

PURITII

EVALUATIE VAN PURITII LUCHTFILTERSYSTEEM VOOR HET VERWIJDEREN VAN VERVUILENDE STOFFEN IN DE LUCHT.

Een samenvatting van de laboratoriumtests van het Puritii-luchtfiltersysteem in opdracht van ARIIX



ABSTRACT/EXECUTIVE SUMMARY

Het Puritii Luchtfiltersysteem levert tussen de 104-280 kubieke meter schone lucht per minuut (177-475,5 m³/h) en verwijdert effectief >99,99% van de fysieke (PM 0,1-0,3 en 0,1) en biologische verontreinigingen in minder dan 60 minuten. Voor chemische verontreinigingen in de lucht (benzeen, toluen, formaldehyde en tVOC) werd routinematig >95% verwijderd. Bovendien werd het Puritii Luchtfiltersysteem gecertificeerd door de California Air Resource Board en het Hong Kong Standards & Testing Centre.

STUDIEDOELSTELLING

Het doel van deze studie is om een referentiekader te geven van alle beschikbare testen van het Puritii Air Filtration System.

STUDIEONTWERP

Deze studie bestaat uit verschillende testrondes waarbij het Puritii Luchtfiltersysteem in opdracht van ARIIX in verschillende onafhankelijke laboratoria wordt getest. Om de verwijdering van de vervuiling te testen werden testunits in testkamers geplaatst en werden testsubstraten in de kamers opgezogen. De testunits werden in de hoge stand gezet met een geactiveerde Ionizer. Er luchtmonsters genomen uit de testkamer nadat het toestel aan was gezet en vervolgens op de aangegeven intervaltijden. Het proces werd vervolgens herhaald zonder een testunit in de kamer om de natuurlijke vervalresultaten te verkrijgen.

RESULTATEN & DISCUSSIE

Functionaliteit van het toestel

LUCHTSTROOM PER SNELHEIDSNIVEAU

Snelheid	Kubieke voet/minuut (CFM)	Kubieke meters per uur (m ³ /h)
Turbo	280	475.7
Hoog	220	374
Gemiddeld	163	277
Laag	104	177

De luchtstroom neemt lineair toe met de ventilatorsnelheid: bij elke snelheidsverhoging neemt het vermogen toe met ~60CFM en ~100m³/h.

GELUIDSNIVEAUS

Snelheid	Geluidsniveau dB (1m)	Geluidsniveau dB (30cm)
Turbo	66,5	74,5
Hoog	56,8	65
Gemiddeld	50	57
Laag	42	48

Deze test toonde het verwachte resultaat: naarmate de snelheid toeneemt, neemt ook het geluidsniveau toe. Het geluidsniveau is ook hoger dicht bij het toestel.



ENERGIEVERBRUIK

Snelheid	Motoroerental (RPM)	CFM	Vermogensverbruik (Watt)
Turbo	1682	280	99
Hoog	1305	220	49
Gemiddeld	1045	163	19
Laag	780	104	7

Het stroomverbruik neemt niet-lineair toe met een hogere motorsnelheid: elke niveauverhoging resulteert in een toename van het stroomverbruik die groter is dan het dubbele van het vorige niveau.

LEVERING SCHONE LUCHT (CADR) HOOG VERSUS TURBO

Snelheid	Kubieke voet/minuut (CFM)	Kubieke meter per uur (m ³ /h)
Turbo	410	240
Hoog	310	180

Daar waar hoge en turbo-instellingen naar verwachting het meest zouden worden gebruikt, werden de waarden voor deze niveaus vergeleken voor de luchtstroom/levering schone lucht.

NEGATIEF IONENAANTAL

Afstand (cm)	Deeltjes (pcs/cc)
5	1.655.000
10	1.622.000
100	260.000

Het negatieve ionenaantal neemt niet-lineair af met de afstand tot het apparaat.

OZONCONCENTRATIE: ANSI/UL STANDAARD

Tijd/duur (h)	Ozonconcentratie (ppm)
1	0,00
8	0,00-0,01
12	0,00-0,01

De hoeveelheid ozon die door het Puritii-toestel wordt geproduceerd is verwaarloosbaar, zelfs tijdens 12 uur gebruik.

Deeltjesverwijdering

PM2,5

De meeteenheid PM2,5 staat voor de filtratie van deeltjes van wie de langste afmeting minder dan 2,5 micrometer bedraagt. Deze deeltjes worden meestal gezien als wazige luchtvervuiling en kunnen op korte termijn gevolgen hebben voor de gezondheid, zoals oog-, neus-, keel- en longirritatie, wat op lange termijn gevolgen zoals astma kan hebben.

Snelheid	Achtergrond PM 2,5	PM 2.5 @ uitlaatgassen	Efficiëntie
Turbo	418,233	500	99,88%
Hoog	674,200	962	99,86%
Gemiddeld	689,400	300	99,95%
Laag	539,945	230	99,95%

Elk niveau resulteerde in meer dan 99,8% reductie van PM2,5 materiaal.

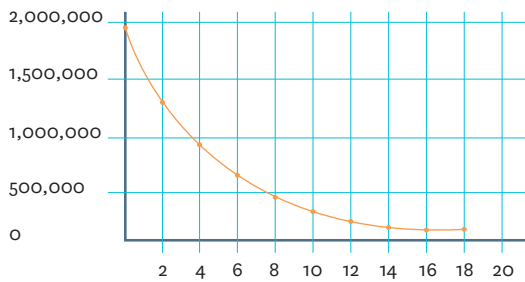
PM2,5 LUCHTZUIVERINGSEFFICIËNTIE BIJ HOGE EN TURBO-INSTELLINGEN

Minuten	Hoog	Turbo	% Vermindering Hoog	% Vermindering Turbo
0	1909733	1736033	-	-
2	129533	1083450	93,2	37,6
4	850300	721966	55,5	58,4
6	665200	413483	65,2	76,2
8	449766	252783	76,4	85,4
10	294716	153416	84,6	91,2

Minuten	Hoog	Turbo	% Vermindering Hoog	% Vermindering Turbo
12	206783	87433	89,2	95,0
14	165200	61716	91,3	96,4
16	119550	47016	93,7	97,3
18	82150	27200	95,7	98,4

1. HUIDIGE FILTERMEDIA OP HOGE SNELHEID

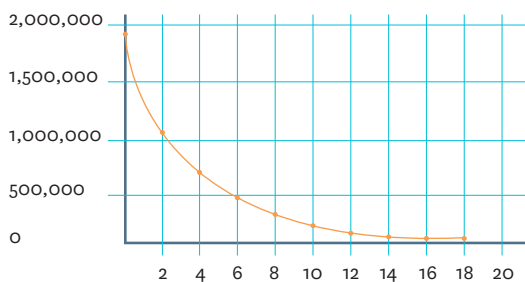
CADR-waarde met Hoog bij gebruik van het huidige filter
 $y = 2E + 06e^{-0,17x}$ $R^2 = 0,997$



CADR = $0,17 \times 60 \times 30 = 306 \text{ m}^3 / \text{h} = 178 \text{ CFM}$

2. HUIDIGE FILTERMEDIA OP TURBO SNELHEID

CADR-waarde met Turbo bij gebruik van het huidige filter
 $y = 2E + 06e^{-0,23x}$ $R^2 = 0,996$



CADR = $0,23 \times 60 \times 30 = 414 \text{ m}^3 / \text{h} = 241 \text{ CFM}$

Deze studie vergeleek de verwijdering van PM2.5 materiaal in de tijd bij hoge en turbo-instellingen. Over het geheel genomen werd de grootste reductie verkregen door het gebruik van de turbo-instelling. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de grotere luchtstroom van de turbo-instelling over de hoge instelling. De studie toonde een reductie van 93,2% na 2 minuten, hoewel dit een uitschieter of een typografische fout lijkt te zijn, aangezien de latere resultaten deze waarde niet weergeven.

PM 0,1-0,3UM

Minuten	mg/m³	% Vermindering
0	35844250	0
5	9256419	74,18
10	2520941	92,97
15	635773	98,23
20	215965	99,40
25	60553	99,83
30	30276	99,92
35	14129	99,96
40	14129	99,97
45	12109	99,99
50	2018	>99,99
55	853	>99,99
60	0	>99,99

Een aanvullend onderzoek naar deeltjesmaterie met materiaal waarvan de langste dimensie 0,1-0,3 micrometer bedroeg, werd uitgevoerd, waarbij het % verwijdering in incrementen van vijf minuten werd gemeten. Een 99,99% reductie werd bereikt in 45 minuten, en na 60 minuten waren al deze deeltjes verwijderd.

PM 0,1UM

Minuten	mg/m³	% Vermindering
0	202167	0
2	155421	23,12
4	68624	66,06
6	58531	71,05
8	24221	99,40
10	16147	99,83
12	10092	99,92
14	8074	96,01
16	6055	97,00

Minuten	mg/m ³	% Vermindering
18	4037	98,00
20	4037	98,00
22	2018	99,99
24	2018	99,99

Een studie met PM 0,1 deeltjes (langste afmeting 0,1 micrometer) leverde een reductie van >99% in 8 minuten en een maximale reductie van 99,99% in 22 minuten op.

Biologische verontreinigingen

BACTERIËN & SCHIMMELTEST 1

Organisme	% Vermindering	Tijd (min)
Aspergillus niger (ATCC 6275)	99,9%	120
Escherichia coli (ATCC 11229)	99,9%	120

Deze test toonde een bijna volledige reductie van de geteste organismen gedurende de 2 uur durende periode van de test.

BACTERIËN EN SCHIMMELTEST 2

Organisme	% Vermindering
Aspergillus sp.	>99,99%
Bacillus subtilis	99,9%
Staphylococcus aureus	>99,9%
Pseudomonas aeruginosa	>99,9%

Deze tweede testronde repliceerde de resultaten van de eerste test en toonde een bijna volledige verwijdering van de organismen, en omvatte zowel Gram-negatieve (*P. aeruginosa*) en Gram-positieve (*B. subtilis* & *S. aureus*) bacteriën, als ook een spoorvormend micro-organisme (*B. subtilis*) en micro-organismen met verschillende morfologieën en grootten (*B. subtilis* en *P. aeruginosa* hebben de bacillus-morfologie, met grotere, staafvormige cellen en *S. aureus* is coccus in morfologie, met kleinere, bolvormige cellen), wat een breder zicht geeft op het vermogen van het Puritii luchtfiltratiesysteem om micro-organismen in de lucht te verminderen. Het natuurlijke verval was bij deze tests lager dan of gelijk aan 18%.

Chemische verontreinigingen

BENZEEN

Tijd (min)	Benzeenconcentratie (mg/m ³)	% Verwijdering
0	1,102	0
10	0,47	57,08
20	0,19	82,76
30	0,06	94,56
40	~0	99,99

Puritii verwijderde effectief alle detecteerbare benzeen in 40 minuten vs. een natuurlijk vervalpercentage van ongeveer 5%.

TOLUEEN

Tijd (min)	Tolueenconcentratie (mg/m ³)	% Verwijdering
0	1,985	0
10	1,077	45,74
20	0,571	71,21
30	0,299	84,94
40	0,149	92,49
50	0,066	96,68
60	0,011	99,45

Puritii bereikte in 60 minuten >99% reductie van toluene ten opzichte van een vrijwel niet op te sporen natuurlijk vervalpercentage.

FORMALDEHYDE

Minuten	mg/m ³	% Vermindering
0	1,097	0
30	0,643	41,4
60	0,305	72,2
90	0,259	76,4
120	0,222	79,8
150	0,211	80,7

Minuten	mg/m ³	% Vermindering
180	0,188	82,9
210	0,145	86,8
240	0,125	88,6
270	0,101	90,8
300	0,093	91,5
330	0,083	92,4
360	0,062	94,4
390	0,054	95,1

Het Puritii Luchtfiltersysteem verwijderde in 60 minuten >70% van het aanwezige formaldehyde en bereikte in de loop van deze studie een reductie van >95%, tegenover een natuurlijk vervalpercentage van ~20%.

TOTALE HOEVEELHEID VLUCHTIGE ORGANISCHE STOFFEN (TVOC):

Tijd (min)	TVOC (mg/m ³)	% Vermindering
0	6,143	0
10	3,684	40,03
20	2,359	61,60
30	1,59	74,12
40	1,112	81,90
50	0,809	86,83
60	0,62	89,91
70	0,513	91,65
80	0,426	93,07
90	0,369	93,99
100	0,328	94,66
110	0,299	95,13
120	0,256	95,83

TVOC omvat een breed scala aan organische verbindingen, waaronder oplosmiddelen en dampen. Uit deze test is gebleken dat het Puritii-systeem deze verbindingen in relatief korte tijd (bijna 90% in 60 min.) effectief verwijdert.

CERTIFICATEN

Naast de hierboven genoemde testresultaten heeft het Puritii Air Filtration System de volgende certificeringen ontvangen:

- **Hong Kong Standards & Testing Centre**
 - EG-verklaring van overeenstemming (Europese normen)
 - NL (Europese normen)
- **China Quality Certification Centre**
 - China Standards GB4706.1-2005; GB4706.45-2008
- **California Air Resource Board Certification**
 - (certificering #G-16-065)

CONCLUSIE

Op basis van deze tests verwijdert het Puritii-luchtfiltratiesysteem de in de lucht aanwezige verontreinigingen (fysisch, chemisch en biologisch) zowel snel als heel effectief. Alternatieve opties op de markt zijn vaak niet in staat om een dergelijke uitgebreide filtratie uit te voeren, waarbij vaak gekozen wordt voor een bepaalde categorie verontreinigende stoffen. Het Puritii-luchtfiltratiesysteem daarentegen biedt niet alleen een rigide eersteklas verwijdering van vervuilende stoffen, het is ook uniek in de sector omdat het een levenslange garantie biedt en zeven jaar gratis filtervervangings omvat. Dit verdubbelt in wezen de waarde ervan voor de betaalde prijs. Wanneer we deze mogelijkheden, functies en diensten in overweging nemen, is het Puritii-luchtfiltratiesysteem gewoonweg ongeëvenaard in de markt van vandaag.

Bijlage 1: Beoordelingen en normen voor luchtfiltratie

Wereldwijd worden verschillende systemen voor luchtfiltratiestandaarden gebruikt; er is dus sprake van een overlap op vlak van termen en normen. Voor de duidelijkheid volgt hieronder een toelichting op twee belangrijke systemen, met name HEPA en MERV.

High-Efficiency Particulate Air (ook wel Absorbing of Arrestance, afgekort als HEPA) is een standaard voor filtratie-efficiëntie die in de jaren '40 is ontwikkeld als

onderdeel van het Manhattan Project voor het afvangen van kleine, radioactieve deeltjes, en die later in de jaren '50 is gecommercialiseerd. Dit gebeurde eerst als handelsmerk, maar het werd later uitgebreid om te verwijzen naar elk hoogrendementsfilter¹. De HEPA-standaard die door het Amerikaanse Ministerie van Energie is gedefinieerd, is dat een filter ten minste 99,97% van de deeltjes in de lucht met een diameter van 0,3 micron moet verwijderen. De Europese Unie heeft verschillende klassen voor luchtfiltratie gedefinieerd op basis van hun retentie van deeltjes bij de meest penetrerende deeltjesgrootte (MPPS), die gewoonlijk wordt gedefinieerd als 0,12 - 0,25 micron in diameter. De EU-klassen van HEPA worden in de onderstaande tabel weergegeven. De integrale waarde heeft betrekking op de totale efficiëntie van het filter, terwijl de lokale waarde betrekking heeft op de efficiëntie van het filter op een specifiek punt van het filter.

^aZie 7.5.2 en EN 1822-4.

^bLokale penetratiewaarden die lager zijn dan de in de tabel vermelde waarden kunnen door de leverancier en koper worden overeengekomen.

^cGroep E-filters (klassen E10, E11 en E12) kunnen en mogen voor classificatiedoeleinden niet op lekkage worden getest.

Tabel verkregen van: British Standard: Hoogrendementsluchtfilters (EPA, HEPA en ULPA. BS EN 1822-1:2009. 31 dec. 2009. Toegankelijk op [http://www.gtllab.com/uploads/soft/161025/EN1822-1-2009HighEfficiencyairfilters\(EPA,HEPAenULPA\)Part1Classification,performance.pdf](http://www.gtllab.com/uploads/soft/161025/EN1822-1-2009HighEfficiencyairfilters(EPA,HEPAenULPA)Part1Classification,performance.pdf)

De Minimum Efficiency Reporting Value (afgekort MERV) is een meetschaal voor luchtfiltratie die in de jaren tachtig is ontwikkeld door de American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) om de effectiviteit van luchtfilters te beschrijven. Deze meetschaal werd ontwikkeld voor centrale verwarmings-, ventilatie- en airconditioningsystemen (HVAC), omdat het gebruik van HEPA-filtratie in deze systemen niet praktisch was vanwege de belemmering van de luchtstroom die werd veroorzaakt door het dichte filtermateriaal dat gewoonlijk in HEPA-filters wordt gebruikt. Dit classificatiesysteem is hier ter vergelijking opgenomen.

Filtergroep	Integrale waarde		Lokale waarde ^{a,b}	
	Efficiëntie (%)	Penetratie (%)	Efficiëntie (%)	Penetratie (%)
E 10	≥ 85	≤ 15	---c	---c
E 11	≥ 95	≤ 5	---c	---c
E 12	≥ 99,5	≤ 0,5	---c	---c
H 13	≥ 99,95	≤ 0,05	≥ 99,75	≤ 0,25
H 14	≥ 99,995	≤ 0,005	≥ 99,975	≤ 0,025
U 15	≥ 99,9995	≤ 0,0005	≥ 99,9975	≤ 0,0025
U 16	≥ 99,99955	≤ 0,00005	≥ 99,99975	≤ 0,00025
U 17	≥ 99,999995	≤ 0,000005	≥ 99,9999	≤ 0,0001

MERV-CLASSIFICATIETABEL

Standaard 52,5
minimale efficiëntie
rapportagewaarde

Stofzone-
efficiëntie

Tegenhouding

Typisch Gecontroleerde
Contaminatie

Typische toepassingen
en beperkingen

Typische luchtfilter/reinigertype

20 19 18 17	n/a n/a n/a n/a	n/a n/a n/a n/a	< 0,30 µm deeltjesgrootte Virus (ongebonden) Koolstofstof Alle verbrandingsrook	Cleanrooms Radioactieve materialen Farmaceutische productie Carcinogenetische materialen	>99,999% eff. bij 0,10 tot 0,20 µm deeltjes Deeltjes Deeltjes Deeltjes 99,97% eff. bij 0,30 µm deeltjes
16 15 14 13	n/a >95% 90-95% 89-90%	n/a n/a >98% >98%	0,30-1,0 µm deeltjesgrootte Alle bacteriën De meeste tabaksrook Proplet Nucell (niezen)	Algemene chirurgie Ziekenhuiszorg Rooklounes Superieure commerciële gebouwen	Zakfilter - Niet-ondersteunde microfijne glasvezel of synthetische media, 12-36 inch diep, 6-12 zakken Doosfilter - Stijve patroonfilters 6 tot 12 inch diep, kunnen gebruik maken van sponzen of papieren media

MERV-CLASSIFICATIETABEL

Standaard 52,5
minimale efficiëntie
rapportagewaarde

Stofzone-
efficiëntie

Tegenhouding

Typisch Gecontroleerde
Contaminatie

Typische toepassingen
en beperkingen

Typische luchtfilter/reinigertype

	Stofzone- efficiëntie	Tegenhouding	Typisch Gecontroleerde Contaminatie	Typische toepassingen en beperkingen	Typische luchtfilter/reinigertype
12	70-75%	>95%	1,0-3,0 pm deeltjesgrootte Legionella	Superieur residentiële gebouwen	Zakfilter - Niet-ondersteunde microfijne glasvezel of synthetische media, 12-36 inch diep, 6-12 zakken
11	60-65%	>95%	Bevochtigerstof Loodstof	Betere commerciële gebouwen	Doosfilter - Stijve patroonfilters 6 tot 12 "diep, kunnen gebruik maken van sponzen of papieren media
10	50-55%	>95%	Gefreesd meel Auto-emissies	Ziekenhuislaboratoria	
9	40-45%	>90%	Lasdampen		
8	30-35%	>90%	3,0-10,0 pm deeltjesgrootte	Commerciële gebouwen	Geplooid filters - Wegwerp, uitgebreid oppervlak, dik met media van katoen-polyester mix, kartonnen frame
7	25-30%	>90%	Schimmelsporen Haarlak	Betere residentiële gebouwen	Patroonfilters - Viskeuze gecoate kubus- of zakfilters van geklassificeerde dichtheid, synthetische media
6	<20%	85-90%	Stofbeschermer Stofbestrijdingsmiddelen	Industriële werkomgeving	Wegwerp - Wegwerpbare synthetische paneelfilter.
5	<20%	80-85%	Cementstof Puddingmix	Inlaat pijncabine	
4	<20%	75-80%	>10,0 pm deeltjesgrootte Stuifmeel	Minimale filtratie	Wegwerp - Wegwerpbare synthetische glasvezel- of synthetische paneelfilter.
3	<20%	70-75%	Stofmijt Schuurstof	Residentiële	Wasbaar - Aluminiumgaas
2	<20%	65-70%	Spuitverfstof		
1	<20%	<65%	Textielvezels Tapijvezels	Venster A/C Eenheden	Elektrostatisch - Zelfopladdende geweven paneelfilter.

Tabel verkregen van: US Department of General Services, raadpleegbaar op <https://dgs.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/dgs/publication/attachments/Attachment%201%20-%20MERV%20Rating%20Chart%20OCR.pdf>. De afkorting 'pm' in deze tabel verwijst naar 'particulate matter', fijnstof met een diameter uitgedrukt in micron.

REFERENTIES

- Gantz, Carroll (2012). The Vacuum Cleaner: A History. McFarland. P. 128 ISBN 9780786493210.
- European Standard EN 1822-1:2009.

De volgende laboratoria hebben deze studies op verzoek van ARIIX uitgevoerd:

Luchtstroom, efficiëntie @ PM 2,5, geluidsniveaus, stroomverbruik, CADR, negatieve ionen en ozongeneratie getest door Healthway China.

Bacteriën- & schimmeltest 1 (E. coli en Aspergillus) getest door Intertek Laboratoria, Columbus, OH, USA.
Bacteriën- & schimmeltest 2, benzeen, toluen, formaldehyde, PM_{0,1-0,3}, PM_{0,1}, PM_{0,1}, en tVOC getest door ARIIX China.