OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIE : BASISPRINCIPES

LENTE 2023

Hoe ventileren?

Voorstelling van de verschillende systemen en van hun voor- en nadelen

Julie RENAUX

écorce INGÉNIERIE&CONSULTANCE

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE



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

INHOUDSTAFEL

INLEIDING

- **Uitdagingen**
- Ongunstige opties
- Basisprincipes

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

- Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- Warmteterugwinning

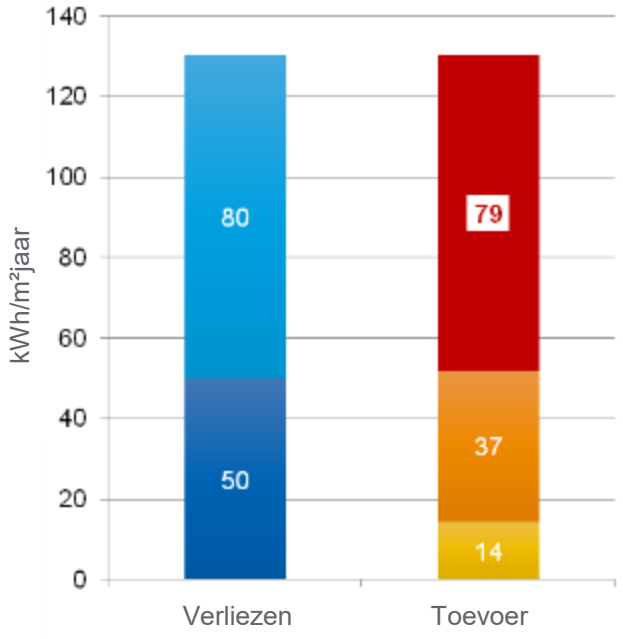
HET NET

- Centralisatie/decentralisatie
- Regeling

4 UITDAGINGEN

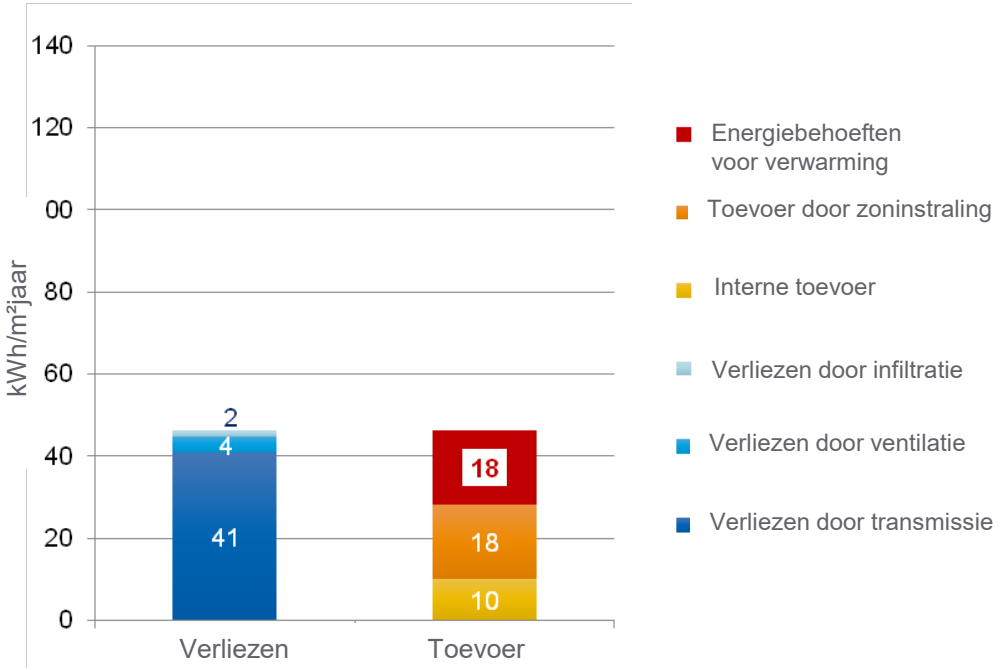
De warmteverliezen beperken (gecontroleerde ventilatie)

- Energiebalans: invloed van het ventilatiesysteem op de verwarmingsbehoefte



Balans gebouw "RODE DRAAD"
Geïsoleerde gebouwschil + Enkele stroom

$U_{gem,\ opake\ scheidingsconstructies}$ = 0,12 W/m²K
$U_{gem,\ vensters/deuren}$ = 1 W/m²K
Type ventilatie: systeem C ongereguleerd
($f_{réduc}$=1)
Dichtheid (v50) = 12 m³/h.m²



Balans gebouw "RODE DRAAD"
Geïsoleerde gebouwschil + dichtheid V2 + dubbele stroom

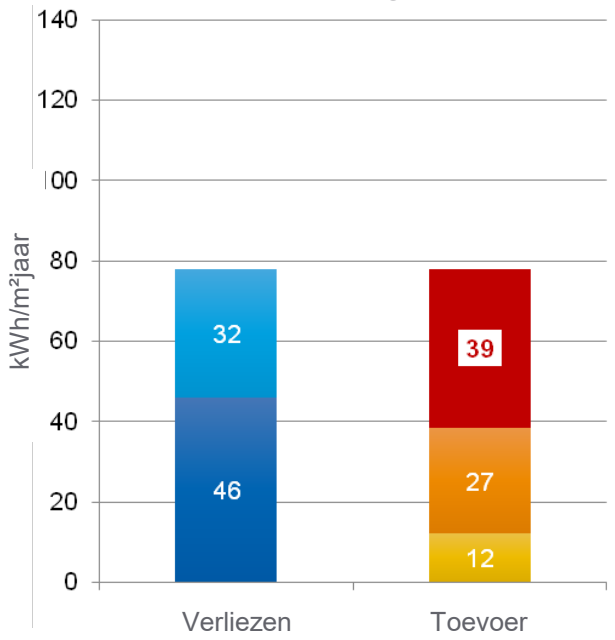
$U_{gem,\ opake\ scheidingsconstructies}$ = 0,12 W/m²K
$U_{gem,\ vensters/deuren}$ = 1 W/m²K
Type ventilatie: systeem D met warmteterugwinning
Dichtheid v50 = 0,75 m³/h.m²
n50 = 0,6 vol/h

Bron: écorce

5 UITDAGINGEN

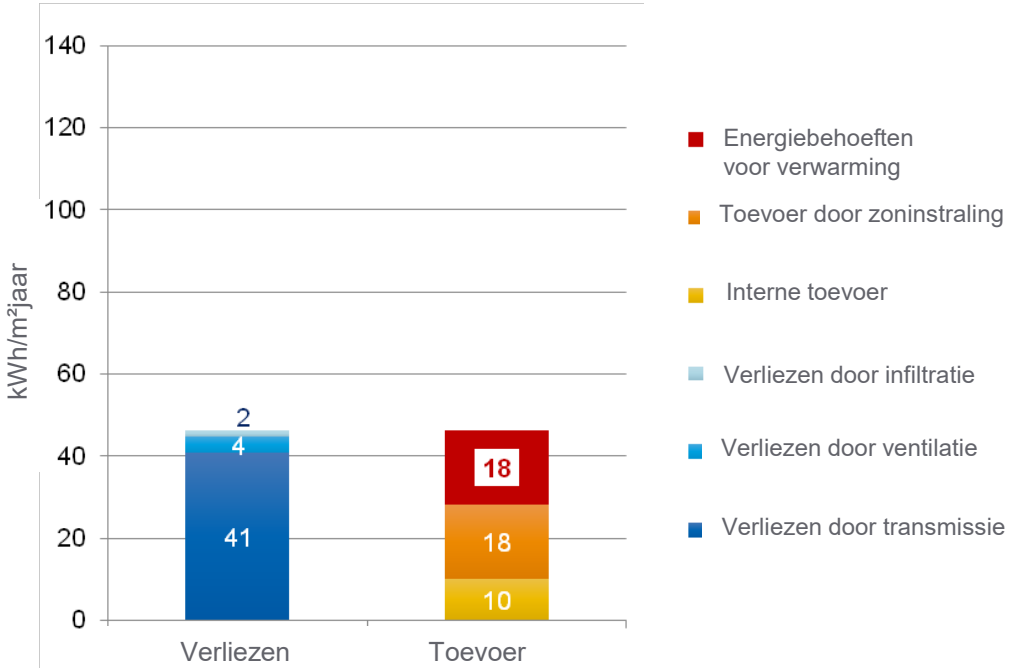
De warmteverliezen beperken (gecontroleerde ventilatie)

- Energiebalans: invloed van het ventilatiesysteem op de verwarmingsbehoefte



Balans gebouw "RODE DRAAD"
Geïsoleerde gebouwschil + Enkele stroom

$U_{gem,\ opake\ scheidingsconstructies}$ = 0,12 W/m²K
$U_{gem,\ vensters/deuren}$ = 1 W/m²K
Type ventilatie: systeem C gereguleerd
($f_{réduc}$=0,43)
Dichtheid (v50) = 12 m³/h.m²



Balans gebouw "RODE DRAAD"
Geïsoleerde gebouwschil + dichtheid V2 + dubbele stroom

$U_{gem,\ opake\ scheidingsconstructies}$ = 0,12 W/m²K
$U_{gem,\ vensters/deuren}$ = 1 W/m²K
Type ventilatie: systeem D met warmteterugwinning
Dichtheid v50 = 0,75 m³/h.m²
n50 = 0,6 vol/h

Bron: écorce

INHOUDSTAFEL

INLEIDING

- Uitdagingen
- **Ongunstige opties**
- Basisprincipes

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

- Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- Warmteterugwinning

HET NET

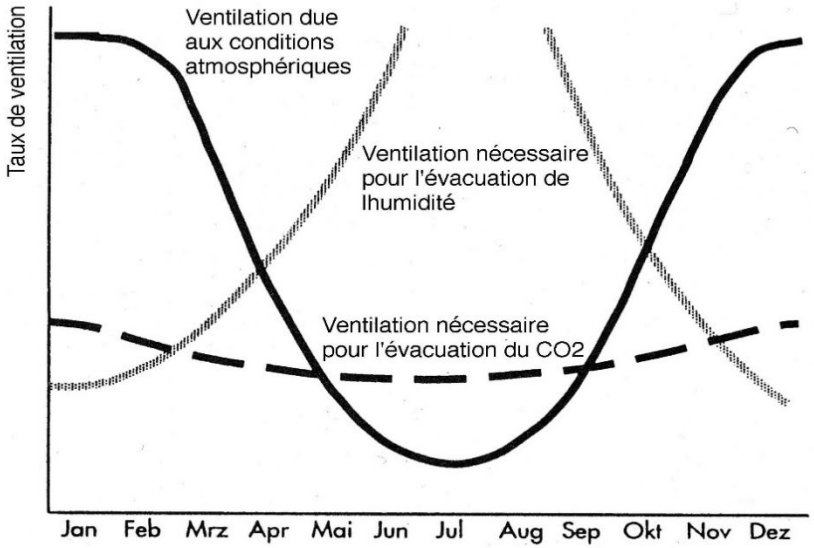
- Centralisatie/decentralisatie
- Regeling

7

ONGUNSTIGE OPTIES

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



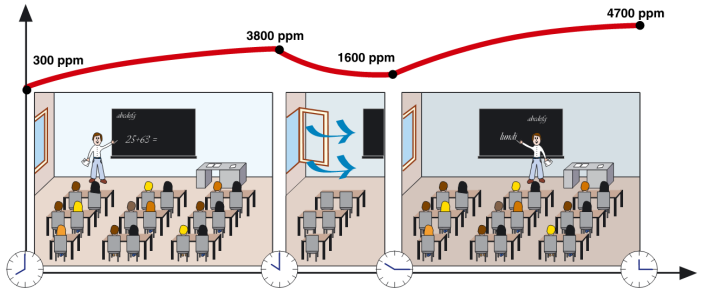
8 ONGUNSTIGE OPTIES

Ventileren door de vensters te openen

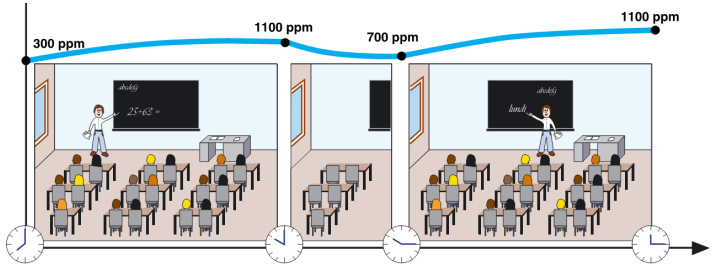
- Non-conform (EPB-regelgeving), behalve bij intensieve ventilatie
- Actie van de mens
- Te grote en niet-continue debieten
- Impact op het verbruik en het comfort
- Verhoogd inbraakrisico
- Eventueel binnendringen van insecten en regen

⇨ **Gebouw met hoge prestaties**
⇏bouw zonder opengaande vensters

Voorbeeld van evolutie van CO_2-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

NBN 13779 (2007)

Tableau A.10 — Niveaux de CO_2 dans les pièces

Catégorie	Niveau de CO_2 au dessus du niveau de l'air neuf en ppm*	
	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

INHOUDSTAFEL

INLEIDING

- Uitdagingen
- Ongunstige opties
- **Basisprincipes**

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN

- Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- Warmteterugwinning

HET NET

- Centralisatie/decentralisatie
- Regeling

BASISPRINCIPES

Ideaal systeem

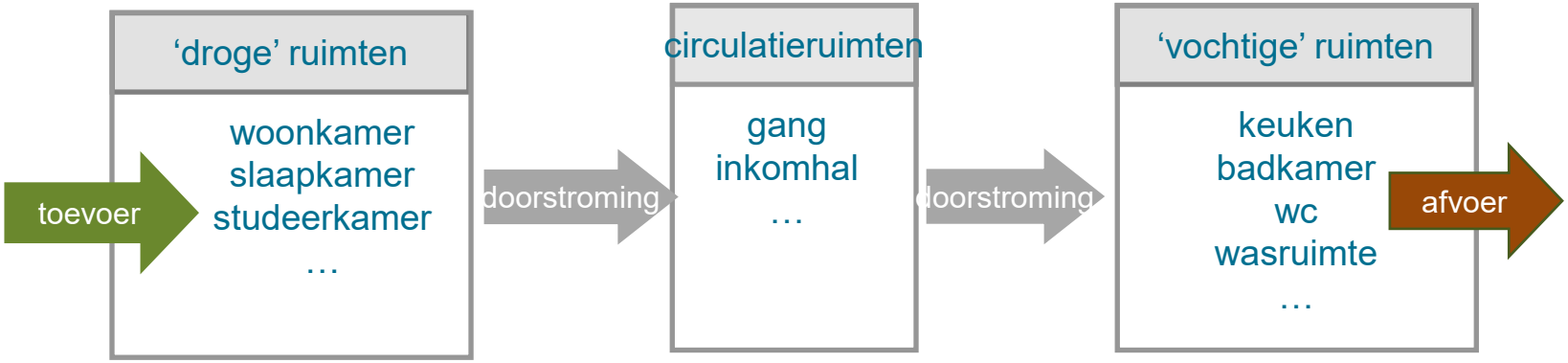
Toevoer en afvoer van lucht in elke ruimte

- Zeer zeldzaam (technisch ingewikkeld en duur)

Vereenvoudigd systeem (residentieel schema)

- Toevoer in de ‘droge’ ruimten
- Doorstroming via de circulatiezones
- Afvoer uit de ‘vochtige ‘ruimten

NBN 50.001

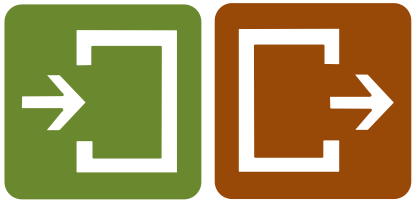


BASISPRINCIPES

Gebalanceerde debieten

Geen luchtophoping in het gebouw

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



INHOUDSTAFEL

INLEIDING
- Uitdagingen
- Ongunstige opties
- Basisprincipes

DE SYSTEMEN

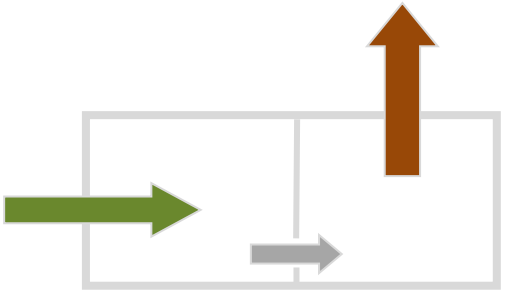
DE COMPONENTEN
- Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- Warmteterugwinning

HET NET
- Centralisatie/decentralisatie
- Regeling

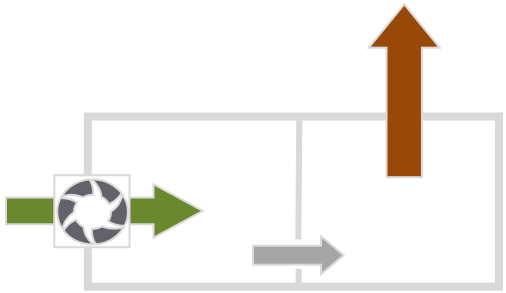
13

DE SYSTEMEN - PRINCIPES

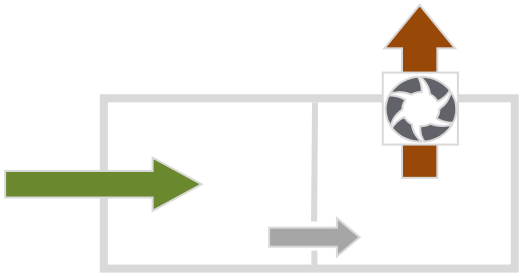
A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



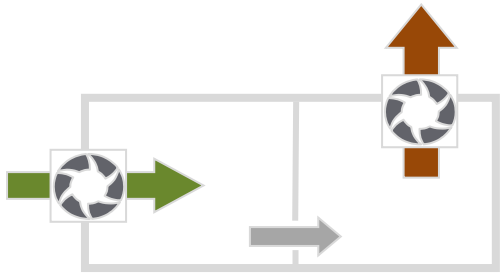
B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



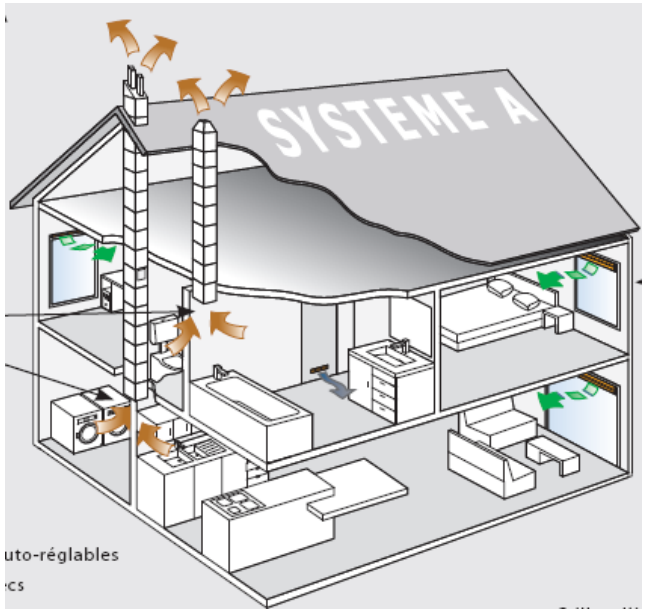
D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

Systeem A: natuurlijke toevoer & natuurlijke afvoer

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



Bron: Renson

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

- Voor- en nadelen

+	-
• Niet duur • Geen elektriciteitsverbruik • Weinig onderhoud • Regeling rooster per rooster	• Geen debietcontrole • Complexiteit van de realisatie van de verticale kanalen en hoogte van de uitlaten • Manuele regeling, rooster per rooster • (Filteren van de toegevoerde lucht) • (Buitengeluiden) • Toegevoerde ‘koude’ lucht = energieverlies en gebrek aan comfort • Gelijkmatige verdeling van de toegevoerde lucht minder goed verzekerd (centrale ruimte)

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

Systeem B: mechanische toevoer & natuurlijke afvoer

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

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

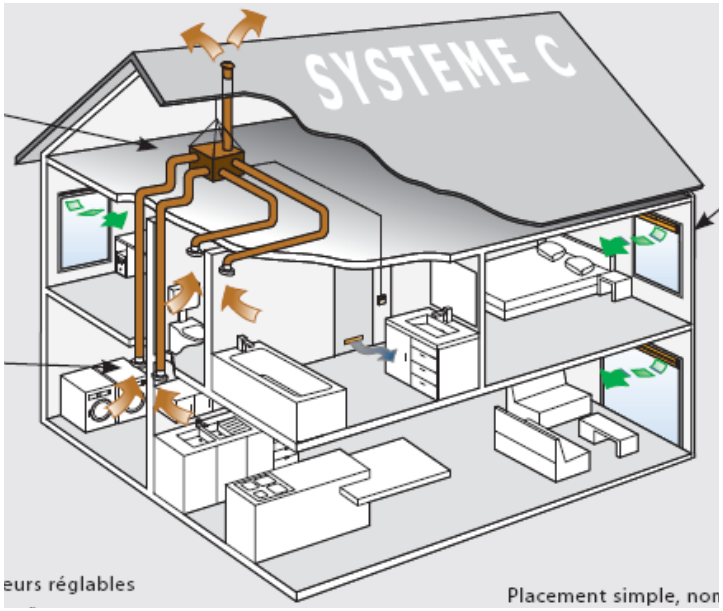
- Voor- en nadelen

+	-
• Goede verdeling van de verse lucht en controle van de debieten ervan • Vermindering van het risico van terugslag en infiltratie • Mogelijkheid van filtering van de toegevoerde lucht (algemeen) • Mogelijkheid van voorverwarming van de toegevoerde lucht	• Elektriciteitsverbruik • Onderhoud vereist • Bevordering van overdracht van vochtige lucht aan de wanden (gebouw in overdruk) • Geen controle over de afvoerluchtdebieten en geringe afvoerefficiëntie • Complexiteit van de realisatie van de verticale kanalen en hoogte van de uitlaten • Toegevoerde ‘koude’ lucht = energieverlies en gebrek aan comfort

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

Systeem C: natuurlijke toevoer & mechanische afvoer

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



Bron: Renson

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

- Voor- en nadelen

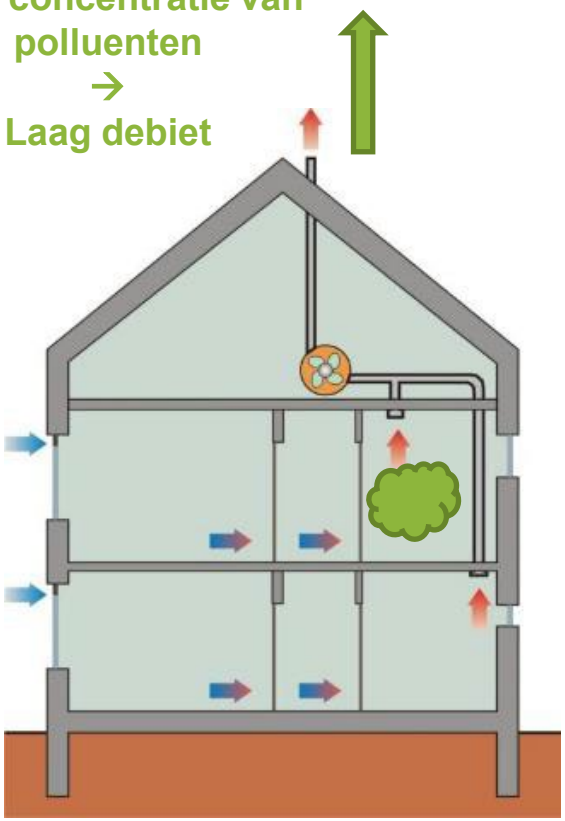
+	-
• Controle van de afvoer-luchtdebieten (en in mindere mate van de toevoerluchtdebieten) • Gebouw in onderdruk • Flexibele realisatie van de afzuiging • Mogelijkheid van regeling van de luchtafzuiging volgens kwaliteit en/of aanwezigheid (C+) • Voordeliger in gebruik dan systeem D • Energierecuperatie uit vervuilde lucht mogelijk (met warmtepomp)	• Elektriciteitsverbruik • Regelmatig onderhoud • Manuele regeling, rooster per rooster • (Filteren van de toegevoerde lucht) • (Buitengeluiden) • Toegevoerde ‘koude’ lucht = energieverlies en gebrek aan comfort • Appartementsgebouwen: risico van drukonevenwicht tussen woningen • Gelijkmatige verdeling van de toegevoerde lucht minder goed verzekerd (centrale ruimte)

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

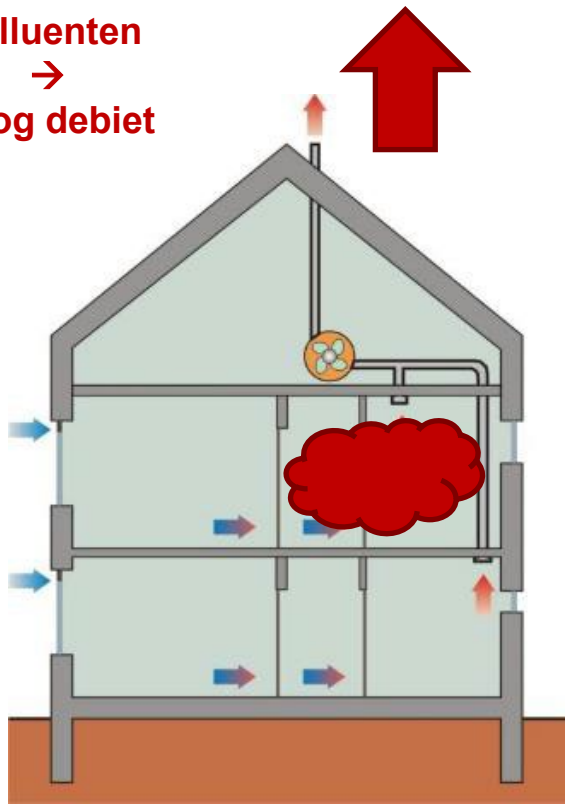
Geregeld systeem C (“C+”)

- Regeling naargelang van de sensoren (HR, CO2, COV, aanwezigheid)
- Vermindering van verliezen en verbruik

Lage concentratie van polluenten
→
Laag debiet



Hoge concentratie van polluenten
→
Hoog debiet



DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

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

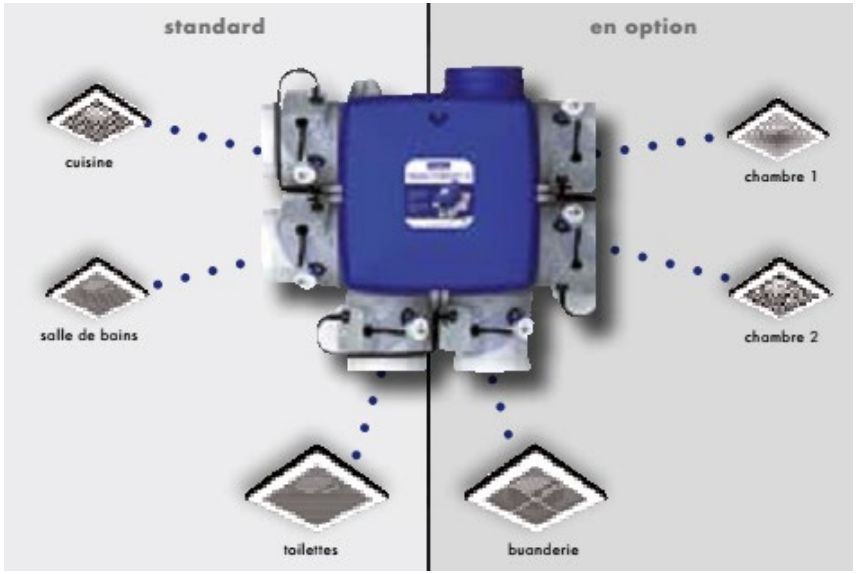


Bron: Renson

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

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.

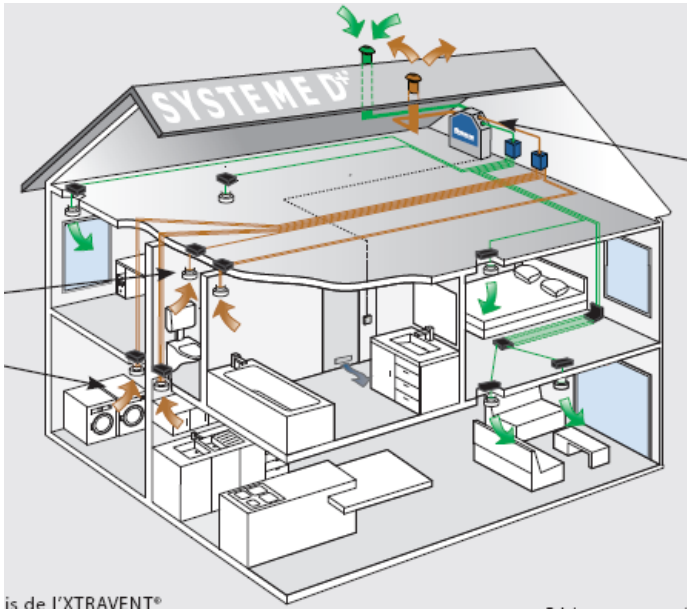


Bron: Renson

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

Systeem D: mechanische ventilatie met dubbele stroom

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



Bron: Renson

DE SYSTEMEN – VOOR- EN NADELEN

- Voor- en nadelen

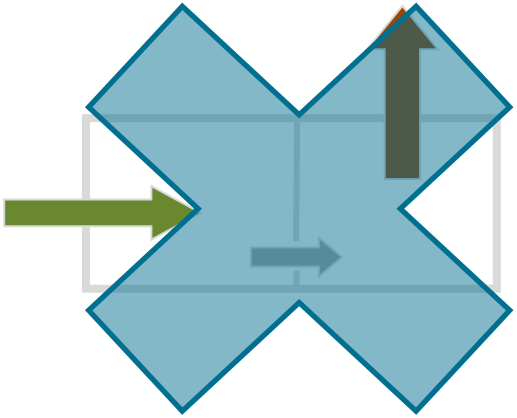
+	-
• Controle van de debieten (onafhankelijkheid van de weersomstandigheden en mogelijke regeling) • 'Voorverwarmde' toegevoerde lucht = energieterugwinning (positieve balans 'energieverbruik <> vermindering van de behoeften') en comfort • Geen overdracht van buitengeluiden • Filtering van de verse buitenlucht (globale filtering)	• Elektriciteitsverbruik • Regelmatig onderhoud • Kosten (die van systeem C niet gelijk aan nul) • Plaatsruimte van de kanalen en de groep (soms complex bij renovatie)

25

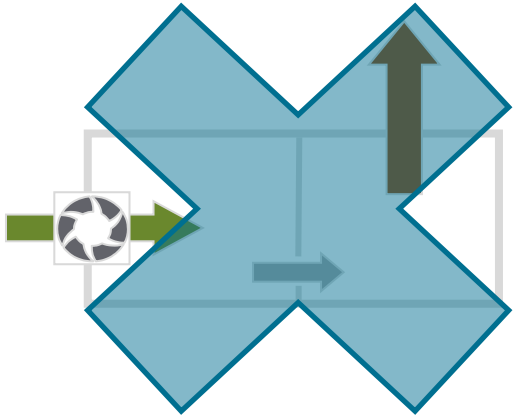
WELK SYSTEEM KIEZEN ?

Op het vlak van de energie

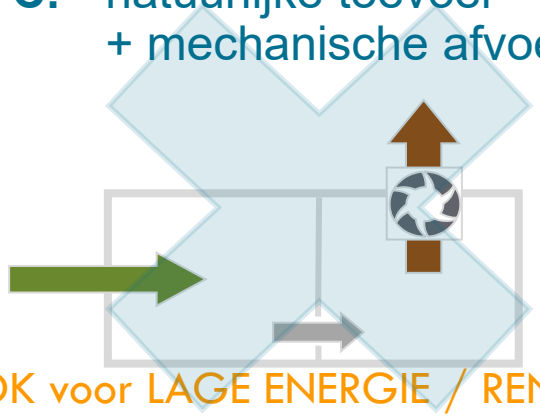
A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



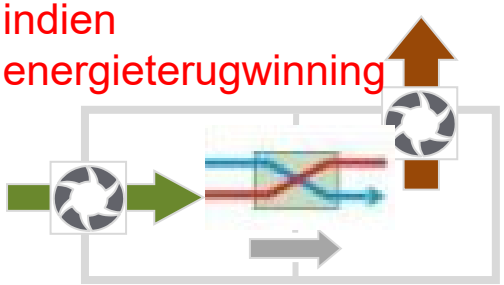
C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



~ OK voor LAGE ENERGIE / RENOVATIE

D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer

indien
energieterugwinning

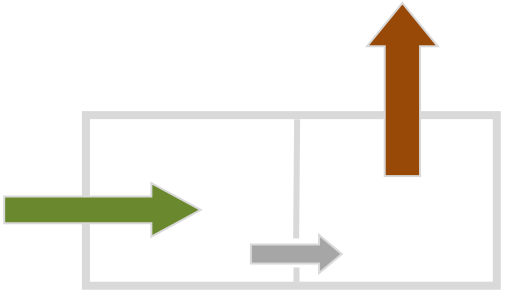


OK voor PASSIEF en LAGE ENERGIE

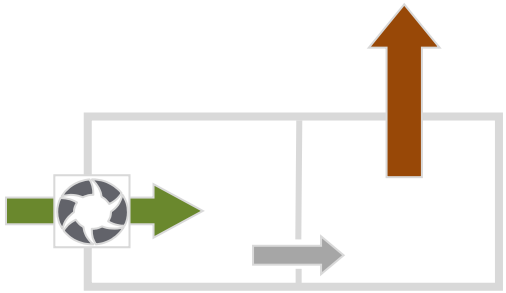
WELK SYSTEEM KIEZEN ?

Op het vlak van het ademhalingscomfort (luchtkwaliteit)

A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer

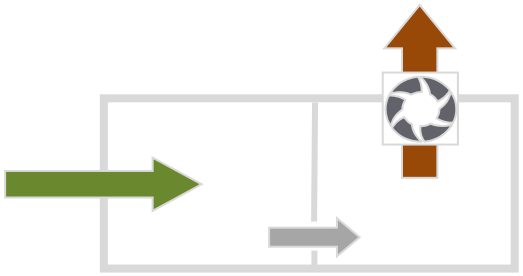


B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer

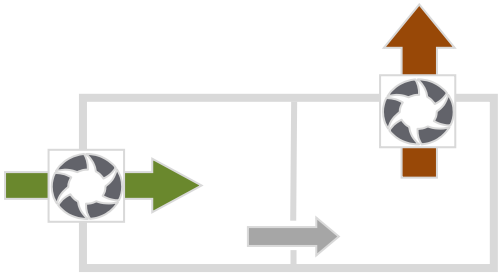


Complexiteit van de realisatie

C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer

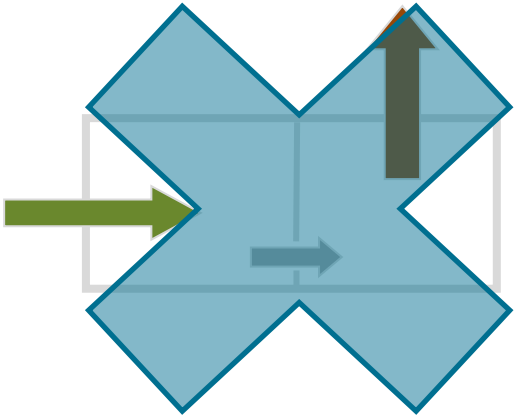


27

WELK SYSTEEM KIEZEN?

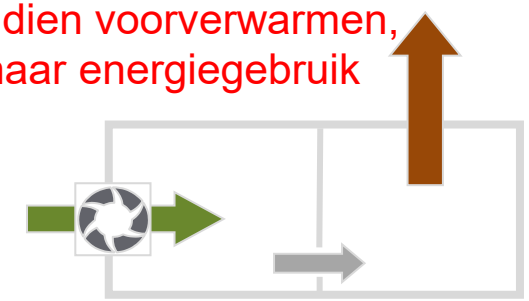
Op het vlak van het thermische comfort (winter)

A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer

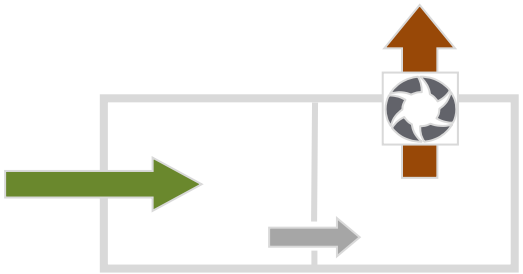


B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer

indien voorverwarmen,
maar energiegebruik

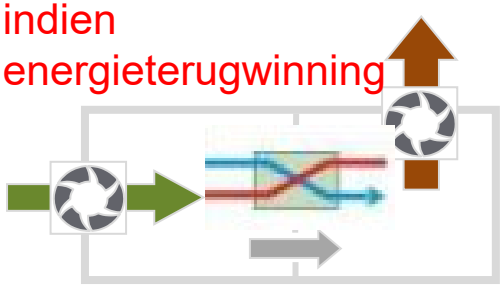


C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer

indien
energieterugwinning



WELK SYSTEEM KIEZEN?

Andere criteria

- Afvoer van de vochtigheid > systemen C en D zijn de efficiëntste
- Configuratie van de ruimten <> plaatsruimte van de installatie
- Installatiekosten <> exploitatiekosten
- Bestemming
- Eventuele behoefte aan behandeling van de verse buitenlucht
- Eventuele behoefte aan filtering van de verse buitenlucht
- EPB-reglementering (ventilatie <> isolatie)
- Ventilatie <> luchtdichtheid

INHOUDSTAFEL

INLEIDING
- Uitdagingen
- Ongunstige opties
- Basisprincipes

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN
- **Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen**
- Warmteterugwinning

HET NET
- Centralisatie/decentralisatie
- Regeling

TOEVOER-, DOORSTROOM- EN AFVOERINRICHTINGEN

Luchttoevoeropening

- ... mechanisch



Muurventilator
Bron: Helios



Ventilator in beglazing
Bron:

- ... regelbaar



Ventilatiekast
Bron: Renson



Schuifrooster
Bron: Renson

TOEVOER-, DOORSTROOM- EN AFVOERINRICHTINGEN

Doorstroomopening

- Spleet onder de deur
- Roosters



Muurrooster
Bron: WTCB





Akoestische deurroosters
Bron: Renson

TOEVOER-, DOORSTROOM- EN AFVOERINRICHTINGEN

Luchtafvoeropening

- …mechanisch



Lokale afzuigventilator
Bron: Soler & Palau



Kanaalventilator
Bron: Soler & Palau

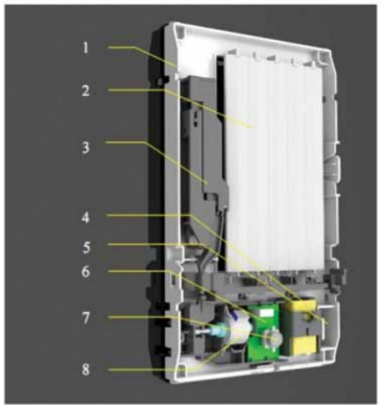


Raamventilator
Bron: Soler & Palau

- …regelbaar



Rooster met manuele regeling
Bron: Renson



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

Rooster met automatische regeling
Bron: Schiedel

TOEVOER-, DOORSTROOM- EN AFVOERINRICHTINGEN

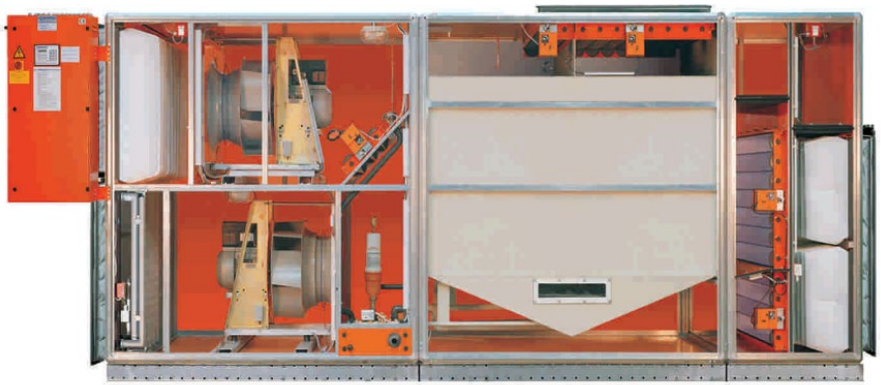
Dubbelstroomgroep

- Eengezinswoning



- $\dot{V}$= → 500 m³/h
- $\eta_{warmtewisselaar}$=85 %

- Tertiair gebouw, gecentraliseerde woning, enz.



- $\dot{V}$=1200-27000 m³/h
- $\eta_{warmtewisselaar}$=75 %

TOEVOER-, DOORSTROOM- EN AFVOERINRICHTINGEN

Distributie

- Kanalen



Verzinkt staal



Polypropyleen



Soepele aluminiumkanalen



Kanalen in textiel (enkel inblazing)

TOEVOER-, DOORSTROOM- EN AFVOERINRICHTINGEN

Distributie

- Toebehoren



Ronde geluiddemper
Bron: Trox



Coulissengeluiddemper
Bron: Trox



Flexibele geluiddemper
Bron: Lindab





Regelkleppen
Bron: Energie +





Brandkleppen
Bron: RFT

INHOUDSTAFEL

INLEIDING
- Uitdagingen
- Ongunstige opties
- Basisprincipes

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN
- Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- **Warmteterugwinning op de afvoerlucht**

HET NET
- Centralisatie/decentralisatie
- Regeling

WARMTETERUGWINNING UIT DE AFGEVOERDE LUCHT

Verliezen door hygiënische ventilatie

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

- 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



- De doeltreffendheid ervan wordt als volgt uitgedrukt (NBN EN 308)

η = rendement
t = temperatuur [°C]
x = absolute vochtigheid
[$kg_{water}/kg_{droge\ lucht}$]

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

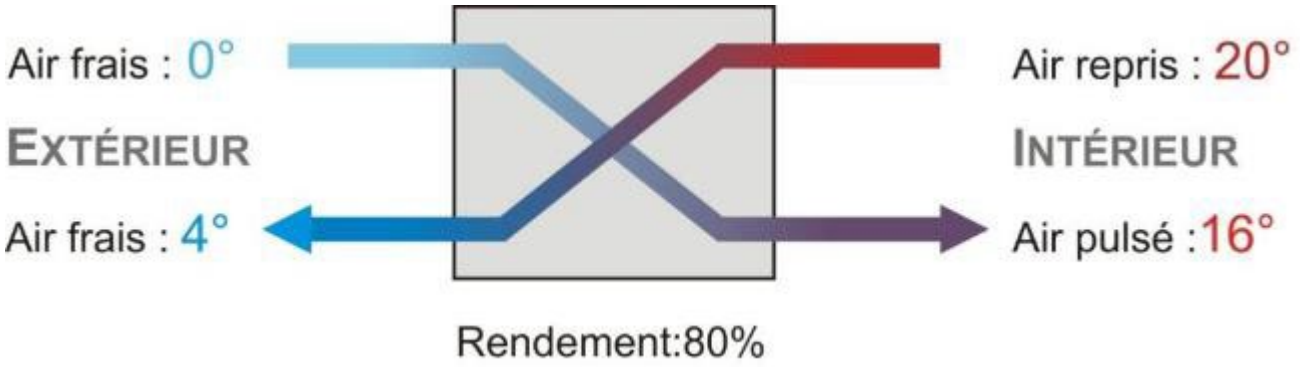
$$\eta_x = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}}$$ ⇨ Voor de vochtigheid

WARMTETERUGWINNING UIT DE AFGEVOERDE LUCHT

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!**

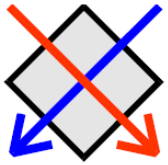


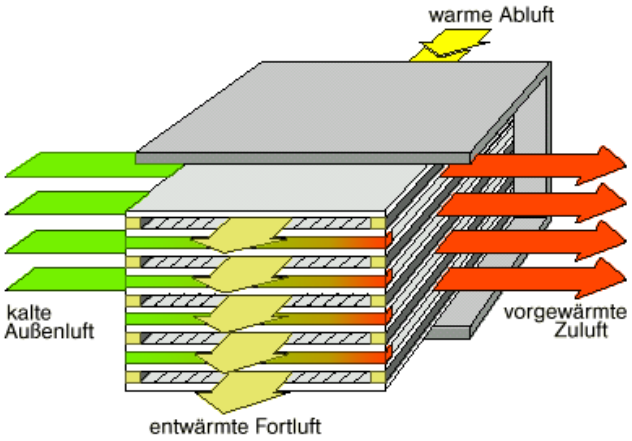
39

WARMTETERUGWINNING OP DE AFVOERLUCHT

Warmtewisselaars type recuperator

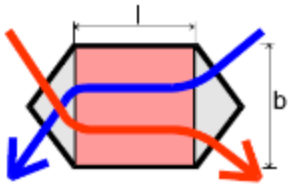
Kruisstroom-platenwarmtewisselaar

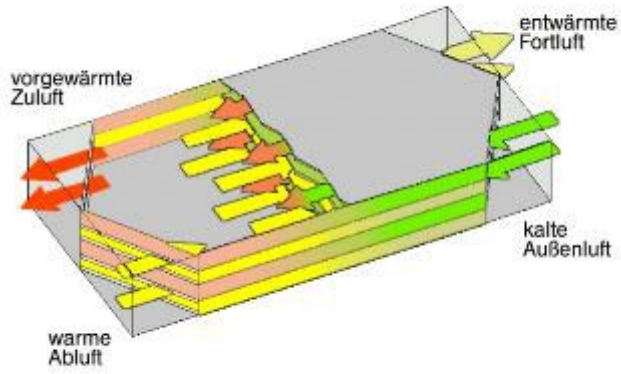




$\eta = 50 – 70\ \%$

Tegenstroom-platenwarmtewisselaar



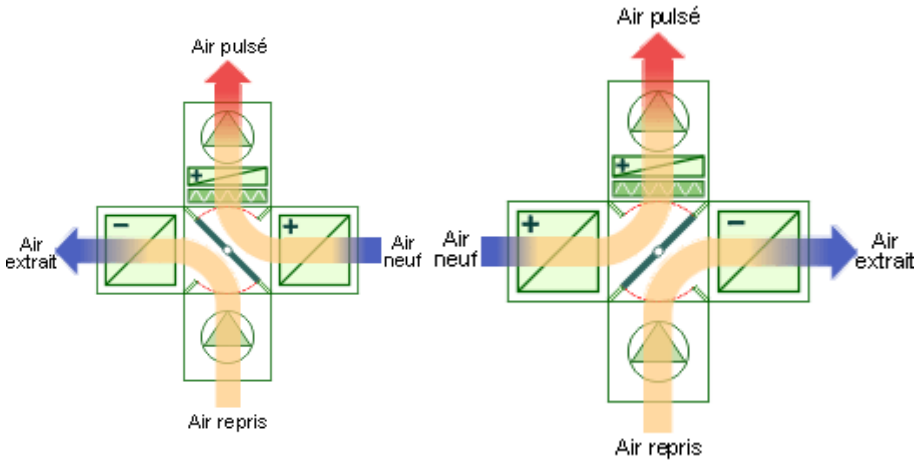


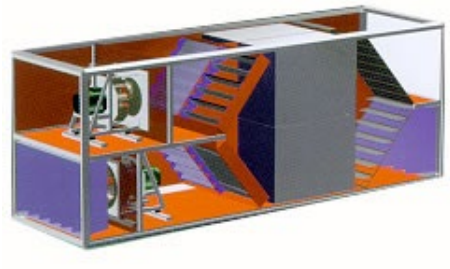
$\eta = 80 – 90\ \%$

WARMTETERUGWINNING OP DE AFVOERLUCHT

Warmtewisselaars type regenerator

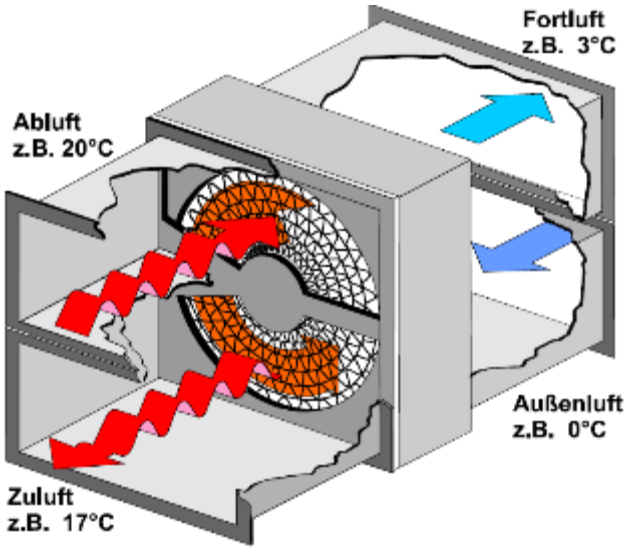
(niet-)hygroscopische statische warmtewisselaar type regenerator





$\eta = 75 – 92\ \%$

(niet-)hygroscopische roterende warmtewisselaar type regenerator



$\eta = 70 – 80\ \%$

INHOUDSTAFEL

INLEIDING
- Uitdagingen
- Ongunstige opties
- Basisprincipes

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN
- Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- Warmteterugwinning

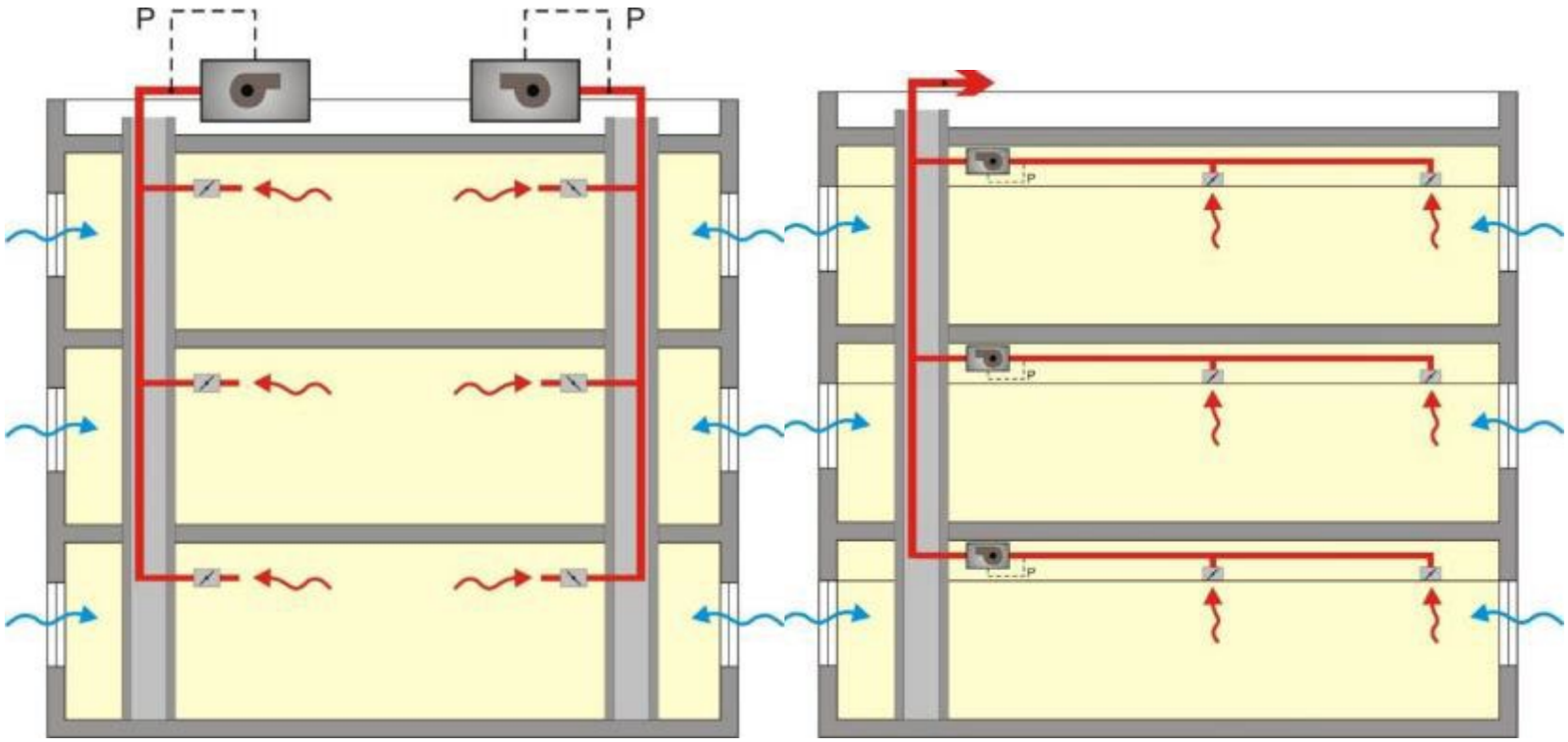
HET NET
- **Centralisatie/decentralisatie**
- Regeling

CENTRALISATIE/DECENTRALISATIE

Systeem C

Collectieve installatie

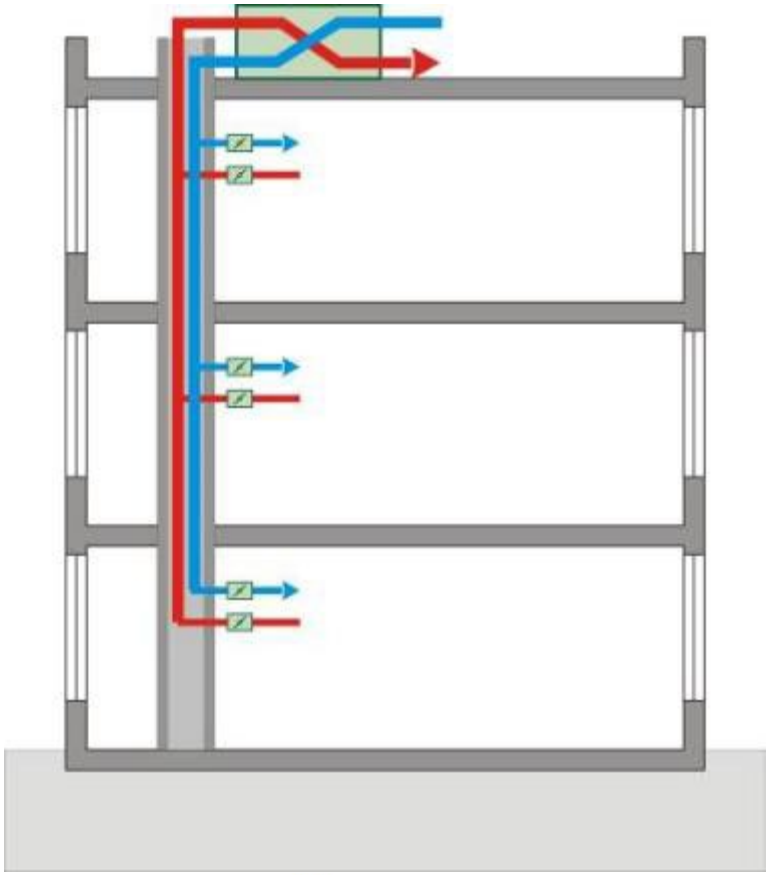
Individuele installaties



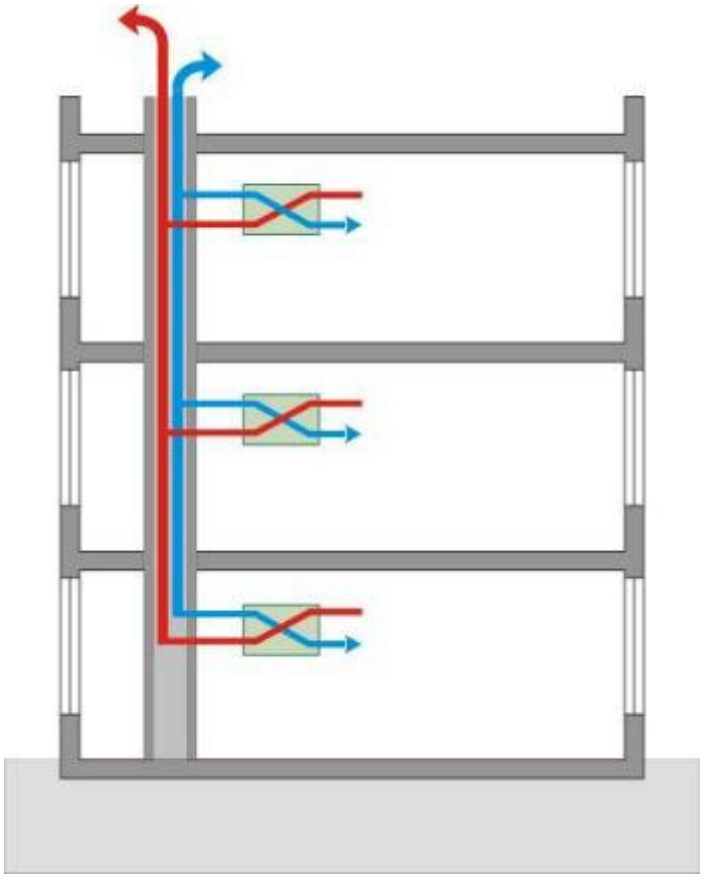
CENTRALISATIE/DECENTRALISATIE

Systeem D

Collectieve installatie



Individuele installaties



INHOUDSTAFEL

INLEIDING
- Uitdagingen
- Ongunstige opties
- Basisprincipes

DE SYSTEMEN

DE COMPONENTEN
- Toevoer-, doorstroom- en afvoerinrichtingen
- Warmteterugwinning

HET NET
- Centralisatie/decentralisatie
- **Regeling**

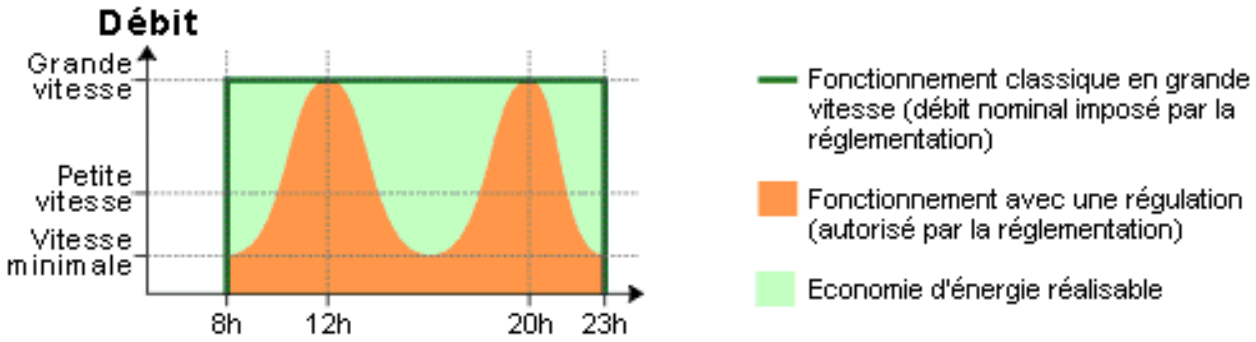
REGELING

Hoe?

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

Waarom?

- Verlagen van het energieverbruik
  - Elektriciteitsverbruik van de groep ↘
  - Energieverliezen door ventilatie ↘



Bron: Energie +

TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE?



- De ventilatie speelt een belangrijke rol op het niveau van comfort, en ook voor de gezondheid van de bewoners en het gebouw. Men moet er zo vroeg mogelijk in het project rekening mee houden.
- Ventilatie = energieverlies maar onmisbaar
- 4 systemen:
  - A: natuurlijke toevoer + natuurlijke afvoer
  - B: mechanische toevoer + natuurlijke afvoer
  - C: natuurlijke toevoer + mechanische afvoer
  - D: mechanische toevoer + mechanische afvoer
- De dubbelstroom mechanische ventilatie maakt het mogelijk de luchtkwaliteit te handhaven en tegelijk de debieten te beheersen en de energieverliezen te beperken door een warmtewisselaar

TOOLS

Gids duurzame gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Thema Energie

  Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen

Websites

- Energie+ | Ventilation double flux
- WTCB | Infofiches ventilatie van gebouwen

Publicaties

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

Opleidingen

- Ventilatie: ontwerp en regeling

CONTACT

Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce nv

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT