

VENTILATIE-ENERGIE IN PARKEERGARAGES

R. Schuitema

MAART 2005

Verantwoording

Dit rapport is verschenen in opdracht van de Dienst Milieu en Bouwtoezicht (DMB) van de Gemeente Amsterdam. De opdracht van DMB is bij ECN bekend onder projectnummer 8.44113.

INHOUD

SAMENVATTING	6
1. INLEIDING	8
2. NORMEN, WET- EN REGELGEVING	9
3. PARKEERGARAGEVENTILATIE IN DE PRAKTIJK	11
4. HOE OM TE GAAN MET DE NORM	13
5. AANBEVELINGEN VOOR ENERGIEBESPARINGEN	15
5.1 Nieuwe Parkeergarages of grote renovaties	15
5.2 Bestaande ventilatiesystemen	16
5.3 Schematische samenvatting	16
6. LITERATUUR	18

SAMENVATTING

Volgens de normen voor het ventileren van parkeergarages moet er ten minste met 3 liter per seconde per vierkante meter parkeergarage geventileerd worden. Er mag slechts minder geventileerd worden (tot minimaal 30% van 3l/s per m²) indien de parkeergarage is uitgerust met i) een LPG/CO detectiesysteem of ii) met een inrijregeling.

Naast de eisen voor de luchtverversing geldt de Praktijkrichtlijn van het Landelijk Netwerk Brandpreventie. Ten aanzien van de ventilatie eist de praktijkrichtlijn LNB een ventilatievoud van 10 maal voor parkeergarages van 1000m² tot 5000m² en voor parkeergarages vanaf 5000m² een dusdanige ventilatie dat binnen 45 minuten na de brand er een zicht van minstens 30m moet zijn behaald.

In de meeste parkeergarage wordt de ventilatie verzorgd door stuwdrukventilatoren en een CO/LPG detectiesysteem voor de regeling. Voor zover van een 'gemiddelde' parkeergarage gesproken kan worden, is het gemiddelde vermogen van de ventilatie 0,4 tot 0,6 W/m². Verder mag verondersteld worden dat de ventilatie 60% tot 75% van de tijd in de laagste stand staat (dit is sterk afhankelijk van het aantal autobewegingen in een parkeergarage).

Door middel van het aantonen van gelijkwaardigheid ten aanzien van de luchtverversingseisen is het mogelijk een alternatieve manier van ventilatie te gebruiken. Zo kan een ondergrondse parkeergarage natuurlijk geventileerd worden als is aangetoond dat er altijd voldoende ventilatie op natuurlijke wijze is. CFD (Computational Fluid Dynamics) berekening zijn meestal de manier om dergelijke gelijkwaardigheid aan te tonen.

Het besparen van ventilatie-energie in parkeergarages wordt bereikt door minstens een stuwdruksysteem met CO/LPG regeling toe te passen. Bovendien moet zoveel mogelijk de mogelijkheid onderzocht worden om alternatieve (natuurlijke) ventilatiemogelijkheden toe te passen. Hiervoor lenen CFD berekeningen zich goed. Verder is het noodzakelijk te controleren wat het energiegebruik van systemen is en hoeveel het ventilatiesysteem in de laagstand draait.

1. INLEIDING

In opdracht van de Dienst Milieu en Bouwtoezicht (DMB) van de Gemeente Amsterdam heeft ECN-DEGO een beknopte studie uitgevoerd naar het energie-efficiënt ventileren van dichte¹ parkeergarages. Doel van de studie is het in kaart brengen van mogelijke verbeteropties ten aanzien van de huidige ventilatie van parkeergarages zodat het energiegebruik voor ventilatie daalt. Hiertoe is de geldende wet- en regelgeving in kaart gebracht, is gekeken naar de gangbare techniek van ventilatie in parkeergarages en naar mogelijke energiebesparingsopties. Er wordt in deze studie onderscheid gemaakt in bestaande en nieuwe parkeergarages. De studie is specifiek gericht op het *energiegebruik* van ventilatiesystemen, dit in tegenstelling tot de meeste beschouwingen over parkeergarageventilatie waarin de focus meestal ligt op veiligheids- en kwaliteitsaspecten (brand, luchtkwaliteit, geluidsoverlast, ...).

¹ De term 'dichte parkeergarages' is afkomstig uit NEN 2443. Volgens de definitie zijn dit parkeergarages die niet voldoen aan de voorwaarden voor natuurlijke ventilatie en moeten daarom dus mechanisch geventileerd worden. In de praktijk zijn dit vaak ondergrondse parkeergarages.

2. NORMEN, WET- EN REGELGEVING

NEN 2443, "Parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages" uit April 2000, is de geldende Nederlandse norm voor parkeergarages. Hierin staan de functionele en prestatie-eisen waaraan parkeergarages moeten voldoen. Naast NEN 2443 gelden voor ventilatie ook de regels uit het Bouwbesluit, NEN 1087 "Ventilatie van Gebouwen", de Handreiking Benzeen en Parkeergarages (1997) en de Praktijkrichtlijn van het Landelijk Netwerk Brandpreventie (LNB).

In dit rapport wordt gesproken over 'dichte' parkeergarages, deze term wordt ook gebruikt in NEN 2443. Dichte parkeergarages moeten mechanisch geventileerd worden aangezien ze niet voldoen aan de eisen gesteld in NEN 2443 voor natuurlijke ventilatie. De eisen uit NEN 2443 waarmee voldaan kan worden aan natuurlijke ventilatie zijn (voornamelijk) gebaseerd op de geometrie van de buiten- en tussenwanden van de garage. Als echter aangetoond wordt dat aan de normen² voldaan wordt, dan zijn er ook voor 'dichte' parkeergarages mogelijkheden om deze natuurlijk te ventileren. Het rapport 20011076-24, "Luchtverversing stallingsgarage en afvoer van rook en warmte bij brand" [1] van Cauberg-Huygen is hiervan een voorbeeld waarin met een dergelijke gelijkwaardigheidsberekening, de mogelijkheid voor natuurlijke ventilatie wordt aangetoond. Zie verder hoofdstuk 4.

De eisen

Ten aanzien van het ventilatiedebiet is NEN 2443 heel kort en eenvoudig: er wordt verwezen naar NEN 1087 die stelt dat er minimaal continu geventileerd moet worden met een debiet van minstens 3 liter/seconde per vierkante meter vloeroppervlak ($3 \text{ lt/s per m}^2 = 10.8 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$). Volgens NEN 2443 mag van deze ventilatiehoeveelheid in twee gevallen worden afgeweken:

- 1) indien er gebruik gemaakt wordt van een CO/LPG detectiesysteem dat de ventilatiehoeveelheid regelt;
- 2) bij het gebruik van een in- en uitrijregeling voor kleinere garages.

Welke van de twee bovengenoemde ventilatieregelingen ook wordt toegepast, het ventilatieniveau moet altijd minstens 30% van het maximale niveau bedragen. In de praktijk is de ondergrens dus 30% van 3 lt/s per m^2 . Deze basisventilatie wordt geëist omdat stilstaande auto's een benzeen emissie hebben (uit de benzine), deze benzeen emissie moet uit de parkeergarage geventileerd worden.

Bij een CO/LPG detectiesysteem wordt er een schakelschema voor de ventilatie gegeven door NEN 2443. Bij een lage concentratie kan de ventilatie terug naar 30% van de normale ventilatie. Bij een middelmatige concentratie wordt er met 60% van de normale capaciteit geventileerd en bij een hoge concentratie wordt er normaal geventileerd.

Concentratie	ventilatie	Ventilatie hoeveelheid
laag (tot 80ppm CO)	30% v/h normale ventilatiedebiet	$3,2 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$
Midden (tot 100ppm CO)	60% v/h normale ventilatiedebiet	$6,5 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$
Hoog (tot 120ppm CO)	Normale Ventilatie	$10,8 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$
calamiteit (meer dan 120ppm CO of brand)	maximale ventilatie bij calamiteit (zie volgende alinea).	10-voudig of zoveel dat 30m zichtlijn gerealiseerd wordt (zie volgende alinea)

De Praktijkrichtlijn van het Landelijk Netwerk Brandpreventie geeft regels voor de ventilatiecapaciteit bij calamiteiten als brand. Deze ventilatiecapaciteit moet met dezelfde

² De normen wat betreft concentraties van schadelijke gassen als CO, LPG en benzeen en voldoende ventilatiecapaciteit bij/na brand.

ventilatie-installatie gehaald kunnen worden, maar kan verder los gezien worden van het normale ventilatiebedrijf.

In de praktijkrichtlijn van het LNB wordt onderscheid gemaakt in vloeroppervlak. De praktijkrichtlijn geldt vanaf 1000m². Voor garages tussen de 1000m² en de 5000m² geldt dat in geval van brand op de desbetreffende parkeervloer een ventilatievoud van 10 h⁻¹ gehaald moet kunnen worden. D.w.z. een luchtdebiet van 10-maal de inhoud van de parkeergaragevloer per uur.

Voor parkeergarages vanaf 5000m² geldt dat de ventilatiehoeveelheid bepaald moet worden aan de eis dat 45 minuten³ na het ontstaan van de brand de rook dermate verdund moet zijn, dat een zichtlijn van 30m aanwezig is⁴. Bij een zichtlijn van 30m is het voor de brandweer mogelijk de brandlocatie te onderzoeken zonder onderlinge aanlijning van de brandweermannen.

Tijdens brand gelden er geen aanvullende regels over het geluidsniveau van de ventilatie en mag de ventilatiecapaciteit van eventueel andere verdiepingsvloeren ook ingezet worden op de vloer waar de brand heerst. Om deze redenen is het mogelijk het ventilatievoud van 10 h⁻¹ te halen (of de 30m zichtlijn te behalen) met dezelfde installatie die normaal gesproken een maximale/normale capaciteit per vloer heeft van 3 lt/s per m². Om aan de brandeisen te voldoen, wordt de ventilatie (veel) hoger opgetoerd dan in normaal bedrijf en met behulp van kleppenregisters kunnen ventilatoren van andere verdiepingsvloeren een bijdrage leveren op de parkeervloer waar de brand is.

Vanuit de Handreiking Benzeen en Parkeergarages zijn er geen aanvullende regels voor de ventilatie in de parkeergarages. Deze handreiking gaat over de afvoer van de schadelijke gassen in de (leef-) omgeving buiten de parkeergarages en stelt vanuit dat oogpunt voorwaarden aan de manier waarop de vervuilde lucht wordt afgevoerd. De geëiste minimale basisventilatie (30% van het maximum), moet zorgdragen voor de minimale verversing om te hoge benzeenconcentraties (binnen) tegen te gaan.

³ De tijdsperiode van 45 minuten kan per gemeente of brandweer enigszins variëren.

⁴ Voor een parkeergarage vanaf 5000m² moet er altijd een ventilatieberekening gedaan worden te bepalen wat de ventilatiecapaciteit moet zijn voor het bepalen van de 30m zichtlijn.

3. PARKEERGARAGEVENTILATIE IN DE PRAKTIJK

De gangbare manier van ventileren van parkeergarages is momenteel door gebruik te maken van stuwdrukventilatoren (jet fans). Stuwdrukventilatoren komen van oorsprong uit de tunnelbouw.

Om een parkeergarage te ventileren worden op de parkeervloeren stuwdrukventilatoren opgehangen. Deze brengen door middel van een luchtstraal (als een straalmotor) een grote luchtverplaatsing op gang zonder dat luchtkanalen nodig zijn. De parkeervloer zelf wordt gebruikt als één groot luchtkanaal. Alleen voor de afvoer (en eventuele toevoer) van lucht is een verticale afvoerschacht (en toevoerschacht) nodig. De mate van ventilatie wordt (meestal) geregeld op basis van gemeten CO(koolmonoxide)-concentraties in combinatie met gemeten LPG-concentraties. Omdat de parkeervloer zelf het luchtkanaal is, bespaart stuwdrukventilatie veel ruimte en is het mogelijk zonder of met minder tussenmuren te bouwen. Hierdoor is de parkeervloer ruimer, overzichtelijker en prettiger.

De wettelijke maximale maat voor een zogenaamde brandcompartiment is 1000m². Indien een parkeergarage grotere compartimenten heeft, moeten d.m.v. tussenmuren deze compartimenten teruggebracht worden naar ruimtes met een maximaal oppervlak van 1000m². Stuwdrukventilatie heeft echter een gelijkwaardigheidverklaring ten opzichte van scheidingsmuren. Hierdoor is het mogelijk grotere compartimenten dan 1000m² te maken. Dit is een van de redenen van de populariteit van het toepassen van stuwdrukventilatie in parkeergarages.

Indien er dus compartimenten van meer dan 1000m² gewenst zijn, is stuwdrukventilatie vereist.

Leveranciers van parkeergarageventilatie kunnen aan de hand van NEN 2443 of aan de hand van het Bouwbesluit de capaciteit van de ventilatie t.a.v. het aantal autobewegingen bepalen. De twee methoden verschillen enigszins en die van het Bouwbesluit pakt het voordeligste uit qua het aantal auto's t.o.v. het ventilatievoud.

Bij nieuwbouw of grote renovaties wordt standaard uitgegaan van een stuwdrukventilatiesysteem. Een ventilatiesysteem met luchtkanalen is bijna altijd duurder (behalve in hele kleine parkeergarages⁵). Bovendien gebruikt een kanalsysteem (door de veel grotere luchtweerstand) zeker tien keer zoveel energie dan een stuwdruksysteem. In principe wordt het stuwdruksysteem altijd met een CO/LPG detectiesysteem uitgevoerd. Daarnaast uiteraard met een brandmeldsysteem.

De huidige generatie stuwdrukventilatoren zijn bijna altijd tweetoerenmotoren. De schakelmogelijkheden (30%, 60% en 100%, zie de tabel in hoofdstuk 2) die in NEN 2443 aangegeven worden, zijn nog gebaseerd op de 'oude' methode van motoren wikkelen: in drie toeren. Er wordt in drie stappen geventileerd door in het middenbereik een aantal ventilatoren laag en een aantal hoog te laten draaien. Stuwdrukventilatoren worden in de praktijk niet met frequentieregelingen uitgevoerd. In de verticale toe- en afvoerschachten worden axiaalventilatoren toegepast. Deze kunnen zowel als tweetoeren, als drietoeren of met een frequentieregeling uitgevoerd worden. Bij het gebruik van een frequentieregelaar is het eenvoudig deze ventilatoren bij calamiteiten heel hoog op te toeren voor extra capaciteit. Een frequentieregeling geeft ook de beste mogelijkheden ten aanzien van een zo energiezuinig mogelijke bedrijfsvoering.

⁵ Omdat er altijd minstens twee ventilatoren aanwezig moeten zijn, kan het voor kleine parkeergarages duurder uitpakken stuwdrukventilatie te installeren dan een ouderwets kanalsysteem.

Energiegebruik per vierkante meter⁶

A) woning of kantoor situatie:

Stel een 'gemiddelde' parkeergarage van 2400m² met 96 parkeervakken en auto's die 1x per dag inrijden en 1x per dag uitrijden. Deze parkeergarage heeft 4 stuwdruk ventilatoren en 2 axiaalventilatoren. Gemiddeld zal het systeem 75% van de tijd in de laagstand draaien, 15% van de tijd de middenstand en 10% van de tijd in de hoogstand (de draaitijd is gebaseerd op het aantal autobewegingen). Het opgenomen vermogen is respectievelijk 0,66kW (laagstand), 0,82kW (middenstand) en 5,32kW (hoogstand). Dit komt samen met het aantal draaiuren overeen met een gemiddeld vermogen van 0,48W per m² oftewel een energiegebruik van 4,20 kWh/m² per jaar of in totaal ongeveer 10.000kWh per jaar.

B) Openbare parkeergarage of winkelsituatie:

Stel dezelfde 'gemiddelde' parkeergarage van 2400m² met 96 plaatsen. Als de parkeergarage bij een winkel(centrum) gesitueerd is, dan is 2 tot 3 maal het aantal parkeervakken een goede maat voor het aantal autobewegingen, in dit geval dus ongeveer 250 autobewegingen (250x inrijden en 250x uitrijden). Het systeem zal dan naar verwachting 60% van de tijd in de laagstand draaien, 25% van de tijd in de middenstand en 15% van de tijd in de hoogstand. Uitgaande van 0,66kW in laagstand, 0,82kW in middenstand en 5,32kW in hoogstand en het aantal draaiuren, is het gemiddeld vermogen 0,58W per m² oftewel een energiegebruik van 5.11 kWh/m² per jaar of in totaal ongeveer 12.500kWh per jaar.

Let op: de waarden van 0,48 en 0,58 W/m² zijn een schatting vanuit een soort gemiddelde situatie, de waarde hangt sterk af van het soort garage, het aantal autobewegingen en andere locatiespecifieke situaties. Het getal geeft een goede indicatie van het te verwachten energiegebruik maar kan van garage tot garage afwijken. Navraag bij twee leveranciers van parkeergarageventilatie leert dat deze leveranciers gebruik maken van een gemiddelde schatting van het energiegebruik van 0,4 tot 0,6 W/m² afhankelijk van de situatie.

Naast het regelen op CO/LPG is het mogelijk de ventilatie te regelen op inrijdende auto's. Indien er geen auto's rijden is het mogelijk te ventileren met 30% van 3 lt/s per m². Deze methode is geschikter voor kleinere parkeergarages, bijvoorbeeld bij appartementen. Volgens leveranciers van parkeergarageventilatie is het regelen op inrit energetisch minder gunstig dan op CO/LPG detectie. Bij inrit geregelde ventilatie wordt de ventilatie voor 10 tot 15 minuten op hoogtoeren gezet bij binnenkomst of uitrijden van een auto. Met een stuwdrukventilator met twee toeren, is het in kleine garages niet goed mogelijk 30% van het maximum te ventileren maar zal in de praktijk vaak op 50% van het maximum geventileerd worden.

⁶ Alle genoemde getallen zijn indicaties. Deze waarden zijn geschat op basis van zogenaamd gemiddelde parkeergarages. De genoemde getallen mogen niet als absolute waarheid beschouwd worden maar dienen als leidraad.

4. HOE OM TE GAAN MET DE NORM

De norm- en wetgeving is vrij dwingend en enigszins beperkend in de mogelijkheden tot het besparen van energie t.a.v. ventilatie. Een tweetal manieren om met de norm om te gaan worden hier genoemd.

In Malmö (Zweden) zijn proeven gedaan met het uitschakelen van de parkeergarageventilatie indien de CO concentratie laag was (<35ppm). Door het relatief lage aantal autobewegingen en de natuurlijke trek (door de bestaande schachten en de in- en uitritten) in de parkeergarage, bleek dat de ventilatoren slechts 10% van de tijd hoefden te draaien om de CO concentratie onder de 100ppm te houden. De conclusie van deze studie is dat CO-detectie noodzakelijk is om op sommige momenten mechanisch te kunnen ventileren maar dat tegelijkertijd de CO-concentratie 90% van de tijd laag genoeg blijft zonder mechanische ventilatie. Dit levert een forse energiebesparing op, zelfs als de ventilatie anders op lage toeren zou gedraaid hebben. Of en hoe er rekening gehouden is met mogelijke benzeenconcentraties, wordt uit de studie niet duidelijk. [2]

Uit een studie van Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV [1] blijkt dat het mogelijk is aan te tonen dat parkeergarages natuurlijk geventileerd kunnen worden. Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) berekeningen kan op voorhand met voldoende nauwkeurigheid worden bewezen dat voldaan kan worden aan alle gestelde eisen op het gebied van CO concentraties, benzeenconcentraties en ventilatievouden in geval van brand. Ondergrondse parkeergarages worden dan natuurlijk geventileerd op basis van thermische trek en winddruk door de in- en uitritten van de garage en door verticale afvoerschachten. Uit de CFD berekeningen volgen de voorwaarden (bijvoorbeeld afmetingen) waaraan de natuurlijke aan- en afvoeren moeten voldoen. In het geval van de Cauberg-Huygen studie is voor de stallingsgarage van het 'Westerdokeiland' in Amsterdam aangetoond dat een ondergrondse parkeergarage (~3m onder het maaiveld) natuurlijk te ventileren is.

Het belang van CFD berekeningen voor het dimensioneren van ventilatie in parkeergarages (en bijvoorbeeld tunnels) is erg groot. CFD berekeningen zijn vrijwel het enige methode waarmee vooraf betrouwbaar de ventilatie van een parkeergarage kan worden gedimensioneerd [3]. CFD berekeningen worden echter vaak ingezet voor het bepalen van de ventilatiecapaciteit bij brand en in mindere mate voor het optimaliseren van het energiegebruik. Uit de studie van Cauberg-Huygen [1] blijkt dat CFD berekeningen niet alleen ingezet kunnen worden voor het dimensioneren van een ventilatie-installatie maar ook voor het ontwerpen van een parkeergarage met natuurlijke ventilatie. Maar ook bij het dimensioneren van een ventilatiesysteem, kunnen CFD methoden gebruikt worden voor een optimalisatie van basisventilatie en dus het totale energiegebruik door ventilatie.

Ten aanzien van CFD berekeningen

Ten aanzien van CFD berekeningen moet met het volgende rekening gehouden worden. CFD berekeningen t.a.v. ventilatiecapaciteiten tijdens een (auto-)brand zijn gebaseerd op thermische trek van de lucht. De hitte van de brand is de voornaamste en meest overheersende drijvende kracht van de luchtverplaatsingen tijdens een brand. Als de natuurlijke ventilatie moet worden doorgerekend voor de normale situatie, is de winddruk op de gevels en openingen van de garage de meest dominante drijvende kracht. Het is dan zaak goed in kaart te brengen hoe de winddrukken op de gevels en openingen afhangen van de windkracht en windrichting. Dit is een aanvullende studie (dan wel berekening, dan wel een schaalexperiment in een windtunnel). Deze studie naar de winddrukken hoeft niet worden uitgevoerd voor een 'brandberekening'. Een CFD berekening voor natuurlijke ventilatie kan daardoor niet geheel gelijktijdig en met dezelfde

middelen worden uitgevoerd als een CFD berekening t.a.v. de luchtverplaatsing tijdens een brand.

CFD berekeningen kunnen door de ontwikkeling van de computercapaciteit steeds sneller en makkelijker op standaard PC's worden uitgevoerd, het opzetten van een berekening is echter nog altijd een redelijk grote inspanning. Een CFD berekening is niet een standaard 'sometje' en wordt voornamelijk door ingenieursbureaus uitgevoerd. Navraag bij een bureau dat regelmatig CFD berekeningen uitvoert voor het ontwerpen van tunnels en parkeergarages leert dat een CFD berekening hoog in de duizenden en laag in de tienduizenden euro's kost. Op het moment van informeren werd een vrij standaard 'brandberekening' uitgevoerd voor een drie verdiepingen parkeergarage. Deze opdracht kostte 10.000 euro.

5. AANBEVELINGEN VOOR ENERGIEBESPARINGEN

5.1 Nieuwe Parkeergarages of grote renovaties

Bij de bouw van nieuwe parkeergarages of bij grote renovaties is het niet meer dan logisch de parkeergarage (groot of klein) uit te voeren met stuwdrukventilatoren. Daarnaast moet het ventilatiesysteem altijd uitgevoerd worden met een regeling, het liefst een CO/LPG gestuurde regeling en eventueel een regeling op het in- en uitrijden van auto's. Met name voor kleine parkeergarages (tot ongeveer 25 auto's) is een inritregeling een geschikte regelmethode.

Het energiegebruik van de ventilatie zal in de orde grootte van 0,4 tot 0,6 W/m² moeten zijn⁷. Voor een nieuwe parkeergarage kan aan de hand van het geplande te installeren vermogen en de verwachte draaitijden van de ventilatie nagegaan worden of het systeem rond de 0,5W/m² zal gebruiken. Indien het energiegebruik hier ver boven zit, is het aan te bevelen het ventilatiesysteem nogmaals goed op energiegebruik te beschouwen.

Het geïnstalleerde vermogen van een ventilatiesysteem is veel groter dan het gemiddeld gebruikte vermogen vanwege de overcapaciteit die geleverd moet kunnen worden bij brand. Het is dus vooral zaak om te letten op het aantal draaiuren van de ventilatoren in de laagste toerenstanden. In een gemiddelde parkeergarage draait de ventilatie in de orde van 75% van de tijd op lage toeren⁸ bij relatief weinig autobewegingen als in een kantoor- of woonsituatie. In het geval van een winkelsituatie kan een draaitijd van 60% in de laagstand verwacht worden.

Door de scherpe eisen ten aanzien van brand en andere calamiteiten in tunnels en parkeergarages wordt steeds vaker gebruik gemaakt van CFD (Computational Fluid Dynamics) berekeningen voor het ontwerpen van het ventilatiesysteem. Vanaf 1000m² is een 10-voudige ventilatie vereist bij brand, vanaf 5000m² wordt altijd een berekening gedaan (dit hoeft niet persé een CFD berekening te zijn) om de ventilatiecapaciteit te bepalen. Met deze berekeningen wordt bekeken of de ventilatiecapaciteit voldoende is, of de constructies en geometrie nog geoptimaliseerd kunnen worden, enz, zie [3]. Als CFD berekeningen worden uitgevoerd, is het raadzaam niet alleen het ventilatiesysteem te dimensioneren op de maximale capaciteit, maar ook de mogelijkheden en de dimensionering ten aanzien van het normale bedrijf te bepalen. Hierbij moet de nadruk liggen op een minimaal energiegebruik. Toe- en afvoerschachten kunnen zo ontworpen worden dat ze voor een aanzienlijke natuurlijke verversing zorgen, hierdoor blijft de CO-concentratie zo laag mogelijk. Het is zelfs mogelijk (indien dit aangetoond is met CFD berekeningen) de ventilatie af te schakelen en de garage natuurlijk te ventileren. CO/LPG detectie houdt de luchtkwaliteit in de gaten zodat eventueel mechanisch bijgesprongen kan worden indien er te weinig natuurlijke ventilatie is.

Er dient rekening mee gehouden te worden dat CFD berekeningen relatief duur zijn (~ €10.000). Het kost substantieel meer inspanning om natuurlijke ventilatiemogelijkheden door te rekenen dan alleen een 'brandberekeningen'. Zie hiervoor ook de paragraaf over CFD berekeningen in Hoofdstuk 4.

In sommige gevallen is het mogelijk om ondergrondse parkeergarages volledig natuurlijk te ventileren, zie [1]. Om gelijkwaardigheid aan te tonen ten opzichte van mechanische ventilatie, is CFD het meest geschikte (misschien wel enige) middel. Het verdient dus de aanbeveling, zeker bij nieuwbouw, om in een vroeg stadium te onderzoeken op welke manier een parkeergarage natuurlijk geventileerd zou kunnen worden.

⁷ Garages met veel autobewegingen(meer dan 3x het aantal P vakken per dag) kunnen hoger zitten.

⁸ Zie voetnoot 7.

De grote ventilatiecapaciteit in het geval van brand wordt voornamelijk uit axiaalventilatoren gehaald die in verticale afvoerschachten zitten. Het maximale elektrische vermogen van deze ventilatoren is in de orde van enkele kW's. Tijdens normaal bedrijf, zullen deze ventilatoren op een laag toerental draaien en een elektrisch vermogen van enkele honderden Watts vragen. Vanwege de besparingswinst is het van groot belang te letten op de mogelijkheden van het terugregelen van deze ventilatoren. De grote capaciteit benodigd bij brand, is veel te veel voor normale ventilatie, daarom wordt aanbevolen de axiaalventilatoren in de afvoerschachten met frequentieregelaars uit te voeren, hierdoor is het mogelijk optimaal terug te regelen naar het basisventilatie-niveau.

5.2 Bestaande ventilatiesystemen

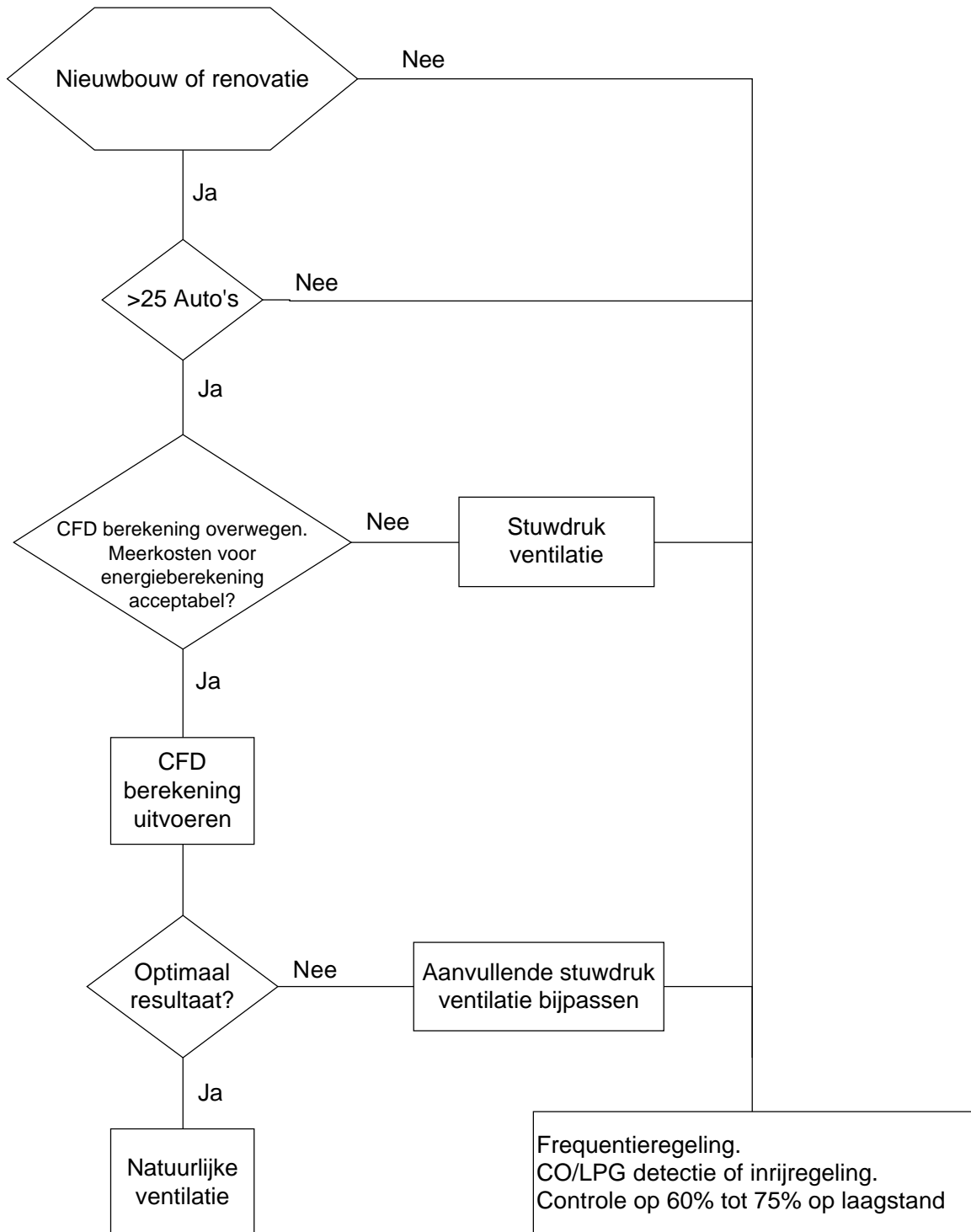
Het oude ventilatiesysteem dat bestaat uit luchtkanalen met ingebouwde ventilatoren komt nog maar weinig voor. Deze systemen gebruiken veel energie ten opzichte van stuwdrukventilatoren. Indien enigszins mogelijk, is het dus raadzaam kanalsystemen te verwijderen en te vervangen door stuwdruksystemen. Slechts in enkele gevallen is het economisch voordeliger een nieuw kanalsysteem aan te leggen i.p.v. een stuwdruksysteem. Dit wordt omwille van het energiegebruik sterk afgeraden.

Daarnaast hebben de meeste bestaande ventilatiesystemen reeds een regeling (CO/LPG dan wel een inrijregeling). Regelingen maken het mogelijk het ventilatiedebiet te verlagen tot 30% van het maximum dat normaal gesproken zonder regeling altijd moet worden geventileerd. Het spreekt vanzelf dat bestaande systemen zonder regeling zouden moeten worden voorzien van een regeling. De terugverdiertijd hiervan is niet eenduidig in te schatten omdat deze sterk afhankelijk is van de situatie. Met een regeling wordt de draaitijd in het maximale bedrijf verlaagd tot ongeveer 10 tot 25% van de tijd.

Ook voor bestaande ventilatiesystemen is het raadzaam sterk te letten op het gebruik per vierkante meter en de draaitijd van de verschillende standen. Een gemiddeld ventilatievermogen van veel meer dan $0,6\text{W/m}^2$ en draaitijden van veel minder dan 60% v.d. tijd (in drukkere garages) of dan 75% v.d. tijd (in stallingsgarages) in de laagstand zijn het waard nader te onderzoeken.

5.3 Schematische samenvatting

Op de volgende pagina wordt de advisering van dit hoofdstuk kort en bondig weergegeven in een stroomdiagram. Via het stroomdiagram wordt gestreefd naar maximale energiebesparende maatregelen ten aanzien van parkeergarageventilatie.



6. LITERATUUR

- [1] Luchtverversing stallingsgarage en afvoer van rook en warmte bij brand, Project “Westerdokeiland” Amsterdam, M. van Lohuizen, Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV, Rapportnummer 20011076-24.
- [2] Demand-controlled ventilation in a garage, Kv. Cedern in Malmö, Investigation of CO and CO₂ emissions during the period 20/2-17/3 2001. H. Martin en J. Lindfors, SenseAir AB (Technical Note TN-022) <http://www.senseair.se/TechNotes/E%20TN-022.pdf>
- [3] CFD bij dimensionering ventilatiesystemen parkeergarages en tunnels, D.J. den Boer, J.J. Mertens en N.J. van Oerle. TVVL Magazine 9/2004.