Optimalisatie ventilatie duivenwagens Afdeling Oost-Nederland – Deel 1: technische beoordeling van de wagens

Auteurs
A. Winkel
W. van Stralen

Deze studie werd uitgevoerd door de werkgroep Wetenschappelijk Onderzoek Welzijn Duiven (WOWD) van de Nederlandse Postduivenhouders Organisatie
Website: www.wowd.nl

Copyright © WOWD. Alle rechten voorbehouden. Publicatie, vermenigvuldiging of overname van teksten op welke manier dan ook is niet toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de auteurs.

Februari 2011

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1

2 Werkwijze 2

3 Samenvatting van resultaten en conclusies 3

4 Risicoanalyse 4

5 Bijlagen 5

Bijlage 1 Schematische tekening van de ventilatiesystemen 5

Bijlage 2 Foto's van de onderzochte oplegger, nummer 7 6

Bijlage 3 Resultaten rookproeven (8 januari 2011) 8

Bijlage 4 Resultaten oriënterende berekeningen 9

Bijlage 5 Resultaten luchtsnelheidsmetingen (18 februari 2011) 11

Bijlage 5 Resultaten berekening werkelijke ventilatiedebieten 12

1 Inleiding

Aanleiding
In het najaar van 2010 zijn auteurs benaderd door het bestuur van Afdeling 9 Oost-Nederland met het verzoek om de ventilatiesystemen van de zeven duiventrailers die enige jaren geleden nieuw zijn aangeschaft, indicatief te beoordelen. De reden hiervoor was dat twijfel was gerezen over de kwaliteit van de ventilatiesystemen in deze wagens. Verschillende duivenliefhebbers, waaronder B. Kastelein (Hengelo), dierenarts Jelle Jellema (Nijverdal) en Afdelingsvoorzitter Ben Geerink (Langeveen) meenden te signaleren dat duiven van meerdaagse fondvluchten stelselmatig later en in een minder goede conditie thuis kwamen wanneer zij vervoerd waren met de eigen wagens in vergelijking met vluchten waarbij de duiven in een wagen van Afdeling 8 (Gelders-Overijsselse unie) of 11 (Friesland ’96) werden vervoerd.

Uit praktijkexperimenten [**1**] van de werkgroep Wetenschappelijk Onderzoek Welzijn Duiven (WOWD) van de NPO, in samenwerking met de Katholieke Universiteit Leuven, is gebleken dat ervaren jonge duiven die gedurende 12 uren bij 28, 32 en 36 °C worden vervoerd (zonder beschikking over drinkwater) daar schade van ondervinden. Deze duiven verloren tot ca. 12% van het lichaamsgewicht aan vocht, gingen meer verloren van de proefvluchten en maakten in sportief opzicht geen kans tegen de duiven uit de referentiegroep die bij een koele 22 °C werden vervoerd. Uit deze studie blijkt dat ongunstige klimaatomstandigheden tijdens het transport van de duiven daadwerkelijk ten grondslag zouden kunnen liggen aan verslechterde vluchtprestaties en thuiskomsten.

Een volle oplegger bevat zo’n 6000 duiven; feitelijk 6000 kacheltjes van ca. 41,5 °C. De warmteafgifte van deze duiven tezamen met eventuele zoninstraling op de container zorgt voor een grote hittelast in de wagen. Om de temperatuur in de wagen niet teveel te laten stijgen dient deze hittelast te worden afgevoerd middels ventilatie. Duiven die tijdens het vervoer geen beschikking hebben over drinkwater (of dat nog niet weten te vinden) kunnen temperaturen aan tot maximaal 30–32 °C. Boven deze grens treedt hittestress op; de duiven moeten hun warmte kwijt via verdamping (hijgen) en kunnen dit verlies niet aanvullen door te drinken, zodat hun lichaamsgewicht afneemt [**2**]. Op warme dagen kan de temperatuur in de wagen echter oplopen tot boven 40 °C, met name als onvoldoende wordt geventileerd [**3**]. Met een deugdelijk ventilatiesysteem kan binnen de buitentemperatuur + 3 tot 5 °C worden gehandhaafd. In artikel 7 van het Reglement Vervoer en Lossingen NPO [**4**] is beschreven waaraan een deugdelijk ventilatiesysteem moet voldoen.

[**1**] **WOWD**, 2007. Effecten van nagebootste transportomstandigheden op het thuiskeervermogen van jonge postduiven. Artikel n.a.v. klimaatkamerexperimenten in samenwerking met de Katholieke Universiteit Leuven. Te lezen op: http://www.npo.nl/achtergrond/bijdragen-van-de-wowd/rapporten-en-bestanden/publicaties-wowd

[**2**] **Gorssen J.**, 1995. Thermoregulatory and behavioral characteristics of racing pigeons housed under transport conditions. Ph.D. thesis, Department of Animal Husbandry, Wageningen Agricultural University. 159 pag.

[**3**] **Gorssen J.**, 1993. ‘Het temperatuurverloop binnen en buiten een container tijdens het transport naar Orléans van 24 augustus 1989’. In: ‘Klimaatbehoeften van postduiven tijdens transport, Fase I’ en gepubliceerd in het Neerlands Postduivenhouders Orgaan, nr. 13, 1990.
Groot de H., 1997. ‘Paragraaf 5.5 Temperatuur- en luchtvochtigheidmetingen’ in: Voorstudie naar risicoindicatoren voor afwijkende vluchtprestaties van wedvluchtduiven in de praktijk. Afstudeerscriptie, Landbouw Universiteit Wageningen, Vakgroep Veehouderij.
Heetkamp M.J.W., Schrama J.W., 2000. Welzijn van postduiven tijdens transport. Deel I, temperatuur en Relatieve luchtvochtigheidmetingen: een pilotstudie. Onderzoeksrapport Wageningen Universiteit en Researchcentrum, leerstoelgroep Adaptatiefysiologie. 17 pag.
Heetkamp M.J.W., Schrama J.W., 2001. Welzijn van postduiven tijdens transport. Deel II, Klimaatmetingen tijdens transport van duiven: verschillen binnen en tussen transportwagens. Onderzoeksrapport Wageningen Universiteit en Researchcentrum, leerstoelgroep Adaptatiefysiologie. 36 pag.
Heetkamp M.J.W., Schrama J.W., 2002. Welzijn van postduiven tijdens transport. Deel II, Klimaatmetingen tijdens transport van duiven: verschillen binnen en tussen transportwagens - aanvullende metingen zomer 2001. Onderzoeksrapport Wageningen Universiteit en Researchcentrum, leerstoelgroep Adaptatiefysiologie. 16 pag.
Godschalk C. en K. van der Berg (Afdeling 2, Brabant 2000), 2003. Metingen van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in duivenwagens van Afdeling 2 gedurende 15 wedvluchten in 2003. Powerpointpresentatie.

[**4**] Reglement Vervoer en Lossingen NPO. Te lezen op: http://www.npo.nl/informatie-npo/regelementen

Deze eisen zijn:

- een geforceerde (d.w.z. mechanische) inlaat en uitlaat;
- aan-/uitschakeling van het ventilatiesysteem door een thermostaat;
- een geïnstalleerd ventilatiedebiet van 30 m3 per m3 wageninhoud, oftewel een maximale verversing van de gehele wageninhoud van eens per twee minuten;
- de luchtstroom van inlaat naar uitlaat gaat door of vlak langs de manden;
- tussen de manden wordt een verticale afstand aangehouden van tenminste 3 cm;
- het dak en de wanden van de duivenwagen zijn geïsoleerd;
- de bovenkant van de duivenwagen heeft een lichte kleur.

De duivenwagens van Afdeling 9 zijn enige jaren geleden gebouwd aan de hand van dit eisenpakket. Dat wil echter niet zeggen dat de duivenwagens daarmee automatisch ook goed functioneren. Binnen de grofmazige richtlijnen uit het reglement is het nog steeds nodig om ventilatiesystemen gedetailleerd uit te werken en de juiste werking met praktijkmetingen te toetsen

Doel

Het doel van dit beknopte onderzoek was nu om te beoordelen of er in de ventilatiesystemen van de duivenwagens van Afdeling 9 Oost-Nederland duidelijke systeemfouten zijn aan te wijzen.

2 Werkwijze

Deze beoordeling is als volgt aangepakt. Op zaterdag 8 januari hebben auteurs een bezoek gebracht aan de opslagloods te Denekamp. Hierbij waren verder aanwezig: Ben Geerink, John Bosman, Louis ter Huerne, Martin Bakker, Ulrich Kögging en Jelle Jellema. Na een gesprek hebben auteurs duivenwagen nr. 7 bekeken, opgemeten en gefotografeerd. Aan de hand hiervan is een schematische tekening van de ventilatiesystemen opgesteld (zie Bijlage 1) en worden in dit verslag enkele verduidelijkende foto's weergegeven (zie Bijlage 2). Vervolgens zijn drie rookproeven uitgevoerd en op camera vastgelegd (zie Bijlage 3). Later zijn enkele oriënterende berekeningen gedaan om meer inzicht te krijgen in de verhoudingen tussen inhoud van de wagen, geïnstalleerde ventilatie capaciteiten, diameters van kanalen, doorvoeren en gaatjes en luchtsnelheden (zie Bijlage 4).

Op grond van deze tussentijdse resultaten:

- was de verwachting dat met name het horizontale buizensysteem voor luchtinlaat zoveel weerstand (tegendruk) zou oproepen dat de ventilatoren in ventilatiedebiet zouden terugvallen (ze worden als het ware 'gesmoord'), met een fors verschil tussen geïnstalleerd en werkelijke invoerdebiet;
- was de verwachting dat de luchtinbreng uit de gaatjes van het horizontale buizensysteem zou verschillen tussen gaatjes dichtbij de ventilator (bovenste buis, eerste gaatje) en ver van de ventilator af (onderste buis, laatste gaatje). De gaatjes zijn alle 7 mm in diameter en de afstand tussen de gaatjes is gelijk over de gehele lengte van de buis. Door drukverlies over de lengte van de leiding zal er steeds minder lucht uit de gaatjes stromen naar mate het gaatje verder verwijderd zit van de ventilator;
- bestond er twijfel over het functioneren van de middelste dakventilator;
- bestond de indruk dat de meeste luchtstroming door het gangpad plaats vond in plaats van over de manden en door het verticale buizenstelsel voor afvoer met zijwandventilatoren.
- bestond er twijfel over de balans tussen werkelijk invoerdebiet en uitvoerdebiet.

Om meer zekerheid te krijgen m.b.t. bovenstaande punten is besloten om een tweede bijeenkomst te houden op zaterdag 18 februari 2011. Hierbij waren verder aanwezig: Ben Geerink, John Bosman, Louis ter Huerne, Ulrich Kögging en Leo Huurneman. Op deze dag zijn tussen 10:00 en 15:00 op diverse posities in de ventilatiesystemen luchtsnelheidsmetingen uitgevoerd (zie Bijlage 5) met behulp van een meetinstrument (Testo type 435-4, Testo BV, Almere). Op basis van deze luchtsnelheden en de opgenomen diameters van het bemeten doorvoerend oppervlak zijn de werkelijke ventilatiedebieten bepaald (zie Bijlage 6).

3 Samenvatting van resultaten en conclusies

Op grond van het hetgeen hiervoor beschreven en weergeven in Bijlagen 1 t/m 6 worden de volgende conclusies getrokken. Voor verbetering vatbaar zijn de conclusies 8 t/m 13.

Algemeen en vooraf

1. Voorkomen moet worden dat de duivenwagens alleen als 'boosdoeners' van verslechterde vluchtprestaties worden gezien en dit doorslaat naar een algehele veroordeling als 'er deugt niets van de wagens'. In dit onderzoek is de beoordeling door auteurs onafhankelijk en onbevooroordeeld uitgevoerd.
2. In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de wagens:
    a. een grote vervoerscapaciteit hebben (218 plaatsen voor grote Ruco-manden);
    b. een goede drinkwatervoorziening met waterreservoirs hebben;
    c. een centraal lossingsmechanisme hebben, zodat alle manden ineens geopend zijn;
    d. met 8 transparante dakluiken + 11 TL-buizen over goede verlichting beschikken.

Algemeen; ten aanzien van de ventilatie

3. De wagens zijn goed geïsoleerd voor minimale opwarming door zoninstraling;
4. De verticale ruimte tussen de manden bedraagt 3–4 cm. Dit is gunstig voor de luchtdoorstroming van inlaat naar uitlaat door of vlak langs de mand en de daarmee gepaarde warmteafvoer vanuit de mand naar de rest van de container.

Ten aanzien van de uitgaande ventilatiesystemen (dakventilatoren en zijwandventilatoren)

5. De dakventilatoren (3 stuks, elk max. 610 m^3/uur, totaal: max. 1830 m^3/uur) functioneren alle drie goed. Gezamenlijk voeren ze ca. 1527 m^3/uur af. Dit betekent dat de dakventilatoren ca. 83% van de geïnstalleerde maximumventilatie realiseren. De 3 dakventilatoren realiseren ca. 16 verversingen van de wageninhoud per uur.
6. De zijwandventilatoren met verticaal buizensysteem (8 stuks, elk max. 95 m^3/uur, totaal: max. 760 m^3/uur) functioneren goed. Gezamenlijk voeren ze ca. 553 m^3/uur af. Dit betekent dat de zijwandventilatoren ca. 71% van de geïnstalleerde maximumventilatie realiseren. De zijwandventilatoren realiseren ca. 6 verversingen van de wageninhoud per uur.
7. Het totale uitvoerdebiet bedraagt ca. 2080 m^3/uur of ca. 22 verversingen per uur.

Ten aanzien van de ingaande ventilatiesystemen

8. Het ventilatiedebiet door het horizontale buizenstelsel in het voorste compartiment (2 ventilatoren, elk max. 575 m^3/uur, totaal: max. 1150 m^3/uur) bedraagt slechts 122 m^3/uur (ca. 1,3 verversingen).
9. Het ventilatiedebiet door het horizontale buizenstelsel in het achterste compartiment (2 ventilatoren, elk max. 575 m^3/uur, totaal: max. 1150 m^3/uur) bedraagt slechts 377 m^3/uur (ca. 3,9 verversingen).
10. Voor de buizenstelsels van zowel het voorste als achterste compartiment geldt dat de invoer van verse lucht sterk verschilt tussen het eerste en laatste gaatje van het systeem. Het verval in luchtinstroom bedraagt ongeveer een factor 4. Uit de laatste gaatjes van het voorste compartiment komt zelfs in het geheel geen verse lucht meer, terwijl in de eerste gaatjes van het tweede compartiment de lucht met maar liefst 8–9 m/s wordt uitgeblazen.
11. Het totale invoerdebiet bedraagt ca. 499 m^3/uur of ca. 5,2 verversingen per uur.

Ten aanzien van het totale ventilatiesysteem

12. Het uitvoerdebiet (2080 m^3/uur) en invoerdebiet (499 m^3/uur) zijn in sterke onbalans. Het ontbrekende invoerdebiet wordt voor een belangrijk deel gerealiseerd door een kortsluitstroom door de diagonale roosterspleten in de zijwanden, direct naar de dakventilatoren, zonder door of langs de manden te stromen. Tijdens rijden met geopende dakramen kan ook hierlangs mogelijk een kortsluitstroom optreden.
13. Het ventilatiesysteem bevat twee systemen voor luchtinvoer (voorste compartiment en achterste compartiment) en vier systemen voor luchtuitvoer (3 dakventilatoren, 8 zijwandventilatoren met verticaal buizenstelsel, diagonale roosterspleten boven in zijwanden en 8 dakluiken). Door de vier systemen voor luchtuitvoer wordt het ventilatiesysteem al snel een 'black box': Onduidelijk is wat er precies gebeurt tijdens rijden met alle systemen in werking (bijv. geopende dakramen).

4 Risicoanalyse

Samenvatting
Uit dit beknopte onderzoek blijkt dat de luchtuitvoer via dakventilatoren en zijwandventilatoren goed functioneert (hooguit zou een groter aandeel van de luchtstroom over manden en langs zijwandventilatoren naar buiten mogen gaan). De luchtinvoer van voorste en achterste compartiment bevat echter twee duidelijke systeemfouten: a) het gerealiseerde invoerdebiet schiet aanzienlijk tekort, waardoor kortsluitstromenoptreden door verticale roosterspleten en dakramen naar de uitvoer, en b) de verdeling van de invoer over de lengte van het systeem varieert aanzienlijk tussen de 'eerste manden' en de 'laatste manden'. De ventilatiesystemen zullen (wanneer vol in werking en zonder rijwind) een verversingsvoud realiseren van ca. 22 keer de wageninhoud per uur.

Consequentie in termen van risico's
De vraag is nu of de geconstateerde systeemfouten een risico geven op (lokaal) te hoge waarden van temperatuur (hittestress, gewichtsverlies), relatieve luchtvochtigheid (benauwdheid) of mogelijk CO2 (niet-optimale ademhaling). Dit risico is op basis van hetgeen beschreven in dit verslag niet met voldoende zekerheid vast te stellen. Met andere woorden: het is niet uit te sluiten dat ter hoogte van de manden, waar de duiven zich bevinden, onvoldoende luchtverversing wordt gerealiseerd. Ook maken de videobeelden en luchtsnelheidsmetingen duidelijk dat er geen sprake is van een gelijkmatige luchtverversing op iedere plek in de auto. Er zijn echter (nog) geen feitelijke temperatuurmetingen gedaan om dit te verifiëren.

Er zijn echter in het verleden regelmatig temperatuurmetingen verricht met thermometers. Deze lieten geen onacceptabel hoge temperaturen zien (persoonlijke mededeling, Ben Geerink en Louis ter Huerne).Daar staat tegenover dat deze metingen werden uitgevoerd in het gangpad, waarvan al is geconstateerd dat daar verreweg de meeste luchtverversing plaatsvindt. In de manden zelf, aan de deurzijde, kan de temperatuur enige graden hoger zijn geweest. Verder beschikken de wagens over een temperatuursensor boven de bovenste mandenlaag, in het midden van de wagen, verbonden met een alarmlampje op het kopschot van de wagen (zichtbaar in de spiegel van de chauffeur). Dit alarmlampje gaat branden wanneer de sensor een temperatuur hoger dan 26 graden Celsius meet. Dit lampje gaat slechts sporadisch aan (persoonlijke mededeling, Ben Geerink en Louis ter Huerne). Hier moet echter ook bij worden opgemerkt dat de sensor waarschijnlijk in de (koelere) kortsluitstroom hangt tussen geopende dakluiken/diagonale roosterspleten en de dakventilatoren. Ook hier geldt dat de temperatuur in de manden, aan de deurzijde hoger kan zijn geweest.

Alleen met praktijkmetingen (temperatuur) van buitenlucht en binnenlucht op enkele mandplaatsen kan zekerheid worden verkregen over de werkelijke klimaatomstandigheden die in de wagens door de ventilatiesystemen worden gerealiseerd.

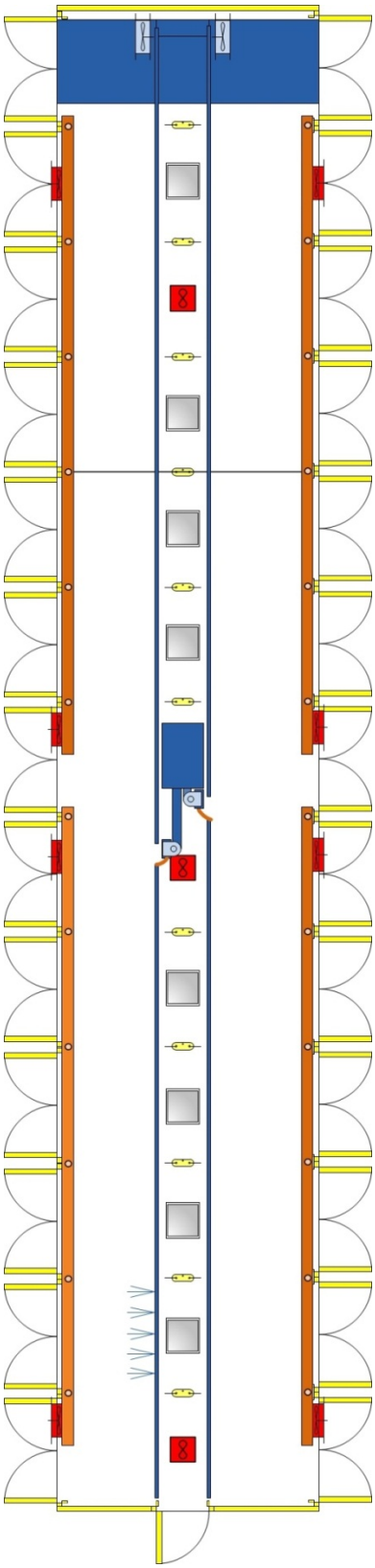
Tot slot
Wij hopen dat dit verslag bijdraagt aan de discussie rond het vervoer in Afdeling 9 Oost-Nederland en het nemen van eventuele vervolgstappen in termen van vervolgmetingen of aanpassingen.

Drachten en Bantega, 26 februari 2011,

De auteurs

5 Bijlagen

Bijlage 1 Schematische tekening van de ventilatiesystemen



Ingaand systeem: **blauw**

A. Voorste/eerste compartiment: 2 ventilatoren (575 m^3/h elk) in een bak boven de centrale gang in de voorzijde van de wagen; lucht wordt naar binnen gezogen door de diagonale roosterspleten boven in de zijwanden.
B. Achterste/tweede compartiment: 2 centrifugaal ventilatoren in een bak uit het plafond halverwege de middengang (575 m^3/h elk).

Alle vier inlaatventilatoren zijn verbonden met horizontale PVC-buizen (Ø 32 mm) tussen de mandlagen in (in de verticale tussenruimte, aan de gangzijde), met vijf gaatjes per mandbreedte (Ø 7 mm).

N.B.: bij oplevering waren de wagens uitgerust met alleen de voorste invoer. De horizontale buizen liepen toen door tot de achterwand van de wagen. De tweede invoer (B) halverwege de wagen is na 1 seizoen aangebracht door de fabrikant omdat er achter in de wagen geen inlaat van verse lucht waarneembaar was. Er werd ook een temperatuursopbouw naar achteren waargenomen.

Uitgaande systemen: **rood**

A. 3 dakventilatoren (610 m^3/h elk)
B. 8 zijwandventilatoren (95 m^3/h elk); verbonden met horizontale PVC-buizen (Ø 110 mm), aan de onderzijde vertakt in verticale PVC-buisjes (Ø 32 mm) met twee gaatjes (Ø 7 mm) per mandhoogte. De verticale ‘aanzuigende’ buizen zijn aangebracht tussen de mandkolommen in.
C. diagonale roosters boven de zijdeuren (tussen zijdeuren en dak, ca. 30 cm hoog)

Overig (kan zowel inlaat als uitlaat zijn):

- acht dakluiken

Bijlage 2 Foto's van de onderzochte oplegger, nummer 7

Tijdens de eerste bijeenkomst op zaterdag 8 januari 2011 zijn de volgende foto's genomen.

A. Zijaanzicht linkerzijkant duivenwagen
- *per zijde: 4 kolommen van 7 mandlagen (boven trekker) + 9 kolommen van 9 mandlagen = 109 manden per zijde, totaal aantal manden: 218*
- *kleur: licht geel*
- *rode pijlen: zijwandventilatoren (95 m^3/h elk)*

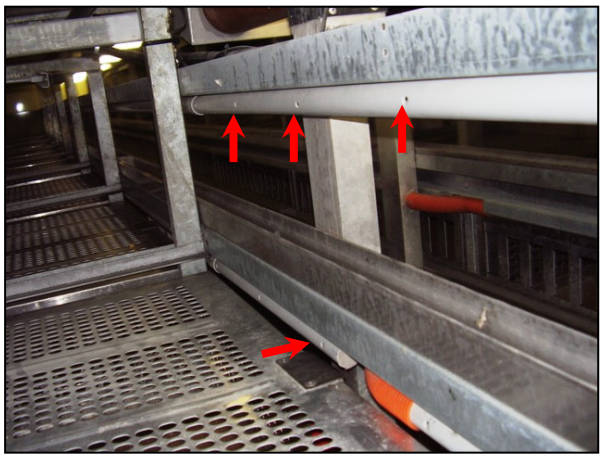
B. Zijaanzicht rechterzijkant duivenwagen
- *Ruco-manden*
- *ca. 3 cm verticale tussenruimte tussen manden*
- *ca. 30 cm verticale ruimte boven bovenste mandlaag, met diagonale roosters in zijwand*

C. Afzuigsysteem met achtereenvolgens (van buiten naar binnen): ventilator - horizontale PVC-buis (Ø 110 mm) - vertakt in verticale PVC-buizen (Ø 32 mm) met gaatjes(2 per mandhoogte) van Ø 7 mm

D. Dakventilator (middelste van de drie) in plafond middengang

E. Centrifugaal ventilatoren halverwege de wagen, via verticaal kanaal en oranje slangen naar horizontale PVC-buizen (Ø 32 mm) met per mandplaats vijf gaatjes (Ø 7 mm)

F. Achterzijde wagen met dakventilator (610 m^3/h) in plafond



G. Horizontale PVC-buizen (Ø 32 mm) voor luchtinlaat met per mandplaats vijf gaatjes (Ø 7 mm; rode pijlen)

Bijlage 3 Resultaten rookproeven (8 januari 2011)

Tijdens de eerste bijeenkomst op zaterdag 8 januari 2011 is - na grondige bestudering, het nemen van foto's en het opnemen van de maten van de container en de ventilatiesystemen - door middel van rookproeven geïnventariseerd hoe de ventilatiesystemen functioneren in een ***stilstaande*** wagen waarbij de systemen zijn ingeschakeld. Er zijn in totaal drie rookproeven gedaan waarbij de waarnemingen met behulp van een digitale camera werden vastgelegd:

1. Eén rookblokje ontstoken in de centrale gang, vervolgens filmen en beoordelen.
2. Eén rookblokje bij de luchtinvoer op het dak bij het 'tweede compartiment', zelfde vervolg.
3. Eén rookblokje links en één rechts bij de luchtinvoer vooraan de container.

De videobestanden leverden een groot aantal waarnemingen op. Per rookproef worden deze hierna vermeld.

1. Rook verspreiding in de centrale gang

Rook werd verspreid door voor in de centrale gang een rookpatroon aan te steken en deze langs de bodem te halen terwijl langzaam achterwaarts terug naar de deur werd gelopen. De rook die in de centrale gang wordt verspreid blijft met name voorin de wagen enige tijd 'hangen' en gaat in het voorste compartiment ook via de geopende dakramen naar buiten. De eerste ventilator zuigt behoorlijk, maar de tweede ventilator (direct achter de luchttoevoer van het tweede compartiment), lijkt op het eerste gezicht minder goed te functioneren. De rook dringt vanuit de centrale gang niet binnen in de manden, ondanks dat de zijwandventilatoren op volle toeren draaien. Ook wordt uit de zijwandventilatoren weinig rookuittreding aan de buitenzijde waargenomen. Dit kan worden verklaard doordat de in de centrale gang verspreide rook door de dakventilatoren wordt aangetrokken en door de geperforeerde PVC-buizen voor luchtinlaat wordt verdreven door binnentreden van buitenlucht op de grens van mand en centrale gang.

2. Rook verspreiding in de luchtinlaat voor het tweede compartiment (dak)

Het tweede compartiment is toegevoegd aangezien het systeem bij oplevering onvoldoende capaciteit leek te leveren. De luchtingang is gesitueerd op het dak en bij het inlaten van rook valt allereerst op dat wanneer het rookblokje bij de ventilator erachter geplaatst wordt, dat deze rook bijna direct door de invoer wordt aangezogen. Dit zal tijdens rijden vermoedelijk niet optreden, omdat de rijwind de uitgestoten lucht van de middelste ventilator naar achteren drijft (de inlaat zit vóór de middelste dakventilator). In de wagen is duidelijk zichtbaar dat er rook uit de gaatjes van de horizontale buizen voor luchtinlaat komt, ook uit de allerachterste gaatjes. De rook stroomt ter hoogte van de achterste mandkolommen ca. 20-40 cm richting de deuren, keert dan en stroomt voornamelijk via de centrale gang en dakventilatoren weg. Aan de buitenzijde wordt weinig rook waargenomen uit de zijwandventilatoren.

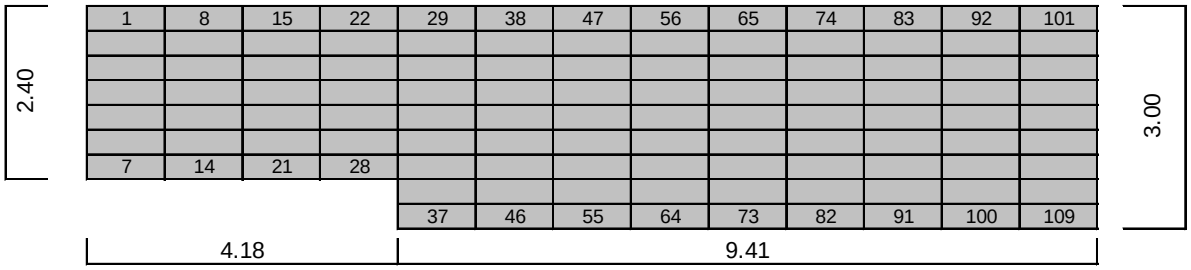
3. Rook verspreiding in de voorste luchtinlaat

Na enig zoekwerk wordt de luchtinlaat gevonden, die aan beide zijden van de wagen is gepositioneerd. Lucht wordt aangezogen door het eerste deel van de diagonale roosterspleten in de bovenzijde van de zijwanden van de wagen. De rook wordt zichtbaar naar binnen gezogen. Ook hier vindt de rook via het centrale inlaatsysteem van horizontale PVC-buizen zijn weg naar de manden maar 'keert' halverwege de manden om via de ventilatoren in de centrale gang afgevoerd te worden en in veel geringere mate via de daartoe geïnstalleerde zijwandventilatoren. Opvallend is dat de voorste gaatjes wel rook uitstoten, maar de achtersten niet (weerstand). Dit doet vermoeden dat de voorste gaatjes van het voorste compartiment wel lucht uitstoten, maar de achterste gaatjes in hetzelfde compartiment niet.

Bijlage 4 Resultaten oriënterende berekeningen

Op grond van de eerste bijeenkomst op zaterdag 8 januari 2011 zijn onderstaande indicatieve berekeningen gemaakt om meer inzicht te krijgen in de verhoudingen tussen inhoud van de wagen, geïnstalleerde ventilatiecapaciteiten, diameters van kanalen, doorvoeren en gaatjes en luchtsnelheden.

A. Kenmerken van de oplegger



A 1. Afmetingen en volumes

Breedte wagen	2.50	m			
Breedte gangpad	0.60	m			
Hoogte ruimte boven bovenste mandenlaag	0.30	m			
Verticale tussenruimte tussen mandenlagen	0.04	m			
Totale oppervlak wagen	34.0	m^2			
Totale inhoud wagen	95.6	m^3	=	100.0	%
- waarvan volume aan manden	50.2	m^3	=	52.5	%
- waarvan volume aan gangpad	22.9	m^3	=	24.0	%
- waarvan volume boven de bovenste mandlaag	10.2	m^3	=	10.7	%
- waarvan volume tussen manden (vert.)	7.7	m^3	=	8.1	%
- waarvan restvolume	4.5	m^3	=	4.7	%

A 2. Manden

Aantal mandplaatsen	218							
Type manden	Ruco-mand							
Afmetingen mand (l x b xh; buitenwerks)	98.5	x	90.0	x	26.0	cm		
Inhoud mand	0.23	m^3						
Inwendig oppervlak mand volgens fabrikant	0.86	m^2						
Maximaal aantal duiven								
- bij 1 nacht mand (min. 280 cm^2/duif)	30	per mand	=	6540	per wagen	=	68.4	per m^3
- bij 2 nachten mand (min. 310 cm^2/duif)	27	per mand	=	5886	per wagen	=	61.6	per m^3
- bij >2 nachten mand (min. 350 cm^2/duif)	24	per mand	=	5232	per wagen	=	54.7	per m^3

B. Gewenste/benodigde ventilatie op hoofdlijnen

Te installeren maximale ventilatiecapaciteit (30 verversingen/h)	2869	m^3/h
Dit komt overeen met	84	m^3/h per m^2 oppervlak
Maximaal acceptabele luchtsnelheid bij doorvoer	3.00	m/s
Benodigd doorvoerend oppervlak bij deze luchtsnelheid	0.27	m^2
- Dit betekent een vierkante doorvoer met een lengte/breedte van	51.5	cm
- Dit betekent een ronde doorvoer met een diameter van	58.2	cm

C. Geinstalleerde theoretische ventilatie

C 1. Ingaande luchtstroom

4 ventilatoren (2 voor, 2 midden, elk 575 m^3/h)
verbonden met horizontale PVC-buizen, een boven elke mandlaag, met Ø 32 mm
in deze buizen 5 gaatjes per mand met Ø 7 mm

Totaal geinstalleerde maximale ventilatiecapaciteit	2300	m^3/h			
Transport door horizontale PVC-buizen					
Totaal aantal buizen (4 ventilatoren x elk 9 buizen)	36	buizen			
Diameter PVC buis, binnenwerks	28.0	mm			
Doorvoerend oppervlak PVC buis, binnenwerks	616	mm^2	=	0.00062	m^2
Gezamenlijk doorvoerend oppervlak PVC-buizen	22167	mm^2	=	**0.02217**	m^2
Theoretische luchtsnelheid door PVC-buis	**28.8**	m/s			
Uittreden oppervlak / gaatjes					
Totaal aantal gaatjes (218 manden x 5 gaatjes)	1090	gaatjes			
Diameter gaatje	7	mm	=	0.00700	m
Doorvoerend oppervlak gaatje	38	mm^2	=	0.00004	m^2
Gezamenlijk uittredend oppervlak van de gaatjes	41948	mm^2	=	**0.04195**	m^2
Theoretische luchtsnelheid bij gelijkmatig uittreden	**15.2**	m/s			

Een ventilatiecapaciteit van 2300 kuub per uur betekent een verversingsvoud van 24.1 keer per uur

C 2. Uitgaande luchtstroom

Geopende dakvensters (voornamelijk tijdens rijden)	**?**	m^3/h			
Roosters boven deuren (voornamelijk tijdens rijden)	**?**	m^3/h			
Dakventilatoren	3	stuks			
Diameter dakventilator	200	mm			
Doorvoerend oppervlak dakventilator	31416	mm^2	=	0.03142	m^2
Maximale ventilatiecapaciteit per ventilator	610	m^3/h			
Totale max. ventilatiecapaciteit door dakventilatoren	1830	m^3/h	=	71	%
Theoretische luchtsnelheid door dakventilator	5.4	m/s			
Zijwandventilatoren	8	stuks			
Maximale ventilatiecapaciteit per ventilator	95	m^3/h			
Totale max. ventilatiecapaciteit door zijwandventilatoren	760	m^3/h	=	29	%
Totaal geinstalleerde maximale ventilatiecapaciteit	2590	m^3/h	=	100	%

Een ventilatiecapaciteit van 2590 kuub per uur betekent een verversingsvoud van 27.1 keer per uur

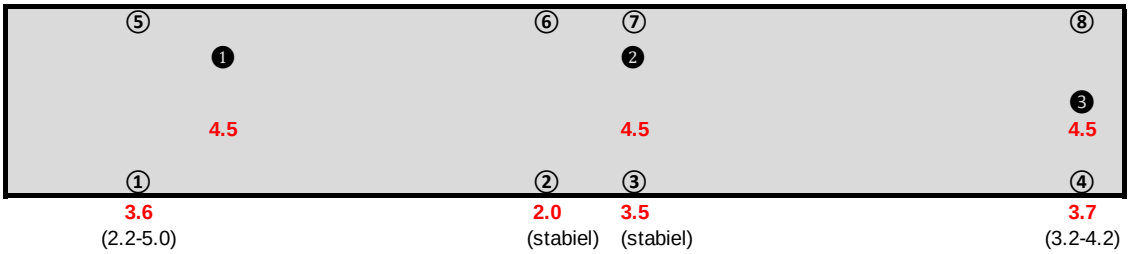
Verdere uitwerking van de zijwandventilatoren met verticaal buizenstelsel

Totaal geinstalleerde maximale ventilatiecapaciteit	760	m^3/h			
Aanzuigend oppervlak / gaatjes					
Totaal aantal gaatjes (218 manden x 2 gaatjes)	436	gaatjes			
Diameter gaatje	7	mm	=	0.00700	m
Doorvoerend oppervlak gaatje	38	mm^2	=	0.00004	m^2
Gezamenlijk doorvoerend oppervlak van de gaatjes	16779	mm^2	=	**0.01678**	m^2
Theoretische luchtsnelheid bij aanzuigen	**12.6**	m/s			
Transport door verticale PVC-buizen met Ø 32 mm					
Totaal aantal buizen (12 stuks x 2 zijden)	24	stuks			
Diameter PVC buis, binnenwerks	28.0	mm	=	0.00700	m
Doorvoerend oppervlak PVC buis, binnenwerks	616	mm^2	=	0.00062	m^2
Gezamenlijk doorvoerend oppervlak PVC-buizen	14778	mm^2	=	**0.01478**	m^2
Theoretische luchtsnelheid door PVC-buis	**14.3**	m/s			
Transport door horizontale PVC-buizen met Ø 110 mm					
Tot. aant. buizen (2 buishelften x 2 buizen x 2 zijden)	8	stuks			
Diameter PVC buis, binnenwerks	105	mm	=	0.00700	m
Doorvoerend oppervlak PVC buis, binnenwerks	8659	mm^2	=	0.00866	m^2
Gezamenlijk doorvoerend oppervlak PVC-buizen	69272	mm^2	=	**0.06927**	m^2
Theoretische luchtsnelheid door PVC-buis	**3.0**	m/s			

Bijlage 5 Resultaten luchtsnelheidsmetingen (18 februari 2011)

Tijdens een tweede bijeenkomst, op zaterdag 19 februari 2011, zijn luchtsnelheidsmetingen uitgevoerd aan oplegger 7 met behulp van een meetinstrument voor luchtsnelheid (Testo type 435-4, Test BV, Almere). Hierbij werden dakluiken en deuren gesloten en alle ventilatiesystemen (voorste inlaatsysteem, achterste inlaatsysteem, zijwandventilatoren en dakventilatoren) ingeschakeld. De metingen werden uitgevoerd bij een stilstaande wagen. De wagen stond in de buitenlucht, onder een afdak, uit de wind. De resultaten van de luchtsnelheidsmetingen worden hieronder weergegeven, uitgedrukt in meter per seconde (m/s; in **rood**).

Bovenaanzicht oplegger - Gemeten luchtsnelheid dakventilatoren 1 t/m 3 en zijwandventilatoren 1 t/m 4



Zijaanzicht oplegger - Gemeten luchtsnelheid gemeten door roosterspleten naar binnen toe

Rij \ Kolom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1								0.7					

Zijaanzicht oplegger - Gemeten luchtsnelheid gemeten door gaatjes van horizontale inlaatbuizen

Geel: voorste/eerste compartiment
Groen: achterste/tweede compartiment

Rij \ Kolom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2.5	**2.1**	1.7	1.3	0.9	**0.5**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2.4	2.0	1.6	1.2	0.8	0.4	0.0	**8.5**	8.0	7.5	**7.0**	6.5	**6.0**	5.5
3	2.2	1.8	1.4	1.0	0.6	0.2	0.0	7.8	7.3	6.8	6.3	5.8	5.3	4.8
4	2.1	1.7	1.3	0.9	0.5	0.1	0.0	7.0	6.6	6.1	5.6	5.1	4.6	4.1
5	1.9	1.5	1.1	0.7	0.3	0.0	0.0	6.3	5.8	5.3	4.9	4.4	3.9	3.4
6	1.8	1.4	1.0	0.6	0.2	0.0	0.0	5.6	5.1	5.1	4.1	4.1	3.2	2.7
7	**1.6**	1.4	**1.2**	0.8	0.8	0.4	**0.0**	4.9	4.4	3.9	3.4	3.0	2.5	2.0
8					1.4	1.0	0.6	4.1	3.7	3.2	2.7	2.2	1.8	1.3
9					1.2	0.8	**0.7**	**3.4**	2.9	2.5	**2.0**	1.5	**1.1**	0.6

N.B. 1. In de verticale inlaatkanalen van het tweede inlaatcompartiment (groen; zie ook hoofdstuk 2, foto's d en e) werd een luchtsnelheid gemeten van **14,0** m/s. De meting werd uitgevoerd tussen de centrifugaalventilator en de eerste aftakking naar de bovenste horizontale PVC-buis.

N.B. 2. De zwart (niet-rood) weergeven luchtsnelheden in de manden zijn geschat via interpolatie aan de hand van de gemeten luchtsnelheden uit de wel bemeten manden (in rood).

Bijlage 5 Resultaten berekening werkelijke ventilatiedebieten

Op basis van de uitgevoerde luchtsnelheidsmetingen (hoofdstuk 5) en de opgenomen diameters van de doorvoeren waar gemeten werd (diameters van buis, gaatje, zijwand- of dakventilator), zijn de volgende werkelijke ventilatiedebieten (m^3/uur) bepaald.

A. Totaal ingaand ventilatiedebiet	**500**	m^3/h	=	**5.2**	verversingen
A 1. Invoer door tweede compartiment	**377**	m^3/h	=	**3.9**	verversingen
Afmetingen verticale kanaal	80 x 50	mm			
Wanddikte kanaal	0.2	cm			
Doorvoerend oppervlak kanaal	3744	mm^2			
Gemeten luchtsnelheid in het kanaal	14	m/s			
Ventilatiedebiet door kanaal	189	m^3/h			
Totale ventilatiedebiet door beide kanalen	377	m^3/h			
A 2. Invoer door eerste compartiment					
Schatting op basis van verschillen (ratio) in gemeten luchtsnelheden tussen compartiment 1 en 2 op dezelfde plekken	**122**	m^3/h	=	**1.3**	verversingen

B. Totaal uitgaand ventilatiedebiet	**2080**	m^3/h	=	**21.8**	verversingen
B 1. Uitvoer door dakventilatoren	**1527**	m^3/h	=	**16.0**	verversingen
Diameter dakventilator	200	mm			
Doorvoerend oppervlak dakventilator	31416	mm^2			
Gemeten luchtsnelheid door dakventilator					
- Dakventilator 1	4.5	m/s			
- Dakventilator 2	4.5	m/s			
- Dakventilator 3	4.5	m/s			
Ventilatiedebiet door dakventilator	509	m^3/h			
Totale ventilatiedebiet door 3 dakventilatoren	1527	m^3/h			
B 2. Uitvoer door zijwandventilatoren	**553**		=	**5.8**	verversingen
Afmetingen uitlaat zijwandventilator	200 x 30	mm			
Doorvoerend oppervlak uitlaat	6000	mm^2			
Gemeten luchtsnelheid door zijwandventilator					
- Zijwandventilator/uitlaat 1	3.6	m/s			
- Zijwandventilator/uitlaat 2	2.0	m/s			
- Zijwandventilator/uitlaat 3	3.5	m/s			
- Zijwandventilator/uitlaat 4	3.7	m/s			
Ventilatiedebiet door zijwandventilator					
- Zijwandventilator/uitlaat 1	78	m^3/h			
- Zijwandventilator/uitlaat 2	43	m^3/h			
- Zijwandventilator/uitlaat 3	76	m^3/h			
- Zijwandventilator/uitlaat 4	80	m^3/h			
Totale ventilatiedebiet door 4 zijwandvent.	276	m^3/h			
Totale ventilatiedebiet door 8 zijwandvent.	553	m^3/h			

N.B. 1. De invoer van lucht door het tweede inlaatcompartiment (zie onderdeel A 1.) is ook bepaald door de luchtsnelheden voor elk mand te schatten middels interpolatie op basis van de zes gemeten luchtsnelheden uit de bovenste (begin, midden, eind) en onderste (begin, midden, eind) horizontale

buis (zie Bijlage 5). Wanneer deze geschatte + gemeten luchtsnelheden worden gesommeerd en vermenigvuldigd met 5 gaatjes per buis, vermenigvuldigd met het doorvoerend oppervlak van een gaatje en vermenigvuldigd met 3600 seconden, wordt een totaal ventilatiedebiet geschat van 176 m^3/uur, per zijde. Dit is zeer vergelijkbaar met de 189 m^3/uur berekend op basis van de luchtsnelheidsmeting in het aanvoerende, verticale hoofdkanaal (zie onderdeel A 1.).

N.B. 2. Het ventilatiedebiet van zijwandventilator 2 (zie onderdeel B 2.) is mogelijk lager dan die van 1, 3 en 4 doordat deze ventilator per ongeluk is aangeboord bij het creëren van een doorgang om de luchtsnelheidssensor in de horizontale hoofdbuis te kunnen steken. Hierbij sloeg een zekering door. Deze is vervangen waarna het ventilatiesysteem is herstart. Vervolgens is de luchtsnelheid gemeten aan de buitenzijde, in de uitlaatkleppen over de ventilatoren. Waarschijnlijk beschikken de wagens over acht zijwandventilatoren die elk 76 tot 80 m^3 per uur afvoeren.

Bovenstaande berekeningen werden uitgevoerd direct na de luchtsnelheidsmetingen in het kantoor van de transporteur te Denekamp. Opvallend was dat het werkelijke uitvoer- en invoerdebiet niet in balans waren. Dit is niet mogelijk: lucht dat de container verlaat gaat er ergens ook weer in: er bestaat weliswaar een onderdruk in de container, maar de container zuigt geen vacuüm. Dakramen en deuren waren alle gesloten tijdens de luchtsnelheidsmetingen. Waar kwam de resterende inlaatlucht (2080 uitgaand – 500 ingaand = 1580 m^3/uur) vandaan? Er bestond nog slechts één mogelijkheid: door de diagonale spleten boven in de zijwanden. Oplegger 7 is daarom opnieuw in werking gesteld en er is een laatste luchtsnelheidsmeting uitgevoerd in de container, direct achter de diagonale roosterspleten ter hoogte van de middelste dakventilator. Hier werd inderdaad een ingaande luchtsnelheid door de roosterspleten vastgesteld van ca. 0,5 tot 0,7 m/s.