



Laboratorium voor Bouwfysica

*Level Recuperator Prestatiebeproeving warmte-
wisselaar*



Laboratorium voor Bouwfysica

Level Recuperator Prestatiebeproeving warmte-wisselaar

opdrachtgever	Level Recuperator BV Esp 108A 5633AA Eindhoven Nederland
contactpersoon	Dhr. P. Hoogendoorn
product	Level Recuperator
rapportnummer	B 1412-2-RA-001
datum	13 oktober 2022
referentie	CE/PS//B 1412-2-RA-001
verantwoordelijke	ir. C.I. Esmeijer
opsteller	P.M.J. Schokkenbroek 085 8228626 p.schokkenbroek@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl

kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Onderzochte wisselaar	5
3	Meetmethode	6
3.1	Metingen lektheid	6
3.2	Drukval warmtewisselaar	6
3.3	Thermisch rendement ('temperature ratio')	6
4	Meetresultaten	8
4.1	Luchtlekkage	8
4.1.1	Interne luchtlekkage	8
4.1.2	Externe luchtlekkage	9
4.2	Drukval warmtewisselaar	9
4.3	Thermisch rendement ('temperature ratio')	10

Bijlage 1: Resultaten rendementsmeting

Bijlage 2: Lektheidsmeting

1 Inleiding

In opdracht van Level Recuperator BV is een onderzoek uitgevoerd naar de prestaties van een warmtewisselaar bedoeld voor het toepassen in een ventilatietoestel voor gebalanceerde ventilatie.

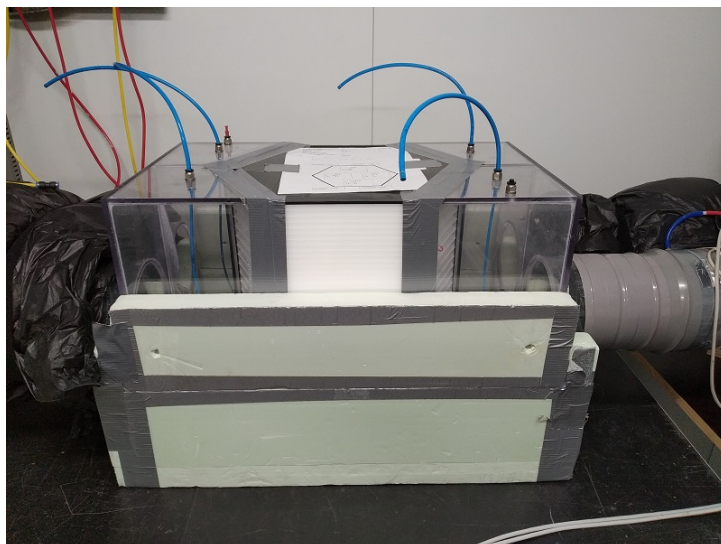
Het betreft metingen grotendeels volgens EN 13141-7: 2021 met een aanvulling op basis van de temperatuurcondities in EN 308: 1997. Omdat de EN 13141-7 betrekking heeft op complete mechanische ventilatietoestellen vallen de uitgevoerde metingen buiten het toepassingsgebied. Ten aanzien van de lektheid en temperatuur-condities is zo goed mogelijk aangesloten bij de uitgangspunten uit deze norm. In deze rapportage worden de meetresultaten gepresenteerd.

2 Onderzochte wisselaar

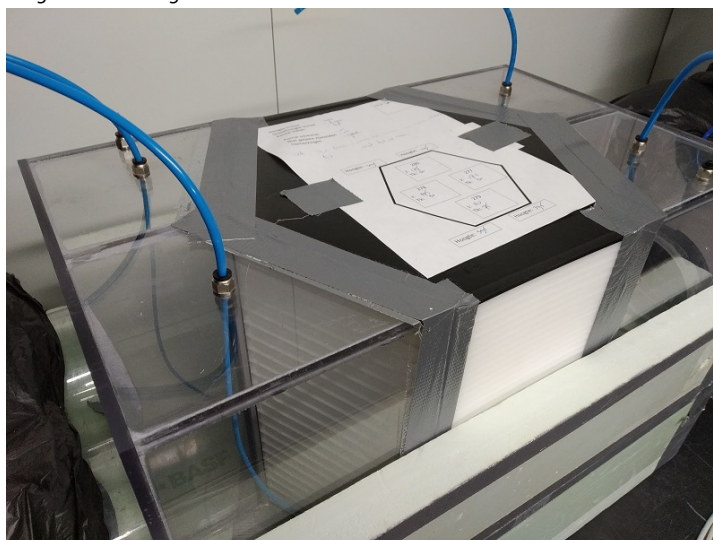
De onderzochte wisselaar is door de opdrachtgever aangeleverd in een behuizing voor zien van vier (luchtzijdige-) aansluitingen met een diameter van 150mm. In de behuizing zijn door de opdrachtgever meetpunten aangebracht voor het monitoren van het drukverschil over de wisselaar (zie onderstaande afbeeldingen). Voor de volledigheid: in onderstaande afbeelding is de isolatie van de behuizing gedeeltelijk verwijderd. Tijdens de metingen was de gehele wisselaar voorzien van 40 mm PIR isolatie.

Peutz was niet betrokken bij de selectie van het testexemplaar en beschikt niet over informatie ten aanzien van de representativiteit van het geleverde product.

f1 Onderzochte wisselaar (isolatie gedeeltelijk verwijderd)



12 slangen voor meting drukverschil



3 Meetmethode

3.1 Metingen lekdichtheid

Omdat de metingen alleen de warmtewisselaar betreffen zijn de uitkomsten niet te vertalen naar de klasse indeling uit de norm. Er zijn twee metingen uitgevoerd:

- Interne luchtlekkage; lekkage tussen ingaande en uitgaande luchtstroom in de wisselaar,
- Externe luchtlekkage; luchtdoorlatendheid van de omhulling, inclusief omkasting.

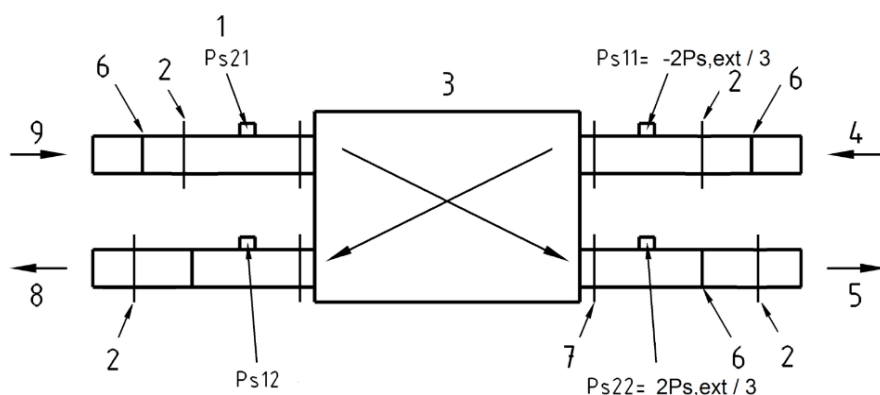
3.2 Drukval warmtewisselaar

Bij de onderzochte luchtdebieten zijn de drukverschillen over de wisselaar gemeten. Voor deze metingen zijn de door de opdrachtgever aangebrachte meetpunten gebruikt (zie figuur 2 en 3).

3.3 Thermisch rendement ('temperature ratio')

Het onderzochte wisselaar is op de testinstallatie in het Laboratorium voor Bouwfysica aangesloten en beproefd. Hierbij is de wisselaar voorzien van geconditioneerde toevoer- en afvoerlucht. Figuur 3 toont een schema van de proefopstelling. Sensoren voor het meten van de luchttemperatuur, relatieve vochtigheid en de luchtdrukverschillen zijn in de toe- en afvoerkanalen geplaatst.

f3 Schema van de proefopstelling (EN 13141-7:2021 fig. 2)



LEGENDA:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. drukmeetpunt | 6. geperforeerde plaat |
| 2. temperatuur en RV meetpunt | 7. aansluiting |
| 3. onderzochte unit | 8. exhaust air (EHA) uitlaatlucht |
| 4. extract air ETA afzuiglucht | 9. outdoor air (ODA) buitenlucht |
| 5. supply air (SUP) toevoerlucht | |

De wisselaar is bij de volgende luchtdebieten onderzocht: 100, 150, 250, 300 m³/h.

Tijdens het onderzoek zijn temperaturen, luchtdebieten en drukverschillen in de kanalen gemeten en om de 5 seconden bemonsterd en opgeslagen. Iedere onderzoeksvariant is ten minste 1 uur onder stabiele omstandigheden gehouden (steady state). De meetperiode bedraagt ten minste 30 minuten. Het thermisch rendement ('temperature ratio') wordt met onderstaande formule berekend:

$$\eta_{\theta, su} = \frac{\theta_{22} - \theta_{21}}{\theta_{11} - \theta_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}}$$

$\eta_{\theta, su}$ = Temperature ratio of the unit on supply air side

q_m = Mass air flow rate for standard air

θ = Air temperature, in °C

11, 21, 22 = zie figuur 3

4 Meetresultaten

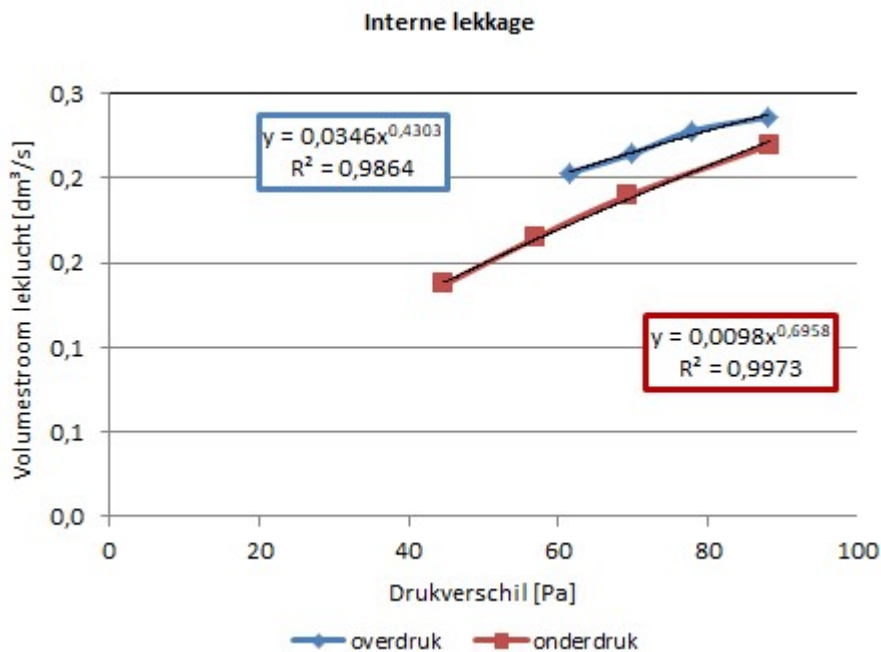
4.1 Luchtlekkage

Omdat de onderzochte wisselaar een prototype betreft zijn de metingen uitgevoerd bij drukverschillen tussen 40 en 100 Pa.

4.1.1 Interne luchtlekkage

De interne leklucht volumestroom wordt aangegeven bij een drukverschil van 100 Pa over de unit. De leklucht volumestroom is bij 4 drukniveaus gemeten. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande grafiek 4. In bijlage 2 bij dit rapport is een tabel met meetwaarden opgenomen.

f4 Interne luchtlekkage



Van de meetresultaten zoals weergegeven in de grafiek is de regressielijn bepaald met bijbehorende functie. Met behulp van deze functie is de luchtlekkage bij 100 Pa berekend. De resultaten zijn hieronder weergegeven.

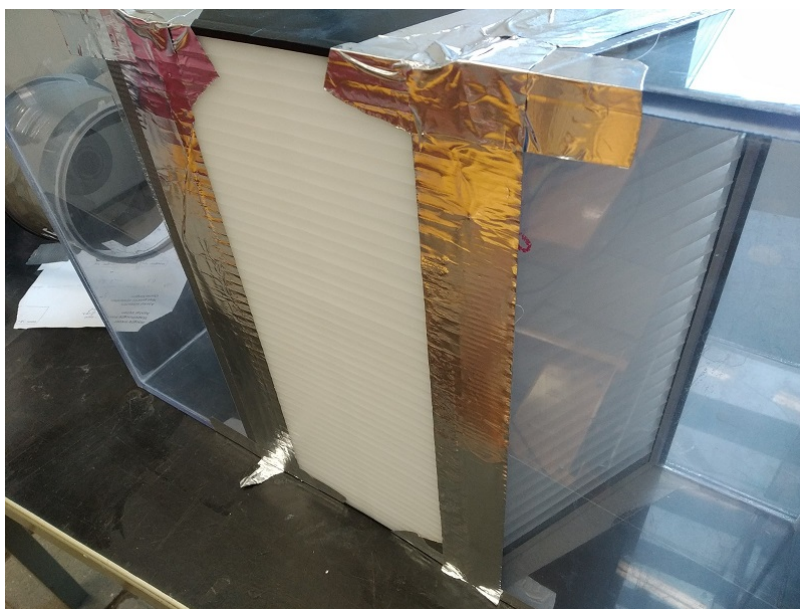
t4.1 Interne luchtlekkage

	onderdruk	overdruk
Interne lekkage (100 Pa)	0,25 dm³/s	0,24 dm³/s

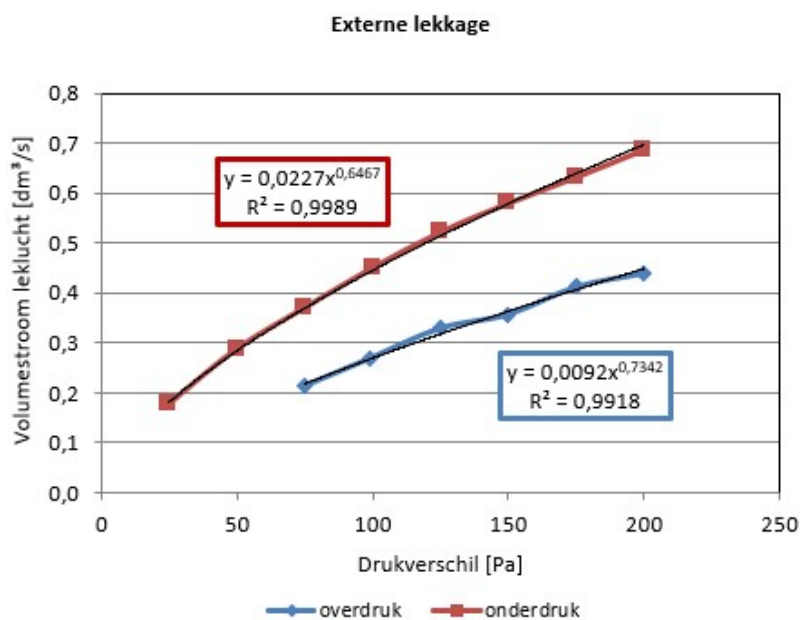
4.1.2 Externe luchtlekkage

De externe lekluchtvolumestroom wordt aangegeven bij een drukverschil van 250 Pa tussen de wisselaar en de omgeving bij onder- en overdruk. In bijlage 2 is een tabel met de gemeten waarden opgenomen. Van de meetresultaten is in onderstaande grafiek de regressielijn bepaald met bijbehorende functie. Voorafgaand aan de metingen is de aansluiting van de wisselaar op de het plenum grondig afgeplakt (zie figuur 5).

15 Bepaling externe lekkage



f6 Externe luchtlekkage



4.2 Drukval warmtewisselaar

In onderstaande tabel is de drukval weergegeven bij verschillende luchtdebieten.

t4.2 Drukval wisselaar

Luchtdebiet [m ³ /h]	Luchtstroom	
	SUP [Pa]	ETA [Pa]
100	19,7	21,9
150	31,1	34,2
250	56,3	57,1
300	70,3	69,5

4.3 Thermisch rendement ('temperature ratio')

Het thermisch rendement aan de toevoerkant ('temperature ratio supply side') is hieronder weergegeven.

t4.3 Resultaten rendementsmetingen

	Luchtdebiet [m ³ /h]	rendement
ODA 7° C, ETA 20° C (natte bol 12° C)	100*	96,5
	150	93,1
	250	89,3
	300	87,2

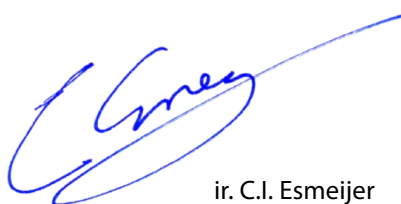
* wisselaar voorzien van extra isolatie

In bijlage 1 zijn de overige resultaten weergegeven.



P.M.J. Schokkenbroek
Hoofd Laboratorium voor Bouwfysica

Mook,



ir. C.I. Esmeijer
Directie

Dit rapport bevat 10 pagina's en 2 bijlagen.

Bijlage 1 Meetresultaten



Thermisch Rendement

				extra isolatie					
Datum				27-9-2022		30-9-2022		30-6-2022	
tijd meting:				10:48		12:12		15:40	
Betreft:		Level Recuperator		100 m³/h		150 m³/h		250 m³/h	
omschrijving		type	symbol	eenheid	instelling	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde
Buitenlucht (ODA)	Temperatuur		θ21	[°C]	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Buitenlucht (ODA)	Natte Bol Temperatuur	rekenw.	θw21	[°C]		4,4	4,4	4,5	4,6
Buitenlucht (ODA)	Vochtgehalte	rekenw.	x21	[g/kg]		4,10	4,08	4,23	4,27
Buitenlucht (ODA)	Relatieve Vochtigheid		RH21	[% RH]		70	70	73	73
Buitenlucht (ODA)	Drukverschil		p21	[Pa]		1	19	-9	-30
Toevoer (SUP)	Temperatuur		θ22	[°C]		19,4	19,1	18,7	18,3
Toevoer (SUP)	Natte Bol Temperatuur	rekenw.	θw22	[°C]		10,2	10,0	9,9	9,8
Toevoer (SUP)	Vochtgehalte	rekenw.	x22	[g/kg]		4,06	3,99	4,09	4,14
Toevoer (SUP)	Relatieve Vochtigheid		RH22	[% RH]		34	34	36	37
Toevoer (SUP)	Drukverschil		p22	[Pa]		-24	-21	-91	-138
Afvoer (ETA)	Temperatuur		θ11	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Afvoer (ETA)	Natte Bol Temperatuur	rekenw.	θw11	[°C]	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Afvoer (ETA)	Vochtgehalte	rekenw.	x11	[g/kg]		5,54	5,55	5,54	5,54
Afvoer (ETA)	Relatieve Vochtigheid		RH11	[% RH]		38	38	38	38
Afvoer (ETA)	Drukverschil		p11	[Pa]		12	13	97	120
Uitlaat (EHA)	Temperatuur		θ12	[°C]		8,1	8,2	8,6	8,7
Uitlaat (EHA)	Natte Bol Temperatuur	rekenw.	θw12	[°C]		5,9	6,0	6,2	6,3
Uitlaat (EHA)	Vochtgehalte	rekenw.	x12	[g/kg]		4,82	4,86	4,88	4,88
Uitlaat (EHA)	Relatieve Vochtigheid		RH12	[% RH]		76	77	76	75
Uitlaat (EHA)	Drukverschil		p12	[Pa]		-13	-27	17	17
Omgeving	Temperatuur		θTe	[°C]		19,5	19,7	19,5	19,3
Omgeving	Barometrische druk		pTe	[hPa]		998,6	1010,1	1010,1	1009,4
Omgeving	luchtdichtheid onder meetomstandigheden	rekenw.	rTe	[kg/m³]		1,185	1,198	1,199	1,199
Toevoer (SUP)	Volumestroom	rekenw.	qv,11	[m³/h]		102	151	249	302
				[dm³/s]		28,5	41,8	69,3	84,0
	Drukverschil over wisselaar			[Pa]		19,7	31,1	56,3	70,3
Afvoer (ETA)	Volumestroom	rekenw.	qv,22	[m³/h]		103	150	251	301
				[dm³/s]		28,6	41,2	69,8	83,5
	Drukverschil over wisselaar			[Pa]		21,9	34,2	57,1	69,5
Toevoer (SUP)	Massastroom*	rekenw.	qm,11	[kg/h]		122	181	300	364
Afvoer (ETA)	Massastroom*	rekenw.	qm,22	[kg/h]		122	180	301	360
Toev./Afv.	Balans massastroom SUP/ETA*	rekenw.		[%]	100%	1,00	1,00	1,00	1,01
Thermisch Rendement			ηθ,SU	[%]		95,6	93,1	89,3	87,2

* Gecorrigeerd voor standaard dichtheid lucht

Bijlage 2

Lekdichtheidsmeting

Onderstaande tabel geeft de resultaten van de interne lekdicthheidsmeting aan.

interne lekkage overdruk		interne lekkage onderdruk	
Drukverschil gemeten [Pa]	Debiet gecorrigeerd [dm³/s]	Drukverschil gemeten [Pa]	Debiet gecorrigeerd [dm³/s]
61,4	0,20	44,8	0,14
70	0,21	57	0,16
78	0,23	69	0,19
88	0,24	88	0,22

Onderstaande tabel geeft de resultaten van de externe lekdicthheidsmetingen aan.

externe lekkage overdruk		externe lekkage onderdruk	
Druk verschil [Pa]	Debiet [dm³/s]	Druk verschil [Pa]	Debiet [dm³/s]
	0,00	25	0,18
75	0,21	50	0,29
99	0,27	75	0,37
125	0,33	100	0,45
150	0,36	125	0,52
175	0,41	150	0,58
200	0,44	175	0,63
		200	0,69