

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE: ONTWERP EN AFSTELLING

LENTE 2022

Aanbevelingen voor een rationeel energiegebruik



- ▶ De factoren voorstellen die de energie-efficiëntie van een ventilatiesysteem beïnvloeden
- ▶ Enkele verbanden leggen met de EPB-reglementering voor verwarming en klimaatregeling



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM
BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM
BEPERKEN



4 VENTILATIE EN ENERGIEVERBRUIK

Het verbruik situeert zich op twee niveaus

- ▶ Verlies/winst door ventilatie > impact op de warmte-/koudebehoeften
- ▶ Hulpapparatuur

⇒ **Om het globale verbruik te verlagen, dient er ingewerkt te worden op de twee bronnen of niveaus**



Context

- ▶ Als de ventilatiesysteem met de verwarming/cooling systeem gekoppeld wordt, is de reglementering van toepassing



EPB-reglementering
verwarming
BBHR 3/06/2010

Inwerkingtreding:
1 januari 2011



EPB-reglementering
klimaatregeling
BBHR 15/12/2011

Inwerkingtreding:
1 september 2012



EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling

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

Source / Bron : Bruxelles Environnement



Twée categorieën van eisen

- ▶ Eisen inzake goede werking

- > **Veilige en performante werking toestel**

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

- ▶ Technische “systeemeisen”

- > **Prestatie van de verwarmingssystemen**

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



Negen technische “systeemeisen”

1. Eisen van energiemeting
2. Eisen betreffende de energieboekhouding
3. Documenten betreffende het verwarmingssysteem
4. Dimensioneringsnota van de verwarmingsketels
5. **Thermische isolatie van leidingen en toebehoren van het verwarmingssysteem**
6. Regeling van de verwarmingssystemen
7. **Verdeling van de verwarmingswater- en luchtdistributie**
8. **Variatie in het verse luchtdebiet naargelang de reële bezetting**
9. **Warmteterugwinning op dubbele flux ventilatie-eenheden**



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ **De klimaatregelingbehoefte verminderen**
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ Ventilatienet in evenwicht brengen
- ▶ Debieten regelen volgens de behoeften

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



Welk luchtdebiet voor het vereiste verwarmingsvermogen?

- ▶ Twee gevallen
 - Gebouwschil conform EPB
 - Systeem met dubbele stroom
 - Pulsietemperatuur (uitlaat verwarmingsbatterij): 35 °C

Systeem D + warmteterugwinning (η 80 %)

Vereist vermogen = **30 W/m²**
T° verse buitenlucht*: 18 °C



5,2 m³/uur/m²

Systeem D

Vereist vermogen = **100 W/m²**
T° verse buitenlucht*: 5 °C



9,8 m³/uur/m²

* gemiddelde in de winter

⇒ **Vereist debiet gedeeld door 2!**



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ De klimaatregelingbehoefte verminderen
- ▶ **Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren**
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ Ventilatienet in evenwicht brengen
- ▶ Debieten regelen volgens de behoeften

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



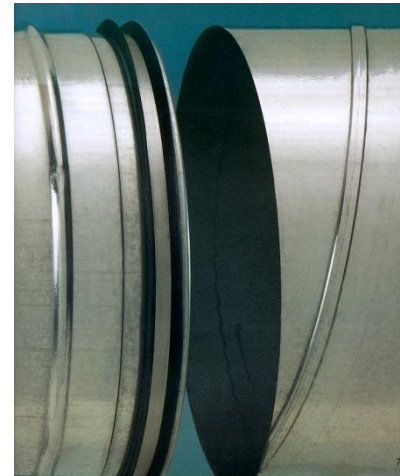
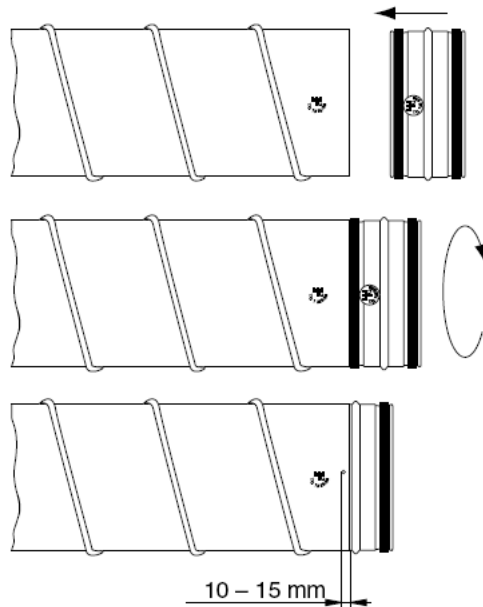
Waarom?

- ▶ Onnuttig debiet = energieverlies

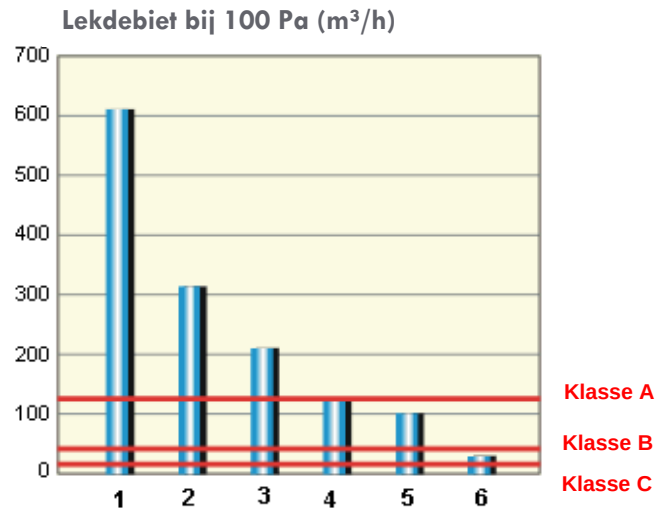


⇒ **Vermogen verschilt volgens ventilatiedebiet : debiet +20 % → verbruik +73 %)**

- ▶ Ongewenste diffusie



Het gebruik van materieel van klasse C aanraden



Luchtdichtheid van de ventilatiekanalen in het PROBE-gebouw van het WTCB :

- 1 Beginsituatie (rechthoekige kanalen)
- 2 tot 5 Meerdere afdichtingslagen met kleefband
- 6 Vervanging van de rechthoekige kanalen door ronde kanalen met dubbele koppeling aan de aansluitingen



Source / Bron : CSTC



INLEIDING

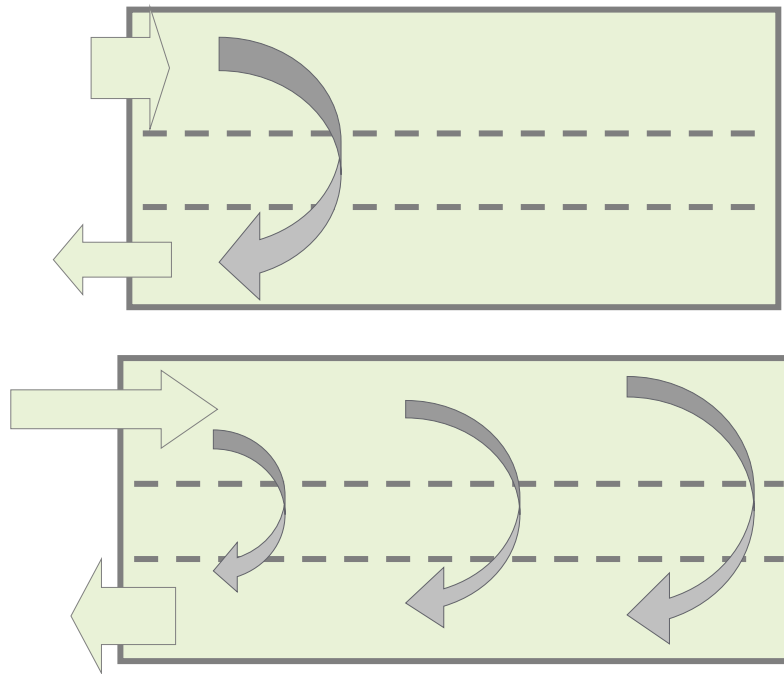
TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ De klimaatregelingbehoefte verminderen
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ **Kortsluitrisico beperken**
- ▶ Ventilatienet in evenwicht brengen
- ▶ Debieten regelen volgens de behoeften

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN





INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ De klimaatregelingbehoefte verminderen
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ **Ventilatienet in evenwicht brengen**
- ▶ Debieten regelen volgens de behoeften

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



HET VENTILATIENET IN EVENWICHT BRENGEN

- ▶ Het ventilatienet in evenwicht brengen houdt de nauwkeurige regeling van het drukverlies op elke arm van het net in, zodat de debieten worden verdeeld zoals op papier voorzien
 - ⇒ **Elke ruimte wordt volgens de behoeften van lucht voorzien; het totaaldebiet hoeft niet aangepast te worden om een tekort in een ruimte te verhelpen**



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ De klimaatregelingbehoefte verminderen
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ Ventilatienet in evenwicht brengen
- ▶ **Debieten regelen volgens de behoeften**

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



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



Regelmodus	Inrichting	Aangepaste gevallen
Veronderstelde aanwezigheid	Timer	Ruimten met zeer voorspelbare en repetitieve bezetting (kantoren, refter...)
Werkelijke aanwezigheid (ON/OFF)	Aanwezigheidsensor (IR)	Ruimten met niet te voorziene en/of variabele bezetting (vergaderruimten, polyvalente ruimten, leslokalen, living...)
Werkelijke aanwezigheid (aantal personen)	CO ₂ -sensor of telling	Ruimten met niet te voorziene en/of variabele bezetting (vergaderruimten, polyvalente ruimten, leslokalen, living...)
Luchtvervuiling	CO ₂ - of VOS-sensor	Ruimten waarin een activiteit plaatsvindt die een variabele emissie van vervuilende stoffen inhoudt: laboratorium, werkplaats, industrie...
Vochtigheidsgraad	Vochtsensor	Ruimten met variabele vochtproductie: badkamer, keuken...
Binnentemperatuur	Temperatuursensor	Als aanvulling op een andere inrichting om een intensieve ventilatie mogelijk te maken

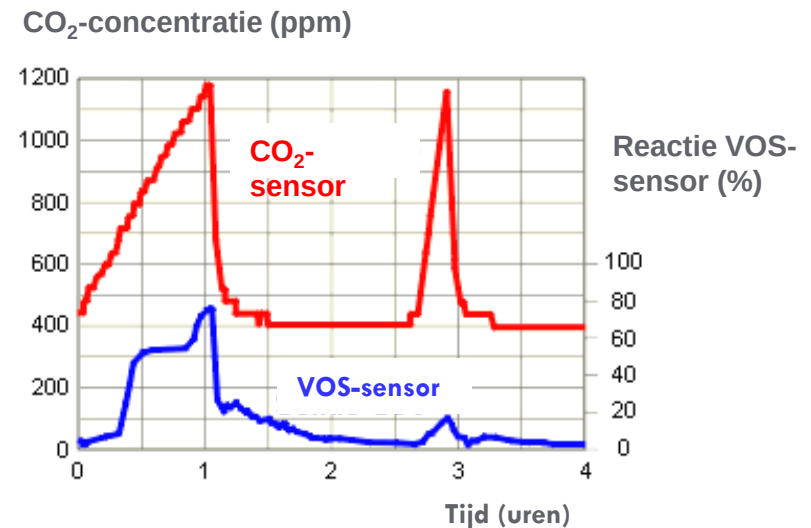


	+	-
Timer	✓ Zeer eenvoudige regeling ✓ Beperkte kosten ✓ Betrouwbaar materieel	✓ Slechte afstemming op behoeften
CO₂-sensor	✓ Laat toe het debiet aan de werkelijke behoefte aan te passen	✓ Hoge kosten ✓ Kwetsbaar materieel
VOS-sensor	✓ Laat toe het debiet aan de werkelijke behoefte aan te passen ✓ Lage kosten	✓ Regeling in % > moeilijk fysiek te interpreteren
Aanwezigheidsensor (IR)	✓ ON/OFF/vertraagde werking ✓ Werking volgens werkelijk bezettingsschema ✓ Lage kosten ✓ Betrouwbaar materieel	✓ Houdt geen rekening met het aantal aanwezige personen



Vergelijking tussen CO₂-sensor en VOS-sensor

Uur 1: 1 persoon die 2 sigaretten rookt
Uur 2: ruimte staat leeg
Uur 3: 6 personen die niet roken
Uur 4: ruimte staat leeg



- ⇒ Het is belangrijk het juiste toestel te kiezen!
- ⇒ Een goede regeling vereist een goede compartimentering. Soms kan een onafhankelijke groep noodzakelijk blijken.



Regelmiddelen - Systeem C

- ▶ Zelfregelende toevoerroosters overeenkomstig de weersomstandigheden (winddruk)
- ▶ Regeling van de ventilator
 - door de gebruiker (manueel of gemotoriseerd)
 - automatisch



Regelmiddelen - Systeem D

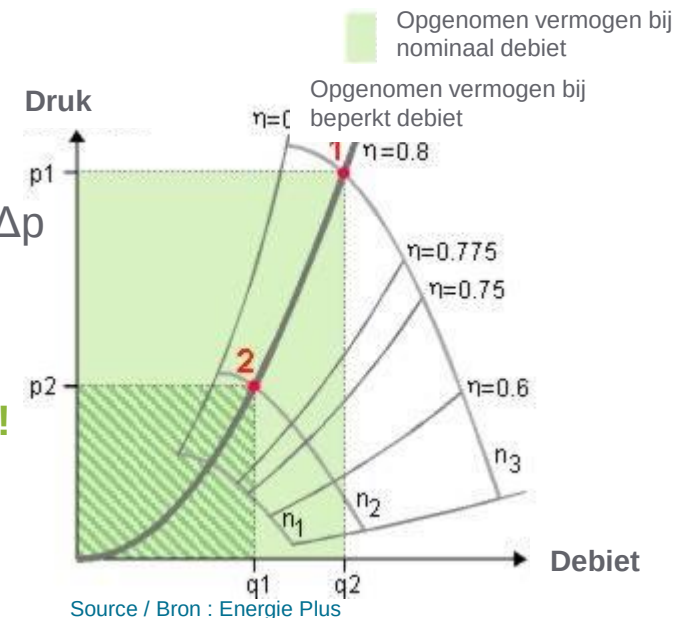
- ▶ Regeling van de toevoeropeningen (smoorregeling)
- ▶ Smoorklep in het kanaal

⇒ **Stijging van het drukverlies ... Slechte optie**

- ▶ Regeling van de ventilator
 - Verplaatsing van het werkingpunt op de netcurve
 - Theoretisch vermogen (oppervlakte): $P \sim q \times \Delta p$

⇒ **Indien $q / 2 > \Delta p / 4 > P / 8$**

⇒ **Daling van het elektriciteitsverbruik!**



Regelsystemen gebaseerd op de luchttemperatuur die toelaten het minimale ontwerpdebiet te verlagen, zijn niet toegelaten (bijlage XX-§7.4.)



Voorzie een regelingstrategie voor volgende ruimten (hygiëne)

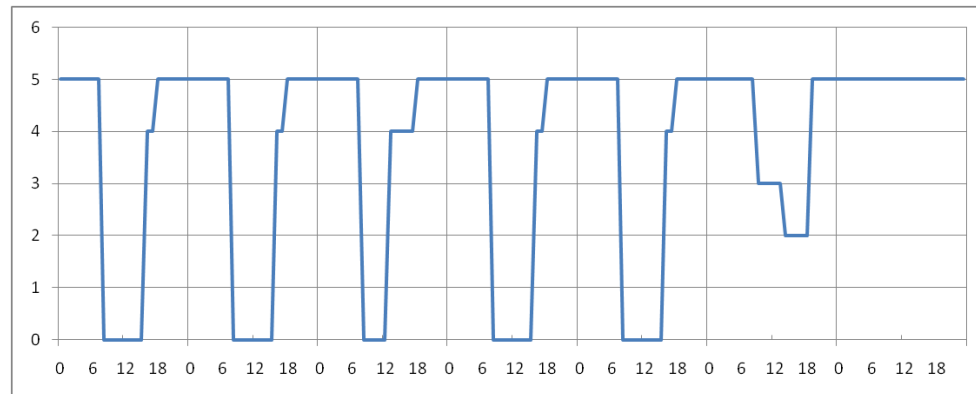
Klaslokaal (lagere school)	☐	☐	Klok
Klaslokaal (middelbare school en avondschool)	☐	☐	CO ₂ -sensor
Badkamer	☐	☐	Aanwezigheidsensor (IR)
Kantoorlandschap	☐	☐	Temperatuursensor
Individueel kantoor	☐	☐	Vochtsensor
Cafetaria	☐		
Keuken (collectieve keuken)	☐		
Sanitair (school)	☐		
Slaapkamer (internaat)	☐		





Raam het jaarverbruik voor volgende configuraties

- Dimensioneringdebiet: 350 m³/uur
- Huis bewoond door 5 personen, vermoedelijke bezetting



- Verbruik van de groep

Debiet [%]	Wh/m ³	W
30	0.17	17
40	0.19	27
50	0.24	44
60	0.31	70
70	0.40	105
80	0.48	145
90	0.60	196
100	0.69	243





Raam het jaarverbruik voor volgende configuraties

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





Raam het jaarverbruik voor volgende configuraties

Duur [uren]	Debiet [%]	Verbruik [kWh/jaar]
Scenario 1		
24	100 %	$24 \times 243 \times 365 / 1.000 = \underline{2130}$
Scenario 2		
24	50 %	$24 \times 44 \times 365 / 1.000 = \underline{385}$
Scenario 3		
16	50 %	$16 \times 44 \times 365 / 1.000 = 250$
8	30 %	$8 \times 17 \times 365 / 1.000 = 49,6$
		<u>300</u>



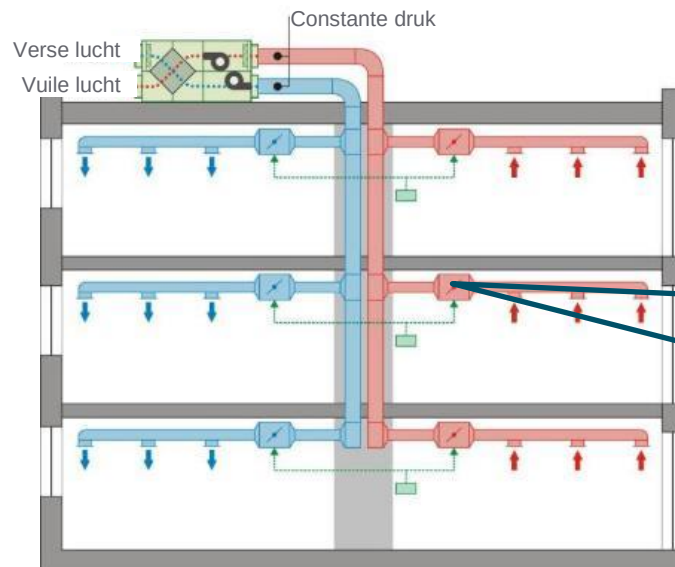
DEBIETEN REGELEN VOLGENS DE BEHOEFTE

Individueel systeem D

- ▶ De ventilator is afgesteld met een variabele druk

Collectief systeem D

- ▶ De ventilator moet altijd werken met constante druk om de debieten te kunnen garanderen in elk appartement
- ▶ Om het verbruik te beperken, kunnen regelingen worden voorzien om de snelheid van de ventilator te beperken



Wanneer een klep dichtgaat, vermindert de ventilator zijn snelheid om de constante druk in het netwerk te behouden, en zo het constante luchtdebiet te behouden in de andere appartementen.





Focus "EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling"

7. Verdeling van de verwarmingswater- en luchtdistributie

- Deze eis geldt voor het volgende

De verwarmingssystemen geplaatst vanaf 01/01/2019

(Delen van) distributie- of afgiftenetten van verwarmingssystemen als deze delen van netten

- minstens een EPB-eenheid bedienen
- minstens een verdieping bedienen waarvan meer dan 80% van de gebruiksoppervlakte in beslag genomen wordt door kantoorruimte
- of lokalen met een gebruiksoppervlakte die groter is dan of gelijk is aan 500 m²





Focus "EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling"

8. Variatie in het verse luchtdebiet naargelang de reële bezetting

- Deze eis geldt voor het volgende

Nieuw geplaatst ventilatiesysteem, uitgerust met een warmteafgifte-element aangesloten op het verwarmingssysteem en dat een lokaal bedient met een variabele menselijke bezetting met een nominaal verse luchtdebiet $\geq 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$

- Eis

Wordt uitgerust met een inrichting die het debiet aan verse lucht automatisch doet variëren in functie van een parameter die representatief is voor het aantal personen aanwezig in dit lokaal (aantal, CO₂)

Indien SV voor 01/01/2019, drempelwaarde: $\geq 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Niet aanvaard: smoor- of bypass-systemen



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ **Warmteterugwinning uit de afgevoerde lucht**
- ▶ Isolatie van de ventilatiekanalen
- ▶ Voorverwarming/voorkoeling van de lucht d.m.v. aardwarmte (geothermie)

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



Verliezen door hygiënische ventilatie

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

- 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)

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

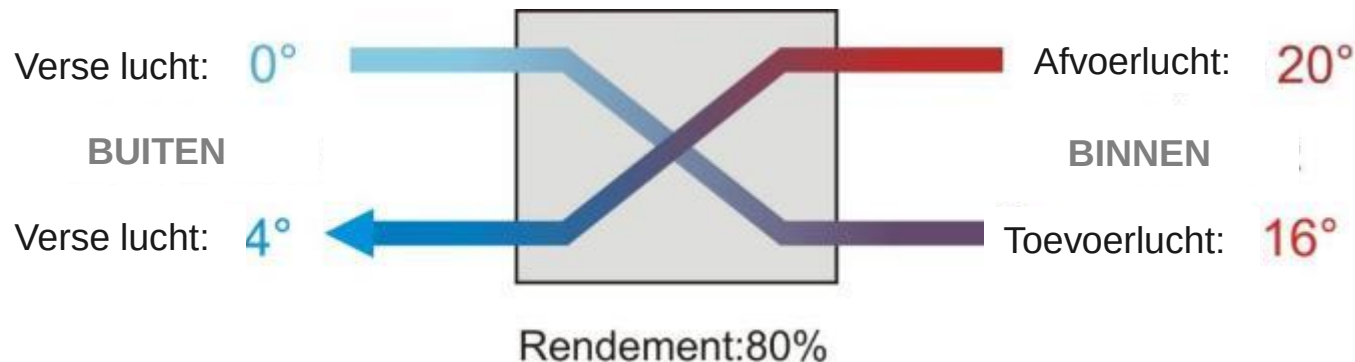
$$\eta_x = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \Rightarrow \text{Voor de vochtigheid}$$



Verliezen door hygiënische ventilatie

- Bv.: woning met 300 m³/u bij een buitentemperatuur van 0°C
 - Zonder recuperatie: verliezen van **2.040 W**
 - Met recuperatie: verliezen van **408 W**

⇒ **Verliezen gedeeld door 5!**



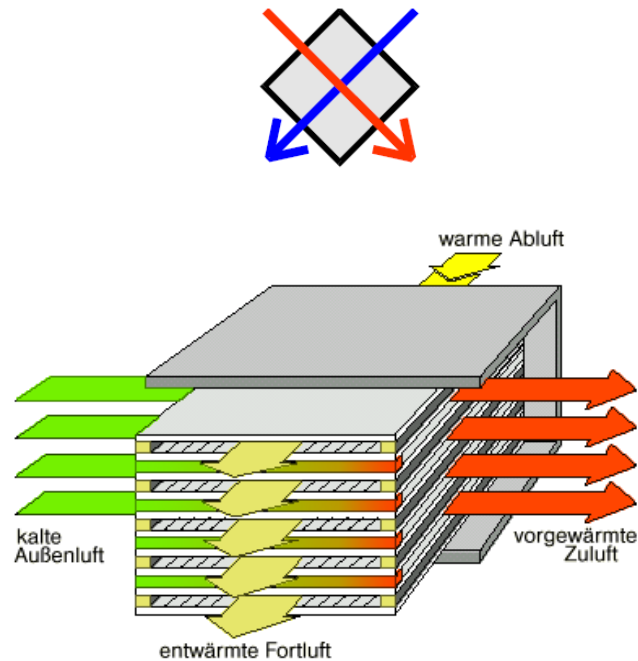
Warmtewisselaarcategorieën

- ▶ Recuperatoren (categorie I)
- ▶ Met tussenmedium (met of zonder faseverandering) (categorie IIa en IIb)
- ▶ Regeneratoren ((niet-)hygroscopische -) (categorie IIIa en IIIb)



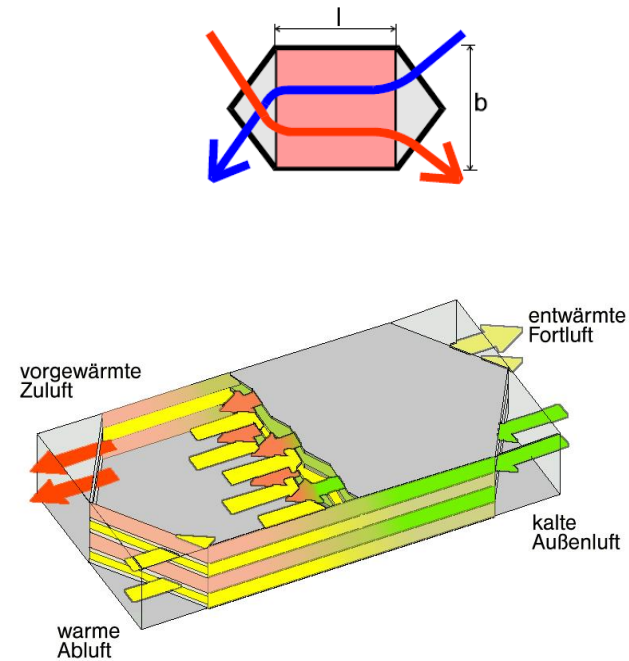
Warmtewisselaars type recuperator

Kruisstroom-platenwarmtewisselaar



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

Tegenstroom-platenwarmtewisselaar

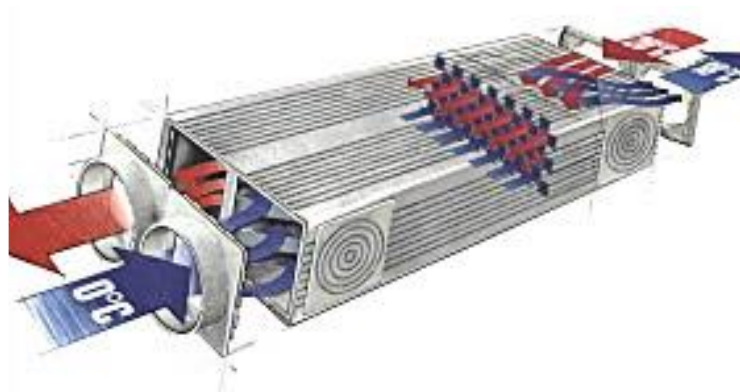


$$\eta = 80 - 90 \%$$



Warmtewisselaars type recuperator

Tegenstroom-kanaalwarmtewisselaar type recuperator



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



Warmtewisselaars type recuperator

- ▶ Het rendement van een plaatwisselaar hangt af van

- De lichtsnelheid

⇒ **Het rendement neemt toe met de uitwisseltijd**

- De relatieve luchtvochtigheid (binnen en buiten)

⇒ **Aangezien een groot deel van de doorgegeven energie afkomstig is van de condensatie van de waterdamp van de vervuilde lucht, ligt het rendement hoger bij een vochtigere binnenlucht.**

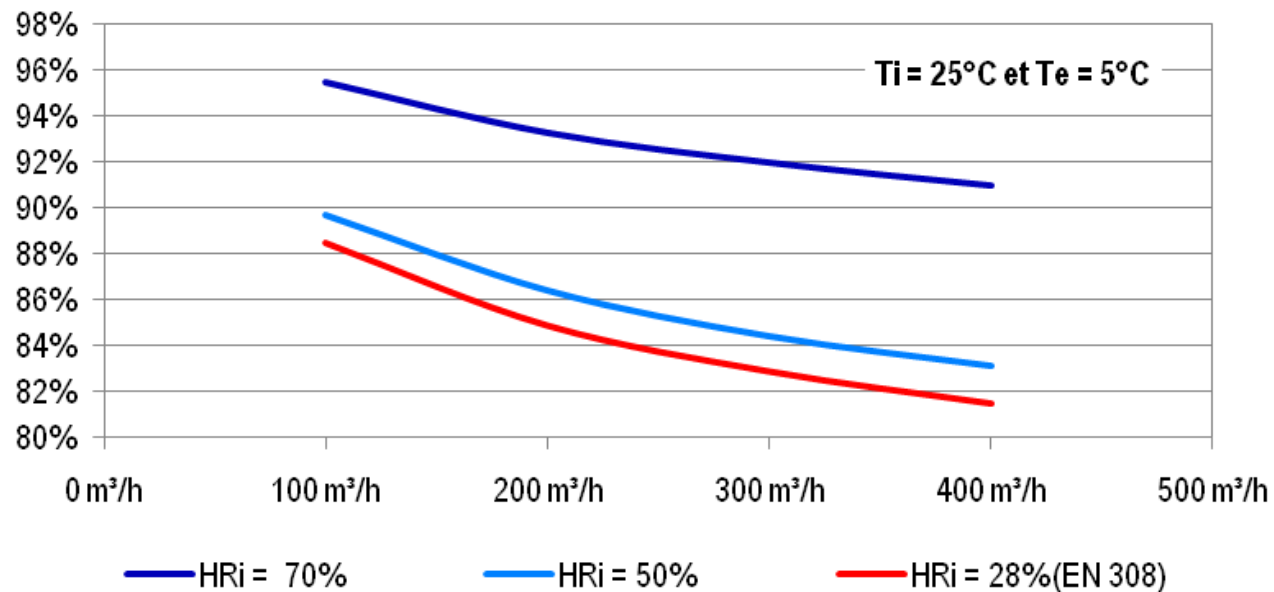
- Het temperatuurverschil tussen binnen en buiten
- De ventilatorverliezen die de ingeblazen lucht verwarmen
- De vervuiling van de recuperator

⇒ **Het rendement neemt af wanneer de recuperator vuil is (het stof vormt een isolerende laag)**



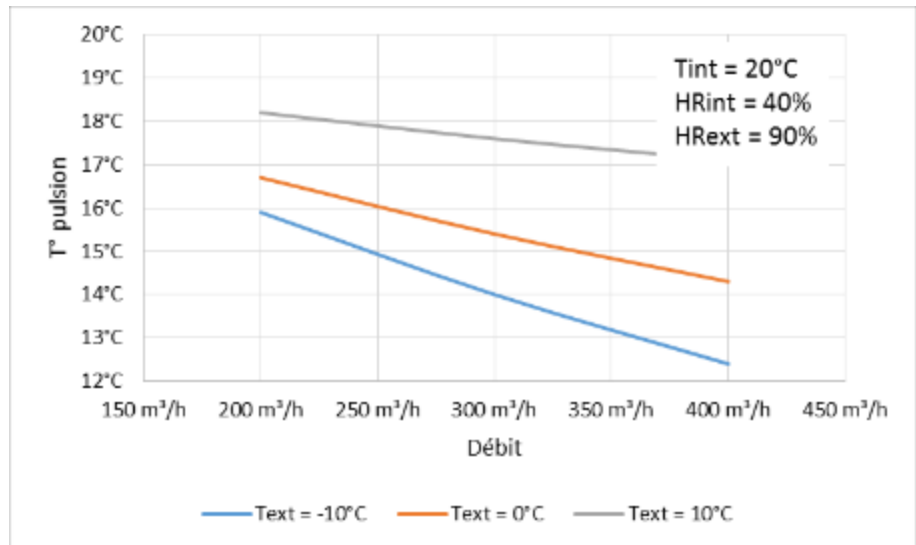
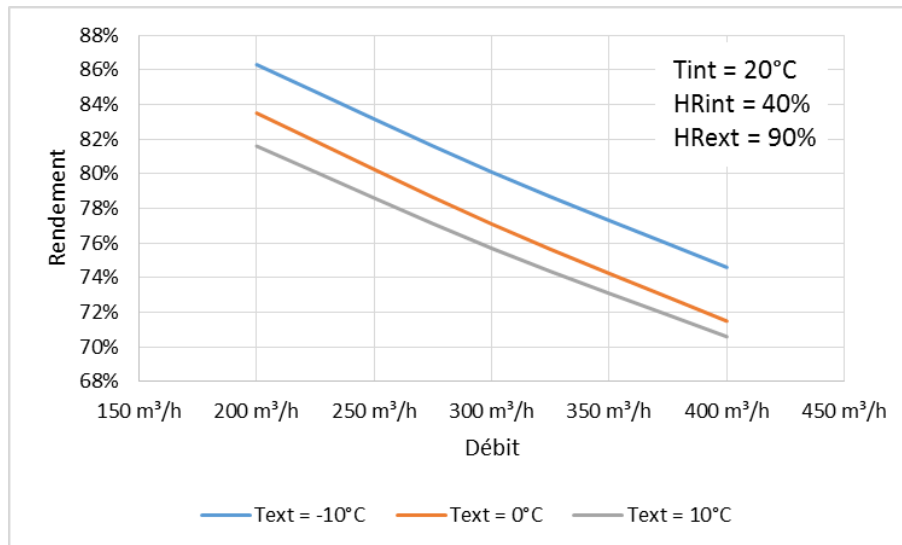
Warmtewisselaars type recuperator

- Invloed van het debiet en van de vochtigheid van de binnenlucht op het rendement van de plaatwisselaar



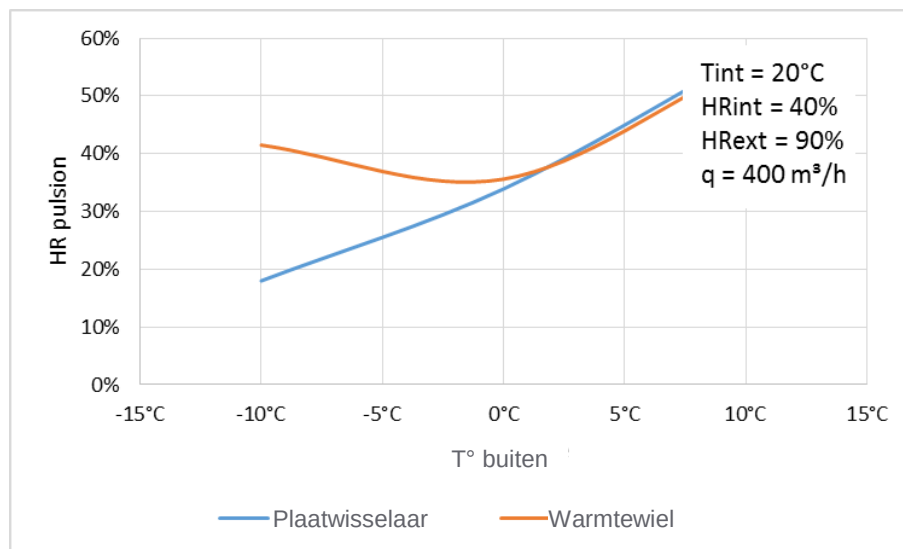
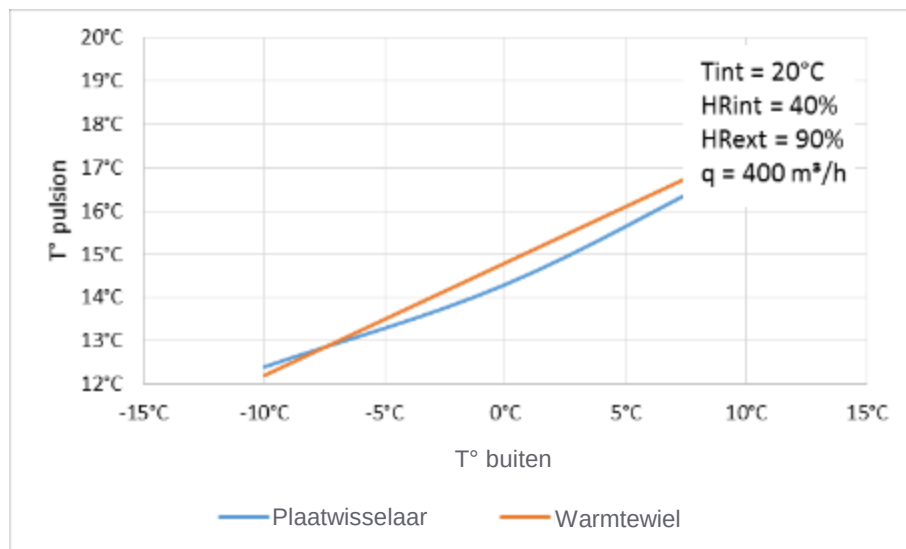
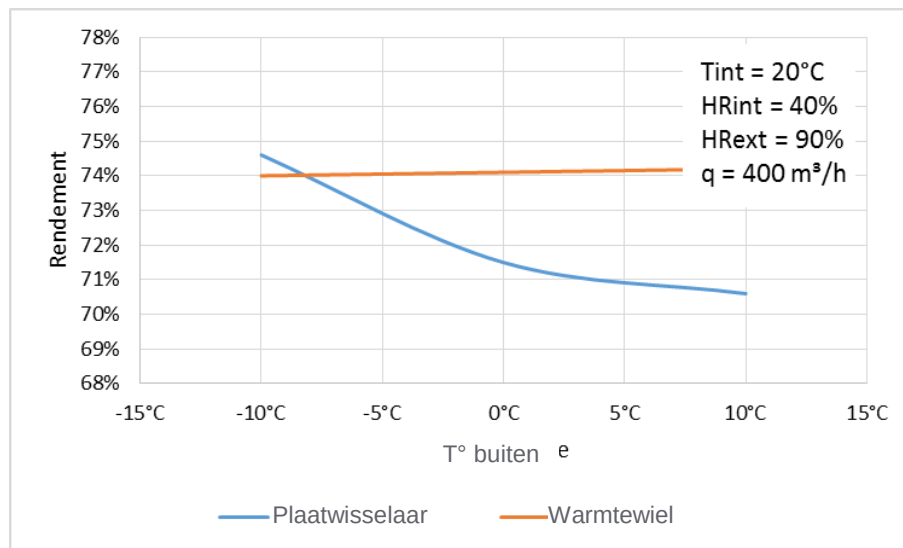
Warmtewisselaars type recuperator

- Invloed van het debiet en van de buitentemperatuur van de lucht op het rendement van de plaatwisselaar en op de temperatuur van de ingeblazen verse lucht.



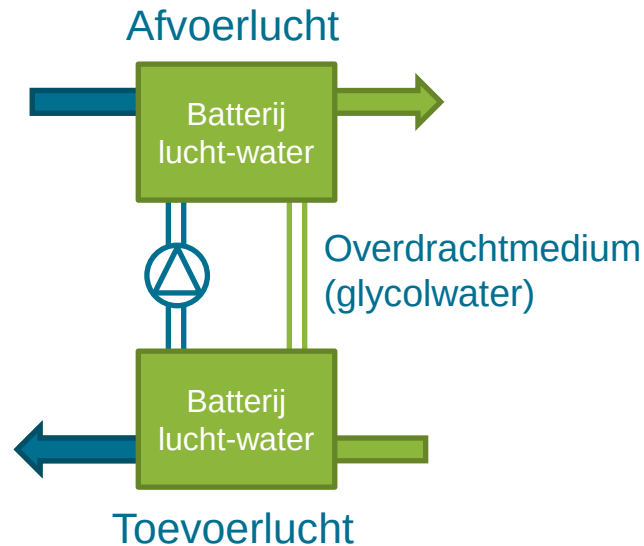
Warmtewisselaars type recuperator

- Invloed van het type van recuperator op het rendement en op de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de ingeblazen verse lucht



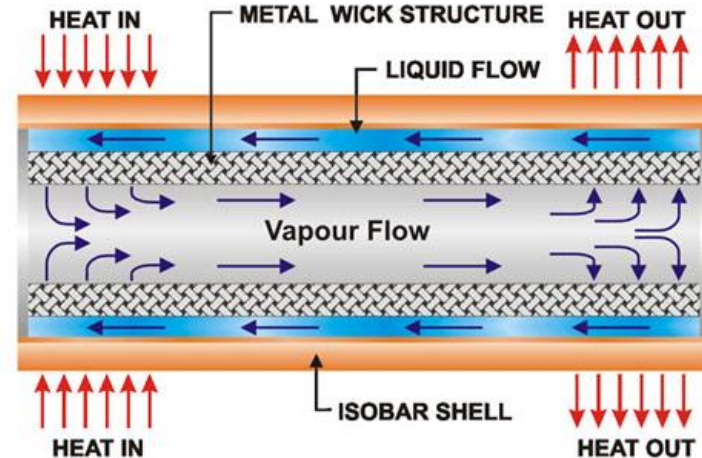
Warmtewisselaars met tussenmedium

Zonder faseverandering *



$$\eta = 50 - 65 \%$$

Met faseverandering (warmtepomp)



Source / Bron : Isobar

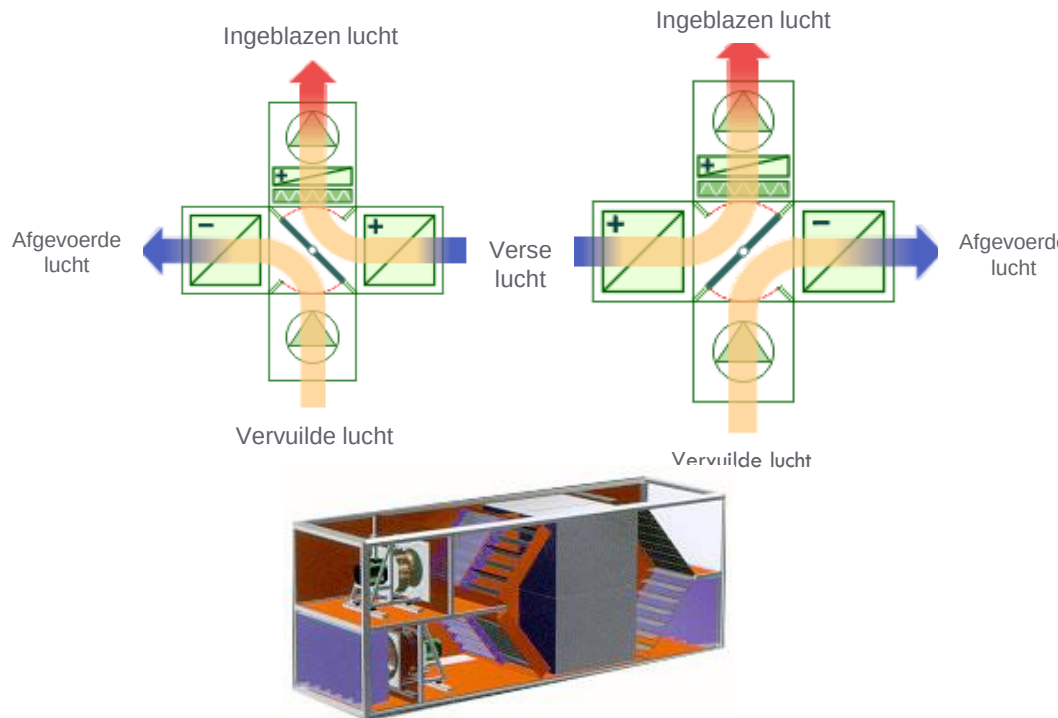
$$\eta = 55 - 65 \%$$

* Tussen de twee batterijen kan een warmtepomp worden geplaatst; in dit geval is er een faseverandering



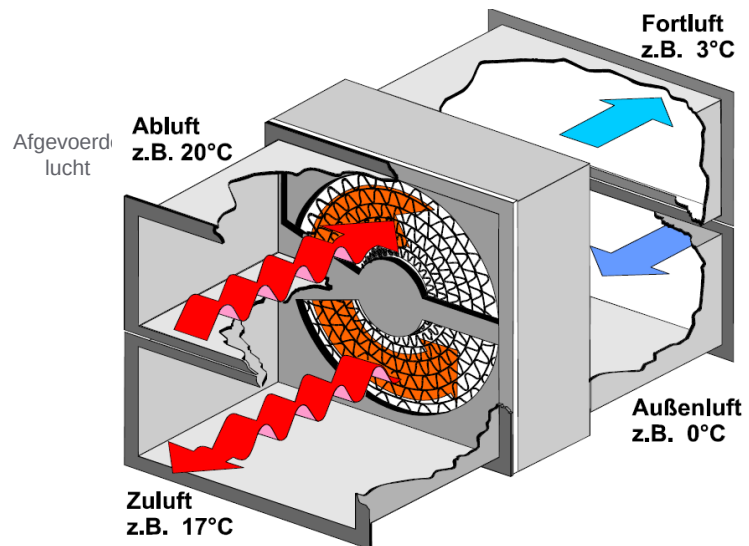
Warmtewisselaars type regenerator

(niet-)hygroscopische
statische warmtewisselaar type regenerator



$$\eta = 75 - 92 \%$$

(niet-)hygroscopische roterende
warmtewisselaar type regenerator



$$\eta = 70 - 80 \%$$



Criteria voor het kiezen van de warmtewisselaar

- ▶ Te bereiken prestaties
- ▶ Te overwinnen drukverliezen
- ▶ Mogelijkheid tot uitschakeling om van koelere buitenlucht te kunnen profiteren > via (volgens het type warmtewisselaar)
- ▶ Gemotoriseerde bypass
- ▶ Uitschakeling van het wiel
- ▶ Uitschakeling van de circulator tussen de twee wisselaars
- ▶ Beschikbare plaats voor de groep en plaats van de pulsie- en extractiekanalen
- ▶ Energie-inhoud van de afvoerlucht
- ▶ Al dan niet aanvaardbaar risico van contaminatie tussen toevoerlucht en afvoerlucht
- ▶ ...



WARMTETERUGWINNING UIT DE AFGEVOERDE LUCHT

	+	-
Recuperatoren	✓ Hoog rendement ✓ Eenvoudig en betrouwbaar, lange levensduur (geen bewegende delen, behalve bypass) ✓ Weinig onderhoud ✓ Zeer laag risico op vervuiling van verse lucht	✓ Vereist pulsie/extractie in de nabijheid ✓ Rijpvormingsrisico ✓ Aanzienlijke drukverliezen (vooral voor zeer hoge rendementen/grote debieten) ✓ Plaatsrovend ✓ Beperkte vochtterugwinning
Met tussenmedium (zonder faseverandering)	✓ Geen contaminatierisico ✓ Flexibiliteit m.b.t. plaats van luchtkanalen ✓ Zeer eenvoudige temperatuurregeling (3-wegsklep)	✓ Aanzienlijk drukverlies kant glycolwater ✓ Energieverbruik voor de pomp ✓ Minder hoog rendement ✓ Rijpvormingsrisico ✓ Aanzienlijke kosten voor kleine installaties
Met tussenmedium (met faseverandering)	✓ Geen enkel contaminatierisico ✓ Zeer goed rendement bij warme afvoerlucht	✓ Vereist pulsie/extractie in de nabijheid ✓ Risico van contaminatie van verse lucht ✓ Delicate controle van de efficiëntie
Regeneratoren ((niet-)hygroscopische -)	✓ Mogelijkheid vocht te recupereren ✓ Zeer hoog rendement ✓ Vrij gering drukverlies ✓ Geringe plaatsruimte ✓ Makkelijke efficiëntiecontrole	✓ Vereist pulsie/extractie in de nabijheid ✓ Risico van contaminatie van verse lucht ✓ Verbruik verbonden aan de aandrijving van het wiel (beperkt) ✓ Bewegende delen



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**





Focus "EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling"

9. Warmteterugwinning op dubbele flux ventilatie-eenheden

- Deze eis geldt voor het volgende

Elk nieuw geïnstalleerd dubbele flux ventilatiesysteem uitgerust met een op het verwarmingssysteem aangesloten warmteafgifte-element, zoals een verwarmingsbatterij, waarvan het nominaal debiet aan verse lucht van de aanvoergroep groter is dan 5.000 m³/h en die een jaarlijkse werkingsduur van meer dan of gelijk aan 2.000 uur/jaar heeft (behalve als het gaat om een of meerdere keukendampkappen)

- Eis

Wordt uitgerust met een warmteterugwinningsvoorziening op de afgevoerde lucht, om de verse lucht voor te verwarmen

De warmteterugwinningsvoorziening is uitgerust met een automatisch systeem, waarmee de voorverwarming van de lucht volledig uitgeschakeld kan worden als er geen behoefte aan verwarming is

(Ook opgelegd aan producten die op de markt worden gebracht via de Europese Ecodesignrichtlijn)



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

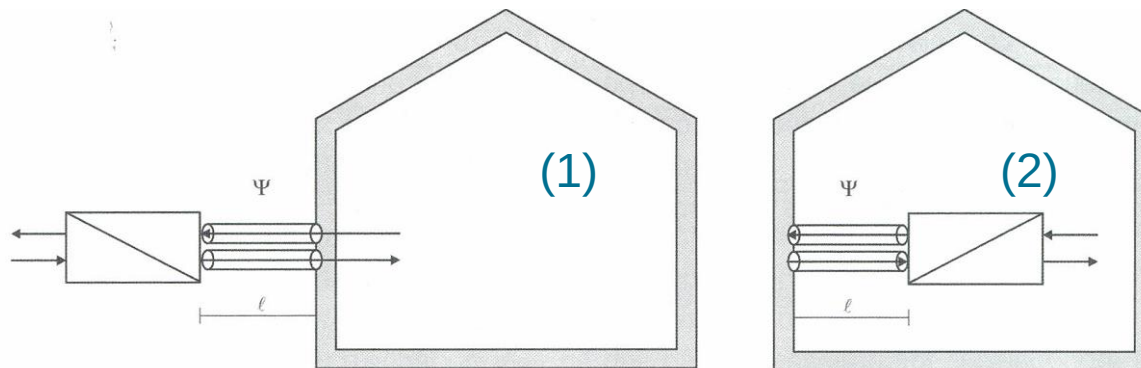
- ▶ Warmteterugwinning uit de afgevoerde lucht
- ▶ **Isolatie van de ventilatiekanalen**
- ▶ Voorverwarming/voorkoeling van de lucht d.m.v. aardwarmte (geothermie)

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



Door de ventilatiekanalen te isoleren

- ▶ Buiten het verwarmde volume (1): om verliezen naar buiten toe te vermijden
- ▶ In het verwarmde volume
 - Verse lucht: om de luchtbehandeling te kunnen richten (niet verwarmen/koelen daar waar dit niet nodig is)
 - Vervuilde lucht: omdat de vervuilde lucht niet op vereiste t° is (2)



Afb. 17: Ventilatietoestel buiten of binnen de gebouwschil

Source / Bron : Manuel PHPP





Focus "EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling"

5. Thermische isolatie van leidingen en toebehoren van het verwarmingssysteem

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende

Minimale thermische isolatie voor de bestaande leidingen en toebehoren

Thermische isolatie van leidingen en toebehoren na 1/01/2019

De luchtkanalen die deel uitmaken van een verwarmings-/klimaatregelingssysteem onderworpen aan de reglementering, d.w.z. die verwarmde/gekoelde lucht transporteren of lucht die kan worden verwarmd/gekoeld

En waarvan de doorlaatdoorsnede groter is dan 0,025 m²

- ▶ De eis varieert volgens
 - de omgeving (buiten / binnen BV)
 - het type lucht (buitenlucht / toevoerlucht / herbruikte lucht / menglucht)
 - de temperatuur van de lucht



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ Warmteterugwinning uit de afgevoerde lucht
- ▶ Isolatie van de ventilatiekanalen
- ▶ **Voorverwarming/voorkoeling van de lucht d.m.v. aardwarmte (geothermie)**

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



Door de voorverwarming/voorkoeling van de lucht d.m.v. aardwarmte (geothermie)

- ▶ **Canadese/Provençaalse put:** de verse lucht stroomt door een ingegraven buis om een deel van de aardwarmte op te vangen, alvorens in de eventuele warmtewisselaar te stromen
- ▶ **Geothermische put met glycolwater:** water circuleert door de grond om een deel van de aardwarmte op te vangen voor deze wordt overgedragen aan de verse ventilatielucht d.m.v. een lucht/water-warmtewisselaar



De functie is in beide gevallen identiek

- ▶ **De lucht voorverwarmen in de winter om**
 - de verliezen door ventilatie te beperken (secundaire functie bij aanwezigheid van een warmtewisselaar)
 - het vorst risico in de warmtewisselaar te beperken

- ▶ **De lucht afkoelen in de zomer**



Risico van woekering van bacteriën en schimmels in de Canadese put en risico van contaminatie van de verse lucht. Geen dergelijk risico bij geothermische put.



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM
BEPERKEN

**ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN
MINIMUM BEPERKEN**

- ▶ **De drukverliezen beperken**
- ▶ Opteren voor krachtige en regelbare ventilatoren
- ▶ Denken aan natuurlijke of hybride ventilatie



Lineïeke
drukverliezen:

$$\Delta P = \frac{l}{d} \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Plaatselijke
wrijvingsverliezen:

$$\Delta P = k \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Debiet:

$$Q = v \cdot S$$

Opgenomen vermogen:

$$P \sim Q^3$$

Q = debiet (m³/s)
DP = drukverlies (Pa)

P = vermogen (W)

S = doorsnede (m²)

v = snelheid (m/s)

l = lengte (m)

ρ = specifieke massa (kg/m³)

d = diameter (m)

λ = wrijvingscoëfficiënt

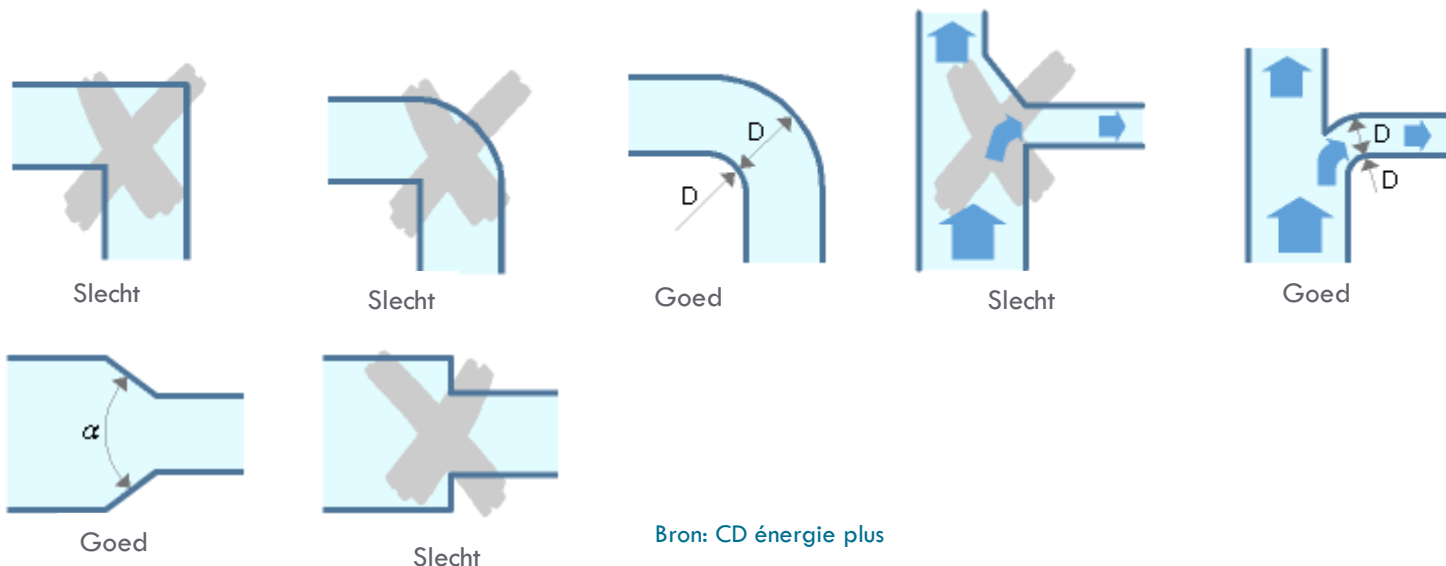
k : wrijvingsverliescoëfficiënt

De luchtsnelheid verdubbelen impliceert de verhoging van de drukverliezen met een factor 4 en die van het door de ventilator opgenomen vermogen met een factor 8!!



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



DE DRUKVERLIEZEN BEPERKEN

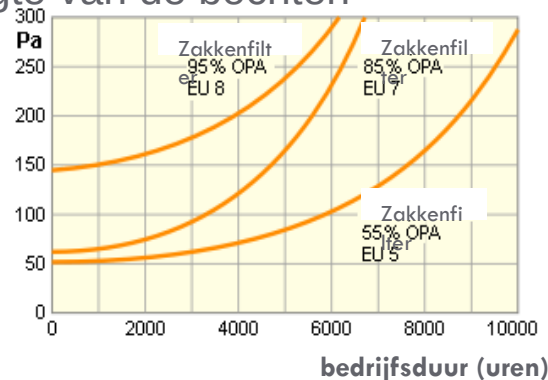
Het is eveneens belangrijk de installatie goed te onderhouden om toenemende drukverliezen te vermijden

- ▶ Toevoeropeningen en kanalen reinigen
 - Filters reinigen en vervangen

⇒ De plaats van de groep moet de makkelijke vervanging van de filters toelaten

⇒ De datum van vervanging van de filters en de drukverliezen moeten worden genoteerd (typebestek 105)

- Voorkeur geven aan Y-aftakkingen in plaats van aan T-aftakkingen
- Toegang tot het kanalennet vergemakkelijken door inspectieopeningen te voorzien ter hoogte van de bochten



Source / Bron : Energie Plus



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM
BEPERKEN

**ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN
MINIMUM BEPERKEN**

- ▶ De drukverliezen beperken
- ▶ **Opteren voor krachtige en regelbare ventilatoren**
- ▶ Denken aan natuurlijke of hybride ventilatie



SFP = Specific Fan Power [W/(m³/s)]

$$\text{SFP} = \frac{P_S + P_E}{Q_{v_{\max}}}$$

P_S = opgenomen elek. vermogen bij pulsie [W]

P_E = opgenomen elek. vermogen bij afvoer [W]

$Q_{v_{\max}}$ = grootste debiet (pulsie of extractie) [m³/s]

Het SFP kan op verschillende manieren worden bekeken (volgens de ErP-richtlijn en de EPB-reglementering) en is afhankelijk van de drukverliezen van de installatie!

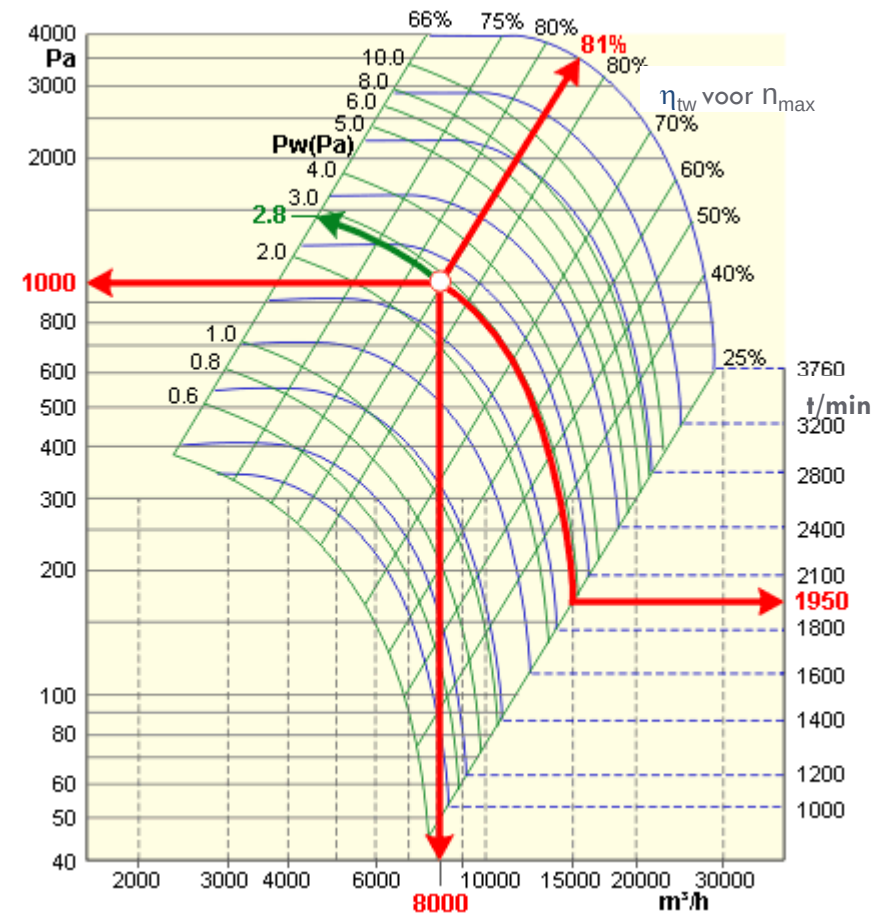


Om twee groepen te vergelijken, moet er rekening worden gehouden met alle drukverliezen (toebehoren stroomafwaarts/-opwaarts inbegrepen)



Enkele adviezen

- ▶ Nominaal werkpunt bij maximumrendement = juiste dimensionering
- ▶ Mogelijkheid tot wijziging van het debiet zonder rendementverlies



Source / Bron : Energie Plus



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. DE LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. HET TRANSPORT VAN DE LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ De drukverliezen beperken
- ▶ Opteren voor krachtige en regelbare ventilatoren
- ▶ **Denken aan natuurlijke of hybride ventilatie**



Natuurlijke ventilatie

+	-
• Haast geen verbruik • Comfortgevoel door betrokkenheid van gebruikers	• Onmogelijk de debieten te garanderen • Behandelen en filteren van verse lucht is moeilijk • Energie terugwinnen uit afvoerlucht is moeilijk



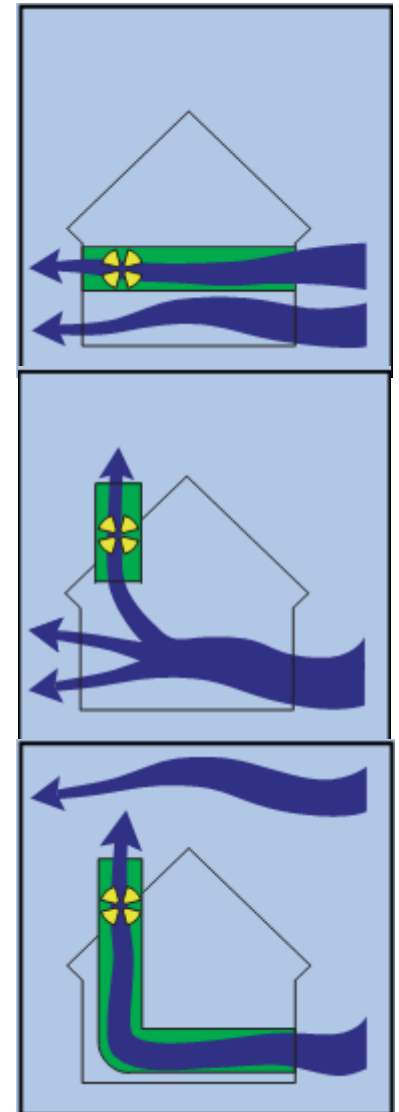
Hybride ventilatie

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



Hybride ventilatie – principes

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



Source / Bron: NatVent





- ▶ 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

- ▶ Thema ENERGIE
Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen
- ▶ Thema WELZIJN, COMFORT & GEZONDHEID
Dossier | Het ademcomfort verzekeren



Websites

- ▶ EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling
http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=nl&la=N&cn=2018062116&table_name=wet
- ▶ Verschillende tools
<http://www.passiv.de>
SommLuft: natuurlijke ventilatie via de vensters
PHLuft: Canadese putten, warmtewisselaars
- ▶ De natuurlijke ventilatie van woningen
www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/guide_ventil%20nat_2003.pdf
- ▶ De mechanische ventilatie van woningen
www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/guide_ventil%20meca_2004.pdf
- ▶ Energie+
www.energieplus-lesite.be





Artikelen

- De oplevering van verwarmingssystemen van type 2

http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/GIDS_PEB_ReceptionType2_Prof_NL



Muriel BRANDT

Gedelegeerd zaakvoester en projectverantwoordelijke
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

