

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE: ONTWERP EN REGELING

LENTE 2024

Waarom en hoe ventileren?

Definities, doelstellingen, uitdagingen en eisen

Muriel BRANDT



- ▶ Geven van een volledig overzicht van de uitdagingen voor de verschillende functies van ventilatie
- ▶ Herinneren aan de basisprincipes en de 4 mogelijke ventilatiesystemen
- ▶ Voorstellen van de geldende regelgeving en normen met betrekking tot ventilatie voor woongebouwen en niet-residentiële gebouwen (EPB en akoestiek)
- ▶ De aandacht vestigen op de belangrijkste problemen voor akoestiek in verband met ventilatie



HYGIËNISCHE VENTILATIE

INTENSIEVE VENTILATIE

UITDAGINGEN

REGELGEVING



4 VERVUILING VAN DE BINNENOMGEVING

De binnenomgeving is onderhevig aan verschillende soorten vervuiling verbonden aan

- ▶ het gebruik ervan door mensen
- ▶ Het gebouw en zijn installaties en systemen
- ▶ de buitenomgeving

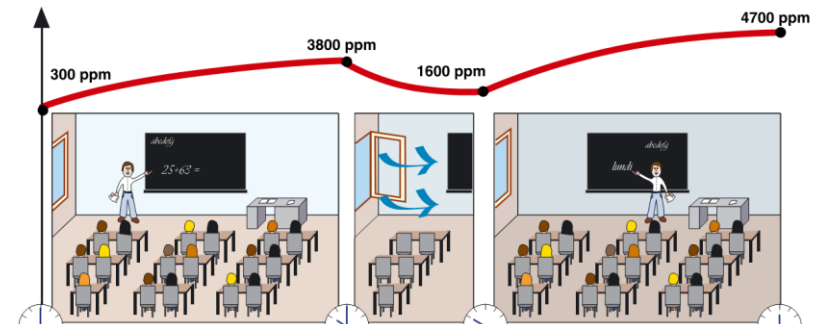


Polluenten met betrekking tot het gebruik door mensen

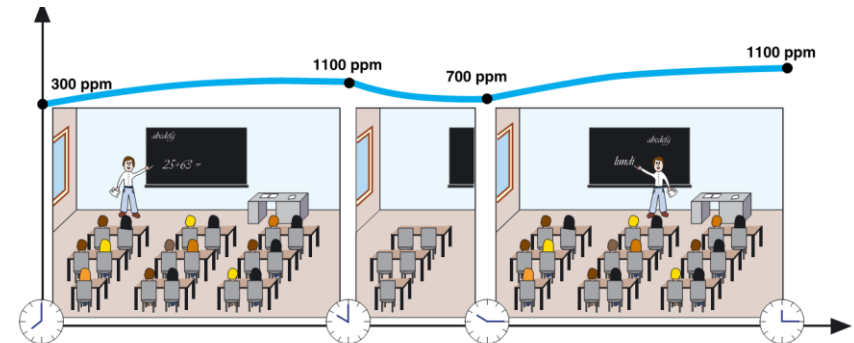
- Geuren (lichaamsgeuren, keukens, wc's, afval, huisdieren, ...)
- Tabaksrook
- Vochtigheid (60 – 500 g/uur per persoon)
- CO₂-gehalte
- ...

Voorbeeld van evolutie van CO₂-concentratie:

Klas van 25 leerlingen, 2 uur les -> 15 min pauze -> 2 uur les



'zonder ventilatie': infiltratie 0,2 vol/u (pauze 4 vol/u)



'met ventilatie': 18 m²/u.pers -> 2,6 vol/u (permanent)

Tableau A.10 — Niveaux de CO₂ dans les pièces

Catégorie	Niveau de CO ₂ au dessus du niveau de l'air neuf en ppm _x	
	Plage type	Valeur par défaut
INT 1	≤ 400	350
INT 2	400 – 600	500
INT 3	600 – 1 000	800
INT 4	> 1 000	1 200



6 VERVUILING VAN DE BINNENOMGEVING**Analyse van de luchtkwaliteit in het opleidingslokaal**

7 VERVUILING VAN DE BINNENOMGEVING

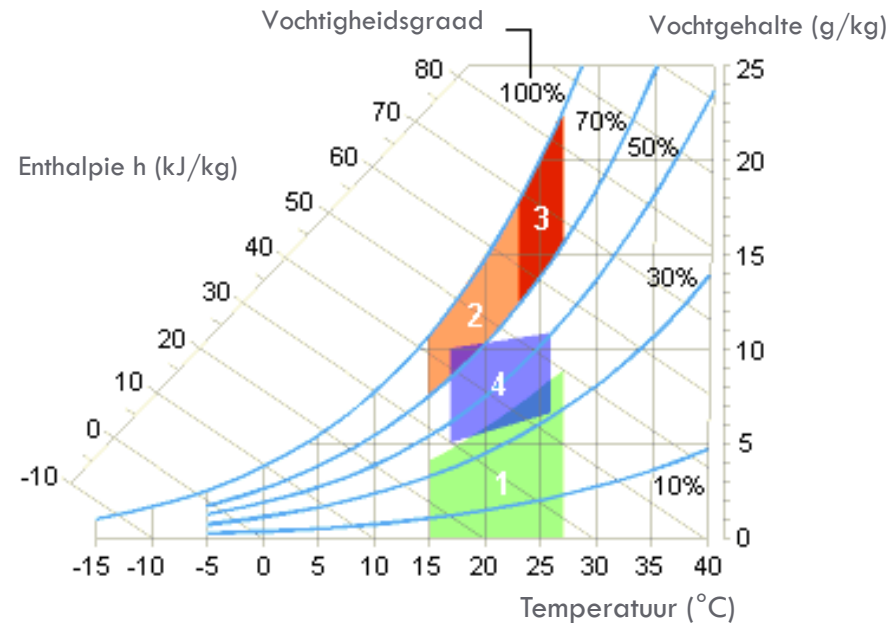
Polluenten afkomstig van het gebouw en zijn installaties en systemen

- ▶ Tapijt, vinyl
- ▶ Verf, lijm, oplosmiddelen (formaldehyde, ...)
- ▶ Printers, kopieertoestellen, ...
- ▶ CO (niet-gesloten verbrandingstoestellen)
- ▶ Condensatie en te grote vochtigheid ➡ schimmels, zwammen, ...



8 VERVUILING VAN DE BINNENOMGEVING

Condensatie - zones: Mollierdiagram



Bron: R. Fauconnier

Zone 1: droogteproblemen

Zones 2 en 3: ontwikkeling van bacteriën en microzwammen

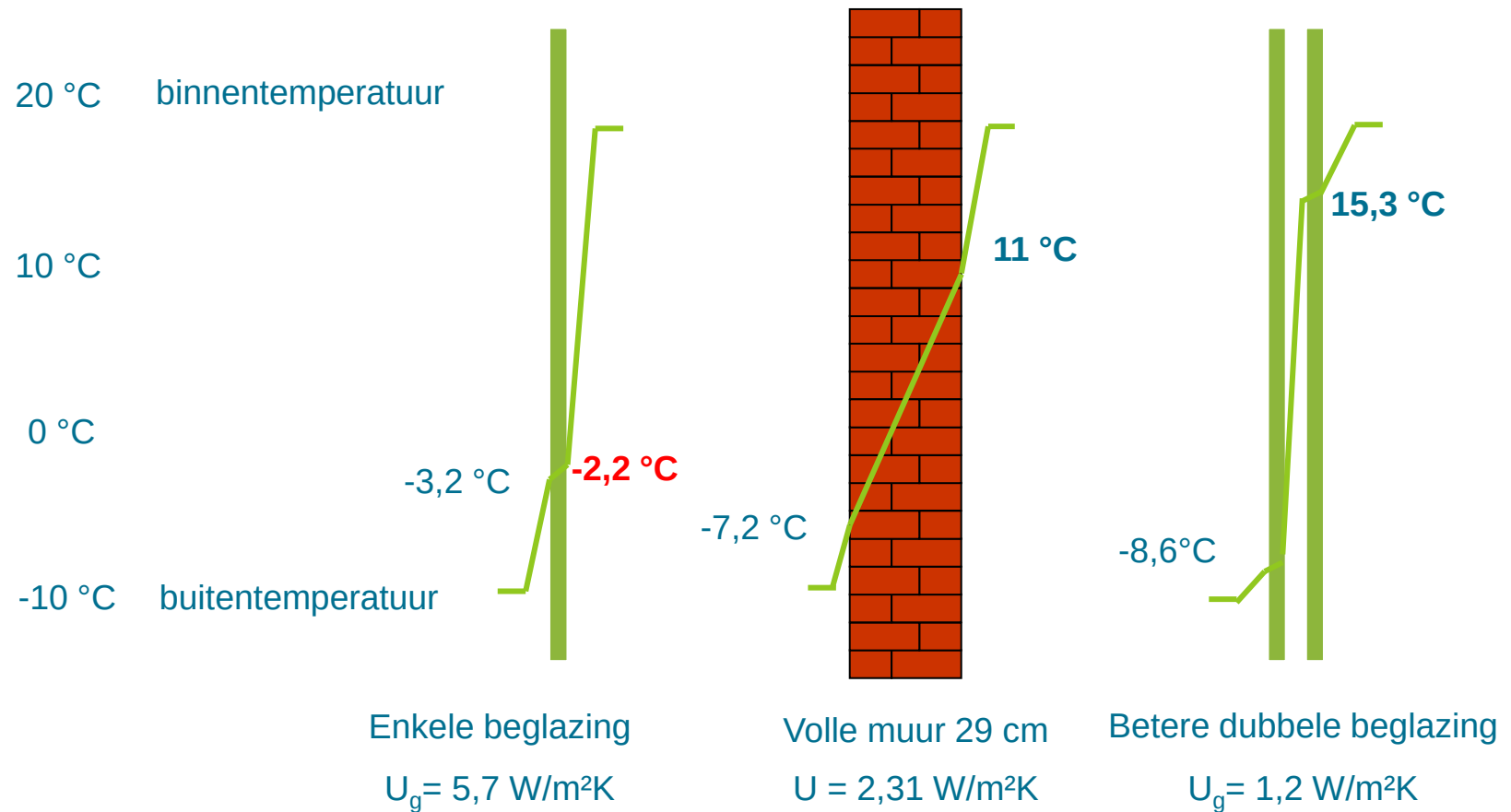
Zone 3: ontwikkeling van mijtachtigen

Zone 4: polygoon van hygrothermisch comfort



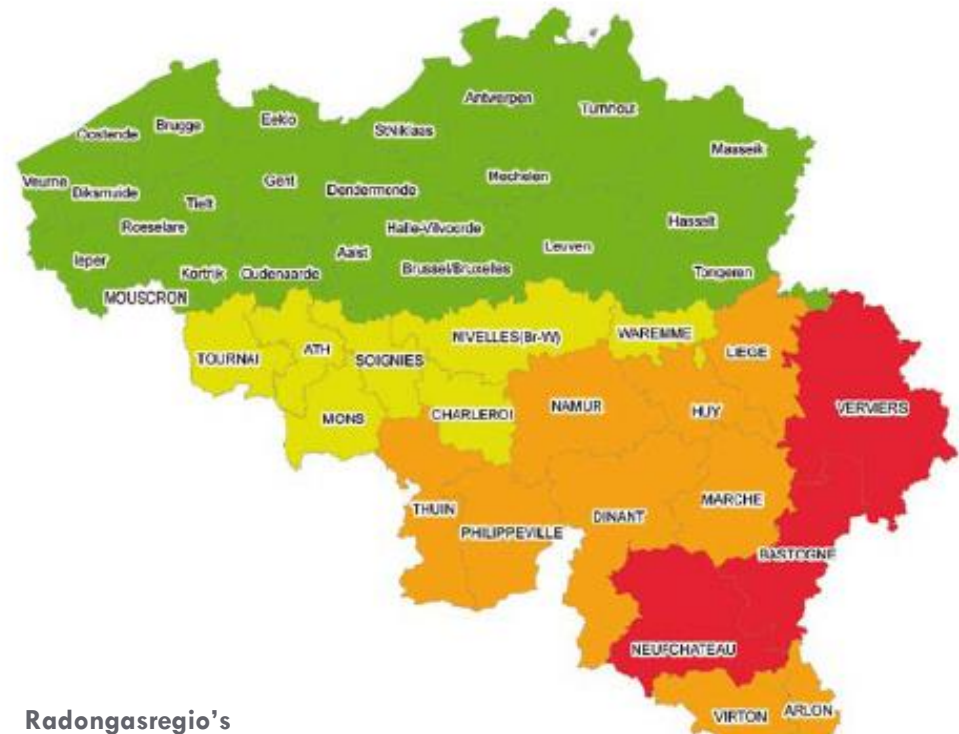
9 VERVUILING VAN DE BINNENOMGEVING

Condensatie - koude wand



Polluenten afkomstig van de buitenomgeving

- Radongas
- Pollen
- Fijnstof
- Vervuilende gassen
- ...



Radongasregio's

- Radongasregio 0 (< 1 % van de huizen boven het actieniveau)
- Radongasregio 1a (1 – 2 % van de huizen boven het actieniveau)
- Radongasregio 1b (2 - 5 % van de huizen boven het actieniveau)
- Radongasregio 2 (> 5 % van de huizen boven het actieniveau)

Voor meer informatie: www.fanc.fgov.be



- ▶ De luchtkwaliteit garanderen voor de **bewoners/gebruikers** > mogelijke impact op
 - de gezondheid
 - het comfort
 - de productiviteit
- ▶ De luchtkwaliteit garanderen voor het **gebouw** > mogelijke impact op
 - de duurzaamheid van het gebouw



Voor het merendeel van de bestemmingen

- ▶ Door vervanging van vervuilde lucht door verse buitenlucht
 - ⇒ **Verdunning en afvoer van polluenten**
 - ⇒ **Regeling van de vochtigheid**

Bij aanwezigheid van gevaarlijke polluenten (laboratoria, industrie, ...)

- ▶ Geen verdunning MAAR afvoer zo dicht mogelijk bij de bron



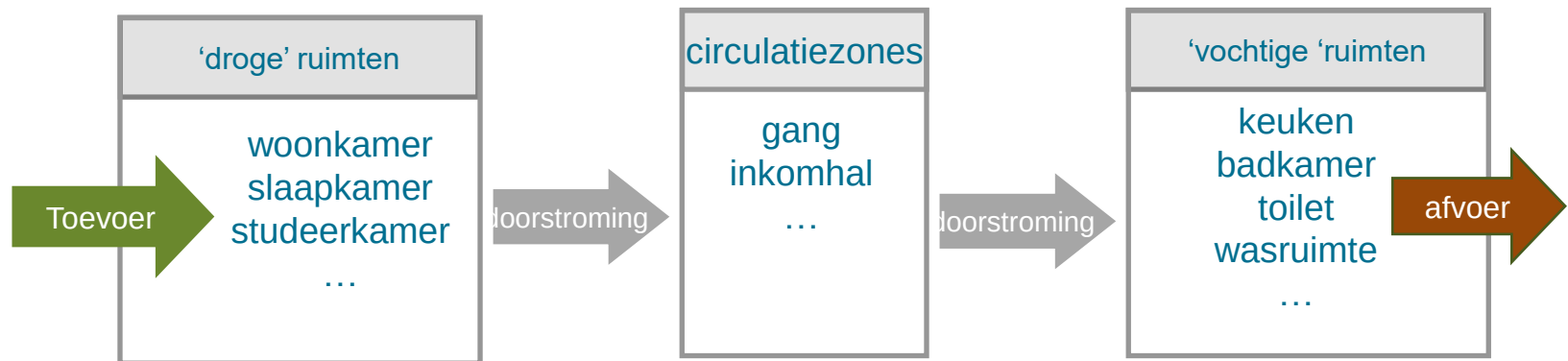
Ideaal systeem

Toevoer en afvoer van lucht in elke ruimte

- ▶ Zeer zeldzaam (technisch complex en duur)

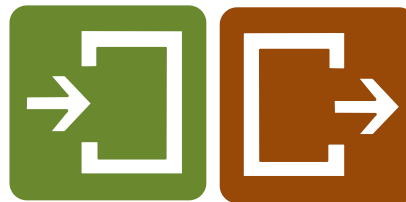
Vereenvoudigd systeem (schema voor woongebouw)

- ▶ Toevoer in de 'droge' ruimten
- ▶ Doorstroming via de circulatiezones
- ▶ Afvoer uit de 'vochtige' ruimten



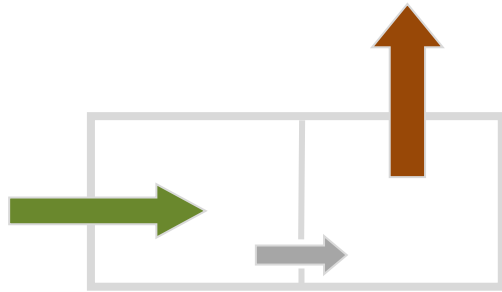
Geen luchtophoping in het gebouw

- ▶ Geen toevoer zonder afvoer
- ▶ Geen afvoer zonder toevoer
 - In het hele gebouw
 - In elke ruimte

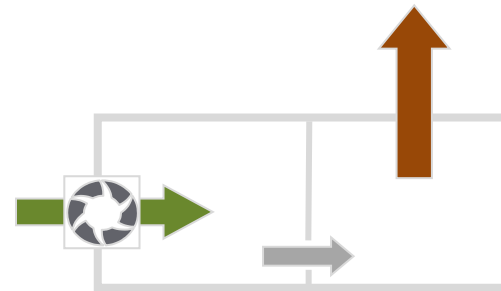


15 DE SYSTEMEN BESCHREVEN IN NBN D50-001

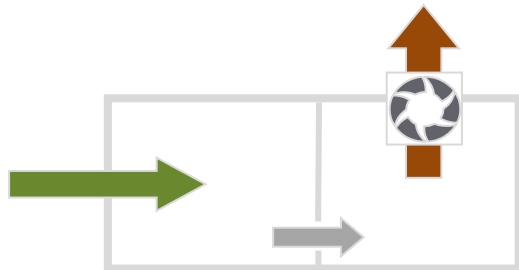
A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



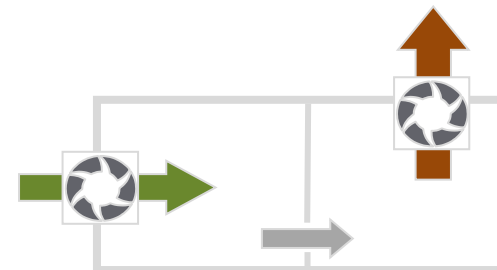
B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



Verscheidene documenten preciseren de te voorziene debieten

- ▶ Norm **NBN D50-001** (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 bepaalde punten ervan in het kader van de EPB-regelgeving als aanbevelingen moeten worden beschouwd

Aanvullende restrictieve elementen en elementen ter vereenvoudiging



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



Verscheidene documenten preciseren de te voorziene debieten

- ▶ Norm NBN EN 13779, Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen; dimensionering

⇒ **Sinds 2017 vervangen door NBN EN 16798, maar de EPB-regelgeving verwijst ernaar**

- ▶ Norm NBN EN 16798, Energieprestatie van gebouwen - Ventilatie van gebouwen; dimensionering
- ▶ Norm NBN EN 15251, Binnenmilieu - gerelateerde inputparameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek; gebruik en comfortcriteria (niet-residentiële en woongebouwen)

- ▶ EPB-bijlage **XXVII**

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

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

Aanvullende restrictieve elementen en elementen ter vereenvoudiging

- ▶ Andere regelgeving (Codex over het welzijn op het werk, ...) en referentiedocumenten (PHPP ...)



BEREKENING VAN DEBIETEN IN NIET-RESIDENTIËLE GEBOUWEN



- ▶ De norm NBN EN 13779 heeft betrekking op de prestaties van de systemen
- ▶ Bijlage XXVII
 - beoogt op de eerste plaats een minimale ventilatie in niet-residentiële gebouwen te garanderen (aanvullende eisen)
 - is noodzakelijk maar volstaat niet (luchtkwaliteit)
 - geldt voor niet-residentiële gebouwen of delen ervan bestemd voor menselijk gebruik



“Binnenmilieu-gerelateerde inputparameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek”

Bijlage B (informatief): basis van de criteria voor de kwaliteit van de binnenlucht en de ventilatiedebieten

- ▶ B.1 Aanbevolen ventilatiedebieten voor de berekening in **niet-residentiële gebouwen**
 - B.1.2 Methode gebaseerd op menselijke bezetting en de componenten van het gebouw
 - B.1.3 Methode gebaseerd op het ventilatiedebiet per persoon of per m² vloeroppervlakte
 - B.1.4 Aanbevolen CO₂-waarden voor de energieberekeningen
- ▶ B.2 Aanbevolen debietwaarden voor de dimensionering van de **ventilatie van woningen**
- ▶ B.3 Aanbevolen criteria voor de dimensionering van de **bevochtiging en ontvochtiging**
- ▶ B.4 Ventilatie aanbevolen tijdens de **uren van niet-bezetting**

Bijlage C (informatief): voorbeeld van het bepalen of een gebouw weinig of zeer weinig vervuילend is



CRITERIA VOOR DE BINNENOMGEVING

Uittreksel (B.1.2)

Type gebouw of ruimte	Klasse	Vloer- opper- vlakte m²/pers.	q_p	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}	Aanvulling indien roken toegelaten $l/(s \cdot m^2)$
			$l/(s \cdot m^2)$ voor bezetting	$l/(s \cdot m^2)$ voor zeer licht verontreinigend gebouw		$l/(s \cdot m^2)$ voor licht verontreinigend gebouw		$l/(s \cdot m^2)$ voor verontreinigend gebouw		
Gesloten kantoor	I	10	1,0	0,5	1,5	1,0	2,0	2,0	3,0	0,7
	II	10	0,7	0,3	1,0	0,7	1,4	1,4	2,1	0,5
	III	10	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,8	1,2	0,3
Land- schaps- kantoor	I	15	0,7	0,5	1,2	1,0	1,7	2,0	2,7	0,7
	II	15	0,5	0,3	0,8	0,7	1,4	1,4	2,1	0,5
	III	15	0,3	0,2	0,5	0,4	0,8	0,8	1,2	0,3
Vergader- zaal	I	2	5,0	0,5	5,5	5,0	10,0	10,0	15,0	1,0
	II	2	3,5	0,3	3,8	3,5	7,0	7,0	10,5	0,7
	III	2	2,0	0,2	2,2	2,0	4,0	4,0	6,0	0,4

Klasse	Verwachte ontevredenheid over binnenklimaat	Debiet per persoon l/s/pers
I	10	10
II	20	7
III	30	
IV	> 30	< 4



22 CODEX OVER HET WELZIJN OP HET WERK

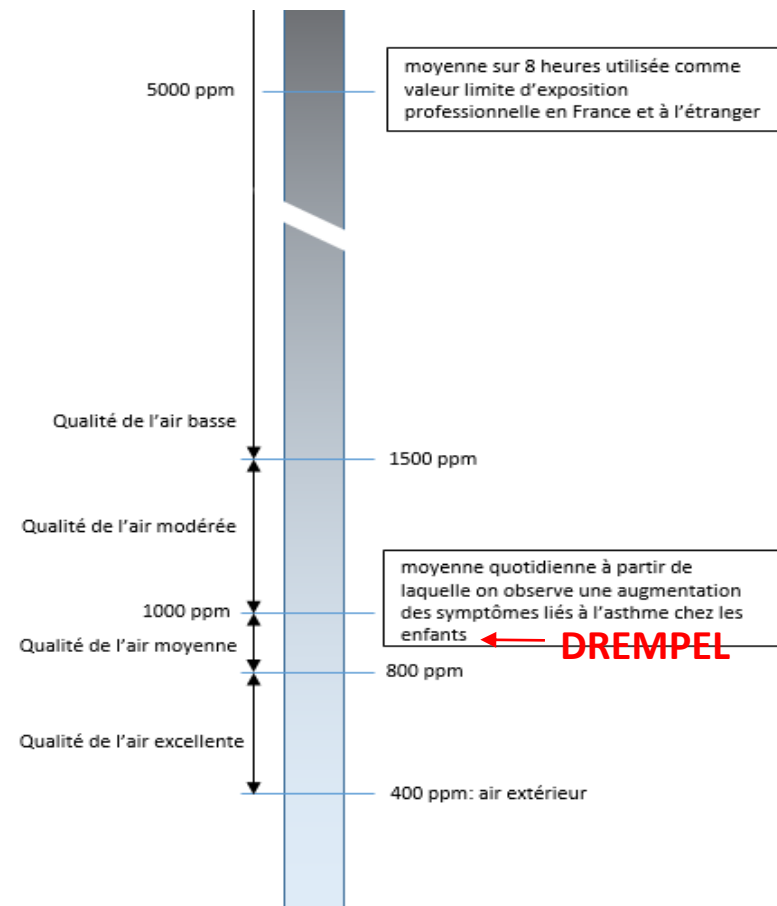
KB van 25/03/2016 - Koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 10 oktober 2012

- ▶ Stelt de algemene basiseisen vast waaraan arbeidsplaatsen moeten beantwoorden
- ▶ In de werklokalen

⇒ **CO₂-concentratie gewoonlijk lager dan 900 ppm of een minimaal ventilatiedebiet van 40 m³/u per aanwezige persoon**

- ▶ In afwijking van het eerste lid
 - Aantonen dat verontreinigingsbronnen ... uitgeschakeld of aanzienlijk verminderd worden, en
 - Voorafgaand advies van de preventieadviseur

⇒ **CO₂-concentratie gewoonlijk lager dan 1200 ppm of een minimaal ventilatiedebiet van 25 m³/u per aanwezige persoon**



HYGIËNISCHE VENTILATIE

INTENSIEVE VENTILATIE

UITDAGINGEN

REGELGEVING



- ▶ Verzekeren van afkoeling van het gebouw in de zomer
- ▶ Afvoeren van verontreinigende stoffen onder "uitzonderlijke" gebruiksomstandigheden (bijv.: werken)

⇒ **Hoewel dit niet het voorwerp van de opleiding uitmaakt, kan er bij het ontwerp wel rekening mee worden gehouden**



Bron: www.quelleenergie.fr



- ▶ Door warme binnenlucht door koelere buitenlucht te vervangen

- ⇒ **Verlaging van de binnenluchttemperatuur**

- ⇒ **Ontlading van de thermische massa van het gebouw**

De intensieve ventilatie zorgt dus voor de afkoeling van het gebouw met een beperkt maar vaak voldoende vermogen in de winter of in het tussenseizoen (freecooling, nightcooling, natuurlijke ventilatie, hybride ventilatie).





Grote debieten (> 4 vol/u)

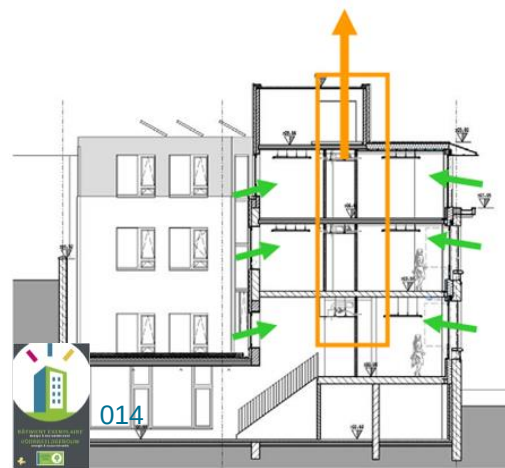
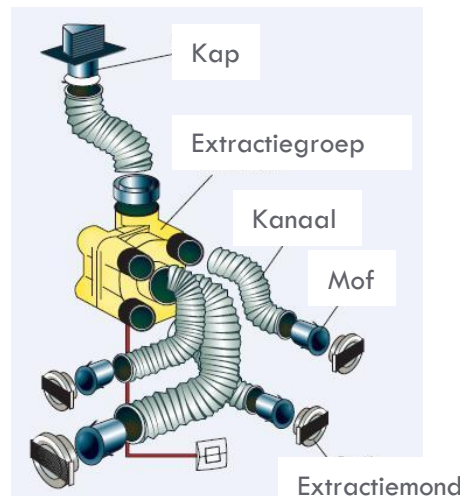
≠ hygiënische ventilatie (≈ 1 vol/u)

Aangepaste inrichtingen

Intensieve ventilatie kan worden gerealiseerd door middel van

- ▶ **mechanische ventilatie**
- ▶ **natuurlijke ventilatie**
- ▶ **hybride ventilatie** (natuurlijke of mechanische ventilatie wanneer de eerste niet volstaat)

Om het verbruik de
hulpapparatuur te
verminderen



Bron: A2M



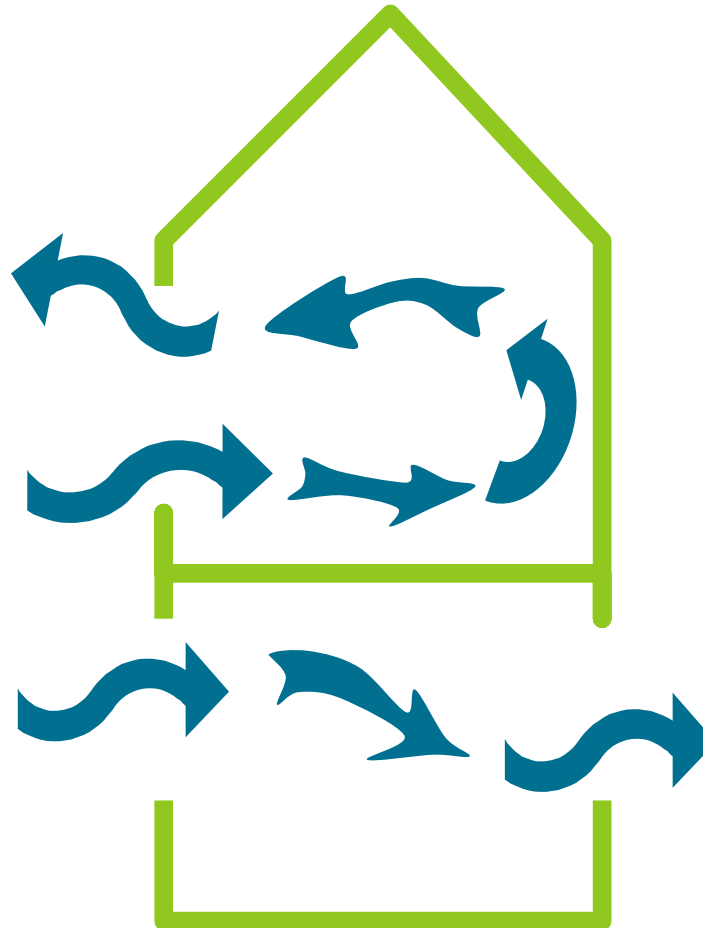
Bron: NatVent



woonkamer
slaapkamer
studeerkamer
speelkamer
keuken



openen van ramen
en/of deuren



Eenzijdige ventilatie

Als de ruimte ramen of deuren heeft die op één gevel uitgeven

$$A_{\text{opening}} = 0,064 A_{\text{ruimte}}$$

Dwarsventilatie

Als de ruimte ramen of deuren heeft die op ten minste twee gevels uitgeven

$$A_{\text{opening}} = 0,032 A_{\text{ruimte}} \\ (\text{min. } 40 \% \text{ per})$$



Via draai-kiepraam

- Equivalente sectie

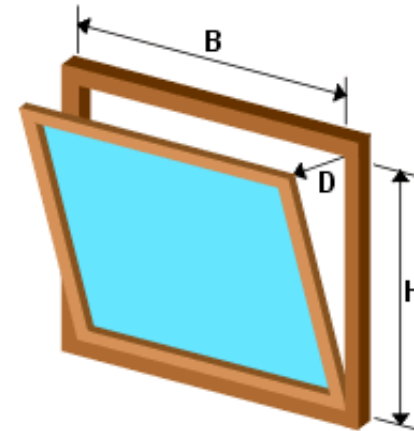
$$A = (A_1 \cdot A_2) / (A_1 + A_2)$$

$$A_1 = B \cdot W$$

$$A_2 = D \cdot (H + B)$$

Via afzuigkap

- Debiet > 200 m³/u



HYGIËNISCHE VENTILATIE

INTENSIEVE VENTILATIE

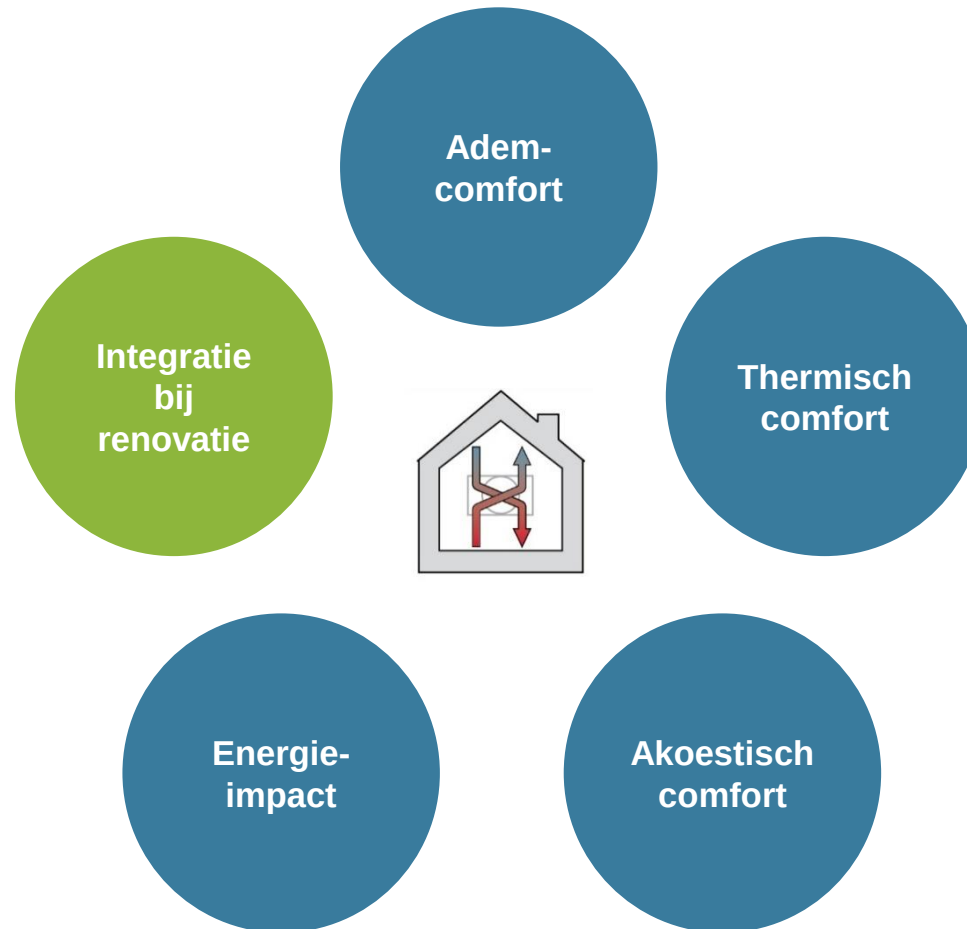
UITDAGINGEN

REGELGEVING

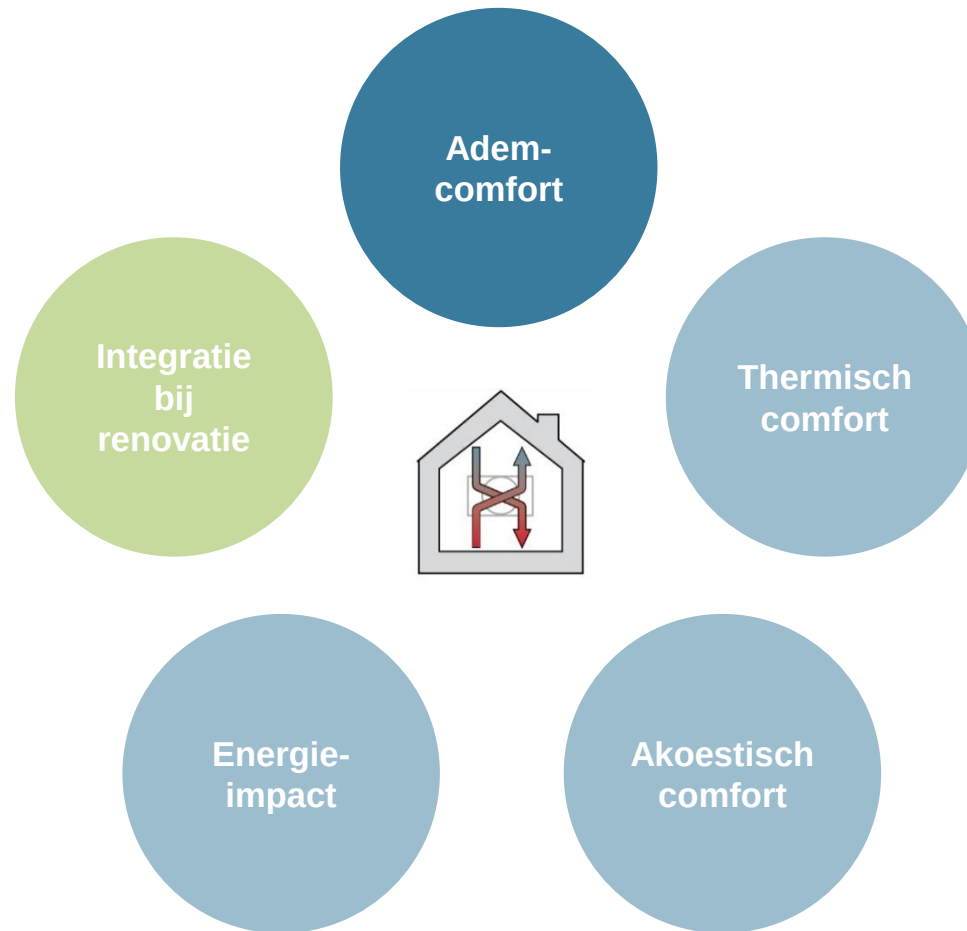


Alles moet op elkaar worden afgestemd ...

... conform de normen voor de bestaande gebouwen



WAT ZIJN DE UITDAGINGEN?



Door voldoende en hoogwaardige ventilatie kan in het gebouw een aanvaardbare luchtkwaliteit worden verzekerd

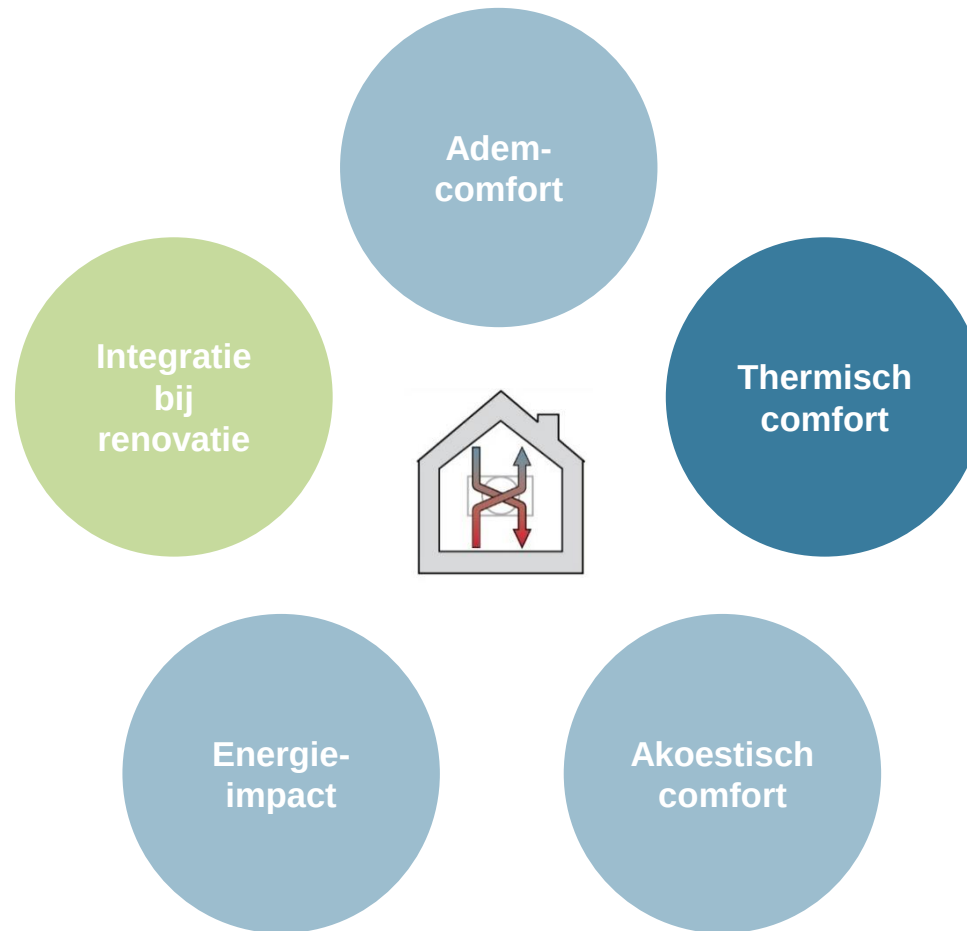
- ▶ Ongeacht het gekozen systeem

... voor zover het systeem

- conform de eisen van de geldende normen is
- correct gedimensioneerd is
- correct geïnstalleerd is
- correct geregeld is
- correct gebruikt is



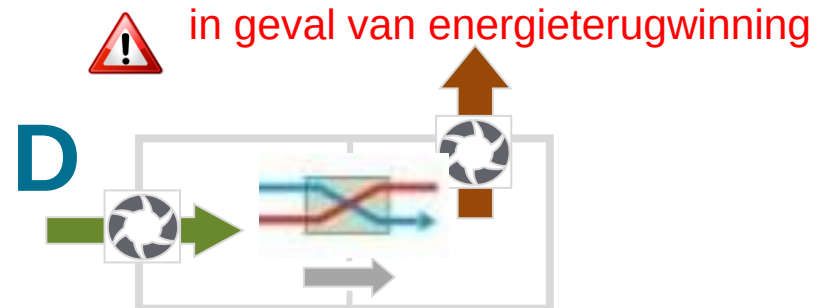
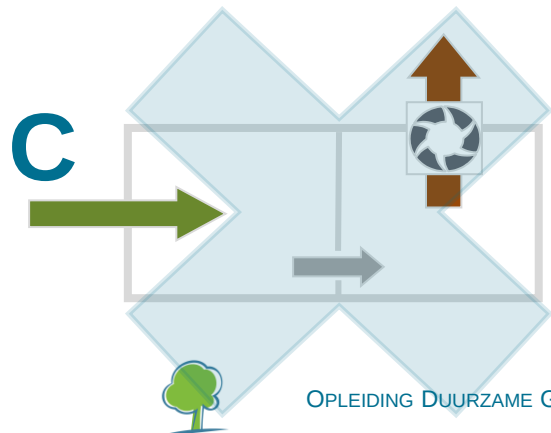
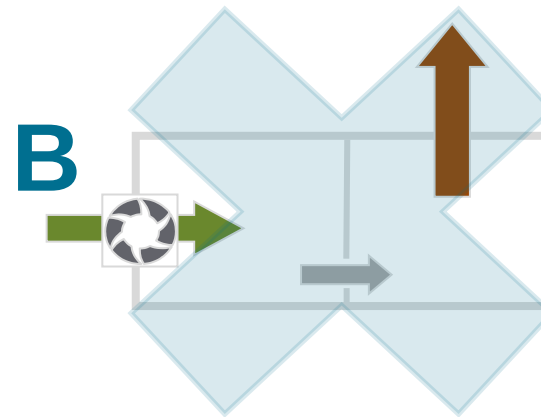
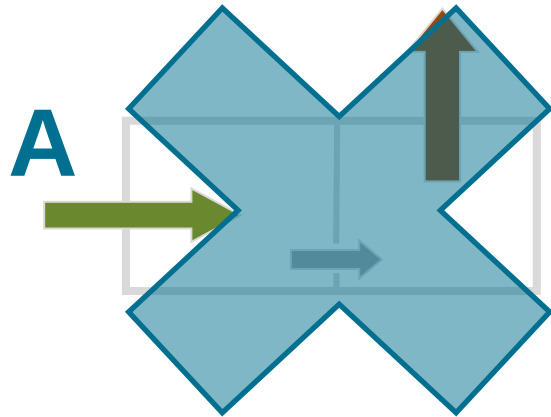
WAT ZIJN DE UITDAGINGEN?



In de winter

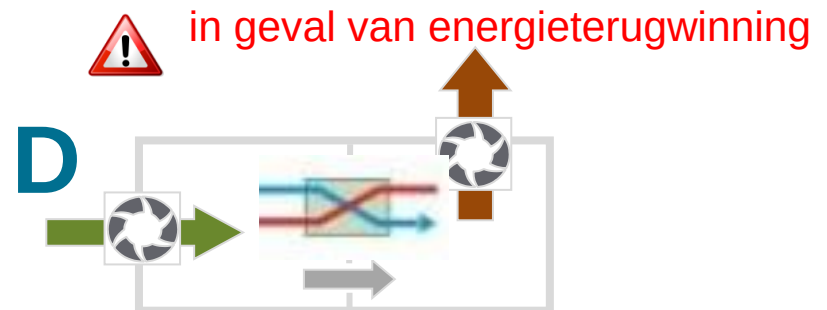
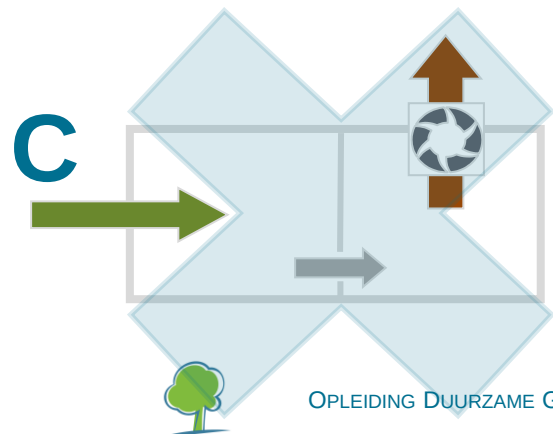
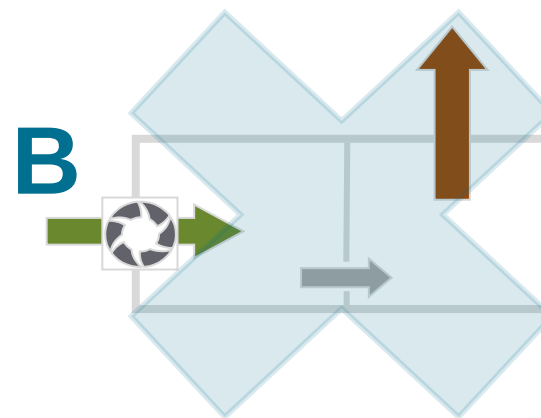
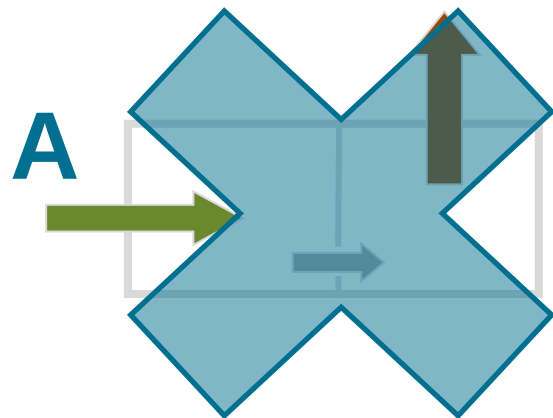


- Systemen A, B en C > voorverwarming mogelijk, maar brengt **energieverbruik** met zich mee
- Systemen B en C > mogelijkheid tot regeling van toevoerdebiet



In de zomer

- ▶ Systeem D > indien $t^{\circ}_{\text{buiten}} > t^{\circ}_{\text{binnen}} >>>$ warmtewisselaar
- ▶ Systemen B en C > mogelijkheid tot regeling van toevoerdebiet



Geothermie

- ▶ De door de ventilatie aangevoerde lucht kan gebruikt worden voorverwarmd / afgekoeld
- **Aardwarmtewisselaar** (naargelang de toepassing ook “Canadese” of “Provençaalse put” genoemd): de buitenlucht wordt door ondergrondse buizen gevoerd om een deel van de energie aan te wenden, vóór deze door eventuele warmtewisselaar wordt gevoerd
- **Geothermische warmtewisselaar met glycolwater:** water circuleert door de grond om er een deel van de aardwarmte te onttrekken voor deze wordt overgedragen aan de aangevoerde ventilatielucht d.m.v. een lucht/water-warmtewisselaar

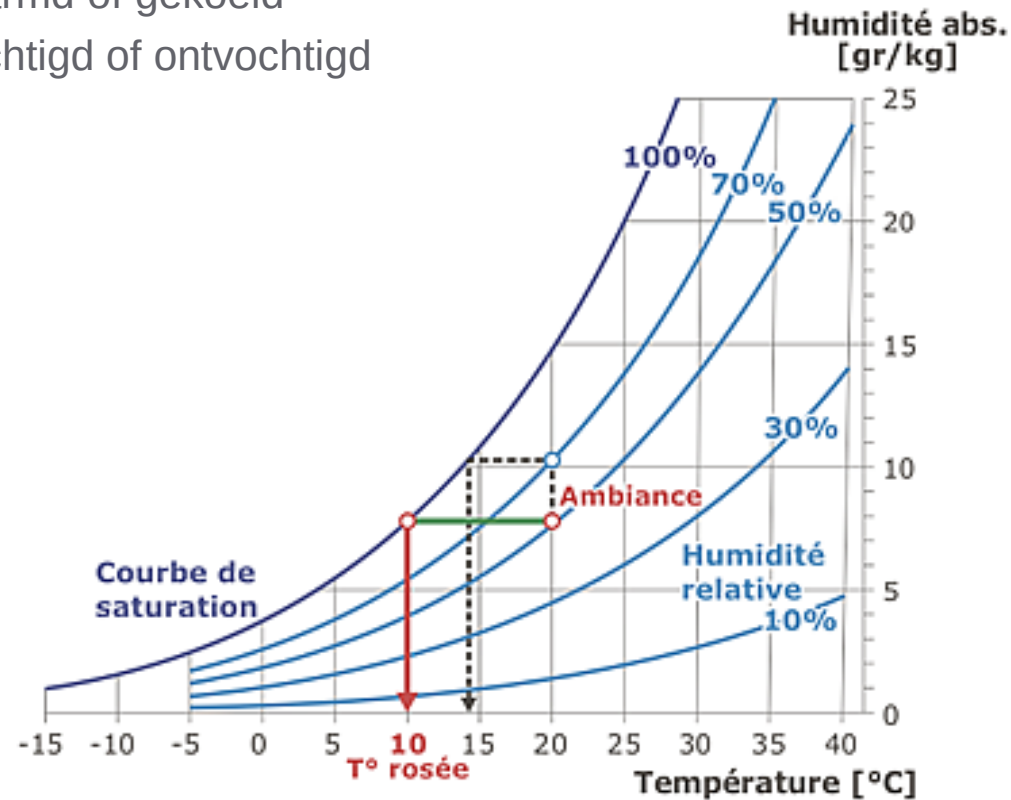


Risico van woekering van bacteriën en schimmels in de aardwarmtewisselaar put en risico van contaminatie van de buitenlucht. Geen dergelijk risico bij geothermische warmtewisselaar.



Luchtbehandeling

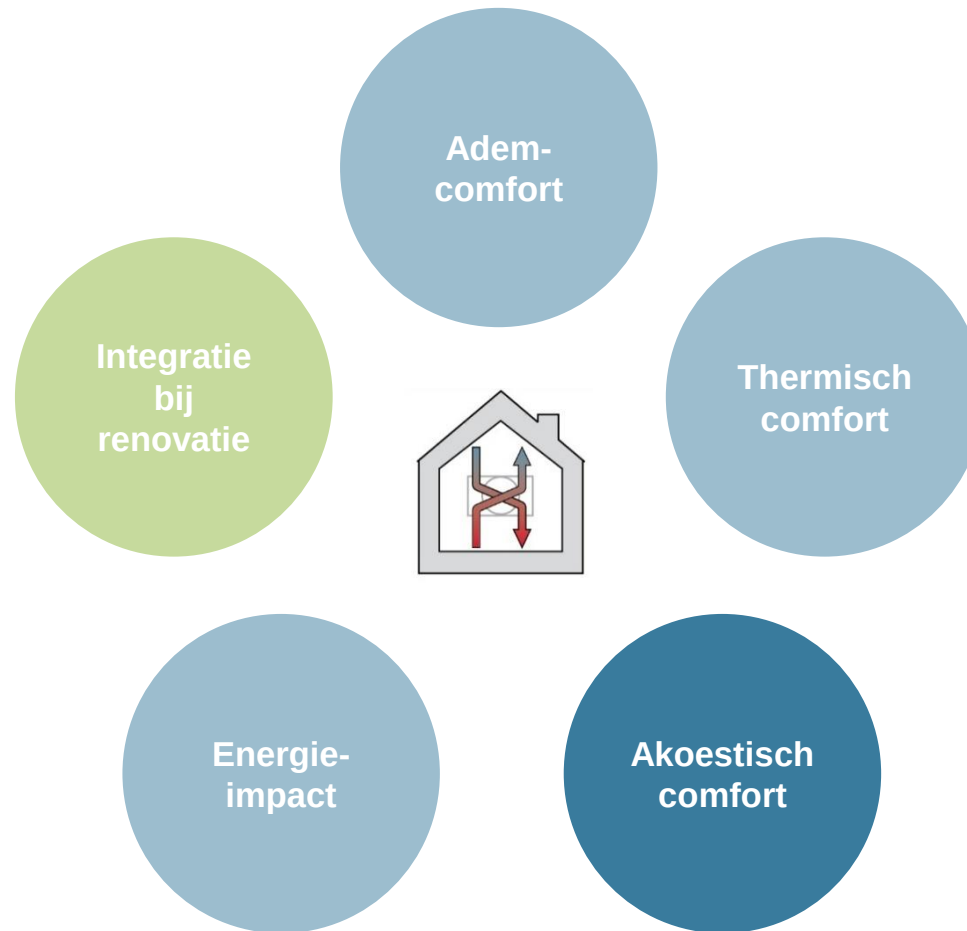
- De door de ventilatie aangevoerde lucht kan tevens worden
 - verwarmd of gekoeld
 - bevochtigd of ontvochtigd



Bron: EnergiePlus



WAT ZIJN DE UITDAGINGEN?



Algemeen overzicht van eventuele problemen

	Systeem A	Systeem C	Systeem D
Buitengeluiden	x x	x x	x
Systeemgeluiden	NVT	x x	x x
Geluid tussen binnenruimten	x	x	x x

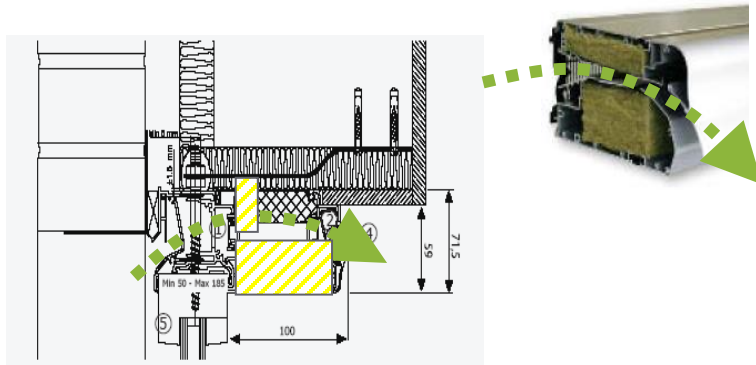
Legenda:

NVT	Niet van toepassing
x	klein probleem
x x	ernstig probleem

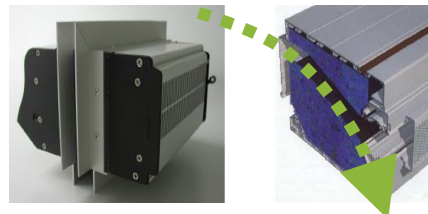


Systeem C (en A)

- ▶ Overdracht van het buitengeluid via de luchttoevoerroosters (in alle droge ruimten / ruimten bestemd voor menselijke bezetting)
- ▶ Oplossing
 - Opteren voor geluiddempende roosters



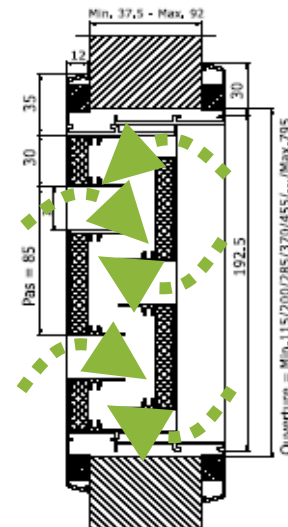
Geluiddempende regelbare
luchtinlaat



Vooraanzicht

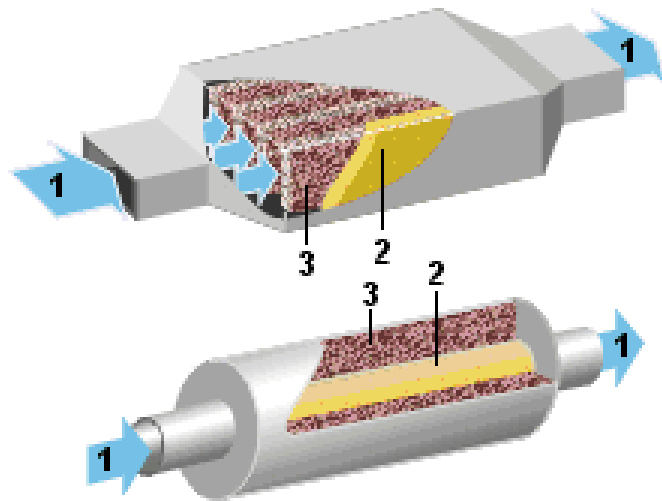


Achteraanzicht



Systeem D

- Overdracht van geluid via de groep en de kanalen
- Oplossing
 - Voorzien van geluiddempers: luchtinlaat + luchtuitlaat



Bron: Energie+

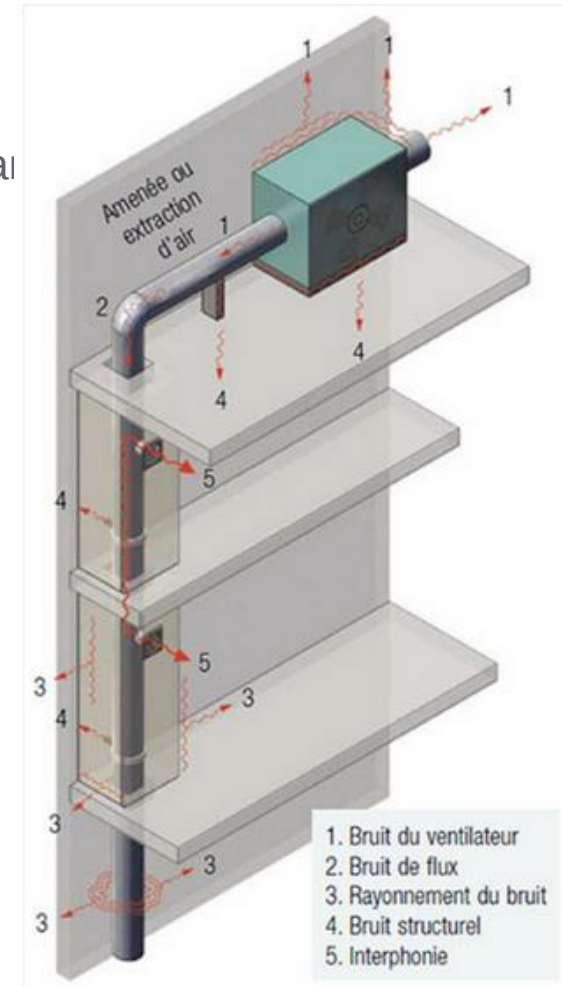
1. gaine d'écoulement.
2. enveloppe perméable aux sons.
3. matériau d'absorption acoustique.

⇒ De interne doorsnede van de geluiddemper is niet kleiner dan die van het kanaal waarop deze is aangesloten.



Voortplanting van geluid

- ▶ Via de lucht
- ▶ Via vaste elementen (metalen kanalen/kokers en wanden)

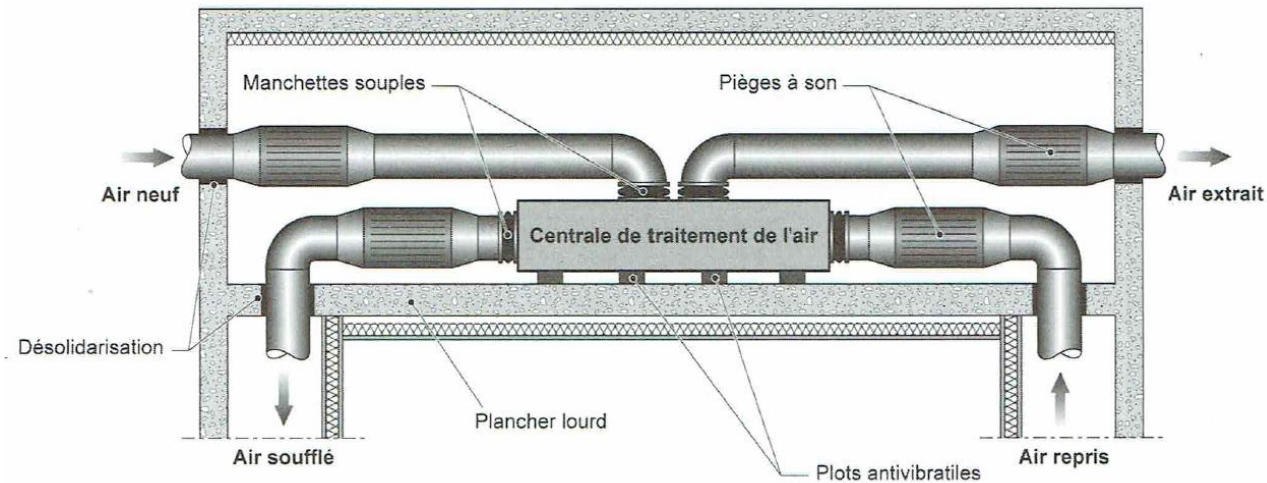


Bron: Buildwise



Ventilator

- ▶ Geluid in de ruimte (resonantie in de lucht van de ruimte en vervolgens voortplanting via de wanden en de kanalen)
- ▶ Oplossingen
 - De groep in een technisch lokaal plaatsen of bij ontstentenis daarvan in een 'dienruimte'
 - Akoestische wanden (isolatie + absorptie)



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



Ventilator

- ▶ Geluidsoverdracht via de gebouwstructuur (contacten tussen groep/kanalen en structuur)
 - Oplossingen
 - Plaatsing van de groep op trillingwerende steunen
 - Loskoppeling van de groep van het net



Bron: ATC

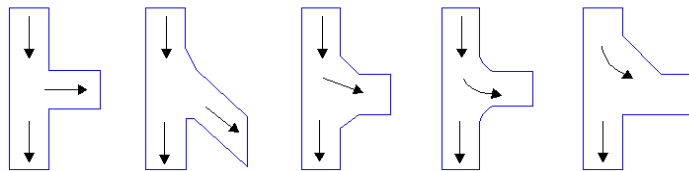
- ▶ Voortplanting via de luchtstroom en de kanalen
 - Oplossingen
 - Kiezen voor een stille groep
 - Voorzien van geluiddempers (voor de doorvoering door scheidingsconstructies):
pulsie + luchtafvoer



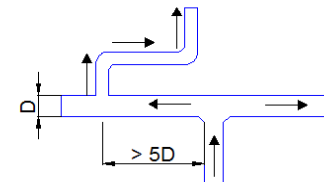
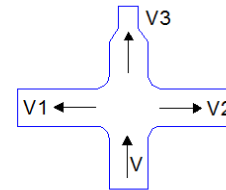
Verdeelnets

- ▶ Geluid gegenereerd door de stroming van de lucht in de kanalen
- ▶ Oplossing
 - Vermijden van drukverliezen > beperken van de luchtsnelheid (1,5 tot 2 m/s in de eindkanalen)

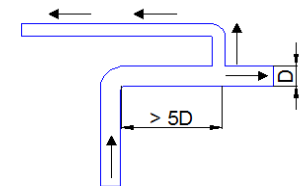
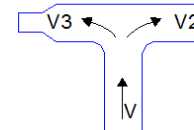
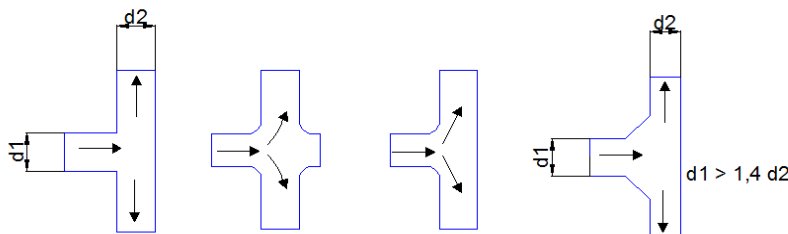
⇒ **Alle regels die van toepassing zijn voor de drukverliezen, gelden ook voor de beperking van het geluid van de**



lawaaierig → stil



lawaaierig → minder lawaaierig

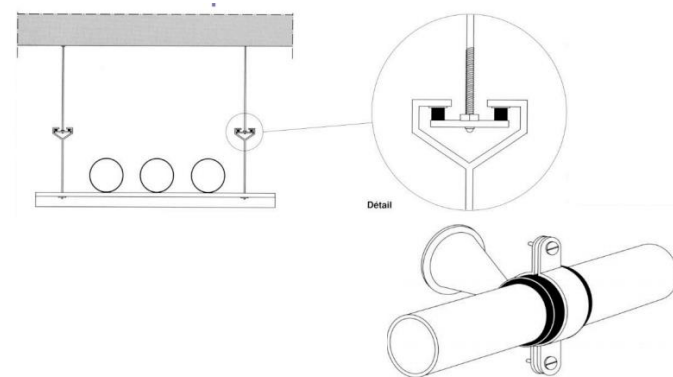


Verdeelnet

- ▶ Overdracht van kanaalgeluid via de bevestigingen
- ▶ Oplossingen
 - Gebruik van beugels met een soepele koker en/of aansluitstukken uitgerust met trillingwerende onderdelen om de kanalen te bevestigen



Bron: ATC

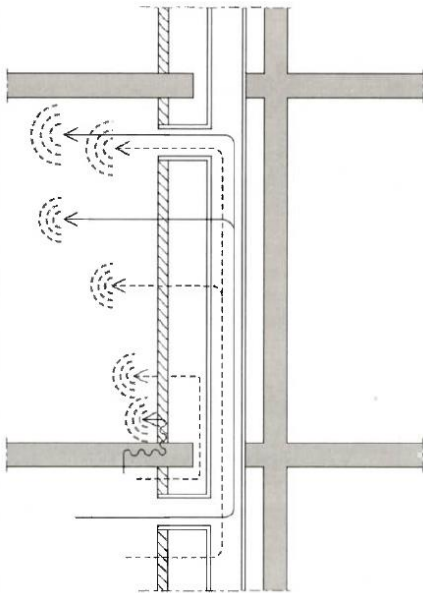


Bron: Réussir l'acoustique d'un bâtiment – Loïc Hamayon

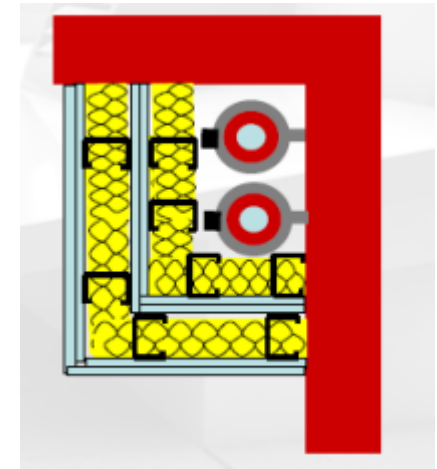
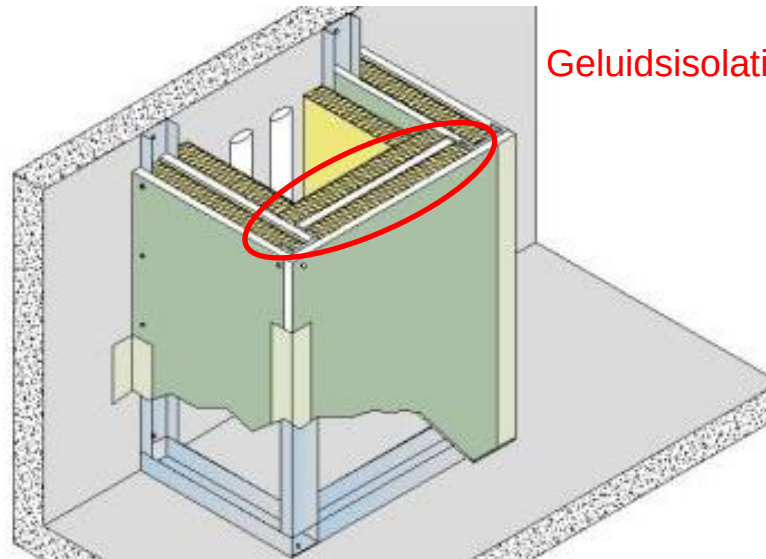


Technische kokers

- ▶ Overdracht van kanaalgeluid via de wanden van de technische kokers
- ▶ Oplossingen
 - Vermijden van kanalen in geluidsgevoelige ruimten
 - Voorzien van akoestische schachten of verlaagde plafonds



Bron: L. Hamayon

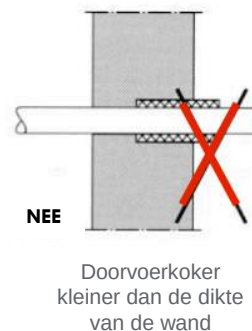
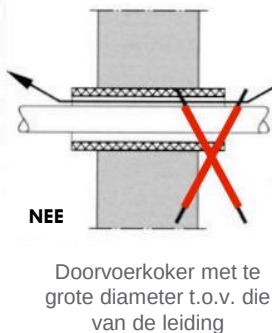
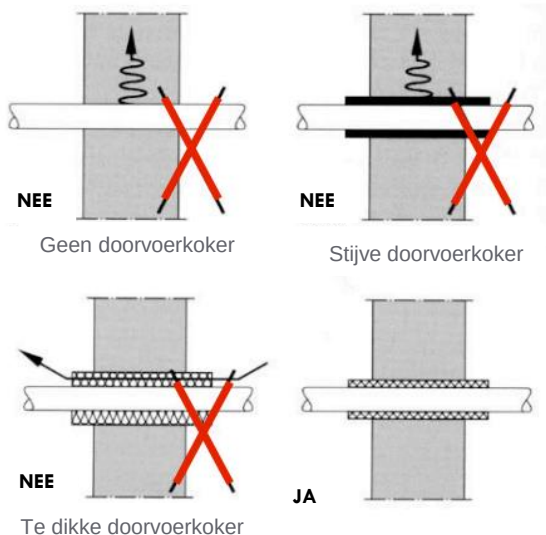


Doorvoeringen door scheidingsconstructies

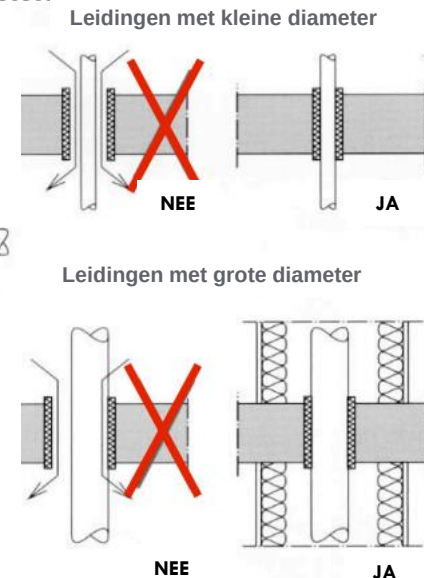
- ▶ Overdracht van contact- en/of luchtgeluiden via doorvoeringen door scheidingsconstructies (met name via de technische kokers).
- ▶ Oplossingen
 - Voorzien van geluiddemping ter hoogte van de doorvoeringen door scheidingsconstructies

⇒ **Ø doorvoering = Ø kanaal + 20 mm + rubberen pakking**

- Voorzien van geluiddempers bij doorvoering vloerplaat



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



Kanalen in het eindgedeelte

- ▶ Uitlaat van de luchtstroom
- ▶ Oplossing
 - Voorzien van geluidsabsorberend materiaal (secundaire geluiddempers) stroomopwaarts van de inblaasmonden



Luchtmonden

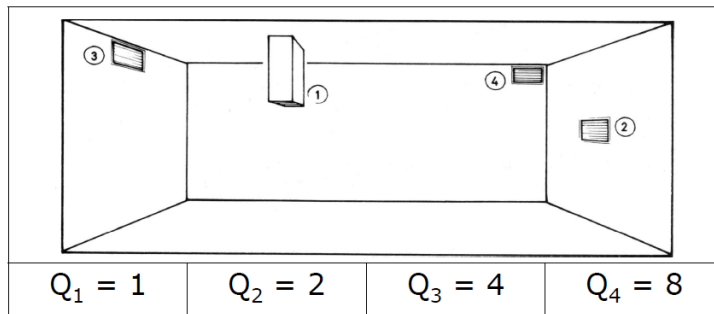
- ▶ Kunnen extra geluid produceren indien ze slecht gekozen zijn
- ▶ Oplossingen
 - Het model van luchtmond kiezen overeenkomstig het debiet, de temperatuur van de lucht en de configuratie van de te ventileren ruimte



Luchtmonden

► Oplossingen

- De luchtmonden niet in de hoeken plaatsen



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

- L_p = geluidsdrukkniveau in decibel (dB);
- L_W = geluidsvermogeniveau van de bron in decibel (dB);
- r = afstand tussen de bron en het ontvangstpunt in meter (m);
- Q = richtingseffectfactor verbonden met de geometrie van de omgeving die de bron omringt
- A = Equivalente geluidabsorptie-oppervlakte van de ruimte (m²)

- De luchtmonden regelmatig reinigen



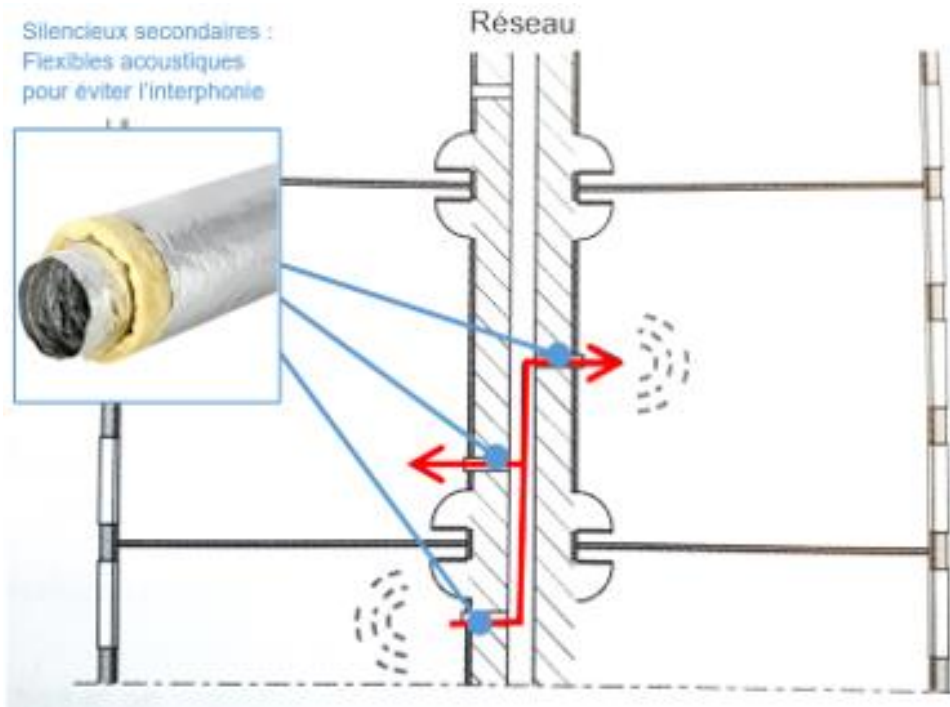
Bron: Buildwise



52 AKOESTISCH COMFORT: > BINNENGELUIDEN

Verdeelnet

- ▶ Geluidsoverdracht via de kanalen tussen 2 ruimten waarin zich mensen bevinden (interfonie)
- ▶ Oplossingen
 - Vermijden van rechtstreekse verbindingen tussen ruimten met onverenigbare functies
 - Voorzien van secundaire geluiddempers vóór of in de luchtmonden



Bron: Buildwise

Absorbant acoustique (cellules
ouvertes)

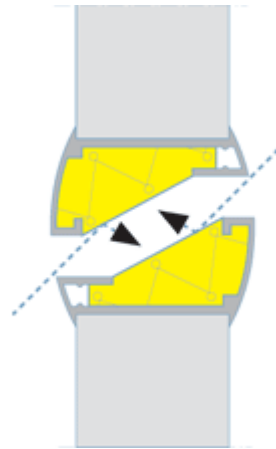
Étanchéité acoustique du joint



53 AKOESTISCH COMFORT: > BINNENGELUIDEN

Doorstroomroosters

- ▶ Geluidsoverdracht tussen 2 ruimten waarin zich mensen bevinden
- ▶ Oplossingen
 - Voorzien van akoestische doorstroomroosters



Bron: Buildwise

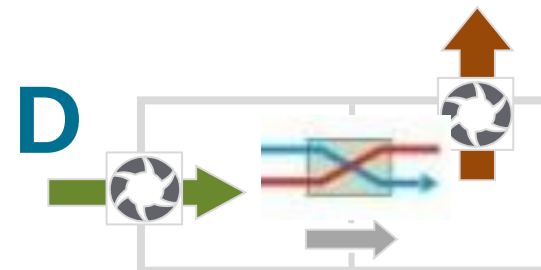
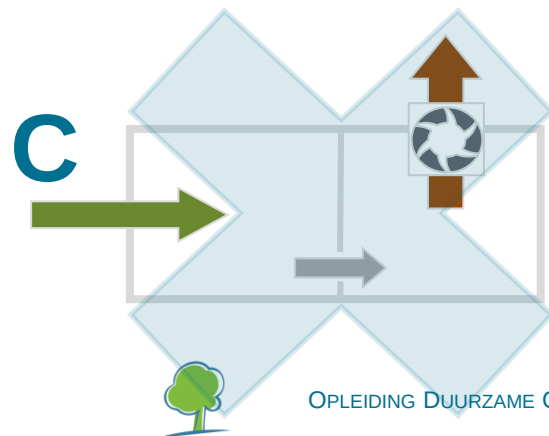
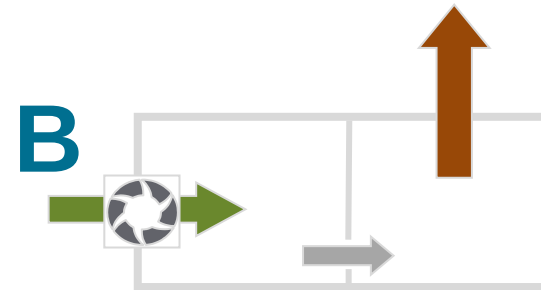
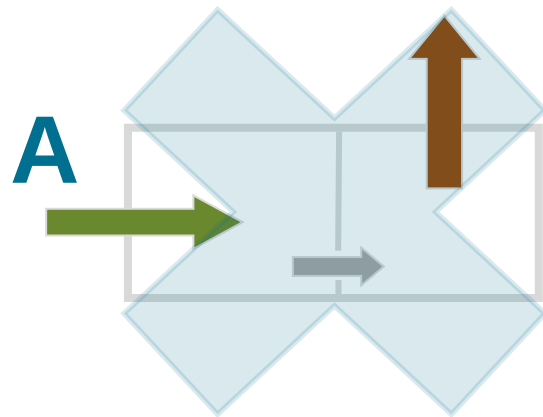
⇒ **Een akoestisch doorstroomrooster blijft echter een zwak punt**

- Uitbalanceren van de ruimte op zich om de plaatsing van een doorstroomrooster te vermijden

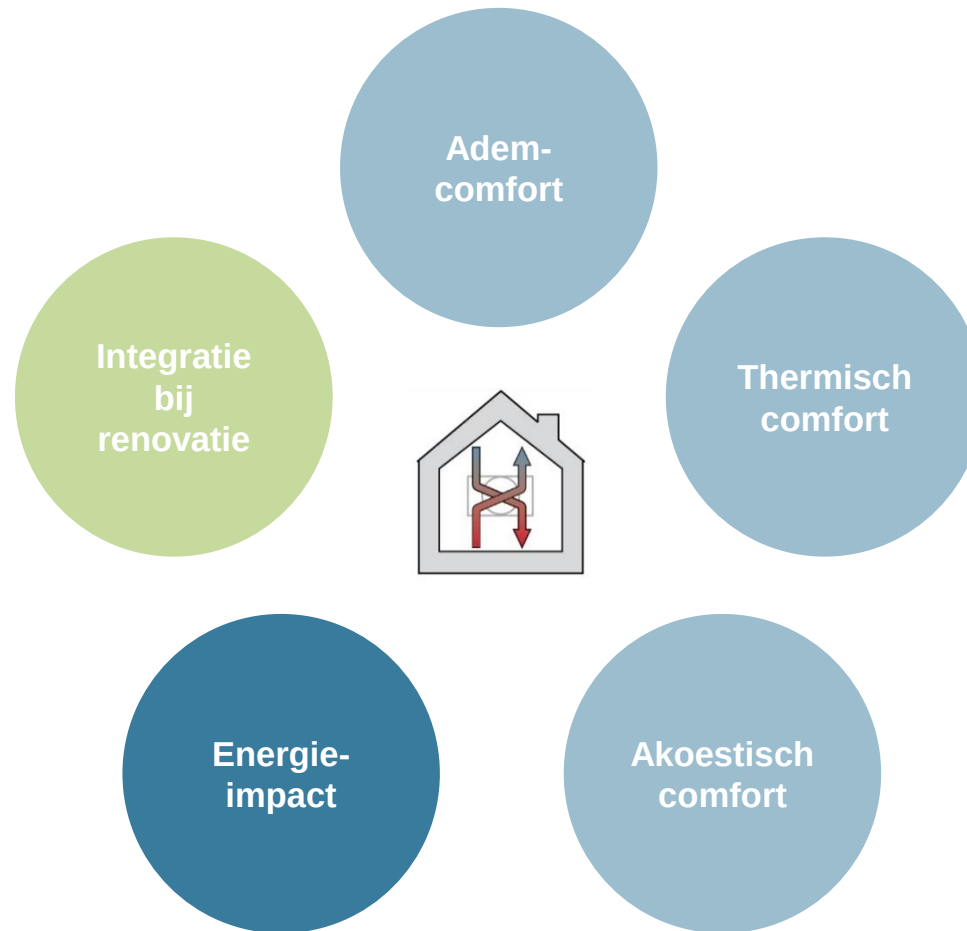


Conclusie

- ▶ Alle systemen > een goed ontwerp en een goede uitvoering zijn vereist
- ▶ Systemen A en C > geluid van de buitenomgeving is moeilijk te dempen

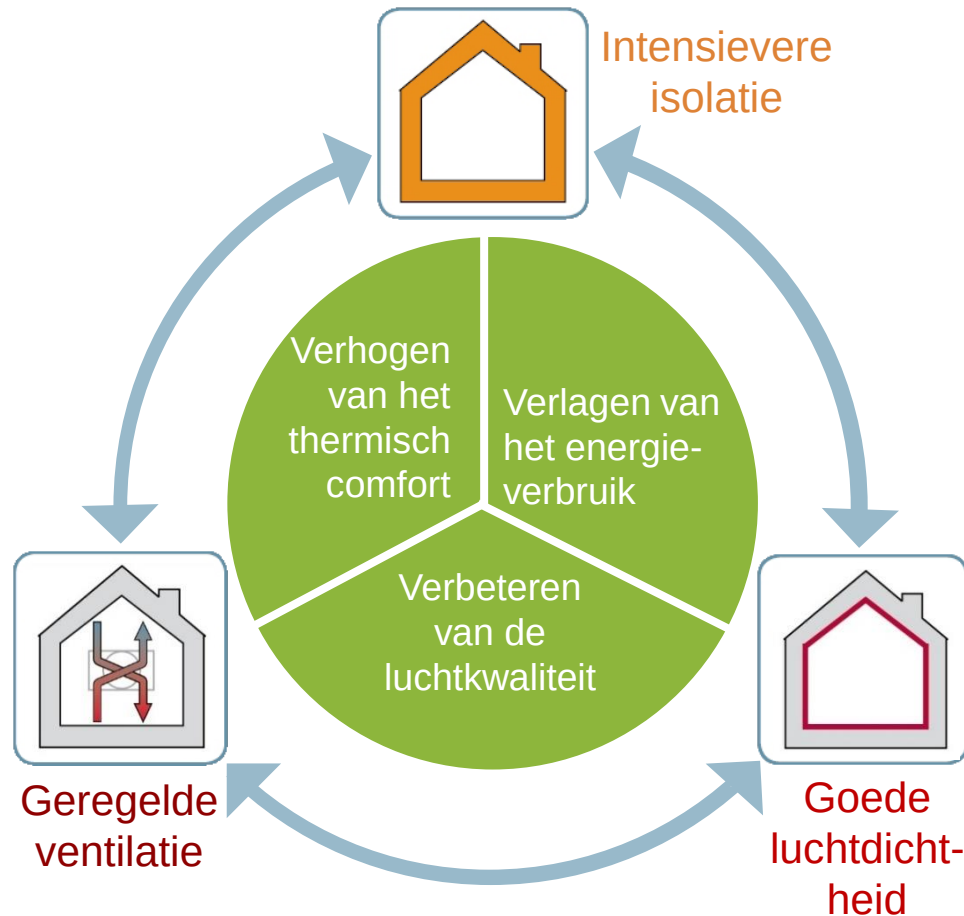


WAT ZIJN DE UITDAGINGEN?



In een context van de verbetering van de energieprestaties van gebouwen...

- Hoe de verliezen eigen aan ventilatie beperken?



Bron: ULg - CIFEUL



Vanuit energieoogpunt, situeert het verbruik eigen aan ventilatie zich op twee niveaus

- ▶ **Ventilatieverliezen** > Impact op de verwarmingsbehoeften
- ▶ **Hulpapparatuur** > Impact op het elektriciteitsverbruik

- ▶ Welke vragen moeten we ons stellen?
 - Welke polluenten zijn er aanwezig? Kunnen we deze vermijden / beperken?
 - ⇒ **Preventie**

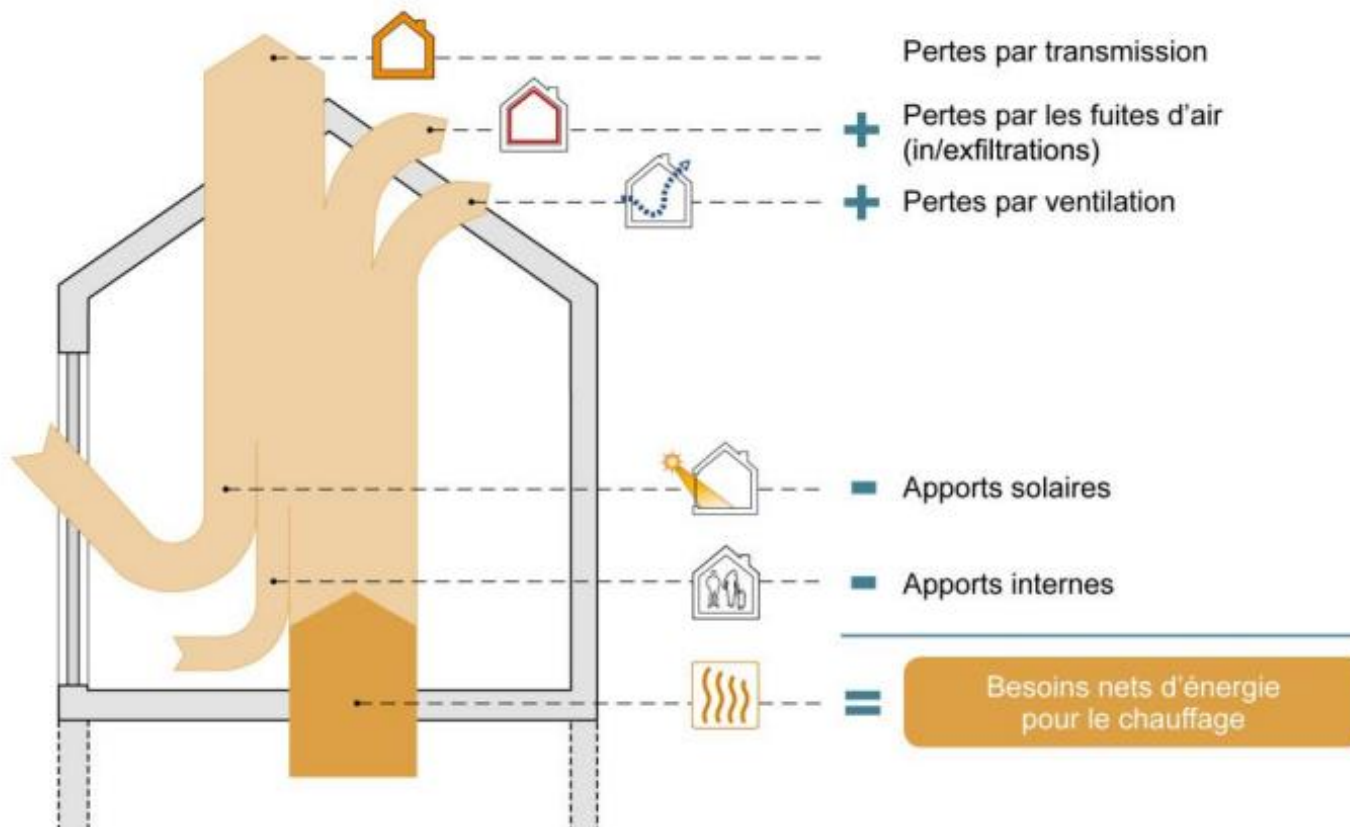
 - Indien niet, wat kan er gedaan worden om luchtkwaliteit en energieverbruik in overeenstemming te brengen?
 - ⇒ **Ontwerp en uitvoering**

 - ⇒ **Gebruik**



Ventilatieverliezen

- In de energiebalans van de gebouwschil



Ventilatieverliezen

- ▶ Ventilatie leidt tot energieverlies omdat de aangevoerde lucht een andere temperatuur heeft dan de omgevingslucht:

$$P [W] = 0,34 \cdot q_v \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot (T_{int} - T_{puls}) [K]$$

⇒ Twee assen om de ventilatieverliezen te optimaliseren

- Verhogen van de temperatuur van de aangevoerde lucht
- Regelen van debieten overeenkomstig de behoeften



Verhogen van de temperatuur van de aangevoerde lucht

- Een warmtewisselaar zorgt voor de terugwinning van een deel van de energie uit de afgevoerde lucht om deze aan de aangevoerde lucht af te geven



- Het rendement hiervan wordt uitgedrukt als volgt (NBN EN 308)

$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \Rightarrow \text{Voor de temperatuur}$$

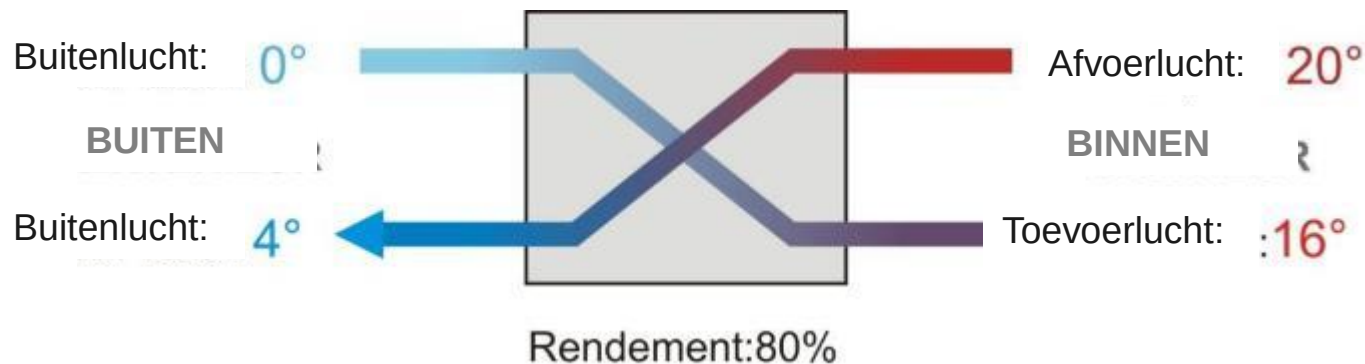
$$\eta_x = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \Rightarrow \text{Voor de vochtigheidsgraad}$$



Verhogen van de temperatuur van de aangevoerde lucht

- ▶ Voorbeeld: woning met 300 m³/u bij een buitentemperatuur van 0 °C
 - Zonder warmteterugwinning: verliezen van **2.040 W**
 - Met warmteterugwinning: verliezen van **408 W**

⇒ **Verliezen gedeeld door 5!**



Regelen van debieten overeenkomstig de behoeften

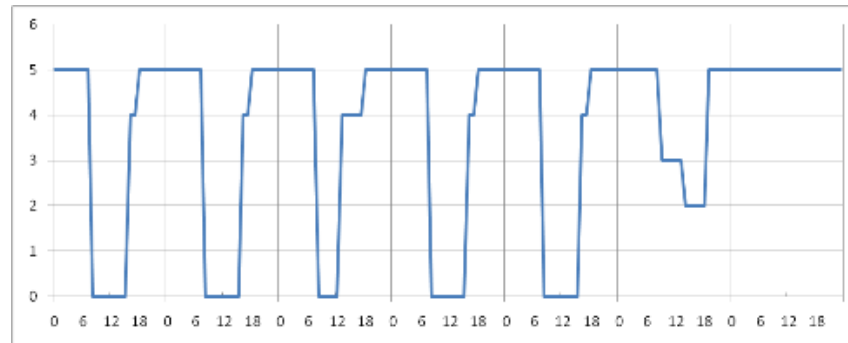
- ▶ Op basis van de normen kunnen de dimensioneringdebieten worden bepaald en de installatie moet deze debieten kunnen leveren
 - ⇒ **Deze debieten hoeven echter niet voortdurend ingeblazen te worden, zodat het totale verbruik kan worden beperkt. Een goede regeling is noodzakelijk!**



Regelen van debieten overeenkomstig de behoeften



- Raming van het jaarverbruik voor de volgende configuraties
 - Dimensioneringdebiet: 350 m³/u
 - Huis bewoond door 5 personen, vermoedelijke bezetting



- Verbruik van de groep

Debiet [%]	Wh/m ³	W
30	0,17	17
40	0,19	27
50	0,24	44
60	0,31	70
70	0,40	105
80	0,48	145
90	0,60	196
100	0,69	243



Regelen van debieten overeenkomstig de behoeften



- Raming van het jaarverbruik voor de volgende configuraties

Duur [uren]	Debiet [%]	Verbruik [kWh/jaar]
Scenario 1		
24	100 %	
Scenario 2		
24	50 %	
Scenario 3		
16	50 %	
8	30 %	



Regelen van debieten overeenkomstig de behoeften



- Raming van het jaarverbruik voor de volgende configuraties

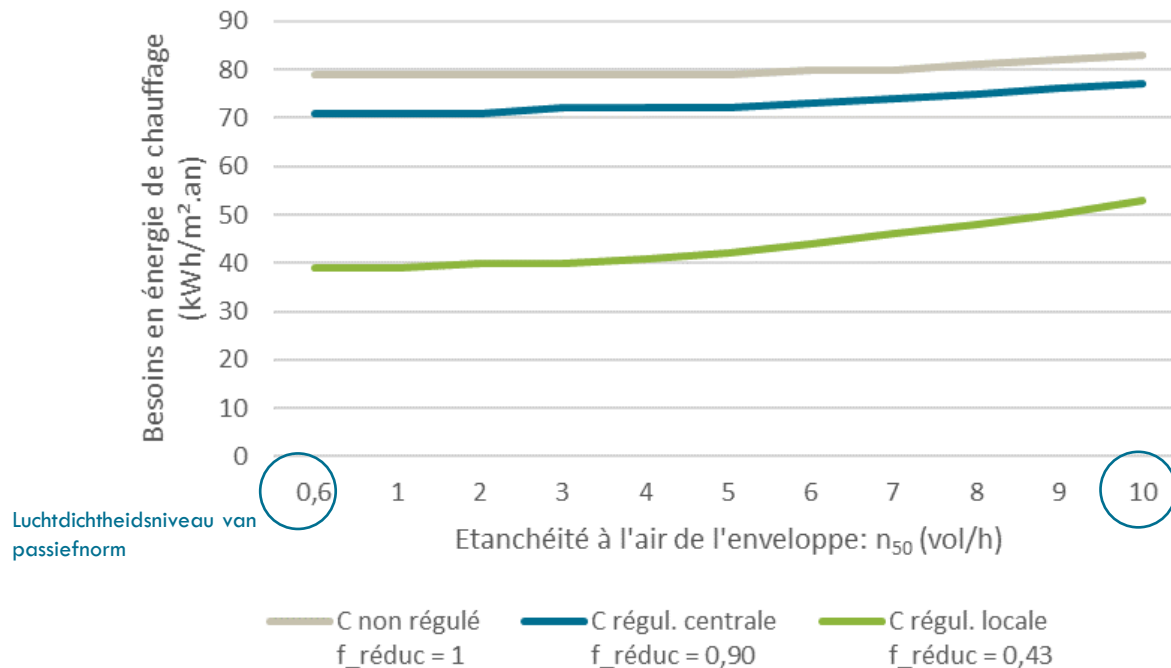
Duur [uren]	Debiet [%]	Verbruik [kWh/jaar]
Scenario 1		
24	100 %	$24 \times 243 \times 365 / 1000 = \underline{\underline{2130}}$
Scenario 2		
24	50 %	$24 \times 44 \times 365 / 1000 = \underline{\underline{385}}$
Scenario 3		
16	50 %	$16 \times 44 \times 365 / 1000 = 250$
8	30 %	$8 \times 17 \times 365 / 1000 = 49,6$ <u>300</u>



Ventilatieverliezen

- ▶ Energiebalans: impact van het ventilatiesysteem en de regeling op de verwarmingsbehoefte
 - Geval 1: Ventilatie met enkelvoudige stroom

⇒ **Belang van de regeling**



Balans gebouw "RODE DRAAD"

$$U_{\text{gem, opake scheidingsconstructies}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{gem, vensters/deuren}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Komt in dit geval overeen met
 $v_{50} = 12 \text{ m}^3/\text{u.m}^2$

Berekening "Balans gebouw RODE DRAAD"
op basis van het PHPP
Bron: écorce

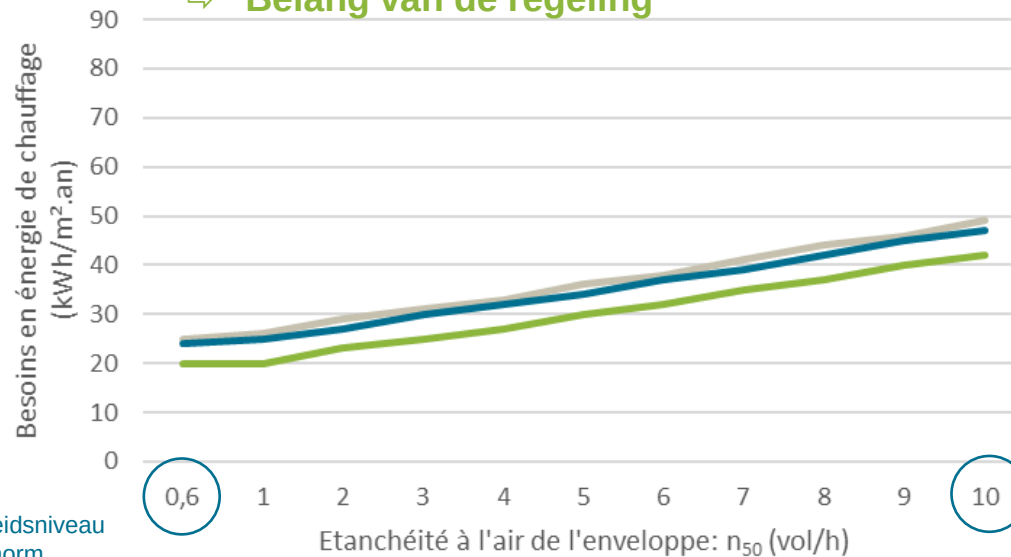


Ventilatieverliezen

- Energiebalans: impact van het ventilatiesysteem en de regeling op de verwarmingsbehoefte
 - Geval 2: Ventilatie met dubbele stroom

⇒ **Belang van een performante luchtdichtheid van de gebouwschil**

⇒ **Belang van de regeling**



Balans gebouw "RODE DRAAD"

$$U_{\text{gem, opake scheidingsconstructies}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{gem, vensters/deuren}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Luchtdichtheidsniveau
van passiefnorm

Komt in dit geval overeen met
 $v_{50} = 12 \text{ m}^3/\text{u.m}^2$

— D non régulé $f_{\text{réduc}} = 1$ — D régul. centrale $f_{\text{réduc}} = 0,87$ — D régul. zonale $f_{\text{réduc}} = 0,45$

Berekening "Balans gebouw RODE DRAAD"
op basis van het PHPP
Bron: écorce



Hulpapparatuur

- ▶ Het gebruik van een mechanisch systeem (systeem B, C en D) brengt elektriciteitsverbruik met zich mee

⇒ **Twee assen om het verbruik van hulpapparatuur te optimaliseren**

- Een beroep doen op hybride ventilatie
- Regelen van debieten overeenkomstig de behoeften (reeds ontwikkeld)

... en beschikken over een goed ontworpen en uitgevoerd verdeelnet (maakt niet het voorwerp van deze presentatie uit)



Een beroep doen op hybride ventilatie

Voor- en nadelen van natuurlijke ventilatie

+	-
• Zo goed als geen verbruik • Gevoel van comfort door betrokkenheid bewoners/gebruikers	• Onmogelijk om de debieten te garanderen • Moeilijkheden bij klimaatregeling en filteren van aangevoerde lucht • Moeilijkheden bij energierugwinning uit afgevoerde lucht



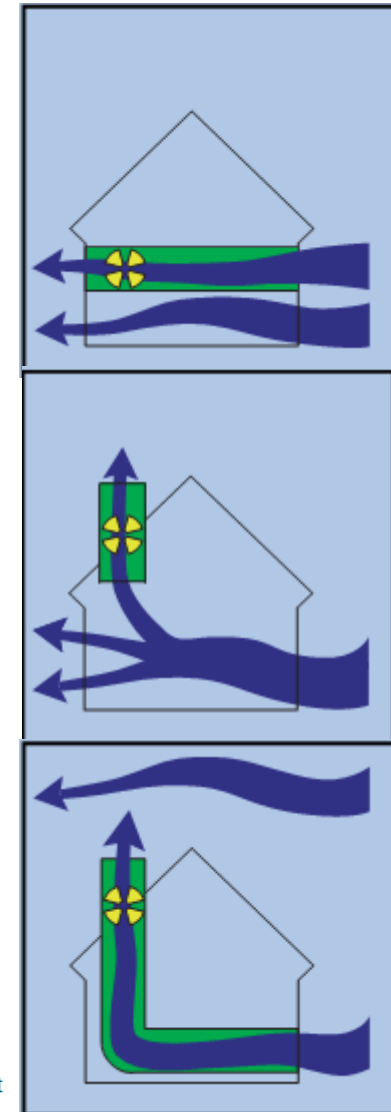
Een beroep doen op hybride ventilatie

- **Hybride ventilatie** combineert de voordelen van mechanische en natuurlijke ventilatie door de ene of andere functionaliteit van deze ventilatietypes te gebruiken overeenkomstig het tijdstip of het seizoen.



Een beroep doen op hybride ventilatie

- ▶ Mechanische en natuurlijke ventilatie
 - Beide systemen zijn volledig autonoom en de regeling kan voorzien dat er van het ene op het andere systeem wordt omgeschakeld overeenkomstig het seizoen en periodes van gebruik of niet-gebruik
- ▶ Natuurlijke ventilatie met ventilatorondersteuning
 - Wanneer het door de natuurlijke ventilatie geleverde debiet ontoereikend is, biedt een ventilator (lage druk) de mogelijkheid het debiet te garanderen
- ▶ Natuurlijke ventilatie ondersteund door trek en wind
 - Er worden inrichtingen voorzien om de trek te maximaliseren en een toereikend debiet te garanderen



Bron: NatVent



Een beroep doen op geothermie

- Een aardwarmtewisselaar of geothermische warmtewisselaar met glycolwater beperkt het gebruik van de elektrische weerstand in de winter (in platenwarmtewisselaars - vorstrisico)



Potentieel en prestaties van ondersteunde intensieve ventilatie

- ▶ Het afkoelingsvermogen is afhankelijk van het luchtdebiet en het temperatuurverschil tussen de aangevoerde lucht en de omgevingslucht.

Afkoelingsvermogen $[W] = 0,34 [W/(m^3/h).K] \times \text{Debiet } [m^3/h] \times \Delta T [^{\circ}K]$

⇒ Voor een doeltreffende afkoeling is **een debiet van minimaal 10 vol/u vereist**

- ▶ Het verbruik van de ventilatoren is afhankelijk van het debiet, de drukverliezen en het rendement van de ventilator

$$P [W] = Q [m^3/s] \times \Delta P [Pa] / \eta [-]$$

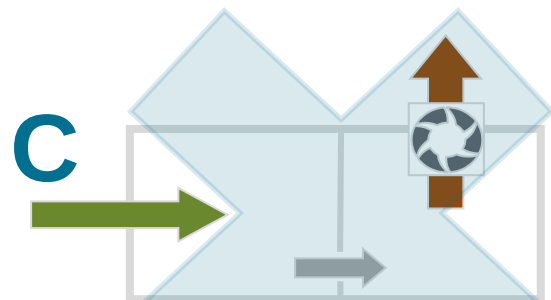
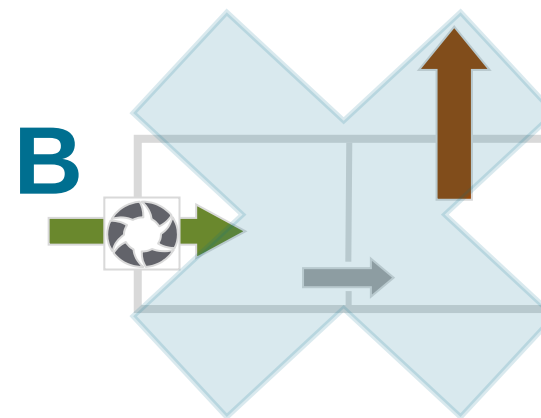
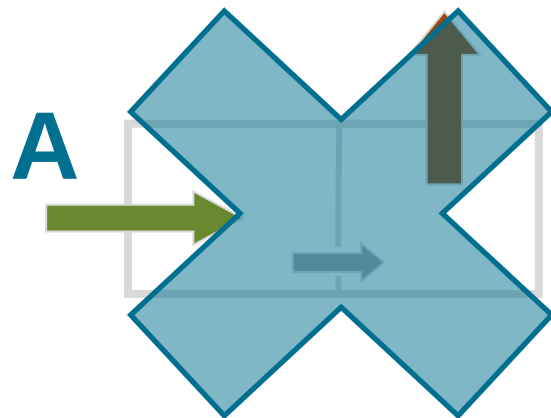
Het drukverlies is evenredig met Q^2 ...

⇒ Het verbruik van de ventilatoren is dus evenredig met Q^3

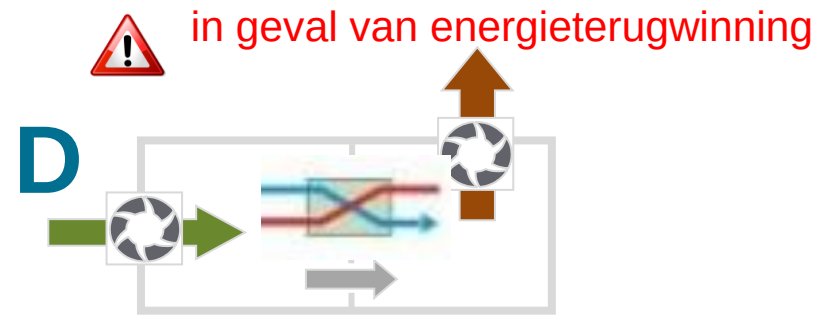


Samengevat

- ▶ Systeem D > indien $t^{\circ}_{\text{buiten}} > t^{\circ}_{\text{binnen}} >>>$ warmtewisselaar
- ▶ Systemen B en C > mogelijkheid tot regeling van toevoerdebiet

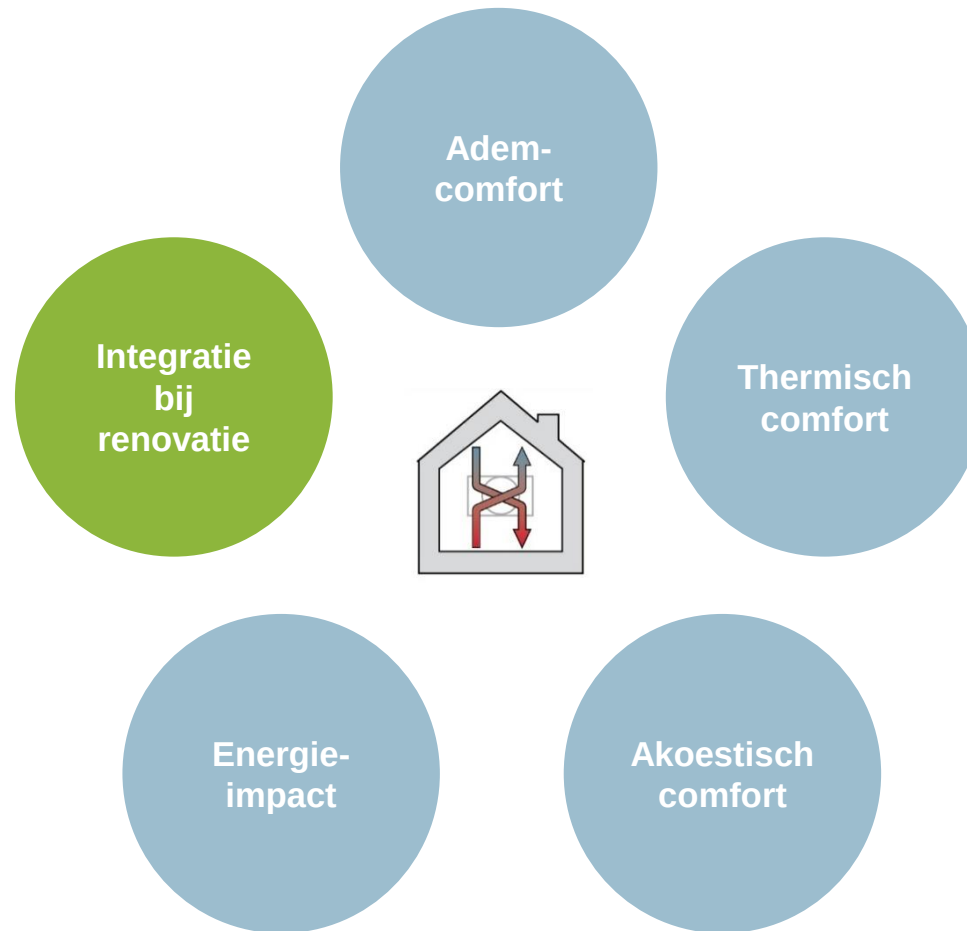


~ OK voor LAGE ENERGIE / RENOVATIE



OK voor PASSIEF en LAGE ENERGIE

WAT ZIJN DE UITDAGINGEN?



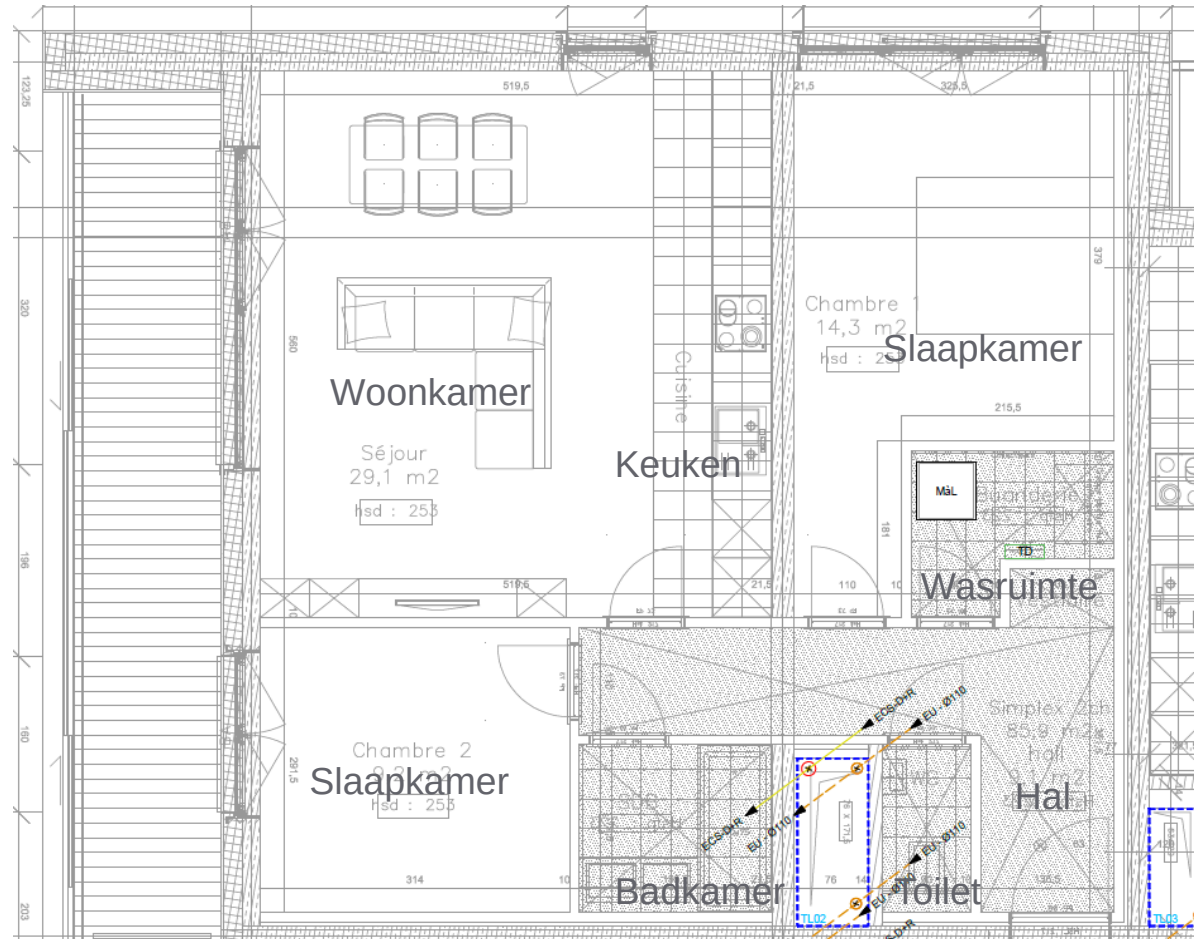
Welke denkpistes voor integratie bij renovatie

- ▶ Vertrekkende van de vaststelling dat de bestaande gebouwen uitgerust met een conform ventilatiesysteem niet erg talrijk zijn



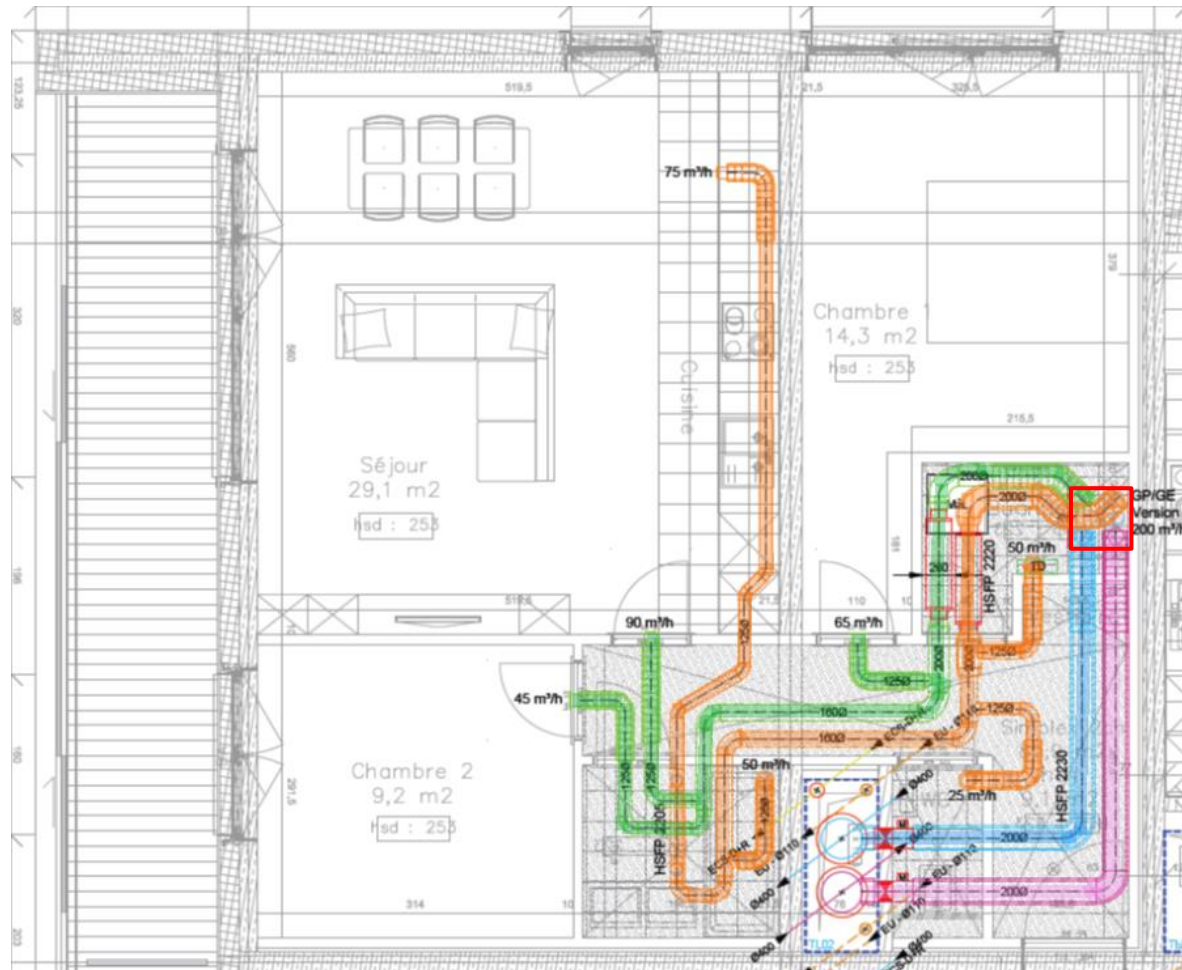
Ingenomen ruimte door de installatie

► Voorbeeld



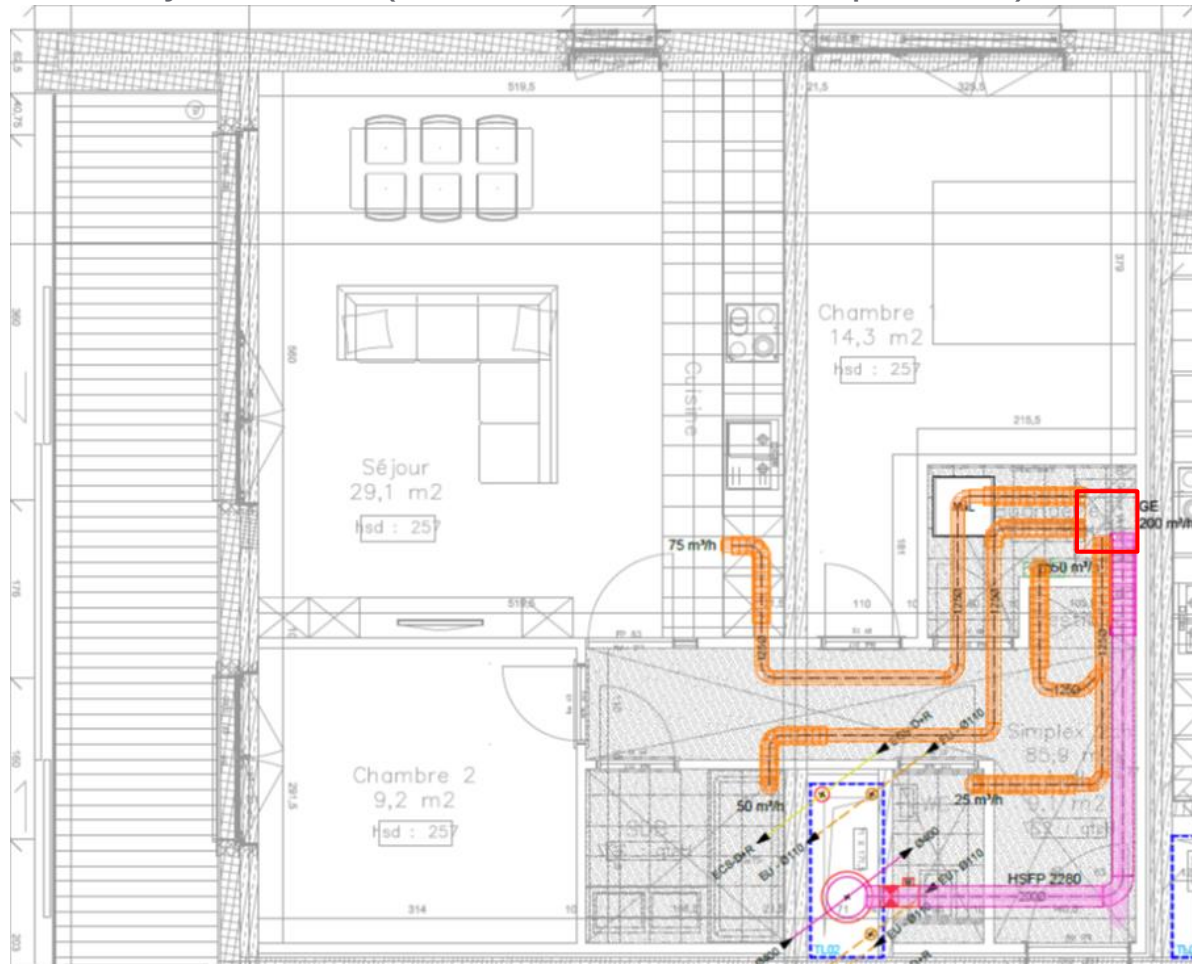
Ingenomen ruimte door de installatie

- Voorbeeld systeem D



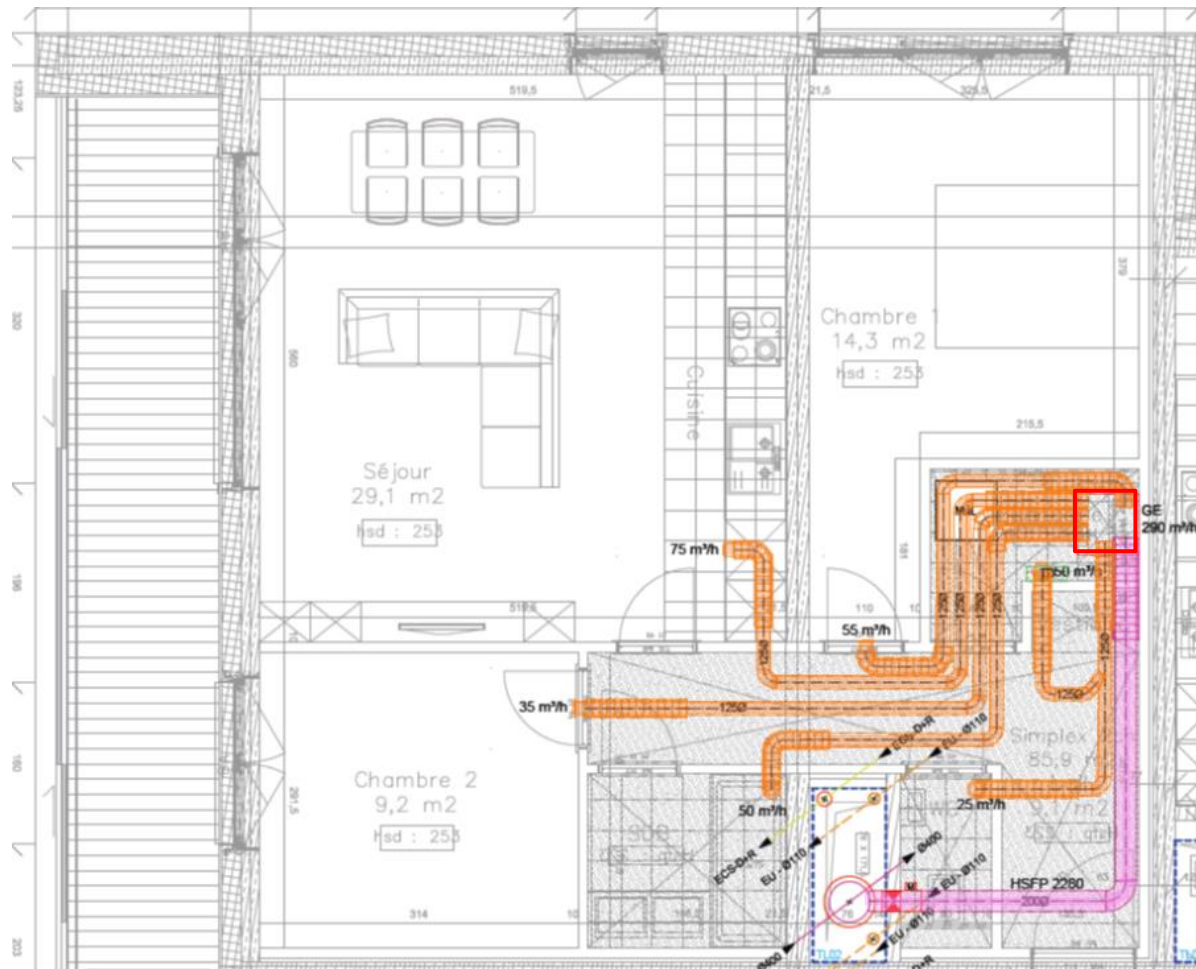
Ingenomen ruimte door de installatie

- Voorbeeld systeem C+ (zonder afvoer in de slaapkamers)



Ingenomen ruimte door de installatie

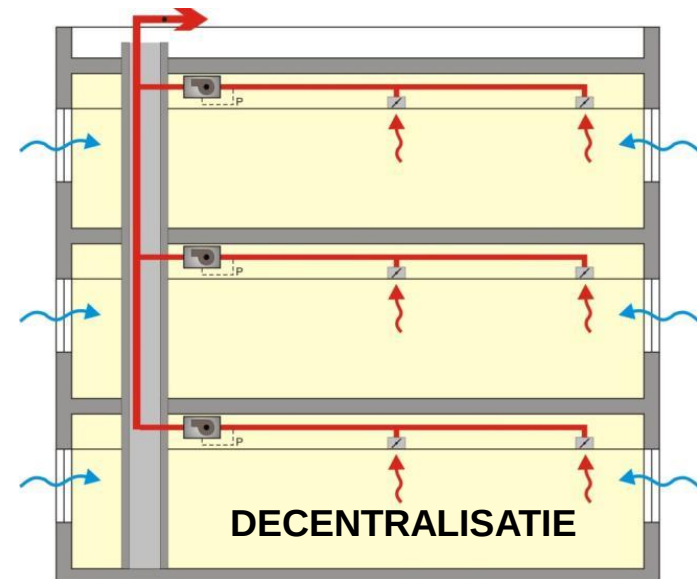
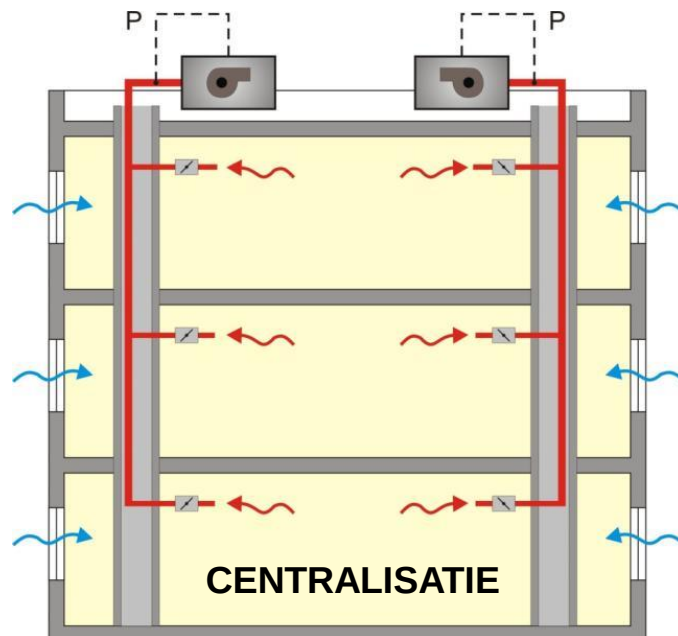
- Voorbeeld systeem C+ (met afvoer in de slaapkamers)



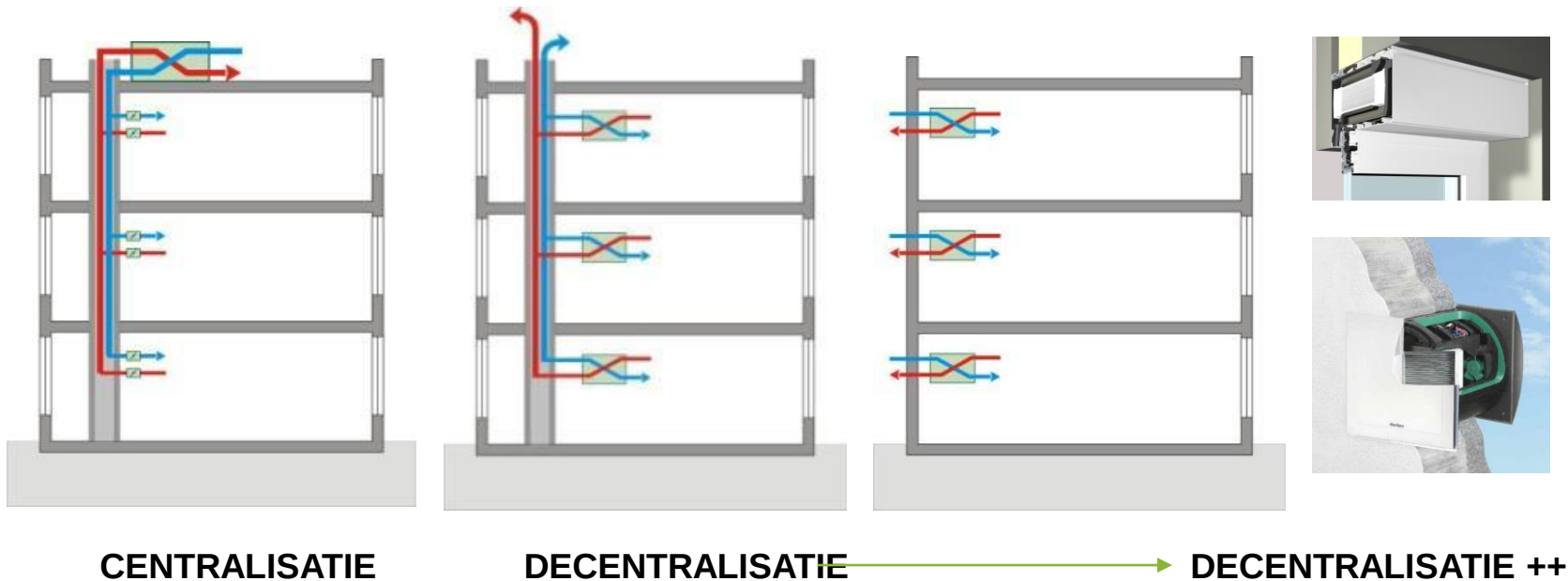
Centralisatie of decentralisatie? Systeem C

► Toevoer

► Afvoer



Centralisatie of decentralisatie? Systeem D



Centralisatie of decentralisatie? Voordelen / Nadelen

Collectieve installatie

+ ...

± ...

— ...

Ingenomen ruimte/eenvoud van integratie?
Akoestische prestaties?

Individuele installaties

+ ...

± ...

— ...

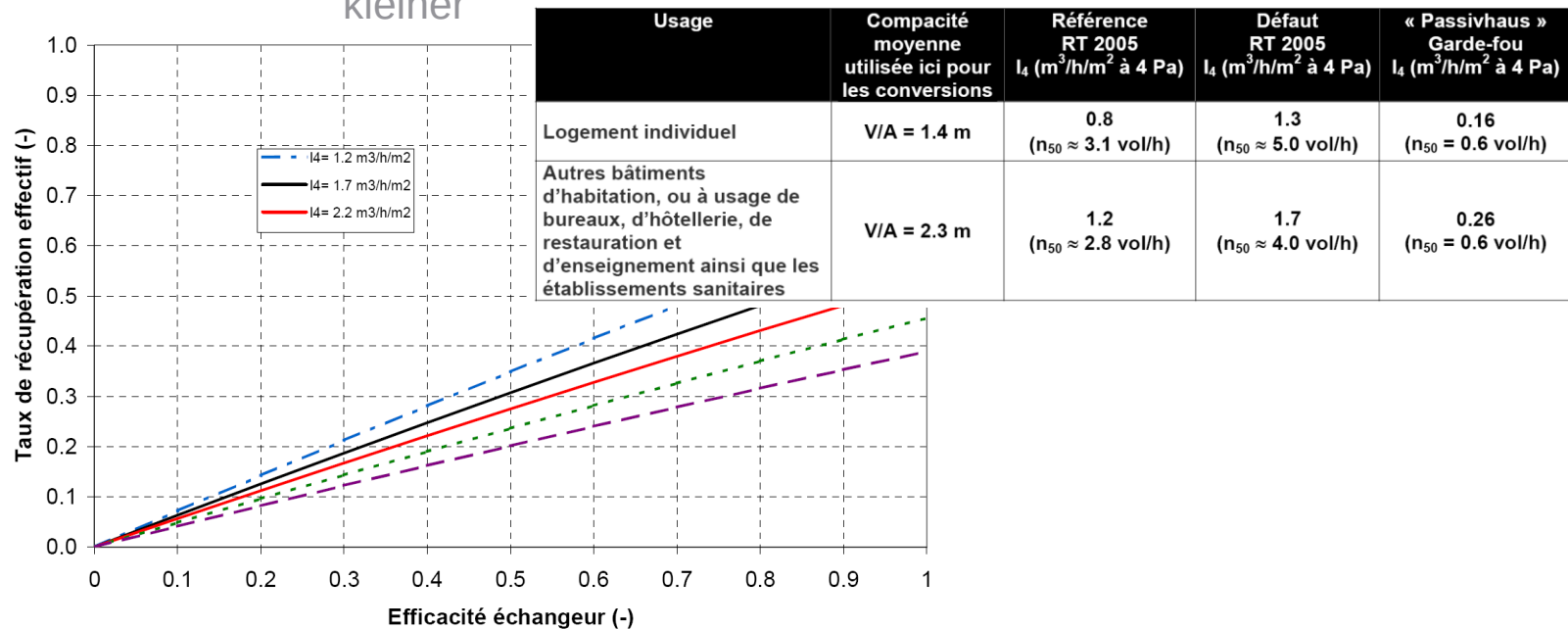
Thermische prestaties?
Kosten?

Elektriciteitsverbruik?
Onderhoud? Regeling?



Kan er mechanische ventilatie worden voorzien, zelfs al is de luchtdichtheid van het gebouw niet optimaal?

- Een systeem voor mechanische ventilatie heeft een hoger rendement als de onopzettelijke ventilatie wordt beperkt.
 - Indien $n_{50} \nearrow > \eta_{GMV} \searrow$
 - Afgevoerde lucht is kouder (vermenging van buiten- en binnenlucht)
 - Temperatuurverschil tussen afgevoerde lucht en aangevoerde lucht is kleiner



Kan er mechanische ventilatie worden voorzien, zelfs al is de luchtdichtheid van het gebouw niet optimaal?

┌ NBN
50-001
└ ┘

- ▶ De norm **NBN D 50-001 (§4.3.3 5 - Ventilatievoorzieningen in woongebouwen)** beveelt een maximaal lekdebiet n_{50} aan van:
 - **3 vol/u** als de ventilatie van het gebouw door een systeem D wordt verzekerd
 - **1 vol/u** als de ventilatie van het gebouw door een systeem D uitgerust met een warmterecuperator wordt verzekerd



Kan er mechanische ventilatie worden voorzien, zelfs al is de luchtdichtheid van het gebouw niet optimaal?

┌ NBN
└ EN 13779
┌ └

- ▶ De norm **NBN EN 13779** die betrekking heeft op niet-residentiële gebouwen raadt het volgende aan:
 - Gebouwen met 3 bouwlagen of minder: $n_{50} \leq 2 \text{ vol/u}$
 - Gebouwen met meer dan 3 bouwlagen: $n_{50} \leq 1 \text{ vol/u}$
- ⇒ **STRENG! Verzorgde uitvoering, bijzondere aandacht voor aansluitingen, doorvoering van kokers of kanalen, ...**

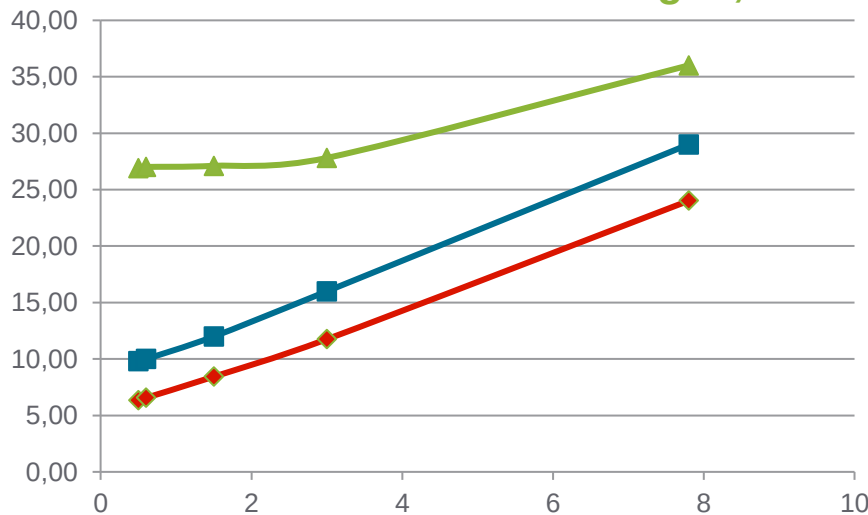


Kan er mechanische ventilatie worden voorzien, zelfs al is de luchtdichtheid van het gebouw niet optimaal?

- ▶ Geen enkele norm beveelt een te realiseren dichtheidsniveau aan als de ventilatie van het gebouw door een **systeem met enkele** stroom wordt verzekerd.

⇒ Het lijkt logisch in dit geval de doelstelling van een maximaal lekdebiet van $3 \text{ m}^3/\text{u} \cdot \text{m}^2$ te behouden. Verder dan deze (reeds lage) waarde worden de energiewinsten die door een grotere dichtheid worden verkregen, alsmäär kleiner

Verwarmingsbehoefte
(kWh/m²jaar)



- ◆— Ventilatie met dubbele stroom
91 % kWh/(m².jaar)
- Ventilatie met dubbele stroom
75 % kWh/(m².jaar)
- ▲— Ventilatie met enkelvoudige
stroom kWh/(m².jaar)

n50 (1/u)



Kan er mechanische ventilatie worden voorzien, zelfs al is de luchtdichtheid van het gebouw niet optimaal?

- ⇒ **Opgelet, dit zijn slechts aanbevelingen!!**
Tussen twee fases van de werken (en voorlopig) kan dit zeker worden overwogen!!
- ⇒ **Zelfs als de luchtdichtheid niet optimaal is, kan er mechanische ventilatie worden voorzien**



HYGIËNISCHE VENTILATIE

INTENSIEVE VENTILATIE

UITDAGINGEN

REGELGEVING

- ▶ **Regelgeving EPB-werkzaamheden**
 - ▶ Regelgeving EPB-verwarming en -klimaatregeling
 - ▶ Regelgeving in het BHG en normen met betrekking tot geluid





Ventilatie volgens de EPB-regelgeving

- ▶ De eisen met betrekking tot hygiënische ventilatie zijn van toepassing op
 - de bestemmingen “EPB-wooneenheden” en “Niet-Residentiële EPB-eenheden”
 - elke aard van EPB-werkzaamheden





EPB-eisen (vanaf 01/07/2017) voor de “EPB-wooneenheden”

NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)	UN	PER	UAN	PER	URL à pd 2023	PER	URS
% <u>de la surface de déperdition thermique</u> concernée par des travaux influençant sa performance énergétique	(pas de %) Construction neuve par définition	≥ 75% Construction et/ou démolition + reconstruction	≥ 50% Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation	Travaux à la surface de déperdition thermique et aux installations techniques PEB qui n'entrent pas dans les autres définitions			
Travaux aux <u>installations techniques PEB</u>	<u>Installations</u> techniques PEB neuves par définition	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> techniques PEB	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> techniques PEB				
EXIGENCES Habitation Individuelle							
<u>Ventilation hygiénique</u>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Bron: Gids Duurzame Gebouwen





EPB-eisen (vanaf 01/07/2017) voor de “Niet-Residentiële EPB-eenheden”

NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)		UN	PEN	UAN	PEN	URL PP* à pd 2023	PEN	URS
% <u>de la surface de déperdition thermique</u> <u>concernée par des travaux influençant sa</u> <u>performance énergétique</u>	(pas de %) Construction neuve par définition	≥ 75% Construction et/ou démolition + reconstruction	≥ 50% Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation	Travaux à la surface de <u>déperdition</u> <u>thermique et aux</u> <u>installations</u> <u>techniques PEB</u> qui n'entrent pas dans les autres définitions				
Travaux aux <u>installations techniques PEB</u>	<u>Installations</u> <u>techniques PEB</u> neuves par définition	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> <u>techniques PEB</u>	Placement et/ou remplacement de toutes les <u>installations</u> <u>techniques PEB</u>					
EXIGENCES Non Résidentielle								
<u>Ventilation hygiénique</u>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



Bron: Gids Duurzame Gebouwen





Ventilatie volgens de EPB-regelgeving

Bron: Leefmilieu Brussel

- ▶ Ventilatie-eisen voor een nieuw gecreëerd lokaal
 - Als het nieuw gecreëerde lokaal een droog lokaal is, is het voorzien van luchttoevoervoorzieningen in overeenstemming met de ventilatie-eisen voor de NE en de NGE beschreven in de punten $\text{Debieten}_{\min}$ en Luchttoevoeropeningen.
 - Als het nieuw gecreëerde lokaal een vochtig lokaal is, is het voorzien van luchtafvoervoorzieningen in overeenstemming met de ventilatie-eisen voor de NE en de NGE beschreven in de punten in de punten $\text{Debieten}_{\min}$ en Luchttoevoeropeningen.





Ventilatie volgens de EPB-regelgeving

Bron: Leefmilieu Brussel

- ▶ Ventilatie-eisen voor een bestaand lokaal met vervanging, toevoeging of verwijdering van een of meer vensters
- ▶ Vanaf 01/2023, als in een bestaand lokaal vensters worden vervangen, toegevoegd of verwijderd, is dit lokaal uitgerust met luchttoevoervoorzieningen of luchtafvoervoorzieningen in overeenstemming met de ventilatie-eisen voor de NE en de NGE beschreven in de punten Debiten_{min}, Luchttoevoeropeningen en Luchtafvoeropeningen.
- ▶ Wat de eis inzake het debiet_{min} van luchttoevoer betreft, moet dit lokaal voldoen aan:
 - ofwel de debieten_{min} die vereist zijn voor de NE en NGE vermeld in punt Debiten_{min},
 - of een debiet_{min} van 45 m³/u per lopende meter venster dat vervangen of toegevoegd wordt.





Oververhitting volgens de EPB-regelgeving

- ▶ Doel van de EPB-software is het verzekeren van de naleving van de regelgeving op basis van energieprestaties met het oog op het verminderen van het energieverbruik van gebouwen.
- ▶ EPW-methode
 - Bij actieve koeling: de EPB-software beoordeelt de koelingsbehoefte
 - In andere gevallen beoordeelt de EPB-software het risico op een gebrek aan comfort (aan de hand van de oververhittingsindicator) en gaat - indien nodig - de koelingsbehoefte na (op basis van een conventionele waarschijnlijkheid).
- ▶ Bij EPN-methode: de EPB-software beoordeelt de koelingsbehoefte



⇒ **De tool is niet geschikt voor de beoordeling van het comfort en het testen van de effectiviteit van de maatregelen**





EPB-eisen (vanaf 01/07/2017) voor de “EPB-wooneenheden”

EPB-AARD VAN DE WERKEN (alle EPB-bestemmingen)		NE	EPW	NGE	EPW	ZGE	EPW	EGE
		vanaf 2023						
% van de warmteverliesoppervlakte die het voorwerp uitmaakt van werken die de energieprestatie ervan beïnvloeden		(geen %) Nieuwbouw per definitie	≥ 75% Bouw en/of afbraak + heropbouw	≥ 50% Bouw en/of afbraak + heropbouw en/of renovatie	Werkzaamheden aan de warmteverlies- oppervlakte en aan de technische EPB- installaties die niet binnen de andere definities vallen			
Werkzaamheden aan de technische EPB-installaties		Per definitie nieuwe technische EPB- installaties	Plaatsing en/of vervanging van alle technische EPB-installaties	Plaatsing en/of vervanging van alle technische EPB-installaties				
EISEN								
Wooneenheid								
 PEV [kWh/(m².jaar)]		PEV _{max} NE	PEV _{max} NE * 1.2	PEV _{max} ZGE vanaf 2023		/		
NEV [kWh/(m².jaar)]		NEV _{max} NE	NEV _{max} NE * 1.2	/		/		
Oververhitting		Max 5% tijd > 25°C	Max 5% tijd > 25°C	/		/		

Bron: Gids Duurzame Gebouwen





Oververhitting volgens de EPW-methode

► Oververhittingsindicator [Kh] Kelvin-uur

- Vertegenwoordigt de overtollige warmtewinsten die niet kunnen worden opgeslagen

⇒ **Bij accumulatie in de ruimten > oververhittingsrisico in de zomer**

- Houdt rekening met

de warmtewinsten (zonnewinsten en interne winsten)

de warmteverliezen (door transmissie en ventilatie)

de warmteopslagcapaciteit (inertie)

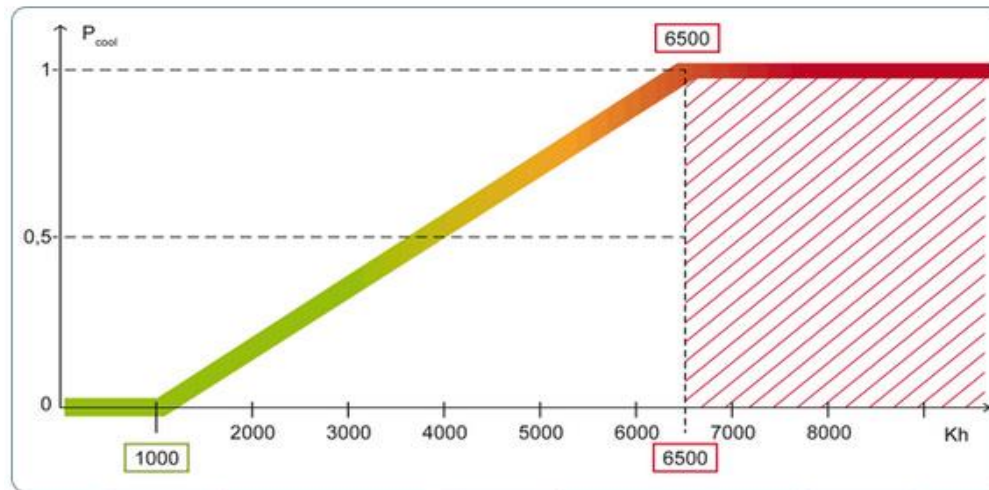


- Specifieke eis
- Beïnvloedt ook de netto-koelingsbehoefte, en dus het PEV





Oververhitting volgens de EPW-methode



Il est fortement recommandé de rester en-dessous du seuil de 1.000 Kh à partir duquel le bâtiment présente un risque de surchauffe.



Le critère de surchauffe est respecté.

Si l'indicateur de surchauffe est compris entre 1.000 et 6.500 Kh, une consommation fictive (en électricité) est comptabilisée dans le bilan énergétique de l'unité PEB, bien qu'aucune installation de climatisation ne soit prévue.



Le critère de surchauffe est respecté mais n'est pas soumis à amende.

Si l'indicateur de surchauffe supérieur à 6.500 Kh, l'unité PEB ne répond pas au critère de surchauffe.
Le projet doit être modifié.



Le critère de surchauffe n'est pas respecté et est soumis à amende au niveau de la déclaration PEB finale.



Het wordt sterk aanbevolen om onder de drempel van 1000 Kh te blijven waarboven het gebouw een risico op oververhitting vormt.

Er is voldaan aan het oververhittingscriterium.



Als de oververhittingsindicator tussen 1000 en 6500 Kh ligt, wordt een fictief verbruik (in elektriciteit) opgenomen in de energiebalans van de EPB-eenheid, ook al is er geen airconditioninginstallatie gepland.

Er wordt voldaan aan het oververhittingscriterium, maar er wordt geen boete opgelegd.



Als de oververhittingsindicator groter is dan 6500 Kh, voldoet de PEB-eenheid niet aan het oververhittingscriterium. Het project moet worden gewijzigd.

Er wordt niet voldaan aan het oververhittingscriterium en er wordt een boete opgelegd in de definitieve EPB-verklaring.





EPB-eisen (vanaf 01/07/2017) voor de “Niet-Residentiële EPB-eenheden”

EPB-AARD VAN DE WERKEN (alle EPB-bestemmingen)		NE	EPN	NGE	EPN	ZGE OI* vanaf 2023	EPN	EGE
% van de <u>warmteverliesoppervlakte die het voorwerp uitmaakt van werken die de energieprestatie ervan beïnvloeden</u>		(geen %) Nieuwbouw per definitie		≥ 75% Bouw en/of afbraak + heropbouw		≥ 50% Bouw en/of afbraak + heropbouw en/of renovatie		Werkzaamheden aan de warmteverliesoppervlakte en aan de technische EPB-installaties die niet binnen de andere definities vallen
Werkzaamheden aan de technische EPB-installaties		Per definitie nieuwe technische EPB-installaties		Plaatsing en/of vervanging van alle technische EPB-installaties		Plaatsing en/of vervanging van alle technische EPB-installaties		
EISEN Niet-Residentiële								
 PEV [kWh/(m².jaar)]		PEV _{max} NE		PEV _{max} NE * 1.2		PEV _{max} NE * 1.6 OI* vanaf 2023		/
NEV [kWh/(m².jaar)]		/		/		/		/
Oververhitting		/		/		/		/

Bron: Gids Duurzame Gebouwen



HYGIËNISCHE VENTILATIE

INTENSIEVE VENTILATIE

UITDAGINGEN

REGELGEVING

- ▶ Regelgeving EPB-werkzaamheden
- ▶ **Regelgeving EPB-verwarming en -klimaatregeling**
- ▶ Regelgeving in het BHG en normen met betrekking tot geluid



Context

- Bepaalde eisen hebben betrekking op de ventilatie



EPB-reglementering
verwarming
BBHR 3/06/2010

Inwerkingtreding:
1 januari 2011



EPB-reglementering
klimaatregeling
BBHR 15/12/2011

Inwerkingtreding:
1 september 2012



EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling

BBHR Eisen 21/06/2018
BBHR Handelingen 21/06/2018
Inwerkingtreding: 1 januari 2019

Bron: Leefmilieu Brussel



Twee categorieën van eisen

- ▶ Eisen in verband met de goede werking van verwarmingsketels en waterverwarmingstoestellen

- > **Veilige en performante werking van de toestellen**

- ⇒ **Buiten het kader van de opleiding**

- ▶ Technische eisen met betrekking tot de “systemen”

- > **Prestaties van de verwarmingssystemen**

- ⇒ **Focus in verband met de behandelde thema's**



Technische eisen met betrekking tot de “systemen”

1. Energiemeting
2. Energieboekhouding
3. Documenten in verband met het verwarmingssysteem (VE) / Logboek (KL)
4. Dimensioneringsnota van de warmtegeneratoren / koelinstallaties en het indienstellingsverslag
5. **Thermische isolatie van de leidingen en toebehoren van het verwarmings-/ijswatersysteem**
6. Regeling, automatisering en controle van de verwarmings-/klimaatregelingssystemen
7. **Opdeling van de verwarmingswater-, ijswater- en luchtdistributie**
8. **Variatie in het buitenluchtdebiet overeenkomstig de reële bezetting**
9. **Warmteterugwinning op de ventilatie-eenheden met dubbele stroom**





Thermische isolatie van de leidingen en toebehoren van het verwarmingssysteem

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende:
 - Alle leidingen en toebehoren geïnstalleerd na 1/01/2019 (datum inwerkingtreding regelgeving)
 - Alle leidingen en toebehoren, niet bedekt met een isolatiemateriaal dikker dan tien millimeter, aanwezig in een verwarmingssysteem vóór de inwerkingtreding van het onderhevige besluit, zodra er minstens één warmtegenerator op dit verwarmingssysteem wordt aangesloten.
- ▶ De eisen zijn van toepassing op de thermische isolatie
 - van leidingen en toebehoren voor het transport van verwarmingswater en sanitair warm water (SWW) (indien buitendiameter groter dan of gelijk aan 20 mm) - uitgezonderd verdeellussen die werken met een thermosifon
 - van luchtcirculatiekanalen (indien rechte doorlaatsectie groter dan 0,025 m²)





Thermische isolatie van de leidingen en toebehoren van het verwarmingssysteem

- ▶ De eis kan variëren overeenkomstig
 - de buitenomgeving
 - het type lucht (buitenlucht / toegevoerde lucht / hergebruikte lucht / gemengde lucht / afgevoerde lucht)
 - de luchttemperatuur
- ▶ Zie bijlage 3 (verwarming)
- ▶ Er zijn uitzonderingen





Opdeling van de verwarmingswater-, ijswater- en luchtdistributie

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende:
 - De systemen geïnstalleerd na 1/01/2019 (datum inwerkingtreding regelgeving)
 - (Delen van) verdeel- en afgiftenetten geïnstalleerd na 1/01/2019, als deze delen van netten
 - minstens een EPB-eenheid bedienen
 - minstens een verdieping bedienen waarvan meer dan 80 % van de gebruiksoppervlakte in beslag genomen wordt door kantoorruimte
 - of lokalen met een gebruiksoppervlakte die groter is dan of gelijk is aan 500 m²





Variatie in het buitenluchtdebiet overeenkomstig de reële bezetting

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende:
 - Elk nieuw geïnstalleerd ventilatiesysteem met een of meerdere ventilatiegroepen en -kanalen, gecombineerd met een verwarmings- en klimaatregelingssysteem, en dat een lokaal bedient met een variabele menselijke bezetting met een nominaal buitenluchtdebiet dat groter is dan of gelijk is aan 2 000 m³/u
- ▶ Eis
 - Wordt uitgerust met een inrichting die het verseluchtdebiet automatisch doet variëren overeenkomstig een parameter representatief voor het aantal in dit lokaal aanwezige personen
 - Indien SV voor 01/01/2019, drempelwaarde: $\geq 5\,000\text{ m}^3/\text{u}$
- Niet-aanvaard: smoor- of bypass-systemen





Warmteterugwinning op de ventilatie-eenheden met dubbele stroom

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende:
 - Elk nieuw geïnstalleerd ventilatiesysteem met dubbele stroom, gecombineerd met een verwarmingssysteem, waarvan het nominaal verseluchtdebiet van de aanvoergroep groter is dan 5.000 m³/u en met een jaarlijkse bedrijfsduur van meer dan of gelijk aan 2.000 uur/jaar (uitgezonderd als het om een of meerdere keukendampkappen gaat)
- ▶ Eis
 - wordt uitgerust met een warmterecuperator op de afgevoerde lucht, om de buitenlucht voor te verwarmen
 - De warmterecuperator is uitgerust met een automatisch systeem, waarmee de voorverwarming van de lucht volledig uitgeschakeld kan worden als er geen behoefte aan verwarming is
- ▶ Ook opgelegd aan producten die op de markt worden gebracht via de Europese Ecodesign-richtlijn



HYGIËNISCHE VENTILATIE

INTENSIEVE VENTILATIE

UITDAGINGEN

REGELGEVING

- ▶ Regelgeving EPB-werkzaamheden
- ▶ Regelgeving EPB-verwarming en -klimaatregeling
- ▶ **Regelgeving in het BHG en normen met betrekking tot geluid**



Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 november 2002 – Controle en meting van lawaai

Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 november 2002 – Ingedeelde inrichtingen

- Groepen > 20.000 m³/u



Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 november 2002 – Buurtlawaai

- ▶ Gegeneerd door alle geluidsbronnen die hoorbaar zijn in de buurt
- ▶ Ingedeelde inrichtingen of andere bronnen
- ▶ Grenswaarden voor
 - geluid dat buiten wordt waargenomen, buiten de site van het gebouw
 - geluid dat kan worden waargenomen in gebouwen grenzend aan de exploitatie



Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 november 2002 – Ingedeelde inrichtingen

Grenswaarden voor de specifieke geluidsniveaus (L_{sp}) voortgebracht door de ingedeelde inrichtingen

Bronnen: de BBHR van 21/11/2002 inzake het geluid afkomstig van ingedeelde inrichtingen en deze inzake het buurtlawaai

Geluid dat buiten wordt waargenomen aan de perceelsgrenzen													
Periodes	A			B			C						
Gebieden	L_{sp}	N	S_{pte}	L_{sp}	N	S_{pte}	L_{sp}	N		S_{pte}			
Gebied 1	42	20	72	36	42 ¹	10	66	30		5		60	
Gebied 2	45	20	72	39	45 ¹	10	66	33	39 ^{1,2}	5	10 ²	60	66 ²
Gebied 3	48	30	78	42	48 ¹	20	72	36	42 ^{1,2}	10	20 ²	66	72 ²
Gebied 4	51	30	84	45	51 ¹	20	78	39	45 ^{1,2}	10	20 ²	72	78 ²
Gebied 5	54	30	90	48	54 ¹	20	84	42	48 ^{1,2}	10	20 ²	78	84 ²
Gebied 6	60	30	90	54	60 ¹	20	84	48	54 ^{1,2}	10	20 ²	78	84 ²

¹ Grenswaarden die van toepassing zijn voor kleinhandelzaken.

² Grenswaarden die van toepassing zijn voor de inrichtingen die niet mogen worden stilgelegd (ventilatie, koelinstallaties, enz.).

Gebied 1: de woongebieden met residentieel karakter, de groengebieden, de gebieden met hoogbiologische waarde, de parkgebieden, de begraafplaatsgebieden en de bosgebieden

Gebied 2: andere woongebieden dan die met residentieel karakter

Gebied 3: de gemengde gebieden, de gebieden voor sport- en vrijetijdsactiviteiten in de open lucht, de landbouwgebieden en de gebieden voor uitrustingen van collectief belang of van openbare diensten

Gebied 4: de gebieden van gewestelijk belang en de sterk gemengde gebieden

Gebied 5: de administratiegebieden

Gebied 6: de stedelijke industriegebieden, de gebieden voor haven- en vervoeractiviteiten, de spoorweggebieden en de gebieden van gewestelijk belang met uitgestelde aanleg

S_{pte} of het drempelniveau is het geluidsdrukkniveau waarboven het door de geluidsbronnen voortgebrachte geluid als « gebeurtenis » wordt beschouwd (uitgedrukt in dB(A)).

Het aantal gebeurtenissen N is het aantal keer, per periode van een uur, dat de inrichting het drempelniveau (S_{pte}) heeft overschreden.



Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 november 2002 – Buurtlawaaï

Grenswaarden van toepassing op de door buurtlawaaï veroorzaakte overschrijdingen wanneer het geluid binnen het gebouw wordt waargenomen

Bron: BBHR van 21/11/2002 inzake het buurtlawaaï

FUNCTIE v/d RUIMTE	PERIODES	OVERSCHRIJDING		
		van niveau in dB(A)	tonaal karakter (E) in dB	door impuls in dB(A)
Rusten	C	3	3	5
Rusten	A en B	6	6	10
Wonen	A, B en C	6	6	10
Diensten	A, B en C	12	12	15





Normen die de geluidsniveaus van de installaties en de comforteisen bepalen

- ▶ **NBN - Gebouw S01-401: 1987** (Akoestiek - Grenswaarden voor de geluidsniveaus om het gebrek aan comfort in gebouwen te vermijden)
- ▶ **NBN S 01-400-1: 2008** (Akoestische criteria voor woongebouwen - geactualiseerde norm)
- ▶ **NBN S 01-400-2: 2012** (Akoestische criteria voor schoolgebouwen - geactualiseerde norm)
- ▶ **NBN S 01-400: 1977** en **NBN S 01-401: 1987** (kantoren, ziekenhuizen, rusthuizen en hotels)
 - worden binnenkort vervangen door **NBN S 01-400-3**
- ▶ **NBN EN 15251:2007** (Binnenmilieu-gerelateerde inputparameters voor ontwerp en beoordeling van energiestaat van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek)





- ▶ Ventilatie heeft verschillende functies en doelstellingen en moet aan verschillende behoeften voldoen, die de keuzes kunnen beïnvloeden
- ▶ De norm NBN D50-001 beschrijft 4 mogelijke ventilatiesystemen
- ▶ Ventilatie speelt een belangrijke rol in het ademcomfort (gezondheid van bewoners/gebruikers en het gebouw) en het thermisch comfort
- ▶ Ventilatie is noodzakelijk om een goede luchtkwaliteit te garanderen, maar brengt tevens een te beheersen energieverlies met zich mee
- ▶ Een goed ontwerp en een goede uitvoering zijn vereist om geluidshinder te beperken
- ▶ In het BHG zijn er twee luiken van de EPB-regelgeving (EPB-werkzaamheden en EPB-verwarming en -klimaatregeling) die eisen omvatten met betrekking tot ventilatie
- ▶ In het BHG is er tevens regelgeving van toepassing met betrekking tot het geluid gegenereerd door technische installaties (ingedeelde inrichtingen)
- ▶ Er is een reeks van normen die de geluidsniveaus voor technische installaties en eisen voor akoestisch comfort vastleggen.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ [Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen](#)
- ▶ [Dossier | Het ademcomfort verzekeren](#)



Websites

- ▶ SommLuft (natuurlijke ventilatie via de vensters) / PHLuft (aardwarmtewisselaar, warmtewisselaars)
<https://passivehouse.com/>
- ▶ EPB (bijlagen, verwijzing naar de normen)
<https://leefmilieu.brussels/pro/wetgeving/wetteksten/regelgeving-betreffende-de-energieprestatie-van-gebouwen-epb>
- ▶ Regelgeving EPB-verwarming en –klimaatregeling
https://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2018062116&table_name=wet
- ▶ Regelgeving in het BHG met betrekking tot geluid
<https://leefmilieu.brussels/burgers/wetgeving/verplichtingen-en-vergunningen/buurtlawaai-welke-wetgeving>





Publicaties

- ▶ De norm NBN D 50-001 (1), Ventilatievoorzieningen in woongebouwen; dimensionering
- ▶ De norm NBN EN 13779 (2), Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen; dimensionering
- ▶ NBN EN 15251, Binnenmilieu-gerelateerde inputparameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek); gebruik en comfortcriteria (woongebouwen en niet-residentiële gebouwen)



Opleidingen en seminars

- ▶ Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen <https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>

Raadpleeg gratis alle documentatie!



Muriel BRANDT

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

