

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE : ONTWERP EN AFSTELLING

LENTE 2023

Aanbevelingen voor een rationeel energiegebruik



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels

Muriel BRANDT
écoRce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



- ▶ 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. LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM
BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. TRANSPORT VAN 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 het ventilatiesysteem met het verwarmings-/klimaatregelingssysteem 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: Leefmilieu Brussel



Twee eisencategorieën

- ▶ Eisen in verband met de goede werking
 - > **Veilige en performante werking van de toestellen**
 - ⇒ **Buiten het kader van de opleiding**
- ▶ Technische eisen in verband met de verwarmingssystemen
 - > **Prestaties van de verwarmingssystemen**
 - ⇒ **Eisen in verband met de behandelde thema's**



Technische eisen in verband met de verwarmingssystemen

1. Energiemeting
2. Energieboekhouding
3. Documenten in verband met het verwarmingssysteem (VE) / Logboek (KL)
4. Dimensioneringsnota van de warmtegeneratoren / koelinstallaties en het indienstellingsverslag
5. **Thermische isolatie van de leidingen en toebehoren van het verwarmings-/ijswatersysteem**
6. Regeling, automatisering en controle van de verwarmings-/klimaatregelingssystemen
7. **Opdeling van de verwarmingswater-, ijswater- en luchtdistributie**
8. **Variatie in het verseluchtdebiet overeenkomstig de reële bezetting**
9. **Warmteterugwinning op ventilatie-eenheden met dubbele stroom**



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ **Klimaatregelingsbehoefte verminderen**
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ Ventilatienet uitbalanceren
- ▶ Debieten regelen volgens behoeften

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

ENERGIE M.B.T. TRANSPORT VAN 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

- ▶ Klimaatregelingsbehoefte verminderen
- ▶ **Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren**
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ Ventilatienet uitbalanceren
- ▶ Debieten regelen volgens behoeften

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

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



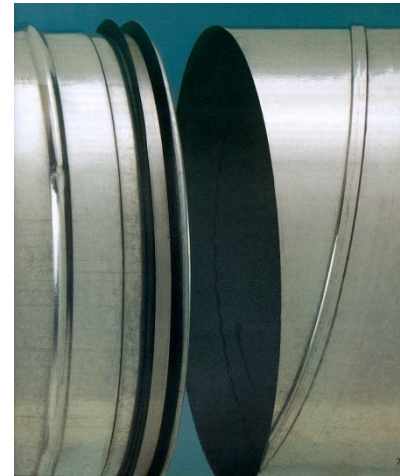
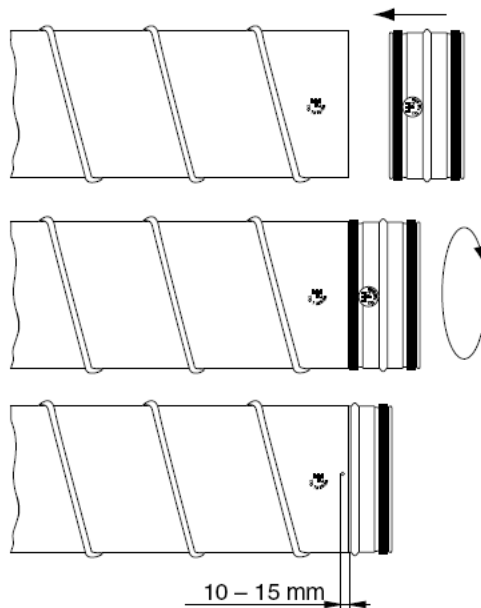
Waarom?

- ▶ Onnuttig debiet = energieverlies

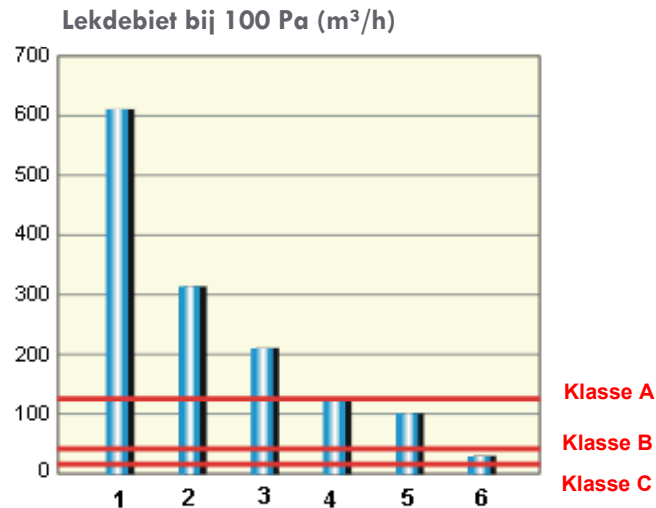


⇒ **Vermogen verschilt volgens ventilatiedebiet: debiet +20 % → verbruik +73 %)**

- ▶ 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: WTCB



INLEIDING

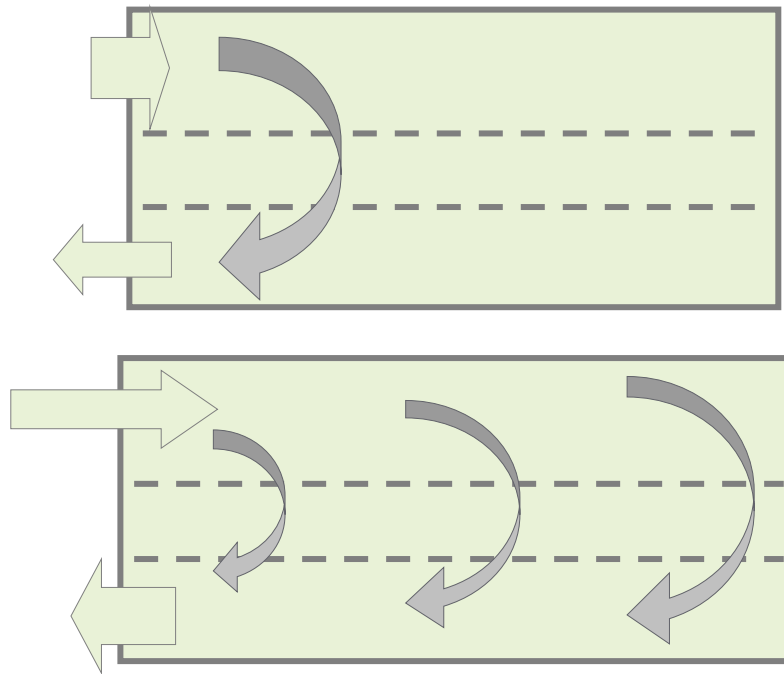
TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ Klimaatregelingsbehoefte verminderen
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ **Kortsluitrisico beperken**
- ▶ Ventilatienet uitbalanceren
- ▶ Debieten regelen volgens behoeften

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

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





INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ Klimaatregelingsbehoefte verminderen
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ **Ventilatienet uitbalanceren**
- ▶ Debieten regelen volgens behoeften

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

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



VENTILATIENET UITBALANCEREN

- ▶ Het ventilatienet uitbalanceren 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 behoeften van lucht voorzien; het totaaldebiet moet niet aangepast te worden om een tekort in één ruimte te verhelpen**



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

- ▶ Klimaatregelingsbehoefte verminderen
- ▶ Luchtdichtheid van het ventilatienet verzekeren
- ▶ Kortsluitrisico beperken
- ▶ Ventilatienet uitbalanceren
- ▶ **Debieten regelen volgens behoeften**

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

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



18 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

- ▶ 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!**



19 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

Regelmodus	Inrichting	Aangepaste gevallen
Veronderstelde aanwezigheid	Timer	Ruimten met zeer voorspelbare en repetitieve bezetting (kantoren, refter...)
Werkelijke aanwezigheid (ON/OFF)	Aanwezigheids-sensor (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, ...)
Luchtverontreiniging	CO ₂ - of VOS-sensor	Ruimten waarin een activiteit plaatsvindt die een variabele emissie van verontreinigende 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



20 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

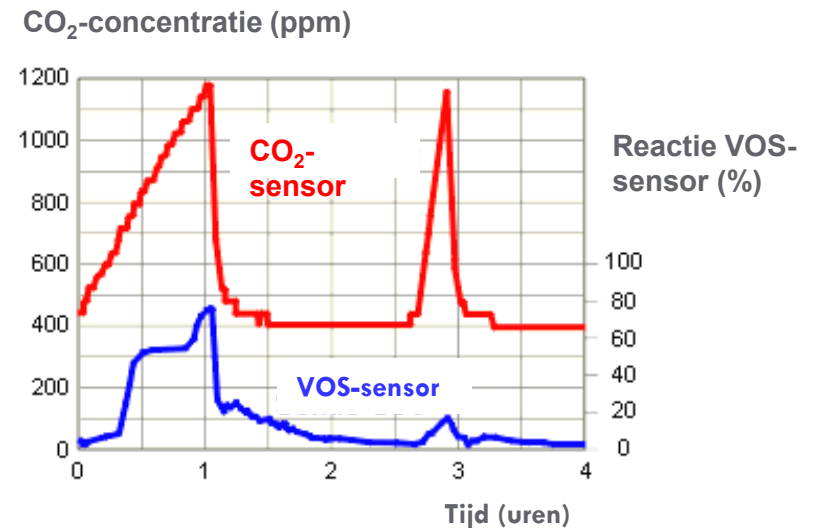
	+	-
Timer	✓ Zeer eenvoudige regeling ✓ Lage kostprijs ✓ Stevig materiaal	✓ Slechte afstemming op behoeften
CO₂-sensor	✓ Laat toe het debiet aan de werkelijke behoefte aan te passen	✓ Hoge kostprijs ✓ Kwetsbaar materiaal
VOS-sensor	✓ Laat toe het debiet aan de werkelijke behoefte aan te passen ✓ Lage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



21 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

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 om het juiste systeem te kiezen!
- ⇒ Een goede regeling vereist een goede compartimentering. Soms kan een onafhankelijke groep noodzakelijk blijken.



22 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

Regelmiddelen - Systeem C

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



23 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

Regelmiddelen - Systeem D

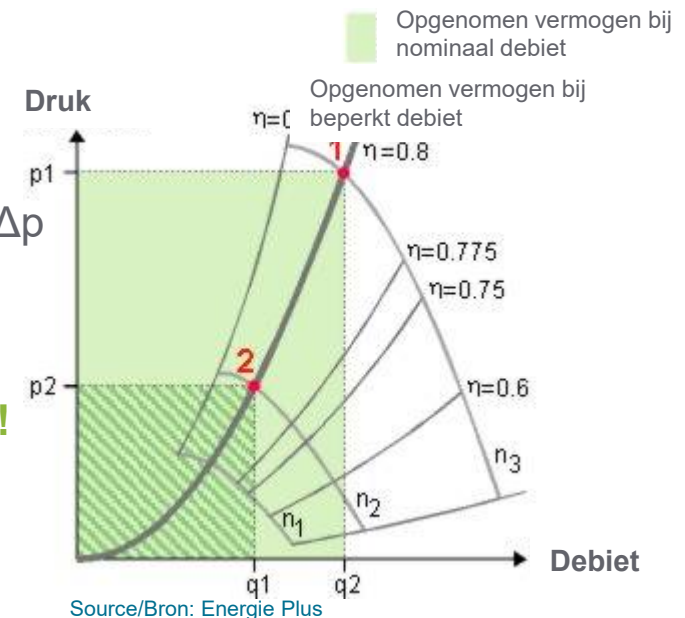
- ▶ Regeling van de toevoeropeningen (smoorregeling)
- ▶ Smoorklep in het kanaal

⇒ **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.)

24 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

Een regelingsstrategie voorzien voor de volgende ruimten (hygiënische ventilatie)

Klaslokaal (lagere school)	☐	☐	Timer
Klaslokaal (middelbare school en avondschool)	☐	☐	CO ₂ -sensor
Badkamer	☐	☐	Aanwezigheidssensor (IR)
Kantoorlandschap	☐	☐	Temperatuursensor
Individueel kantoor	☐	☐	Vochtigheidssensor
Cafetaria	☐		
Keuken (collectieve keuken)	☐		
Sanitaire ruimten (school)	☐		
Slaapkamer (internaat)	☐		



26 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTEN**Het jaarverbruik ramen voor de volgende configuraties**

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



27 DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE



Het jaarverbruik ramen voor de 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>



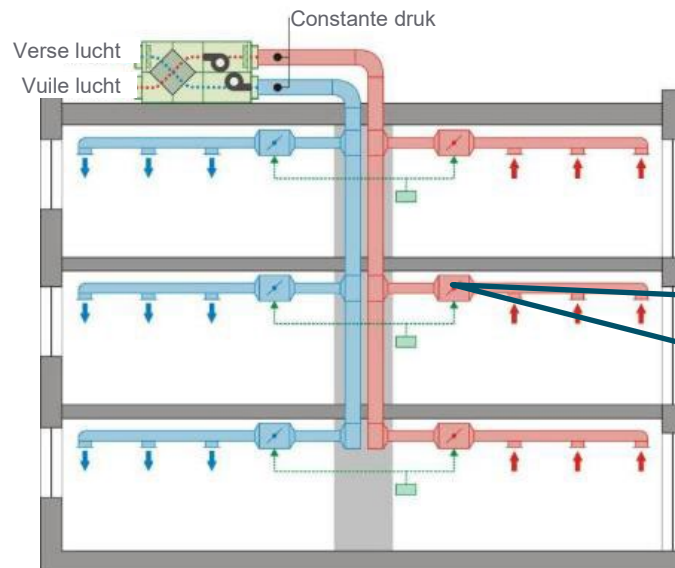
DEBIETEN REGELEN VOLGENS BEHOEFTE

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. Opdeling van de verwarmingswater-, ijswater- en luchtdistributie

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende
 - De systemen geplaatst na 1/01/2019 (datum inwerkingtreding reglementering)
 - (Delen van) distributie- en afgiftenetten geplaatst na 1/01/2019, 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 verseluchtdebiet overeenkomstig de reële bezetting

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende
 - Elk nieuw geplaatst ventilatiesysteem met een of meerdere ventilatiegroepen en kokers, gecombineerd met een verwarmings- en klimaatregelingssysteem, en dat een lokaal bedient met een variabele menselijke bezetting met een nominaal verseluchtdebiet dat groter is dan of gelijk is aan 2 000 m³/h
- ▶ Eis
 - Wordt uitgerust met een inrichting die het verseluchtdebiet automatisch doet variëren overeenkomstig een parameter representatief voor het aantal in dit lokaal aanwezige personen
 - 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. LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

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

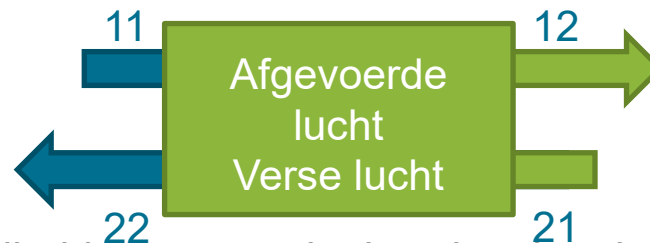
ENERGIE M.B.T. TRANSPORT VAN LUCHT TOT EEN MINIMUM BEPERKEN



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)

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

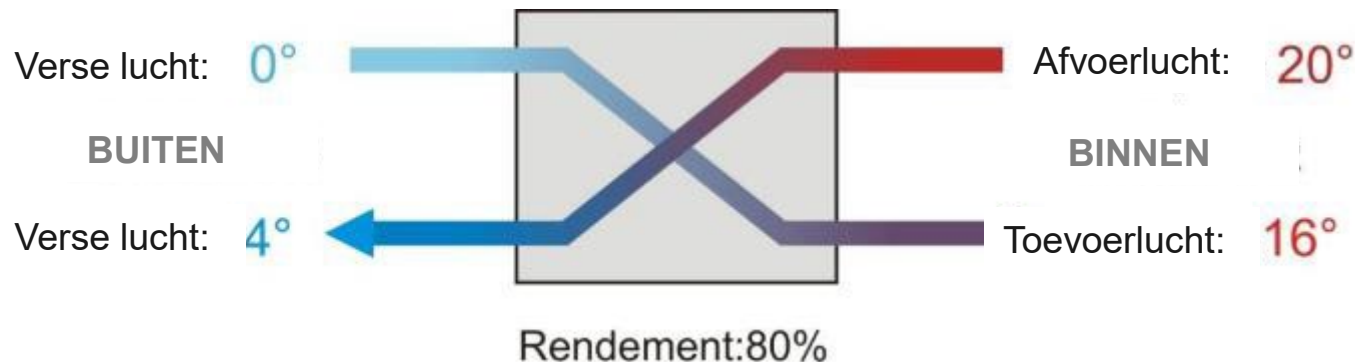
$$\eta_x = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \Rightarrow \text{Voor de vochtigheid}$$



Verliezen door hygiënische ventilatie

- Bijv.: 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!**



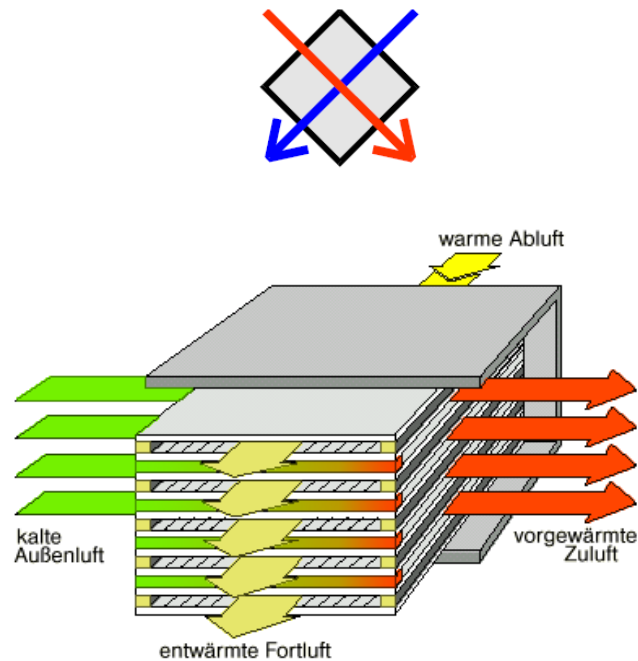
Warmtewisselaarcategorieën

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



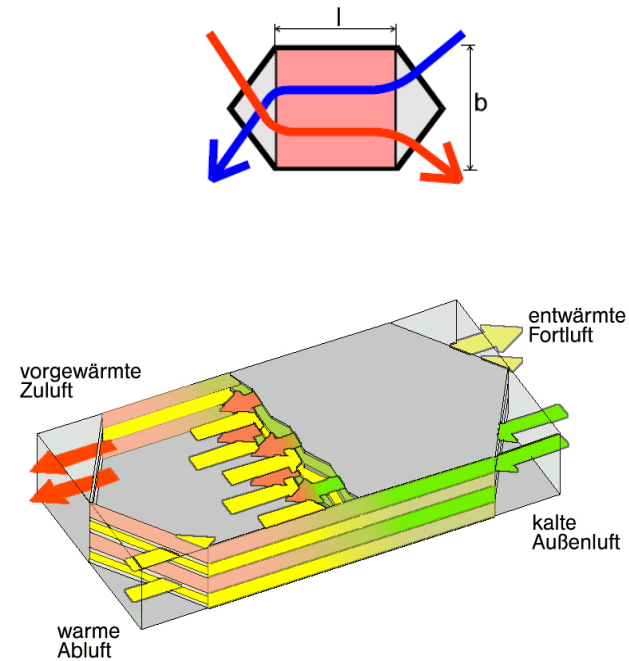
Warmtewisselaar van het recuperatortype

Kruisstroom-platenwarmtewisselaar



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

Tegenstroom-platenwarmtewisselaar

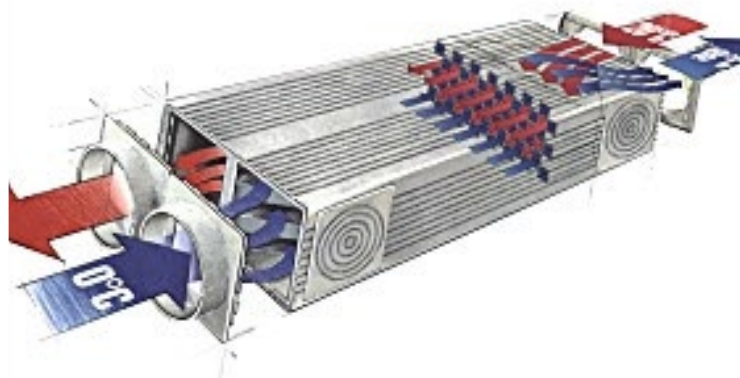


$$\eta = 80 - 90 \%$$



Warmtewisselaar van het recuperatortype

Tegenstroom-kanaalwarmtewisselaar van het recuperatortype



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



Warmtewisselaar van het recuperatortype

- ▶ Het rendement van een platenwarmtewisselaar 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.**

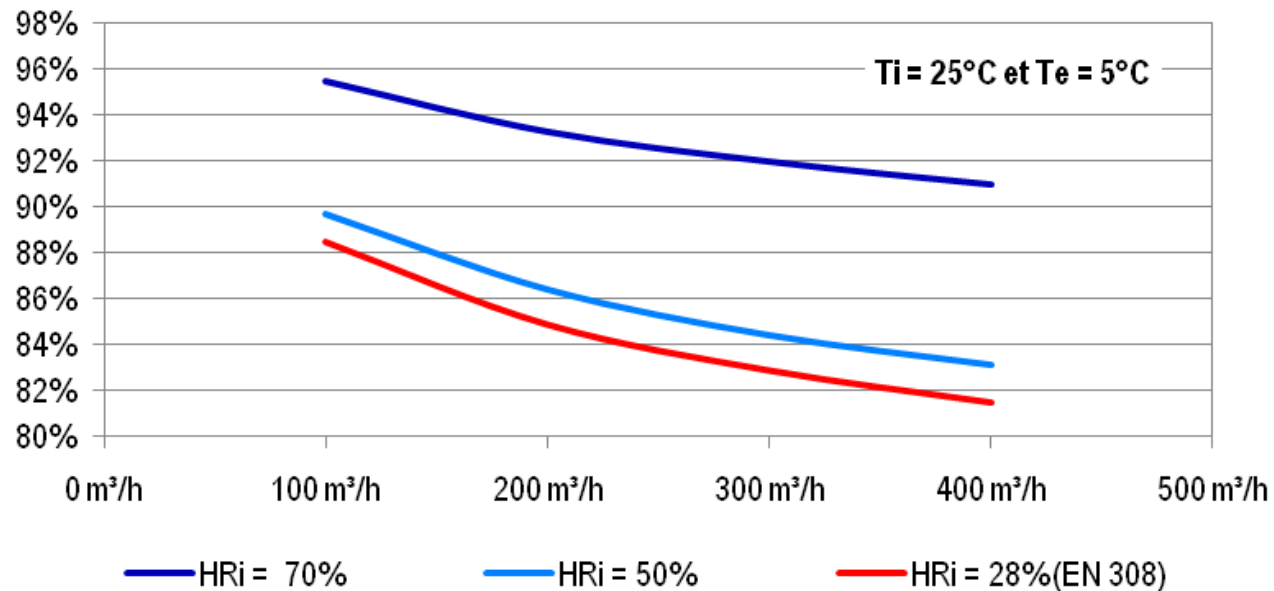
- Het temperatuurverschil tussen binnen en buiten
- De ventilatorverliezen die de ingeblazen lucht verwarmen
- De vervuiling van de recuperator

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



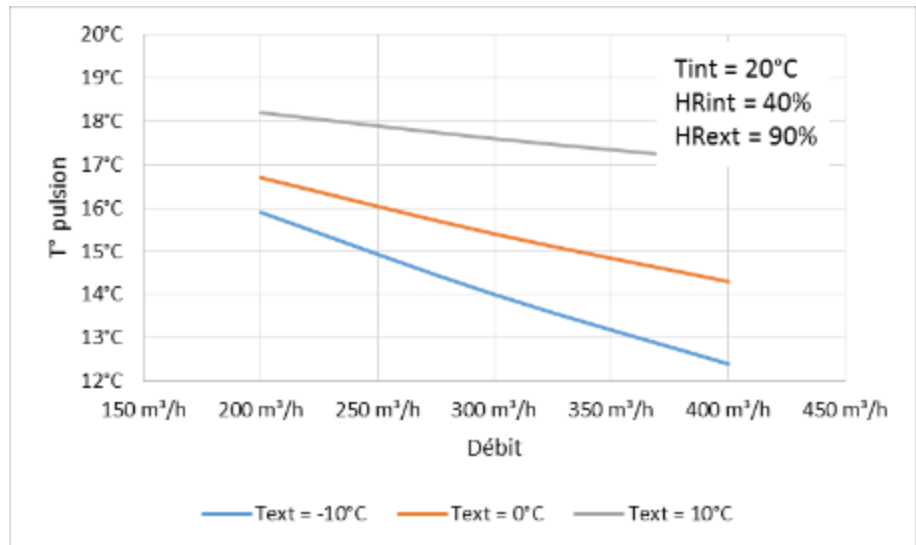
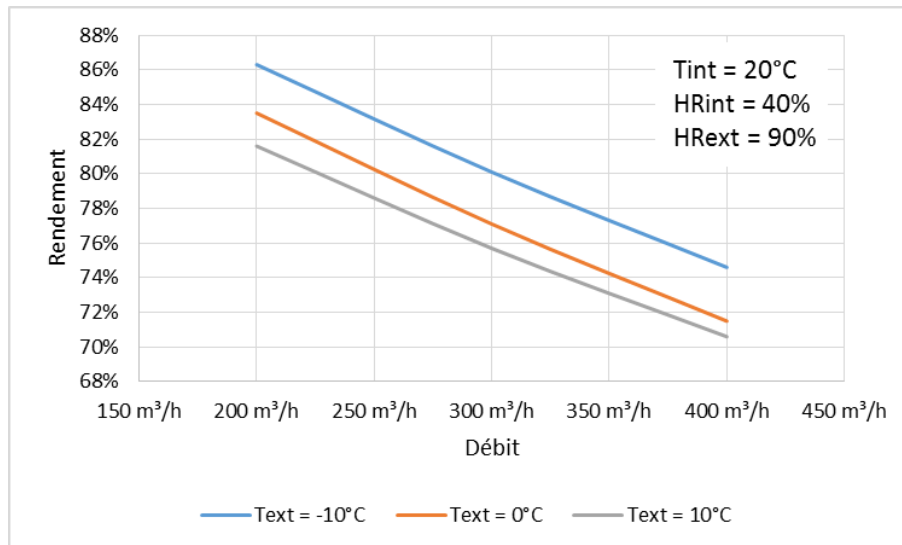
Warmtewisselaar van het recuperatortype

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



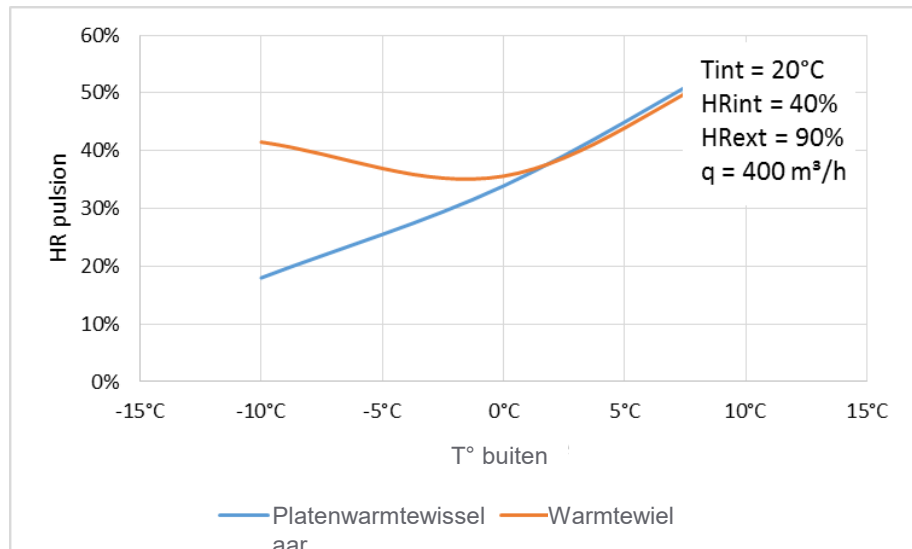
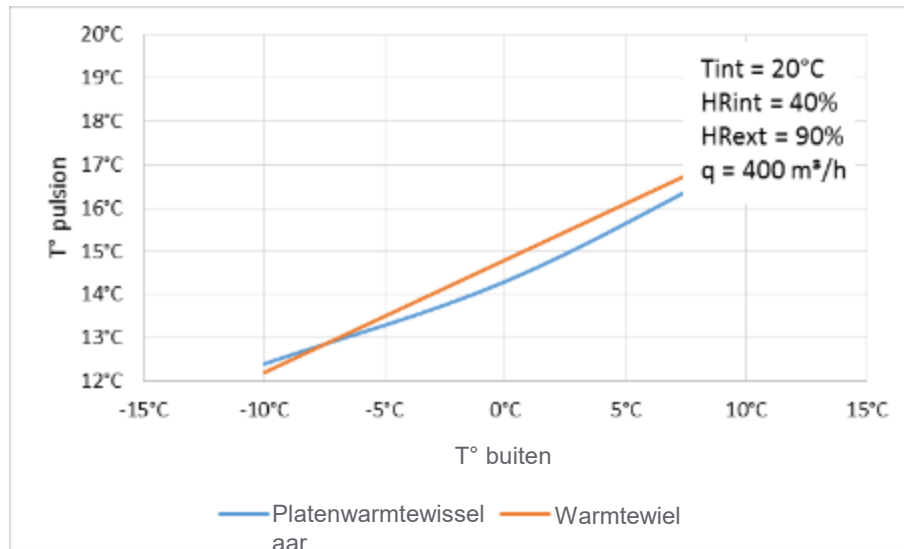
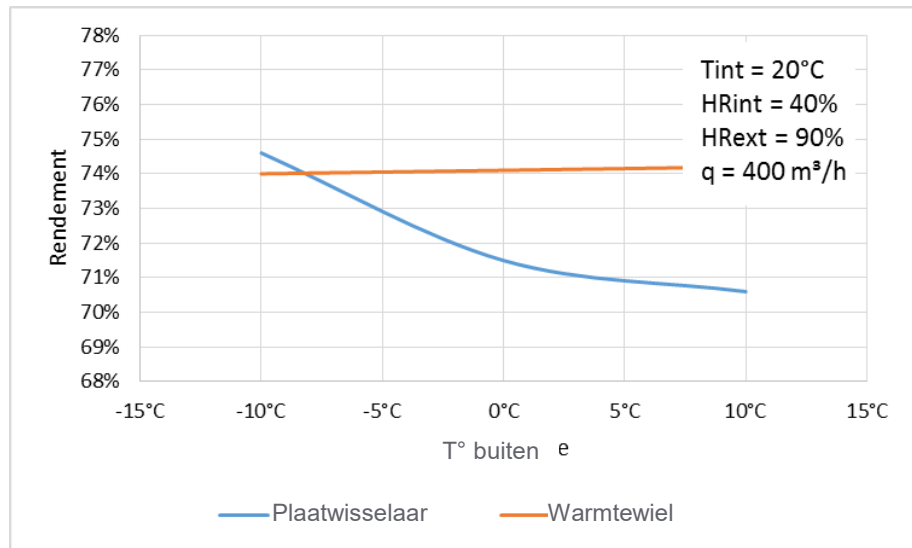
Warmtewisselaar van het recuperatortype

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



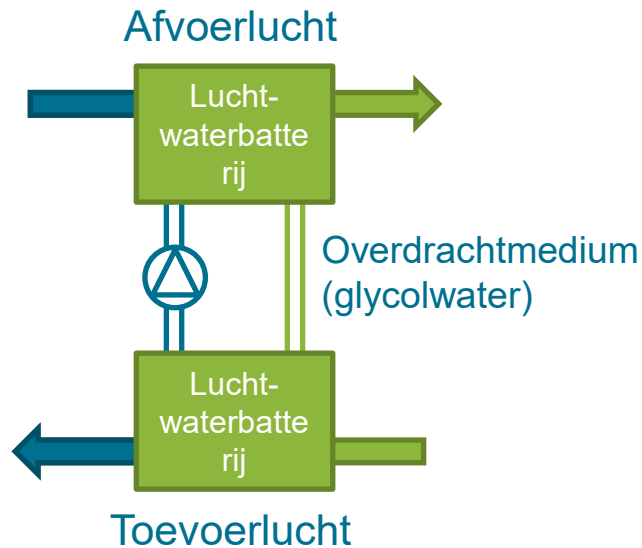
Warmtewisselaar van het recuperatortype

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



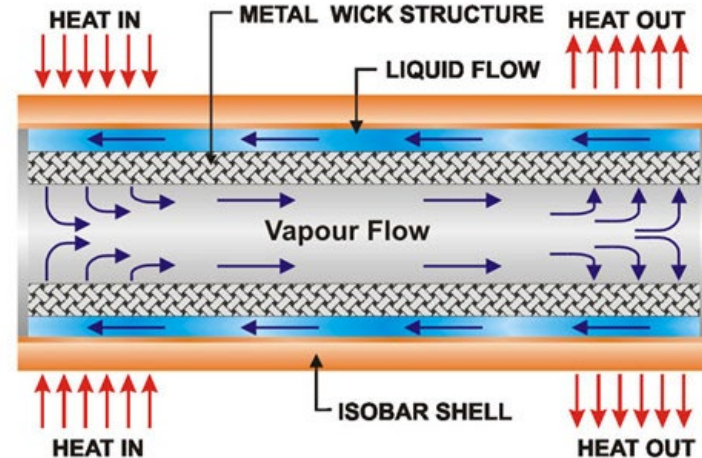
Warmtewisselaars met tussenmedium

Zonder faseverandering *



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

Met faseverandering (warmtepijp)



Source/Bron: Isobar

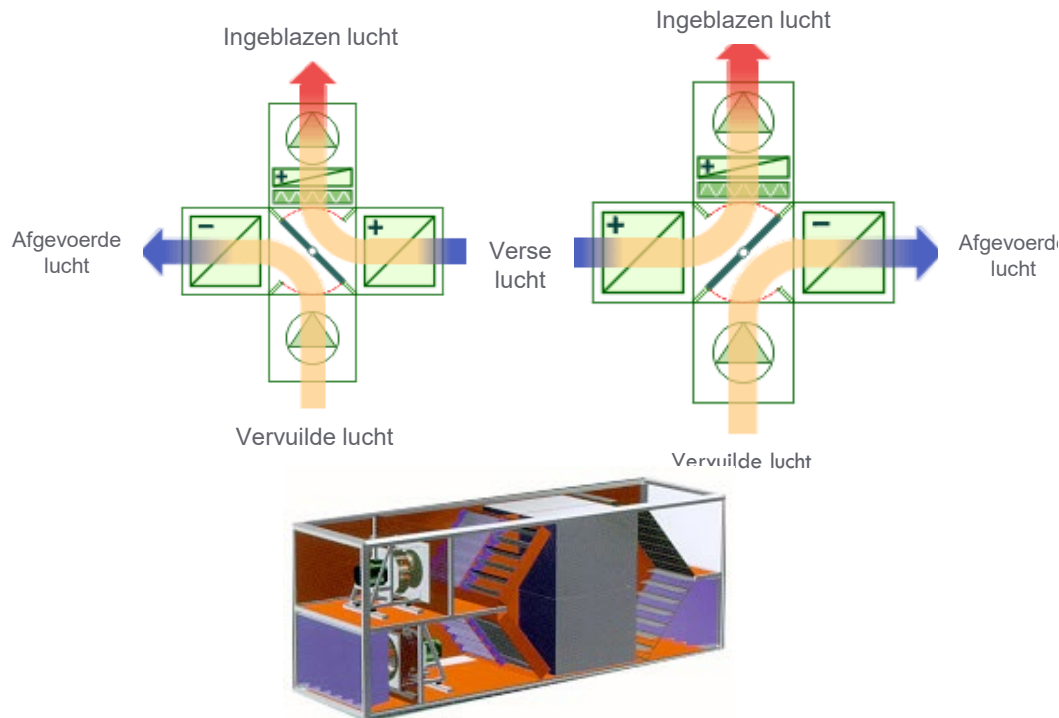
$$\eta = 55 - 65 \%$$

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



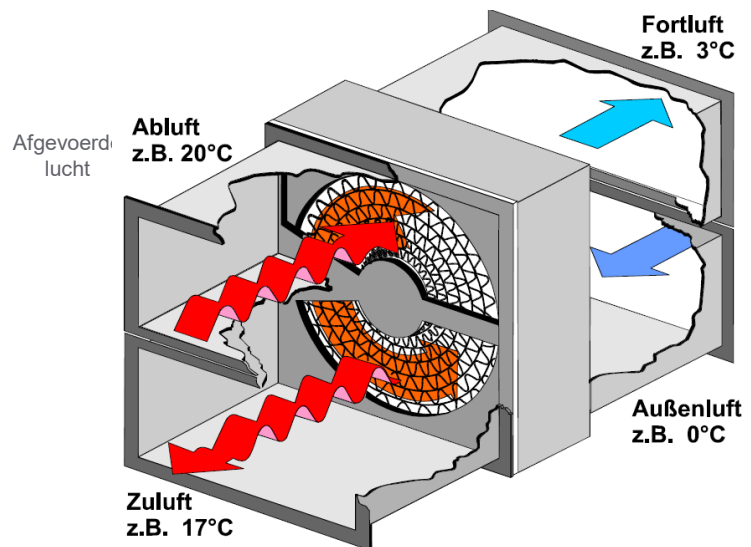
Warmtewisselaars van het regeneratortype

(niet-)hygroscopische statische warmtewisselaar van het regeneratortype



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

(niet-)hygroscopische roterende warmtewisselaar van het regeneratortype



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



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 warmtewisselaars
- ▶ 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, uitgezonderd bypass) ✓ Weinig onderhoud ✓ Zeer laag risico van contaminatie van verse lucht	✓ Vereist pulsie/extractie in de directe omgeving ✓ Risico van rijpvorming ✓ Aanzienlijke drukverliezen (vooral voor zeer hoge rendementen/grote debieten) ✓ Hoge ruimte-eisen ✓ 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 ✓ Risico van rijpvorming ✓ Aanzienlijke kosten voor kleine installaties
Met tussenmedium (met faseverandering)	✓ Geen enkel contaminatierisico ✓ Zeer goed rendement bij warme afvoerlucht	✓ Vereist pulsie/extractie in de directe omgeving ✓ Risico van contaminatie van verse lucht ✓ Delicate controle van de efficiëntie
((niet-)hygroscopische) Regeneratoren	✓ Mogelijkheid vocht te recupereren ✓ Zeer hoog rendement ✓ Vrij gering drukverlies ✓ Lage ruimte-eisen ✓ Makkelijke efficiëntiecontrole	✓ Vereist pulsie/extractie in de directe omgeving ✓ Risico van contaminatie van verse lucht ✓ Verbruik verbonden aan de aandrijving van het wiel (beperkt) ✓ Bewegende delen



Systeem C uitgerust met een lucht-waterwarmtepomp op vervuilde lucht

- ▶ Om sanitair warm water met accumulatie te bereiden of als verwarmingsbasis
- ▶ Aandachtspunten
 - 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 ventilatie-eenheden met dubbele stroom

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende
 - Elk nieuw geïnstalleerd ventilatiesysteem met dubbele stroom, gecombineerd met een verwarmingssysteem, waarvan het nominaal verseluchtdebiet van de aanvoergroep groter is dan 5.000 m³/h en met een jaarlijkse bedrijfsduur van meer dan of gelijk aan 2.000 uur/jaar (uitgezonderd als het om een of meerdere keukendampkappen gaat)
- ▶ 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 Ecodesign-richtlijn



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

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

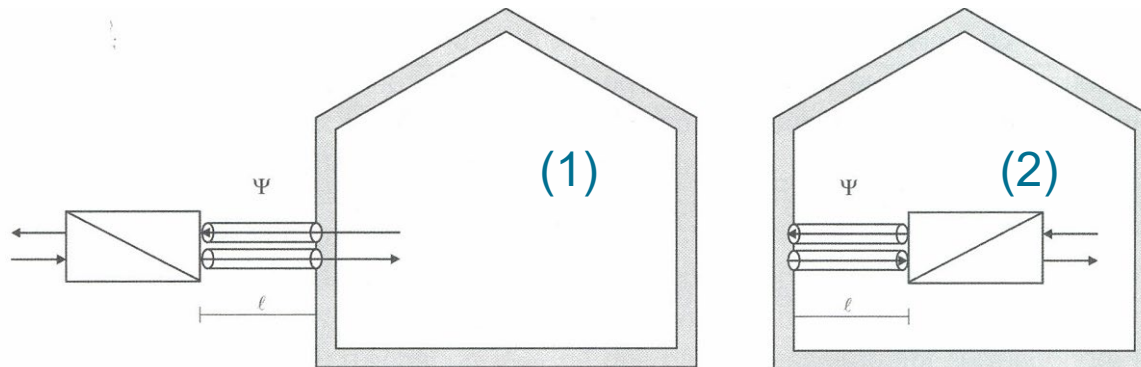
- ▶ Warmteterugwinning uit de afgevoerde lucht
- ▶ **Isolatie van de ventilatiekanalen**
- ▶ Voorverwarming/voorkoeling van de lucht d.m.v. aardwarmte (geothermie)

ENERGIE M.B.T. TRANSPORT VAN 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: Handleiding PHPP





Focus "EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling"

5. Thermische isolatie van de leidingen en toebehoren van het verwarmings-/ijswatersysteem

- ▶ Deze eis geldt voor het volgende
 - Alle leidingen en toebehoren na 1/01/2019 (datum inwerkingtreding reglementering)
 - Alle reeds voor de inwerkingtreding van dit besluit in een klimaatregelingssysteem bestaande niet-thermisch geïsoleerde leidingen en toebehoren, zodra er minstens één warmtegenerator op dit verwarmingssysteem (VE) / koelinstallatie op dit klimaatregelingssysteem (KL) wordt aangesloten.
- ▶ De eisen zijn van toepassing op de thermische isolatie
 - van leidingen en toebehoren voor het transport van verwarmingswater en sanitair warm water (SWW) (indien buitendiameter groter dan of gelijk aan 20 mm) - uitgezonderd verdeellussen die werken met een thermosifon
 - van luchtcirculatiekanalen (indien rechte doorlaatsectie groter dan 0,025 m²)





Focus "EPB-reglementering verwarming en klimaatregeling"

5. Thermische isolatie van de leidingen en toebehoren van het verwarmings-/ijswatersysteem

- ▶ De eis varieert volgens
 - de omgeving
 - het type lucht (verse lucht / toegevoerde lucht / hergebruikte lucht / gemengde lucht / afgevoerde lucht)
 - de luchttemperatuur
- ▶ Zie bijlage 3 (verwarming)
- ▶ Er zijn uitzonderingen



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

ENERGIE M.B.T. 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. TRANSPORT VAN 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-waterwarmtewisselaar



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. LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM
BEPERKEN

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

- ▶ **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

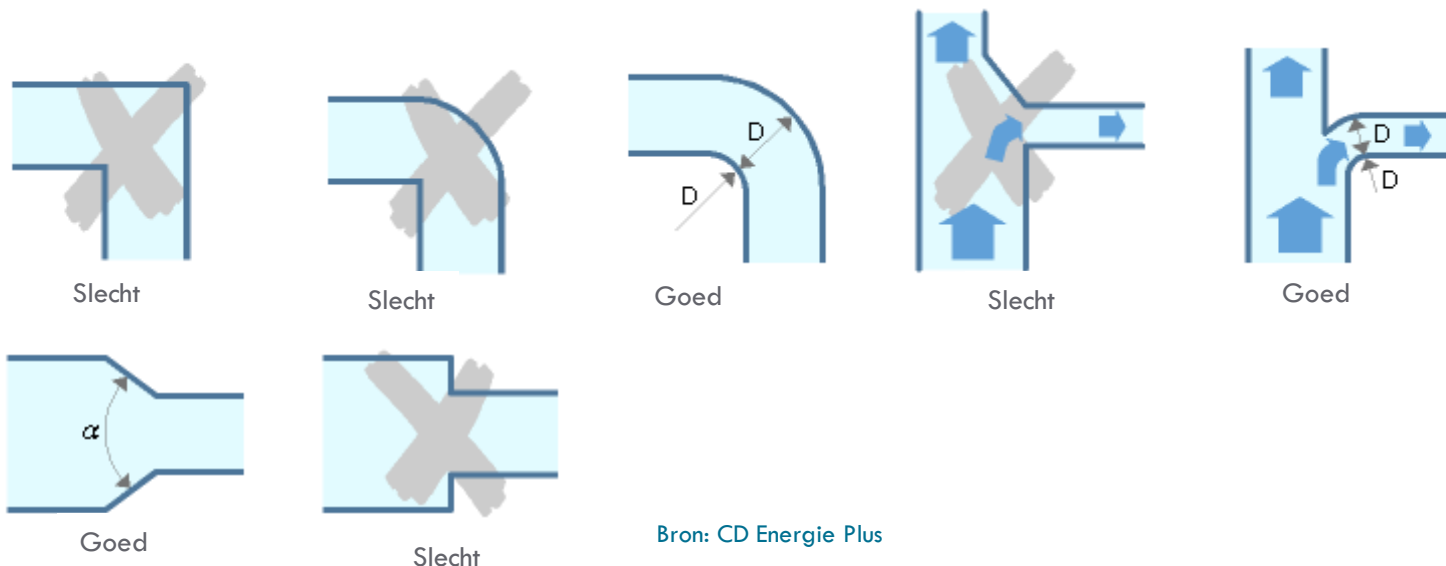
k : wrijvingsverliescoëfficiënt

De lichtsnelheid 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, ...)



Bron: CD Energie Plus



Dimensionering van de luchtkanalen

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



DRUKVERLIEZEN BEPERKEN

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

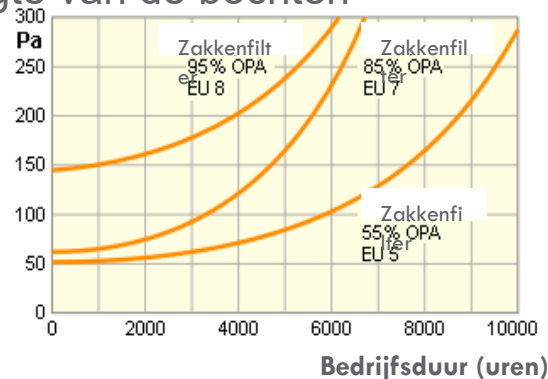
- ▶ Toevoeropeningen en kanalen reinigen

- 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. LUCHTBEHANDELING TOT EEN MINIMUM
BEPERKEN

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

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



SFP = Specific Fan Power [W/(m³/s)]

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

P_S = opgenomen elek. vermogen bij pulsie [W]

P_E = opgenomen elek. vermogen bij afvoer [W]

$Qv_{\max}$ = 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!



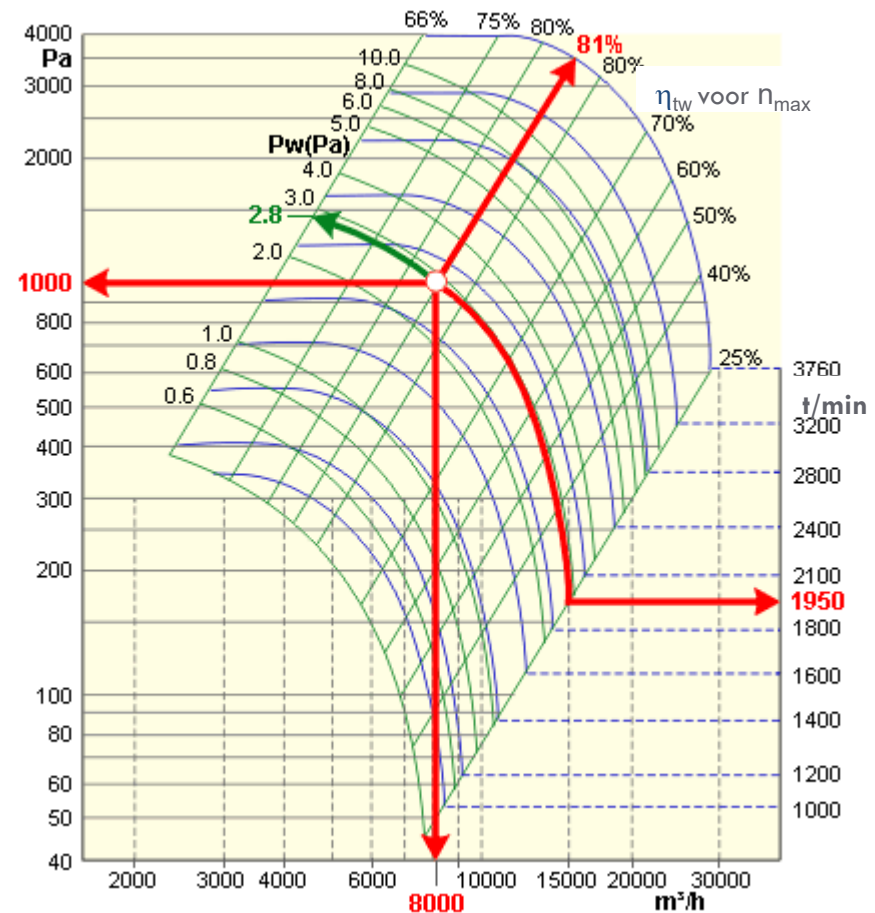
Om twee groepen te vergelijken, moet er rekening worden gehouden met alle drukverliezen (toebehoren stroomafwaarts/-opwaarts inbegrepen)



OPTEREN VOOR KRACHTIGE EN REGELBARE VENTILATOREN

Enkele adviezen

- Nominaal werkingpunt bij maximumrendement = juiste dimensionering
- Mogelijkheid tot wijziging van het debiet zonder rendementsverlies



Source/Bron: Energie Plus



INLEIDING

TOTAALDEBIET TOT EEN MINIMUM BEPERKEN

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

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

- ▶ 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



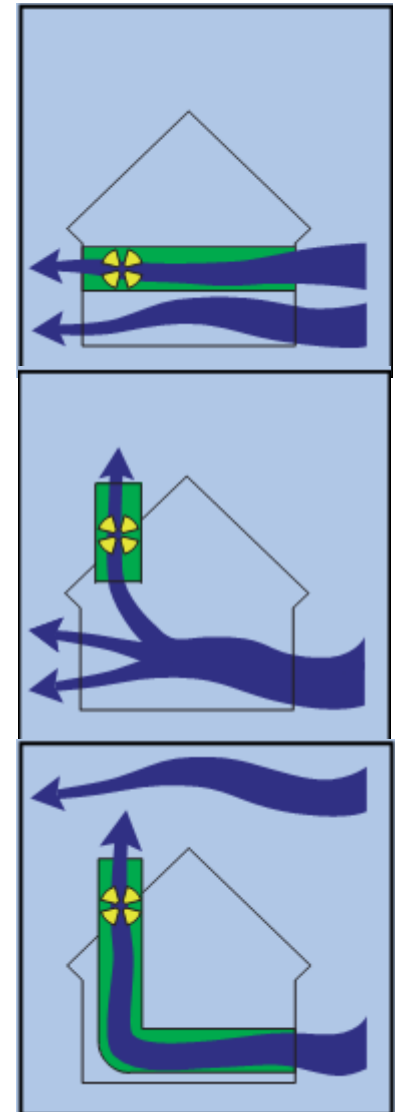
Hybride ventilatie

- 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 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 natuurlijke ventilatie van woningen
www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/guide_ventil%20meca_2004.pdf
- ▶ Energie+
www.energieplus-lesite.be





Artikels

- 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

