

## Aandacht voor tochttrisiko

# Natuurlijke toevoer van ventilatielucht in onderwijsruimten

Voor ventilatiesystemen met een natuurlijke toevoer van ventilatielucht vormt het optreden van tocht vaak een aanleiding voor de gebruikers om de ventilatievoorzieningen te sluiten. Een verminderde luchttoevoer is het gevolg, hetgeen kan resulteren in een ontoereikende luchtkwaliteit. In 2012 zijn de wettelijke eisen voor de minimaal vereiste ventilatiehoeveelheid voor onderwijsruimten verhoogd. De hogere ventilatiehoeveelheid kan resulteren in een toename van het tochttrisiko. Kunnen scholen nu alleen nog maar geheel mechanische geventileerde worden? Een praktijkvoorbeeld laat zien dat ook met een natuurlijke toevoer van ventilatielucht aan de comforteisen kan worden voldaan.

Ir. H. (Henk) Versteeg, bouwfysisch adviseur bij LBP|Sight

De luchtverversing van scholen staat de laatste jaren volop in de belangstelling. Op basis van verschillende onderzoeken is duidelijk geworden dat de ventilatie in onderwijsruimten vaak tekortschiet. In 2008 heeft bouwfysisch adviseur LBP|Sight in opdracht van de rijksoverheid een landelijk onderzoek verricht naar de kwaliteit van het binnenmilieu (luchtkwaliteit, geluid en klimaat) in 120 klaslokalen van 60 basisscholen. Uit dit onderzoek is gebleken dat het binnenmilieu in basisscholen op onderdelen te wensen over laat. Een onvoldoende luchtkwaliteit gedurende het stookseizoen vormde één van de geconstateerde knelpunten. Onvoldoende ventilatie blijkt de hoofdoorzaak te zijn en wordt zowel door gedrag als techniek veroorzaakt. In leslokalen met een geheel natuurlijke ventilatie blijkt de ventilatie met name tekort te schieten door een onvoldoende gebruik van de ventilatievoorzieningen (gedrag). Redenen zijn het tegengaan van tocht- en koudeklachten en het weren van

buitengeluid. In leslokalen met mechanische ventilatie blijkt met name een onvoldoende capaciteit van het mechanisch ventilatiesysteem (techniek) voor een tekortschietende ventilatie te zorgen.

Download onderzoeksrapportage: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2008/02/01/onderzoek-kwaliteit-binnenmilieu-basisscholen-rapport.html>  
Download samenvattend onderzoeksrapportage: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2008/02/01/onderzoek-kwaliteit-binnenmilieu-basisscholen-samenvatting-samenvattende-rapportage.html>

### ■ SITUATIE

Bij de nieuw gerealiseerde basisschool 'De Schakel' in Utrecht is in het ontwerpstadium gekozen voor een ventilatiesysteem op basis van een natuurlijke toevoer via de gevel en een mechanische afvoer vanuit het leslokaal.

Mogelijke knelpunten bij een natuurlijke toevoer van ventilatielucht zijn de eisen die worden gesteld aan de wering van buitengeluid en het thermisch comfort. De bouwfysisch adviseur heeft in samenwerking met installatie-adviseur WTB-Buro een ventilatieprincipe onderzocht en uitgewerkt waarmee aan deze eisen kan worden voldaan.

### ■ VENTILATIEPRINCIPE

De ventilatie van de basisschool geschiedt op basis van een natuurlijke toevoer van ventilatielucht via de gevel en een mechanische afvoer vanuit het leslokaal. Om te kunnen voldoen aan de volgens het Bouwbesluit

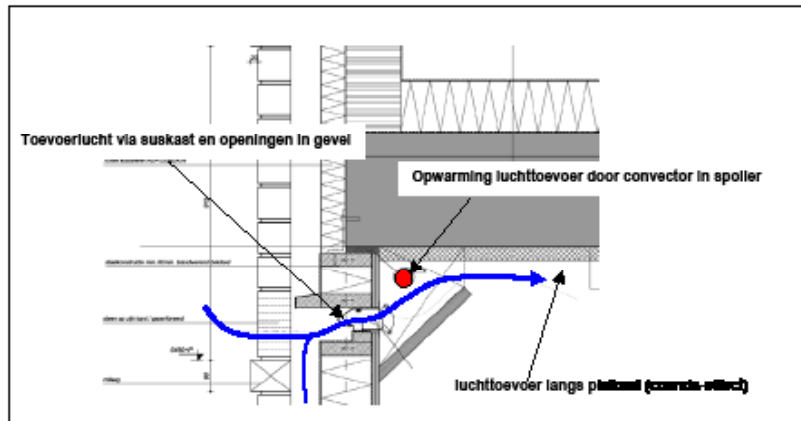
-Figuur 1- Rapportage onderzoek binnenmilieu basisscholen



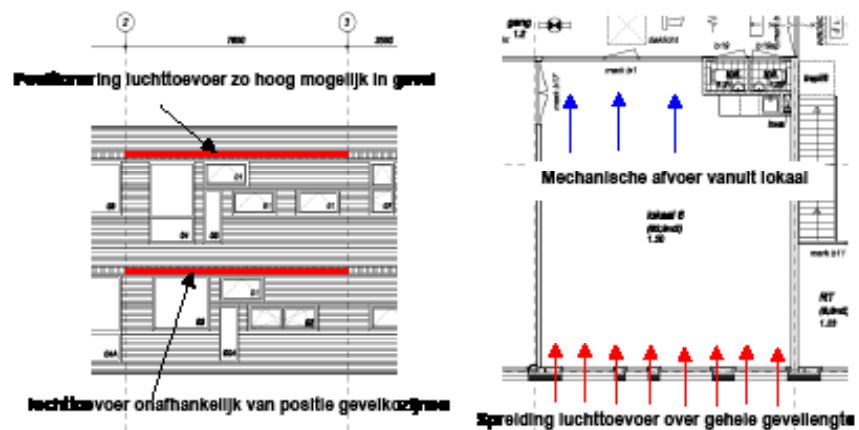
vereiste geluidwering van de gevel (karakteristieke geluidwering ten minste 20 dB) is uitgegaan van suskasten voor de toevoer van ventilatielucht. Aan de binnenzijde van de gevel is een regelbare spoiler opgenomen om de naar binnen toegevoerde lucht over de gehele breedte van het leslokaal door een dunne luchtspleet direct langs het plafond te geleiden. Het effect van het geleiden van de lucht langs een vlak is dat deze luchtstroom door het zogenaamde coanda-effect ('kleefeffect') verder de ruimte wordt ingevoerd en zo verder wordt opgewarmd voordat deze lucht in de leefzone komt. In de leefzone is verder een convectorbuis opgenomen om de toe te voeren lucht gedurende het stookseizoen voor te verwarmen. Een temperatuurvoeler in de spoiler stuurt de waterhoeveelheid door de convectorbuis. Om het risico van bevriezing van deze convectoren tegen te gaan is antivries (glycol) aan het water in de convectoren toegevoegd. De convectoren en de suskasten zijn reinigbaar doordat de spoiler kan worden neergelaten. De capaciteit van de mechanische afvoer in het leslokaal wordt geregeld op basis van de heersende CO<sub>2</sub>-concentratie en bedraagt maximaal 930 m<sup>3</sup>/h, overeenstemmend met een CO<sub>2</sub>-concentratie van maximaal 1.000 ppm (30 m<sup>3</sup>/h per persoon). Deze hoeveelheid stemt overeen met klasse B van het PVE Frisse scholen 2012 en de wettelijke eisen van het Bouwbesluit 2012.

## ■ CFD-SIMULATIES

Er was voor dit project de eis gesteld dat de optredende luchtsnelheid in de verblijfszone gedurende het winterseizoen maximaal 0,16 m/s mocht bedragen. De genoemde luchtsnelheid stemt overeen met een DR-waarde van maximaal 20%. De DR-waarde (Draught Rating) geeft het gemiddelde percentage ontevreden over tocht. In samenwerking met Actiflow heeft de bouwfysisch adviseur voor verschillende situaties de comfortrisico's met behulp van CFD-berekeningen onderzocht. Bij deze berekeningen is de invloed van verschillende parameters (verwarmingswijze, inrichting, luchtsnelheid luchttoevoer) op het comfortrisico onderzocht. Op basis van de uitkomsten van deze simulaties bleek dat met de geprojecteerde toevoer van ventilatielucht via een spoiler nabij het plafond en met toepassing van radiatorenverwarming naar verwachting een 'tochtvrije' toevoer van ventilatielucht kon worden gerealiseerd. Uitgangspunt was dat het verwarmingselement ter plaatse van de spoiler gedimensioneerd is voor een opwarming van de buitenlucht met ten minste 10°C en dat de hoogte van de luchtspleet van de spoiler wordt ingesteld op 20 mm (uitgangspunt snelheid



-Figuur 2- Weergave detaillering natuurlijke luchttoevoer via de gevel



-Figuur 3- Weergave positionering natuurlijke luchttoevoer via de gevel

luchttoevoer 1,5 m/s).

Op basis van de CFD-berekeningen bleek echter wel sprake van een overschrijding van de comforteis van een maximale luchtsnelheid van 0,16 m/s in de onderste zone van het leslokaal als gevolg van een teruggaande, naar de gevel gerichte luchtstroming. Er bestonden echter onzekerheden in hoeverre er op basis van CFD-berekeningen een realistische inschatting kon worden gegeven van het ontstaan van tochtklachten nabij vloerniveau, omdat deze luchtstroming mede afhankelijk is van variabele factoren als personen en inrichting. In het ontwerp is er om deze reden vanuit gegaan om de hoogte van de luchtspleet van de spoiler variabel te maken zodat deze hoogte zo nodig naderhand eenvoudig kan worden gewijzigd. Verder is geadviseerd om ten tijde van de oplevering controlemetingen van de optredende luchtsnelheden te laten verrichten, om op basis hiervan na te gaan bij welke instelling van de hoogte van de luchtspleet het laagste tocht risico kon worden bereikt.

## ■ PRAKTIJSITUATIE

De praktijkmetingen hebben gedurende de winterperiode (buitentemperatuur van -2,5°C) plaatsgevonden. In een representatief leslokaal zijn voor een groot aantal posities metingen verricht van de luchtsnelheid, de lucht-

temperatuur en de turbulentie-intensiteit.

Op basis van deze parameters is vervolgens de DR-waarde berekend. De metingen zijn verricht bij verschillende capaciteitsstanden van het ventilatiesysteem en bij verschillende spleethoogten van de spoiler. Uit de metingen is gebleken dat het risico van het optreden van comfortklachten als gevolg van het optreden van te hoge luchtsnelheden zeer beperkt is. Alleen bij (zeer) lage buitentemperaturen (minder dan 0 °C) en een maximale stand van het mechanisch ventilatiesysteem blijkt op een enkele locatie sprake van een overschrijding van gestelde criterium van een DR-waarde van maximaal 20%. Bij hogere buitentemperaturen en/of een lagere capaciteitsstand van het CO<sub>2</sub>-gestuurde ventilatiesysteem zal sprake zijn van aanmerkelijk lagere luchtsnelheden in de verblijfszone. Op basis van onderzoek met rookpatronen bleek de luchtstroming in het lokaal goed overeen te stemmen met hetgeen vooraf op basis van de CFD-simulaties is vastgesteld. Ook is gebleken dat de opwarming van de buitenlucht door de verwarming achter de 'spoiler' 10-15 °C bedraagt en hiermee voldoet aan het vooraf aangehouden ontwerpuitgangspunt. Uit de controlemetingen is verder gebleken dat het verhogen van de luchtsnelheid in de luchtspleet van 1,5 m/s naar 1,8 m/s een positief effect heeft op de

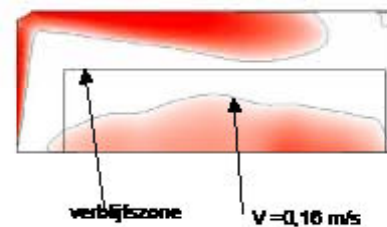
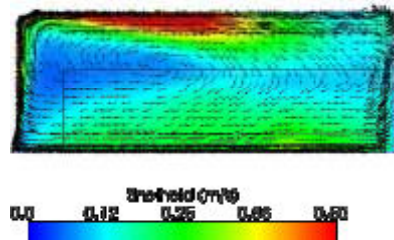
optredende luchtsnelheden in de verblijfszone. Als gevolg hiervan is de ingestelde hoogte van de luchtspleet van de 'spoiler' op basis van de praktijkmetingen nadien aangepast. Het lage tocht risico wordt door de gebruikers bevestigd: er hebben zich geen tochtklachten voorgedaan.

## CONCLUSIES

Ook bij de hogere ventilatiehoeveelheden volgens de eisen van Bouwbesluit 2012 is een natuurlijke tochtvrije toevoer van ventilatie-lucht in leslokalen realiseerbaar. Om het risico van het optreden van tocht ten gevolge van de natuurlijke toevoer zoveel mogelijk te beperken, kunnen de volgende ontwerpprincipes worden aangehouden:

- een gelijkmatige luchttoevoer (verdeeld over gehele gevallengte);
- situering toevoer buiten verblijfszone (zo hoog mogelijk in gevel);
- gebruik maken van coanda-effect (toevoer direct langs plafond via instelbare spoiler);
- voorverwarming temperatuur toevoerlucht (opwarming in spoiler);
- regeling van de capaciteit van de mechanische afvoer (op basis van CO<sub>2</sub>-concentratie).

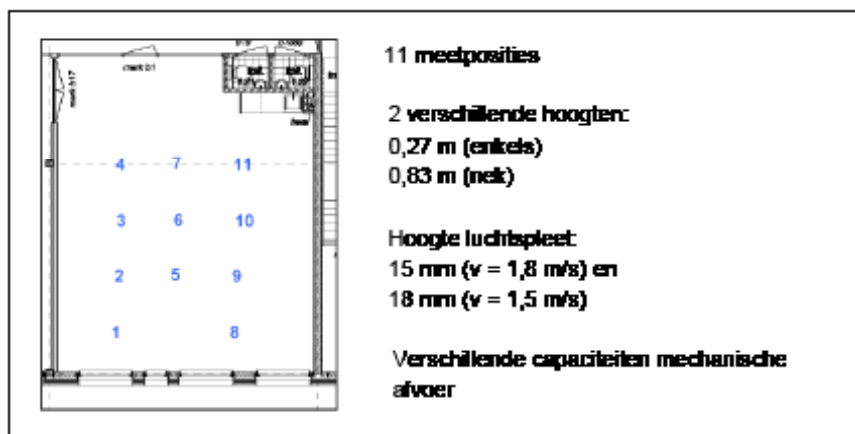
Ook is het raadzaam om gedurende het ontwerp stadium CFD-onderzoek te verrichten om zo inzicht te verkrijgen in de optredende luchtstromingspatronen en de potentiële probleemlocaties. Verder is het zinvol om in het ontwerp mogelijkheden in te bouwen om het systeem op basis van praktijkonderzoek naderhand verder te kunnen optimaliseren.



-Figuur 4- CFD-onderzoek tocht risico. Overzicht berekende luchtsnelheden in leslokaal. In de rechter figuur is aangegeven in welk gebied een luchtsnelheid van 0,16 m/s wordt overschreden. De linkerfiguur toont tevens de richting van de luchtstroming.



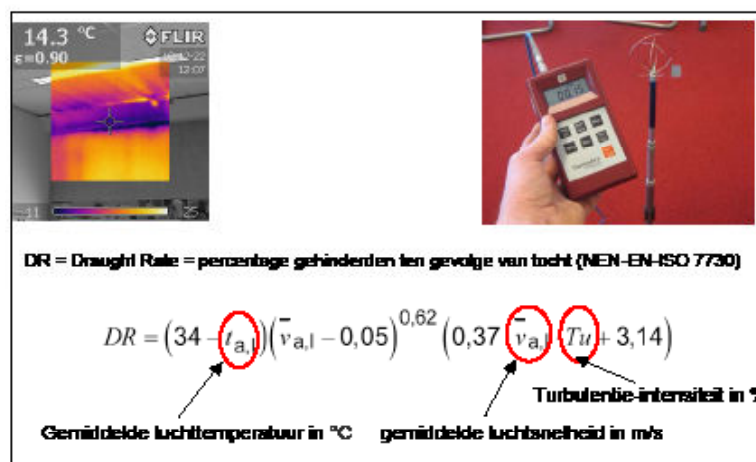
-Figuur 6- Aanzicht gevel basisschool en toevoeropeningen in buitenblad



-Figuur 7- Meetposities en variabelen bij praktijkonderzoek tocht risico



-Figuur 5- Praktijkonderzoek tocht risico. Aanzicht suskast en convectorbuis in spoiler (linksboven), hoogte luchtspleet is instelbaar (rechtsboven) en aanzicht interieur leslokaal met weergave spoiler ter plaatse van gevel (onder)



-Figuur 8- Praktijkonderzoek tocht risico – meting temperaturen en luchtsnelheden

## BETROKKEN PARTIJEN

Project	:	Basisschool De Schakel Utrecht
Opdrachtgever	:	PCOU en Willibrord Stichting
Architect	:	Meeder Architectenbureau Utrecht
Installatie-adviseur	:	WTB-Buro Amersfoort
Adviseur bouwfysica	:	LBP Sight Nieuwegein