

Onderdrukmachines

Bij het verwijderen van asbest moet worden voorkomen dat asbestvezels zich verspreiden naar de omgeving (buiten het directe werkgebied). Hiervoor wordt bij saneringen in binnensituaties regelmatig het werkgebied afgeschermd (bijvoorbeeld door een *containment* te bouwen). Om te voorkomen dat rondzwevende asbestvezels in de omgevingslucht buiten dit afgeschermd werkgebied terechtkomen, dient een onderdruk gecreëerd te worden in het afgeschermd werkgebied en moeten asbestvezels uit de lucht worden gefilterd. Een onderdrukmachine (ODM) vervult deze taken door lucht uit het afgeschermd werkgebied aan te zuigen over een filtersysteem. Het filtersysteem vangt de rondzwevende asbestvezels af voordat de lucht naar buiten het werkgebied wordt uitgeblazen.

In dit informatieblad vindt u een toelichting over de werking van de ODM en hoe deze op de juiste manier wordt ingezet.

Luchtverversing

Tijdens een sanering kunnen op elk moment asbestvezels vrijkomen. Wanneer de lucht in een (afgeschermd) werkgebied niet of onvoldoende wordt verversd loopt de vezelconcentratie in het (afgeschermd) werkgebied op, waardoor een onveilige situatie voor de werknemer kan ontstaan. Daarom moet in een afgeschermd werkgebied alle lucht regelmatig worden verversd. Het aantal keer dat alle lucht in een ruimte volledig wordt verversd wordt uitgedrukt als het **ventilatievoud**: een ventilatievoud van twee betekent dat alle lucht in de ruimte tweemaal per uur wordt afgezogen én weer aangevuld.

Wanneer lucht uit een ruimte wordt gezogen, ontstaat er een lagere druk binnen die ruimte vergeleken met de omgeving buiten de ruimte. Er heerst dan **onderdruk** binnen de ruimte, wat wordt uitgedrukt in Pascal. Dit drukverschil wil zichzelf van nature opheffen, waardoor omgevingslucht van buiten de ruimte via alle mogelijke openingen weer de ruimte in zal stromen. Dit is het principe achter het gebruik van onderdruk in de asbestsanering: doordat de buitenlucht zichzelf continu het afgeschermd werkgebied in forceert via alle luchtopeningen, krijgen asbestvezels geen kans om te ontsnappen uit het afgeschermd werkgebied.

Ventilatievoud of onderdruk?

Een hoge onderdruk betekent niet automatisch dat het ventilatievoud hoog is: in een bijna luchtdichte ruimte, met slechts een paar luchtgaatjes, kan gemakkelijk een hoge onderdruk opgebouwd worden met behulp van weinig afzuiging. Het andere uiterste is een ruimte waar twee ramen tegen elkaar open staan: het ventilatievoud zal hoog zijn maar de onderdruk heel laag, doordat alle afgezogen lucht direct weer wordt aangevuld.

Uit het certificatieschema voor de Procescertificaten Asbestinventarisatie en Asbestverwijdering (art. 43.3) volgt dat het ventilatievoud tijdens een sanering in een afgeschermd werkgebied (containment) minimaal 6 (luchtverversingen per uur) moet zijn met een onderdruk van ten minste 20 Pascal. Het benodigde afvoerdebiet (de afzuigcapaciteit van de ODM) voor een afgeschermd werkgebied is hierop gebaseerd (zie: *Hoe kies ik de juiste ODM?*).

In de praktijk wordt er met name gestuurd op onderdruk. Er moet een onderdruk tussen de 20 en 40 Pascal worden behaald door lucht af te zuigen uit het afgeschermd werkgebied. Het behalen van deze onderdruk betekent echter niet automatisch dat ook het voorgeschreven ventilatievoud wordt behaald. Is de onderdruk lager (0-20 Pascal), dan is het afgeschermd werkgebied onvoldoende luchtdicht en kan er onvoldoende onderdruk worden opgebouwd doordat omgevingslucht te gemakkelijk het werkgebied weer instroomt. Door een gebrek aan onderdruk zouden aanwezige asbestvezels ook kunnen ontsnappen uit het afgeschermd werkgebied. Een te lage onderdruk kan ook worden veroorzaakt doordat een slecht functionerende ODM het benodigde debiet niet haalt (zuigt te weinig lucht af). Mogelijke oorzaken hiervan zijn onder andere verzadigde filters, defecten aan het apparaat of overbelasting. Het is daarom belangrijk om regelmatig de werking van de ODM te controleren.

Is de onderdruk juist hoger (meer dan 40 Pascal), dan is dat een aanwijzing dat omgevingslucht te moeilijk het afgeschermd werkgebied inkomt waardoor het ventilatievoud mogelijk negatief wordt beïnvloed. Bijkomend gevaar is dat een te hoge onderdruk een afscherming (containment) kan beschadigen waardoor eventueel verontreinigde lucht met asbestvezels kan ontsnappen.

Luchtdichtheid	Onderdruk	Ventilatievoud
Veel luchtopeningen	Laag	Hoog
Weinig luchtopeningen	Hoog	Laag

Bij toepassing ODM die voldoet aan berekend debiet

Eisen aan arbeidsmiddelen – Onderdrukmaschine

In het Certificatie schema zijn eisen aan arbeidsmiddelen opgenomen waaraan ODMs moeten voldoen. Dit betreft eisen voor het ontwerp en periodieke keuringseisen. Als eis is opgenomen dat het HEPA-filter moet voldoen aan NEN-EN 1822, filterklasse H13 of H14. Het filter dient aan de belastbare zijde zijn voorzien van metalen beschermingsstrippen / of beschermingsrooster.

Voor juist gebruik dient een gebruiksaanwijzing aanwezig zijn. Over de periodieke keuringseisen is in dit document informatie te vinden.

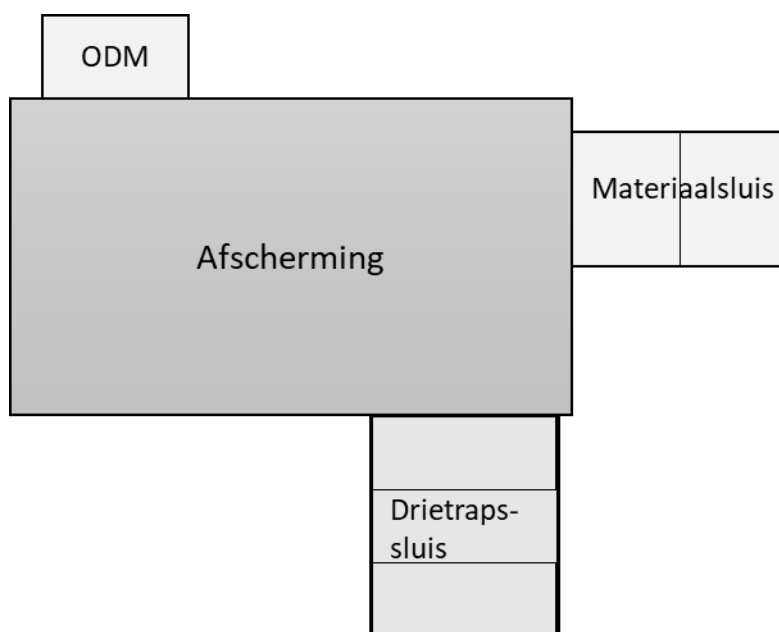
Hoe kies ik de juiste onderdrukmaschine?

Alle lucht in het afgeschermd werkgebied moet minimaal 6 maal per uur worden verversd. Er is dus een debiet (afzuigcapaciteit van de ODM) nodig van minimaal 6 maal het volume van het afgeschermd werkgebied. Omdat het debiet van een ODM daalt naarmate het filter verder vervuild raakt (zie: *Hoe werken onderdrukmachines?*), wordt een veiligheidsmarge van 25% aangehouden. Het benodigde debiet kan worden berekend met de volgende formule:

$$\text{Debiet (m}^3\text{/h)} = \text{Lengte} \times \text{Breedte} \times \text{Hoogte ruimte (meters)} \times 6 \text{ (ventilatievoud)} \times 1,25 \text{ (veiligheidsmarge)}$$

Voor een ruimte van 4x5x5 meter is dus een debiet van $4 \times 5 \times 5 \times 6 \times 1,25 = 750 \text{ m}^3\text{/h}$ nodig. In dit geval is een enkele ODM van 500 m³/h onvoldoende en kan er bijvoorbeeld voor worden gekozen om twee ODMs van 500 m³/h in te zetten. Er is geen bezwaar tegen het gebruik van meerdere ODMs voor één afgeschermd werkgebied.

Bij het toepassen van een afscherming in binnensituaties, wordt veelal ook gebruik gemaakt van een onderdrukmaschine, decontaminatie unit en indien nodig een materiaalsluis. Een voorbeeld van een opstelling is weergegeven in onderstaande figuur.

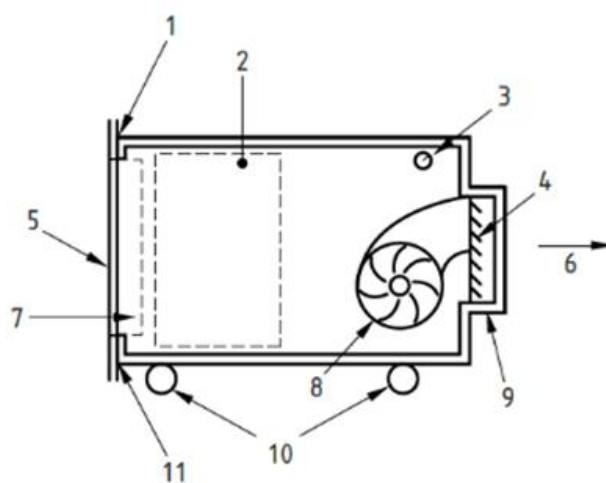


Voorbeeld van een opstelling van een onderdrukmaschine in combinatie met een decontaminatie-unit (drietrapsluis) en een materiaalsluis.

Hoe werken onderdrukmachines?

Een ODM bestaat uit een motorkast met daarin een krachtige ventilator en een filterkast met daarin meerdere filters, afgedekt met een transitplaat. Deze transitplaat beschermt de filters tijdens transport en zorgt ervoor dat verontreiniging (zoals asbestvezels) die zich nog in het filter bevindt niet in de omgevingslucht kan komen. Deze onderdelen vormen samen één geheel.

Er bestaan ook tweedelige machines, waarbij de motorkast met de ventilator en de filterkast van elkaar gescheiden zijn. Deze twee onderdelen dienen voor gebruik aan elkaar bevestigd te worden, rechtstreeks of door middel van een slang. In het laatste geval kan bijvoorbeeld de filterkast dicht bij het afgeschermd werkgebied worden geplaatst of de (luidruchtige) motorkast verder weg van het afgeschermd werkgebied worden geplaatst om de overlast van uitstromende lucht en geluid te verminderen.



Schematische weergave van een ODM met daarbij de verschillende onderdelen (BSI 2009). 1) flens (voor bevestiging aan afscherming); 2) HEPA filter; 3) manometer; 4) terugslagkleppen; 5) transitplaat; 6) richting luchtstroom; 7) voorfilter; 8) ventilator; 9) aansluiting luchtafvoer; 10) zwenkwielen; 11) flens (BSI, 2009).

Filters, capaciteit en verzadiging

Het filtersysteem of de filterkast in een tweedelige machine bestaat uit verschillende filters. Allereerst een voorfilter dat grof (bouw)stof tegenhoudt om te voorkomen dat het HEPA-filter dichtslaat. Het HEPA-filter dat daarachter is geplaatst, vangt naast grote deeltjes ook met een hoge efficiëntie hele kleine deeltjes, waaronder asbestvezels, af. Een ODM wordt in de regel voorzien van een voorfilter, dat de levensduur van het HEPA-filter verlengt. Immers, tijdens werkzaamheden komen niet altijd alleen asbestvezels vrij.

Het HEPA-filter kent een maximale capaciteit, oftewel de maximale toelaatbare luchtstroom door het filter. Deze kan worden berekend door de afmetingen van het filter (in meters) te vermenigvuldigen met de filtratiesnelheid van het HEPA-filter (in m/s) (vermeld op het informatieblad van het HEPA-filter van de leverancier) en tenslotte te vermenigvuldigen met 3600 (aantal seconden in een uur). De maximale filtercapaciteit kan worden berekend met de volgende formule:

$$\text{Capaciteit (m}^3/\text{h)} = \text{lengte (meter)} \times \text{breedte (meter)} \times \text{snelheid (m/s)} \times 3600$$

De maximale filtercapaciteit, ook wel het maximale debiet genoemd, is afhankelijk van de kracht van de motor en de toegepaste filters. Wanneer de maximale filtercapaciteit wordt overschreden kan het filter beschadigd raken. Het kan doorslaan door een te hoge luchtstroom, of scheuren door een te hoge werkdruk. De filtercapaciteit (hoeveel lucht kan het filter maximaal doorlaten en nog steeds goed filteren) mag daarom nooit lager zijn dan de capaciteit van de ODM (het maximale debiet van de ODM).

Naarmate filters meer vervuild raken, wordt de luchtweerstand van de filters hoger. Hierdoor zal het maximale debiet van de ODM dalen. Het is daarom belangrijk om verzadigde filters tijdig te wisselen. Het controleren van het debiet van de ODM kan helpen om verzadiging van filters te signaleren.

Basisfunctionaliteiten onderdrukmaschine

Manometer	Geeft de druk over het HEPA-filter weer. Een dalende druk kan betekenen dat het filter beschadigd is. Een stijgende druk kan betekenen dat het filter verzadigd is. Dit is géén indicatie van de onderdruk in een afscherming.
Toerenregelaar	Gebruikt om het toerental van de ventilator en dus het debiet (in m ³ /h) van de ODM te regelen.
Urenteller	Toont het aantal uren dat het apparaat heeft gewerkt. Hiermee kan de eigenaar zien wanneer het apparaat toe is aan gepland onderhoud.
Filtersensor	Voorkomt dat de ODM aangezet kan worden zonder dat er een filter is geïnstalleerd.
Motorsensor	Waarschuwt wanneer de ventilatormotor overbelast raakt bij een te hoge luchtweerstand (bijvoorbeeld door een verstopt filter of nog aanwezige transitplaat).
Stofsensor	Waarschuwt wanneer er stof wordt gemeten achter het HEPA-filter (een indicatie dat het HEPA-filter beschadigd kan zijn).

Stand der techniek

ODMs worden gaandeweg steeds geavanceerder. Ze worden uitgerust met meer sensoren en veiligheidssystemen om een goede werking te waarborgen. Een aantal ontwikkelingen wordt hieronder genoemd.

Filterdruk waarschuwing

De manometer wordt continu gemonitord. Bij een dreigende verstopping of juist doorslag van het filter wordt direct een audiovisuele waarschuwing gegeven.

Koppeling met onderdrukregistratiemeter

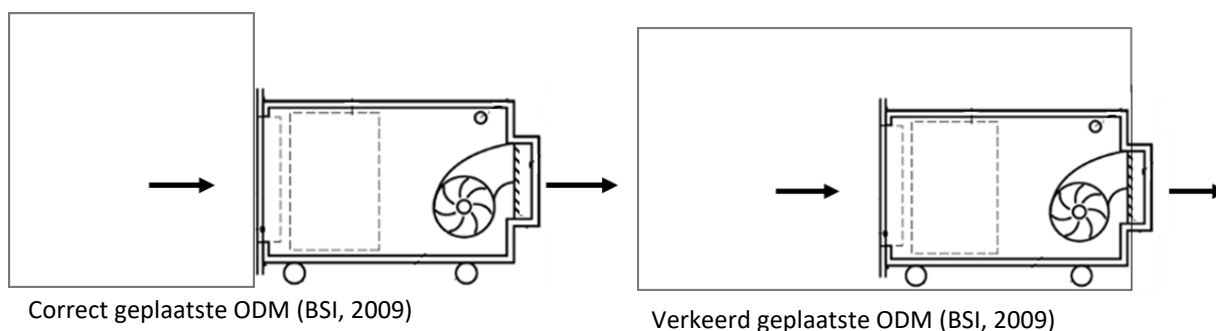
De onderdrukregistratiemeter is een los apparaat dat de onderdruk in de ruimte ten opzichte van de omgeving registreert. Dit wordt ook wel een automatische flowsensor genoemd. Onderdrukregistratiemeters die aan meerdere ODMs zijn gekoppeld, kunnen bij het wegvallen van de onderdruk automatisch een reserve-ODM inschakelen.

Werkwijze

Plaatsing

Een ODM wordt buiten de afgeschermd ruimte geplaatst, met de filterkant tegen de zijkant van de afgeschermd werkgebied (zie hieronder, plaatje links). De behuizing van de ODM wordt aan de afscherming vast getapet, maar er wordt nog geen opening in het afgeschermd werkgebied gesneden. Om dode hoeken (plaatsen in de afscherming waar geen luchtstroom is) te voorkomen, wordt de ODM zo ver mogelijk van de luchtsluis vandaan geplaatst. Wanneer een afscherming door de vorm (bijvoorbeeld een afscherming met hoogteverschillen) en/of de grootte complex is, is het verstandig om een ventilatie-expert te raadplegen om te zorgen dat deze optimaal functioneert en voldoet aan alle eisen.

De ODM moet op een droge, overdekte locatie worden geplaatst die voldoet aan het temperatuurbereik dat is vermeld in de handleiding. De vloer moet verhard en trillingvrij zijn. Maak ook altijd gebruik van een geaard stopcontact.



Met behulp van een anemometer¹ of rookbuisje(s) kan worden getest of er voldoende luchtverversing en luchtverplaatsing in het gehele afgeschermd werkgebied is. Lucht neemt de kortste route. Een verkeerd geplaatste ODM kan ervoor zorgen dat niet overal voldoende luchtverversing plaatsvindt en er dus dode hoeken ontstaan. Er ontstaat dan een soort snelweg tussen de afvoer- en toevoerlocaties

¹ Een anemometer wordt gebruikt om de luchtsnelheid te meten.

van de lucht, waardoor verse lucht via de ODM direct het afschermd werkgebied weer uitstroomt. Let op, een juist ventilatievoud en een juiste onderdruk zorgt niet per definitie voor voldoende luchtstroming in het gehele afgeschermd werkgebied.

Vocht

Om emissie van asbestvezels te verminderen kunnen verschillende bronmaatregelen worden toepast, waaronder het gebruik van schuim als afdichtende laag op een asbesthoudende toepassing, het benevelen van een afschermd werkgebied met water of een speciale 'wetting agent' of het bevochtigen/doordrenken van een asbesthoudende toepassing met water, een schuim, of een speciale 'wetting agent'. Niet alle HEPA-filters zijn geschikt voor gebruik in een vochtige ruimte. Zo kan een hoge luchtvochtigheid in combinatie met stofdeeltjes filters doen dichtslaan. Wordt er geschuimd, beneveld of bevochtigd voor of tijdens de sanering, controleer dan altijd of er een geschikt HEPA-filter is toegepast (bijvoorbeeld: op basis van glasdoek).

Onderdruk als indicator

De onderdruk moet tussen de 20 en 40 Pascal liggen en wordt gecontroleerd met een losse onderdrukregistratiemeter. Via de ODM wordt het debiet van de afgezogen lucht geregeld. Dit debiet is vooraf berekend en moet minimaal worden behaald.

Voorbeeld: onderdruk te hoog

Bij een berekend benodigd debiet van 450 m³/h wordt een ODM met een capaciteit van 500 m³/h toegepast. De toevoer van lucht is echter niet afgestemd op de afvoer van lucht. Bij inschakeling van de ODM op vol vermogen ontstaat een onderdruk die ver boven de 40 Pascal ligt. Dit betekent niet dat het debiet van de ODM sterk verlaagd kan worden om de onderdruk tussen de 20 en 40 Pascal te krijgen, want dan wordt ook het ventilatievoud verlaagd. Een te hoge onderdruk kan ook worden veroorzaakt doordat er te weinig lucht het afgeschermd werkgebied weer in kan. In dit geval moet een kleine extra opening in het afgeschermd werkgebied gesneden worden om de onderdruk te verlagen.² Een alternatief is het gebruik van een speciale 'air flap'. Dit is een gefilterde opening met terugslagklep die in de wand van een afscherming kan worden geplaatst. De terugslagklep voorkomt dat er asbestvezels via deze route kunnen ontsnappen bij het wegvallen van de onderdruk. Wanneer de onderdruk als gevolg hiervan te ver daalt kan de opening deels weer dichtgeplakt worden.

Voorbeeld: onderdruk te laag

In een afgeschermd werkgebied met een benodigd debiet van 450 m³/h wordt een ODM met een capaciteit van 500 m³/h toegepast. Bij inschakeling blijkt dat de benodigde onderdruk van 20 Pascal niet wordt gehaald. Er dient te worden gekeken waar openingen zijn in de afscherming. Deze dienen afgesloten te worden, zodat de onderdruk stijgt tot een acceptabel niveau. De decontaminatie-unit en de materiaalsluis (indien aanwezig) mogen nooit dichtgeplakt worden. In een kleine afscherming

² Wanneer in een afscherming bewust openingen worden gemaakt in verband met het behalen van de gewenste onderdruk dan wel ventilatievoud, dient de locatie van deze openingen zodanig gekozen te zijn dat deze een gunstig effect heeft op de luchtstroming in het afgeschermd werkgebied, om zo de vezelverdeling en snelheid van afvoer van de vezels te optimaliseren. Deze dienen niet te groot te zijn en dienen te worden voorzien van filters om bij het falen van de ODM te voorkomen dat ongefilterde lucht uit het afschermd werkgebied kan ontsnappen.

vormen deze een relatief grote luchtopening. Hierdoor kan het voorkomen dat er meer ODM-capaciteit moet worden toegepast dan is berekend via de eerder genoemde formule.

Opstarten onderdrukmaschine

- Controleer dat de juiste certificaten bij de ODM aanwezig zijn:
 - Veiligheid elektra (NEN 3140);
 - Lekdicht geplaatst HEPA-filter (ISO 14644-3);
 - Correct type HEPA-filter (NEN-EN 1822 of ISO 29463);
- Controleer de plaatsing van de ODM;
- Zitten eventuele tussen- en afvoerslangen vast?;
- Zorg dat de schakelaar van de ODM UIT staat;
- Voorzie de ODM van stroom;
- Start op een laag toerental (ter voorkoming van schade aan de motor: de filteropening is in dit stadium nog geblokkeerd);
- Controleer de werking van de ODM;
- Betreed de afscherming met volledige PBM;
- Snij een gat in het afgeschermd gebied ter hoogte van de ODM. Dit gat moet kleiner zijn dan de transitplaat;
- Verwijder de transitplaat;
- Tape de afschermings-folie luchtdicht vast rondom de ODM;
- Controleer de aanwezigheid, correcte montage en staat van het voorfilter;
- Stelt met de toerenregeling de gewenste onderdruk in.

Stoppen onderdrukmaschine

- *Optioneel: vaak wordt een schoon voorfilter geplaatst voor vrijgave van de afscherming;*
- Stel de ODM in op het laagst mogelijke toerental;
- Plaats de transitplaat terug over de opening van de ODM;
- Voer de benodigde stappen voor vrijgave van de afscherming uit;
- Tape de transitplaat ruim af;
- Schakel de ODM pas uit na vrijgave.

Periodiek onderhoud

In de SCi Eisen aan arbeidsmiddelen zijn eisen gesteld met betrekking tot de keuring van een onderdrukmaschine. Hierbij wordt een keuringsfrequentie van minimaal 1 keer per 12 maanden voorgeschreven, waarbij tenminste de volgende punten worden beoordeeld:

1. HEPA-filter vervangen indien de lektheid in de machine niet voldoet, of het volumedebiet van de machine door vervuiling van het filter is gereduceerd tot 75% of minder van de fabriekswaarde;
2. Controle op optredende luchtverplaatsing aan maximaal toelaatbare luchtverplaatsing voor het betreffende filter in $\text{m}^3/\text{h} = \text{filteroppervlak (m}^2\text{)} \times 3600 \text{ (sec./h)} \times \text{toelaatbare filtersnelheid (m/sec)}$;
3. Rendementstest en keuringen volgens NEN 50110-1
4. Indien aanwezig functionaliteitscontrole traploze regeling, urenteller, etc.;
5. Keuringseisen en voorwaarden conform richtlijn van de fabrikant.

Aanbevolen wordt om bij het gebruik van een ODM aandacht te besteden aan de volgende punten:

- Controleer via de manometer op de ODM regelmatig de druk over het HEPA-filter;
- Het HEPA-filter is kwetsbaar: raak het niet aan om beschadiging te voorkomen;
- Controleer regelmatig het voorfilter en vervang deze indien nodig;
 - Voorfilter vervangen:
 - Altijd vervangen in een afgeschermd gebied, nooit ná vrijgave van het afgeschermd gebied;
 - Altijd de ODM ingeschakeld houden tijdens het vervangen;
 - Behandel het voorfilter als asbest-verdacht materiaal;
 - HEPA-filter vervangen:
 - Deze handeling wordt door een deskundige ODM uitgevoerd en kan niet plaatsvinden tijdens werkzaamheden in een afgeschermd werkgebied. Na vervanging wordt de juiste plaatsing gecontroleerd via testen.

Calamiteiten

Ook wanneer goed onderhouden ODMs op de juiste manier worden gebruikt kunnen zich calamiteiten voordoen, zoals bijvoorbeeld een doorgeslagen filter of oververhitte motor. Indien sprake is van een calamiteit, stop dan direct de werkzaamheden aan/met de asbesthoudende toepassing en breng jezelf in veiligheid. Raadpleeg vervolgens de Deskundig Toezichthouder Asbest (DTA) op de werkplek voor het nemen van de juiste maatregelen.

Samengevat

- Een ODM zuigt lucht uit een afgeschermd werkgebied over een filtersysteem om te voorkomen dat asbestvezels in de omgevingslucht buiten het afgeschermd werkgebied terechtkomen.
- Tijdens sanering is een minimaal ventilatievoud van 6 verversingen per uur en een onderdruk tussen 20-40 Pascal verplicht in een afgeschermd werkgebied;
- Het verschil tussen afvoerdebiet en toevoerdebiet resulteert in een bepaalde onderdruk;
- De benodigde ODM-capaciteit kan worden berekend door: $L \times B \times H$ ruimte $\times 6 \times 1,25$ (m³/h);
- De benodigde filtercapaciteit is te berekenen door: $L \times B \times$ snelheid $\times 3600$ (m³/h);
- Zorg altijd dat de filtercapaciteit groter is dan de ODM-capaciteit;
- Plaats de ODM buiten het afgeschermd gebied, zo ver mogelijk van luchtinlaten zoals de decontaminatie-unit vandaan;
- Controleer met een anemometer of rookbuisje(s) of de luchtstromen in het afgeschermd werkgebied goed zijn, en of er geen snelweg ontstaat tussen de afvoer en de toevoer van de lucht in het afgeschermd gebied;
- Controleer voor gebruik altijd of de juiste certificaten aanwezig zijn. Bij gebruik van bevochtiging als beschermende maatregel zijn speciale HEPA-filters vereist.

Bronnen

- British Standards (BSI). BS 8520-2:2009 Equipment used in the controlled removal of asbestos-containing materials – Part 2: Negative pressure units – specification.
- Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut (NEN). NEN 2990:2020+C1:2020 Lucht – Eindbeoordeling na asbestverwijdering.
- [Staatscourant 2018, 68771 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen](#)
- [Sci Eisen aan arbeidsmiddelen 04022022](#)