

Managementsamenvatting



Onderzoeksuitvraag Waardeiland Leiden

OPDRACHTGEVER Gemeente Leiden & Stichting Energietransitie De Waard en Waardeiland
T.a.v. de heer S. Hoogendoorn

Auteur(s) Dhr. E.J. (Evert) Reemst, Dhr. C.M.P. (Casper) Dannijs, Ir. M.R. (Mark) Polet
Datum 10-09-2025

Projectnummer 25110
Opdrachtgever Gemeente Leiden & Stichting Energietransitie De Waard en Waardeiland
T.a.v. de heer S. Hoogendoorn

Versie 001
Datum 10-09-2025

M3E B.V.
Rivium Quadrant 75
2909 LC Capelle aan den IJssel
+31 (0)10-202 22 10
Bank: ABN-AMRO 56.73.49.187
BTW: NL 8210.06.447.B01
KVK: 20156734
E: info@m3e.nl
I: www.m3e.nl

Dit rapport is uitgegeven door M3E B.V. te Breda, Nederland. Dit rapport is vertrouwelijk en heeft een gelimiteerde geldigheid. Geen enkel deel van dit rapport mag aan derden worden openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van M3E B.V. en van de opdrachtgever.

Inleiding

In opdracht van de Gemeente Leiden is voor het project Waardeiland Leiden een duurzaamheidsadvies opgesteld om het energieverbruik inzichtelijk te maken en waar mogelijk te verminderen middels een duurzaam warmteconcept. Voor dit advies zijn 10 representatieve woningen op Waardeiland geïnspecteerd. Tijdens deze opnames is de huidige energetische staat van de woningen beoordeeld. Daarnaast zijn verschillende duurzame warmteconcepten doorgerekend en beoordeeld op haalbaarheid.

Er is een indicatie op het jaarlijkse energieverbruik gemaakt. Deze gegevens maken het mogelijk om de effecten van toekomstige energiezuinige maatregelen nauwkeuriger in te schatten.

Het doel van dit advies is inzicht te geven in de haalbaarheid en effecten van verschillende verduurzamingsmaatregelen en warmteconcepten voor de woningen op Waardeiland. Daarbij is gekeken naar:

- Individuele maatregelen op gebouwniveau, zoals isolatie en installatietechniek.
- Collectieve warmteconcepten, waarbij gebruik wordt gemaakt van beschikbare duurzame bronnen zoals oppervlaktewater uit het Rijn-Schiekanaal en warmtepompen.

Management samenvatting

Voor Waardeiland Leiden is onderzocht hoe de wijk kan verduurzamen richting een aardgasvrije toekomst. Tien representatieve woningen zijn geïnspecteerd en doorgerekend op energiegebruik, geschiktheid en mogelijke warmteconcepten.

De analyse laat zien dat collectieve concepten technisch mogelijk zijn, maar financieel minder aantrekkelijk en sterk afhankelijk van deelname. Op basis van de Total Cost of Ownership-analyse komt naar voren dat individuele warmtepompen voor de meeste woningen de meest kostenefficiënte en toekomstbestendige oplossing vormen. Voor appartementen kan een semi-collectieve variant geschikt zijn.



Figuur 1: Impressie Waardeiland

Gebouwgegevens

Straat + huisnummer	Oxfordlaan 28 Willem Dreeslaan 10 Calslaan ¹ * Aalberseplein 7 Abraham Kuyperplein 13 Gebreandylaan 13 Troelstraplein 8 Laan der verenigde naties 34 Aletta Jacobslaan 37 & 66
Postcode	2314 EB 2314 GD 2314 GJ 2314 ET 2314 EW 2314 EX 2314 EK 2314 GG 2314 GA
Woonplaats	Leiden
Objecttype	Woningbouw
Opnameniveau	Basisopname
Gebouwtype	Tussenwoning 2 onder 1 kap woning Appartementengebouw Hoekwoningen
Subtype	n.v.t.
Ligging	n.v.t.
Gebouwhoogte [m]	5,6 meter – 9,2 meter
Bouwjaar	1976-1998
Opnamedatum (bezoekdatum)	Verschillende data

¹ Onderdeel van project maar niet bezocht
10-09-2025 ■ M3E

Waardeiland

Aan de oostzijde van het Rijn-Schiekanaal ligt het Waardeiland, een woonwijk met circa 465 woningen die vrijwel volledig in particulier bezit zijn. De woningvoorraad bestaat voor 28% uit appartementen, 47% uit tussenwoningen en 23% uit hoekwoningen (waarvan circa 2% vrijstaand of overige typen).

Binnen de wijk zijn verschillende typen appartementen aanwezig. Aan de entree van de wijk bevindt zich een appartementencomplex uit 1998. Daarnaast zijn er complexen met boven- en benedenwoningen met zes eenheden per blok. In beide gevallen beschikt elk appartement over een eigen cv-ketel.

Het grootste deel van de woningen (84%) is gebouwd in de periode 1975–1994. De resterende 16% dateert van na 1995. Vooral in het midden van de wijk bevinden zich woningen met een recenter bouwjaar, zoals weergegeven in Figuur 2.4. De meest recente woningen zijn in 1992 gerealiseerd, in een periode waarin het nieuwe Bouwbesluit van kracht werd. Daardoor voldoen deze woningen aan strengere eisen en hebben zij gemiddeld een gunstiger energielabel dan de oudere bebouwing.



Figuur 2: Impressie bouwjaren woningen Waardeiland

Inhoud

Inleiding.....	3
2. Uitgangspunten	7
3. Bestaande situatie.....	8
3.1. Schematisering.....	8
4. Uitgevoerde onderdelen.	9
5. Resultaten per onderdeel.....	10
5.1. Visuele inspecties.....	10
5.2. Luchtdichtheidsmetingen	10
5.2.1. Testresultaten	11
5.3. Ruimtelijke inpassing	12
5.4. Geschiktheid Warmteconcept	13
6. Varianten energieconcept.....	15
7. Energie indicatie wijkniveau.....	17
7.1. Energie indicatie o.b.v. opname woningtypes.....	17
7.2. Investerings/ onderhoudskosten	18
Conclusie en advies warmteconcepten.....	20
Bijlage I – Inspectie Foto’s	21
Bijlage II – Meetrapporten	28
Bijlage III – Ruimtelijke inpassingen	29
Bijlage IV – Energievraag woningtypes	30

2. Uitgangspunten

Onderstaande uitgangspunten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze Managementsamenvatting:

- Alle benoemde prijzen zijn excl. BTW;
- In dit verduurzamingadvies kijken we enkel naar het gebouw gebonden energieverbruik, energiegebruik van de gebruiker zelf wordt buiten beschouwing gelaten;
- Verlichting wordt niet meegenomen als maatregel, omdat dit volgens de NTA8800 niet wordt gezien als gebouwgebonden;
- De luchtdichtheid van de gebouwen is bepaald volgend de uitgevoerde luchtdichtheidsmetingen.
- Tekeningen (plattegronden en gevels) uit het stadsarchief;
- Syntraal eindrapport december 2023;
- Startnotitie wijkuitvoeringsplan gemeente Leiden;
- Bezoek op locatie op verschillende data;
- Blowerdoortesten rapporten;
- Fakton Rapportage Waardeiland.

3. Bestaande situatie

Om tot een degelijk verduurzamingsadvies te komen is gestart met een opname van tien representatieve woningen op Waardeiland Leiden.

Daarnaast is bij een selectie van de woningen een visuele inspectie uitgevoerd. Hierbij zijn de bouwkundige en installatietechnische kenmerken vastgelegd, zoals gevel- en dakopbouw, aanwezige isolatie, type beglazing, ventilatievoorzieningen en installaties.

Voor een aantal van de woningen is tevens een blowerdoortest uitgevoerd om de luchtdichtheid in kaart te brengen. Deze metingen geven inzicht in warmteverliezen via naden en kieren en vormen een belangrijke aanvulling op de berekende energieverbruiken.

Ten slotte is voor enkele woningtypen een ruimtelijke inpassing beoordeeld. Hierbij is op basis van de bouwkundige tekeningen en de inspecties gekeken naar de mogelijkheden voor het inpassen van installaties en leidingwerk bij de toepassing van een duurzaam warmteconcept.

De combinatie van de verduurzaming, inspecties, blowerdoortesten en ruimtelijke analyses geeft een representatief beeld van de huidige situatie en vormt de basis voor de verdere advisering.

3.1. Schematisering

Op basis van de verschillende wooneenheden is er een woningtype-indeling opgesteld. Deze indeling is gemaakt om de diversiteit van de bebouwing op Waardeiland inzichtelijk te maken en de resultaten van de inspecties, blowerdoortesten en verwarmingsconcepten te kunnen koppelen aan representatieve woningtypen.

In totaal zijn tien woningtypen onderscheiden, die representatief zijn voor de wijk en in naastgelegen afbeelding zijn weergegeven. De indeling maakt het mogelijk om conclusies en aanbevelingen niet alleen op gebouwniveau, maar ook op type-niveau te doen, zodat de resultaten toepasbaar zijn voor de gehele wijk.

De verschillende kleuren en nummers in de afbeelding geven de spreiding van de woningtypen binnen Waardeiland weer. Deze typologie is in de verdere hoofdstukken gebruikt als basis voor de analyse van de energetische prestaties, de bouwkundige en installatietechnische inspecties en de mogelijke ruimtelijke inpassing van maatregelen.



Figuur 3: Impressie woning type-indeling Waardeiland

4. Uitgevoerde onderdelen.

Voor het project Waardeiland Leiden zijn verschillende onderzoeken en metingen uitgevoerd op tien representatieve woningen. Niet voor alle onderdelen is iedere woning meegenomen: enkele bezoeken en werkzaamheden zijn niet kunnen uitgevoerd.

De volgende onderdelen maken deel uit van het onderzoek:

- Visuele inspecties: bij het gros van de woningen is een bouwkundige en installatietechnische opname uitgevoerd.
- Blowerdoortesten: bij een deel van de woningen is de luchtdichtheid gemeten om warmteverliezen via naden en kieren vast te stellen.
- Ruimtelijke inpassing: voor enkele woningtypen is beoordeeld welke mogelijkheden er zijn voor het inpassen van installaties en leidingwerk bij de toepassing van een duurzaam warmteconcept.
- Geschiktheid warmteconcept: voor alle onderzochte woningtypen is beoordeeld in hoeverre zij geschikt zijn om te worden aangesloten op een duurzaam warmteconcept.

Onderstaand schema geeft een overzicht van welke onderdelen per woningtype zijn uitgevoerd:

Woningtype	Inspectie uitgevoerd	Luchtdichtheids meting uitgevoerd	Ruimtelijke inpassing	Geschiktheid Duurzaam Warmteconcept
1 Oxfordlaan	■	■	■	■
2 Willem Dreeslaan	■	■	■	■
3 Calslaan	■	■	■	■
4 Aalberseplein	■	■	■	■
5 Abraham Kuyperplein	■	■	■	■
5 Gebreandylaan	■	■	■	■
6&7 Troelstaplein	■	■	■	■
8 Laan der verenigde naties	■	■	■	■
9&10 Aletta Jacobslaan	■	■	■	■

Dit overzicht maakt duidelijk dat niet alle onderdelen bij alle woningen zijn uitgevoerd. De beoordeling van de geschiktheid voor een duurzaam warmteconcept is echter wél voor alle woningtypen meegenomen, omdat dit het hoofddoel vormt van dit rapport. Deze beoordeling wordt in een volgend hoofdstuk nader uitgewerkt.

5. Resultaten per onderdeel

5.1. Visuele inspecties

Om de huidige staat van de woningen goed vast te leggen, is bij een selectie van de tien representatieve woningtypen een visuele inspectie uitgevoerd. Tijdens deze opname zijn de belangrijkste bouwkundige en installatietechnische kenmerken beoordeeld. Hierbij is onder meer gekeken naar de kwaliteit van de gevel- en dakopbouw, aanwezige isolatie, type beglazing, ventilatievoorzieningen en de staat van de installaties.

De visuele inspecties geven een duidelijk beeld van de huidige energetische prestaties van de woningen en aanwezige installaties. Een aantal gedetailleerde foto's van deze inspecties zijn opgenomen in Bijlage 1.

5.2. Luchtdichtheidsmetingen

Bij een aantal geselecteerde woningen is een blowerdoortest uitgevoerd om de luchtdichtheid van de gebouwschil vast te stellen. Deze metingen zijn uitgevoerd conform de geldende Europese en Nederlandse normen (EN 13829 en NEN 2686). Tijdens de test zijn alle ramen, buitendeuren en ventilatieroosters gesloten, waarna met een ventilator gecontroleerde onder- en overdruk is opgewekt.

In onderstaande afbeelding een impressie van de gebruikte meetapparatuur.



Figuur 4: Meetapparatuur blowdoortest






5.2.1. Testresultaten

De resultaten van de uitgevoerde blowerdoortesten zijn samengevat in onderstaande tabel. Hierin zijn per woning het gemeten Qv10, de bijbehorende forfaitaire waarde volgens NTA 8800 (bijbehorend bouwjaar) en de afwijking weergegeven. Op basis hiervan is een kwalificatie toegekend die de prestaties van de woning in perspectief plaatst ten opzichte van vergelijkbare woningen uit dezelfde bouwperiode.

Adres	Woningtype	Gemeten Qv10 (dm ³ /s·m ²)	Forfaitaire Qv10 (dm ³ /s·m ²)	Afwijking t.o.v. forfaitair	Kwalificatie*
Oxfordlaan	Tussenwoning plat dak	1,10	2,10	1,00	Goed
Willem Dreeslaan	2 [^] 1-kap met kap	0,83	3,60	2,77	Goed
Abraham Kuyperplein	Tussenwoning plat dak	0,63	2,10	1,47	Goed
Troelstraplein	Tussenwoning met kap	1,31	2,10	0,79	Goed
Laan der Verenigde Naties	Tussen laag - tussen (>1 woonlaag)	0,24	1,50	1,26	Zeer goed

*De kwalificatie van de woningtypen is gebaseerd op de bijbehorende gemeten en forfaitaire Qv10-waarden per woningtype (conform NTA 8800).

In onderstaande grafiek een visueel van het overzicht van de kwalificaties zoals wij die hanteren voor woningen van vergelijkbare bouwjaren:

Kwalificatie	Toelichting
 Zeer goed	Uitzonderlijk luchtdichtheid voor bestaande bouw (vergelijkbaar met nieuwbouwkwaliteit). Komt zelden voor in oudere woningen.
 Goed	Boven verwachting voor een woning uit dit bouwjaar. Zeer energie-efficiënt na renovatie.
 Redelijk/verbeterd	Redelijke luchtdichtheid. Mogelijk deels gerenoveerd. Te verwachten bij bestaande bouw uit dit bouwjaar.
 Matig	Komt vaak voor bij oudere, niet-volledig gerenoveerde woningen. Warmteverlies merkbaar.
 Slecht	Veel luchtlekken. Comfortverlies en hogere energiekosten. Aanbevolen om maatregelen te treffen.

De volledige meetrapporten en resultaten zijn opgenomen in Bijlage 2. Daarnaast is op basis van de uitkomsten een individuele brief aan de betreffende bewoners verstuurd, waarin hun specifieke testresultaten en aanbevelingen zijn toegelicht.

5.3. Ruimtelijke inpassing

Voor de onderzochte woningtypen is beoordeeld welke mogelijkheden er zijn om installaties en leidingwerk in te passen bij de toepassing van een duurzaam warmteconcept. Hiervoor is gebruikgemaakt van de beschikbare bouwkundige tekeningen in combinatie met de resultaten van de uitgevoerde inspecties.

Onderstaande figuur toont de technische inpassing van Oxfordlaan 28 als voorbeeld. Hierin is onder meer aangegeven waar de verdeler van de vloerverwarming kan worden geplaatst, hoe de kruipruimte toegankelijk is gemaakt, en welke bouwkundige aanpassingen nodig zijn om installaties in te passen. Ook is gekeken naar de plaatsing van aanvullende voorzieningen, zoals een Quooker in de keuken en verplaatste ventilatiepunten.



Figuur 5: technische inpassing installaties Oxfordlaan

De analyse van Oxfordlaan 28 illustreert daarmee de aanpak die ook voor de overige woningtypen is toegepast. Voor elk type is nagegaan welke installatietechnische voorzieningen zonder grote ingrepen kunnen worden geplaatst en waar aanvullende maatregelen nodig zijn.

De overige ruimtelijke inpassingen per woningtype zijn opgenomen in Bijlage 3.

5.4. Geschiktheid Warmteconcept

Voor de onderzochte woningtypen op Waardeiland is beoordeeld in hoeverre zij geschikt zijn om te worden aangesloten op een duurzaam warmteconcept.

Per woningtype is een indicatie gemaakt van het jaarlijkse energieverbruik voor verwarming (kWh/m²-jaar). Het energiegebruik voor warm water is buiten beschouwing gelaten aangezien het onderzoek betrekking heeft op de opwekking van de verwarming. Dit is berekend op basis van de huidige situatie en vervolgens doorgerekend voor de verschillende warmteconcepten (WC01 t/m WC04).

De Warmteconcepten (WC) zijn verdeeld in 4 varianten. Zowel het bronnet/laagtemperatuur als het middentemperatuur collectief maken gebruik van het oppervlaktewater van het Rijn-Schiekanaal als warmtebron. (Zie eindrapport Syntraal voor uitgebreide toelichting op de concepten).

- WC01. Laagtemperatuur collectief/bronnet: Individuele warmtepomp in de woning als opwaardeerinstallatie. Aanvoertemperatuur van ca. 35–45 °C, alleen toepasbaar indien de woning beschikt over voldoende isolatie en laagtemperatuur-afgiftesystemen (vloerverwarming, convectoren of lagetemperatuurradiatoren).
- WC02. Middentemperatuur collectief: Collectieve warmtepomp in de buurt als opwaardeerinstallatie. Aanvoertemperatuur van ca. 55–70 °C, toepasbaar bij minder goed geïsoleerde woningen of wanneer bestaande radiatoren worden behouden.
- WC03. Individuele warmtepomp: Een warmtepomp in elke woning. Afhankelijk van het type kan zowel laag- als middentemperatuur worden geleverd (35–55 °C bij LT, tot ca. 70 °C bij MT).
- WC04. Extra warmteconcept bij appartementen (semicollectief, centrale WP per gebouw aangesloten op bronnet. De installatie kan zowel laag- als middentemperatuur leveren (35–70 °C, afhankelijk van ontwerp en bron). Warmte wordt per gebouw verdeeld via een intern net; afgifte geschiedt via radiatoren of lagetemperatuursystemen, afhankelijk van het gekozen regime.

Adres	WC01 geschiktheid	WC02 geschiktheid	WC03 geschiktheid	WC04 geschiktheid
Oxfordlaan	Ja	Ja	Ja	n.v.t.
Willem Dreeslaan	Nee	Ja	Ja	n.v.t.
Calslaan	Nee	Ja	Ja	n.v.t.
Aalberseplein	Ja	Ja	Ja	n.v.t.
Gebreandylaan	Ja	Ja	Ja	n.v.t.
Troelstraplein	Ja	Ja	Ja	n.v.t.
Laan der verenigde naties	Nee	Ja	Nee	Ja
Aletta Jacobslaan	Nee	Ja	Nee	Ja

Hoewel uit de beoordeling blijkt dat een groot deel van de woningtypen technisch geschikt kán zijn voor aansluiting op een laagtemperatuurconcept (WC01), geldt dit niet zonder aanvullende maatregelen. Uit de inspecties blijkt dat een aantal woningen in de huidige staat onvoldoende geïsoleerd is om comfortabel met lage temperatuur te kunnen verwarmen.

Standaard en streefwaarden voor woningisolatie

Sinds kort is er een nieuwe standaard voor woningisolatie. Deze standaard geeft aan wanneer een woning voldoende is geïsoleerd om aardgasvrij te kunnen worden verwarmd. Het idee erachter is eenvoudig: hoe beter een woning geïsoleerd is, hoe minder warmte er verloren gaat via muren, vloeren, daken, ramen en deuren. Een goed geïsoleerde woning kan daardoor comfortabel worden verwarmd met duurzame lage-temperatuurbronnen.

Als vuistregel geldt dat een woning met een gemiddelde Rc-waarde van 3,5 m²K/W voldoet aan de minimale eisen om over te stappen naar lage-temperatuurverwarming.

Naast deze algemene standaard zijn er ook streefwaarden per bouwdeel opgesteld. Deze zijn bedoeld als u niet direct de hele woning aanpakt, maar stap voor stap verduurzaamt. Zo weet u zeker dat elk afzonderlijk onderdeel toekomstbestendig wordt geïsoleerd:

- Dak: Rc 8,0 m²K/W (≈ 35 cm isolatie)
- Vloer: Rc 3,5 m²K/W (≈ 14 cm isolatie)
- Gevel: Rc 6,0 m²K/W (≈ 26 cm isolatie)

Door bij renovatie of vervanging met deze streefwaarden rekening te houden, bent u klaar voor een aardgasvrije toekomst én profiteert u direct van meer wooncomfort en lagere energielasten.

Warmteconcepten beoordeling

Uit de beoordeling blijkt dat een groot deel van de onderzochte woningtypen technisch geschikt kan zijn voor aansluiting op een laagtemperatuurconcept (WC01). Dit betekent echter niet dat dit zonder aanvullende maatregelen mogelijk is zoals aangegeven in vorige hoofdstukken. Voor deze woningen zijn eerst extra maatregelen benodigd, of de toepassing van duurdere warmtepompen die hogere temperaturen kunnen leveren.

Het middentemperatuurconcept (WC02) is in vrijwel alle woningtypen toepasbaar, omdat de meeste bestaande radiatoren behouden kunnen blijven. Dit maakt WC02 technisch gezien de meest laagdrempelige optie.

De toepassing van individuele warmtepompen (WC03) is eveneens voor alle woningtypen mogelijk, mits er voldoende ruimte beschikbaar is voor de installatie (binnenunit en buitenunit). Dit biedt bewoners de flexibiliteit om onafhankelijk van een collectief net over te stappen.

Voor appartementen is daarnaast gekeken naar een semi-collectieve oplossing (WC04). Hierbij wordt per gebouw een centrale warmtepomp toegepast. Deze variant is vooral interessant voor VvE's die gezamenlijk willen investeren, omdat dit schaalvoordelen oplevert en het ruimtebeslag in de woningen beperkt.

Samenvattend laat de tabel zien dat er meerdere routes zijn om de woningen op Waardeiland te verduurzamen, maar dat de keuze voor laagtemperatuur in veel gevallen alleen haalbaar is na aanvullende isolatiemaatregelen. Middentemperatuurconcepten en individuele warmtepompen zijn in de huidige staat breder toepasbaar.

6. Varianten energieconcept

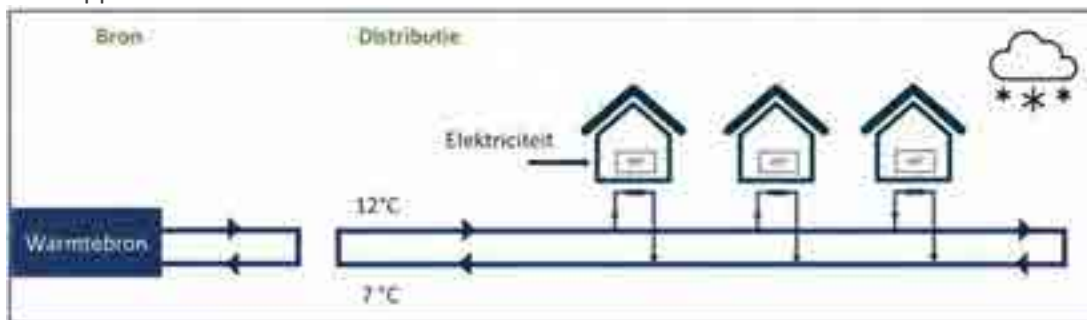
Voor Waardeiland zijn vier mogelijke warmteconcepten onderzocht. Deze varianten verschillen in schaal (individueel, semicollectief of collectief) en in de manier waarop de benodigde warmtelevering wordt georganiseerd.

WC01 LT (laag temperatuur) Collectief/ bronnet

Bij dit concept wordt warmte op lage temperatuur (ca. 10–25 °C) via een ondergronds leidingnet naar de woningen getransporteerd. Een mogelijke bron hiervoor is Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO), bijvoorbeeld uit het Rijn-Schiekanaal. Iedere woning krijgt een eigen warmtepomp die de bronwarmte opwaardeert naar het benodigde niveau voor ruimteverwarming en tapwater.

Dit type systeem staat bekend als een bronnet en kan naast verwarming ook koeling leveren, doordat in de zomer relatief koel water door het net kan worden getransporteerd. Het rendement hangt sterk af van de kwaliteit van de isolatie van de woning en het type afgiftesysteem (vloerverwarming, lagetemperatuurradiatoren of convectoren).

Zie voor de gedetailleerde uitleg en de mogelijkheden van het Rijn-Schiekanaal het Syntraal-eindrapport

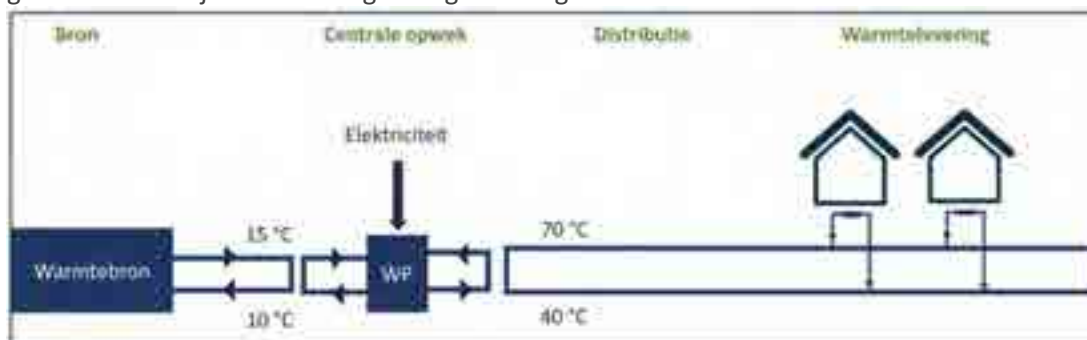


Figuur 6: principe illustratie bronnet

WC02 MT (middenhoog temperatuur) Collectief

In dit concept wordt een centrale warmtepomp toegepast die de bronwarmte opwaardeert naar middentemperatuur (ca. 70 °C). De woningen worden via een warmtenet aangesloten en voorzien van een afleverset, vergelijkbaar met bestaande stadsverwarmingssystemen.

Omdat de leveringstemperatuur relatief hoog is, zijn er minder aanpassingen in de woningen nodig: bestaande radiatoren en binnen installaties kunnen vaak behouden blijven. Dit maakt een MT-net geschikt voor wijken met een gemengd woningbestand en variërende isolatieniveaus.



Figuur 7: principe illustratie collectief bronnet

WC03 Individuele warmtepompen

Bij deze optie wordt per woning een eigen all-electric warmtepomp geplaatst, doorgaans een lucht/water- of bodemgekoppeld systeem. De woning functioneert hiermee volledig zelfstandig en is niet afhankelijk van een collectief net of centrale installatie.

De toepasbaarheid van een individuele warmtepomp hangt sterk af van de isolatiegraad van de woning en de geschiktheid van het afgiftesysteem. Bij onvoldoende isolatie of wanneer nog enkel hogetemperatuurradiatoren aanwezig zijn, moeten eerst aanvullende maatregelen worden getroffen om comfortabele verwarming bij lage buitentemperaturen te garanderen.



Figuur 8: lucht-water warmtepomp



Figuur 9: water-water warmtepomp in woning

WC04 Semicollectief voor appartementen

Voor appartementengebouwen is een semicollectieve oplossing onderzocht. Hierbij wordt per gebouw een centrale warmtepomp geplaatst, die wordt gevoed door een bronnet. De installatie verzorgt de warmteopwekking voor alle woningen in het complex, waarna de warmte via een intern distributienet wordt verdeeld.

Deze oplossing combineert de voordelen van schaalgrootte met de mogelijkheid om de installaties gebouw specifiek te ontwerpen. Dit maakt het geschikt voor gestapelde bouw, waar individuele installaties vaak minder praktisch zijn.

Koude levering

Koeling via een bronnet kan aantrekkelijk zijn voor woningen die beschikken over een geschikt lagetemperatuur-afgiftesysteem, zoals vloerverwarming of convectoren. Deze woningen kunnen profiteren van relatief goedkope passieve koeling uit oppervlaktewater.

Echter voor het merendeel van de woningen op Waardeiland geldt dat zij op dit moment niet beschikken over een dergelijk afgiftesysteem. Het inpassen daarvan vraagt om vergaande bouwkundige en installatietechnische aanpassingen, wat hoge kosten met zich meebrengt. Voor deze woningen is koeling met een bronnet daardoor minder realistisch.

In de huidige situatie is toepassing van individuele oplossingen, zoals lucht/lucht-warmtepompen of airco's, financieel en praktisch vaak aantrekkelijker dan de ombouw naar een volledig geschikt lagetemperatuursysteem.

7. Energie indicatie wijkniveau

Om de energieprestaties van de onderzochte woningtypen in perspectief te plaatsen, is gekeken naar het verbruik van omliggende woningen binnen dezelfde wijk. Hiervoor zijn energielabelgegevens en BENG2-indicatoren verzameld van naastgelegen adressen. Op deze manier ontstaat een representatiever beeld van het energiegebruik op wijkniveau, waarbij variaties in bewonersgedrag en woninguitvoering worden afgevlakt.

In de onderstaande schema's zijn per woningtype meerdere adressen opgenomen. De weergegeven waarden omvatten het totale energieverbruik per m² per jaar, inclusief ruimteverwarming, tapwater en verlichting. Door per type het gemiddelde te berekenen, ontstaat een indicatie van het verbruik voor dat specifieke segment van de wijk.

De resultaten laten zien dat er duidelijke verschillen bestaan tussen de woningtypen. Zo liggen de gemiddelde waarden tussen circa 147 kWh/m²-jaar (Laan der Verenigde Naties, type 8) en ruim 200 kWh/m²-jaar (Troelstraplein, type 6&7). Deze verschillen zijn te verklaren door variaties in bouwjaar, woninggrootte en isolatieniveau.

Op basis van de locatie-opnames is een indicatie gemaakt van het jaarlijkse energieverbruik van de onderzochte woningen, uitgedrukt in kWh per m² per jaar. Deze berekening geeft inzicht in de huidige energieprestatie en vormt de basis voor de vergelijking met de verschillende warmteconcepten.

Type 1				Type 2				Type 3				Type 4			
Oxfordlaan				Willem Dreeslaan				Calstaan				Aalberseplein			
Postcode	Huisnr.	Label	BENG2	Postcode	Huisnr.	Label	BENG2	Postcode	Huisnr.	Label	BENG2	Postcode	Huisnr.	Label	BENG2
2314EB	28	C	-	2314GC	20	B	164,4	2314GJ	5	B	166,62	2314ER	17	A	119,51
2314EB	30	C	196,01	2314GC	7	A	159,8	2314GJ	19	A	158,76	2314ET	4	B	181,95
2314EA	1	C	233,46	2314GH	128	A	130,45	2314GJ	26	A	147,14	2314ET	10	A+	84,97
2314EC	8	A	118,56	2314GD	16	B	167,68	2314GH	106	A	137,81	2314EZ	8	B	170,2
2314EE	6	B	169,9	2314GD	6	B	185,42	2314GJ	14	B	-	2314EZ	10	C	198,92
gemiddelde (kWh/m ² *jr)				gemiddelde (kWh/m ² *jr)				gemiddelde (kWh/m ² *jr)				gemiddelde (kWh/m ² *jr)			
179,5				161,6				152,6				151,1			

Type 5				Type 6&7				Type 8				Type 9&10			
Gebreandyalaan				Troelstraplein				laan der verenigde naties				Aletta Jacobslaan			
Postcode	Huisnr.	Label	BENG2	Postcode	Huisnr.	Label	BENG2	Postcode	Huisnr.	Label	BENG2	Postcode	Huisnr.	Label	BENG2
2314EZ	18	A	144,29	2314EK	8	C	220,3	2314GG	34	C	-	2314GA	35	B	164,26
2314EX	1	B	163,95	2314EK	13	B	183,6	2314GG	6	A	149,14	2314GA	51	C	191,51
2314EN	44	B	170,31	2314EK	16	C	236,15	2314GG	22	A	146,48	2314GA	55	B	186,12
2314EN	60	C	222,22	2314EK	20	B	161,89	2314GG	40	A	150,89	2314GA	61	C	231,94
2314EM	24	D	-	2314EK	21	D	-	2314GG	42	A	142,71	2314GA	47	C	-
gemiddelde (kWh/m ² *jr)				gemiddelde (kWh/m ² *jr)				gemiddelde (kWh/m ² *jr)				gemiddelde (kWh/m ² *jr)			
175,2				200,5				147,3				193,5			

7.1. Energie indicatie o.b.v. opname woningtypes

Voor de bepaling van de energie-indicatie is gebruikgemaakt van de geregistreerde energielabels (van naastgelegen woningen) in EP-online. Op basis van deze gegevens is een inschatting gemaakt van het verbruik voor ruimteverwarming en tapwater. Dit verbruik is omgerekend naar een waarde in kWh/m² per jaar, waarbij verlichting en bewonersgebonden gebruik (zoals huishoudelijke apparatuur) buiten beschouwing zijn gelaten. Voor het tapwaterverbruik is uitgegaan van een gemiddelde gezinssamenstelling en van de landelijke referentiewaarden zoals vastgelegd in de NTA 8800-methodiek.

Voor de woningen is gerekend met een HR107-ketel. Er is geen rekening gehouden met individuele afwijkingen in bewonersgedrag of specifieke gebruiksprofielen, waardoor de waarden uitsluitend als indicatief mogen worden beschouwd. Voor individuele warmtepompconcepten is steeds verondersteld dat een primair bronnet aanwezig is wanneer dit van toepassing is, zonder afzonderlijke GJ-afrekening.

Deze energie-indicatie geeft een betrouwbaar beeld op wijkniveau, maar is nadrukkelijk niet bedoeld als officiële energielabelberekening. Het daadwerkelijke verbruik kan afwijken door factoren zoals bewonersgedrag, interne warmtewinsten en instellingen van ventilatiesystemen.

Adres	Woningtype	Oppervlakte (m ²)	Gemiddeld verbruik (kWh/m ² ·jr)
Oxfordlaan	Tussenwoning plat dak	140	150
Willem Dreeslaan	2 [^] 1-kap met kap	220	128,8
Calslaan	n.v.t.	159	121,6
Aalberseplein	Tussenwoning met kap	163	136
Gebreandylaan	Hoekwoning met kap	170	140
Troelstraplein	Tussenwoning met kap	81	160
Laan der Verenigde Naties	Tussen laag - tussen (>1 woonlaag)	110	117,6
Aletta Jacobslaan 66	Bovenste laag - hoek (1 woonlaag)	161	152

De algehele resultaten hiervan zijn opgenomen in Bijlage 4.

7.2. Investerings/ onderhoudskosten

De vergelijking van de warmteconcepten laat duidelijke verschillen zien in zowel de investeringskosten als de jaarlijkse onderhoudskosten. Uit de berekeningen blijkt dat de aansluiting op een MT-collectief (WC02) de laagste investeringskosten met zich meebrengt (ca. € 8.500–9.500 per woning), maar wel de hoogste jaarlijkse onderhouds- en exploitatiekosten kent (ca. € 870 per jaar).

De LT-collectieve oplossing (WC01) en de toepassing van een individuele warmtepomp (WC03) vragen hogere investeringen (ca. € 18.000–24.500 per woning), maar kennen lagere jaarlijkse onderhoudskosten van ca. € 75–174 per woning.

De semi-collectieve oplossing voor appartementen (WC04) valt hier tussenin: de investeringen per gebouw liggen in de orde van € 12.500–18.000 (verdeeld over meerdere woningen), met jaarlijkse onderhoudskosten van ca. € 150–200.

Deze uitkomsten laten zien dat de keuze voor een warmteconcept niet alleen afhankelijk is van de technische haalbaarheid, maar ook van de financiële afweging op de langere termijn. Voor een volledig beeld van de Total Cost of Ownership (TCO) wordt verwezen naar het aanvullende rapport van Facton, waarin de investeringskosten, exploitatiekosten en energieverbruik integraal in de tijd zijn doorgerekend.

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de investeringskosten per warmteconcept (WC01–WC04) en per woningtype. Het totale overzicht van de kosten is opgenomen in bijlage 4 van dit rapport.

Adres	WC01	WC02	WC03	WC04
Oxfordlaan	€21.500*	Bak 1/ 100% ACM	€18.900	n.v.t.
Willem Dreeslaan	€27.100*	Bak 1/ 100% ACM	€24.500	n.v.t.
Calslaan	€21.500*	Bak 1/ 100% ACM	€18.900	n.v.t.
Aalberseplein	€21.500*	Bak 1/ 100% ACM	€18.900	n.v.t.
Gebreandylaan	€21.500*	Bak 1/ 100% ACM	€18.900	n.v.t.
Troelstraplein	€18.200*	Bak 1/ 100% ACM	€15.600	n.v.t.
Laan der Verenigde Naties	€20.600*	Bak 1/ 100% ACM	€15.600	Bak 2/ ?% ACM
Aletta Jacobslaan 66	€18.200*	Bak 1/ 100% ACM	€15.600	Bak 2/ ?% ACM

De onderhoudskosten voor een warmtepomp met een collectief bronnet (WC01) bedragen per woningtype een vaste prijs van €75. Bij een individuele warmtepomp per woning (WC03) bedraagt dit €174 per jaar.

Toelichting BAK (Bijdrage AansluitKosten)

- BAK 1: Naar verwachting ca. € 8.500–9.500 per woning aan aansluitkosten, exclusief afrekening van warmte per GJ (€ 43,79/GJ) en exclusief vaste lasten.
- BAK 2: Voor appartementen ca. € 12.500 per woning, via de VvE doorbelast. Ook hier geldt een afrekening per GJ warmte van € 43,79, exclusief vaste lasten.
- *: Bij een individuele warmtepomp kan daarnaast nog een beperkte bijdrage voor een primair bronnet aan de orde zijn. Voor dit scenario is geen GJ-afrekening opgenomen, maar wel een initiële aansluitbijdrage (BAK).

Conclusie en advies warmteconcepten

Het onderzoek op Waardeiland laat zien dat de woningen in de huidige staat een gemiddelde energetische kwaliteit hebben. Uit de inspecties en blowerdoortesten blijkt dat aanvullende isolatiemaatregelen en verbeterde kierdichting noodzakelijk zijn om lage temperatuurconcepten optimaal te kunnen toepassen.

Op basis van de technische analyses en vooral de Total Cost of Ownership (TCO)-analyse uit het Fakton-rapport (2025) komt naar voren dat individuele warmtepompen (WC03) voor vrijwel alle woningtypen de meest financieel aantrekkelijke oplossing vormen. Waar eerdere onderzoeken nog uitgingen van een collectief bronnet als kansrijke route, blijkt dit concept voor bewoners financieel minder gunstig uit te pakken. De aansluitkosten en afhankelijkheid van voldoende deelname maken een collectief bronnet kwetsbaar en relatief duur.

Bijkomend voordeel is dat door de keuze voor een individuele oplossing alle kosten voor de eigenaar-bewoner zijn en hiermee zelf kan kiezen bij welke leverancier van elektriciteit hij een contract wil afsluiten. Bij een collectieve oplossing is de bewoner-eigenaar gebonden aan één exploitant welke zijn kosten bepaald aan de hand van het ACM tarief. Hierdoor kan er niet vergeleken worden bij verschillende leveranciers qua kosten.

De TCO-berekeningen over 15 en 30 jaar tonen aan dat individuele oplossingen structureel goedkoper uitvallen dan zowel een bronnet (WC01) als een middentemperatuur warmtenet (WC02). Voor appartementencomplexen kan een semi-collectief concept (WC04) nog een rol spelen, maar ook daar zijn individuele warmtepompen per woning of per gebouw vaak kostenefficiënter.

Samenvattend

Op basis van de technische opname en de financiële analyse blijkt dat de overstap naar een collectief bronnet (WC01) of een middentemperatuur warmtenet (WC02) voor bewoners financieel minder aantrekkelijk is. De hoge aansluitkosten en de afhankelijkheid van voldoende deelname maken deze collectieve opties kwetsbaar op wijkniveau.

Het advies is daarom om de huidige gasinstallaties gefaseerd uit te faseren en per woningtype in te zetten op individuele warmtepompen (WC03) als voorkeursoplossing. Hierbij is aanvullende aandacht nodig voor de isolatiegraad van de woningen en de geschiktheid van de afgiftesystemen om een comfortabel en efficiënt gebruik te waarborgen.

Wel moet rekening worden gehouden met het hogere elektriciteitsverbruik van individuele warmtepompen in vergelijking met een collectief bronnet. Dit kan leiden tot een grotere piekbelasting op het elektriciteitsnet, zeker in koude winterperiodes.

Ondanks deze aandachtspunten komt uit de Total Cost of Ownership-analyse duidelijk naar voren dat individuele warmtepompen voor de bewoners van Waardeiland de meest kostenefficiënte en toekomstbestendige route vormen richting een aardgasvrije wijk.

Bijlage I – Inspectie Foto's













Bijlage II – Meetrapporten

Blowerdoortest



PROJECTNUMMER: 25110

OPDRACHTGEVER: Gemeente Leiden

Auteur(s): M. de Bruin

Omschrijving: RAP01 Blowerdoortest Abraham Kuypersplein 13, Leiden

Versie: Definitief

Datum: 13-8-2025

M3E B.V.
Rivium Quadrant 75
2909 LC CAPELLE AAN DEN IJSSEL
+31 (0)10-202 22 10
Bank: ABN AMRO 56.73.49.187
BTW: NL 8210.06.447.B01
KVK: 20156734
E: info@m3e.nl
I: www.m3e.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Inleiding	3
1.1. Meting & Meetapparatuur	4
2. Abraham Kuypersplein 13	5
2.1. Algemeen	5
2.2. Uitgangspunten	5
2.3. Resultaten en conclusie	6
3. Bijlage I Testresultaten	7
3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)	7
3.2. Onderdruk testgegevens	9
Gebouw Stroom Onderdruk gegevens	11
Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)	11
3.3. Overdruk testgegevens	12
Gebouw Stroom Overdruk gegevens	14
Gebouw Druk (Overdruk gegevens)	14
4. Bijlage II Kalibratierapporten	15

Inleiding

Om inzicht te krijgen in de luchtdichtheid van de woningen op het Waardeiland, is in opdracht van de Gemeente Leiden door M3E een blowerdoortest uitgevoerd. Deze test heeft als doel te controleren of de woningen voldoen aan de gestelde eisen en verwachtingen op het gebied van luchtdichtheid.

Het project betreft Waardeiland te Leiden.

Onderstaand is een afbeelding van het betreffende project weergegeven.



In deze rapportage zijn de resultaten van de blowerdoortest aangegeven welke QV-10 waarde behaald is.

1.1. Meting & Meetapparatuur

De blowerdoortest is uitgevoerd met de in figuur 2 weergegeven apparatuur.



Figuur 2: Meetapparatuur Blowerdoortest

Voor het uitvoeren van de meting zijn de volgende voorbereidingen getroffen:

- alle ventilatieroosters zijn dichtgezet;
- de ventilatiekanalen naar buiten van de ventilatie zijn dichtgezet;
- alle ramen, buitendeuren en luiken zijn gesloten;
- alle binnendeuren in het gebouw zijn geopend;
- alle afvoeren zijn afgeplakt;

2. Abraham Kuyperplein 13

2.1. Algemeen

De metingen van de blowerdoortest zijn uitgevoerd conform de volgende normen:

- de Europese Norm EN13829-NL 2025-08-13 1014;
- de NEN 2686:1988/A2:2008 Luchtdoorlatendheid van gebouwen;
- de beoordelingsgrondslag van SKH.

2.2. Uitgangspunten

De Blowerdoortest is uitgevoerd conform onderstaande uitgangspunten:

Algemeen

Programma	
	FanTestic
Versie	5.15.86
Test bedrijf	M3E Groep
Test technicus	M. de Bruin
Test datum	13-8-2025

Bouwdetails

Netto inhoud(volume in m3) van het gebouw	628
Hoogte van het gebouw(m1)	3
Vloeroppervlak/gebruiksoppervlak (m2)	147
Positie ventilator*	1
Hoogte (ASL) (m1)	1
Blootstelling aan de wind	Gedeeltelijk beschermd gebouw
Nauwkeurigheid van de gebouwafmetingen	5%
Gebruikte Blowerdoorfan	Retrotec 6000
Laatste kalibratiedatum	05-04-2023
Gebruikte meter	DM32 10A

* De ventilator is opgesteld in het kozijn van de voordeur. Daarom is de voordeur niet meegenomen in de test.

Milieuomstandigheden

Windsnelheid	1. Frisse wind
Positie meettoestel	Binnen
Minimaal gemeten drukverschil nuldebiet	0,34 Pa
maximaal gemeten drukverschil nuldebiet	0,34 Pa
Gemiddelde Bias Pressure	0,34 Pa
Binnentemperatuur	binnen: 23 C
Buitentemperatuur	buiten: 27 C

2.3. Resultaten en conclusie

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de blowerdoortest samengevat. In bijlage I zijn de uitgebreide testresultaten van de blowerdoortest weergegeven. Bijlage II betreft het kalibratierapport.

Resultaten

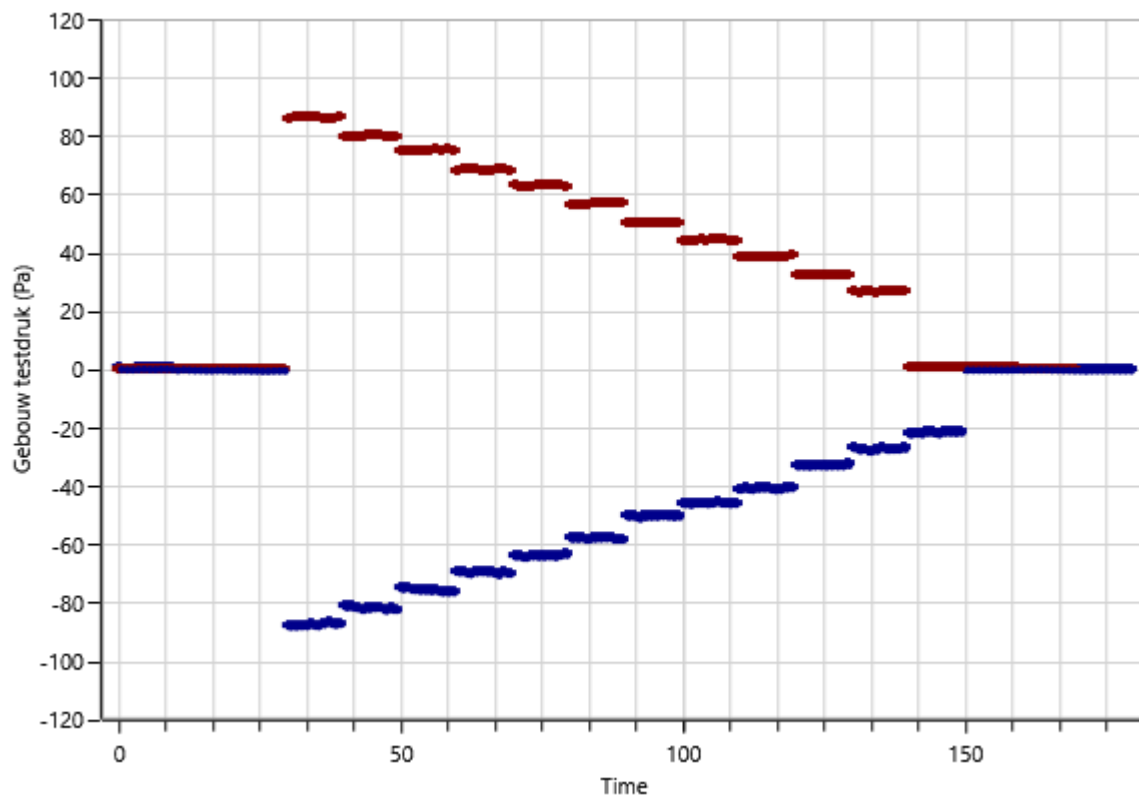
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	239,33
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	1,37
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{V10} [L/s]	92,54
Luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, Q_{V10kar} [L/s/m ²]	0,63
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	227,07
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	372,25

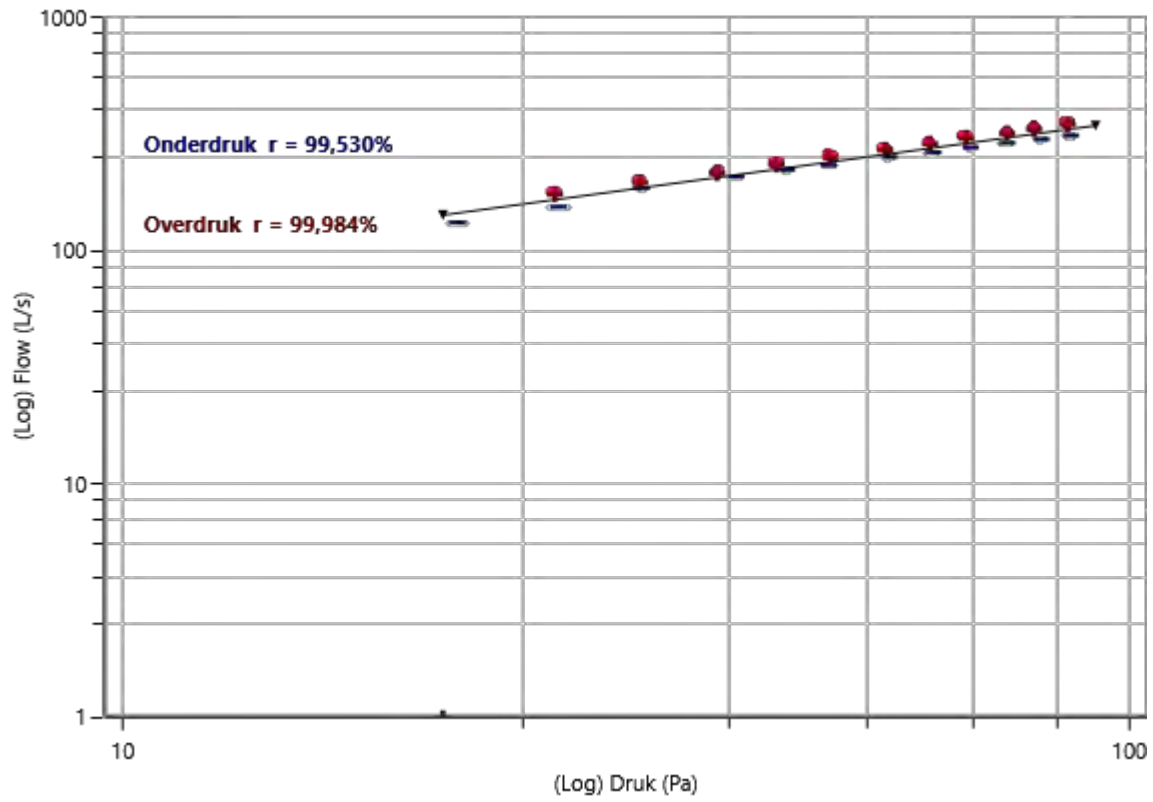
Uit bovenstaande tabel is te concluderen dat het lekverlies bij 10 pascal **92,54 [L/s]** bedraagt, oftewel **0,63 [L/s/m²]**.

3. Bijlage I Testresultaten

3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)

	Resultaten	95% betrouwbaarheidsinterval		Onzekerheid
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	239,33	236,98	241,71	+/-1,03%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	1,37	1,30	1,44	+/-5,16%
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{v10} [L/s]	92,54	89,03	96,26	+/-4,08%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, Q_{v10} kar [L/s/m ²]	0,63	0,59	0,67	+/-6,81%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, q_{10} [L/s/m ²]				+/- 0.0%
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	227,07	218,46	218,46	+/-4,20%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	372,25	358,13	387,22	+/-4,08%





3.2. Onderdruk testgegevens

Onderdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:		99,530		
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,596	0,555	0,637	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	22,22	18,92	26,09	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	22,01	18,74	25,84	
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	226,43	222,47	230,45	+/-1,76%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	1,30	1,23	1,37	+/-5,30%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	0,59	0,54	0,64	+/-8,44%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	212,93	198,94	227,90	+/-7,03%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_{L_e} [cm ²]	349,07	326,14	373,60	+/-6,80%

Inbegr druk [Pa]		- 86,8	- 81,2	- 75,0	- 69,0	- 63,3	- 57,2	- 49,7	- 45,2	- 40,2	- 32,3	- 26,7	- 21,1
Induce d Pressu re [Pa]		- 87,2	- 81,5	- 75,3	- 69,3	- 63,6	- 57,6	- 50,1	- 45,5	- 40,5	- 32,7	- 27,0	- 21,4
#1, Range B4	Venti lator druk [Pa]	131, 5	122, 6	114, 1	104, 8	95,4	87,3	74,7	68,1	59,4	46,4		
	Stroo m [L/s]	306, 2	295, 2	284, 5	272, 1	258, 9	247, 6	228, 5	218, 5	204, 2	182, 4		
#1, Range B2	Venti lator druk [Pa]											152, 9	116, 3
	Stroo m [L/s]											151, 5	130, 0
Stroom , V_r [L/s]		306, 247	295, 200	284, 514	272, 056	258, 854	247, 620	228, 488	218, 487	204, 209	182, 437	151, 496	130, 044

Gecorrigeerd stroom, V_{env} [L/s]		311,30	300,07	289,21	276,54	263,12	251,70	232,26	222,09	207,58	185,45	153,99	132,19
Fout [%]		-2,2%	-1,9%	-0,9%	-0,4%	-0,3%	1,2%	1,5%	2,7%	2,9%	4,6%	-2,7%	-4,2%

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

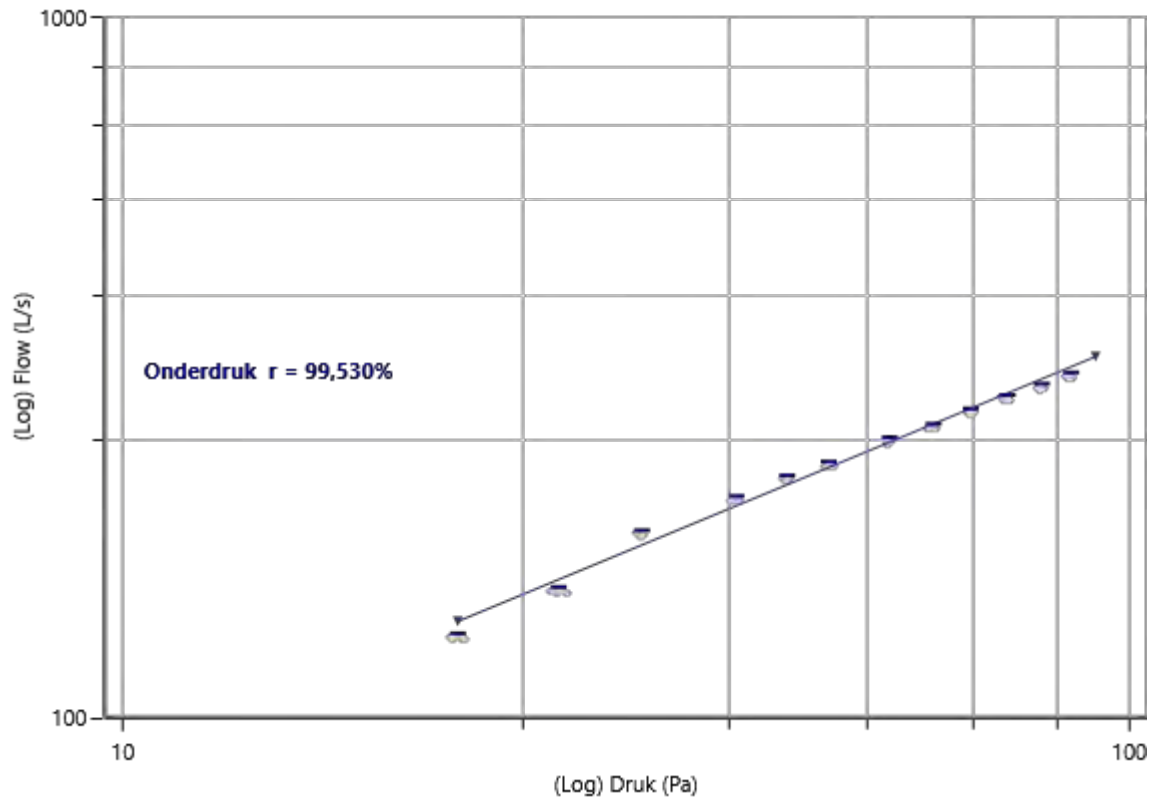
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : 0,34 Pa

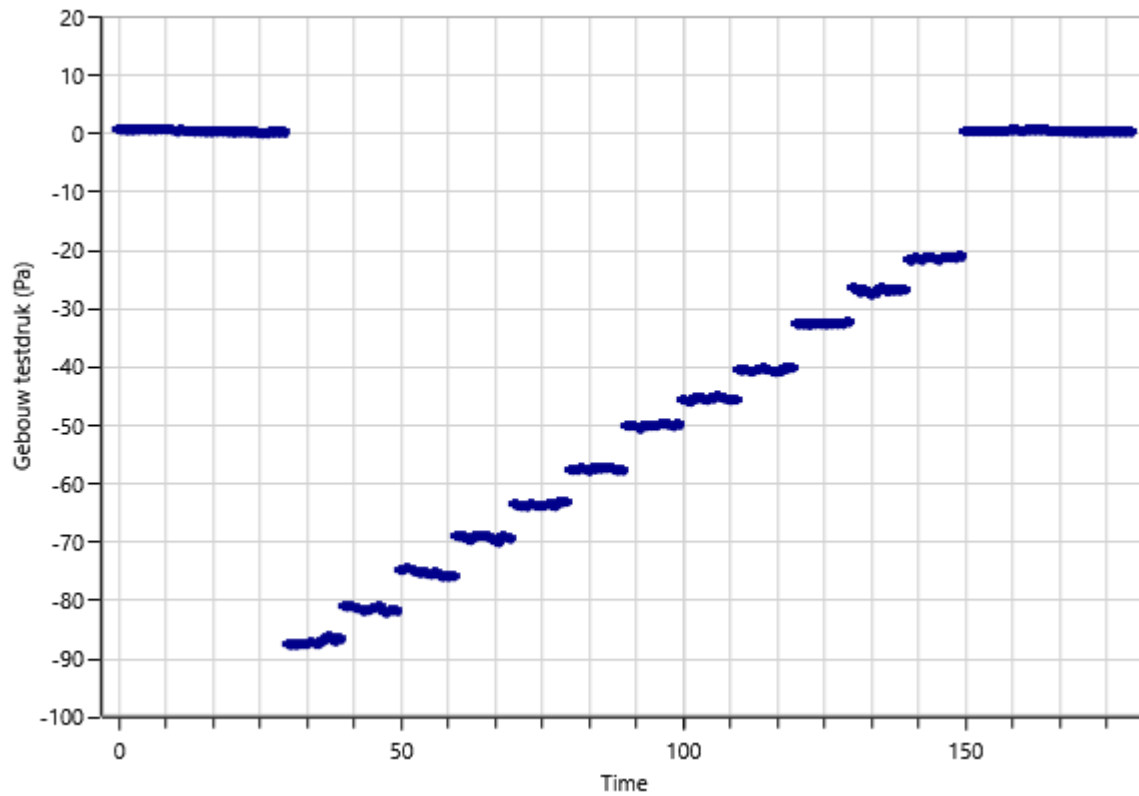
Bias gemiddelde druk:			
Average Baseline [Pa]	ΔP 0,34		
initiële [Pa]	$\Delta P01$ 0,34	$\Delta P01-$ 0,00	$\Delta P01+$ 0,34
finale [Pa]	$\Delta P02$ 0,34	$\Delta P02-$ 0,00	$\Delta P02+$ 0,34

Bias, de initiële [Pa]	0,61	0,30	0,10									
Bias, finale [Pa]	0,42	0,40	0,20									

Gebouw Stroom Onderdruk gegevens



Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)



3.3. Overdruk testgegevens

Overdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:		99,984		
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,585	0,578	0,593	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	25,64	24,85	26,47	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	25,54	24,74	26,36	
Luchtdebiet bij 50 Pa, V_{50} [L/s]	252,22	251,48	252,97	+/-0,29%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	1,45	1,37	1,52	+/-5,01%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	0,67	0,63	0,70	+/-5,18%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	241,22	237,97	244,51	+/-1,36%
Equivalent leakage area at 10 Pa, $A_{L,eq}$ [cm ²]	395,44	390,12	400,83	+/-1,35%

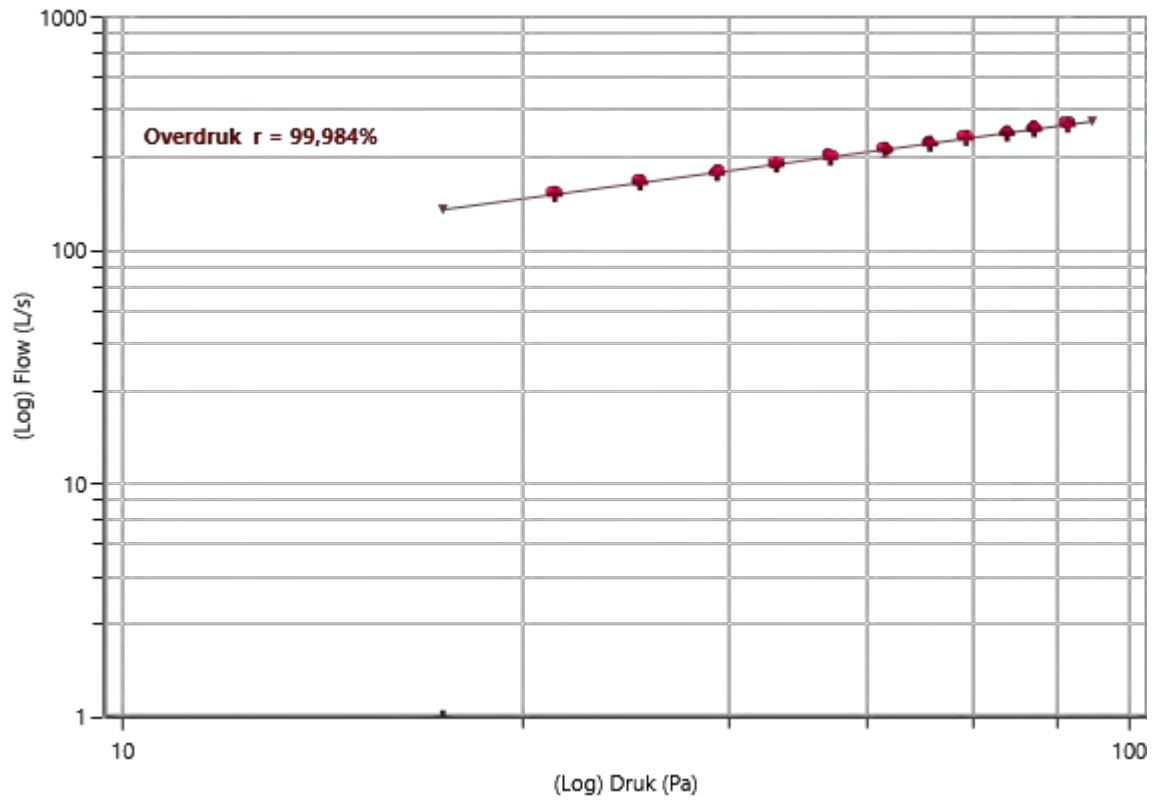
Inbegr druk [Pa]		87,0	80,6	75,8	69,0	63,6	57,4	50,7	44,9	39,3	33,0	27,2	21,2
Induce d Pressu re [Pa]		86,5	80,1	75,3	68,6	63,1	57,0	50,3	44,4	38,8	32,5	26,8	20,7
#1, Range B4	Venti lator druk [Pa]	251, 4	231, 9	215, 9	197, 6	179, 4	160, 6	140, 7	123, 6	105, 9	87,9	69,9	52,7
	Stroo m [L/s]	351, 0	336, 0	322, 2	308, 0	290, 8	273, 3	254, 2	237, 1	217, 8	198, 3	177, 0	0,00
	Stroo m, V_r [L/s]	351, 044	335, 967	322, 158	307, 956	290, 842	273, 258	254, 156	237, 084	217, 802	198, 307	177, 027	*0,0 0000
	Gecorr igeerd stroom , V_{env} [L/s]	349, 72	334, 69	320, 93	306, 79	289, 74	272, 22	253, 19	236, 19	216, 98	197, 56	176, 36	*0,0 000
	Fout [%]	0,2 %	0,3 %	- 0,3 %	0,7 %	- 0,2 %	- 0,4 %	- 0,3 %	- 0,1 %	- 0,6 %	0,3 %	0,4 %	- 100, 0%

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).
 3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).
 Average Baseline, ΔP : 0,47 Pa

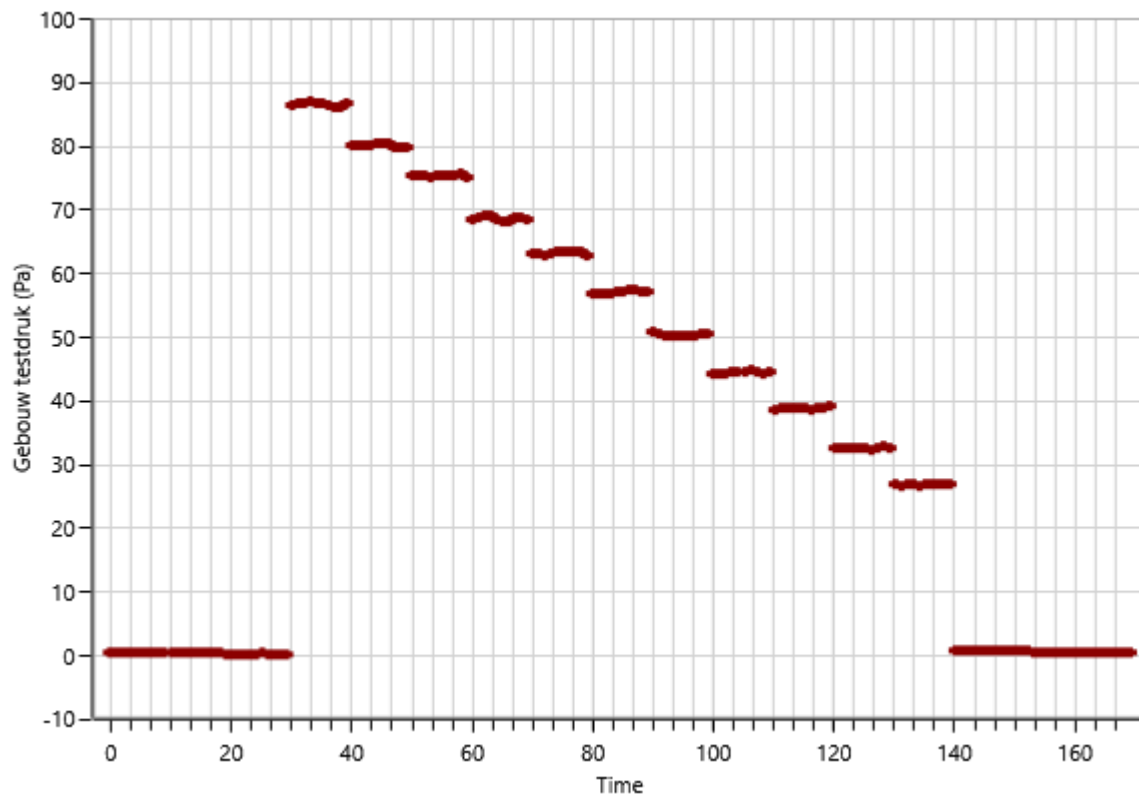
Bias gemiddelde druk:			
Average [Pa]	ΔP 0,47		
initial [Pa]	$\Delta P01$ 0,34	$\Delta P01-$ 0,00	$\Delta P01+$ 0,34
final [Pa]	$\Delta P02$ 0,60	$\Delta P02-$ 0,00	$\Delta P02+$ 0,60

Bias, initiële [Pa]	0,42	0,40	0,20									
Bias, finale [Pa]	0,70	0,62	0,49									

Gebouw Stroom Overdruk gegevens



Gebouw Druk (Overdruk gegevens)



4. Bijlage II Kalibratierrapporten

Certificate of Calibration



Issued by: **Retrotec**
 Calibration Date: **2023-04-05**

Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**
 Results: **As Left**

Calibration laboratory
Wohler Retrotec EU B.V.
Hardermaat 12
7244PZ Barchem, Netherlands
 31 0 522 282941
 salesEU@retrotec.com
<http://www.retrotec.com>



AC-1943

This calibration laboratory has been assessed by the ANSI-ASQ National Accreditation Board and meets the requirements of international standard ISO/IEC 17025. All pressure and flow devices used in this calibration are traceable to the International System of Units (SI), consensus standards, or ratio type measurements through national standards realized and maintained by NIST or an NMI.

Device being calibrated:

Description: **Test Fan**
 Manufacturer: **Retrotec**
 Model Number: **Model 6000**
 Shell Serial Number: **3PH602399**
 Main Voltage: **110 V - 240 V**
 Main Frequency: **50 Hz / 60 Hz**

Calibrated by: Max Kabel

Signature

Issued Date: **2023-04-05**

Reference Flow:

Nozzle 2017 (NL) Chamber, in accordance with ANSI/AMCA 210-07 and ASTM E1258-88 standards:
 Device Under Test Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **412028**
 Reference Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **407993**

Calibration Information:

The Device was calibrated against laboratory standards whose values are traceable to recognized national standards. The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor of k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits without taking uncertainty into account. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with ISO/IEC 17025 requirements.

Calibration Procedure: **Procedure ID No.CP-CHB-01**

This calibration applies only to the unit listed on this certificate.
 This Calibration Certificate shall not be reproduced except in full, without written approval from Retrotec.

Name	Calibration Expiration Date	Name	Calibration Expiration Date
ISO 9972	2028-04-05	CGSB 2002	2028-04-05
ATTMA-TS1	2024-04-05	ASTM-E779	2028-04-05
RESNET	2028-04-05		

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Calibration Results:

Flow rates are corrected to STP conditions of 20°C, 101.325 kPa, 50% RH and Air Density: 1.19886

Range	Humidity % (RH)	Temp (C)	Barometric Pressure (kPa)	Chamber Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Reference Flow (m³/h)	Fan Flow (m³/h)	Error (%)
Open	49.7	16.8	102.300	53.7	27.1	4967.74	4907.75	-1.2%
Open	49.5	16.9	102.300	50.4	131.2	10704.12	10533.88	-1.6%
Open	49.3	17.1	102.300	51.1	204.2	13250.61	13045.07	-1.6%

A	49.6	17.1	102.300	50.8	25.9	2558.99	2516.78	-1.6%
A	49.7	17.2	102.300	49.7	148.5	6111.99	6020.42	-1.5%
A	49.5	17.3	102.300	51.2	256.7	8052.73	7913.89	-1.7%

B8	49.1	17.4	102.300	50.3	42.9	1514.75	1469.53	-3.0%
B8	49.1	17.4	102.300	50.3	216.1	3552.16	3491.29	-1.7%
B8	48.9	17.6	102.300	51.2	366.4	4720.63	4631.09	-1.9%

B4	48.9	17.6	102.300	49.3	49.2	616.23	590.61	-4.2%
B4	48.9	17.7	102.300	50.0	217.6	1600.60	1579.75	-1.3%
B4	48.5	17.8	102.300	51.1	375.8	2131.55	2100.13	-1.5%

B2	48.8	17.7	102.300	50.2	70.5	286.87	273.88	-4.5%
B2	48.8	17.8	102.300	50.6	242.9	700.97	679.57	-3.1%
B2	48.5	18.1	102.300	50.8	397.6	923.54	902.23	-2.3%

B1	48.7	18.1	102.300	49.7	73.5	147.76	141.09	-4.5%
B1	48.7	18.1	102.300	50.3	245.7	350.33	338.50	-3.4%
B1	48.1	18.3	102.300	51.9	396.3	459.73	446.07	-3.0%

Calibration and measurement capability (Expanded Uncertainty): Laminar Flow Elements (0.01 to 3300CFM) = 1.4% of reading + 0.11 CFM. Flow Nozzles (10 to 8200CFM) = 1.5% of reading + 78 CFM. The uncertainty statement is based on a 95% confidence interval, using a coverage of k=2.

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: Pass

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Published Flow Equation Parameters (Units in m³/h):

Range Configuration	n	k	MF (Pa)
Open	0.484	995.39	25
A	0.499	495.57	25
B8	0.535	196.80	40

$$\text{Flow} = P^n \times k$$

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	g	f	a	b	c	d	MF (Pa)
B4	50	0.70	1.96390E-005	-2.05236E-002	10.1644	137.31	40
B2	50	0.85	7.47290E-006	-8.11270E-003	4.2921	9.15	50
B1	50	0.20	3.12659E-006	-3.57209E-003	2.0252	10.25	60

$$\text{Flow} = (P^3 \times a) + (P^2 \times b) + (P \times c) + d + ((g - |PrA|) \times f)$$

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	K1	K2	K3
Open	0	0.5	0
A	0	0.5	0
B8	0	0.8	0
B4	0	0.8	0
B2	0	1	0
B1	0	1	0

Date Format:

This report adheres to ISO 8601: Data elements and interchange formats - Representation of dates and times.

All dates on this report are in the format: YYYY-MM-DD.

End of report

Blowerdoortest



PROJECTNUMMER: 25110
OPDRACHTGEVER: Gemeente Leiden

Auteur(s): M. de Bruin

Omschrijving: RAP01 Blowerdoortest Laan van der verenigde naties 34, Leiden
Versie: Definitief
Datum: 3-7-2025

M3E B.V.
Rivium Quadrant 75
2909 LC CAPELLE AAN DEN IJSSEL
+31 (0)10-202 22 10
Bank: ABN AMRO 56.73.49.187
BTW: NL 8210.06.447.B01
KVK: 20156734
E: info@m3e.nl
I: www.m3e.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Inleiding	3
1.1. Meting & Meetapparatuur	4
2. Laan van der verenigde naties 34.....	5
2.1. Algemeen	5
2.2. Uitgangspunten.....	5
2.3. Resultaten en conclusie	6
3. Bijlage I Testresultaten	7
3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)	7
3.2. Onderdruk testgegevens.....	9
Gebouw Stroom Onderdruk gegevens	11
Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)	11
3.3. Overdruk testgegevens	12
Gebouw Stroom Overdruk gegevens.....	14
Gebouw Druk (Overdruk gegevens)	14
4. Bijlage II Kalibratierapporten.....	15

Inleiding

Om inzicht te krijgen in de luchtdichtheid van de woningen op het Waardeiland, is in opdracht van de Gemeente Leiden door M3E een blowerdoortest uitgevoerd. Deze test heeft als doel te controleren of de woningen voldoen aan de gestelde eisen en verwachtingen op het gebied van luchtdichtheid.

Het project betreft Waardeiland te Leiden.

Onderstaand is een afbeelding van het betreffende project weergegeven.



In deze rapportage zijn de resultaten van de blowerdoortest aangegeven welke QV-10 waarde behaald is.

1.1. Meting & Meetapparatuur

De blowerdoortest is uitgevoerd met de in figuur 2 weergegeven apparatuur.



Figuur 2: Meetapparatuur Blowerdoortest

Voor het uitvoeren van de meting zijn de volgende voorbereidingen getroffen:

- alle ventilatieroosters zijn dichtgezet;
- de ventilatiekanalen naar buiten van de ventilatie zijn dichtgezet;
- alle ramen, buitendeuren en luiken zijn gesloten;
- alle binnendeuren in het gebouw zijn geopend;
- alle afvoeren zijn afgeplakt;

2. Laan van der verenigde naties 34

2.1. Algemeen

De metingen van de blowerdoortest zijn uitgevoerd conform de volgende normen:

- de Europese Norm EN13829-NL 2024-04-17 0943;
- de NEN 2686:1988/A2:2008 Luchtdoorlatendheid van gebouwen;
- de beoordelingsgrondslag van SKH.

2.2. Uitgangspunten

De Blowerdoortest is uitgevoerd conform onderstaande uitgangspunten:

Algemeen

Programma	
	FanTestic
Versie	5.15.54
Test bedrijf	M3E Groep
Test technicus	M. de Bruin
Test datum	8-7-2025

Bouwdetails

Netto inhoud(volume in m3) van het gebouw	300
Hoogte van het gebouw(m1)	1
Vloeroppervlak/gebruiksoppervlak (m2)	110
Positie ventilator*	1
Hoogte (ASL) (m1)	1
Blootstelling aan de wind	Gedeeltelijk beschermd gebouw
Nauwkeurigheid van de gebouwafmetingen	5%
Gebruikte Blowerdoorfan	Retrotec 6000
Laatste kalibratiedatum	05-04-2023
Gebruikte meter	DM32 10A

* De ventilator is opgesteld in het kozijn van de voordeur. Daarom is de voordeur niet meegenomen in de test.

Milieuomstandigheden

Windsnelheid	5. Frisse wind
Positie meettoestel	Binnen
Minimaal gemeten drukverschil nuldebiet	-0,64 Pa
maximaal gemeten drukverschil nuldebiet	-1,03 Pa
Gemiddelde Bias Pressure	-0,84 Pa
Binnentemperatuur	binnen: 22 C
Buitentemperatuur	buiten: 16 C

2.3. Resultaten en conclusie

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de blowerdoortest samengevat. In bijlage I zijn de uitgebreide testresultaten van de blowerdoortest weergegeven. Bijlage II betreft het kalibratierapport.

Resultaten

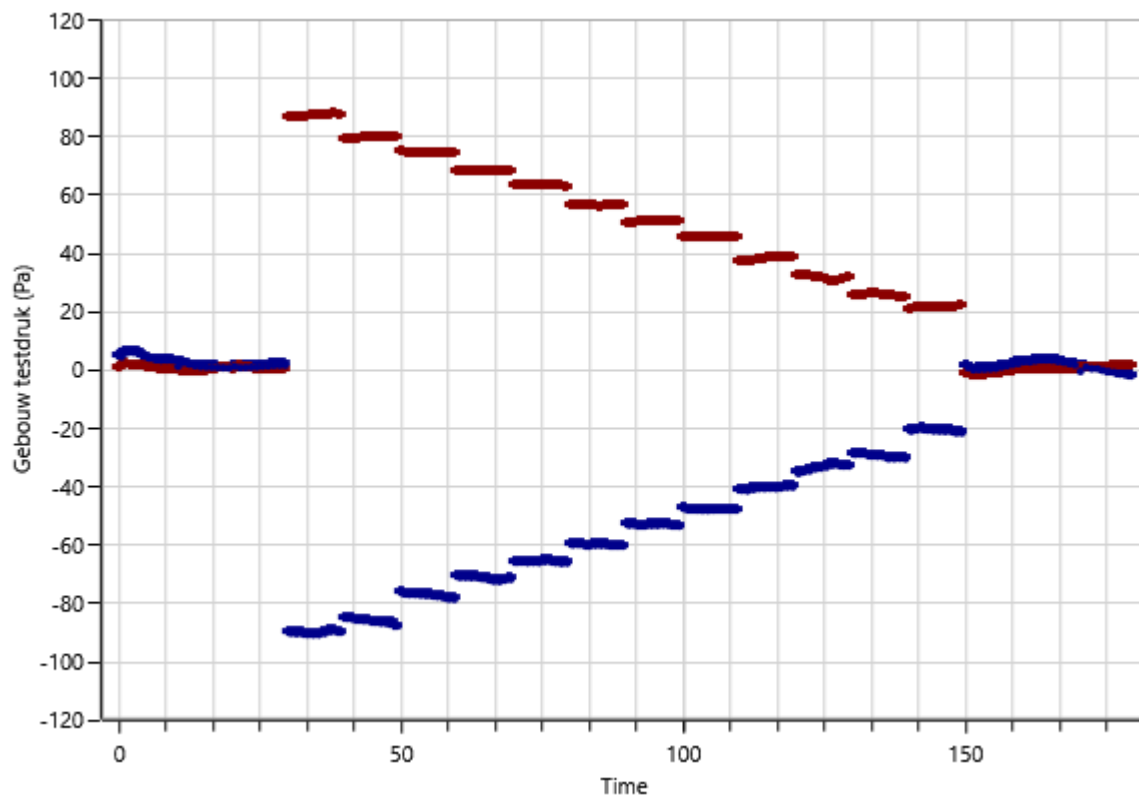
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	71,41
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	0,86
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{V10} [L/s]	26,51
Luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, Q_{V10kar} [L/s/m ²]	0,24
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	65,04
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	106,62

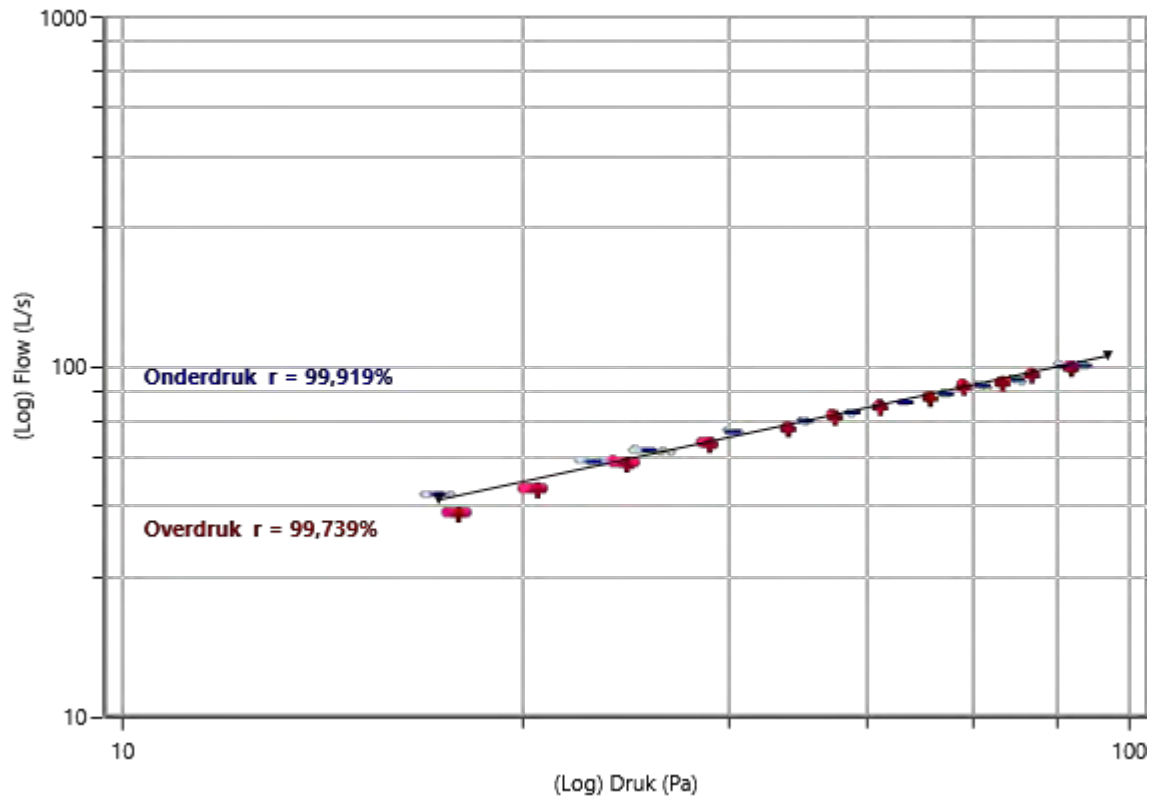
Uit bovenstaande tabel is te concluderen dat het lekverlies bij 10 pascal **26,51 [L/s]** bedraagt, oftewel **0,24 [L/s/m²]**.

3. Bijlage I Testresultaten

3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)

	Resultaten	95% betrouwbaarheidsinterval		Onzekerheid
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	71,41	70,63	72,20	+/-1,10%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	0,86	0,81	0,90	+/-5,13%
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{v10} [L/s]	26,51	25,46	27,60	+/-4,18%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, Q_{v10} kar [L/s/m ²]	0,24	0,23	0,26	+/-6,61%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, q_{10} [L/s/m ²]				+/- 0.0%
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	65,04	62,47	62,47	+/-4,28%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	106,62	102,41	111,03	+/-4,18%





3.2. Onderdruk testgegevens

Onderdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:	99,919			
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,568	0,552	0,584	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ]:	7,87	7,38	8,39	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ]:	7,86	7,37	8,38	
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	72,48	71,97	73,00	+/-0,71%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	0,87	0,83	0,91	+/-5,05%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	0,26	0,25	0,28	+/-5,70%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	71,29	69,37	73,27	+/-2,77%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_{L_e} [cm ²]	116,87	113,73	120,11	+/-2,73%

Inbegr druk [Pa]		- 87,6	- 83,7	- 74,9	- 69,1	- 63,3	- 57,5	- 50,7	- 45,4	- 38,1	- 31,1	- 27,1	- 18,4
Induce d Pressu re [Pa]		- 89,8	- 85,8	- 77,0	- 71,2	- 65,5	- 59,7	- 52,9	- 47,5	- 40,2	- 33,2	- 29,2	- 20,5
#1, Range B4	Venti lator druk [Pa]												
	Stroo m [L/s]												
#1, Range B2	Venti lator druk [Pa]	112, 8	109, 9	93,5	85,6	76,7	68,2	58,9	51,6				
	Stroo m [L/s]	101, 0	100, 5	92,1 0	88,4 0	83,7 7	79,2 6	74,2 2	70,1 2				
#1, Range B1	Venti lator druk [Pa]									115, 3	91,1	78,5	

	Stroom [L/s]									65,33	57,82	53,73	
#1, Range B74	Ventilator druk [Pa]												158,6
	Stroom [L/s]												43,34
Stroom, V_r [L/s]		100,978	100,480	92,1031	88,4028	83,7728	79,2600	74,2236	70,1172	65,3278	57,8158	53,7250	43,3439
Gecorrigeerd stroom, V_{env} [L/s]		101,11	100,61	92,219	88,514	83,878	79,360	74,317	70,205	65,410	57,888	53,793	43,399
Fout [%]		-0,1%	2,0%	-0,6%	-0,2%	-0,9%	-1,1%	-0,8%	-0,4%	2,0%	0,6%	0,5%	-0,8%

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

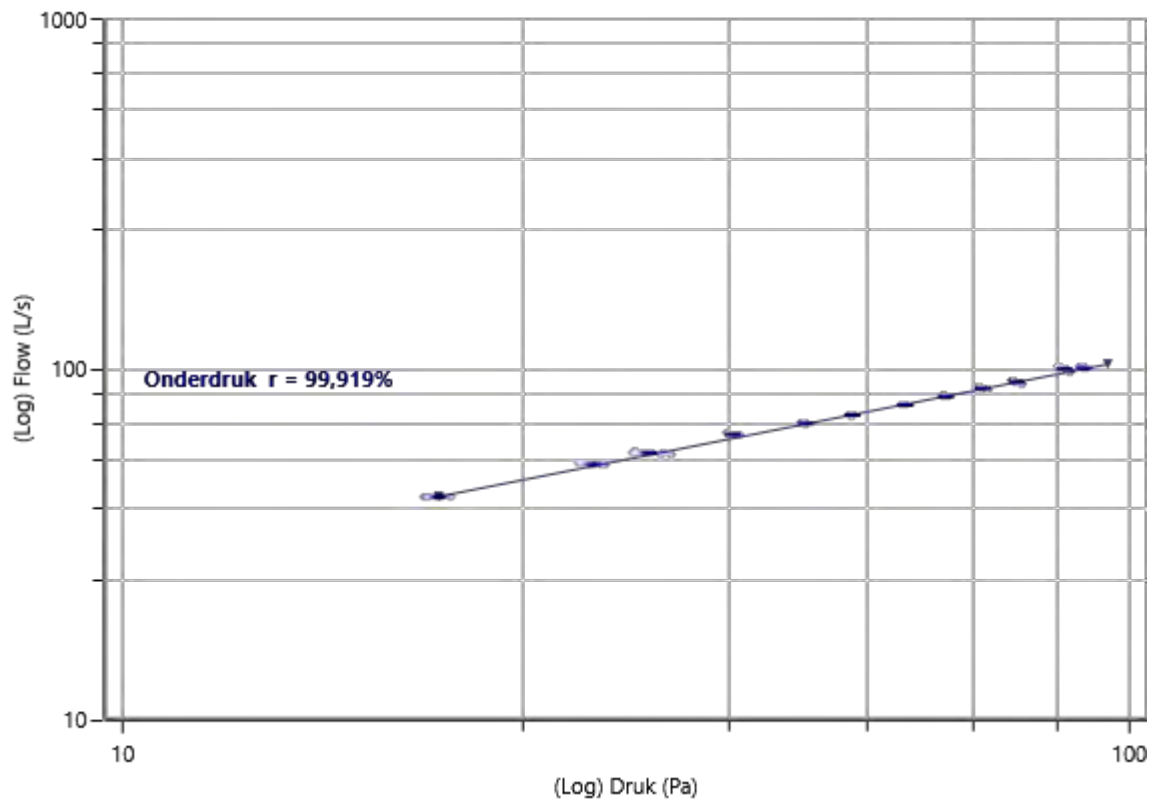
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : 2,14 Pa

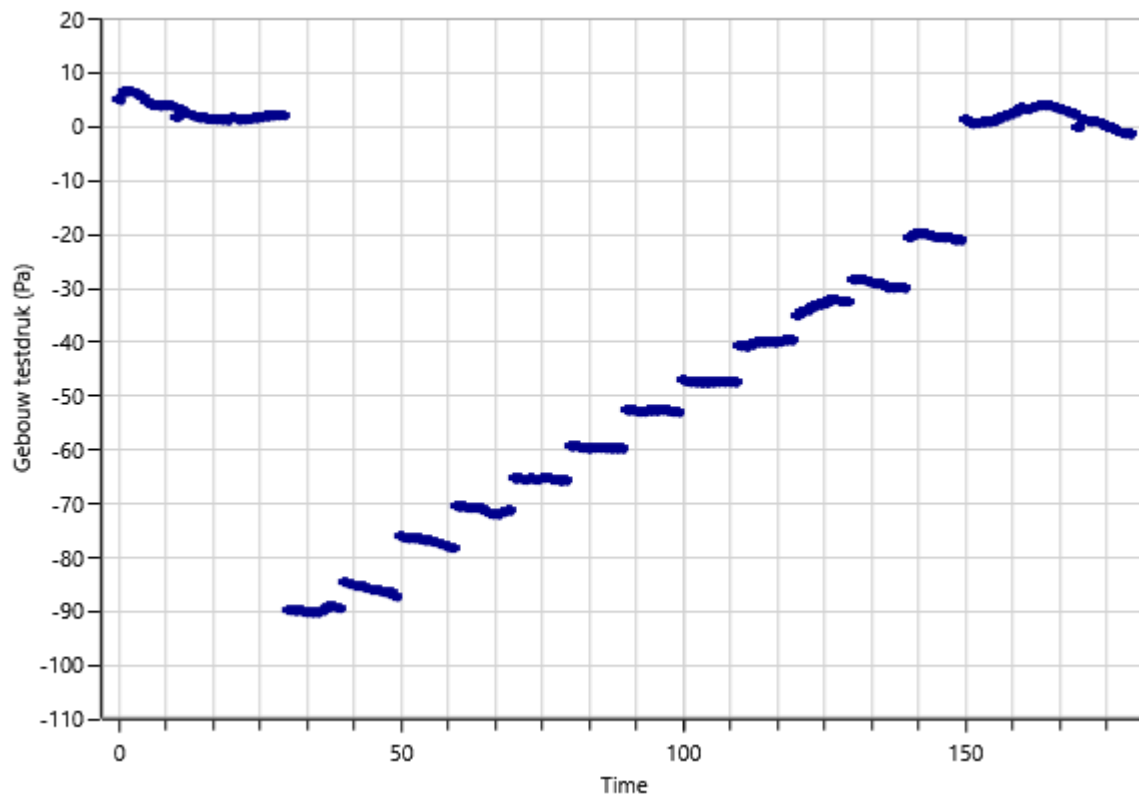
Bias gemiddelde druk:			
Average Baseline [Pa]	ΔP 2,14		
initiële [Pa]	ΔP_{01} 2,77	ΔP_{01-} 0,00	ΔP_{01+} 2,77
finale [Pa]	ΔP_{02} 1,52	ΔP_{02-} -0,08	ΔP_{02+} 2,32

Bias, de initiële [Pa]	4,91	1,71	1,68									
Bias, finale [Pa]	1,33	3,30	-0,08									

Gebouw Stroom Onderdruk gegevens



Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)



3.3. Overdruk testgegevens

Overdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:		99,739		
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,669	0,635	0,703	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	5,13	4,49	5,87	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	5,13	4,49	5,87	
Luchtdebiet bij 50 Pa, V_{50} [L/s]	70,34	69,30	71,40	+/-1,49%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	0,84	0,80	0,89	+/-5,22%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	0,22	0,20	0,23	+/-7,53%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	58,79	55,57	62,19	+/-5,79%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	96,37	91,10	101,95	+/-5,63%

Inbegr druk [Pa]		87,5	80,0	74,8	68,5	63,5	56,6	51,1	46,0	38,4	31,9	26,0	21,8
Induce d Pressu re [Pa]		87,2	79,7	74,5	68,2	63,2	56,3	50,8	45,6	38,1	31,5	25,7	21,5
#1, Range B74	Venti lator druk [Pa]											198, 4	152, 8
	Stroo m [L/s]											45,0 1	38,3 5
#1, Range B2	Venti lator druk [Pa]	198, 9	181, 0	166, 1	153, 8	138, 1	122, 1	108, 2					
	Stroo m [L/s]	99,9 9	95,6 1	90,4 6	88,3 7	82,0 6	77,3 4	72,5 2					
#1, Range B1	Venti lator druk [Pa]								169, 4	139, 5	110, 4		

	Stroom [L/s]								67,1 8	60,5 7	53,2 9		
Stroom , V_r [L/s]		99,9 919	95,6 094	90,4 586	88,3 689	82,0 600	77,3 392	72,5 206	67,1 817	60,5 672	53,2 867	45,0 108	38,3 539
Gecorrigeerd stroom , V_{env} [L/s]		99,6 04	95,2 38	90,1 07	88,0 26	81,7 41	77,0 39	72,2 39	66,9 21	60,3 32	53,0 80	44,8 36	38,2 05
Fout [%]		- 2,4 %	- 0,9 %	- 1,9 %	1,6 %	- 0,6 %	1,1 %	1,6 %	1,1 %	2,9 %	2,7 %	- 0,6 %	- 4,4 %

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

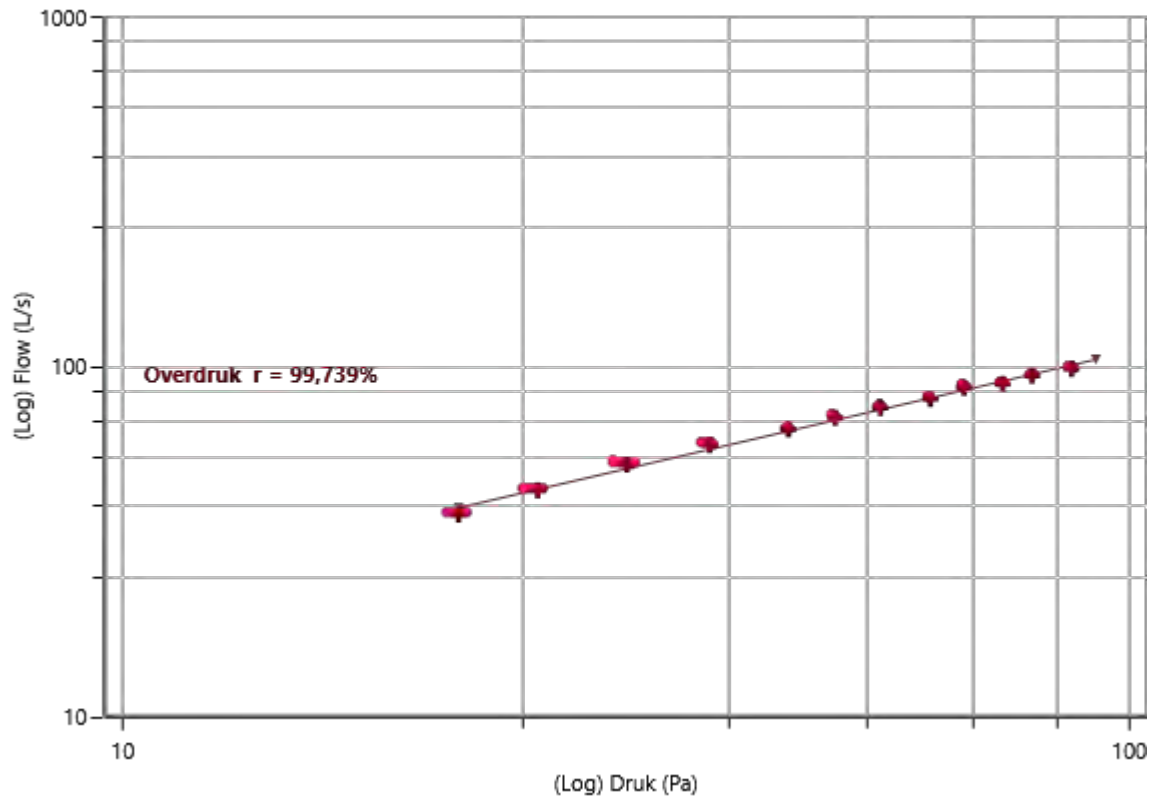
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : 0,32 Pa

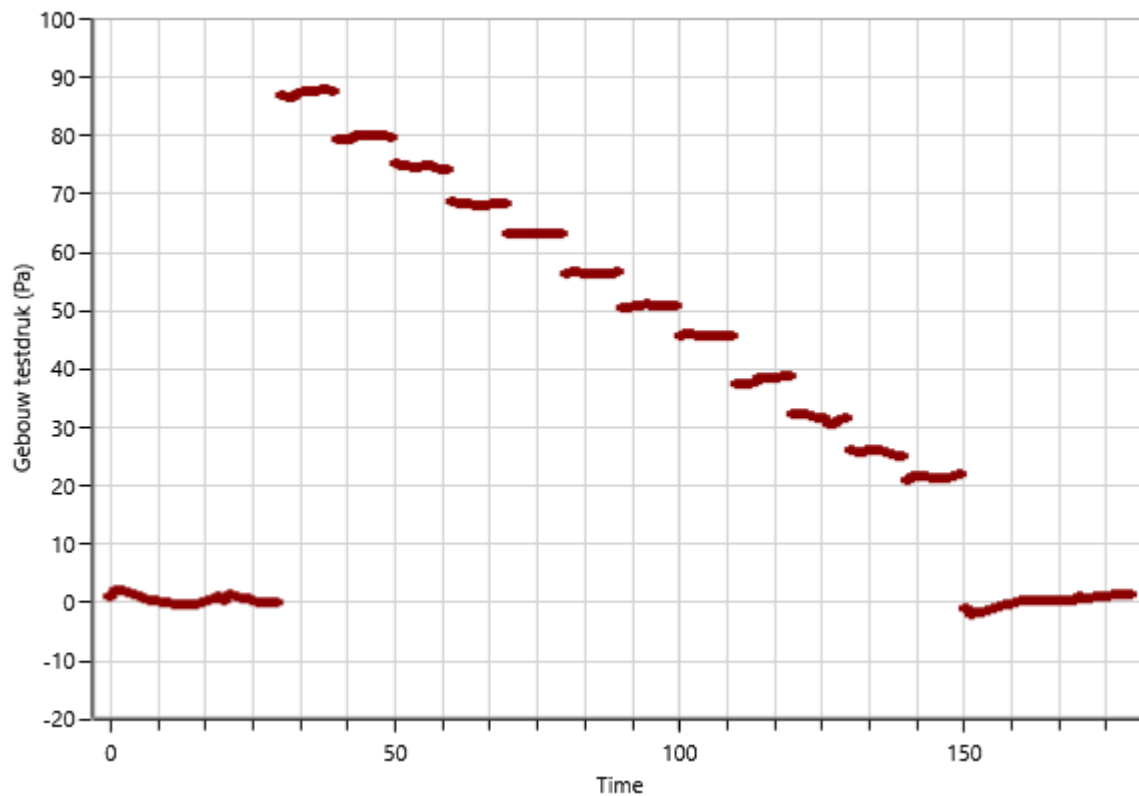
Bias gemiddelde druk:			
Average [Pa]	ΔP 0,32		
initial [Pa]	ΔP_{01} 0,52	ΔP_{01-} 0,00	ΔP_{01+} 0,52
final [Pa]	ΔP_{02} 0,11	ΔP_{02-} -1,07	ΔP_{02+} 0,70

Bias, initiële [Pa]	1,02	0,06	0,49									
Bias, finale [Pa]	- 1,07	0,30	1,09									

Gebouw Stroom Overdruk gegevens




Gebouw Druk (Overdruk gegevens)



4. Bijlage II Kalibratierrapporten

Certificate of Calibration





Issued by: **Retrotec**
 Calibration Date: **2023-04-05**

Calibration laboratory
Wohler Retrotec EU B.V.
Hardermaat 12
7244PZ Barchem, Netherlands
 31 0 522 282941
 salesEU@retrotec.com
 http://www.retrotec.com

Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**
 Results: **As Left**





AC-1943

This calibration laboratory has been assessed by the ANSI-ASQ National Accreditation Board and meets the requirements of international standard ISO/IEC 17025. All pressure and flow devices used in this calibration are traceable to the International System of Units (SI), consensus standards, or ratio type measurements through national standards realized and maintained by NIST or an NMI.

Device being calibrated:

Description:	Test Fan	
Manufacturer:	Retrotec	Calibrated by: Max Kabel
Model Number:	Model 6000	
Shell Serial Number:	3PH602399	
Main Voltage:	110 V - 240 V	
Main Frequency:	50 Hz / 60 Hz	



 Signature

Issued Date: **2023-04-05**

Reference Flow:
 Nozzle 2017 (NL) Chamber, in accordance with ANSI/AMCA 210-07 and ASTM E1258-88 standards:
 Device Under Test Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **412028**
 Reference Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **407993**

Calibration Information:

The Device was calibrated against laboratory standards whose values are traceable to recognized national standards. The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor of k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits without taking uncertainty into account. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with ISO/IEC 17025 requirements.

Calibration Procedure: **Procedure ID No.CP-CHB-01**

This calibration applies only to the unit listed on this certificate.
 This Calibration Certificate shall not be reproduced except in full, without written approval from Retrotec.

Name	Calibration Expiration Date	Name	Calibration Expiration Date
ISO 9972	2028-04-05	CGSB 2002	2028-04-05
ATTMA-TS1	2024-04-05	ASTM-E779	2028-04-05
RESNET	2028-04-05		

Page 1 of 3

Calibration Date: **2023-04-05**

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Calibration Results:

Flow rates are corrected to STP conditions of 20°C, 101.325 kPa, 50% RH and Air Density: 1.19886

Range	Humidity % (RH)	Temp (C)	Barometric Pressure (kPa)	Chamber Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Reference Flow (m³/h)	Fan Flow (m³/h)	Error (%)
Open	49.7	16.8	102.300	53.7	27.1	4967.74	4907.75	-1.2%
Open	49.5	16.9	102.300	50.4	131.2	10704.12	10533.88	-1.6%
Open	49.3	17.1	102.300	51.1	204.2	13250.61	13045.07	-1.6%

A	49.6	17.1	102.300	50.8	25.9	2558.99	2516.78	-1.6%
A	49.7	17.2	102.300	49.7	148.5	6111.99	6020.42	-1.5%
A	49.5	17.3	102.300	51.2	256.7	8052.73	7913.89	-1.7%

B8	49.1	17.4	102.300	50.3	42.9	1514.75	1469.53	-3.0%
B8	49.1	17.4	102.300	50.3	216.1	3552.16	3491.29	-1.7%
B8	48.9	17.6	102.300	51.2	366.4	4720.63	4631.09	-1.9%

B4	48.9	17.6	102.300	49.3	49.2	616.23	590.61	-4.2%
B4	48.9	17.7	102.300	50.0	217.6	1600.60	1579.75	-1.3%
B4	48.5	17.8	102.300	51.1	375.8	2131.55	2100.13	-1.5%

B2	48.8	17.7	102.300	50.2	70.5	286.87	273.88	-4.5%
B2	48.8	17.8	102.300	50.6	242.9	700.97	679.57	-3.1%
B2	48.5	18.1	102.300	50.8	397.6	923.54	902.23	-2.3%

B1	48.7	18.1	102.300	49.7	73.5	147.76	141.09	-4.5%
B1	48.7	18.1	102.300	50.3	245.7	350.33	338.50	-3.4%
B1	48.1	18.3	102.300	51.9	396.3	459.73	446.07	-3.0%

Calibration and measurement capability (Expanded Uncertainty): Laminar Flow Elements (0.01 to 3300CFM) = 1.4% of reading + 0.11 CFM. Flow Nozzles (10 to 8200CFM) = 1.5% of reading + 78 CFM. The uncertainty statement is based on a 95% confidence interval, using a coverage of k=2.

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: Pass

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Published Flow Equation Parameters (Units in m³/h):

Range Configuration	n	k	MF (Pa)
Open	0.484	995.39	25
A	0.499	495.57	25
B8	0.535	196.80	40

Flow = Pⁿ x k

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	g	f	a	b	c	d	MF (Pa)
B4	50	0.70	1.96390E-005	-2.05236E-002	10.1644	137.31	40
B2	50	0.85	7.47290E-006	-8.11270E-003	4.2921	9.15	50
B1	50	0.20	3.12659E-006	-3.57209E-003	2.0252	10.25	60

Flow = (P³ x a) + (P² x b) + (P x c) + d + ((g - |PrA|) x f)

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	K1	K2	K3
Open	0	0.5	0
A	0	0.5	0
B8	0	0.8	0
B4	0	0.8	0
B2	0	1	0
B1	0	1	0

Date Format:

This report adheres to ISO 8601: Data elements and interchange formats - Representation of dates and times.

All dates on this report are in the format: YYYY-MM-DD.

End of report

Blowerdoortest



PROJECTNUMMER: 25110
OPDRACHTGEVER: Gemeente Leiden

Auteur(s): M. de Bruin

Omschrijving: RAP01 Blowerdoortest Oxfordlaan 28, Leiden
Versie: Definitief
Datum: 2-7-2025

M3E B.V.
Rivium Quadrant 75
2909 LC CAPELLE AAN DEN IJSSEL
+31 (0)10-202 22 10
Bank: ABN AMRO 56.73.49.187
BTW: NL 8210.06.447.B01
KVK: 20156734
E: info@m3e.nl
I: www.m3e.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Inleiding	3
1.1. Meting & Meetapparatuur	4
2. Oxfordlaan 28	5
2.1. Algemeen	5
2.2. Uitgangspunten	5
2.3. Resultaten en conclusie	6
3. Bijlage I Testresultaten	7
3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)	7
3.2. Onderdruk testgegevens	9
Gebouw Stroom Onderdruk gegevens	11
Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)	11
3.3. Overdruk testgegevens	12
Gebouw Stroom Overdruk gegevens	13
Gebouw Druk (Overdruk gegevens)	14
4. Bijlage II Kalibratierapporten	15

Inleiding

Om inzicht te krijgen in de luchtdichtheid van de woningen op het Waardeiland, is in opdracht van de Gemeente Leiden door M3E een blowerdoortest uitgevoerd. Deze test heeft als doel te controleren of de woningen voldoen aan de gestelde eisen en verwachtingen op het gebied van luchtdichtheid.

Het project betreft Waardeiland te Leiden.

Onderstaand is een afbeelding van het betreffende project weergegeven.



In deze rapportage zijn de resultaten van de blowerdoortest aangegeven welke QV-10 waarde behaald is.

1.1. Meting & Meetapparatuur

De blowerdoortest is uitgevoerd met de in figuur 2 weergegeven apparatuur.



Figuur 2: Meetapparatuur Blowerdoortest

Voor het uitvoeren van de meting zijn de volgende voorbereidingen getroffen:

- alle ventilatieroosters zijn dichtgezet;
- de ventilatiekanalen naar buiten van de ventilatie zijn dichtgezet;
- alle ramen, buitendeuren en luiken zijn gesloten;
- alle binnendeuren in het gebouw zijn geopend;
- alle afvoeren zijn afgeplakt;

2. Oxfordlaan 28

2.1. Algemeen

De metingen van de blowerdoortest zijn uitgevoerd conform de volgende normen:

- de Europese Norm EN13829-NL 2024-04-17 0943;
- de NEN 2686:1988/A2:2008 Luchtdoorlatendheid van gebouwen;
- de beoordelingsgrondslag van SKH.

2.2. Uitgangspunten

De Blowerdoortest is uitgevoerd conform onderstaande uitgangspunten:

Algemeen

Programma	
	FanTestic
Versie	5.15.54
Test bedrijf	M3E Groep
Test technicus	M. de Bruin
Test datum	2-7-2025

Bouwdetails

Netto inhoud(volume in m3) van het gebouw	360
Hoogte van het gebouw(m1)	3
Vloeroppervlak/gebruiksoppervlak (m2)	140
Positie ventilator*	1
Hoogte (ASL) (m1)	1
Blootstelling aan de wind	Gedeeltelijk beschermd gebouw
Nauwkeurigheid van de gebouwafmetingen	5%
Gebruikte Blowerdoorfan	Retrotec 6000
Laatste kalibratiedatum	05-04-2023
Gebruikte meter	DM32 10A

* De ventilator is opgesteld in het kozijn van de voordeur. Daarom is de voordeur niet meegenomen in de test.

Milieuomstandigheden

Windsnelheid	1.Zwakke wind
Positie meettoestel	Binnen
Minimaal gemeten drukverschil nuldebiet	0,84 Pa
maximaal gemeten drukverschil nuldebiet	1,35 Pa
Gemiddelde Bias Pressure	1,1 Pa
Binnentemperatuur	binnen: 24 C
Buitentemperatuur	buiten: 27 C

2.3. Resultaten en conclusie

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de blowerdoortest samengevat. In bijlage I zijn de uitgebreide testresultaten van de blowerdoortest weergegeven. Bijlage II betreft het kalibratierapport.

Resultaten

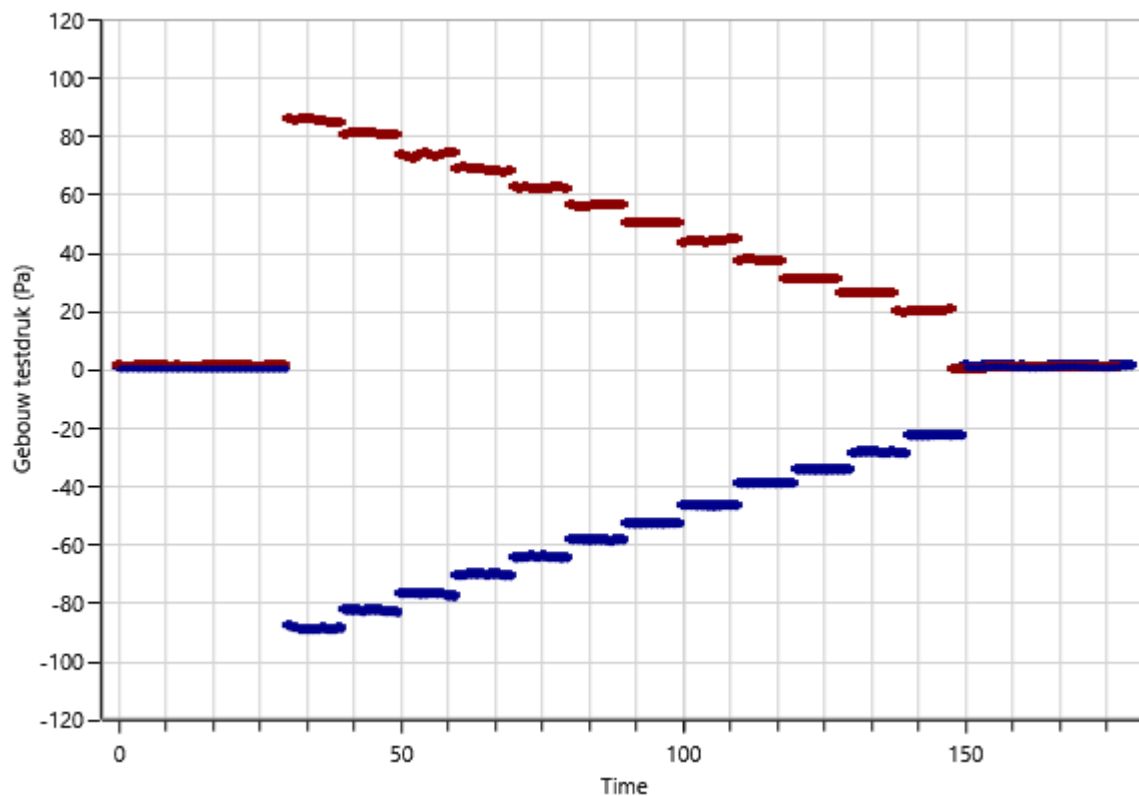
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	450,68
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	4,51
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{V10} [L/s]	153,95
Luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, Q_{V10kar} [L/s/m ²]	1,10
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	377,74
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	619,25

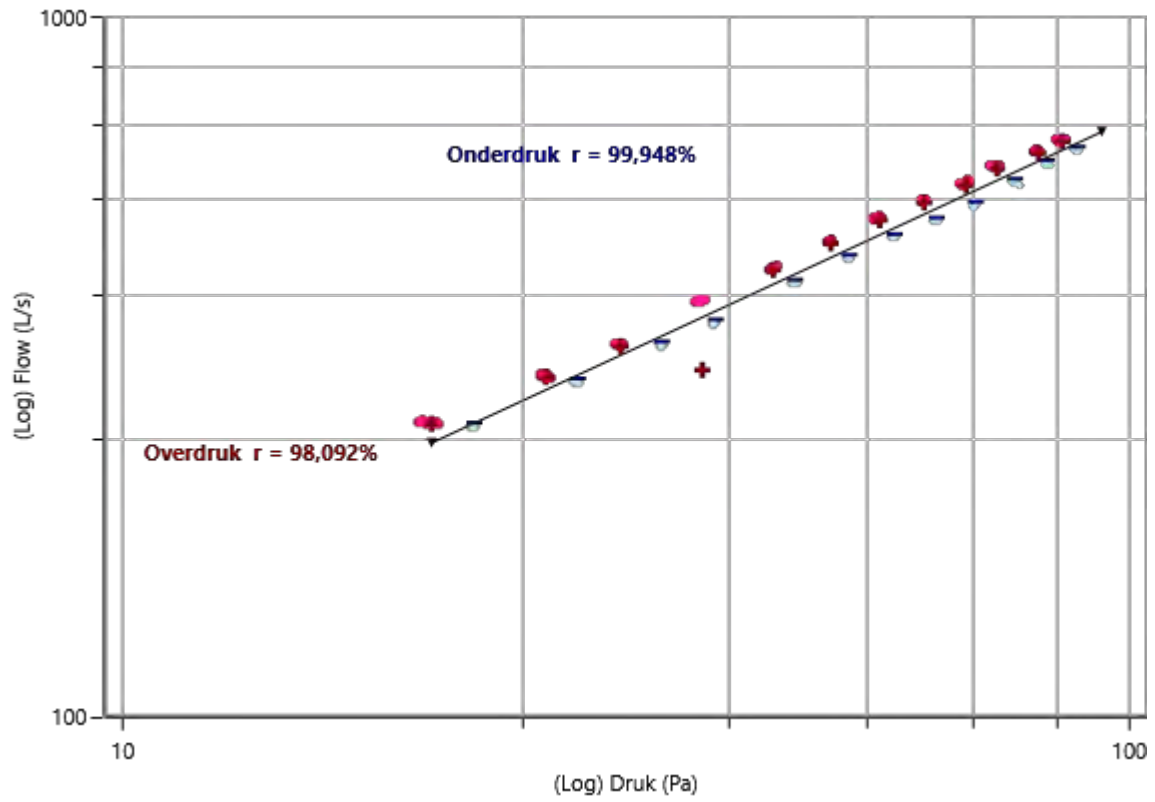
Uit bovenstaande tabel is te concluderen dat het lekverlies bij 10 pascal **153,95 [L/s]** bedraagt, oftewel **1,10 [L/s/m²]**.

3. Bijlage I Testresultaten

3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)

	Resultaten	95% betrouwbaarheidsinterval		Onzekerheid
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	450,68	439,76	462,02	+/-2,43%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	4,51	4,25	4,77	+/-5,79%
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{v10} [L/s]	153,95	140,91	168,90	+/-9,03%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, Q_{v10} kar [L/s/m ²]	1,10	0,98	1,22	+/-10,96%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, q_{10} [L/s/m ²]				+/- 0.0%
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	377,74	345,75	345,75	+/-9,65%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	619,25	566,81	679,39	+/-9,03%





3.2. Onderdruk testgegevens

Onderdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:	99,948			
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,658	0,643	0,673	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	33,80	31,86	35,86	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	33,53	31,61	35,57	
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	439,86	437,08	442,66	+/-0,63%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	4,40	4,18	4,62	+/-5,04%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	1,09	1,03	1,15	+/-5,60%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	374,31	365,03	383,83	+/-2,54%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_{L_e} [cm ²]	613,62	598,41	629,23	+/-2,51%

Inbegr druk [Pa]		- 87,4	- 81,4	- 75,6	- 69,0	- 63,0	- 57,1	- 51,4	- 45,3	- 37,6	- 33,1	- 27,1	- 21,2
Induce d Pressu re [Pa]		- 88,5	- 82,5	- 76,7	- 70,1	- 64,1	- 58,2	- 52,5	- 46,4	- 38,7	- 34,2	- 28,2	- 22,3
#1, Range B4	Venti lator druk [Pa]									162, 3	142, 3	114, 1	87,4
	Stroo m [L/s]									364, 6	339, 2	300, 3	259, 7
#1, Range B8	Venti lator druk [Pa]	100, 2	92,6	82,5	71,7	65,2	58,9	51,9	44,6				
	Stroo m [L/s]	643, 3	616, 3	579, 3	537, 0	510, 0	483, 0	450, 8	415, 7				
Stroom , V_r [L/s]		643, 350	616, 275	579, 256	537, 042	510, 022	483, 006	450, 850	415, 650	364, 611	339, 219	300, 322	259, 686

Gecorrigeerd stroom, V_{env} [L/s]	652,86	625,38	587,82	544,98	517,56	490,15	457,51	421,79	370,00	344,23	304,76	263,52
Fout [%]	1,1 %	1,5 %	0,1 %	- 1,6 %	- 0,9 %	0,0 %	- 0,1 %	0,0 %	- 1,2 %	- 0,3 %	0,2 %	1,2 %

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

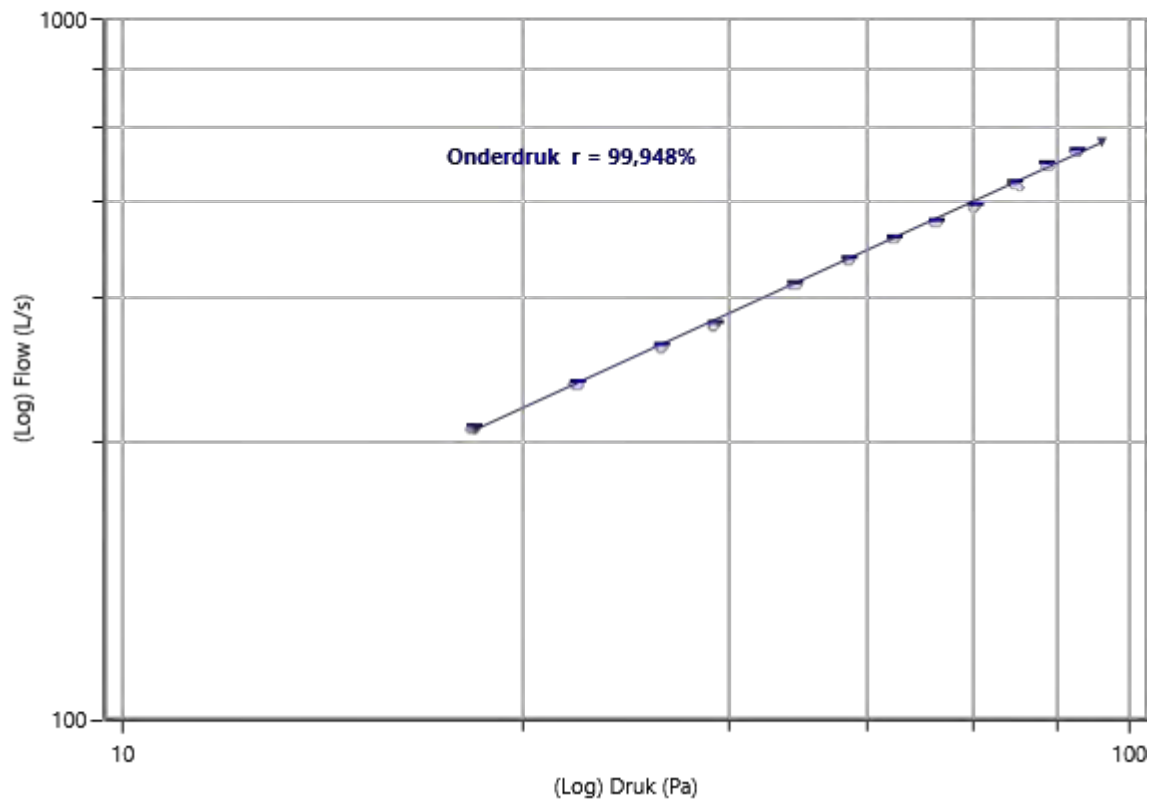
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : 1,1 Pa

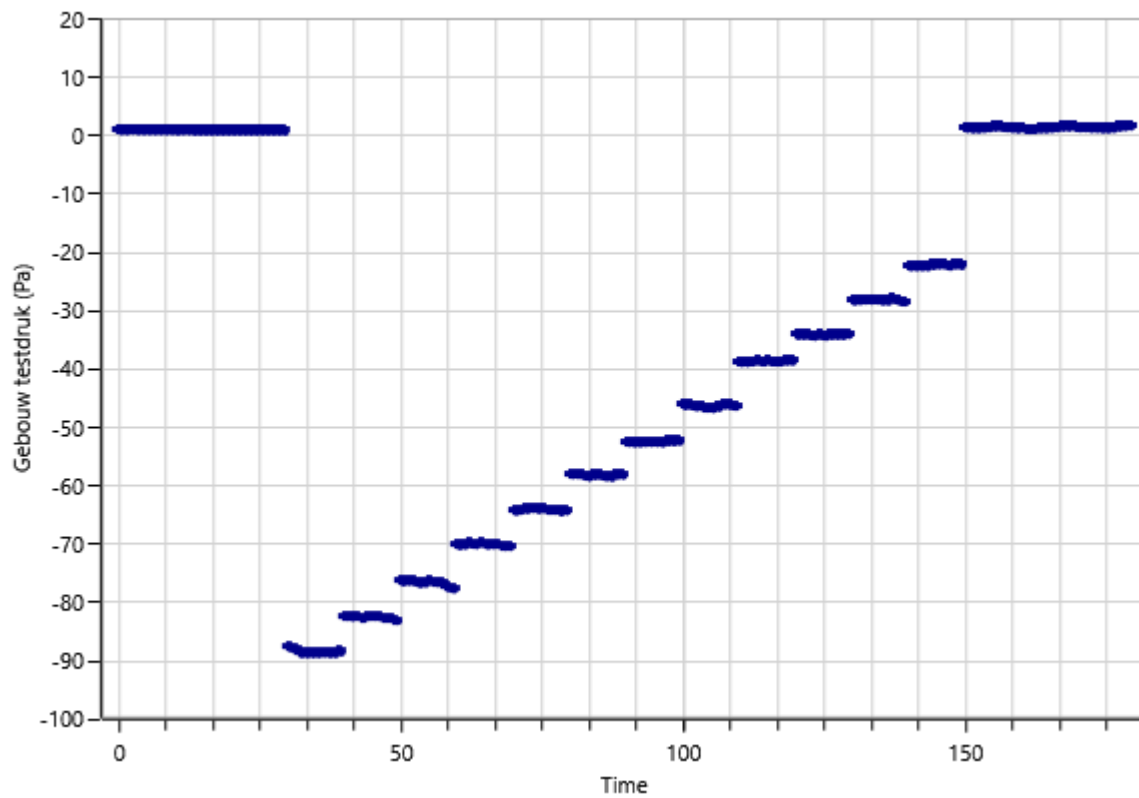
Bias gemiddelde druk:			
Average Baseline [Pa]	ΔP 1,1		
initiële [Pa]	$\Delta P01$ 0,84	$\Delta P01-$ 0,00	$\Delta P01+$ 0,84
finale [Pa]	$\Delta P02$ 1,35	$\Delta P02-$ 0,00	$\Delta P02+$ 1,35

Bias, de initiële [Pa]	0,91	0,82	0,80									
Bias, finale [Pa]	1,33	1,32	1,39									

Gebouw Stroom Onderdruk gegevens



Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)



3.3. Overdruk testgegevens

Overdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:	98,092			
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,677	0,582	0,771	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	32,86	22,72	47,53	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	32,72	22,62	47,32	
Luchtdebiet bij 50 Pa, V_{50} [L/s]	461,50	442,43	481,38	+/-4,22%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	4,61	4,31	4,92	+/-6,54%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	1,11	0,93	1,29	+/-16,33%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	381,17	326,48	445,02	+/-16,75%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	624,87	535,21	729,55	+/-15,55%

Inbegr druk [Pa]		86,4	81,9	74,6	69,6	63,3	57,3	51,3	45,1	38,5	32,2	27,3	21,2
Induce d Pressu re [Pa]		85,4	80,9	73,6	68,6	62,3	56,3	50,3	44,1	37,5	31,1	26,2	20,2
#1, Range B8	Venti lator druk [Pa]	193, 6	181, 8	165, 5	151, 6	137, 1	123, 6	108, 9	94,1	78,7			
	Stroo m [L/s]	667, 0	642, 0	610, 1	577, 1	545, 4	514, 7	477, 1	437, 1	314, 5			
#1, Range B4	Venti lator druk [Pa]										174, 8	146, 1	111, 0
	Stroo m [L/s]										340, 1	307, 4	263, 5
	Stroo m, V_r [L/s]	666, 967	641, 961	610, 094	577, 128	545, 397	514, 733	477, 089	437, 106	*314 ,533	340, 069	307, 361	263, 489
	Gecorr igeerd stroom	666, 68	641, 69	609, 83	576, 88	545, 16	514, 51	476, 89	436, 92	*314 ,40	339, 92	307, 23	263, 38

, V_{env} [L/s]													
Fout [%]	0,1 %	0,0 %	1,3 %	0,5 %	1,4 %	2,5 %	2,5 %	2,6 %	- 17,6 %	1,1 %	2,6 %	5,0 %	

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

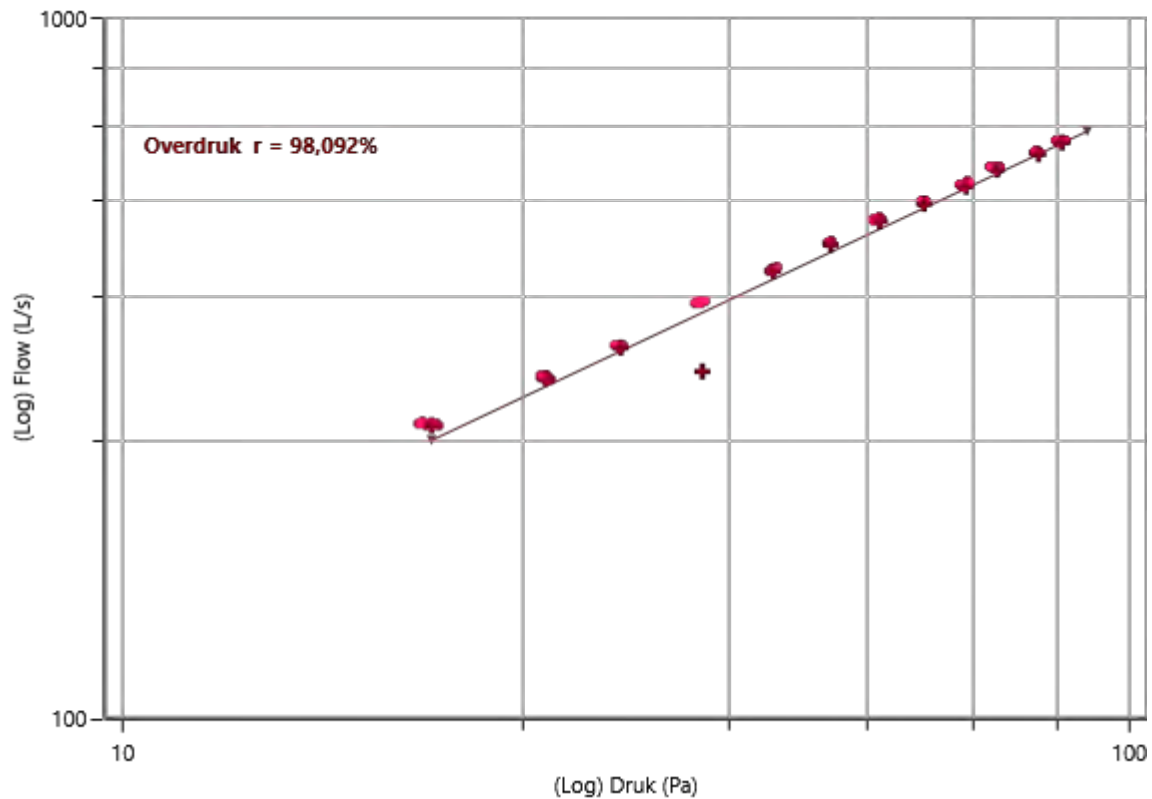
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : 1,05 Pa

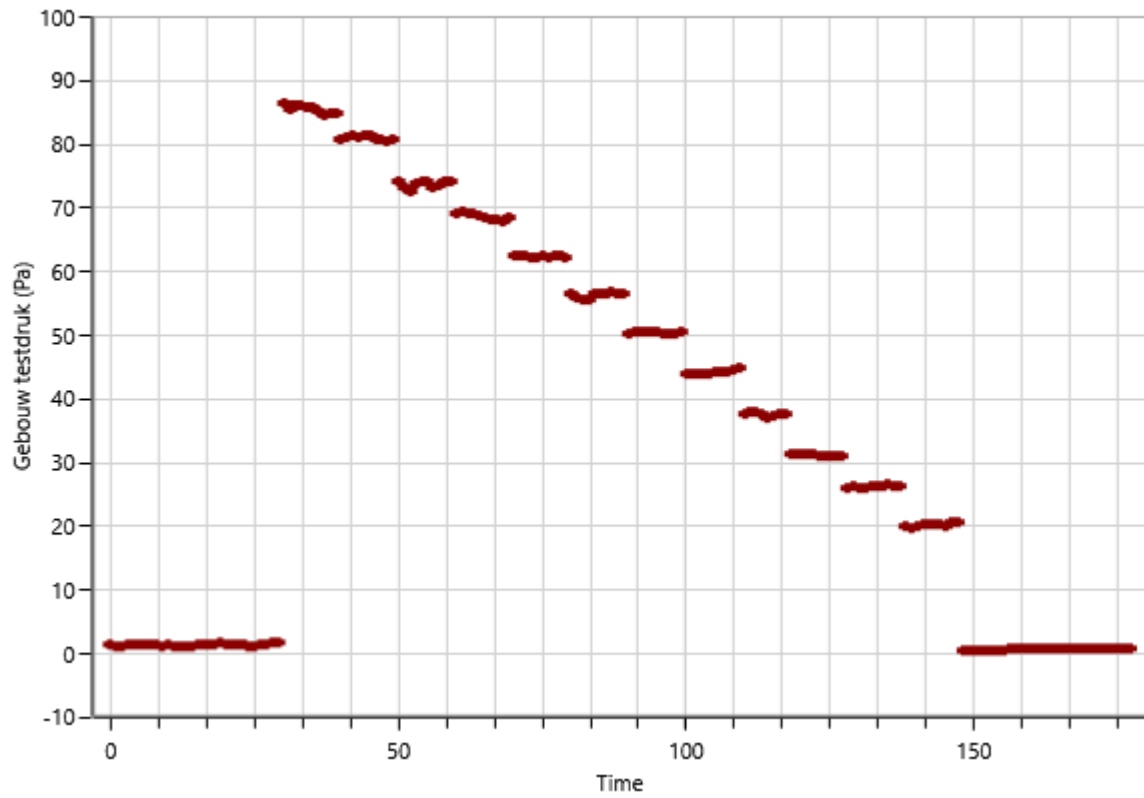
Bias gemiddelde druk:			
Average [Pa]	ΔP 1,05		
initial [Pa]	$\Delta P01$ 1,35	$\Delta P01-$ 0,00	$\Delta P01+$ 1,35
final [Pa]	$\Delta P02$ 0,75	$\Delta P02-$ 0,00	$\Delta P02+$ 0,75

Bias, initiële [Pa]	1,33	1,32	1,39								
Bias, finale [Pa]	0,57	0,79	0,90								

Gebouw Stroom Overdruk gegevens




Gebouw Druk (Overdruk gegevens)



4. Bijlage II Kalibratierrapporten

Certificate of Calibration





Issued by: **Retrotec**
 Calibration Date: **2023-04-05**

Calibration laboratory
Wohler Retrotec EU B.V.
Hardermaat 12
7244PZ Barchem, Netherlands
 31 0 522 282941
 salesEU@retrotec.com
 http://www.retrotec.com

Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**
 Results: **As Left**





AC-1943

This calibration laboratory has been assessed by the ANSI-ASQ National Accreditation Board and meets the requirements of international standard ISO/IEC 17025. All pressure and flow devices used in this calibration are traceable to the International System of Units (SI), consensus standards, or ratio type measurements through national standards realized and maintained by NIST or an NMI.

Device being calibrated:

Description:	Test Fan	
Manufacturer:	Retrotec	Calibrated by: Max Kabel
Model Number:	Model 6000	
Shell Serial Number:	3PH602399	
Main Voltage:	110 V - 240 V	
Main Frequency:	50 Hz / 60 Hz	



 Signature

Issued Date: **2023-04-05**

Reference Flow:
 Nozzle 2017 (NL) Chamber, in accordance with ANSI/AMCA 210-07 and ASTM E1258-88 standards:
 Device Under Test Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **412028**
 Reference Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **407993**

Calibration Information:

The Device was calibrated against laboratory standards whose values are traceable to recognized national standards. The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor of k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits without taking uncertainty into account. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with ISO/IEC 17025 requirements.

Calibration Procedure: **Procedure ID No.CP-CHB-01**

This calibration applies only to the unit listed on this certificate.
 This Calibration Certificate shall not be reproduced except in full, without written approval from Retrotec.

Name	Calibration Expiration Date	Name	Calibration Expiration Date
ISO 9972	2028-04-05	CGSB 2002	2028-04-05
ATTMA-TS1	2024-04-05	ASTM-E779	2028-04-05
RESNET	2028-04-05		

Page 1 of 3

Calibration Date: **2023-04-05**

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Calibration Results:

Flow rates are corrected to STP conditions of 20°C, 101.325 kPa, 50% RH and Air Density: 1.19886

Range	Humidity % (RH)	Temp (C)	Barometric Pressure (kPa)	Chamber Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Reference Flow (m³/h)	Fan Flow (m³/h)	Error (%)
Open	49.7	16.8	102.300	53.7	27.1	4967.74	4907.75	-1.2%
Open	49.5	16.9	102.300	50.4	131.2	10704.12	10533.88	-1.6%
Open	49.3	17.1	102.300	51.1	204.2	13250.61	13045.07	-1.6%

A	49.6	17.1	102.300	50.8	25.9	2558.99	2516.78	-1.6%
A	49.7	17.2	102.300	49.7	148.5	6111.99	6020.42	-1.5%
A	49.5	17.3	102.300	51.2	256.7	8052.73	7913.89	-1.7%

B8	49.1	17.4	102.300	50.3	42.9	1514.75	1469.53	-3.0%
B8	49.1	17.4	102.300	50.3	216.1	3552.16	3491.29	-1.7%
B8	48.9	17.6	102.300	51.2	366.4	4720.63	4631.09	-1.9%

B4	48.9	17.6	102.300	49.3	49.2	616.23	590.61	-4.2%
B4	48.9	17.7	102.300	50.0	217.6	1600.60	1579.75	-1.3%
B4	48.5	17.8	102.300	51.1	375.8	2131.55	2100.13	-1.5%

B2	48.8	17.7	102.300	50.2	70.5	286.87	273.88	-4.5%
B2	48.8	17.8	102.300	50.6	242.9	700.97	679.57	-3.1%
B2	48.5	18.1	102.300	50.8	397.6	923.54	902.23	-2.3%

B1	48.7	18.1	102.300	49.7	73.5	147.76	141.09	-4.5%
B1	48.7	18.1	102.300	50.3	245.7	350.33	338.50	-3.4%
B1	48.1	18.3	102.300	51.9	396.3	459.73	446.07	-3.0%

Calibration and measurement capability (Expanded Uncertainty): Laminar Flow Elements (0.01 to 3300CFM) = 1.4% of reading + 0.11 CFM. Flow Nozzles (10 to 8200CFM) = 1.5% of reading + 78 CFM. The uncertainty statement is based on a 95% confidence interval, using a coverage of k=2.

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: Pass

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Published Flow Equation Parameters (Units in m³/h):

Range Configuration	n	k	MF (Pa)
Open	0.484	995.39	25
A	0.499	495.57	25
B8	0.535	196.80	40

$$\text{Flow} = P^n \times k$$

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	g	f	a	b	c	d	MF (Pa)
B4	50	0.70	1.96390E-005	-2.05236E-002	10.1644	137.31	40
B2	50	0.85	7.47290E-006	-8.11270E-003	4.2921	9.15	50
B1	50	0.20	3.12659E-006	-3.57209E-003	2.0252	10.25	60

$$\text{Flow} = (P^3 \times a) + (P^2 \times b) + (P \times c) + d + ((g - |PrA|) \times f)$$

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	K1	K2	K3
Open	0	0.5	0
A	0	0.5	0
B8	0	0.8	0
B4	0	0.8	0
B2	0	1	0
B1	0	1	0

Date Format:

This report adheres to ISO 8601: Data elements and interchange formats - Representation of dates and times.

All dates on this report are in the format: YYYY-MM-DD.

End of report

Blowerdoortest



PROJECTNUMMER: 25110
OPDRACHTGEVER: Gemeente Leiden

Auteur(s): M. de Bruin

Omschrijving: RAP01 Blowerdoortest Troelstraplein 8, Leiden
Versie: Definitief
Datum: 8-7-2025

M3E B.V.
Rivium Quadrant 75
2909 LC CAPELLE AAN DEN IJSSEL
+31 (0)10-202 22 10
Bank: ABN AMRO 56.73.49.187
BTW: NL 8210.06.447.B01
KVK: 20156734
E: info@m3e.nl
I: www.m3e.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Inleiding	3
1.1. Meting & Meetapparatuur	4
2. Troelstraplein 8	5
2.1. Algemeen	5
2.2. Uitgangspunten.....	5
2.3. Resultaten en conclusie	6
3. Bijlage I Testresultaten	7
3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)	7
3.2. Onderdruk testgegevens.....	9
Gebouw Stroom Onderdruk gegevens	11
Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)	11
3.3. Overdruk testgegevens	12
Gebouw Stroom Overdruk gegevens.....	14
Gebouw Druk (Overdruk gegevens)	14
4. Bijlage II Kalibratierapporten.....	15

Inleiding

Om inzicht te krijgen in de luchtdichtheid van de woningen op het Waardeiland, is in opdracht van de Gemeente Leiden door M3E een blowerdoortest uitgevoerd. Deze test heeft als doel te controleren of de woningen voldoen aan de gestelde eisen en verwachtingen op het gebied van luchtdichtheid.

Het project betreft Waardeiland te Leiden.

Onderstaand is een afbeelding van het betreffende project weergegeven.



In deze rapportage zijn de resultaten van de blowerdoortest aangegeven welke QV-10 waarde behaald is.

1.1. Meting & Meetapparatuur

De blowerdoortest is uitgevoerd met de in figuur 2 weergegeven apparatuur.



Figuur 2: Meetapparatuur Blowerdoortest

Voor het uitvoeren van de meting zijn de volgende voorbereidingen getroffen:

- alle ventilatieroosters zijn dichtgezet;
- de ventilatiekanalen naar buiten van de ventilatie zijn dichtgezet;
- alle ramen, buitendeuren en luiken zijn gesloten;
- alle binnendeuren in het gebouw zijn geopend;
- alle afvoeren zijn afgeplakt;

2. Troelstraplein 8

2.1. Algemeen

De metingen van de blowerdoortest zijn uitgevoerd conform de volgende normen:

- de Europese Norm EN13829-NL 2024-04-17 0943;
- de NEN 2686:1988/A2:2008 Luchtdoorlatendheid van gebouwen;
- de beoordelingsgrondslag van SKH.

2.2. Uitgangspunten

De Blowerdoortest is uitgevoerd conform onderstaande uitgangspunten:

Algemeen

Programma	
	FanTestic
Versie	5.15.54
Test bedrijf	M3E Groep
Test technicus	M. de Bruin
Test datum	8-7-2025

Bouwdetails

Netto inhoud(volume in m3) van het gebouw	257
Hoogte van het gebouw(m1)	-4
Vloeroppervlak/gebruiksoppervlak (m2)	81
Positie ventilator*	1
Hoogte (ASL) (m1)	1
Blootstelling aan de wind	Gedeeltelijk beschermd gebouw
Nauwkeurigheid van de gebouwafmetingen	5%
Gebruikte Blowerdoorfan	Retrotec 6000
Laatste kalibratiedatum	05-04-2023
Gebruikte meter	DM32 10A

* De ventilator is opgesteld in het kozijn van de voordeur. Daarom is de voordeur niet meegenomen in de test.

Milieuomstandigheden

Windsnelheid	5. Frisse wind
Positie meettoestel	Binnen
Minimaal gemeten drukverschil nuldebiet	-0,64 Pa
maximaal gemeten drukverschil nuldebiet	-1,03 Pa
Gemiddelde Bias Pressure	-0,84 Pa
Binnentemperatuur	binnen: 22 C
Buitentemperatuur	buiten: 16 C

2.3. Resultaten en conclusie

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de blowerdoortest samengevat. In bijlage I zijn de uitgebreide testresultaten van de blowerdoortest weergegeven. Bijlage II betreft het kalibratierapport.

Resultaten

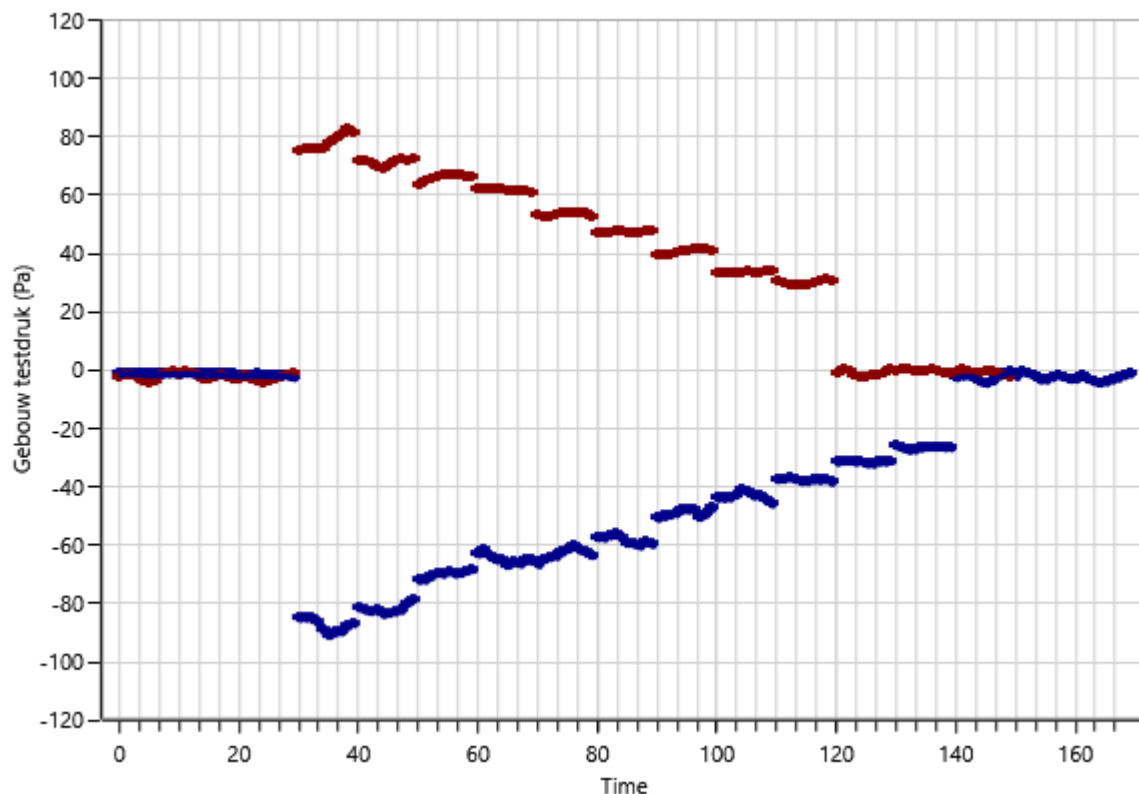
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	271,51
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,80
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{V10} [L/s]	106,42
Luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, Q_{V10kar} [L/s/m ²]	1,31
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	261,13
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	428,08

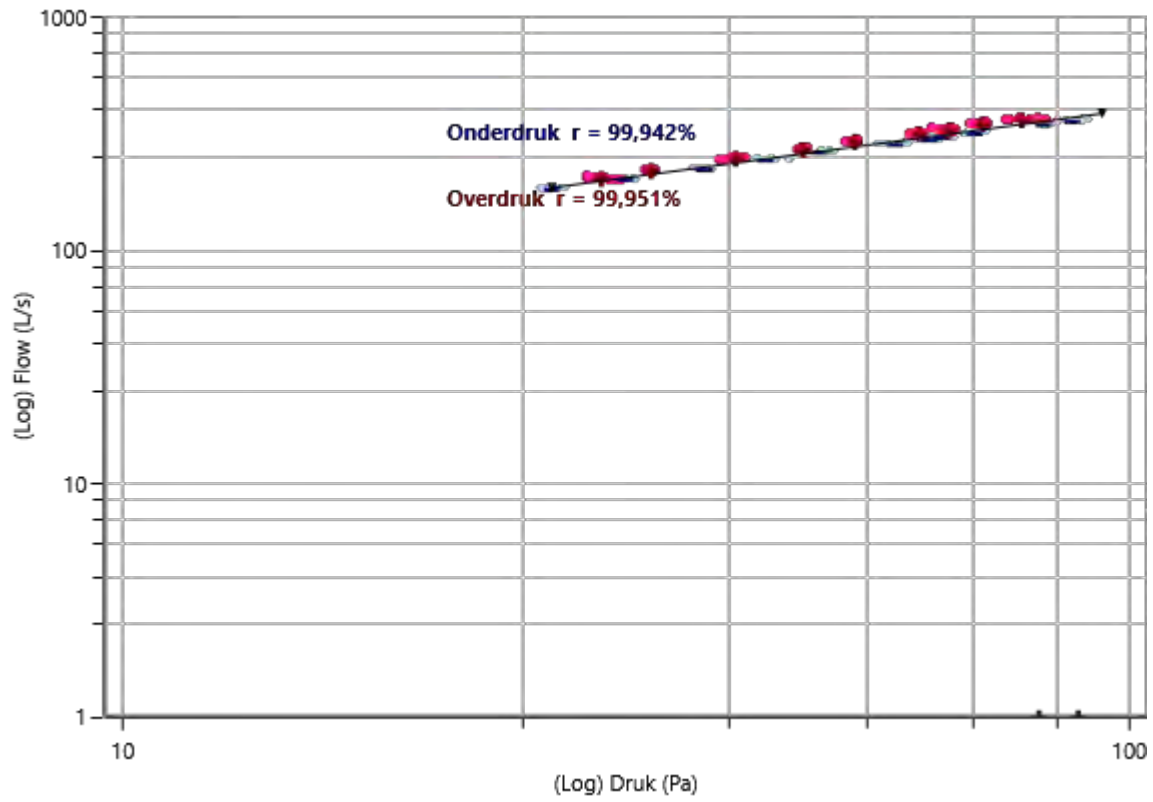
Uit bovenstaande tabel is te concluderen dat het lekverlies bij 10 pascal **106,42 [L/s]** bedraagt, oftewel **1,31 [L/s/m²]**.

3. Bijlage I Testresultaten

3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)

	Resultaten	95% betrouwbaarheidsinterval		Onzekerheid
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	271,51	270,05	272,97	+/-0,54%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,80	3,61	3,99	+/-5,03%
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{v10} [L/s]	106,42	103,68	109,24	+/-2,62%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, Q_{v10} kar [L/s/m ²]	1,31	1,24	1,39	+/-5,64%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, q_{10} [L/s/m ²]				+/- 0.0%
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	261,13	254,39	254,39	+/-2,65%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	428,08	417,04	439,42	+/-2,61%





3.2. Onderdruk testgegevens

Onderdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:	99,942			
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,564	0,549	0,578	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	28,76	27,16	30,46	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	28,85	27,24	30,55	
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	261,82	260,42	263,24	+/-0,54%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,67	3,48	3,85	+/-5,03%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	1,30	1,23	1,38	+/-5,57%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	259,26	252,99	265,69	+/-2,48%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_{L_e} [cm ²]	425,02	414,74	435,55	+/-2,45%

Inbegr druk [Pa]		- 89,4	- 83,7	- 71,8	- 66,7	- 64,9	- 60,2	- 50,9	- 45,2	- 39,6	- 33,4	- 28,5	
Induce d Pressur e [Pa]		- 87,4	- 81,8	- 69,9	- 64,8	- 63,0	- 58,3	- 49,0	- 43,3	- 37,6	- 31,4	- 26,6	
#1, Range B4	Ventil ator druk [Pa]	171, 8	161, 3	136, 8	127, 0	121, 7	112, 0	96,9	83,7	69,8	57,4	46,4	
	Stroo m [L/s]	359, 5	347, 9	318, 8	306, 4	299, 3	286, 1	265, 5	245, 5	223, 3	202, 8	183, 7	
#1, Range B8	Ventil ator druk [Pa]												
	Stroo m [L/s]												
Stroom , V_r [L/s]		359, 536	347, 939	318, 772	306, 381	299, 269	286, 106	265, 470	245, 513	223, 337	202, 768	183, 716	

Gecorri geerd stroom, V_{env} [L/s]		355, 70	344, 23	315, 37	303, 11	296, 07	283, 05	262, 64	242, 89	220, 95	200, 60	181, 75	
Fout [%]		- 0,6 %	- 0,1 %	0,0 %	0,4 %	- 0,4 %	- 0,5 %	1,8 %	0,9 %	- 0,6 %	- 0,2 %	- 0,6 %	

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

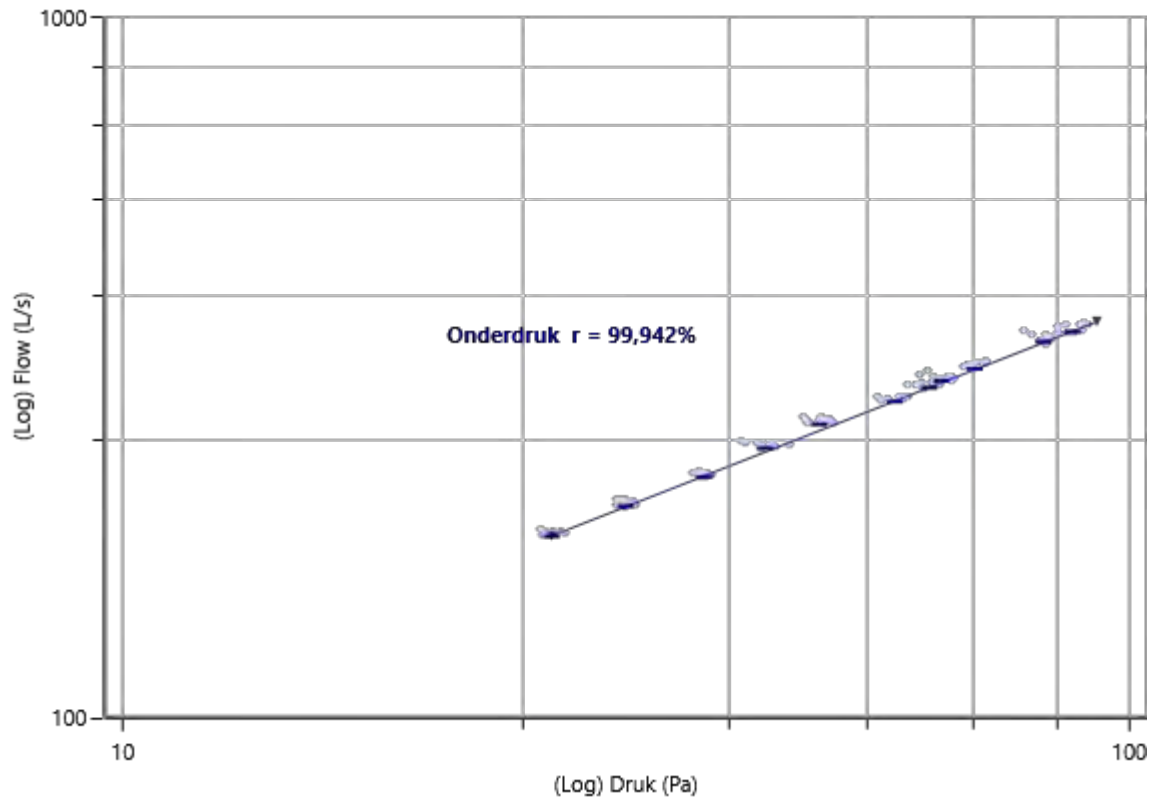
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : -1,93 Pa

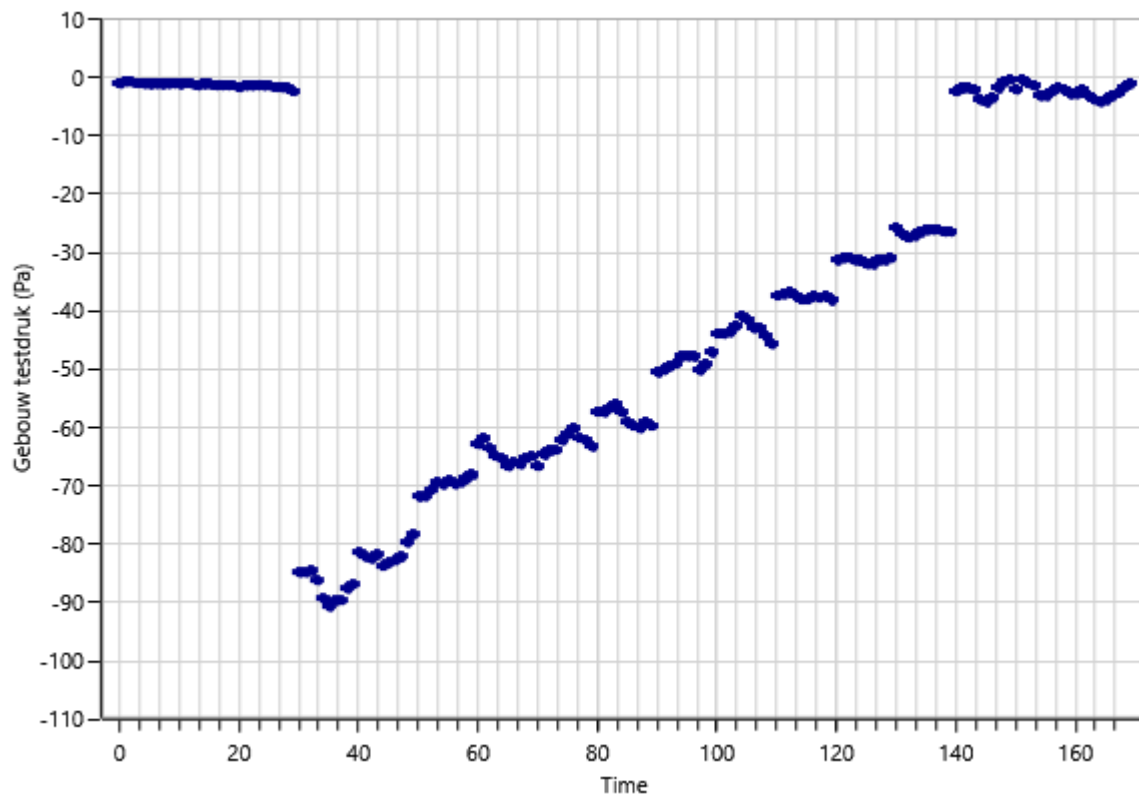
Bias gemiddelde druk:			
Average Baseline [Pa]	ΔP -1,93		
initiële [Pa]	$\Delta P01$ -1,37	$\Delta P01$ -1,37	$\Delta P01$ + 0,00
finale [Pa]	$\Delta P02$ -2,49	$\Delta P02$ -2,49	$\Delta P02$ + 0,00

Bias, de initiële [Pa]	- 1,11	- 1,31	- 1,70									
Bias, finale [Pa]	- 2,40	- 2,13	- 2,93									

Gebouw Stroom Onderdruk gegevens



Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)



3.3. Overdruk testgegevens

Overdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:		99,951		
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,599	0,583	0,616	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	27,01	25,28	28,85	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	26,97	25,24	28,81	
Luchtdebiet bij 50 Pa, V_{50} [L/s]	281,20	279,69	282,71	+/-0,54%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,94	3,74	4,14	+/-5,03%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	1,32	1,25	1,40	+/-5,72%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	263,00	255,79	270,41	+/-2,82%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_{L_e} [cm ²]	431,14	419,33	443,29	+/-2,78%

Inbegr druk [Pa]		86,9	79,3	76,2	69,5	64,3	60,0	51,5	45,6	38,8	31,7	28,1	
Induce d Pressur e [Pa]		88,6	81,0	77,9	71,1	65,9	61,6	53,1	47,2	40,5	33,3	29,8	
#1, Range B8	Ventil ator druk [Pa]	128, 8	117, 2										
	Stroo m [L/s]	0,00 0	0,00 0										
#1, Range B4	Ventil ator druk [Pa]			248, 2	227, 5	206, 1	192, 5	166, 2	144, 3	123, 2	98,5	85,0	
	Stroo m [L/s]			364, 1	348, 4	328, 3	316, 6	293, 1	270, 2	248, 7	220, 5	203, 7	
Stroom , V_r [L/s]		*0,0 0000	*0,0 0000	364, 089	348, 369	328, 278	316, 647	293, 089	270, 163	248, 656	220, 547	203, 651	
Gecorri geerd		*0,0 000	*0,0 000	365, 79	350, 00	329, 81	318, 13	294, 46	271, 43	249, 82	221, 58	204, 60	

stroom , V_{env} [L/s]													
Fout [%]		- 100, 0%	- 100, 0%	- 0,4 %	0,6 %	- 0,7 %	- 0,3 %	0,8 %	- 0,2 %	0,7 %	0,3 %	- 0,8 %	

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

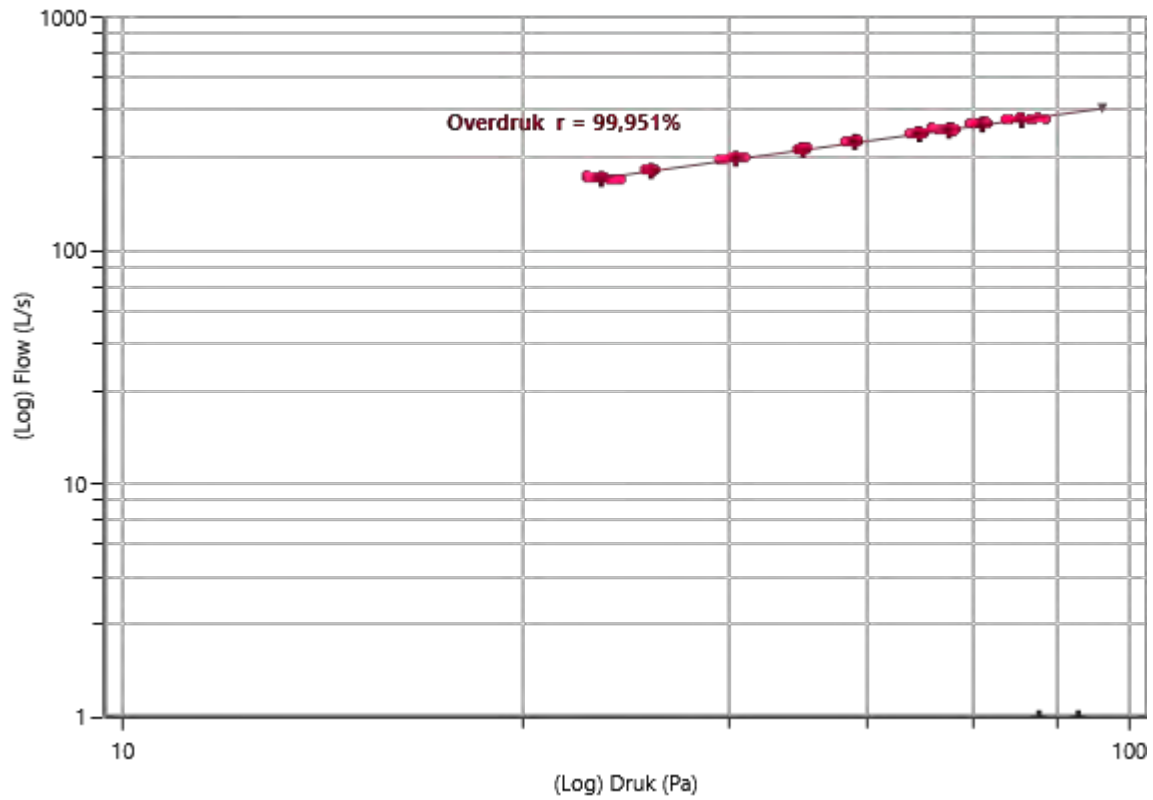
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : -1,64 Pa

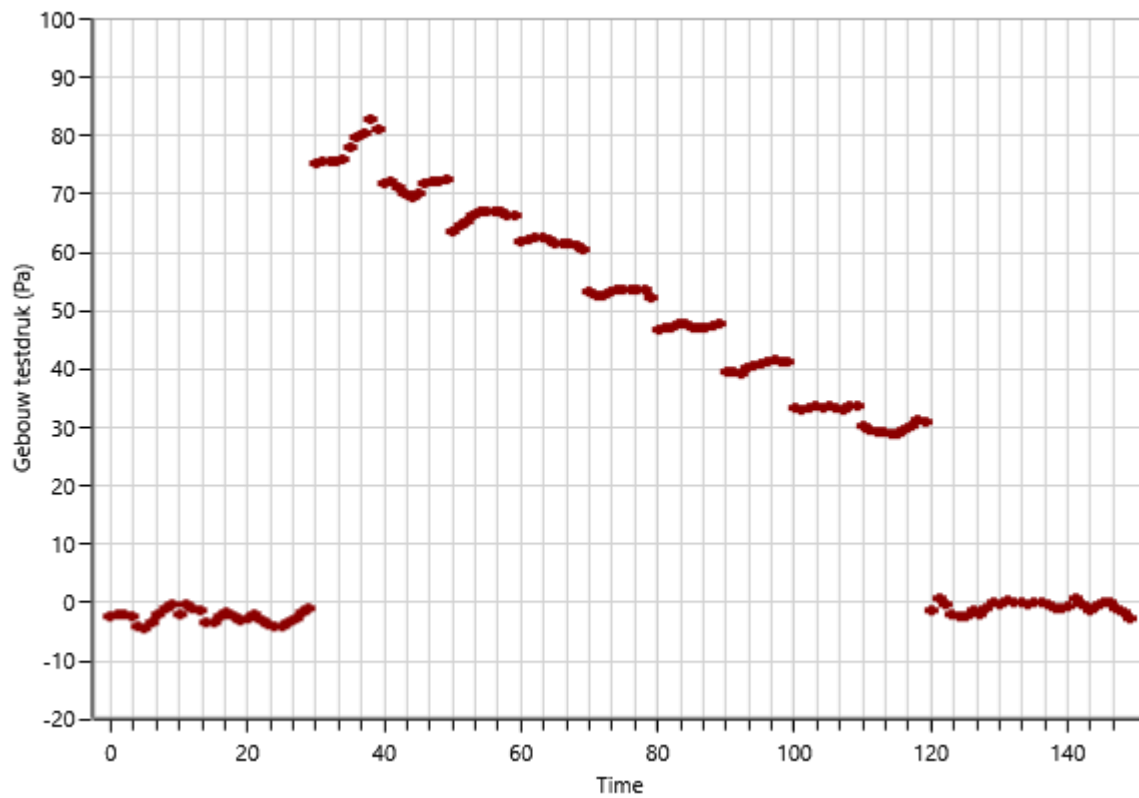
Bias gemiddelde druk:			
Average [Pa]	ΔP -1,64		
initial [Pa]	$\Delta P01$ -2,49	$\Delta P01-$ -2,49	$\Delta P01+$ 0,00
final [Pa]	$\Delta P02$ -0,79	$\Delta P02-$ -0,79	$\Delta P02+$ 0,00

Bias, initiële [Pa]	- 2,40	- 2,13	- 2,93									
Bias, finale [Pa]	- 1,29	- 0,26	- 0,82									

Gebouw Stroom Overdruk gegevens



Gebouw Druk (Overdruk gegevens)



4. Bijlage II Kalibratierrapporten

Certificate of Calibration



Issued by: **Retrotec**
 Calibration Date: **2023-04-05**

Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**
 Results: **As Left**

Calibration laboratory
Wohler Retrotec EU B.V.
Hardermaat 12
7244PZ Barchem, Netherlands
 31 0 522 282941
 salesEU@retrotec.com
<http://www.retrotec.com>



AC-1943

This calibration laboratory has been assessed by the ANSI-ASQ National Accreditation Board and meets the requirements of international standard ISO/IEC 17025. All pressure and flow devices used in this calibration are traceable to the International System of Units (SI), consensus standards, or ratio type measurements through national standards realized and maintained by NIST or an NMI.

Device being calibrated:

Description: **Test Fan**
 Manufacturer: **Retrotec**
 Model Number: **Model 6000**
 Shell Serial Number: **3PH602399**
 Main Voltage: **110 V - 240 V**
 Main Frequency: **50 Hz / 60 Hz**

Calibrated by: Max Kabel

Signature

Issued Date: **2023-04-05**

Reference Flow:

Nozzle 2017 (NL) Chamber, in accordance with ANSI/AMCA 210-07 and ASTM E1258-88 standards:
 Device Under Test Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **412028**
 Reference Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **407993**

Calibration Information:

The Device was calibrated against laboratory standards whose values are traceable to recognized national standards. The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor of k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits without taking uncertainty into account. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with ISO/IEC 17025 requirements.

Calibration Procedure: **Procedure ID No.CP-CHB-01**

This calibration applies only to the unit listed on this certificate.
 This Calibration Certificate shall not be reproduced except in full, without written approval from Retrotec.

Name	Calibration Expiration Date	Name	Calibration Expiration Date
ISO 9972	2028-04-05	CGSB 2002	2028-04-05
ATTMA-TS1	2024-04-05	ASTM-E779	2028-04-05
RESNET	2028-04-05		

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Calibration Results:

Flow rates are corrected to STP conditions of 20°C, 101.325 kPa, 50% RH and Air Density: 1.19886

Range	Humidity % (RH)	Temp (C)	Barometric Pressure (kPa)	Chamber Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Reference Flow (m³/h)	Fan Flow (m³/h)	Error (%)
Open	49.7	16.8	102.300	53.7	27.1	4967.74	4907.75	-1.2%
Open	49.5	16.9	102.300	50.4	131.2	10704.12	10533.88	-1.6%
Open	49.3	17.1	102.300	51.1	204.2	13250.61	13045.07	-1.6%

A	49.6	17.1	102.300	50.8	25.9	2558.99	2516.78	-1.6%
A	49.7	17.2	102.300	49.7	148.5	6111.99	6020.42	-1.5%
A	49.5	17.3	102.300	51.2	256.7	8052.73	7913.89	-1.7%

B8	49.1	17.4	102.300	50.3	42.9	1514.75	1469.53	-3.0%
B8	49.1	17.4	102.300	50.3	216.1	3552.16	3491.29	-1.7%
B8	48.9	17.6	102.300	51.2	366.4	4720.63	4631.09	-1.9%

B4	48.9	17.6	102.300	49.3	49.2	616.23	590.61	-4.2%
B4	48.9	17.7	102.300	50.0	217.6	1600.60	1579.75	-1.3%
B4	48.5	17.8	102.300	51.1	375.8	2131.55	2100.13	-1.5%

B2	48.8	17.7	102.300	50.2	70.5	286.87	273.88	-4.5%
B2	48.8	17.8	102.300	50.6	242.9	700.97	679.57	-3.1%
B2	48.5	18.1	102.300	50.8	397.6	923.54	902.23	-2.3%

B1	48.7	18.1	102.300	49.7	73.5	147.76	141.09	-4.5%
B1	48.7	18.1	102.300	50.3	245.7	350.33	338.50	-3.4%
B1	48.1	18.3	102.300	51.9	396.3	459.73	446.07	-3.0%

Calibration and measurement capability (Expanded Uncertainty): Laminar Flow Elements (0.01 to 3300CFM) = 1.4% of reading + 0.11 CFM. Flow Nozzles (10 to 8200CFM) = 1.5% of reading + 78 CFM. The uncertainty statement is based on a 95% confidence interval, using a coverage of k=2.

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: Pass

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Published Flow Equation Parameters (Units in m³/h):

Range Configuration	n	k	MF (Pa)
Open	0.484	995.39	25
A	0.499	495.57	25
B8	0.535	196.80	40

Flow = Pⁿ x k

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	g	f	a	b	c	d	MF (Pa)
B4	50	0.70	1.96390E-005	-2.05236E-002	10.1644	137.31	40
B2	50	0.85	7.47290E-006	-8.11270E-003	4.2921	9.15	50
B1	50	0.20	3.12659E-006	-3.57209E-003	2.0252	10.25	60

Flow = (P³ x a) + (P² x b) + (P x c) + d + ((g - |PrA|) x f)

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	K1	K2	K3
Open	0	0.5	0
A	0	0.5	0
B8	0	0.8	0
B4	0	0.8	0
B2	0	1	0
B1	0	1	0

Date Format:

This report adheres to ISO 8601: Data elements and interchange formats - Representation of dates and times.

All dates on this report are in the format: YYYY-MM-DD.

End of report

Blowerdoortest



PROJECTNUMMER: 25110
OPDRACHTGEVER: Gemeente Leiden

Auteur(s): M. de Bruin

Omschrijving: RAP01 Blowerdoortest Willem Dreeslaan 10, Leiden
Versie: Definitief
Datum: 8-7-2025

M3E B.V.
Rivium Quadrant 75
2909 LC CAPELLE AAN DEN IJSSEL
+31 (0)10-202 22 10
Bank: ABN AMRO 56.73.49.187
BTW: NL 8210.06.447.B01
KVK: 20156734
E: info@m3e.nl
I: www.m3e.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Inleiding	3
1.1. Meting & Meetapparatuur	4
2. Willem Dreeslaan 10	5
2.1. Algemeen	5
2.2. Uitgangspunten.....	5
2.3. Resultaten en conclusie	6
3. Bijlage I Testresultaten	7
3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)	7
3.2. Onderdruk testgegevens.....	9
Gebouw Stroom Onderdruk gegevens	11
Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)	11
3.3. Overdruk testgegevens	12
Gebouw Stroom Overdruk gegevens.....	14
Gebouw Druk (Overdruk gegevens)	14
4. Bijlage II Kalibratierapporten.....	15

Inleiding

Om inzicht te krijgen in de luchtdichtheid van de woningen op het Waardeiland, is in opdracht van de Gemeente Leiden door M3E een blowerdoortest uitgevoerd. Deze test heeft als doel te controleren of de woningen voldoen aan de gestelde eisen en verwachtingen op het gebied van luchtdichtheid.

Het project betreft Waardeiland te Leiden.

Onderstaand is een afbeelding van het betreffende project weergegeven.



In deze rapportage zijn de resultaten van de blowerdoortest aangegeven welke QV-10 waarde behaald is.

1.1. Meting & Meetapparatuur

De blowerdoortest is uitgevoerd met de in figuur 2 weergegeven apparatuur.



Figuur 2: Meetapparatuur Blowerdoortest

Voor het uitvoeren van de meting zijn de volgende voorbereidingen getroffen:

- alle ventilatieroosters zijn dichtgezet;
- de ventilatiekanalen naar buiten van de ventilatie zijn dichtgezet;
- alle ramen, buitendeuren en luiken zijn gesloten;
- alle binnendeuren in het gebouw zijn geopend;
- alle afvoeren zijn afgeplakt;

2. Willem Dreeslaan 10

2.1. Algemeen

De metingen van de blowerdoortest zijn uitgevoerd conform de volgende normen:

- de Europese Norm EN13829-NL 2024-04-17 0943;
- de NEN 2686:1988/A2:2008 Luchtdoorlatendheid van gebouwen;
- de beoordelingsgrondslag van SKH.

2.2. Uitgangspunten

De Blowerdoortest is uitgevoerd conform onderstaande uitgangspunten:

Algemeen

Programma	
	FanTestic
Versie	5.15.54
Test bedrijf	M3E Groep
Test technicus	M. de Bruin
Test datum	8-7-2025

Bouwdetails

Netto inhoud(volume in m3) van het gebouw	575
Hoogte van het gebouw(m1)	-5
Vloeroppervlak/gebruiksoppervlak (m2)	220
Positie ventilator*	1
Hoogte (ASL) (m1)	1
Blootstelling aan de wind	Gedeeltelijk beschermd gebouw
Nauwkeurigheid van de gebouwafmetingen	5%
Gebruikte Blowerdoorfan	Retrotec 6000
Laatste kalibratiedatum	05-04-2023
Gebruikte meter	DM32 10A

* De ventilator is opgesteld in het kozijn van de voordeur. Daarom is de voordeur niet meegenomen in de test.

Milieuomstandigheden

Windsnelheid	5. Frisse wind
Positie meettoestel	Binnen
Minimaal gemeten drukverschil nuldebiet	-0,64 Pa
maximaal gemeten drukverschil nuldebiet	-1,03 Pa
Gemiddelde Bias Pressure	-0,84 Pa
Binnentemperatuur	binnen: 22 C
Buitentemperatuur	buiten: 16 C

2.3. Resultaten en conclusie

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de blowerdoortest samengevat. In bijlage I zijn de uitgebreide testresultaten van de blowerdoortest weergegeven. Bijlage II betreft het kalibratierapport.

Resultaten

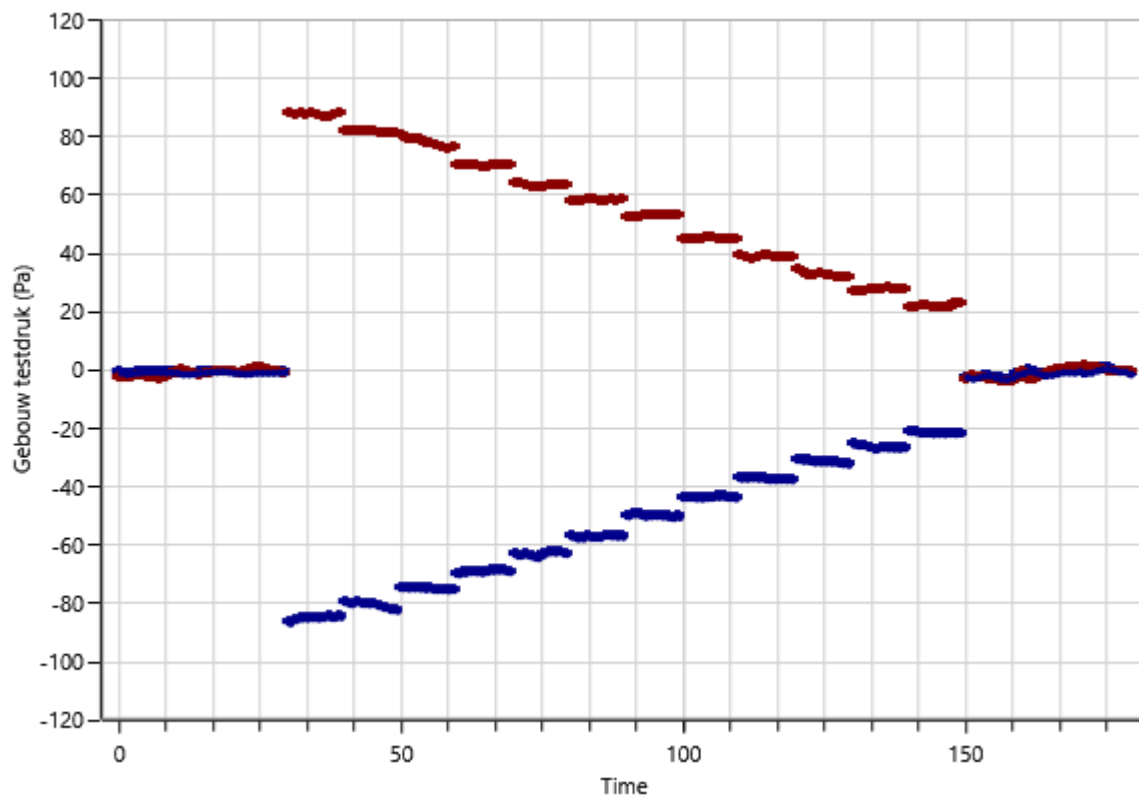
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	500,10
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,13
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{V10} [L/s]	181,63
Luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, Q_{V10kar} [L/s/m ²]	0,83
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	445,67
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	730,61

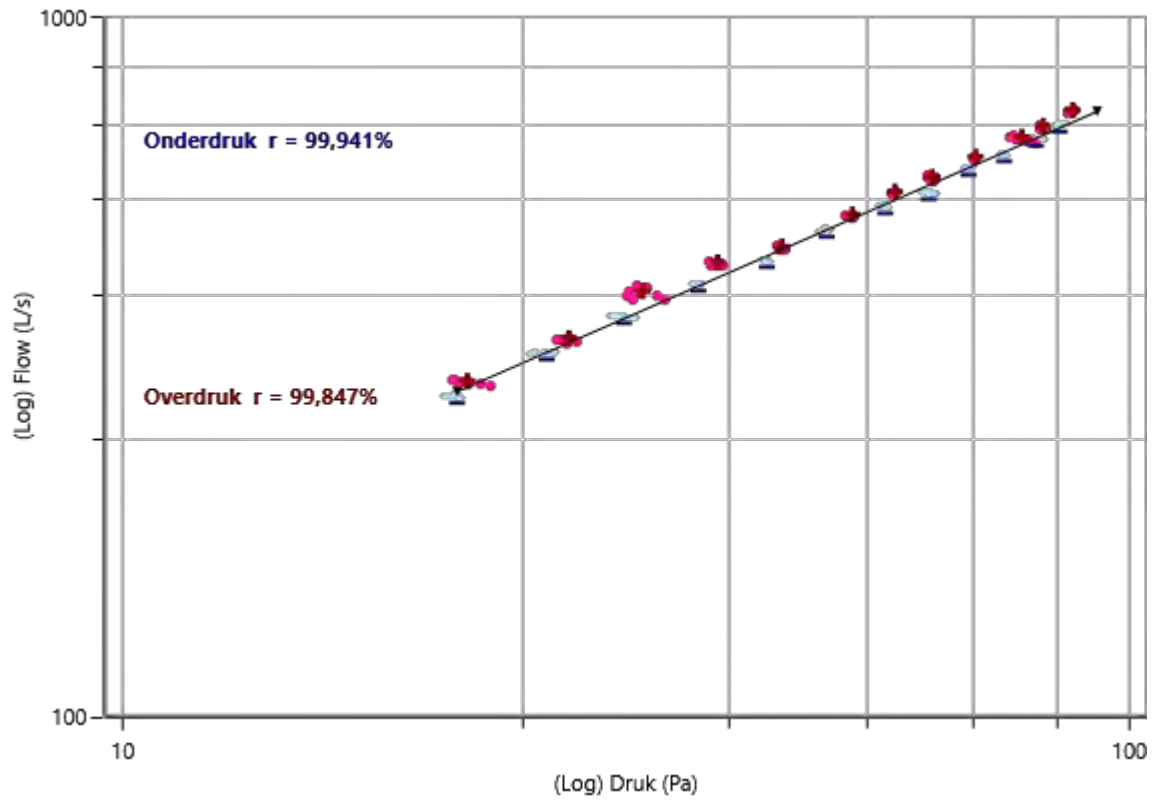
Uit bovenstaande tabel is te concluderen dat het lekverlies bij 10 pascal **181,63 [L/s]** bedraagt, oftewel **0,83 [L/s/m²]**.

3. Bijlage I Testresultaten

3.1. Gecombineerde testgegevens (Gemiddelde waarden)

	Resultaten	95% betrouwbaarheidsinterval		Onzekerheid
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	500,10	495,78	504,46	+/-0,86%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,13	2,97	3,29	+/-5,08%
Luchtdebiet bij 10 Pa, Q_{v10} [L/s]	181,63	175,70	187,78	+/-3,31%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, Q_{v10} kar [L/s/m ²]	0,83	0,78	0,88	+/-6,03%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, q_{10} [L/s/m ²]				+/- 0.0%
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	445,67	431,11	431,11	+/-3,36%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	730,61	706,74	755,33	+/-3,30%





3.2. Onderdruk testgegevens

Onderdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:	99,941			
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,630	0,615	0,646	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	41,19	38,81	43,72	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	41,40	39,01	43,94	
Luchtdebiet bij 50 Pa, Q_{50} [L/s]	487,45	484,21	490,71	+/-0,67%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,05	2,90	3,21	+/-5,04%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	0,80	0,76	0,85	+/-5,59%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	433,67	422,96	444,65	+/-2,53%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	710,93	693,37	728,94	+/-2,50%

Inbegr druk [Pa]		- 85,7	- 81,2	- 75,6	- 69,8	- 63,7	- 57,8	- 50,7	- 44,3	- 38,0	- 32,2	- 27,1	- 22,2
Induce d Pressu re [Pa]		- 84,9	- 80,4	- 74,8	- 68,9	- 62,9	- 57,0	- 49,8	- 43,5	- 37,1	- 31,3	- 26,3	- 21,4
#1, Range B8	Venti lator druk [Pa]	116, 9	107, 5	97,7	89,9	77,6	71,2	61,7	51,3	44,4			
	Stroo m [L/s]	699, 2	668, 1	634, 6	606, 8	560, 3	534, 8	494, 9	448, 1	414, 4			
#1, Range B4	Venti lator druk [Pa]										167, 3	134, 9	104, 3
	Stroo m [L/s]										372, 7	330, 9	286, 7
Stroom , V_r [L/s]		699, 214	668, 144	634, 633	606, 828	560, 306	534, 772	494, 872	448, 119	414, 442	372, 706	330, 906	286, 686

Gecorrigeerd stroom, V_{env} [L/s]	685,84	655,36	622,49	595,22	549,59	524,55	485,41	439,55	406,52	365,58	324,58	281,20
Fout [%]	1,3 %	0,2 %	- 0,4 %	0,2 %	- 1,9 %	- 0,4 %	0,3 %	- 1,0 %	1,1 %	1,2 %	0,5 %	- 1,0 %

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

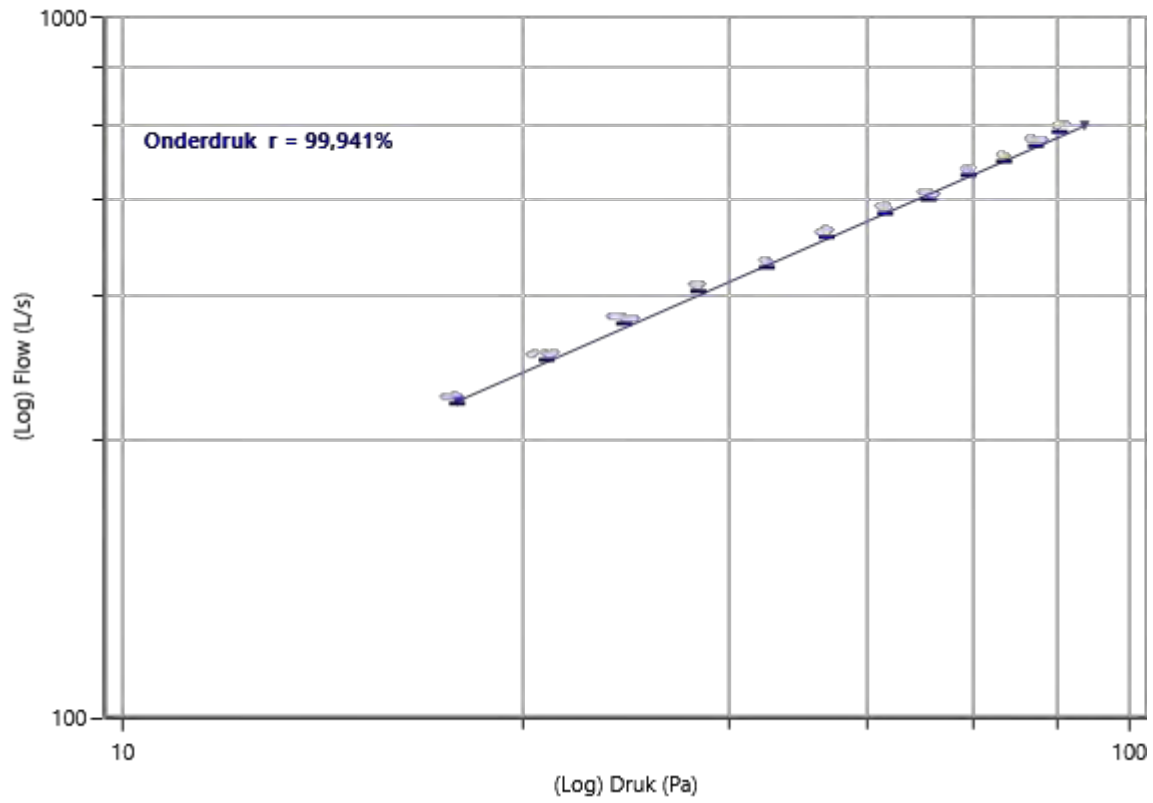
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : -0,84 Pa

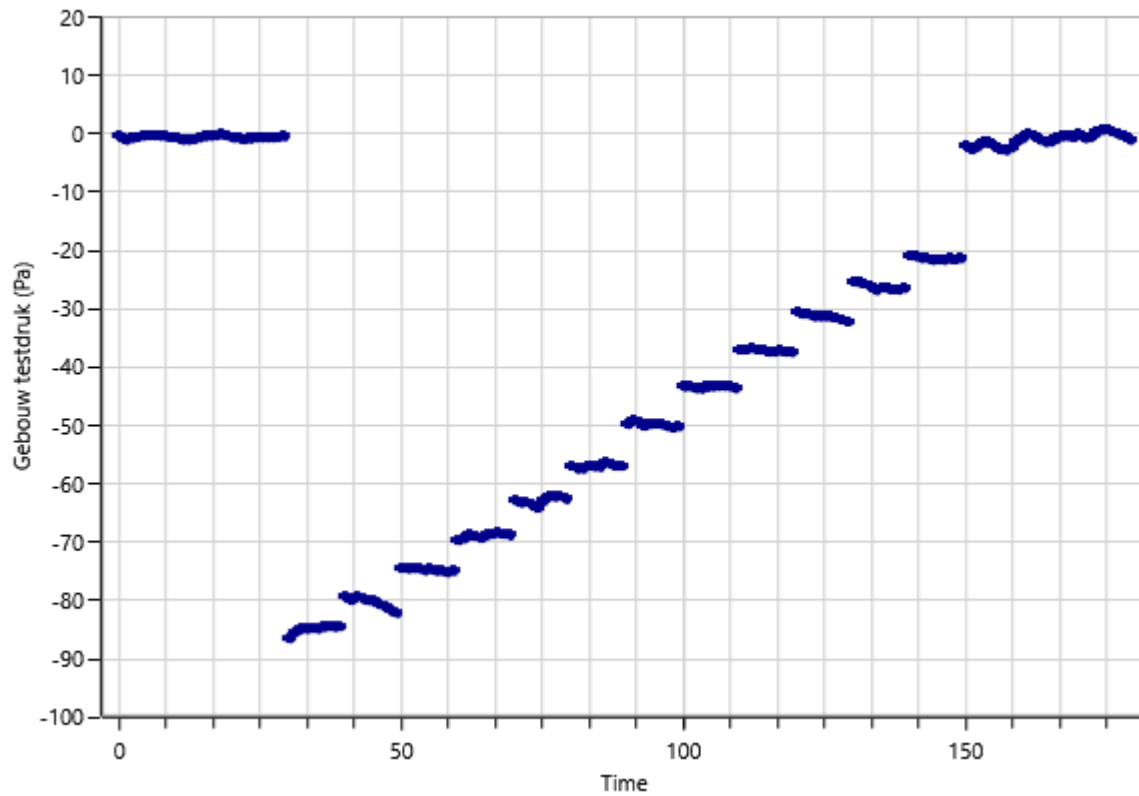
Bias gemiddelde druk:			
Average Baseline [Pa]	ΔP -0,84		
initiële [Pa]	$\Delta P01$ -0,64	$\Delta P01$ -0,64	$\Delta P01$ + 0,00
finale [Pa]	$\Delta P02$ -1,03	$\Delta P02$ -1,03	$\Delta P02$ + 0,00

Bias, de initiële [Pa]	- 0,56	- 0,63	- 0,73								
Bias, finale [Pa]	- 2,18	- 0,78	- 0,14								

Gebouw Stroom Onderdruk gegevens



Gebouw Druk (Onderdruk gegevens)



3.3. Overdruk testgegevens

Overdruk testresultaten				
Correlatie, r [%]:		99,847		
	resultaten	95% betrouwbaarheid		Onzekerheid
		Lower	Upper	
Slope, n:	0,628	0,604	0,653	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_{env} [L/s/Pa ⁿ):	44,01	39,95	48,48	
Doorlaatbaarheid gebouwschil, C_L [L/s/Pa ⁿ):	43,90	39,85	48,36	
Luchtdebiet bij 50 Pa, V_{50} [L/s]	512,75	507,35	518,21	+/-1,06%
Luchtverversing bij 50 Pa, n_{50} [/h]	3,21	3,05	3,37	+/-5,11%
Luchtdoorlaatbaarheid 10 Pa, [L/s/m ²]	0,85	0,79	0,90	+/-6,47%
Specifieke luchtdoorlaatbaarheid bij 10 Pa, [L/s/m ²]				
Effective leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	457,67	439,27	476,85	+/-4,19%
Equivalent leakage area at 10 Pa, A_L [cm ²]	750,28	720,11	781,72	+/-4,11%

Inbegr druk [Pa]		86,4	80,7	76,8	68,9	62,3	57,1	51,7	43,9	37,7	31,6	26,5	20,8
Induce d Pressu re [Pa]		87,5	81,8	77,9	70,1	63,4	58,2	52,8	45,0	38,8	32,7	27,6	21,9
#1, Range B8	Venti lator druk [Pa]	213, 1	195, 8	184, 5	164, 5	146, 7	134, 3	118, 9	99,1	87,9	73,8		
	Stroo m [L/s]	730, 5	693, 3	668, 9	626, 9	586, 5	558, 9	518, 3	466, 5	442, 8	403, 2		
#1, Range B4	Venti lator druk [Pa]											171, 5	133, 3
	Stroo m [L/s]											345, 1	299, 9
Stroom , V_r [L/s]		730, 461	693, 317	668, 903	626, 947	586, 492	558, 861	518, 328	466, 475	442, 758	403, 183	345, 128	299, 936
Gecorr igeerd		738, 91	701, 34	676, 64	634, 20	593, 28	565, 33	524, 33	471, 87	447, 88	407, 85	349, 12	303, 41

stroom , V_{env} [L/s]													
Fout [%]		1,1 %	0,2 %	- 0,4 %	- 0,2 %	- 0,6 %	- 0,1 %	- 1,5 %	- 1,9 %	2,1 %	3,6 %	- 1,4 %	- 0,9 %

12 meetpunten gedurende 10 s. (of the required 10 seconds).

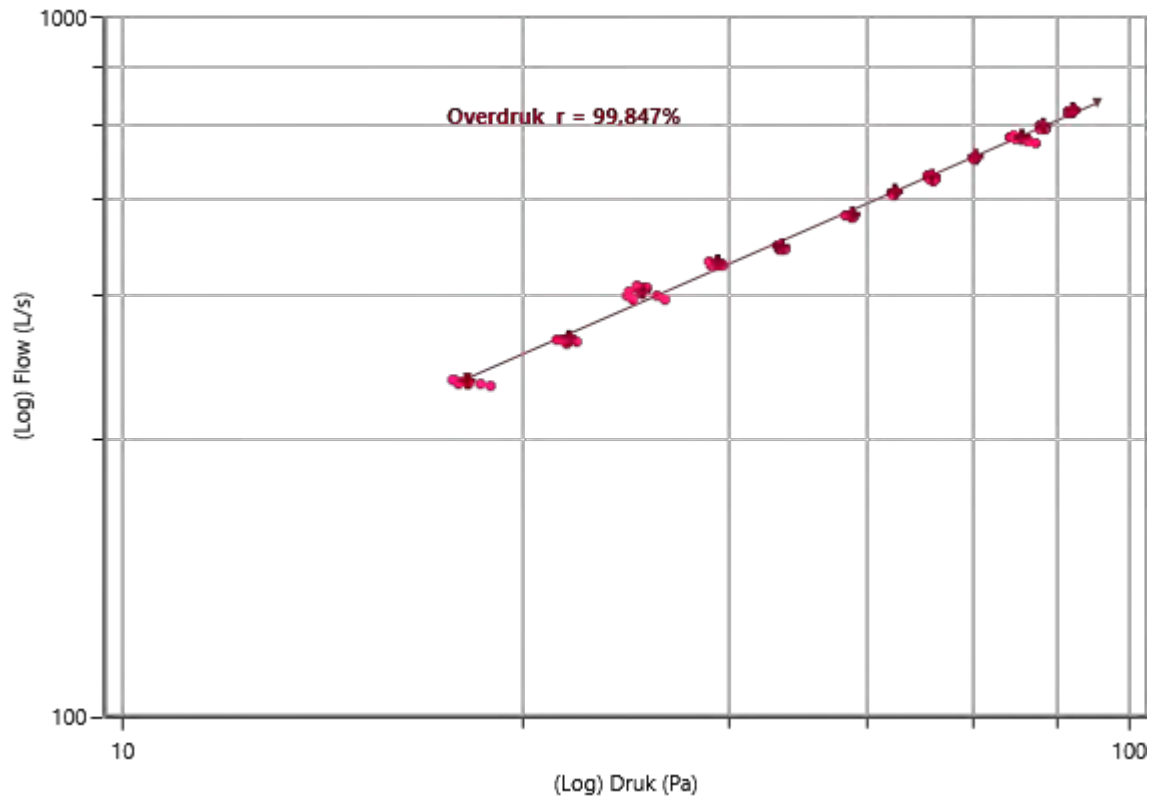
3 natuurlijk drukverschil gedurende 10 s. (of required 10 seconds).

Average Baseline, ΔP : -1,12 Pa

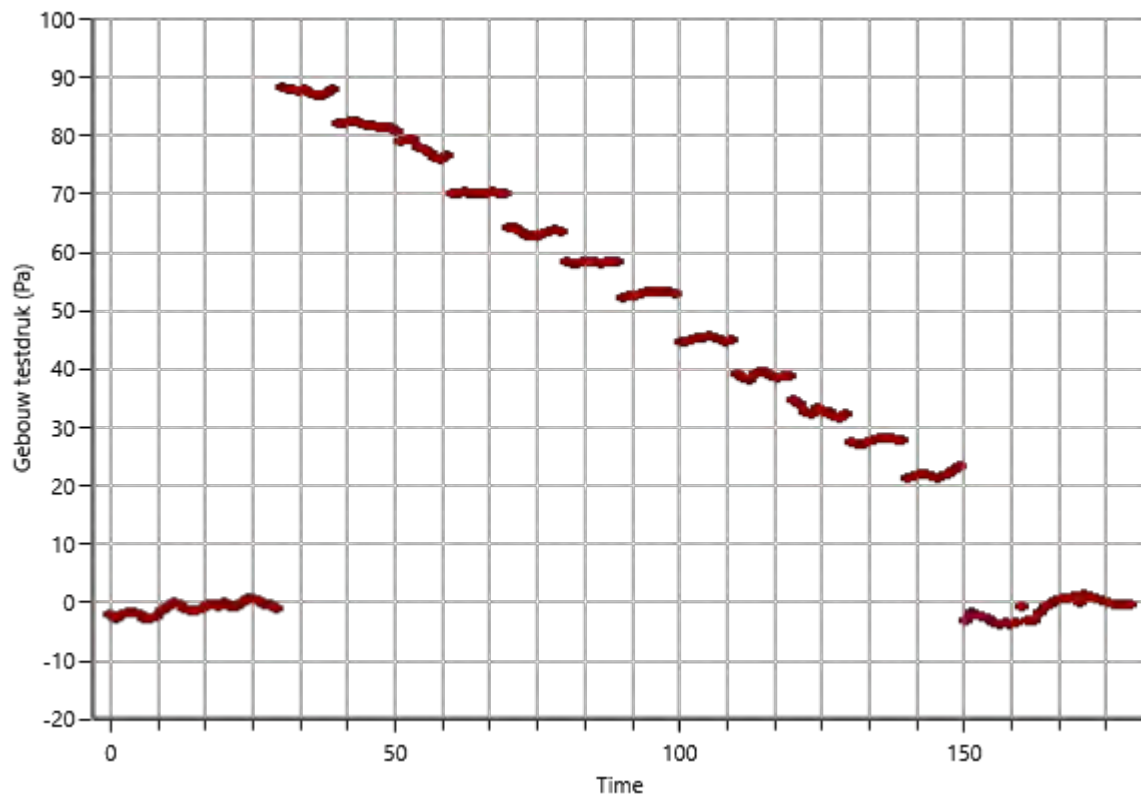
Bias gemiddelde druk:			
Average [Pa]	ΔP -1,12		
initial [Pa]	$\Delta P01$ -1,03	$\Delta P01-$ -1,03	$\Delta P01+$ 0,00
final [Pa]	$\Delta P02$ -1,21	$\Delta P02-$ -1,88	$\Delta P02+$ 0,12

Bias, initiële [Pa]	- 2,18	- 0,78	- 0,14									
Bias, finale [Pa]	- 3,03	- 0,72	0,12									

Gebouw Stroom Overdruk gegevens



Gebouw Druk (Overdruk gegevens)



4. Bijlage II Kalibratierrapporten

Certificate of Calibration



Issued by: **Retrotec**
 Calibration Date: **2023-04-05**

Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**
 Results: **As Left**

Calibration laboratory
Wohler Retrotec EU B.V.
Hardermaat 12
7244PZ Barchem, Netherlands
 31 0 522 282941
 salesEU@retrotec.com
<http://www.retrotec.com>



AC-1943

This calibration laboratory has been assessed by the ANSI-ASQ National Accreditation Board and meets the requirements of international standard ISO/IEC 17025. All pressure and flow devices used in this calibration are traceable to the International System of Units (SI), consensus standards, or ratio type measurements through national standards realized and maintained by NIST or an NMI.

Device being calibrated:

Description: **Test Fan**
 Manufacturer: **Retrotec**
 Model Number: **Model 6000**
 Shell Serial Number: **3PH602399**
 Main Voltage: **110 V - 240 V**
 Main Frequency: **50 Hz / 60 Hz**

Calibrated by: Max Kabel

Signature

Issued Date: **2023-04-05**

Reference Flow:

Nozzle 2017 (NL) Chamber, in accordance with ANSI/AMCA 210-07 and ASTM E1258-88 standards:
 Device Under Test Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **412028**
 Reference Gauge: **DM-32** Gauge Serial number **407993**

Calibration Information:

The Device was calibrated against laboratory standards whose values are traceable to recognized national standards. The uncertainty represents an expanded uncertainty using a coverage factor of k=2 to approximate a 95% confidence level. In tolerance conditions are based on test results falling within specified limits without taking uncertainty into account. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with ISO/IEC 17025 requirements.

Calibration Procedure: **Procedure ID No.CP-CHB-01**

This calibration applies only to the unit listed on this certificate.
 This Calibration Certificate shall not be reproduced except in full, without written approval from Retrotec.

Name	Calibration Expiration Date	Name	Calibration Expiration Date
ISO 9972	2028-04-05	CGSB 2002	2028-04-05
ATTMA-TS1	2024-04-05	ASTM-E779	2028-04-05
RESNET	2028-04-05		

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: **Pass**

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Calibration Results:

Flow rates are corrected to STP conditions of 20°C, 101.325 kPa, 50% RH and Air Density: 1.19886

Range	Humidity % (RH)	Temp (C)	Barometric Pressure (kPa)	Chamber Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Reference Flow (m³/h)	Fan Flow (m³/h)	Error (%)
Open	49.7	16.8	102.300	53.7	27.1	4967.74	4907.75	-1.2%
Open	49.5	16.9	102.300	50.4	131.2	10704.12	10533.88	-1.6%
Open	49.3	17.1	102.300	51.1	204.2	13250.61	13045.07	-1.6%

A	49.6	17.1	102.300	50.8	25.9	2558.99	2516.78	-1.6%
A	49.7	17.2	102.300	49.7	148.5	6111.99	6020.42	-1.5%
A	49.5	17.3	102.300	51.2	256.7	8052.73	7913.89	-1.7%

B8	49.1	17.4	102.300	50.3	42.9	1514.75	1469.53	-3.0%
B8	49.1	17.4	102.300	50.3	216.1	3552.16	3491.29	-1.7%
B8	48.9	17.6	102.300	51.2	366.4	4720.63	4631.09	-1.9%

B4	48.9	17.6	102.300	49.3	49.2	616.23	590.61	-4.2%
B4	48.9	17.7	102.300	50.0	217.6	1600.60	1579.75	-1.3%
B4	48.5	17.8	102.300	51.1	375.8	2131.55	2100.13	-1.5%

B2	48.8	17.7	102.300	50.2	70.5	286.87	273.88	-4.5%
B2	48.8	17.8	102.300	50.6	242.9	700.97	679.57	-3.1%
B2	48.5	18.1	102.300	50.8	397.6	923.54	902.23	-2.3%

B1	48.7	18.1	102.300	49.7	73.5	147.76	141.09	-4.5%
B1	48.7	18.1	102.300	50.3	245.7	350.33	338.50	-3.4%
B1	48.1	18.3	102.300	51.9	396.3	459.73	446.07	-3.0%

Calibration and measurement capability (Expanded Uncertainty): Laminar Flow Elements (0.01 to 3300CFM) = 1.4% of reading + 0.11 CFM. Flow Nozzles (10 to 8200CFM) = 1.5% of reading + 78 CFM. The uncertainty statement is based on a 95% confidence interval, using a coverage of k=2.

Certificate of Calibration



Tested in accordance to ISO 9972, CGSB 2002, ATTMA-TS1, ASTM-E779, RESNET: Pass

Issued by: **Retrotec**

Certificate Number: **202304050933-3PH602399**

Calibration Date: **2023-04-05**

Results: **As Left**

Published Flow Equation Parameters (Units in m³/h):

Range Configuration	n	k	MF (Pa)
Open	0.484	995.39	25
A	0.499	495.57	25
B8	0.535	196.80	40

Flow = Pⁿ x k

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	g	f	a	b	c	d	MF (Pa)
B4	50	0.70	1.96390E-005	-2.05236E-002	10.1644	137.31	40
B2	50	0.85	7.47290E-006	-8.11270E-003	4.2921	9.15	50
B1	50	0.20	3.12659E-006	-3.57209E-003	2.0252	10.25	60

Flow = (P³ x a) + (P² x b) + (P x c) + d + ((g - |PrA|) x f)

Where P = Fan Pressure in Pascals

Range Configuration	K1	K2	K3
Open	0	0.5	0
A	0	0.5	0
B8	0	0.8	0
B4	0	0.8	0
B2	0	1	0
B1	0	1	0

Date Format:

This report adheres to ISO 8601: Data elements and interchange formats - Representation of dates and times.

All dates on this report are in the format: YYYY-MM-DD.

End of report

Bijlage IV – Energievraag woningtypes

Type 1				
Oxfordlaan (ca. 140 m2)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314EB	28	(0,53) GJ warmte per m2 = 16 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	36,6	21500*	€ 75,00
WC 02	EMG	0,53	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	42,9	€ 18.900,00	€ 174,00
WC 04		nvt		
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			150,0	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

Ja

Type 2				
Willem Dreeslaan (ca. 220 m2)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314GC	10	(0,46) GJ warmte per m2 = 13,8 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	31,4	27100*	€ 75,00
WC 02	EMG	0,46	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	36,8	24500	€ 174,00
WC 04		nvt		
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			128,8	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

nee

Type 3				
Catslaan (ca. 159 m2)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314GJ		(0,43) GJ warmte per m2 = 13 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	29,7	21500*	€ 75,00
WC 02	EMG	0,43	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	34,7	18900	€ 174,00
WC 04		nvt		
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			121,6	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

nee

Type 4				
Aaltersepein (ca. 163)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314ER	6	(0,49) GJ warmte per m2 = 14,6 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	33,2	21500*	€ 75,00
WC 02	EMG	0,49	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	38,9	18900	€ 174,00
WC 04		nvt		
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			136,0	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

Ja

Type 5				
Gebreandrylaan (ca. 170 m2)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314EM	13	(0,50) GJ warmte per m2 = 15 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	34,1	21500*	€ 75,00
WC 02	EMG	0,5	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	40,0	€ 18.900,00	€ 174,00
WC 04		nvt		
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			140,0	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

Ja

Type 6&7				
Troelstraplein (ca. 81 m2)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314EK	8	(0,57) GJ warmte per m2 = 17,1 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	39,0	18200*	€ 75,00
WC 02	EMG	0,57	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	45,7	15600	€ 174,00
WC 04		nvt		
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			160,0	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

Ja

Type 8				
laan der verenigde naties (ca. 110 m2)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314GG	34	(0,42) GJ warmte per m2 = 12,6 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	28,7	20600*	€ 75,00
WC 02	EMG	0,42	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	33,6	15600	€ 174,00
WC 04		0,42	BAK 2 (?) ACM	
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			117,6	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

Ja

Type 9&10				
Aletta Jacobstaen 66 (166,2 m2)				
Postcode	Huisnr.	Indicatie Verbruik kWh/m ² *jr	Investerings kosten (€)	Onderhoudskosten kosten (€) per jaar
2314GA	66	(0,54) GJ warmte per m2 = 16,3 m3 / gas per m2	bestaande HRL07	
Basis				
WC 01	COP 4,1	37,1	18200	€ 75,00
WC 02	EMG	0,54	BAK 1 / 100% ACM	€ -
WC 03	COP 3,5	43,4	15600	€ 174,00
WC 04		0,54	BAK 2 (?) ACM	
gemiddelde (kWh/m ² *jr) (BENG2)			152,0	

Woning geschikt voor MT

Ja

Woning geschikt voor LT

Nee

BASIS HRL07 ketel, incl. ruimte, warmtapwater excl. verlichting en bewonerbundel / gebruik

gemiddelde (kWh/m²*jr) (BENG2) = excl. verlichting en bewonerbundel / gebruik

BAK 1 Na verwachting ca. € 8.500-€ 9.500 eur aansluitkostenkosten excl. afrekening per GJ warmte = 43,79 EUR, excl. vastenkosten

BAK 2 Na verwachting ca. € 12.500 eur aansluitkostenkosten per app. excl. afrekening per GJ warmte door VVE = 43,79 EUR, excl. vastenkosten

* Naast de individuele warmtepomp zal er een BAK zijn voor het primaire Bronnet (geen afrekening GJ), kosten BAK 2, geen aanpassing aan ventilatie en afgiftesysteem in de woning !

De drie te beoordelen warmteconcepten zijn:

WC01 1. LT collectief/bronnnet: Individuele warmtepomp (brine) in de woning als opwaardeerinstallatie.

WC02 2. MT collectief: Collectieve warmtepomp in de buurt als opwaardeerinstallatie, afleverset in de woning

WC03 3. Individuele warmtepomp (lucht water) Een warmtepomp in elke woning, geen aanpassing aan ventilatie en afgiftesysteem in de woning

WC 04 Extra warmteconcept bij appartementen (semi collectief , centrale WP (brine) per gebouw aangesloten op bronnnet, in woning afleverset

Bron MT en LT: Zowel het bronnnet als het MT-net maken gebruik van het oppervlaktewater van het Rijn-Schiekanaal als warmtebron (bron: rapport Syntraal).

