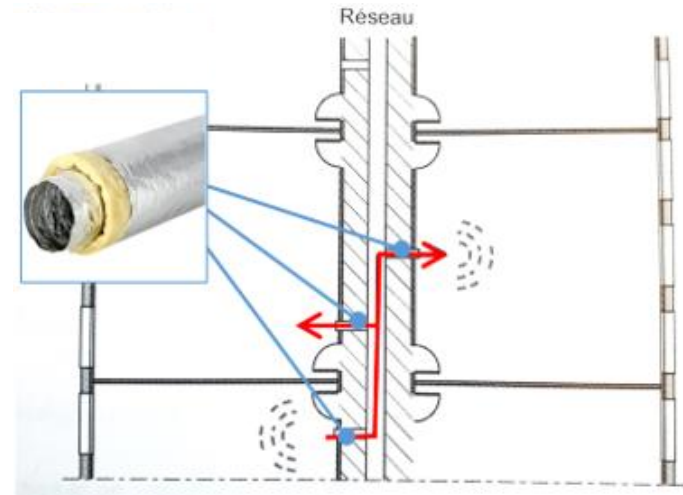
⇒ Voordimensionering



Secundaire geluiddempers

► Rol:

- dempen van het restgeluid van de groep indien de primaire geluiddempers niet volstaan (bijv. voor gevoelige ruimten zoals slaapkamers).
- Vermijden van 'interfonie' via kanalen tussen de ruimten



► T



Flexibele geluiddemper

Bron: Cairox



Telefoondemper

Bron: Helios



Dempende debietregelaar

Bron: Cairox



INLEIDING

FUNCTIES

COMPONENTEN

- ▶ Regelbare openingen
- ▶ Mechanische openingen
- ▶ Verdeelnet
- ▶ **Ventilatiegroep**
- ▶ Luchtinlaat en -uitlaat

REGELING



Gecentraliseerd systeem met dubbele stroom

► Types



Bron: Duco

Vloer-/wandmontage



Bron: Zehnder

Compacte plafonduitvoering

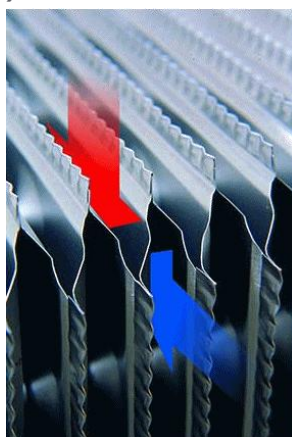
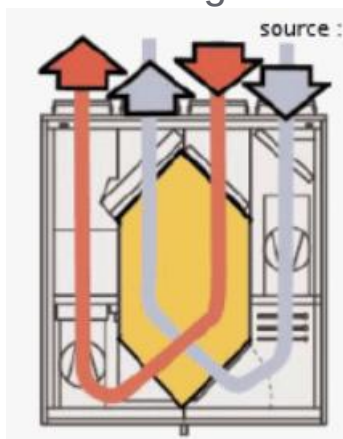


Compacte uitvoering, kleine debieten (< 300 m³/u)



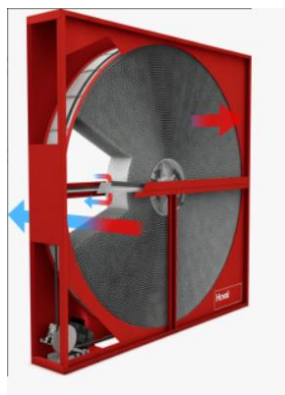
Gecentraliseerd systeem met dubbele stroom

- ▶ Warmtewisselaar
 - Tegenstroom-platenwarmtewisselaar (meest gebruikelijke systeem in woongebouwen)



Bron: Fiabiat

- Warmtewielwisselaar (minder gebruikelijk maar bestaat voor woongebouwen)



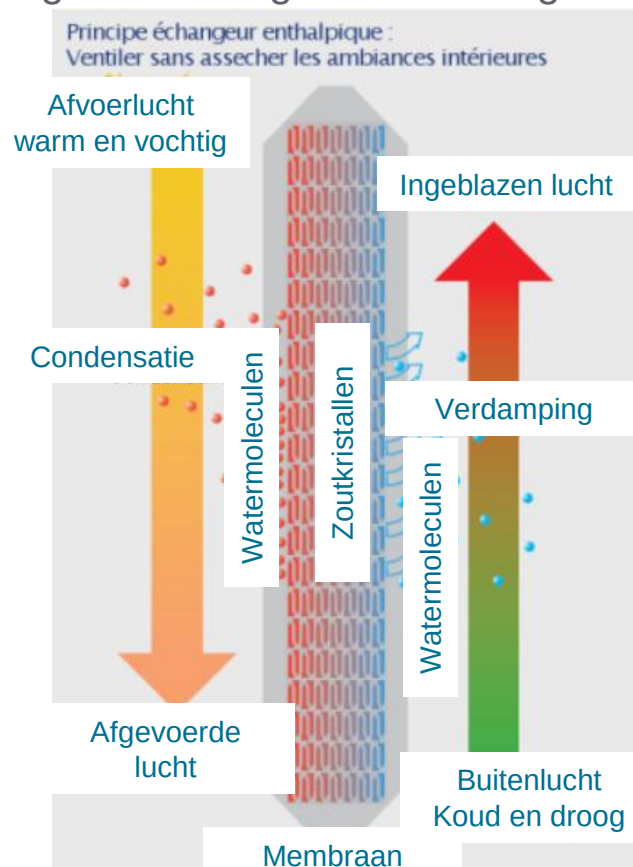
Bron: Fiabiat



Gecentraliseerd systeem met dubbele stroom

- ▶ Warmtewisselaar
 - Enthalpiewisselaar (platen- of warmtewielwisselaar)

Terugwinning van vochtigheid uit de afgevoerde lucht

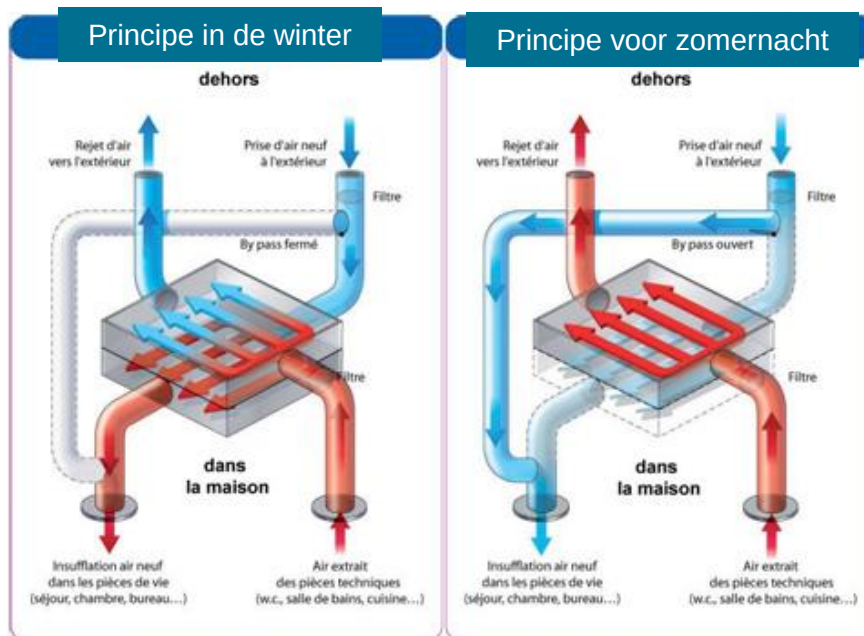


Gecentraliseerd systeem met dubbele stroom

- ▶ Warmtewisselaar
 - Bypass

Verhindert warmteterugwinning in de zomer wanneer $t^{\circ}_{\text{buiten}} < t^{\circ}_{\text{binnen}}$ en wanneer men het gebouw wil afkoelen.

⇒ **Freecooling, nightcooling**



Controleren op technische
fiche of groep hiervoor is
uitgerust
Ja / nee?
Volledig? Gedeeltelijk?

Warmtewielwisselaar:
Bypass = onderbreking van wiel

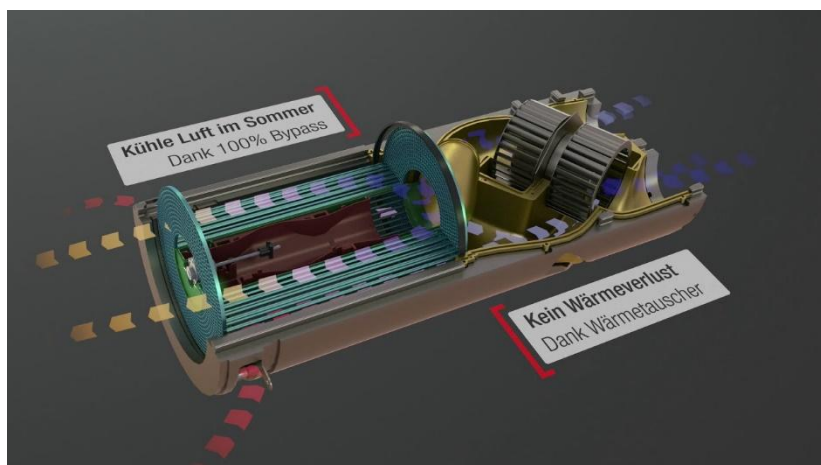


Gedecentraliseerd systeem met warmteterugwinning



Akoestiek

- Continue stroom: platenwarmtewisselaar



Bron: Wolf

$\eta \pm 70 \%$



Bron: Airria

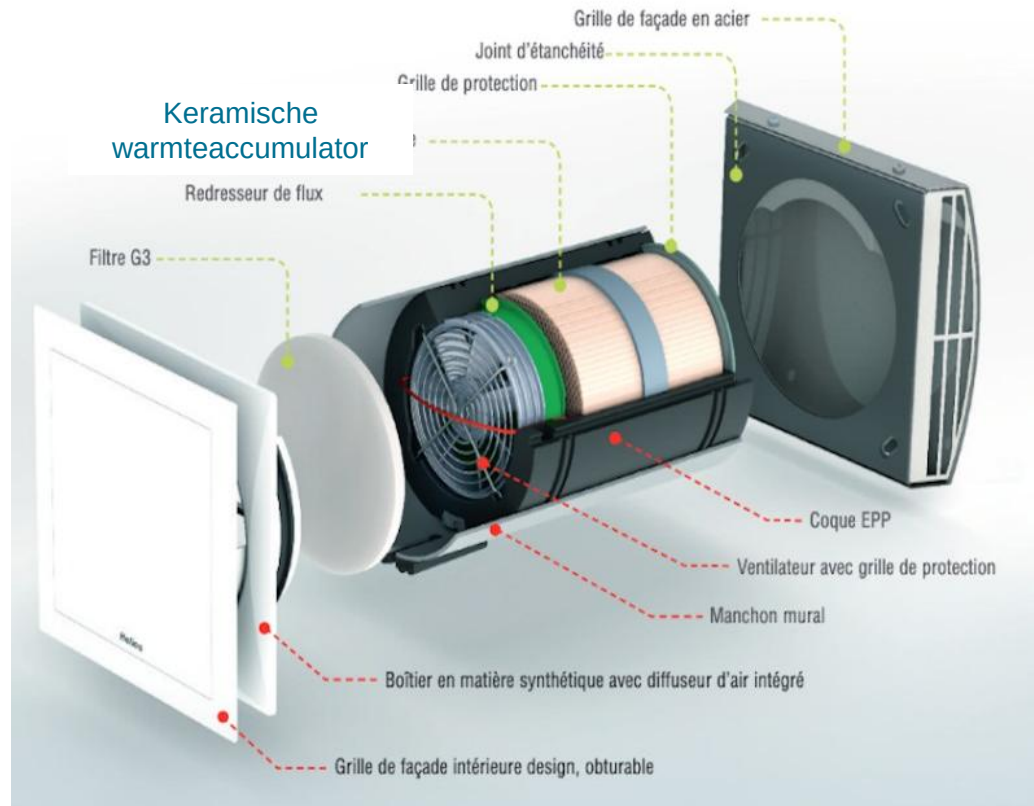


Gedecentraliseerd systeem met warmteterugwinning



Akoestiek

- ▶ Alternierende stromen: (keramisch) accumulatiemateriaal



Bron: Helios

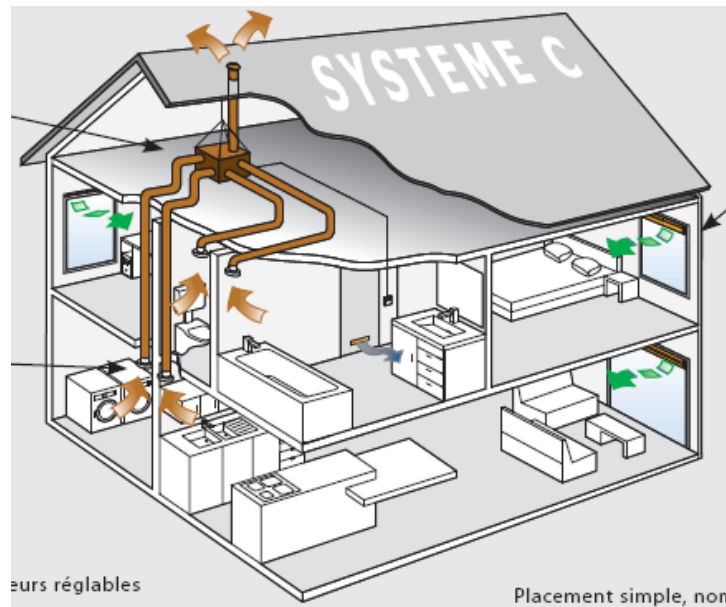


Gecentraliseerd systeem met enkele stroom

► Types

- In woongebouwen variëren de types voornamelijk overeenkomstig de regelingsgraad

⇒ **Zie hoofdstuk “regeling”**



Bron: Renson



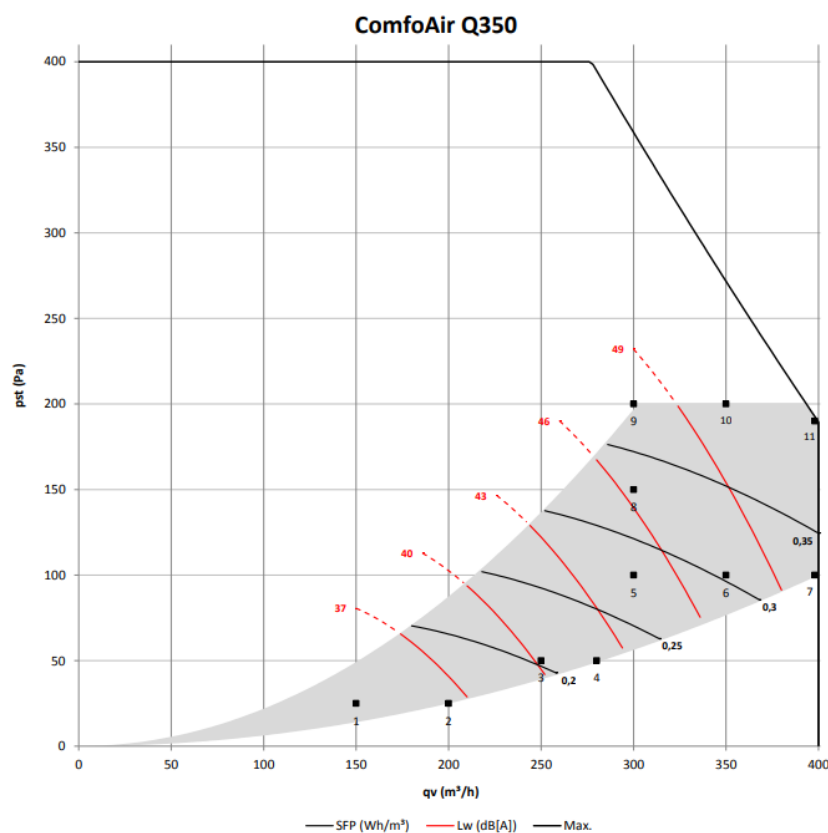
Akoestiek

- ▶ Keuze van de groep bepalend voor het geluidsniveau
- ▶ Uitgedrukt (technische fiche) door het geluidsvermoggenniveau
 - Bij pulsie ($L_{WA} < 71$ dB),
 - Bij extractie ($L_{WA} < 58$ dB),
 - Uitstraling door behuizing ($L_{WA} < 52$ dB)
- ▶ Ventilator geselecteerd voor 75 % van het maximale vermogen.



Akoestiek

- ▶ Keuze van de groep bepalend voor het geluidsniveau
- ▶ Werkingcurves
 - Verband tussen debiet/drukverlies



Position	Capacité Qv - m³/h	Pression Δ P st - Pa	Puissance absorbée W el	SFP Wh/m³	Puissance sonore Lw		
					Extraction dB(A)	Pulsion dB(A)	Unité dB(A)
1	150	25	19	0,13	34	46	33
2	200	25	30	0,15	37	50	36
3	250	50	51	0,20	40	54	40
4	280	50	61	0,22	42	56	42
5	300	100	84	0,28	45	59	45
6	350	100	106	0,30	48	63	47
7	400	100	132	0,33	50	66	51
8	300	150	98	0,33	46	61	46
9	300	200	113	0,38	48	63	48
10	350	200	138	0,39	50	66	50
11	400	190	162	0,40	53	69	53

* SFP in Wh/m³ calculated using data measured according EN13141-7:2010

Bron: Zehnder



Primaire geluiddempers

- ▶ Te plaatsen vlak voor het verlaten van het technisch lokaal, nabij de groep
- ▶ Compromis tussen drukverlies/demping/ingenomen ruimte



Semiflexibele geluiddemper

Bron: Trox



Stijve ronde geluiddemper

Bron: Trox

⇒ In woongebouwen: minimaal 90 cm lang

⇒ $\varnothing$ geluiddemper $\geq \varnothing$ kanaal

INLEIDING

FUNCTIES

COMPONENTEN

- ▶ Regelbare openingen
- ▶ Mechanische openingen
- ▶ Verdeelnet
- ▶ Ventilatiegroep
- ▶ **Luchtinlaat en -uitlaat**

REGELING



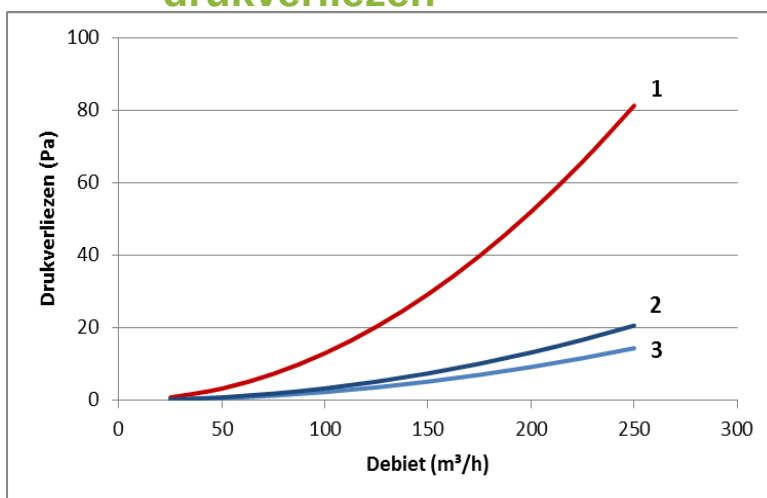
Keuze van het type luchtmond

► Beperkte drukverliezen

- Beperken van de lichtsnelheid: max. 2 m/s voor luchtinlaat, max. 3-5 m/s voor luchtuitlaat
- Vermijden van te fijne roostermazen (verstopping)

⇒ **Controleren van selectie op technische fiche**

⇒ **De keuze van de luchttoevoeropening heeft een impact op de drukverliezen**



150 cm²



330 cm²



370 cm²



Keuze van het type luchtmond

- ▶ Beperkte drukverliezen
 - Beperken van de lichtsnelheid: max. 2 m/s voor luchtinlaat, max. 3-5 m/s voor luchtuitlaat
 - Vermijden van te fijne roostermazen (verstopping)

⇒ **Controleren van selectie op technische fiche**

- ▶ Rooster verhindert dat er ongewenste dieren binnenkomen
- ▶ Demonteerbaar voor onderhoud
- ▶ Weersbestendige materialen
- ▶ Bescherming tegen regen (afdekking, kap, enz.)



Bron: Gids Duurzame Gebouwen



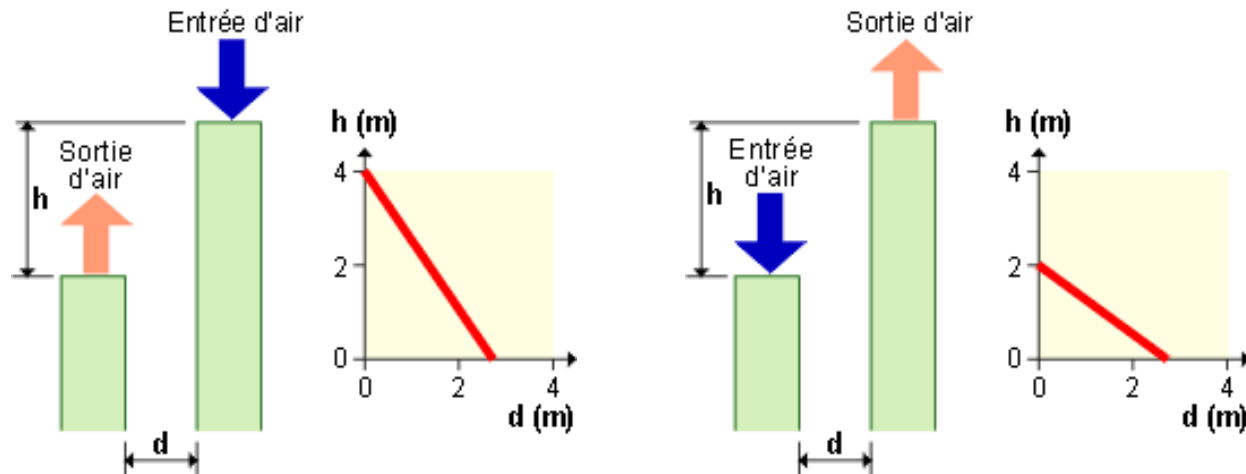
Locatie

- ▶ Bij voorkeur zo ver mogelijk verwijderd van een leefruimte buiten (balkon, terras, ...) (geluid)
 - ▶ Toegankelijk voor onderhoud
 - ▶ Hoogte: min. 1,5 x max. sneeuwhoogte.
-
- ▶ Bijzonderheden voor luchtinlaat
 - Zo dicht mogelijk bij de groep
 - Geen lucht aanzuigen aan zijde met druk verkeer
 - Idealiter tegenover de heersende winden



Locatie

- Idealiter, geplaatst op verschillende gevels
- Minimale afstand tussen luchtinlaat en -uitlaat (voor ventilatie met lage verontreinigingsgraad):



Bron: Energie+



INLEIDING

FUNCTIES

COMPONENTEN

REGELING



Regeling



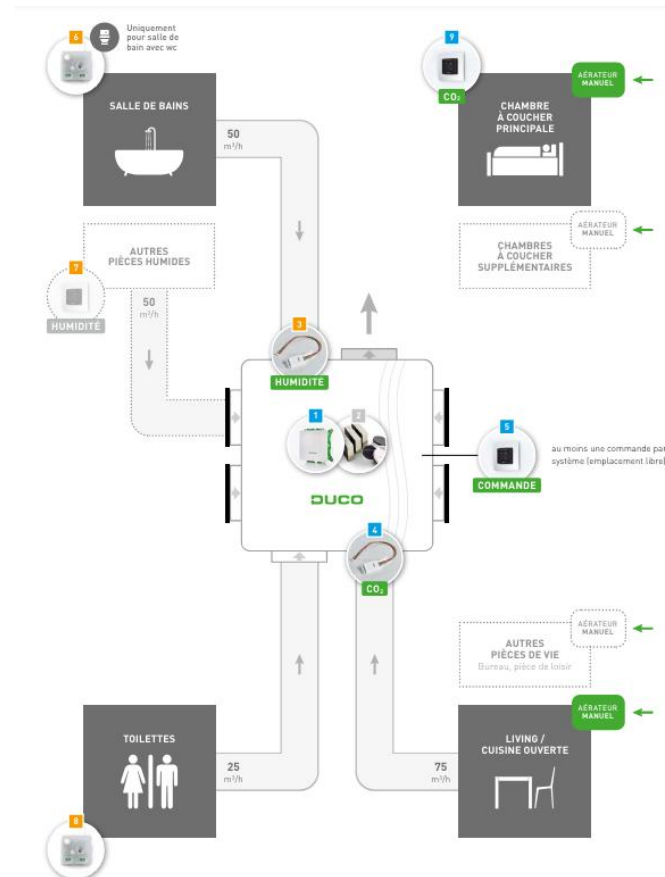
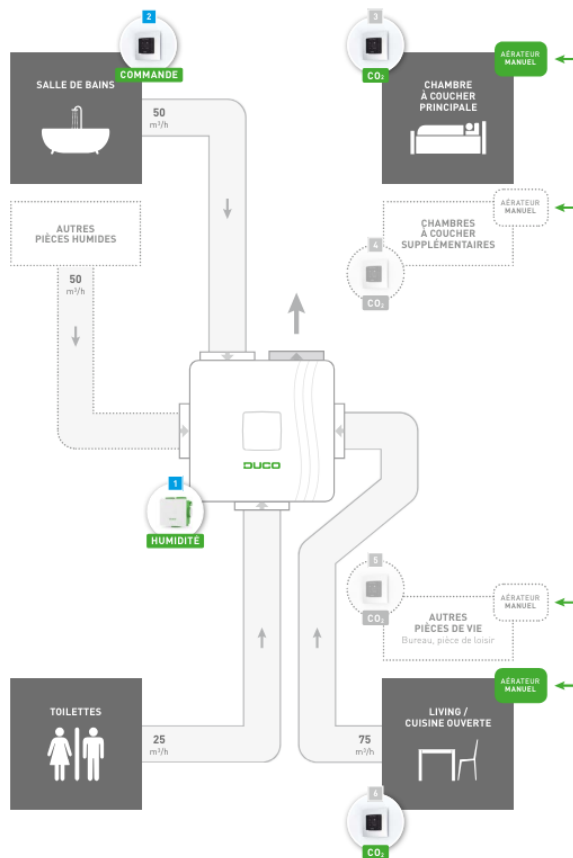
Type <u>detectie</u> in de droge ruimten	Type <u>regeling</u> van de <u>toevoer</u> in de droge ruimten	Type <u>detectie</u> in de natte ruimten		
		Lokale detectie in de natte ruimten		Andere detectie of Geen detectie
		Lokale regeling van de afvoer	Centrale regeling van de afvoer	
CO₂ - lokaal: één of meerdere sensoren in elke droge ruimte	Lokaal	0,35	0,38	0,42
	2 (dag/nacht) of meer zones	0,41	0,45	0,49
	Centraal	0,51	0,56	0,61
CO₂ - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in elke slaapkamer	Centraal	0,60	0,65	0,70
CO₂ - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in de belangrijkste woonkamer en één of meerdere sensoren in de belangrijkste slaapkamer	2 (dag/nacht) of meer zones	0,43	0,48	0,53
	Centraal	0,75	0,81	0,87
CO₂ - centraal: één of meerdere sensoren in het afvoerkanaal of de afvoerkanalen	Centraal	0,81	0,87	0,93
Aanwezigheid - lokaal: één of meerdere sensoren in elke droge ruimte	Lokaal	0,54	0,60	0,64
	2 (dag/nacht) of meer zones	0,63	0,67	0,72
	Centraal	0,76	0,82	0,88
Aanwezigheid - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in elke slaapkamer	Centraal	0,87	0,93	1,00
Aanwezigheid - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in de belangrijkste woonkamer en één of meerdere sensoren in de belangrijkste slaapkamer	2 (dag/nacht) of meer zones	0,66	0,72	0,78
	Centraal	0,87	0,93	1,00
	Geen, lokaal, per zone of centraal	0,90	0,95	1,00



Regeling

- Centrale regeling
 - Geïntegreerde sensoren ter hoogte van de ventilator

Enkele stroom



Bron: Duco



Regeling

- ▶ Centrale regeling
 - Tijdsregeling

Alleen geschikt voor functies met zeer voorspelbare tijdsregeling

Door gebruiker gedefinieerde programma's

- Manuele regeling

Driestandenschakelaar



Bron: Zehnder

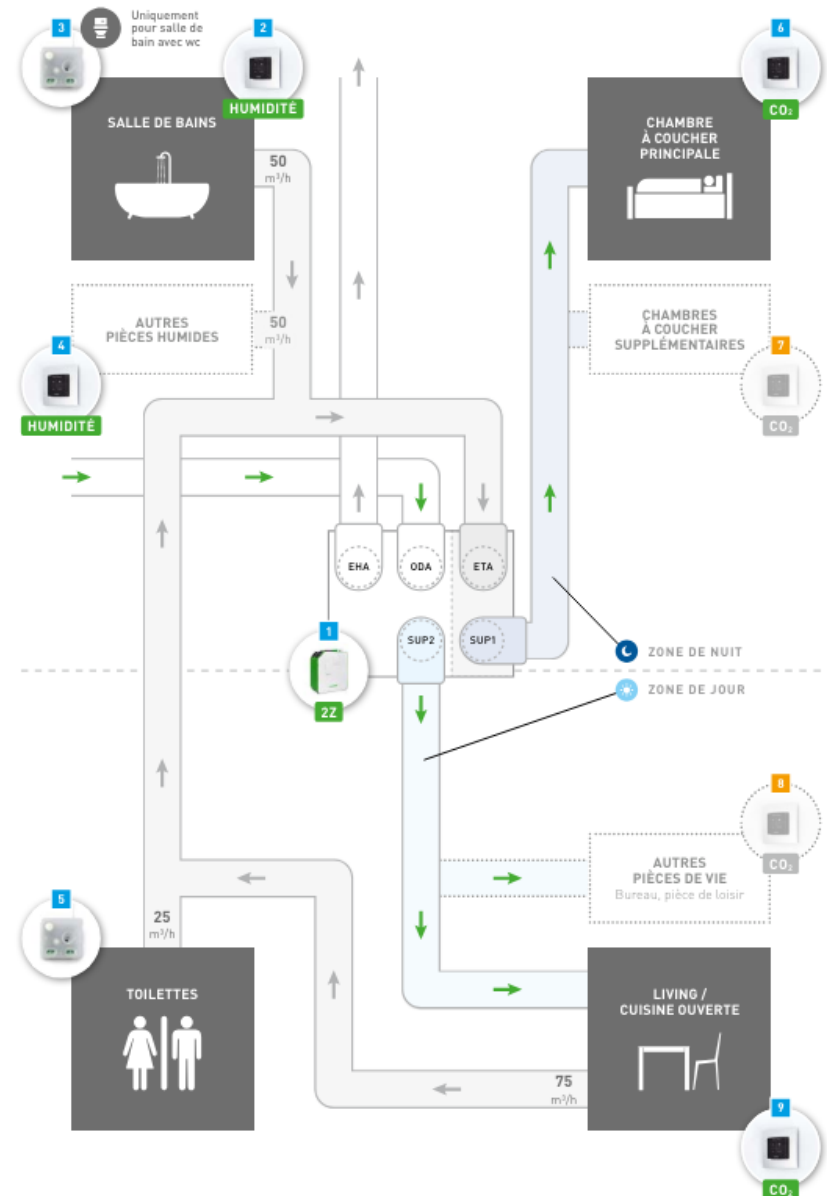
Klasse	Buitenluchtdebiet (rookvrije ruimten)
IDA1	> 54 m ³ /u.persoon
IDA2	36 – 54 m ³ /u.persoon
IDA3	22 – 36 m ³ /u.persoon
IDA4	< 22 m³/u.persoon



Regeling

- Zonale regeling
 - Dagzone / nachtzone

Dubbele stroom



Regeling

- Lokale regeling
 - Gecentraliseerd systeem C

Regelmodule op elke aftakking

Regelmodule

= gemotoriseerde klep met variabele opening overeenkomstig de vraag

Vraag = gemeten via sensor (CO₂-gehalte / vochtigheidsgraad / VOS)
Sensor in kanaal of in ruimte

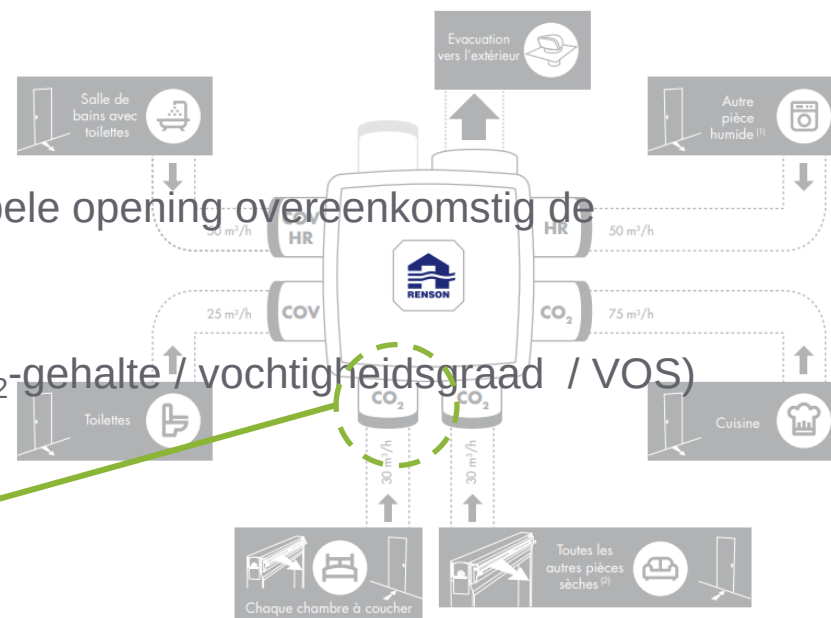
Melder

Klep

Progressieve motor

Regelmodule

Bron: Renson



Geregelde extractiegroep

Bron: Renson





- ▶ De debieten moeten worden berekend overeenkomstig de geldende normen en besluiten (zie EPB-regelgeving).
- ▶ Er moet een evenwicht worden gevonden tussen toevoer- en afvoerdebieten, zowel voor het volledige gebouw als voor elke afzonderlijke ruimte.
- ▶ Er dient bijzondere aandacht te worden besteed aan de akoestiek van het ventilatiesysteem, vanaf de keuze van de groep en de geluiddempers, over de dimensionering van het verdeelnet, tot en met de luchtmonden.
- ▶ De regeling is belangrijk voor de optimalisering van de energieprestaties in verband met de ventilatie (ventilatieverliezen, elektriciteitsverbruik). Het is mogelijk om voor elk type systeem een (meer of minder fijne) regeling in te stellen.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Thema Technische installaties
 - [Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen](#)
 - [Voorziening | Akoestiek van het ventilatiesysteem](#)
 - [Voorziening | Natuurlijke luchttoevoer](#)
 - [Voorziening | Toevoer- en afvoeropeningen](#)
 - [Voorziening | Luchtinlaten en –uitlaten](#)
 - [Voorziening | Ventilatieleidingen](#)



Websites

- ▶ [Buildwise – Akoestische aandachtspunten bij mechanische ventilatiesystemen \(webinar\)](#)
- ▶ [Cartografie van het geluid \(multi-blootstelling\)](#)
- ▶ [Buildwise – Rekentool – Optivent](#)



Artikels

- ▶ [TV 258 - Praktische gids voor de basisventilatiesystemen voor woongebouwen, Buildwise](#)
- ▶ NBN D 50-001: Ventilatievoorzieningen in woongebouwen
- ▶ [EPB Bijlage XXVI: Voorzieningen en methode voor Hygiënische Ventilatie voor Residentieel](#)
- ▶ Buildwise, [Akoestische aspecten van mechanische ventilatie in eengezinswoningen](#)



Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

