



INSTALLATIEVOORSCHRIFTEN ROOKGASAFVOERSYSTEMEN

RICHTLIJNEN VOOR ONTWERP, INSTALLATIE,
CONTROLE EN ONDERHOUD

MAKING SYSTEMS WORK


Burgerhout®
a brand of M&G Group

Disclaimer

Deze installatievoorschriften zijn opgesteld naar de huidige stand van de wetenschap en techniek, dienen uitsluitend als algemene richtlijn en kunnen afhankelijk van het geval aanpassing behoeven. Deze voorschriften zijn specifiek bedoeld voor de rookgasafvoersystemen samengesteld uit M&G Group gemarkeerde onderdelen en componenten, of door M&G Group gespecificeerde onderdelen. Neem in geval van twijfel altijd eerst contact op met de leverancier. M&G Group heeft bij het opstellen van deze voorschriften de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Indien echter als gevolg van de voorschriften of daarin opgenomen gegevens toch schade in welke vorm dan ook mocht ontstaan, zal M&G Group daarvoor nimmer aansprakelijk zijn. De toepassing van de voorschriften geschiedt geheel op eigen risico van de verwerker van ons product. Eventuele aanspraken op garantie komen door schade of eigen aanpassingen te vervallen. De installatie dient te geschieden door een erkend installateur.

OVER M&G GROUP

M&G Group is marktleider op het gebied van de ontwikkeling en fabricage van oplossingen voor rookgasafvoer en ventilatie. De activiteiten van de groep zijn gebaseerd op R&D, innovatie en op maat gemaakte oplossingen voor klanten over de hele wereld. Als partner van vooraanstaande ketel- en ventilatiefabrikanten draagt M&G Group bij aan een kostenefficiënte manier van het oplossen van vraagstukken in en om Cv-ketels en ventilatiesystemen. M&G Group heeft een compleet assortiment van aluminium, roestvast staal en kunststofproducten ontwikkeld, getest en geproduceerd met moderne productieprocessen. De internationale organisatie – met tien locaties in zeven verschillende landen – is wereldwijd actief voor de OEM- en handelsmarkt. Tot de M&G Group behoren de merken Burgerhout, Anjo en Stabile.

INHOUDSOPGAVE

1. TOEPASSINGSGEBIED	7
1.1 VERANTWOORDELIJKHEDEN	7
1.2 CLASSIFICATIE GASTOESTELLEN	7
1.2.1 UITLEG TOESTELKENMERKEN B TOESTEL	8
1.2.2 UITLEG TOESTELKENMERKEN C TOESTEL	8
1.2.3 UITLEG TOESTEL-GEBONDEN ROOKGASAFVOERSYSTEEM	8
1.3 CLASSIFICATIE ROOKGASAFVOERSYSTEMEN	9
2. SCHEMATISCHE UITLEG ROOKGASINSTALLATIES	10
1.1 INDIVIDUELE ROOKGASINSTALLATIES + CASCADE	10
1.2 GESTAPELDE BOUW – COMBINATIE LUCHTTOEVOER EN VERBRANDINGSGASAFVOER (CLV)	11
1.3 GESTAPELDE BOUW - LUCHTTOEVOER EN VERBRANDINGSGASAFVOER	12
3. VOORBEREIDING INSTALLATIE	13
3.1 TOESTELGEGEVENS	13
3.2 KEUZE INSTALLATIETYPE EN AANSLUITLEIDING	13
3.2.2 LUCHTTOEVOERSYSTEEM	14
3.2.3 KEUZE VOOR FLEXIBELE OF STARRE VOERINGEN	15
3.2.4 TYPISCHE MATERIAALEIGENSCHAPPEN EN COMBINEREN MATERIALEN	15
3.3 ONTWERPEN VAN HET TRACÉ	16
3.3.1 CONDENS OPVANG	16
3.3.2 FIXATIE VAN HET SYSTEEM	17
3.3.3 DOORVOERINGEN DOOR DAK, MUUR OF PLAFOND.	17
3.4 BRANDVEILIGHEID EN AANRAAKVEILIGHEID	19
3.5 OMKOKERING	19
3.6 AANDACHTSPUNTEN BIJ RENOVATIE VAN BESTAAND ROOKGASAFVOERSYSTEEM	19
3.7 BEOORDELING PLEK VAN UITMONDING	20
3.8 POSITIE VAN DE LUCHTINLAAT	20
3.9 DIAMETER SELECTIE OF CAPACITEIT	21
3.10 LEVENSDUUR ROOKGASAFVOER-MATERIAAL	21
3.11 DOOR-GEBRUIK OF VERVANGING BESTAAND CLV-SYSTEEM	21
3.12 MONTAGEHANDLEIDING	21
3.13 VASTLEGGEN EN BORGEN UITGEVOERD WERK	22
4. PRAKTISCHE UITLEG INDIVIDUELE ROOKGASINSTALLATIES	23
4.1 TECHNISCHE UITVOERINGEN ROOKGASAFVOER EN LUCHTTOEVOER	23

4.1.1	SYSTEEM 1: ROOKGASAFVOER VIA DAK, LUCHTTOEVOER UIT GEVEL	24
4.1.2	SYSTEEM 2: ROOKGASAFVOER EN LUCHTTOEVOER VIA DAK	25
4.1.3	SYSTEEM 3: ROOKGASAFVOER EN LUCHTTOEVOER ONDER OVERSTEK	26
4.1.4	SYSTEEM 4: ROOKGASAFVOER EN LUCHTTOEVOER VIA GEVEL	27
4.1.5	SYSTEEM 5: ROOKGASAFVOER LANGS DE GEVEL	28
4.1.6	SYSTEEM 6: ROOKGAS DOOR DAK, LUCHTTOEVOER UIT OPSTELLINGSRUIMTE	29
4.1.7	SYSTEEM 7: ROOKGASAFVOER STAR OF FLEXIBEL IN SCHACHT, LUCHTTOEVOER VIA SCHACHT	30
4.1.8	SYSTEEM 8: ROOKGASAFVOER FLEXIBEL CONCENTRISCH IN SCHACHT	31
4.2	KEUZE DIAMETER	32

5. PRAKTISCHE UITLEG GESTAPELDE BOUW **33**

5.1	CLV-SYSTEMEN	33
5.2	HALF-CLV SYSTEMEN	33
5.3	INDIVIDUELE ROOKGASAFVOERKANALEN MET GEZAMENLIJKE LUCHTTOEVOER	34
5.4	KEUZE DIAMETER	34
5.5	PLAATS VAN DE UITMONDING	34
5.6	CLV-OPLOSSINGEN IN DE PRAKTIJK	35
5.6.1	SYSTEEM 1: CONCENTRISCH IN DE SCHACHT	36
5.6.2	SYSTEEM 2: PARALLEL COLLECTIEF	37
5.6.3	SYSTEEM 3: ROOKGAS COLLECTIEF, LUCHTTOEVOER UIT BESTAANDE SCHACHT	38
5.6.4	SYSTEEM 4: CONCENTRISCH LANGS BUITENGEVEL	39
5.7	ANDERE OPLOSSINGEN VOOR DE GESTAPELDE BOUW IN DE PRAKTIJK	40
5.7.1	SYSTEEM 5: ROOKGAS COLLECTIEF, LUCHTTOEVOER UIT BUITENGEVEL	41
5.7.2	SYSTEEM 6: INDIVIDUELE ROOKGASAFVOER EN LUCHTTOEVOER	42
5.7.3	SYSTEEM 7: INDIVIDUEEL ROOKGAS, LUCHTTOEVOER UIT SCHACHT	43
5.7.4	SYSTEEM 8: COLLECTIEF ROOKGAS LANGS GEVEL, LUCHTTOEVOER UIT BUITENGEVEL	44
5.8	AFVOER CONDENS BIJ GESTAPELDE BOUW	45

6. PRAKTISCHE UITLEG CASCADE **46**

6.1	DIAMETER EN CAPACITEITSBEPALING	46
6.2	PLAATS VAN DE UITMONDING	46
6.3	CASCADE OPLOSSINGEN IN DE PRAKTIJK	47
6.3.1	CASCADE IN LIJNOPSTELLING	48
6.3.2	CASCADE IN RUGGELINGSE OPSTELLING	49
6.3.3	CASCADE IN DUBBELE LIJNOPSTELLING	50
6.4	CONDENS OPVANG BIJ CASCADE-OPSTELLING	51

7. ONDERHOUD EN CONTROLE **52**

8. CONTACTGEGEVENS **53**

BIJLAGE A: UITLEG 2 ^E VOLGCIJFER TOESTELTYPES	54
BIJLAGE B-1: NEDERLAND, LAND-SPECIFIEKE AANVULLINGEN.	56
BIJLAGE B-2: NEDERLAND, AANWIJZINGEN BRANDVEILIGHEID	57
BIJLAGE B-3: NEDERLAND, VERVANGING VAN HET AFVOERSYSTEEM	59
BIJLAGE C-1: OVERZICHT VAN EQUIVALENTE LENGTES	60
BIJLAGE C-2: TABEL, DIMENSIONERING CLV-OVERDRUK	61
BIJLAGE D: COMBINEREN VAN MATERIALEN, TER ILLUSTRATIE	62

1. TOEPASSINGSGEBIED

De in dit document beschreven rookgasafvoersystemen zijn geschikt voor toepassing op verbrandingstoestellen voor genormeerde brandstoffen. Hoofdstuk 1.2 geeft specifiekere aanwijzingen voor de geschiktheid van het afvoersysteem voor gebruik op een toestel. In een aantal gevallen geeft de toestelfabrikant aanvullende informatie over de juiste diameters, lengtes en het type installatie (bv individuele aansluiting of toepassing in de gestapelde bouw met een gezamenlijke afvoer).

De kwaliteit van de verbrandingslucht, hoge concentraties van agressieve bestanddelen in lucht, beïnvloeden de levensduur van het toegepaste afvoermateriaal nadelig. Verbrandingslucht kan vervuild worden door bv. halogenen uit spuitbussen en uitstoot van stoffen door chemische industrie. De producten mogen tijdens opslag en transport niet blootgesteld worden aan regen en zonlicht en tijdens transport dient ervoor gezorgd te worden dat de producten vakkundig behandeld worden en niet beschadigen.

1.1 VERANTWOORDELIJKHEDEN

De ontwerper is verantwoordelijk voor de juiste keuze van het type systeem en het ontwerp ervan, uitgaande van de aanwijzingen uit dit document. Hij heeft ook de juiste informatie verzameld van het aan te sluiten toestel en het gebouw. Uiteindelijk heeft hij bewuste keuzes gedaan, zodat de bewoner en/of gebruiker ervan uit kunnen gaan dat een veilige installatie is opgeleverd. Aanvullend zorgt de ontwerper er ook voor dat de installatie na oplevering voldoet aan de nationale regelgeving zoals die geldt in het betreffende land.

De installateur draagt er zorg voor dat hij de installatie monteert volgens de aanwijzingen van de ontwerper en dat hij de onderdelen monteert volgens de montagehandleidingen die bij het product horen. Aanvullend zorgt de installateur er ook voor dat de aanleg en montage in lijn is met de nationale regelgeving van het betreffende land. Hij moet ook aantoonbaar vakbekwaam zijn.

1.2 CLASSIFICATIE GASTOESTELLEN

De indeling is gebaseerd op EN 1749, de norm voor classificering van de uitvoering van de wijze van het aansluiten van een toestel. Controleer in de technische documentatie van de toestelfabrikant of het te installeren toestel geschikt is voor het gewenste type installatie. Voor gastoestellen geldt de verplichting volgens de Gastoestellen Verordening (Gas Appliance Regulation, GAR), waarbij de geschiktheid van type van installatie - via een codering - ook aangegeven is op de typeplaat. De codering wordt hieronder uitgelegd en begint met een hoofdletter, gevolgd door cijfers:

Voorbeelden codering: A1, B23, C31 of C33(x).

Uitleg codering:

- Type A toestel:
Toestel dat ontworpen is om niet aangesloten te worden op een rookgasafvoersysteem, bijvoorbeeld een gasfornuis. Dit type toestel wordt in dit document niet behandeld.
- Type B toestel:
Toestel dat ontworpen is om voor de afvoer van rookgas aangesloten te worden op een rookgasafvoersysteem, de verbrandingslucht komt uit de omgeving waar het toestel opgesteld is.
- Type C toestel:
Gesloten toestel, de rookgassen worden via een rookgasafvoersysteem naar buiten geleid en de benodigde lucht voor de verbranding wordt van buiten aangevoerd.

Het eerste volgcijfer geeft specifieke toestelkenmerken aan, voor een B toestel zijn die anders dan bij een C toestel.

1.2.1 Uitleg toestelkenmerken B toestel

Bij een B toestel geeft het eerste volgcijfer aan of het toestel een trekonderbreker heeft, of dat het afvoermateriaal door de installateur als toestel-gebonden (GAR) moet worden beschouwd. Raadpleeg voor deze informatie de technische documentatie van de toestelfabrikant. Voor een aantal B toestellen geeft deze handleiding informatie over de juiste keuze en uitvoering van het rookgasafvoersysteem, zie bijlage A voor een uitleg van de volgcijfers.

1.2.2 Uitleg toestelkenmerken C toestel

Voor een type C toestel geeft bijlage A nadere informatie voor uitleg van de volgcijfers achter de C. Ook wordt in deze bijlage informatie verstrekt over de wijze van het afvoeren van rookgassen en toevoeren van verbrandingslucht. Ook kan de ontwerper of installateur aan dit cijfer zien of de toestelfabrikant gekozen heeft voor een toestel-gebonden (GAR) rookgasafvoersysteem.

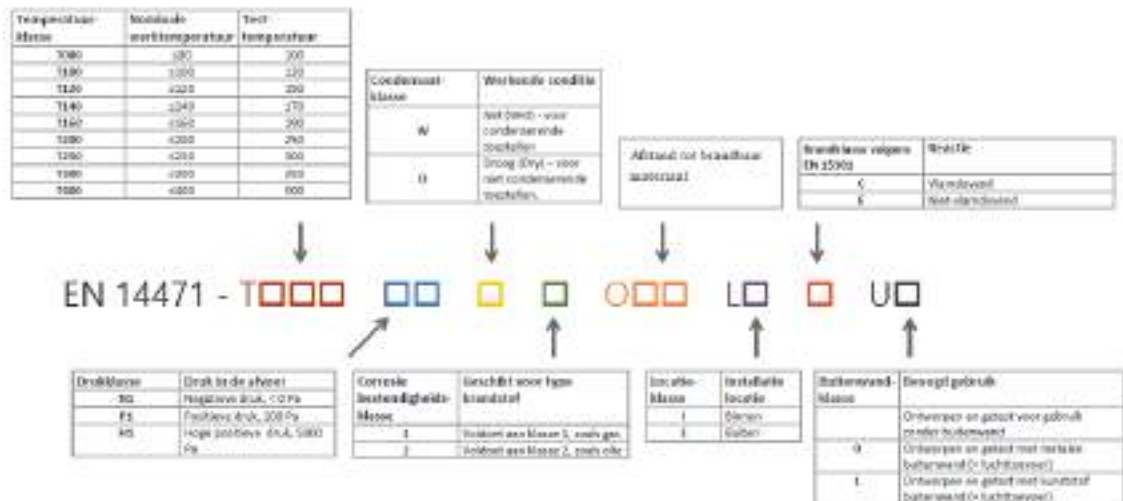
1.2.3 Uitleg toestel-gebonden rookgasafvoersysteem

De term toestel-gebonden systeem houdt in dat de toestelfabrikant het rookgasafvoersysteem heeft mee-gecertificeerd. Hij doet dat onder zijn eigen verantwoordelijkheid. De regelgeving is dusdanig ingericht dat het afvoermateriaal dan niet meer onder de Bouwproducten verordening (EU) No 305/2011 valt maar onder de Gastoestellen verordening (EU) No 2016/426. De toestelfabrikant is hierin leidend en bepaalt dus hoe zijn toestel wordt geklasseerd. Hij bepaalt ook welke afvoersystemen geïnstalleerd moeten worden en bepaalt de diameters en maximale lengtes. De installateur en ontwerper dienen zich te houden aan classificatie-keuze van de toestelfabrikant. De ontwerper of installateur is bij een GAR combinatie dan ook niet meer verantwoordelijk voor de bepaling van de juiste keuze van het type afvoermateriaal en de capaciteit.

1.3 CLASSIFICATIE ROOKGASAFVOERSYSTEMEN

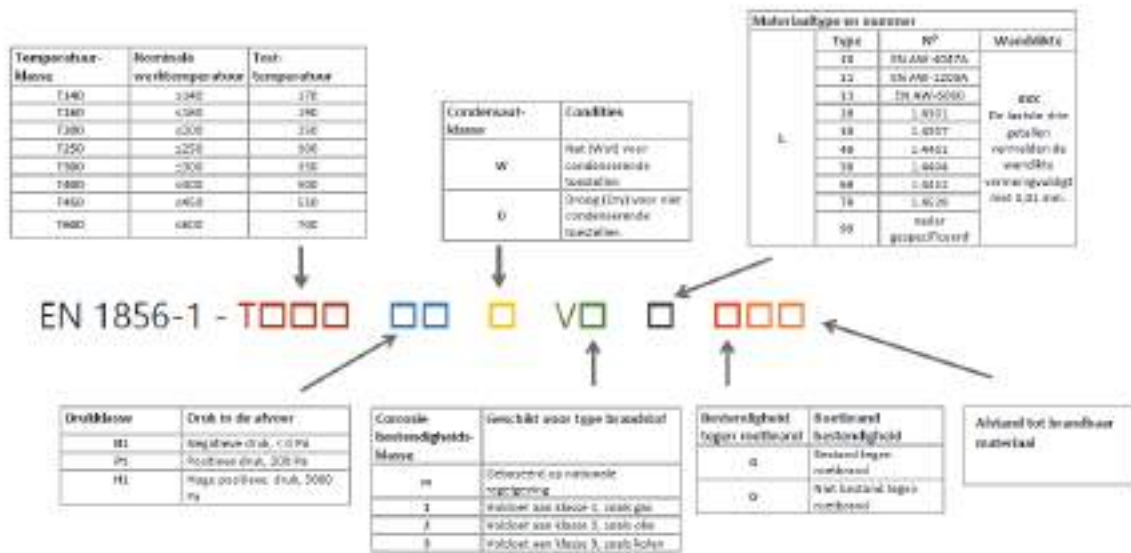
Ook de rookgasafvoersystemen worden geclassificeerd volgens een Europese norm. Voor kunststof rookgasafvoersystemen is dat de EN14471 en voor metalen rookgasafvoersystemen is dit de EN1856-1 en EN1856-2. Hieronder volgt voor beide de uitleg van de classificaties.

Figuur 1: Classificatie kunststof rookgasafvoersysteem EN 14471



Voorbeeld: EN 14471 - T120 H1 W 2 O50 LE E U0

Figuur 2: Classificatie metalen rookgasafvoersysteem EN 1856



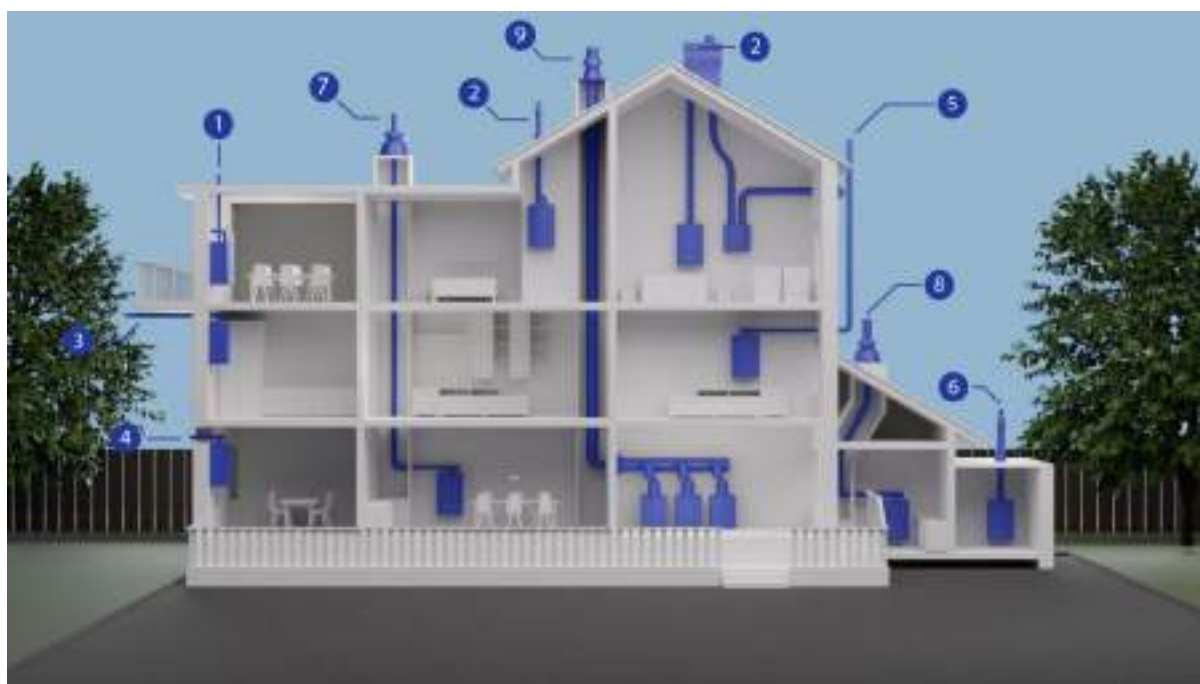
Voorbeeld: EN 1856-1 - T250 P1 D Vm L40045 G50

2. SCHEMATISCHE UITLEG ROOKGASINSTALLATIES

Het aanleggen van een veilig rookgasafvoersysteem (eventueel inclusief toevoeren van verbrandingslucht) in een gebouw kan op verschillende manieren. De ontwerper is vrij om een van de manieren te kiezen. Als hulpmiddel hierbij volgt onderstaand overzicht met mogelijke installatietypes.

1.1 INDIVIDUELE ROOKGASINSTALLATIES + CASCADE

Figuur 3: Individuele rookgasinstallaties + cascade

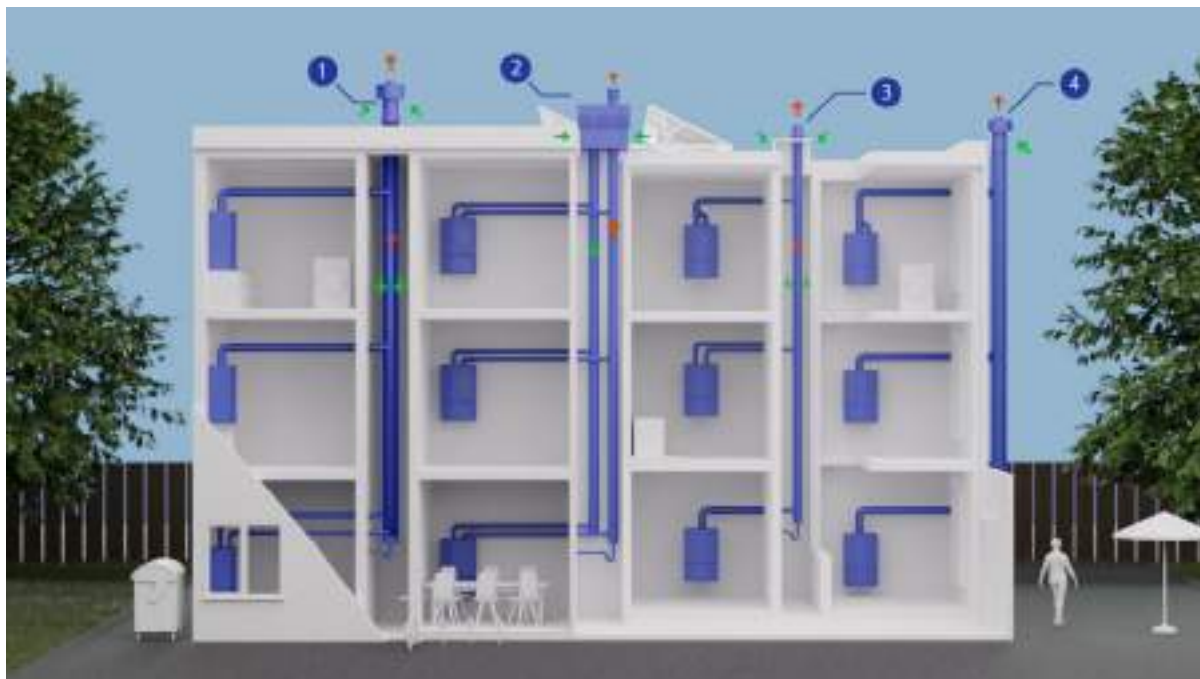


Tabel 1: Uitleg systemen met toesteltypes volgens EN 1749

	Uitvoering rookgasafvoer en luchttoevoer	Type	Hoofdstuk
1	Rookgasafvoer via dak, luchttoevoer uit de gevel.	C5	4.1.1
2	Rookgasafvoer en luchttoevoer via dak.	C3/C6	4.1.2
3	Rookgasafvoer en luchttoevoer onder overstek (galerij).	C5	4.1.3
4	Rookgasafvoer en luchttoevoer via gevel, concentrisch of parallel. Uitbreiding met PMK set indien noodzakelijk.	C1	4.1.4
5	Rookgasafvoer langs de gevel, concentrisch.	C6	4.1.5
6	Rookgas door dak, luchttoevoer uit opstellingsruimte. Het toestel heeft een trekonderbreker en de afvoer werkt op basis van onderdruk door thermische trek.	B1	4.1.6
7	Rookgasafvoer star of flexibel in schacht, luchttoevoer via schacht	C9	4.1.7
8	Rookgasafvoer flexibel concentrisch in schacht	C3/C6	4.1.8
9	Rookgasafvoer voor cascade opstelling	-	6.3.1
Opmerking: voor de leesbaarheid is het tweede cijfer achter het type aanduiding weggelaten, zie bijlage A voor aanvullende informatie			

1.2 GESTAPELDE BOUW – COMBINATIE LUCHTTOEVOER EN VERBRANDINGSGASAFVOER (CLV)

Figuur 4: Gestapelde bouw - Combinatie luchttoevoer en verbrandingsgasafvoer (CLV)

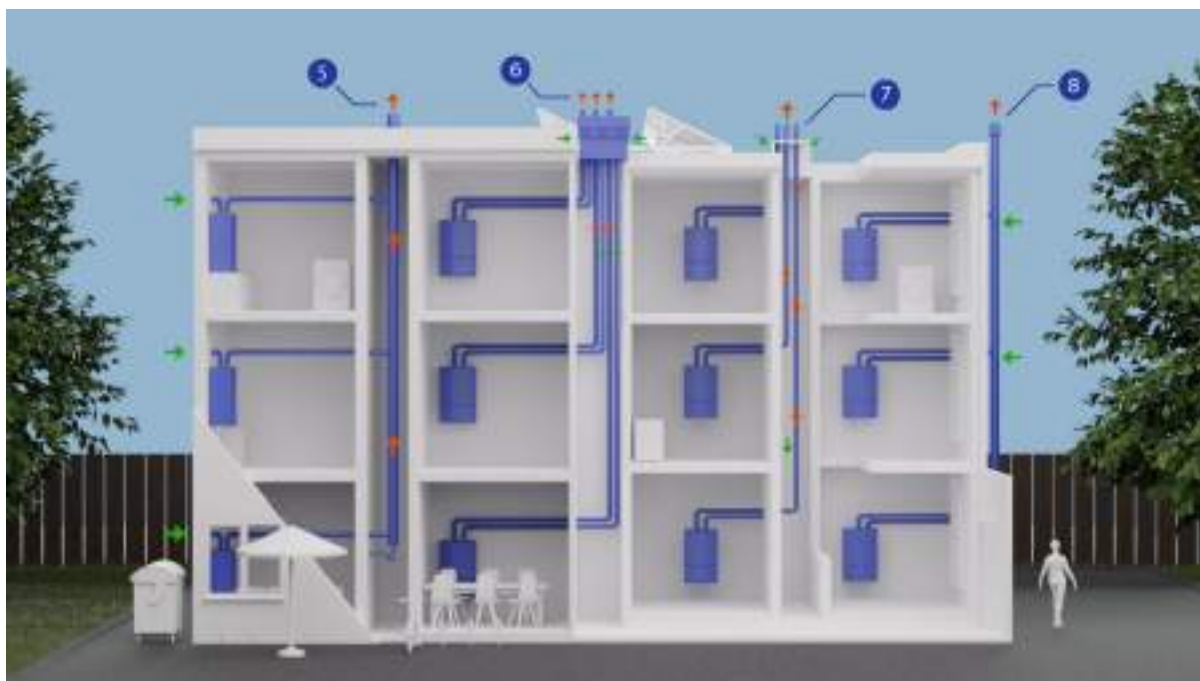


Tabel 2: Uitleg systemen en toesteltypes volgens EN 1749

	Uitvoering rookgasafvoer en luchttoevoer	Toestel Type	Hoofdstuk
1	CLV-systeem met rookgasafvoer en luchttoevoer via hetzelfde kanaal, in de schacht (concentrisch)	C10/C11	5.5.1
2	CLV-systeem met gescheiden kanalen voor rookgasafvoer en luchttoevoer, beide in dezelfde schacht.	C10/C11	5.5.2
3	CLV-systeem met gecombineerde rookgasafvoer kanaal in de schacht, luchttoevoer direct vanuit de schacht.	C14	5.5.3
4	CLV-systeem met rookgasafvoer en luchttoevoer via hetzelfde kanaal, langs de buitengevel (concentrisch).	C10/C11	5.5.4
Opmerking: voor de leesbaarheid is het laatste cijfer achter het type aanduiding weggelaten, zie bijlage A voor aanvullende informatie			

1.3 GESTAPELDE BOUW - LUCHTTOEVOER EN VERBRANDINGSASFVOER

Figuur 5: Gestapelde bouw - Luchttoevoer en verbrandingsgasafvoer



Tabel 3: uitleg systemen en toesteltypes volgens EN 1749

	Uitvoering rookgasafvoer en luchttoevoer	Type installatie	Hoofdstuk
5	Gecombineerd rookgasafvoerkanaal in de (mechanische ventilatie) schacht, luchttoevoer individueel vanuit de buitengevel (Half-CLV).	C12/C13	5.6.1
6	Individuele rookgasafvoerkanaalen en luchttoevoerkanaalen in dezelfde schacht.	C3/C6	5.6.2
7	Individuele rookgasafvoerkanaalen in dezelfde schacht, luchttoevoer direct vanuit de schacht (of collectief luchttoevoerkanaal). Dit is een veel gebruikte renovatie oplossing.	C15	5.6.3
8	Gecombineerd rookgasafvoerkanaal langs de buitengevel, luchttoevoer individueel vanuit de gevel (Half-CLV).	C12/C13	5.6.4

3. VOORBEREIDING INSTALLATIE

Voor het juist ontwerpen van de installatie is het belangrijk de nationale regelgeving te respecteren. Voor een aantal landen zijn specifieke aandachtspunten, zie bijlage B voor de aanvullende Nederlandse aspecten.

Vervolgens dienen de volgende gegevens verzameld te worden.:

1. Gegevens van het toestel of toestellen (zie 3.1);
2. De keuze van de type rookgasafvoer en aansluitleiding toestel (3.2);
3. Gegevens van het gebouw voor het bepalen van het tracé (zie 3.3);
4. Het beoordelen van de eisen t.a.v. brandveiligheid en aanraakveiligheid in combinatie met brandcompartimentering (zie 3.4);
5. Aandachtspunten bij doorvoeringen (zie 3.3.3)
6. De keuze om het afvoersysteem weg te werken in een schacht of anderszins af te timmeren (zie 3.5)
7. Bij hergebruik bestaande schacht gegevens ervan verzamelen en de staat ervan beoordelen (zie 3.6).
8. Beoordeling van de plek van de uitmonding i.v.m. goede werking en hinder (zie 3.7)
9. Indien van toepassing, de beoordeling van de positie van de luchtinlaatopening (zie 3.8).
10. Diameter selectie op basis van ketelvermogen en lengte rookgasafvoersysteem (zie 3.9)

3.1 TOESTELGEGEVENS

Raadpleeg de technische informatie van de toestelfabrikant en beoordeel of het toestel geïnstalleerd kan worden op het beoogde type installatie. Afhankelijk van het type installatie dienen de gegevens verzameld te worden. Deze gegevens zijn nodig om te bepalen of het gekozen rookgasmateriaal geschikt is om aan te kunnen sluiten op het toestel en om eventueel de capaciteit te berekenen van het afvoersysteem.

Voor de geschiktheid zijn vijf gegevens belangrijk, te weten:

1. Capaciteit van het toestel en maximale tegendruk
2. De maximale rookgastemperatuur
3. Beoordeling van onderdruk of overdruk in de afvoer
4. Beoordeling of de rookgassen condenseren in de afvoer.
5. Wordt het toestel ook aangesloten op een luchttoevoer, dus als gesloten toestel

Voor het bepalen of het toestel geschikt is om aan te kunnen sluiten op het afvoersysteem dient de ontwerper te checken of de toesteleigenschappen matchen met die van het afvoersysteem, zie 3.2. Aanvullend is het belangrijk te onderkennen of het een volledige nieuwe installatie betreft of dat het gaat om het vervanging van toestellen in een bestaand systeem. Bij vervanging van toestellen in een bestaand systeem wordt soms gekozen voor renovatie van de bestaande afvoer. Beoordeel bij het maken van deze keuze de eigenschappen van het afvoersysteem en stel vast of het systeem geëigend is voor renovatie (zie NPR 3378-48, gereed medio 2024 en NPR 3378-45).

3.2 KEUZE INSTALLATIETYPE EN AANSLUITLEIDING

Het is belangrijk om te controleren of de kenmerken van het rookgasafvoersysteem overeenkomen met de technische specificaties van het toestel waarop het wordt aangesloten. De aanduiding van het rookgasafvoersysteem geeft de kenmerken van het systeem weer en geef aan waarvoor het kan worden gebruikt. De gegevens zijn te vinden op onze prestatieverklaringen (DoP's), check altijd de laatste versies op de website van mg-group.com. Onze Nederlandse catalogus geeft informatie over de Burgerhout systeemnamen en de CE-markering zoals opgegeven in de prestatieverklaringen.

Meerdere M&G Group rookgasafvoersystemen kunnen geschikt zijn voor hetzelfde te installeren toestel, op basis van ervaring en interpretatie kan de ontwerper een eigen keuze maken. In paragraaf 3.2.4 wordt een overzicht gegeven van typische materiaal afhankelijke eigenschappen en de mogelijkheden tot het combineren van verschillende materialen in de systemen.

Voor de afvoer van de rookgassen en de toevoer van verbrandingslucht zijn verschillende mogelijkheden, deze installatietypes zijn schematisch weergegeven in paragraaf 2.1. De keuze voor een bepaald type is afhankelijk van de situatie binnen het gebouw. Bij een aantal installatietypes is er een aanvullende keuze voor parallelle aansluiting of concentrisch.

3.2.1 Concentrisch of parallel?

Voor het aansluiten van een gastoestel kan gekozen worden voor een parallelle aansluiting of voor concentrisch. Bij een parallelle aansluiting zijn de rookgasafvoerpijp en de luchttoevoerpijp twee gescheiden elementen, bij concentrische afvoeren is dit een pijp-in-pijp-constructie. Het voordeel van de pijp-in-pijp-constructie is dat bij mogelijke lekkage van de rookgasbuis de rookgassen niet vrijkomen in de woning, maar in de luchttoevoer achter blijven.

In de praktijk blijkt dat de keuze tussen concentrisch en parallel soms gemaakt wordt op basis van oude gewoontes van de ontwerper of installateur. Wordt uiteindelijk gekozen voor een parallel systeem dan is dat, mits uitgevoerd volgens montagevoorschriften, uiteraard een prima veilige oplossing.

Daarnaast is de keuze van concentrisch of parallel soms ook afhankelijk van de geldende regelgeving per land. De ontwerper moet zich vergewissen van deze nationale regelgeving. Enkele landen schrijven verplicht voor dat concentrisch materiaal geïnstalleerd moet worden, sommige landen spreken een sterke voorkeur uit.

3.2.2 Luchttoevoersysteem

Zoals in de vorige paragraaf aangegeven is, is bij parallelle aansluiting van de rookgasafvoerpijp een aparte luchttoevoerleiding nodig. In onderstaande tabel is aangegeven welke systemen geschikt zijn om toegepast te kunnen worden als luchttoevoerleiding.

Systeem	Materiaal
Alu-Fix	Aluminium
RVS Enkelwandig	RVS
Twinline air/Twinline	Kunststof (PP)
Safe PP	Kunststof (PP)

Condensvorming aan de buitenkant van de leiding ontstaat wanneer koude buitenlucht met een temperatuur lager dan 10°C wordt aangezogen en door een ruimte wordt geleid met een temperatuur van plus minus 20°C bij een vochtigheid van 75 % of hoger. Wanneer de condensvorming hinder veroorzaakt dient de leiding dampdicht geïsoleerd te worden.

De luchttoevoer kan ook bestaan uit de ruimte rondom de rookgasvoering en de binnenwand van een schacht of een kanaal. Indien gebruik gemaakt wordt van een bestaande schacht of een bestaand kanaal dient gecontroleerd te worden of deze hiervoor geschikt is. Beoordeel hiervoor de volgende aspecten en reinig of repareer eventueel het kanaal of pas een nieuwe (separate) toevoerleiding toe.

1. De staat van de binnenkant van het bestaande kanaal of de schacht op vervuiling door gruis, verwijder de loszittende delen met geëigende middelen.
2. Vorig gebruik door bijvoorbeeld olie of hout-stook, reinigen is praktisch ondoenlijk. Pas in dit geval een separate leiding toe, zie de mogelijke oplossingen gepresenteerd in hoofdstuk 2.
3. De dichtheid van het bestaande kanaal, is deze onvoldoende dan is er geen sprake van een gesloten verbrandingssysteem. Repareer het kanaal zo nodig, lukt dit niet pas dan een separate leiding toe. Een lekwaarde die overeenkomt met de dichtheidsklasse N1 voor rookgasafvoer is voldoende. Bij collectieve systemen met lucht uit de schacht dient een strengere waarde aangehouden te worden. Een lekkende schacht in combinatie met mechanische ventilatie kan een bron zijn van storingen met het toestel. Immers de onderdruk van de woning plant zich voort via de lekkage naar de luchtinlaat en er ontstaat een extra onderdruk in de luchttoevoer. Een startend of terug-modulerend toestel kan dan hinder ondervinden en op storing springen. De eisen voor dichtheid voor bouwkundige schachten is maximaal 5 m³/h bij 50 Pa per woning. Een schachtwand die aan minimaal één zijde gestuukt is en geen scheuren of lekkende doorvoeren heeft, voldoet aan deze eis.

3.2.3 Keuze voor flexibele of starre voeringen

Voeringen in bestaande afvoerkanalen (bouwkundige schacht) kunnen gemaakt worden van starre of flexibele leidingen. Houdt bij de bepaling van de juiste diameter wel rekening met het feit dat flexibel leidingen meer drukverlies kunnen hebben. De datasheets geven hier meer informatie over.

Betreft het een bestaande bouwkundige gemetselde schacht met een versleping of een voormalig CLV-kanaal dan is voeren met een flexibele leiding de enige optie. Let wel op dat flexibele leidingen niet horizontaal aangelegd mogen worden, het maximale afschot dient 45 graden te bedragen. Het gevormde condensaat kan dan ongehinderd terugstromen.

Flexibele leidingen mogen vanwege hun kwetsbaarheid, alleen toegepast worden in een kanaal, omkokering of schacht, dus niet in het zicht. Ook als het toestel in een kast is geplaatst, is het niet toegestaan deze direct met een flexibele leiding aan te sluiten. Start de installatie vanaf het toestel met systeemonderdelen bestaande uit starre leidingen en bochten. Voorbeelden van een correcte installatie, zie 4.1.7.

Starre leidingen in een schacht hebben speciale aandacht nodig in verband met het opvangen van de uitzetting. Daarom steunen deze leidingen met hun gewicht op de onderste steunbocht en kunnen vrij naar boven toe uitzetten, de uitmonding is voorzien van een speciale glij-afdichting. Volg voor beide systemen nauwkeurig de montage handleidingen.

3.2.4 Typische materiaaleigenschappen en combineren materialen

In hoofdstuk 1.3 is uitleg gegeven aan de karakterisering van diverse rookgasafvoersystemen, zoals temperatuurklasse en drukklasse, enz. Naast deze karakterisering zijn er andere typische materiaal gerelateerde eigenschappen die voor de ontwerper de keuze voor het materiaal bepalen. In onderstaande tabel staat een overzicht van eigenschappen. Hiermee kan de juiste keuze van het materiaal ondersteund worden.

Eigenschap	Kunststof (PP)	Aluminium	RVS
Gewicht, als voorbeeld het gewicht van 1 m pijp van 80 mm.	0,5 kg	1,1 kg	0,8 kg
Opslag in verband met blootstelling aan zonlicht	Als het product geassocieerd is als LI, dan binnen opslaan	Geen beperking	Geen beperking
Duurzaamheid	Geschikt voor één ketelleven		
Neutraliserend effect van het condensaat	Niet	Neutraliserend	Niet
Mechanische sterkte uitgedrukt in treksterkte	30 MPa	305 MPa	860 MPa
Uitzettingscoëfficiënt	$230 \cdot 10^{-6}$ m/mK	$23 \cdot 10^{-6}$ m/mK	$12 \cdot 10^{-6}$ m/mK
Uitzetting bij een temperatuurverhoging van 50K	5 mm	0,6 mm	0,4 mm
Brandgedrag volgens EN 13501-1	E	A1	A1
Warmtegeleiding	0,17 W/m ² K	237 W/m ² K	20 W/m ² K
Recyclebaarheid	Ja	Ja	Ja

Het combineren van materialen in de rookgasafvoer heeft speciale aandacht nodig. Normaliter is het niet toegestaan de installatie vanaf het toestel te starten met aluminium en dan over te gaan naar kunststof of RVS. Condenswater dat terugstroomt uit een kunststof of corrosie-vast stalen (RVS) afvoer is te agressief om via een aluminium systeem afgevoerd te kunnen worden. Het aluminium is namelijk niet in staat om snel een voldoende beschermende oxidehuid

te vormen op de plaatsen waar het zure condens het systeem instroomt. Zie figuur 6 als slecht voorbeeld en toelichting.

Het combineren van aluminium direct op de ketel naar kunststof of RVS is alleen mogelijk door een separate condens-opvanger te plaatsen, zie figuur 7. De condens-opvanger dient gemaakt te worden van RVS of kunststof.

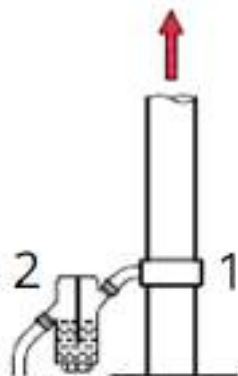
Figuur 6: Aantasting bij een abrupte overgang van kunststof of RVS naar aluminium



Deze foto toont de binnenkant van een aluminium pijp, waarbij een lokale aantasting is te zien van een overgang van RVS of kunststof naar aluminium ten gevolge van te zuur condenswater.

Een egale corrosie huid ontstaat als de rookgassen tegen een groot deel van het binnen-oppervlak aan kunnen condenseren. Deze huid ziet er dof en vlekkelig uit, wordt automatisch onderhouden en langzaam aangevuld door het zuivere aluminium van de achterliggende wand. De wanddikte van 1,5 mm is ruim voldoende om één ketelleven mee te kunnen gaan onder normale omstandigheden.

Figuur 7: separate condens-opvanger bij overgang van aluminium naar RVS of kunststof.



1 = separate condens-opvanger
2 = sifon

Bijlage D geeft op een illustratieve wijze informatie over het combineren van verschillende materialen.

3.3 ONTWERPEN VAN HET TRACÉ

Bij het ontwerpen van het tracé dient gelet te worden op sparingen in wanden, vloeren, het dak en eventuele obstakels als gordingen etc. Voor brandveiligheidsaspecten zie hoofdstuk 3.4.

Een goed ontwerp kenmerkt zich door een minimaal gebruik van bochten, pas zo nodig de positie van het toestel hierop aan. Ga dus bij het ontwerp uit van plaatsing van het toestel recht onder de dakdoorvoer of muurdoorvoer. Let bij het ontwerpen vooral op horizontale pipelementen, deze dienen op een afschot van 5 cm per meter (= 3° afschot) naar de ketel toe geïnstalleerd te worden. Hierdoor wordt zeker gesteld dat condenswater correct wordt afgevoerd naar de condens-opvanger. Bepaal volgens tabel 1, 2. of 3 uit hoofdstuk 2, welk systeem en type afvoer gekozen wordt.

3.3.1 Condens opvang

Correct afvoeren van condens uit een rookgasafvoersysteem is essentieel en verdient de nodige aandacht. Voor individuele installaties is het voldoende de instructies van de toestelfabrikant te volgen. Meestal wordt een extra condens-opvanger voorgeschreven bij langere lengtes (> 10 m), bijvoorbeeld in schachten en bij de overgang van de horizontale verbindingleiding naar het verticale deel.

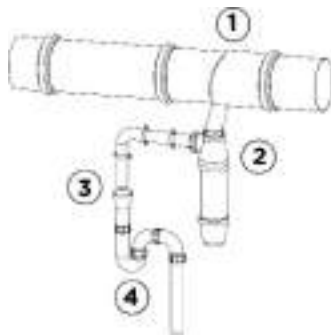
Bij gezamenlijke of collectieve afvoerleidingen zijn er voor het afvoeren van condens twee mogelijkheden: centrale afvoer aan de voet van het systeem en individuele afvoer per toestel. Zie hoofdstuk 5.5 voor de details.

Bij een cascade systeem dient de condens-opvanger aan het eind gemonteerd te worden, zie hoofdstuk 6.3 voor de details.

Een condens-opvanger of sifon dient aangesloten te worden via een zogenaamde openverbinding op het riool. Zie figuur 8. Hiermee wordt voorkomen dat ten gevolge van drukschommelingen in het riool de sifon wordt leeg getrokken en er een directe verbinding ontstaat tussen het rookgasafvoersysteem en het riool.

De sifon dient jaarlijks geïnspecteerd en indien nodig gereinigd te worden.

Figuur 8: Voorbeeld open verbinding



1. Condens-opvanger
2. Sifon
3. Open verbinding
4. Stankafsluiter

3.3.2 Fixatie van het systeem

Bij het ontwerp van het systeem is het belangrijk dat het juiste aantal beugels en de positie ervan wordt vastgelegd om een deugdelijke fixatie van het rookgasafvoersysteem aan het gebouw te garanderen. Raadplaag de montagehandleidingen voor het juiste aantal beugels en de positie ervan (www.mg-group.com). Let er bij het ontwerp op dat de beugels vastgezet worden in een stevige ondergrond. Hiermee wordt voorkomen dat gedurende het gebruik de onderdelen uit elkaar raken door beweging. Onderdelen mogen nooit hun gewicht opvangen via de wrijvingskrachten van de afdichtingring. Redenen voor beweging kan zijn:

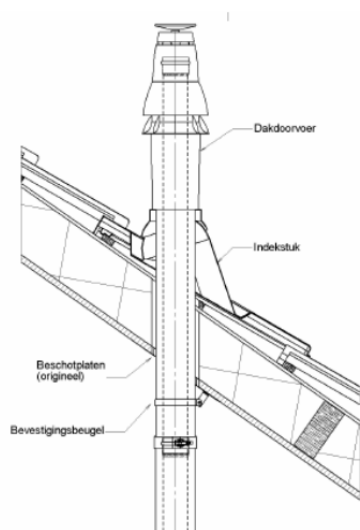
- Uitzetting en krimp door temperatuurschommelingen bij het aan en uit schakelen van het toestel.
- Drukschommelingen door het inschakelen van het toestel
- Eigen gewicht van de onderdelen en doorhangen
- Toevallig aanstoten
- Bij een buitensysteem door windaanval en windstoten
- Het gering bewegen van de dakdoorvoer ten gevolge van wind.

De installateur dient de beugelvoorschriften zoals uiteengezet in de montagehandleidingen nauwkeurig op te volgen. Het monteren van de voorgeschreven beugels is verplicht. Het correct beugelen is onderdeel van de CE-markering en daarmee wettelijk voorgeschreven.

3.3.3 Doorvoeringen door dak, muur of plafond.

Doorvoeringen door de buitenschil (dak of buitenmuur) dienen dampdicht afgewerkt te worden met een passende dakbeschotplaat behorende bij de diameter van de doorvoer. Een muurdoorvoer kan voor een correcte afwerking voorzien worden van een muurplaat met sponningring. Een alternatief voor een dampdichte muurafwerking is het afkitten van de naad tussen doorvoer en muur en daarna het aanbrengen van een rozet met de juiste diameter. Zie figuur 9 voor een uitvoeringssituatie van een dakdoorvoer.

Figuur 9: doorvoering door een schuin dak

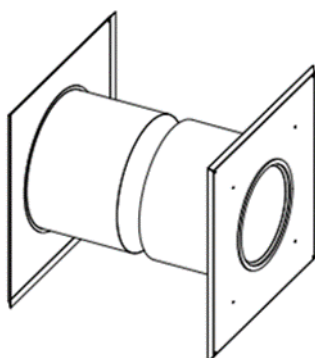


Aandachtspunten bij het ontwerp zijn:

- Juiste plaats voor de uitmonding ten opzichte van randen en ventilatieopeningen: raadpleeg hiervoor de nationale regelgeving.
- Juiste keuze voor de dakbeschofwerking, zodat een luchtdichte doorvoering ontstaat.
- Voorkom koudebruggen door het aanbrengen van isolatiemateriaal tussen dakdoorvoer en dakbeschof.
- Juiste fixatie van de doorvoer met de bijbehorende beugel.

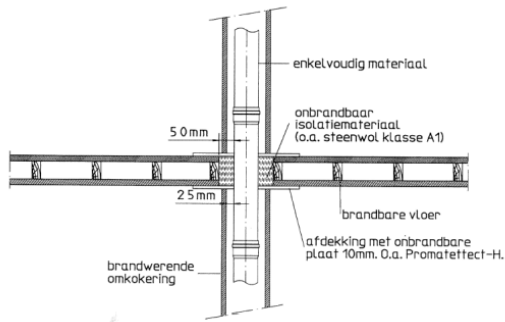
De doorvoering van muurdoorvoeren van systeem 0.4 uit het RVS-assortiment hebben een temperatuurklasse van T600 en een geteste afstand tot brandbare materialen van 50 mm. Het monteren van de bijbehorende muurdoorvoer door een muur van hout of andere brandbaar materiaal dient te geschieden met schuifbussen. Deze bussen zorgen ervoor dat de constructie van de muur niet te heet wordt en dus brandveilig is. Zie figuur 10 voor een illustratie van deze accessoires.

Figuur 10: Afstandsbus voor brandveilige montage door brandbare muur

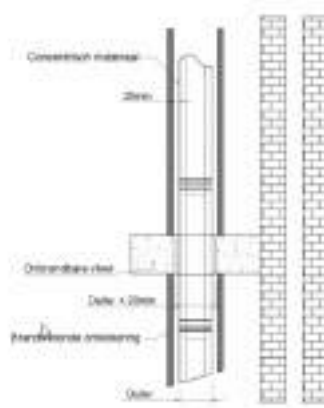


Doorvoeringen binnen een gebouw (vloer of plafond) dienen uitgevoerd te worden volgens figuren 11 en 12. Er is onderscheid tussen een brandbaar- en een onbrandbaar plafond. Bij een doorvoering door een brandbaar plafond dient rekening gehouden te worden met een bepaalde, veilige afstand tussen het afvoersysteem en het plafond.

Figuur 11, doorvoering door brandbare vloer of plafond



Figuur 12: Doorvoering door onbrandbare vloer of plafond



**Ter voorkoming van hinderlijke tikgeluiden en slijtage, zorg dat het systeem niet aanligt tegen de vloer. Een minimumafstand van 5 mm is voldoende.*

3.4 Brandveiligheid en aanraakveiligheid

Afhankelijk van het gekozen rookgassysteem gelden er eisen betreffende de minimale afstand tot brandbaar materiaal. Let hierop bij het ontwerp van deze rookgassystemen ten aanzien van het tracé. De minimale afstanden zijn opgenomen in de Declaration of Performance (DoP) volgens het rookgasclassificatie systeem, zie paragraaf 1.3. De verschillende DoP's zijn beschikbaar op de website van mg-group.com.

Om te voldoen aan de eisen voor brandveiligheid ten aanzien van branddoorslag en brandoverslag dienen brandmanchetten toegepast te worden. Met name in de gestapelde bouw zijn brandmanchetten de geëigende oplossing. M&G Group heeft diverse producten beschikbaar of gespecificeerd. Zie hiervoor de catalogus en voor specificaties de uitgebreidere datasheets op onze website.

In sommige landen kunnen afwijkende eisen gelden voor de brandveiligheid van een rookgasafvoersysteem, check hiervoor ook de nationale uitvoeringsnormen. Voor aanvullende Nederlandse eisen zie bijlage B-2.

3.5 OMKOKERING

Om te voldoen aan nationale regelgeving ten aanzien van de brandveiligheid, dient er in bepaalde gevallen binnen het gebouw en bij doorvoering door een wand of een vloer waar de voorgeschreven brandwerendheid van de bouwconstructie nadelig beïnvloed wordt, een omkokering toegepast te worden. Regelgeving op het gebied van brand en dan met name op het gebied van branddoorslag en overslag zijn op dit moment nog niet Europees vastgelegd. Sommige landen schrijven gestandaardiseerde oplossingen voor, andere landen vereisen een fabrikanten-oplossing op basis van een test. De toetsing is volgens nationale normen.

3.6 AANDACHTSPUNTEN BIJ RENOVATIE VAN BESTAAND ROOKGASAFVOERSYSTEEM

Wordt een bestaande afvoer gerenoveerd dan is er geen discussie over het tracé. Mogelijk dient wel het uitmondingsgebied gecheckt te worden. Het kan zijn dat de plaats niet meer voldoet aan vernieuwde regelgeving. Het is aan de ontwerper om te bepalen of de uitmonding op de oude plaats kan blijven zitten of dat deze moet worden verplaatst. Controleer dus de nationale regelgeving op eventuele wijzigingen. In sommige landen, zoals Nederland, valt renovatie onder verbouw, waarbij dus de nieuwbouweisen niet per se gevolgd hoeven te worden. Echter het kan wel verstandig zijn rekening te houden met de nieuwe regelgeving, immers de eisen zijn veelal vanwege gewijzigde inzichten aangescherpt. Ook dient bij renovatie gecheckt te worden of er in de loop van de tijd ventilatie toevoeringen of dakramen geplaatst zijn in de buurt van de uitmonding. Het is verstandig hier rekening mee te houden. Tot slot dient gecontroleerd te worden of de afmetingen van het oude systeem geschikt zijn om het nieuwe

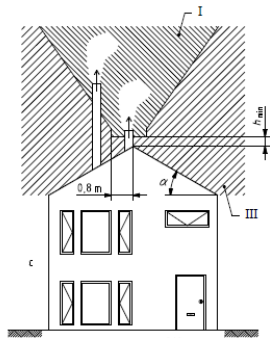
systeem te kunnen installeren. Controleer of het vermogen van de toestellen overeenkomen met de capaciteit van het afvoersysteem in de nieuwe situatie. Voor specifieke renovatieoplossingen neem dan contact op met Sales support van M&G Group.

3.7 BEOORDELING PLEK VAN UITMONDING

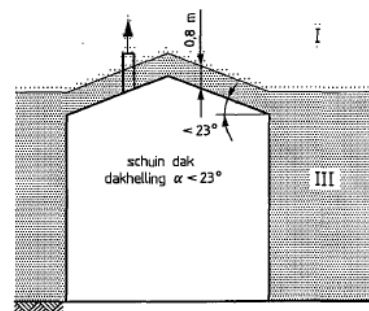
De plaats van de uitmondning van een afvoersysteem dient te voldoen aan nationale regelgeving. Veelal worden er minimale afstanden opgegeven tot ramen en deuren, voor ventilatieopeningen moet rekening worden gehouden met de verdunningsfactor.

Bij een natuurlijk werkend afvoersysteem dient de uitmondning zich te bevinden in een gebied waar de overdruk minimaal is. Hiermee wordt voorkomen dat de rookgassen via de trekonderbreker in de opstellingsruimte komen. De meeste landen hanteren in hun regelgeving voorbeelden waarbij met een tekening van het drukgebied rondom een huis of gebouw wordt aangegeven waar de uitmondning zich mag bevinden. Ook zijn er per land regels ten aanzien van belemmerende gebouwen. Verder kunnen bomen of een landschap met een sterk reliëf zorgen voor slecht werkende afvoer. Het toepassen van een druk-stabiliserende afvoerkap wordt in sommige landen voorgeschreven. In onderstaande figuur 13 wordt een voorbeeld gegeven van de Nederlandse situatie.

Figuur 13: Definitie van uitmondingsgebieden, volgens NL-regelgeving.



Schuin dak, dakhelling $\geq 23^\circ$ met nokgebied, in gebied I is de overdruk minimaal (vrije uitmondingsgebied).



Platte daken en schuine daken met een hellingshoek $< 23^\circ$. In gebied I is de overdruk minimaal (vrije uitmondingsgebied)

3.8 POSITIE VAN DE LUCHTINLAAT

De plaats van de luchtinlaat ten behoeve van het aanzuigen van verbrandingslucht dient te voldoen aan nationale regelgeving.

Betreft het een luchtinlaat voor een atmosferisch toestel (toestel zonder ventilator en met trekonderbreker) of voor een cascadeopstelling met open toestellen van het toesteltype B22 of B23 dan dient de doorlaat afgestemd te zijn op het vermogen van het toestel of toestellen, zie ook hiervoor de nationale regelgeving. Een inlaat in de gevel van het gebouw dient voorzien te zijn van een rooster die voorkomt dat ongedierte naar binnen kan komen, een opening met een breedte van maximaal 10 mm is voldoende, zie figuur 14 met een voorbeeld van een geschikt rooster.

Voor gesloten toestellen met ventilator (types C) is de luchttoevoer meestal gecombineerd met de rookgasuitlaatconstructie, voorbeelden hiervan voor toestellen opgesteld in grondgebonden woningen, zie paragraaf 4.1 en voor toestellen in gestapelde bouw zie paragraaf 5.6.

Figuur 14: Voorbeeld ventilatierooster voor luchttoevoer.



3.9 DIAMETER SELECTIE OF CAPACITEIT

De juiste keuze van de diameter of capaciteit wordt behandeld in hoofdstukken 4.2 voor individuele en 5.4 voor collectieve systemen. Kijk in bijlage C-1 voor een overzicht van equivalente lengtes van de componenten en voeringen in schachten.

3.10 LEVENSDUUR ROOKGASAFVOER-MATERIAAL

Met levensduur van het rookgasafvoer-materiaal wordt bedoeld de tijdsduur in jaren waarbinnen het materiaal nog veilig gebruikt kan worden. Met veilig wordt bedoeld dat het materiaal inclusief de afdichtingsringen nog voldoende gasdicht is en dat de stevigheid of stabiliteit nog voldoende is. Op basis van Europese regelgeving is het materiaal qua levensduur afgestemd op het aangesloten toestel. Door deze afstemming is het noodzakelijk dat bij einde levensduur van het toestel, het volledige afvoermateriaal wordt vervangen, inclusief dak- of muurdoorvoer. Bij normaal gebruik is de levensduur van een toestel en dus ook van het afvoermateriaal 15 jaar. Wordt het toestel weinig gebruikt, dit kan bijvoorbeeld het geval zijn met een sfeertoestel, dan zal de levensduur van het afvoermateriaal ook langer. Bij intensief industrieel gebruik zal de levensduur van het toestel en het afvoermateriaal korter zijn.

3.11 DOOR-GEBRUIK OF VERVANGING BESTAAND CLV-SYSTEEM

Bij vervanging van de toestellen aangesloten op een CLV-systeem, is het uitgangspunt dat ook het gehele afvoersysteem vervangen dient te worden. Het moment dat besloten wordt om alle toestellen te vervangen is gebaseerd op de technische levensduur van de gehele installatie van toestellen en afvoersysteem.

Als er één toestel moet worden vervangen (b.v. omdat deze niet meer te repareren is) binnen de periode van de levensduur van het afvoersysteem (gemiddeld 15 jaar), dan dient ook de aansluitleiding van dit toestel vervangen te worden. Dit ene toestel, dat voortijdig vervangen wordt, kan niet zomaar van elk type en merk zijn, raadplaag hiervoor de nationale regelgeving en de toestelfabrikant.

Om te bepalen of een bestaand CLV-systeem verantwoord door-gebruikt kan worden voor een (korte) afgebakende periode, dient nationale regelgeving opgevolgd te worden.

3.12 MONTAGEHANDLEIDING

De montage en installatie van het rookgasafvoersysteem dienen uitgevoerd te worden volgens de bijbehorende montagehandleiding. Omdat niet alle systemen op dezelfde manier gemonteerd kunnen worden, heeft M&G Group specifieke handleidingen per systeem gemaakt. De montagehandleidingen zijn te downloaden via de website, maar worden ook meegeleverd bij de meest essentiële onderdelen. Essentiële onderdelen zijn onderdelen die minimaal nodig zijn om een compleet afvoersysteem te installeren, zoals een dak- of muurdoorvoer.

3.13 VASTLEGGEN EN BORGEN UITGEVOERD WERK

Ter voorkoming van misverstanden over de uitgevoerde werkzaamheden en voor controle op onderhoud van het systeem, is het van belang om direct na montage de uitgangssituatie van de gehele installatie vast te leggen. Het is belangrijk dat duidelijk aangeven wordt (eventueel via een sticker te plakken nabij de aansluitstomp van het toestel) welk systeem er is toegepast, wat de datum van inbouw is en wie de installateur is geweest.

Een manier van vastlegging is het maken van foto's van cruciale delen, zoals:

- De uitmonding en het gebied daaromheen, ter bepaling van de juiste afstanden
- De montage van de leidingen in de schacht en de bevestiging ervan voordat de schacht is dichtgemaakt en afgewerkt
- De aanleg van de sifon, met name als er een centrale sifon is toegepast voor bijvoorbeeld een CLV-systeem
- De aanleg van de aansluitleiding naar de Cv-ketel

Verder is het maken van een schets van de installatie met maatvoering inclusief de vermelding van CE-classificatie (zie 1.3 van dit document) noodzakelijk, inclusief de gegevens van het toestel met datum van inbedrijfstelling. Tot slot dient er een onderbouwing te zijn van de capaciteitsbepaling, zie 3.9 van dit document. Is er sprake is van een gebouwdossier dan kunnen daarin alle gegevens worden opgenomen.

4. PRAKTISCHE UITLEG INDIVIDUELE ROOKGASINSTALLATIES

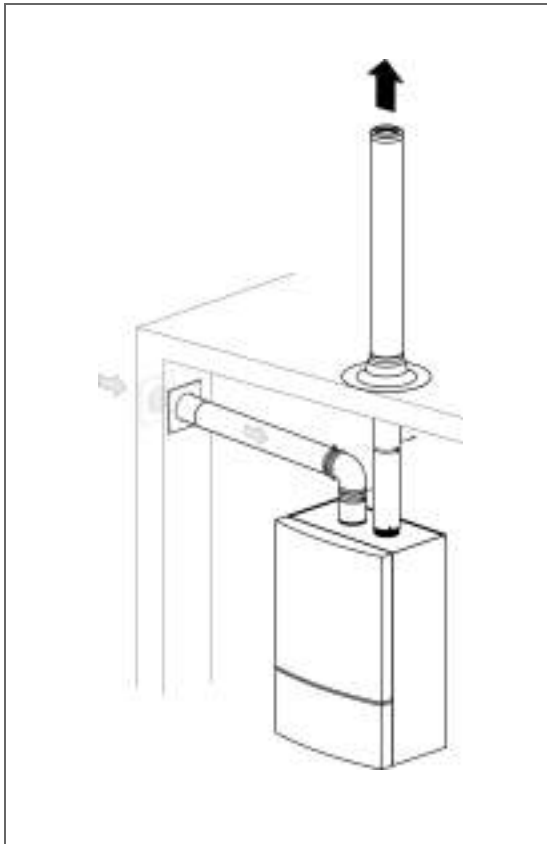
Bij individuele installaties zijn diverse mogelijkheden voor het ontwerpen van een passend en veilig rookgasafvoersysteem. Een belangrijk selectie criterium is de aanwezigheid van bouwkundige voorzieningen in het desbetreffende gebouw, bijvoorbeeld een schacht. Ook is het belangrijk te letten op de plaats van de uitmonding (zie paragraaf 3.7) en moet er rekening gehouden worden met de brandveiligheid en aanraakveiligheid van de installatie (zie paragraaf 3.4).

4.1 TECHNISCHE UITVOERINGEN ROOKGASAFVOER EN LUCHTTOEVOER

Op de volgende pagina's zijn alle getoonde oplossingen uit figuur 3 verder uitgewerkt. Voor een aantal oplossingen zijn meerdere opties mogelijk. De uitgewerkte systemen zijn de meest voorkomende oplossingen, neem voor vragen over een specifieke oplossing contact op met Sales support van M&G Group.

4.1.1 Systeem 1: Rookgasafvoer via dak, luchttoevoer uit gevel

Twinline, Alu-Fix of enkelwandig RVS



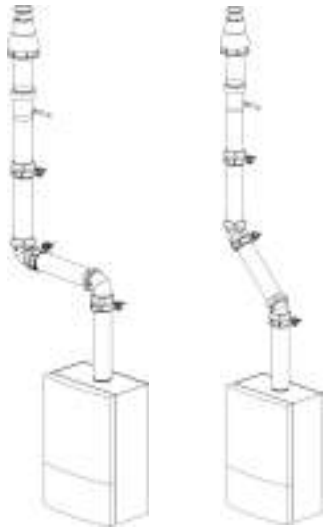

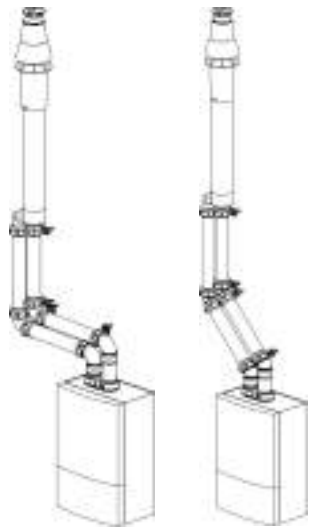
Kenmerken
Systeem: Parallel, alleen dn80
Rookgasmateriaal: PP, aluminium of RVS
Luchttoevoermateriaal: PP, aluminium of RVS, luchttoevoerset alleen aluminium
Diameters: 80
Uitmonding: inregenvrije kap toepassen indien toestel of afvoersysteem geen condens-opvanger heeft (VR-toestel). Condenserende systemen in combinatie met een HR-toestel hebben geen kap nodig.

4.1.2 Systeem 2: Rookgasafvoer en luchttoevoer via dak

EasySafe

TwinSafe en TwinSafe+

Safe-PP, Twinline, Alu-Fix, RVS

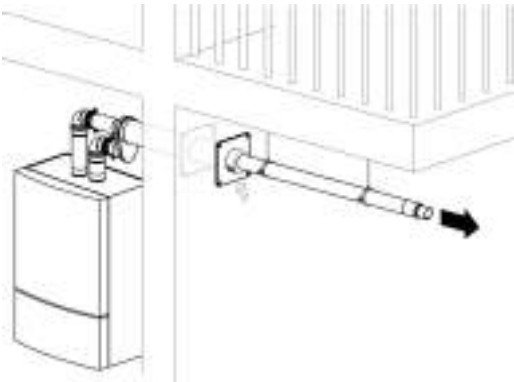
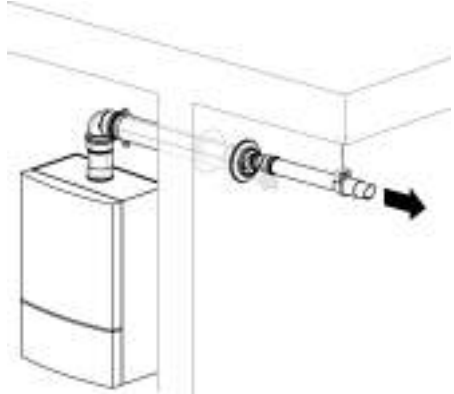
		
Kenmerken	Kenmerken	Kenmerken
Systeem: Concentrisch	Systeem: Concentrisch	Systeem: Parallel
Rookgasmateriaal: PP	Rookgasmateriaal: PP, aluminium en RVS	Rookgasmateriaal: PP, aluminium, RVS
Luchttoevoermateriaal: PP	Luchttoevoermateriaal: metaal	Luchttoevoermateriaal: PP, aluminium, RVS
Diameters: 60/100	Diameters: 60/100, 80/125, 100/150, 130/200	Diameters: 80, 100, 130, 150, 200
Uitmondung: Skyline 60/100	Uitmondung: Skyline 60/100, 80/125 en 100/150, HR- dakdoorvoer 80/125, 100/150, 130/200	Uitmondung: Skyline 80-80 en 100-100, VR/HR-dakdoorvoer 80-80, 100-100, 130-130, 150-150 en 200-200

In bovenstaande tabel zijn de meest gebruikte uitmondungen genoemd, voor een volledig overzicht zie snelkeuzelijst in onze Nederlandse catalogus. In bovenstaande afbeeldingen is de Skyline als uitmondig getekend, andere types zijn ook mogelijk.

4.1.3 Systeem 3: Rookgasafvoer en luchttoevoer onder overstek


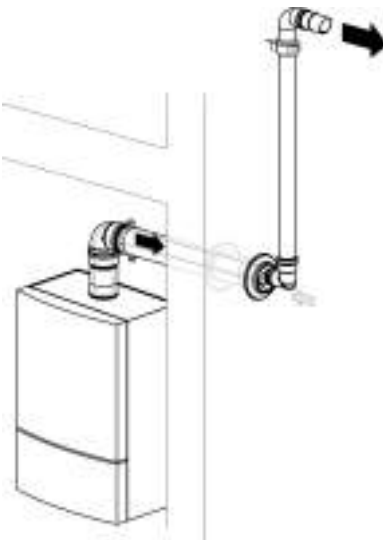

Galerij-doorvoer, Safe-PP; Twinline, AluFix, of RVS

Geveldoorvoer met PMK; EasySafe of TwinSafe

	
<p>Kenmerken</p>	<p>Kenmerken</p>
<p>Systeem: Parallel onder overstek</p>	<p>Systeem: Concentrisch, verlengt met PMK galerij-set</p>
<p>Rookgasmateriaal: PP, aluminium</p>	<p>Rookgasmateriaal: PP</p>
<p>Luchttoevoermateriaal: metaal</p>	<p>Luchttoevoermateriaal: PP, metaal</p>
<p>Diameters: 80</p>	<p>Diameters: 60/100</p>
<p>Uitmonding: Galerij-doorvoer aluminium, PP</p>	<p>Uitmonding: PMK*</p>

*PMK = Plume Management Kit

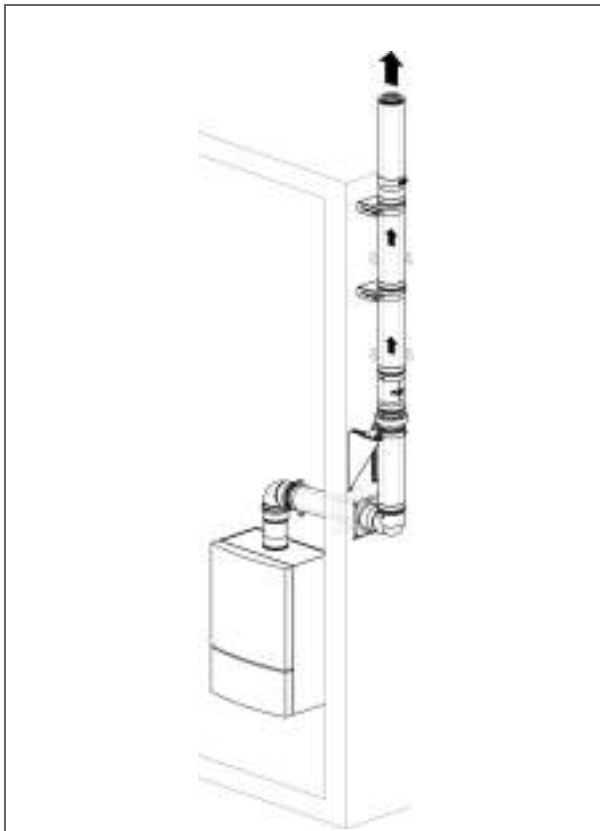
4.1.4 Systeem 4: Rookgasafvoer en luchttoevoer via gevel

Geveldoorvoer (muurdoorvoer) concentrisch	Geveldoorvoer (muurdoorvoer) met PMK	Geveldoorvoer (muurdoorvoer) parallel
		
Kenmerken	Kenmerken	Kenmerken
Systeem: Concentrisch	Systeem: Concentrisch in combinatie met PMK set	Systeem: Parallel
Rookgasmateriaal: PP, aluminium, RVS	Rookgasmateriaal: PP	Rookgasmateriaal: PP en aluminium
Luchttoevoermateriaal: metaal	Luchttoevoermateriaal: metaal	Luchttoevoermateriaal: metaal
Diameters: 60/100, 80/125, 100/150	Diameters: 60/100 (PMK set 60)	Diameter: 80-80, 100-100
Uitmonding: muurdoorvoer	Uitmonding: muurdoorvoer met PMK set	Uitmonding: muurdoorvoer

*PMK = Plume Management Kit

4.1.5 Systeem 5: Rookgasafvoer langs de gevel

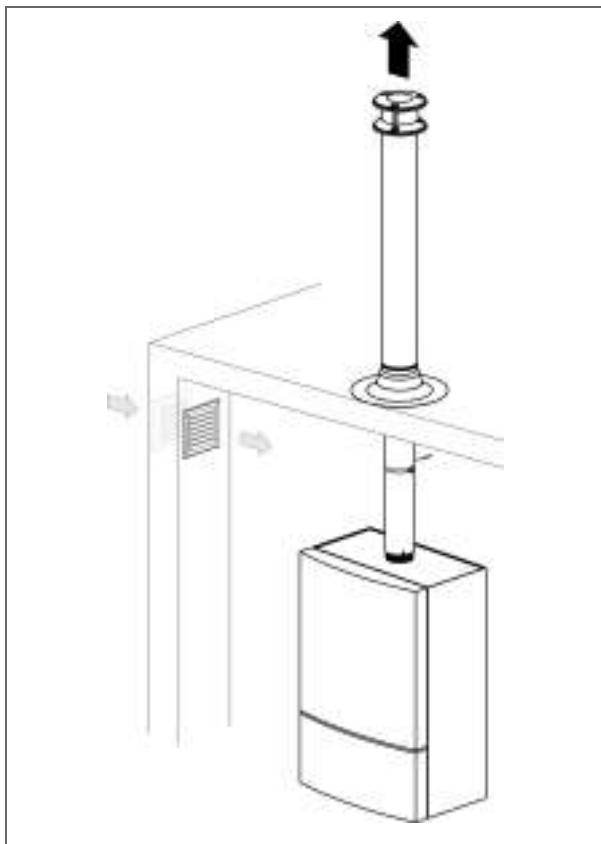
Buitenwandsysteem



Kenmerken
Systeem: Concentrisch
Rookgasmateriaal: PP
Luchttoevoermateriaal: RVS
Diameter: 80/125
Uitmonding: Rookgastop

4.1.6 Systeem 6: Rookgas door dak, luchttoevoer uit opstellingsruimte

Open gastoestel


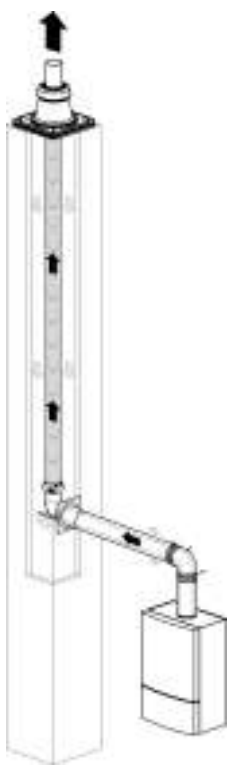


Kenmerken
Systeem: Enkelwandig (voor open toestel)
Rookgas materiaal: Alu-Fix of Dunwandig Aluminium (NEN 7203: 70-200)
Luchttoevoer: natuurlijke toevoer (via rooster)
Diameter: Alu-Fix: 80 - 250; Dunwandig Aluminium: 70 - 400
Uitmonding: Rookgaskap 70 - 400 (Nelson 70-300)

4.1.7 Systeem 7: Rookgasvoer star of flexibel in schacht, luchttoevoer via schacht

Twinline PP, AluFix, RVS

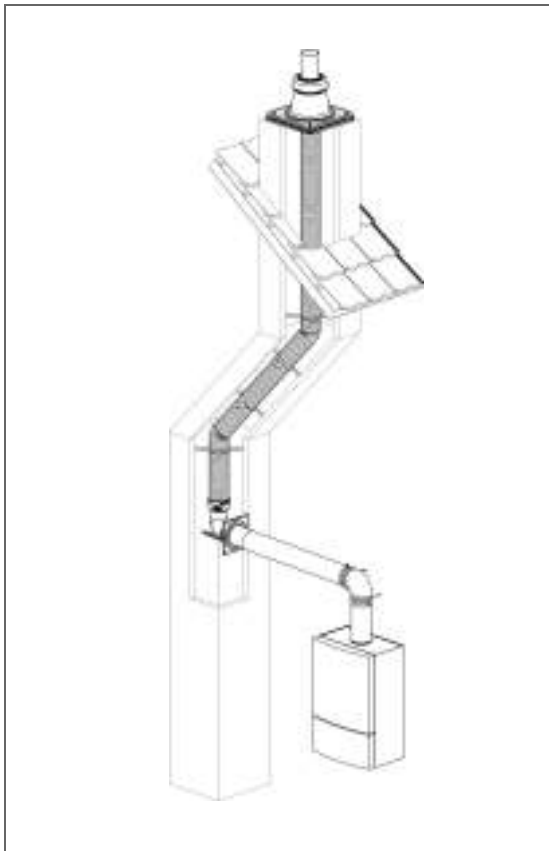
Mini-Flex, Flexline, Metalflex

	
<p>Kenmerken</p>	<p>Kenmerken</p>
<p>Systeem: starre rookgasvoering, luchttoevoer via schacht, aansluitleiding concentrisch</p>	<p>Systeem: flexibele rookgasvoering, luchttoevoer via schacht, aansluitleiding concentrisch</p>
<p>Rookgas materiaal: in schacht Twinline (PP), AluFix, Enkelwandig RVS; Aansluitleiding: concentrisch systeem EasySafe (PP), TwinSafe (PP), TwinSafe+ (Aluminium, RVS)</p>	<p>Rookgas materiaal in schacht: MiniFlex (PP), Flexline (PP), MetalFlex (RVS); Aansluitleiding: concentrisch systeem EasySafe (PP), TwinSafe (PP), TwinSafe+ (RVS)</p>
<p>Diameter in schacht: Twinline; 60, 80, 100, AluFix 80, 100; Enkelwandig RVS 80, 100</p>	<p>Diameter in schacht: MiniFlex 60; Flexline 80, 100, 130; MetalFlex 60, 80</p>
<p>Uitmondning: Skyline uitmondingsset (PP) of schoorsteentop star (Aluminium, RVS)</p>	<p>Uitmondning: Skyline uitmondingsset (PP, RVS), of schoorsteentop star (RVS)</p>

In bovenstaande tabel staan oplossingen genoemd voor het aanbrengen van een voering in een bestaande schacht. Voor het renoveren van andere bestaande systemen bijvoorbeeld bij bestaande prefab schoorstenen in combinatie met dikwandig aluminium rookgaskanaal, heeft M&G Group diverse oplossingen in het programma. Raadpleeg hiervoor de catalogus of neem contact op met de afdeling Sales Support.

4.1.8 Systeem 8: Rookgasafvoer flexibel concentrisch in schacht

TwinFlex



Kenmerken
Systeem: Concentrische flexibele rookgasvoering, aansluitleiding concentrisch
Rookgas materiaal: TwinFlex (PP)
Diameter in de schacht: 80/130, aansluitleiding 80/125
Uitmonding: Schoorsteenkap of schoorsteentop

4.2 KEUZE DIAMETER

De toestelfabrikant geeft - in bijna alle gevallen - aan hoe de juiste keuze van de diameter van de afvoer bepaald moet worden, eventueel via tabellen of via een simpele berekening middels tabellen. Ook geeft hij informatie over de diameter van het luchttoevoersysteem. Geeft de toestelfabrikant geen instructies, dan behoort de capaciteit zelf te worden gecontroleerd op basis van een Europese norm (NEN EN 13384-1). Hiervoor is het gebruik van specialistische software noodzakelijk.

Ter voorbereiding dienen voor het bepalen van de juiste diameter de volgende gegevens verzameld te worden:

- Trekhoogte (verticale lengte) en totale lengte van de afvoervoorziening;
- Thermische isolatiewaarde van wand van de afvoervoorziening;
- Brandstofsoort;
- Belasting van het toestel en CO₂ of O₂ percentage in de rookgassen;
- Temperatuur waarmee het rookgas het toestel verlaat (intredetemperatuur van de RGAV);
- Bij een onderdrukstelsel: voor het toestel vereiste trek;
- Ruwheden en de kanaal - en vormweerstand (zoals van bochten) van de afvoervoorziening zie Burgerhout.com
- Het maximum op te wekken drukverschil door het toestel of de door de rookgasafvoer-ventilator op te wekken onderdruk;
- Extra te overwinnen druk: voor open toestellen met ventilator geldt hiervoor 25 Pa in het geval dat in het gebouw een mechanisch ventilatiesysteem is toegepast. Een open toestel zonder ventilator is in die situatie niet toegelaten;
- Beschikbare diameters per systeem en/of materiaalsoort, zie hiervoor de Burgerhout catalogus. Voor meer informatie neem contact op met de afdeling Sales Support.

5. PRAKTISCHE UITLEG GESTAPELDE BOUW

Onder gestapelde bouw wordt verstaan meervoudige woongebouwen. Vaak zijn deze woongebouwen onderverdeeld in afzonderlijke appartementsrechten. Het gebouw kan ook één eigenaar hebben en dan worden vaak de wooneenheden afzonderlijk verhuurd. Afhankelijk van de bouwwijze beschikken de wooneenheden over een individueel verwarming toestel of een gezamenlijk systeem.

In gestapelde bouw komen zowel individuele als collectieve systemen voor. Te denken valt aan het uitsluitend delen van de bouwkundige schacht, tot het delen van de volledige rookgasafvoer en verbrandingsluchttoevoer kanalen. Hieronder volgt een toelichting op de verschillende oplossingen voor de gestapelde bouw.

5.1 CLV-SYSTEMEN

In de jaren negentig is de eerste generatie CLV-systemen gestandaardiseerd op de toenmalige gesloten Cv-toestellen. Bij deze toestellen (in zowel HR als niet-HR uitvoering) was er sprake van relatief lage rendementen met daardoor hoge temperaturen van de verbrandingsgassen. Door deze hoge temperaturen ontstaat er in het gecombineerde afvoerkanaal een thermische trek waardoor de verbrandingsgassen worden afgevoerd en waarmee in het andere kanaal verbrandingslucht wordt aangezogen. Om herkenbaar te maken dat de toestellen geschikt waren voor deze toepassing werd er een speciale (Europese) toestelcategorie C4 ingevoerd. Vanwege de hoge thermische trek (leidend tot onderdruk) werden deze systemen ook wel onderdrukssystemen genoemd.

In de loop der tijd zijn de rendementen van de Cv-toestellen verbeterd waardoor de temperatuur van de verbrandingsgassen is afgenomen en daardoor ook de thermische trek. Het bleek dat het C4 onderdrukstelsysteem niet meer onder alle omstandigheden een volledige afvoer van de verbrandingsgassen en de toevoer van verbrandingslucht kon verzorgen. Met als gevolg een toename van storingen aan toestellen die op deze onderdrukssystemen werden aangesloten.

De fabrikanten van Cv-toestellen hebben daarom een nieuw systeem ontwikkeld waarbij het transport van de verbrandingslucht en de verbrandingsgassen in de gemeenschappelijke kanalen niet meer door thermische trek wordt verzorgd, maar door de in de toestellen aanwezige ventilatoren. De ventilatoren veroorzaken een overdruk in het afvoersysteem, hetgeen de reden is om deze systemen als "overdrukssystemen" te betitelen. Deze systemen zijn vanaf 2004 op de markt gebracht als toestel-gebonden systemen, met toestelcategorie C11.

Het is niet toegestaan om toestellen van meerdere fabrikanten op één C11 CLV-systeem aan te sluiten. In de praktijk bleken de systemen robuuste systemen te zijn en bovendien aantrekkelijk vanwege de kleinere diameters van de gemeenschappelijke kanalen. Een doorontwikkeling op deze systemen zijn de overdrukssystemen van categorie C10. Deze zijn specifiek ontwikkeld om toestellen van verschillende fabrikanten aan te sluiten.

5.2 HALF-CLV SYSTEMEN

Naast de CLV-systemen zijn er ook zogenaamde half-CLV systemen. Dit systeem kenmerkt zich doordat alleen de rookgaskanalen gemeenschappelijk zijn, de verbrandingsluchttoevoer wordt individueel verzorgd. Deze luchttoevoer wordt per ketel individueel via de gevel of de schacht aangevoerd. Dit systeem komt vaak voor bij renovatieprojecten omdat de schachten kleiner zijn dan bij een volledig CLV-systeem. Ook bij half-CLV kunnen we twee types onderscheiden, namelijk C12 en C13. Waarbij C12 een systeem is waar toestellen van verschillende fabricaten op aangesloten mogen worden. Bij C13 mogen alleen toestellen van hetzelfde fabricaat worden aangesloten, dit is een toestel-gebonden systeem.

5.3 INDIVIDUELE ROOKGASAFVOERKANALEN MET GEZAMENLIJKE LUCHTTOEVOER

Naast de systemen in 5.1 en 5.2 is er nog een variant die veel wordt toegepast in de renovatie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een bestaande schacht, een bestaand CLV-systeem of een nieuw LCP (Life Cycle Proof) systeem. In deze schacht of CLV-systeem worden individuele rookgasafvoerleidingen aangebracht, in een bestaand CLV-systeem zijn dit altijd flexibele voeringen. De luchttoevoer wordt gezamenlijk betrokken uit de overgebleven ruimte tussen de schacht of het CLV-systeem en de voeringen. Dit systeem wordt met type C15 aangeduid.

5.4 KEUZE DIAMETER

De diameter van het gezamenlijke kanaal is afhankelijk van het aantal toestellen, het vermogen van deze toestellen, de ruwheid van de binnenwanden en de constructie van de uitmondingskap. Bij de constructie van de kap is het belangrijk te letten op de drukverliezen. Zo is bijvoorbeeld het toepassen van diffusors in de kap voor de afvoer en de toevoer van grote invloed op de uiteindelijke diameter. Ten aanzien van ruwheid van de kanalen is het belangrijk te weten dat een flexibel kanaal meer drukverlies genereert dan een starre buis. Voor de juiste waardes van drukverliezen zie de datasheets. De verliezen van de kap en eventuele bochten worden uitgedrukt in zeta waardes en de ruwheid van de kanalen in r-waardes met de eenheid mm of m (let op de eenheid).

Voor de bepaling van de juiste diameters is essentieel of het CLV-systeem wel of niet gecertificeerd is door de toestelfabrikant. Betreft het een toestel gecertificeerd systeem dan wordt de juiste diameter door de toestelfabrikant voorgeschreven.

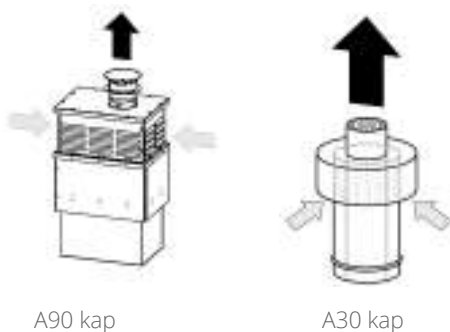
Als het een niet-gecertificeerd systeem betreft (bijvoorbeeld C10) dan kan voor het bepalen van de diameter gebruik gemaakt worden van commercieel verkrijgbare software, zoals Eurokam van de firma Hotgenroth. Deze software heeft de juiste waardes van onze datasheets al overgenomen. De software is gebaseerd op de EN 13384-2, dit is de EU-norm voor het berekenen van de juiste diameters of capaciteit van het afvoersysteem. Een opmerking bij het gebruik van deze software (geldt voor alle software in het algemeen) is dat het gebruik enige oefening vergt. Voor veel voorkomende situaties is in deze handleiding een tabel beschikbaar, zie bijlage C-2.

5.5 PLAATS VAN DE UITMONDING

De plaats van de uitmondung voor CLV-systemen is gelegen bovendaks. Afhankelijk van het gebied waar de uitmondung komt dient men het juiste type kap te kiezen. Er zijn twee uitmondingsgebieden te weten het vrije uitmondingsgebied en het niet-vrije uitmondingsgebied. Afhankelijk van het uitmondingsgebied dient een A90 of een A30 kap toegepast te worden. Een type A90 kap mag geplaatst worden in beide uitmondingsgebieden en type A30 kap alleen in het vrije uitmondingsgebied. In figuur 15 staan voorbeelden van een A90 en A30 kap. De datasheets van de doorvoeren geven de juiste informatie t.a.v. de kap-type, A90 of A30. Check ook de nationale regelgeving op uitzonderingen op bovenstaande informatie. Met name bij hoge gebouwen (> 16 m) gelden andere regels in verband met de invloed van wervelingen als gevolg van de hogere windsnelheden.

Aanvullend dient rekening gehouden te worden met de afstand van de uitmondung tot ventilatie inlaten en buitenruimtes zoals dakterrassen, check hiervoor de nationale regelgeving.

Figuur 15: Voorbeelden van een A90 en A30 kap



5.6 CLV-OPLOSSINGEN IN DE PRAKTIJK

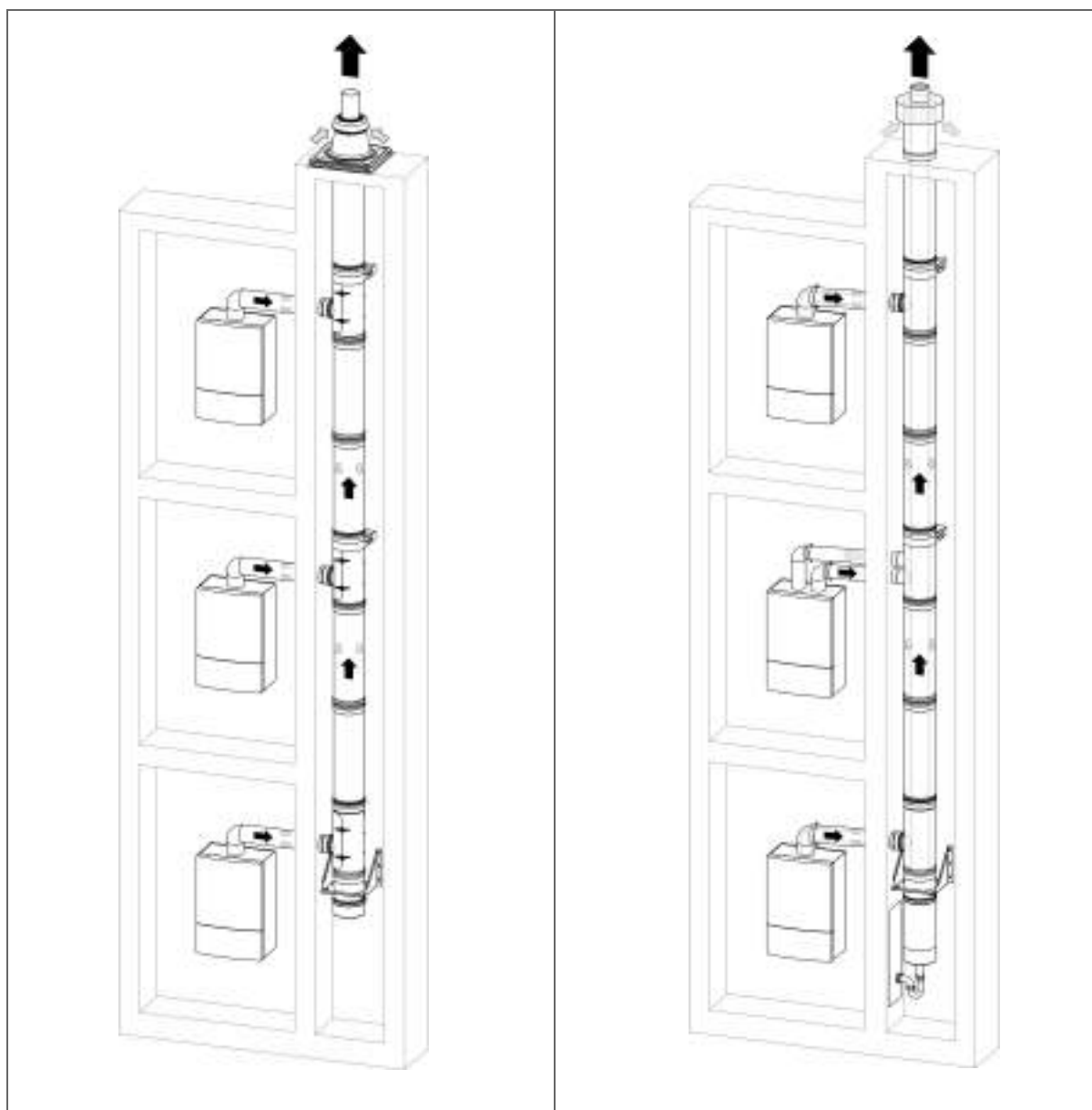
Bij gestapelde bouw zijn diverse mogelijkheden voor het ontwerpen van een passend en veilig rookgasafvoersysteem. Een belangrijk selectie criterium is de aanwezigheid van bouwkundige voorzieningen in het desbetreffende gebouw, bijvoorbeeld een schacht. Ook is het belangrijk te letten op de plaats van de uitmonding (zie paragraaf 3.7) en moet er rekening gehouden worden met de brandveiligheid en aanraakveiligheid van de installatie (zie paragraaf 3.4).

Op de volgende pagina's zijn alle getoonde systemen uit figuur 4 verder uitgewerkt. Voor een aantal systemen zijn meerdere opties mogelijk. De hieronder uitgewerkte systemen zijn de meest voorkomende oplossingen, neem voor vragen over een specifieke oplossing contact op met Sales support van M&G Group.

5.6.1 Systeem 1: Concentrisch in de schacht

LCP (Life Cycle Proof) CLV

CLV-overdruk



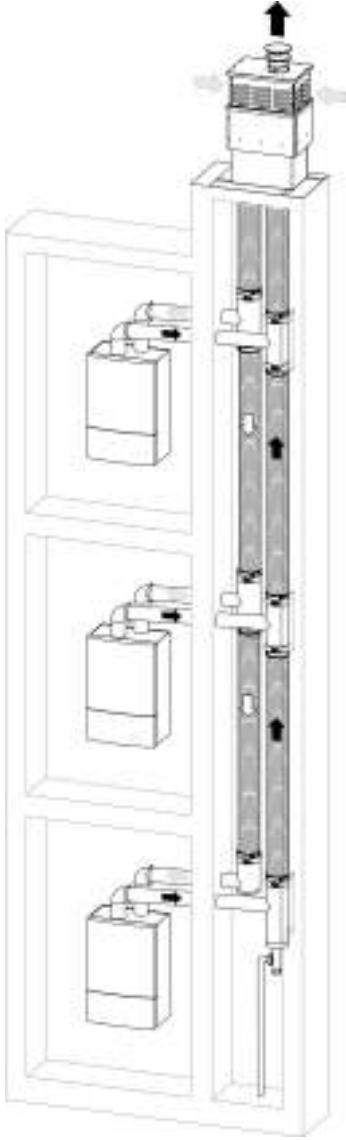
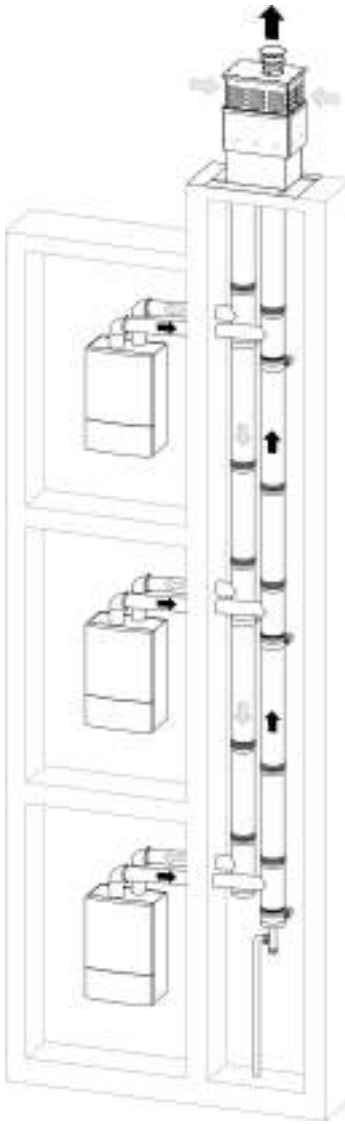
Kenmerken	Kenmerken
Systeem: Concentrisch, LCP*	Systeem: Concentrisch
Rookgasmateriaal: PP Flexibel	Rookgasmateriaal: RVS
Luchttoevoermateriaal: RVS	Luchttoevoermateriaal: RVS
Diameter in schacht: 60/180, 100/180, 60/250, 130/250	Diameter in schacht: 100/150 t/m 250/400
Uitmondning: Schoorsteenkap type A30	Uitmondning: CLV-uitmondning type A30 of A90
Aansluitleiding: Concentrisch 60/100	Aansluitleiding: Concentrisch 60/100, 80/125 of parallel 80-80
Condens afvoer: via Cv-ketel	Condens afvoer: via separaat sifon

*De flexibele rookgasvoering van dit systeem kan na einde levensduur eenvoudig worden gedemonteerd en worden vervangen door een nieuwe voering en/of ander afvoersysteem voor bijvoorbeeld een warmtepomp. De luchttoevoer kan als schacht hergebruikt worden.

5.6.2 System 2: Parallel collectief

Multiflex

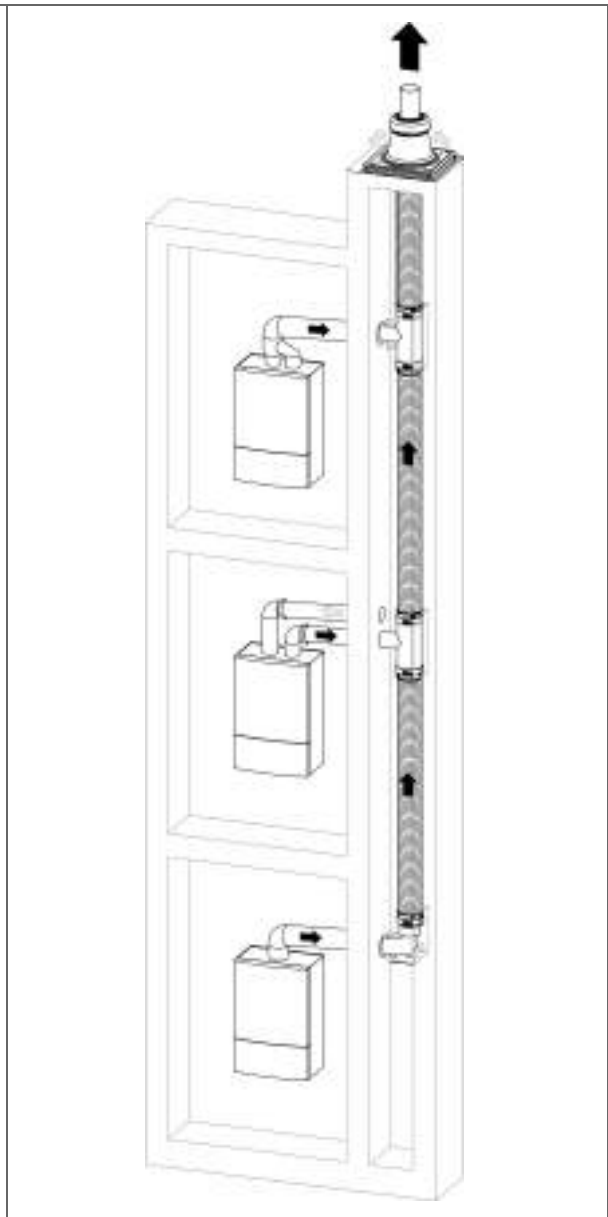
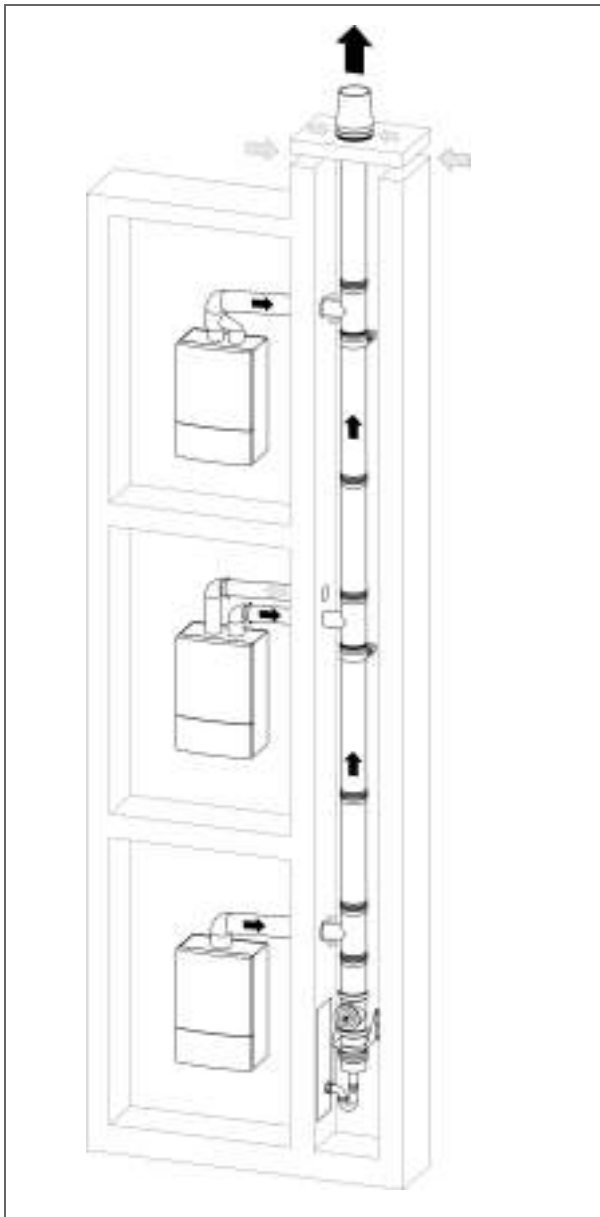
SPG/SP

	
<p>Kenmerken</p>	<p>Kenmerken</p>
<p>Systeem: Parallel collectief</p>	<p>Systeem: Parallel collectief</p>
<p>Rookgasmateriaal: PP Flexibel</p>	<p>Rookgasmateriaal: RVS</p>
<p>Luchttoevoermateriaal: PP Flexibel</p>	<p>Luchttoevoermateriaal: RVS</p>
<p>Diameter in schacht: 100, 130</p>	<p>Diameter in schacht: 100 t/m 400</p>
<p>Uitmondning: Delta schoorsteen type A30 of A90</p>	<p>Uitmondning: Delta schoorsteen type A90</p>
<p>Aansluitleiding: Parallel 80-80</p>	<p>Aansluitleiding: Parallel 80-80</p>
<p>Condens afvoer: via Cv-ketel (optioneel via separaat sifon)</p>	<p>Condens afvoer: via separaat sifon</p>

5.6.3 Systeem 3: Rookgas collectief, luchttoevoer uit bestaande schacht

SPG/SP

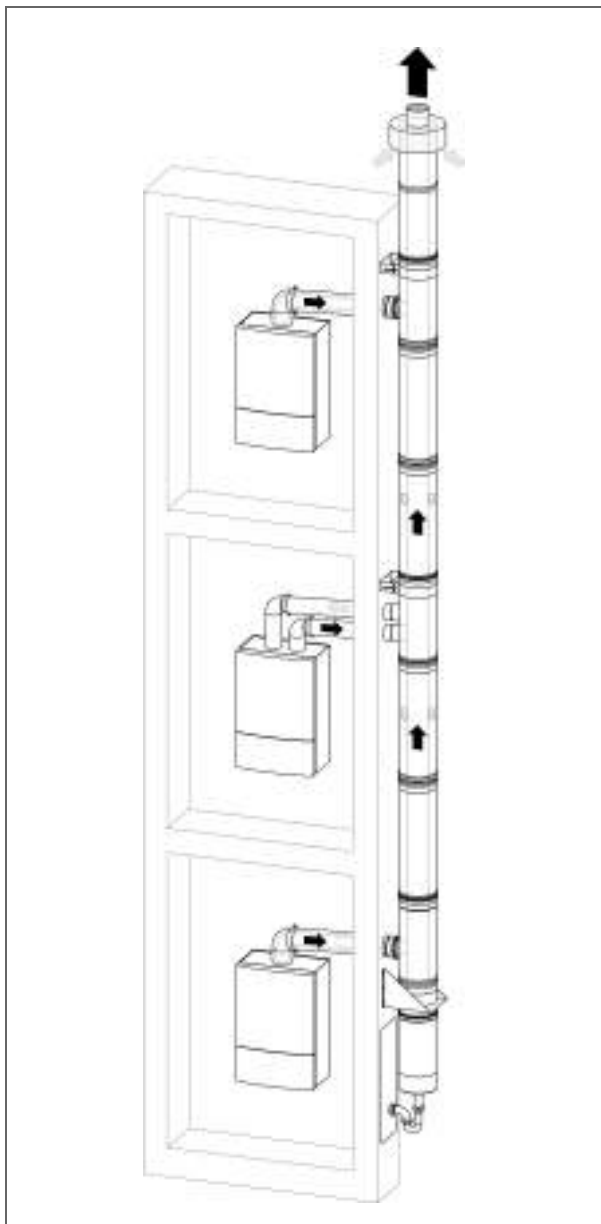
Multiflex



Kenmerken	Kenmerken
Systeem: Rookgas collectief, luchttoevoer uit bestaande schacht	Systeem: Rookgas collectief, luchttoevoer uit bestaande schacht
Rookgasmateriaal: RVS	Rookgasmateriaal: PP Flexibel
Luchttoevoermateriaal: bestaande schacht	Luchttoevoermateriaal: bestaande schacht
Diameter in schacht: 100 t/m 400	Diameter in schacht: 100, 130
Uitmondung: Conus type A30	Uitmondung: Schoorsteenkap type A30
Aansluitleiding: concentrisch 60/100, 80/125 of parallel 80-80	Aansluitleiding: concentrisch 60/100, 80/125 of parallel 80-80
Condens afvoer: via separaat sifon	Condens afvoer: via Cv-ketel

5.6.4 Systeem 4: Concentrisch langs buitengevel

CLV-overdruk



Kenmerken

Systeem: Concentrisch langs buitengevel

Rookgasmateriaal: RVS

Luchttoevoermateriaal: RVS

Diameter langs buitengevel: 100/150 t/m 250/400

Uitmonding: CLV-uitmondung type A30

Aansluitleiding: concentrisch 60/100, 80/125 of parallel 80-80

Condens afvoer: via separaat sifon

5.7 ANDERE OPLOSSINGEN VOOR DE GESTAPELDE BOUW IN DE PRAKTIJK

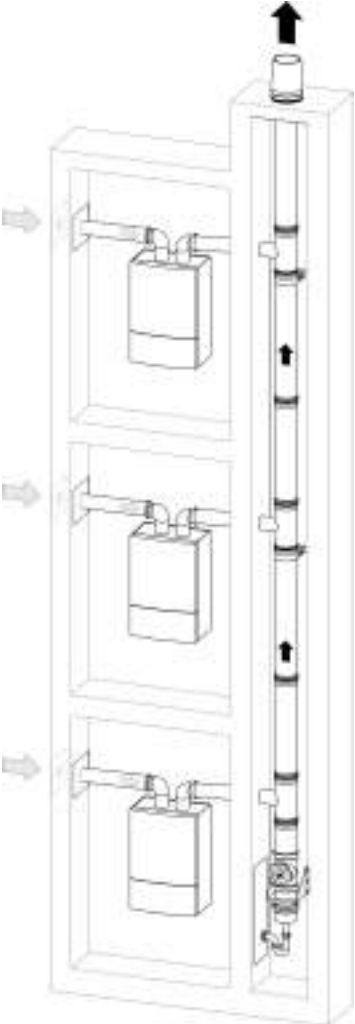
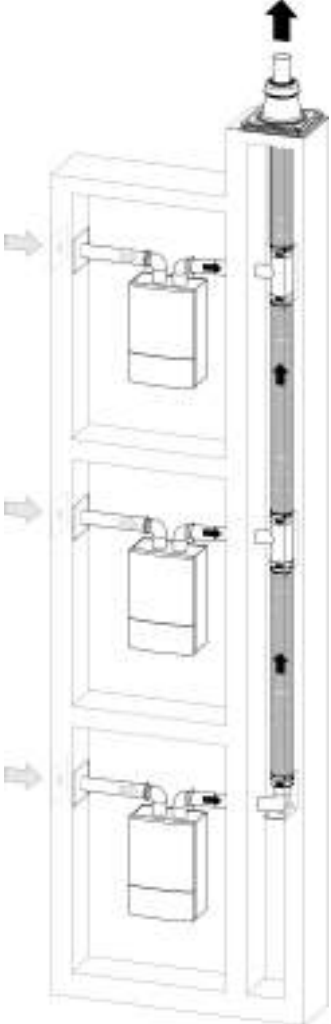
Bij gestapelde bouw zijn diverse mogelijkheden voor het ontwerpen van een passend en veilig rookgasafvoersysteem. Een belangrijk selectie criterium is de aanwezigheid van bouwkundige voorzieningen in het desbetreffende gebouw, bijvoorbeeld een schacht. Ook is het belangrijk te letten op de plaats van de uitmonding (zie paragraaf 3.7) en moet er rekening gehouden worden met de brandveiligheid en aanraakveiligheid van de installatie (zie paragraaf 3.4).

Op de volgende pagina's zijn alle getoonde systemen uit figuur 5 verder uitgewerkt. Voor een aantal systemen zijn meerdere opties mogelijk. De hieronder uitgewerkte systemen zijn de meest voorkomende oplossingen, neem voor vragen over een specifieke oplossing contact op met Sales support van M&G Group.

5.7.1 Systeem 5: Rookgas collectief, luchttoevoer uit buitengevel

SPG/SP

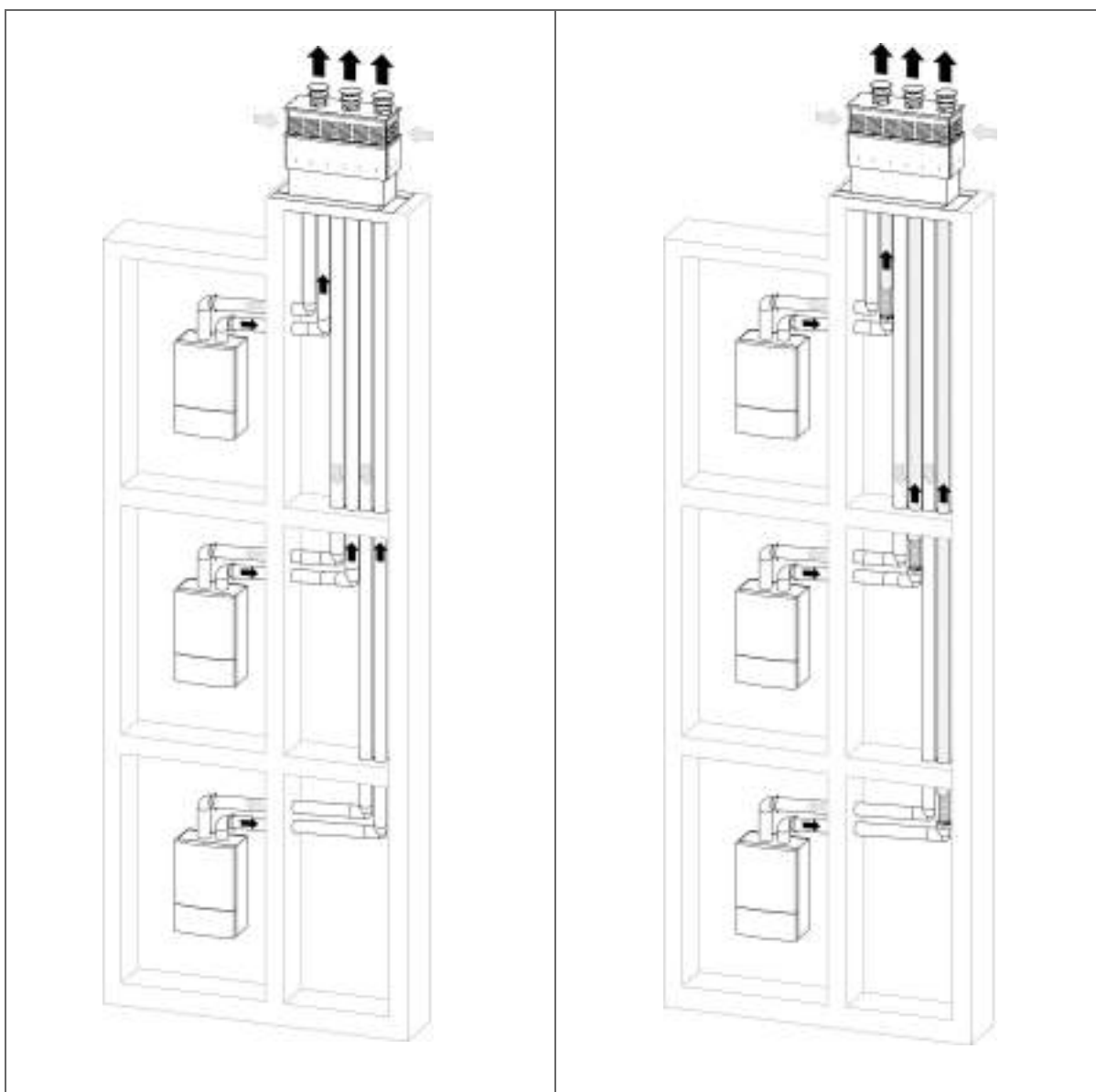
Multiflex

	
<p>Kenmerken</p>	<p>Kenmerken</p>
<p>Systeem: Rookgas collectief, luchttoevoer uit buitengevel</p>	<p>Systeem: Rookgas collectief, luchttoevoer uit buitengevel</p>
<p>Rookgasmateriaal: RVS</p>	<p>Rookgasmateriaal: PP Flexibel</p>
<p>Diameter in schacht: 100 t/m 400</p>	<p>Diameter in schacht: 100, 130</p>
<p>Uitmonding: Conus type A30</p>	<p>Uitmonding: Schoorsteenkap PP type A30</p>
<p>Aansluitleiding rookgas: PP, ALU of RVS; 80</p>	<p>Aansluitleiding rookgas: PP, ALU of RVS; 80</p>
<p>Individuele luchttoevoer: PP, Alu of RVS; 80</p>	<p>Individuele luchttoevoer: PP, ALU of RVS; 80</p>
<p>Condens afvoer: via separaat sifon</p>	<p>Condens afvoer: via Cv-ketel</p>

5.7.2 Systeem 6: Individuele rookgasafvoer en luchttoevoer

Twinline/ Safe-PP/AluFix/ RVS

Miniflex (als voering in bestaand kanaal)

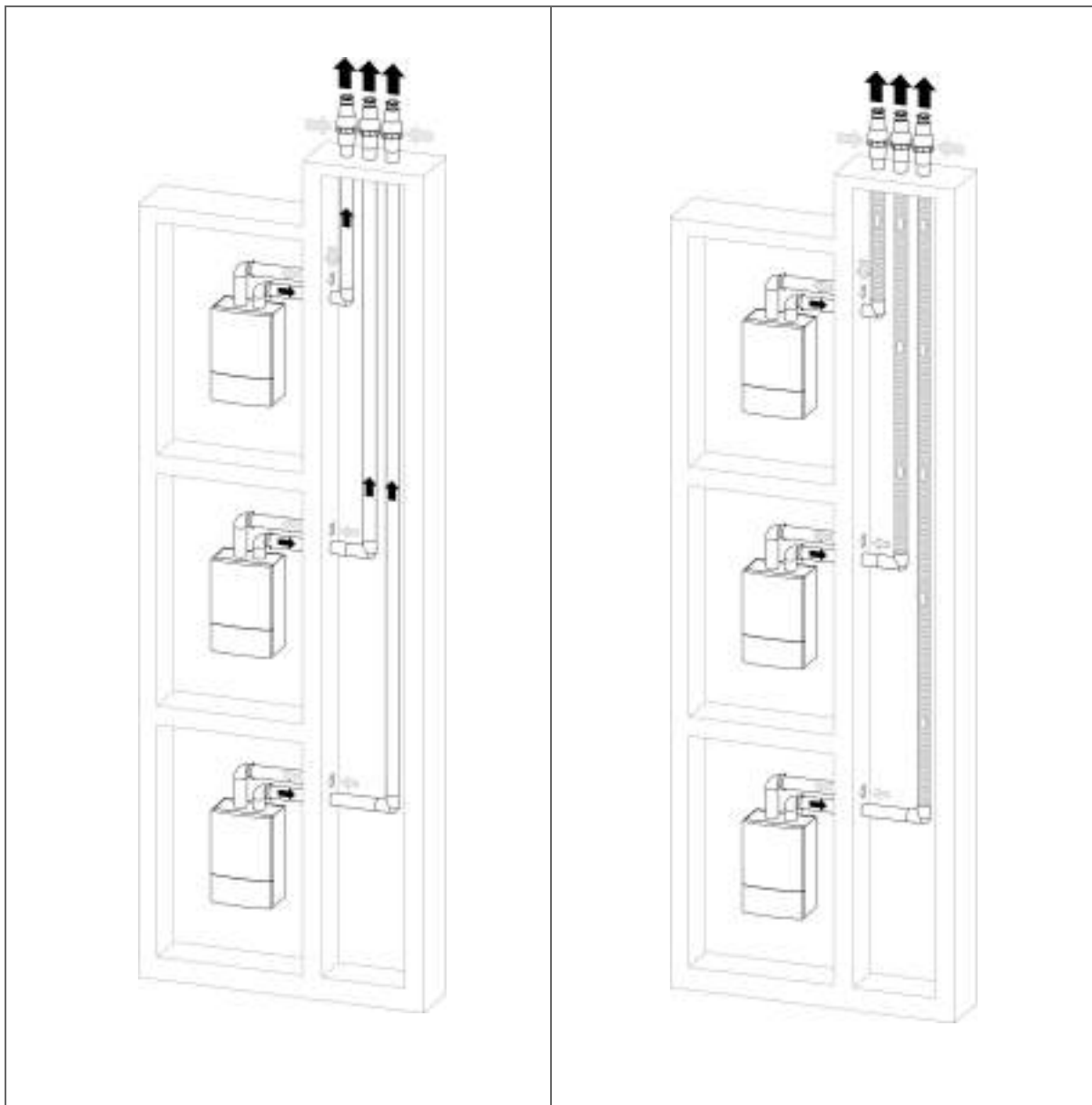


Kenmerken	Kenmerken
Systeem: Individuele rookgasafvoer en individuele luchttoevoer	Systeem: Individuele rookgasafvoer met MiniFlex voering en individuele luchttoevoer
Rookgasmateriaal: PP, ALU of RVS	Rookgasmateriaal: PP Flexibel
Luchttoevoermateriaal: PP, ALU of RVS	Luchttoevoermateriaal: PP, ALU of RVS
Diameter rookgas in schacht: 80	Diameter flexvoering in schacht: 60
Diameter luchttoevoer in schacht: 80	Diameter luchttoevoer in schacht: 80
Uitmondig: Delta schoorsteen type A90	Uitmondig: Delta schoorsteen type A90
Aansluitleidingen: idem als in schacht; 80 - 80	Aansluitleidingen: star PP, ALU of RVS; 80 - 80
Condens afvoer: via Cv-ketel	Condens afvoer: via Cv-ketel

5.7.3 Systeem 7: Individueel rookgas, luchttoevoer uit schacht

Twinline/ Safe-PP

Flexline/ Metaflex



Kenmerken

Systeem: Individueel rookgas, luchttoevoer uit schacht

Rookgasmateriaal: PP

Luchttoevoermateriaal: bestaande schacht

Diameters rookgas: 60, 80, 100, 130

Uitmondung: Schoorsteentop (grespot) type A90

Aansluitleidingen: star PP

Condens afvoer: via Cv-ketel

Kenmerken

Systeem: Individueel rookgas, luchttoevoer uit schacht

Rookgasmateriaal: PP Flexibel, RVS Flexibel

Luchttoevoermateriaal: bestaande schacht

Diameters rookgas: PP 60, 80, 100, 130 of RVS 60, 80

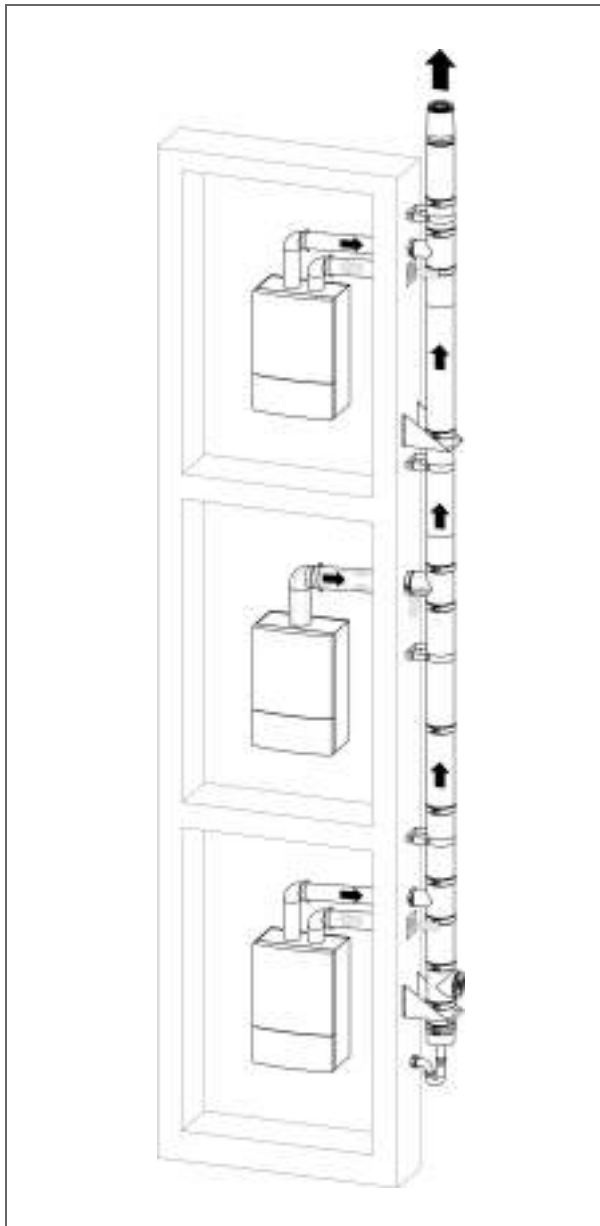
Uitmondung: Schoorsteentop (grespot) type A90

Aansluitleidingen: star PP of RVS

Condens afvoer: via Cv-ketel

5.7.4 Systeem 8: Collectief rookgas langs gevel, luchttoevoer uit buitengevel

DP 25



Kenmerken

Systeem: Collectief rookgas langs gevel, luchttoevoer uit buitengevel

Rookgasmateriaal: RVS

Luchttoevoermateriaal: PP, ALU of RVS

Diameter rookgas: 100 t/m 300

Uitmondig: Conus type A30

Aansluitleiding: PP of RVS; 60/100, 80/125, 80 - 80

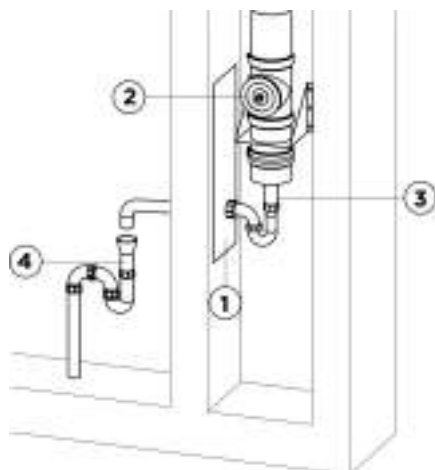
Condens afvoer: via separaat sifon

5.8 AFVOER CONDENS BIJ GESTAPELDE BOUW

In paragraaf 3.3.1 is in algemene zin al aandacht besteed aan het correct afvoeren van condens uit een rookgasafvoersysteem. Bij een aantal systemen in de gestapelde bouw is het installeren van een separate condens-opvanger, aangesloten via een openverbinding op het riool, noodzakelijk. Het gaat hierbij niet altijd alleen om het afvoeren van condens uit de rookgasafvoer (zie figuur 16), maar in sommige gevallen ook om het afvoeren van regenwater uit de luchttoevoer (zie figuur 17). Bij andere systemen wordt de condens uit de rookgassen via een bocht en daarna via het onderste toestel afgevoerd.

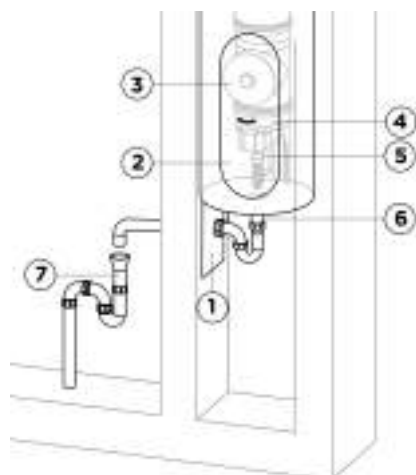
De manier van afvoer van condens is afhankelijk van het ontwerp van de onder-sectie, bijvoorbeeld als er een inspectieluik vereist wordt. In dit geval is de installatie van een separate condens-opvanger de juiste keuze.

Figuur 16: Condens afvoer vanuit rookgasafvoerkanaal



1. Bouwkundig inspectieluik
2. Inspectieluik rookgasafvoerkanaal
3. Afvoer condenswater
4. Sifon voor afvoer condenswater

Figuur 17: Condens afvoer vanuit rookgasafvoer kanaal en afvoer regenwater



1. Bouwkundig inspectieluik
2. Inspectieluik luchttoevoerkanaal
3. Inspectieluik rookgasafvoerkanaal
4. Afvoer condenswater
5. Sifon voor afvoer condenswater
6. Afvoer regenwater + condenswater
7. Sifon voor afvoer regenwater + condenswater

Voor aanvullende informatie zie de bijgeleverde montage-instructies.

6. PRAKTISCHE UITLEG CASCADE

Er wordt in kleine en grote kantoren, zwembaden en andere gebouwen veel gebruik gemaakt van ketels in een cascade opstelling. In deze gebouwen is vaak een stookruimte ingericht voor deze cascade opstelling. Een cascade opstelling is een installatie waar meerdere ketels gekoppeld zijn aan één rookgasafvoer. Het rookgasgedeelte van een cascadeopstelling bestaat uit een horizontale collector en een verticaal deel dat uitmondt bovendaks.

Een cascade-rookgasafvoersysteem komt voor in drie verschillende types: lijnopstelling, ruggelingse opstelling en dubbele lijnopstelling. Bij alle drie de opstellingen heeft elke ketel een individuele rookgasafvoerbus die is aangesloten op de horizontale collector (verzamelbus). Bij een lijnopstelling zijn de ketels allemaal naast elkaar geplaatst, deze opstelling neemt behoorlijk wat ruimte in. Bij een ruggelingse opstelling staan de ketels met de rug bijna tegen elkaar aan. Deze opstelling is ruimtebesparend: de leidingen zijn ook minder lang. Een ruggelingse opstelling is handig in een klein gebouw of in een gebouw met een kleine stookruimte. Bij een dubbele lijnopstelling staan twee ketels tegenover elkaar, er is meer ruimte nodig maar de opstelling kan in de praktijk een prima oplossing zijn.

6.1 DIAMETER EN CAPACITEITSBEPALING

De diameters van de collector en het verticale deel zijn afhankelijk van het aantal toestellen, het vermogen van deze toestellen, de lengte van het verticale deel en de constructie van de uitmondingskap. Bij de constructie van de kap moet er rekening gehouden worden met de drukverliezen, zo is bijvoorbeeld het toepassen van diffusor in de afvoerkap van grote invloed op de uiteindelijke diameters. De drukverliezen van de kap en eventuele bochten worden uitgedrukt in zeta waardes.

Voor de bepaling van de juiste diameters geldt in bijna alle gevallen dat de toestelfabrikant diametertabellen beschikbaar heeft.

Zijn de diametertabellen niet beschikbaar dan kan commercieel verkrijgbare software gebruikt worden, zoals Eurokam van de firma Hotgenroth (deze software heeft de waardes van onze datasheets overgenomen). De software is gebaseerd op de EN 13384-2, de EU-norm voor het berekenen van de diameters of capaciteit van het rookgasafvoersysteem. Een opmerking bij het gebruik van deze software (geldt voor alle software in het algemeen) is dat het gebruik enige oefening vergt.

6.2 PLAATS VAN DE UITMONDING

De plaats van de uitmonding voor cascade is gelegen bovendaks. Veelal worden cascade-systemen toegepast in gebouwen met platte daken. Check voor de uitzonderingen zowel de nationale regelgeving, als ook de eisen van de ketelfabrikant. Ontbreken aanvullende eisen van de ketelfabrikant, plaats dan de uitmonding in het vrije uitmondingsgebied (zie 3.7).

Aanvullend dient rekening gehouden te worden met de afstand van de uitmonding tot ventilatie inlaten en buitenruimtes zoals dakterrassen, check ook hiervoor de nationale regelgeving.

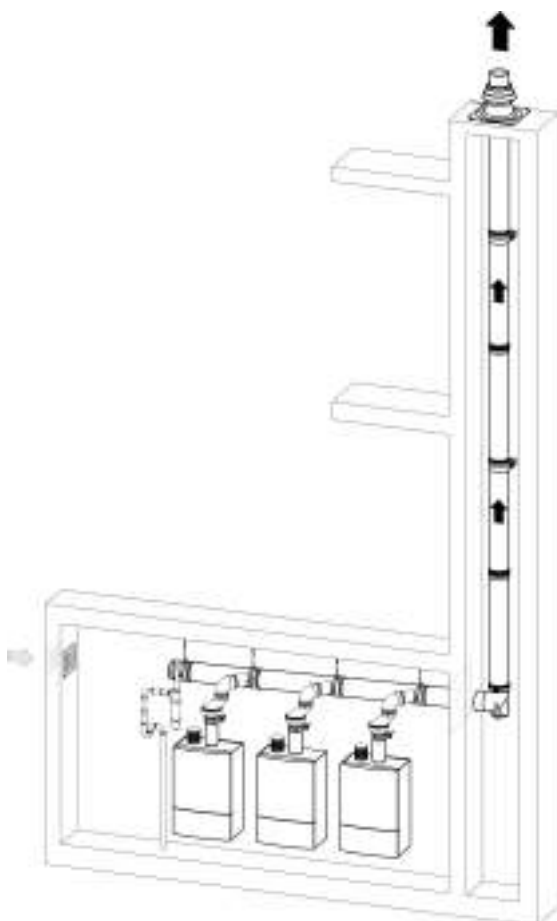
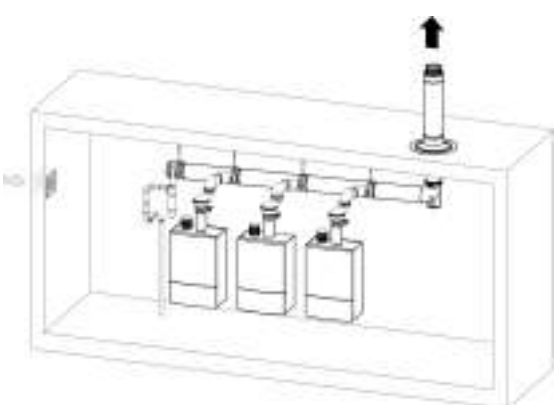
6.3 CASCADE OPLOSSINGEN IN DE PRAKTIJK

Bij cascade oplossingen zijn er ook diverse mogelijkheden voor het ontwerpen van een passend en veilig rookgasafvoersysteem. Een belangrijk selectie criterium is de aanwezigheid van bouwkundige voorzieningen in het desbetreffende gebouw, bijvoorbeeld een schacht. Ook is het belangrijk te letten op de plaats van de uitmonding (zie paragraaf 6.2) en moet er rekening gehouden worden met de brandveiligheid en aanraakveiligheid van de installatie (zie paragraaf 3.4).

De op de volgende pagina's uitgewerkte systemen zijn de meest voorkomende oplossingen, neem voor vragen over een specifieke oplossing contact op met Sales support van M&G Group.

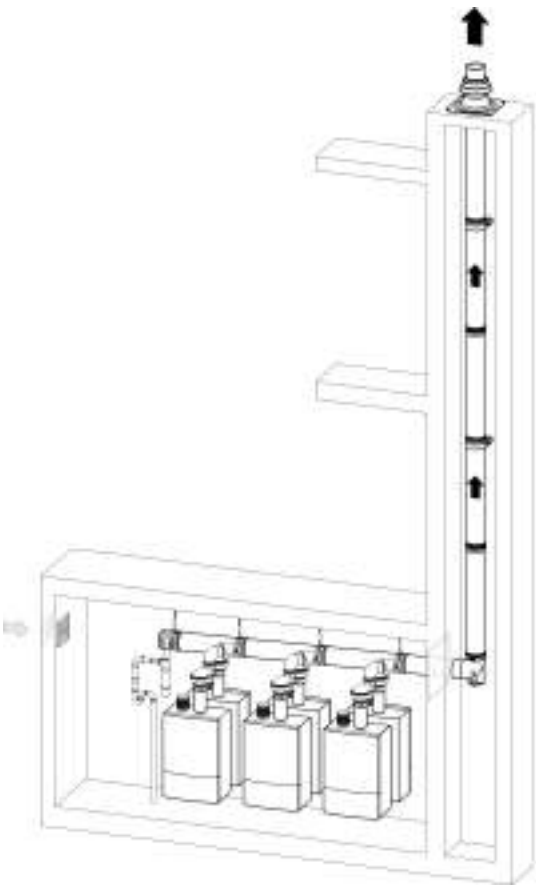
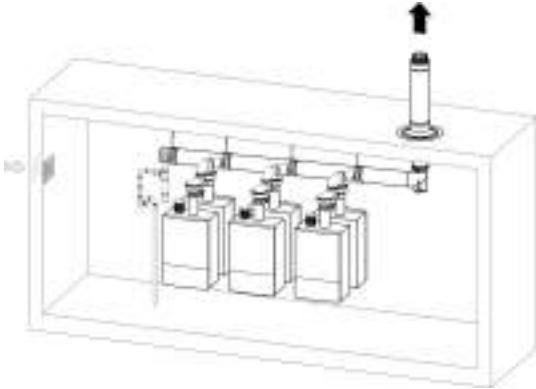
6.3.1 Cascade in lijnopstelling

Multiline

	
<p>Kenmerken</p>	<p>Kenmerken</p>
<p>Systeem: Rookgas collectief (in schacht)</p>	<p>Systeem: Rookgas collectief met dakdoorvoer-constructie</p>
<p>Rookgasmateriaal: PP, RVS</p>	<p>Rookgasmateriaal: PP, RVS</p>
<p>Luchttoevoermateriaal: plaats een rooster in de buitengevel of een beluchtingskap op het dak, beide met voldoende doorlaat.</p>	<p>Luchttoevoermateriaal: plaats een rooster in de buitengevel of een beluchtingskap op het dak, beide met voldoende doorlaat.</p>
<p>Diameter rookgas: PP collectors in diameter 130, 150 en 200 mm, RVS-collectors diameter 250 mm. Verticaal-deel PP diameters 130, 150 en 200 mm, verticaal-deel RVS 250 t/m 400.</p>	<p>Diameter rookgas: PP collectors in diameter 130, 150 en 200 mm, RVS-collectors diameter 250 mm. Verticaal-deel PP diameters 130, 150 en 200 mm, verticaal-deel RVS 250 t/m 400.</p>
<p>Uitmondning: Schoorsteenkap PP, druk-stabiliserende kap RVS of conus</p>	<p>Uitmondning: HR-dakdoorvoer PP, Schoorsteenkap PP, druk-stabiliserende kap RVS of conus</p>
<p>Leiding tussen toestel en collector: star PP 80, 100, 150 of RVS 80, 100, 150</p>	<p>Leiding tussen toestel en collector: star PP 80, 100, 150 of RVS 80, 100, 150</p>
<p>Condens afvoer: via separaat sifon op de collector</p>	<p>Condens afvoer: via separaat sifon op de collector</p>

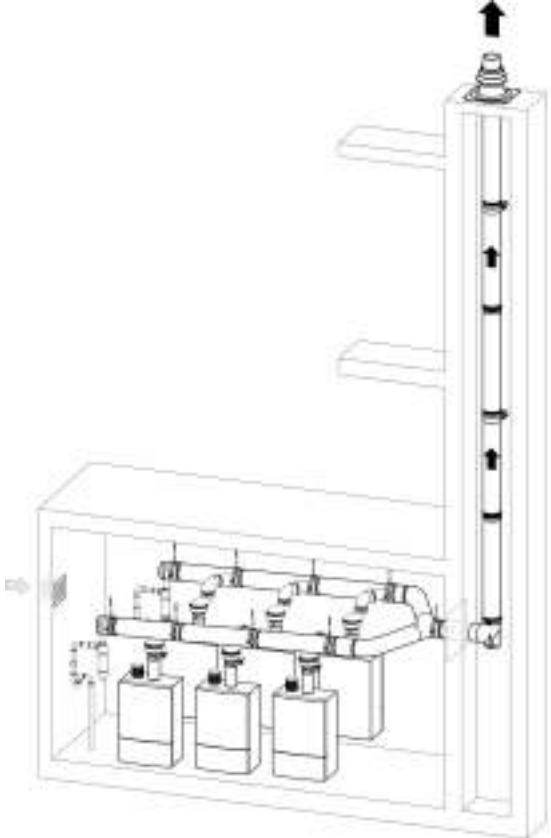
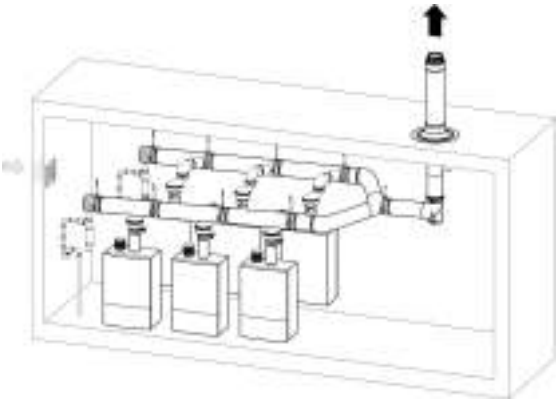
6.3.2 Cascade in ruggelingse opstelling

Multiline

	
<p>Kenmerken</p>	<p>Kenmerken</p>
<p>Systeem: Rookgas collectief (in schacht)</p>	<p>Systeem: Rookgas collectief met dakdoorvoer-constructie</p>
<p>Rookgasmateriaal: PP, verticaal-deel eventueel van RVS</p>	<p>Rookgasmateriaal: PP</p>
<p>Luchttoevoermateriaal: plaats een rooster in de buitengevel of een beluchtingskap op het dak, beide met voldoende doorlaat.</p>	<p>Luchttoevoermateriaal: plaats een rooster in de buitengevel of een beluchtingskap op het dak, beide met voldoende doorlaat.</p>
<p>Diameter rookgas: PP collectors en verticaal-deel in diameter 130, 150 en 200 mm, verticaal-deel uit te breiden naar grotere diameters 300 t/m 400 in RVS.</p>	<p>Diameter rookgas: PP collectors en verticaal-deel in diameter 130, 150 en 200 mm</p>
<p>Uitmondung: Schoorsteenkap PP of druk-stabiliserende kap RVS</p>	<p>Uitmondung: HR-dakdoorvoer PP of Schoorsteenkap PP</p>

6.3.3 Cascade in dubbele lijnopstelling

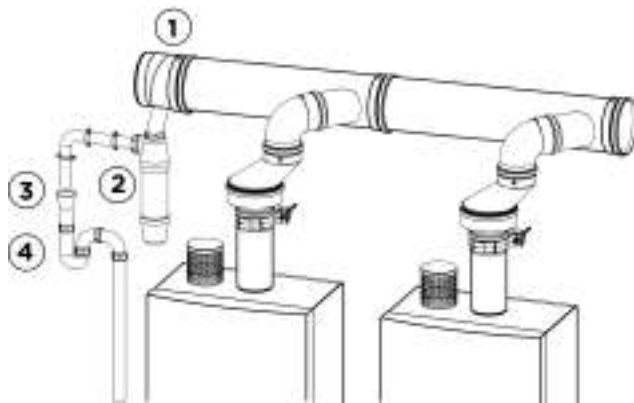
Multiline

	
<p>Kenmerken</p>	<p>Kenmerken</p>
<p>Systeem: Rookgas collectief (in schacht)</p>	<p>Systeem: Rookgas collectief met dakdoorvoerconstructie</p>
<p>Rookgasmateriaal: PP, verticaal-deel eventueel van RVS</p>	<p>Rookgasmateriaal: PP</p>
<p>Luchttoevoermateriaal: plaats een rooster in de buitengevel of een beluchtingskap op het dak, beide met voldoende doorlaat.</p>	<p>Luchttoevoermateriaal: plaats een rooster in de buitengevel of een beluchtingskap op het dak, beide met voldoende doorlaat.</p>
<p>Diameter rookgas: PP collector 150 en verticaal-deel in diameter 200 mm, verticaal-deel uit te breiden naar grotere diameters 300 t/m 400 in RVS.</p>	<p>Diameter rookgas: PP collectors 150 en verticaal-deel in diameter 200 mm</p>
<p>Uitmondung: Schoorsteenkap PP of druk-stabiliserende kap RVS</p>	<p>Uitmondung: HR-dakdoorvoer PP of Schoorsteenkap PP</p>

6.4 CONDENS OPVANG BIJ CASCADE-OPSTELLING

In paragraaf 3.3.1 is in algemene zin al aandacht besteed aan het correct afvoeren van condens uit een rookgasafvoersysteem. Bij de cascade-opstelling is het verplicht om aan het eind van de collector een condens-opvanger te plaatsen. Zie figuur 18.

Figuur 18: Condens-opvanger bij cascade opstelling



- 1= Condens-opvanger
- 2 = Sifon
- 3 = Open verbinding
- 4 = Stankafsluiter

7. ONDERHOUD EN CONTROLE

Normaliter is een rookgasafvoersysteem ontworpen om gedurende de gehele levensduur van de Cv-ketel veilig en onderhoudsvrij te kunnen functioneren. Een uitzondering hierop is de condens-opvanger. Deze dient jaarlijks of minimaal per ketelonderhoud geïnspecteerd te worden op vervuiling. De vrije doorgang van de condens-opvanger dient gecontroleerd te worden en eventuele verstoppingen moeten verwijderd worden. Verder is het belangrijk dat de uitmonding jaarlijks gecontroleerd wordt op beschadigingen en eventuele belemmeringen, welke kunnen zijn ontstaan door b.v. storm.

Voor controle van een rookgasafvoersysteem kan als hulpmiddel de volgende lijst met controlepunten gebruikt worden. Let altijd op bij inspectie of andere werkzaamheden en neem eigen verantwoordelijkheid als er onvolkomenheden zijn die niet op onderstaand lijst staan. Wordt er een fout ontdekt, repareer dan de installatie of meld dit schriftelijk aan de eigenaar.

1. Zijn de beugels nog in orde en voldoende stevig, is het systeem niet verzakt?
2. Is het afschot (3°) nog steeds goed en voldoende
3. Zijn er geen vreemde voorwerpen tegen het rookgasafvoer materiaal geplaatst?
4. Is de uitmonding voldoende stevig gemonteerd.
5. Zijn er nieuwe ventilatieopeningen geplaatst in de buurt van de uitmonding en controleer dan of plaatsing nog voldoet aan de juiste afstanden volgens de verdunningsfactor
6. Controleer of een nieuwe uitbouw de werking niet beïnvloed.
7. Controleer of de uitmonding en luchtinlaat vrij kan werken en niet gehinderd wordt door beplanting. Dit dient te allen tijde voorkomen te worden.
8. Is het sifon vrij van verstopping.
9. Controleer de buitenkant van de rookgasafvoer op corrosie en lekkage, vervang eventueel onderdelen en pas alleen originele onderdelen toe.
10. Controleer of de toegepaste materialen nog origineel zijn, het kan zijn dat onderdelen in de loop van tijd vervangen zijn door niet originele of dat er per ongeluk gemixt is qua materiaal.
11. Controleer op vervuiling en deukvorming waardoor de capaciteit onvoldoende geworden is, volgens de voorschriften van de toestelfabrikant.

8. CONTACTGEGEVENS



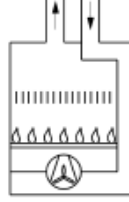
Als er naar aanleiding van dit document nog vragen zijn kunt u contact opnemen met onze specialisten via onderstaand telefoonnummer, of kijk op onze website (www.burgerhout.com). Neem ook contact met ons op als u algemene vragen heeft over rookgasafvoersystemen, wij helpen u graag verder.

M&G Group
Burg. Grollemanweg 14
9405 TN Assen
The Netherlands
T: +31 592 343 043
E: info@burgerhout.nl


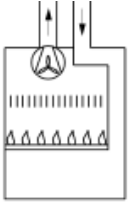
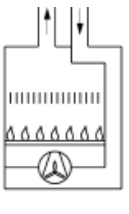
BIJLAGE A: UITLEG 2^E VOLGCIJFER TOESTELTYPES

Uitleg tweede volgcijfer achter de typeaanduiding volgens EN 1749. De tabellen zijn niet volledig, maar geven wel uitleg aan de meest voorkomende toestellen in Nederland, zie ook NPR3378-80.

Voor alle informatie: zie EN 1749:2000

Type:	Algemene omschrijving en wijze van rookgasafvoer en luchttoevoer	2 ^e volgcijfer:		
		1	2	3
B1	Open toestel werkend op een natuurlijk afvoersysteem (met trekonderbreker)	Zonder ventilator	Zie EN 1749	Zie EN 1749
B2	Open toestel zonder trekonderbreker, geschikt voor een overdruk afvoer			
C1	Gesloten toestel voor aansluiting op een toestel-gebonden muurdoorvoer			
C3	Gesloten toestel voor aansluiting op een toestel-gebonden dakdoorvoer	Geen ventilator	Met ventilator in de afvoer	Met ventilator in de toevoer
C4	Gesloten toestel voor aansluiting op een gezamenlijk natuurlijkwerkend af- en toevoer systeem.			
C5	Gesloten toestel voor aansluiting op een toestel-gebonden doorvoer voor afvoer van de rookgassen en een gesplitste toevoer van verbrandingslucht. De toe- en afvoermonding liggen in 2 drukgebieden			
C6	Gesloten toestel voor aansluiting op een vrij in de markt te verkrijgen afvoersysteem met onafhankelijk keurmerk.			
C8	Gesloten toestel voor aansluiting op een gezamenlijk natuurlijkwerkend afvoersysteem en een individuele toevoer vanuit de gevel.			
C9	Gesloten toestel voor aansluiting op een toestel-gebonden voering waarbij de luchttoevoer betrokken wordt uit een bestaande schacht of kanaal.			

Vervolg tabel uitleg 2e volgcijfer toesteltypes

Type:	Algemene omschrijving en wijze van rookgasafvoer en luchttoevoer	2 ^e volgcijfer:		
		1	2	3
C10	Gesloten toestel aangesloten op een gezamenlijke toe- en afvoer, waarbij er geringe overdruk mag heersen in de afvoer.			
C11	Gesloten toestel aangesloten op een toestel-gebonden, gezamenlijke toe- en afvoer waarbij er geringe overdruk mag heersen in de afvoer.			
C12	Gesloten toestel aangesloten op een gezamenlijke afvoer waarbij er geringe overdruk mag heersen in de afvoer en waarbij de verbrandingslucht individueel betrokken wordt uit de gevel.	Geen ventilator	Met de ventilator in de afvoer	Met ventilator in de toevoer
C13	Gesloten toestel aangesloten op een toestel-gebonden gezamenlijke afvoer waarbij geringe overdruk mag heersen in de afvoer en waarbij de verbrandingslucht individueel betrokken wordt uit de gevel.			
C14	Gesloten toestel aangesloten op een toestel-gebonden gezamenlijke afvoer waarbij geringe overdruk mag heersen in de afvoer en waarbij de verbrandingslucht wordt betrokken uit een bestaande gezamenlijke schacht of kanaal.			
C15	Gesloten toestel aangesloten op een toestel-gebonden individuele voering en waarbij de verbrandingslucht wordt betrokken uit een bestaande gezamenlijke schacht of kanaal.			

BIJLAGE B-1: NEDERLAND, LAND-SPECIFIEKE AANVULLINGEN.

Voor Nederland geldt dat de rookgasafvoer-voorziening moet voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit. Hiervoor zijn vanuit het Besluit eerstelijns normen, zoals NEN 2757-1 en NEN 6062 aangewezen om aan te voldoen. NEN heeft een aantal Nederlandse Praktijk Richtlijnen (NPR-en) uitgegeven. Als er gewerkt wordt volgens deze NPR-en dan kan ervan worden uitgegaan dat aan de bovenliggende regelgeving is voldaan. Voor een correcte uitvoering van de installatie is het van belang de juiste delen van de NPR 3378 en de NPR 2759 te gebruiken. Zie hiervoor de website van NEN.

In Nederland is er ook wetgeving om het aantal CO ongevallen sterk te reduceren. Zie hiervoor ook hoofdstuk 7, waar onderhoud en controle beschreven is.

Speciale aandacht geldt voor de brandveiligheid van een aangelegde installatie, hanteer de van toepassing zijnde NPR delen. Aanwijzingen ten aanzien van omkokeringen, het toepassen van brandmanchetten en het voldoen aan de weerstand tegen rookdoorgang (NEN 6075) dienen opgevolgd te worden, zie onderstaande toelichting.

Tot slot is het van belang te weten dat er regelgeving is voor het vervangen van het rookgasafvoersysteem bij het vervangen van een toestel na einde levensduur, maar ook tijdens voortijdige noodzakelijke vervanging.

BIJLAGE B-2: NEDERLAND, AANWIJZINGEN BRANDVEILIGHEID

In Nederland gelden ook aanvullende eisen rondom brandveiligheid. Hieronder een opsomming ervan.

Het toepassen van brandmanchetten

M&G Group heeft een aantal geteste en goedgekeurde brandmanchetten in haar leveringsprogramma. Voor informatie over de juiste producten zie Burgerhout.com.



Brandmanchet ten behoeve van TwinSafe aansluitingen



Brandmanchet FC3/6 voor SafePP en EasySafe oplossingen

Omkokeringen

De omkokering moet vervaardigd worden uit brandvertragend materiaal (bepaald volgens NEN-EN 13501-1, onbrandbaar brandklasse A1 of brandklasse A2) en kan samengesteld worden uit:

- Een opbouw van platen met een dikte van minimaal 12 mm en een minimum thermische geleidbaarheid van 0,20 W/mK of beter. Construeer de omkokering volgens de instructies van de fabrikant van de platen;
- Metselwerk, vol en zat gemetseld of gelijmd, uit baksteen, kalkzandsteen, cellenbeton- of gipsblokken met een minimumdikte van 50 mm;
- Betonwanden met een minimumdikte van 50 mm.

De afstand tussen de rookgasleiding en binnenzijde van de omkokering behoort minimaal een waarde te hebben die gelijk is aan de DtC van de geïnstalleerde rookgasleiding. Verder behoort de omkokering bepaalde onderdelen, zoals bevestigingsbeugels, niet te raken. Het beugelen moet worden uitgevoerd volgens de montage-instructies die bij het rookgasafvoersysteem horen.

Weerstand tegen rookdoorgang (WRD)

De norm NEN 6075 voor de bepaling van de weerstand tegen rookdoorgang (WRD) tussen ruimten is onlangs herzien en aangepast. Bij het ontstaan van brand is het essentieel dat mensen op een veilige manier uit het gebouw kunnen vluchten, via een route die niet te snel volloopt met rook. Via het Bouwbesluit is nu geregeld, via artikel 2.100, dat gedefinieerde brandcompartimenten een weerstand tegen rookdoorgang moeten hebben van minimaal 20 min.

De NEN 6075 kent twee opties voor de bepaling van de WRD: in minuten gebaseerd op het criterium vlamdichtheid (E) van de brandwerendheid en in de klassen Ra of R200 gebaseerd op

lekkage. De eerste methode, gebaseerd op vlamdichtheid van de brandwerendheid, is nu nog de gangbare methode. Voor de afvoersystemen heeft de M&G Group al oplossingen vrijgegeven die voldoen aan het criterium vlamdichtheid (E) met een waarde van 60 minuten, namelijk de brandmanchetten.

Naast het toepassen van de manchetten is het belangrijk dat de naad tussen het element en de schachtwand netjes wordt afgedicht met een geschikte kit. In de nieuwste NPR 2759:2022 geeft artikel 6.3.3 de volgende instructies aan de installateur: Een praktische oplossing is het afdichten van de naad met een geschikt afdichtingsmateriaal. Hierbij kan eenvoudig met het oog gecontroleerd worden of de kit volledig rondom is aangebracht, zodat er geen openingen te zien zijn.

Bij specifieke vragen over brandwerendheid neem contact op met onze afdeling Sales Support.

BIJLAGE B-3: NEDERLAND, VERVANGING VAN HET AFVOERSYSTEEM

De regelgeving in Nederland stelt verplicht dat na vervanging van het toestel de gehele rookgasafvoer wordt vervangen. Er zijn enkele uitzonderingen:

Wordt het toestel vervangen binnen 5 jaar na ingebruikname, dan hoeft het rookgasafvoersysteem niet vervangen te worden. Echter na 10 jaar (het afvoersysteem is dan 15 jaar oud) dient gecontroleerd te worden of het afvoersysteem nog veilig kan worden doorgebruikt. Zie hoofdstuk 7 voor aandachtspunten bij de controle.

Een concentrisch CLV-systeem of een uitpandig gemonteerd CLV-systeem kan in aanmerking komen voor door-gebruik, na een voltooid ketelleven. Om te bepalen of een bestaand CLV-systeem verantwoord hergebruikt kan worden, voor een bepaalde periode, dient de oorspronkelijke fabrikant van het CLV-systeem ingeschakeld te worden.

Ook kan het zijn dat een bestaand CLV-systeem omgebouwd kan worden naar een zogenaamd toestel gebonden systeem onder de GAR. In dat geval dient de toestelfabrikant ingeschakeld te worden. Afhankelijk van de situatie dient de fabrikant een verklaring van geschiktheid van hergebruik op te stellen, deze verklaring wordt onderdeel van het gebouwdossier. De NPR 3378-45 geeft aanvullende aanwijzingen voor hergebruik.

BIJLAGE C-1: OVERZICHT VAN EQUIVALENTE LENGTES

Onderstaande tabel is een opsomming van equivalente lengtes van veel gebruikte bochten opgenomen. Voor producten die niet genoemd zijn in onderstaande tabel wordt verwezen naar de datasheets. Deze zijn beschikbaar op de website van mg-group.com.

Tabel 1

Component	Equivalente lengte (m)	
	45 graden	90 graden
Concentrische bocht 80/125	1,7	3,0
Concentrische bocht 60/100	0,8	1,6
Enkelwandige bocht 80 mm kunststof	0,9	2,2
Enkelwandige bocht 80 mm dikwandig aluminium	1,8	3,5

In onderstaande tabel zijn equivalente lengtes opgegeven van voeringen in schachten met een vierkante doorsnede.

Tabel 2

Equivalente lengte star- of flexvoering in de schacht (m) gebaseerd op concentrische buislengte				
Concentrisch	80 star in vierkante schacht van...		80 flex in vierkante schacht van...	
80/125 mm	130 mm	150 mm	130 mm	150 mm
1	0,61	0,55	0,69	0,48
Concentrisch	100 star in vierkante schacht van...		100 flex in vierkante schacht van...	
100/150 mm	150 mm		150 mm	180 mm
1	0,73		1,32	0,91

BIJLAGE D: COMBINEREN VAN MATERIALEN, TER ILLUSTRATIE

