

Kleintje

Gas

Handleiding voor de gastechnische installateur bij het installeren van gasinstallaties met een maximale druk van 25 mbar en een maximale belasting van 130 kW



November 2007
ISBN: 978-90-5044-155-1
© ISSO

Voorwoord

Het eerste "Kleintje GAVO" werd uitgebracht in 1994. Herdrukken volgden in mei 1995 en augustus 1997. Daarna zijn het Kleintje GAVO-2000 en kleintje GAVO-2004 uitgebracht.

Deze kleintjes richten zich specifiek en alleen op de voorschriften en bieden een helpende hand bij het aanleggen van gasinstallaties door het geven van antwoorden op veel praktijkvragen.

Bij installateurs bestaat echter behoefte aan een publicatie met een structuur gericht op de complete gastechniek. Het nieuwe kleintje GAS voorziet in die behoefte. In deze nieuwe versie zijn tevens achtergronden en elementen m.b.t. Duurzaam installeren opgenomen en zijn aanpassingen doorgevoerd aan de hand van gewijzigde wetgeving en voorschriften medio 2007.

Het kleintje GAS is door deze aanpassingen ook prima inzetbaar voor het gebruik in het technische beroepsonderwijs.

Kleintje GAS richt zich op nieuwe installaties, maar ook op wijzigingen en uitbreidingen van bestaande installaties. Kleintje GAS beperkt zich tot gasinstallaties gestookt met aardgas met een belasting op bovenwaarde tot 130 kW. De nominale gasdruk in de installatie is daarbij niet hoger dan 25 mbar.

Het is geen cursusboek en vervangt geen normen, praktijkrichtlijnen of technische bouwregelgeving.

De gastechnische regelgeving is in de loop van de jaren sterk gewijzigd. De vertrouwde GAVO, waarin alle relevante aspecten met betrekking tot gasinstallaties waren geregeld, behoort alweer jaren tot het verleden. Tegenwoordig stelt het Bouwbesluit eisen aan de verbrandingsluchttoevoer en de rookgasafvoer en zijn bepalingsmethoden opgenomen in aparte normen die zijn aangewezen in het Bouwbesluit. De norm NEN 1078-2004 behandelt nu alleen nog de voorziening voor gas, zowel met eisen als met bepalingsmethoden.

Verantwoording en nadere informatie:

De basis voor Kleintje GAS is Bouwbesluit 2003 en de ministeriële Regeling Bouwbesluit 2003. Het is mede gebaseerd op de vanuit het Bouwbesluit aangewezen normen NEN 1078-2004, NEN 1087-2006 (Ontw.) en NEN 2757-2001.

Ook de met die normen verbonden praktijkrichtlijnen als de NPR 3378: waarvan de eerste werkbladen in 1999 zijn verschenen en inmiddels steeds nieuwe werkbladen aan zijn toegevoegd en NPR 2758 (1998) hebben als inspiratiebron gediend. Daarnaast is gebruik gemaakt van gebruikseisen uit de Modelbouwverordening 1992, Gastec QA keuringseisen, KOMO® beoordelingsrichtlijnen en zelfs nog van de oude GAVO-1987 en aanvulling 1992.

Europese normen gaan uit van de calorische onderwaarde van aardgas evenals de werkbladen NPR3378. Kleintje GAS is echter gebaseerd op de bovenwaarde, omdat ook het Bouwbesluit en de daarin aangewezen Nederlandse normen uitgaan van de bovenwaarde. Kleintje GAS is bijgewerkt tot oktober 2007. De eisen in het Bouwbesluit en/of de Modelbouwverordening kunnen sindsdien zijn gewijzigd en nieuwe (Europese) normen kunnen zijn uitgegeven.

Informatie:

- ISSO: tel. 010-2065969
- UNETO-VNI (groep Technologie): tel. 079-3250650
- Kiwa-Gastec (Training BV), tel. 055-5393209

UNETO-VNI, ISSO en Kiwa-Gastec, oktober 2007

Symbolenlijst		Oppervlakte [m ²]
A		
B	Belasting	[kW]
D	Uitwendige middellijn	[m]
d	Inwendige middellijn	[m]
d	Relatieve dichtheid	[-]
f	Verdunningsfactor	[-]
f _g	Gelijktijdigheidsfactor	[-]
η	Rendement	[-]
ΔH	Hoogteverschil	[m]
H _i	Calorische onderwaarde	[kJ/m ³]
H _s	Calorische bovenwaarde	[kJ/m ³]
L	Verdunningsafstand	[m]
l	Lengte	[m]
λ	Wrijvingsfactor	[-]
ξ	Weerstandscoefficiënt	[-]
p	Druk	[Pa]
Δp	Drukverschil	[Pa]
q _v	Volumestroom	[m ³ /s]
R	Wrijvingsweerstand in een rechte leiding	[Pa/m]
ρ	Dichtheid	[kg/m ³]
v	Snelheid	[m/s]

Begrippenlijst

Aansluitkraan

Afsluitorgaan dat is aangebracht op een aansluitpunt en dat het mogelijk maakt een toestel op de voorziening voor gas aan te sluiten of daarvan los te nemen en de gastoevoer naar het toestel af te sluiten zonder dat de hoofdkraan behoeft te worden gesloten

Aansluitleiding

a. Gasleiding, inclusief hoofdkraan, die de hoofdleiding verbindt met de voorziening voor gas; b. Gasleiding, inclusief aansluitkraan, die de voorziening voor gas verbindt met een gastoestel

Belasting

Energietoevoer per eenheid van tijd, in de vorm van brandstof. Voor een gasvormige brandstof komt dit overeen met de hoeveelheid gas die per tijdseenheid wordt toegevoerd, vermenigvuldigd met de calorische waarde van het gas

Calorische bovenwaarde

De hoeveelheid warmte die per volume-eenheid bij volledige verbranding wordt gevormd

Calorische onderwaarde

De verbrandingswarmte bij calorische bovenwaarde minus de condensatiewarmte

CLV-systeem

Combinatie-Luchttoevoer-Verbrandingsgas-afvoersysteem; systeem dat werkt op natuurlijke trek en dat bestaat uit een combinatie van een leiding of kanaal voor de gemeenschappelijke toevoer van verbrandingslucht en een leiding of kanaal voor de gemeenschappelijke afvoer van rookgas, uitsluitend bestemd voor met gas gestookte gesloten toestellen voorzien van een ventilator

Condensatiewarmte

De vrijkomende warmte bij het condenseren van de in het rookgas aanwezige waterdamp

Gasinstallatieleiding

Zie 'Voorziening voor gas'

Gasmeter

Door de gasleverancier geplaatste meter waarmee het gasverbruik wordt afgelezen

Gastoestel

Toestellen bestemd of geschikt voor koken, verwarmen, warmwaterproductie, koeling, verlichting of wassen die, indien van toepassing, een normale watertemperatuur van ten hoogste 105 °C hebben alsmede ventilatorbranders en voor dergelijke branders bedoelde warmtegeneratoren, en bij gebruik waarvan gas als brandstof wordt gebruikt

Gesloten toestel

Toestel waarbij de verbrandingslucht rechtstreeks of via een toevoerconstructie of eigen toevoerconstructie van het toestel van buiten in een gesloten verbrandingsruimte stroomt en het rookgas door een gesloten afvoer rechtstreeks of via een afvoerconstructie of eigen afvoerconstructie van het toestel naar buiten wordt afgevoerd

Giftigheidsindex

De verhouding tussen het percentage koolmonoxide (CO) en kooldioxide (CO₂) in het verbrandingsgas, vermenigvuldigd met een factor 100

Hoofdkraan

Afsluitorgaan dat in stromingsrichting van het gas gezien onmiddellijk vóór de gasmeter of vóór een eventuele drukregelaar is aangebracht en behoort bij de aansluiting voor de gaslevering

MAC

Maximaal aanvaarde concentratie uitgedrukt in ppm (parts per million)

Meterruimte

Afgescheiden ruimte ten behoeve van centrale schakel-, verdeel- en meetapparatuur voor de voorziening van elektriciteit, gas, drinkwater, telecomunicatiesignalen en, voor zover van toepassing, van verwarming die is aangesloten op het openbare net voor verwarming

Open toestel

Toestel waarbij de verbrandingslucht rechtstreeks vanuit de ruimte waarin de opstelplaats zich bevindt in de verbrandingsruimte stroomt

Opstelplaats

De plaats waar een verbrandingstoestel (maar ook een permanent opgesteld elektrisch toestel) is of kan worden geplaatst

Rookgasafvoer

Voorziening voor de afvoer van rookgassen

Stoichiometrische verbranding

Verbranding, waarbij juist die hoeveelheid zuurstof wordt toegevoerd, die nodig is voor een volledige verbranding

Toestelkraan

Handafsluiter of automatische afsluiter die behoort tot het gastoestel waarmee de gastoevoer wordt afgesloten of wordt geopend

Uitmonding

Uitstroomopening van een afvoervoorziening voor binnenlucht en/of rookgas

VATO

Valwindafleider/trekonderbreker

Verbruiksdruk

Druk van het stookgas bij de ingang van een appendage of gastoestel bij gasafname

Verduunningsfactor

Een dimensieloze factor voor de aanduiding van de hoeveelheid verontreinigde lucht of rook in de toegevoerde verse lucht

Voorziening voor gas

Voorziening die zich bevindt tussen het aansluitpunt in de meterruimte en het aansluitpunt ten behoeve van één of meer gastoestellen. OPMERKING: In de praktijk en in dit Kleintje Gas wordt hiervoor ook de term gasinstallatieleiding gebruikt. Het is toegestaan deze benaming te gebruiken zolang duidelijk is wat ermee bedoeld wordt

Werkdruk

Druk van het stookgas aan het begin van de voorziening voor gas bij maximale belasting

1 Inleiding

1.1 Wetgeving, normen en richtlijnen certificering

De wettelijke eisen aan gasinstallaties zijn vastgelegd in het Bouwbesluit (2003). In het Bouwbesluit staan de eisen voor opstelplaatsen voor toestellen en voor ventilatie en verbrandingsluchttoevoer. Verder wordt in het Bouwbesluit ook een aantal normen aangewezen, die daarmee ook een wettelijke status hebben. In de (Ministeriële) Regeling Bouwbesluit, die in principe jaarlijks wordt geactualiseerd, wordt vastgelegd welke versie van elke aangewezen norm van kracht is. De volgende normen met betrekking tot gasinstallaties worden aangewezen door het Bouwbesluit (de versie ten tijde van uitgifte van dit Kleintje Gas is hierbij vermeld).

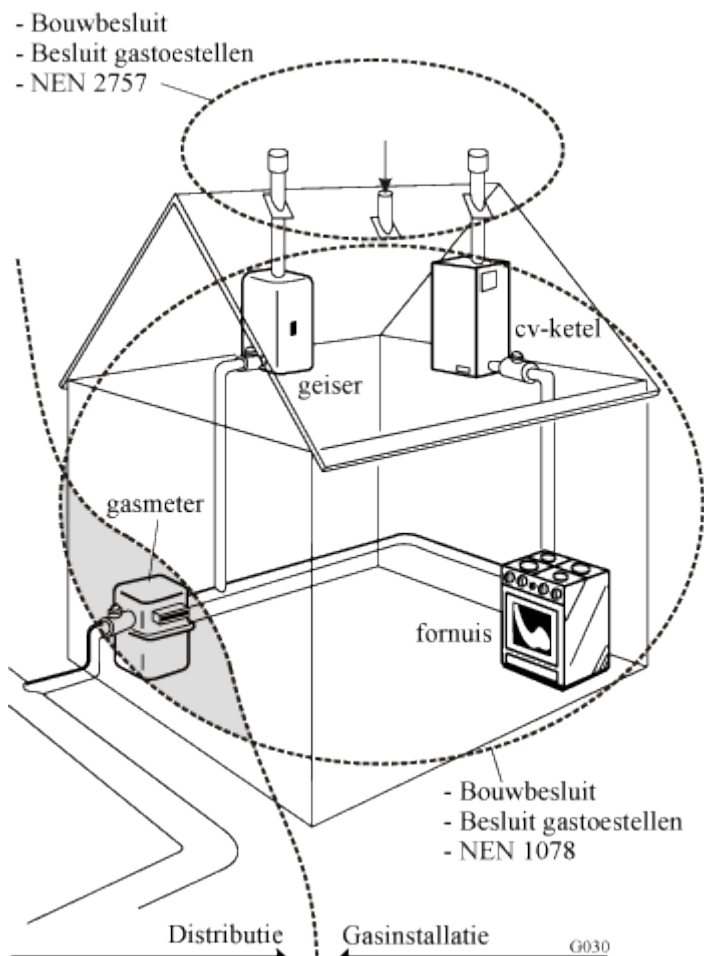
- NEN 1078 (2004) (prestatie-eisen) voor leidingwerk
- NEN-EN 1775 (2007) Functionele aanbevelingen voor gasleidingen in gebouwen
- NEN 1087 (2006 Ontwerp) (bepalingsmethoden) ventilatie
- NEN 2757 (2001) (bepalingsmethoden) voor rookafvoer en uitmondingen

Als leidraad voor aanleg wordt de NPR 3378-serie gehanteerd. Indien de aanleg plaatsvindt volgens deze praktijkrichtlijn, dan wordt voldaan aan de wettelijke eisen. Er zijn echter ook andere werkwijzen denkbaar om aan de wettelijke eisen te voldoen. Installatiebedrijven kunnen hun gastechnische vakbekwaamheid aantonen op de volgende manieren:

- Als KOMO-instal® gecertificeerd installateur, Hierbij wordt het installatieproces door een certificatie-instelling getoetst aan een Nationale Beoordelingsrichtlijn (BRL 6000). Het KOMO-instal® certificaat wordt vooral door grotere installatiebedrijven gebruikt.
- Als erkend installateur, via registratie bij de STERKIN. Hierbij onderwerpt hij zich aan steekproefswijze controles van uitgevoerde projecten door onafhankelijke inspectiebedrijven. Deze erkenningsregeling is vooral bedoeld voor kleinere installatiebedrijven.
- Als erkend installateur, via registratie bij de SEI. Een belangrijk verschil tussen de SEI en de STERKIN is dat bij Sterkin-installateurs gecertificeerde steekproeven op nieuwe installaties worden uitgevoerd. Deze erkenningsregeling is ook van toepassing op kleinere installatiebedrijven.

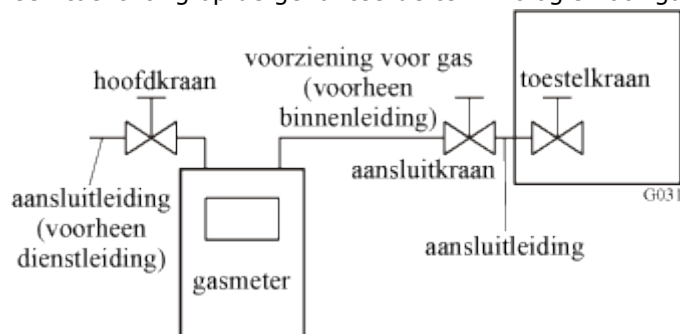
1.2 De gasinstallatie

Onderstaande afbeelding toont de opbouw van de gasinstallatie in een woning en de van toepassing zijnde regelgeving en normen.



Afb. 1.1 De normen die van toepassing zijn op de gasinstallatie

De benaming van de verschillende gasleidingonderdelen staat in afbeelding 1.2. Hoofdstuk 6 geeft een toelichting op de gehanteerde terminologie voor gasleidingen.



Afb. 1.2 Benaming van de gasleidingonderdelen

1.3 De aansluitleiding en de meterkast

1.3.1 Inleiding

Voor het aansluiten van een gebouw of woning op het gasnet moet een verbindingsleiding worden gelegd tussen de hoofdgasleiding en de gasinstallatieleiding. Deze verbindingsleiding, inclusief hoofdkraan, heet de aansluitleiding. Ook moet een gasmeetinrichting worden opgenomen waarmee het door de gasleverancier geleverde gas wordt gemeten ten behoeve van verrekening met de gasafnemer. In het verleden behoorden de gaslevering en de aanleg van alle leidingen en appendages tot aan de gasinstallatieleiding tot het exclusieve domein van het gas- of energiebedrijf. Sinds de komst van de Gaswet is dit gewijzigd. De energiebedrijven zijn opgesplitst in respectievelijk gasleveringsbedrijven en gastransportbedrijven. De gastransportbedrijven (ook

wel genoemd: netbeheerders) hebben de verantwoordelijkheid voor de aanleg en het beheer van het gastransportnet. Verder is de verantwoordelijkheid voor het aanleggen en het beheer van de aansluitleiding en het plaatsen van de gasmeter niet meer het exclusieve recht van de netbeheerder, maar behoren deze activiteiten tot het zogenaamde "vrije domein", oftewel ook anderen kunnen deze werkzaamheden uitvoeren. De netbeheerder stelt wel de technische voorwaarden vast waaraan de aansluitleidingen moeten voldoen.

1.3.2 Verantwoordelijkheid voor beheer en veiligheid

De partij die de aansluiting aanlegt hoeft deze nog niet per definitie in beheer te hebben. In de regel is dit de netbeheerder. Indien de netbeheerder, afgezien van de eigendomsvraag, het beheer voert over de meter en aansluiting is hij geheel verantwoordelijk voor de veiligheid ervan. Maar ook een andere partij kan het beheer hierover voeren. Indien een andere partij is aangewezen als beheerder van een meter of aansluiting, blijft de netbeheerder wegens het grote belang van veiligheid verantwoordelijk voor het oplossen van veiligheidsproblemen (hetgeen desnoods gedaan kan worden door de gastoevoer af te sluiten). Overigens zal waarschijnlijk het meterbeheer weer in handen van de netbeheerders worden gelegd.

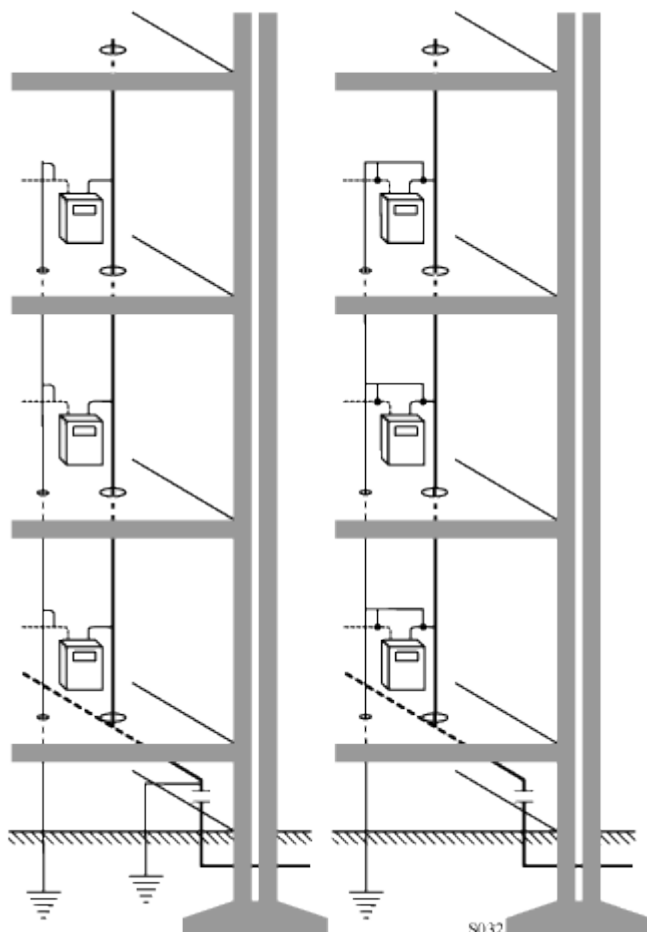
Daarnaast moet de netbeheerder technische en onderhoudsvoorwaarden stellen voor de aansluiting en de meter, ook als deze niet in zijn eigendom zijn. Ten slotte heeft de netbeheerder de taak om regelmatig gerichte voorlichting te geven aan eindafnemers over noodzakelijk onderhoud en veilig gebruik van toestellen en installaties. De verantwoordelijkheid voor de veiligheid van toestellen en installaties binnen de woning of het gebouw van de eindafnemer (dus vanaf de gasmeter) ligt bij de eigenaar of eindafnemer zelf.

1.3.3 Eisen aansluitleiding

De eisen voor aansluitleidingen staan in NEN 7244 deel 6. Meestal is sprake van een hoofdleidingnet van 100 of 30 mbar. Voor de aansluitleiding wordt meestal PE gebruikt, hoewel andere materialen ook worden toegestaan. Voor het **in pandige** deel van kunststof aansluitleidingen gelden de volgende beperkingen:

- Maximale bedrijfsdruk 100 mbar;
- Beschermd door metalen of kunststoffen mantelbuis;
- Alle verbindingen in de leiding, vanaf 1 m vóór de gevel tot en met de hoofdkraan in de meterkast, moeten trekvast zijn uitgevoerd.

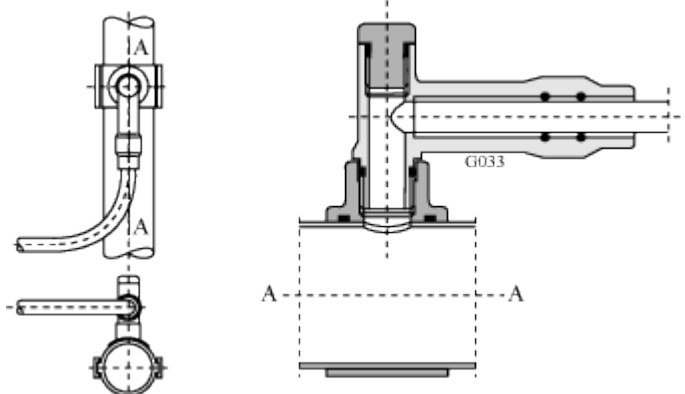
Voor kunststoffen aansluitleidingen worden dezelfde verbindingstechnieken gebruikt als gasinstallatieleidingen die in de grond worden gelegd (zie hoofdstuk 6). Metalen gasleidingen moeten zijn voorzien van een isolatiekoppeling bij de meter, om galvanische corrosie te voorkomen. De isolatiekoppeling wordt vanuit de hoofdleiding gezien vóór de eerste gasmeter aangebracht, bij voorkeur direct na uittrede uit de grond of fundering. Indien het in pandige deel van een metalen aansluitleiding korter is dan 5 m, dan hoeft deze niet te worden geaard. Indien deze langer is, dan moet deze wel worden geaard. Dit kan via het elektrisch overbruggen van de aangesloten gasmeters, of via een afzonderlijke aarding van de aansluitleiding, zie afbeelding 1.3.



Afb. 1.3 Aardingsmogelijkheden voor aansluitingen langer dan 5 m

1.3.4 Aansluiting op de hoofdleiding en eisen tracé

De toe te passen techniek is afhankelijk van het materiaal van de hoofdleiding. De verbinding van de PE aansluitleiding met het aftakhulpstuk kan loodrecht op de hoofdleiding. Bij stijve leidingmaterialen (staal, koper, PVC) wordt de aftakking vaak gemaakt met een bocht. Dit laatste wordt gedaan om buigspanningen bij bodemverzakkingen op te vangen. De richting van de bocht moet dan wel zodanig zijn dat daarin voorkomende schroefdraadverbindingen niet losgedraaid worden door eventuele zakking van de aansluitleiding.



Afb. 1.4 Aansluiting op de hoofdleiding
Tracé en gronddekking

- De bodembedekking boven de aansluitleiding moet gasdoorlaatbaar zijn en de leiding moet bereikbaar blijven;
- Gronddekking in particulier terrein: > 40 cm;

- Gronddekking in openbaar terrein: > 50 cm;
- Indien bedrijfsdruk ≥ 1 , bar: gronddekking > 80 cm (zowel in particulier als in openbaar terrein)

1.3.5 Afsluitbaarheid

Aansluitleidingen moeten direct voor de gasdrukregelaar/gasmeter zijn voorzien van een afsluiter (hoofdkraan). In de volgende situaties moet tevens een afsluiter aanwezig zijn in het leidingdeel dat zich buiten de woning of gebouw bevindt:

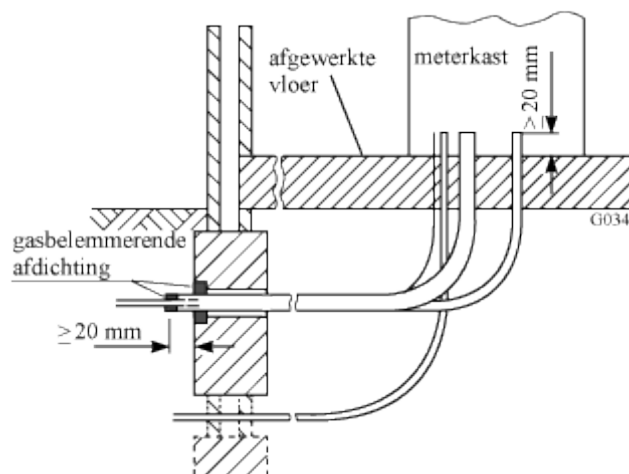
- Leiding met nominale middellijn (DN) ≥ 50 mm
- Bij bedrijfsdruk van ≥ 1 bar
- Gastoevoer voor vijf of meer woningen
- Gastoevoer voor object met verhoogd risico (scholen bijvoorbeeld)

De afsluiter moet permanent bereikbaar zijn en zich op een veilige afstand (bij voorkeur meer dan 10 m) van het gebouw bevinden.

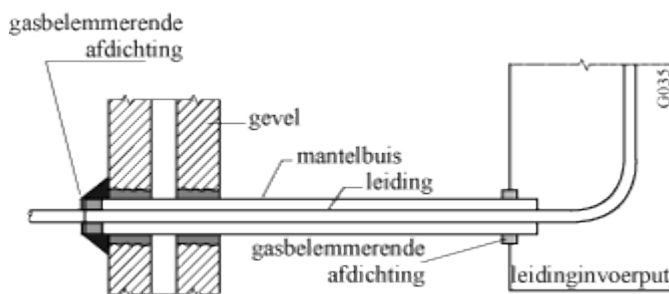
1.3.6 Geveldoorvoering

De bouwkundige voorzieningen ten behoeve van aansluitleiding, geveldoorvoering, mantelbuis en meterkast moeten voldoen aan NEN 2768. Meestal wordt de aansluitleiding ondergronds ingevoerd; bovengronds bij uitzondering. Mogelijke bouwkundige voorzieningen bij ondergrondse passage:

- systeem met uitsluitend mantelbuizen (zie afb. 1.5)
- systeem met mantelbuizen, gecombineerd met leidinginvoerput (zie afb. 1.6)
- systeem met flexibele mantelbuizen



Afb. 1.5 Doorvoerconstructies met uitsluitend mantelbuizen



Afb. 1.6 Doorvoerconstructies met invoerput en mantelbuizen
Dóór de gevel

In bovenstaande afbeeldingen is de mantelbuis in de gevel bevestigd. In gebieden met bodemverzakking kan de leiding gaan knikken bij de gevelinvoering. Is de gevelzakking minder dan

3 cm per jaar, dan is het voldoende om flexibel leidingmateriaal te gebruiken en dit met de nodige overlengte te leggen. Is de grondzakking groter, dan moet een flexibel element worden aangebracht voor de gevel, bijvoorbeeld door het leggen van een lus in de aansluitleiding.

Onder de gevel

Bij sterk zakkende grond (> 3 cm/jaar) kan de aansluitleiding ook onder de gevelbalk als volgt worden doorgevoerd:

- Aansluitleiding uit één stuk PE, trekvast verbonden met hoofdleiding
- Flexibele mantelbuis
- Een relatief grote bochtstraal met overlengte aanhouden bij de doorvoer van de leiding door de begane grondvloer

Aansluitleidingen in ontoegankelijke ruimten boven de begane grondvloer moeten in metaal zijn uitgevoerd. Het deel in een toegankelijke ruimte (bijv. kelder, hal, gang) moet ook in metaal zijn uitgevoerd en als gasleiding zijn gemarkeerd, bijvoorbeeld door deze in een gele kleur uit te voeren. Een kunststof aansluitleiding moet in de meterkast zijn beschermd door een mantelbuis met een wanddikte ≥ 3 mm, waarin de gasleiding is gecentreerd.

1.3.7 Beproeving van aansluitleidingen

Een nieuwe aansluitleiding moet vanaf het aftakpunt tot en met de hoofdkraan/afsluiter (indien nodig in gesloten stand) voor ingebruikname worden beproefd op sterkte en dichtheid. Meestal gebeurt dit met lucht. De minimum waarden voor een 30 mbar en een 100 mbar deelnet met betrekking tot de beproevingsdruk en beproevingsduur staan in tabel 1.01.

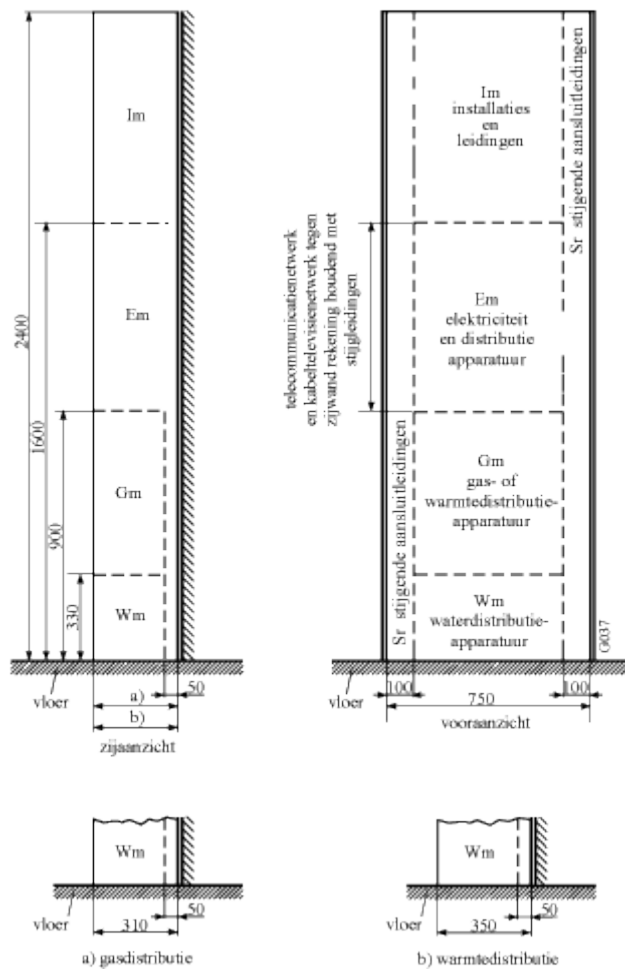
Tabel 1.01 Minimum waarde beproevingsdruk

Deelnet	Sterktebeproeving		Dichtheidsbeproeving	
	Druk	Tijd	Druk	Tijd
30 mbar	1,0 bar	5 minuten	40 mbar	5 minuten
100 mbar	1,0 bar	5 minuten	200 mbar	5 minuten

De beproeving kan worden uitgevoerd als een verschildrukmeting met een referentievat, of via een directe meting van de drukdaling met een vloeistofmanometer of elektronische drukmeter. De drukmeetapparatuur moet een drukdaling van 0,1 mbar kunnen weergeven bij het aflezen. De leiding wordt als gasdicht beschouwd indien geen aanwijsbare drukdaling optreedt tijdens de voorgeschreven beproevingstijd.

1.3.8 Meterkasten

Voor het maken van meterkasten wordt gebruik gemaakt van de norm NEN 2768. In de aanvulling op deze norm wordt overigens de term "meterruimte" gebruikt in plaats van "meterkast". Verder worden door de netwerkbedrijven Richtlijnen voor meterkasten ter beschikking gesteld ten behoeve van aannemers. Deze Richtlijnen geven een toelichting op NEN 2768 en op het Bouwbesluit. Maatvoeringen zijn in tekening weergegeven. Niet iedere woning heeft dezelfde meterkast. Er zijn versies van de Richtlijnen voor laagbouwwoningen, hoogbouwwoningen en voor woningen met stadsverwarming. In afbeelding 1.7 staat een voorbeeld van de indeling van een meterkast en in afbeelding 1.8 staat een foto van zo'n meterkast.



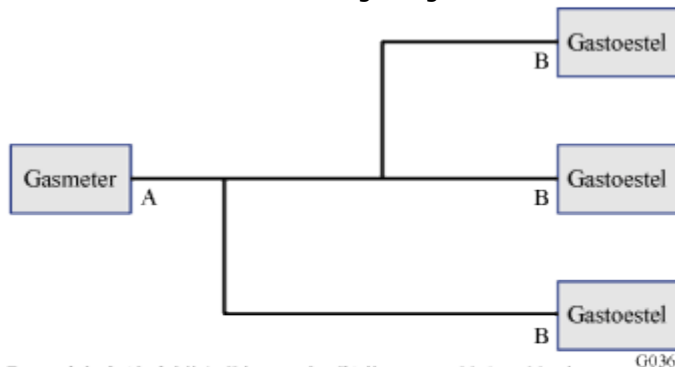
Afb. 1.7 Voorbeeld indeling en maatvoering meterkast van een laagbouwwoning volgens NEN 2768



Afb. 1.8 Meterkast van een laagbouwwooning

1.4 Gasdruk

De **werkdruk** is de gasdruk aan het begin van de gasinstallatieleiding, dus direct na de gasmeter, terwijl de toestellen in bedrijf zijn. De nominale werkdruk bedraagt bij woninginstallaties 25 mbar, maar ligt in de praktijk meestal rond de 28 mbar. De **verbruiksdruk** (ook wel "voordruk" genoemd) is de druk bij de ingang van een gastoestel, dus vóór het regelblok, terwijl dat toestel in bedrijf is. De nominale verbruiksdruk voor huishoudelijke toestellen bedraagt 25 mbar. De **sluitdruk** van de huisdrukregelaar is de druk die na verloop van tijd kan ontstaan in de binneninstallatie wanneer er geen gasverbruik is.



De werkdruk (druk bij A tijdens verbruik) ligt tussen 23,4 en 30 mbar
De sluitdruk (druk bij A tijdens geen verbruik) is maximaal 35 mbar
De verbruiksdruk (druk bij B tijdens verbruik) ligt tussen 20 en 30 mbar

Afb. 1.9 Overzicht van toelaatbare drukken in huishoudelijke gasinstallaties

2 Gastoestellen

2.1 Verbranding

2.1.1 Samenstelling aardgas

Aardgas is een gasmengsel dat gasvormige koolwaterstoffen en inerte gassen bevat. Het hoofdbestanddeel is methaan. Verder bevat aardgas ook kleinere percentages hogere koolwaterstoffen. Gronings aardgas bestaat uit de volgende hoofdbestanddelen:

- 81,3 % methaan (CH_4)
- 0,61 % hogere koolwaterstoffen
- 14,35 % stikstof (N_2)
- 0,89 % kooldioxide (CO_2)

2.1.2 Enkele gastechnische begrippen

De **belasting** van een verbrandingstoestel is de hoeveelheid energie in de vorm van brandstof, die per tijdseenheid aan dat toestel wordt toegevoerd. Voor een gasvormige brandstof komt dit overeen met de hoeveelheid gas die per tijdseenheid wordt toegevoerd, vermenigvuldigd met de calorische waarde van het gas.

Calorische bovenwaarde (H_s) is de hoeveelheid warmte die per volume-eenheid bij volledige verbranding wordt gevormd.

Calorische onderwaarde (H_i) is de calorische bovenwaarde minus de condensatiewarmte.

Afhankelijk van de keuze voor hetzij de calorische boven- dan wel onderwaarde wordt de belasting dan ook opgegeven als belasting op bovenwaarde (B_s), dan wel onderwaarde (B_i). Eenheid belasting: kW. Voor aardgas is de calorische onderwaarde ca. 10% lager dan de calorische bovenwaarde.

Dauwpunt: Bij afkoeling van het rookgas zal bij een bepaalde temperatuur de daarin aanwezige waterdamp gaan condenseren. Deze temperatuur wordt het dauwpunt genoemd. Van de bij de

condensatie vrijkomende warmte, de **condensatiewarmte**, maken HR-ketels nuttig gebruik. Bij stoichiometrische (= volledige) verbranding van Gronings aardgas is het dauwpunt 59 °C. In de praktijk is er altijd sprake van een bepaalde **luchtvermaat** om een volledige verbranding te verkrijgen. Bij een luchtvermaat van 30% is het dauwpunt 54,3 °C.

Het **vermogen** van een toestel is de hoeveelheid energie die per tijdseenheid nuttig wordt afgegeven aan het medium. Eenheid: kW.

Het **rendement** is de verhouding tussen de nuttig afgestane energie aan het medium en de via het gas aangeboden warmtehoeveelheid. Voor een verbrandingstoestel geldt: $\eta = (\text{vermogen}/\text{belasting}) \times 100\%$. Het rendement kan zowel op de calorische bovenwaarde (η_s) als op de calorische onderwaarde (η_i) zijn gebaseerd. Voor Gronings aardgas geldt voor een gegeven toestel: $\eta_s = 0,9 \times \eta_i$

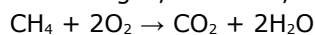
Ontstekingsgrenzen of explosiegrenzen: De concentratie van een gas in lucht, waarboven of waar beneden het mengsel niet meer zelfstandig brandt nadat het tot ontsteking is gebracht. Een mengsel kan alleen worden ontstoken als de hoeveelheid gas in dat mengsel binnen bepaalde concentratiegrenzen ligt.

2.1.3 Belangrijkste kenmerken Gronings aardgas

- Relatieve dichtheid ten opzichte van lucht $d = 0,64$.
- Calorische bovenwaarde $H_s = 35,17 \text{ MJ/m}^3$ (0 °C en 1013,25 mbar)
- Calorische onderwaarde $H_i = 31,65 \text{ MJ/m}^3$ (0 °C en 1013,25 mbar)
- Explosiegrenzen bij kamertemperatuur en atmosferische druk:
Onderste explosiegrens (LEL) = 5,8 % gas in gas/luchtmengsel
Bovenste explosiegrens (UEL) = 15,9 % gas in gas/luchtmengsel
- Zelfontbrandingstemperatuur bij atmosferische druk ca. 700 °C

2.1.4 Verbranding van aardgas

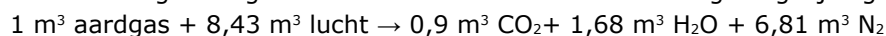
Verbranding, waarbij juist die hoeveelheid zuurstof wordt toegevoerd, die nodig is voor een volledige verbranding, noemt men **stoichiometrische verbranding**. Voor het hoofdbestanddeel van aardgas, methaan, is de chemische reactievergelijking:



Ervan uitgaande dat in één m^3 van een gas altijd eenzelfde aantal moleculen voorkomt, kan worden geconcludeerd dat voor volledige verbranding van 1 m^3 methaan 2 m^3 zuurstof nodig is. Er ontstaan dan 1 m^3 kooldioxide en 2 m^3 waterdamp. Aangezien lucht voor ca. 21% uit zuurstof en voor 79% uit stikstof bestaat, is $2 \text{ m}^3 \times (100/21) = 9,52 \text{ m}^3$ lucht nodig. Deze hoeveelheid lucht bevat tevens $9,52 - 2 = 7,52 \text{ m}^3$ stikstof. Aangezien stikstof niet deelneemt aan de verbranding, zal deze hoeveelheid ook in het verbrandingsgas worden teruggevonden (dit op de vorming van kleine hoeveelheden stikstofoxiden na). De verbranding van methaan met lucht verloopt als volgt: $1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 + 9,52 \text{ m}^3 \text{ lucht} \rightarrow 1 \text{ m}^3 \text{ CO}_2 + 2 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O} + 7,52 \text{ m}^3 \text{ N}_2$

Voor alle componenten, waaruit aardgas bestaat, kunnen op deze wijze de benodigde luchthoeveelheden worden berekend. Op basis van de samenstelling van het aardgas kan dan de luchtbehoefte en rookgassamenstelling worden berekend.

Voor Gronings aardgas is de stoichiometrische verbrandingsvergelijking:



Wanneer de waterdamp wordt gecondenseerd ontstaat er dus per m^3 aardgas $0,9 + 6,81 = 7,71 \text{ m}^3$ droog rookgas. Het CO_2 -gehalte daarin bedraagt $(0,9/7,71) \times 100\% = 11,7\%$. Om een gegarandeerde volledige verbranding te bereiken zal in de praktijk altijd sprake zijn van een bepaalde luchtvermaat. Het CO_2 -gehalte in het rookgas zal daardoor altijd lager zijn dan 11,7%. Indien onvolledige verbranding optreedt, door bijv. een luchttekort (ondermaat) of een slecht verlopend verbrandingsproces, kan koolmonoxide (CO) worden gevormd. De CO-productie is dan ook een maat voor de kwaliteit van de verbranding. Om de invloed van luchtvermaat uit te schakelen worden de volgende maatstaven gebruikt voor de volledigheid van de verbranding:

Giftigheidsindex GI

Dit is de verhouding tussen het percentage CO en het percentage CO_2 in het rookgas, vermenigvuldigd met 100. In formulevorm:

$$GI = \frac{[CO]}{[CO_2]} \times 100$$

CO_{lucht}vrij

Voor Gronings aardgas wordt dit berekend met de formule:

$$[CO_{\text{lucht}vrij}] = \frac{11,7}{[CO_2]} \times [CO]$$

Aan te houden waarden voor de GI of CO_{lucht}vrij in rookgas kunnen zijn gegeven door bijvoorbeeld toestelfabrikanten. Zie verder ook hoofdstuk 10 over onderhoud. Voor CO in omgevingslucht geldt een MAC-waarde (Maximaal Aanvaarde Concentratie) van 25 ppm.

2.2 Toestelclassificatie

2.2.1 Algemeen

Gastoestellen met CE markering zijn, op basis van de afvoerwijze van het rookgas, voorzien van:

- een A voor een afvoerloos toestel;
- een B voor afvoergebonden open toestel;
- een C voor een gesloten toestel.

Tevens zijn toegevoegd:

- 1 of 2 cijfers voor een nadere typering of;
- kleine letters die een beveiliging aanduiden.

In de volgende paragraaf zijn de in Nederland voorkomende toesteltypen gegeven. Een indeling van alle typen toestellen is te vinden in de NPR CEN/TR 1749.

2.2.2 Voorbeelden

Type A1_{AS} is een afvoerloos toestel met natuurlijke afvoer en atmosfeerbeveiliging. Type B11_{BS} is een afvoergebonden open toestel met natuurlijke afvoer met afvoerbeveiliging (TTB). De cijfercode bij de type B- en C-toestellen bestaat uit twee cijfers.

Het **eerste** cijfer bij het B-toestel betekent een toestel:

- 1 = met trekonderbreker
- 2 = zonder trekonderbreker

Het **eerste** cijfer bij het C-toestel betekent een toestel:

- 1 = met horizontale geveldoorvoering
- 3 = met verticale dakdoorvoering
- 4 = voor CLV-systeem
- 5 = met uitmonding en instroming in verschillend drukgebied
- 6 = aangesloten op universele dak- of muurdoorvoering
- 8 = voor half CLV-systeem

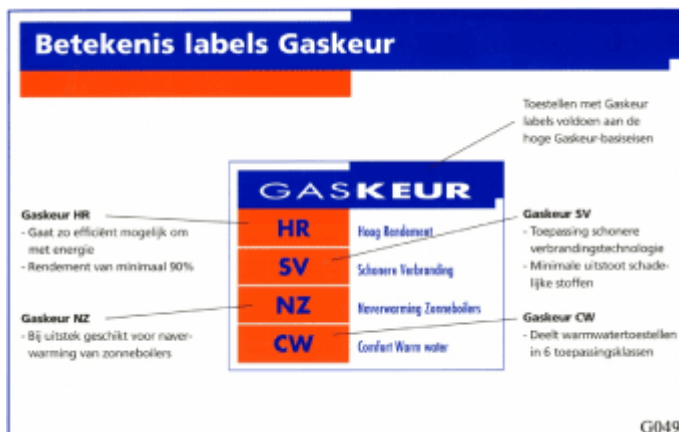
Het **tweede** cijfer voor zowel het type B- als C-toestel staat voor:

- 1 = natuurlijke afvoer, geen ventilator
- 2 = ventilator in de rookgasafvoer
- 3 = ventilator in de luchttoevoer

2.3 Keuring

Per 1 januari 1996 is het verplichte GIVEG-keurmerk voor gastoestellen vervallen. Vanaf 1 januari 1992 mocht het CE-merk worden verleend en is vanaf 1 januari 1996 verplicht. Het CE-keur is vooral gericht op veiligheid. Verschillen in energie-efficiency en comfortlevering zijn niet uit de CE-markering te halen. Daarvoor wordt aanvullend het vrijwillige kwaliteitsmerk GASKEUR gevoerd voor cv- en warmwatertoestellen. Het GASKEUR-merk kan worden aangevuld met de volgende labels:

- HR 100, HR 104 en HR 107 voor hoge cv-rendementen
- HRww voor hoge warmwaterrendementen
- SV (Schonere Verbranding) voor lage NO_x-emissie
- CW 1 t/m CW 6 voor comfortniveau warmwater
- NZ: geschikt als naverwarmer voor zonneboiler



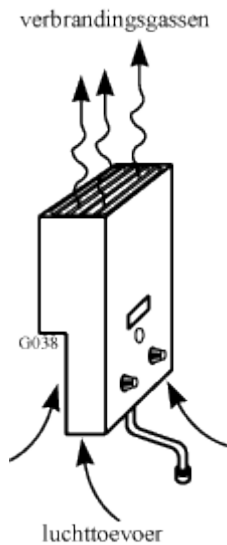
Afb. 2.1 Voorbeeld van GASKEUR met aanvullende labels

Zie voor zowel de klasse-indeling voor warmwatercomfort als voor de beschrijving van zonneboiler systemen het Kleintje Water, dat in dezelfde reeks als dit Kleintje Gas is uitgegeven.

2.4 Soorten gastoestellen

2.4.1 Type A₁: open, afvoerloos toestel (geiser)

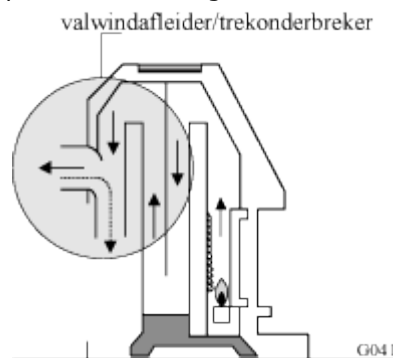
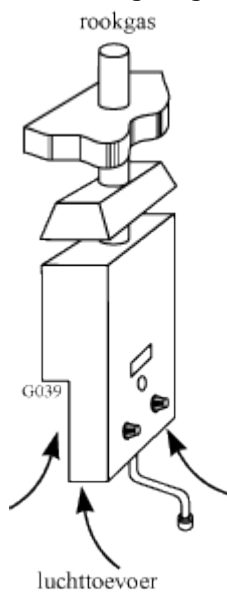
Bij een afvoerloze geiser wordt verbrandingslucht betrokken uit de opstelplaats, het rookgas komt in de opstelplaats. Daarom is ventilatie nodig voor toevoer van verbrandingslucht en afvoer van rookgas uit de opstelplaats. Nieuwe toestellen hebben een atmosfeerbeveiliging.



Afb. 2.2 Open afvoerloos toestel

2.4.2 Type B₁₁: Open, afvoergebonden toestel met VATO (geiser, cv-ketel of gasboiler)

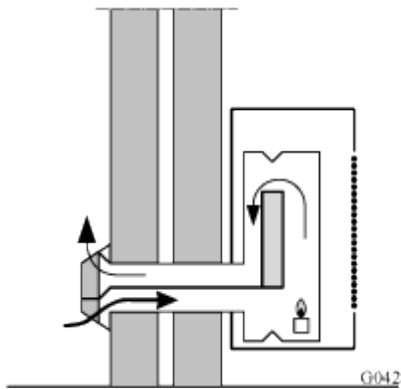
De VATO (valwindafleider/ trekonderbreker) zorgt ervoor dat trek of valwind in het afvoerkanaal geen invloed heeft op de werking van het toestel. De VATO voorkomt ook dat vuil uit het afvoersysteem op de warmtewisselaar valt. Verbrandingslucht wordt betrokken uit de opstelplaats. Daarom is een luchttoevoeropening nodig. Let op juiste middellijn van het afvoersysteem, verhouding lengte en trekhoogte en plaats uitmonding.



Afb. 2.3 Open afvoergebonden toestel, geiser (links) en gaskachel (rechts)

2.4.3 Type C₁₁: Gesloten toestel met horizontale geveldoorvoer (bijv. gevelkachel)

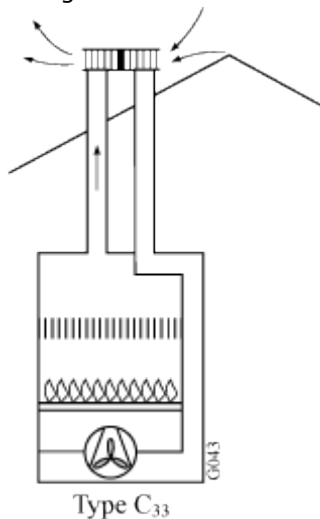
Dit is een gesloten toestel voor lokale verwarming van de opstelplaats. Gecombineerde luchtinlaat en uitmonding rookgas in buitengevel.



Afb. 2.4 Gevelkachel

2.4.4 Type C₃₃: Gesloten toestel met verticale dakdoorvoer (bijv. cv-ketel)

Dit is een gesloten toestel voor bijv. centrale verwarming. Met gecombineerde luchtinlaat en rookgasafvoer en de ventilator zit in de luchttoevoerzijde van het toestel.

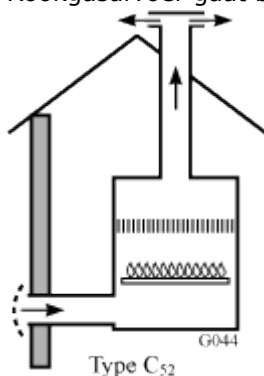


Type C₃₃

Afb. 2.5 Gesloten cv-toestel met verticale dakdoorvoer

2.4.5 Type C₅₂: Gesloten toestel met uitmonding en instroming in verschillend drukgebied (bijv. cv-ketel)

Dit is een gesloten toestel voor bijv. centrale verwarming. Luchttoevoer gaat via de buitengevel. Rookgasafvoer gaat bijv. via het dak. Met ventilator in de rookgasafvoer.

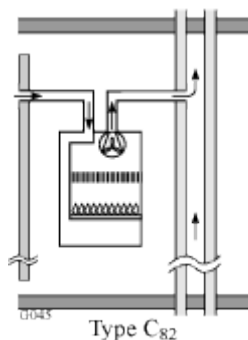


Type C₅₂

Afb. 2.6 Gesloten cv-toestel, verschillend drukgebied

2.4.6 Type C₈₂: Gesloten toestel, voor half CLV-systeem (bijv. cv-ketel)

Dit is een gesloten toestel voor bijv. centrale verwarming. Dit toestel met ventilator in rookgasafvoer is geschikt om te worden aangesloten op een gecombineerd luchttoevoer- en rookgasafvoersysteem (CLV, zie ook paragraaf 4.9). Individuele luchttoevoer uit de gevel.



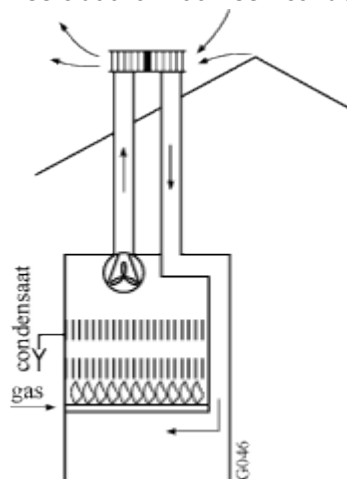
Afb. 2.7 Gesloten cv-toestel, half CLV-systeem

2.5 Duurzame gastoestellen

In Nederland worden steeds vaker duurzame gastoestellen toegepast in de gebouwde omgeving. Ze zijn vaak efficiënter, milieuvriendelijker, maar vooral ook zuiniger met gas dan conventionele gastoestellen. Hierna worden er enkele toegelicht.

2.5.1 HR-ketel

Het meest toegepast is de HR-ketel. In de gebouwde omgeving is ca. de helft van de verwarmingsketels op dit moment een HR-ketel. De HR-ketel heeft een vergrote warmtewisselaar waarmee de condensatiewarmte uit de rookgassen wordt benut voor verwarming. Een HR-ketel heeft daarom ook een condensafvoer die op de riolering aangesloten moet worden.

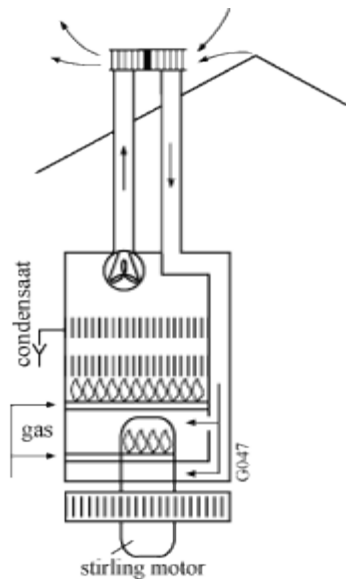


Afb. 2.8 Vergrote warmtewisselaar bij HR-ketel

Kenmerken: gesloten toestel met gecombineerde luchttoevoer en rookgasafvoer. Vaak in combiketel-uitvoering voorzien van een tapspiraal of voorraadvat voor warm tapwater. HR-ketels werken altijd met mechanisch lucht- en rookgastransport.

2.5.2 HRE-ketel

Een nieuwe ontwikkeling is de opkomst van micro-wkk (warmtekrachtkoppeling), ook wel HRE-ketel genoemd. Deze ketel wekt zowel warmte als elektriciteit op. De HRE-ketel bestaat uit een (kleine) aardgasgedreven stirling-motor en uit een conventionele HR-ketel. De energie-opwekking gebeurt met minimaal energieverlies, omdat de restwarmte van de motor gebruikt wordt voor ruimteverwarming en verwarming van tapwater. De HR-ketel komt tijdelijk bij als er meer warmte nodig is dan de aardgasmotor kan leveren. De HRE-ketel is daarom ook voorzien van 2 gasregelblokken; één voor de stirling-motor en één voor het HR-cv gedeelte.



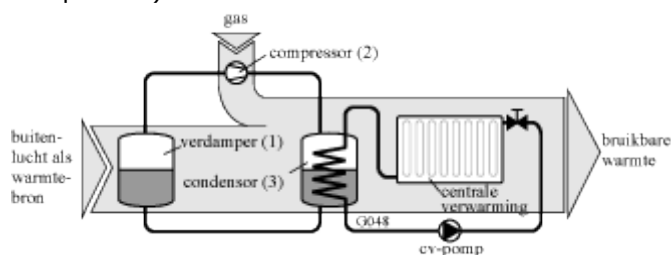
Afb. 2.9 Micro-warmtekrachtkoppeling (HRE-ketel)

Kenmerken: Gesloten toestel. Luchttoevoer en rookgasafvoer via ventilator. De huidige generatie micro-wkk-units zijn nog behoorlijk zwaar, waardoor de plaatsing op de bovenste verdieping (zolder) nog erg moeilijk is. In woningen kan dat soms problemen opleveren, zeker in relatie tot de benodigde luchttoevoer en rookgasafvoer. De verwachting is dat op de lange termijn de apparaten een omvang en gewicht krijgen dat overeenkomt met de HR-ketel, waarbij de gas-, water- en luchtzijdige aansluitingen voor de installateur ook niet wezenlijk anders zullen zijn dan wat hij tot op heden gewend is. Het maximale thermisch vermogen ligt tussen de 24-28 kW; het elektrisch op te wekken vermogen bedraagt ca. 1 kW. Naar verwachting zal de HRE-ketel de komende jaren een grote vlucht nemen in de Nederlandse huishoudens. Grootschalige marktintroductie wordt verwacht in 2008/2009.

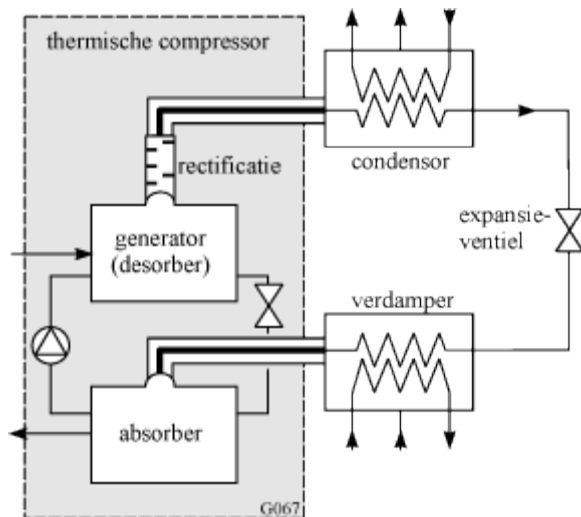
Informatie over micro-wkk wordt uitvoerig beschreven in ISSO-rapport "individuele micro warmtekracht in woningen".

2.5.3 Gaswarmtepomp

Een warmtepomp kan worden ingezet om omgevingswarmte op te waarderen van een laag naar een hoger temperatuurniveau. Hierdoor is het mogelijk warmte te produceren met een hoog rendement. De door een warmtepomp geproduceerde warmte wordt als duurzaam beschouwd. Aan de compressor (warmtepomp) wordt energie toegevoerd, waarbij de warmtebron lucht of water is. De energie-toevoer geschiedt door middel van een elektro-, gas- of dieselmotor, of anderszins. Er kan bijv. buitenlucht in de verdamper worden gekoeld en de verkregen warmte in het koelsysteem worden opgenomen. In de condensor wordt deze warmte met de door de compressor ontwikkelde warmte afgegeven aan het te verwarmen medium bijv. het water van de centrale verwarming. Bij gebruikmaking van gas kan er sprake zijn van de gasmotorwarmtepomp (met een mechanische compressor) of de gasabsorptiewarmtepomp (met een thermische compressor).



Afb. 2.10 Principe gasmotorwarmtepomp



Afb. 2.11 Principe gasabsorptiewarmtepomp

Kenmerken: Gasgedreven warmtepompen worden meestal in grotere eenheden toegepast. Rendabele toepassingen zijn denkbaar bij een combinatie van lage-temperatuurverwarming en koelbehoefte. De keuze van de verhouding bijstookvermogen en warmtepomp is essentieel. Informatie over het toepassen van warmtepompen in de gebouwde omgeving is uitvoerig beschreven in ISSO-publicatie 80.

3 Opstelplaats

3.1 Algemeen

Bouwbesluit 2003 noemt de plaats waar een verbrandingstoestel (maar ook een permanent opgesteld elektrisch toestel) is of kan worden geplaatst een opstelplaats.

3.1.1 Sterkte van de bouwconstructie

Elke opstelplaats van een gastoestel moet bouwkundig zo zijn ontworpen en uitgevoerd, dat bij een onverhoopte explosie in die ruimte de hoofddraagconstructie van een woning of gebouw het niet begeeft. Met andere woorden het gebouw mag daardoor niet instorten.

Plaatselijke deformaties en beschadigingen zijn uiteraard bij een gasexplosie niet te vermijden. Als in het bouwkundig ontwerp een aansluitpunt voor gas is aangewezen, dan mag men uitgaan van een solide hoofddraagconstructie.

De ontwerper (architect) wijst de opstelplaatsen van gastoestellen in de ontwerpfase van een gebouw aan. De bouwkundig constructeur toetst of de hoofddraagconstructie bestand is tegen een gasexplosie. Wordt tijdens de uitvoeringsfase van een nieuwbouwwerk een nieuw gasaansluitpunt voorgesteld, dan stelt de bouwkundige vast of de aanpassing van invloed is op de sterkte van de hoofddraagconstructie.

3.1.2 Toevoer en afvoer

De opstelplaats van een verwarmingstoestel moet zijn voorzien van een toevoer van verbrandingslucht en afvoer van rookgas van voldoende grootte. Warmwatervoorraadtoestellen, combitoestellen moeten zijn voorzien van een inlaatcombinatie in de koud water toevoerleiding. Daarnaast moet er voor HR-toestellen een voorziening aanwezig zijn voor het afvoeren van expansie-en/of condenswater naar het riool. Voor de uitvoering daarvan zie paragraaf 4.5.

3.2 Kenmerken

3.2.1 Woningventilatie

Woning met natuurlijke ventilatie

In beginsel zijn er geen beperkingen voor gastoestellen.

Woning met mechanische ventilatie

In een woning met mechanische ventilatie (mechanische afzuiging of gebalanceerde ventilatie) mogen geen open, afvoergebonden toestellen met natuurlijke afvoer (type B11) worden geplaatst. In sommige gevallen zijn open toestellen met ingebouwde ventilator (type B22- of type B23-toestellen) wel mogelijk. Zie hiervoor de instructies van de fabrikant. Gesloten toestellen (type C) zijn ook mogelijk.

De volgende voorzieningen mogen alleen worden toegepast in combinatie met type A- en B-toestellen, indien is vastgesteld dat het afvoersysteem van deze gastoestellen in alle bedrijfssituaties goed en veilig blijft functioneren:

- Badkamer- of toiletventilator
- Afzuigkap met ventilator

Het is een misverstand te veronderstellen dat open *afvoerloze* toestellen (type A-geisers) en permanente mechanische ventilatie niet samen gaan. De verwarring is wel te begrijpen omdat het niet is toegestaan in een woning met permanente mechanische ventilatie een open *afvoergebonden* toestel zonder ventilator, type B11 (en dus met trekonderbreker) op te stellen. Dit omdat door de onderdruk van de mechanische ventilatie rookgas uit de trekonderbreker kan stromen. Voor open afvoerloze toestellen levert de onderdruk in de woning door mechanische ventilatie echter geen bezwaar. Deze combinatie kan daarom wel worden toegepast.

3.2.2 Ruimten

Een ruimteverwarmingstoestel (kachel) staat in de te verwarmen ruimte.

Een cv-ketel kan bijna overal in een woning zijn geplaatst. Een verwarmingstoestel mag slechts in een badruimte worden geplaatst als het een gesloten toestel betreft. Tevens moet de weerstand tegen de indringing van vocht minimaal voldoen aan de bij de betreffende zone behorende beschermingsgraad (IP-classificatie). De zone-indeling is weergegeven in NEN 1010.

Uitleg over de zone-indeling staat tevens in ISSO-zakboekje "Kleintje Water". De badruimte moet blijven voldoen aan het minimumvloeroppervlak van 1,6 m², exclusief het vloeroppervlak dat het toestel zelf inneemt.

Een type A-geiser mag worden geplaatst onder de volgende voorwaarden:

1. Belasting $B < 15 \text{ kW}$
2. Inhoud ruimte $V \geq 10 \text{ m}^3$
3. Niet in een bad- of doucheruimte of in een ruimte die daar direct mee in verbinding staat. Van een directe verbinding is sprake indien slechts één tussendeur de opstelplaats van de bad- of doucheruimte scheidt.
4. Type A-geisers moeten zijn voorzien een atmosfeerbeveiliging. Type A-geisers met CE-markering zijn hiervan voorzien. De atmosfeerbeveiliging moet zich tenminste 1,20 m boven de vloer bevinden.

In een garage mag geen type A- of type B-toestel worden geïnstalleerd.

3.2.3 Brandveiligheid

Het toestel met zijn afvoer mag geen afbreuk doen aan de brandveiligheid van de ruimte. Het installatievoorschrift van de toestelfabrikant vermeldt de wijze van installeren. Het is verboden brandbaar materiaal, zoals papier, in de onmiddellijke omgeving van het toestel op te slaan.

3.2.4 Hoeveel ruimte heeft een toestel nodig?

Het Bouwbesluit eist alleen voor een kooktoestel in de keuken een minimumomvang voor de plaatsruimte. Dat oppervlak is 0,60 m x 0,60 m.

Er moet voldoende plaatsruimte zijn om het toestel te kunnen bedienen en te onderhouden. Als er geen gegevens, zoals het installatievoorschrift van de fabrikant, bekend zijn geldt voor de minimale vrije ruimte:

- 1,0 m vóór het toestel

- 0,1 m naast het toestel
- 0,5 m boven het toestel
- 1,0 m boven een kooktoestel

3.3 Beluchting C-toestel

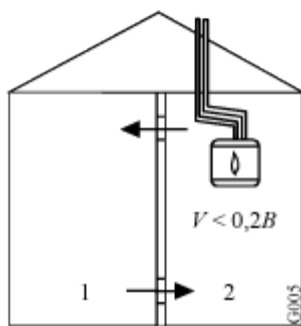
3.3.1 Algemeen

Het Bouwbesluit stelt voor type C-toestellen geen speciale eisen aan de beluchting. Ventilatie van de opstelplaats is nodig om de ruimtetemperatuur in de hand te houden tot maximaal 40 °C. Ventilatie is ook nodig om eventuele gaslucht als gevolg van geaccepteerde ondichtheid van componenten, zoals gasblok en kranen, af te voeren. Die hoeveelheid is echter zo gering dat de normale beluchting altijd toereikend is.

3.3.2 Openingen

Als het installatievoorschrift van de fabrikant daarover niets vermeldt luidt het advies:

- De inhoud van de nevenruimte (1, zie afb. 3.1.) moet groter zijn dan $0,2 B \text{ m}^3$ (B is de belasting in kW op bovenwaarde);
- Is de inhoud van de opstellingplaats (2) kleiner of gelijk aan $0,2 B \text{ m}^3$ dan moet boven en onderin de opstelplaats een opening worden aangebracht van minimaal $B \text{ cm}^2$ met een minimum van 50 cm^2 .



Afb. 3.1 Opstelplaats voor C-toestel (met belasting B) met ventilatie uit nevenruimte

3.4 Beluchting B-toestel

3.4.1 Algemeen

De benodigde verbrandingslucht reguleert ook de temperatuur in de ruimte. Plaats het gastoestel niet pal voor of naast een toevoeropening voor lucht in de buitengevel (ter voorkoming van bevriezing en verstoring van het verbrandingsproces).

3.4.2 Plaats van de opening in gevel of dak van woning

De toevoeropening voor de verbrandingslucht moet in de gevel op ten minste 2 m van de perceelsgrens zijn aangebracht, loodrecht gemeten vanuit de perceelsgrens. Verbrandingslucht voor een type B-toestel mag alleen door een niet-afsluitbare opening in de gevel of dak van de woning worden aangevoerd.

3.4.3 Grootte van de opening

De instroming van verbrandingslucht van buiten naar een toestel in een gebouw ondervindt weerstand en daardoor treedt er drukverlies op. Dit drukverlies moet overwonnen worden. Een toestel met natuurlijke afvoer van rookgas creëert een natuurlijke trek die het drukverlies overwint. Bij een mechanische afvoer wordt het drukverlies door een ventilator goed gemaakt. Het Bouwbesluit schrijft qua grootte van de toevoeropeningen niets voor, wel de volumestroom van de verbrandingslucht. Tabel 3.01 is gebaseerd op een drukval van circa 1 Pa over de toevoeropening. De lichtsnelheid door de opening is circa 0,8 m/s.

De grootte van de toevoeropening voor verbrandingslucht is niet alleen afhankelijk van de belasting, maar ook van het soort toestel, immers de benodigde (verbrandings-) luchtvermaat verschilt per toestel. In tabel 3.01 is daarmee rekening gehouden. Aangenomen is dat de toevoeropening voor verbrandingslucht de enige opening is. In de formule voor de doortocht in cm^2 is de belasting B gegeven in kW op bovenwaarde (bw). Voor inpandige opstelling wordt/worden de opening(en) in de binnenmuur tweemaal zo groot als die in de buitenmuur.

Tip:

Houd bij fabrieksmatig vervaardigde roosters rekening met extra weerstanden in de luchtweg in de vorm van gaas, vernauwingen of richtingsveranderingen van de luchtstroom.

Van fabrieksmatig vervaardigde roosters is vaak ook een karakteristiek bekend; zie de documentatie van de fabrikant.

Tabel 3.01 Oppervlak van de toe- en afvoeropeningen in een buitengevel bij afvoergebonden toestellen.

soort verbrandingstoestel en constructie	luchtbehoefte	oppervlakte
	[m^3/s]	doorlaat [cm^2]
Open toestel met trekonderbreker (B11), Blokkenvuurtoestel type I (B11)	$0,78 \times 10^{-3} \times B$	$5 \times B$
Open toestel met transportventilator (B22, B23)	$0,38 \times 10^{-3} \times B$	$3 \times B$
Blokkenvuurtoestel type II (B21)	$3,35 \times 10^{-3} \times B$	$15 \times B$

B = belasting op bovenwaarde in kW

3.5 Beluchting A-toestel

In het Bouwbesluit staat dat een verblijfsruimte met een afvoerloos (type A) warmwatertoestel en/of kooktoestel (beide met een belasting $< 15 \text{ kW}$) een ventilatiecapaciteit van 21 dm^3 per seconde moet hebben (circa $75 \text{ m}^3/\text{h}$).

Deze lucht is nodig voor de toevoer van verbrandingslucht en de afvoer van rookgas, kookgeurtjes en waterdamp van kokend water. De toestelvoorschriften van de fabrikant geven in dat geval aan hoeveel lucht er nodig is. Geven deze voorschriften geen informatie, dan kan tabel 3.02 worden gebruikt om te bepalen welk oppervlak aan niet-afsluitbare ventilatieopeningen er minimaal aanwezig moet zijn. De luchttoevoer moet óf rechtstreeks van buiten worden betrokken (via de gevel) óf via een andere ruimte waarbij die ruimte een opening van voldoende doorlaat heeft in de gevel. De ventilatieafvoer van de ruimte moet óf via een eigen kanaal (samenvoegen met de ventilatieafvoer van andere ruimten is niet toegestaan) bovendaks uitmonden (in het gebied van vrije uitmonding) óf aangesloten worden op het systeem van mechanische ventilatie.

Is er op het ventilatiekanaal een afzuigkap aangesloten dan is dat toegestaan onder voorwaarde dat er in de leiding tussen afzuigkap en ventilatiekanaal een zogenaamde vewi-klep (VentilatieWissel-klep) is aangebracht. Het ventilatie-afvoerkanaal mag dan geen verbinding hebben met andere ruimten.

Opmerking:

Luchttoevoervoorzieningen die volgens het Bouwbesluit moeten zijn aangebracht moeten ook regelbaar zijn en een zogenaamde nulstand hebben. In deze nulstand mag de toevoervoorziening niet meer dan 10% van de capaciteit doorlaten. Dit betekent dus dat de bewoner, indien hij wil, de ventilatie in de keuken geheel stil kan leggen. Als in een keuken geen ander toestel aanwezig is dan een kooktoestel, dan zijn deze ventilatievoorzieningen toereikend. Voor de veilige werking van de afvoerloze keukengeiser is het echter noodzakelijk dat de ventilatievoorzieningen onder alle omstandigheden voldoende capaciteit hebben.

Tabel 3.02 Oppervlak van toe- en afvoeropeningen in een buitengevel bij afvoerloze toestellen.

wijze van ventileren	natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	
toestel	type A geiser en eventueel kooktoestel	uitsluitend kooktoestel

A_{t1} [cm ²]	≥ 120	0
A_{t2} [cm ²]	≥ 120	0
A_{a1} [cm ²]	≥ 120	≥ 120

wijze van ventileren	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer*	
toestel	type A geiser en eventueel kooktoestel	uitsluitend kooktoestel
A_{t1} [cm ²]	≥ 120	0
A_{t2} [cm ²]	≥ 120	0
A_{a1} [cm ²]	n.v.t.	n.v.t.

wijze van ventileren	mechanische toevoer* en mechanische afvoer	
toestel	type A geiser en eventueel kooktoestel	uitsluitend kooktoestel
A_{t1} [cm ²]	n.v.t.	n.v.t.
A_{t2} [cm ²]	≥ 120	0
A_{a1} [cm ²]	n.v.t.	n.v.t.

A_{t1} = doorlaat toevoer van buitenlucht

A_{t2} = doorlaat luchttoevoer via een binnenwand

A_{a1} = doorlaat luchtafvoer naar buiten

* bij mechanische ventilatie is de capaciteit minimaal 75 m³/h

Voor afvoerloze gastoestellen van meer dan 15 kW (bijv. een gasfornuis met een grote wokbrander) is een hogere ventilatiecapaciteit nodig dan de voorgeschreven 21 dm³/s. Hiervoor moet, op grond van het gelijkwaardigheidsbeginsel, worden aangetoond dat dit grotere toestel met een hierop aangepaste ventilatie van een gelijkwaardig niveau is als de hierboven beschreven eisen voor toestellen kleiner dan 15 kW.

3.6 Materialen luchttoevoerleiding toestellen type C

Indien de toestelfabrikant geen voorschrift geeft dan gelden de volgende eisen voor het materiaal van de luchttoevoerleiding:

- Voldoende luchtdicht en sterk genoeg
- Beperkte stromingsweerstand
- Juiste maatvoering voor aansluiten op luchtinlaat toestel
- Bestand tegen de optredende temperatuur
- Handhaving brandwerendheid bij doorvoering door wand of plafond. Voor uitvoering: zie paragraaf 4.10.

Gebruik van hetzelfde materiaal als de rookgasafvoerleiding is in principe altijd goed. De volgende materialen worden tevens geschikt geacht:

- Metalen toevoerleidingen (Gastec QA keuringseis nr.)
- Enkelwandig dikwandig aluminium (83-3)
- Enkelwandig dunwandig aluminium (83-4)
- Enkelwandig roestvast staal (83-5)

Kunststof toevoerleidingen:

Deze leidingen kunnen worden gebruikt mits de aansluiting niet te heet wordt en er voldoende afstand is ten opzichte van de rookgasafvoerleiding.

- PVC is minder geschikt (geringe temperatuurbestendigheid; temperatuurveroudering)
- PE en PP: meer geschikt (betere weerstand tegen veroudering), maar ook niet temperatuurbestendig. De afstand tot de rookgasafvoerleiding moet daarom ≥ 50 mm. De toestelfabrikant kan aangeven of die afstand eventueel kleiner mag zijn.

4 Rookgasafvoer

4.1 Algemeen

De huidige NEN 1078 vermeldt niets over de rookgasafvoer, zoals dat vroeger wel in de GAVO-1987 stond. Functionele eisen voor rookgasafvoersystemen staan nu gedeeltelijk in het Bouwbesluit, met NEN 2757 als bepalingsmethoden, en verder gedeeltelijk in de Model Bouw Verordening. De NPR 3378, behorende bij de huidige NEN 1078 en andere gasinstallatienormen, bundelt zoveel mogelijk verschillende eisen en bepalingsmethoden en geeft uitvoeringsvormen voor gasinstallaties.

Het Bouwbesluit stelt eisen aan de capaciteit, de brandwerendheid, de goede werking, de rookdichtheid van de afvoer en aan gezondheidsaspecten bij de verspreiding van rookgas uit de uitmonding.

Elk vertrek in een woning waar een verbrandingstoestel wordt opgesteld moet voorzieningen hebben om rookgas af te voeren. De rookgasafvoer is nodig om het rookgas op een doelmatige en veilige wijze naar buiten af te voeren en de gezondheid niet te schaden (binnen het perceel). De Model Bouw Verordening regelt de aansluiting van het toestel op de rookgasafvoer. Toestellen zonder een aansluiting voor een rookgasafvoer zijn:

- kooktoestel met een belasting tot 15 kW;
- afvoerloze keukengeiser met een belasting tot 13 kW in de bestaande bouw;
- diverse verplaatsbare apparatuur met lage belasting, zoals apparatuur voor koken en wassen.

4.2 Onderdelen

Volgens het Bouwbesluit maakt de rookgasafvoer deel uit van het bouwwerk, de verbindingsleiding niet. Elk toestel staat met een verbindingsleiding in verbinding met de rookgasafvoer. De verbindingsleiding bevindt zich geheel in de opstelplaats, is niet langer dan 3,5 m en ligt geheel in het zicht. Materialen geschikt voor de rookgasafvoer zijn meestal ook bruikbaar als verbindingsleiding. Een kunststof verbindingsleiding is niet langer dan 1 m en is met een metalen mantel omkokerd.

Het aantal rookgasafvoeraansluitingen in een woning hangt voor gastoestellen samen met de minimum omvang van de aansluitpunten voor gas.

Er is ten minste één rookgasafvoer nodig voor:

- een combitoestel (centrale verwarming en warmwater),

of er zijn twee nodig voor:

- een (centraal) verwarmingstoestel;
- en een warmwatertoestel.

Dit zijn de minimale voorzieningen voor een woning. Verder is er een rookgasafvoer nodig voor elk ander toestel met een afvoeraansluiting voor een rookgasafvoer.

4.3 Invloed toestel

Het aan te sluiten gastoestel bepaalt de uitvoering van de rookgasafvoer, maar ook de rookgasafvoer is bepalend voor het aan te sluiten toestel.

De volgende vragen moeten beantwoord worden:

- Wat is de belasting van het toestel?
- Heeft het toestel een ventilator voor transport van rookgas of verbrandingslucht?
- Wat is de capaciteit en de opvoerdruk van de ventilator?
- Is het toestel condenserend?
- Is het een type B toestel (open) of een type C toestel (gesloten)?
- Wat is de rookgastemperatuur?

Voor het berekenen van een afvoer zijn verder nodig:

- het rendement;
- het CO₂- of O₂-gehalte in de droge rook.

Het installatievoorschrift betreffende de afvoer van rookgas en toevoer van verbrandingslucht is voor type C toestellen uitgebreider dan dat voor type B toestellen.

Wanneer een open toestel met VATO vervangen moet worden door een nieuw gelijksoortig toestel, let dan goed op de mogelijke risico's, bijvoorbeeld:

- lagere rookgastemperatuur door hoger rendement van het nieuwe toestel. Daardoor minder trek en meer kans op terugstroming van rookgas. Tevens meer kans op condensatie en daardoor corrosie van het afvoermateriaal. Droge lengte is sterk afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden. Volg de installatievoorschriften van het nieuwe toestel.
- Beluchting onvoldoende door kierdicht gemaakte woningen. Plaats een niet-afsluitbaar luchttoevoerrooster met een netto doorlaat van $5B \text{ cm}^2$ (B = Belasting in kW op bovenwaarde)
- Open, afvoergebonden toestellen mogen niet geplaatst worden indien mechanische ventilatie aanwezig is (zie ook paragraaf 3.2.1).

Probeer, waar mogelijk, het open toestel te vervangen door een gesloten toestel. Voor de constructie van rookgasafvoer- en luchttoevoersystemen zijn vele alternatieven voorhanden.

4.4 Materialen

4.4.1 Algemeen

De Model Bouwverordening verwijst voor de verbindingsleiding van toestel tot rookgasafvoer van de woning naar NEN's en/of NPR's. De volgende tabellen met materialen zijn gebaseerd op producten met een keurmerk KOMO® of GASTEC QA, zoals ook vermeld in NPR 3378. Metalen afvoersystemen, voor zover deze los van toestellen worden geleverd, en kunststof voeringen voor schoorstenen moeten zijn voorzien van CE-markering en de bijbehorende productcodering.

Als een installateur gebruik maakt van een in de woning aanwezige rookgasafvoer dan moet hij nagaan of deze geschikt is voor het aan te sluiten toestel, of omgekeerd, of het toestel wel geschikt is voor de rookgasafvoer.

Kunststof afvoermateriaal moet altijd zijn beschermd door omkokering, een concentrische leiding of een geventileerde schacht. Een PP leiding moet altijd luchtomspoeld zijn. Het is aan te bevelen om ook verbindingsleidingen van kunststof op soortgelijke wijze te beschermen tegen mechanische beschadiging.

4.4.2 Materialen voor de verbindingsleiding en de rookgasafvoer

Zie voor de materialen tabel 4.01.

Toelichting:

De volgende factoren zijn bepalend voor de materiaalkeuze en de wanddikte:

- Afvoer op onderdruk (N) of op overdruk (P) (N staat voor negatief en P voor positief);
- Afvoer nat (W) of droog (D) (W en D zijn de beginletters van de Engelse woorden 'wet' en 'dry'.)

Er is geen onderscheid naar "in het zicht", of "weggewerkt", maar de verbinding sleiding ligt altijd in het zicht en de rookgasafvoer is in nieuwbouw vrijwel altijd weggewerkt.

Tabel 4.01 Materialen voor verbinding sleiding en rookgasafvoer.

Materiaal/ uitvoering	Gast ec QA crite ria (en norm)	KOM O/ BRL	Min. wan d- dikt e (m m)	Toepassing								
				Nat (W)				Droog (D)				Alle toestel len
				overdruk p*		onderdruk N		overdruk p**		onderdruk N***		
				verbi n- ding s- leidi ng	rook - gas- afvo er	verbi n- ding s- leidi ng	rook - gas- afvo er	verbi n- ding s- leidi ng	rook - gas- afvo er	verbi n- ding s- leidi ng	rook - gas- afvo er	voerin g in bestaa nd rookga s- kanaal
Aluminium												
Enkelwandig	KE 72 (NEN 7203)	5102	0,45	o	o	o	o	o	o	b	b	o
Dubbelwandig	KE 72 (NEN 7207)	5102	0,30	o	o	o	o	o	o	b	b	o
Dunwandig	KE 83-4	5102	0,70	o	o	o	o	b	b	b	b	o
Dikwandig	KE 83-3	5102	1,50	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Roestvast staal (AISI 316 en subsoorten)												
Star	KE 83-5	5102	0,30	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Buigbaar	KE 166	-	0,10	o	o	o	o	o	o	o	o	b
Roestvast staal (AISI 304)												
Star		5102	0,30	o	o	o	o	b	b	b	b	o
Kunststof (PVDF)****												
Star	KE 141	-	-	b	o	b	o	b	o	b	o	b
Buigzaam	KE	-	-	b	o	b	o	b	o	b	o	b

	141											
Kunststof (PP)****												
Star	KE 199	-	-	b	b	b	b	o	o	o	o	b
Buigzaam	KE 199	-	-	b	b	b	b	o	o	o	o	b

* alle HR- en de meeste VR-toestellen
** type B22 en B23-toestellen; niet HR of VR
*** type B11 en B12-toestellen
**** uitsluitend voor daarvoor geschikte HR-toestellen
KE = Gastec QA criteria
o = onbruikbaar
b = bruikbaar

Opmerking:

Gebruik van een ander materiaal dan uit tabel 4.01 is niet uitgesloten mits de materialen, de wanddiktes en de levensduurverwachting gelijkwaardig zijn aan de materialen uit de tabel (door de fabrikant laten verklaren).

Onderdruk (N) of overdruk (P)

Het Bouwbesluit stelt een zwaardere eis aan de lektheid (de rookdoorlatendheid) van de afvoer met overdruk dan bij onderdruk. Bij overdruk kan rookgas naar de binnenatmosfeer lekken en aan de gezondheid schade berokkenen.

Hierna staat aangegeven wanneer er sprake is van een onderdruk- of overdruksysteem:

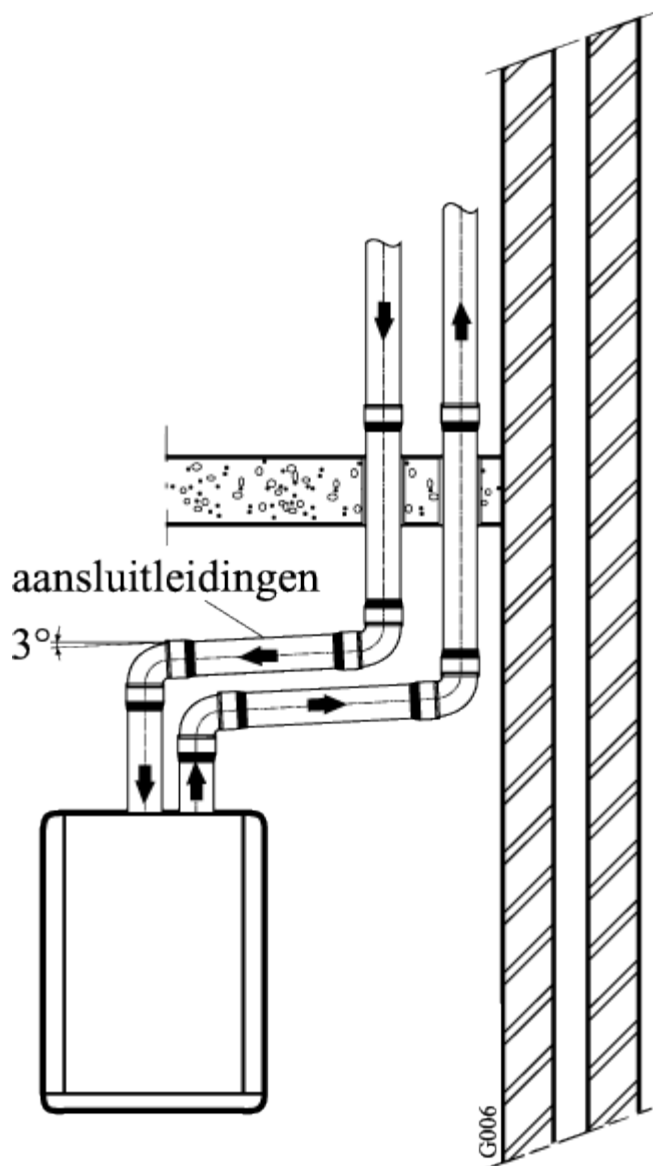
Onderdruksysteem (N)

- een natuurlijk werkende afvoer van een type B11-toestel (toestel met trekonderbreker zonder ventilator);
- een afvoer, voorzien van een afzuigventilator aan de uitmonding met daarop aangesloten een type B11-toestel, uitmondend in gebied I en II. Voor de uitleg van de uitmondingsgebieden zie paragraaf 5.2.2.

Overdruksysteem (P)

- Elke afvoer die geen onderdruksysteem is. Bijvoorbeeld de afvoersystemen waarop toestellen met een transportventilator, zoals type B22, B23, B12 en B13, zijn aangesloten en alle type C-toestellen (maar exclusief het centrale deel van een natuurlijk werkend CLV-systeem).

De verbindingen van een samengestelde afvoer, dat wil zeggen opgebouwd uit afzonderlijke in elkaar geschoven einden, bepalen de lektheid.



Afb. 4.1 Vooral de verbindingen bepalen de rookdoorlatendheid.

Materiaal voorzien van een keurmerk KOMO® of Gastec QA is op lekdichtheid getest.

De belangrijkste kwaliteitskeurmerken op de Nederlandse markt voor afvoermateriaal zijn KOMO® en GASTEC-QA. De KOMO®-markering is een door de overheid erkend merk, waarmee wordt aangegeven dat materiaal, geïnstalleerd overeenkomstig het bijbehorende installatievoorschrift van de fabrikant, voldoet aan de eisen in het Bouwbesluit. De eisen staan in een Beoordelingsrichtlijn (BRL) beschreven.

De markering Gastec-QA is een specifiek gastechnisch keurmerk en geeft onder meer aan dat het materieel voldoet aan kwaliteitseisen voor gebruik, afmetingen en verbindingen. De eisen staan beschreven in Gastec-QA criteria.

CE keur is verplicht voor metalen afvoeren en sinds 1 juni 2007 ook voor kunststof voeringen. Zie onderstaand de codering voor metalen systemen volgens EN 1856-1.

Tabel 4.02 CE-keur en codering voor metalen systemen volgens EN 1856-1

Voorbeeld van codering							
Code Betekenis van de code	handels- naam product	EN 1856-1	T 400	PI	W	Vm- L4004S	G _(xx)
Product beschrijving							
Norm							
Temperatuurniveau							
Drukkniveau (N,P of H)							
Condensaat bestendigheid (W of D)							
Corrosie bestendigheid en materiaalspecificatie							
Weerstand tegen roetbrand (G of O) en afstand tot brandbare materialen (mm)							

8065

Zie voor kunststof voeringen EN 14471. De codering is op een paar onderdelen verschillend t.o.v. die voor metalen.

Nat (W) of droog (D)

Nat (W):

- een afvoer van een HR-toestel;
- een afvoer van een VR-toestel (een schoorsteenzijdig rendement op bovenwaarde van meer dan 83%, of van meer dan 92% op onderwaarde).

Droog (D):

- een afvoer die niet nat is, zie hiervoor, zoals die van een conventioneel type B11-toestel op een korte rookgasafvoer.

Toelichting: Bij het aanwarmen is het niet te voorkomen dat er kortstondig condensatie optreedt.

Temperatuur van het afvoermateriaal

De rookgastemperatuur van de gangbare huishoudelijke gastoestellen is niet meer dan circa 250 °C.

Een afvoer uit metaal, of van bouwkundig materiaal als metselwerk, chamotte of beton, is hiertegen bestand. Kunststof afvoermateriaal is niet, of in mindere mate, bestand tegen een temperatuur van 250 °C.

De KOMO®-markering kent een temperatuurclassificatie, maar informeer altijd bij de toestelfabrikant of een HR-toestel op een kunststof afvoermateriaal kan worden aangesloten, als dat niet expliciet in de documentatie is vermeld.

Bij afvoermateriaal voorzien van beide of één van de merken Gastec QA of KOMO® (volgens BRL 5102) behoort altijd een installatievoorschrift met aanwijzingen over het toepassingsgebied, het gebruik van het materiaal en de manier van verwerken.

Toepassingscode volgens KOMO®-markering:

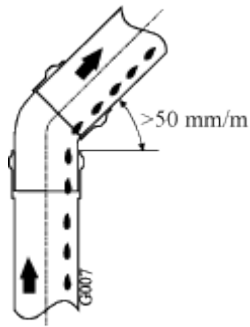
- de temperatuurklasse (T = temperatuur in °C);
- een systeem op over- of onderdruk (P = overdruk, N = onderdruk);
- een nat of een droog afvoersysteem (W = nat, D = droog).

Voorbeeld:

Een aluminium rookgasafvoerbuys met de aanduiding T250-P-W is dus geschikt voor een rookgastemperatuur tot 250 °C (T250), rookgas met overdruk (P) en geschikt voor optredende condensatie in de rookgasafvoer.

4.5 Condensafvoer

Vanaf het toestel gezien moet iedere volgende buis in de voorafgaande buis zijn geschoven en horizontale afvoerleidingen moeten minimaal op een afschot van 50 mm/m naar het toestel toe liggen (Let op: dit geldt ook bij niet-HR ketels. In de vroegere regelgeving werd daarvoor slechts 5 mm/m geëist). Condensatiewater kan aldus in of nabij het toestel worden afgevoerd.

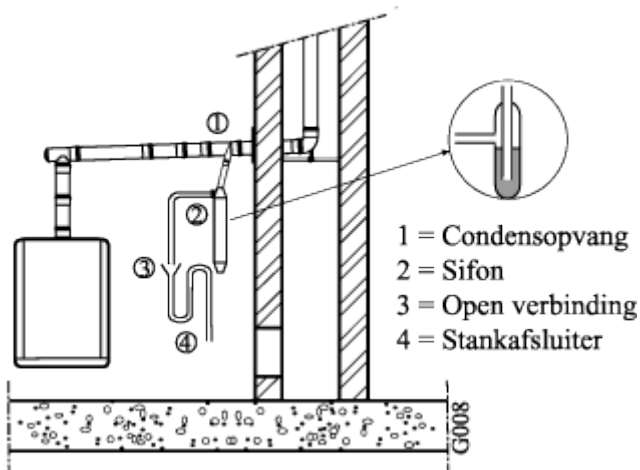


Afb. 4.2 Montage afvoerleiding op afschot en in elkaar geschoven.

Afvoermateriaal van onvoldoende stevigheid of stijfheid moet duurzaam zijn bevestigd aan de omringende bouwconstructie. De ondersteuning van leidingen wordt uitgevoerd overeenkomstig het installatievoorschrift van de fabrikant (ten minste om de 2 m).

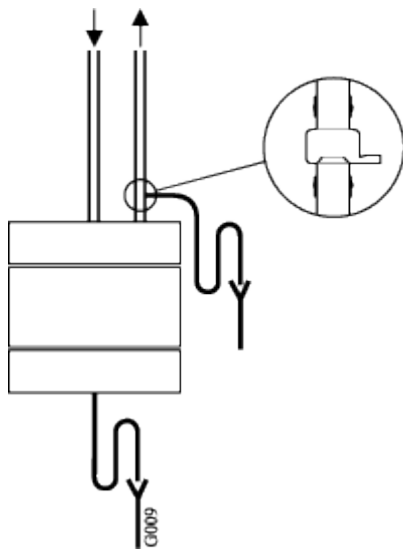
Enkelwandig afvoermateriaal ligt ten minste 50 mm vrij van omringende wanden of het plafond en dubbelwandig materiaal op ten minste 25 mm.

Doorvoeringen door een wand, plafond en dergelijke mogen de brandwerendheid van de constructie niet verlagen. Het installatievoorschrift van de fabrikant geeft daarvoor aanwijzingen.



Afb. 4.3 Toestel zonder ingebouwde condensatiewateropvang op natte afvoer.

Indien een cv-ketel met een aluminium warmtewisselaar wordt aangesloten op een kunststof dan wel corrosievast stalen afvoersysteem dan kunnen corrosieproblemen in de ketel ontstaan. Vermijd terugstroming van het condensatiewater in het toestel door bijvoorbeeld de constructie uit afbeelding 4.4 toe te passen. Volg hierbij natuurlijk ook de aanwijzingen in het installatievoorschrift van de toestelfabrikant en van de leverancier van het afvoersysteem op.



Afb. 4.4 Aansluiten cv-ketel op kunststof of RVS afvoer.

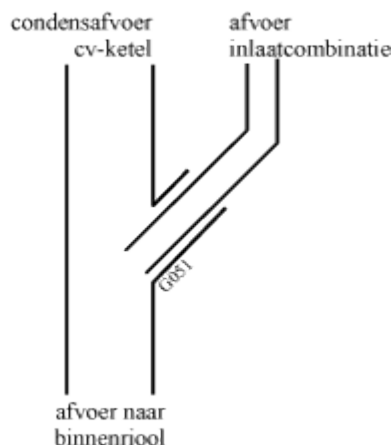
Let op dat een condenswateropvangstuk niet van aluminium is gemaakt, maar van kunststof of RVS.

Uitvoering van de condensafvoerleiding

Het condensatiewater moet door middel van een kunststof afvoerleiding met een binnenmiddellijn van ten minste 25 mm worden afgevoerd naar de binnenriolering. Deze afvoerleiding moet zijn voorzien van een opvangtrechter en een stankafsluiter. De aansluiting op het binnenrioleringsysteem moet plaatsvinden op een punt waar geregeld doorspoeling optreedt. De condensafvoerleiding moet met een afschot van minimaal 50 mm/m worden gelegd.

Tips:

- Niet het condenswater in een gemetselde douchebak o.i.d. laten lopen omdat het zure condenswater de kalk in bouwmaterialen oplost.
- Niet afvoeren van condenswater naar dakgoot. Dit i.v.m. kans op bevriezing.
- Let op dat er geen obstakels in de condensafvoerleiding zitten. Een voorbeeld daarvan is de (losse) afvoeraansluiting van een inlaatcombinatie wanneer deze te ver in de condenswaterafvoerleiding van de ketel is gestoken. De corrosieproducten gaan zich hier dan ophopen waardoor de afvoer van condenswater stagneert. Zie afbeelding 4.5

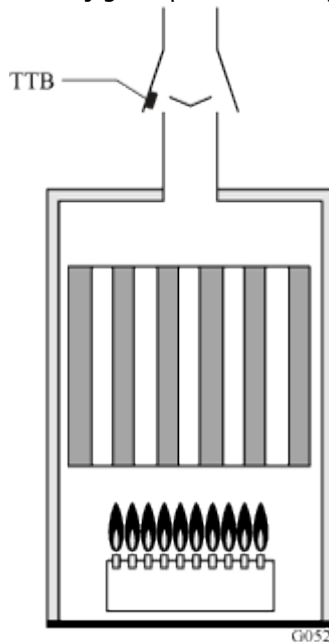


Afb. 4.5 losse afvoerleiding te ver in condensafvoerleiding gestoken

- Een andere installatiefout is het zonder onderbreking aansluiten van de ketel op de sifon van de binnenriolering. Er bevinden zich dan aaneengesloten twee sifons in serie. Het 1^e sifon in de ketel dient om het rookgas van de cv-ketel tegen te houden, het 2^e sifon doet dit voor het rioolgas. De onderbreking tussen de 2 sifons zorgt ervoor dat er geen invloed is van druk in het riool op de ketel.

4.6 Thermische terugslagbeveiliging (TTB)

Huishoudelijke gastoestellen met VATO (valwindafleider/ trekonderbreker) die zijn gebouwd na 1986, zijn altijd uitgerust met een TTB (thermische terugslagbeveiliging), ook wel afvoerbeveiliging genoemd. Bij langdurig terugstromen van het rookgas door verstopping van de afvoer of langdurige terugstroming door valwind, grijpt deze traag reagerende thermische schakelaar in door opwarming van het terugstromende rookgas en stelt het toestel uit bedrijf. Afhankelijk van het type toestel kan dit leiden tot vergrendeling dan wel tot een blokkering met inschakelvertraging (CE-toestellen). Voor oudere (GIVEG-) toestellen gold dat de beveiliging tenminste blokkerend moest zijn (volgens GAVO van 1976, aanvulling 1984) en in GAVO 1987 is daaraan toegevoegd dat daarbij geen pendelen mag ontstaan.



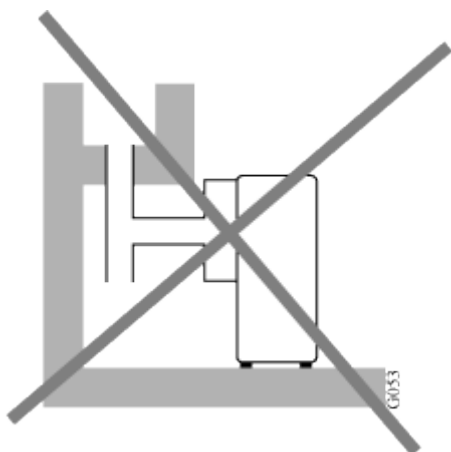
Afb. 4.6: Thermische Terugslag Beveiliging

Open T-stuk

Vóór 1987 was een open T-stuk in de afvoer toegestaan. Dit werd om de volgende redenen toegepast:

- om verstopping van de afvoer door vallend vuil uit een bouwkundig kanaal tegen te gaan, zie afbeelding 4.7;
- om te dienen als ventilatieopening in keukens.

Sinds 1987 zijn open T-stukken niet meer toegestaan. Wanneer nu een nieuw toestel op een afvoer wordt aangesloten, moet het T-stuk aan één zijde worden afgesloten met een dop. De reden is dat bij een eventuele verstopping van de afvoer het terugstromende rookgas kan ontwijken via een open T-stuk, waardoor een TTB niet kan ingrijpen.



Afb. 4.7 Roetzak achter gashaard zonder dop (open T-stuk) is niet toegestaan

4.7 Dimensionering

De afmetingen van de rookgasafvoer worden bepaald door:

- de belasting;
- de luchtvermaat en rendement van het toestel, eventueel in combinatie met een ventilator en;
- het tracé van de afvoer.

Zie daarvoor het installatievoorschrift van de fabrikant; bij het type B11-toestel (open toestel met natuurlijke afvoer) is de middellijn van de afvoer gelijk aan die van de afvoerstop.

4.8 Aanleg

De belangrijkste aandachtspunten bij ontwerp en aanleg van rookgasafvoeren zijn:

Ontwerp:

- Kies het juiste afvoermateriaal (zie paragraaf 4.4). Bij niet-HR-ketels bepalen of de lengte van het rookgasafvoersysteem groter is dan de droge lengte.
- Aanbrengen condensafvoer indien droge lengte wordt overschreden.
- Bepaal of de weerstand van het rookgasafvoersysteem de maximaal toelaatbare weerstand van het cv-toestel niet overschrijdt.
- Let op dat de uitvoering van luchttoevoer en rookgasafvoer overeen stemt met de uitvoering van het toestel waarop de CE-markering is gebaseerd, zodat bijvoorbeeld een type C32 toestel niet wordt aangesloten met een luchttoevoer vanuit de gevel of toegepast in een CLV-systeem.

Aanleg:

- Gebruik toe- en afvoerconstructie (uitmonding) met keurmerk en/of goedkeuring van de fabrikant.
- Insteekverbindingen: vanaf het toestel gezien zit het mofeinde aan de zijde van het toestel, waar het insteekeinde in wordt geschoven vanaf de zijde van de uitmonding.
- Liggende delen op afschot van 50 mm/m naar toestel leggen. Dit geldt voor zowel HR als niet-HR toestellen.
- Beugeling volgens voorschrift fabrikant, maar in ieder geval om de 2 meter. Bij een verzet in de rookgasleiding aan beide zijden beugelen. Ondersteun ook bij bochten en aansluiting toestel, maar zo dat uitzetting mogelijk blijft.
- Eventuele langsverbindingen in liggende gedeelten aan de bovenzijde leggen.
- Indien het een nat afvoersysteem betreft: aanbrengen condensafvoer waar aluminium afvoer overgaat op kunststof of RVS.

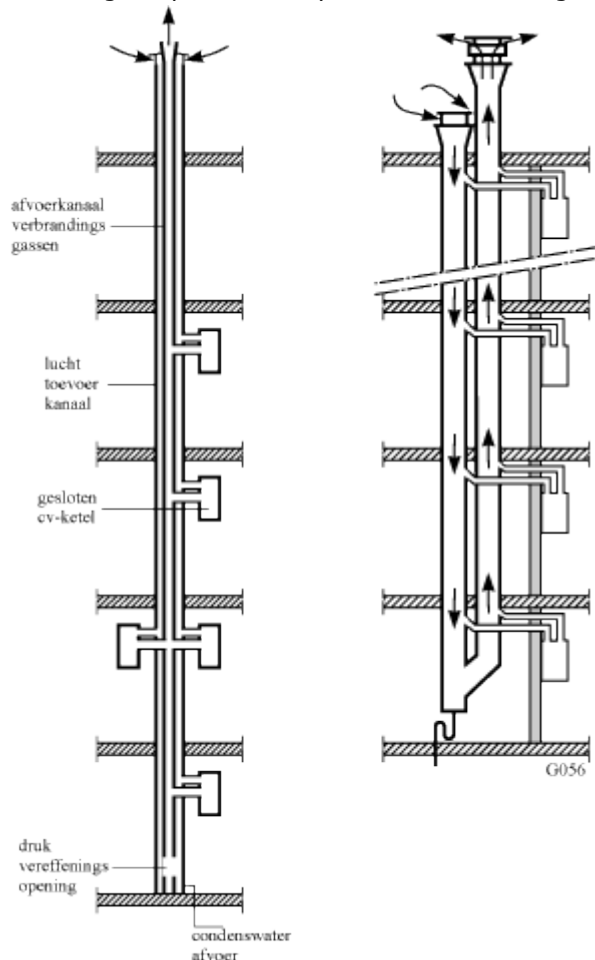
- Aluminium leidingen niet onderling bevestigen met (RVS) parkerschroeven. Behalve dat dit niet volgens de installatievoorschriften is, zal versnelde aantasting van het aluminium door galvanische corrosie kunnen optreden.

Speciaal voor flexibele afvoerleidingen geldt bovendien het volgende:

- Kunststof afvoerleidingen hebben een hoge uitzettingscoëfficiënt. Verbindingen kunnen daardoor makkelijk uit elkaar 'wandelen', vooral bij de laatste bocht van het horizontale deel kunnen makkelijk problemen ontstaan. Door goede beugeling is dat te voorkomen.
- Houd bij de aanleg van kunststof afvoerleidingen er rekening mee dat deze moet kunnen uitzetten. Te vaste beugeling kan leiden tot materiaalspanning en versnelde veroudering.
- Indien de uitmondingskap niet degelijk wordt bevestigd, dan kan deze makkelijk van zijn plaats worden gedrukt door de sterke uitzetting van een kunststof afvoerleiding.
- Een flexibele afvoerleiding moet minimaal een hoek van 45° maken met de horizontaal. Dit om te voorkomen dat er (zuur) condens in de ribbels van de leiding blijft staan.

4.9 CLV-systeem

CLV staat voor Combinatie-Luchttoevoer-Verbrandingsgasafvoer. Op zulke systemen kunnen meerdere toestellen worden aangesloten. De gemeenschappelijke rookgasafvoer en de gemeenschappelijke verbrandingsluchttoevoer kunnen zijn uitgevoerd als een concentrisch of als een parallel systeem. Aan de onderzijde staan beide via een drukvereffeningsopening met elkaar in verbinding en is een condensafvoer aanwezig. Dit geldt zowel voor systemen waarop HR-ketels als niet-HR-ketels worden aangesloten. Alleen gesloten toestellen met ventilator van het type C42 of C43 mogen op een CLV-systeem worden aangesloten.



Afb. 4.8 Concentrisch en parallel CLV systeem

Werking CLV-systeem

Bij een natuurlijk werkend CLV-systeem moet in alle bedrijfsomstandigheden in de rookgasafvoer een geringe onderdruk ten opzichte van de luchttoevoer zijn. Anderzijds mag het drukverschil ("mee-trek") niet te groot zijn, aangezien anders de drukschakelaar, die het transport van lucht en rookgas in het toestel tijdens bedrijf moet bewaken, tijdens de paraatstand van het toestel niet naar de ruststand kan schakelen. Het gevolg daarvan is dat het toestel vervolgens niet in bedrijf zou kunnen komen. De drukvereffeningsopening aan de voet van het systeem zorgt voor beperking van de mee-trek in het systeem. Het oppervlak van de luchttoevoerleiding is ca. 2,5 x groter dan het oppervlak van de rookgasafvoerleiding. De gecombineerde in- en uitlaatconstructie en de plaats van deze uitmondingskap draagt ook in belangrijke mate bij tot de goede werking van het CLV-systeem.

Keuringseisen en voorschriften

Een groot aantal CLV-systemen is voorzien van het Gastec QA keurmerk (criteria nr. 138). Houd in de gaten dat er bij de CLV-systemen met Gastec QA twee soorten uitmondingsconstructies zijn, één voor alleen het zogeheten vrije uitmondingsgebied, en één geschikt voor alle uitmondingsgebieden. Voor CLV-systemen is een werkblad beschikbaar (NPR 3378 deel 40).

Aandachtspunten voor CLV-systemen

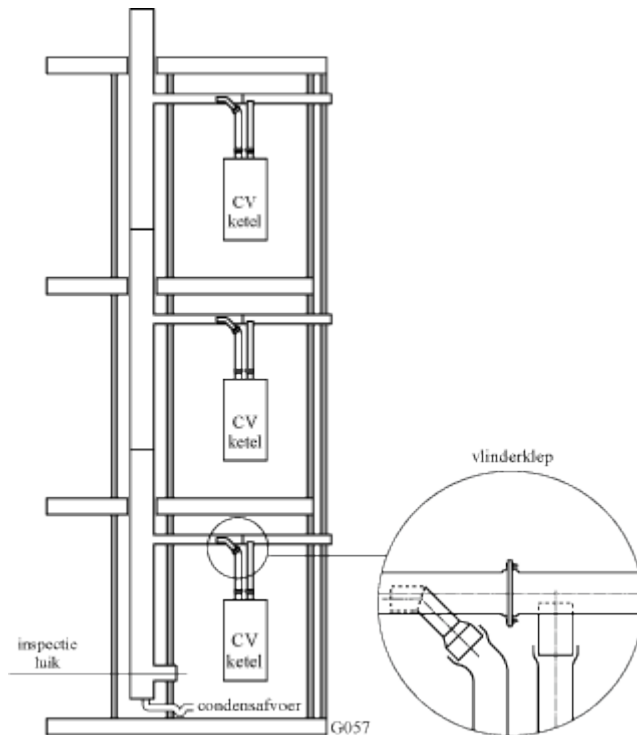
- Bij een nieuw aan te brengen CLV-systeem waarvan de afmetingen door de fabrikant van het systeem of door de toestelfabrikant worden aangeleverd, kunt u er van uitgaan dat deze afmetingen kloppen. Ook al wijken ze af van de oorspronkelijke tabellen uit de NEN 1078 (1987) of de NPR 3378 (1999).
- In 1999 is de norm EN 483 voor type C ketels tot 70 kW verschenen. Het gevolg was dat bij het ontwerp van een CLV-systeem met minder extra lucht door de toe- en afvoerleidingen gerekend hoefde te worden dan voorheen. Hierdoor kunnen de middellijnen kleiner worden gekozen. Sinds 2000 worden deze nieuwe rekenregels toegepast voor het dimensioneren van CLV-systemen.
- CLV-systemen volgens de rekenregels van 2000, zijn voorzien van het keurmerk Gastec QA. Hierop kunnen te zijner tijd, bij vervanging, zonder meer alle toestellen van het type C42 en C43 (zie paragraaf 2.2.1 e.v.) worden aangesloten, indien de belasting niet hoger is dan de belasting van de oorspronkelijke toestellen.
- Voor CLV-systemen op maat is vervanging slechts mogelijk na goedkeuring door de leverancier van het nieuwe toestel.

Tips voor het aansluiten van toestellen op CLV's

- Bij een concentrisch CLV-systeem is de bovenste aansluiting bestemd voor de rookgasafvoer en de onderste voor de luchttoevoer.
- Bij een parallel CLV-systeem is de dunne hoofdleiding bestemd voor de rookgasafvoer en de dikke hoofdleiding voor de luchttoevoer.
- Zorg dat zowel rookgasafvoerleiding van het toestel als luchttoevoerleiding van het toestel zijn aangesloten op de betreffende hoofdleidingen.
- Controleer, met behulp van een spiegel, of er geen verstoppingen in het systeem zitten.
- Controleer of de plaats van de uitmonding correct is.
- Controleer, via de inspectie-opening, of de condenswataansluiting is aangebracht.

Half CLV-systeem

Bij deze systemen is er wel een gemeenschappelijke afvoerleiding, maar de luchttoevoer voor de aangesloten toestellen wordt vanuit de gevel aangevoerd met een gesloten pijp naar elk afzonderlijk toestel. Ten opzichte van een CLV systeem is minder ruimtebeslag nodig bij de verticale doorvoeringen door vloeren, door het ontbreken van de gemeenschappelijke luchttoevoerleiding. In de bestaande bouw biedt dat extra mogelijkheden. Ter beperking van een te grote mee-trek als gevolg van windaanval worden bypass constructies gebruikt. Deze uitmondingsgebieden voor hoogbouwsituaties zijn weergegeven in de NPR 3378 deel 61. Het werkblad voor half CLV-systemen is NPR 3378 deel 41. Op een half CLV-systeem mogen alleen toestellen van het type C82 of C83 (zie paragraaf 2.2.1 e.v.) worden aangesloten.



Afb. 4.9 Voorbeeld van een half CLV systeem

Overdruk collectieve systemen

Kenmerken van dit soort systemen:

- Doorlaat van de leidingen kleiner dan bij natuurlijk werkende CLV systemen.
- Overdruk toegestaan in de gemeenschappelijke rookgasafvoerleiding.
- Geen drukvereffeningsopening onderin, of een die is uitgerust met terugslagklep.
- Elk aangesloten toestel of elke afvoeraansluiting heeft een ingebouwde terugslagklep. Deze voorziening voorkomt het terugstromen van rookgassen naar de luchttoevoerleiding, die onder onderdruk staat.
- Er komen zowel overdruk CLV systemen als overdruk half-CLV systemen voor.
- Deze systemen worden vaak geleverd door de toestelfabrikant en zijn daarom gekoppeld aan een bepaald fabrikaat toestel. De aanwijzingen van de fabrikant moeten dan ook worden gevolgd.

4.10 Brandwerendheid

Voor doorvoeringen door scheidingsconstructies zoals vloeren, wanden en schachten, die de verbinding vormen tussen verschillende brandcompartimenten, geldt:

- De rookgasafvoerleiding mag geen brand veroorzaken;
- De brandwerendheid van een constructiedeel mag niet teniet gedaan worden door het maken van een doorvoering.

De gestelde brandveiligheidseisen in het Bouwbesluit worden vooral door de architect ingevuld. De architect stelt de Wbdbo (Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag, uitgedrukt in minuten) vast van elke scheidingsconstructie.

De installateur, die een doorvoering maakt voor een rookgasafvoer, moet nagaan wat de Wbdbo van de betreffende scheidingsconstructie is. Meestal kan hij, met behulp van KOMO® gekeurd rookgasafvoermateriaal en de bijbehorende instructies, een doorvoering maken die minimaal aan deze Wbdbo voldoet en waarbij een hete afvoerleiding niet tot brand kan leiden.

In voorkomende gevallen waarbij het onduidelijk is of aan de vereiste brandwerendheid wordt voldaan is er de mogelijkheid gerichte informatie te verkrijgen bij de afdeling preventie van de regionale brandweer.

Een veel voorkomende situatie is het maken van een doorvoering van een rookgasafvoer of luchttoevoer naar een schacht, gelegen in een flatgebouw. Tussen flatwoningen geldt een Wbdbo van 60 minuten. Deze Wbdbo kan worden bereikt door de schacht een brandwerendheid van 30 minuten in 2 richtingen te geven (want het duurt 30 minuten voordat het vuur de schachtwand op de ene verdieping is doorgebrand, en 30 minuten voordat het vuur er op de andere verdieping weer uit komt). Wanneer er dus een rookgasafvoerleiding door zo'n schacht of koker wordt gevoerd, betekent dit dat ook de doorvoering naar de schacht moet voldoen aan deze Wbdbo van 30 minuten. Belangrijke voorwaarde hierbij is dat de binnenzijde van de bouwkundige schacht onbrandbaar is.

Brandmanchet

Om de brandwerendheid van de schacht te behouden bij het maken van een doorvoering moet dikwijls gebruik gemaakt worden van "brandmanchetten". Een brandmanchet is een voorziening die om de leiding wordt aangebracht en die bij een brand (hoge temperaturen) de leiding van buitenaf dichtknijpt.

Soms kunnen brandmanchetten ook achterwege blijven wanneer er een doorvoering van een gelijkwaardige veiligheid wordt uitgevoerd.

Om brandbare leidingen hoeven geen brandmanchetten te worden geplaatst als deze leidingen brandwerend gescheiden zijn van de onbrandbare leidingen, zoals de afvoer van CV en de mechanische ventilatie.

In principe moet men, indien mogelijk, bij elke middellijn van een rookgasafvoerkanaal maatregelen treffen t.a.v. brandwerendheid. In de praktijk wordt vrijwel altijd toegestaan:

- dat bij een doorvoering met een doorsnede tot ca. 50 mm geen brandmanchet of brandklep behoeft te worden aangebracht (brandmanchetten zijn verkrijgbaar vanaf een leidingmiddellijn van 32 mm). In dergelijke situaties kan men volstaan met het aanbrengen van brandwerende kit; bij kunststof van opschuimend materiaal en bij metaal van al dan niet opschuimend materiaal.
- dat bij een kanaal waarin elke doorvoering is voorzien van een brandmanchet of brandklep, deze voorzieningen een brandwerendheid bezitten die ten minste de helft is van de vereiste weerstand tegen branddoorslag. De brand moet dan ten minste twee voorzieningen passeren die samen de vereiste weerstand opleveren, waarbij geaccepteerd wordt dat de tweede voorziening in feite in de verkeerde richting is aangebracht. Ook hier geldt dat de aanvullende voorwaarde dat de binnenzijde van de ruimte (schacht) waarin het kanaal is aangebracht onbrandbaar moet zijn.
- dat een systeem van bouwkundige moeder- en nevenkanalen wordt toegepast. Daarbij mondt eerst een verdiepinghoog nevenkanaal uit in het moederkanaal. Dit mag alleen als tussen de nevenkanalen en het moederkanaal en uiteraard ook tussen de nevenkanalen onderling de vereiste weerstand tegen branddoorslag aanwezig is. Bovendien mogen zich in deze kanalen alleen onbrandbare materialen bevinden.

Gaat het om een doorgaande leiding die de schachtwand passeert dan kan ook de vereiste Wbdbo worden bereikt door de leiding in de woning over een lengte van 1 m brandwerend te bekleden met ca. 50 mm steenwol en af te werken met een brandwerende coating en de leiding te beveiligen tegen doorzakking. Dit is nodig bij zowel kunststof als metalen leidingen. Een onbeklede dunwandig stalen leiding is wel onbrandbaar, maar een redelijke brandwerendheid heeft deze niet.

De binnenwand van een schacht met een middellijn van meer dan 138 mm, die grenst aan meer dan een brandcompartiment moet onbrandbaar zijn over een dikte van 10 mm, van de binnenzijde uit gezien.

Wordt een schacht gemaakt die uitsluitend is bestemd voor boven elkaar gelegen toilet- of badruimten, dan hoeft de binnenwand van die schacht niet onbrandbaar te zijn.

De basiseis is: bij elke doorvoering door een brandwerende constructie moet een brandmanchet of vergelijkbare voorziening worden aangebracht met minimaal dezelfde brandwerendheid als de scheidingsconstructie die doorbroken wordt. In afwijking daarvan kan een brandmanchet achterwege blijven bij:

- schachten die ten dienste staan van boven elkaar gelegen bad- douche en/of toiletruimten en waarbij deze ruimten zich niet in een (sub)brandcompartiment bevinden;

- het gebruik van afvoermateriaal voorzien van het KOMO®-keurmerk, waarbij nauwkeurig de installatie-aanwijzingen worden gevolgd die de fabrikant met het product meeleverd over het maken van doorvoeringen;
- het bouwen van schachten met brandwerende beplating, waarbij nauwkeurig de instructies worden gevolgd door de fabrikant die deze beplating meeleverd voor het maken van brandwerende doorvoeringen.

Een extra aandachtspunt bij het maken van een doorvoering is de afwerking: de ruimte rondom de doorgevoerde leiding moet goed brandwerend worden afgewerkt met steenwol of brandwerende kit. Voor overige situaties blijft gelden: overleg met bouwtoezicht en/of de brandweer over andere afwijkingen van de regel.

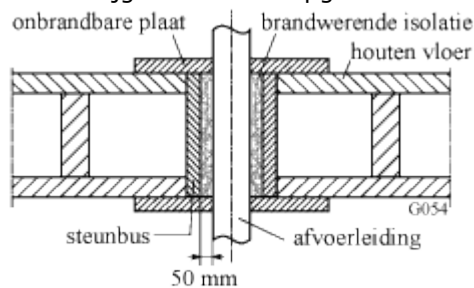
4.11 Doorvoeringen

Maak de doorvoering van de afvoerleiding door een wand, gevel, plafond, vloer of dakbeschot zo, dat warmte-isolatie en brandwerendheid volgens het Bouwbesluit is gewaarborgd.

De oppervlaktetemperatuur van aanraakbare delen van een voorziening voor afvoer mag niet hoger worden dan 90 °C.

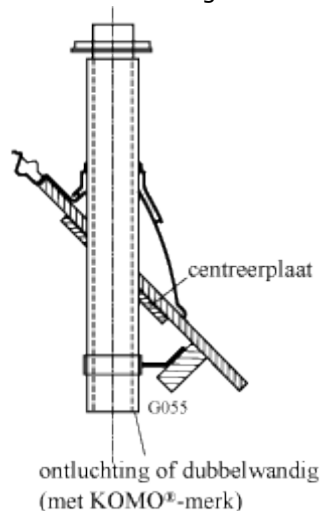
De doorvoering van de rookgasafvoer mag de voor de scheidingsconstructie geldende weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag niet teniet doen, zie constructievoorbeelden van fabrikanten van afvoermateriaal of van anderen. Een juist oordeel over de mate van brandwerendheid is pas na beproeving (van een prototype) mogelijk. Het installatievoorschrift van een afvoerproduct met KOMO markering volgens BRL 5102 geeft voorbeelden van doorvoeringen en de hoogste mate van brandwerendheid waarin het betreffende product toegepast kan worden.

In dit voorbeeld van een doorvoerconstructie is rondom de afvoerleiding een spleet van ten minste 50 mm vrijgelaten die is opgevuld met steenwol, zie afbeelding 4.10.



Afb. 4.10 Voorbeeld van een brandveilige doorvoerconstructie voor een houten vloer

Bij een dakdoorvoering met een om de afvoer concentrisch geplaatste verbrandingsluchttoevoer of be- of ontluchting kan soms het opvullen van de tussenruimte achterwege blijven. De rookgastemperatuur moet hierbij lager zijn dan 250 °C. Zie voor een uitvoeringsvoorbeeld afbeelding 4.11. Let erop dat dit voorbeelden zijn uit documentatie van fabrikanten, ze zijn daardoor niet algemeen bruikbaar.



Afb. 4.11 Voorbeeld van een brandveilige doorvoering door een dakconstructie

Voor gesloten cv-ketels zijn er ook oplossingen mogelijk met kunststof rookgasafvoerkanalen in combinatie met brandmanchetten. Ook hier geldt: volg altijd de aanwijzingen van de ketelfabrikant, ook bij vervanging van een bestaande door een nieuwe cv-ketel van hetzelfde fabrikaat.

5 Uitmondingen

5.1 Algemeen

Sinds 1997 is door het Bouwbesluit het aspect hinder niet geregeld, zoals visuele hinder van een condenspluim of een rookpluim bij vaste brandstoffen. In feite beperkt het Bouwbesluit zich tot gezondheidsaspecten.

Ventilatielucht gemengd met rookgas kan schadelijk zijn. In een woning of gebouw moet de onderlinge afstand tussen de uitmonding van rookgas en de toevoeropening(en) voor verse ventilatielucht voldoende groot zijn. Het Bouwbesluit eist voor gasvormige brandstoffen een verdunningsfactor f van ten hoogste 0,01. Voor de berekening van de verdunningsfactor zie paragraaf 5.6.

Drie aspecten zijn van belang bij de bepaling van de plaats voor de uitmonding van rookgas:

1. Goede werking van de rookgasafvoer, zie 5.2, 5.3 en 5.4.
2. De zogenaamde verdunningsafstand, dit is de afstand tussen de uitmonding en ventilatietoevoeropeningen die zijn gelegen op het eigen perceel, zie 5.5 t/m 5.7.
3. De zogenaamde hinderafstand die geldt t.o.v. ventilatieopeningen en buitenruimten van aangrenzende percelen, zie 5.8.

5.2 Uitmonding bij B11-toestellen

5.2.1 Algemeen

Een uitmonding van een rookgasafvoer van een type B11-toestel (open toestel met natuurlijke afvoer van rookgas) moet bovendaks zijn aangebracht. De werking van de afvoer berust op de stijgkracht van warm rookgas. Boven een dakvlak zijn in totaal vijf uitmondingsgebieden voor goede werking aangegeven. De uitmondingsgebieden zijn verder afhankelijk van de vorm van het dak en de aanwezigheid van belendende gebouwen. De uitmondingsgebieden zijn aangegeven met Romeinse cijfers I tot en met V.

5.2.2 Beschrijving van de gebieden

Ter bevordering van de goede werking is het verstandig om een dakdoorvoer op een afstand van minimaal 0,5 m vanaf een dakrand te plaatsen. Elke uitmondingshoogte voor natuurlijke afvoer is ten minste 0,5 m boven het dakvlak. Tabel 5.01 geeft een overzicht van alle voorkomende uitmondingsgebieden. De afbeeldingen 5.1, 5.2 en 5.3 laten die gebieden zien.

Tabel 5.01 Uitmondingsgebieden voor type B toestellen.

nr. gebied	beschrijving uitmondingsgebied	toelichting	Overdruk [Pa]	
			kust-gebied	binnen-land
I	Geen belemmering van eigen of ander gebouw.	Geen afvoerkap nodig.	0	0
II	Geen belemmering van eigen gebouw; Wel belemmering door gebouw op meer dan 15 m afstand.	Voor type B11-toestel is afvoerkap nodig; Voor overige typen niet.	0	0
III	Wel belemmering door eigen woning; Geen belemmering door ander gebouw op minder dan 15 m afstand.	Type B11-toestel niet toegestaan; Overige type B toestellen wel toegestaan mits	40	25

		ventilator voldoende opvoerdruck heeft.		
IV	Zowel belemmering door eigen gebouw als belemmering door ander gebouw op minder dan 15 m afstand.	Type B11-toestel niet toegestaan; Overige type B toestellen wel toegestaan mits ventilator voldoende opvoerdruck heeft.	60	37
V	Geen belemmering door eigen gebouw; Wel belemmering door ander gebouw op minder dan 15 m afstand.	Type B11-toestel niet toegestaan; Overige type B toestellen wel toegestaan mits ventilator voldoende opvoerdruck heeft.	20	12

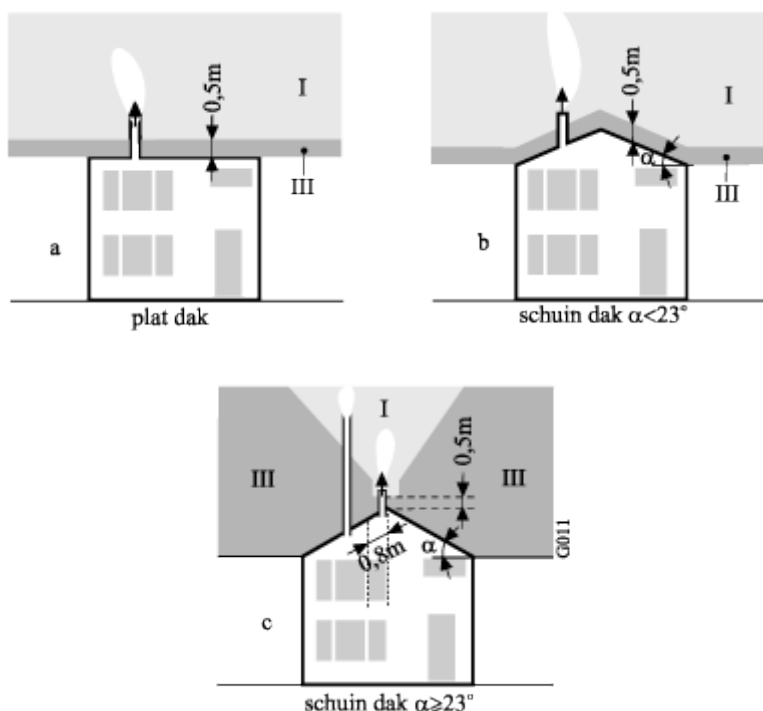
Opmerking:

Het Bouwbesluit schrijft voor dat een uitmonding moet zijn voorzien van een afvoerkap. Maar de goede werking van een afvoer is ook zonder afvoerkap gewaarborgd bij een uitmonding in het vrije uitmondingsgebied I, een afvoerkap is dan niet noodzakelijk. Het type B11-toestel (open toestel met trekonderbreker) kan, aangesloten op een natuurlijke afvoer, alleen in de gebieden I en II uitmonden. Het vrije uitmondingsgebied I en de uitmondingsgebieden II en V bij een schuin dak met een dakhelling van meer dan 23° heeft de vorm van een 'koffiefilter', dat zich 0,5 m boven de nok van het dak bevindt. De volgende parameters zijn hierbij van belang:

- h_g = de lengte van de uitpandige schoorsteen (= afstand van 'koffiefilter' tot dakvlak)
- α = de hellingshoek van het dakvlak in °
- a = de horizontale afstand van het hart van de uitmonding tot aan de nok van het dak in m.

Voor verschillende dakhellingshoeken (en een horizontale afstand a tot de nok) is de schoorsteenhoogte gegeven in tabel 5.02.

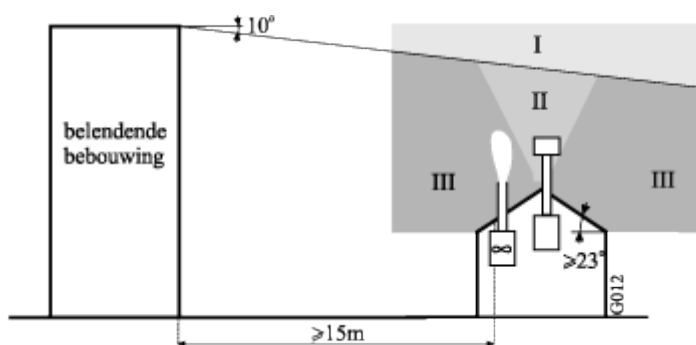
Een schoorsteen die ver van de nok staat moet erg ver boven de nok uitsteken om in het vrije uitmondingsgebied I terecht te komen zoals blijkt uit afbeelding 5.1.



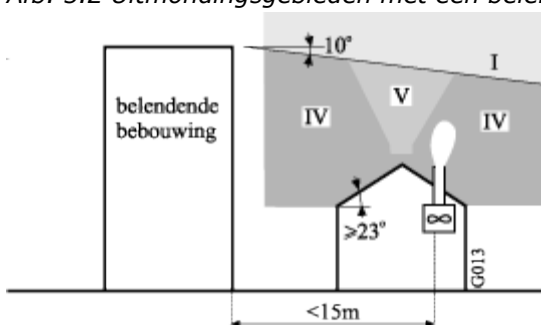
Afb. 5.1 Uitmondingsgebieden zonder belemmering van een gebouw.

Tabel 5.02 Lengte van schoorsteen buitendaks voor natuurlijke afvoer.

dakhellingshoek α	Schoorsteenhoogte h_s buitendaks op een horizontale afstand a vanaf de nok in m								
	Horizontale afstand a vanaf de nok [m]								
	in nok	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2,0	3,0	4,0
25°	0,5	0,75	0,85	1,0	1,1	1,2	1,6	2,5	3,3
30°	0,5	0,85	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,9	6,5
35°	0,5	1,0	1,8	2,4	3,0	3,6	4,8	7,3	10
40°	0,5	1,2	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	10	13
45°	0,5	1,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	12	16



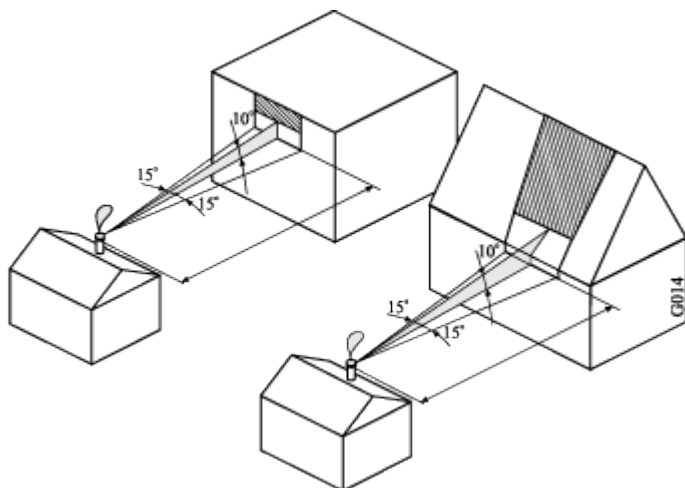
Afb. 5.2 Uitmondingsgebieden met een belemmering op meer dan 15 m.



Afb. 5.3 Uitmondingsgebieden met een belemmering op minder dan 15 m.

5.2.3 Wanneer is een belendend gebouw een belemmerend gebouw?

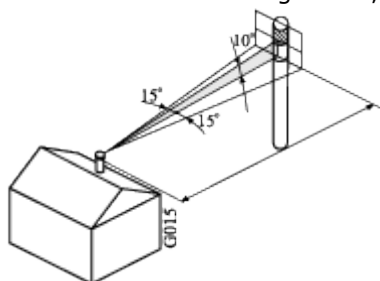
Niet elk gebouw in de nabijheid belemmert de goede werking van een afvoer van een type B-toestel. Afbeelding 5.4 laat zien dat pas sprake is van belemmering als het nevengebouw breder is dan het gearceerde vlak. De afmeting van dat vlak blijkt uit de maatvoering zoals in de tekening is aangegeven.



Afb. 5.4 Wanneer een belendend gebouw of obstakel een belemmering is.

Opmerking:

Indien de afstand van de uitmonding tot een belemmerend gebouw ≥ 15 m, dan moet een afvoerkap worden toegepast. Is de afstand < 15 m dan mag een type B11 toestel daar niet uitmonden. Een slank gebouw, zoals in afbeelding 5.5, verstoort de natuurlijke afvoer niet.



Afb. 5.5 Een slank gebouw is geen belemmering.

5.2.4 Uitmondingsgebieden voor type B11-toestel

Een type B11- toestel mag alleen in de uitmondingsgebieden I en II uitmonden; in gebied II slechts met een kap.

5.3 Uitmonding bij B22- en B33-toestellen

5.3.1 Algemeen

Open toestellen met ventilator, type B22 en B23, kunnen ook op andere plaatsen uitmonden dan het type B11-toestel aangesloten op een natuurlijke afvoer.

5.3.2 Uitmonding bovendaks

De type B22- en B23-toestellen kunnen, afhankelijk van de opvoerdruk van de ventilator, ook in de gebieden, III, IV en V uitmonden. Zie het installatievoorschrift van de fabrikant.

5.4 Uitmonding type C-toestel

5.4.1 Algemeen

In principe is bij een type C-toestel bijna elke uitmondingsplaats denkbaar, in het dak of in de gevel. Er zijn wel beperkingen vanwege de te bereiken verdunningsfactor, de afstand tot de perceelsgrens, de afstand van 0,30 m tot een onderliggend vlak en de specifieke constructie van een toestel. Daarnaast is een aandachtspunt het aanvriezen van condensvocht (ijspegelvorming) aan de uitmoningsconstructie in vorstsituaties; de ijsvorming van HR-uitmondingskappen wordt beoordeeld in de Gastec QA Keuringseisen 83-1 (verticaal) en 83-2 (horizontaal).

In het installatievoorschrift van het toestel vermeldt de fabrikant de aanduiding van het type

toestel en beschrijft de uitmonding van rookgas en de toevoer van verbrandingslucht. Hierna zijn alleen de letter en het eerste cijfer van die aanduiding weergegeven.

5.4.2 Uitmonding in het dakvlak

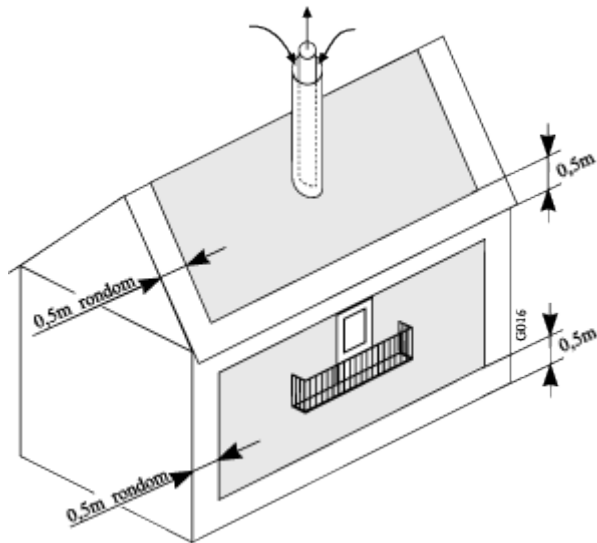
Toestellen type C3, C5, (C6) kunnen in het dakvlak uitmonden, zie het installatievoorschrift.

5.4.3 Uitmonding in de gevel

Toestellen type C1, C5, (C6) kunnen in de gevel uitmonden, zie het installatievoorschrift.

5.4.4 Afstand tot scherpe kanten van het gebouw

Met het oog op een goede werking van het toestel is het raadzaam om een uitmonding of een verbrandingslucht-toevoeropening ten minste 0,5 m vanaf een scherpe begrenzing te plaatsen, zoals de rand van een gevel of de rand van het dakvlak (uitgezonderd de nokrand) of onder een dakrand of balkon, zie afbeelding 5.6.



Afb. 5.6 Blijf met uitmonding en luchttoevoeropening van een type C-toestel 0,5 m vanaf een rand.

5.5 Afstand tot de perceelsgrens

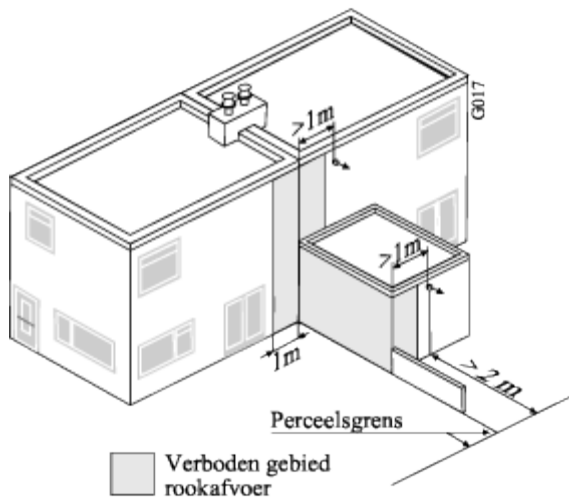
5.5.1 Wat is een perceel?

Het perceel is een stuk grond dat overeenkomt met de kadastrale indeling. Een eengezinswoning staat op een afzonderlijk perceel, een flatgebouw, een woongebouw met vele woningen staat ook op één perceel.

5.5.2 Afstand

Het Bouwbesluit eist dat een opening voor de luchttoevoer t.b.v. woningventilatie en een uitmonding van een rookgasafvoer, beide in de gevel, op een zekere afstand van de perceelsgrens van het gebouw of de woning zijn aangebracht.

Voor de rookgasafvoer is dat: langs de gevel gemeten 1 m, en loodrecht op de gevel gemeten 2 m, zie afbeelding 5.7. Deze afstanden gelden ook tot het hart van de openbare weg of een open groen als het perceel daaraan grenst.



Afb. 5.7 Afstanden 1 en 2 m tot aan perceelsgrens en hart van openbare weg of openbaar groen.

5.6 Verdunning

Het Bouwbesluit heeft betrekking op voorzieningen binnen het perceel.

Op basis van het Burgerlijk Wetboek doet de architect, bouwer of installateur er verstandig aan bij toepassing van eisen uit het Bouwbesluit betreffende de plaats van de uitmonding wel degelijk rekening te houden met gebouwen op naast liggende percelen (want rookgas houdt niet op te bestaan bij het passeren van de perceelsgrens en ook de wind wordt niet tegengehouden bij de perceelsgrens).

Als de rookgasafvoer op het hoogste punt of in het hoogste dak wordt gesitueerd, ontstaat de beste opmenging van rookgas in de lucht en de minste kans op visuele hinder voor de bewoner en burens. Er zijn situaties bekend waarbij een rookgasafvoer naar het dak verplaatst moest worden vanwege een voor de burens hinderlijke condenspluim (visuele hinder), ondanks dat de uitvoering volgens het Bouwbesluit en gasvoorschriften correct was.

De rechter besliste dit op grond van het Burgerlijk Wetboek. Naast (bouw)technische voorschriften, zoals Bouwbesluit en Gasvoorschriften, kunnen blijkbaar ook andere regels en wetten (zoals het Burgerlijk Wetboek) van invloed zijn op de uitvoering van installaties. Aangeraden wordt om het aspect visuele hinder mee te nemen in de advisering van uw klanten en bij de plaatsbepaling van de rookgasafvoer.

5.6.1 Algemeen

Ter voorkoming dat ventilatietoevoerlucht, bestemd voor ruimten waarin mensen verblijven, verontreinigd is, is in het Bouwbesluit de zogenaamde verdunningsfactor ingevoerd. Voor rookgasuitmondungen van gastoestellen wordt als eis gesteld dat de afstand tussen zo'n uitmonding en de luchttoevoer voorziening van verblijfsruimten, toilet- en badruimten zodanig moet zijn dat een verdunningsfactor f van tenminste 0,01 wordt bereikt.

5.6.2 Berekening verdunningsfactor f

De te berekenen verdunningsfactor f wordt bepaald door:

- de belasting;
- de kortste afstand tussen de uitmonding van de rookgasafvoer en toevoeropening(en) voor ventilatielucht, de zogenaamde verdunningsafstand L ;
- het onderlinge hoogteverschil van de uitmonding van de rookgasafvoer en de toevoeropening voor de ventilatielucht ΔH ;
- de zich voordoende plaatsingen A t/m F overeenkomend met de situaties 1 t/m 17 van NEN 2757 (2001): zie tabel 5.03.

De verdunningsfactor wordt gedefinieerd door de formule:

$$f = \frac{\sqrt{B}}{C_1 \cdot L + C_2 \cdot \Delta H}$$

De coëfficiënten C_1 en C_2 zijn afhankelijk van de situaties of plaatsingen (en van de brandstofsoort).

Slechts de meest voorkomende situaties en de plaatsingen (A tot en met F) zijn in de tekeningen bij de voorbeelden aangegeven. Zie paragraaf 5.7.

5.6.3 Berekening minimumverdunningsafstand ($L_{\min}$)

De verdunningsfactor f moet minimaal 0,01 bedragen. Voor $f = 0,01$ is de formule te herschrijven als:

$$L_{\min} = \frac{100}{C_1} \cdot \sqrt{B} - \frac{C_2}{C_1} \cdot \Delta H$$

ofwel de minimum verdunningsafstand:

$$L_{\min} = L_1 - L_2$$

Daarbij moet u in de gaten houden dat $L_{\min}$ natuurlijk nooit kleiner kan zijn dan ΔH !

L_1 is de verdunningsafstand bij $\Delta H = 0$, dat wil zeggen dat de ventilatietoevoeropening en de uitmonding van het rookgas op gelijke hoogte liggen; L_2 is de hoogtecorrectie.

Tabel 5.03 geeft een overzicht van de nummers van de situaties uit de normen en de gebruikte aanduiding voor de plaatsingen A t/m F. In deze tabel zijn tevens gegeven L_1 (bij $\Delta H = 0$) en L_2 , die is berekend uit C_1 en C_2 . De getallen in de tabel zijn op een tiende afgerond.

N.B.

Als het hoogteverschil groter wordt, dan wordt de minimum verdunningsafstand kleiner. Dit geldt niet voor plaatsing D (situaties 4 en 16): daarvoor geldt dat bij een toenemend hoogteverschil de minimum verdunningsafstand toeneemt.

Tabel 5.03 Formules voor L_1 en L_2 bij plaatsingen A t/m F en $f = 0,01$.

plaatsing	nummer situatie volgens NEN 2757 (2001)	afstand in m bij $\Delta H = 0$ $L_1 = \frac{100}{C_1} \cdot \sqrt{B}$	Correctie in m bij $\Delta H > 0$ $L_2 = \frac{C_2}{C_1} \cdot \Delta H$
A	1; 6; 8; 9	$0,6\sqrt{B}$	$2,0 \cdot \Delta H$
B	2	$1,7\sqrt{B}$	$1,0 \cdot \Delta H$
C	3; 15	$0,2\sqrt{B}$	0
D	4; 16	$0,2\sqrt{B}$	$- 0,7 \cdot \Delta H$
E	5; 7; 10	$1,3\sqrt{B}$	$1,0 \cdot \Delta H$
F	11; 13; 17	$0,9\sqrt{B}$	$3,0 \cdot \Delta H$

Werkwijze:

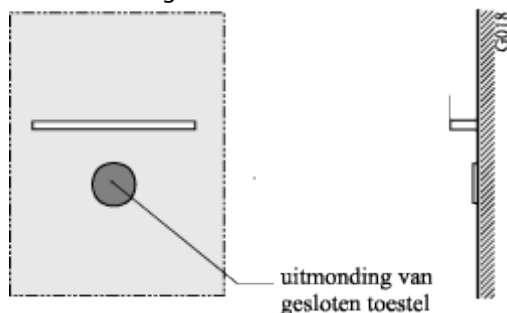
- Bepaal aan de hand van de tekeningen bij de voorbeelden om welke plaatsing het in uw geval gaat. Voor de keuze van de plaatsing moet het duidelijk zijn of de afvoer hoger of even hoog, dan wel lager ligt dan de toevoeropening van ventilatielucht.
- Ga na wat de belasting is van de uitmonding in kW bovenwaarde van toestellen met een gasvormige brandstof (tabel 5.03 geldt voor gasvormige brandstof). Voor verwarmingstoestellen neemt u de werkelijke belasting; voor warmwatertoestellen tot 40 kW neemt u de helft van de belasting.
- Bereken voor de betreffende plaatsing met de formule uit tabel 5.03 de lengte L_1 (lengte bij $\Delta H = 0$).
- Bepaal het hoogteverschil tussen de beide openingen (meters) en bereken de hoogtecorrectie L_2 .
- Bereken de minimum verdunningsafstand $L_{\min} = L_1 - L_2$.

Vanwege de aanwezigheid van meerdere ventilatietoevoeropeningen is het meestal noodzakelijk om meer dan één plaatsing te bekijken. Denk aan de aan te houden afstand tussen uitmonding en perceelsgrens (1 m dan wel 2 m).

Denk aan voldoende afstand tussen uitmonding en toevoer-openingen voor ventilatie bij de burens, ook al hoeft dat niet volgens het Bouwbesluit. Liggen de afstanden L en ΔH voor een bepaalde situatie al vast, dan kan de verdunningsfactor f worden berekend. Deze moet $\leq 0,01$ zijn. De verdunningsfactor f is kleiner dan 0,01 indien de minimum verdunningsafstand $L_{\min}$ kleiner is dan de werkelijke verdunningsafstand L . Wanneer L kleiner blijkt te zijn dan $L_{\min}$ dan moet de uitmonding of de ventilatietoevoeropening worden verplaatst, en/of de hoogte van de uitmonding te worden gewijzigd.

5.6.4 Belemmeringen

Een belemmering kan de verdunningsweg vergroten; het rookgas moet dan een omweg afleggen, zie afbeelding 5.8 als voorbeeld.



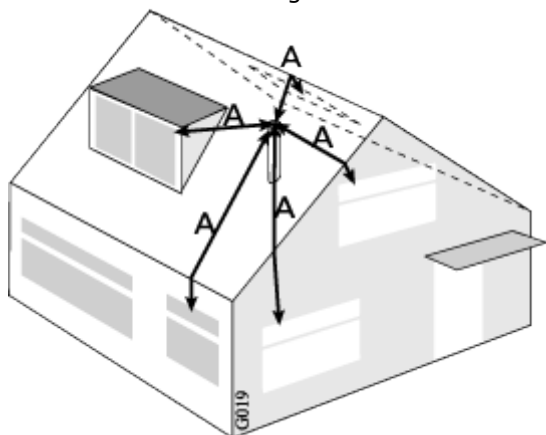
Afb. 5.8 Belemmering vergroot verdunningsweg.

5.6.5 Uitmondungen in elkaars nabijheid

De belasting van uitmondungen in elkaars nabijheid moet worden opgeteld voor het bepalen van de verdunningsfactor f of verdunningsafstand L . De belastingen moeten worden opgeteld als de verbindinglijn tussen de uitmondungen kleiner is dan $0,2\sqrt{B}$ m, waarbij B de belasting in kW op bovenwaarde is van het toestel met de grootste belasting.

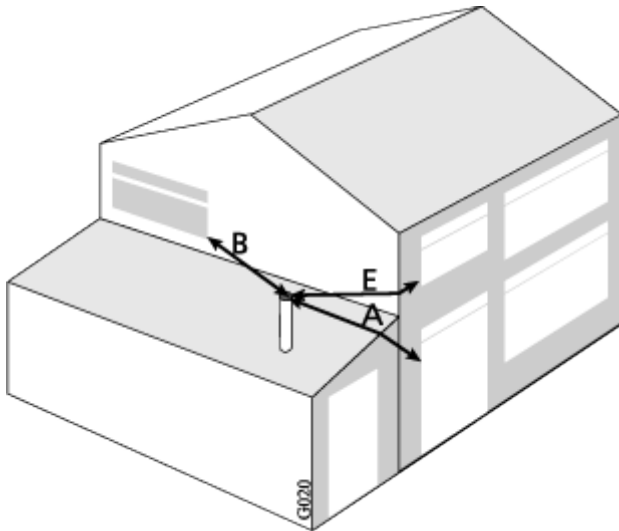
5.7 Voorbeelden

Alleen voor de meest voorkomende situaties en plaatsingen zijn driedimensionale tekeningen gegeven. Afbeelding 5.9 geeft een voorbeeld van plaatsing A waarbij in dit geval de uitmonding zich in het schuine dakvlak bevindt en hoger (of even hoog) is geplaatst dan de toevoeropeningen in het dakvlak of in de gevel.



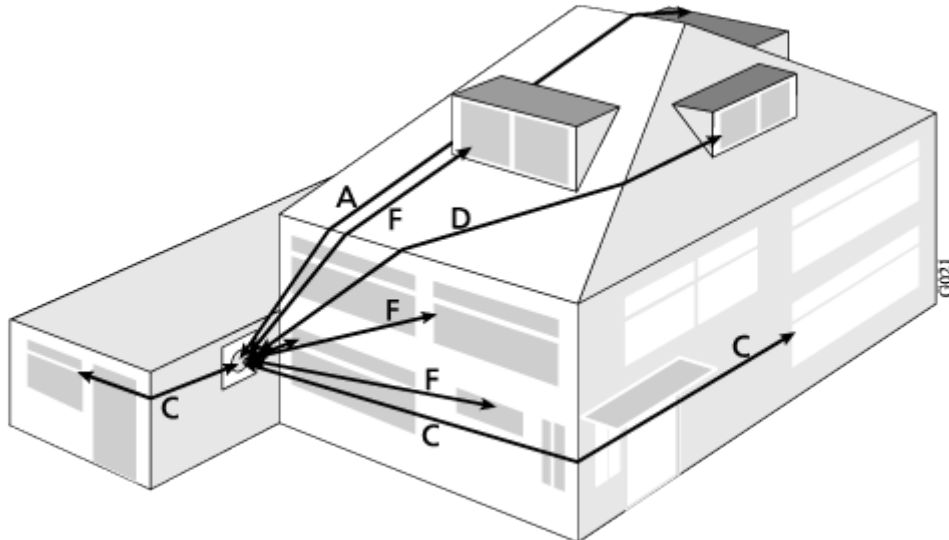
Afb. 5.9 Uitmonding in een schuin dakvlak en toevoeropeningen voor ventilatielucht in het dakvlak of in de gevels.

Afbeelding 5.10 geeft een voorbeeld van de plaatsingen A, B en E. Bij de plaatsingen B en E is de afvoer lager geplaatst dan de toevoeropeningen voor ventilatielucht, in het algemeen een minder gunstige plaatsing dan A.



Afb. 5.10 Uitmonding in het dak van een aangrenzende berging of uitbouw en toevoeropeningen voor ventilatielucht in de omringende gevels.

Afbeelding 5.11 geeft voorbeelden van de plaatsingen A, C, D en F. Alleen bij plaatsing C is de afvoer hoger of op gelijke hoogte met de toevoeropeningen voor ventilatielucht; bij de overige plaatsingen is de uitmonding lager gesitueerd.

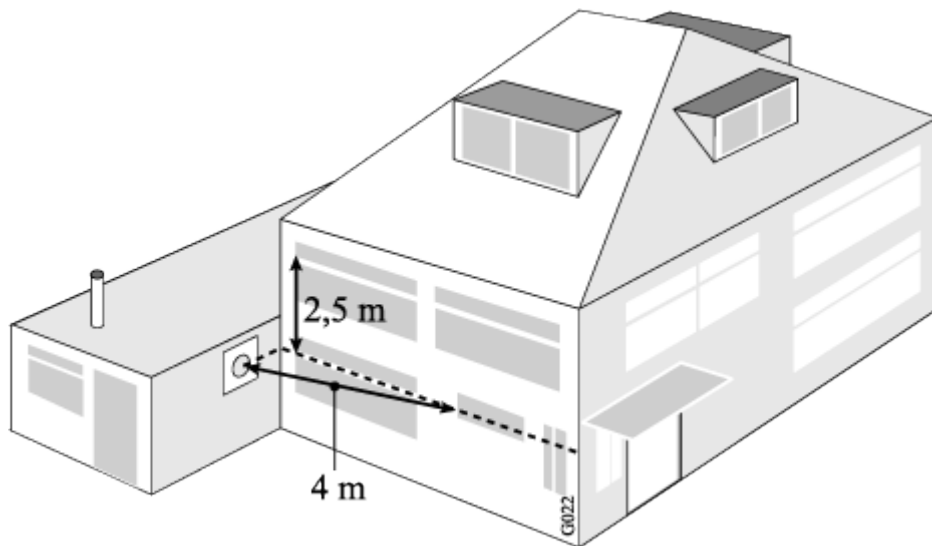


Afb. 5.11 Uitmonding in de gevel van een aangrenzende berging of uitbouw en toevoeropeningen voor ventilatielucht in dezelfde gevel, aangrenzende gevels en aangrenzende of achterliggende dakvlakken.

Rekenvoorbeeld 1

Gegeven:

Een warmwatertoestel met een belasting van 32 kW (op bovenwaarde) met een uitmonding in de gevel, zie afbeelding 5.12. Het hoogteverschil ΔH tussen de rookgasuitmonding en de toevoeropening voor ventilatielucht in de gevel in een hoger gelegen raam is 2,5m. De toevoeropeningen in de ramen gelijkvloers liggen op gelijke hoogte als de uitmonding.



Afb. 5.12 Uitmonding in de gevel van een berging of aanbouw.

Gevraagd:

Voldoet de plaatsing van de uitmonding en deze ventilatie-toevoeropeningen aan de verdunningsfactor f van 0,01?

Oplossing:

Er is sprake van plaatsing F. De belasting van het warmwatertoestel is kleiner dan 40 kW, dus rekenwaarde voor $B = 16$ kW.

Met tabel 5.03, plaatsing F wordt berekend:

$$L_1 = 0,9\sqrt{16} = 3,6 \text{ m.}$$

De hoogtecorrectie bij $\Delta H = 2,5$ m is:

$$L_2 = 3,0 \times 2,5 = 7,5 \text{ m.}$$

De minimum verdunningsafstand $L_{\min} = L_1 - L_2$ is dus negatief. Dat betekent dat deze plaatsing voldoet en daarmee ook de overige toevoeropeningen in deze gevel op dezelfde hoogte of hoger die verder weg liggen dan de beschouwde opening.

Overige ramen gelijkvloers

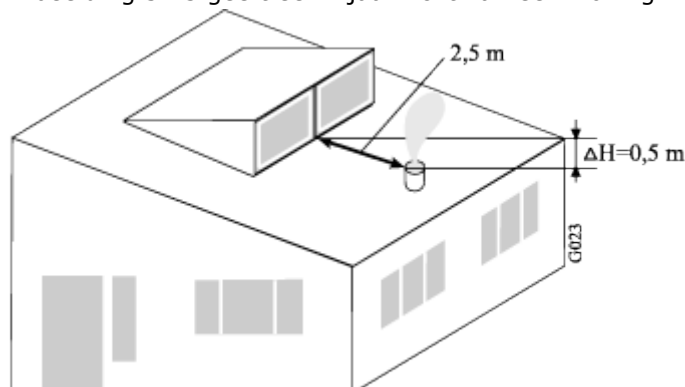
De afstand van de uitmonding tot de toevoeropening van ventilatielucht in het rechtse raam van de benedenverdieping in de aangrenzende gevel op dezelfde hoogte is 4,0 m.

Deze afstand is groter dan de berekende L_1 van 3,6 m; deze plaatsing voldoet dus aan de verdunningsfactor. Het raam links ervan ligt op minder dan 3,6 m en voldoet dus niet.

Rekenvoorbeeld 2

Gegeven:

Afbeelding 5.13 geeft een zijaanzicht van een woning met een lessenaarsdak met een dakkapel.



Afb. 5.13 Woning met een lessenaarsdak met een dakkapel en uitmonding in dakvlak.

Tijdens de bouw wordt er een openhaard op gas bijgeplaatst, de uitmonding zou ongelukkiger wijs pal voor de dakkapel door het dakvlak steken.

De afstand van de toevoeropening voor ventilatielucht in de dakkapel en de uitmonding is 2,5 m.

Het hoogteverschil tussen beide openingen ΔH is 0,5 m.
De uitmonding is lager geplaatst dan de toevoeropening.

Gevraagd:

Wat is de maximale belasting van de open haard?

Oplossing:

De plaatsing is E.

Met tabel 5.03, plaatsing E wordt berekend:

$$L_2 = 1,0 \times 0,5 = 0,5 \text{ m.}$$

De werkelijke verdunningsafstand $L = L_1 - L_2$.

$$\text{Dus geldt: } L_1 = L + L_2 = 2,5 + 0,5 = 3,0 \text{ m.}$$

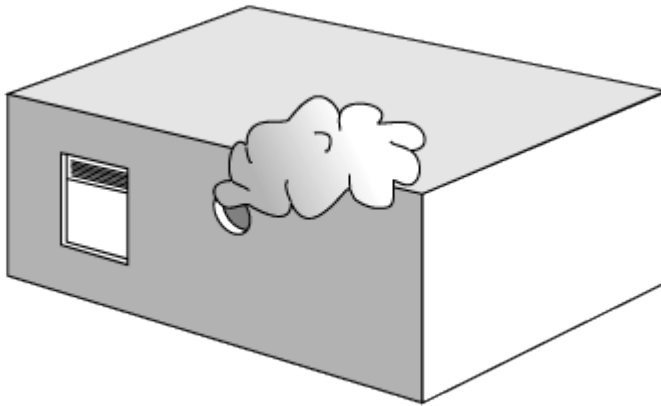
Tevens geldt dat $L_1 = 1,3\sqrt{B}$. Daarmee kan de maximum belasting als volgt worden berekend:

$$1,3\sqrt{B_{\max}} = 3,0 \rightarrow B_{\max} = (3,0 / 1,3)^2 = 5,3 \text{ kW}$$

Rekenvoorbeeld 3

Gegeven:

Afbeelding 5.14 toont een woning met een ventilatierooster boven een raam en een rookgasuitmonding in dezelfde gevel en op dezelfde hoogte. Hierop is een cv-ketel van 25 kW (bw) aangesloten.



Afb. 5.14 Woning met geveluitmonding op dezelfde hoogte als luchttoevoeropening.

Gevraagd:

Wat is de minimum toegestane afstand tussen de uitmonding en het ventilatierooster?

Oplossing:

Hiervoor kan zowel situatie C als situatie D als uitgangspunt dienen.

$$\text{Voor situatie C geldt: } L_{\min} = 0,2 \sqrt{25} = 1 \text{ m.}$$

$$\text{Voor situatie D geldt: } L_{\min} = 0,2\sqrt{25} - (-0,7\sqrt{0}) = 1 \text{ m.}$$

In beide gevallen is 1 m afstand dus voldoende.

5.8 Hinderafstand

5.8.1 Algemeen

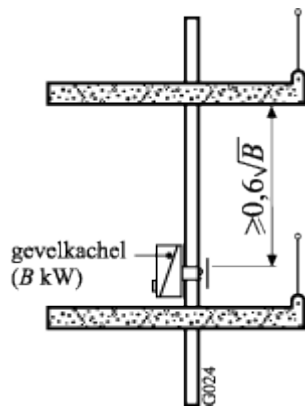
Het Bouwbesluit stelt sinds 1997 geen eisen meer aan het voorkomen van hinder door rook bij buitenruimten of balkons.

NEN 2757 geeft nog wel aanwijzingen en komt tot een uitmonding op een hoogte tot 2 m boven de vloer van de buitenruimte op een hinderafstand van $0,2\sqrt{B}$ m. Dit geldt voor een buitenruimte van een perceel met verschillende gebruiksfuncties en $0,6\sqrt{B}$ m voor balkons etc.

Puur vanwege het aspect van visuele hinder van een condenspluim van rook van gasvormige brandstoffen houdt men bij voorkeur rekening met een gemiddelde lengte van een zichtbare condenspluim van $0,6\sqrt{B}$ m, waarin B de belasting in kW bovenwaarde van het toestel voorstelt.

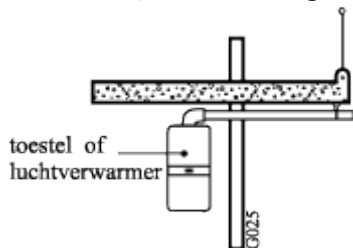
5.8.2 Hinderafstand bij balkons en loggia's

Een veilige afstand van uitmonding tot onderkant van een balkon is $0,6\sqrt{B}$ m met een minimum van 2 m. Deze afstand is gekozen ter voorkoming van neerslaande condensdruppels en kans op bevriezing, zie afbeelding 5.14.



Afb. 5.14 Uitmonding onder een balkon.

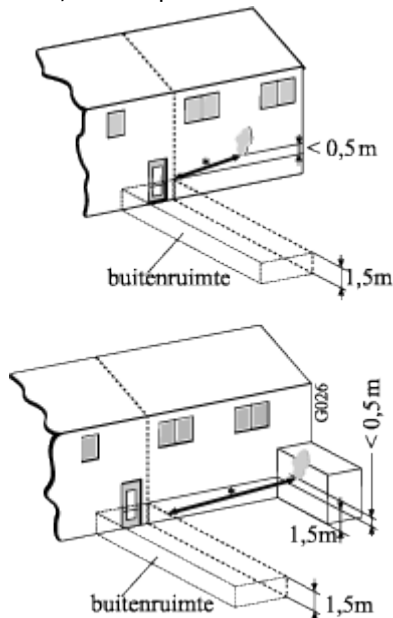
Condenswater zal niet neerslaan als de uitmonding doorloopt tot de voorzijde van een balkon of balustrade, zie afbeelding 5.15.



Afb. 5.15 Uitmonding voorbij de balkonrand.

5.8.3 Hinderafstand bij buitenruimten

Ook bij buitenruimten is de advieslengte $0,6\sqrt{B}$ m, vanwege de lengte van de condenspluim. Buiten is in dit geval elke open of besloten ruimte waar mensen kunnen zijn, zoals tuin, pad, langs huis, binnenplaats.



Afb. 5.16 Uitmondungen voor ruimten buiten (* $\geq 0,6\sqrt{B}$).

6 Gasleidingen

6.1 Algemeen

NEN 1078-2004 (Eisen en bepalingsmethoden voor huishoudelijke gasinstallaties) behandelt gasleidingen voor geodoriseerde gassen t.b.v. niet-industriële processen.

De benaming voor de verschillende onderdelen van de gasleiding zijn met de komst van NEN 1078-2004 gewijzigd. Dit boekje gebruikt de nieuwe benamingen.

Voorziening voor gas

Dit is de term die in het Bouwbesluit en in NEN 1078-2004 wordt gebruikt. Deze term is gedefinieerd als "de voorziening die zich bevindt tussen het afleverpunt in de meterruimte en het aansluitpunt ten behoeve van een of meer gastoestellen". Hieronder wordt verstaan het leidingwerk dat deel uitmaakt van het gebouw. In een eerdere versie van NEN 1078 werd dit gasinstallatieleiding genoemd en daarvoor de benamingen "gasbinnenleiding", "binnenleiding", of "gasinstallatie". Het bevat het samenstel van buizen en verbindingen van gasmeter tot de diverse aansluitkranen. Ook het eventueel buitenshuis liggende deel behoort hiertoe.

Benamingen als gasinstallatieleiding, gasleiding en leidingsysteem kunnen gebruikt blijven worden zolang duidelijk is wat ermee bedoeld wordt.

6.2 Leidingloop en aanleg

Een gasleiding moet vrij kunnen uitzetten en krimpen. De bevestiging van een gasleiding moet daarom spanningsvrij zijn. De beugelafstand bij starre leidingsystemen mag maximaal 60 maal de middellijn zijn, met een maximum van 6 meter. Voor flexibele leidingsystemen moeten de voorschriften van de fabrikant gevolgd worden.

Het materiaal van de bouwkundige constructie mag de leiding niet aantasten. Als bij de bouw bijvoorbeeld gips of kalkhoudende specie wordt toegepast, dan moet een koperen leiding effectief tegen aantasting worden beschermd op die plaatsen waar de specie naar verwachting regelmatig vochtig zal worden. Een gasinstallatieleiding mag de daarop aangesloten toestellen niet dragen of steunen.

Aanleg flexibele leidingmaterialen

De aanleg van flexibele leidingen bestaande uit materialen zoals PE-x en PE-x/Alu/PE biedt veel voordelen vanwege het gemak van buigzaamheid en verbindingstechniek. Buizen van PE-x/Alu/PE geven door de aluminiumlaag extra installatiegemak en zijn diffusiedicht voor de typische gasgeur. Kunststof buizen zijn minder corrosiegevoelig en hebben geen onderhoud nodig. In het algemeen zijn kunststoffen zeer duurzaam voor deze toepassing. In de praktijk zullen geringe beschadigingen aan het oppervlakte van de buis geen invloed hebben op de levensduur; de buizen zijn met een ruime veiligheidsmarge gedimensioneerd. De weerstand tegen brand van kunststoffen is in het algemeen minder ten opzichte van metalen, maar nog altijd voldoende. Pas bij oververhitting van een gasleiding is er een potentieel risico dat de verbindingen, ook in metalen leidingen, onvoldoende zekerheid bieden m.b.t. de afdichting.

Sommige fabrikanten van flexibele leidingsystemen raden aan om debietbeveiligingskleppen in de installatieleidingen op te nemen. Bij een ernstige lekkage wordt daarmee de gastoevoer automatisch afgesloten. Flexibel RVS (gegolfd met kunststof beschermlaag) blijft ook bij zeer hoge temperaturen intact. Het materiaal is flexibel en toch stug waardoor het zonder uitgebreide bevestiging en ondersteuning in vloeren kan worden gelegd alvorens te worden ingestort. Door het gegolfde oppervlak neemt het meer ruimte in, waardoor aanleg in wanden soms minder gemakkelijk is. De bijbehorende hulpstukken voor verbindingen zijn losneembaar en mogen dus alleen maar 'in het zicht' worden toegepast.

Controle gelaste stalen leidingen

Lasverbindingen in stalen leidingen van alle middellijnen moeten steekproefsgewijs door middel van radiografisch of ultrasoon onderzoek worden gecontroleerd. De steekproefgrootte is tenminste 10% van het totaal aantal lassen, met een minimum van drie. Er is (nog) geen NPR-3378-werkblad over lasverbindingen uitgegeven; voor de aanvaardbaarheidseisen kan Bijlage A van de vervallen NEN 1078 (GAVO-1987) worden aangehouden.

6.3 Ligging

Het gasleidingnet wordt, voor zover mogelijk, geheel binnen het perceel gelegd en is van daaruit bereikbaar of bereikbaar vanuit een gemeenschappelijk toegankelijke ruimte. Men onderscheidt vier soorten liggingen:

1. in het zicht;

2. weggewerkt, maar wel bereikbaar;
3. in de grond;
4. weggewerkt en onbereikbaar.

Onder onbereikbaar verstaat men: "slechts toegankelijk na het verrichten van het nodige breekwerk".

Gasleidingen mogen niet worden gelegd:

- onder leidingen en constructies waarop zich condens kan vormen, zoals een koudwaterleiding;
- in een spouw (behalve bij dwarsdoorvoeringen die zijn voorzien van een mantelbuis);
- in afvoer- en ventilatiekanalen, afvalkokers en liftschachten.

6.3.1 In het zicht

Het leidingwerk in het zicht mag geen obstakel vormen voor menselijk verkeer en ook geen beschadiging oplopen. Horizontale gasleidingen worden daarom tenminste 50 mm boven de vloer gemonteerd. Metalen gasleidingen mogen in het zicht worden gelegd; flexibele gasleidingen niet. Een flexibele leiding mag wel in het zicht worden gelegd bij een aansluitpunt of in de meterkast. De leiding moet dan wel voldoende beschermd zijn door een mantelbuis of bijvoorbeeld een kast.

6.3.2 Weggewerkt maar bereikbaar

Leidingen mogen zijn weggewerkt in een leidinggoot, tunnel (horizontaal) of leidingkoker (verticaal), mits deze:

- blijvend toegankelijk is voor inspectie en onderhoud;
- geventileerd wordt;
- zo nodig voorzien is van een afvoer van hemelwater.

Ook een flexibele leiding mag in een leidingkoker geïnstalleerd worden zonder gebruik te maken van een mantelbuis, tenzij de fabrikant anders voorschrijft. Deze koker moet dan wel geventileerd zijn (bijvoorbeeld door een opening van ongeveer 10 cm² zowel aan de onderzijde en aan de bovenzijde). Om te voorkomen dat de flexibele buis gaat knikken bij de overgang uit de vloer is het raadzaam om bochtgeleiders toe te passen. Leidingen in een kruipruimte of in een kelder zijn toegestaan als deze ruimte:

- blijvend droog is;
- toegankelijk is voor inspectie (kruipluik minimaal 0,5 x 0,8 m);
- een vrije hoogte heeft van ten minste 0,7 m;
- dwarsventilatie heeft.

Zo niet, dan geldt de eis voor onbereikbare ruimten; de gasleiding moet dan zijn voorzien van een mantelbuis.

6.3.3 In de grond

Leidingen mogen niet in de grond onder gebouwen worden gelegd, met als uitzondering tuinbouwkassen.

Een leiding in de grond moet minstens 0,8 m gronddekking hebben. Indien dit op grote bezwaren stuit, mag de dekking minder zijn, onder voorwaarde dat er aanvullende maatregelen zijn genomen die de kans op beschadiging van de leiding en de bekleding beperken. Zinkers moeten 0,6 m onder het normale bodemprofiel van een sloot worden gelegd: Een gasleiding in de grond ligt op minimaal 0,3 m vanaf elektriciteitskabels ≤ 25 kV en minimaal 1 m vanaf een drukloos riool. Ten opzichte van elektriciteitskabels > 25 kV en benzine- en olieleidingen en -tanks geldt een minimumafstand van 5 m. Leidingen, parallel aan gebouwen, liggen op minimaal 1 m afstand. Verbindingen, die binnen 1 m vanaf de gevel liggen, moeten trekvast zijn. Gelaste leidingen nabij gebouwen waar niet vaak mensen aanwezig zijn (schuren etc.) mogen op een afstand van

minimaal 0,5 m worden gelegd.

In het verleden gold dat bij de invoering in een gebouw op ten minste 0,5 m voor de fundering op een metalen leiding moest worden overgegaan. Vooral bij zakkende grond kan het echter voordelen hebben om geen overgangskoppeling vlak voor de gevel te hebben, maar de kunststof gasleiding door te leggen tot binnen. Daarbij kan een constructie worden toegepast die ook wordt gebruikt door energiebedrijven bij de invoering van een aansluitleiding in een meterkast, zoals beschreven in NEN 7244-6. Een in kunststof uitgevoerde gasleiding, die de gevel passeert, moet zijn beschermd tegen mechanische belasting en warmtebelasting door een gele mantelbuis uit metaal of kunststof. Dit leidingdeel moet in de mantelbuis zijn gecentreerd. De wanddikte van kunststofmantelbuizen moet ten minste 3,0 mm zijn. De geveldoorvoering moet duurzaam gasbelemmerend zijn uitgevoerd. In geval van permanente grondzakking is het toelaatbaar de gasleiding door een mantelbuis het gebouw in te voeren. De mantelbuis ligt dan onder de gevelbalk en is daaraan bevestigd.

Bij toepassing van stalen leidingen moet een isolatiekoppeling worden toegepast bij de overgang van een ondergronds naar een bovengronds leidinggedeelte. Bij koperen leidingen in de grond mogen geen messing hulpstukken worden toegepast.

6.3.4 Weggewerkt en onbereikbaar

Leidingen in de vloer en/of ingefreesd in de wand

Koperen buis en stalen draadbuis mogen in vloeren worden ingestort en/of ingefreesd in de muur als:

- deze droog blijft (dus ook achter een betegelde muur van de badkamer/douche);
- de leidingen bij in- en uittrede zijn beschermd (zie ook paragraaf 6.4).

Flexibele of koperen leidingen met persverbindingen mogen worden ingestort mits de verbinding gelijkwaardig is aan een soldeerverbinding. Systemen met Gastec Qa merk (volgens KE 187 en 198) voldoen aan deze eis. Er is geen voorgeschreven minimale dekking meer voor gasleiding die in vloeren is ingestort of in wanden is ingefreesd. Echter, de leiding moet zodanig worden aangelegd dat de kans op beschadiging minimaal is.

Leidingen boven vaste plafonds en achter betimmeringen

Schroten- en gipsplafonds en niet-losneembare systeemplafonds zijn vaste plafonds. Gasleidingen zonder mantelbuis zijn hier toegestaan mits de verbindingen zijn gelast, gesoldeerd of geperst. Stalen leidingen moeten zijn beschermd tegen corrosie. Stalen draadpijp mag ook zijn gefit of zijn voorzien van een trek vaste koppeling volgens KE 70. Ook flexibele gasleidingen zonder mantelbuis zijn hier toegestaan mits eventuele verbindingen gelijkwaardig zijn aan een soldeerverbinding.

Leidingen in een onbereikbare ruimte

Gasleidingen in een onbereikbare ruimte, zoals bijvoorbeeld in een afgesloten kruipruimte en achter steenachtige knieschotten, worden gelegd met mantelbuis. De mantelbuis biedt bescherming en de mogelijkheid om de buis te kunnen vervangen zonder hak- of breekwerk. Voor gasleidingen in mantelbuis in een kruipruimte hoeft slechts aan de eis van bescherming van de gasleiding te worden voldaan. De mantelbuis moet bij voorkeur zijn vervaardigd van kunststof. Zowel starre als buigzame mantelbuis (ribbelbuis) is toegestaan. Leidingen met kunststof bekleding worden niet beschouwd als leidingen in een mantelbuis. De mantelbuis moet minstens 20 mm uit de muur steken. De vereiste inwendige middellijn van de mantelbuis (d_{mantel}) is weergegeven in tabel 6.01. De ruimte tussen de bouwkundige constructie en de mantelbuis moet goed zijn afgedicht. De spleet tussen mantelbuis en gasleiding van tenminste één van de uiteinden van de mantelbuis moet worden open gelaten om eventueel gevormd lekgas waar te kunnen nemen. Eventueel moeten maatregelen getroffen worden om het binnendringen van vuil en water te voorkomen.

Tabel 6.01 De vereiste inwendige middellijn van de mantelbuis.

uitwendige middellijn gasbuis	$D_{\text{buis}} \leq 60 \text{ mm}$	$D_{\text{buis}} > 60 \text{ mm}$
inwendige middellijn mantelbuis	$d_{\text{mantel}} \geq D_{\text{buis}} + 6 \text{ mm}$	$d_{\text{mantel}} \geq 1,1 D_{\text{buis}}$

Bovengrondse gasleidingen in de buitenlucht

Soms is het erg lastig in het gebouw een gasleiding aan te brengen, bijvoorbeeld vanwege andere leidingen en installaties die in de weg zitten. Dit maakt de aanleg van de gasleiding binnen erg duur, zo niet onmogelijk. In dat geval kan worden overwogen om de gasleiding buitenom te leggen. Hiervoor mag koper of staal worden gebruikt. De gasleiding moet dan wel doelmatig worden beschermd tegen corrosie. Hiervoor gelden de volgende aandachtspunten:

- Voorbehandeling (ontvetten, reinigen, roest en walshuis verwijderen);
- Aanbrengen van corrosiewerende grondlagen bij metalen leidingen;
- Aanbrengen van afsluitende weervaste deklagen. Voor mogelijke uitvoeringen van beschermingsystemen kunnen verffabrikanten en gespecialiseerde schilder/coatingbedrijven adviseren;
- Speciale aandacht besteden aan de bescherming ter plaatse van ophangingen en/of ondersteuning en muurdoorvoeringen. Beugels e.d. moeten tijdens de behandeling tijdelijk worden verwijderd.

Voorbeelden van corrosiewering bij stalen buizen:

- Eerst een menielaag en daarna twee maal geschilderd (grond- en deklaag). Bedenk wel dat deze buis dan regelmatig opnieuw moet worden geverfd, wat in de praktijk nogal eens vergeten wordt.
- Bekleding met polyetheen dat met roet is gestabiliseerd, te herkennen aan de zwarte kleur. Buizen met deze bekleding moeten echter wel tegen permanente zonnestraling worden beschermd. Dit kan door boven de leiding een plaat of buisschalen aan te brengen. Verbindingen worden bekleed met pijpwikkelband.
- Thermisch verzinkt, waarbij beschadigingen weg worden gewerkt. Dit verzinken moet gebeuren volgens NEN 1332, waarbij de zinklaag een minimale dikte moet hebben van 56 micrometer.

Voorbeeld van corrosiewering bij koperen buizen:

- Koperen buis moet worden geverfd met een etsgrondverf ("washprimer") en worden geschilderd met een afdekaag, dan wel met kunststof worden bekleed. Voor deze kunststoflaag gelden weer dezelfde eisen als voor stalen buizen. En ook hierbij is afscherming van directe zonnestraling nodig.

Verder geldt voor gasleidingen in de buitenlucht:

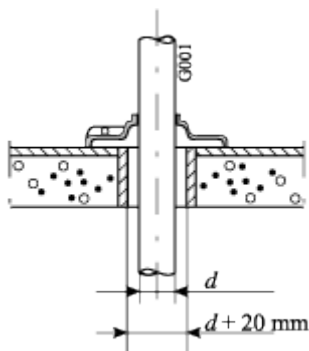
- Gasleiding niet isoleren;
- Voor woongebouwen hoeft de buis niet geel te zijn; voor andere gebouwen geldt deze eis wel;
- Leg het tracé van de leiding zodanig aan, dat een goede visuele controle mogelijk is;
- Zorg daarbij wel dat de kans op mechanische beschadiging van de leiding minimaal is.

6.4 Leidingdoorvoeringen

Voor doorvoeringen door scheidingsconstructies zoals vloeren, wanden en schachten, die de verbinding vormen tussen verschillende brandcompartimenten, geldt dat de brandwerendheid niet teniet mag worden gedaan door het maken van een doorvoering. Meestal wordt geaccepteerd dat, net als bij rookgasafvoerkanalen, bij een doorvoering met een doorsnede < 50 mm geen brandmanchet behoeft te worden aangebracht. Hier kan worden volstaan met het aanbrengen van brandwerende kit. Bij kunststof van opschuimend materiaal en bij metaal van al dan niet opschuimend materiaal.

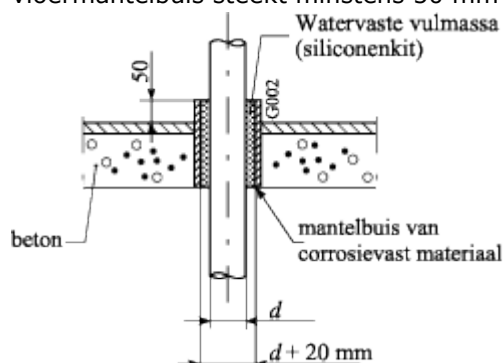
Voor zover geen sprake is van een eis van brandwerendheid en/of gasleidingen < 50 mm worden kunnen de volgende constructies worden gebruikt:

Muur en vloerdoorvoeringen van gasleidingen worden voorzien van mantelbuizen van kunststof of staal (zie de afbeeldingen 6.1, 6.2 en 6.3). Bij doorvoeringen wordt de mantelbuis gasbelemmerend afgedicht met kit.



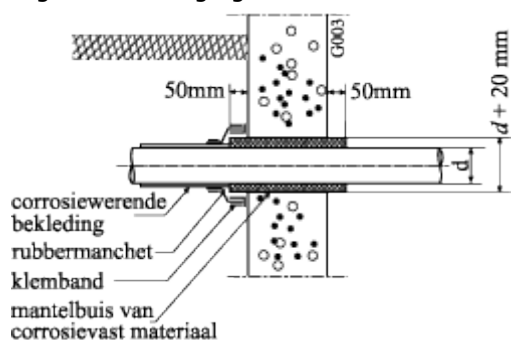
Afb. 6.1 Niet-waterdichte doorvoering.

Uitgezonderd zijn massieve houten wanden. Daarin zijn mantelbuizen niet verplicht. De vloermantelbuis steekt minstens 50 mm boven de vloer uit.



Afb. 6.2 Waterdichte doorvoering.

De geveldoorvoering moet duurzaam gasbelemmerend en waterdicht zijn en bescherming bieden tegen beschadiging.



Afb. 6.3 Ondergrondse doorvoering met vulmassa.

6.5 Leidingmaterialen

Voor gasleidingen worden stalen, koperen en kunststof buizen gebruikt. Voor een overzicht van materialen zie tabel 6.02.

Tabel 6.02 Materiaal van de gasleidinginstallatie en de toepassing.

Stalen draadbuis KE 15		Toepassing
Verbinding	schroefdraad volgens NEN-EN 10242 en KE 11	ABCD
	met draadflenzen volgens DIN 2566	ABC
	lassen	ABCD
	lasflenzen volgens ISO 7005	ABC
	met koppelingen van PE naar metaal volgens KE 70	ABCD
	met koppelingen volgens KE 91	ABC

Gelaste stalen buis NEN 2323 (naadloos) en NEN 2399		Toepassing
Verbinding	lassen	ABCD
	lasflenzen volgens ISO 7005	ABC
	met koppelingen volgens KE 91	ABC

Verzinkt stalen precisiebuis KE 67 en NEN 1982		Toepassing
Verbinding	met koppelingen volgens KE 91	A
	met knelfittingen volgens KE 68	AB*
	met klemfittingen met rubber ring volgens KE 186	AB*

Halfharde koperen buis		Toepassing
Verbinding	soldeer- met hulpstukken van koper of brons	ABCD
	soldeer- met hulpstukken van messing volgens KE 6	ABD
	met koppelingen volgens KE 70	C
	met koppelingen volgens KE 91	ABC
	met knelfittingen volgens KE 35	ABC
	met klemfittingen met rubber ring volgens KE 186	ABC

Zachte koperen buis		Toepassing
Verbinding	soldeer- met hulpstukken van koper of brons	D
	soldeer- met hulpstukken van messing volgens KE 6	D

Kunststof buis PE (KE 8)		Toepassing
Verbinding	stuiklassen	C
	met lasmoffen met weerstandsdraad	C
	met koppelingen volgens KE 70	C
	met koppelingen volgens KE 91	C

Kunststof buis PE (KE 8)		Toepassing
Verbinding	PE-X-systeem (KE 187) met verbindingen	B* D
	PE-X-systeem (KE 187) zonder verbindingen	BCD
	meerlagensysteem (KE 198) met verbindingen	B* D
	meerlagensysteem (KE 198) zonder verbindingen	BCD
	gegolfd RVS systeem (KE 197) zonder verbindingen	BCD

A: in het zicht

B: bereikbaar, maar weggewerkt; * niet in ruimte onder de vloer

C: in de grond

D: weggewerkt in vloer, muur of onbereikbare ruimte

Duurzaamheid en leidingmaterialen

De opmars van kunststof leidingssystemen, ook bij gasinstallaties, gaat gestaag door. Bij diverse vergelijkende onderzoeken tussen leidingmaterialen komen kunststof leidingen dan ook vaak als duurzaam en milieubewust naar voren. Duurzaamheidsaspecten voor het gebruik van kunststofleidingen ten opzichte van metalen leidingen zijn:

- Erg lange levensduur (100 jaar) o.a. door geen corrosievorming;
- Geen tussentijdse vervanging noodzakelijk;
- Nauwelijks onderhoud;
- Eenmalig gebruik van grondstoffen;
- Hergebruik garantie via BIS (Buizen Inzamel Systeem).

Naast de duurzaamheids- en milieuvoordelen scoren kunststof leidingmaterialen ook goed als het bijvoorbeeld gaat om het installatiegemak en de veiligheidsaspecten. Zo is PE-X goed bestand tegen tijdelijke en langdurige mechanische belasting. Een eigenschap die bij een netwerk van gasleidingen op de lange termijn zorgt voor veiligheid en efficiëntie.

De bovengenoemde duurzaamheidsvoordelen gelden ook voor de zogenoemde meerlagenbuizen (PE-X/Al/PE-X), zij het in iets mindere mate o.a. door de aanwezigheid van metalen componenten. Anderzijds combineren meerlagenbuizen de voordelen van kunststof en metaal: robuustheid en flexibiliteit. Gezien de vele voordelen is het vrij eenvoudig te verklaren waarom het gebruik van kunststoffen bij gasleidingen ook een grote vlucht heeft genomen.

6.6 Bescherming

Voor het beschermen van gasleidingen tegen corrosie en beschadiging worden verschillende methoden gebruikt:

- Aarding (zie paragraaf 1.3.3)
- Menie (staal)
- Coating (staal, koper)
- Mantelbuis

Opmerking:

Er is ook koperen buis op de markt waar een kunststof coating omheen is gekrompen, waarbij in de lengterichting luchtkanaaltjes tussen coating en buis aanwezig zijn. Deze coating mag niet worden beschouwd als een mantelbuis; deze coating dient slechts als bescherming van de koperen buis.

6.7 Codering

Gasleidingen in en buiten gebouwen moeten zijn gemerkt in de kleur geel. Deze eis geldt echter niet voor woongebouwen.

Voor mantelbuizen waarin een gasleiding ligt, gelden geen eisen ten aanzien van de herkenbaarheid. Bij gasleidingen in de grond moet op ca. 30 cm boven de leiding een geel waarschuwingsband zijn aangebracht.

6.8 Toestelaansluitingen

6.8.1 Aansluitpunten

De gasinstallatieleiding eindigt in één of meer aansluitpunten. Ieder toestel heeft een aansluitpunt. Een niet gebruikt aansluitpunt is voorzien van een stop of een dop. Het is nog beter de leidingsectie in haar geheel los te nemen. Ook wanneer een toestel tijdelijk wordt verwijderd

bijvoorbeeld voor reparatie of om later te worden vervangen, dan wel in verband met verhuizing, moet het aansluitpunt van een dop of stop worden voorzien.

6.8.2 Aansluitkranen

Elk aansluitpunt, ook dat voor een inbouwkomfoor en inbouwoven in één inbouwruimte, is door een aansluitkraan (NEN 7202) of overeenkomstige constructie afsluitbaar. Is het aan te sluiten toestel voorzien van een toestel-/aansluitkraan, dan is een afzonderlijke afsluitkraan niet nodig. Voor sfeerhaarden mag de aansluitkraan in de meterkast worden geplaatst. Deze moet dan wel worden voorzien van een aanduiding.

Een gasaansluitkraan heeft een losneembare koppeling aan toestelzijde of is uitgevoerd als een gasstopcontact voor het bewerkstelligen van een herbruikbare verbinding. Daardoor kan een toestel worden losgenomen zonder de gehele gasleidinginstallatie drukloos te maken.

Bij een starre aansluiting is de afsluitkraan met een losneembare koppeling verplicht. Deze koppeling is alleen met gereedschap los te nemen. Flexibele slangen mogen met de hand losgenomen worden.

6.8.3 Aansluitleiding

De maximale lengte van een vaste aansluitleiding is 1 m. Voor buigzame aansluitleidingen (veiligheidsslangen van draadversterkt rubber) geldt het volgende:

- Inbouwtoestellen en toestellen die voor een veilig gebruik een lange aansluitleiding nodig hebben: maximaal 2 m.
- Overige toestellen binnenshuis: 0,2 tot 0,6 m.
- Verplaatsbare toestellen in de buitenlucht: onbeperkt.

6.9 Veiligheidsvoorziening

De volgende soorten toestellen mogen met een buigzame aansluitleiding worden aangesloten:

- verplaatsbare gastoestellen (zodat ze verplaatsbaar blijven);
- inbouwfornuizen;
- gashaarden.

Aandachtspunten voor eventuele vernieuwing van de slang zijn de aanwezigheid van:

- haarscheurtjes (eerst zichtbaar in bochten);
- beschadiging door hitte (zichtbaar door glad, korrelig of weggebrand oppervlak);
- plaatselijke zwelling (door contact met bakolie).

Flexibele aansluitleidingen van gegolfd RVS mogen niet worden gebruikt voor verplaatsbare toestellen, want deze aansluitleidingen mogen niet op wringing worden belast. Voor aansluiting van verplaatsbare cateringtoestellen in bedrijfskeukens zijn er echter speciale uitvoeringen met een draaibare koppeling en een voorziening tegen uitrekken.

Tabel 6.03 Keuzemogelijkheden van toestelaansluitingen.

toestel	vast		flexibel			
	star	buigbaar**	buigzaam met***		RVS met	slang van versterkt rubber
			gaskraan	insteekverbinding		
fornuis ≤14 kW*	+	-	++	++	++	++
fornuis >14 kW*	++	+	-	-	++	-
losse oven (los), komfoor	-	-	++	++	++	++

inbouwoven/ komfoor	+	++	++	++	++	++
wasmachine	+	+	++	++	++	-
gaswasdroger	+	+	++	++	++	-
stralingstoestel	+	+	++	++	++	-
kachel	++	++	+	+	+	+
cv-ketel	++	++	-	-	-	-
warmtapwater-toestel	++	++	-	-	-	-
luchtverwarmer	++	++	-	-	-	-
blokkenvuur	++	++	-	-	-	-
verplaatsbaar toestel in open lucht	-	-	++	++	++	++

++ = aanbevolen

+ = toegestaan

- = verboden

* Voor een huishoudelijk fornuis hanteert men een gelijktijdigheidsfactor van 0,7. De belasting van een fornuis met gasoven is circa 14 kW, dus rekent men voor de leidingberekening met een belasting van $0,7 \times 14 = 10$ kW

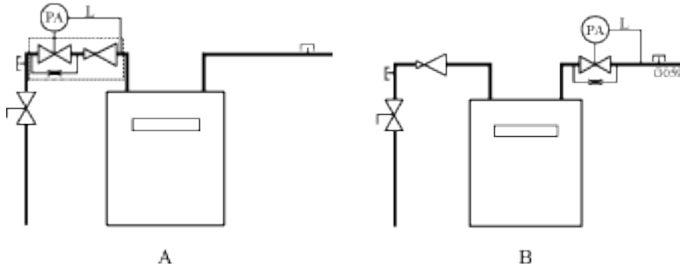
** Een *buigbare* verbinding wordt gebruikt voor een aansluitleiding die eenmalig bij de montage eenvoudig met de hand kan worden vervormd. Deze verbinding is niet bestand tegen veelvuldige vervorming.

*** Een *buigzame* aansluitleiding wordt gebruikt voor verplaatsbare toestellen en is er dus op berekend dat deze veelvuldig wordt vervormd.

6.9.1 Beveiliging tegen uitstromen van gas

Gasgebrekbeveiliging (B-klep)

Bij het tijdelijk wegvallen van de gasdruk in de binneninstallatie door een storing in het gasdistributienet, ofwel door het onbedoeld dichtdraaien van een afsluiter, zullen gastoestellen uit bedrijf gaan. Gastoestellen met een vlambeveiliging vallen in storing en de gastoevoer naar de brander wordt daarmee afgesloten. Bij gastoestellen zonder vlambeveiliging, zoals een gaskomfoor, zal de vlam doven maar kan na herstel van de gasdruk het gas vrijelijk uitstromen. Om deze situatie te voorkomen wordt een zogenaamde gasgebrekbeveiliging geplaatst, ook wel aangeduid met "B-klep". Vaak is de functie van de B-klep geïntegreerd met die van de huisdrukregelaar (zie paragraaf 6.9.3). Eventueel kan de B-klep aan de uitlaatzijde van de meter zijn geplaatst.



Afb. 6.4 Mogelijke plaatsen van de B-klep bij een woning.

Er zijn 2 typen gasgebrekbeveiligingen:

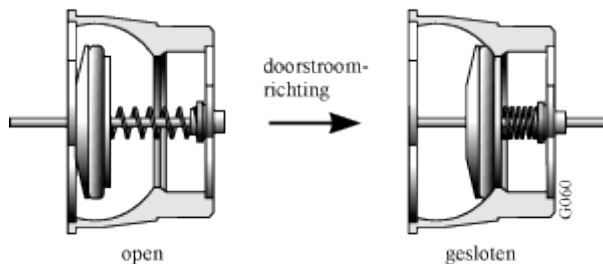
1. De automatisch werkende B-klep. Nadat alle toestelkranen zijn gesloten bouwt de druk in de binnenleiding langzaam weer op en wordt de klep automatisch geopend.
2. De handbediende B-klep. Deze wordt geopend door het indrukken van een knop. Via een omloopkanaal wordt dan druk opgebouwd in de stroomafwaarts liggende gasleiding.

Toepassing van B-kleppen:

- B-kleppen hoeven slechts toegepast te worden als er toestellen zonder vlambeveiliging aanwezig zijn.
- In bedrijfspannen moet een B-klep worden geplaatst achter de afsluiter van elke leidingsectie waarin een gastoestel zonder vlambeveiliging is aangesloten.
- In woningen is slechts een B-klep nodig in de leidingsectie direct achter de kraan in de woning bij een centraal opgestelde gasmeter.

Debietbeveiligingsklep

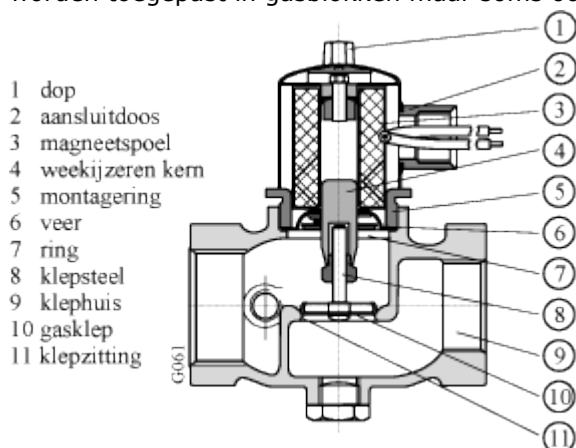
Sommige fabrikanten van flexibele gasleidingen adviseren vlak na de gasmeter een debietbeveiligingsklep toe te passen. Een dergelijke voorziening sluit de gastoevoer af wanneer de doorstromingshoeveelheid wordt overschreden. Dit vormt feitelijk een beveiliging tegen ongecontroleerde gasuitstroming door leidingbreuk. Ook kan een dergelijke voorziening in een aansluitleiding voor de gasmeter worden geplaatst, hoewel dit (nog) niet gebruikelijk is in Nederland.



Afb. 6.5 Debietbeveiligingsklep.

6.9.2 Magneetklep

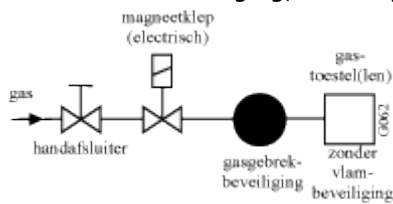
Een magneetklep is een elektrisch bediende afsluiter. Een magneetklep opent wanneer deze wordt bekrachtigd; zodra de spanning er af valt, sluit de klep. Deze werkt dus fail-safe. Magneetkleppen worden toegepast in gasblokken maar soms ook in binneninstallaties.



Afb. 6.6 Magneetklep.

Magneetkleppen worden toegepast bij grootkeukenapparatuur. Daar moet een voorziening zijn aangebracht die er voor zorgt dat gastoestellen uit bedrijf gaan, of niet in bedrijf kunnen komen, als de ruimte niet wordt geventileerd. Meestal is het voldoende een eenvoudige elektrische koppeling aan te brengen tussen de ventilator voor de afzuiging en een elektromagnetische klep in de gastoevoerleiding. Dit kan gedaan worden met een klep per toestel of een klep voor alle gastoestellen. In de stromingsrichting van het gas gezien, moet achter een dergelijke klep een gasgebrekbeveiliging zijn aangebracht.

Het gebruik van een gasgebrekbeveiliging is dus vooral belangrijk bij toepassing van branders zonder vlambeveiliging, zoals bij oudere typen kookbranders.

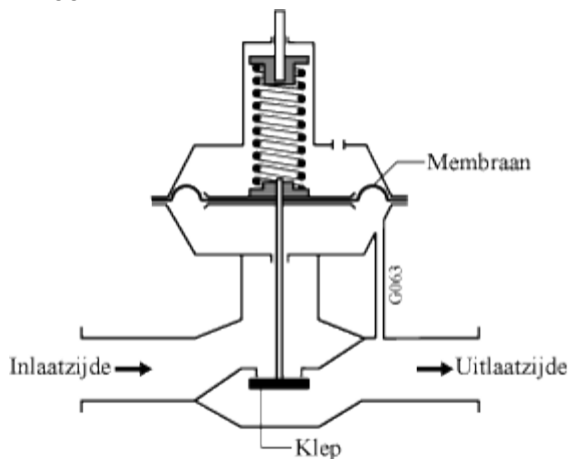


Afb. 6.7 Volgorde van componenten.

Het verdient aanbeveling magneetkleppen toe te passen die zijn voorzien van een conformiteitsverklaring waarmee wordt aangetoond dat deze voldoen aan de Europese norm EN 161.

6.9.3 Drukregelaar

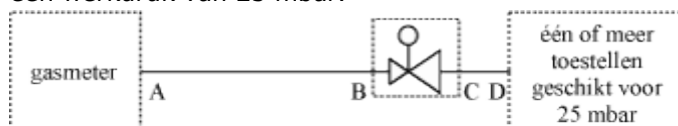
Een drukregelaar verlaagt de druk en zorgt voor een constante uitlaatdruk. Drukregelaars worden behalve in gastoestellen toegepast als huisdrukregelaar, voor de gasmeter. Indien een drukregelaar in een binneninstallatie wordt toegepast, bijvoorbeeld om een afleverdruk van 100 mbar te reduceren tot 25 mbar, dan wordt aanbevolen een regelaar toe te passen die is voorzien van een conformiteitsverklaring waarmee wordt aangetoond dat deze voldoet aan de Europese norm EN 88.



Afb. 6.8 Drukregelaar.

Voorbeeld toepassing drukregelaar in binneninstallatie:

In een situatie met een lange terreinleiding (bijvoorbeeld een park met vakantiehuisjes) met een centrale gasmeter, kan het gunstig zijn om een terreinleiding met een werkdruk van 100 mbar te hebben en bij elke woning een drukregelaar te plaatsen die de druk reduceert tot 25 mbar. Het voordeel is dat er een veel groter drukverlies kan worden toegelaten in de terreinleiding dan dat bij een werkdruk van 25 mbar.



Minimale werkdruk bij A is 100 mbar
 Minimale verbruiksdruk bij B is 40 mbar
 Een drukverlies van 60 mbar in leiding A-B is acceptabel
 Een drukverlies van 2,5 mbar in leiding C-D is acceptabel

Afb. 6.9 Toepassing drukregelaar in een binneninstallatie.

7 Beproeving en controle

7.1 Algemeen

Nieuwe gasleidinginstallaties worden in twee fasen beproefd op dichtheid. De eerste fase bestaat uit het beproeven van de voorziening voor gas (dit is het leidingsysteem zonder aansluitleiding); de tweede fase bestaat uit de beproeving van de gehele gasleidinginstallatie, dus tot aan de eerste afsluiter in de aangesloten toestellen.

Indien bij een uitbreiding van de gasinstallatie een nieuw stuk gasleiding moet worden aangesloten op een bestaande voorziening voor gas, dan:

- Eerst bepalen of het drukverlies niet te hoog wordt door de uitbreiding.
- Bestaande gasinstallatie eerst op dichtheid beproeven. Nieuwe gedeelte beproeven met drukstoot en dichtheidsbeproeving.
- Daarna nieuwe gedeelte aan bestaande deel koppelen en koppeling afzepen.

7.2 1^e fase

De voorziening voor gas (zonder gasmeter, aansluitleidingen en aansluitkranen) wordt in afgedopte toestand eerst op sterkte beproefd d.m.v. een drukstoot met lucht van 5 bar (5000 mbar) en daarna wordt de druk verlaagd tot de beproevingsdruk van 100 mbar boven de werkdruk.

NB. Voorheen werd de sterktebeproeving met 1 bar uitgevoerd. Dit is verhoogd tot 5 bar vanwege de introductie van geperste verbindingen, vaak in combinatie met flexibel leidingmateriaal. Een onjuist geperste verbinding zou nog in stand kunnen blijven bij 1 bar, maar niet bij 5 bar.

De gasleiding wordt gasdicht beschouwd als gedurende 5 minuten geen zichtbare drukdaling optreedt (bijvoorbeeld gemeten met een U-buis-manometer).

7.3 2^e fase

In deze fase moet de gasleidinginstallatie worden afgemonteerd door de toestellen aan te sluiten. Indien aanwezig kan ook de gasmeter aangesloten worden. Tijdens de beproeving zijn alle aansluitkranen geopend en alle toestelkranen gesloten.

Zonder gasmeter

De gasleidinginstallatie wordt gasdicht beschouwd als bij een beproeving op 125 mbar luchtdruk gedurende 3 minuten de druk niet meer dan 3 mbar is gedaald.

Met gasmeter

De beproeving geschiedt met gas. De gasleidinginstallatie wordt als gasdicht beschouwd indien 3 minuten na het sluiten van de hoofdkraan de druk in de gasleidinginstallatie niet meer dan 1 mbar is gedaald.

Men overtuigt zich ervan dat:

1. Het temperatuurverschil van het gas en de omgeving niet groter is dan 2 °C. Bovendien moet men bedacht zijn op leidingen in de buitenlucht; bijvoorbeeld zoninstraling tast de betrouwbaarheid van de meting aan.
2. De hoofdkraan goed afsluit. Een eenvoudige controle is de druk in de gasleidinginstallatie af te laten tot de atmosferische druk. Als de hoofdkraan niet goed afsluit en de "aflaatopening" is nadien gesloten, dan stijgt de gasdruk in de afgesloten leiding.

7.4 Installaties met huisdrukregelaar

De huisdrukregelaar zet de hoge voordruk van circa 100 mbar om in circa 25 mbar.

Tussen de hoofdkraan en de uitlaatzijde van de huisdrukregelaar bevindt zich daardoor een kleine hoeveelheid gas met een druk van circa 100 mbar. Bij de dichtheidstest met gesloten hoofdkraan kan die druk ervoor zorgen dat een lek achter de drukregelaar niet wordt opgemerkt.

Zorg er daarom voor dat de gasleidinginstallatie achter de hoofdkraan overal dezelfde druk heeft. Laat daartoe bij gesloten hoofdkraan via een drukmeetnippel of via een fornuisbrander de druk in de gasleidinginstallatie zakken tot iets minder dan 25 mbar. Dan staat de klep in de huisregelaar helemaal open en is er geen drukverschil meer in de gasleidinginstallatie vanaf de hoofdkraan.

Voer de dichtheidstest met de normale gasdruk verder uit zoals in vorige paragraaf is beschreven.

8 Leidingberekening

8.1 Algemeen

NEN 1078 geeft de ontwerper de vrijheid het beschikbare drukverschil tussen werkdruk en benodigde voordruk van het toestel (de verbruiksdruk) volledig te gebruiken.

Voor een huishoudelijke gasinstallatieleiding mag het drukverlies tussen gasmeter en aansluitkraan maximaal 250 Pa zijn, ofwel 2,5 mbar.

Als er een reële kans bestaat op toekomstige uitbreiding van de gasleidinginstallatie is het echter raadzaam om bij de eerste aanleg uit te gaan van een drukverlies 170 Pa, ofwel 1,7 mbar.

Doorgaans zijn de lengtes van aansluitleidingen beperkt en komt de middellijn overeen met de aansluitmaat van het toestel. In die situaties wordt het drukverlies in de aansluitleiding inclusief aansluitkraan gesteld op maximaal 90 Pa (0,9 mbar) bij maximale belasting.

Bij zeer lange aansluitleidingen of appendages in de aansluitleiding zal de extra weerstand echter meegenomen moeten worden in de leidingberekening.

8.2 Belasting

Voor het bepalen van de belasting van een leidingsectie wordt gerekend met de nominale belasting op bovenwaarde van de aangesloten toestellen. Als de belasting op onderwaarde is gegeven, wordt deze eerst omgerekend naar de bovenwaarde door 10% bij de belasting op te tellen.

In gasinstallaties zijn vaak meerdere gastoestellen op de leiding aangesloten. De kans op het gelijktijdig in bedrijf zijn van de gastoestellen op maximale belasting is niet erg groot. Daarom wordt de belasting van een leidingsectie vermenigvuldigd met een gelijktijdigheidsfactor:

Tabel 8.01 Gelijktijdigheidsfactoren f_g .

Toepassing	specificatie	f_g
toestellen in woningen	gasfornuis/kooktoestel	0,7
	overige toestellen	1,0
gasleidingen in woningen	leidingsectie die 1 of 2 toestellen voedt*	1,0
	leidingsectie die 3 of meer toestellen voedt*	0,8
verdeelleidingen in woningblokken met collectieve gasmeter	bij blok- en wijkverwarming	$\sqrt{n}$
	bij individuele verwarmingstoestellen	$\sqrt{n}$
	bij overige toestellen voor ruimteverwarming	$\sqrt{n}$

n = aantal woningen dat de leiding voedt

* belasting echter niet kleiner dan de belasting van de volgende sectie

Een handig hulpmiddel alvorens te starten met de leidingberekening vormt de belastingstaat. Hierin worden de belastingen vermenigvuldigd met de gelijktijdigheidsfactor per leidingsectie weergegeven. Zie het rekenvoorbeeld in paragraaf 8.5.

8.3 Drukverlies

Bij het dimensioneren van een gasinstallatieleiding moet het totale drukverlies bepaald worden. Het totale drukverlies is opgebouwd uit:

1. Het drukverlies Δp als gevolg van wrijving in rechte leidingen;
2. Het drukverlies Δp als gevolg van richting- en doorsnede veranderingen in plaatselijke weerstanden;
3. Het drukverlies Δp als gevolg van appendages.

8.3.1 In rechte leidingen

Het drukverlies Δp door wrijving in rechte leidingen met een constante cirkelvormige doorsnede is:

Formule 8.1

$$\Delta p = l \cdot \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

waarin:

l = lengte van leiding [m]

λ = wrijvingsfactor [-]

d = inwendige middellijn van leiding [m]

ρ = dichtheid van het gas [kg/m³]

v = gemiddelde stroomsnelheid [m/s]

De snelheid v is afhankelijk van de volumestroom q_v en de inwendige middellijn d :

Formule 8.2

$$v = \frac{q_v}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

De volumestroom q_v kan worden bepaald aan de hand van de belasting:

Formule 8.3

$$q_v = \frac{B}{H_s}$$

waarin:

q_v = volumestroom [m³/s]

B = belasting op bovenwaarde [kW]

H_s = calorische bovenwaarde gas [kJ/m³]

Voor de wrijvingsweerstand per m leiding geldt:

Formule 8.4

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

waarin:

R = wrijvingsweerstand per m [Pa/m]

Vereenvoudiging van de formules 8.1 en 8.4 geeft uiteindelijk voor het drukverlies in de gasleiding:

Formule 8.5

$$\Delta p = l \cdot R$$

Voor handberekeningen wordt in de praktijk vaak gebruik gemaakt van nomogrammen, die afgeleid zijn van de drukverliesformule, of van tabellen waaruit R is af te lezen. De tabellen 12.01, 12.02 en 12.03 in de bijlage, geven bijvoorbeeld de leidingweerstand R (Pa/m) als functie van de belasting (B) voor respectievelijk kunststof buis, koperen buis en draadbuis. Voor flexibele leidingssystemen gelden de drukverlieswaarden zoals die door de fabrikant worden opgegeven. Als er voor PE-X geen fabrikantgegevens beschikbaar zijn, dan kunt u gebruik maken van tabel 12.01.

Drukverlies bij iets afwijkende middellijn

Als een leiding wordt toegepast met een binnenmiddellijn die afwijkt van de waarden in de tabellen, dan kan een correctie worden toegepast met de volgende formule:

Formule 8.6

$$\Delta p_{D_2} = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^5 \times \Delta p_{D_1}$$

waarin:

Δp_{D_2} = drukverlies van leiding met middellijn d_2 [Pa]

Δp_{D_1} = drukverlies van leiding met middellijn d_1 [Pa]

Voorbeeld:

Stel men heeft in een gasleidinginstallatie een stalen leidingdeel van 30 m lang met een nominale middellijn van 1½" en een inwendige middellijn van 41,8 mm. De belasting is 124 kW op bovenwaarde.

Gevraagd:

Bereken het de drukverlies van het leidingdeel.

Ga als volgt te werk:

Stalen buis van 1½" komt niet in de tabellen voor; de grootste maat is 1¼" buis met een inwendige middellijn van 35,9 mm.

1. Bepaal het drukverlies voor een 1¼" leiding. Voor een belasting van 124 kW is het drukverlies 5 Pa/m volgens tabel 12.03. Voor 30 m leiding is dat dus $30 \times 5 = 150$ Pa (= 1,5 mbar)
2. Bereken het drukverlies voor een 1½" leiding:

$$\Delta p = \left(\frac{35,9}{41,8} \right)^5 \times 150 = 70 \text{ Pa} \quad (= 0,7 \text{ mbar})$$

8.3.2 In plaatselijke weerstanden

Naast het drukverlies in rechte leidingen zijn er ook drukverliezen in plaatselijke weerstanden, zoals bochten, knieën en T-stukken.

Het drukverlies Δp door plaatselijke weerstanden wordt via de dimensieloze weerstandscoefficiënt λ betrokken op de dynamische druk ($\frac{1}{2} \rho \cdot v^2$) volgens:

Formule 8.8

$$\Delta p = \sum \zeta \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

waarin:

$\sum \zeta$ = som van de specifieke weerstanden van hulpstukken [-]

In de praktijk worden de plaatselijke weerstanden ook wel in rekening gebracht door hieraan een equivalente lengte l_{eq} toe te kennen. Dat is de lengte van een leiding met dezelfde weerstand als die van het desbetreffende hulpstuk:

Formule 8.9

$$l_{eq} = \zeta \cdot \frac{d}{\lambda}$$

Het voordeel hiervan is dat de berekening van de, lastig te bepalen, wrijvingsfactor λ achterwege kan blijven.

Tabel 8.02, 8.03 en 8.04 geven voor diverse middellijnen de equivalente buislengten voor de volgende hulpstukken: knieën, aftakkingen en bochten (90° en 45°).

Tabel 8.02 Plaatselijke weerstanden in kunststof buis.

leidingweerstand in equivalente buislengte [m]				
middellijn [mm]	11,6/16	14,4/20	18,0/25	23,2/32
aftakking, knie	0,8	1,0	1,1	1,2
bocht 90°	0,2	0,25	0,3	0,35
bocht 45°	0,15	0,18	0,2	0,24

Tabel 8.03 Plaatselijke weerstanden in koperen buis.

leidingweerstand in equivalente buislengte [m]					
middellijn [mm]	10/12	13/15	19,8/22	25,6/28	32,4/35
aftakking, knie	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3
bocht 90°	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
bocht 45°	0,15	0,18	0,2	0,24	0,27

Tabel 8.04 Plaatselijke weerstanden in stalen draadbuis.

leidingweerstand in equivalente buislengte [m]					
middellijn [mm]	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
aftakking, knie	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3
bocht 90°	0,2	0,3	0,35	0,45	0,5
bocht 45°	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35

8.3.3 Appendages

De weerstand door appendages verhoudt zich ongeveer recht evenredig met het kwadraat van de belasting. Aan de hand van het, door de fabrikant/leverancier opgegeven, drukverlies van een appendage bij een bepaalde belasting kan het werkelijke drukverlies berekend worden:

Formule 8.10

$$\Delta p_{B_2} = \Delta p_{B_1} \left(\frac{B_2}{B_1} \right)^2$$

waarin:

Δp_{B_2} = Drukverlies appendage bij belasting B_2 [Pa]

Δp_{B_1} = Drukverlies appendage bij belasting B_1 conform opgave fabrikant [Pa]

B_1 = Belasting conform opgave fabrikant [kW]

B_2 = Werkelijke belasting [kW]

In sommige gevallen wordt de weerstandscoefficiënt ξ door de fabrikant opgegeven om het drukverlies over de appendage te kunnen bepalen.

8.3.4 Totale drukverlies

Samenvattend geldt dat het totale drukverlies in een leidingsectie kan worden berekend uit:

Formule 8.11

$$\Delta p_{\text{total}} = \Sigma (l + l_{\text{eq}}) \cdot R + \Sigma \Delta p_{\text{app.}}$$

waarin:

$\Delta p_{\text{tot.}}$ = totale drukverlies leidingen, hulpstukken [Pa]

Σl = totale lengte van de leidingsecties [m]

Σl_{eq} = totale equivalente lengte hulpstukken [m]

R = wrijvingsweerstand [Pa/m]

$\Sigma \Delta p_{\text{app.}}$ = totale weerstand appendages [Pa]

Het totale drukverlies in de leiding naar een gastoestel is de som van drukverliezen in de leidingsecties (sectiereeks).

8.4 Bepalen leidingmiddellijnen

Voor het bepalen van de middellijnen kan de volgende pragmatische werkwijze worden gehanteerd (zie voor de uitwerking van de stappen het voorbeeld in par. 8.5):

1. Maak een leidingschema en vermeld daarin:
 - o nominale toestelbelastingen in kW
 - o begin- en eindpunten van elke leidingsectie met letters

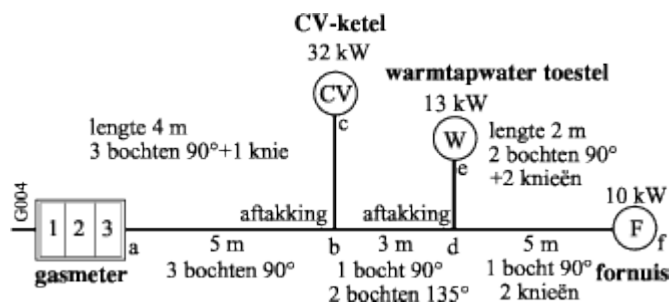
- de lengte van elke leidingsectie
 - aantal plaatselijke weerstanden en evt. appendages
2. Bepaal de belasting per leidingsectie met behulp van een belastingstaat, rekening houdend met de van toepassing zijnde gelijktijdigheidsfactor.
 3. Kies een toelaatbaar gemiddeld drukverlies voor alle leidingsecties.
 4. Bepaal de langste leidingsectie (werkelijke + equivalente lengten).
 5. (3) gedeeld door (4) geeft het toelaatbaar gemiddelde drukverlies R in Pa/m.
 6. Bepaal a.d.h.v. het toelaatbaar gemiddelde drukverlies en de tabellen 12.01 – 12.03 de leidingmiddellijnen en bereken het drukverlies per leidingsectie. Plaats de gegevens in een staat van drukverlies.
 7. Bepaal het drukverlies van eventuele appendages per leidingsectie en voeg dit toe aan de staat van drukverlies.
 8. Bepaal het totale drukverlies vanaf de gasmeter tot het aansluitpunt van het toestel (sectiereeks).
 9. Als het totale drukverlies van de berekende sectie naar het toestel het gekozen drukverlies niet overschrijdt, kan men bepaalde leidingsecties in middellijn verkleinen; bij overschrijding wordt een grotere middellijn gekozen.

8.5 Rekenvoorbeeld

Het voorbeeld van afbeelding 8.1 betreft een nieuwe installatie, die in stalen draadbuis wordt uitgevoerd. De secties met de bijbehorende lengte en de plaatselijke weerstanden als bochten en knieën alsmede toestelbelasting zijn aangegeven.

Werkwijze:

1. Maak een leidingschema.



Afb. 8.1 Leidingschema.

2. Bepaal de belasting per leidingsectie met behulp van een belastingstaat.

Tabel 8.05 Belastingstaat

Toestel	Nom.bel. bw [kW]	Gelijktijdigheidsfactor f en gelijktijdigheidsbelasting van de secties in kW									
		a-b		b-c		b-d		d-e		d-f	
		f	kW	f	kW	f	kW	f	kW	f	kW
F	10*	0,8	8			1	10			1	10
W	13	0,8	10,4			1	13	1	13		
CV	32	0,8	25,6	1	32						
B_{tot}			44		32		23		13		

*De in rekening te brengen belasting voor het gasfornuis bedraagt $0,7 \times 14 = 10$ kW.

3. Ga uit van een gemiddeld toelaatbaar drukverlies van 250 Pa
4. De langste sectiereeks (a-f) is 13 m.
5. Het gemiddeld toelaatbaar drukverlies R bedraagt $250/13 = 19$ Pa/m
6. Bepaal de leidingmiddellijnen en bereken het drukverlies per leidingsectie. Maak de staat van drukverlies. Zie tabel 8.06.

Tabel 8.06 Staat van drukverlies.

sectie	B b.w. [kW]	aantal per sectie				lengte in m			middel-lijn in "	R in Pa/m	drukverlies in Pa		
		bochten		knieën	aftakking	buis-lengte	equivalente lengte	totale lengte (l)			Sectiereeks		
		45°	90°								Δp = l x R		
d-f	10	-	1	2	-	5	0,2+2x0,8	6,8	3/8	10	68		
d-e	13	-	2	2	1	2	2x0,2+3x0,8	4,8	3/8	15		72	
b-d	23	2	1	-	3	3	2x0,2+0,3	3,7	½	12	44	44	
b-c	32	-	3	1	1	4	3x0,3+2x1	6,9	½	22			152
a-b	44	-	3	-	-	5	3x0,35	6,1	¾	9	54	54	54
											166	170	206

7. Bepaal het drukverlies in evt. appendages. N.v.t. in dit rekenvoorbeeld.
8. Het grootste drukverlies treedt dus op in leidingsectie a-c en bedraagt 206 Pa ofwel 2,1 mbar. Dit is acceptabel aangezien het toegelaten drukverlies van 2,5 mbar niet wordt overschreden.
9. Het verder verkleinen van de middellijnen is niet mogelijk, omdat dan het totale drukverlies groter zal worden dan 2,5 mbar.

8.6 Gebruik computerprogramma

Er zijn ook professionele computerprogramma's op de markt waarmee de drukverliezen in een gasleidinginstallatie kunnen worden berekend. Bij veelvuldig uitvoeren van drukverliesberekeningen kan dit een handig hulpmiddel zijn.

Aan de hand van de uitgangspunten van het praktische rekenvoorbeeld uit paragraaf 8.5 is ook een computeruitdraai gemaakt.

In de tabellen 8.07 tot en met 8.09 staan de resultaten van een computeruitdraai waarbij de formelmethode uit NEN1078/NEN2078 is gebruikt.

Tabel 8.07 Uitgangspunten berekeningen

Gasnet		
Omschrijving	Voorbeeld kleintje Gas	
Standaard materiaaltipe	Stalen draadpijp	

Standaard minimale inlaatdruk	22,50	[mbar]
Rekenmethode	Formule methode NEN1078	
Stookgas		
Omschrijving	Aardgas (Groningen)	
Temperatuur stookgas	15,00	[°C]
Calorische bovenwaarde Hs	42.107.635	[kJ/kg]
Calorische onderwaarde Hi	37.999.141	[kJ/kg]
Molaire massa	18.637	[kg/kmol]
Kritische druk	4.605	[kPa]
Kritische temperatuur	193,40	[K]
Acentricfactor	0,0209	
Dynamische viscositeit	11.175	[Pa·10 ⁻⁶ .s]
Soortelijke massa (n)	0,8336	[kg/m ³]
Compressibiliteitsfactor (n)	0,9975	
Rekenopties		
Leiding gelijktijdigheidsfactoren	Factoren uit NEN 1078/2078	
Controleer op max. snelheid	Uit	
Kleinere diam. voor vaste diameter	Nee	
Gebruik compressibiliteitsfactor	Aan	

Tabel 8.08 Drukzone vanuit a, (Gasmeter)

Type: Beginpunt								
Omschrijving: Gasmeter								
Uitlaatdruk: 25,00								
Correctie op hoogteverschil: Uit								
Aan d	Omschrijv ing	Facto r toest el	Nom.Bel.(Hs) incl.factor	Nom.Bel.(Hi) incl.factor	Uitlaatdr uk	Gewens te inlaatdr uk	Behaald e inlaatdr uk	Perc. drukve rl.
			[kW]	[kW]	[mbar]	[mbar]	[mbar]	[%]
c	CV (CV-ketel)	1,00	32,00	28,88	25,00	22,50	22,94	8,25
f	F (fornuis)	0,70	9,80	8,84	25,00	22,50	23,55	5,82
e	W (ww-	1,00	13,00	11,73	25,00	22,50	23,45	6,19

	toestel)							
			54,80	49,45				

Tabel 8.09 Zwaarste sectie naar toestel

Sectie naar toestel c, (CV (CV-ketel))															
Nom. belasting (Hs): 32,00 [kW]															
Nom. belasting (Hi): 28,88 [kW]															
Uitlaatdruk: 25,00 [mbar]															
Gewenste inlaatdruk: 22,50 [mbar]															
Behaalde inlaatdruk: 22,94 [mbar]															
Aa nd	Typ e	Verl oop	Diam eter	Aan tal	Fac tor	Len gte [m]	R / D	Bel.(Hs) [kW]	Z	rho [kg/ m ³]	Qv [m ³ / h]	v [m /s]	zet a	corr .h [mb ar]	p [mb ar]
a-b	Leid ing		DN 3/4 "		0,8 0	5,00		43,8	0,9 979	0,809	4,63	3,5	11, 38		0,56 8
	Boc ht			3			1, 5	43,8	0,9 979	0,809	4,63	3,5	0,2 4		0,03 6
b	T- Stu k	Afta k- kend					32 ,0		0,9 979	0,809	3,38	4,7	1,3 0		0,11 5
b-c	Leid ing		DN 1/2 "		1,0 0	4,00		32,0	0,9 979	0,809	3,38	4,7	13, 21		1,16 7
	Boc ht			3			1, 5	32,0	0,9 979	0,809	3,38	4,7	0,2 4		0,06 4
	Kni e- stuk			1				32,0	0,9 979	0,809	3,38	4,7	1,3 0		0,11 5
															2,06 5

Volgens het computerprogramma bedraagt het totale drukverlies in de zwaarst belaste sectie a-c: 2,065 mbar (206,5 Pa).

Dit komt overeen met het rekenvoorbeeld uit paragraaf 8.5; het grootste drukverlies treedt op in leidingsectie a-c en bedraagt 2,1 mbar. Voor berekeningen van kleine installaties volstaat de methode zoals in paragraaf 8.5. Het computerprogramma is echter nauwkeuriger en zal beter optimaliseren dan de handmethode. De installatie is in elke leidingsectie voorzien van de kleinste mogelijke middellijn. Bij grotere leidingnetten en bij seriematige woningbouw resulteert dit dan ook in een zo duurzaam mogelijk materiaalgebruik.

8.7 Vuistregels

Voor huishoudelijke installaties met een sectiereeks tot maximaal 25 meter kan tabel 8.10 gebruikt worden. Met een belastingstaat wordt de belasting per leidingsectie bepaald. Daarna wordt a.d.h.v. de tabel de middellijn bepaald.

Tabel 8.10 Sectiereeksen en toelaatbare belasting (b.w.)* bij een toelaatbaar drukverlies van 250 Pa**

Sectiereeks in meter					
van	0	5	10	15	20
tot en met	5	10	15	20	25
	Belasting bw [kW]				
3/8" staal	18	12	10	9	8
1/2" staal	34	23	20	18	16
3/4" staal	70	50	40	34	31
1" staal				72	66
12 (10) mm koper	11	8	7	6	4
15 (13) mm koper	20	16	11	10	9
18 (16) mm koper	32	22	19	17	16
22 (19,8) mm koper	57	42	33	30	28
28 (25,6) mm koper				60	55
(8) mm kunststof	7	4	3	2	2
(10) mm kunststof	8	6	4	4	3
(12) mm kunststof	11	8	7	6	4
(14) mm kunststof	19	14	11	10	9
(16) mm kunststof	28	20	17	14	13
(18) mm kunststof	39	28	22	20	19
(20) mm kunststof	52	38	30	27	24
(22) mm kunststof		51	42	35	33
(24) mm kunststof			53	47	42

* Tabelwaarden gebaseerd op grafiekmethode NPR3378-3. Voor berekeningen op onderwaarde moeten de tabelwaarden worden vermenigvuldigd met een factor 0,9

** Voor nieuwe, nog uit te breiden, installaties moeten de tabelwaarden worden vermenigvuldigd met factor 0,68 (170/250)

Vuistregels en het rekenvoorbeeld

Bij het toepassen van de gegevens uit tabel 8.07 op het rekenvoorbeeld uit paragraaf 8.5 ontstaat de volgende selectie van middellijnen:

Sectiereeks (a-f) is de langste reeks van leidingsecties: 13 m. De belasting in leidingsectie (d-f) bedraagt 10 kW. Uit de tabel volgt bij sectiereeks 10-15 m en 10 kW belasting een middellijn van 3/8".

Leidingsecties (a-b) + (b-d) hebben een gezamenlijke lengte van $5 + 3 = 8$ m. De belasting hierbij bedraagt $10 + 13 = 23$ kW. Uit deze belasting en de sectiereeks 5-10 m volgt een middellijn van 1/2".

De belasting voor leidingsectie (a-b) bedraagt 44 kW. De middellijn voor deze sectie bedraagt dus 3/4".

9 Toestelvervanging

9.1 Algemeen

Bij het vervangen van een gastoestel moet beoordeeld worden in hoeverre de overige installatieonderdelen nog geschikt zijn voor het nieuw te plaatsen toestel:

- Opstelplaats
- Luchttoevoer en ventilatie
- Rookgasafvoer en uitmonding
- Gasleiding

Vaak moet de installatie gedeeltelijk worden aangepast, bijvoorbeeld omdat het nieuwe toestel een andere maatvoering heeft of omdat het toestel andere eisen stelt aan de rookgasafvoer.

Wijzigingen aan de installatie moeten in principe voldoen aan het nieuwbouwniveau. In de overige hoofdstukken van dit boekje is beschreven hoe aan het nieuwbouwniveau kan worden voldaan.

In sommige gevallen is het echter niet redelijk om nieuwe eisen op te leggen in een bestaande situatie omdat toepassing van deze nieuwe eisen een onevenredig grote ingreep met zich meebrengt. Er kan dan een lager kwaliteitsniveau worden toegestaan. Dit niveau moet echter wel minimaal in overeenstemming zijn met de voorschriften die golden ten tijde van de aanleg van de bestaande installatie.

Is de wijziging ingrijpend van aard, zoals een verbouwing of renovatie, dan is een bouwvergunning noodzakelijk. Eventuele afwijkingen van het nieuwbouwniveau moeten dan door de gemeente worden goedgekeurd door middel van de bouwvergunning. Bij minder ingrijpende wijzigingen (zoals een enkele ketelvervanging) is een bouwvergunning meestal niet nodig. De installateur mag dan naar eigen inzicht afwijken van de nieuwbouweisen. De kwaliteit mag echter niet lager worden dan het niveau dat gold ten tijde van de aanleg van de installatie. Als hiervan afgeweken wordt, dan draagt de installateur wel het risico wanneer later mocht blijken dat het niveau te laag is. Bij twijfel is het daarom altijd verstandig om vooraf met de gemeente te overleggen.

In dit hoofdstuk wordt beschreven waar rekening mee te houden bij vervanging van toestellen om een veilige situatie te waarborgen.

9.2 Toestelkeuze bij vervanging

In deze paragraaf wordt onderscheid gemaakt naar afvoerloze geisers en afvoergebonden toestellen.

9.2.1 Vervanging van afvoerloze geiser

Kies, uit het oogpunt van veiligheid en een gezond binnenmilieu, bij voorkeur voor een afvoergebonden toestel; het liefst een gesloten type. Bijkomend voordeel van een toestel met afvoer is dat hierdoor een beter comfort bereikt kan worden; afvoerloze geisers hebben een geringe capaciteit terwijl afvoergebonden toestellen in veel grotere capaciteiten te verkrijgen zijn. Als ook de ruimteverwarming aan vervanging toe is, overweeg dan ook de plaatsing van een combitoestel.

Is men toch van plan om weer een afvoerloze geiser te plaatsen, dan moet worden beoordeeld of de situatie nog wel veilig is voor een dergelijk toestel. Zie hiervoor paragraaf 9.4.

9.2.2 Vervanging van een afvoergebonden toestel

Probeer, indien mogelijk, een open toestel te vervangen door een gesloten toestel.

Neem bij de keuze voor een nieuw toestel ook de bestaande situatie mee betreffende de huidige opstelplaats, beluchting, rookgasafvoer en uitmonding. Zie daarvoor de paragrafen 9.3 t/m 9.6.

9.3 Opstelplaats

Bij het vervangen van een toestel moet de opstelplaats voldoen aan alle kenmerken die gelden voor een nieuw te plaatsen toestel met betrekking tot de toe- en afvoer van lucht, brandveiligheid, beluchting en ontluchting.

Een uitzondering geldt voor de sterkte van de bouwconstructie met betrekking tot een eventuele gasexplosie, zoals beschreven in paragraaf 3.1.1. Hoewel deze eis al sinds 1970 voor grote belastingen geldt, is de eis voor kleinere toestellen (gezamenlijke belasting <130 kW bw) pas sinds 1992 van kracht. Als de opstelplaats al voor 1992 als opstelplaats in gebruik was in overeenstemming met de toenmalig geldende voorschriften, mag de opstelplaats op dezelfde plaats gehandhaafd blijven, mits aan alle overige eisen wordt voldaan.

9.4 Beluchting van de opstelplaats

9.4.1 Algemeen

Wanneer er een nieuw open toestel wordt geplaatst moet de opstelplaats voldoen aan de beluchtingseisen die gelden voor dat nieuwe toestel. Het Bouwbesluit en het installatievoorschrift bij het toestel geven hiervoor aanwijzingen. Belangrijk is dat de beluchttingsvoorzieningen voldoende zijn voor alle verbrandingstoestellen, dus ook voor andere open toestellen die al aanwezig waren en die niet vervangen worden.

Bij het vervangen van een open toestel blijkt in de praktijk nogal eens dat deze luchttoevoeropeningen ontbreken.

Bij oudere gebouwen hoeft dat niet altijd een probleem te zijn. In het verleden werd namelijk nog niet kierdicht gebouwd, zodat –ondanks het ontbreken van deze beluchttingsopeningen- er voldoende lucht beschikbaar was.

Wel moet bij vervanging van een toestel de beluchting opnieuw beoordeeld worden en indien nodig aangepast. Niet alleen omdat het nieuwe toestel mogelijk meer lucht nodig heeft, maar ook omdat kieren en naden door na-isolatie verdwenen kunnen zijn.

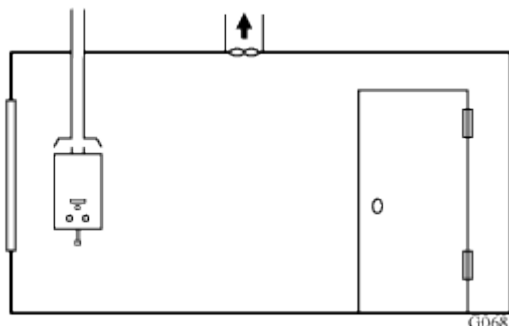
Hieronder worden testmethoden beschreven om na te gaan of wordt voldaan aan de minimum luchtbehoefte van een type B11-verbrandingstoestel. Let wel:

- Het aanbrengen van permanente toevoerroosters blijft de voorkeur houden;
- Installatievoorschriften van het toestel moeten ook worden opgevolgd;
- De testmethode geldt alleen voor aardgastoestellen;
- Bij de uitvoering van de metingen is de invloed van de windsnelheid en de windrichting van belang. In het bijzonder bij windstilte of een grote windkracht kan het noodzakelijk zijn dat metingen moeten worden herhaald bij andere weersomstandigheden. Extreme omstandigheden geven geen garantie voor iedere andere situatie afzonderlijk.

9.4.2 Beluchtingstest type B11-toestellen in een woning met mechanische afvoer van lucht

De meetmethode geldt voor woningen waarin lucht op mechanische wijze afgevoerd kan worden. Dat geldt voor een woning met mechanische ventilatie, maar ook wanneer er zich bijvoorbeeld een afzuigkap of raamventilator in de woning bevindt.

De test bestaat uit twee metingen. De meetfout van de meetapparatuur mag niet meer dan 0,3% CO₂ bedragen.



Afb. 9.1 Beluchtingstest type B11-toestel in woning met mechanische ventilatie.

Meting 1

- Sluit alle ramen, buitendeuren en afsluitbare ventilatieopeningen;
- Open alle binnendeuren;
- Zet alle ventilatietoestel(len) en de mechanische afvoer van lucht in de hoogste stand;
- Stel alle type B-gastoestellen in werking.

Na ten hoogste 5 minuten mag geen rookgas uit de VATO naar de opstelplaats ontwijken. Meet vervolgens het CO₂ -percentage bij het verbrandingstoestel in evenwichtstoestand. Deze evenwichtstoestand ontstaat wanneer het CO₂-gehalte een constante waarde heeft bereikt. Doe aansluitend meting 2.

Meting 2

- Schakel ventilatietoestel(len) uit. Zet de mechanische afvoer van lucht in de laagste stand (indien mogelijk);
- Open ramen en afsluitbare ventilatieopeningen in tegenover elkaar gelegen gevels.

Meet vervolgens in evenwichtstoestand het CO₂-percentage.

De beluchting is onvoldoende (de ruimte is kierdicht) indien:

1. het verschil in gemeten CO₂-percentages meer bedraagt dan 1% of;
2. het maximum gemeten CO₂-percentage meer bedraagt dan 6%, of;
3. bij één van de metingen rookgas lekt uit de VATO.

9.4.3 Beluchtingstest type B11-toestellen in een woning zonder mechanische afvoer van lucht

De test bestaat uit twee metingen. De meetfout van de meetapparatuur mag niet meer dan 0,3% CO₂ bedragen.

Meting 1

- Sluit alle ramen en afsluitbare ventilatieopeningen;
- Sluit alle binnendeuren van de opstelplaats;
- Stel alle type B gastoestellen in werking;
- Meet na 15 minuten het CO₂-percentage bij het (de) gasverbruikstoestel(len) na de VATO.
- Doe aansluitend meting 2.

Meting 2

- Open ramen en afsluitbare ventilatieopeningen in tegenover elkaar gelegen gevels;
- Meet het CO₂-percentage.

De beluchting is onvoldoende (de ruimte is kierdicht) indien:

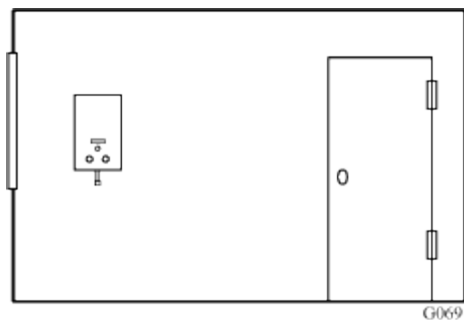
1. het verschil in gemeten CO₂-percentages meer bedraagt dan 1% of;
2. het maximum gemeten CO₂-percentage meer bedraagt dan 6%, of;
3. bij één van de metingen rookgas lekt uit de VATO.

9.4.4 Beluchtingstest type A toestellen (afvoerloze geisers)

Aan de hand van het oplopen van de concentratie CO₂ in de opstellingplaats kan worden bepaald of de ruimte voldoende wordt geventileerd voor een goede werking van de geiser.

TIP:

Houd tijdens de meting voor uw eigen veiligheid ook de concentratie koolmonoxide (CO) in de ruimte in de gaten. De ARBO-wetgeving staat een maximale concentratie van 25 ppm toe gedurende maximaal 8 uur en een piek tot 50 ppm gedurende maximaal 1 kwartier.



Afb. 9.2 Beluchtingstest type A toestel in woning.

De test bestaat uit één meting. De meetfout van de meetapparatuur mag niet meer dan 0,3% CO₂ bedragen.

Meting

- Sluit alle beweegbare ramen en afsluitbare ventilatieopeningen;
- Stel alle type B gastoestellen buiten werking;
- Schakel ventilatietoestel(len) uit;
- Zet de mechanische afvoer van lucht (indien aanwezig) op de laagste stand of uit (indien mogelijk).
- Sluit alle binnendeuren van de opstelplaats;
- Stel de geiser(s) in werking;
- Meet na 15 minuten het CO₂-percentage in de opstelplaats. Meetpunt: 1,7 m boven de vloer en 1 m voor het gasverbruikstoestel.

De beluchting in de ruimte is onvoldoende (de ruimte is kierdicht) indien het gemeten maximum CO₂-percentage meer bedraagt dan 1,5%.

9.5 Rookgasafvoersystemen en uitmondungen

9.5.1 Algemeen

Leidingmateriaal voor rookgasafvoersystemen met het Gastec-QA keurmerk gaat naar verwachting minimaal 15 jaar mee wanneer het op de juiste manier is geïnstalleerd en gebruikt. Ook gastoestellen gaan gemiddeld genomen zeker 15 jaar mee. Het is dus logisch om gelijktijdig met het gastoestel de rookgasafvoerleiding te vervangen, maar ook omdat de afvoerleiding op dat moment beter bereikbaar is. Het systeem voor rookgasafvoer moet dan voldoen aan de eisen voor nieuwbouw (hoofdstuk 4).

Bij toestelvervanging moet in principe het afvoersysteem worden vervangen, tenzij wordt aangetoond dat het afvoersysteem nog probleemloos 15 jaar goed kan functioneren. Als er toch wordt overwogen het afvoersysteem te handhaven, dan moeten in elk geval de volgende vragen beantwoord worden:

- Is het systeem in een goede conditie?
- Is er voldoende zekerheid dat het systeem ook in de toekomst, tijdens de levensduur van het toestel, in goede conditie zal blijven?
- Is het systeem geschikt voor het nieuw te plaatsen toestel? (zie ook hoofdstuk 4.3)

Controleer in elk geval de volgende algemene punten (paragraaf 9.5.2) en de specifieke aandachtspunten per type toestel (paragraaf 9.5.3) Deze aandachtspunten hebben zowel betrekking op de conditie van het afvoersysteem als de geschiktheid voor een bepaald type toestel.

9.5.2 Algemene aandachtspunten

Controleer de volgende aspecten:

- De afvoercapaciteit van het afvoersysteem;

- De kans op condensatie door plaatsing van een toestel met een hoger rendement en, indien van toepassing, de geschiktheid van het afvoersysteem voor condenserend bedrijf;
 - Vervuiling van het afvoersysteem;
 - Zijn de horizontale gedeelten op voldoende afschot gelegd?;
 - Zijn er zelftappende schroeven in de verbindingen gebruikt? Als dat het geval is, moet het afvoersysteem wellicht worden vervangen. Het gebruik van schroeven voor het fixeren van verbindingen kan, bij aanwezigheid van vocht, namelijk leiden tot versnelde corrosie.
 - De staat van de afdichtingsringen. Controleren door een verbinding uiteen te nemen en de afdichtingsring visueel te beoordelen op verouderingskenmerken (scheurtjes, verdroging of verbrokkeling).
 - Is de wanddikte van het materiaal aangetast?
Dit aspect is moeilijk te controleren, omdat de rookgasafvoer eerst losgenomen moet worden voordat de wanddikte bepaald kan worden. Zeker wanneer de afvoerleiding zich in een schacht bevindt is dit een ingrijpende aanpak. Echter wanneer niet zeker is dat de rookgasafvoer in een goede conditie is, is het niet verantwoord het afvoersysteem weer voor langere tijd in gebruik te nemen.
- AFKEURCRITERIUM:**
Wanneer er op enige plaats in het rookgasafvoersysteem minder dan 90% van de oorspronkelijke wanddikte resteert, moet dit worden vervangen;
- Aanwijzingen voor slijtage van het afvoersysteem, zoals:
 - Putcorrosie;
 - Slijtageproducten (aluminium) in het afvoersysteem (vooral in bochten van horizontaal naar boven) wijzen erop dat het materiaal elders dunner is geworden.

9.5.3 Specifieke aandachtspunten

Hieronder worden aandachtspunten per type toestel gegeven (type A, B11, B22 of B23). Deze aandachtspunten gelden niet alleen voor het nieuwe te plaatsen toestel, maar ook voor het huidige, te vervangen toestel; door na te gaan of het bestaande toestel goed werkt in combinatie met de afvoer, kan ook worden afgeleid of vervanging door een gelijksoortig toestel een goede keuze is.

Open toestellen met VATO (type B11)

- Voor nieuwe installaties is het gebruik van een B11-toestel in mechanisch geventileerde woningen niet toegestaan (paragraaf 3.2.1). Is er een bestaande installatie met mechanische ventilatie aanwezig dan kan met een beluchtingstest de beluchting worden gecontroleerd (paragraaf 9.4.2 en verder).
- In het verleden werden in de gestapelde bouw ook wel gecombineerde afvoersystemen voor rookgas en ventilatielucht geïnstalleerd. Voor de afvoerleiding werd dikwijls spiralobuis gebruikt. De praktijk heeft uitgewezen dat zich hier veel problemen voordoen doordat oude toestellen zijn vervangen door VR- of HR-toestellen. Condensatie in de afvoerleiding leidt tot corrosie en het uitstromen van rookgas in de woning. In dergelijke situaties is het advies het huidige keteltype (inclusief centrale dakafoerventilator met transportbeveiliging) te handhaven of het hele systeem vervangen en geschikt maken voor een VR- of HR-ketel.
- Controleer of de uitmonding zich in het juiste gebied bevindt.
- Ga na of er aanwijzingen zijn dat er regelmatig rookgas uit het toestel naar de woning lekt, zoals:
 - Bruine aanslag op wanden en plafond;
 - Regelmatig toestelstoringen door ingreep van de TTB;
 - Aantoonbare rookgaslekage bij de VATO (door middel van een koude spiegel of een CO₂-analyser).
- Controleer de goede werking van het afvoersysteem door de verdunning over de VATO te meten. De verdunning wordt berekend met:

$$\text{verdunning} = \frac{[\text{CO}_2] \text{ voor de VATO}}{[\text{CO}_2] \text{ na de VATO}}$$

Ramen, deuren en afsluitbare roosters moeten hierbij gesloten zijn. Richtcijfers zijn:

- Bij een verdunningsfactor van 2 en hoger werkt de afvoer naar behoren;

- Bij een verdunningsfactor 1,5 of kleiner is de afvoer kritisch.

Open toestellen met ventilator (type B22 en B23)

- Als er sprake van mechanische ventilatie, ga dan na of de toestelventilator krachtig genoeg is om de weerstand van de rookgasafvoer te overwinnen. Hierbij moet ook de plaats van uitmonding in aanmerking worden genomen (zie hoofdstuk 5).
- Ga na of er regelmatig toestelstoringen zijn die worden veroorzaakt door te weinig transport van lucht of rookgas door het toestel.
- Ga na of er aanwijzingen zijn dat er regelmatig rookgas uit het toestel naar de woning lekt, zoals:
 - Bruine aanslag op wanden en plafond;
 - Aantoonbare rookgaslekkage bij het toestel (door middel van een koude spiegel of een CO₂-analyser).
- Controleer of het afvoermateriaal geschikt is voor overdruk.

Gesloten toestellen met ventilator (type C)

- Ga na of er regelmatig toestelstoringen zijn die veroorzaakt worden door te weinig transport van lucht of rookgas door het toestel;
- Controleer of het afvoermateriaal geschikt is voor overdruk.

9.6 Gasleiding

Voor het nieuw aan te leggen deel van de leiding gelden de eisen volgens hoofdstuk 6. Het drukverlies vanaf de gasmeter tot aan de aansluitkraan voor het toestel mag maximaal 2,5 mbar bedragen. Houd er bij het maken van een aftakking rekening mee dat het leidingdeel vanaf de gasmeter tot aan de aftakking meer gas moet transporteren, zodat het drukverlies in dit deel toeneemt. Bestaande toestellen, die verderop op de leiding zijn aangesloten moeten desondanks nog voldoende gasdruk overhouden.

TIP:

Beproef de kwaliteit en de gasdichtheid van de bestaande gasleiding voordat u wijzigingen aanbrengt. Wellicht is de installatie al ondicht voordat u met uw werkzaamheden begint.

Aanwijzingen voor een dichtheidscontrole vindt u in hoofdstuk 7.

Ook doet u er goed aan, de bestaande gasleiding aan een visuele controle te onderwerpen. Zo kunt u beoordelen of de leiding nog geruime tijd mee kan. Bespreek eventuele tekortkomingen tijdig met de klant.

Na het aanbrengen van de wijziging voert u uiteraard opnieuw een controle uit, zie hoofdstuk 11.

10 Onderhoud

Het uitvoeren van regelmatig onderhoud aan toestellen bevordert de veiligheid.

Onderhoud moet uitgevoerd worden volgens de onderhoudsvoorschriften van de toestelfabrikant. Indien deze niet beschikbaar zijn, bijvoorbeeld omdat het een toestel is van voor de CE-markering of om dat fabrikant niet meer bestaat, dan moet het onderhoudsschema worden vastgesteld op basis van vergelijkbare soorten toestellen. Zeer veel onderhoudsvoorschriften zijn beschikbaar via internet. Verder is er een website (www.fgoplus.nl) van UNETO-VNI: "Fabrikaatgebonden onderhoudsrichtlijnen cv-ketels tot 130 kW" met alle beschikbare onderhoudsdocumentatie.

Het onderhoudsschema bevat ten minste:

- De activiteiten volgens het onderhoudsvoorschrift. Let ook op of er geen transportbeveiligingen buiten werking zijn gesteld. Dit is niet toelaatbaar, ook niet voor het opheffen van een storing!
- Controleren van:
 - het functioneren van de rookgasafvoer
 - de afmetingen van de luchttoe- en afvoer, aan de hand van de installatievoorschriften van de toestelfabrikant

- Het visueel controleren van de omgeving van het toestel:
 - het rookgasafvoertracé inclusief verbindingen
 - de gas- en rookgasdoorvoeren
 - de uitmonding rookgasafvoer
 - de directe omgeving van het toestel. Met name:
 - is er brandbaar materiaal binnen 0,5 m van het toestel aanwezig?
 - zijn er brandbare vluchtige stoffen in de opstelplaats van een open toestel aanwezig?
 - Is de temperatuur in de opstelplaats niet te hoog (>40 °C)?
 - ventilatievoorzieningen (aanwezig?/ niet dichtgestopt?)
 - geen mechanische ventilatie bij open afvoergebonden toestellen?

De onderhoudswerkzaamheden worden afgerond met een eindcontrole. Voor open toestellen betekent dit in ieder geval ook een rookgasmeting. Voordat u met de onderhoudswerkzaamheden begint bepaalt u de branderdruk en het CO- en CO₂-gehalte in het rookgas. Deze gegevens tezamen geven u een indicatie over de staat van het toestel en de mate van vervuiling. Alleen op deze manier zijn goede conclusies te trekken. Tevens zijn deze gegevens de indicator voor de frequentie van het periodiek onderhoud. Als er vervolgens onderhoud is uitgevoerd controleert u de instellingen weer. Dus er wordt weer CO, CO₂ en branderdruk (belasting) gemeten. Indien de fabrikant geen grenzen daarvoor aangeeft, kunt u voor het toelaatbare CO-gehalte in rookgas als richtlijn voor huishoudelijke toestellen de volgende tabel aanhouden:

Tabel 10.01 Toelaatbaar CO-gehalte in het rookgas

Open toestellen			Gesloten toestellen ²
Afvoerloos	Afvoergebonden met VATO ¹	Afvoergebonden zonder VATO, met ventilator ²	
Nieuw			
CO: < 50 ppm	CO: < 200 ppm	CO: < 200 ppm	CO: < 200 ppm
GI: < 0,05	GI: < 0,2	GI: < 0,2	GI: < 0,2
Bestaand			
CO: < 200 ppm	CO: < 400 ppm	CO: < 500 ppm	CO: < 500 ppm
	GI: < 1	GI: < 1	GI: < 1

1. Het CO-gehalte moet worden gemeten vóór de VATO.
2. Bij afvoergebonden toestellen zonder VATO en bij gesloten toestellen behoeft vaak geen CO, CO₂ of GI te worden gemeten. Dit blijkt uit het installatievoorschrift.

Opmerking:

Hoewel het uitvoeren van een CO-meting bij open toestellen als geisers en kachels niet wettelijk verplicht is, wordt vanuit het oogpunt van veiligheid echter altijd geadviseerd dit wel te doen; daarnaast ligt er een verzoek vanuit de overheid om een dergelijke meting op te gaan nemen in BRL 6000-16 (Onderhoud en beheer van gasverbrandingstoestellen).

Overige aandachtspunten

- Het is van groot belang is dat bij elke wijziging van de installatie, daarbij inbegrepen de vervanging van een toestel, de lektheid van de binnenleiding wordt bepaald en de staat van deze leidingen, zeker in kruipruimten, wordt beoordeeld.
- Het verdient aanbeveling de consument te wijzen op de risico's die ontstaan indien de gas slang van een fornuis zich bevindt in de stroom van hete rookgassen.
- Het verdient aanbeveling bij het uitvoeren van onderhoud niet alleen te kijken naar het CV-toestel, maar ook naar lokale verwarmingstoestellen en het warmwatertoestel.
- De veiligheidsklep van een cv-installatie moet op gangbaarheid worden gecontroleerd door de klep te lichten. Indien het lichten van de klep niet mogelijk is, of bezwaarlijk is vanwege de kans dat deze gaat lekken, dan is het raadzaam om deze elke 5 jaar te vervangen.

- De sifon van een condensafvoer moet elk jaar worden gereinigd; vooral aluminium warmtewisselaars en rookgasafvoeren kunnen nogal wat corrosieproducten bevatten die voor verstopping kunnen zorgen.

NTA 8025

Door het wegvallen van de veiligheidsinspecties door de gasbedrijven in de 90-er jaren is er bijna geen praktisch toezicht meer op de veiligheid van gasinstallaties in woningen. In een poging om te voorzien in dit hiaat is door een aantal marktpartijen een inspectiemethodiek beschreven in een Nederlandse Technische Afspraak NTA 8025. Dit document zou de basis moeten zijn voor een wettelijke regeling voor een verplichte periodiek woningkeuring. Die wettelijke verplichting ("APK voor woningen") is er niet gekomen. Deze methodiek kan eventueel wel worden gebruikt om woninginspecties uit te voeren. Hierbij moet worden aangetekend dat de kwaliteit van een inspectie staat of valt met de professionaliteit van de inspecteur.

Deze NTA is van toepassing op het beoordelen van de veiligheid van bestaande technische installaties en technische voorzieningen in woningen en op erven of in bijgebouwen van woningen. Dit omvat:

1. elektrische installaties die het elektrische materieel omvatten ten behoeve van de opwekking, het transport, de omzetting en het gebruik van elektrische energie en die een vast onderdeel vormen van het gebouw;
2. gasinstallaties met vast aangesloten apparatuur, afvoeren en ventilatie ten behoeve van de veilige werking van gasapparatuur;
3. leidingwaterinstallaties met appendages, warmwaterbereiders, terugstroombeveiligingen, drukbeveiligingen en dergelijke.

Ad 2). Ook niet vast aangesloten gasapparatuur met slangen, afsluiters, koppelingen en veiligheidsvoorzieningen zoals schermen en standaards valt binnen de toepassing van de NTA. Deze NTA bevat:

- een methode om te bepalen of een bestaande technische installatie of een bestaande technische voorziening voldoet aan het maatschappelijk aanvaardbare minimale veiligheidsniveau;
- een methode voor het bepalen van de frequentie voor het beoordelen;
- al wat noodzakelijk is voor een maatschappelijk verantwoorde uitvoering van de periodieke beoordeling van de veiligheid.

In aanvulling op deze NTA is er ook een praktijkgids. Deze wordt, evenals NTA 8025, uitgebracht door NEN.

11 Gaslekkage

Bij het vervangen van een gastoestel moeten ook de leidingen worden gecontroleerd. In risicosituaties is een gerichte controle van belang. Bijvoorbeeld als in vergelijkbare situaties lekkages optreden.

De eisen voor nieuw aangelegde gasleidingen staan in hoofdstuk 6. Voor bestaande installaties geldt de eis dat het lekverlies van de gasinstallatieleiding niet groter mag zijn dan 5 l/h. Dit is het afkeurniveau waarop de overheid de eigenaar kan verplichten de gasinstallatie af te sluiten omdat de veiligheid in het geding is. Een lekhoeveelheid van 5 l/h betekent een aanzienlijke hoeveelheid gasverlies van 44 m³ per jaar.

Verder is het zo dat bij een gemeten lekverlies groter dan 1 l/h, door middel van afzepen moet worden vastgesteld dat de lekkage niet is geconcentreerd op één plaats. Zulke lekken moeten worden gerepareerd.

Lekgroottebepaling:

- Sluit de drukmeter aan op een meetnippel. De aansluitkranen zijn geopend.
- Bepaal de inhoud van het gasleidingstelsel aan de hand van de volgende tabellen:

Tabel 11.01 Leidingvolume a.d.h.v. uitwendige middellijn per materiaaltipe

Koperen buis		Stalen draadpijp		Kunststof buis			
				(PE-X)		(PE)	
Middellijn [mm]	Liters per m [dm ³ /m]	Middellijn inch ["]	Liters per m [dm ³ /m]	Middellijn [mm]	Liters per m [dm ³ /m]	Middellijn [mm]	Liters per m [dm ³ /m]
10	0,050	-	-	-	-	-	-
12	0,079	-	-	12	0,055	-	-
15	0,133	½	0,177	16	0,106	-	-
18	0,201	¾	0,314	20	0,163	20	0,201
22	0,308	1	0,419	25	0,254	25	0,346
28	0,514	1¼	0,804	32	0,423	32	0,615
35	0,824	1½	1,256	40	0,660	40	0,984
42	1,205	2	1,963	50	1,029	50	1,534
54	2,042	-	-	63	1,632	63	2,444

- Tel bij het leidingvolume de inhoud van de gasmeter op, indien deze ook wordt gemeten. Meestal staat de inhoud op de gasmeter vermeld. De inhoud van een huishoudelijke gasmeter (G4 of G6) bedraagt al gauw 2 tot 5 dm³.
- Voer de beproeving uit onder werkdruk, met geopende aansluitkranen.
- Sluit de hoofdkraan.
- Meet de tijd waarin een drukdaling van 3 mbar optreedt.
- Bepaal aan de hand van de tabel 11.02 of het lekverlies groter is dan 1 l/h, resp. 5 l/h.

Tabel 11.02 Minimum toegelaten tijd bij aardgas voordat een drukval van 3 mbar is bereikt.

Leidingvolume dm ³	Minimum toegelaten tijd [s] bij drukval 3 mbar	
	5 l/h	1 l/h
0,5	1,1	5,3
0,75	1,6	8,0
1	2,1	10,6
1,5	3,2	16,0
2	4,3	21,3
2,5	5,3	26,6
3	6,4	31,9
4	8,5	42,6
5	10,6	53,2
10	21,3	106,4
20	42,6	212,8
30	63,8	319,2
50	106,4	532,0

Voor bewoners geldt de volgende richtlijn bij het constateren van een gaslucht:

- Waarschuw het energiebedrijf (of een installateur) als u gas ruikt buiten of in de woning en:
 - sluit de hoofdkraan
 - open deuren en ramen
 - vermijd vuur of vonkvorming
 - schakel geen elektrische verlichting of toestellen in of uit

12 Bijlagen

12.1 Drukverlies buis

Tabel 12.01 Weerstand van kunststof buis PE-X in Pa/m ($B \geq 130 \text{ kW}$).

Weerstand van kunststof buis PE-X in Pa/m									
B op bw [kW]	in-/uitwendige middellijn in mm				B op bw [kW]	in-/uitwendige middellijn in mm			
	11,6/16	14,4/20	18/25	23,2/32		11,6/16	14,4/20	18/25	23,2/32
10	13	5	2	1	52	222	79	28	8
11	16	6	2	1	54	237	85	30	9
12	18	7	2	1	56	253	90	31	10
13	21	8	3	1	58	269	96	33	10
14	24	9	3	1	60	285	102	35	11
15	26	10	3	1	62	302	108	37	11
16	29	11	4	1	64	319	114	40	12
17	33	12	4	1	66	337	120	42	13
18	36	13	5	1	68	355	127	44	13
19	39	14	5	2	70	374	133	46	14
20	43	16	6	2	72	393	140	48	15
21	47	17	6	2	74	413	147	51	15
22	50	18	6	2	76	433	154	53	16
23	54	20	7	2	78	453	161	56	17
24	58	21	7	2	80	474	168	58	18
25	63	23	8	2	82	495	176	61	18
26	67	24	9	3	84	517	183	63	19
27	71	26	9	3	86	539	191	66	20
28	76	28	10	3	88	561	199	69	21
29	81	29	10	3	90	584	207	71	21
30	86	31	11	3	92		215	74	22

31	91	33	11	4	94		223	77	23
32	96	35	12	4	96		232	80	24
33	101	36	13	4	98		240	83	25
34	106	38	13	4	100		249	86	26
35	112	40	14	4	103		263	90	27
36	117	42	15	5	106		276	95	28
37	123	44	15	5	109		290	100	30
38	129	46	16	5	112		305	105	31
39	135	48	17	5	115		319	110	33
40	141	51	18	5	118		334	115	34
42	153	55	19	6	121		349	120	36
44	166	60	21	6	124		365	125	37
46	179	64	22	7	127		381	131	39
48	193	69	24	7	130		397	136	41
50	207	74	26	8					

Tabel 12.02 Weerstand van koperen buis in Pa/m ($B \geq 130$ kW).

Weerstand van koperen buis in Pa/m											
B op bw [kW]	in-/uitwendige middellijn in mm					B op bw [kW]	in-/uitwendige middellijn in mm				
	10/1 2	13/1 5	19,8/2 2	25,6/2 8	32,4/3 5		10/1 2	13/1 5	19,8/2 2	25,6/2 8	32,4/3 5
10	32	9	1			52		150	19	6	2
11	38	11	1	1		54		160	20	6	2
12	44	12	2	1		56		171	22	6	2
13	50	14	2	1		58		182	23	7	2
14	57	16	2	1		60		192	25	7	3
15	64	18	2	1		62		204	26	8	3
16	71	20	3	1		64		215	27	8	3
17	79	22	3	1		66		227	29	8	3
18	87	25	3	1		68		239	30	9	3
19	95	27	4	1		70		251	32	9	3
20	104	29	4	1		72		264	34	10	3
21	113	32	4	1		74		277	35	10	4
22	122	35	5	1		76		290	37	11	4

23	132	37	5	1	1	78		303	38	11	4
24	142	40	5	2	1	80		317	40	12	4
25	152	43	6	2	1	82		331	42	12	4
26	163	46	6	2	1	84		345	44	13	5
27	174	49	6	2	1	86			45	13	5
28	185	52	7	2	1	88			47	14	5
29	196	55	7	2	1	90			49	14	5
30	208	58	8	2	1	92			51	15	5
31	220	62	8	2	1	94			53	15	5
32	232	65	8	2	1	96			55	16	6
33	245	69	9	3	1	98			57	16	6
34	258	72	9	3	1	100			59	17	6
35	271	76	10	3	1	103			62	18	6
36	285	80	10	3	1	106			65	19	7
37	299	84	11	3	1	109			68	20	7
38	313	88	11	3	1	112			72	21	7
39	327	92	12	3	1	115			75	22	8
40	342	96	12	4	1	118			79	23	8
42	372	104	13	4	1	121			82	24	8
44	403	113	14	4	2	124			86	25	9
46	435	122	16	5	2	127			89	26	9
48	469	131	17	5	2	130			93	27	10
50		140	18	5	2						

Tabel 12.03 Weerstand van stalen draadbuis in Pa/m ($B \geq 130$ kW).

Weerstand van stalen draadbuis in Pa/m											
B op bw [kW]	in-/uitwendige middellijn in mm					B op bw [kW]	in-/uitwendige middellijn in mm				
	12,5	16,0	21,6	27,2	35,9		12,5	16,0	21,6	27,2	35,9
	3/8"	1/2"	1/4"	1"	5/4"		3/8"	1/2"	1/4"	1"	5/4"
10	10	3	1			52	175	52	12	4	1
11	11	4	1			54	188	55	13	4	1
12	13	4	1			56	201	59	14	5	1
13	15	5	1			58	214	63	15	5	1

14	17	5	1			60	242	67	16	5	1
15	19	6	1			62		71	16	5	1
16	21	7	2	1		64		75	17	6	2
17	24	7	2	1		66		80	18	6	2
18	26	8	2	1		68		84	19	6	2
19	29	9	2	1		70		89	20	7	2
20	32	10	2	1		72		93	21	7	2
21	34	11	3	1		74		98	23	7	2
22	37	11	3	1		76		103	24	8	2
23	40	12	3	1		78		108	25	8	2
24	44	13	3	1		80		113	26	9	2
25	47	14	3	1		82		118	27	9	2
26	50	15	4	1		84		124	28	9	2
27	54	16	4	1		86		129	30	10	3
28	57	17	4	1		88		135	31	10	3
29	59	18	4	1		90		141	32	10	3
30	65	20	5	2		92		146	33	11	3
31	69	21	5	2		94		152	35	11	3
32	73	22	5	2		96		158	36	12	3
33	77	23	5	2	1	98		164	37	12	3
34	81	24	6	2	1	100		171	39	13	3
35	85	26	6	2	1	103		180	41	13	4
36	90	27	6	2	1	106			43	14	4
37	94	28	7	2	1	109			45	15	4
38	99	30	7	2	1	112			48	15	4
39	104	31	7	2	1	115			50	16	4
40	109	32	8	3	1	118			52	17	4
42	119	35	8	3	1	121			55	18	5
44	129	38	9	3	1	124			57	19	5
46	140	42	10	3	1	127			60	19	5
48	151	45	11	4	1	130			62	20	5
50	163	48	11	4	1						

Literatuurlijst

- [1] NEN 1078 Voorziening voor gas met een werkdruk tot en met 500 mbar - Prestatie-eisen - Nieuwbouw, 2004
- [2] NEN 2078 Bijlage B, Berekening van gasinstallatieleidingen, 2001
- [3] Bouwbesluit 2003, www.vrom.nl
- [4] NEN 2757, Toevoer van verbrandinglucht en afvoer van rook van verbrandingstoestellen in gebouwen - Bepalingsmethoden, 2001
- [5] NPR 3378, Leidraad bij NEN 1078, verschillende delen (werkbladen), 1999 - 2007
- [6] ISSO-kleintje Individuele centrale verwarmingsinstallaties voor woningen, ISSO, Rotterdam, 2006
- [7] ISSO-kleintje Water, ISSO, Rotterdam, 2003
- [8] Besluit gastoestellen, 1992
- [9] NTA 8025, Periodieke beoordeling van de veiligheid van technische installaties en voorzieningen in woningen, 2005
- [10] Gaswijs, artikelen uit jaargang 30 t/m 40, STERKIN, 1997-2007