

Natuurlijke ventilatie van parkeergarages*

Tegenwoordig worden winkel- en kantoorcomplexen steeds meer uitgevoerd met een eigen parkeergarage. Deze dient te worden geventileerd voor het verdunnen en afvoeren van de uitlaatgassen. Dit kan met een natuurlijk of mechanisch ventilatiesysteem. Een natuurlijk ventilatiesysteem wordt echter te vaak als niet haalbaar beschouwd, zeker indien strikt genomen niet voldaan wordt aan de ontwerpregels voor natuurlijk te ventileren parkeergarages volgens NPR 2443. Door toepassing van luchtstromingsmodellen kan het natuurlijke ventilatieproces echter beter worden voorspeld en kan de toepasbaarheid van natuurlijke ventilatie worden vergroot.

- door W. Kornaat -

De ontwerpregels volgens NPR 2443, voor de bepaling van de natuurlijke ventilatievoorzieningen, zijn gebaseerd op het onderhouden van acceptabele CO-concentraties. Gesteld wordt dat in 2 tegenoverelkaar liggende buitenwanden (tussenafstand maximaal 54 m) openingen aangebracht moeten worden:

- in totaal groter dan of gelijk aan $1/3$ van het totale buitenwandoppervlak;
- óf per buitenwand groter dan of gelijk aan 2,5% van het vloeroppervlak;

Daarnaast mag de vloer van de garage maximaal 1,3 m onder het maaiveld liggen.

In deze ontwerpregels zijn veiligheidsmarges ingebouwd, zodat een goede ventilatie en doorstroming min of meer gegarandeerd is. Afwijken van deze regels wordt in de regelgeving echter toegestaan. Er moet dan wel worden aangetoond dat een goede, gelijkwaardige ventilatie en acceptabele verontreinigingsniveaus kunnen worden gerealiseerd. Een dergelijke onderbouwing kan goed worden uitgevoerd met luchtstromingsmodellen, waardoor de toepasbaarheid van

natuurlijke ventilatie wordt vergroot en samenhangend de voordelen van natuurlijke ventilatie beter benut kunnen worden.

VOORDELEN VAN NATUURLIJKE VENTILATIE

Een natuurlijk systeem heeft een aantal belangrijke voordelen ten opzichte van een mechanisch systeem.

Een eerste voordeel is dat een natuurlijk systeem geen transport-energie

verbruikt. Als drijvende krachten worden namelijk lokale drukverschillen benut, ontstaan door windaanval en thermiek. Daarnaast geldt dat in de regel een natuurlijk systeem eenvoudiger en goedkoper is. Bij parkeer-

* Lezing gehouden op de Nationale Milieutechniekdag op 13 oktober 1994

** TNO Bouw afdeling Binnenmilieu, Bouwfysica en Installaties

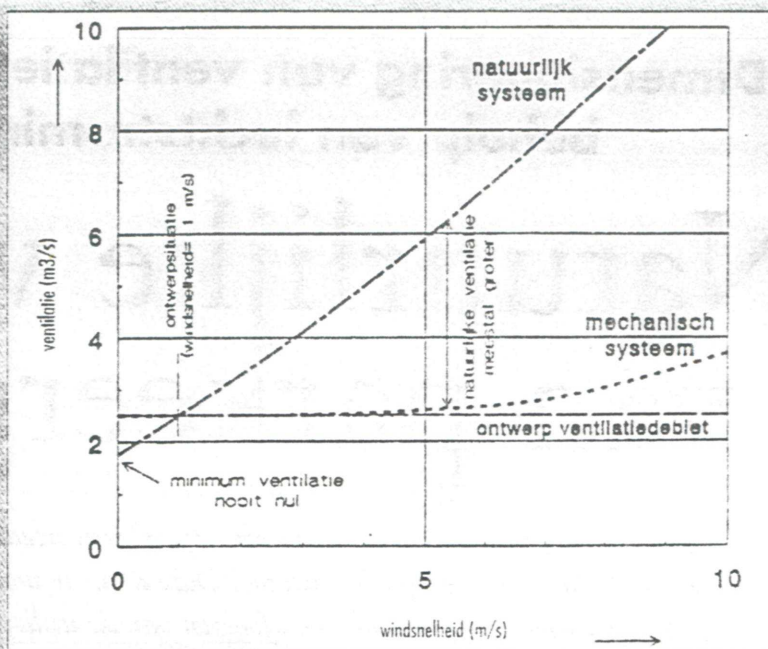


KANALENSYSTEEM VOOR LAGE AFZUIG

ING. KORNAAT VERRICHT LUCHTMETINGEN
AAN HET TRALIEWERK

garages kan bijvoorbeeld als ventilatievoorziening al volstaan worden met een gewone opening al dan niet voorzien van een eenvoudig traliewerk. Verder kan, samenhangend met voorgaande punten, worden gesteld dat een natuurlijk systeem minder storingsgevoelig is en tevens minder onderhoud vraagt.

Als laatste en wellicht belangrijkste voordeel wordt echter opgemerkt dat een natuurlijk ventilatiesysteem in principe als overgedimensioneerd kan



VENTILATIE ALS FUNCTIE VAN DE WINDSNELHEID
-FIGUUR 1-



worden beschouwd voor het merendeel van de optredende omstandigheden. Het ontwerp vindt namelijk plaats voor een situatie met lage windsnelheid, omdat de natuurlijke ventilatie afneemt bij afnemende windsnelheid en situaties met een te beperkte ventilatie voorkomen moeten worden (zie figuur 1). Als criterium wordt hierbij veelal gehanteerd een windsnelheid van 1 m/s. Deze windsnelheid wordt gedurende circa 95% van de tijd overschreden, waarmee samenhangend ook de ventilatie gedurende het grootste deel van de tijd groter zal zijn dan het ontwerp-

debiet. De gemiddelde blootstelling van gebruikers aan verontreinigingen en de eventueel ondervonden hinder worden hierdoor in sterke mate beperkt. Bij een mechanisch systeem treedt dit effect minder op door de dominante invloed van de ventilatoren.

WINDSTILLE SITUATIES

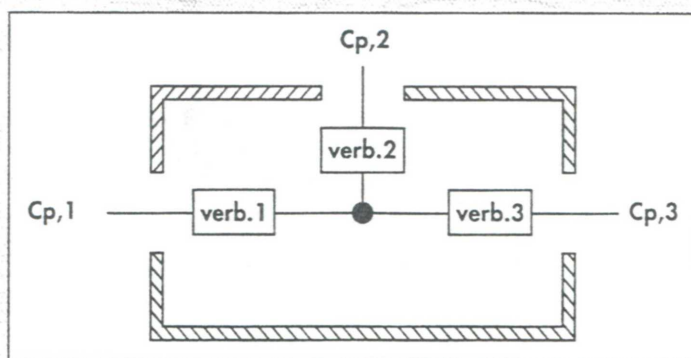
Het ontwerpcriterium van 1 m/s beperkt aan de andere kant het percentage van de tijd dat een ventilatieniveau lager dan het ontwerp zal optreden. De kans dat een dergelijke situatie in combinatie met een piek in verkeersbelasting voorkomt, wordt

hiermee afdoende klein geacht. Mocht deze combinatie toch voorkomen, dan geeft dit nog geen aanleiding tot gevaarlijke situaties. De bewering, dat bij windstil weer, bij een natuurlijke systeem, de ventilatie nul wordt, is namelijk niet correct.

Door thermisch drijvende krachten en lokale wervelingen, zal een zekere minimum ventilatie gewaarborgd zijn, die circa 2/3 bedraagt van het ontwerpdebiet. Met thermiek wordt hier bedoeld op de altijd aanwezige kleine temperatuurverschillen tussen binnen en buiten door bijvoorbeeld het najlen van de binnentemperatuur op het dagelijks verloop in de buitentemperatuur, de warmteproductie door voertuigen, zonbeschenen wanden, etc.

VENTILATIEMODEL

De drijvende krachten voor het natuurlijke ventilatieproces zijn de drukverdeling over de gebouwschil door windaanval en de thermiek. Afhankelijk van de omstandigheden (windsnelheid en richting, buiten- en binnentemperaturen) kunnen deze drijvende krachten in de tijd sterk variëren. Hierdoor wordt natuurlijke ventilatie vaak betiteld als moeilijk voorspelbaar en slecht inzichtelijk. Door toepassing van een ventilatiemodel, zoals bijvoorbeeld het VENCON-model van TNO, kan dit inzicht echter wel worden verkregen. In dit ventilatiemodel worden de verschillende verbindingen van een ruimte met andere ruimten en/of buiten



NETWERK VAN HET VENTILATIEMODEL
-FIGUUR 2-

opgegeven. Er ontstaat hierdoor als het ware een netwerk van verbindingen (zie figuur 2). Een verbinding kan hierbij een opening, ventilatierooster, kanaal met ventilator, etc voorstellen.

De windaanval wordt in dit model gesimuleerd met zogenaamde winddrukcoëfficiënten (C_p -waarden). Hiermee worden, afhankelijk van de opgegeven windsnelheid en windrichting, de lokale onder- of overdrukken berekend. Deze coëfficiënten kunnen worden ontleend aan de literatuur of worden bepaald door windtunnel-onderzoek. De thermisch drijvende krachten worden gesimuleerd door de invoer van ruimtetemperaturen en buitentemperatuur.

De ventilatiestromen kunnen vervolgens eenvoudig worden bepaald bij verschillende windsnelheden, windrichtingen, temperatuurverschillen tussen binnen en buiten, posities en grootte van de ventilatievoorzieningen. Een goed en geoptimaliseerd ontwerp van een ventilatiesysteem wordt hierdoor mogelijk. Bij recent uitgevoerde modelonderzoeken blijkt dat volstaan kan worden met 50 tot 65% van de openingen, aangegeven volgens de richtlijnen van de NPR 2443.

LUCHTSTROMINGSMODEL

Bij het ontwerp van een natuurlijk ventilatiesysteem dient met name aandacht te worden besteed aan de plaats van de openingen. De openingen dienen bij voorkeur te worden aangebracht daar waar hoge over- en/of onderdrukken door windaanval te verwachten zijn, zodat met kleinere openingen kan worden volstaan.

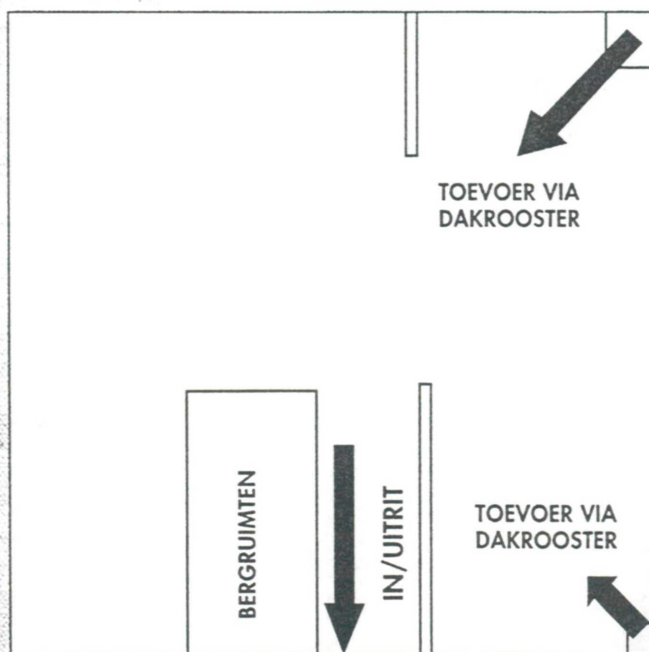
Daarnaast dient bij de positionering van de openingen gelet te worden op de doorstroming van de parkeergarage. Met een ruimtestromingsmodel, of aangeduid in vaktermen een 'CFD-model' hetgeen staat voor 'Computational Fluid Dynamics', kan het interne luchtstromingspatroon, en samenhangend de doorstroming, nauwkeurig worden onderzocht. In een dergelijk ruimtestromingsmodel wordt een ruimte opgesplitst in een groot aantal kleine zones. Per zone wordt op basis van vergelijkingen voor behoud van massa, impuls en energie de luchtstroming (snelheid

en richting) 2- of 3-dimensionaal bepaald. Als invoer kan hierbij gebruik worden gemaakt van de luchttoe- en afvoerdebieten zoals berekend met het ventilatiemodel. Daarnaast kunnen ook andere effecten worden onderzocht zoals onder andere temperatuurverschillen tussen de binnenlucht en de wanden.

In het model kunnen homogeen of niet homogeen verdeelde verontreinigingsbronnen worden ingevoerd. Bij een parkeergarage kan op deze wijze een hogere verontreinigingsproductie bij bijvoorbeeld in/uitrit worden gesimuleerd. Op basis van de berekende luchtstroming en de ingevoerde verontreinigingsbronnen, bepaalt het model vervolgens de optredende concentratieverdeling in de ruimte. Lokaal te hoge concentratieniveaus kunnen hierdoor worden vastgesteld en aanbeveling voor verbetering worden bepaald.

PRAKTIJKVOORBEELD

Een praktijkvoorbeeld van de toepassing van beide voorgenoemde modellen, betreft een parkeergarage waarin de plaatsingsmogelijkheden voor ventilatievoorzieningen zeer beperkt zijn. Deze parkeergarage ligt namelijk nagenoeg geheel onder het maaiveld en boven op de garage zijn aan één

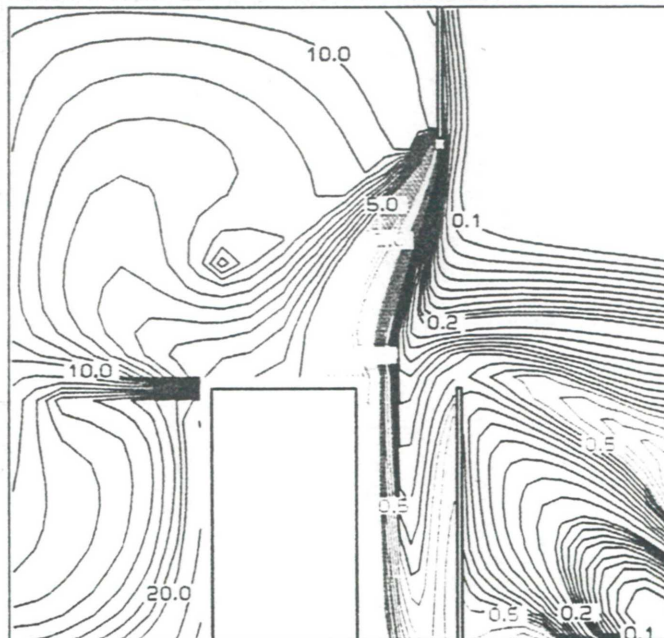


PLATTEGROND + VENTILATIE-VOORZIENINGEN
-FIGUUR 3A-

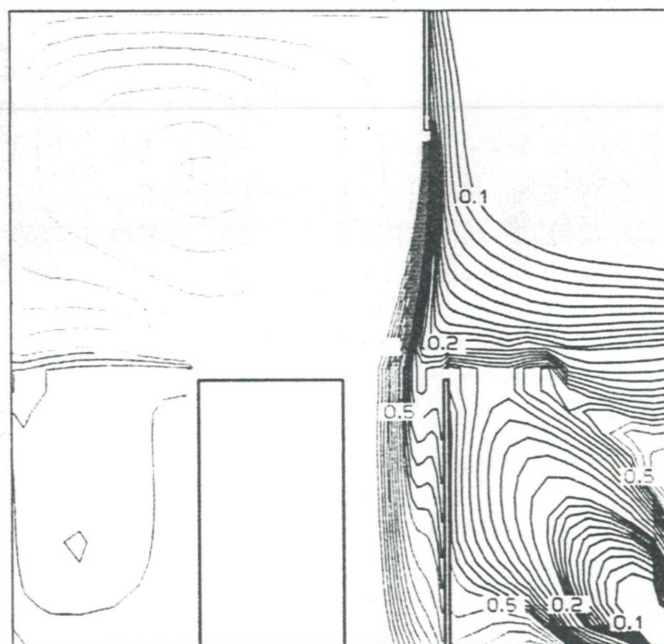
zijde appartementen gepland. Ventilatievoorzieningen kunnen hierdoor slechts in één helft van het dak worden aangebracht, terwijl verder de in/uitrit kan worden benut (zie figuur 3).

Onderzoek met het ventilatiemodel toonde aan dat, bij een juiste dimensionering, een afdoende ventilatieniveau kon worden onderhouden bij windsnelheden vanaf 1 m/s. Onderzoek met het luchtstromingsmodel toonde echter aan dat hierbij de doorstroming ontoereikend was en lokaal te hoge CO-concentraties optraden. Met name ten gevolge van de belemmering door de berg ruimten traden lokaal hoge concentraties op tot 10 à 20 maal de MAC-waarde (zie figuur 3, zonder mengventilator). Praktisch gesproken is het niet mogelijk het ventilatieniveau zo sterk te vergroten dat acceptabele concentraties ontstaan. Gezocht is daarom naar mogelijkheden om de interne doorstroming (opmenging) te verbeteren. Een goede optie hiertoe blijkt het toepassen van een interne mengventilator, die lucht vanuit de "schone" (rechter) helft naar de "vuile" (linker) helft van de garage verplaatst. De concentraties worden dan teruggebracht tot maximaal 1,5 maal de MAC-waarde in de hoek naast de berg ruimten (zie figuur 3, met mengventilator). Door enige verhoging van het ventilatieniveau is dit verder terug te brengen tot de MAC-waarde. Het debiet van de mengventilator bedraagt hierbij circa 50% van het benodigde ventilatiedebiet van de garage.

Resultaat is dus feitelijk een gecombineerd systeem dat qua kostprijs sterk concurrerend is met een volledig mechanisch systeem en verder de al eerder genoemde voordelen heeft van een volledig natuurlijk systeem. Bovendien blijkt de inschakelduur van de mengventilator nog eens beperkt te kunnen blijven tot circa 10% van de tijd. De extra opmenging is namelijk slechts nodig in de situaties met lage windsnelheden in combinatie met lokale pieken in de verkeersbelasting.



CONCENTRATIEVERDELING ZONDER MENGVENTILATOREN
 PARKEERGARAGE: AFVOER, GROF, REKENROOSTER
 BOVENAANZICHT OP XZ-VLAK $Y = 1.003$ N
 ISOTHERM, NLOAD = 66
 -FIGUUR 3B-



CONCENTRATIEVERDELING MET MENGVENTILATOREN
 PARKEERGARAGE: AFVOER, GROF, VENT. VAN RECHTS NAAR LINKS
 BOVENAANZICHT OP XZ-VLAK $Y = 1.003$ M
 ISOTHERM, EXTRA VENT. NLOAD = 19
 -FIGUUR 3C-

VERBETERING VAN DE DOORSTROMING DOOR EEN MENGVENTILATOR

opm.: - de waarden bij de contourlijnen van de concentratieverdeling geven de verhouding tot de MAC-waarde aan.
 -de contourlijnen, tussen de lijnen gelabeld met waarden, lopen op

MASSAFRACTIE

—	0.1
—	0.2
—	0.5
—	1.0
—	1.5
—	5.0
—	10.0
—	20.0
—	50.0