OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE: ONTWERP EN AFSTELLING

LENTE 2022

Waarom en hoe ventileren?

Julie RENAUX
écorce
INGENIERIE CONSULTANCE

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE



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

INHOUDSOPGAVE

WAAROM VENTILEREN?

HOE VENTILEREN?

WAAROM VENTILEREN?

Hoofddoel van ventilatie

- Luchtkwaliteit verzekeren
  - voor de **gebruikers**
  - voor het **gebouw**

⇨ HYGIËNISCHE VENTILATIE

Secundair doel van ventilatie

- De koeling van het gebouw in de zomer mogelijk maken

⇨ INTENSIEVE VENTILATIE

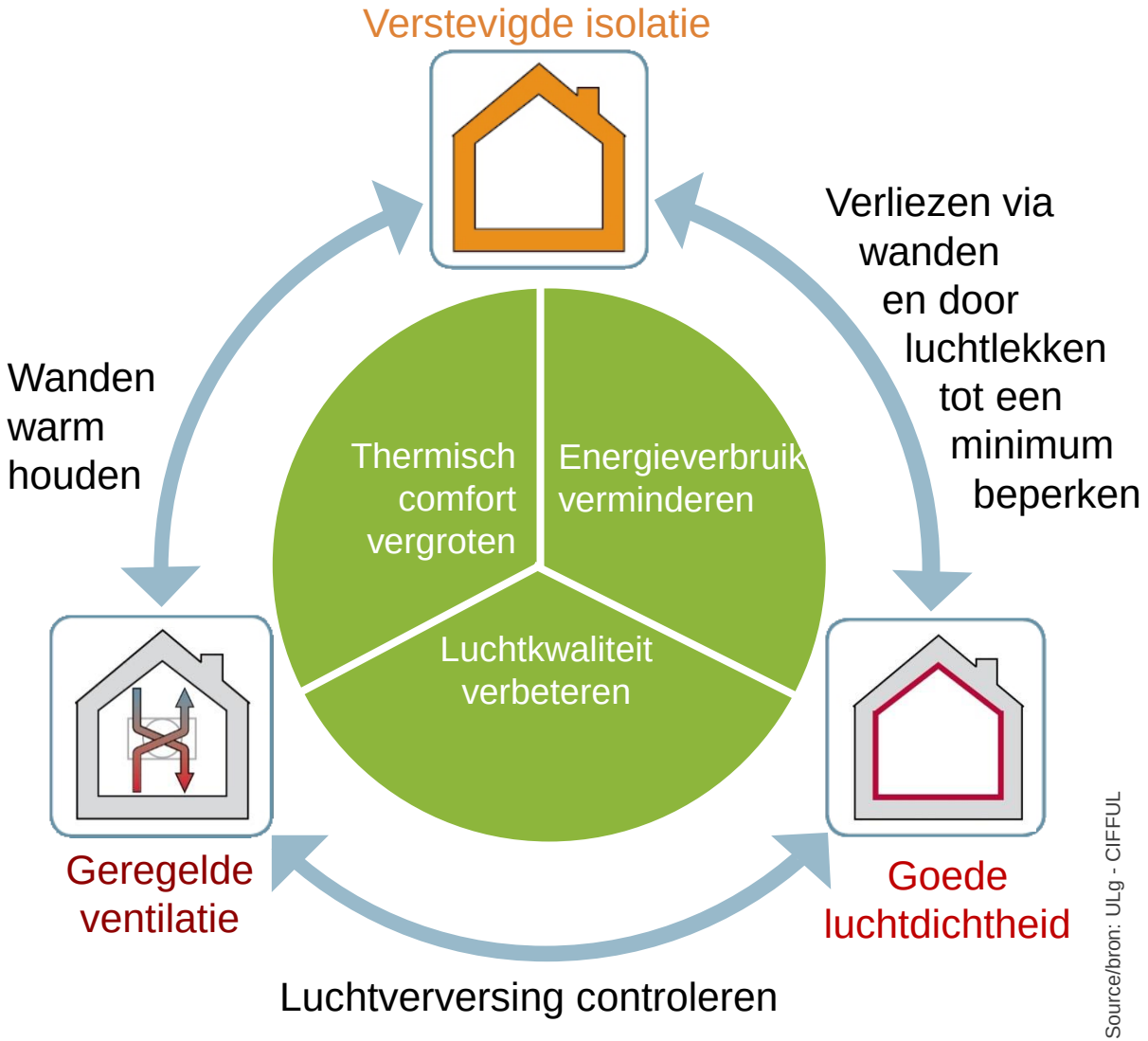
- Evacueer verontreinigende stoffen onder "uitzonderlijke" gebruiksomstandigheden (bijv.: renovatiewerken)

⇨ KLIMAATREGELING

Verder kan ventilatie

- zorgen voor de klimaatregeling van het gebouw (als vector voor de verwarming, de koeling en de bevochtiging of ontvochtiging van de lucht)

5 WAAROM VENTILEREN?



INHOUDSOPGAVE

WAAROM VENTILEREN ?

- **Hygiënische ventilatie**
- Intensieve ventilatie
- Klimaatregeling

HOE VENTILEREN ?

7

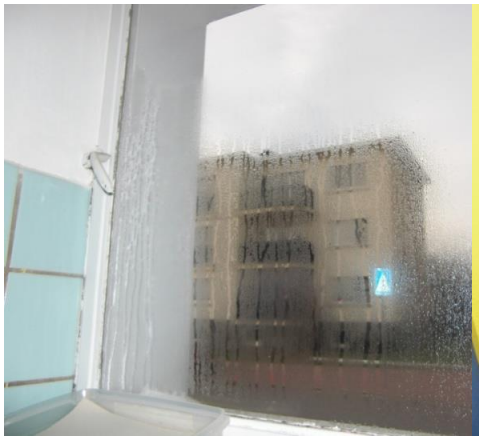
HYGIËNISCHE VENTILATIE

De binnenomgeving is onderhevig aan verschillende soorten vervuiling verbonden aan

- het gebruik ervan door mensen
- het gebouw en zijn uitrustingen
- de omgeving

Deze vervuiling is nadelig voor

- de gezondheid
- het comfort
- de productiviteit van de gebruikers
- de gezondheid van het gebouw





HYGIËNISCHE VENTILATIE

Een voldoende en hoogwaardige ventilatie kan een aanvaardbare luchtkwaliteit in het gebouw handhaven

Voor de gezondheid en het comfort van de bewoners en gebruikers

- Verdunnen en afvoeren van de vervuilers door de vervuilde lucht door verse lucht te vervangen
- Door de vochtigheidsgraad te regelen

Voor de gezondheid van het gebouw

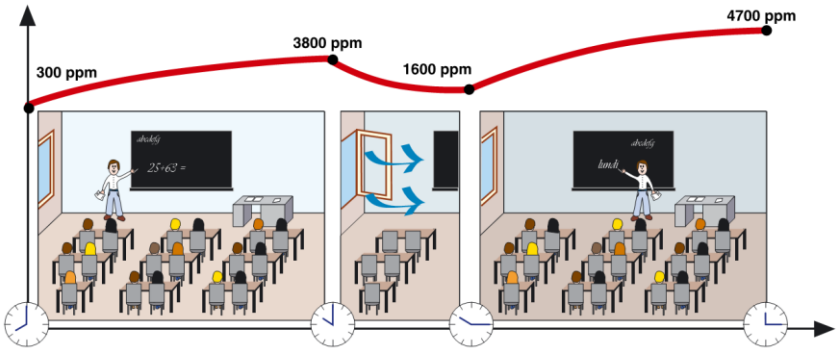
- Door de vochtigheidsgraad te regelen

9 HYGIËNISCHE VENTILATIE

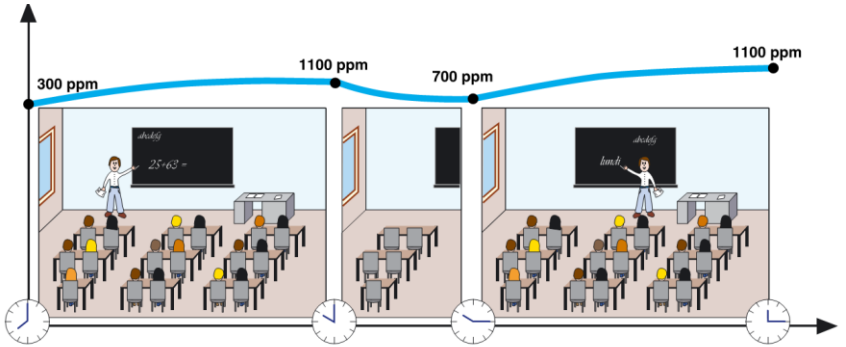
Mensgebonden vervuilers

- Geuren (lichaamsgeur, keuken, toiletten, afval, huisdieren, …)
- Tabaksrook
- Vocht (60 – 500 g/uur per persoon)
- CO_2
- …

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)

13779 (2007)

Tabel A.10 - CO_2 - niveau ruimte

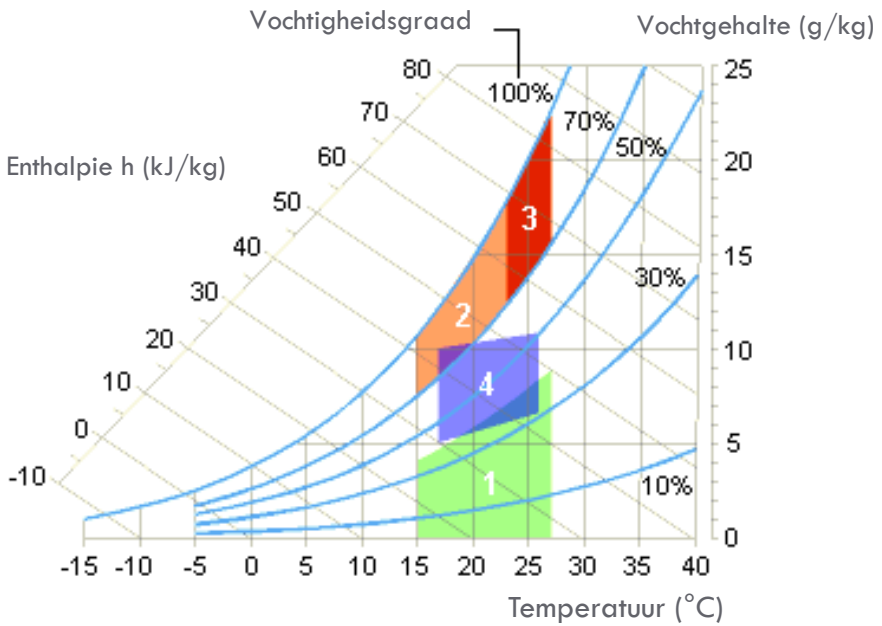
Klasse	CO_2 -niveau boven niveau van buitenlucht in ppm	
	Typische waarde	Standaardwaarde
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400 – 600	500
IDA 3	600 – 1 000	800
IDA 4	> 1 000	1 200

HYGIËNISCHE VENTILATIE

Vervuilers verbonden aan het gebouw en zijn uitrustingen

- Tapijt, vinyl
- Verf, lijm, oplosmiddelen (formaldehyde, …)
- Printers, kopieertoestellen, faxtoestellen, …
- CO (open verbrandingstoestellen)
- Condensatie en te grote vochtigheid ⇨ schimmels, zwammen,…

Condensatie - zones: diagram van Mollier



Bron: R. Fauconnier

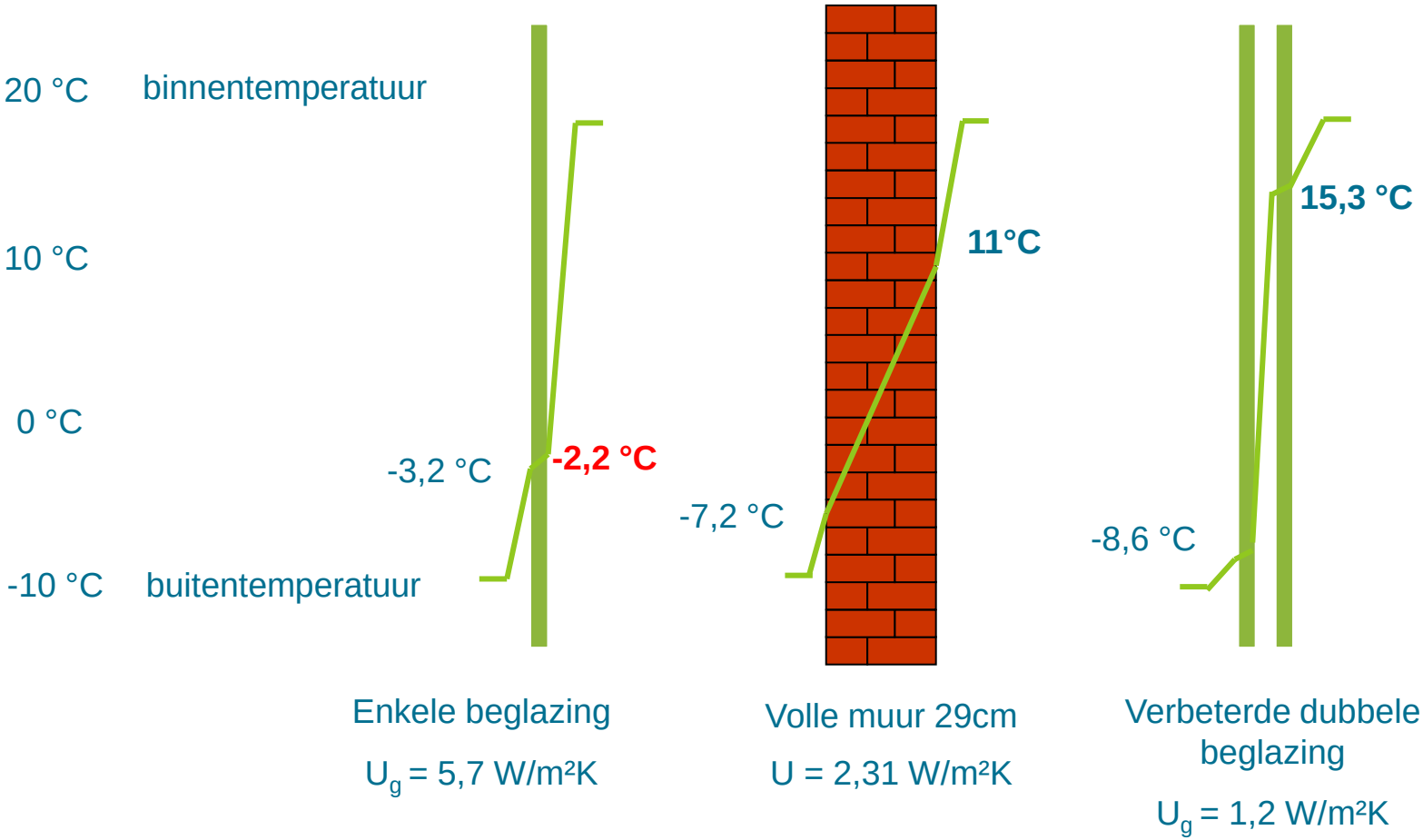
Zone 1: droogteproblemen.

Zones 2 en 3: ontwikkeling van bacteriën en microzwammen.

Zone 3: ontwikkeling van mijtachtigen.

Zone 4: polygoon van hygrothermisch comfort

Condensatie – koude wand



Enkele beglazing

U_g = 5,7 W/m²K

Volle muur 29cm

U = 2,31 W/m²K

Verbeterde dubbele beglazing

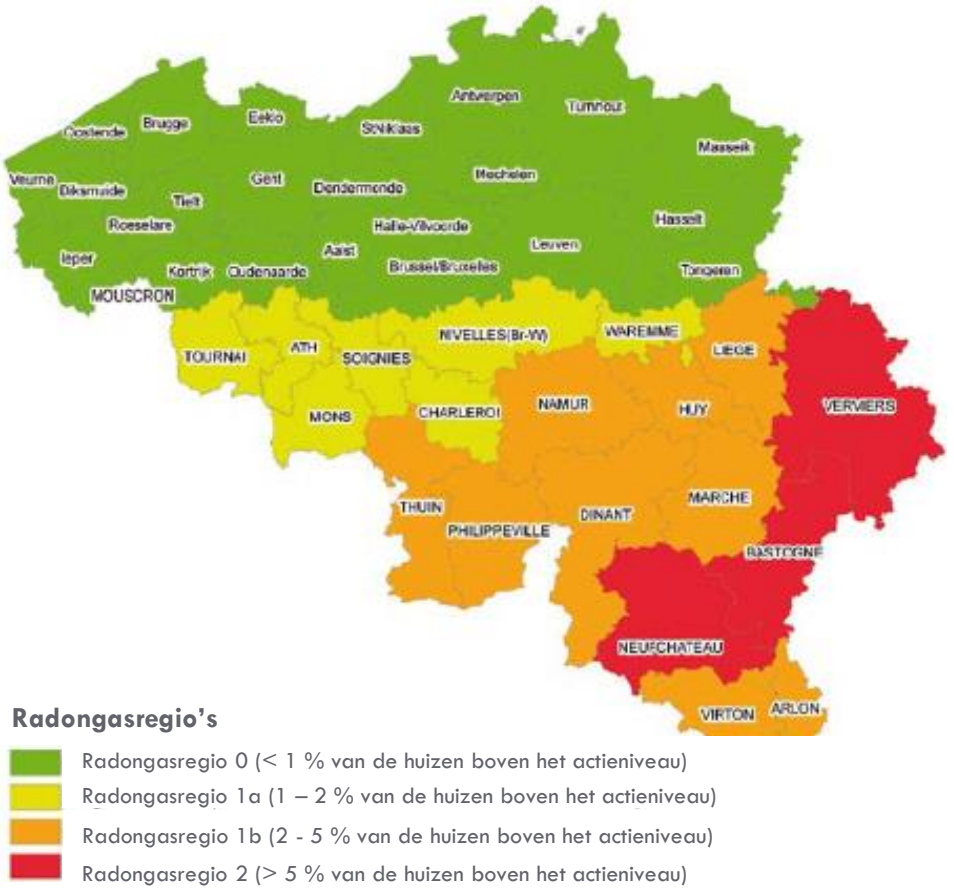
U_g = 1,2 W/m²K

13

HYGIËNISCHE VENTILATIE

Vervuilers verbonden aan de buitenomgeving

- Radongas
- Pollen
- Fijne stofdeeltjes
- Vervuilende gassen
- …



Voor meer informatie: www.fanc.fgov.be

14 HYGIËNISCHE VENTILATIE

Analyse van de luchtkwaliteit in het opleidingslokaal



INHOUDSOPGAVE

WAAROM VENTILEREN ?

- Hygiënische ventilatie
- **Intensieve ventilatie**
- Klimaatregeling

HOE VENTILEREN ?

16

INTENSIEVE VENTILATIE

Intensieve ventilatie maakt het mogelijk

- de warme binnenlucht te vervangen door koelere buitenlucht
- de thermische massa van het gebouw te ontladen.

Dankzij intensieve ventilatie kan het gebouw dus worden gekoeld met inzet van een beperkt vermogen dat ‘s winters of in het tussenseizoen vaak volstaat (freecooling, nightcooling, natuurlijke ventilatie, hybride ventilatie).

17

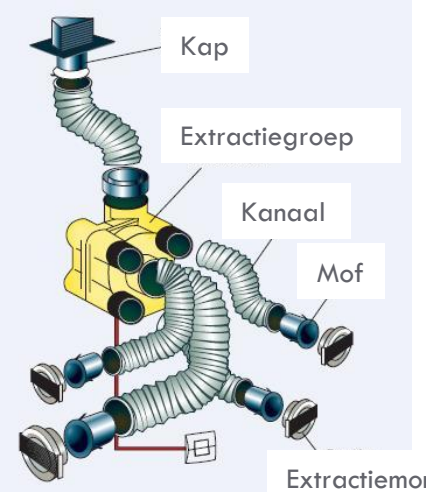
INTENSIEVE VENTILATIE

Intensieve ventilatie impliceert aanzienlijke debieten (> 4 h^{-1}) en vereist aangepaste inrichtingen. Een eenvoudige uitbreiding van de hygiënische ventilatie volstaat niet (maakt ongeveer 1 h^{-1} mogelijk).

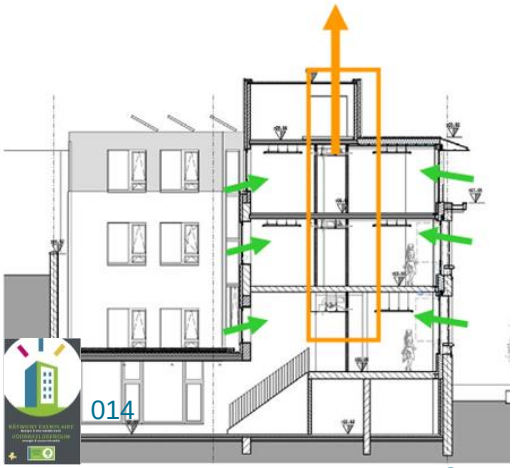
Ze kan worden gerealiseerd door middel van:

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

Om het verbruik van de hulpapparatuur te verminderen



Extractiemond



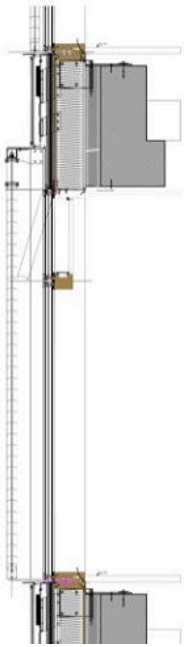
Bron: A2M

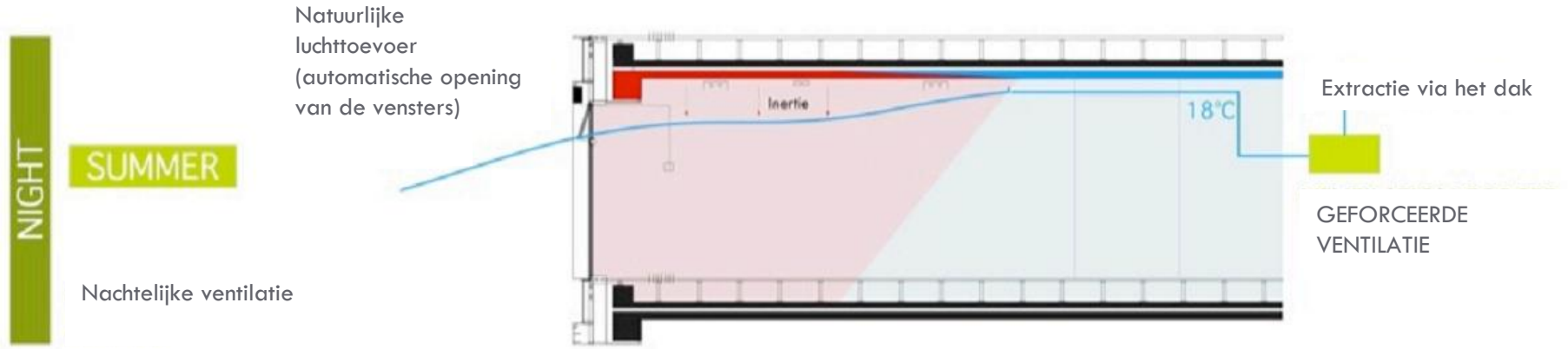

Bron: NatVent

040 **Bijvoorbeeld**

Nachtelijke ventilatie door de automatische opening van vensters en extractie via het dak op basis van

- Buitenvoorwaarden: temperatuur, windsnelheid en regen (weersverwachting)
- Binnenvoorwaarden: temperatuur en relatieve vochtigheid





040 **Bijvoorbeeld**

Regeling

Opening mogelijk

- van 22 tot 6 uur
- indien buitentemperatuur overdag > 24 °C (instelbaar)
- indien binnentemperatuur overdag > T_{comf}
- indien binnentemperatuur > buitentemperatuur + 2

Sluiting

- indien binnentemperatuur < (min. comforttemperatuur -1) of 19 °C (instelbaar)
- indien RV > 70 % (instelbaar)
- indien windsnelheid > 10 m/s (instelbaar)

Het geheel wordt opgedeeld in onafhankelijk parametreerbare zones en beheerd door een CTB-systeem dat eveneens rekening kan houden met mobiele zonweringen enz.

INHOUDSOPGAVE

WAAROM VENTILEREN ?

- Hygiënische ventilatie
- Intensieve ventilatie
- **Klimaatregeling**

HOE VENTILEREN ?

21

KLIMAATREGELING

De door de ventilatie aangevoerde lucht kan worden gebruikt als vector

- om te verwarmen of te koelen
- om te bevochtigen of te ontvochtigen

WAAROM VENTILEREN?

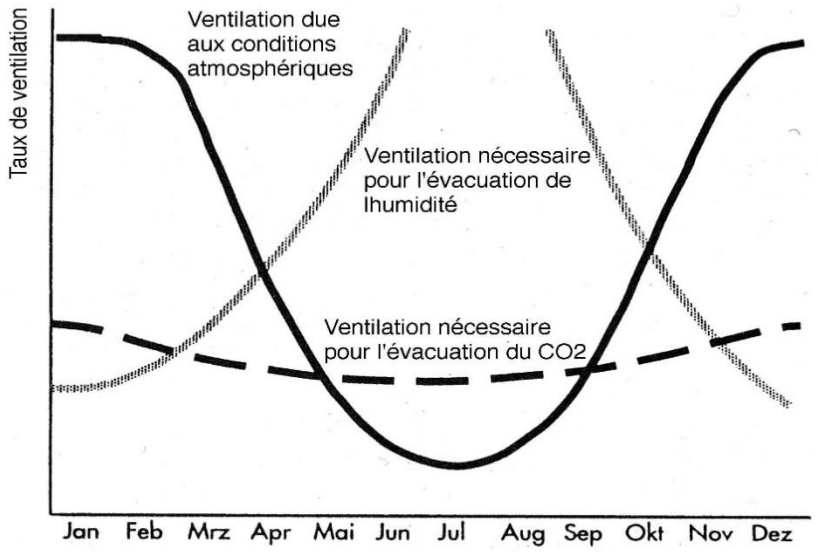
HOE VENTILEREN?

- **Ongunstige opties**
- Basisprincipes
- De systemen
- Welk systeem kiezen ?
- Centralisatie of decentralisatie ?

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

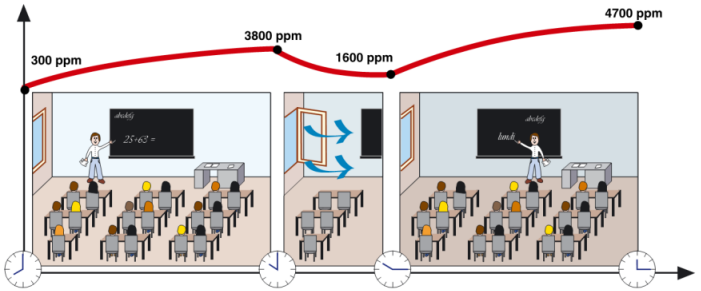


HOE VENTILEREN? – ONGUNSTIGE OPTIES

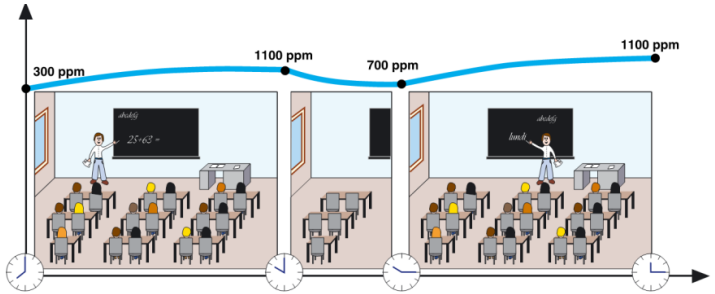
Ventileren door de vensters te openen

- 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

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)

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

INHOUDSOPGAVE

WAAROM VENTILEREN?

HOE VENTILEREN?

- Ongunstige opties
- **Basisprincipes**
- De systemen
- Welk systeem kiezen ?
- Centralisatie of decentralisatie ?

Kleurenconventies (NBN EN 13779)

NBN
13779 (2007)



27 BASISPRINCIPES

Ideaal systeem

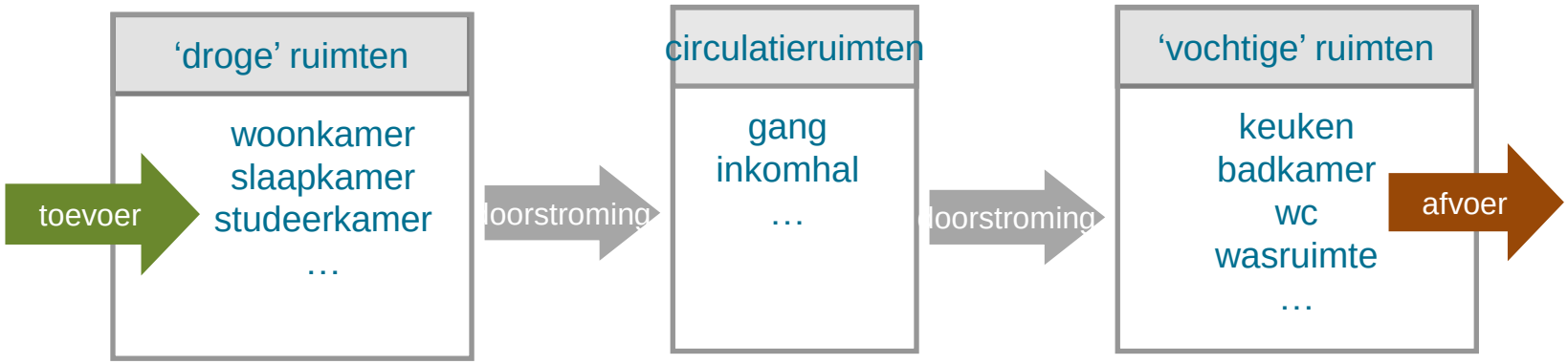
Toevoer en afvoer van lucht in elke ruimte

- Zeer zeldzaam (technisch ingewikkeld en duur)

Vereenvoudigd systeem (residentieel schema)

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

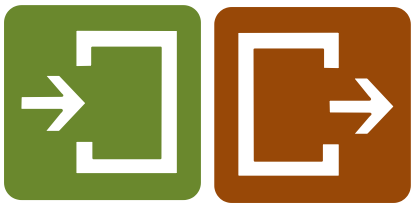
NBN 50.001



BASISPRINCIPES

Geen luchtophoping in het gebouw

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



INHOUDSOPGAVE

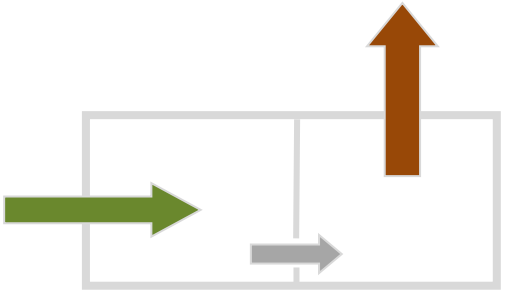
WAAROM VENTILEREN?

HOE VENTILEREN?

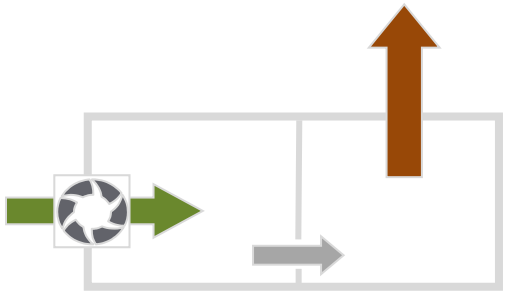
- Ongunstige opties
- Basisprincipes
- **De systemen**
- Welk systeem kiezen?
- Centralisatie of decentralisatie?

DE SYSTEMEN

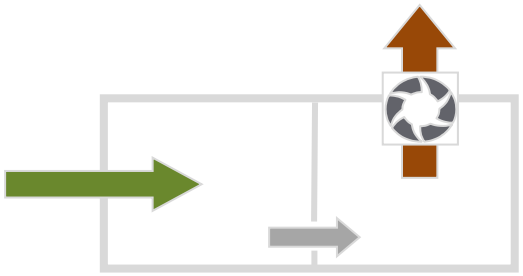
A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



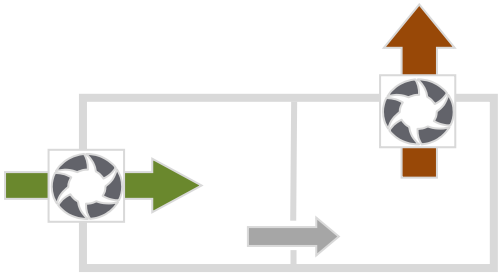
B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



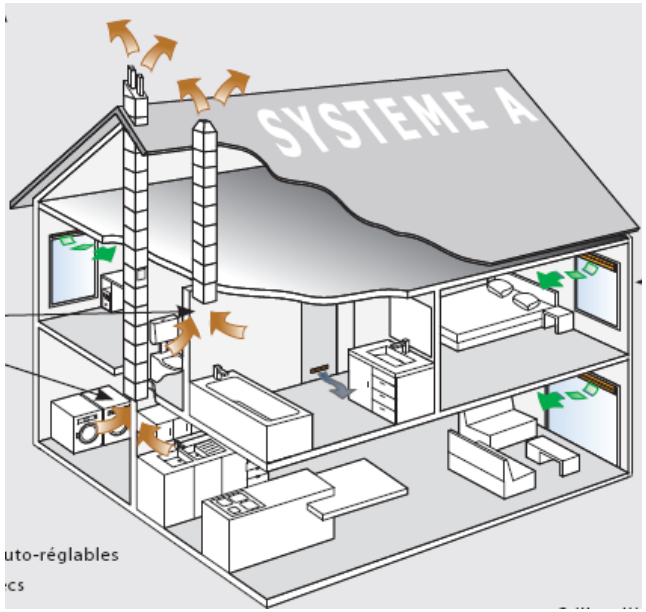
D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



DE SYSTEMEN

Systeem A: natuurlijke toevoer & natuurlijke afvoer

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



DE SYSTEMEN

- 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

Systeem B: mechanische toevoer & natuurlijke afvoer

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

DE SYSTEMEN

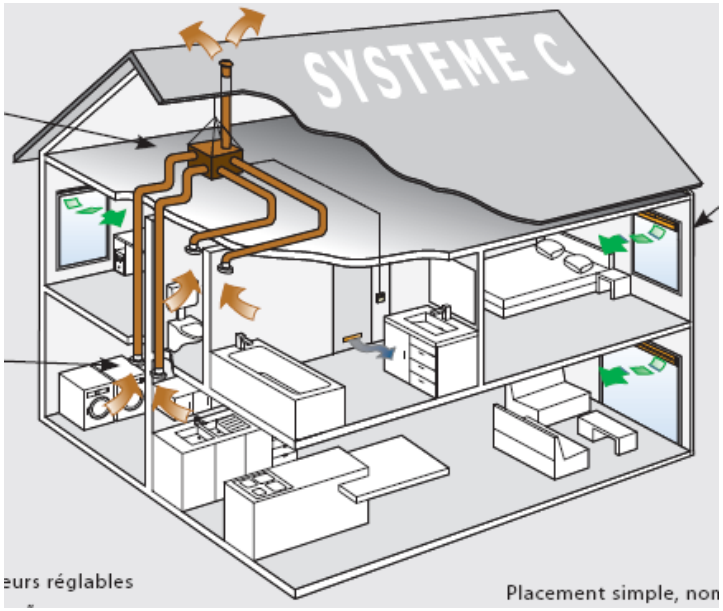
- Voor- en nadelen

+	-
• 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

Systeem C: natuurlijke toevoer & mechanische afvoer

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



DE SYSTEMEN

- Voor- en nadelen

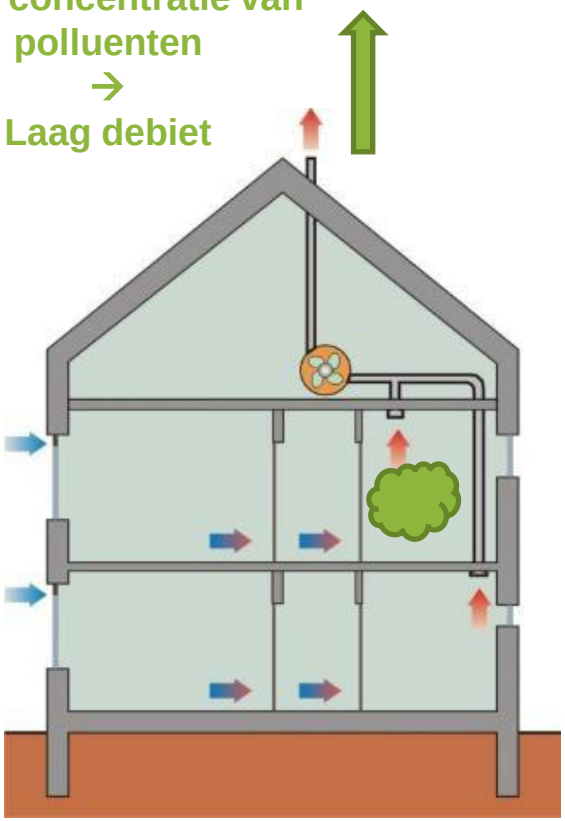
+	-
• Controle van de afvoer-luchtdebieten (en in mindere mate van de toevoerluchtdebieten) • Gebouw in onderdruk • Flexibele realisatie van de afzuiging • Mogelijkheid van regeling van de luchtafzuiging volgens kwaliteit en/of aanwezigheid (C+) • Voordeliger in gebruik dan systeem D • Energierecuperatie 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

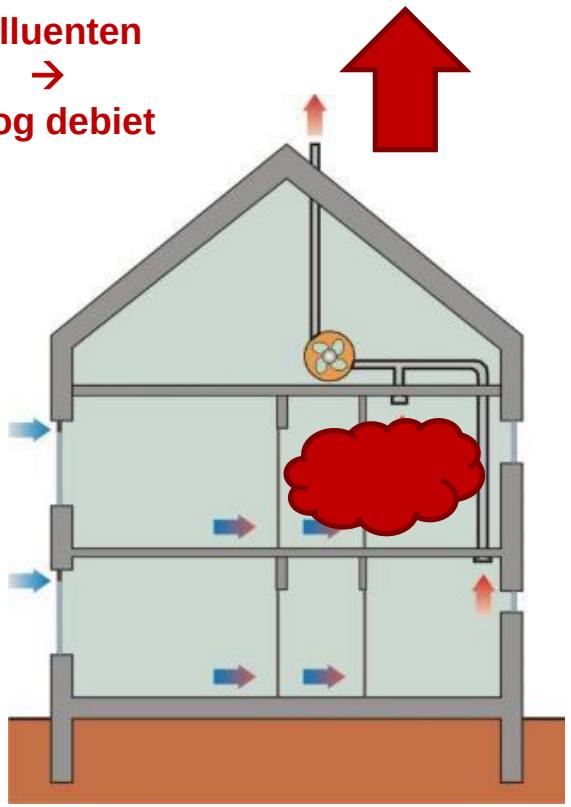
Systeem C+

- 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

Systeem C+

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

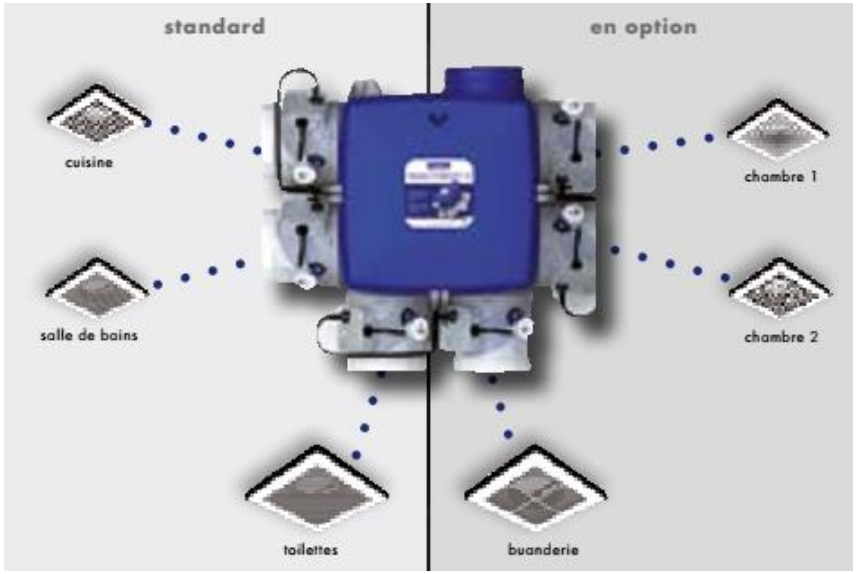


Source / Bron: Renson

DE SYSTEMEN

Systeem C+

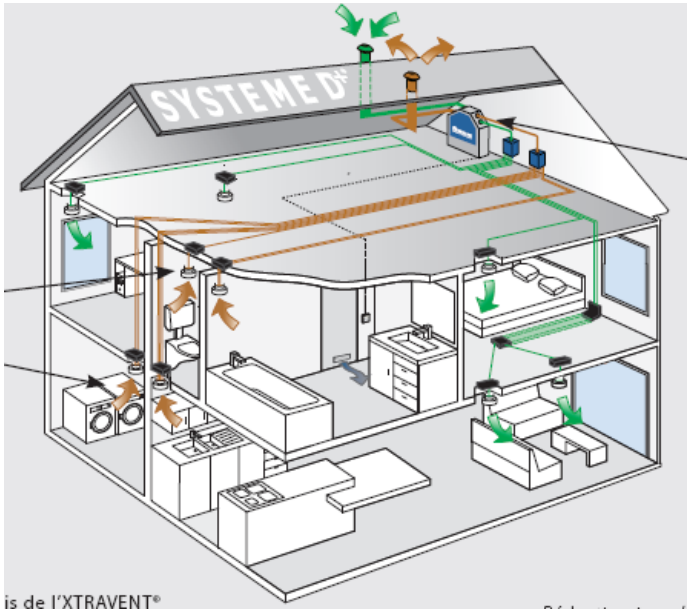
- Beperkt
  - Het luchtdebiet wordt geregeld op basis van de bezetting in de vochtige vertrekken. ‘s Nachts is het luchtdebiet minimaal, zodat de luchtkwaliteit in de slaapkamers niet noodzakelijk gegarandeerd is.
- Verbetering is mogelijk
  - Bijkomende luchtafzuiging in de slaapkamers.



Source / Bron: Renson

Systeem D: mechanische ventilatie met dubbele stroom

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



DE SYSTEMEN

- 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)

INHOUDSOPGAVE

WAAROM VENTILEREN?

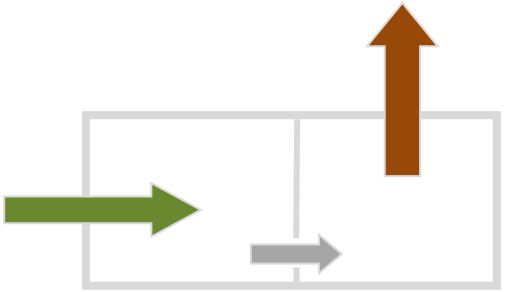
HOE VENTILEREN?

- Ongunstige opties
- Basisprincipes
- De systemen
- **Welk systeem kiezen?**
- Centralisatie of decentralisatie?

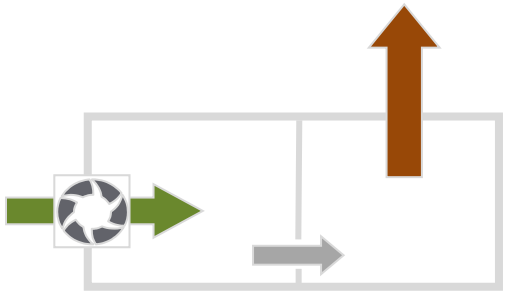
WELK SYSTEEM KIEZEN?

Op het vlak van het ademhalingscomfort (luchtkwaliteit)

A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer

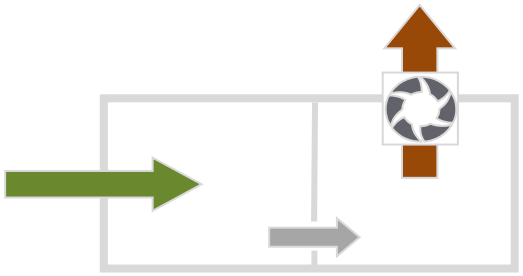


B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer

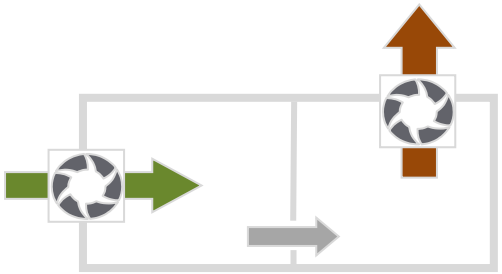


Complexiteit van de realisatie

C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



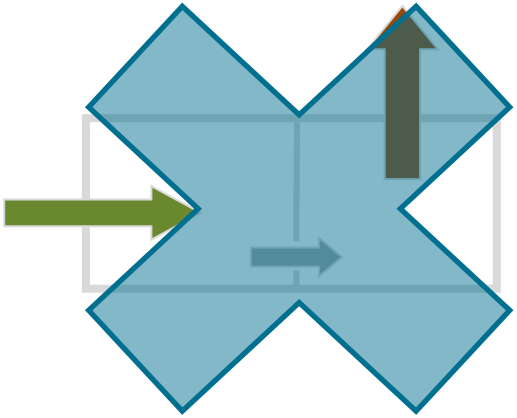
D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



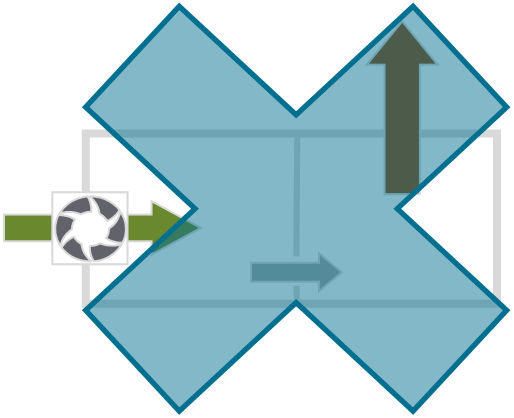
WELK SYSTEEM KIEZEN ?

Op het vlak van de energie

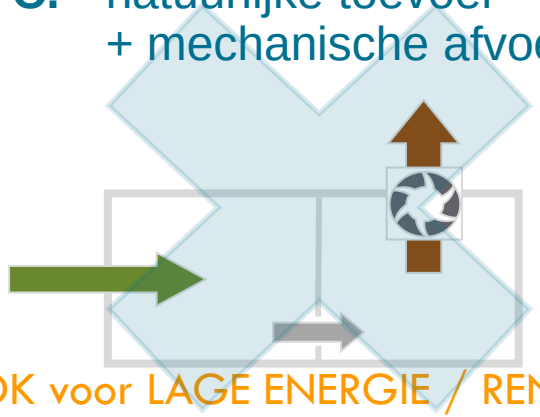
A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



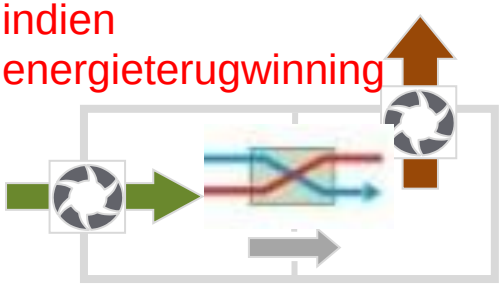
C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



~ OK voor LAGE ENERGIE / RENOVATIE

D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer

indien energieterugwinning

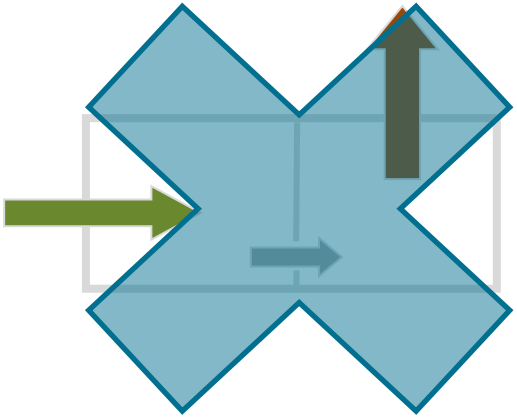


OK voor PASSIEF en LAGE ENERGIE

WELK SYSTEEM KIEZEN?

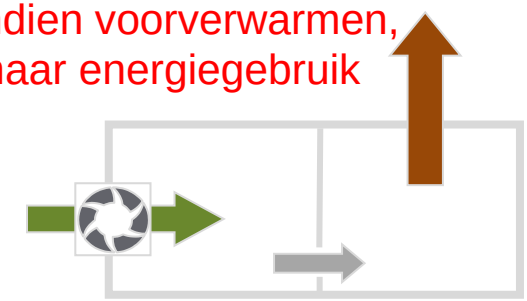
Op het vlak van het thermische comfort (winter)

A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer

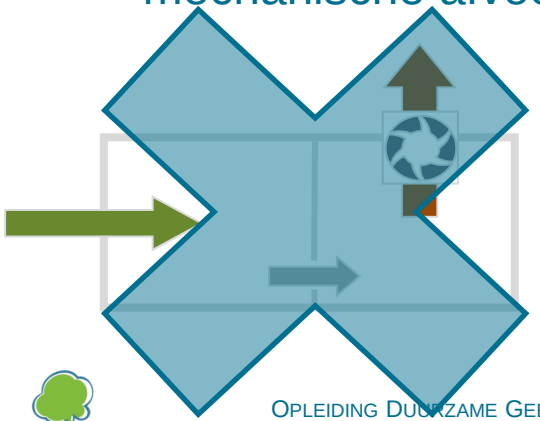


B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer

⚠ indien voorverwarmen, maar energiegebruik

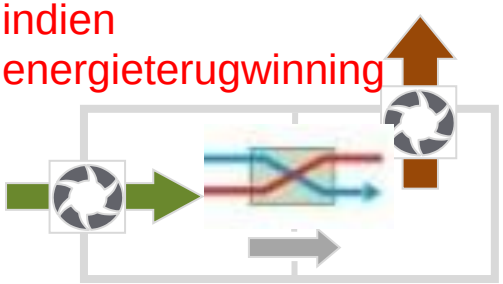


C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer

⚠ indien energieterugwinning



WELK SYSTEEM KIEZEN?

Andere criteria

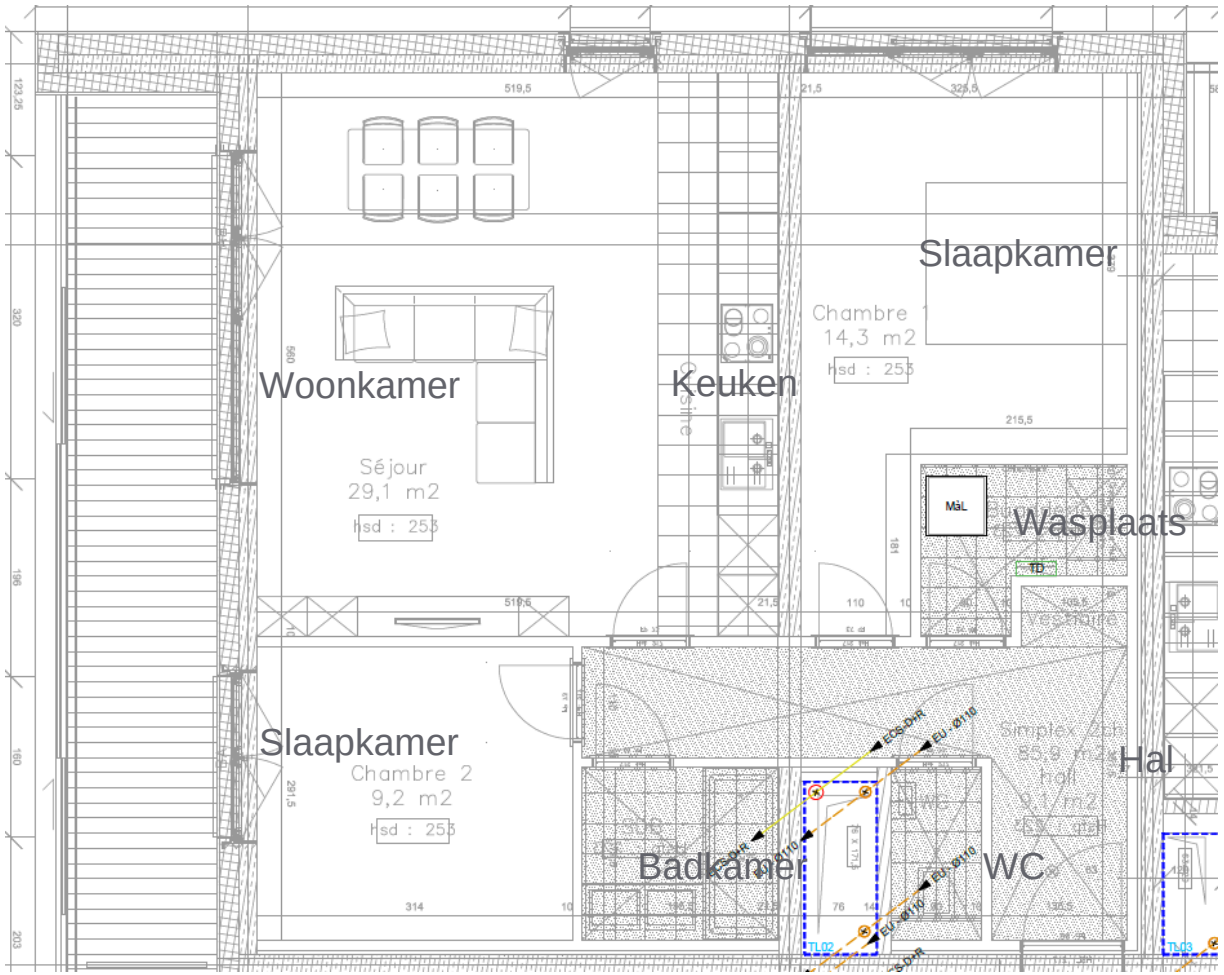
- Afvoer van de vochtigheid > systemen C en D zijn de efficiëntste
- Configuratie van de ruimten <> plaatsruimte van de installatie
- Installatiekosten <> exploitatiekosten
- Bestemming
- Eventuele behoefte aan behandeling van de verse buitenlucht
- Eventuele behoefte aan filtering van de verse buitenlucht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

47

WELK SYSTEEM KIEZEN?

Plaatsruimte van de installatie

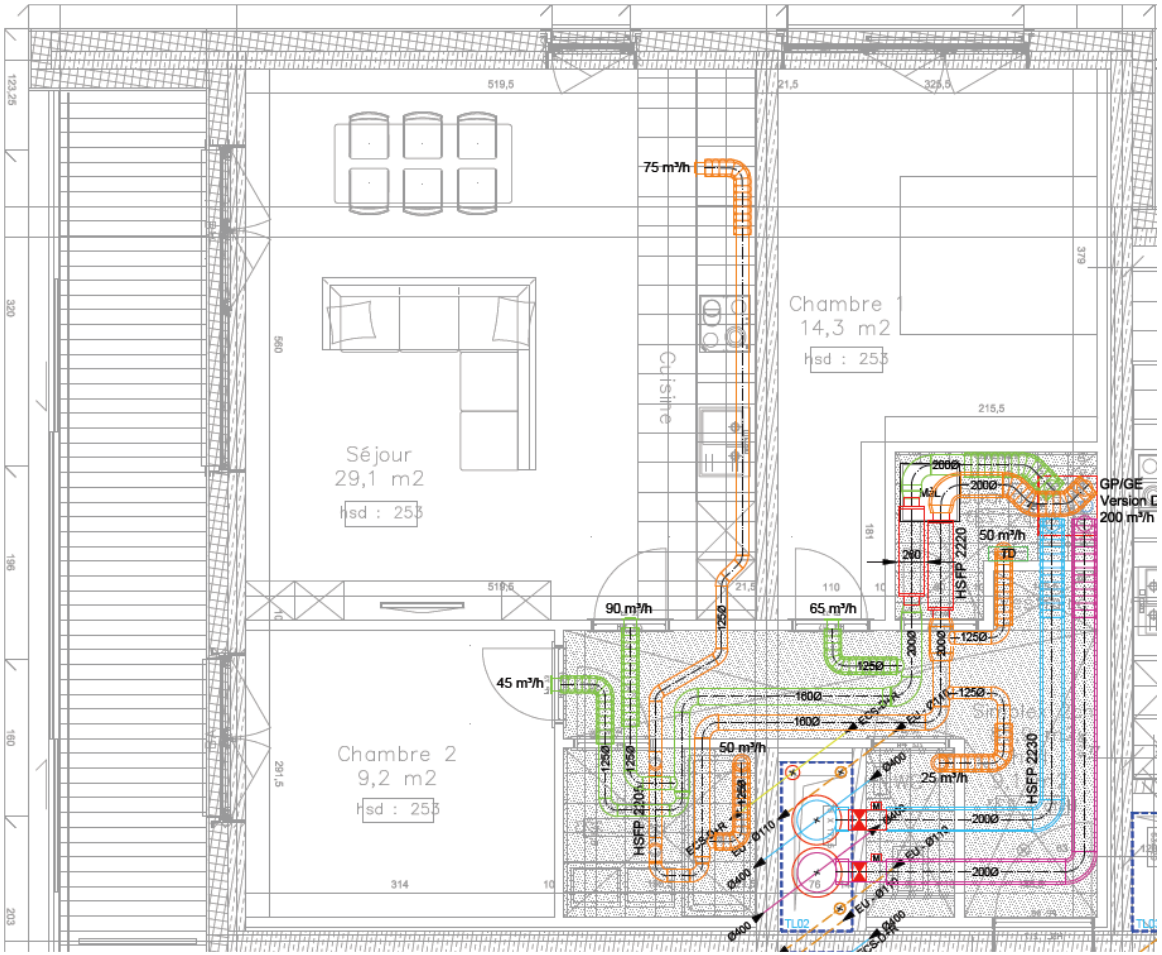
- Bijvoorbeeld



WELK SYSTEEM KIEZEN?

Plaatsruimte van de installatie

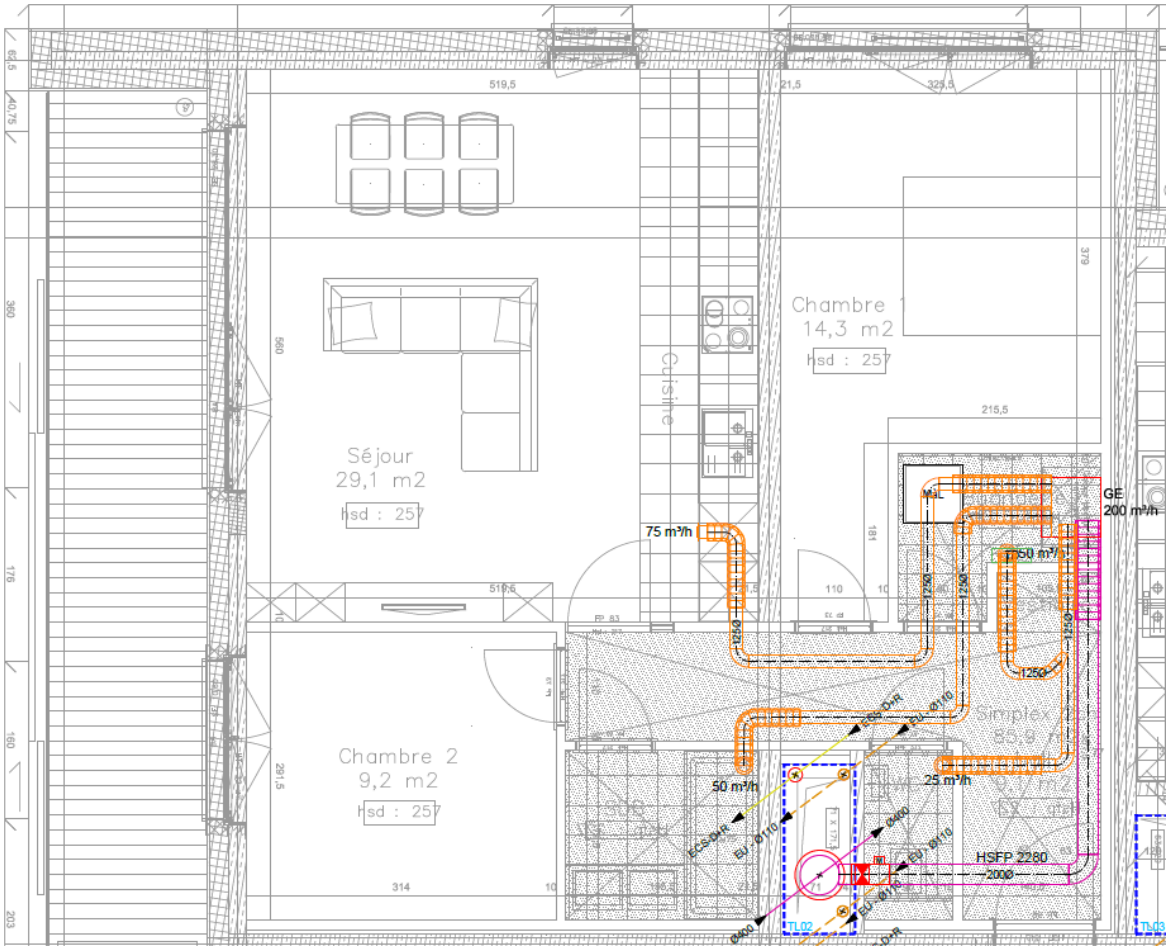
- Bijvoorbeeld systeem D



WELK SYSTEEM KIEZEN?

Plaatsruimte van de installatie

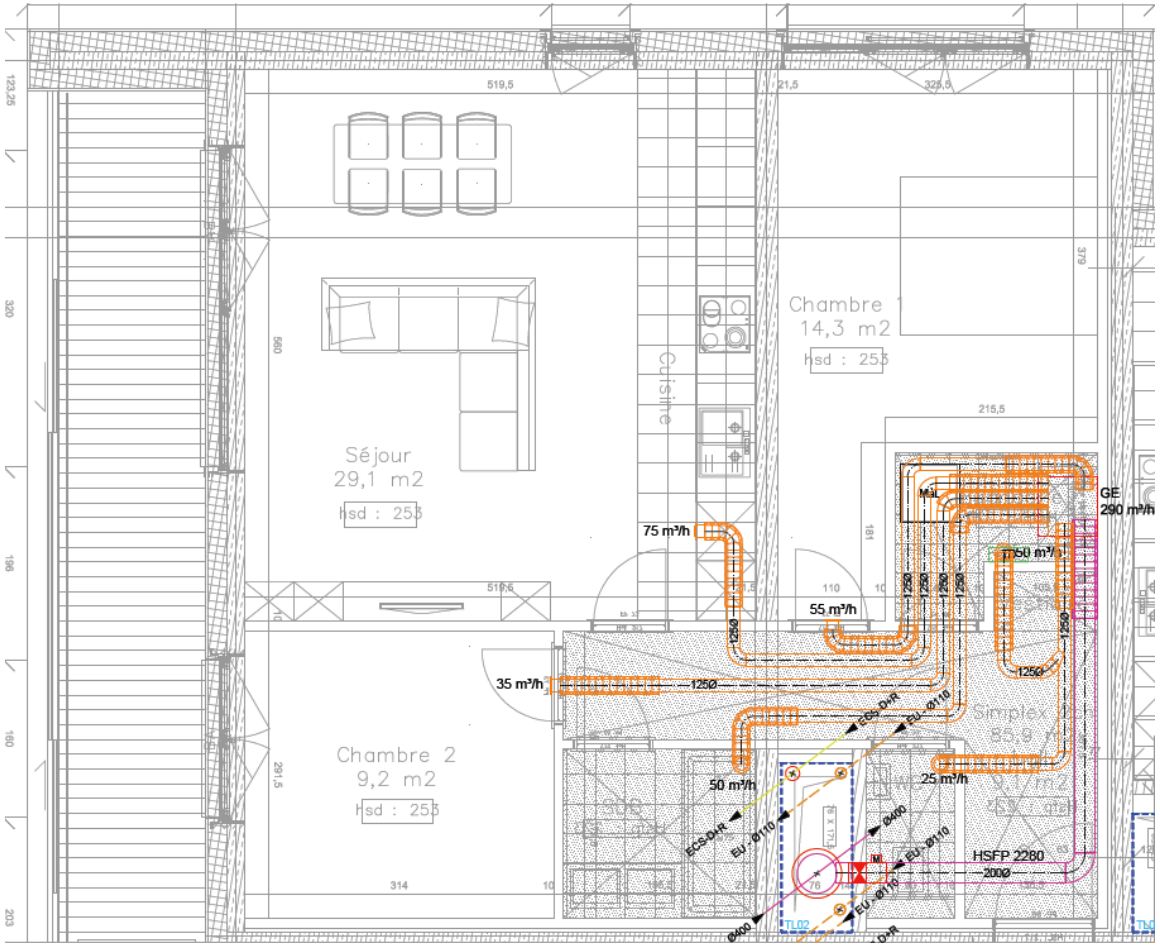
- Bijvoorbeeld systeem C+ (zonder luchtafzuiging in de slaapkamers)



WELK SYSTEEM KIEZEN?

Plaatsruimte van de installatie

- Bijvoorbeeld systeem C+ (met luchtafzuiging in de slaapkamers)



51

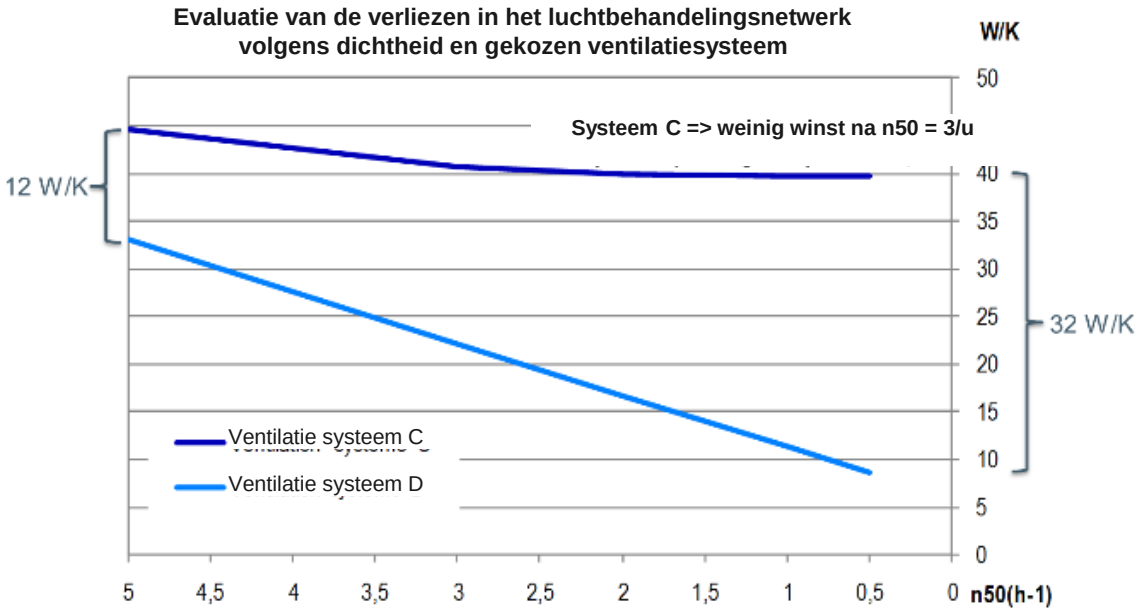
WELK SYSTEEM KIEZEN?

Ventilatie <> luchtdichtheid

- Welke invloed op verliezen in luchtbehandelingsnetwerk?

$$P\ [W]=0{,}34\cdot q_v\ [m\text{^}3/h]\cdot(T_int-T_puls\ )[K]$$

- Combinatie van hygiënische ventilatie en luchtinfiltraties



⇨ **Dit betekent niet dat het geen zin heeft het gebouw luchtdicht te maken**

WAAROM VENTILEREN?

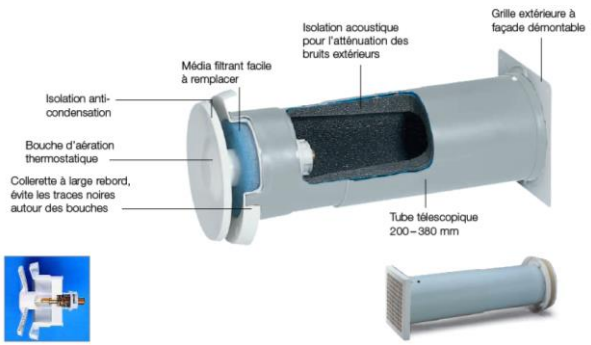
HOE VENTILEREN?

- Ongunstige opties
- Basisprincipes
- De systemen
- Welk systeem kiezen?
- **Centralisatie of decentralisatie?**

CENTRALISATIE OF DECENTRALISATIE?

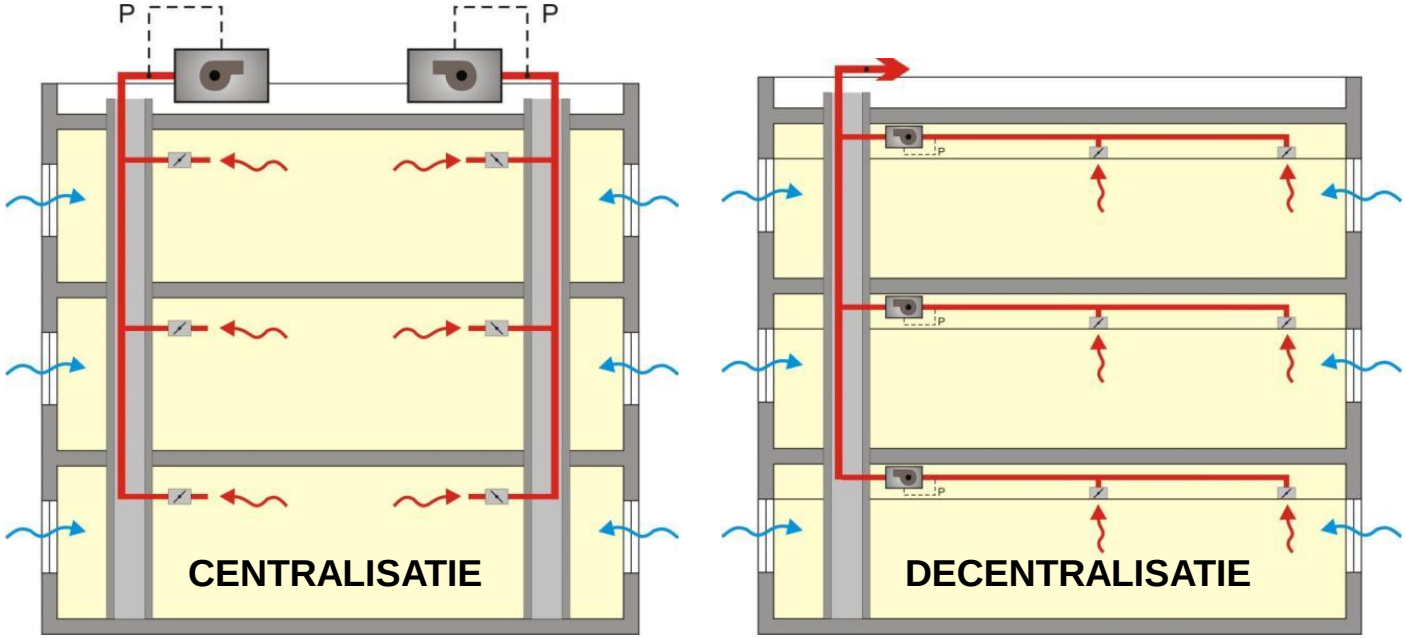
Systeem C

- Toevoer



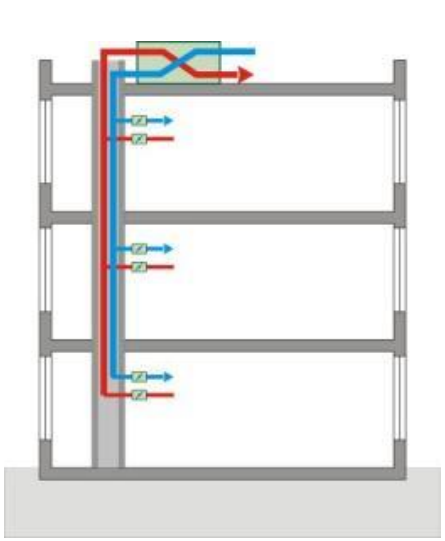


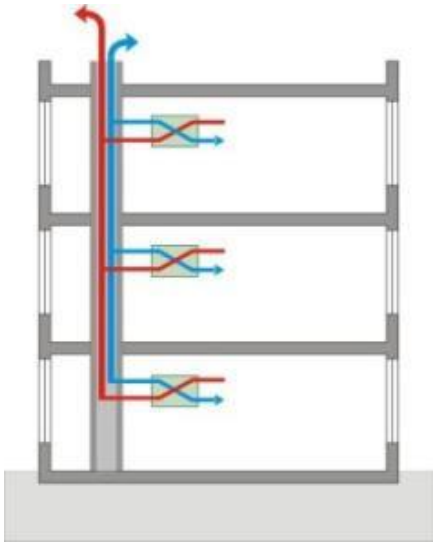
- Afvoer

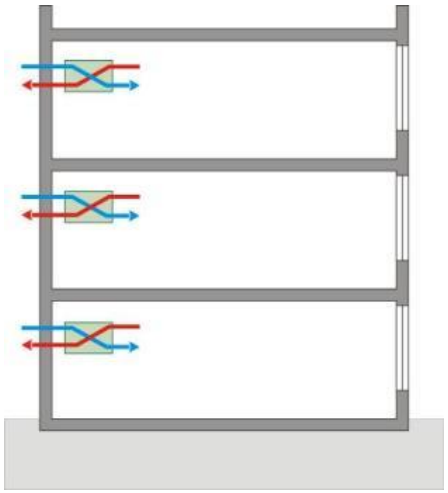


CENTRALISATIE OF DECENTRALISATIE?

Systeem D











CENTRALISATIE **DECENTRALISATIE** → **DECENTRALISATIE ++**

CENTRALISATIE OF DECENTRALISATIE?



- $\dot{V}$ = 220 - 340 m³/uur (10-15 personen)
- $\eta_{warmtewisselaar}$ = 90 %
- extra vlak (24 - 30 cm) voor verlaagde plafonds of zolderruimten

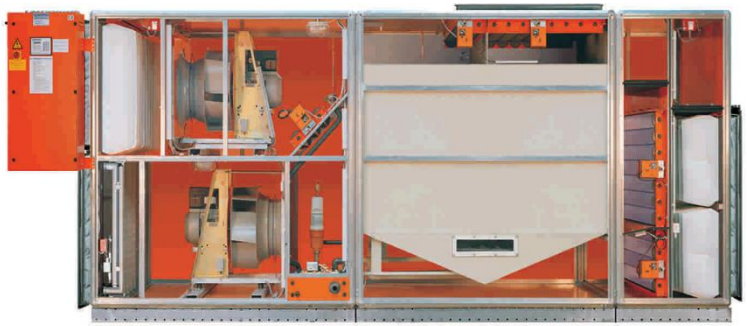


- speciaal ontworpen voor scholen en kinderdagverblijven
- $\dot{V}$ = 700 m³/uur (32 personen)
- $h_{warmtewisselaar}$ = 90 %
- regeling door CO_2-sensor

CENTRALISATIE OF DECENTRALISATIE?



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



- $\dot{V}$ = 1.200 – 27.000 m³/uur
- $\eta_{warmtewisselaar}$ = 75 %

CENTRALISATIE OF DECENTRALISATIE?

Voordelen / Nadelen

Collectieve installaties

+ Makkelijker uit te voeren
+ Gemeenschappelijk onderhoud, dus makkelijk bij huurwoningen
+ Plaatswinst in de appartementen
+ Geen ventilatorgeluiden binnen

± Elektriciteitsverbruik = gedeelde last → interessant bij fotovoltaïsche productie, maar moedigt geen verantwoordelijke houding aan
± Niet noodzakelijk minder duur (systeem voor verdeling in secties voor regeling)

– Geen onafhankelijkheid m.b.t. warmteverliezen door lucht
– Minder soepele regeling

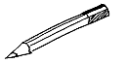
Individuele installaties

+ Hogere energie-efficiëntie
+ De individuele installatie en het verbruik ervan zijn onder controle
+ Vrije en makkelijk uit te voeren regeling
+ Plaatsinname verspreid over de woningen en niet op het dak

± Individueel onderhoud, dus misschien minder makkelijk bij huurwoningen

– Meer plaatsinname (maar toch relatief beperkt)
– Risico van lawaai door ventilator indien installatie slecht ontworpen is

CENTRALISATIE OF DECENTRALISATIE?



Welke configuratie is volgens de verschillende voorgestelde criteria het interessantste voor een nieuwbouw met sociale huurwoningen (keuze aankruisen)?

	Gecentraliseerd < - - - - - - - -> Gedecentraliseerd				
Plaatsruimte en integratiegemak					
Prestaties en drukverlies					
Kosten					
Onderhoud					
Verdeling van het verbruik tussen gebruikers					
Regeling (vraaggestuurde debieten, verdeling van de debieten)					
GLOBAAL					

TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE



- Ventilatie heeft verschillende functies en voldoet aan verschillende behoeften die de keuzes kunnen beïnvloeden (systeemtype, centralisatie/decentralisatie)
- De principes gelden voor alle systemen

TOOLS



Websites

- SommLuft (natuurlijke ventilatie via de vensters): http://www.passiv.de



Artikelen

- NBN D 50-001 (1): dimensionering (residentiële gebouwen)
- NBN EN 15251: gebruik en comfortcriteria (tertiaire en residentiële gebouwen)



Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesystem ontwerpen



CONTACT

Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce sa

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT