

# Onderzoek naar opstellingen met overdrukventilatoren

## 1 Doelstelling thesis

In het kader van de opleiding Postgraduate Studies in Fire Safety Engineering aan Universiteit Gent heeft Karel Lambert van de Brandweer van Brussel een thesis geschreven over verschillende mogelijke opstellingen met overdrukventilatoren of PPV's. Hij werd hierin begeleid door professor Bart Merci.

Het is de bedoeling om te onderzoeken hoe een ventilator dient geplaatst te worden om een optimaal rendement te behalen. Naast opstellingen met één PPV worden ook verschillende opstellingen met meerdere PPV's bestudeerd. De resultaten kunnen dan gebruikt worden om de brandweer advies te geven i.v.m. het opstellen van ventilatoren op brandinterventies. De thesis gaat enkel over het opstellen van de ventilatoren. Andere, cruciale, onderdelen van ventileren zoals het maken van een uitstroomopening en de ideale grootte ervan werden niet onderzocht.

Er wordt gekozen om enkel "koude" experimenten te doen. Het uitvoeren van experimenten met een brand was niet haalbaar. Er wordt aangenomen dat de beste opstelling voor een koude test ook het best zal presteren bij een warme test.

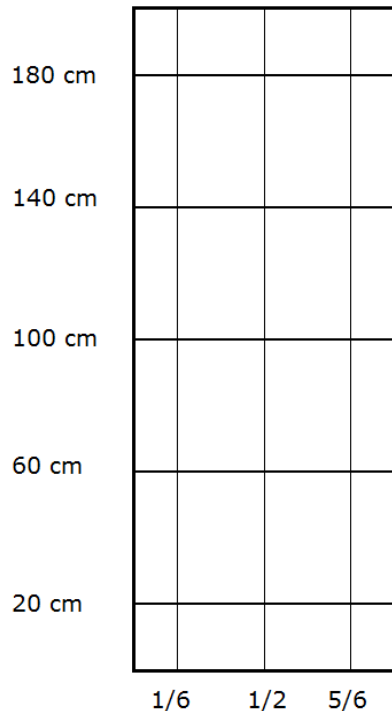
## 2 Werkwijze

Op verschillende opstellingen met elkaar te vergelijken wordt de luchtstroom gemeten die door de ventilatoren gegenereerd wordt. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van een windmeter van het type EA-3010 van Lacrosse Technology. Het meetbereik van dit draagbare toestel ligt tussen 0,2 en 30 m/s. De waarden worden weergegeven met een resolutie van 0,1 m/s. De meetnauwkeurigheid bedraagt 5% van de gemeten waarde.

Een belangrijke keuze is de plaats waar de luchtsnelheid zal worden gemeten. Er kan gekozen worden om het debiet aan lucht dat in een appartement stroomt te evalueren. Een andere mogelijkheid is het debiet aan lucht dat uit het appartement stroomt te evalueren.

Er wordt gekozen om het instromende debiet te bepalen. Dit kan door metingen te doen ter hoogte van de deur die de traphal verbindt met de verdieping. Door deze keuze te maken, is de vorm van de opening vrijwel constant. Deuropening in appartementsgebouwen hebben meestal een oppervlakte van ongeveer twee m<sup>2</sup>. Indien gekozen zou worden voor raamopeningen, dan is daar een grotere variatie. Door te kiezen voor de constante oppervlakte van een deuropening, kunnen de meetresultaten van de verschillende verdiepingen met elkaar vergeleken worden.

De windsnelheden worden telkens gemeten ter hoogte van een deuropening. Hiertoe wordt de breedte van de deuropening in drie gedeeld. De hoogte wordt in vijf gedeeld. Op deze manier wordt de deuropening verdeeld in 15 delen (zie Figuur 2.1). Op elk van deze meetpunten wordt gemeten. Op die manier worden 15 meetwaarden bekomen voor de luchtsnelheid doorheen een deuropening. Vervolgens wordt het gemiddelde genomen van deze 15 meetwaarden. Per deuropening wordt dus één waarde bekomen die het resultaat is van 15 metingen.



**Figuur 2.1** Deuropening verdeeld in 15 delen. Elk kruispunt van lijnen is een meetpunt.



**Figuur 2.2** Uitvoeren van metingen. Er zal zeker een invloed zijn van de waarnemer op de meetresultaten. (Foto: Luc Thys)

De nauwkeurigheid van deze meetresultaten wordt beperkt door de gebruikte methode. De persoon die de windmeter op zijn plaats houdt en de plooiometer die gebruikt wordt om de hoogte te bepalen (zie Figuur 2.2), zullen zeker een invloed hebben op het meetresultaat. Het doel van de experimenten is het geven van advies aan de brandweer. Bij de brandweer is het niet mogelijk om ventilatoren erg nauwkeurig te plaatsen. Daarom is het niet zo erg dat er een zekere meetfout op de resultaten zit.

Een tweede factor die mogelijk nog een grotere invloed heeft, is de wind. Als er een wind waait naar een uitstroomopening toe, zal het drukverschil dat heerst tussen binnen en buiten kleiner worden, helemaal wegvallen of zelfs omgekeerd worden. Het rendement dat gehaald wordt, zal hierdoor beperkt worden. Omwille van de invloed van de wind is het niet mogelijk om de absolute waarden van meetresultaten van verschillende dagen met elkaar te vergelijken. Het is wel mogelijk om trends in de resultaten met elkaar te vergelijken.

### 3 Gebruikte gebouwen

Er worden experimenten uitgevoerd in verschillende gebouwen. Er worden verschillende experimenten uitgevoerd in een laag gebouw (gelijkvloers + 3 verdiepingen) te Oostkamp. Daarnaast vinden verschillende reeksen experimenten plaats in twee middelhoge gebouwen: de oefentoren van BW Brussel (gelijkvloers + zes verdiepingen) en het oefengebouw van campus Vesta (gelijkvloers + vijf verdiepingen). Campus Vesta is het provinciaal opleidingscentrum voor brandweer, dringende geneeskundige hulpverlening en politie van de provincie Antwerpen. Brandweer Brussel en Campus

Vesta waren zo vriendelijk om hun gebouwen ter beschikking te stellen voor de experimenten.



**Figuur 3.1** Het oefengebouw op campus Vesta (Foto: Bart Noyens)

Experimenten in een hoogbouw in Ganshoren mislukken door de CO-productie van de ventilatoren. Het CO gehalte loopt hoger op dan aanvaardbaar is in het bewoonde gebouw.

De focus ligt op lage en middelhoge gebouwen. Dit zijn de gebouwen waar er "winst" te behalen valt. Ventilatie m.b.v. een opstelling op de begane grond wordt immers onmogelijk vanaf een zekere hoogte (bv. de vijfde verdieping). Dit komt doordat de luchtstroom tot stilstand komt ten gevolge van wrijvingsverliezen tussen de luchtstroom en de

wanden. Het is de bedoeling van dit werk om door een betere opstelling te kunnen ventileren op hogere verdiepingen. Op die manier kunnen enkele verdiepingen toegevoegd worden aan "het bereik" van de opstelling op het gelijkvloers.

## 4 Experimenten

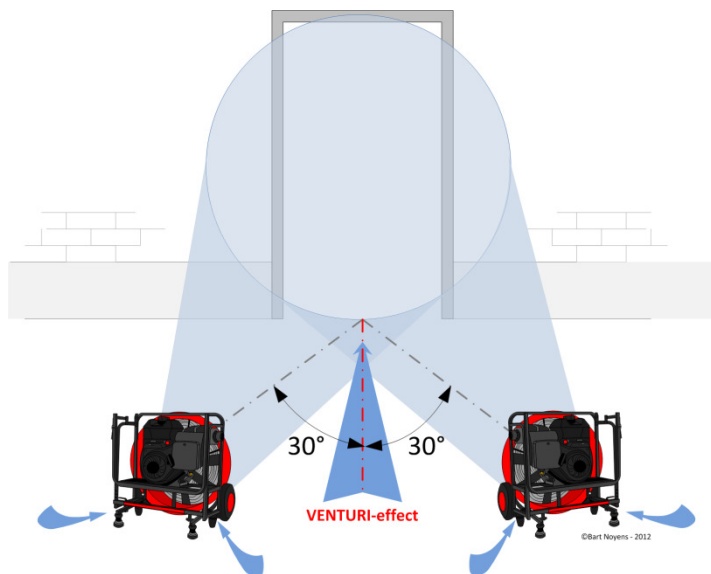
### 4.1 Opstelling van één ventilator

De huidige vuistregel bij de brandweer bepaalt dat een ventilator moet geplaatst worden op een manier die ervoor zorgt dat de luchtkegel de deuropening helemaal afsluit. Hiertoe dient de ventilator even ver van de deur te worden geplaatst als de deur hoog is. De ventilator dient eveneens gekanteld te worden. De meeste deuren zijn ongeveer twee meter hoog. In die gevallen dient de gekantelde ventilator op een afstand van twee meter van de deur geplaatst te worden.

Er worden heel wat testen uitgevoerd in het oefengebouw in Brussel en op campus Vesta om te bepalen wat de optimale positie voor het plaatsen van één ventilator is. Belangrijke zaken die getest worden, zijn de invloed van de afstand tot de deur, de invloed van de kantelhoek van de ventilator en het verlies aan rendement naarmate het lokaal dat men wil ventileren op een hogere verdieping ligt.

### 4.2 Opstelling met meerdere ventilatoren

Er zijn verschillende oplossingen mogelijk om meerdere ventilatoren in te zetten. De meest gekende opstellingen in België zijn de opstellingen in serie (2 ventilatoren achter elkaar) en in parallel (2 ventilatoren naast elkaar). In Angelsaksische literatuur wordt echter ook de opstelling in een V-patroon beschreven. Deze opstelling is weinig tot niet gekend in België.



**Figuur 4.1** Opstelling van twee ventilatoren in een V-patroon (Tekening: Bart Noyens)

Beide ventilatoren bevinden zich op dezelfde afstand van de deuropening. Er kan ook gekozen worden om de ventilatoren te kantelen. De rendementen van deze opstelling worden vergeleken met het rendement van één enkele ventilator en met het rendement van een opstelling in serie of in parallel.

Als laatste worden er ook experimentele opstellingen getest waarbij drie ventilatoren worden ingezet. Er is een opstelling gemaakt waarbij een derde ventilator wordt toegevoegd aan de opstelling in V-patroon. Een tweede experimentele opstelling bestaat eruit dat een opstelling in V-patroon wordt gemaakt aan de inkomdeur van het gebouw terwijl er onderaan de trap een derde ventilator wordt opgesteld. Op die manier bekomt men een opstelling "in aanjaagverband".

## 5 Resultaten

### 5.1 Opstelling van één ventilator

#### 5.1.1 Afstand tot de deuropening

Uit de experimenten blijkt dat een ventilator een grote luchtstroom genereert naarmate de ventilator dicht bij de deuropening staat. Een afstand van twee meter van de deur is dus niet de meest optimale positie. Hoe dicht de ventilator bij de deur staat, hoe sterker de luchtstroom. Op een bepaald moment staat de ventilator echter zo dicht dat de deuropening onbruikbaar wordt voor de brandweerlui. Op die manier wordt het tactisch niet meer interessant.

De optimale afstand is dus een compromis tussen rendement en tactische beschouwingen. Uit de resultaten van de experimenten wordt een afstand van 1,6 meter van de deur naar voor geschoven.

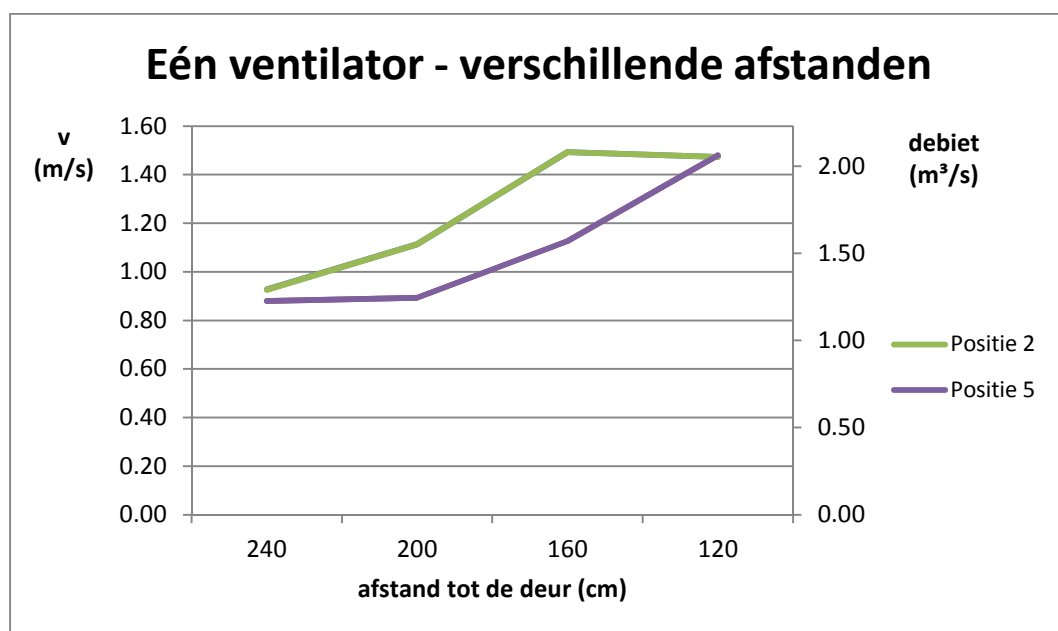
### 5.1.2 Kantelen of niet kantelen?

Het doel van de ventilatie speelt een belangrijke rol. Er dient namelijk een onderscheid gemaakt te worden tussen horizontale ventilatie (brand op het gelijkvloers) en verticale ventilatie (brand op de verdiepingen).

Als een ventilator niet gekanteld wordt, ontstaat er in de deuropening een dubbelzijdige stroming. Aan de onderzijde van de deuropening stroomt de lucht naar binnen terwijl er een luchtstroom naar buiten ontstaat aan de bovenzijde. Bij een brand op de gelijkvloerse verdieping zal er in dat geval rook mee naar buiten stromen door de toegangsdeur. Bij een hevige brand kan deze rook behoorlijk heet zijn en zelfs vlammen bevatten. Het is geen optimale situatie als brandweerlui onder deze uitstromende rook naar binnen moeten.

Bij een gekantelde ventilator ontstaat er een "air seal". De volledige deuropening komt in een overdrukzone te liggen. Er ontstaat dan een inwaartse stroming over de volledige oppervlakte van de deur. De situatie met uitstromende rookgassen wordt dan vermeden.

Het is echter zo dat dit probleem zich niet stelt bij verticale ventilatie. Een niet gekantelde ventilator zal dan weliswaar een dubbele stroming genereren op het gelijkvloers. Er zal echter geen rook van de bovenliggende verdiepingen meegezogen worden in de uitstroom door de toegangsdeur.



**Figuur 5.1** Debieten en lichtsnelheden bij verschillende opstellingen. Telkens wordt de afstand en de hellingshoek gevarieerd. Positie 2 is niet gekanteld terwijl positie 5 maximaal gekanteld is.

Resultaten van testen in de oefentoren van BW Brussel zijn weergegeven op Figuur 5.1. Het is duidelijk te zien dat een ventilator een hoger rendement haalt als hij dichterbij de deuropening geplaatst wordt. De niet gekantelde ventilator (positie 2) haalt een hoger rendement dan de gekantelde ventilator (positie 5). Uit de verwerking van de testresultaten blijkt dat dit hoger rendement wegvalt als de ventilator dichterbij dan 1,2 meter van de deur geplaatst wordt. Vanaf deze afstand zal de gekantelde ventilator een beter rendement opleveren. Op deze afstand staat de ventilator echter in de weg van de brandweerlui die door de deur het gebouw willen betreden of verlaten. Een tweede

praktisch probleem dat zich dan stelt, is dat de ventilator zal verschoven worden door de waterslangen die langs de deur het gebouw ingaan.

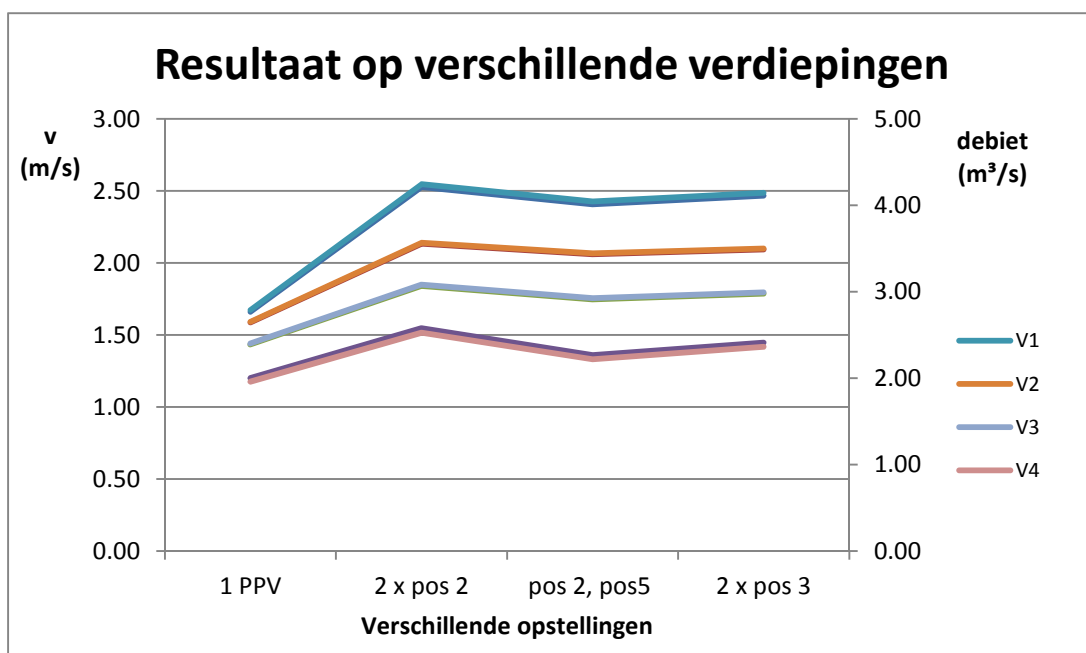
Het antwoord op de vraag of een ventilator dient gekanteld te worden, wordt voor een stuk beïnvloed door het gebouw waarin geventileerd wordt. Dit blijkt uit testen op campus Vesta. De indeling van het gebouw is anders dan de indeling van het gebouw in Brussel. Op campus Vesta bleek dat de gekantelde ventilator een groter debiet genereerde dan de niet gekantelde ventilator. Het verschil tussen de twee opstellingen was echter kleiner dan in de Brusselse testen. Uit overleg met de Zweedse specialist, Prof. Stefan Svensson blijkt dat deze resultaten in de lijn van de verwachtingen liggen. Er is immers altijd een zekere invloed van het gebouw op de efficiëntie van de ventilatie. Een belangrijk verschil tussen de oefentoren in Brussel en het oefengebouw op campus Vesta is de inplanting van het trappenhuis. In Brussel dient de luchtstroom een bocht van 180° te maken vooraleer langs het trappenhuis omhoog te kunnen gaan. Op campus Vesta is het een bocht van 90°.

Er wordt voorgesteld om de ventilator te kantelen voor horizontale ventilatie. Op die manier zorgt een air seal voor een uniforme luchtstroming in de toegangsopening van het gebouw. In het geval van verticale ventilatie wordt voorgesteld om de ventilator niet te kantelen.

## 5.2 Opstelling met meerdere ventilatoren

### 5.2.1 Verschillende opstellingen in een V-patroon

Het is mogelijk om de verschillende parameters van de opstelling in V te veranderen. De ventilatoren kunnen al dan niet gekanteld worden. Daarnaast kan de hoek tussen de as van de ventilator en de as van de deur gevarieerd worden. Bij alle geteste opstellingen bedraagt de afstand tussen de deur en de ventilatoren 1,6 m net zoals bij de optimale opstelling voor één ventilator.



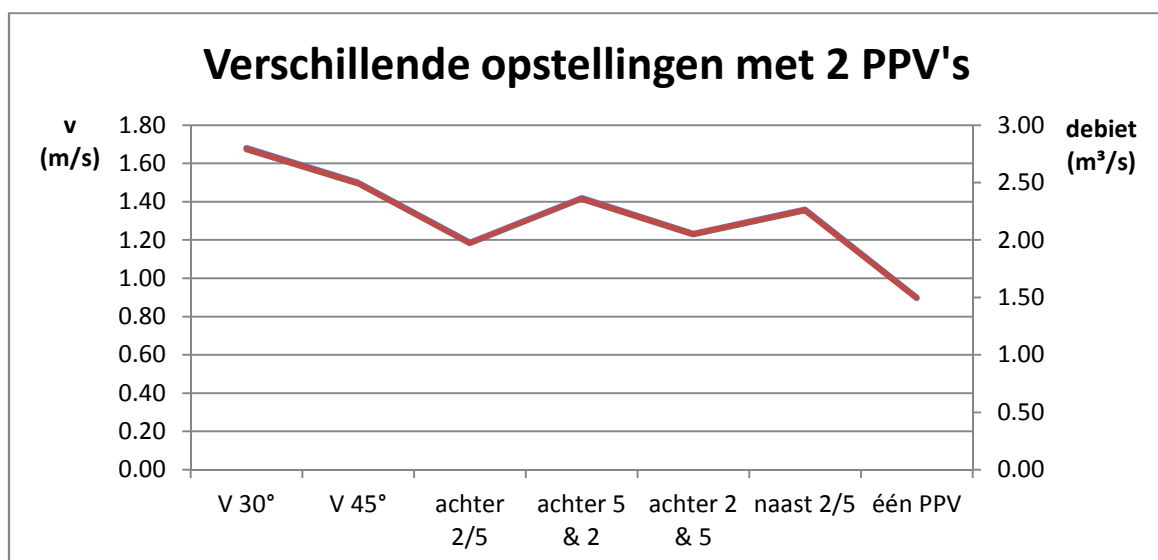
**Figuur 5.2** Verschillende opstellingen in V-patroon

Op Figuur 5.2 zijn de resultaten te zien van verschillende opstellingen in V-patroon die werden getest op campus Vesta. Het is duidelijk dat de opstelling met twee niet gekantelde ventilatoren (positie 2) het beste resultaat oplevert. De opstelling waarbij beide ventilatoren licht gekanteld zijn (positie 3), heeft een rendement dat iets lager ligt. Het rendement van een opstelling in V-patroon waarbij één ventilator niet gekanteld is terwijl de andere wel gekanteld is, levert een nog lager rendement. Er blijft echter steeds een winst ten opzichte van de opstelling met één ventilator. Op de grafiek is ook te zien dat het rendement voor alle opstellingen afneemt naarmate er op een hogere verdieping geventileerd wordt. Bij testen te Oostkamp werden heel erg gelijkaardige resultaten bekomen.

Resultaten van metingen te Brussel wijzen erop dat ventilatie opstellingen erg beïnvloed worden door muren die zijdelings van de ventilatoren staan. De opstelling in V-patroon betekent dan geen meerwaarde omdat de luchtstroom naar de ventilator gehinderd wordt door de zijmuren.

### 5.2.2 Vergelijking tussen verschillende opstellingen met twee ventilatoren

Op Figuur 5.3 worden de resultaten van verschillende opstellingen met twee ventilatoren vergeleken. Alle opstellingen behalen een beter resultaat dan de opstelling met één ventilator. De opstelling die het beste resultaat haalt, is de opstelling waarbij twee ventilatoren in een V-patroon geplaatst worden terwijl ze niet gekanteld zijn en terwijl de hoek tussen de as van de deur en de as van de ventilatoren  $30^\circ$  bedraagt. Een gelijkaardige opstelling met een hoek van  $45^\circ$  levert het tweede beste resultaat. Het derde beste resultaat wordt gehaald door een opstelling in serie waarbij de voorste ventilator wordt gekanteld terwijl de achterste ventilator niet gekanteld is. Een opstelling met twee ventilatoren in parallel haalt een gelijkaardig resultaat. Andere opstellingen in serie leveren een iets minder goed resultaat.



**Figuur 5.3** Opstellingen met twee ventilatoren in een V-patroon.

### 5.2.3 Experimentele opstellingen

De experimentele opstellingen leren ons dat het mogelijk is om een nog hoger rendement te behalen dan het rendement van de opstelling in V-patroon. Door een derde ventilator toe te voegen, kan het rendement nog verhoogd worden. Het beste resultaat wordt gehaald door het combineren van een opstelling in V-patroon aan de inkomdeur met een extra ventilator onderaan de trap. Deze opstelling zorgt weliswaar voor enige hinder omdat deze laatste ventilator wat in de weg staat. Door het hoge rendement is deze opstelling een goede basisopstelling voor het toepassen van ventilatie op hoger gelegen verdiepingen.

Aangezien deze experimentele opstellingen slechts in één gebouw getest worden, moeten deze laatste resultaten voorzichtig geïnterpreteerd worden.

## 6 Conclusie

Uit de resultaten van de thesis kan afgeleid worden dat een ventilator beter iets dichter geplaatst wordt dan nu het geval is. Een afstand van anderhalve meter levert een beduidend beter resultaat dan twee meter.

Daarnaast is het mogelijk om met twee ventilatoren een opstelling "in V" te maken. Op figuur 5.2 is te zien hoe de twee ventilatoren op ongeveer anderhalve meter van de deur geplaatst worden. Beide ventilatoren zijn niet gekanteld. De as van de ventilator maakt een hoek van 30° met de as van de deur. Deze opstelling levert betere resultaten dan alle andere opstellingen met twee ventilatoren.

## 7 Bronnen

- [1] *Lambert Karel, Experimentele studie van het gebruik van overdrukventilatie in een traphal bij een brandweerinterventie, Masterproef voor Postgraduate studies in fire safety engineering, Universiteit Gent, 2012*
- [2] *Tempest, [www.big-tempest.de](http://www.big-tempest.de)*
- [3] *Vanassche Firefighting Engineering, [www.vanassche-fire.be](http://www.vanassche-fire.be)*
- [4] *Svensson Stefan, persoonlijke communicatie*
- [5] *Svensson Stefan, Fire Ventilation, 2000*