

Richtlijn Retrofit Luchtbehandelingskasten



Titel: Richtlijn Retrofit Luchtbehandelingskasten

Versienummer: 001

Datum: juli 2026

Opdrachtgever:



Contactgegevens:

Lange Kleiweg 14
2288 GK Rijswijk
T 088 - 400 85 15
E info@binnenklimaatnederland.nl
I www.binnenklimaatnederland.nl

De realisatie van deze richtlijn werd verzorgd door een Binnenklimaat Nederland werkgroep, die als volgt was samengesteld:

Eric van Dijk
Ramon Kelderman
Peter Scharis
Eric Marechal
Aart-Jan Mels
Simon de Vries
Bert van Dorp
Lucien Dop
Richard Klazinga
Maurice Gijzen
Peter Streefkerk
Ron Beek
Dennis van Eck
Andy Bijmans
Toine van den Boomen
Jan-Willem Heijstek
Tom Melching
Walid Atmar

AQ Group B.V.
AQ Group B.V.
AQ Group B.V.
AQ Group B.V.
Blygold Nederland
AL-KO Luchttechniek B.V.
Orange Climate
Orange Climate
Orange Climate
Piguiilet Groep
Piguiilet Groep
Robatherm
Rosenberg Ventilatoren
Systemair
Systemair
TROX
WOLF, Ned Air
Binnenklimaat Nederland - Projectleiding

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Algemene omschrijving	5
3. Algemene verplichtingen opdrachtnemer	6
4. Omschrijving van de werkzaamheden	7
4.1 Revitalisatie	7
4.2 Vervangen indirect aangedreven centrifugaal ventilatoren	9
4.3 Aanpassen luchtkanalen	11
4.4 Twincoil-systeem	11
4.5 Toepassen warmtewiel of platenwisselaar	12
4.6 Toepassen van een (lage-temperatuur)verwarmingsbatterij	13
4.7 Toepassen van een (hoge-temperatuur)koelbatterij	13
4.8 Toepassen van een change-over batterij	14
5. Sturing en regeltechniek	15
6. Metingen en prestaties	16
7. Referenties	17
Bijlage A – Relatie met wet- en regelgeving, normen en marktontwikkelingen	18
Bijlage B – Veiligheid, CE-conformiteit en substantiële modificaties	20

1. Inleiding

Het verduurzamen van bestaande luchtbehandelingskasten krijgt steeds meer aandacht. Aangescherpte duurzaamheidseisen, de toenemende aandacht voor circulariteit, de ontwikkeling van de Europese Ecodesign-wetgeving (van de ErP-richtlijn naar de Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)) en de toenemende druk op het elektriciteitsnet maken het steeds aantrekkelijker om bestaande luchtbehandelingskasten te verbeteren. Tegelijkertijd groeit de behoefte aan duidelijke richtlijnen voor de wijze waarop deze werkzaamheden op een uniforme en aantoonbare wijze moeten worden uitgevoerd.

In deze richtlijn wordt onder het verduurzamen van een luchtbehandelingskast verstaan: het uitvoeren van technische aanpassingen aan een bestaande luchtbehandelingskast, waarbij onderdelen worden behouden, vervangen, aangepast of toegevoegd om de prestaties op het gebied van energie, gezondheid, circulariteit, betrouwbaarheid of regelgeving te verbeteren. In de praktijk worden hiervoor ook de termen revitalisatie en retrofit gebruikt. In dit document wordt de term revitalisatie gehanteerd.

Het verduurzamen van een luchtbehandelingskast moet aantoonbaar bijdragen aan een gezonder, energiezuiniger en toekomstbestendig gebouw. Dit betekent onder andere dat de installatie moet kunnen voldoen aan de beoogde prestaties op het gebied van binnenluchtqualiteit, zoals beschreven in het Programma van Eisen Gezonde Kantoren [1], energiebesparing, CO₂-reductie en de geldende wet- en regelgeving, waaronder de Erkende Maatregelenlijst (EML). In de praktijk blijkt echter dat deze doelstellingen niet vanzelfsprekend worden gerealiseerd. Het ontbreken van uniforme uitgangspunten leidt regelmatig tot uiteenlopende interpretaties, onvoldoende onderbouwde adviezen en onrealistische verwachtingen over de prestaties van een verduurzaamde luchtbehandelingskast.

Het verduurzamen van luchtbehandelingskasten levert daarnaast een belangrijke bijdrage aan de circulaire economie. Door bestaande installaties zoveel mogelijk te behouden en uitsluitend verouderde of inefficiënte

componenten te vervangen, wordt de levensduur van de installatie verlengd en blijft de waarde van bestaande materialen behouden. Deze aanpak sluit aan bij de vier circulariteitsstrategieën van het Nationaal Programma Circulaire Economie [2] en heeft de voorkeur boven volledige vervanging en recycling. Hierdoor worden zowel het materiaalgebruik als de milieubelasting verminderd, terwijl tegelijkertijd economische waarde behouden blijft.

De markt voor het verduurzamen van luchtbehandelingskasten ontwikkelt zich snel. Opdrachtgevers, adviseurs en uitvoerende partijen geven aan behoefte te hebben aan duidelijke uitgangspunten voor de uitvraag, de technische uitvoering en de beoordeling van prestaties. Tegelijkertijd zijn de relevante normen, wet- en regelgeving en beoordelingsmethoden omvangrijk, versnipperd en voortdurend in ontwikkeling. Dit vergroot het risico op misinterpretaties, onvoldoende onderbouwde adviezen en onrealistische prestatieclaims.

Deze richtlijn is opgesteld om hierin duidelijkheid te bieden. Het document beschrijft de uitgangspunten, eisen en aandachtspunten voor het verduurzamen van luchtbehandelingskasten en biedt opdrachtgevers, adviseurs en uitvoerende partijen een gezamenlijk referentiekader. Door deze richtlijn toe te passen, kunnen werkzaamheden op een uniforme wijze worden uitgevoerd en beoordeeld, zodat de beoogde prestaties op het gebied van gezondheid, energie, circulariteit en regelgeving aantoonbaar worden gerealiseerd.



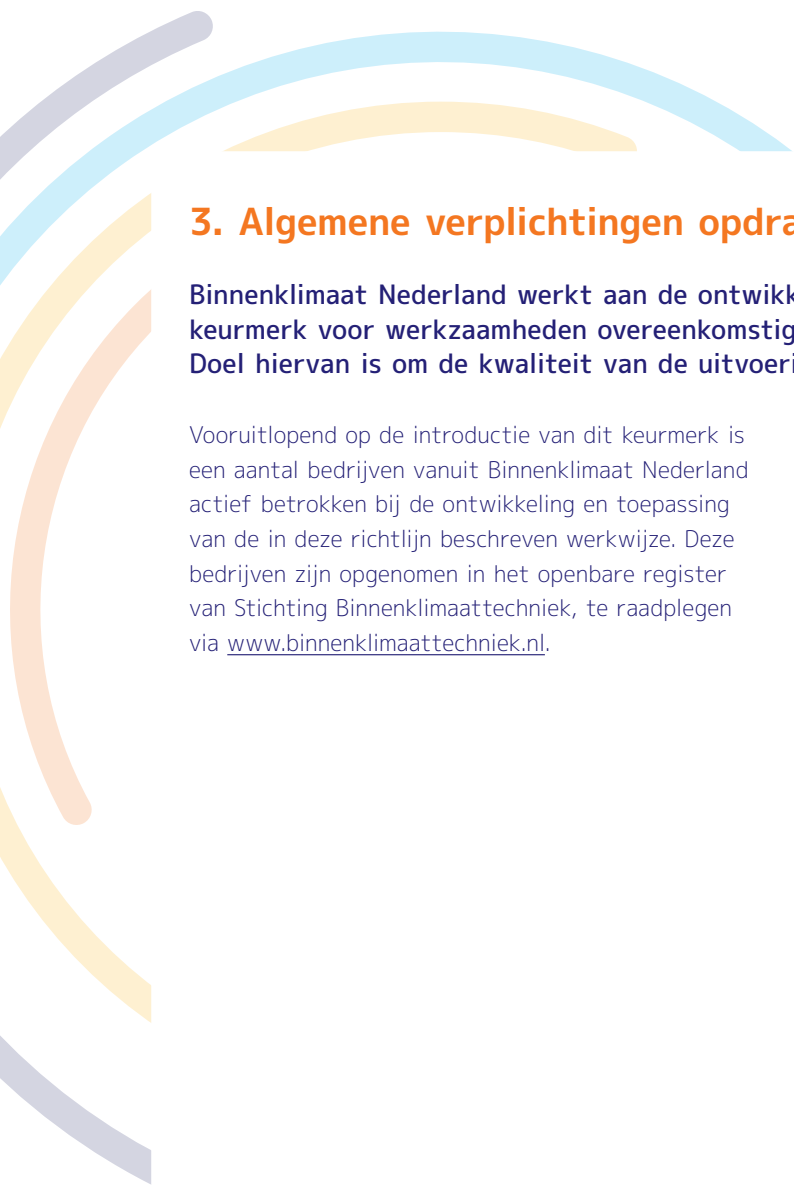
2. Algemene omschrijving

Deze richtlijn heeft betrekking op het verduurzamen van bestaande luchtbehandelingskasten (LBK's), inclusief de bijbehorende regeltechnische installaties. Door het uitvoeren van de benodigde werkzaamheden wordt de luchtbehandelingskast in een zodanige staat gebracht dat deze voldoet aan de geldende wet- en regelgeving, de beoogde functionele en energetische prestaties realiseert en de technische levensduur aantoonbaar wordt verlengd.

De in deze richtlijn beschreven werkzaamheden zijn uitsluitend van toepassing voor zover deze onderdeel uitmaken van de overeengekomen werkzaamheden.

De werkzaamheden omvatten:

- V-snaar aangedreven ventilatoren worden vervangen door Eurovent-gecertificeerde direct aangedreven (plug)ventilatoren met een motor met een efficiëntieklasse van IE4 of hoger (EML-maatregelen GD3 t/m GD6) [3]. Indien toepassing van een direct aangedreven (plug)ventilator technisch niet mogelijk is, bijvoorbeeld omdat geen passende oplossing beschikbaar is, dient een gelijkwaardig alternatief te worden toegepast.
- Direct aangedreven AC-ventilatoren met een motor met efficiëntieklasse IE3 of lager worden op een natuurlijk vervangingsmoment vervangen door een motor met efficiëntieklasse IE4 of hoger (EML-maatregel GD7 of op basis van een conditiebeoordeling conform NEN 2767).
- Warmteterugwinning wordt toegevoegd op installaties waar dit nog ontbreekt, tenzij dit technisch of bouwkundig niet uitvoerbaar is (EPBD IV en Verordening (EU) 1253/2014). Het systeem mag zowel in de luchtbehandelingskast als in het aansluitende kanalsysteem worden toegepast. Hierbij worden producten van Eurovent-gecertificeerde leveranciers toegepast, met uitzondering van twincoil- (run-around coil-)systemen. Een en ander overeenkomst EML-maatregel GD2.
- Eurovent gecertificeerde lage-weerstandfilters worden toegepast, bij voorkeur uitgevoerd met een recyclebaar filtermedium.
- De installatie wordt gerevitaliseerd en/of hersteld zodat de luchtbehandelingskast voldoet aan de vereiste technische prestaties.
- De regeltechnische installatie wordt aangepast aan de nieuwe configuratie en prestaties van de luchtbehandelingskast. Indien op grond van de EPBD IV een Gebouwautomatiserings- en controlesysteem (GACS) verplicht is, dient de regeltechnische installatie hieraan te voldoen. Dit geldt voor gebouwen met een geïnstalleerd nominaal verwarmings- en koelvermogen van meer dan 290 kW en vanaf 2030 voor gebouwen met een gezamenlijk geïnstalleerd nominaal verwarmings- en koelvermogen van meer dan 70 kW.
 - Het gebouwbeheersysteem regelt, monitort en bewaakt de energieprestaties en communiceert met andere technische gebouwssystemen.
 - Vraaggestuurde volumeregeling van de ventilatoren op basis van de CO₂-concentratie.
 - Filterbewaking op basis van het einddrukverschil over het filter.
 - Modulerende regeling van de warmteterugwinning in samenhang met het verwarmings- en/of koelsysteem.



3. Algemene verplichtingen opdrachtnemer

Binnenklimaat Nederland werkt aan de ontwikkeling van een keurmerk voor werkzaamheden overeenkomstig deze richtlijn. Doel hiervan is om de kwaliteit van de uitvoering te borgen.

Vooruitlopend op de introductie van dit keurmerk is een aantal bedrijven vanuit Binnenklimaat Nederland actief betrokken bij de ontwikkeling en toepassing van de in deze richtlijn beschreven werkwijze. Deze bedrijven zijn opgenomen in het openbare register van Stichting Binnenklimaattechniek, te raadplegen via www.binnenklimaattechniek.nl.



4. Omschrijving van de werkzaamheden

De opdrachtnemer voert de werkzaamheden uit die noodzakelijk zijn om te komen tot een compleet, veilig en correct functionerende luchtbehandelingsinstallatie, overeenkomstig de bepalingen van deze richtlijn.

Deze richtlijn bevat uitvoeringseisen voor verschillende werkzaamheden aan luchtbehandelingskasten. De richtlijn schrijft niet voor welke werkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Per project wordt bepaald

welke werkzaamheden noodzakelijk zijn. Voor alle geselecteerde werkzaamheden geldt dat deze overeenkomstig de bepalingen van deze richtlijn worden uitgevoerd.

4.1 Revitalisatie

De werkzaamheden omvatten minimaal:

Algemeen

- Voor aanvang van de werkzaamheden wordt een nulmeting uitgevoerd overeenkomstig hoofdstuk 6, waarmee de prestaties van de ongewijzigde luchtbehandelingskast worden vastgesteld. De metingen worden uitgevoerd aan zowel de toevoer- als de afvoerszijde van de luchtbehandelingskast.
 - Toevoer- en afvoerluchthoeveelheid aan de gebouwszijde.
 - De totale statische druk direct vóór en ná de luchtbehandelingskast, zowel aan de toevoer- als aan de afvoerszijde.
- Na afronding van de werkzaamheden wordt een eindmeting uitgevoerd overeenkomstig hoofdstuk 6 om aan te tonen dat ten minste de prestaties uit de nulmeting worden gerealiseerd. Indien afwijkende prestatie-eisen zijn overeengekomen, worden deze als uitgangspunt gehanteerd.
- De volledige binnenzijde van de luchtbehandelingskast, inclusief alle inwendige componenten, wordt technisch gereinigd.
- Indien de opdrachtgever dit verzoekt, kan overeenkomstig de Binnenklimaattechniek - Meetprotocol microbiologisch lucht- en contactonderzoek utiliteitsgebouwen [5] de microbiologische kwaliteit van de installatie worden vastgesteld. Op basis van de meetresultaten kunnen, indien noodzakelijk, naast reinigingswerkzaamheden ook desinfectiemaatregelen worden uitgevoerd.
- Vervangen van defecte deursloten, deurrubbers en overige afdichtingen.
- Vervangen van de aanwezige lichtarmaturen in de luchtbehandelingskast door LED-armaturen met een minimale beschermingsgraad van IP44 in droge secties en IP65 in vochtige secties.

Buitenlucht Aanzuigsectie

- Reinigen van het aanzuigkanaal
- Vervangen van het aanzuigklepregister inclusief servomotor.
- Coaten van het vloerdeel met een 2-componenten gietcoating bij aantasting van de bestaande coating c.q. beplating.
- Coaten van de wanden en het plafonddeel met hoogwaardige coating.

Filtersectie

- Vervangen van de filterframes, inclusief klemmen en afdichtingsband, door nieuwe exemplaren, minimaal corrosiviteitscategorie C4 voor buitenluchtfiltersecties en minimaal corrosiviteitscategorie C3 voor overige filtersecties.
- Vervangen van de toevoerfilters door filters met minimaal filterklasse ePM1 50% conform ISO 16890 en voorzien van een geldige Eurovent-certificering.
- Bij aantasting van de bestaande coating of beplating: herstellen van aangetaste coating of beplating van bodem, dak en wanden door het aanbrengen van een geschikte coating of door vervanging van het betreffende paneel.
- De vloer minimaal conform corrosiviteitscategorie C4 bij buitenluchtfiltersecties en minimaal corrosiviteitscategorie C3 bij overige filtersecties.
- Wand en dak minimaal conform corrosiviteitscategorie C3.
- Aanbevolen wordt om bij buitenluchtfiltersecties een lekbak in corrosiviteitscategorie C4 met aftap of afvoervoorziening met aftap onder het filtermedium te plaatsen. Indien de beschikbare ruimte in de luchtbehandelingskast dit toelaat, wordt tevens aanbevolen een druppelvanger achter het filter boven de lekbak te plaatsen. Hiermee kan de natte, "zure"



verontreiniging die tijdens de filterfunctie uit het filtermedium vrijkomt worden opgevangen en afgevoerd. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de additionele drukval, zodat deze door de ventilator kan worden gecompenseerd. Door het drooghouden van de filters kan de vereiste luchthoeveelheid ook onder vochtige buitencondities beter worden gehandhaafd.

- Controleren van de werking van de aanwezige drukmeetvoorziening voor het meten van het drukverschil over het filter.
- Indien geen manometer voor het meten van het drukverschil over het filter aanwezig is, dient deze te worden aangebracht overeenkomstig Verordening (EU) 1253/2014.
- Een manometer kan tevens bestaan uit een drukverschilsensor die is aangesloten op de regeling van de luchtbehandelingskast en via de regeling kan worden uitgelezen.

Verwarmingsbatterij

- Indien beide zijden van het element bereikbaar zijn, uitvoeren van de werkzaamheden aan beide zijden.
- Reinigen van de verwarmingsbatterij zodanig dat de vervuiling over de volledige diepte van het lamellenpakket wordt verwijderd en de warmteoverdracht optimaal kan plaatsvinden. De toegepaste reinigingsmethode dient hierop afgestemd te zijn.
- Indien de lamellen niet voldoen aan minimaal corrosiviteitscategorie C3 of zichtbaar zijn aangetast, behandelen van de lamellen met een corrosiewerende coating. Hierbij dient rekening te worden gehouden met het feit dat een corrosiewerende coating de warmteoverdracht van het element kan beïnvloeden. De hierdoor eventueel benodigde additionele capaciteit dient beschikbaar te zijn in zowel het element als de installatie.
- Indien de aluminium lamellen zodanig zijn aangetast dat vervanging van de complete warmtewisselaar noodzakelijk is, dienen de ontwerpcondities van het bestaande element te worden gehandhaafd, tenzij vooraf afwijkende ontwerpcondities zijn overeengekomen. Indien de prestaties of condities van het nieuwe element wijzigen, dienen de gevolgen voor de gehele installatie te worden beoordeeld. Hierbij dient onder meer rekening te worden gehouden met de ventilator, de circulatiepomp en de overige installatiecomponenten, met name bij toepassing van een lagetemperatuurelement.

Opmerking: Een lagetemperatuurelement kan waterzijdig energetische voordelen opleveren. De gewijzigde eigenschappen van het element kunnen echter ook gevolgen hebben voor de luchtzijdige prestaties van de installatie. Deze gevolgen dienen bij het ontwerp en de selectie van de installatiecomponenten te worden beoordeeld.

Koelbatterij

- Indien beide zijden van het element bereikbaar zijn, uitvoeren van de werkzaamheden aan beide zijden.
- Beoordelen van de druppelvanger op vervuiling, beschadigingen en functionaliteit. Indien noodzakelijk reinigen, herstellen of vervangen.
- Reinigen van de koelbatterij zodanig dat de vervuiling over de volledige diepte van het lamellenpakket wordt verwijderd en de warmteoverdracht optimaal kan plaatsvinden. De toegepaste reinigingsmethode dient hierop afgestemd te zijn.
- Indien de lamellen niet voldoen aan minimaal corrosiviteitscategorie C3 of zichtbaar zijn aangetast, behandelen van de lamellen met een corrosiewerende coating. Hierbij dient rekening te worden gehouden met het feit dat een corrosiewerende coating de warmteoverdracht van het element kan beïnvloeden. De hierdoor eventueel benodigde additionele capaciteit dient beschikbaar te zijn in zowel het element als de installatie.
- Indien de aluminium lamellen zodanig zijn aangetast dat vervanging van de complete warmtewisselaar noodzakelijk is, dienen de ontwerpcondities van het bestaande element te worden gehandhaafd, tenzij vooraf afwijkende ontwerpcondities zijn overeengekomen. Indien de prestaties of condities van het nieuwe element wijzigen, dienen de gevolgen voor de gehele installatie te worden beoordeeld. Hierbij dient onder meer rekening te worden gehouden met de ventilator, de circulatiepomp en de overige installatiecomponenten, met name bij toepassing van een hogetemperatuurelement.

Opmerking: Een hogetemperatuurelement kan waterzijdig energetische voordelen opleveren. De gewijzigde eigenschappen van het element kunnen echter ook gevolgen hebben voor de luchtzijdige prestaties van de installatie.





Deze gevolgen dienen bij het ontwerp en de selectie van de installatiecomponenten te worden beoordeeld.

Change-over batterij

Voor de werkzaamheden aan een change-overbatterij zijn de voorschriften voor zowel de verwarmingsbatterij als de koelbatterij van toepassing.

Geluidempersectie

- Reinigen van de geluidempercouliessen
- Bij beschadigingen of onvolkomenheden, vervangen van de geluidempercouliessen door nieuwe exemplaren, waarbij de minimale dempingswaarde en de maximale drukval gehandhaafd blijven.

Sifon

- Controleren van alle sifons op een correcte werking en aansluiting, passend bij de onderdruk- of overdruksituatie.
- Indien mogelijk, separaat en drukloos aansluiten van alle sifons op de waterafvoer.
- Voorkomen dat een onderdruksifon en een overdruksifon op één gezamenlijke afvoeraansluiting worden aangesloten.

Toelichting; coating en conservering

De luchtbehandelingskast dient grondig te worden gereinigd. Aangetaste plaatdelen dienen te worden hersteld tot de vereiste corrosiviteitscategorie,

bijvoorbeeld door het aanbrengen van een hoogwaardige coating of door vervanging van het betreffende paneel. Waar noodzakelijk worden onderdelen vervangen. Hierdoor wordt de luchtbehandelingskast technisch teruggebracht naar een conditie die minimaal gelijkwaardig is aan de oorspronkelijke staat ('as good as new') en wordt de technische levensduur aanzienlijk verlengd. Daarnaast draagt deze aanpak bij aan duurzaamheid doordat de noodzaak tot volledige vervanging van de luchtbehandelingskast wordt beperkt, overeenkomstig de uitgangspunten van circulair bouwen en het Cradle-to-Cradle-principe.

Bij het toepassen van een coatingsysteem dient het volgende in acht te worden genomen. Pas uitsluitend een corrosiewerende coating toe die geschikt is voor toepassing in luchtbehandelingskasten. Voorafgaand aan de coatingswerkzaamheden dient het oppervlak te worden ontdaan van corrosie en te worden voorzien van een geschikte hechtprimer. Vervolgens dient een hoogwaardige eindcoating (topcoating) te worden aangebracht. Indien beplating wordt vervangen, dient deze minimaal te voldoen aan dezelfde corrosiviteitscategorie als de oorspronkelijke beplating of een hogere corrosiviteitscategorie. Indien panelen en/of deuren volledig worden vervangen, dient een luchtdichte afwerking te worden toegepast, zodat de oorspronkelijke luchtdichtheidsklasse van de luchtbehandelingskast overeenkomstig EN 1886 behouden blijft.

4.2 Vervangen indirect aangedreven centrifugaal ventilatoren

Bestaande luchtbehandelingskasten zijn veelal voorzien van indirect aangedreven centrifugaal-ventilatoren met V-snaren en conventionele AC-motoren. Deze configuratie kent een relatief laag rendement als gevolg van mechanische verliezen in de snaaraandrijving, een beperkte regelbaarheid en een verhoogde onderhoudsbehoefte. Daarnaast voldoen bestaande ventilatoren en elektromotoren niet altijd aan de geldende Europese energie-efficiëntie-eisen.

Om zoveel mogelijk te voldoen aan de Europese Ecodesign-eisen (Richtlijn 2009/125/EG) en de daarop gebaseerde uitvoeringsverordeningen voor:

- Luchtbehandelingskasten (Verordening (EU) nr. 1253/2014)
- Ventilatoren (Verordening (EU) 2024/1834)
- Elektromotoren (Verordening (EU) 2019/1781).
- Aanbevolen wordt de bestaande ventilatoren

te vervangen door Eurovent-gecertificeerde direct aangedreven (plug)ventilatoren conform de Energielijst. Indien een direct aangedreven (plug)ventilator technisch niet toepasbaar is, kan een gelijkwaardig alternatief worden toegepast.

- Toepassen van modulerend regelbare motoren.

De werkzaamheden voor verduurzamen omvatten minimaal:

- Uitvoeren van een druk- en debietmeting om de uitgangspunten voor de installatie vast te stellen. De ventilatorselectie dient conform de Energielijst 2026 te voldoen aan een minimale efficiëntiegraad (N) van 70, overeenkomend met efficiëntie categorie A, C (statisch). Voor meer informatie, zie hoofdstuk 6 Nulmeting.
- Demonteren van de bestaande snaar gedreven ventilatoren en motoren.

- Toepassen van Eurovent-gecertificeerde direct aangedreven (plug)ventilatoren met een motorefficiëntieklasse van minimaal IE4.
- Waarborgen van een vrije aanstroamlengte overeenkomstig de specificaties van de ventilatorleverancier. De aanzuigopening van de 'inlet cone' dient te worden voorzien van een 'airflow rooster'. Een airflow rooster heeft tevens een positief effect op het geluidsniveau en in het bijzonder trillingen.
- Handhaven van de minimale vrije uitblaaslengte aan de uitblaaszijde overeenkomstig de specificaties van de ventilatorleverancier.
- Bij toepassing van meerdere ventilatoren in één sectie dienen de richtlijnen van de ventilatorleverancier te worden aangehouden.
- Monteren aan een trillingsarme-:
 - kunststof montagewand, of
 - corrosiewerende (minimaal corrosiviteitscategorie C3) en luchtdichte montagewand.
- Bij wandventilatoren vindt de montage rechtstreeks aan de montagewand plaats. Direct gedreven plugventilatoren dienen met behulp van flexibele verbindingen en trillingsdempers trillingsarm te worden gemonteerd onder het frame.
- Onder trillingsarm wordt in het algemeen een trillingssnelheid (RMS) van ≤ 5 mm/s op de ventilator-/motorbehuizing verstaan. De toelaatbare trillingssnelheid is echter afhankelijk van het geïnstalleerde motorvermogen. Zie ISO 14694:2003.

Opmerking: Door het inbouwen van een ventilator in een luchtbehandelingskast ontstaan zogenoemde systeemeffecten die van invloed zijn op de prestaties van de ventilator. Dit geldt voor alle typen ventilatoren. Deze systeemeffecten zijn het grootst wanneer de ventilator tussen componenten in de luchtbehandelingskast wordt geplaatst. De invloed is kleiner wanneer de ventilator als eerste of laatste component in de luchtbehandelingskast is opgesteld, met name bij slakkenhuis- en axiaalventilatoren. De invloed van deze systeemeffecten is in de praktijk niet afzonderlijk vast te stellen en dient daarom vooraf te worden berekend en meegenomen bij de ventilatorselectie.

- Waar nodig, aanbrengen van nieuwe toegangsdeuren om de nieuw gecreëerde sectie toe-

gankelijk te maken. De deuren dienen te zijn voorzien van:

- met een met sleutel afsluitbaar slot;
- of een toegangsscherm.
- Bij het vervangen van een slakkenhuisventilator door een plugventilator kan een deel van de luchtbehandelingskast wijzigen van een onderdruksituatie naar een overdruksituatie. Vanuit veiligheidsoverwegingen dient de betreffende toegangsdeur te worden voorzien van een overdrukbeveiliging. Deze kan mechanisch worden uitgevoerd (bijvoorbeeld door middel van een overdrukhendel op het slot) of elektrisch (bijvoorbeeld met een deursensor of deurvergrendeling).
- Waar nodig, aanpassen van het in- en/of uitblaaskanaal om een goede luchtdoorstroming te waarborgen. Het aansluitende kanaal dient dezelfde doorsnede te hebben als de aangrenzende ventilatorsectie. Vervolgens kan worden geconvergeerd naar het bestaande kanalenstelsel.

Opmerking: Indien een slakkenhuis- of axiaalventilator aan het einde van de luchtbehandelingskast is of wordt toegepast, zal de uitblaasopening doorgaans divergeren naar het aansluitende kanalenstelsel. Indien een slakkenhuis- of axiaalventilator tussen componenten in een luchtbehandelingskast wordt toegepast, dient aan de uitblaaszijde een luchtverdeel-scherm te worden aangebracht. De drukval van dit luchtverdeel-scherm dient te worden meegenomen in de ventilatorselectie en de berekening van de ventilatorprestaties. Voor meer informatie, zie hoofdstuk 'Aanpassen luchtkanalen'.

- Afdichten van overbodige openingen in de vloerdelen van de ventilatorsecties.
- Aanbrengen van een 2-componenten gietcoating op de vloerdelen van de ventilatorsecties of vervangen van de betreffende panelen.
- Aansluiten van de voedingskabel(s) op een nieuwe werkschakelaar of stuurkast.
- Aankoppelen van de regel- en/of aansturing-module op de bestaande regelaar of het gebouwbeheersysteem (GBS).
- Inbedrijfstellen en inregelen van de ventilator-aandrijving op de ventilatiebehoefte, in samenwerking met de opdrachtgever, installateur en met behulp van de revitalisatiepartner.





4.3 Aanpassen luchtkanalen

Om een efficiënte werking van plug (EC)-ventilatoren in de luchtbehandelingskast te waarborgen, is het belangrijk dat de lucht zonder belemmering het kanalenstelsel kan worden ingeblazen. Wanneer het luchtkanaal te klein is of een te hoge stromingsweerstand veroorzaakt, kan hier turbulentie ontstaan in de ventilatorsectie.

Gevolgen hiervan zijn onder andere:

- Verminderde luchtcapaciteit en drukopbouw.
- Verhoogd energieverbruik (lagere efficiëntie).
- Overbelasting van de motoren.
- Onstabiele werking of turbulenties en vibraties in het systeem.
- Verhoogd geluidsniveau.
- Toenemende slijtage van de (EC)-motoren.

Om dit te voorkomen dient het luchtkanaal zodanig te worden ontworpen dat een gelijkmatige luchtstroming met zo min mogelijk turbulentie ontstaat.

Toevoegen warmterugwinning

Waar technisch en bouwkundig haalbaar dient warmterugwinning te worden toegepast. Hiermee kan, voor zover van toepassing, worden voldaan aan de energiebesparingsplicht zoals uitgewerkt in de geldende Erkende Maatregelenlijst (EML). Afhankelijk van de installatieopzet kan warmterugwinning worden uitgevoerd met een warmtewiel, een platenwarmtewisselaar of een twincoilsysteem (run-around coil). Een twincoilsysteem kan tevens in het kanalenstelsel worden toegepast wanneer toepassing in de luchtbehandelingskast niet mogelijk of wenselijk is.

4.4 Twincoil-systeem

Het twincoilsysteem (run-around coil) dient te zijn voorzien van een regeling waarmee de prestaties modulerend kunnen worden geregeld. In de regeling dienen tevens de door de leverancier voorgeschreven beveiligingen, bewakingen en regelstrategieën te zijn opgenomen.

Luchttoevoerkast

- Monteren van een twincoilbatterij na het buitenluchtaanzuigfilter.
- Bij de selectie van de twincoilbatterij dient ten minste rekening te worden gehouden met de volgende parameters:
 - Luchtdebiet.
 - Beoogd warmterugwinrendement.
 - Luchtintredetemperatuur (winterbedrijf).
 - Luchtintredetemperatuur (zomerbedrijf).
- Toepassen van lamellen met een corrosiebescherming die geschikt is voor de corrosiviteitscategorie van de toepassing.
- De luchtzijdige weerstand van de twincoilbatterij mag niet leiden tot een onevenredige toename van het benodigde ventilatorvermogen.

Luchtafvoerkast

- Indien niet aanwezig, aanbrengen van een filtersectie.
- Leveren of vervangen van de afvoerfilters met minimaal filterklasse ePM10 50%, conform ISO 16890 en voorzien van een geldige Eurovent-certificering.
- Monteren van een twincoilbatterij na de filtersectie, geplaatst boven een lekbak met druppelvanger en afvoer. De lekbak dient minimaal geschikt te zijn voor corrosiviteitscategorie C4.
- Bij de selectie van de twincoilbatterij dient ten minste rekening te worden gehouden met de volgende parameters:
 - Luchtdebiet.
 - Beoogd warmterugwinrendement.
 - Luchtretoertertemperatuur (winterbedrijf).
 - Luchtretoertertemperatuur (zomerbedrijf).
- Toepassen van lamellen met een corrosiebescherming die geschikt is voor de corrosiviteitscategorie van de toepassing.
- De luchtzijdige weerstand van de twincoilbatterij mag niet leiden tot een onevenredige toename van het benodigde ventilatorvermogen.

4.5 Toepassen warmtewiel of platenwisselaar

De werkzaamheden omvatten minimaal:

Luchttoevoerkast

- Monteren van een Eurovent-gecertificeerd warmtewiel of een Eurovent-gecertificeerde platenwarmtewisselaar na het buitenluchtfilter.
- De luchtlekkage van de warmteterugwinsectie verdient extra aandacht, zowel van binnen naar buiten als van afvoer- naar toevoerszijde, zodat contaminatie tussen beide luchtstromen wordt voorkomen en de vereiste hoeveelheid buitenlucht gewaarborgd blijft. Bij luchtbehandelingskasten met een mengsectie kan gesteld worden dat de mogelijkheid tot contaminatie minder van belang is.
- Bij toepassing van een platenwarmtewisselaar dienen zowel aan de toevoer- als aan de afvoerszijde lekbakken met condensafvoer te worden aangebracht. De lekbakken dienen minimaal geschikt te zijn voor corrosiviteitscategorie C4.
- De platenwarmtewisselaar dient te zijn voorzien van een face- en bypassklep met servomotoren voor modulerende regeling. De bypassklep dient in geopende stand, bij een gesloten faceklep, een vergelijkbare drukval te hebben als de situatie waarbij de faceklep geopend is en de bypassklep gesloten.
- De servomotoren van de kleppen dienen bereikbaar te zijn voor inspectie en onderhoud.
- Bij voorkeur een sorptiewarmtewiel toepassen, omdat hiermee zowel in de winter als in de zomer vocht kan worden teruggewonnen.

Hierdoor kan in de zomer het benodigde koelvermogen afnemen door een lagere absolute luchtvochtigheid van de toevoerlucht. In de winter draagt vochtterugwinning bij aan een hogere relatieve luchtvochtigheid van de binnenlucht en daarmee aan het thermisch comfort.

- Het warmtewiel dient te zijn voorzien van een regeling waarmee de prestaties modulerend kunnen worden geregeld. In de regeling dienen tevens de door de leverancier voorgeschreven beveiligingen en bewakingen op te zijn genomen.

Luchtafvoerkast

- Indien niet aanwezig, aanbrengen van een filtersectie.
- Leveren of vervangen van de afvoerfilters met minimaal filterklasse ePM10 50%, conform ISO 16890 en voorzien van een geldige Eurovent-certificering.

Algemeen

- Bij de selectie van het warmtewiel of de platenwarmtewisselaar dient ten minste rekening te worden gehouden met de volgende parameters:
 - Luchtdebiet.
 - Beoogd warmteterugwinrendement.
 - Luchtretoer temperatuur (winterbedrijf).
 - Luchtretoer temperatuur (zomerbedrijf).
- Indien gewenst, leveren en plaatsen van een werkschakelaar.





4.6 Toepassen van een (lage-temperatuur)verwarmingsbatterij

Voor energiezuinig verwarmen wordt een (lage-temperatuur)verwarmingsbatterij toegepast. Deze batterij is geschikt voor lage aanvoertemperaturen van het verwarmingsmedium en kan daardoor efficiënt worden toegepast in combinatie met duurzame warmtebronnen, zoals warmtepompen. Lage aanvoertemperaturen kunnen bijdragen aan een hogere waterzijdige systeemefficiëntie en beperken de warmteverliezen in het distributiesysteem. Hierdoor kan de luchtbehandelingsinstallatie efficiënter voorzien in de benodigde verwarmingscapaciteit.

Door het vergroten van het warmteoverdrachtoppervlak en het toepassen van geoptimaliseerde lamellen profiteert de installatie van een hoger rendement bij lagere aanvoertemperaturen.

De werkzaamheden omvatten minimaal:

- Monteren van een (laagtemperatuur)-verwarmingsbatterij.
- Bij de selectie van de verwarmingsbatterij dient ten minste rekening te worden gehouden met de volgende parameters:
 - Luchtdebiet.
 - Luchtintredetemperatuur (winterbedrijf).
 - Luchtuitredetemperatuur (winterbedrijf).
 - Mediumaanvoertemperatuur.
 - Mediumretourtemperatuur.
- Toepassen van lamellen met een corrosiebescherming die geschikt is voor de corrosiviteitscategorie van de toepassing.
- De luchtzijdige weerstand van de verwarmingsbatterij mag niet leiden tot een onevenredige toename van het benodigde ventilatorvermogen.

4.7 Toepassen van een (hoge-temperatuur)koelbatterij

Voor het conditioneren van de toevoerlucht wordt een koelbatterij geschikt voor hogere koelwatertemperaturen toegepast. Deze batterijen zijn ontworpen voor systemen met hogere koelwateraanvoertemperaturen dan traditionele koelinstallaties en zijn daardoor geschikt voor duurzame koelconcepten, zoals warmtepompen in koelbedrijf.

De batterij dient over voldoende warmteoverdrachtsoppervlak te beschikken om ook bij verhoogde mediumaanvoertemperaturen het benodigde koelvermogen en, indien noodzakelijk, de gewenste ontvochtiging te realiseren.

De werkzaamheden omvatten minimaal:

- Demonteren en afvoeren van de bestaande koelbatterij, indien van toepassing.
- Monteren van een (hoge-temperatuur)koelbatterij boven een lekbak met condensafvoer

en druppelvanger. De lekbak dient te zijn voorzien van een corrosiebescherming die geschikt is voor corrosiviteitscategorie C4. Bij de selectie van de koelbatterij dient ten minste rekening te worden gehouden met de volgende parameters:

- Luchtdebiet.
- Luchtintredetemperatuur in zomerbedrijf.
- Luchtuitredetemperatuur in zomerbedrijf.
- Aanvoertemperatuur van het koelmedium.
- Retourtemperatuur van het koelmedium.
- Voorzien van de lamellen van een coating die geschikt is voor de betreffende toepassing.
- Voorzien van de lamellen van een corrosiebescherming die geschikt is voor de corrosiviteitscategorie van de toepassing.
- De luchtzijdige weerstand van de koelbatterij mag niet leiden tot een onevenredige toename van het benodigde ventilatorvermogen.

4.8 Toepassen van een change-over batterij

In situaties waarin zowel een warmte- als een koudevraag optreedt, wordt een change-overbatterij toegepast. Deze multifunctionele batterij kan door middel van een waterzijdige omschakeling worden ingezet voor zowel verwarming als koeling, waardoor leidingwerk, regelapparatuur en de warmte- en koudeopwekking efficiënt worden benut. Hierdoor ontstaat een compact, flexibel en energie-efficiënt systeem.

De werkzaamheden omvatten minimaal:

- Demonteren en afvoeren van de bestaande verwarmings- en/of koelbatterij(en).
- Monteren van een nieuwe change-overbatterij boven een lekbak met condensafvoer en druppelvanger. De lekbak dient te zijn voorzien van een corrosiebescherming die geschikt is voor corrosiviteitscategorie C4.
- Bij de selectie van de change-overbatterij dient ten minste rekening te worden gehouden met de volgende parameters:
 - Luchtdebiet.
 - Luchtintredetemperatuur (winterbedrijf).
 - Luchtuitredetemperatuur (winterbedrijf).
 - Luchtintredetemperatuur (zomerbedrijf).
 - Luchtuitredetemperatuur (zomerbedrijf).
 - Aanvoertemperatuur van het medium in zomer- en winterbedrijf.
 - Retourtemperatuur van het medium in zomer- en winterbedrijf.
- Toepassen van lamellen met een corrosiebescherming die geschikt is voor de corrosiviteitscategorie van de toepassing.
- De luchtzijdige weerstand van de change-overbatterij mag niet leiden tot een onevenredige toename van het benodigde ventilatorvermogen.



5. Sturing en regeltechniek

Bij toepassing van (EC)-motoren dient de besturings- en regeltechniek zodanig te worden ingericht dat een correcte, veilige en energiezuinige aansturing van deze ventilatoren is gewaarborgd. De (EC)-motoren zijn voorzien van geïntegreerde elektronica en dienen volledig compatibel te zijn met de regelaar of het gebouwbeheersysteem (GBS) voor gegevensuitwisseling en aansturing, of stand-alone te kunnen functioneren. Bij toepassing van AC- of PM-motoren zonder geïntegreerde elektronica dient de toerentalregeling plaats te vinden met een daarvoor geschikte frequentieregelaar.

Uitgangspunten:

- De aansturing van de (EC)-motoren dient plaats te vinden via een 0–10 V-stuursignaal of een digitaal communicatieprotocol (bijvoorbeeld Modbus RTU/TCP of BACnet/IP), afhankelijk van de toegepaste ventilator en de standaard van het gebouwbeheersysteem (GBS).
- De direct aangedreven (plug)ventilatoren met (EC)-motor permanent onder spanning houden en per ventilator afzonderlijk afzekeren met een installatieautomaat met C-karakteristiek, afgestemd op de maximale opgenomen stroom van de ventilatormotor.
- Wanneer meer dan één (EC)-motor per sectie wordt toegepast, een stuurkast/regelkast toepassen ten behoeve van het afzekeren en aansturen van meerdere (EC)-ventilatoren.
- De stuurkast en de (EC)-motoren dienen te voldoen aan de eisen van GACS. Hierbij dienen relevante bedrijfsgegevens, zoals het opgenomen elektrisch vermogen, uitgelezen te kunnen worden.
- De ramp-up tijd van een (EC)-motor dient standaard op minimaal 150 seconden te worden ingesteld. Indien de toepassing een kortere ramp-up tijd vereist, dient dit in overleg met de opdrachtgever te worden vastgesteld.

6. Metingen en prestaties

Nulmeting

Voorafgaand aan de revitalisatie dient een nulmeting te worden uitgevoerd. Deze nulmeting is noodzakelijk om de huidige prestaties van de luchtbehandelingskast objectief vast te leggen en vormt de basis voor een correcte ventilatorselectie, de controle van het ontwerp en een betrouwbare vergelijking tussen de bestaande en de nieuwe situatie. De nulmeting maakt inzichtelijk of het systeem functioneert binnen de ontwerpcondities en waar eventuele afwijkingen of optimalisatiemogelijkheden aanwezig zijn.

Tijdens de nulmeting worden ten minste de volgende parameters gemeten met gekalibreerde meetapparatuur:

- Alle meetpunten dienen te worden gemeten bij vollast of bij een vooraf met de opdrachtgever overeengekomen werkpunt.*
- Totale statische druk over de ventilator.
- Externe statische druk in de toevoer- en afvoerkanalen.
- Luchthoeveelheid in toe- en afvoer
- Luchtdebiet (m^3/h) in het kanaal
- Referentiedrukpunt in het kanaal.
- Stroomopname (A) en/of opgenomen elektrisch vermogen (kW) van de bestaande motor(en).

**Onder vollast wordt verstaan: alle VAV-boxen worden aangestuurd op de maximale ontwerp-luchthoeveelheid.*

De nulmeting dient te worden uitgevoerd bij volledig bedrijf van de installatie en zorgvuldig te worden gedocumenteerd als referentie voor de eindmeting na uitvoering van de werkzaamheden. Indien een recirculatieklep aanwezig is, dient deze tijdens de nulmeting volledig gesloten te zijn om een representatieve meting uit te kunnen voeren.

Eindmeting

Na afronding van de werkzaamheden dient een eindmeting te worden uitgevoerd. Met deze eindmeting wordt vastgesteld dat de installatie functioneert overeenkomstig de vastgestelde uitgangspunten.

Tijdens de eindmeting worden ten minste de volgende parameters gemeten met gekalibreerde meetapparatuur:

- De eindmeting dient te worden uitgevoerd op hetzelfde werkpunt als de nulmeting. Hierbij worden ten minste de volgende parameters gemeten:
- Totale statische druk over de ventilator.
- Externe statische druk in de toevoer- en afvoerkanalen.
- Luchthoeveelheid in toe- en afvoer.
- Luchtdebiet (m^3/h) in het kanaal
- Referentiedrukpunt in het kanaal.
- EC- en PM-motoren: opgenomen elektrisch vermogen (kW).
- AC-motoren: stroomopname (A).

Tijdens de eindmeting worden ten minste de volgende parameters gemeten met gekalibreerde meetapparatuur:

- Statisch drukverschil over de ventilator
- Drukverschillen in de toevoer- en afvoerkanalen
- Luchtdebiet (m^3/h) in het kanaal onder vollast
- Luchthoeveelheid op het gewenste werkpunt
- Referentie drukpunt in het kanaal
- Vermogen (kW) van de bestaande motor(en)



7. Referenties

1. Programma van Eisen Gezonde Kantoren, Binnenklimaattechniek / TVVL / Binnenklimaat Nederland.
2. Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030, Rijksoverheid.
3. Erkende Maatregelenlijst energiebesparing (EML), Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), maatregelen GD2 t/m GD7.
4. Verordening (EU) nr. 1253/2014 van de Commissie van 7 juli 2014 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG met betrekking tot eisen inzake ecologisch ontwerp voor ventilatie-eenheden.
5. Binnenklimaattechniek, Meetprotocol microbiologisch lucht- en contactonderzoek utiliteitsgebouwen.
6. Eurovent Recommendation 6/16:2021, Corrosion Protection of Air Handling Units.

Bijlage A – Relatie met wet- en regelgeving, normen en marktontwikkelingen

Deze richtlijn is opgesteld als praktische handreiking voor het verduurzamen en revitaliseren van luchtbehandelingskasten. De richtlijn staat niet op zichzelf, maar sluit aan bij de actuele ontwikkelingen op het gebied van energieprestaties, duurzaamheid, digitalisering en gezond binnenklimaat.

Afhankelijk van de aard van het project kunnen nationale en Europese wet- en regelgeving, normen en certificeringsregelingen van toepassing zijn. Deze richtlijn vervangt deze documenten niet, maar biedt een praktische uitwerking voor revitalisatiewerkzaamheden binnen de kaders die door de opdracht-gever en de geldende regelgeving worden gesteld. Onderstaande documenten kunnen daarbij relevant zijn.

Nationaal Renovatieplan Gebouwen (NRP)

Het Nationaal Renovatieplan Gebouwen beschrijft de Nederlandse strategie voor de verduurzaming van de bestaande gebouwvoorraad richting 2050. De daarin beschreven renovatieopgave stimuleert de verbetering van de energieprestatie van bestaande gebouwen, waarbij ook de installatietechniek een belangrijke rol speelt.

Erkende Maatregelenlijsten (EML)

De Erkende Maatregelenlijsten bevatten energiebesparende maatregelen die onder bepaalde voorwaarden worden beschouwd als kosteneffectief in het kader van de energiebesparingsplicht. Voor luchtbehandelingsinstallaties kunnen maatregelen zoals ventilatorvervanging, frequentieregeling of warmteterugwinning onderdeel uitmaken van deze lijsten.

Eurovent-certificering

Voor componenten zoals ventilatoren, filters en warmteterugwinningssystemen bestaan onafhankelijke Eurovent-certificeringen. Deze certificering geeft zekerheid dat de door fabrikanten opgegeven prestaties onafhankelijk zijn geverifieerd volgens Europese testmethoden.

NTA 8800

De NTA 8800 beschrijft de Nederlandse bepalingmethode voor de energieprestatie van gebouwen. Aanpassingen aan luchtbehandelingsinstallaties

kunnen invloed hebben op de berekende energieprestatie van een gebouw en dienen daarom, indien relevant, overeenkomstig deze bepalingmethode te worden verwerkt.

NEN-EN 16798

De NEN-EN 16798-serie bevat eisen en bepalingmethoden voor ventilatie, binnenluchtkwaliteit, thermisch comfort en de energieprestatie van gebouwinstallaties. De norm vormt een belangrijk uitgangspunt voor het ontwerpen en beoordelen van ventilatiesystemen.

NEN-EN-ISO 16890

Deze norm beschrijft de classificatie en beproevingsmethode voor luchtfilters op basis van hun prestaties ten aanzien van fijnstof (PM). Bij vervanging van filters wordt aanbevolen filters toe te passen die volgens deze norm zijn geclassificeerd.

Ecodesign-verordeningen (ErP)

De Europese Ecodesign-verordeningen stellen minimale eisen aan de energieprestatie van energiegerelateerde producten. Voor revitalisatie van luchtbehandelingskasten zijn onder meer de volgende verordeningen relevant:

- EU-verordening 1253/2014 voor ventilatie-units;
- EU-verordening 2019/1781 voor elektromotoren en frequentieregelaars.

Bij vervanging van componenten dient rekening te worden gehouden met de op het moment van uitvoering geldende Ecodesign-eisen.

GACS (Building Automation and Control Systems)

Gebouwautomatisering en gebouwbeheersystemen spelen een steeds grotere rol bij het optimaliseren van energiegebruik en prestaties van gebouwinstallaties. Bij revitalisatie kan het wenselijk zijn om installaties geschikt te maken voor monitoring, regeling en energieoptimalisatie overeenkomstig de uitgangspunten van GACS.

EPBD IV

De herziene Europese richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen (EPBD IV) stimuleert verdere verduurzaming van de gebouwvoorraad. Daarbij



wordt onder meer aandacht besteed aan digitalisering, monitoring, automatisering, energieprestaties en de kwaliteit van het binnenklimaat. De implementatie hiervan zal de komende jaren leiden tot verdere ontwikkelingen binnen de gebouwinstallatiesector.

Zero-Emission Buildings (ZEB)

Binnen de EPBD IV wordt toegewerkt naar gebouwen zonder emissies tijdens het gebruik (Zero-Emission Buildings). Een energiezuinige en goed regelbare luchtbehandelingsinstallatie levert een belangrijke bijdrage aan het realiseren van deze doelstelling.

Slotopmerking

De in deze bijlage genoemde documenten zijn bedoeld als achtergrondinformatie en geven inzicht in de wettelijke, normatieve en beleidsmatige context waarbinnen revitalisatie van luchtbehandelingskasten plaatsvindt. Bij de uitvoering van projecten dienen steeds de op het moment van uitvoering geldende wet- en regelgeving, normen en productspecificaties te worden geraadpleegd.



Bijlage B – Veiligheid, CE-conformiteit en substantiële modificaties

Algemeen

Bij het revitaliseren of verduurzamen van luchtbehandelingskasten kunnen wijzigingen worden aangebracht aan mechanische, elektrische en regeltechnische onderdelen van de installatie. Afhankelijk van de aard en omvang van deze wijzigingen kunnen Europese wet- en regelgeving met betrekking tot machineveiligheid, drukapparatuur en conformiteitsbeoordeling van toepassing zijn.

Deze richtlijn geeft in de huidige versie geen inhoudelijke interpretatie van begrippen zoals substantiële modificatie, CE-conformiteit, fabrikantschap (bij significantie modificaties) of de daarbij behorende verantwoordelijkheden. De beoordeling

hiervan is afhankelijk van de specifieke situatie en dient plaats te vinden aan de hand van de geldende Europese regelgeving.

Toekomstige uitwerking

Binnenklimaat Nederland werkt aan een nadere uitwerking van de gevolgen van revitalisatiewerkzaamheden voor onderwerpen zoals substantiële modificaties, CE-conformiteit, verantwoordelijkheden van betrokken partijen en de toepassing van de relevante Europese regelgeving. Deze onderwerpen maken geen onderdeel uit van deze eerste versie van de richtlijn en zullen in een volgende versie nader worden uitgewerkt.





© **Stichting Binnenklimaattechniek**

www.binnenklimaattechniek.nl

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze publicatie mag worden verveelvoudigd, hergebruikt, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder voorafgaande toestemming van Binnenklimaattechniek.



Binnenklimaattechniek

Deze publicatie is ontwikkeld door:
www.binnenklimaattechniek.nl

Heeft u een opmerking of een vraag?

Wij helpen u graag via **www.binnenklimaattechniek.nl**

© Stichting Binnenklimaattechniek | 2026