

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIE: BASISPRINCIPES

LENTE 2025

Hoe ventileren?

Voorstelling van de verschillende systemen en hun
voor- en nadelen

Muriel BRANDT



- ▶ Voorstelling van de basisprincipes van hygiënische ventilatie, van de 4 mogelijke ventilatiesystemen en hun uitvoeringen, en de voor- en nadelen ervan
- ▶ Een overzicht geven van de energetische uitdagingen



HYGIËNISCHE VENTILATIE

- ▶ **Vervuiling van de binnenomgeving**
 - ▶ Doelstellingen
 - ▶ Hoe ?
 - ▶ Ongunstige opties

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

ENERGIE



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



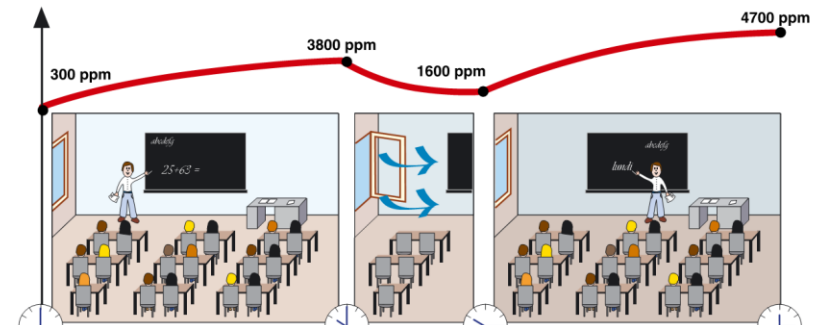
5 VERVUILING VAN DE BINNENOMGEVING

Polluenten met betrekking tot het gebruik door mensen

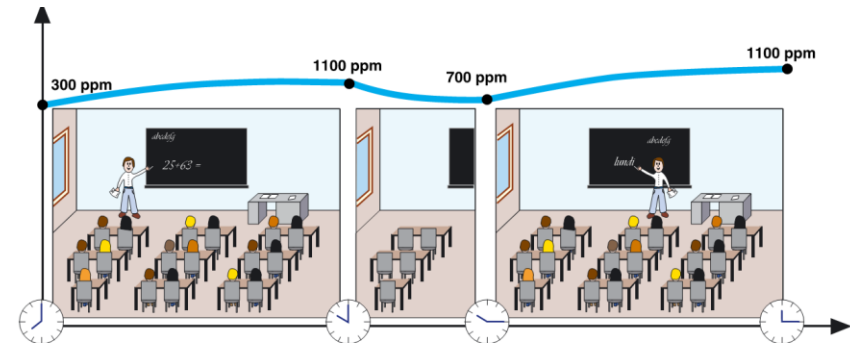
- Geuren (lichaamsgeuren, keukens, wc's, afval, huisdieren, ...)
- Tabaksrook
- Vochtigheid (60 – 500 g/uur per persoon)
- CO₂-gehalte
- ...

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)

nlb 13779 (2007)
standards for .be

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**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, ...



7 VERVUILING VAN DE BINNENOMGEVING

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



HYGIËNISCHE VENTILATIE

- Vervuiling van de binnenomgeving
- **Doelstellingen**
- Hoe ?
- Ongunstige opties

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

ENERGIE



- ▶ 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



HYGIËNISCHE VENTILATIE

- Vervuiling van de binnenomgeving
- Doelstellingen
- **Hoe ?**
- Ongunstige opties

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

ENERGIE



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

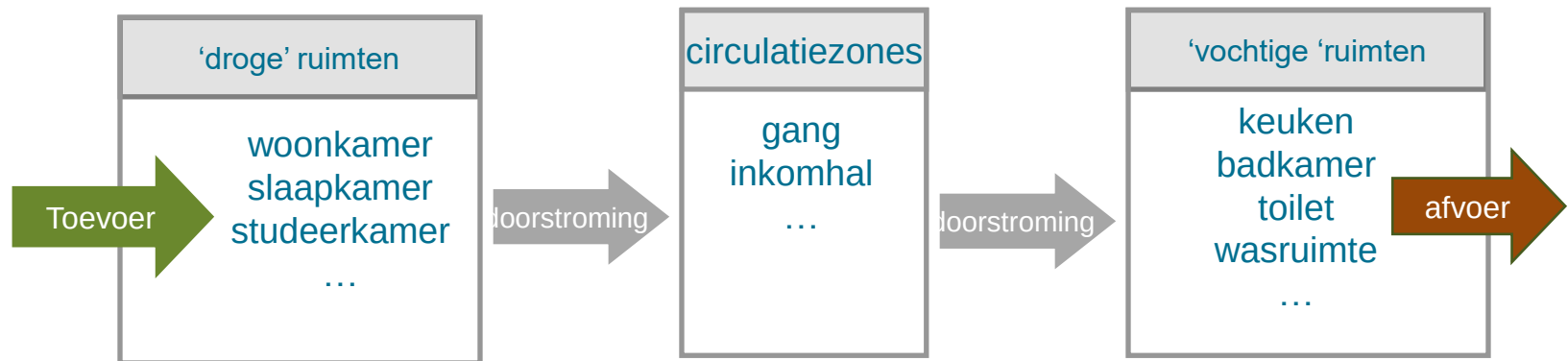


Ideaal systeem

- ▶ Toevoer en afvoer van lucht in elke ruimte

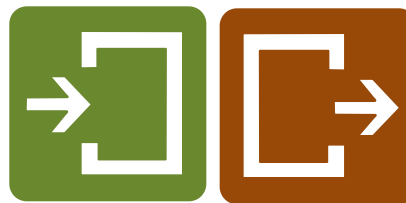
Vereenvoudigd systeem (schema voor woongebouw)

- ▶ 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



HYGIËNISCHE VENTILATIE

- Vervuiling van de binnenomgeving
- Doelstellingen
- Hoe ?
- **Ongunstige opties**

DE SYSTEMEN

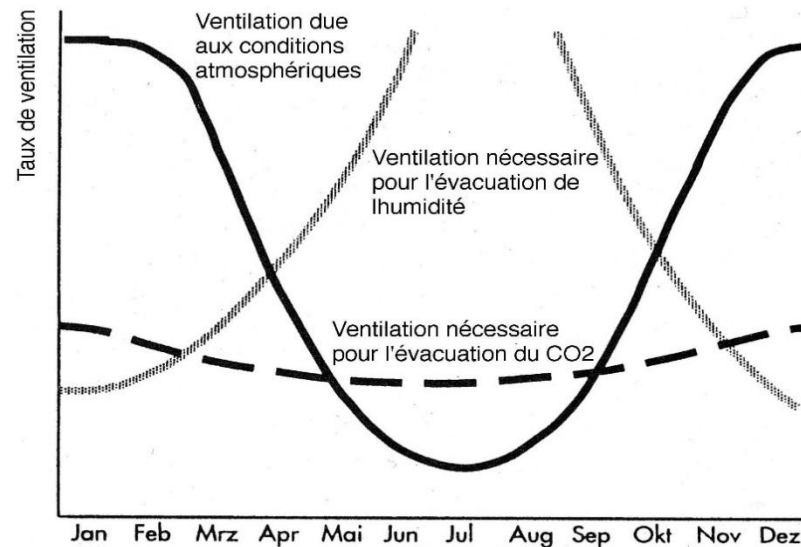
DE COMPONENTEN

ENERGIE



Rekenen op de slechte luchtdichtheid van de gebouwschil

- ▶ Non-conform (EPB-regelgeving)
- ▶ Te wisselvallig: afhankelijk van de weersomstandigheden (windsnelheid en temperatuur)
- ▶ Debieten zijn meestal ontoereikend
- ▶ Impact op het verbruik en het comfort



Ventileren door de vensters te openen

- ▶ Non-conform (EPB-regelgeving), behalve bij intensieve ventilatie
- ▶ Actie van de mens
- ▶ Te grote en niet-continue debieten
- ▶ Impact op het verbruik en het comfort
- ▶ Verhoogd inbraakrisico
- ▶ Eventueel binnendringen van insecten en regen

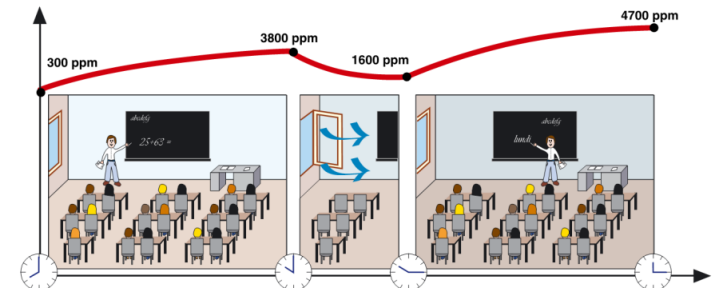
⇒ **Gebouw met hoge prestaties**
 ≠ **bouw zonder opengaande vensters**

NBN
13779 (2007)

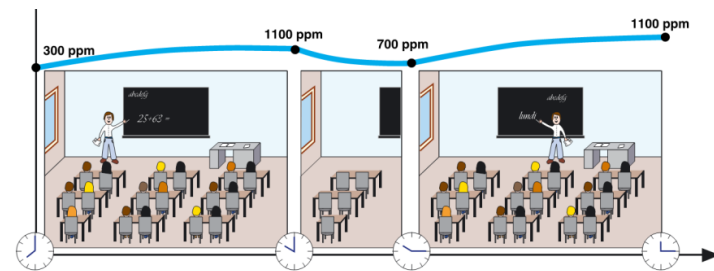
Tableau A.10 — Niveaux de CO₂ dans les pièces

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

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)

Bron: CETIAT



HYGIËNISCHE VENTILATIE

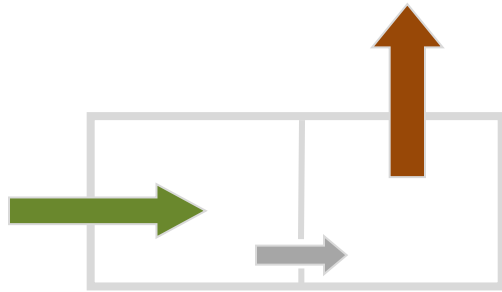
DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

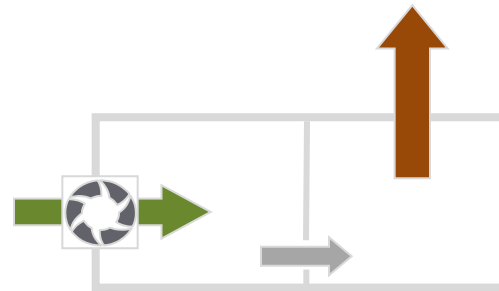
ENERGIE



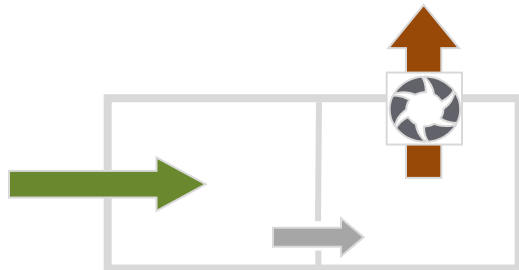
- A.** natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



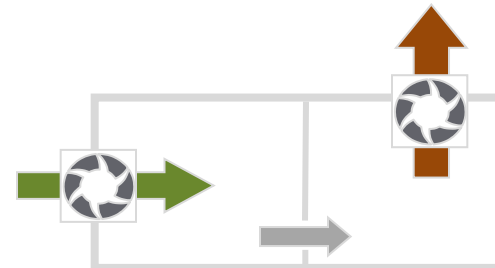
- B.** mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



- C.** natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer

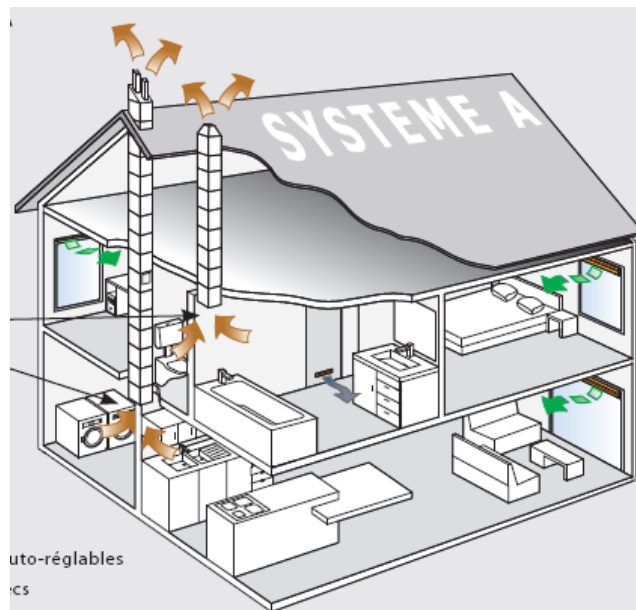


- D.** mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



Systeem A: natuurlijke toevoer & natuurlijke afvoer

- ▶ Toevoer: instelbare roosters
- ▶ Doostroming: spleten of roosters
- ▶ Afvoer: instelbare roosters aan begin van verticale kanalen



Bron: Renson



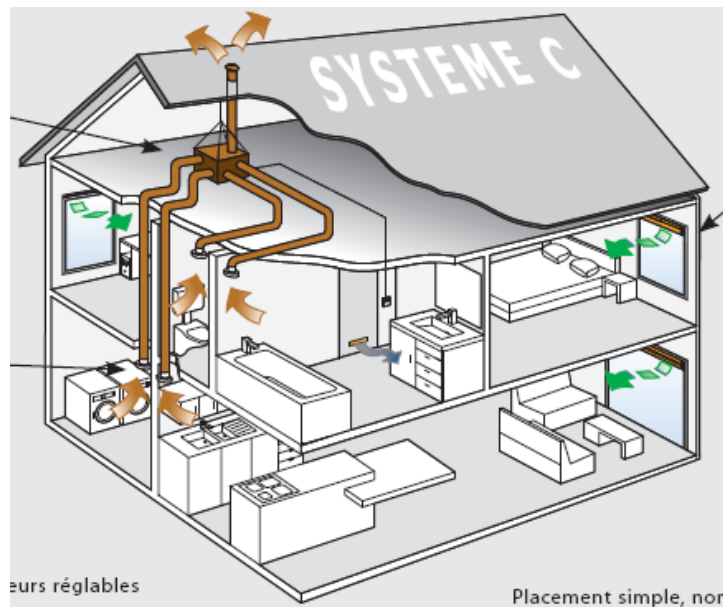
Systeem B: mechanische toevoer & natuurlijke afvoer

- ▶ Toevoer: ventilator(en)
- ▶ Doostroming: spleten of roosters
- ▶ Afvoer: instelbare roosters aan begin van verticale kanalen



Systeem C: natuurlijke toevoer & mechanische afvoer

- ▶ Toevoer: regelbare roosters
- ▶ Doostroming: spleten of roosters
- ▶ Afvoer: ventilator(en)



Bron: Renson



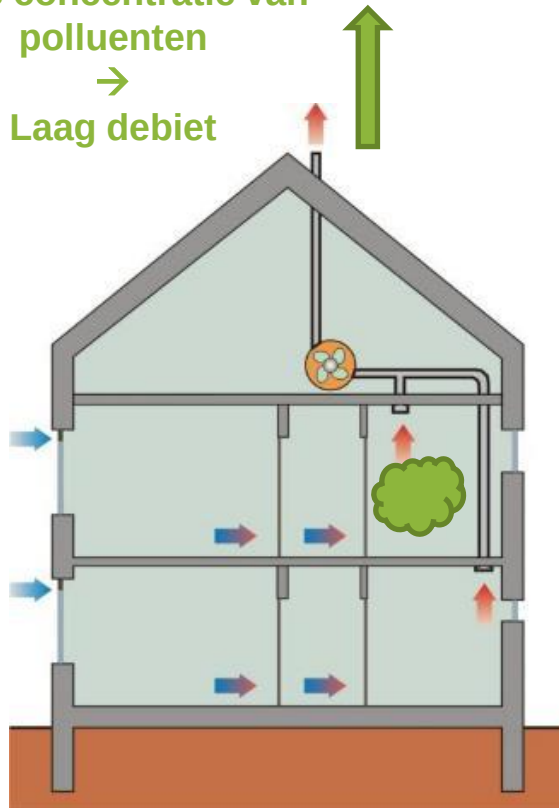
Geregeld systeem C (“C+”)

- ▶ Regeling overeenkomstig de sensoren (RV, CO₂, VOS, aanwezigheid)
- ▶ Vermindering van verliezen en verbruik

Lage concentratie van
polluenten



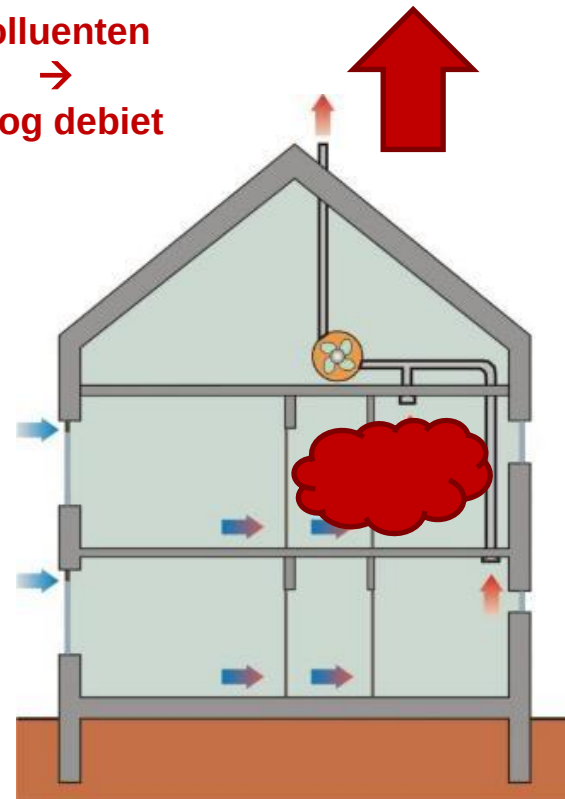
Laag debiet



Hoge concentratie van
polluenten



Hoog debiet



Geregeld systeem C (“C+”)

► Principe

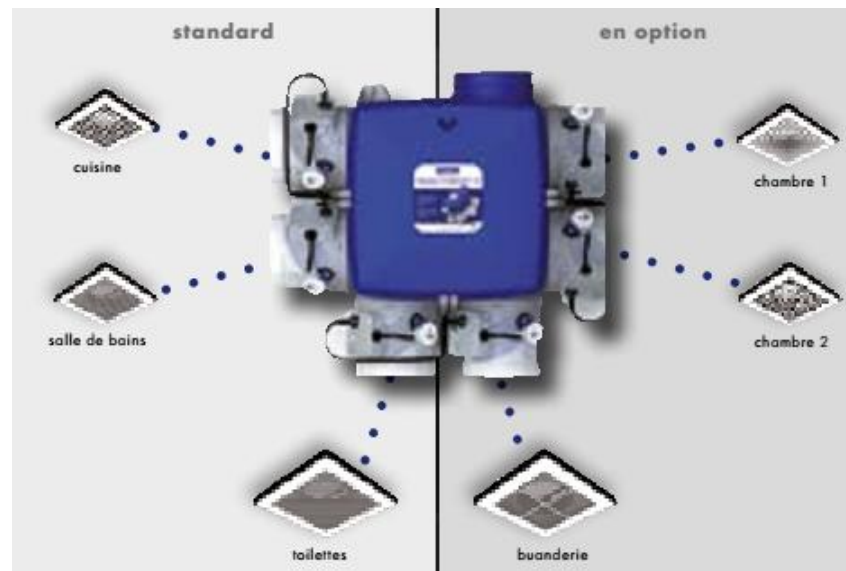
- Regeling van het extractiedebiet volgens bezetting
Badkamer, wasplaats: vochtdetectie
Toiletten: vochtdetectie
Keuken: vochtdetectie + bewegingsdetectie
- De sensoren regelen de luchttoevoer niet



Bron: Renson

Geregeld systeem C (“C+”)

- ▶ Beperkt
 - Het luchtdebiet wordt geregeld op basis van de bezetting in de vochtige vertrekken. ‘s Nachts is het luchtdebiet minimaal, zodat de luchtkwaliteit in de slaapkamers niet noodzakelijk gegarandeerd is.
- ▶ Verbetering is mogelijk
 - Bijkomende luchtafzuiging in de slaapkamers.

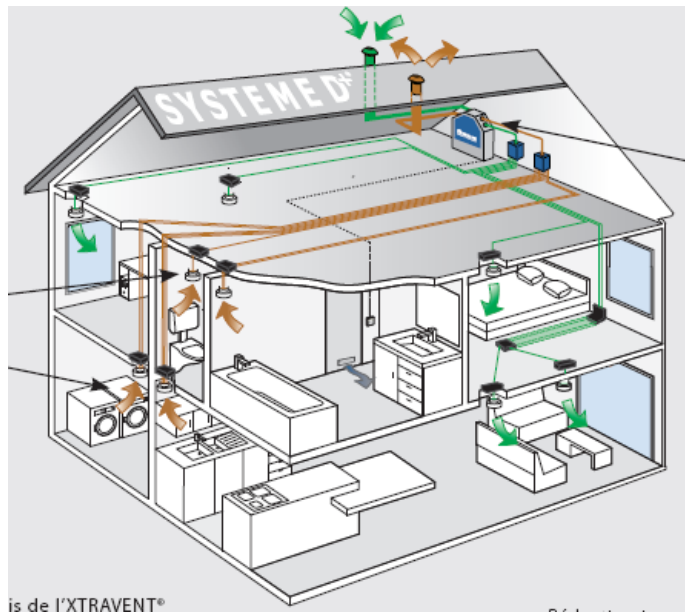


Bron: Renson



Systeem D: mechanische ventilatie met dubbele stroom

- ▶ Toevoer: ventilator(en)
- ▶ Doorstroming: spleten of roosters
- ▶ Afvoer: ventilator(en)



Bron: Renson



HYGIËNISCHE VENTILATIE
DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

- ▶ **Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen**
- ▶ Warmteterugwinning

ENERGIE



Luchttoevoeropening

- ... mechanisch



Muurventilator

Bron: Helios



Ventilator in beglazing

Bron:

- ... regelbaar



Ventilatiekast

Bron: Renson



Schuifrooster

Bron: Renson



Doorstroomopening

- ▶ Spleet onder de deur
- ▶ Roosters



Muurrooster

Bron: Buildwise



Akoestische deurroosters

Bron: Renson



Luchtafvoeropening

► ...mechanisch



Lokale afzuigventilator
Bron: Soler & Palau



Kanaalventilator
Bron: Soler & Palau

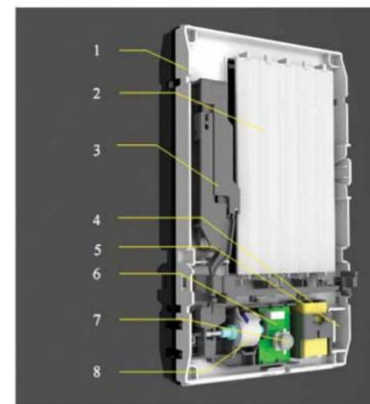


Raamventilator
Bron: Soler & Palau

► ...regelbaar



Rooster met manuele regeling
Bron: Renson



Rooster met automatische regeling
Bron: Schiedel

- 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



Dubbelstroomgroep

- Eengezinswoning



- $\dot{V} = \rightarrow 500 \text{ m}^3/\text{u}$
- $\eta_{\text{warmtewisselaar}} = 85 \%$

- Tertiair gebouw, gecentraliseerde woning, enz.



- $\dot{V} = 1200-27000 \text{ m}^3/\text{u}$
- $\eta_{\text{warmtewisselaar}} = 75 \%$

Distributie

► Kanalen



Verzinkt staal



Polypropyleen



Soepele aluminiumkanalen



Kanalen in textiel (enkel inblazing)

Distributie

► Toebehoren



Ronde geluiddemper
Bron: Trox



Coulissengeluiddemper
Bron: Trox



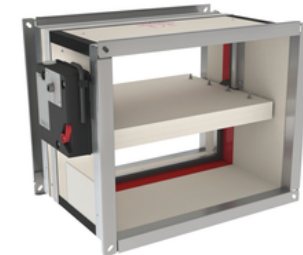
Flexibele geluiddemper
Bron: Lindab



Regelkleppen
Bron: Energie +



Brandkleppen
Bron: RFT



HYGIËNISCHE VENTILATIE DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

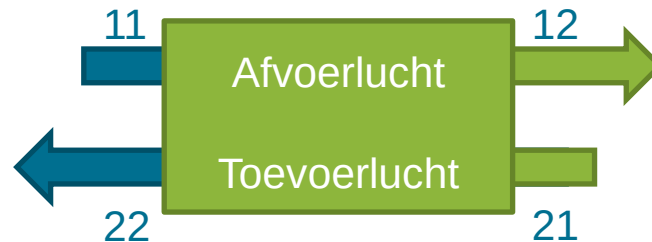
- ▶ Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- ▶ **Warmteterugwinning uit de afgevoerde lucht**

ENERGIE



Verliezen door hygiënische ventilatie

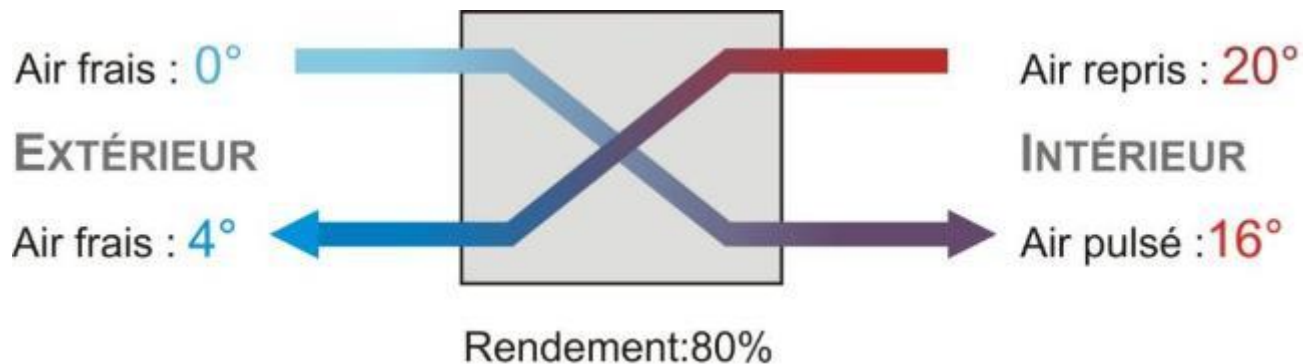
- Een warmtewisselaar laat toe een deel van de energie uit de afgevoerde lucht terug te winnen om deze aan de verse buitenlucht af te geven



Verliezen door hygiënische ventilatie

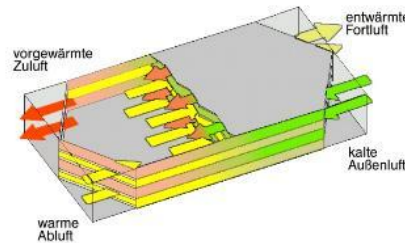
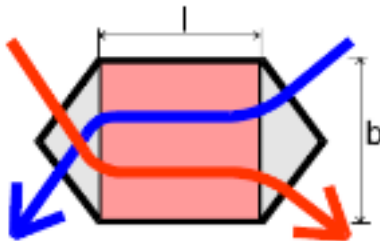
- ▶ Voorbeeld: woning met 300 m³/u bij een buitentemperatuur van 0°C
 - Zonder recuperatie: verliezen van **2024 W**
 - Met recuperatie: verliezen van **408 W**

⇒ **Verliezen gedeeld door 5!**



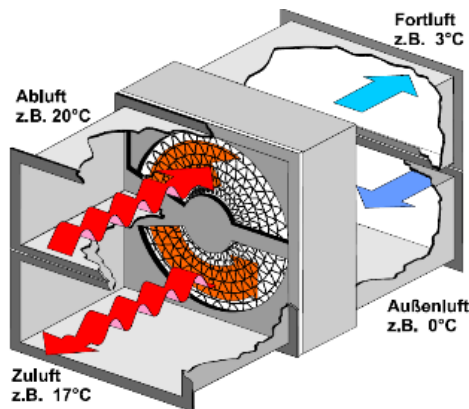
Warmtewisselaars (de meest voorkomende)

- Tegenstroom-platenwarmtewisselaar



$$\eta = 80 - 90 \%$$

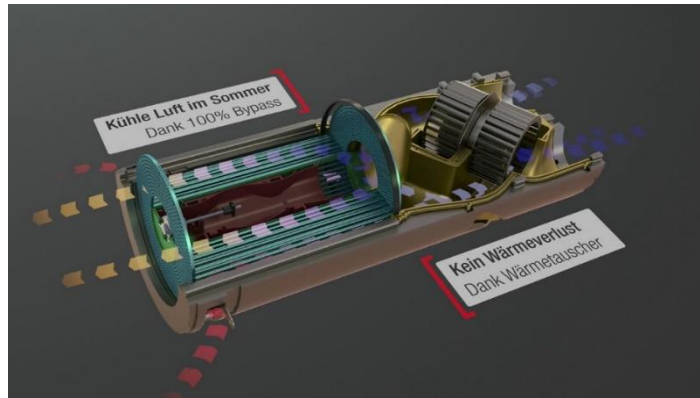
- (Niet-)hygroscopische roterende warmtewisselaar



$$\eta = 50 - 70 \%$$



Gedecentraliseerd systeem met dubbele stroom en warmteterugwinning



Bron: Wolf

$\eta \pm 70 \%$



Bron: Airria

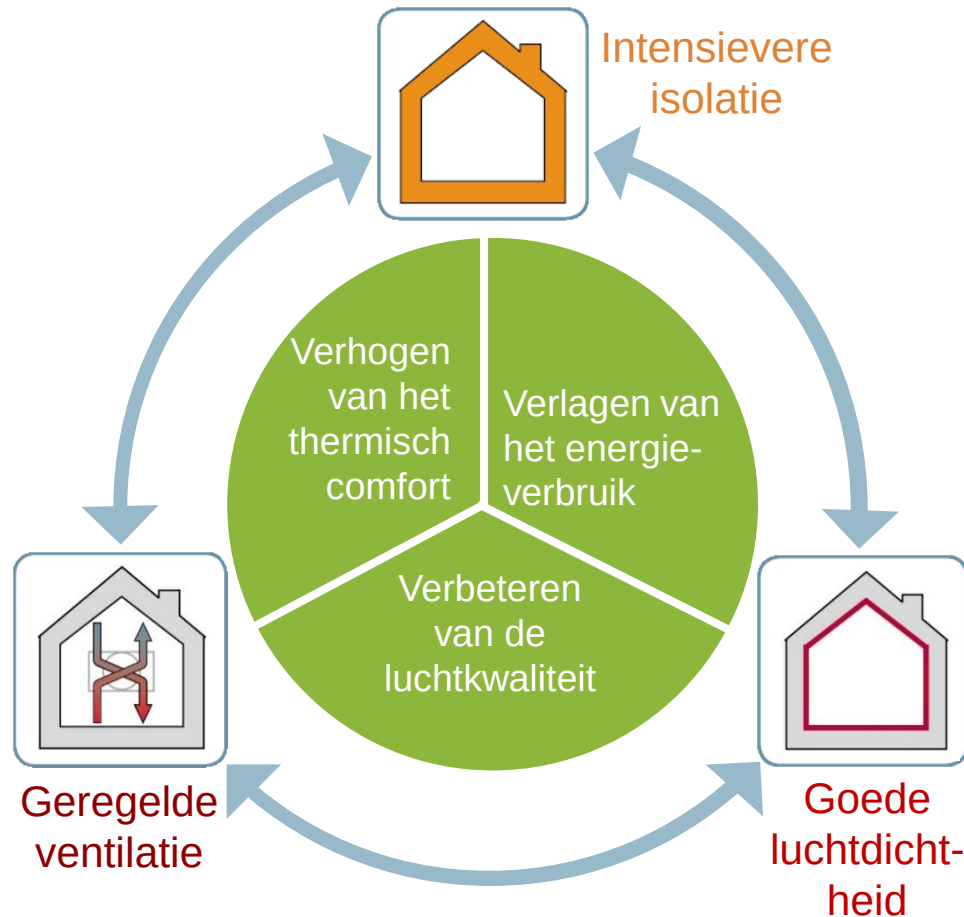


HYGIËNISCHE VENTILATIE
DE SYSTEMEN
DE COMPONENTEN
ENERGIE



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

- Hoe de verliezen eigen aan ventilatie beperken?



Bron: ULg - CIFEUL



Gezondheid en comfort <> energie

- ▶ Hygiënische luchtverversing is vereist om de kwaliteit van de binnenlucht te garanderen

Maar...

- ▶ 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

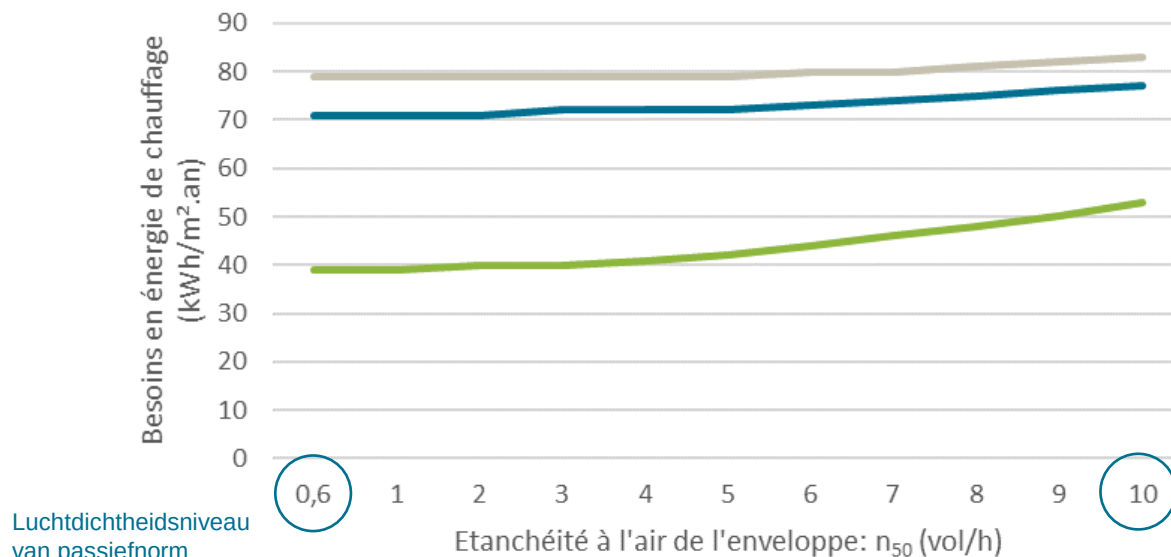


Ventilatieverliezen

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

⇒ **Belang van de regeling**

Opake scheidingsconstructies : $U_{\text{gem}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vensters/deuren : $U_{\text{gem}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$



C non régulé
 $f_{\text{réduc}} = 1$

C régul. centrale
 $f_{\text{réduc}} = 0,90$

C régul. locale
 $f_{\text{réduc}} = 0,43$

Berekening op basis van het PHPP
Bron: écorce

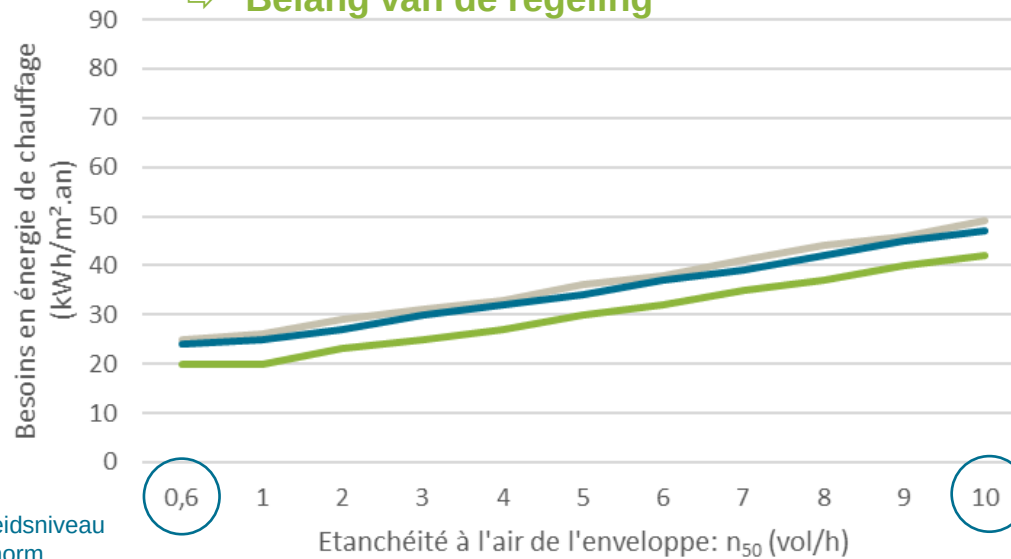


Ventilatieverliezen

- 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



Luchtdichtheidsniveau van passiefnorm

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

Balans gebouw "RODE DRAAD"

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

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

— 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

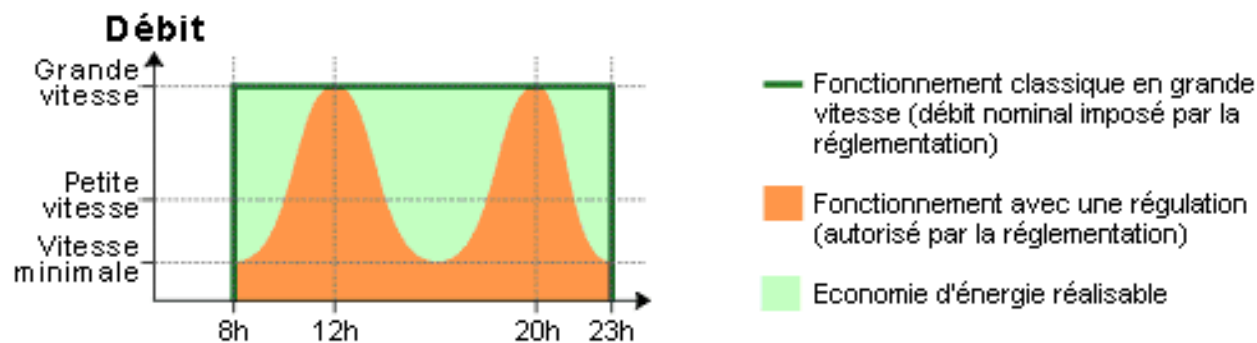


Regeling

- ▶ Hoe?
 - Met een klok
 - Volgens bezetting
 - Met voelers en sensoren (luchtkwaliteit)

⇒ Verlagen van het energieverbruik

- Elektriciteitsverbruik van de groep ↘
- Energieverliezen door ventilatie ↘



Bron: Energie +





- ▶ De ventilatie speelt een belangrijke rol op het niveau van comfort, en ook voor de gezondheid van de bewoners en het gebouw
- ▶ De norm NBN D50-001 beschrijft 4 mogelijke ventilatiesystemen
 - A: natuurlijke toevoer + natuurlijke afvoer
 - B: mechanische toevoer + natuurlijke afvoer
 - C: natuurlijke toevoer + mechanische afvoer
 - D: mechanische toevoer + mechanische afvoer
- ▶ Ventilatie is noodzakelijk om een goede luchtkwaliteit te garanderen, maar brengt tevens een te beheersen energieverlies met zich mee
- ▶ De mechanische ventilatie met dubbele stroom maakt de energieverliezen te beperken door een warmtewisselaar
- ▶ De regeling maakt het mogelijk de luchtkwaliteit te handhaven en tegelijk de debieten te beheersen en de energieverliezen te beperken





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Thema Energie

[Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen](#)



Websites

- ▶ [Energie+ | Ventilation double flux](#)
- ▶ [Buildwise | Infofiches ventilatie van gebouwen](#)



Publicaties

- ▶ Norm NBN D50-001 (1): dimensionering (residentieel)
- ▶ Norm NBN EN 15251: gebruik en comfortcriteria (tertiair en residentieel)



Opleidingen en seminars

- ▶ Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen
<https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>
Ventilatie: Ontwerp en regeling
- ▶ Raadpleeg [gratis](#) alle documentatie!



Muriel BRANDT

Projectingenieur
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

