

# LUCHTDICHTHEIDSMETINGEN MET EEN KLEIN LEKDEBIET

Auteur: Valérie Leprince (PLEIAQ) voor BCCA vzw

Augustus 2018

Gebouwen worden luchtdichter, wat betekent dat er steeds vaker testen uitgevoerd moeten worden met een zeer klein debiet, vergeleken met het volume van het gebouw. Luchtdichtheidsmeters worden soms geconfronteerd met moeilijkheden om testen te doen op zulke luchtdichte gebouwen. Deze moeilijkheden kunnen te wijten zijn aan twee oorzaken:

- Druk en/of debiet zijn moeilijk te stabiliseren
- De meetapparatuur kan geen voldoende laag debiet bereiken om een test conform de STS-P 71-3 uit te voeren (bijvoorbeeld wanneer kleine winkels of studentenkamers worden getest).

Dit document geeft uitleg bij deze moeilijkheden, geeft een aantal praktische adviezen om een test met zeer klein lekdebiet te realiseren en geeft de limieten van het lekdebiet van de meest gangbare meetapparatuur.

## 1 WAT IS HET PROBLEEM WANNEER EEN ZEER LUCHTDICHT GEBOUW GETEST WORDT?

### 1.1 DRUK EN DEBIET ZIJN MOEILIK TE STABILISEREN

Wanneer een gebouw tegelijkertijd zeer luchtdicht en zeer groot is, is het debiet om het gebouw op een constante druk te houden zeer klein ten opzichte van het volume van het gebouw. De hoeveelheid lucht (in m<sup>3</sup>) om het drukverschil van 50Pa te bereiken is echter proportioneel aan het volume (door de samendrukbaarheid van lucht). Op die manier is een groot luchtvolume vereist om het drukverschil te bereiken, maar dit wordt geleverd door een klein debiet. Een drukverschil van 50Pa bereiken kan dus enige tijd vragen. Men kan het vergelijken met proberen een autoband op te pompen met een fietspomp.

Daarnaast kan het nodig zijn om de parameters van de ventilatorsturing aan te passen aan de specifieke voorwaarden van een zeer luchtdicht gebouw (waar meer tijd nodig is om een stabiele druk te bereiken).

Bijvoorbeeld waren er in een zeer groot (200 000 m<sup>3</sup>) en luchtdicht gebouw 5 minuten nodig om een stabiel drukverschil van 50Pa te bekomen (er is 100 m<sup>3</sup> of 120 kg lucht nodig). In een zeer luchtdicht gebouw kan men ook merken dat het ettelijke minuten duurt vooraleer de druk weer zijn initieel niveau bereikt eens de test beëindigd is.

### 1.2 HET APPARAAT KAN GEEN VOLDOENDE LAAG DEBIET BEREIKEN OM DE TEST CONFORM DE STS-P 71-3 UIT TE VOEREN

In bepaalde gevallen valt het vereiste debiet om de laagste drukpunten te realiseren buiten het meetbereik van het apparaat. Dit probleem kan zich voordoen wanneer een zeer klein volume dat bovendien zeer luchtdicht is

moet opgemeten worden. Voorbeelden hiervan zijn een kleine winkel onafhankelijk van de rest van het gebouw of een studentenkamer.

In dat geval zal het meetapparaat niet in staat zijn om de meting bij laag drukverschil op te meten, of zal het wel mogelijk zijn maar met een grote meetonzekerheid. De informatie in §3 van dit document laat toe om te verifiëren of het meettoestel compatibel is met het te testen gebouw.

## 2 PRAKTISCHE ADVIEZEN OM EEN TEST UIT TE VOEREN

Om een luchtdichtheidstest op een gebouw dat zeer luchtdicht is, vergeleken met zijn volume, te vergemakkelijken, kunnen volgende aanbevelingen in acht worden genomen:

- Gebruik niet de automatische sturing van de ventilator
- Hou de temperatuur binnen in het gebouw tijdens de test zo constant mogelijk, aangezien opwarming of afkoeling de lucht doen uitzetten of krimpen, en op die manier de druk in het gebouw doen veranderen.
- Stuur eerder het debiet van de ventilator dan de druk in het gebouw.

Bovendien kunnen andere externe parameters zoals de wind of bewegingen van bewoners uit naburige appartementen (bij een test in een appartementsgebouw) de stabilisatie van druk en debiet compliceren. Dus bij voorkeur worden deze testen uitgevoerd bij windstilte en wordt gevraagd aan de bewoners om ramen en deuren die uitgeven op gemeenschappelijke delen niet te openen tijdens de test.

### 2.1 DE SEMI-AUTOMATISCHE STURING VAN DE VENTILATOR GEBRUIKEN

Wanneer een test wordt uitgevoerd op een zeer luchtdicht gebouw, wordt bij voorkeur niet de automatische sturing van de ventilator gebruikt, maar een programma dat de evolutie van de druk toont. Dat laat toe om te bepalen wanneer de druk stabiel is en de registratie voor het meetpunt kan beginnen.

De registratietijd per meetpunt voor elk drukverschil kan ook best verhoogd worden tot 60 of zelfs 120 seconden.

---

#### 2.1.1 MET MINNEAPOLIS BLOWERDOOR

Wanneer TECLOG wordt gebruikt is het mogelijk om de evolutie van de druk in het gebouw te volgen en is het dus mogelijk om de registratie van de meting te beginnen wanneer een plateau is bereikt.

Wanneer TECTITE Express wordt gebruikt, is het aan te raden om 500 à 1000 meetpunten per drukniveau te gebruiken. De test zal een beetje meer tijd vragen, maar de bijkomende punten zijn nuttig om de precisie van de meting te verbeteren. Als het meer dan 120s duurt om de druk te stabiliseren in de kamer, is het mogelijk om de semi-automatische mode te gebruiken; hoe dit type van test te realiseren met TECTITE Express wordt uitgelegd in de bijlage van dit document.

---

#### 2.1.2 MET RETROTEC

De automatische mode in de FanTestic software zal proberen om de doeldruk te bereiken in maximum 240 seconden. Eens deze limiet is bereikt, wordt de gebruiker verwittigd en kan deze ervoor kiezen om de test verder te zetten (zonder dat de ventilator stopt).

Om de kans te verhogen dat de automatische mode werkt, kan het aantal punten waarover uitgemiddeld wordt wanneer FanTestic bepaalt dat de doeldruk in de kamer werd bereikt, verhoogd worden (onder "Pressure target arrival criteria"). Zie ook de bijlage bij dit document.

In het geval dat de automatische mode telkens de limiettijd overschrijdt of niet in staat is om de druk te stabiliseren op de doeldruk, kan de gebruiker overgaan op de semi-automatische mode op eender welk moment tijdens de test.

Gebruik de mogelijkheid « Set Pressure » vooraleer een automatische test uit te voeren op de DM32 en doe een test op 50Pa. Als de DM32 moeilijkheden heeft om de druk te stabiliseren, zal het nodig zijn om een semi-automatische test uit te voeren en de ventilatorsnelheid direct aan te sturen.

## 2.2 HOU DE TEMPERATUUR IN HET GEBOUW CONSTANT

Temperatuurschommelingen brengen drukvariaties teweeg, dus verwarming of koeling van de lucht binnenin het gebouw induceren drukvariaties in het gebouw. Als de temperatuurregeling van het gebouw voldoende snel reageert om de temperatuur constant te houden tijdens de test, kan ze in werking blijven. In het andere geval is het beter verwarmings- en koelingssystemen uit te schakelen en indien mogelijk het gebouw op de buitentemperatuur te houden tijdens de test. Grote temperatuursverschillen tussen binnen en buiten zijn best te vermijden.

## 2.3 STUUR EERDER HET DEBIET VAN DE VENTILATOR DAN DE DRUK IN HET GEBOUW

Als de test manueel wordt uitgevoerd dan kan de volgende procedure gebruikt worden :

- Het debiet manueel verhogen
- Een constant debiet aanhouden tot de druk constant is
- Het debiet aanpassen en wachten tot de druk constant is (herhaal deze stap totdat het vereiste drukniveau bereikt wordt).

Wanneer het debiet constant en de druk stabiel zijn, kan de registratie voor het meetpunt beginnen.

### 2.3.1 MET MINNEAPOLIS BLOWERDOOR

In TECTITE Express is het mogelijk om de semi-auto mode (zie bijlage) te gebruiken om een test op deze manier uit te voeren. De gebruiker kan de ventilator rechtstreeks sturen door aan de knop van de snelheidsregelaar te draaien. Wanneer druk en debiet constant zijn, klikt de gebruiker op 'Start sampling'. In dat geval is het best om voorafgaand aan de test het aantal meetpunten per drukkpunt te verhogen tot 500 à 1000.

Deze procedure is eenvoudiger en gemakkelijker te begrijpen met TECLOG, dat in een grafiek de evolutie van de druk weergeeft. De luchtdichtheidsmeter kan de druk volgen en het optimale moment voor de registratie kiezen.

### 2.3.2 MET RETROTEC

In FanTestic is de semi-auto mode (zie bijlage) bedoeld om via de software de snelheid van de ventilator te regelen en de meetdata te registreren wanneer de gebruiker bepaalt dat druk en debiet stabiel zijn. De gebruiker kan druk en debiet in het gebouw zien met FanTestic tot op het punt dat de doeldruk bereikt wordt en dan klikken op « Capture data ». Elk drukkpunt kan op deze manier gemeten worden.

In het geval dat de automatische mode telkens de tijdslimiet overschrijdt of dat het niet mogelijk is om de druk te stabiliseren kan de gebruiker op elk moment tijdens de test overschakelen naar de semi-auto mode. Het is ook mogelijk om drukpunten toe te voegen aan een bestaande test of bepaalde punten te hermeten met de semi-auto mode.

### 3 LIJST VAN MATERIAAL, MEETBAAR DEBIET EN BEPROEFBAAR VOLUME/LUCHTDICHTHEID

#### 3.1 HOE CONTROLEREN OF DE TEST KAN UITGEVOERD WORDEN MET HET BESCHIKBARE MATERIAAL

De volgende berekening laat toe om de minimum  $v_{50}$ -waarde ( $v_{50,min}$ , in  $\text{m}^3/\text{h}$  per  $\text{m}^2$  verliesoppervlakte) die meetbaar is, te schatten in functie van de op te meten zone en het beschikbaar materiaal.

Vereiste gegevens:

- $S$ : verliesoppervlakte in  $\text{m}^2$  van de op te meten zone (oppervlakte gebruikt in de berekening van de  $v_{50}$ )
- $n$ : stromingsexponent van het luchtdebiet, de gemiddelde waarde is  $2/3$  maar in zeer luchtdichte gebouwen kan deze bijna 1 zijn, rekenen met een waarde  $n=1$  laat toe om een « veilige » waarde te berekenen.
- $Q_{min}$ : minimumdebiet in  $\text{m}^3/\text{h}$  dat het toestel kan bereiken (zie Tabel 1)
- $\Delta P_{min}$ : minimum te behalen drukverschil volgens STS-P 71-3, zonder wind of temperatuursverschillen  $\Delta P_{min}=10 \text{ Pa}$

$$v_{50,min} = \left( \frac{50}{\Delta P_{min}} \right)^n \frac{Q_{min}}{S}$$

Bijvoorbeeld met een Model 4 van Minneapolis BlowerDoor ( $Q_{min}=19 \text{ m}^3/\text{h}$ ), zal de test in een appartement met een verliesoppervlakte van  $100\text{m}^2$ , misschien niet conform STS-P 71-3 kunnen uitgevoerd worden als het appartement een luchtdichtheid heeft beter dan  $v_{50}=0.95$  (het drukpunt lager dan  $10\text{Pa}$  zal misschien niet kunnen gehaald worden).

Voor zeer luchtdichte gebouwen kunnen de lekken in en rond het pressurisatiemateriaal zelf belangrijk worden, dus een bijkomende zorgvuldige afdichting kan noodzakelijk zijn.

#### 3.2 KLEINST HAALBARE DEBIETEN MET GANGBARE MEETAPPARATUUR

De tabel hieronder vermeldt de kleinst haalbare debieten met de gangbare meetapparatuur op de markt.

Tabel 1: kleinst haalbare debieten van meetapparatuur

Mineapolis Blowerdoor	Model 4	19 $\text{m}^3/\text{h}$
	Minifan (Duct Blaster B)	5 $\text{m}^3/\text{h}$
	Micro Leakage meter	0.17 $\text{m}^3/\text{h}$
Retrotec	Model 5000 series	15.5 $\text{m}^3/\text{h}$
	Model 300 series	9.1 $\text{m}^3/\text{h}$

## 4 WAARSCHUWING EN COPYRIGHT

Dit document wordt verdeeld zonder enige garantie, expliciet noch impliciet. De lezer is de enige verantwoordelijke voor de interpretatie en het gebruik ervan. In geen enkel geval kan BCCA vzw verantwoordelijk gehouden worden voor schade voortvloeiend uit het gebruik van dit document. De gebruiker is de enige verantwoordelijke voor het gebruik van dit document.

Er worden producten van slechts 2 merken vernoemd in dit document, dit houdt geenszins een beoordeling van de waarde of kwaliteit van deze producten en merken in.

Retrotec en Minneapolis Blowerdoor werden betrokken bij de redactie van dit document.

© BCCA vzw - Aarlenstraat 53, 1040 Brussel

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotocopie, microfilm, elektronisch of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

## 5 BIJLAGE

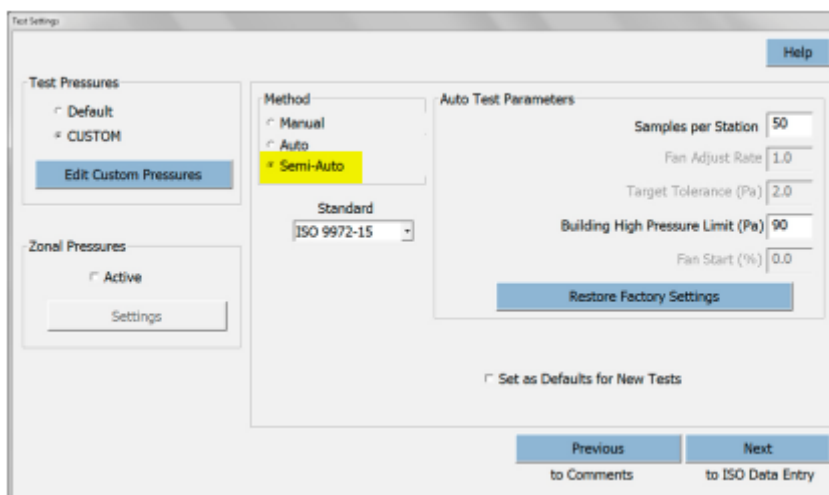
### 5.1 HOE EEN TEST UITVOEREN IN EEN ZEER LUCHTDICHT GEBOUW MET TECTITE EXPRESS

#### 5.1.1 MET VERSIE 4.1 EN 5.1

Sinds de versie 4.1 beschikt de TECTITE Express software over een mode "semi-auto" om testen op een semi-automatische manier uit te voeren. De semi-automatische test wordt gebruikt om gebouwen en woningen te meten als de automatische test niet mogelijk is omwille van:

- Een zeer goede luchtdichtheid
- Instabiele windcondities
- Drukveranderingen in gebouwdelen grenzend aan de op te meten zone

Of een combinatie van deze punten.



Het verschil tussen een automatische en een semi-automatische test is:

- tijdens een automatische test wordt de snelheid van de ventilator gestuurd door de software (de snelheid wordt verhoogd of verlaagd)
- en tijdens een semi-automatische test wordt de ventilatorsnelheid gestuurd door de luchtdichtheidsmeter.

#### 5.1.1.1 BEGIN BIJ HET AANPASSEN VAN DE PARAMETERS VAN DE AUTOMATISCHE TEST

Tijdens een volledig automatische test is de software verantwoordelijk voor het aanpassen van de ventilatorsnelheid om de gewenste druk in het gebouw te bereiken. Tijdens een automatische test zal de software automatisch naar het volgende drukpunt springen van zodra het vorige punt werd gemeten. Dan gebeurt de aanpassing automatisch om het volgende drukpunt te zoeken. Als de drukvariaties te groot zijn en het niet mogelijk is om een constante druk te bereiken binnen de 120 seconden, stopt de software de ventilator met de melding « Excessive building fluctuation ». De gebruiker heeft dan de mogelijkheid om de parameters van de automatische mode bij te stellen.

Een van de parameters is de « fan adjust rate ». Deze parameter bepaalt hoe snel de snelheid van de ventilator wordt aangepast om de doeldruk te bereiken. In het merendeel van de gevallen zal de waarde van 1.0 een goed resultaat opleveren. In een aantal gevallen zal het misschien nodig zijn om deze parameter te verlagen om te vermijden dat de ventilator te snel reageert. In een zeer luchtdicht gebouw kan deze parameter verlaagd worden tot 0.2 om de ventilator voldoende traag te laten reageren om de test uit te voeren. Dit impliceert dat de test langer zal duren.

Als het met deze aanpassing niet mogelijk is om een stabiele druk te krijgen, zal de luchtdichtheidsmeter moeten overschakelen naar de semi-automatische mode.

#### 5.1.1.2 OVERSCHAKELEN NAAR DE SEMI-AUTOMATISCHE MODE

Het voordeel van de semi-automatische mode is dat de gebruiker onbeperkte tijd heeft om de ventilator aan te passen en dat de meter kan beslissen op welk moment de registratie van de meetpunten begint.

Meer informatie over de semi-automatische mode is beschikbaar in de gebruikershandleiding van Blowerdoor (<https://www.blowerdoor.com/en/services/downloads/reference-guides/>)

## 5.2 RETROTEC GEBRUIKEN OM ZEER LUCHTDICHTE GEBOUWEN TE TESTEN

Retrotec FanTestic heeft altijd al een semi-automatische mode gehad om de gebruiker toe te laten de controle over de ventilator over te nemen en toch de punten automatisch te registreren. In de gevallen waar de automatische mode de druk niet kan constant houden, of de tijdslimiet overschrijdt is het aangeraden om over te schakelen naar semi-automatische mode. Het is mogelijk om over te schakelen naar semi-automatische mode op eender welk moment tijdens de test en ook meetpunten toe te voegen aan een bestaande test (voor zover dezelfde combinatie(s) manometer/ventilator wordt gebruikt). Als u midden in een automatische test bent, kan u klikken op « Stop test » en vervolgens op « Begin Semi-Auto ».

Vooraleer een test te starten, beveelt Retrotec aan om een verificatie uit te voeren op het gebouw met de ventilator en enkel de manometer te gebruiken – klik op « Set speed » en stel 50% in om te kijken hoe het gebouw reageert, stel vervolgens een andere snelheid in om het gebouw te karakteriseren vooraleer de automatische test te starten.

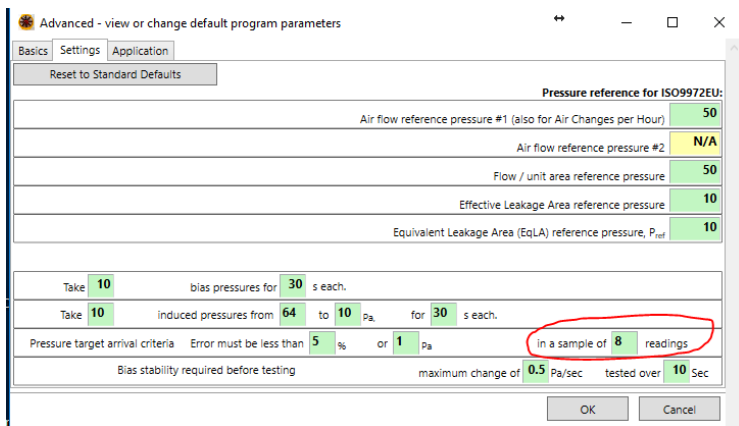
Stop de ventilator, selecteer « Set pressure » op de manometer en probeer 50Pa (of het maximum nodig voor de betreffende test). Op deze manier kan u bepalen of het meetbereik correct is (als u een waarschuwing krijgt dat de druk van de ventilator te laag is, verander dan naar een configuratie die een hogere druk geeft, als u

100% van de ventilatorsnelheid bereikt, verander dan naar een configuratie die een lagere druk geeft). U kan ook de minimum druk testen en op die manier zien of een aanpassing van de configuratie nodig is. Op die manier kan u de ventilator in de optimale setup gaan gebruiken.

Als de manometer zelf al problemen heeft om in deze fase de druk te stabiliseren dan weet u direct dat een meting in semi-automatische mode nodig zal zijn en dat u de ventilatorsnelheid zelf zal moeten sturen.

### 5.2.1 PROBEER DE AUTOMATISCHE MODE

Om de kans te verhogen dat de automatische mode functioneert, verhoog het aantal punten waarover het gemiddelde berekend wordt om te bepalen of de druk gehaald wordt (in het gedeelte « Pressure target arrival criteria »). Open Settings -> Advanced Options -> Settings Tab. Zet deze parameter op 30 à 50, maar vergeet niet dit terug te zetten voor volgende testen om tijd te winnen. Nadat u deze parameter heeft aangepast moet u de test wel opnieuw uitvoeren om deze instellingen te laten gelden.

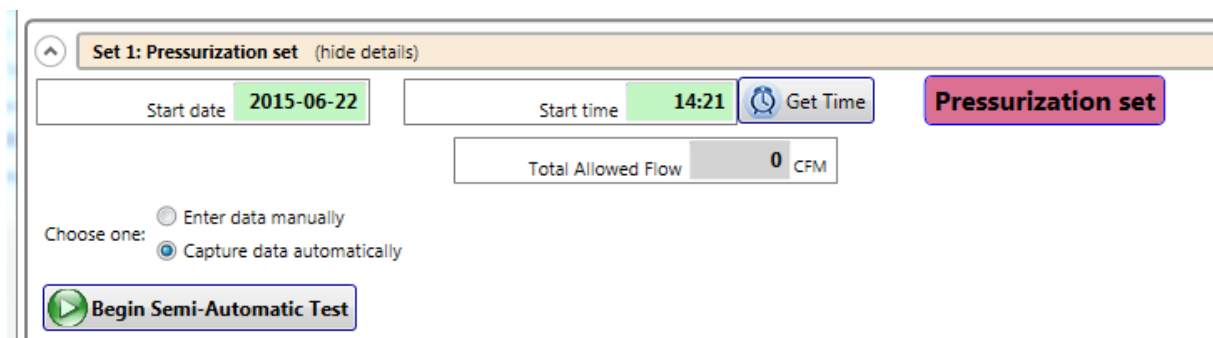


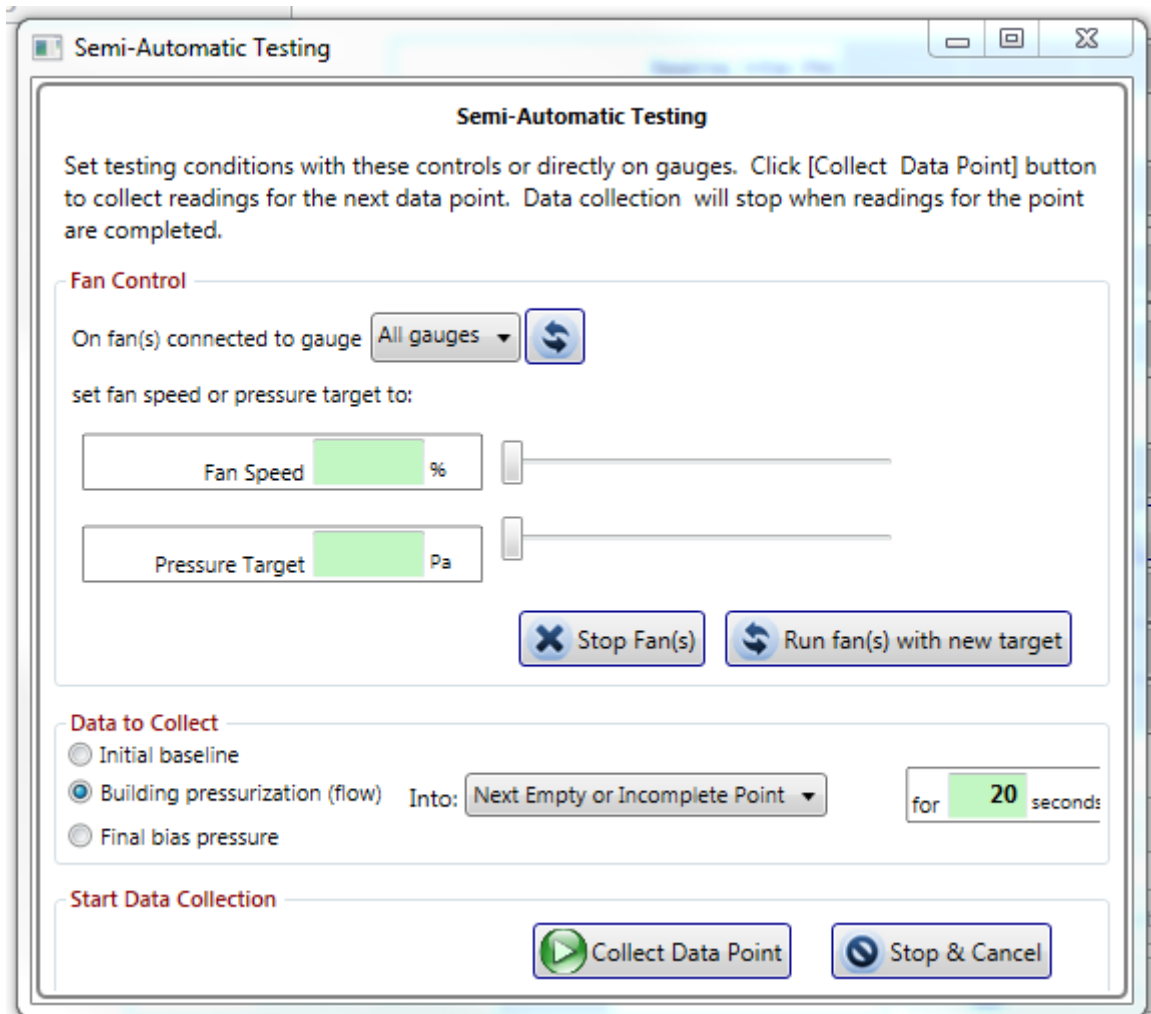
U kan op eender welk moment tijdens de automatische test overschakelen naar de semi-automatische mode. U kan punten toevoegen aan een bestaande test (voor zover u dezelfde combinatie(s) manometer/ventilator gebruikt). Als u midden in een automatische test bent, klik dan op « Stop test » en selecteer dan « Begin Semi-Auto ».

### 5.2.2 DE SEMI-AUTOMATISCHE MODE GEBRUIKEN

Als de manometer zelf problemen heeft om zich te stabiliseren gedurende de voorbereidende meting, weet u dat de semi-automatische mode nodig zal zijn en dat u de snelheid van de ventilator zelf direct zal moeten aansturen.

Gebruik de knop « Begin Semi-Auto » om het "semi-auto"-scherm te openen:





Kies welke manometer u wil aansturen (of alle tegelijkertijd) en kies een waarde voor de snelheid van de ventilator. Klik op « Run fan(s) with new target ». Wanneer de druk in de kamer en het debiet stabiel zijn, klik dan op « Collect Data Point ». U kan kiezen welk interval u bewaart en de duur van de meting voor elk interval.

De bewaarde gegevens verschijnen op het hoofdscherm zoals bij een automatische test.

Meer informatie over het gebruik van de semi-automatische mode is beschikbaar in de gebruikershandleiding van FanTestic alsook in een hulp bij de menus van de software met de volgende link:

<https://retrotec.com/manuals-guides>