

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

RENOVATIE MET HOGE
ENERGIE-EFFICIËNTIE IN DE
BRUSSELSE CONTEXT

LENTE 2020

Focus op ventilatie



Muriel BRANDT
écorce
LOGEMENTS CONSULTANT



- ▶ 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
- ▶ De regels voor de debietberekening voor residentiële en niet-residentiële gebouwen voorstellen
- ▶ Behandeling van enkele courante, gevoelige combinaties van gerelateerde werken in het kader van een gefaseerde renovatie



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

AANDACHTSPUNTEN



De binnenomgeving is onderhevig aan verschillende soorten vervuiling verbonden aan

- ▶ Het gebruik ervan door mensen
- ▶ Het gebouw en zijn uitrustingen
- ▶ De omgeving

⇒ **Een voldoende en hoogwaardige ventilatie kan een aanvaardbare luchtkwaliteit voor de gebruikers en het gebouw handhaven**

Hoe ?

- ▶ Door vervuilde lucht door verse lucht te vervangen

⇒ **Verdunnen en afvoeren van de vervuilers**

⇒ **Vochtigheidsgraad te regelen**

⇒ **HYGIËNISCHE VENTILATIE**

⇒ **INTENSIEVE VENTILATIE
(bezettingsintensiteit)**



5 SECUNDAIR DOEL VAN VENTILATIE

Het gebouw kan aan oververhitting onderhevig zijn...

⇒ Dankzij intensieve ventilatie kan het gebouw dus worden gekoeld met inzet van een beperkt vermogen

Hoe ?

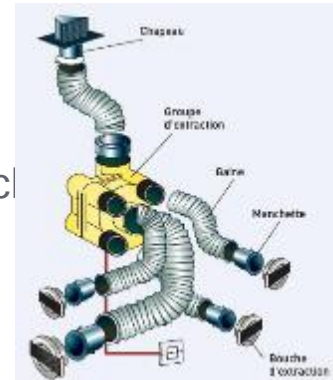
► De warme binnenlucht te vervangen door koelere buitenlucht

⇒ Warmte te afvoeren

⇒ De thermische massa van het gebouw te ontladen

► Ze kan worden gerealiseerd door middel van

- Mechanische ventilatie
- Natuurlijke ventilatie
- Hybride ventilatie



Source / Bron : NatVent



⇒ Intensieve ventilatie impliceert aanzienlijke debieten ($> 4 \text{ h}^{-1}$) en vereist aangepaste inrichtingen



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

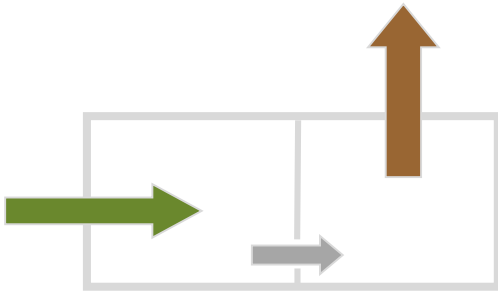
- ▶ **De systemen**
- ▶ Welk systeem kiezen?
- ▶ Centralisatie of decentralisatie?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

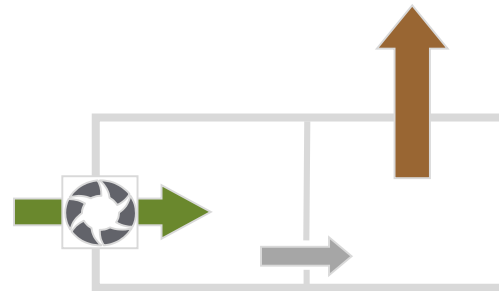
AANDACHTSPUNTEN



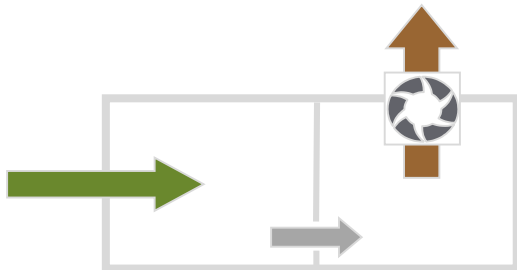
- A.** natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



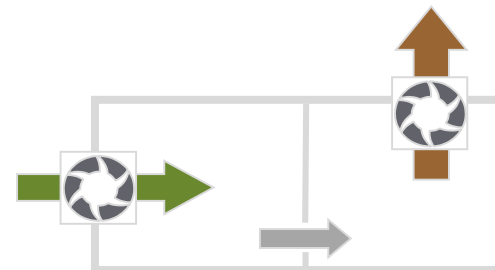
- B.** mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



- C.** natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



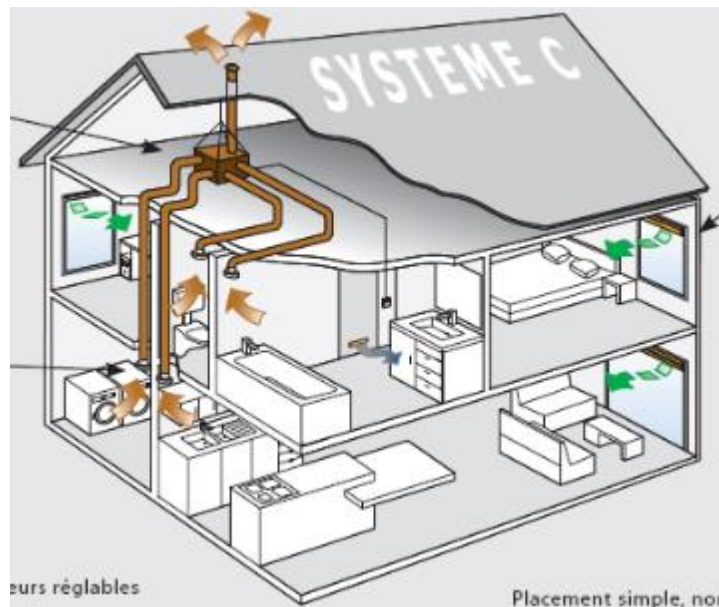
- D.** mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



DE SYSTEMEN

Systeem C: natuurlijke toevoer & mechanische afvoer

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



Systeem C+

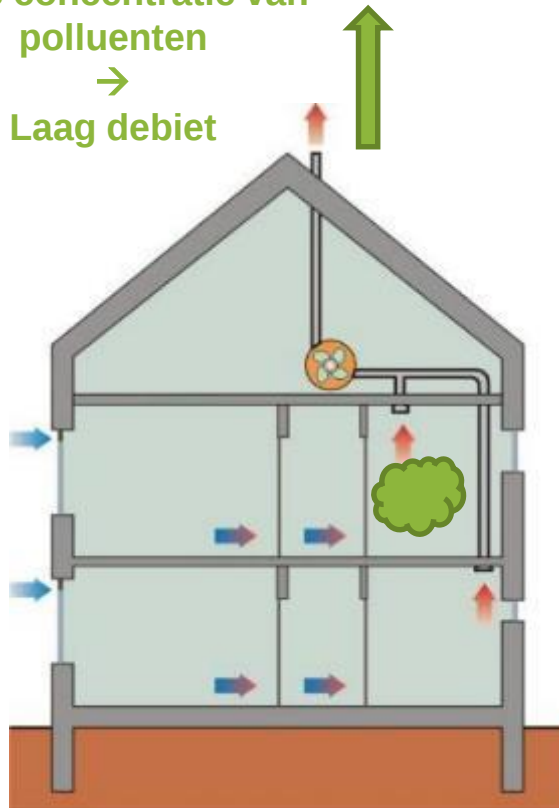
- Regeling naargelang van de sensoren (HR, CO₂, COV, aanwezigheid)

⇒ Vermindering van verliezen en verbruik

Lage concentratie van
polluenten



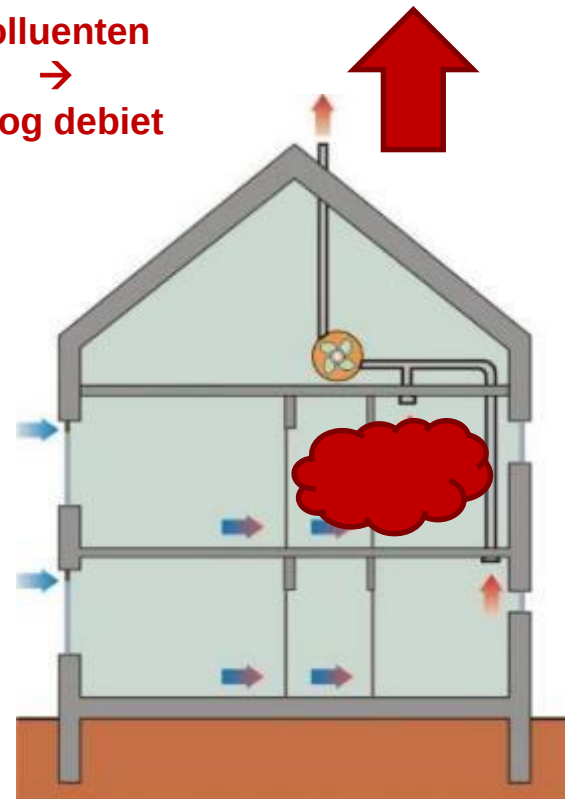
Laag debiet



Hoge concentratie van
polluenten



Hoog debiet



Systeem C+

► Principe

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

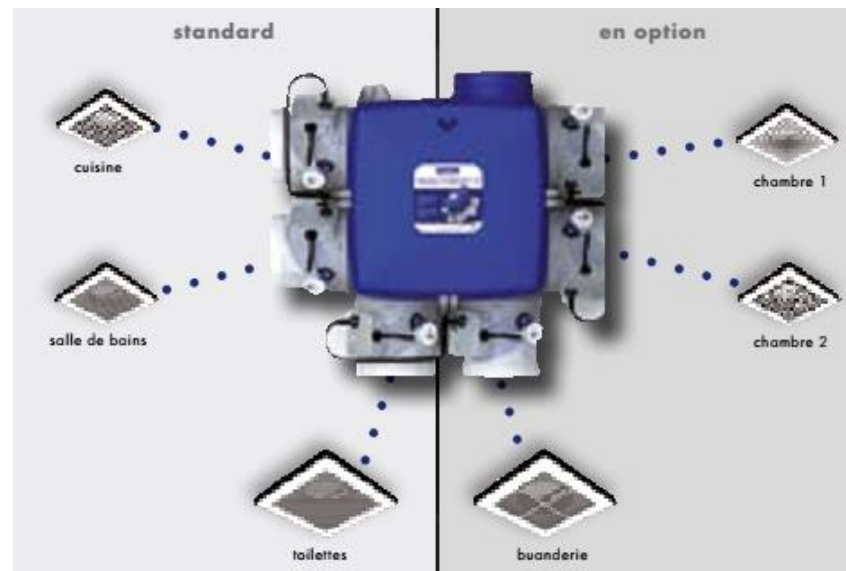


Source / Bron: Renson



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 C uitgerust met een warmtepomp lucht/water op de vervuilde lucht



- ▶ Om sanitair warm water met accumulatie te bereiden of als verwarmingsbasis
 - ▶ Points d'attention
 - Vereist minimumdebiet
 - Zeer gering vermogen
 - Geen productie, alleen terugwinning...
- ⇒ **Als er geen calorieën aan de omgeving worden afgegeven / als er geen lucht moet worden afgevoerd > geen energie terug te winnen!!**
- ⇒ **Te combineren met een productie-systeem; anders neemt de elektrische weerstand over**



Systeem C

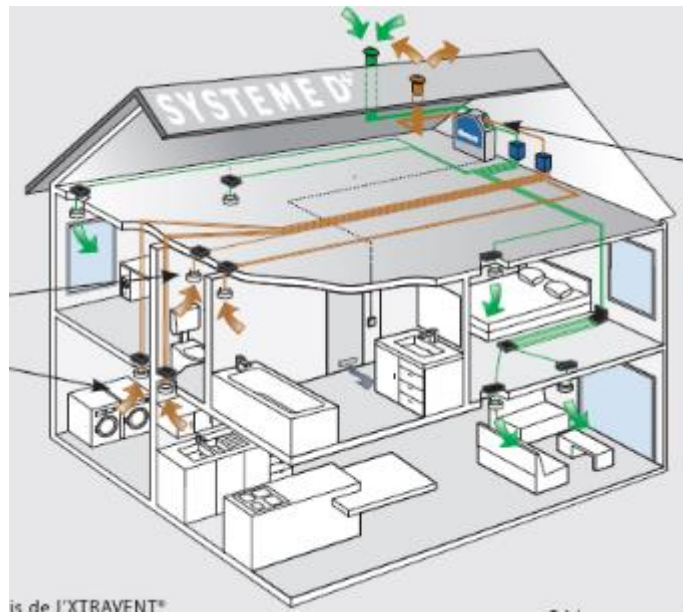
► Voor- en nadelen

+	-
• 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)

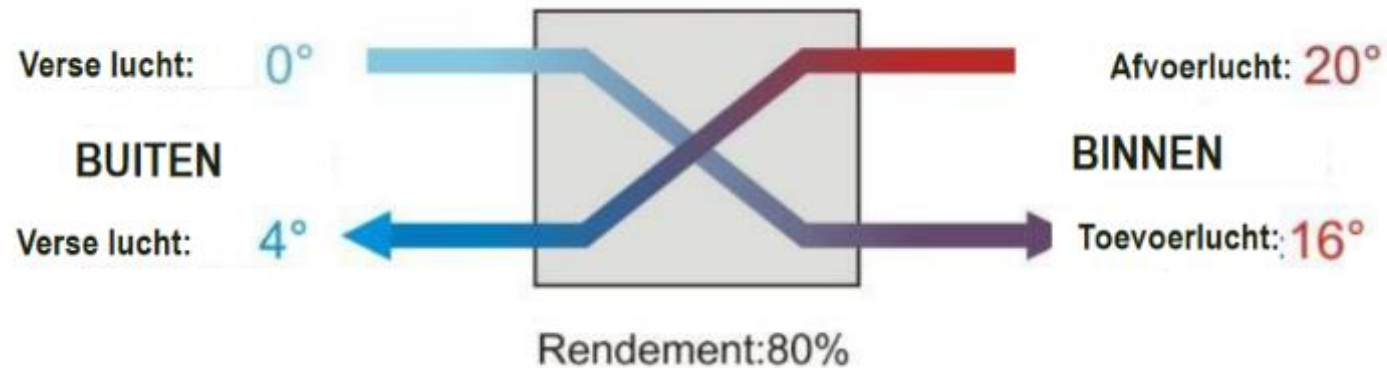


Systeem D: mechanische ventilatie met dubbele stroom

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



Systeem D: mechanische ventilatie met dubbele stroom en warmteterugwinning



System D – mechanische ventilatie met dubbele stroom en warmteterugwinning



- ▶ $V=220-340 \text{ m}^3/\text{u}$
- ▶ η warmtewisselaar = 75 à 90 %
- ▶ extra vlak (24 - 30 cm) voor verlaagde plafonds of zolderruimten

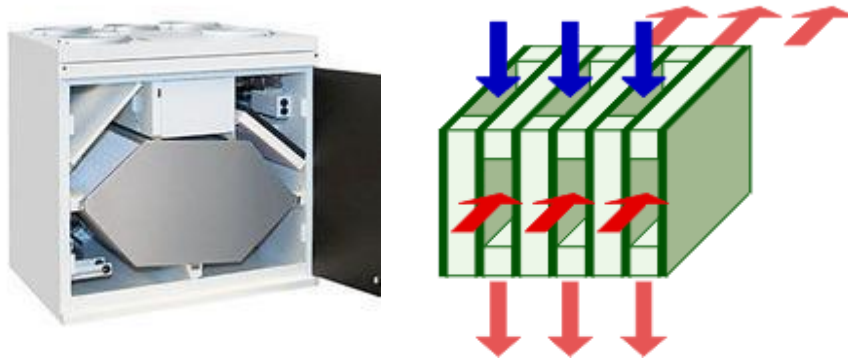


- ▶ $V= \rightarrow 500 \text{ m}^3/\text{u}$
- ▶ η warmtewisselaar = 75 à 93 %

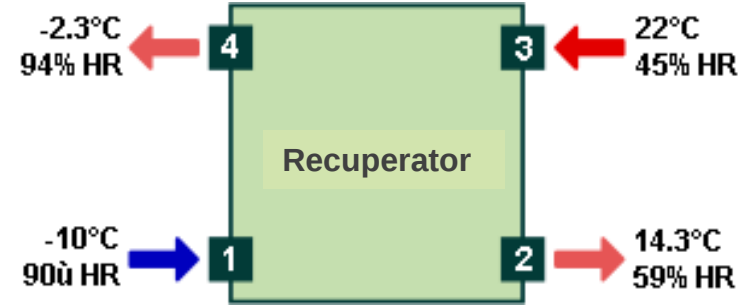
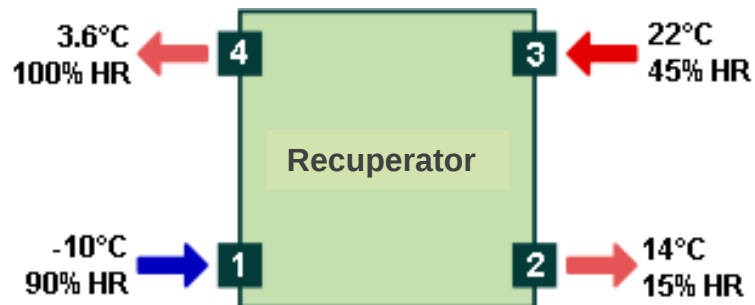
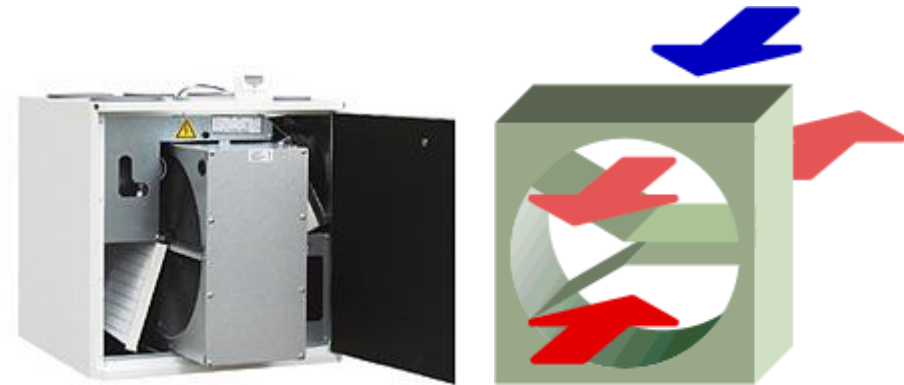


Systeem D – Keuze van de recuperator : Recuperatie van vocht ?

Plaatwisselaar



Warmtewiel



Systeem D

► Voor- en nadelen

+	-
• Controle van de debieten (onafhankelijkheid van de weersomstandigheden en mogelijke regeling) • ‘Voorverwarmde’ toegevoerde lucht = energierugwinning (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)



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

- De systemen
- **Welk systeem kiezen?**
- Centralisatie of decentralisatie?

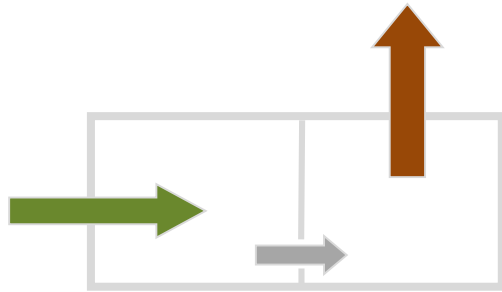
REGLEMENTAIRE ASPECTEN

AANDACHTSPUNTEN



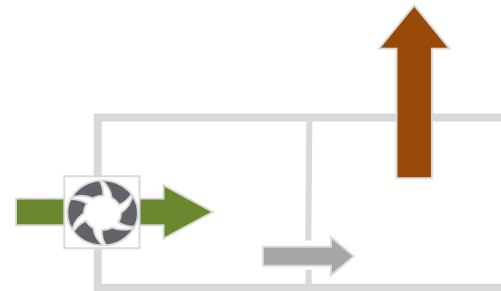
Op het vlak van het ademhalingscomfort (luchtkwaliteit)

- A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer

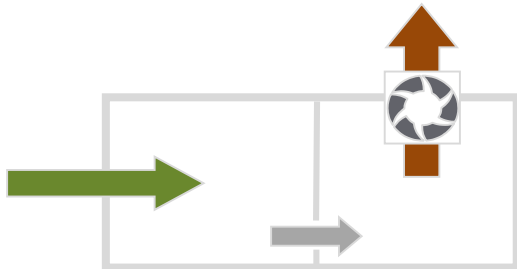


Complexiteit van de realisatie

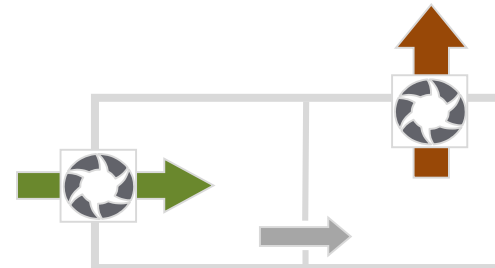
- B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



- C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



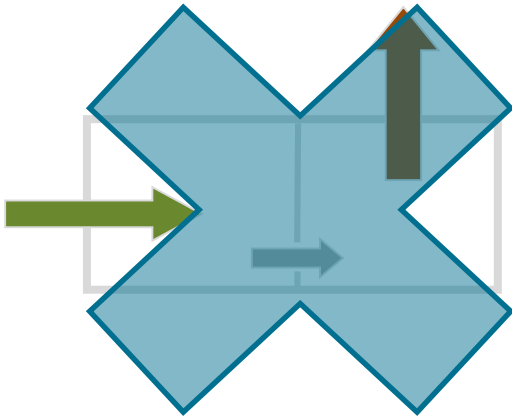
- D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



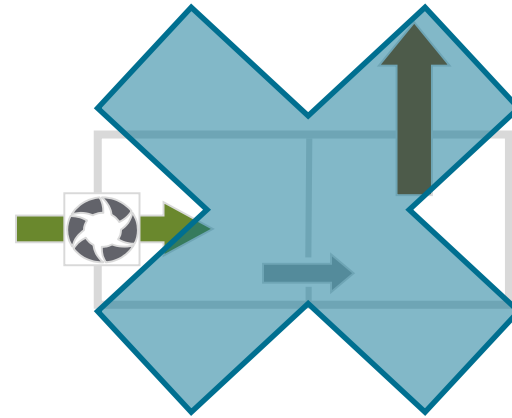
WELK SYSTEEM KIEZEN ?

Op het vlak van de energie

- A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



- B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



- C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer

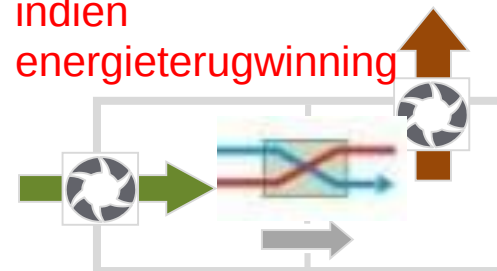


~ OK voor LAGE ENERGIE / RENOVATIE

- D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



indien
energieterugwinning

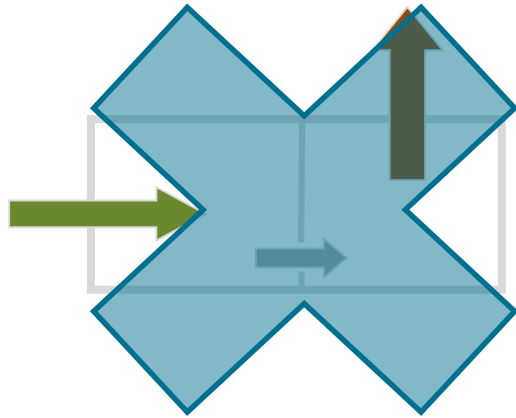


OK voor PASSIEF en LAGE ENERGIE



Op het vlak van het thermische comfort (winter)

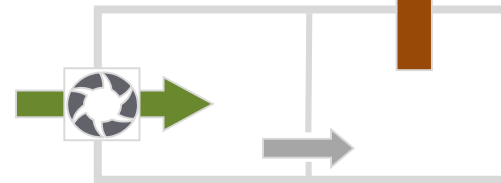
- A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



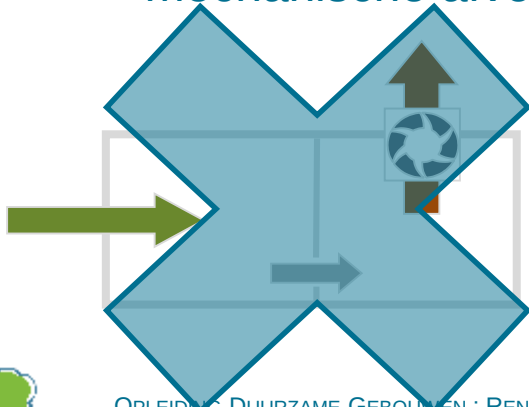
- B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



indien voorverwarmen,
maar energiegebruik



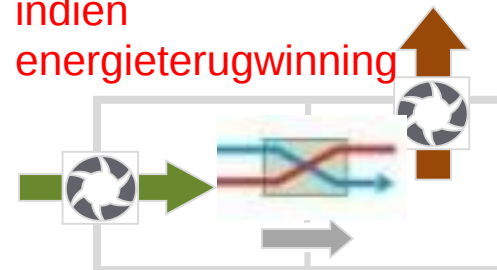
- C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



- D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



indien
energieterugwinning



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



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

- De systemen
- Welk systeem kiezen?
- **Centralisatie of decentralisatie?**

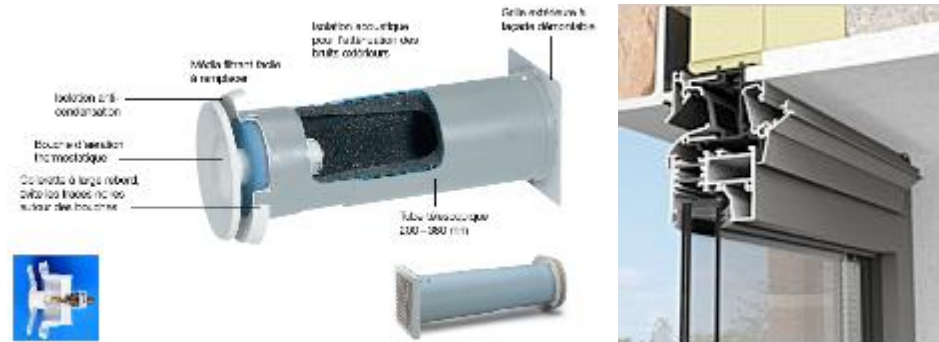
REGLEMENTAIRE ASPECTEN

AANDACHTSPUNTEN

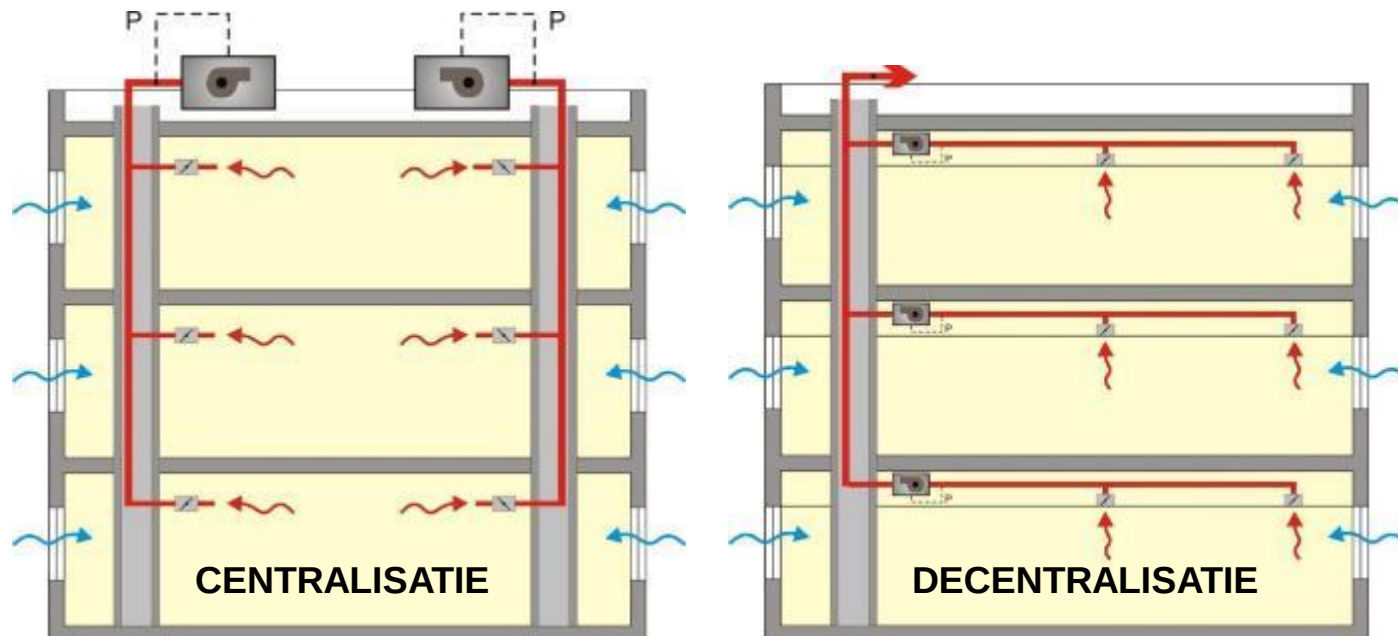


Systeem C

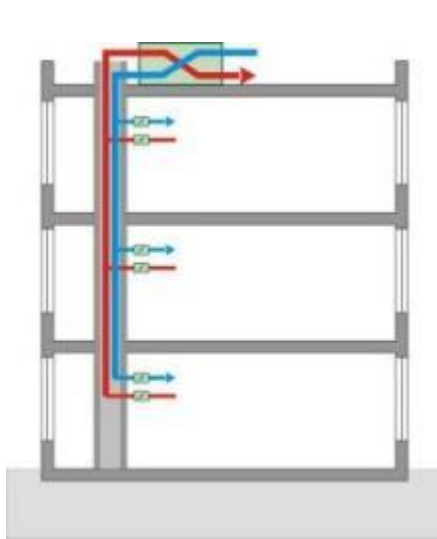
► Toevoer



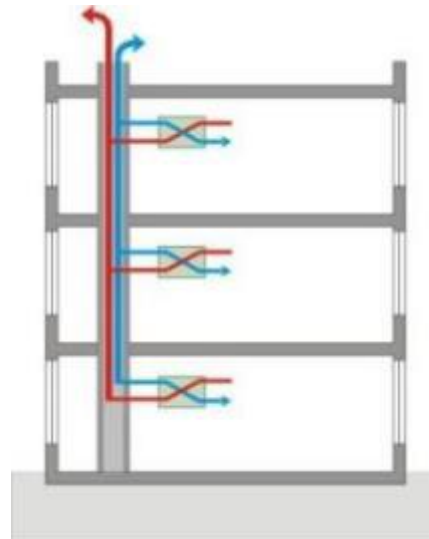
► Afvoer



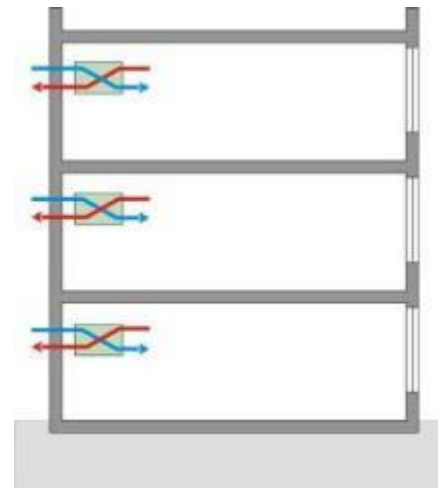
Systeem D



CENTRALISATIE



DECENTRALISATIE



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

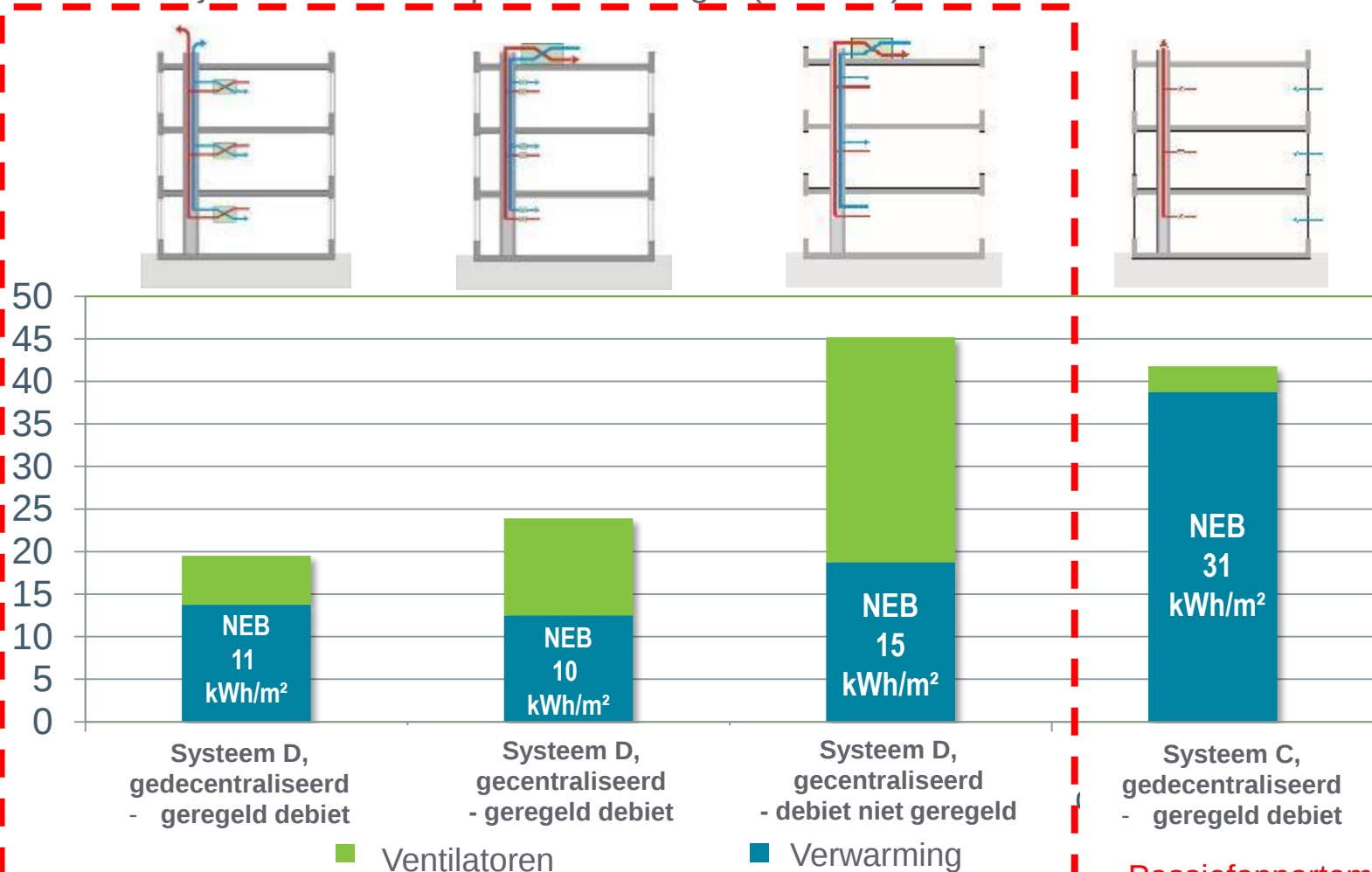
Individuele installaties

- + 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



Energie-impact van de centralisatie

- ▶ Jaarlijks verbruik aan primaire energie (kWh/m²)



Source / Bron: Matriciel

Passiefappartementen!

WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

- ▶ **EPB-werken**
 - ▶ EPB voor verwarming en klimaat
 - ▶ Codex over het welzijn op het werk

AANDACHTSPUNTEN



Residentiële gebouwen > Verscheidene documenten preciseren de vereiste debieten

- ▶ Norm **NBN D50-001** (1991): dimensionering (residentieel)



- ▶ EPB-bijlage XIX



⇒ **die van kracht is – opgelet, er bestaan oudere versies die niet meer van toepassing zijn)**

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

Aanvullende restrictieve elementen en elementen ter vereenvoudiging



Niet-residentiële gebouwen > Verscheidene documenten preciseren de te realiseren debieten



- ▶ NBN EN 13779: dimensionering (tertiair)
 - ⇒ **Wordt sinds 2017 vervangen door de NBN EN 16 798, maar de PEB-verordening verwijst ernaar**
- ▶ Norme NBN EN 16 798 : Energy performance of buildings - Ventilation for buildings
- ▶ NBN EN 15251: Gebruik en comfortcriteria (tertiair en residentieel)



- ▶ EPB-bijlage XX
 - ⇒ **Die van kracht is – opgelet: er bestaan oudere versies die niet meer van toepassing zijn)**
 - preciseert de norm
 - vermeldt de punten die in acht moeten worden genomen als aanbevelingen in het kader van de EPB-reglementering (Aanvullende elementen ter beperking en elementen ter vereenvoudiging)
- ▶ Andere reglementen (codex over het welzijn...)





Impact van de keuze op de naleving van de EPB-eisen

- ▶ Eis inzake de netto-energiebehoefte voor verwarming (NEV)
 - Bij de berekening van deze indicator wordt altijd rekening gehouden met een warmterecuperator met een rendement van minstens 80 %. Er is dus geen verschil tussen een systeem C en een systeem D met een warmterecuperator waarvan het rendement kleiner dan of gelijk aan 80 % is.
- ▶ Primaire-energieverbruik (PEV)
 - Bij de berekening van deze indicator wordt rekening gehouden met het werkelijk geïnstalleerde systeem, dus systeem C (met of zonder +), of systeem D met zijn overeenstemmende terugwinningsrendement
 - ⇒ **Invloed van de aan- of afwezigheid van een warmterecuperator**
 - ⇒ **Invloed van de eventuele mogelijkheid tot vraaggestuurde ventilatie**





Impact van de keuze op de naleving van de EPB-eisen

- Vergelijking (voorbeeld voor een appartement)

C > C+ (bezettingsfactor van 40 %)

Exigence de Besoin Net en Chauffage (BNC)

✓ Exigences respectées

Valeur maximale autorisée: **15,00 kWh/m²**
 Valeur calculée: **14,57 kWh/m²**
En cas de non-respect des exigences, vous vous exposez au régime de s...

Exigence de Consommation en Energie Primaire Totale (CEP)

✗ Exigences non respectées

Valeur maximale autorisée: **45,00 kWh/m²**
 Valeur calculée: **69,82 kWh/m²**
En cas de non-respect des exigences, vous vous exposez au régime de s...

Exigence de Besoin Net en Chauffage (BNC)

✓ Exigences respectées

Valeur maximale autorisée: **15,00 kWh/m²**
 Valeur calculée: **14,57 kWh/m²**
En cas de non-respect des exigences, vous vous exposez au régime de s...

Exigence de Consommation en Energie Primaire Totale (CEP)

✓ Exigences respectées

Valeur maximale autorisée: **45,00 kWh/m²**
 Valeur calculée: **41,37 kWh/m²**
En cas de non-respect des exigences, vous vous exposez au régime de s...

D (terugwinningsrendement van 89 %)

Exigence de Besoin Net en Chauffage (BNC)

✓ Exigences respectées

Valeur maximale autorisée: **15,00 kWh/m²**
 Valeur calculée: **12,83 kWh/m²**
En cas de non-respect des exigences, vous vous exposez au régime de s...

Exigence de Consommation en Energie Primaire Totale (CEP)

✓ Exigences respectées

Valeur maximale autorisée: **45,00 kWh/m²**
 Valeur calculée: **41,25 kWh/m²**
En cas de non-respect des exigences, vous vous exposez au régime de s...

Opgelet bij een hogere bezettingsfactor!

Source/Bron: Matriciel



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

- EPB-werken
- **EPB voor verwarming en klimaat**
- Codex over het welzijn op het werk

AANDACHTSPUNTEN



- ▶ Reglementering van kracht sinds 01/01/2011 maar wijzigingen op 01/01/2019
- ▶ Toepassingsgebied
 - Verwarmingsketel op gasvormige / vloeibare brandstof en waterverwarmer op gas
 - $P_n > 0 \text{ kW}$
 - Klimaatregelingssysteem compressiekoelmachines $P_n > 12 \text{ kW}$



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

- ▶ EPB-werken
- ▶ EPB voor verwarming en klimaat
- ▶ **Codex over het welzijn op het werk**

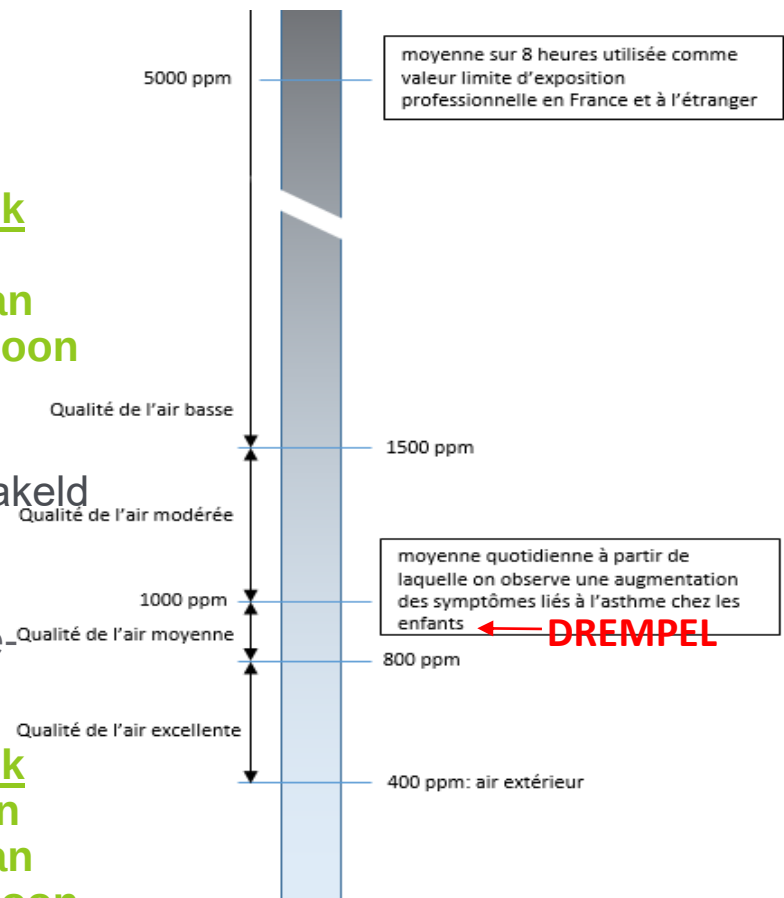
AANDACHTSPUNTEN



37 CODEX OVER HET WELZIJN OP HET WERK

KB van 25/03/2016 KB tot wijziging van het KB van 10 oktober 2012

- ▶ Stelt de algemene basiseisen vast waaraan arbeidsplaatsen moeten beantwoorden
- ▶ In de werklokalen
 - ⇒ **CO₂-concentratie gewoonlijk lager is dan 900 ppm of een minimum ventilatiedebiet van 40 m³/u per aanwezige persoon**
- ▶ In afwijking van het eerste lid
 - Verontreinigingsbronnen ... uitgeschakeld of aanzienlijk verminderd worden aantonen
 - Voorafgaand advies van de preventieadviseur
 - ⇒ **CO₂-concentratie gewoonlijk lager is dan 1200 ppm of een minimum ventilatiedebiet van 25 m³/u per aanwezige persoon**



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

AANDACHTSPUNTEN

- ▶ **Ventilatie vs Vervanging van ramen**
- ▶ Ventilatie vs Verwarming
- ▶ In ontwerp
- ▶ In gebruik



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Waarom?

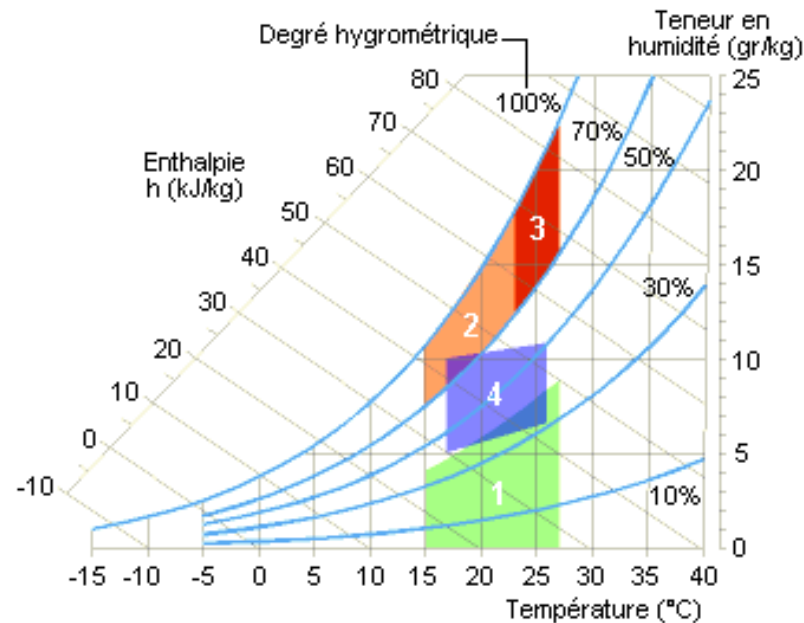
- ▶ In de binnenomgeving bevinden zich diverse soorten vervuiling verbonden aan
 - het gebruik ervan door mensen
 - Geuren
 - Tabaksrook
 - Vocht
 - CO₂
 - het gebouw en zijn uitrustingen
 - de omgeving
- ▶ Deze zijn schadelijk voor
 - de gezondheid
 - het comfort
 - de productiviteit van de gebruikers van de ruimten
 - de gezondheid van het gebouw



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Waarom?

- ▶ Als het gebouw luchtdichter wordt gemaakt, kan de vochtigheid minder makkelijk worden afgevoerd



Zone 1: droogteproblemen

Zones 2 en 3: ontwikkeling van bacteriën en microzwammen

Zone 3: ontwikkeling van mijtachtigen

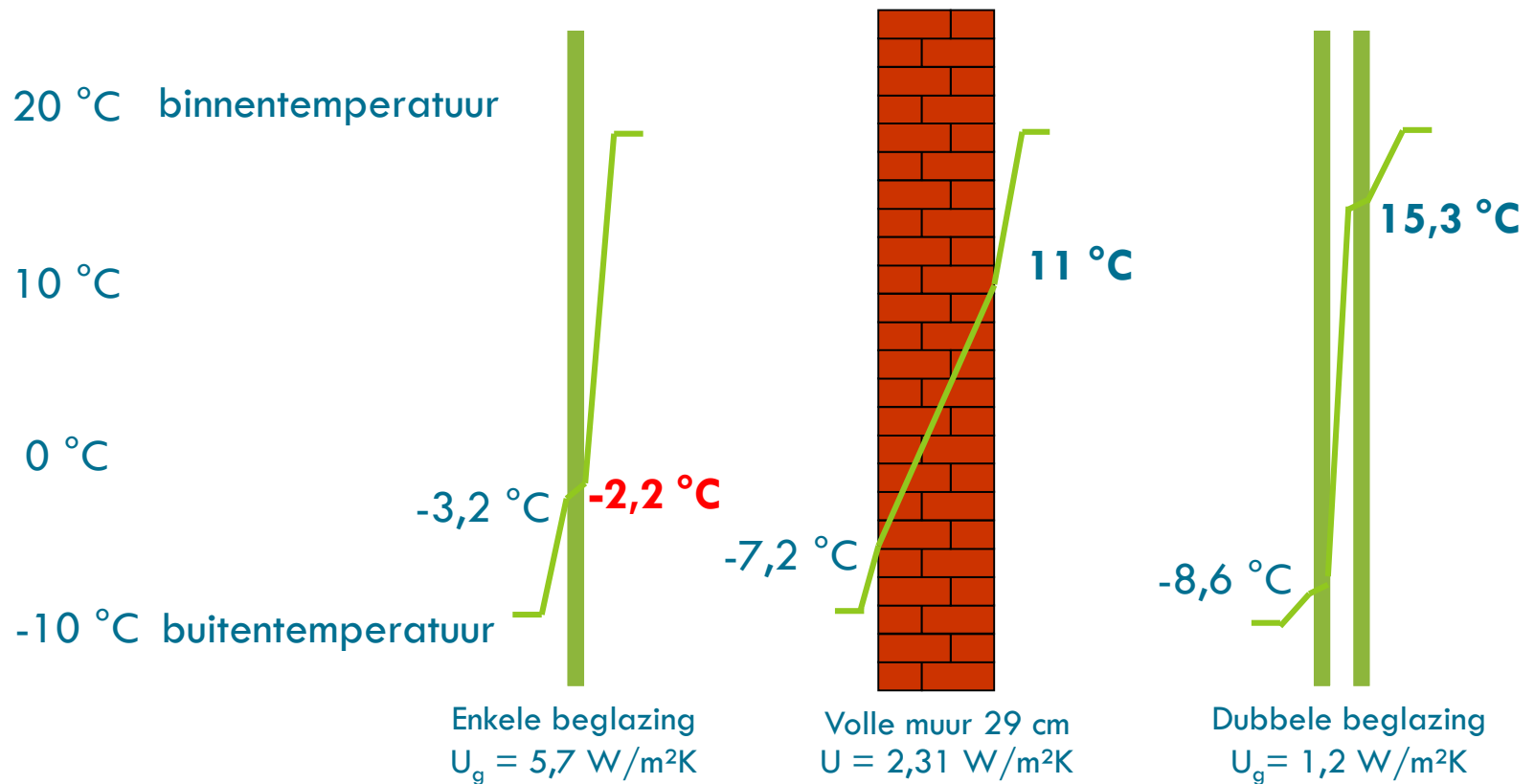
Zone 4: polygoon van hygrothermisch comfort



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Waarom?

- ▶ Door de ramen te vervangen, evolueert het fenomeen van condensatie op koude wanden...



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Wat schrijft de EPB-reglementering voor?



- ▶ Als ik mijn ramen + PU vervang > EPB-reglementering
 - Als er geen enkele vergunning vereist is voor de werken, valt het project niet onder de toepassing van de reglementering EPB-werkzaamheden.

Voorbeeld: werken voor de isolatie van het dak langs de binnenzijde

- Als er bij renovatiewerken een SV van toepassing is, zijn het alleen de werken aan de warmteverliesoppervlakte die invloed hebben op de energieprestaties van het gebouw die de verplichting tot naleving van de reglementering EPB-werkzaamheden met zich meebrengen. **Maar** als de procedure van toepassing is, gelden de EPB-eisen voor alle gerenoveerde delen van de gebouwschil, of er voor deze delen nu een stedenbouwkundige vergunning vereist is of niet.
- Vervanging of toevoeging van ramen (bijlage XV - § 1.g / bijlage XVI - § 7.2), minstens
 - Naleving van de vastgelegde debieten > NBN D 50-001/NBN EN 13779
 - 45 m³/h /m vervangen/toegevoegd venster



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

- ▶ Een systeem voor mechanische ventilatie heeft een beter rendement als de onbewuste ventilatie wordt beperkt
 - De **NBN D 50-001 (§ 4.3.3 5) - Ventilatievoorzieningen in woongebouwen**) raadt een maximaal lekdebiet n_{50} aan van:
 - **3 vol/h** als de ventilatie van het gebouw door een systeem D wordt verzekerd
 - **1 vol/h** als de ventilatie van het gebouw door een systeem D uitgerust met een warmterecuperator wordt verzekerd

→ Zie grafiek (slide 80)



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

- ▶ Een systeem voor mechanische ventilatie heeft een beter rendement als de onbewuste ventilatie wordt beperkt
 - De **NBN EN 13779** die betrekking heeft op niet-residentiële gebouwen raadt het volgende aan:
 - Gebouwen met 3 bouwlagen of minder: $n_{50} \leq 2 \text{ vol/h}$
 - Gebouwen met meer dan 3 bouwlagen: $n_{50} \leq 1 \text{ vol/h}$
- ⇒ **STRENG! Verzorgde uitvoering, bijzondere aandacht voor aansluitingen, doorvoering van kokers of leidingen, ...**

→ Zie grafiek (slide 80)



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

- ▶ Een systeem voor mechanische ventilatie heeft een beter rendement als de onbewuste ventilatie wordt beperkt.
- Geen enkele norm raadt een te halen dichtheidsniveau aan als de ventilatie van het gebouw door een **systeem met enkele** stroom wordt verzekerd.

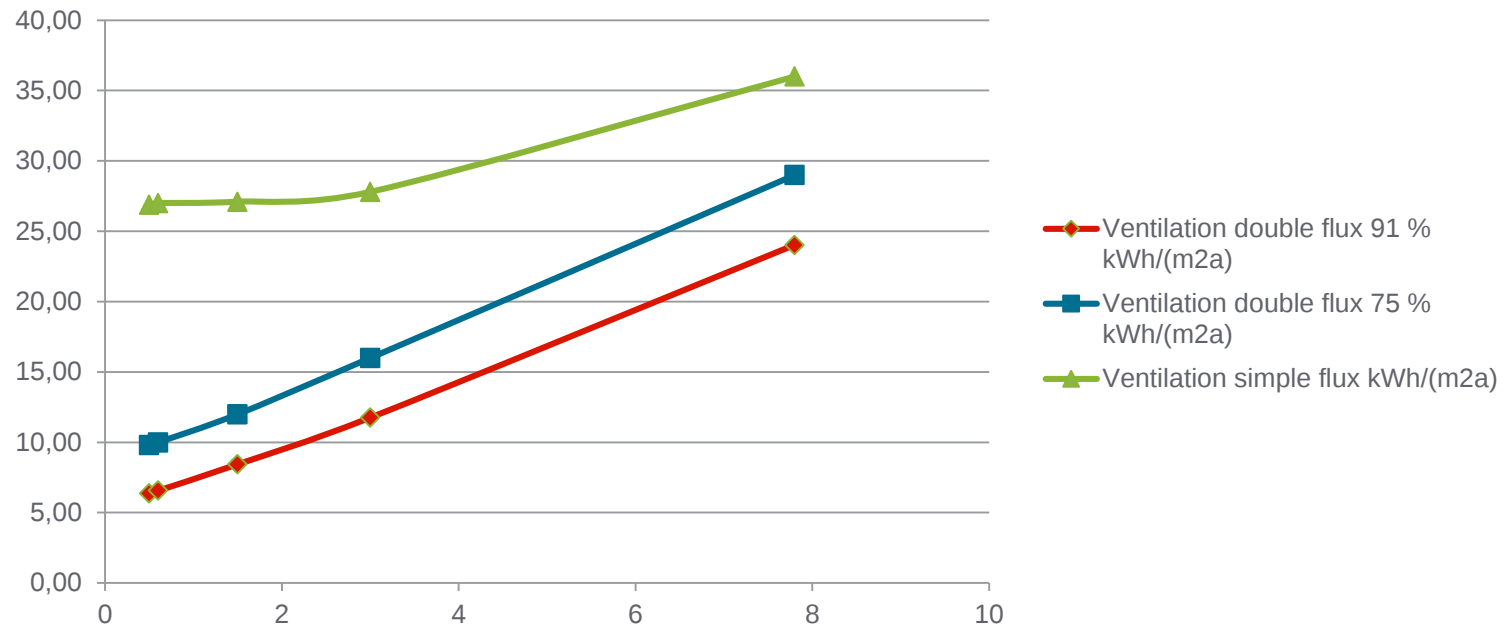
⇒ **Het lijkt logisch in dit geval de doelstelling van een maximaal lekdebiet van 3 m³/h.m² te behouden. Verder dan deze (reeds lage) waarde worden de energiewinsten die door een grotere dichtheid worden verkregen, alsmäär kleiner.**

→ Zie grafiek (slide 80)



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

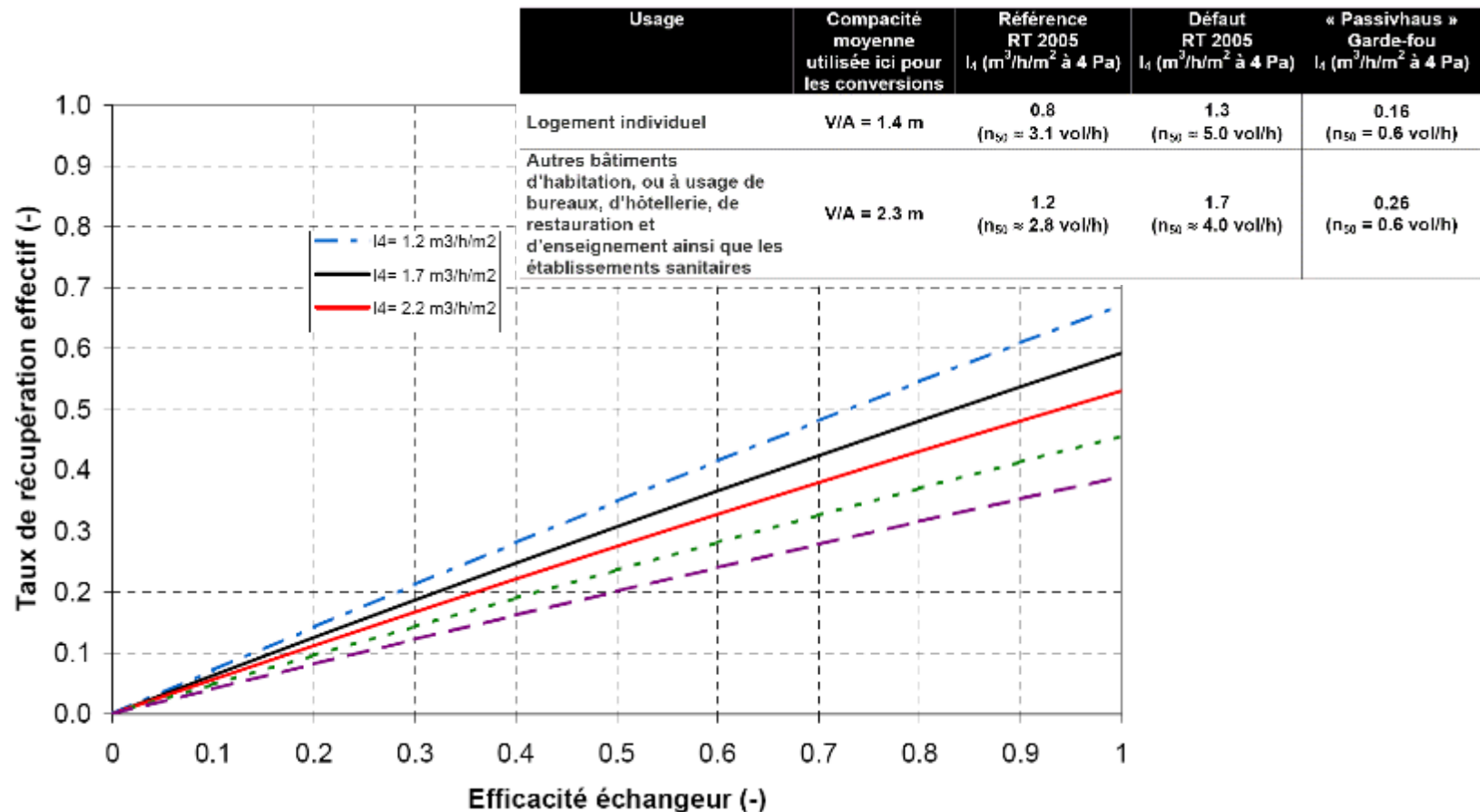
- ▶ Een systeem voor mechanische ventilatie heeft een beter rendement als de onbewuste ventilatie wordt beperkt.
 - Indien $n_{50} \nearrow > \eta_{GMV} \searrow$
 - Afgevoerde lucht is kouder (vermenging van buiten- en binnenlucht)
 - Temperatuurverschil tussen afgevoerde lucht en toegevoerde buitenlucht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

→ Zie grafiek



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

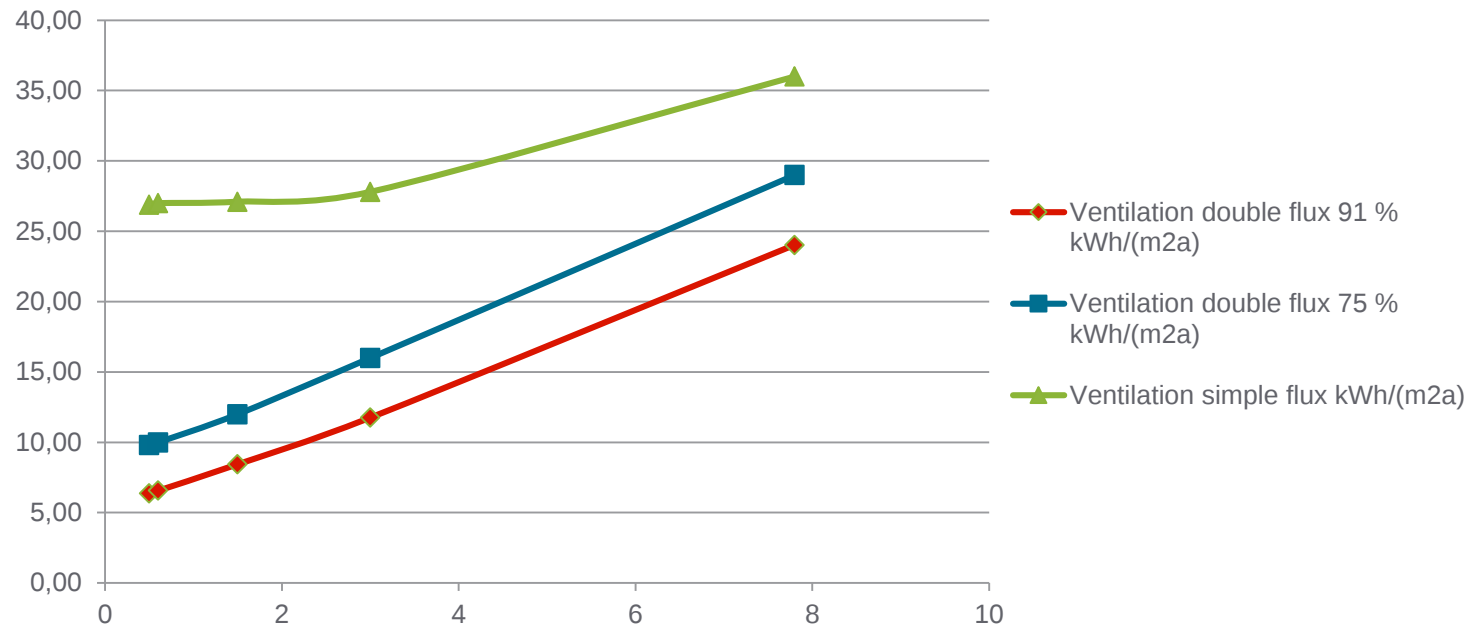
- ⇒ **Opgelet, het zijn slechts aanbevelingen!! In een overgangsperiode is dit zeker te overwegen!!**
- ⇒ **Er kan een mechanische-ventilatiesysteem worden geïnstalleerd zelfs als de luchtdichtheid van het gebouw niet optimaal is...**



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

→ DOEL: Op termijn hoge prestaties realiseren > systeem met dubbele stroom



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

→ DOEL: Op termijn hoge prestaties realiseren

- ▶ OPTIMAAL: meteen systeem D (dubbele stroom) met warmteterugwinning voorzien



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

→ DOEL: Op termijn hoge prestaties realiseren

- 
- ▶ TUSSENTIJD: Een volledig/onvolledig systeem C (enkele stroom) voorzien dat tot een systeem D kan worden omgevormd
 - Afvoer: Het extractienet volledig of gedeeltelijk realiseren - het zal kunnen worden behouden
 - Toevoer: Als de ramen in droge vertrekken (of woonkamers) worden vervangen > tijdelijke muuropeningen voorzien in de betreffende vertrekken, die op termijn zullen worden gedicht
 - De groep met enkele stroom zal moeten worden vervangen door een groep met dubbele stroom (aan de investering denken!)



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

→ Welk systeem (nu en op lange termijn)?

→ DOEL: Op termijn hoge prestaties realiseren

- 
- ▶ BASIS (= naleving van de reglementaire eisen) > Zich alleen bekommeren om de ruimten waar ramen werden vervangen
 - Afvoer: Tijdelijke individuele mechanische afzuigventilatoren voorzien die niet door de verlichting van de betreffende ruimte worden gestuurd
 - Toevoer: Tijdelijke muuropeningen voorzien in de betreffende vertrekken, die op termijn zullen worden gedicht



Als ik mijn ramen vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren...

- In alle gevallen (geschikter voor residentiële gebouwen)
- In een vertrek waar ik meer comfort wens > kan een gedecentraliseerd systeem met dubbele stroom worden voorzien (tijdelijk of definitief)



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

AANDACHTSPUNTEN

- ▶ Ventilatie vs Vervanging van ramen
- ▶ **Ventilatie vs Verwarming**
- ▶ In Ontwerp
- ▶ In gebruik



Ik moet mijn verwarmingsketel vervangen en wil de installatie van een ventilatiesysteem uitstellen

→ Waarop moet worden gelet?

- Eventuele conflicten tussen schoorsteenuitlaten en luchtinlaten en -uitlaten

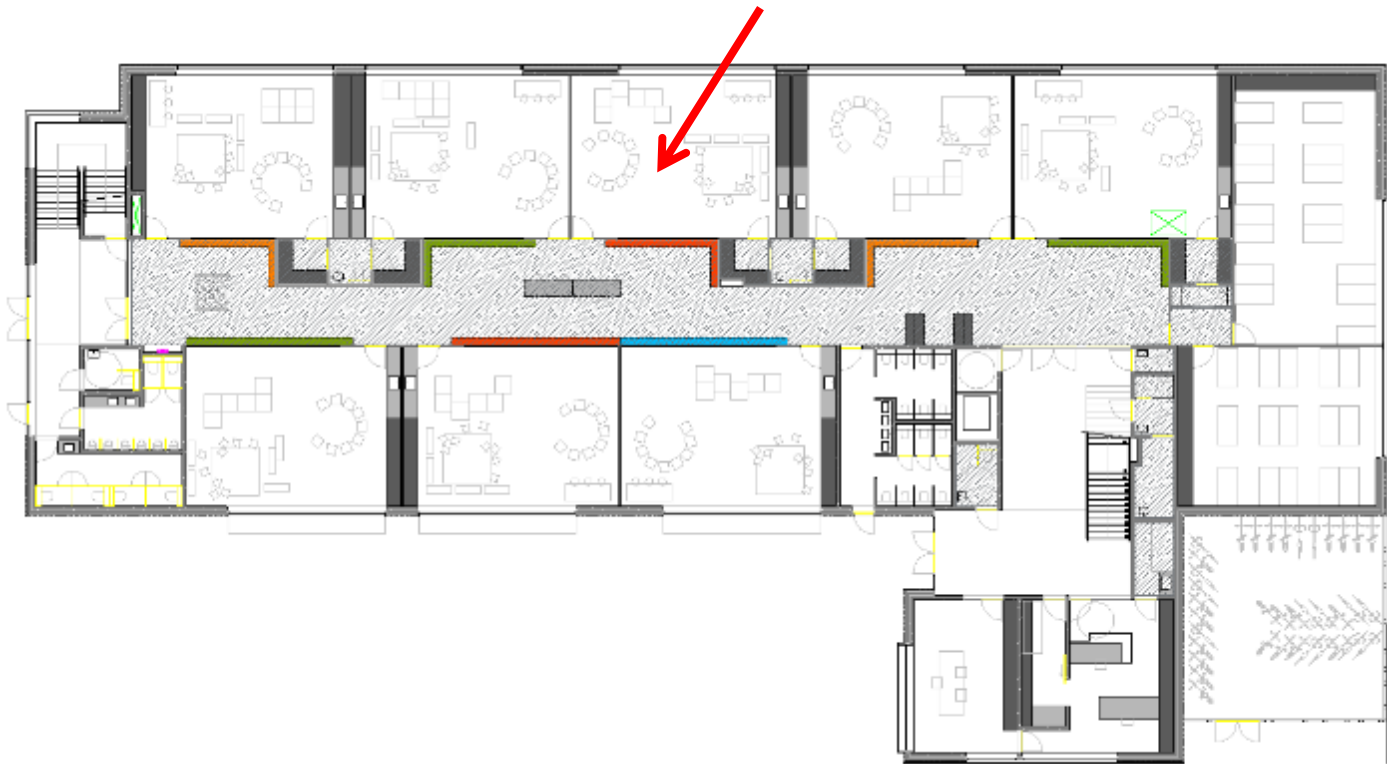




Ik moet mijn verwarmingsketel vervangen en wil de installatie van een ventilatiesysteem uitstellen

→ Waarp moet worden gelet?

- Impact van de keuze van het type systeem op het verwarmingsvermogen
 - Voorbeeld: leslokaal in een school





Ik moet mijn verwarmingsketel vervangen en wil de installatie van een ventilatiesysteem uitstellen

→ Waarop moet worden gelet?

- Impact van de keuze van het type systeem op het verwarmingsvermogen
 - Voorbeeld: leslokaal in een school

Systeem C	Systeem D + warmterecuperator ($\eta=75\%$)
Berekening van de totale thermische last	
$\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH}$	
$\Phi_{HL} = 1.047 + 6.338 + 1.650$ = 9.035 W	$\Phi_{HL} = 1.047 + 2.272 + 1.650$ = 4.969 W

45 % minder rekening houdend met de aanzienlijke ventilatiedebieten in het leslokaal (572 m³/h bij -8 °C op de koudste dag))



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

AANDACHTSPUNTEN

- ▶ Ventilatie vs Vervanging van ramen
- ▶ Ventilatie vs Verwarming
- ▶ **In ontwerp**
- ▶ In gebruik



Drukverliezen: Enkele tips

- ▶ Een zo eenvoudig en kort mogelijk kanalennet ontwerpen
- ▶ Het kanalennet correct dimensioneren
- ▶ Bij voorkeur gladde en ronde kanalen kiezen
- ▶ Scherpe bochten en plotse overgangen vermijden
- ▶ Flexibele aansluitingen beperken
- ▶ Uitrustingen met gering drukverlies kiezen (warmtewisselaar, klep, register, batterijen, filters...)

Dimensionering van de luchtkanalen

- ▶ Bovengrens > plaatsruimte, gewicht, prijs...
- ▶ Ondergrens > geluid, snelheid, drukverliezen



Akoestiek : Enkele tips

- ▶ Geluiddempende toevoerroosters
- ▶ Beperking van de luchtsnelheid (2 – 3 m/s in de eindkanalen)
- ▶ Drukverliezen beperken en bochten of aftakkingen niet te dicht bij elkaar plaatsen om turbulentie te vermijden
- ▶ Correcte bevestiging van de leidingen (trillingwerende beugels – geen vaste contacten)
- ▶ Geluidsarme ventilatoren en aangepaste steunen
- ▶ Geluiddempers, geluidwerende afdekking
- ▶ Correcte dimensionering en uitvoering van het ventilatienet
- ▶ Keuze van geschikte toevoeropeningen



Luchtinlaat en -uitlaat

► TV 258 (residentieel)

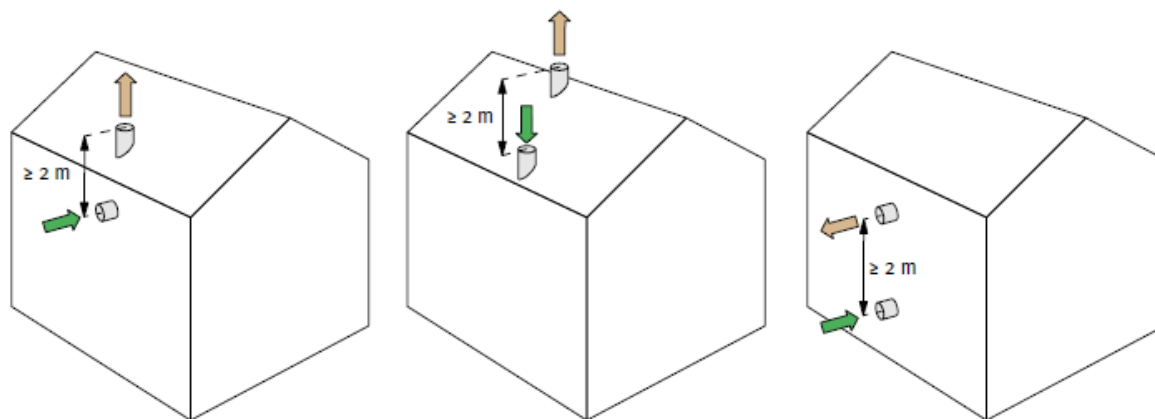


Fig. 20 Différence de hauteur minimale de 2 m entre une prise d'air et un rejet pour différentes situations (la prise d'air étant plus bas que le rejet).

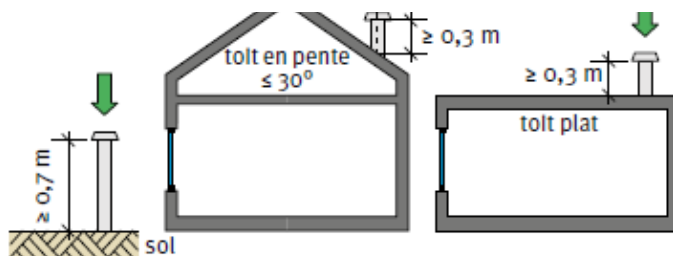


Fig. 23 Hauteur minimale des prises d'air placées au sol (à gauche) et sur une toiture dont la pente n'est pas supérieure à 30° (à droite).

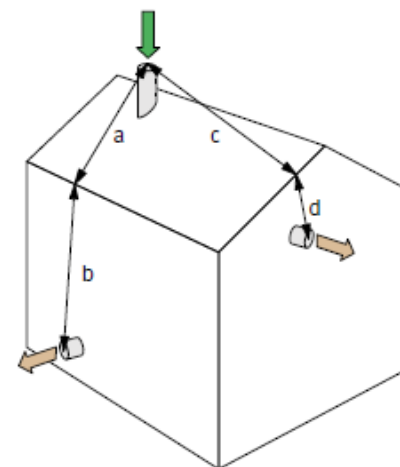


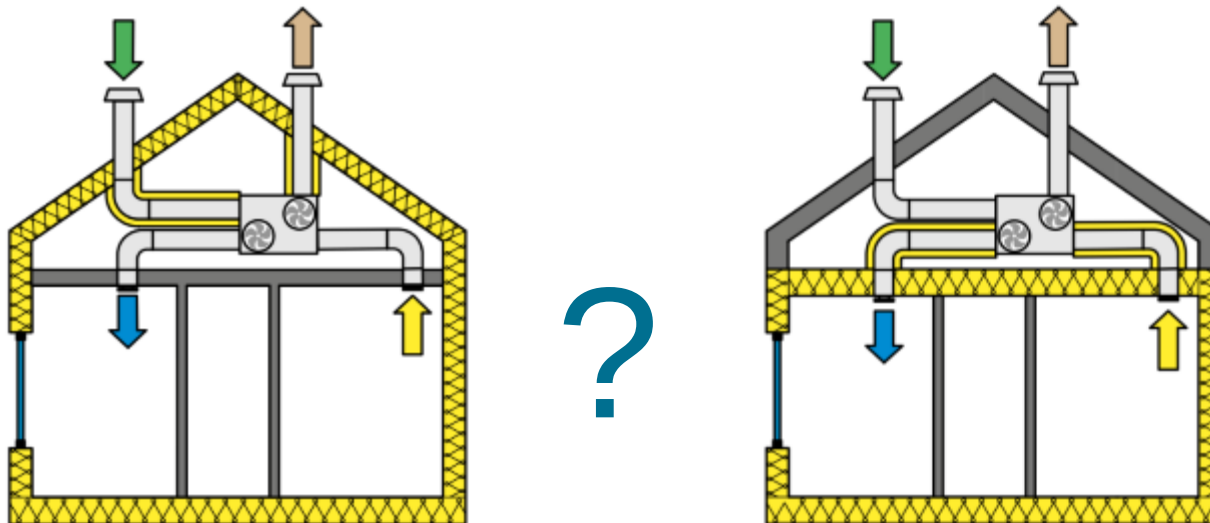
Fig. 21 Distance minimale de 10 m ($a + b + c + d$) entre un rejet et une prise d'air pour différentes situations (lorsqu'il n'est pas possible de placer la prise d'air 2 m plus bas que le rejet).

⇒ **Opgelet op de afstand tussen de buitenluchtinlaat en de uitlaat voor de rookgasafvoer / de schoorsteen van de buren, primaire ventilatie riolering**



Luchtinlaat en -uitlaat

- Efficiëntie van de recuperator versus realiteit: welke geïsoleerde sectie?



WAAROM VENTILEREN ?

HOE VENTILEREN ?

REGLEMENTAIRE ASPECTEN

AANDACHTSPUNTEN

- ▶ Ventilatie vs Vervanging van ramen
- ▶ Ventilatie vs Verwarming
- ▶ In ontwerp
- ▶ **In gebruik**



Debieten en regelstrategie (residentiële gebouwen)

- Norm NBN D50-001 : dimensionering (residentiële gebouwen) > resultaat (voorbeeld)

$290 \text{ m}^3/\text{h} \neq 150 \text{ m}^3/\text{h}$



- Meestal is het afvoerdebiet kleiner dan het toevoerdebiet. We nemen deze hypothese hier als uitgangspunt ...



Debieten en regelstrategie (residentiële gebouwen)

⇒ Een onbalans tussen toevoer en afvoer bestaat niet in de praktijk ...

► Systeem C

- Vooral mechanische afvoer beheerst het systeem

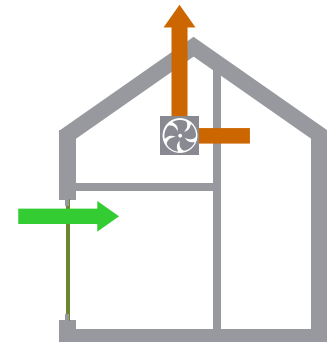
⇒ (Natuurlijke) toevoer is lager dan voorzien

► Systeem D

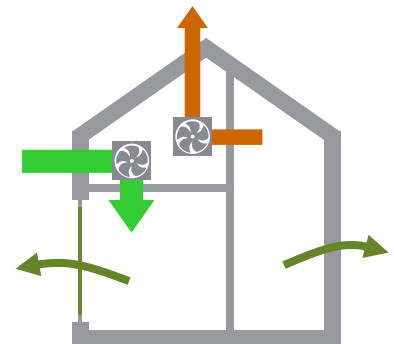
- Het hoogste mechanische debiet (toevoer) beheerst het systeem

⇒ Bijkomende exfiltratie doorheen de gebouwschil

- Rendement van warmtewisselaar ↓ als onbalans pulsie/extractie



Source / Bron: WTCB



Source / Bron: WTCB



Debieten en regelstrategie (residentiële gebouwen) > Mogelijkheden

Vergroten van afvoerdebiet – ontwerp

$$\Rightarrow 290 \text{ m}^3/\text{uur} = 290 \text{ m}^3/\text{uur}$$



- ▶ Volgens de norm moet dit debiet haalbaar zijn... **maar niet noodzakelijk continu**

⇒ **OBJECTIEF : verliezen te verminderen en comfort te garanderen**

- ⇒ Verkleinen van debieten – gebruik (> een regelstrategie implementeren)

$$\Rightarrow 160 \text{ m}^3/\text{uur} = 160 \text{ m}^3/\text{uur}$$

- ⇒ Verkleinen van toevoerdebiet + recirculatie – ontwerp (ongewoon)

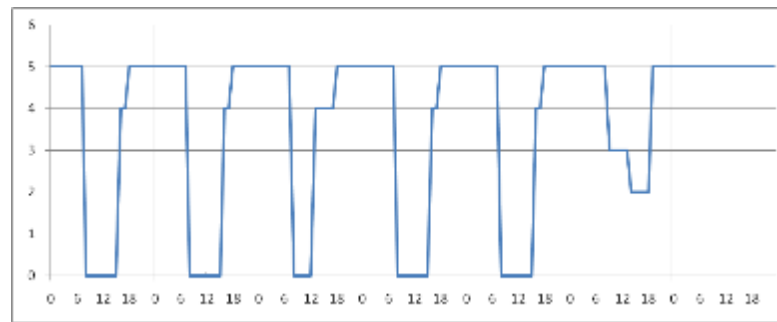
$$\Rightarrow 150 \text{ m}^3/\text{uur} + 140 \text{ m}^3/\text{uur} = 290 \text{ m}^3/\text{uur}$$





Debieten en regelstrategie (residentiële gebouwen)

- Raam het jaarverbruik voor volgende configuraties
 - Dimensioneringdebiet: 350 m³/uur
 - Huis bewoond door 5 personen, vermoedelijke bezetting



- Scénario 1: 24h/24h – 100%
- Scénario 2: 16h/24h – 50% et 8h/24h – 20%





Debieten en regelstrategie (residentiële gebouwen)

- Raam het jaarverbruik voor volgende configuraties
 - Verbruik van de groep

Debiet [%]	Wh/m³	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

- Scénario 1: $365 \times 24 \times 243 / 1000 = 2128 \text{ kWh/an}$
- Scénario 2: $365 \times ((24/3 \times 2 \times 44) + (24/3 \times 1 \times 17)) / 1000 = 307 \text{ kWh/an}$



Geëiste debieten ≠ Ontwerpdebieten ≠ Gerealiseerde debieten (residentiële gebouwen)

- ▶ Geëiste debieten (minimum) > bepaald door de NBN D50-001 en de PEB-bijlage
- ▶ Ontwerpdebieten > Geëiste debieten
 - Per ruimte: min. 5-10 % hoger
 - Totaal (woning): min. 5 % hoger (aanbevelingen van het WTCB)
- ▶ Gerealiseerde debieten: zijn afhankelijk van
 - weersomstandigheden (natuurlijke ventilatie)
 - drukverliezen (mechanische ventilatie)

⇒ **Dimensionering**

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





- ▶ Ventilatie heeft verschillende functies en voldoet aan verschillende behoeften die de keuzes kunnen beïnvloeden (systeemtype, centralisatie/decentralisatie)
- ▶ De principes gelden voor alle systemen
- ▶ De documenten en regels moeten gekend zijn én ze moeten correct worden geïnterpreteerd en in acht genomen.
- ▶ Ventilatie is noodzakelijk om de luchtkwaliteit te garanderen, maar ze leidt tot energieverlies en dit moet onder controle worden gehouden





Gids duurzame gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Dossier | Het ademcomfort verzekeren
- ▶ Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen



Websites

- ▶ Energie + : www.energieplus-lesite.be (FR)
- ▶ WTCB : <https://www.wtcb.be/>
- ▶ Opleidingen Duurzaam bouwen
<https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen/goede-praktijken-om-te-bouwen-en-te-renoveren/om-u-te-helpen/opleidingen-duurzaam-8>

Om verder te gaan:

- Ventilatie: ontwerp en regeling



Artikelen

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



Muriel BRANDT

Gedelegeerd zaakvoester en projectverantwoordelijke
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

