

INHOUD

1. GASVERBRUIKSTOESTELLEN TOEGELATEN IN BELGIË	7	5. BEREKENING VAN DE VERDUNNINGSFACTOR	35
1.1 Toestel Categorieën.....	7	5.1 Algemeen.....	35
1.2 Toegelaten typen van verbruikstoestellen.....	8	5.2 Berekening van de verdunningsfactor.....	36
2. PLAATS VAN DE UITMONDING VAN AFVOERKANALEN VAN TOESTELLEN TYPE B	13	5.3 Oefeningen.....	47
2.1 Voorzieningen te treffen als gevolg van de inwerking van de wind op het dak waarop het afvoerkanaal uitmondt.....	13	5.4 Bijzondere gevallen.....	53
2.2 Voorzieningen te treffen als gevolg van de inwerking van de wind op naburige hindernissen.....	16	6. UITMONDINGEN VAN TOESTELLEN TYPE C	57
3. AFVOERKANALEN MET NATUURLIJKE TREK	19	6.1 Algemeen.....	57
3.1 Werking van een afvoerkanaal met natuurlijke trek.....	19	6.2 Recirculatie.....	57
3.2 Controle van de trek van een afvoerkanaal.....	22	6.3 Regen of sneeuw.....	61
4. DIMENSIONEREN VAN HET AFVOERKANAAL VAN DE VERBRANDINGSPRODUCTEN	23	7. BEPALING VAN HET LEKDEBIET	63
4.1 Onderwerp.....	23	7.1 Probleemstelling.....	63
4.2 Gebruik van de tabellen.....	24	7.2 Onderwerp en toepassingsgebied.....	63
4.3 Rekenvoorbeelden.....	26	7.3 Termen en definities.....	64
4.4 Tabellen.....	27	7.4 Criteria voor de dichtheidscontrole.....	65
		7.5 Bepaling van het lekdebiet.....	66
		7.6 Bepalen van de proefdruk voor het vaststellen van het lekdebiet.....	68
		7.7 Methode voor het bepalen van het lekdebiet.....	71
		7.8 Voorbeelden.....	73

1. GASVERBRUIKSTOESTELLEN TOEGELATEN IN BELGIË

1.1 Toestel Categorieën

Toestel-categorieën en werkdrukken+	Toelichtingen
Enkelvoudige categorieën	
Gassen van de tweede familie (aardgassen) <i>(conform NBN EN 437)</i>	
Cat. I _{2E+} (20/25 mbar)	Alle toestellen. De inrichtingen voor het voormengen van het gas moeten verzegeld zijn.
Q _i ≤ 70 Kw	
Cat. I _{2E(S)B} (20 mbar) ⁽¹⁾	Toestellen voorzien van een brander met volledige voormenging. De gas/lucht regeling moet verzegeld zijn.
Cat. I _{2E(R)B} (20/25 mbar)	Toestellen voorzien van een ventilatorbrander (zie NBN EN 676). De volgende toestellen voorzien van een brander met atmosferische inductie bestemd voor gebruik in niet huishoudelijke professionele installaties: <ul style="list-style-type: none"> • donkere straalverwarmers; • braadpannen; • grills; • was-, droog- en strijkmachines.
Q _i > 70 kW	
Cat. I _{2E(S)B} (20 mbar) of Cat. I _{2E(R)B} (20/25 mbar)	Alle toestellen
Cat. I _{2N}	Alle toestellen
Gassen van de derde familie (butaan /propaan) <i>(conform NBN EN 437)</i>	
Cat. I ₃₊ (28-30/37 bar), Cat. I _{3P} (37 bar)	Alle toestellen zonder een ingebouwde opslagruimte voor een verplaatsbare en hervulbare LPG-fles of enkel bestemd voor gebruik in open lucht.
Cat. I _{3P} (50 mbar)	Enkel voor toestellen bestemd voor gebruik in professionele installaties. Indien de toestellen een ingebouwde opslagruimte hebben voor een verplaatsbare en hervulbare LPG-fles is enkel gebruik in open lucht toegelaten.
Cat. I _{3B} (28-30 mbar)	Alle toestellen die een ingebouwde opslagruimte hebben voor een verplaatsbare en hervulbare LPG- fles en die in een lokaal mogen worden opgesteld.

(1) Voor de cat. I_{2E(S)B} toestellen vermeldt het kenplaatje de twee nominale belastingen: voor G20 bij 20 mbar en voor G25 bij 25 mbar.

Dubbele categorieën (voorbehouden voor sommige groepen van toestellen) ⁽²⁾ (conform NBN EN 437)	
Cat. II _{2E+3+} (20/25, 28-30/37 mbar), Cat. II _{2E+3P} (20/25, 37 mbar)	Alle toestellen zonder een ingebouwde opslagruimte voor een verplaatsbare en hervulbare LPG-fles of enkel bestemd voor gebruik in open lucht.
Cat. II _{2E+3P} (20/25, 50 mbar)	Enkel voor toestellen bestemd voor gebruik in professionele installaties. Indien de toestellen een ingebouwde opslagruimte hebben voor een verplaatsbare en hervulbare LPG-fles is enkel gebruik in open lucht toegelaten.
Cat. II _{2E+3B} (20/25, 28-30 mbar)	Alle toestellen die een ingebouwde opslagruimte hebben voor een verplaatsbare en hervulbare LPG-fles en die in een lokaal mogen worden opgesteld.

(2) Enkel de volgende groepen van toestellen zijn toegelaten in dubbele categorie:

- kooktoestellen;
- kachels, onafhankelijke ruimteverwarmingstoestellen, inbouwvuren;
- heldere stralingsverwarmers.

1.2 Toegelaten typen van verbruikstoestellen

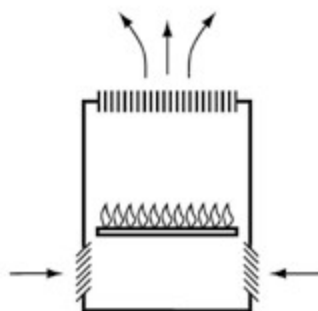
Conform het voorschrift NBN CR 1749 - Europees schema voor de indeling van gastoestellen volgens de methode van de afvoer van de verbrandingsgassen (typen)

Enkel de toestellen type A en B die hier opgegeven zijn mogen geïnstalleerd worden.

De afgebeelde figuren worden gegeven als hulpmiddel voor de identificatie van de verschillende "typen" toestellen. Zij zijn niet bestemd om te worden gebruikt als leidraad voor de installatie van deze toestellen. De installatie dient te gebeuren conform de installatievoorschriften van de fabrikant en de van kracht zijnde normen.

1.2.1 Type A

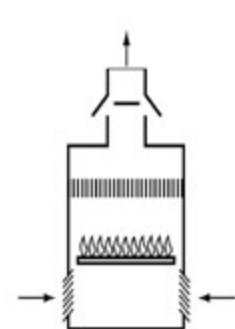
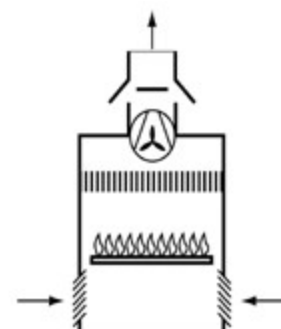
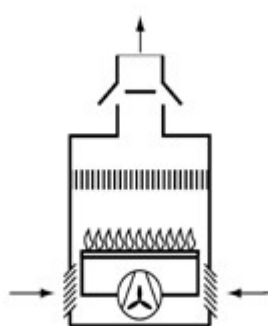
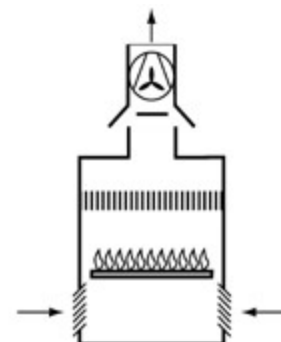
Dit type mag enkel gebruikt worden in de versie A_{1AS}. De benaming A_{1AS} stemt overeen met de vroegere benaming A_{AS}.

Type A₁

Figuur 1

- kooktoestellen;
- kachels, onafhankelijke ruimteverwarmingstoestellen, inbouwvuren;
- heldere stralingsverwarmers.

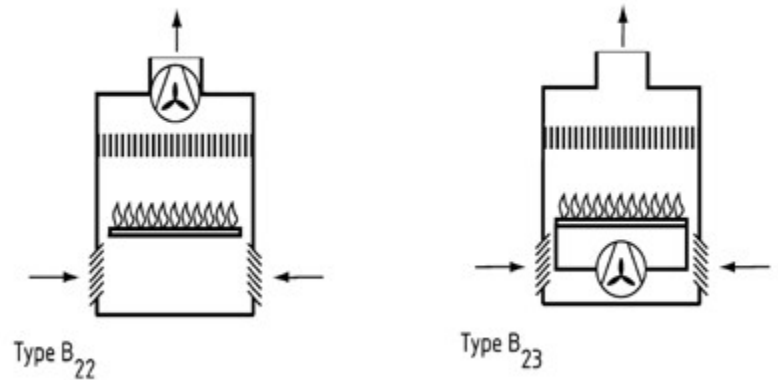
1.2.2 Type B1

Type B₁₁Type B₁₂Type B₁₃Type B₁₄

De typen B₁₁, B₁₂ en B₁₃ mogen enkel gebruikt worden in de versie met bijkomende beveiliging AS, BS of CS.

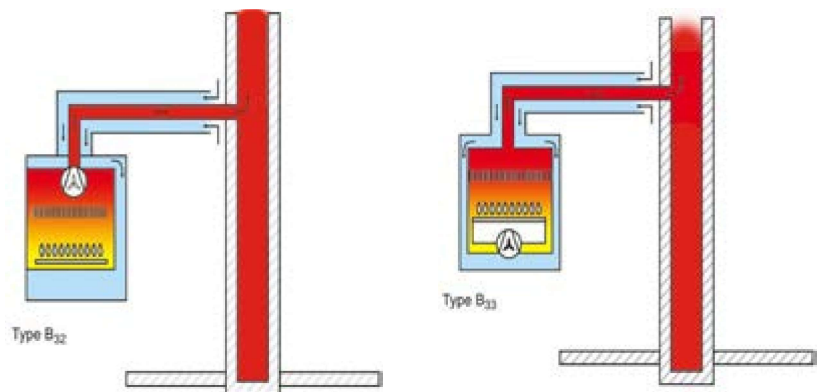
Het type B₁₄ moet de bijkomende beveiliging BS hebben en mag enkel gebruikt worden indien het aangesloten wordt op een individueel luchtdicht afvoerkanaal.

1.2.3 Type B2



De typen B₂₂ en B₂₃ mogen enkel gebruikt worden indien ze aangesloten worden op een individueel luchtdicht afvoerkanaal.

1.2.4 Type B3

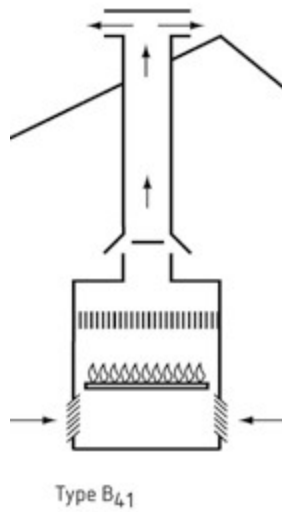


Toestel type B3

Toestel type B zonder trekonderbreker. De verbrandingslucht wordt rechtstreeks ontnomen uit de opstellingsruimte met behulp van een kanaal dat het afvoerkanaal concentrisch omsluit. De lucht stroomt toe in dit kanaal via specifieke openingen in de mantel ervan.

De typen B₃₂ en B₃₃ mogen enkel gebruikt worden indien ze aangesloten worden op een individueel luchtdicht afvoerkanaal.

1.2.5 Type B4

**Toestel type B4**

Toestel type B uitgerust met een trekonderbreker, dat bestemd is om met behulp van zijn afvoerkanaal voor de verbrandingsproducten te worden aangesloten op zijn eindstuk voor afvoer van de verbrandingsproducten

Het type B_{4,1} mag enkel gebruikt worden in de versie met bijkomende beveiliging AS, BS of CS.

2. PLAATS VAN DE UITMONDING VAN AFVOERKANALEN VAN TOESTELLEN TYPE B

[NBN D51-003 Bijlage D + NBN B61-002 Bijlage D]

2.1 Voorzieningen te treffen als gevolg van de inwerking van de wind op het dak waarop het afvoerkanaal uitmondt

Bij daken met een helling groter dan 23° is de uitmonding van het afvoerkanaal zo dicht mogelijk bij de nok gelegen en minimum 1 m erboven.

In alle andere gevallen en indien aan bovenstaande regel niet kan voldaan worden, moet men de volgende drie wind-invloedzones bepalen:

- **ZONE I:** in deze zone heeft de wind geen nadelige invloed op de werking van het afvoerkanaal en kan deze uitmonden zonder bijkomende voorziening;
- **ZONE II:** in deze zone dient men rekening te houden met valwinden die het plaatsen van een valwindafleider noodzakelijk maken (bijv. statische afvoerkap);
- **ZONE III:** in deze zone moet men rekening houden met overdrukken ten opzichte van ruimten binnenin het gebouw; als gevolg hiervan mag er geen afvoerkanaal in uitmonden.

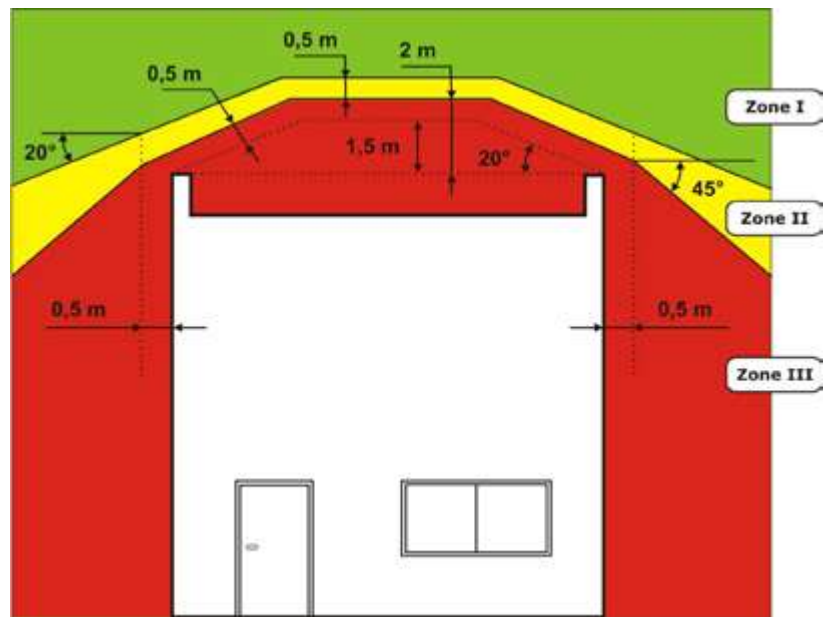


Figuur 1 Uitmondingen boven een schuin dak

2.1.1 Dak met een helling van 23° of meer – Puntdak

De grenzen van de zones worden als volgt bepaald:

- teken twee evenwijdigen aan de helling van het dak, respectievelijk op 0,50m en 1m, loodrecht gemeten op de helling van het dak;
- eindig deze evenwijdigen bij de horizontalen op 0,50m en 1m boven de nok van het dak;
- teken een evenwijdige op 0,50m van de verticale gevels; hierdoor ontstaan twee snijpunten met de evenwijdigen aan de dakhelling,
- vanuit het laagste snijpunt, een rechte tekenen onder een hoek van -45° t.o.v. de horizontale;
- vanuit het hoogste snijpunt, een rechte tekenen onder een hoek van -20° t.o.v. de horizontale.



Figuur 2 Uitmondingen boven een plat dak

2.1.2 Dak met een helling kleiner dan 23° - Plat dak

De grenzen van de zones worden als volgt bepaald:

- vanuit de hoogste punten van het plat dak de referentie-horizontale trekken;
- vanuit het snijpunt van deze horizontale met de verticale van de gevel, een lijnstuk naar omhoog toe tekenen onder een hoek van $+20^\circ$ t.o.v. het plat dak; het oplopende lijnstuk beperken tot op 1,50m boven de referentie-horizontale; dit vormt het fictief dak (equivalent van het puntdak);
- teken 2 evenwijdigen, de ene op 0,50m en de andere op 1m, boven dit fictief dak
- (evenwijdig aan het fictieve horizontale en het onder een hoek van 20° oplopende deel);
- teken een verticale op 0,50 van de verticale gevel, dit geeft twee snijpunten met de evenwijdigen aan de dakhelling van het fictief dak;
- vanuit het laagste snijpunt, een rechte tekenen onder een hoek van -45° t.o.v. de horizontale;
- vanuit het hoogste snijpunt, een rechte tekenen onder een hoek van -20° t.o.v. de horizontale.

2.2 Voorzieningen te treffen als gevolg van de inwerking van de wind op naburige hindernissen

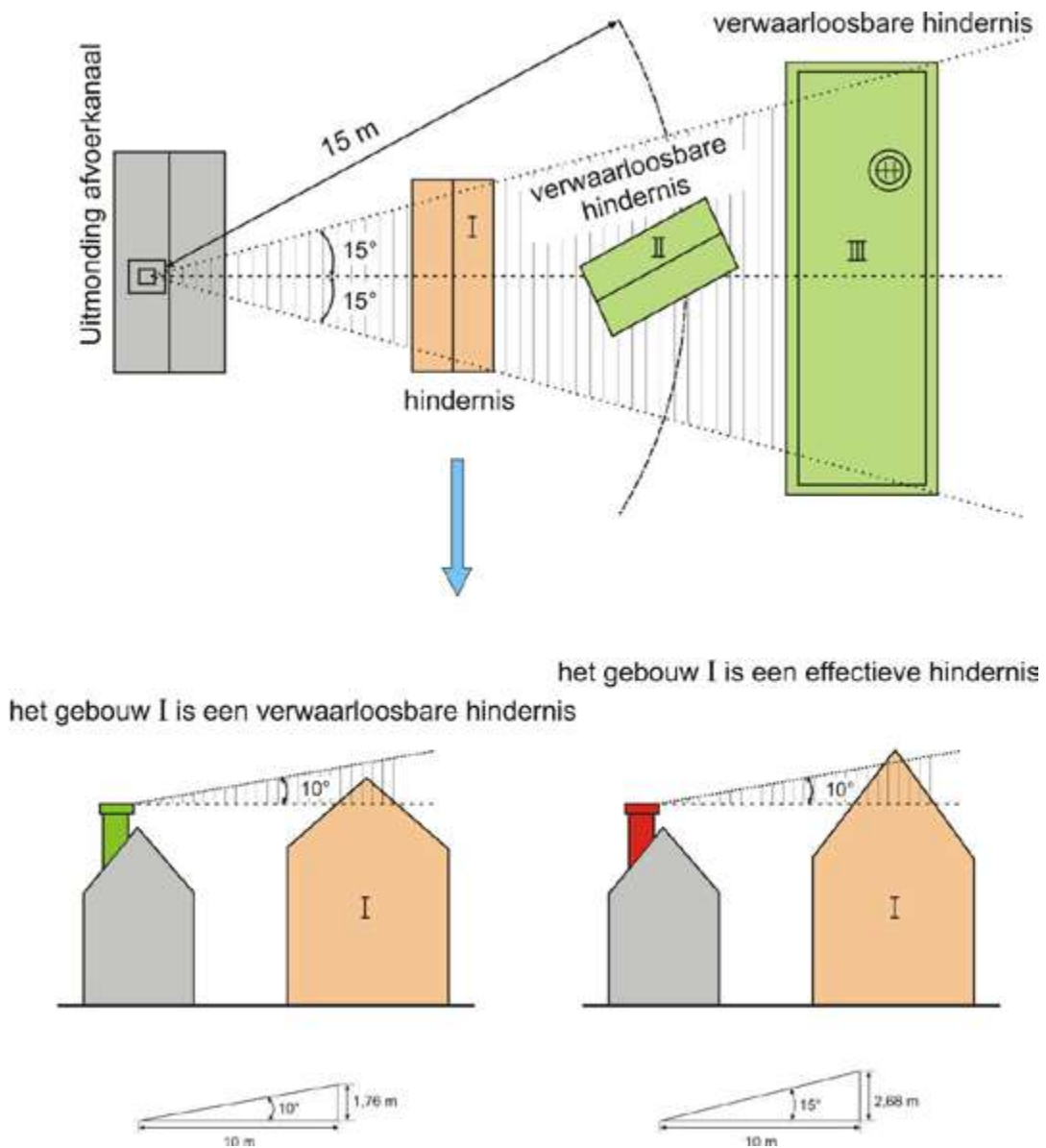
De hierboven vermelde invloedzones bepalen de voorlopige plaats van de uitmonding van het afvoerkanaal. De naburige hindernissen worden als volgt bepaald (zie figuur 3):

- onderzoek vanuit de plaats waar het afvoerkanaal voorlopig uitmondt alle zichtbare hindernissen die vallen binnen een afstand van 15m;
- indien deze hindernissen gelegen zijn in een horizontaal vlak loodrecht op het afvoerkanaal binnen een hoek die groter is dan of gelijk aan 30° en indien de bovenzijde van de hindernis zich bevindt onder een elevatiehoek van meer dan 10° ten opzichte van het horizontaal vlak, dan worden zij beschouwd als werkelijke hindernissen; is de elevatiehoek kleiner dan of gelijk aan 10° dan worden zij beschouwd als verwaarloosbare hindernissen;
- is de horizontale hoekbreedte kleiner dan 30° , dan worden zij beschouwd als verwaarloosbare hindernissen;
- indien de afstand groter is dan 15m dan worden zij beschouwd als verwaarloosbare hindernissen.
- Voor elk van de werkelijke hindernissen bepaalt men de drie, hoger aangegeven, wind- invloedzones zoals bij daken met een helling kleiner dan 23° (zie figuur 4). De voorlopig vastgelegde uitmondingsplaats kan dan behouden blijven indien zij buiten de zone III ligt van elk der werkelijke hindernissen. In het andere geval moet voor een andere uitmondingsplaats gekozen worden of een mechanische afvoer geïnstalleerd worden.

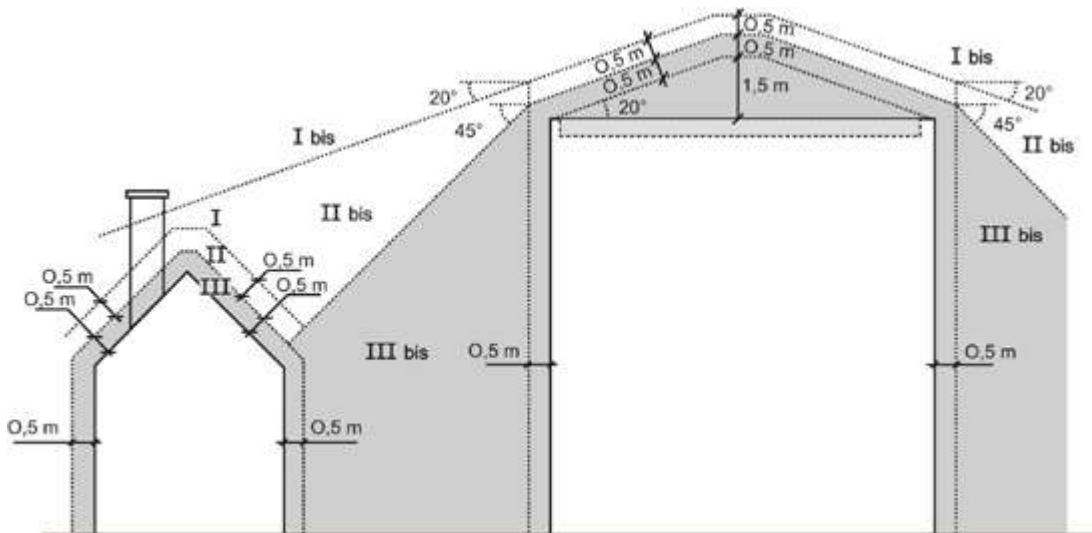
NOOT:

Een elevatiehoek van 10° komt overeen met een elevatie van 0,176 m per lopende meter gemeten in het horizontaal vlak van de uitmonding van het afvoerkanaal.

Een hoek van 15° in het horizontaal vlak van de uitmonding van het afvoerkanaal komt overeen met horizontale lengte van 2,68 m op 10 m van de uitmonding.



Figuur 3 Bepaling van een hindernis



Figuur 4 Invloed van een hindernis op een naastliggend gebouw

3. AFVOERKANALEN MET NATUURLIJKE TREK

3.1 Werking van een afvoerkanaal met natuurlijke trek

De verbrandingsproducten moeten tot boven het gebouw gevoerd worden. Dit vergt energie die ofwel “natuurlijk” ofwel “mechanisch” is. De “natuurlijke” energie vindt zijn oorsprong in het **verschil in soortelijke massa tussen de verbrandingsproducten** (de “warme” gassen) **en de omgevingslucht** (de “koude” lucht).

Inderdaad, bij het verwarmen van een hoeveelheid lucht zet deze uit waardoor het volume toeneemt. De totale massa blijft echter gelijk zodat de massa per m^3 kleiner wordt.

Warme lucht heeft een kleinere soortelijke massa dan koude lucht.

- **In een mengsel van verbrandingsproducten en omgevingslucht, zullen de warme gassen, in het bijzonder de verbrandingsproducten, stijgen.**

Stel dat de verbrandingsproducten van een toestel een temperatuur hebben van 200°C bij het verlaten van het toestel. Hun soortelijke massa bedraagt dan $0,75 \text{ kg/m}^3$.

Stel dat de temperatuur in de ruimte waar het toestel is opgesteld, 20°C bedraagt. De soortelijke massa van de lucht in die ruimte is dan $1,20 \text{ kg/m}^3$.

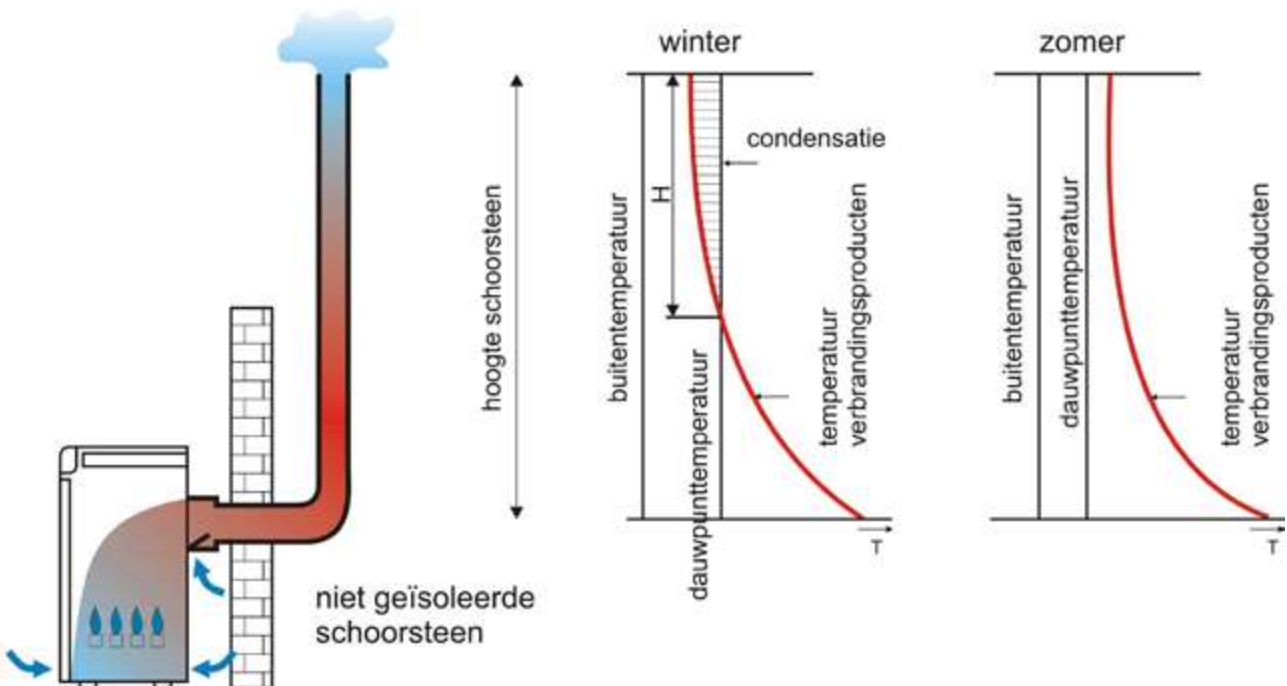
- De warme verbrandingsproducten stijgen in het afvoerkanaal waarop de afvoer van het toestel is aangesloten.

We noemen dit verschijnsel **THERMISCHE TREK**. Het is alsof de koude lucht de warme verbrandingsproducten in het afvoerkanaal omhoog duwt. Hoe groter het temperatuurverschil hoe groter de kracht waarmee dit gebeurt.

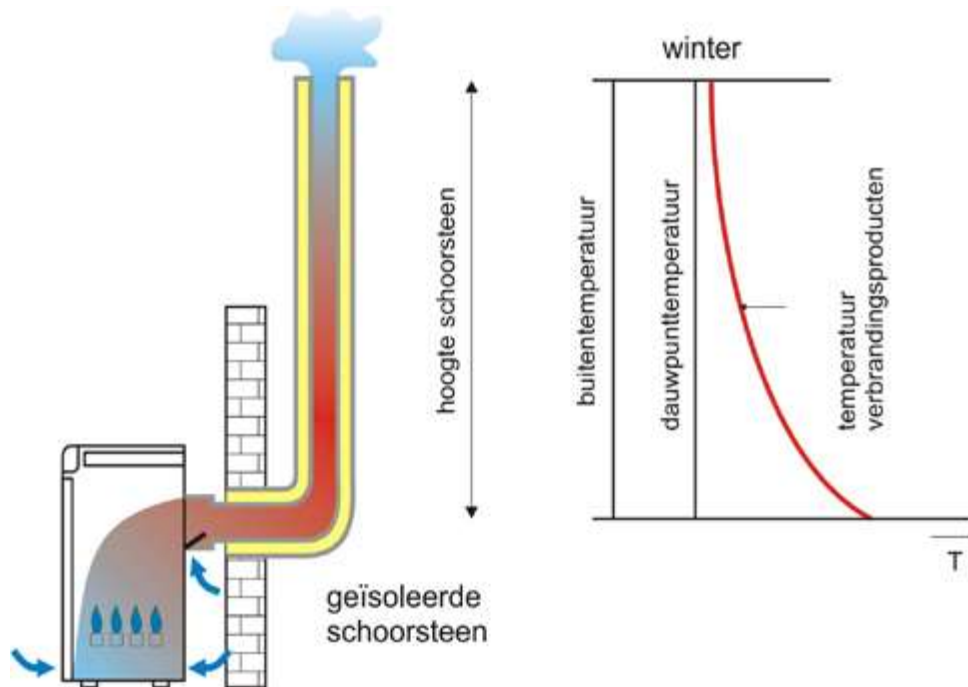
Belangrijk is dus dat de stuwkracht niet te veel afneemt vooraleer de verbrandingsproducten het afvoerkanaal op het uiteinde verlaten hebben. Daartoe mag de temperatuur van de verbrandingsproducten in het afvoerkanaal niet dalen tot een waarde waarbij het stuweffect verdwijnt en de snelheid tot nul daalt.

De meest kritische omstandigheden zijn die bij het opstarten van het toestel. Het afvoerkanaal is dan relatief koud en de energie die nodig is om de verbrandingsproducten tot boven in het afvoerkanaal te duwen is maximaal. Bij het opstarten van een toestel is het dan ook vrij normaal dat er kortstondig een terugstroming van de verbrandingsproducten is naar de plaats van opstelling van het toestel. Een goed afvoerkanaal zal vlug warm zijn en voldoende thermische trek leveren, men spreekt dan over een afvoerkanaal met **kleine inertie**.

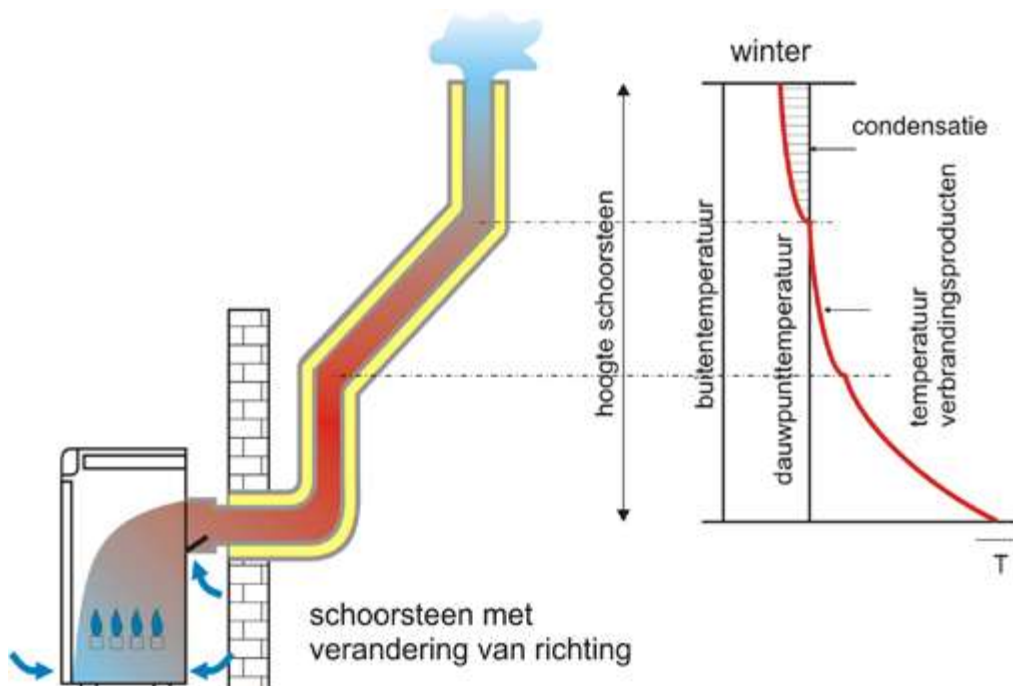
Bijkomend kan, bij afkoeling van de in de verbrandingsproducten aanwezige waterdamp tot beneden het dauwpunt, condensatie optreden in het afvoerkanaal met alle nare gevolgen vandien.



Figuur 5 Schoorsteendiagram voor niet geïsoleerde schoorsteen



Figuur 6 Schoorsteendiagram voor geïsoleerde schoorsteen



Figuur 7 Schoorsteendiagram voor schoorsteen met verandering van richting

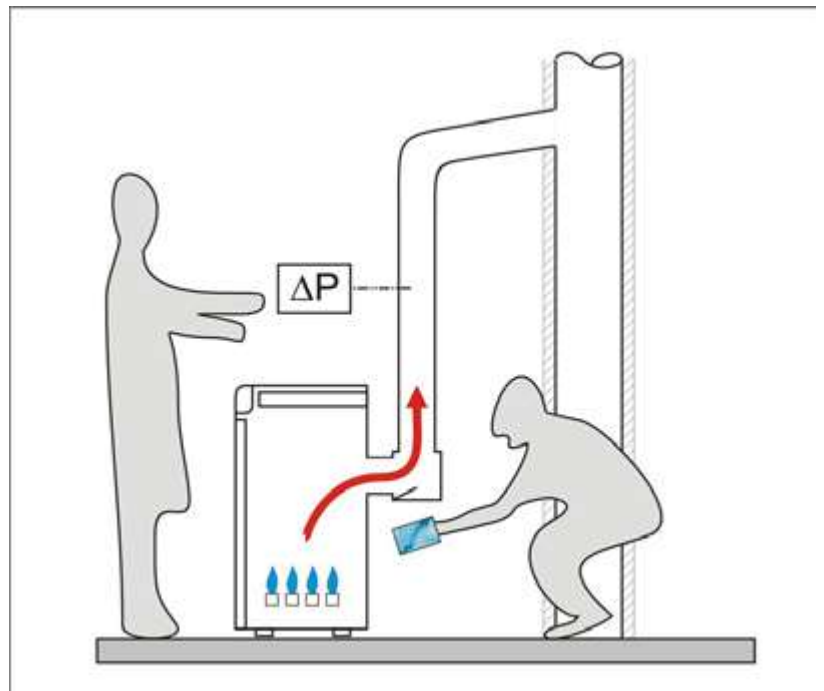
Bij het vervangen van een oud toestel door een modern hoogrendementstoestel HR+ (lagere temperatuur van de verbrandingsproducten) is het dus mogelijk dat een afvoer kanaal dat vroeger nog naar behoren functioneerde, na de vervanging slecht werkt.

3.2 Controle van de trek van een afvoerkanaal

Voor de controle van de trek van een afvoerkanaal, moeten de aangesloten **toestellen op hun nominaal vermogen** werken en moet het **afvoerkanaal op temperatuur** zijn.

De controle zelf kan het makkelijkst **aan de trekonderbreker van het toestel** uitgevoerd worden. Als het afvoerkanaal goed trekt, zal daar immers frisse lucht aangezogen worden (de zogenaamde "tertiaire" lucht). Dit kan men snel detecteren met behulp van een lucifer of een sigaret of met een rookpatroon (vlam of rook moet in de trekonderbreker gezogen worden). Eventuele terugslag kan met behulp van een spiegeltje zichtbaar gemaakt worden.

De **trek van het afvoerkanaal kan ook nagemeten worden met een anemometer** - die de richting en de snelheid van de gassen aangeeft - of met een gevoelige onderdrukmeter.



Figuur 8 Controle van de trek van een afvoerkanaal

4. DIMENSIONEREN VAN HET AFVOERKANAAL VAN DE VERBRANDINGSPRODUCTEN

4.1 Onderwerp

Deze bijlage bevat tabellen die het dimensioneren toelaten van een afvoerkanaal van de verbrandingsproducten waarop één enkele centrale verwarmingsketel is aangesloten van een van de volgende typen:

- met atmosferische brander – type B_{1*} – op brandbaar gas;
- met geblazen brander – type B₂₂ of B₂₃ – op brandbaar gas.

De waarden van deze tabellen zijn berekend op basis van de norm NBN EN 13384-1 waarbij de volgende voorwaarden gesteld zijn:

- de **verbrandingsluchttoevoer** geschiedt met een drukverlies Δp in de doorvoeropening of het kanaal van maximaal 3 Pa;
- het **aansluitkanaal**:
 - » is niet thermisch geïsoleerd;
 - » loopt licht hellend op naar het afvoerkanaal toe (minimaal 4 cm/meter) met een maximaal horizontaal gedeelte van 0,50 m;
 - » mag maximaal 1 bocht van 90° bevatten als richtingsverandering;
- het **afvoerkanaal** van de verbrandingsproducten:
 - » loopt over gans zijn lengte verticaal en zijn trekhoogte is minimaal 4 m; uitgezonderd voor de atmosferische gasketels type B_{1*} (zie 4.4);
 - » heeft over de ganse lengte een minimale warmteweerstand, van binnen- tot buitenoppervlak, van 0,4 m². K/W;
 - » heeft geen regenkap op het uiteinde en mondt niet uit in een statische overdrukzone.

4.2 Gebruik van de tabellen

NOOT:

Deze tabel geeft waarden voor de minimale en maximale diameter voor afvoerkanalen met een trekhoogte die beperkt is tot 2,50m. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen:

- één kanaal dat geen enkele bocht of richtingsverandering bevat;
- één kanaal dat met een verticaal deel van 0,50 m + één bocht van 90° + een horizontaal deel van hoogstens 0,30 m.

Voor beide gevallen zijn specifieke waarden voor de diameters opgegeven in functie van het nominaal vermogen.

NOOT:

Temperatuurmetingen van de verbrandingsproducten uitgevoerd door het KVBG-labo gaven de volgende resultaten:

- vloerketel B1, met kwaliteitslabel HR+:temp. na de trekonderbreker: 110°C tot 130°C;
- wandketel B1, met kwaliteitslabel HR+:temp. na de trekonderbreker: 100°C tot 120°C;
- kachel B1, met kwaliteitslabel HR+:temp. na de trekonderbreker: 120°C tot 160°C;
- geblazen brander B_{2*}, temperatuur aan uitgang toestel: 160°C tot 190°C;
- premix brander, gekeurd in verschillende categorieën B_{2*} en gebruikt als B_{2*}, met kwaliteitslabel HR TOP, temperatuur. aan de uitgang van het toestel: 60°C tot 80°C.

De tabellen in 4.4 geven de minimale en maximale diameter van de **cirkelvormige kanalen** in functie van:

- het type verwarmingsketel: atmosferische gasketel type B_{1*} of ketel met geblazen brander – type B₂₂ of B₂₃ – voor brandbare gassen;
- de temperatuur van de verbrandingsproducten bij de uitlaat van de centrale verwarmingsketel (T°) van respectievelijk:
 - » 120°C voor atmosferische gasketels type B_{1*}, in de veronderstelling dat de vereiste onderdruk aan de uitgang van de ketel 3 Pa is;
 - » 120°C, 160°C en 200°C voor atmosferische gasketels of ketels met geblazen brander type B₂₂ of B₂₃; in dit geval voor 2 waarden van de onderdruk aan de uitgang van de ketel: 5 en 10 Pa;
- het nominaal vermogen van de ketel (in kW);
- de trekhoogte van het kanaal (H – in meter) – deze is beperkt tot 30 m.

De **tabellen** worden als volgt gebruikt:

1. **In functie van het type ketel, de temperatuur van de verbrandingsproducten** en eventueel de vereiste **onderdruk aan de uitgang van de ketel**, zoekt men de bijbehorende tabel.

De tabellen in 4.4 kunnen worden gebruikt voor atmosferische toestellen met de uitgang van het toestel in onderdruk: toestellen B_{1*} en geblazen ketels B_{2*}. De fabrikant van een toestel kan u de exacte temperatuur van de verbrandingsproducten opgeven. Men dient uit te gaan van **de laagst mogelijke temperatuur**.

De diameter van een afvoerkanaal voor een toestel van het type B_{2*}P die werkt met een afvoerkanaal in overdruk moet bepaald worden door berekening volgens de norm NBN EN 13384-1 – tabellen D.4 kunnen niet gebruikt worden.

Bij premix toestellen, gekeurd in verschillende typen C_{**} en B_{2*} en gebruikt als B_{2*}, met kwaliteitslabel HR TOP, raden we aan de diameter, de maximum lengte, en het maximum aantal bochten toe te passen zoals bepaald door de fabrikant voor het gebruik als gesloten toestel (type C).

2. In deze tabel bepaalt men het **interval waarbinnen de diameter van het kanaal zich bevindt** in functie van het nominaal vermogen van de ketel en van de trekhoogte. Bij waarden van het geïnstalleerd nominaal vermogen of de trekhoogte gelegen **tussen twee tabelwaarden voert men een lineaire interpolatie uit.**
3. In het geval van een **cirkelvormig kanaal** moet de weerhouden **inwendige diameter** zich in ieder geval bevinden **tussen de Dmin en Dmax waarde van de tabel.** Het is aan te raden een handelsmaat te kiezen met een **binnendiameter** dicht bij de waarde **(Dmin + Dmax) / 2.**

Indien men gebruik maakt van afvoerkanalen met **vierkante doorsnede** moet de zijde aan de binnenkant gelijk zijn aan $(D_{min} + D_{max}) / 2$.

In het geval van een kanaal met **rechthoekige doorsnede** ($a \times b$; waarvan b de grootste zijde is) moeten a en b bepaald worden uitgaande van de relatie:

$$4(a \times b) / [2(a + b)] = (D_{min} + D_{max}) / 2$$

Het gebruik van andere kanalen dan met cirkelvormige doorsnede moet waar mogelijk steeds vermeden worden.

Bijvoorbeeld:

- voor $b/a = 1,5$ is $a = 0,83 (D_{min} + D_{max}) / 2$
- voor $b/a = 1,2$ is $a = 0,91 (D_{min} + D_{max}) / 2$

4. **Indien de tabel geen waarde geeft voor de diameter** (blanco zone of het teken"/") betekent dit dat er voor die combinatie "trekhoogte / nominaal vermogen" geen gepaste diameters bestaan.
5. De **diameter van het afvoerkanaal dient groter te zijn dan of gelijk aan de diameter van het aansluitkanaal en de afvoerstop van het toestel.**
6. De **tabellen** in D.4 zijn in principe **niet geldig voor tuberingen met gegolfde binnenwanden.** Deze hebben immers een veel grotere wrijvingsweerstand dan een afvoerkanaal met gladde binnenwanden. Het is aanbevolen de diameter te laten berekenen door de fabrikant/leverancier van de tubering. Indien dit niet mogelijk is kan men de diameter bepalen volgens bijlage D. Hierbij kiest men de grootste handelsmaat die gelijk of iets kleiner is dan D_{max} .

4.3 Rekenvoorbeelden

Voorbeeld 1

Bepaal de diameter van het afvoerkanaal voor een centrale verwarmingsketel met atmosferische brander op brandbaar gas met een nominaal vermogen van 30 kW en een temperatuur van de verbrandingsproducten van 120°C bij de uitlaat van de ketel, indien de trekhoogte 7 m bedraagt.

Oplossing

- de te gebruiken tabel is deze met hoofding "atmosferische gasketel, $t = 120^{\circ}\text{C}$, onderdruk = 3 Pa";
- bij 30 kW en een trekhoogte van 7 m vindt men een inwendige cirkelvormige diameter die moet liggen tussen minimum 130 mm en maximum 200 mm;
- men zoekt dus naar een handelsmaat in de orde van $(130 + 200) / 2 = 165$ mm.

Voorbeeld 2

Een gaskachel B₁₁BS met een vermogen van 9 kW en een onbekende temperatuur van de verbrandingsproducten. Het afvoerkanaal is 20 m hoog.

Oplossing

Uit de metingen van de KVBG weten we dat de temperatuur na de trekonderbreker tussen 120°C en 160°C ligt.

We vinden in de tabel "Atmosferische gasketel, $t = 120^{\circ}\text{C}$, onderdruk = 3 Pa":

- Vertikaal: vermogen = 10 kW
- Horizontaal: trekhoogte = 20 m

» er worden geen waarden opgegeven. De trekhoogte is te groot in verhouding tot het vermogen om een goede natuurlijke trek te kunnen waarborgen.

4.4 Tabellen

4.4.1 Atmosferische gasketel B_{1*} , $t = 120^{\circ}\text{C}$, onderdruk = 3 Pa (*)

onderdruk aan de afvoerstomp van het toestel = 3 Pa

120° H (m)	Vermogen													
	10 kW		20 kW		30 kW		40 kW		50 kW		60 kW		70 kW	
	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)
2,5 - recht (**)	0,115	0,18	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,35	0,18	0,35	0,18	0,35
2,5 - met één bocht (***)	0,13	0,18	0,18	0,25	0,2	0,3	0,225	0,3	0,25	0,35	0,25	0,35	0,25	0,35
4	0,1	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,18	0,2	0,18	0,25	0,2	0,3	0,25	0,3
5	0,1	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,2	0,3	0,2	0,3
6	0,1	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,2	0,3	0,2	0,3
7	0,1	0,15	0,113	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,3	0,2	0,3
8	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
9	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
10	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
11	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
12	0,1	0,13	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
13	0,1	0,13	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
14	0,1	0,12	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
15	0,1	0,12	0,113	0,15	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
16	0,1	0,113	0,113	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
17	0,1	0,1	0,113	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
18	0,1	0,1	0,113	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
19	/	/	0,113	0,15	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
20			0,113	0,13	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
21			0,113	0,13	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
22			0,113	0,13	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
23			0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
24			0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
25			/	/	0,13	0,13	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
26			0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,18	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
27			/	/	/	/	0,15	0,18	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
28					0,15	0,18	0,15	0,25	0,15	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
29					0,15	0,18	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,3	0,18	0,3
30					0,15	0,15	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,25	0,18	0,3

(*)): Temperatuur gemeten ná de trekonderbreker.

(**): Rechthoekig afvoer kanaal met trekhoogte 2,50 m, zonder bocht of enige richtingsverandering - aansluitkanaal en afvoer kanaal moeten dan dezelfde diameter hebben.

(***)): Rechthoekig afvoer kanaal - trekhoogte 2,50 m; aansluiting: met verticaal deel 0,50 m + één bocht 90° + horizontaal deel max. 0,30 m; aansluit- en afvoer kanaal zelfde diameter. Voor een trekhoogte vanaf 4 m moet het aansluitkanaal dezelfde diameter hebben als de afvoerstomp van de ketel

4.4.2 Ketel voor gas of lichte stookolie met geblazen brander type B₂₂ of B₂₃, t = 120°C

Pw = onderdruk aan de afvoerstomp van het toestel = 5 Pa

120° H (m)	Vermogen														
	10 kW		20 kW		30 kW		40 kW		50 kW		60 kW		70 kW		
	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	
4	0,113	0,13	0,12	0,15	0,15	0,18	0,15	0,2	0,2	0,18	0,2	0,18	0,2	0,2	0,25
5	0,1	0,13	0,113	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,2	0,15	0,2	0,18	0,2	0,18	0,25
6	0,1	0,13	0,113	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,2	0,15	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25
7	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,13	0,2	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
8	0,1	0,12	0,1	0,13	0,113	0,18	0,12	0,2	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
9	0,1	0,113	0,1	0,13	0,113	0,18	0,12	0,2	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
10	0,1	0,1	0,1	0,13	0,113	0,18	0,12	0,2	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
11	0,1	0,1	0,1	0,12	0,113	0,15	0,12	0,2	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
12	0,08	0,08	0,1	0,113	0,113	0,15	0,113	0,18	0,12	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
13	0,08	0,08	0,1	0,1	0,113	0,15	0,113	0,18	0,12	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
14	0,08	0,08	0,1	0,1	0,113	0,15	0,113	0,18	0,12	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
15	/	/	/	/	0,113	0,13	0,113	0,15	0,12	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
16				0,113	0,13	0,13	0,113	0,15	0,12	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,25
17				0,113	0,13	0,13	0,113	0,15	0,12	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2
18				0,113	0,12	0,113	0,13	0,15	0,12	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2
19				0,113	0,12	0,113	0,13	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,2
20				0,113	0,113	0,113	0,13	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,2
21				0,113	0,113	0,113	0,13	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2
22			/	/	/	/	0,113	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2
23				0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2
24				0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,18	0,15	0,2
25				/	/	/	/	/	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,18
26				0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,18
27				/	/	/	/	/	/	/	/	0,15	0,15	0,15	0,18
28				0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
29				0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	/
30				0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	/	0,15	/	0,15	/

4.4.3 Ketel voor gas of lichte stookolie met geblazen brander type B₂₂ of B₂₃, t = 120°C

Pw = onderdruk aan de afvoerstomp van het toestel = 10 Pa

120° H (m)	Vermogen													
	10 kW		20 kW		30 kW		40 kW		50 kW		60 kW		70 kW	
	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	0,15	0,15	0,15	0,18	0,18	0,18	0,2	0,18	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25
7	0,113	0,13	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,18	0,2	0,18	0,2	0,18	0,25
8	0,1	0,12	0,113	0,13	0,13	0,18	0,15	0,2	0,15	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25
9	0,1	0,113	0,113	0,13	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25
10	0,1	0,1	0,113	0,12	0,12	0,18	0,13	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
11	0,1	0,1	0,1	0,113	0,113	0,15	0,13	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
12	/	/	0,1	0,1	0,113	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
13		0,1	0,1	0,113	0,15	0,12	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
14		0,1	/	0,113	0,15	0,12	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
15		/	/	0,113	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
16				0,113	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,15	0,25
17				0,113	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,15	0,2
18				0,113	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,15	0,2
19				0,113	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2
20				0,113	0,113	0,113	0,13	0,13	0,12	0,15	0,13	0,2	0,15	0,2
21				0,113	0,113	0,113	0,13	0,13	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2
22				/	/	/	0,113	0,13	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2
23							0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2
24							0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,18	0,15	0,2
25							/	/	0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,18
26									0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,18
27							/	/	/	/	0,15	0,15	0,15	0,18
28											0,15	0,15	0,15	0,15
29											0,15	0,15	0,15	0,15
30											0,15	/	0,15	0,15

4.4.4 Ketel voor gas of lichte stookolie met geblazen brander type B₂₂ of B₂₃, t = 160°C

Pw = onderdruk aan de afvoerstomp van het toestel = 5 Pa

160°		Vermogen												
H (m)	10 kW		20 kW		30 kW		40 kW		50 kW		60 kW		70 kW	
	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)
4	0,1	0,13	0,113	0,15	0,12	0,18	0,15	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,25
5	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,13	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,15	0,25
6	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,15	0,25
7	0,08	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,15	0,25
8	0,08	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
9	0,08	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
10	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
11	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
12	0,08	0,12	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
13	0,08	0,12	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
14	0,08	0,113	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
15	0,08	0,1	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
16	0,08	0,08	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
17	/	/	0,1	0,12	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
18	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
19	0,1	0,1	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
20	0,1	0,1	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,18	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
21	/	/	0,113	0,15	0,113	0,18	0,113	0,18	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
22	0,113	0,15	0,113	0,18	0,113	0,18	0,113	0,18	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
23	0,12	0,13	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
24	0,12	0,13	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
25	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,15	0,25
26	/	/	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,15	0,25
27	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,15	0,2	0,15	0,25
28	/	/	/	/	/	/	/	/	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2
29	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2
30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2

4.4.5 Ketel voor gas of lichte stookolie met geblazen brander type B₂₂ of B₂₃, t = 160°C

Pw = onderdruk aan de afvoerstomp van het toestel = 10 Pa

160° H (m)	Vermogen													
	10 kW		20 kW		30 kW		40 kW		50 kW		60 kW		70 kW	
	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	0,113	0,13	0,12	0,15	0,15	0,18	0,15	0,2	0,18	0,2	0,18	0,25	0,2	0,25
6	0,1	0,13	0,113	0,15	0,13	0,18	0,15	0,2	0,15	0,2	0,18	0,25	0,18	0,25
7	0,1	0,13	0,1	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25	0,15	0,25
8	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,13	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
9	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
10	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
11	0,08	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
12	0,08	0,12	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
13	0,08	0,12	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
14	0,08	0,113	0,1	0,13	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
15	0,08	0,1	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
16	0,08	0,08	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
17	/	/	0,1	0,12	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
18	0,1	0,113	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
19	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
20	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
21	/	/	/	/	0,113	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
22	0,113	0,15	0,113	0,15	0,113	0,18	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
23	0,12	0,13	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
24	0,12	0,13	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,15	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25
25	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,18	0,13	0,2	0,15	0,25
26	/	/	/	/	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,18	0,13	0,2	0,15	0,25
27	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,15	0,18	0,15	0,2	0,15	0,25
28	/	/	/	/	/	/	/	/	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2
29	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2
30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2

4.4.6 Ketel voor gas of lichte stookolie met geblazen brander type B₂₂ of B₂₃, t = 200°C

Pw = onderdruk aan de afvoerstomp van het toestel = 5 Pa

200° H (m)	Vermogen													
	10 kW		20 kW		30 kW		40 kW		50 kW		60 kW		70 kW	
	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)
4	0,1	0,13	0,1	0,15	0,12	0,18	0,13	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,18	0,25
5	0,1	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,15	0,25
6	0,08	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,12	0,2	0,13	0,2	0,15	0,25	0,15	0,25
7	0,08	0,13	0,1	0,15	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,15	0,25
8	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,15	0,25
9	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,15	0,25
10	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,15	0,25
11	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,15	0,25
12	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,15	0,25
13	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,15	0,25
14	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,25	0,13	0,25
15	0,08	0,13	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,113	0,2	0,13	0,25	0,13	0,25
16	0,08	0,12	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,113	0,2	0,13	0,25	0,13	0,25
17	0,1	0,113	0,1	0,15	0,1	0,18	0,113	0,2	0,113	0,2	0,13	0,25	0,13	0,25
18	0,1	0,1	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,113	0,2	0,13	0,25	0,13	0,25
19	0,1	0,1	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,113	0,2	0,13	0,25	0,13	0,25
20	/	/	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,113	0,2	0,13	0,25	0,13	0,25
21		0,113	0,12	0,113	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,13	0,25
22		0,113	0,12	0,113	0,113	0,18	0,113	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,13	0,25
23		/	/	/	0,12	0,18	0,12	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,13	0,25
24			0,12	0,15	0,12	0,18	0,12	0,2	0,12	0,2	0,13	0,2	0,13	0,25
25			0,13	0,15	0,13	0,18	0,13	0,2	0,13	0,2	0,13	0,2	0,13	0,25
26			0,13	0,15	0,13	0,18	0,13	0,18	0,13	0,2	0,13	0,2	0,13	0,25
27			0,15	0,15	0,15	0,18	0,15	0,18	0,15	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
28			/	/	/	0,15	0,18	0,18	0,15	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
29						0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25
30						0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	0,15	0,25

4.4.7 Ketel voor gas of lichte stookolie met geblazen brander type B₂₂, t = 200°C**Pw = onderdruk aan de afvoerstomp van het toestel = 10 Pa**

200° H (m)	Vermogen													
	10 kW		20 kW		30 kW		40 kW		50 kW		60 kW		70 kW	
	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)	Dmin (m)	Dmax (m)
4	0,113	0,13	0,13	0,15	0,15	0,18	0,15	0,2	0,2	0,18	0,2	0,25	0,2	0,25
5	0,1	0,13	0,113	0,15	0,15	0,18	0,15	0,2	0,2	0,15	0,2	0,25	0,18	0,25
6	0,1	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,13	0,2	0,2	0,13	0,2	0,25	0,15	0,25
7	0,1	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,12	0,2	0,2	0,13	0,2	0,25	0,15	0,25
8	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,12	0,2	0,2	0,13	0,2	0,25	0,15	0,25
9	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,15	0,25
10	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,15	0,25
11	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,15	0,25
12	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,15	0,25
13	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,15	0,25
14	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,13	0,25
15	0,08	0,13	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,113	0,2	0,25	0,13	0,25
16	0,08	0,12	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,113	0,2	0,25	0,13	0,25
17	0,1	0,113	0,1	0,15	0,15	0,18	0,113	0,2	0,2	0,113	0,2	0,25	0,13	0,25
18	0,1	0,1	0,1	0,13	0,13	0,18	0,113	0,2	0,2	0,113	0,2	0,25	0,13	0,25
19	0,1	0,1	0,1	0,13	0,13	0,18	0,113	0,2	0,2	0,113	0,2	0,25	0,13	0,25
20	/	/	0,1	0,13	0,1	0,18	0,113	0,2	0,2	0,113	0,2	0,25	0,13	0,25
21		0,113	0,12	0,13	0,113	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,13	0,25
22		0,113	0,12	0,113	0,113	0,18	0,113	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,13	0,25
23		/	/	0,12	0,12	0,18	0,12	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,13	0,25
24				0,12	0,12	0,15	0,12	0,2	0,2	0,12	0,2	0,25	0,13	0,25
25				0,13	0,13	0,15	0,13	0,2	0,2	0,13	0,2	0,25	0,13	0,25
26				0,13	0,13	0,15	0,13	0,18	0,13	0,13	0,2	0,25	0,13	0,25
27				0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,15	0,15	0,2	0,25	0,15	0,25
28				/	/	/	0,15	0,18	0,15	0,15	0,2	0,25	0,15	0,25
29							0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25	0,15	0,25
30							0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,25	0,15	0,25

5. BEREKENING VAN DE VERDUNNINGSFACITOR

5.1 Algemeen

Bij plaatsing van een CV-ketel in een nieuwbouw of bij een renovatie waarvoor een bouwvergunning diende aangevraagd te worden moet de correcte plaatsing van de uitmonding van de verbrandingsproducten gecontroleerd worden door het berekenen van de verdunningsfactor.

Verbrandingsgassen moeten voldoende verdund zijn voordat ze mogen toegevoerd worden als verse buitenlucht naar verblijfsruimten.

Om de “**veilige afstand**” te bepalen tussen de uitstroomopening van de verbrandingsproducten en de “instroomopening” van de lucht in het gebouw, maakt men gebruik van het begrip “**verdunningsfactor**”. Voor ieder specifieke situatie wordt de verdunningsfactor “*f*” berekend om te bepalen of personen die zich bevinden in een verblijfsruimte van een gebouw al dan niet hinder ondervinden van de uitlaat van een verbrandingstoestel.

In principe gelden de bepalingen met betrekking tot “afstand” in verband met hinder alleen voor het eigen perceel. Het eigen perceel is bij een ééngezinswoning het perceel grond waarop de woning gebouwd is. **KVBG raadt echter aan om de hierna volgende hinderregel ook over de perceelgrens heen toe te passen. De verbrandingsgassen houden immers geen rekening met perceelgrenzen.**

Voor een appartementsgebouw komt niet alleen het eigen appartement maar ook dat van de nabijgelegen appartementen in aanmerking. (boven, opzij, onder en tegenoverliggend).

De “verdunningsfactor” kan niet gebruikt worden voor het bepalen van de veilige afstanden om recirculatie te voorkomen.

Bij het berekenen van de verdunningsfactor dient opgemerkt:

- de bepalingen gelden voor type B en C-toestellen;
- de lengte l kan niet kleiner zijn dan het verticaal niveauverschil Δh ;
- Δh kan maximaal gelijk zijn aan de lengte l ;
- de opgegeven formules zijn slechts geldig voor een nominaal vermogen van 130 kW;
- bij toestellen met een nominaal vermogen van maximaal 40 kW die enkel sanitair warmwater bereiden, moet in de opgegeven formules slechts 50% van dat vermogen in rekening gebracht worden;
- "instroomopeningen" zijn openingen die door hun functie niet bestemd zijn om te worden afgesloten – bijv. de ventilatieopening voor een lokaal;
- ramen en deuren worden beschouwd als zijnde "instroomopeningen" omdat zij aan de bovenzijde kunnen voorzien zijn van een ventilatierooster.

5.2 Berekening van de verdunningsfactor

5.2.1 Grenswaarden

Afhankelijk van de brandstof mag de verdunningsfactor de waarde aangegeven in tabel 1 niet overschrijden.

Tabel 1 - Waarden van de verdunningsfactor

Type toestel	Maximale waarde van f
Gas	0.01

5.2.2 Berekening

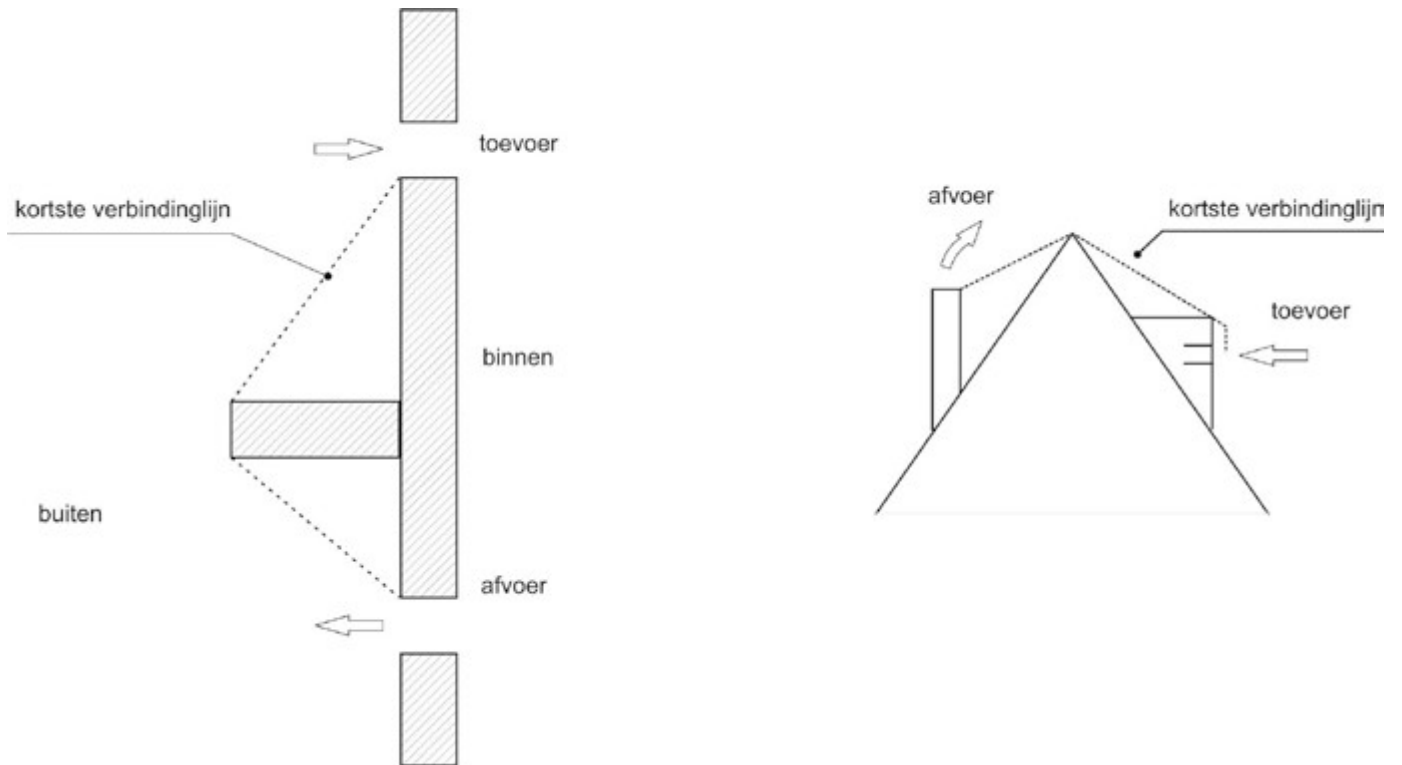
De waarde van f wordt bepaald met behulp van de formule:

$$f = \frac{\sqrt{P}}{s_1 \times l + s_2 \times \Delta h}$$

Waarbij:

- f : de verdunningsfactor
- P : het nominaal vermogen van het toestel aangesloten op het rookgaskanaal (kW);
- Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de rand van de schouwmond en de rand van de instroomopening (m); deze afstand is steeds een positief getal;
- s_1 en s_2 : de verdunningscoëfficiënten – de waarden hiervan voor de meest voorkomende situaties zijn gegeven in tabel 2. De bijbehorende situatietekeningen zijn in de volgende alinea's opgenomen.
- l : de lengte van de verbindingsslijn (de omtrek van eventuele hindernissen volgend) tussen de schouwmond en de instroomopening (m);

De hierna volgende figuur illustreert de afstand "l" die **de kortst mogelijke verbindinglijn is gemeten buiten de constructie-onderdelen van het gebouw om.**

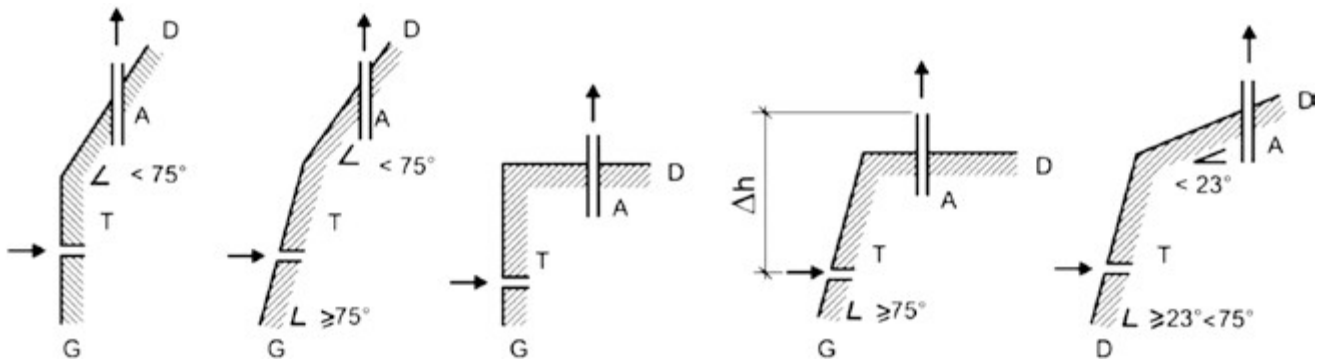


Figuur 9 – Kortste verbindinglijn tussen afvoer en toevoer

Tabel 2 – Waarden van de verdunningscoëfficiënten s_1 en s_2

Brandstof	Situaties															
	1; 6; 8 en 9		2		3 en 15		4 en 16		5; 7 en 10		11; 13 en 17		12		14	
	s_1	s_2	s_1	s_2	s_1	s_2	s_1	s_2	s_1	s_2	s_1	s_2	s_1	s_2	s_1	s_2
Gas	163	325	60	60	500	0	500	-325	80	80	110	325	163	60	163	80

5.2.3 Tekeningen voor "Situatie 1"



waarin:

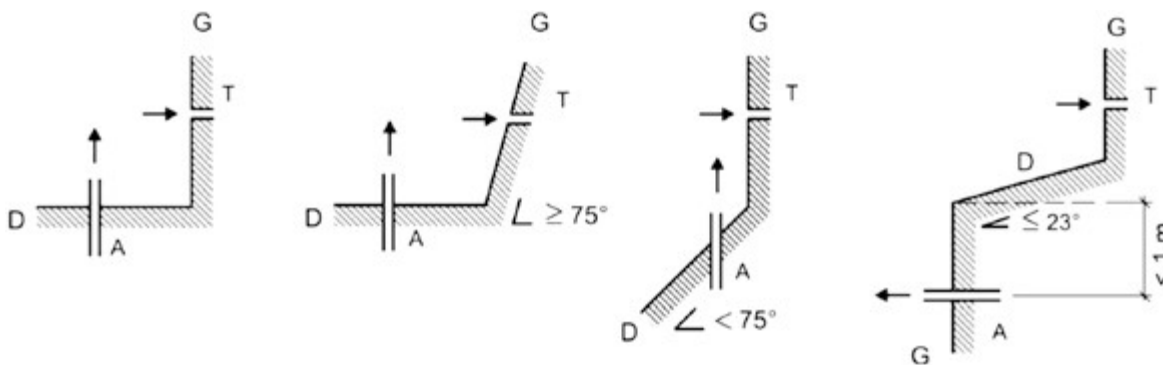
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoering; A : de afvoering; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoering

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + 2 \cdot \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoering in een gevel ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen afvoering in een hoger gelegen dakvlak;
 een toevoering in een dakvlak met een helling gelijk aan of groter dan 23° ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen afvoer in een hoger aangrenzend dakvlak met een helling kleiner dan 23° .

5.2.4 Tekeningen voor "Situatie 2"



waarin:

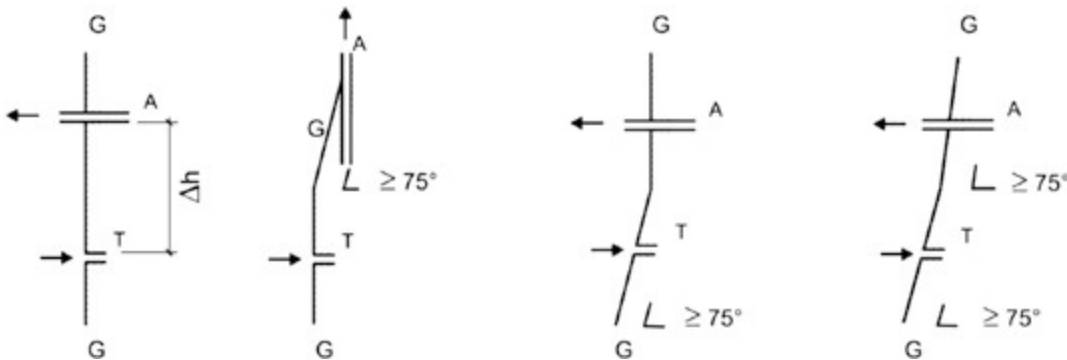
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoering; A : de afvoering; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoering

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + \Delta h > 1,667 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoering in een gevel ten opzichte van een afvoering in een lager gelegen aangrenzend dakvlak;
 een toevoering in een gevel ten opzichte van een afvoering in een lager gelegen gevel, waarbij de gevels worden gescheiden door een dakvlak; voor een inspringende gevel moet de lengte van de verbindinglijn tussen de afvoering en de eerste bovenliggende dakrand minder dan 1 m bedragen.

5.2.5 Tekeningen voor "Situatie 3"



waarin:

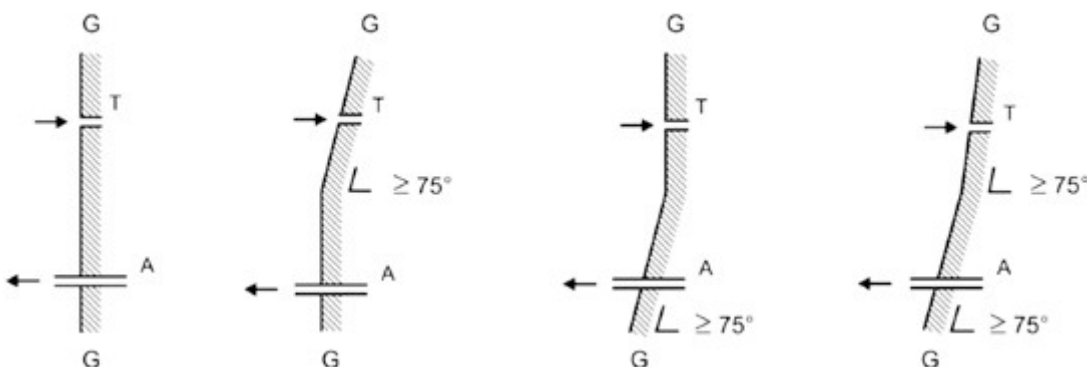
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoeropening; A : de afvoeropening; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$I > 0,2 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een gevel ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen afvoeropening in een gevel.

5.2.6 Tekeningen voor "Situatie 4"



waarin:

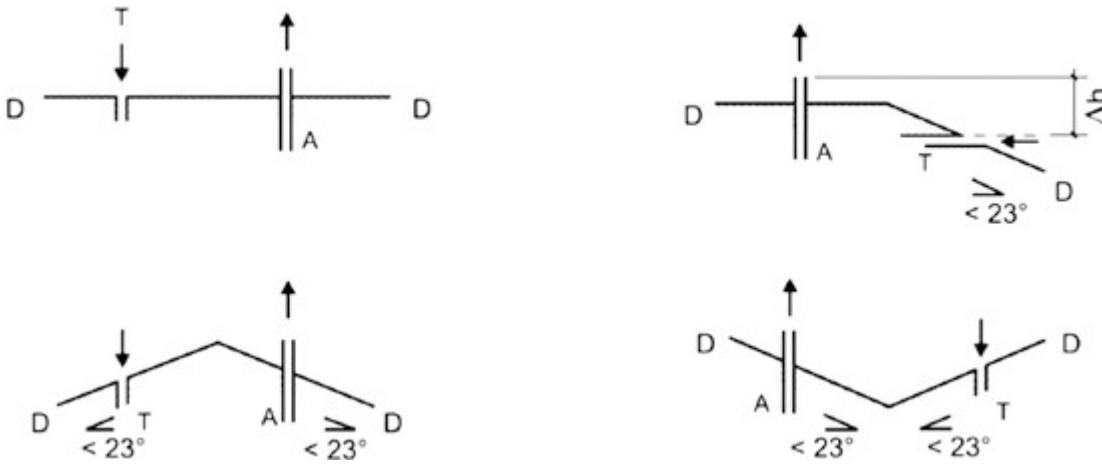
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoeropening; A : de afvoeropening;

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$1,54 \cdot I - \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een gevel ten opzichte van een lager gelegen afvoeropening in een gevel.

5.2.7 Tekeningen voor "Situatie 5"



waarin:

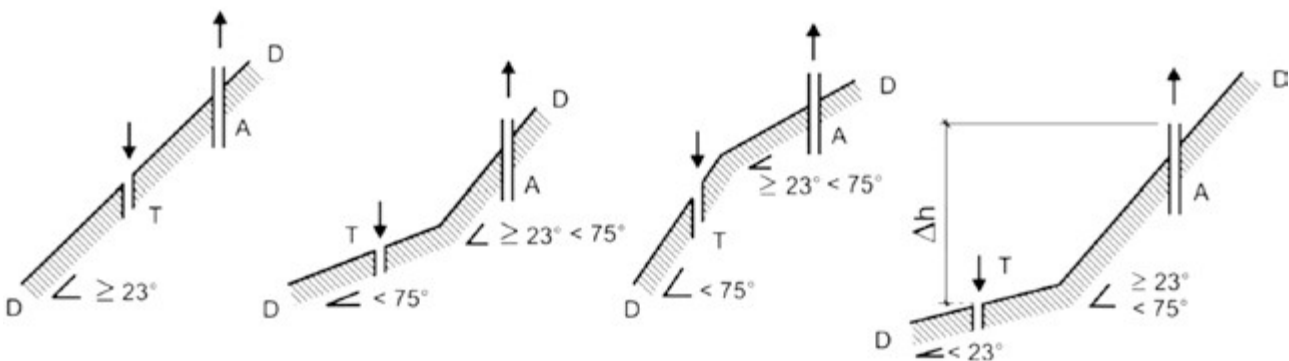
G: de gevel; D: het dak; T: de toevoeropening; A: de afvoeropening; Δh: het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een dakvlak ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen afvoeropening in een dakvlak, allen met een helling kleiner dan 23°.

5.2.8 Tekeningen voor "Situatie 6"



waarin:

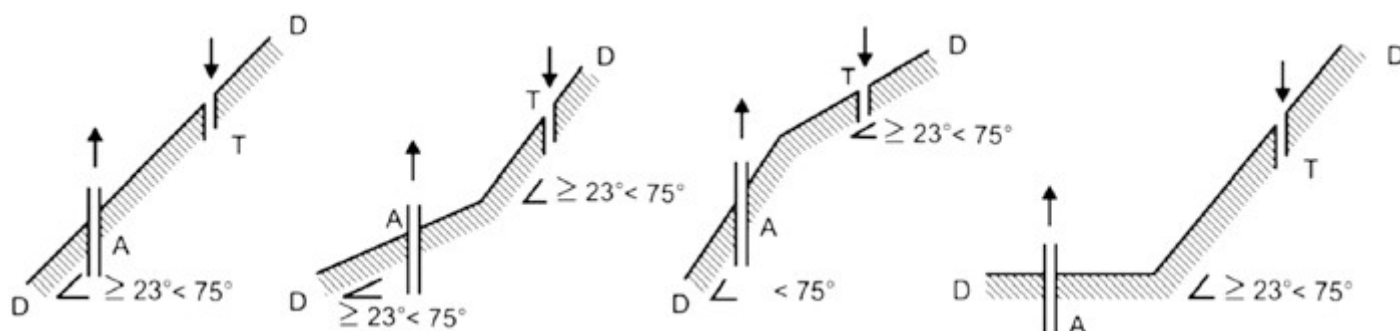
G: de gevel; D: het dak; T: de toevoeropening; A: de afvoeropening; Δh: het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + 2 \cdot \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een dakvlak ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen afvoeropening in hetzelfde dakvlak of een hoger gelegen aangrenzend dakvlak met een helling gelijk aan of groter dan 23°.

5.2.9 Tekeningen voor "Situatie 7"



waarin:

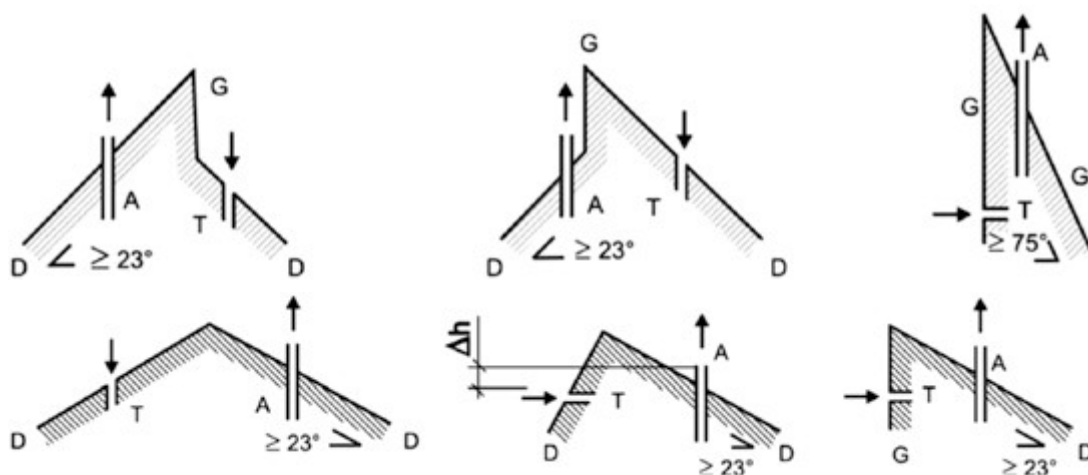
G: de gevel; D: het dak; T: de toevoeropening; A: de afvoeropening;

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een dakvlak met een helling gelijk aan of groter dan 23° ten opzichte van een lager gelegen afvoeropening in hetzelfde dakvlak of een lager gelegen aangrenzend dakvlak.

5.2.10 Tekeningen voor "Situatie 8"



waarin:

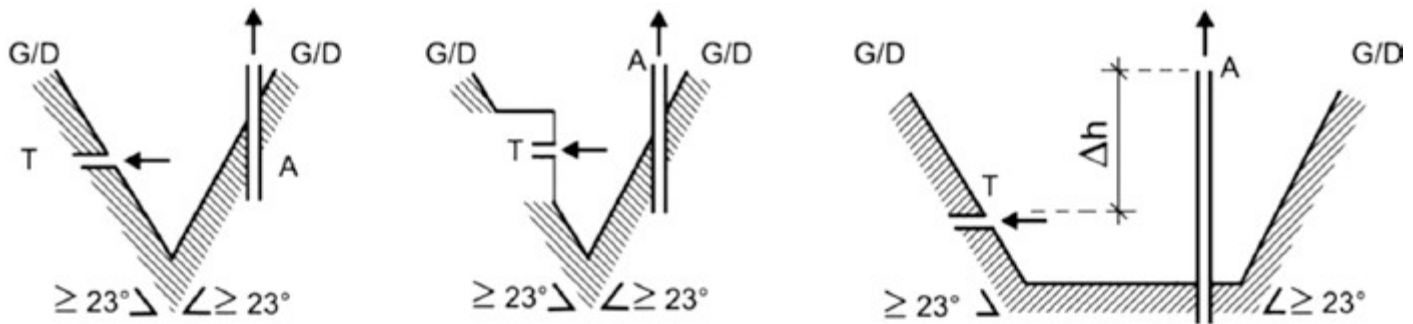
G: de gevel; D: het dak; T: de toevoeropening; A: de afvoeropening; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + 2 \cdot \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een dakvlak of gevel ten opzichte van een afvoeropening in een dakvlak of een gevel gelegen aan de andere zijde van de nok; minstens één van de dakvlakken heeft een helling gelijk aan of groter dan 23° .

5.2.11 Tekeningen voor "Situatie 9"



waarin:

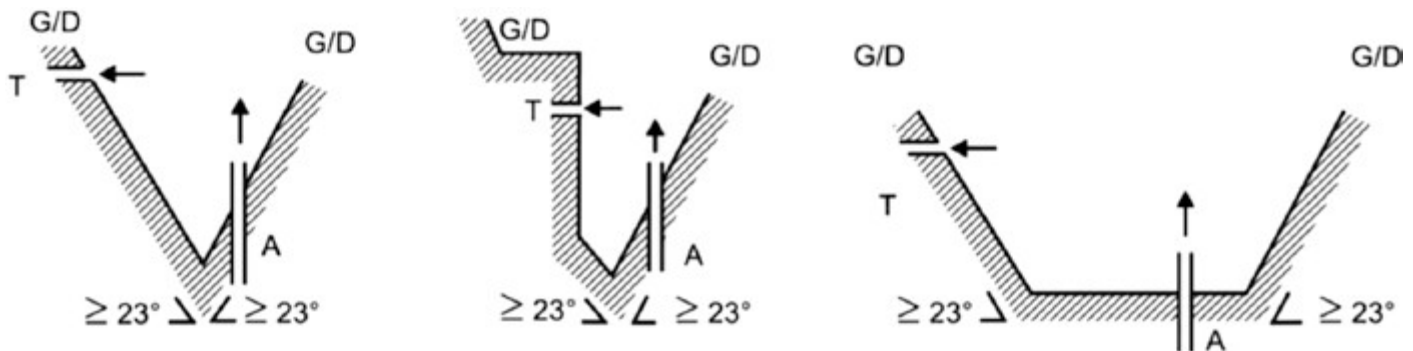
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoeropening; A : de afvoeropening; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + 2 \cdot \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een gevel of dakvlak ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen verticale afvoeropening in een tegenoverliggende gevel of een tegenoverliggend dakvlak;
 een toevoeropening in een gevel of dakvlak ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen verticale afvoeropening in een horizontaal dakvlak gelegen tussen de gevel of het dakvlak en een tegenoverliggende gevel of tegenoverliggend dakvlak.

5.2.12 Tekeningen voor "Situatie 10"



waarin:

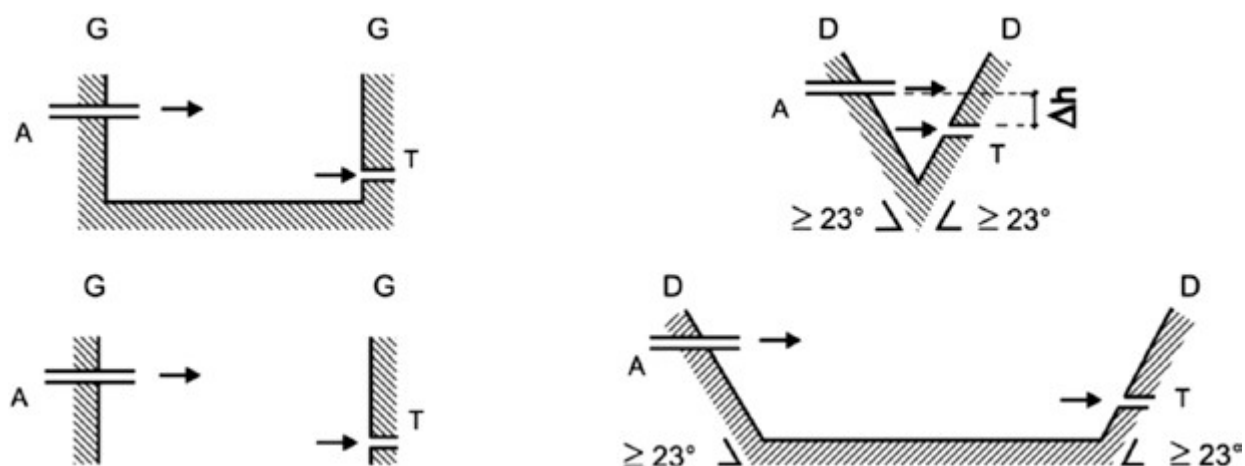
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoeropening; A : de afvoeropening;

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een gevel of dakvlak ten opzichte van een lager gelegen verticale afvoeropening in een tegenoverliggende gevel of een tegenoverliggende dakvlak;
 een toevoeropening in een gevel of dakvlak ten opzichte van een lager gelegen verticale afvoeropening in een horizontaal dakvlak gelegen tussen de gevel of het dakvlak en een tegenoverliggende gevel of een tegenoverliggend dakvlak.

5.2.13 Tekeningen voor "Situatie 11"



waarin:

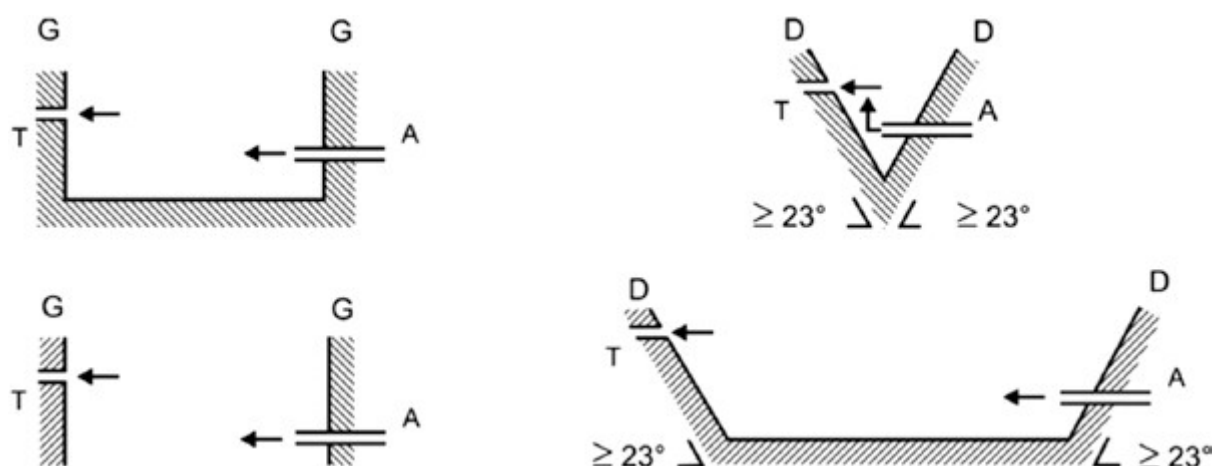
G: de gevel; *D*: het dak; *T*: de toevoering; *A*: de afvoering; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoering

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$I + 2,954 \cdot \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoering in een gevel of dakvlak ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen horizontale afvoering in een tegenoverliggende gevel of tegenoverliggend dakvlak met een helling gelijk aan of groter dan 23°.

5.2.14 Tekeningen voor "Situatie 12"



waarin:

G: de gevel; *D*: het dak; *T*: de toevoering; *A*: de afvoering;

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$2,717 \cdot I + \Delta h > 1,667 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoering in een gevel of dakvlak ten opzichte van een lager gelegen horizontale afvoering in een tegenoverliggende gevel of tegenoverliggend dakvlak met een helling gelijk aan of groter dan 23°.

5.2.15 Tekeningen voor "Situatie 13"



waarin:

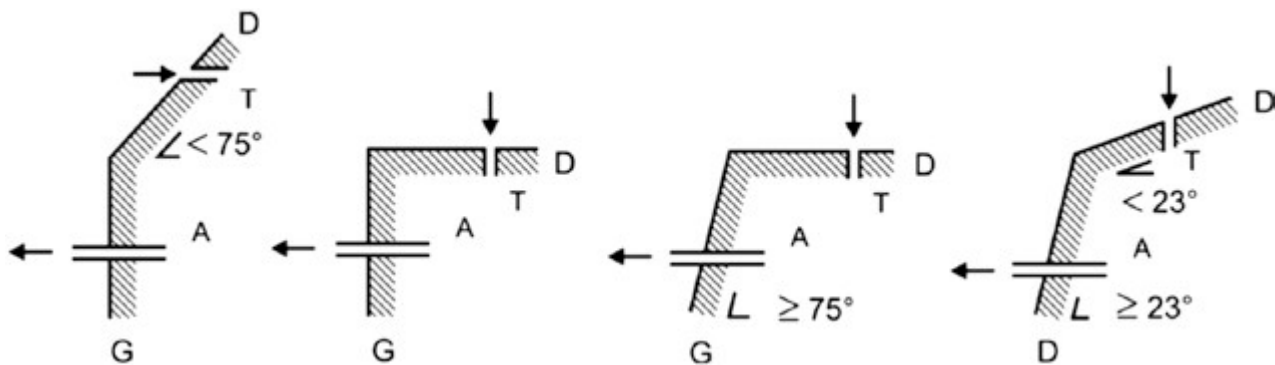
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoering; A : de afvoering; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoering

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$I + 2,954 \cdot \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoering in een dakvlak ten opzichte van een afvoering in een hoger gelegen gevel.

5.2.16 Tekeningen voor "Situatie 14"



waarin:

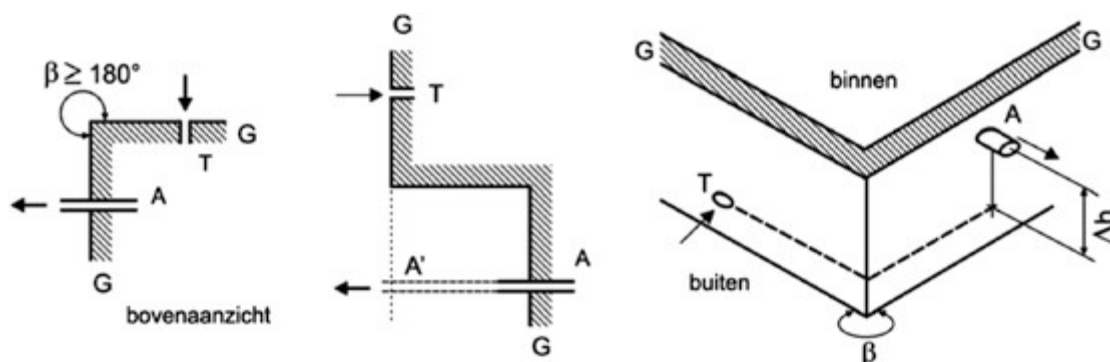
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoering; A : de afvoering;

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$2,038 \cdot I + \Delta h > 1,25 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoering in een dakvlak ten opzichte van een afvoering in een lager gelegen gevel;
een toevoering in een dakvlak met een helling kleiner dan 23° ten opzichte van een afvoering in een lager aangrenzend dakvlak met een helling gelijk aan of groter dan 23°.

5.2.17 Tekeningen voor "Situatie 15"



waarin:

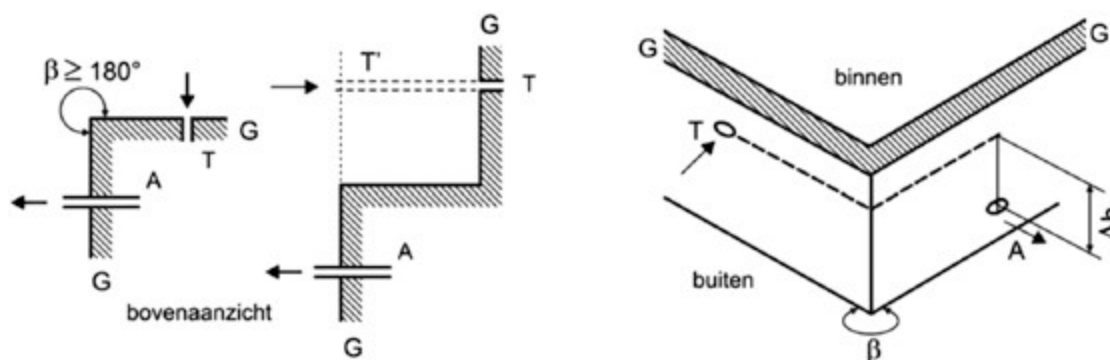
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoeropening; A : de afvoeropening; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$I > 0,2 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een gevel ten opzichte van een hoger of even hoog gelegen afvoeropening in een aangrenzende of versprongen gevel waarbij de hoek β tussen de twee gevels in het horizontale vlak gelijk is aan of groter dan 180° .

5.2.18 Tekeningen voor "Situatie 16"



waarin:

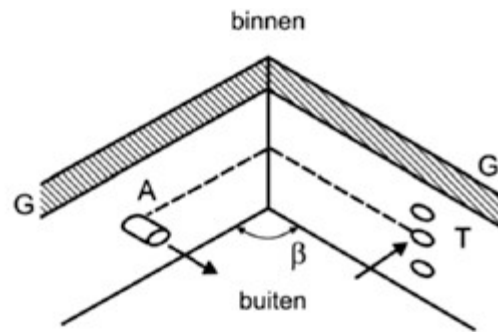
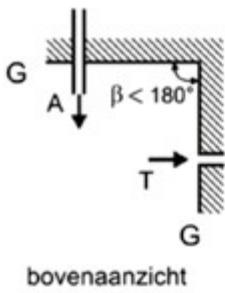
G : de gevel; D : het dak; T : de toevoeropening; A : de afvoeropening; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$1,54 \cdot I - \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een gevel ten opzichte van een lager gelegen afvoeropening in een aangrenzende of versprongen gevel waarbij de hoek β tussen de twee gevels in het horizontale vlak groter dan of gelijk is aan 180° .

5.2.19 Tekeningen voor "Situatie 17"



waarin:

G: de gevel; *D*: het dak; *T*: de toevoeropening; *A*: de afvoeropening; Δh : het verticaal hoogteverschil tussen de afvoer- en de toevoeropening

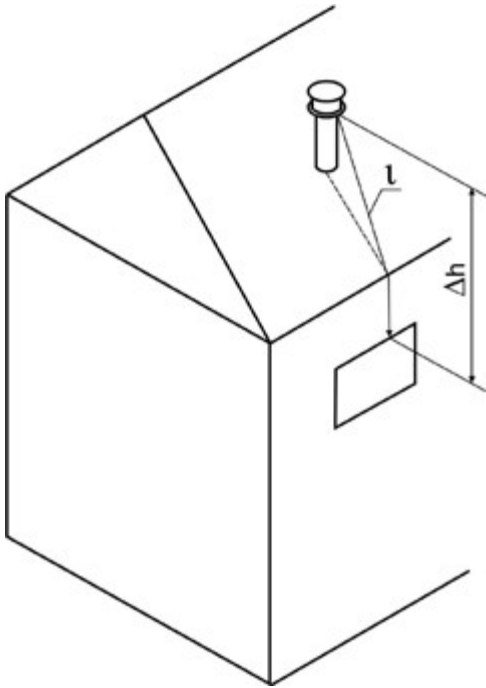
Door de verdunningscoëfficiënten in te vullen in de algemene formule en te stellen dat de verdunningsfactor maximaal 0,01 mag bedragen, bekomt men de volgende rechtstreeks toe te passen uitdrukking.

$$1 + 2,954 \cdot \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{P_n}$$

Een toevoeropening in een gevel ten opzichte van een aangrenzende gevel waarbij de hoek β tussen de twee gevels in het horizontale vlak kleiner is dan 180° .

5.3 Oefeningen

In de hierna volgende oefeningen behandelen we in een aantal concrete voorbeelden de meest voorkomende situaties.



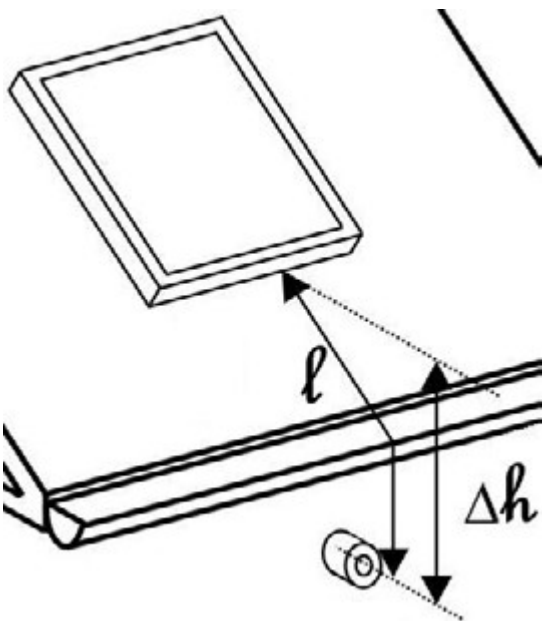
OEFENING 1

$l = 5 \text{ m}$; $\Delta h = 2,50 \text{ m}$ en $P_n = 24 \text{ KW}$

is deze plaatsing toegelaten?

situatie 1 $\Rightarrow l + 2 \cdot \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{P_n}$

- $\Rightarrow 5 + (2 \times 2,50) > 0,613 \times 4,899$
- $\Rightarrow 5 + 5 > 3,003$
- $\Rightarrow 10 > 3,003$
- \Rightarrow correct
- \Rightarrow plaatsing toegelaten



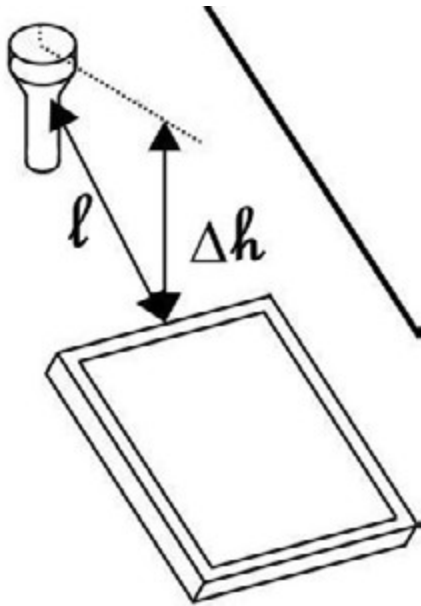
OEFENING 2

$l = 5 \text{ m}$; $\Delta h = 2,50 \text{ m}$ en $P_n = 24 \text{ KW}$

is deze plaatsing toegelaten?

situatie 14 $\Rightarrow 2,038 \cdot l + \Delta h > 1,25 \cdot \sqrt{P_n}$

- $\Rightarrow (2,038 \times 5) + 2,50 > 1,25 \times 4,899$
- $\Rightarrow 10,19 + 2,50 > 6,124$
- $\Rightarrow 12,69 > 6,124$
- \Rightarrow correct
- \Rightarrow plaatsing toegelaten



OEFENING 3

dakhelling < 23° ➔ situatie 5:

➔ $l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$

dakhelling ≥ 23° ➔ situatie 6:

➔ $l + 2 \cdot \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{P_n}$

NOOT:

variante op deze oefening – de uitmondung is lager gelegen dan de instroomopening waarbij de dakhelling ≥ 23° is: ➔ situatie 7

➔ $l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$

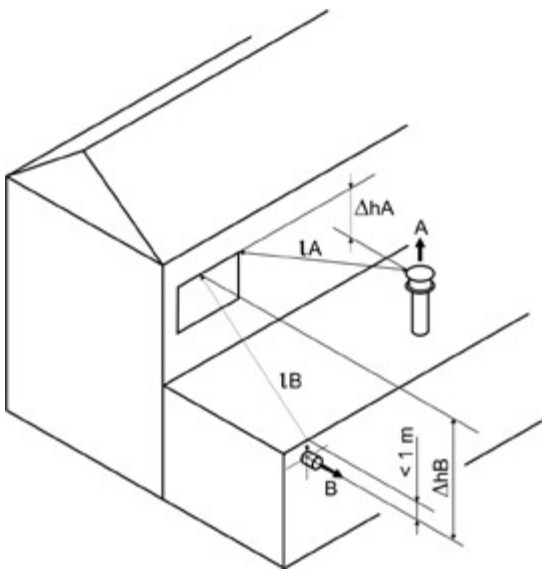
OEFENING 4

Stel:

IA = 4 m ; ΔhA = 0,70 m ; PnA = 28 kW

IB = 7 m ; ΔhB = 1,30 m ; PnB = 18 kW

Is deze plaatsing toegelaten?



Situatie 2 ➔ $l + \Delta h > 1,667 \cdot \sqrt{P_n}$

Uitmondung A:

➔ $4 + 0,70 > 1,667 \times 5,291$

➔ $4,70 > 8,821$

➔ NIET correct

➔ plaatsing NIET toegelaten

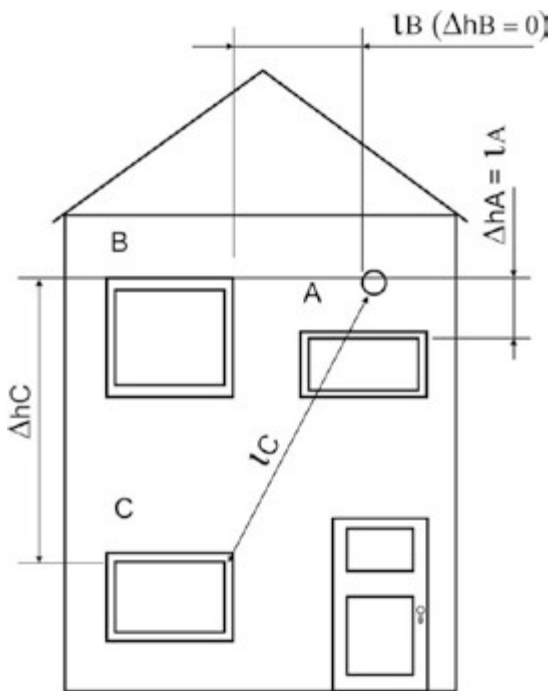
Uitmondung B:

➔ $7 + 1,30 > 1,667 \times 4,243$

➔ $8,30 > 7,072$

➔ correct

➔ plaatsing toegelaten

**OEFENING 5**

TOEVOER IN EEN GEVEL T.O.V HOGER OF EVEN HOOG GELEGEN
UITMONDING IN EEN GEVEL

situatie 3 → $l > 0,2 \cdot \sqrt{P_n}$

Stel: $P_n = 35 \text{ kW}$

$IA = \Delta hA = 1,50 \text{ m}$;

$IB = 2 \text{ m}$; $\Delta hB = 0 \text{ m}$;

$IC = 7 \text{ m}$; $\Delta hC = 4 \text{ m}$

Is deze plaatsing toegelaten?

Toevoer A:

→ $1,50 > 0,2 \times 5,916$

→ $1,50 > 1,183$

→ correct

→ plaatsing
toegelaten

Toevoer B:

→ $2 > 1,183$

→ correct

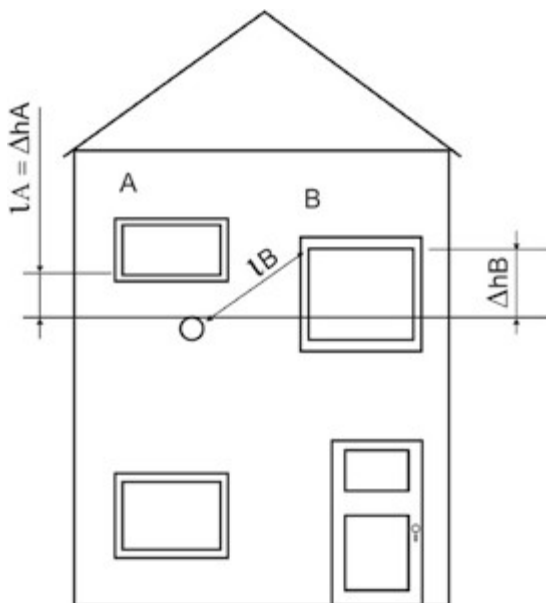
→ plaatsing
toegelaten

Toevoer C:

$7 > 1,183$

→ correct

→ plaatsing
toegelaten

**OEFENING 6**

TOEVOER IN EEN GEVEL T.O.V LAGER GELEGEN UITMONDING

situatie 4 → $1,54 \cdot l - \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{P_n}$

Stel:

$IA = \Delta hA = 0,80 \text{ m}$;

$IB = 2 \text{ m}$; $\Delta hB = 1,20 \text{ m}$; $P_n = 30 \text{ kW}$

Is deze plaatsing toegelaten?

Toevoer A:

→ $(1,54 \times 0,80) - 0,80 > 0,308 \times 5,477$

→ $1,232 - 0,80 > 1,687$

→ $0,432 > 1,687$

→ NIET correct

→ plaatsing NIET toegelaten - er werd verondersteld dat de eventuele toevoer langs de onderzijde van het raam gebeurt – stel dat de toevoer echter langs de bovenzijde gebeurt dan blijft de situatie toch niet toegelaten, tenzij deze bovenzijde op meer dan 3,12 m boven de uitmonding ligt (reken na!).

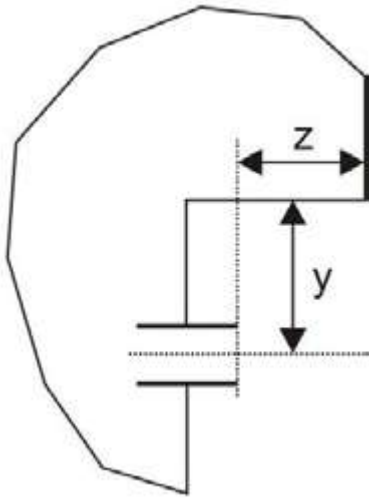
Toevoer B:

→ $(1,54 \times 2) - 1,20 > 1,687$

→ $1,88 > 1,687$

→ correct

→ plaatsing toegelaten



NOOT:

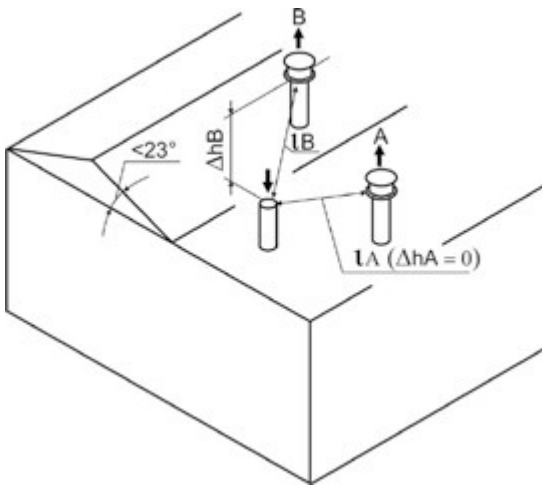
bij oefeningen 5 en 6:

AFVOER IN **GEVEL MET UITSPRONG** T.O.V LAGER OF HOGER GELEGEN UITMONDING IN GEVEL

Een eindstuk in een gevel met uitsprong mag niet op deze plaats uitmonden als $z > 0,50$ m of $y < 0,40$ m.

Is $z \leq 0,10$ m of $y > 5$ m dan gelden de oplossingen van oefeningen 5 of 6 voor vlakke gevels.

Voor grotere uitsprongen gelden de bepalingen in verband met balkons / galerijen (zie verder).



OEFENING 7

Stel:

$IA = 3$ m ; $\Delta hA = 0$ m ;

$IB = 4$ m ; $\Delta hB = 1,30$ m ; $P_n = 40$ kW

Is deze plaatsing toegelaten?

situatie 5 $\Rightarrow I + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$

Uitmondung A:

$\Rightarrow 3 + 0 > 1,250 \times 6,325$

$\Rightarrow 3 > 7,906$

\Rightarrow NIET correct

\Rightarrow plaatsing NIET toegelaten

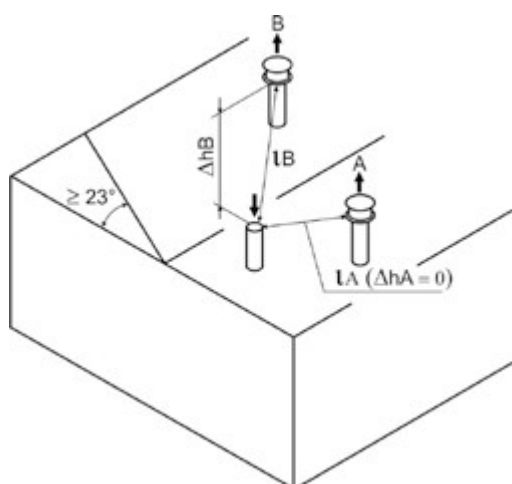
Uitmondung B:

$\Rightarrow 4 + 1,30 > 7,906$

$\Rightarrow 5,30 > 7,906$

\Rightarrow NIET correct

\Rightarrow plaatsing NIET toegelaten

**OEFENING 8**

Stel:

 $l_A = 4 \text{ m}$; $\Delta h_A = 0 \text{ m}$; $l_B = 4 \text{ m}$; $\Delta h_B = 1,30 \text{ m}$; $P_n = 40 \text{ kW}$ *Is deze plaatsing toegelaten?*

Uitmondung A = situatie 5:

$$\Rightarrow l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$$

$$\Rightarrow 4 + 0 > 1,250 \times 6,325$$

$$\Rightarrow 4 > 7,906$$

➔ NIET correct

➔ plaatsing NIET toegelaten

Uitmondung B = situatie 6:

$$\Rightarrow l + 2 \cdot \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{P_n}$$

$$\Rightarrow 4 + (2 \times 1,3) > 0,613 \times 6,325$$

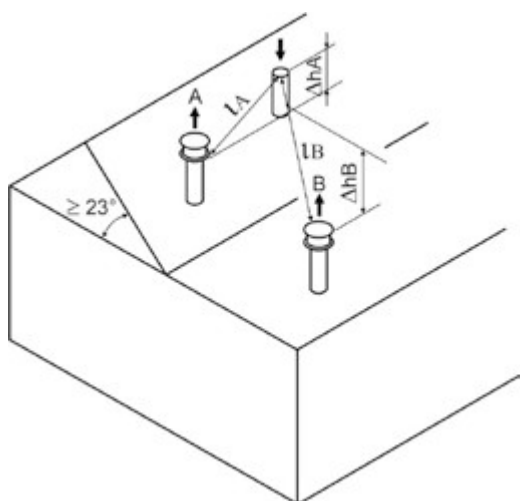
$$\Rightarrow 4 + 2,6 > 3,877$$

$$\Rightarrow 6,6 > 3,877$$

➔ correct

➔ plaatsing toegelaten

Deze oefening illustreert duidelijk de **invloed van de dakhelling**.

**OEFENING 9**

Stel:

 $l_A = 4 \text{ m}$; $\Delta h_A = 0,70 \text{ m}$; $l_B = 5 \text{ m}$; $\Delta h_B = 1,60 \text{ m}$; $P_n = 35 \text{ kW}$ *Is deze plaatsing toegelaten?*

$$\text{situatie 7} \Rightarrow l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{P_n}$$

Uitmondung A:

$$\Rightarrow 4 + 0,70 > 1,250 \times 5,916$$

$$\Rightarrow 4,70 > 7,395$$

➔ NIET correct

➔ plaatsing NIET toegelaten

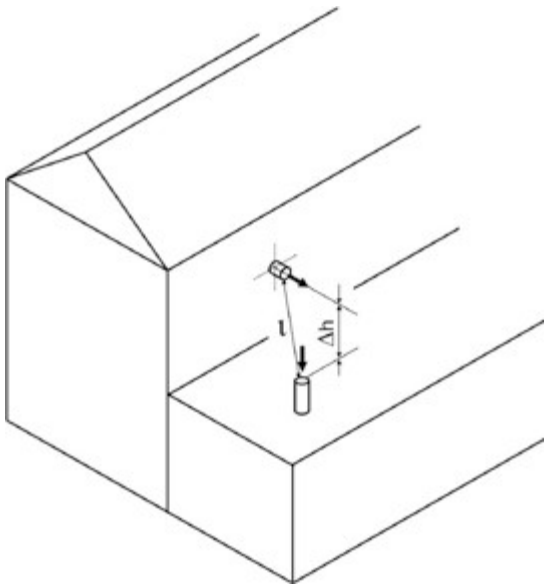
Uitmondung B:

$$\Rightarrow 5 + 1,60 > 7,395$$

$$\Rightarrow 6,6 > 7,395$$

➔ NIET correct

➔ plaatsing NIET toegelaten



OEFENING 10

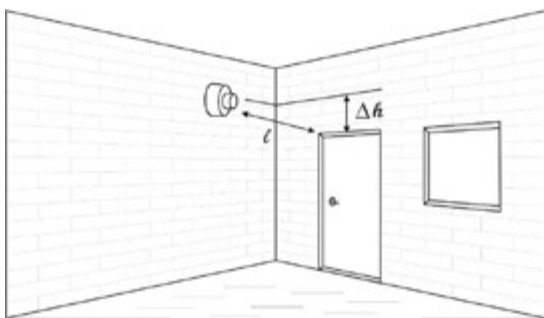
Stel:

$l = 3 \text{ m}$; $\Delta h = 1,80 \text{ m}$; $P_n = 30 \text{ kW}$

Is deze plaatsing toegelaten?

situatie 13 $\Rightarrow l + 2,954 \cdot \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{P_n}$

- $\Rightarrow 3 + (2,954 \times 1,80) > 0,909 \times 5,477$
- $\Rightarrow 3 + 5,317 > 4,979$
- $\Rightarrow 8,317 > 4,979$
- \Rightarrow correct
- \Rightarrow plaatsing toegelaten



OEFENING 11

Stel:

$l = 3,5 \text{ m}$; $\Delta h = 1,80 \text{ m}$; $P_n = 30 \text{ kW}$

Is deze plaatsing toegelaten?

Situatie 17 $\Rightarrow l + 2,954 \cdot \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{P_n}$

- $\Rightarrow 3,5 + (2,954 \times 1,80) > 0,909 \times 5,477$
- $\Rightarrow 3,5 + 5,317 > 4,979$

NOOT:

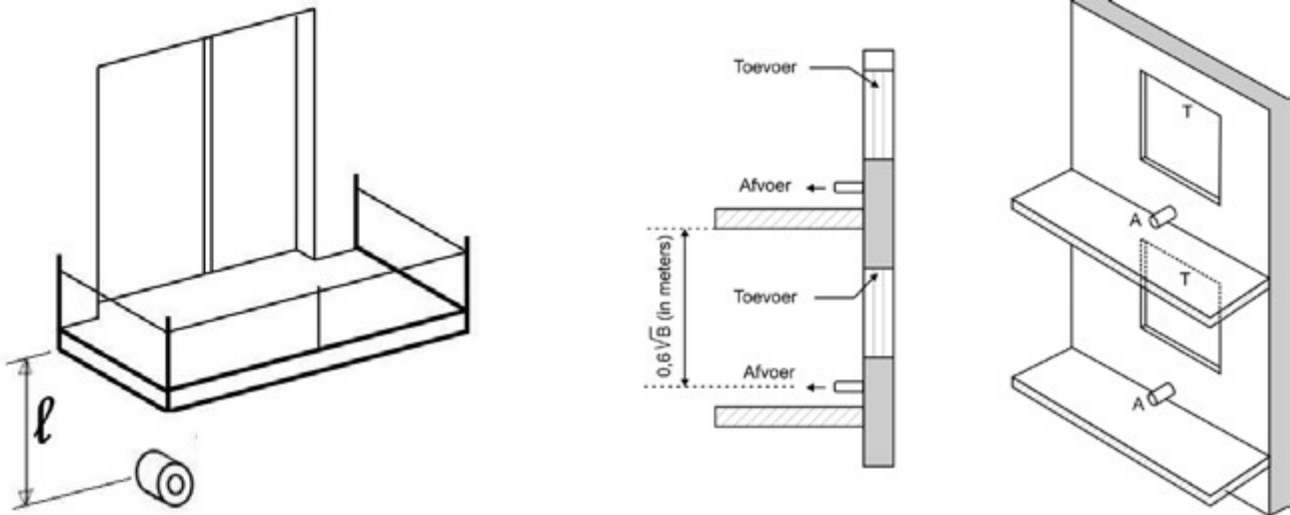
Indien het eindstuk gelegen is in een gevel nabij een hoek met een aangrenzende gevelvlak waarin zich instroomopeningen bevinden:

- gelden voor de instroomopeningen in de gevel waarin zich het eindstuk bevindt de waarden van l en Δh zoals in oefeningen 5 en 6;
- moet de afstand van de uitmonding tot de aanpalende gevel voldoen aan de voorwaarden van hoofdstuk "plaats van uitmonding" betreffende de recirculatie van verbrandingsproducten.

- $\Rightarrow 8,817 > 4,979$
- \Rightarrow correct
- \Rightarrow plaatsing toegelaten

5.4 Bijzondere gevallen

5.4.1 Uitmondung onder een balkon of een galerij



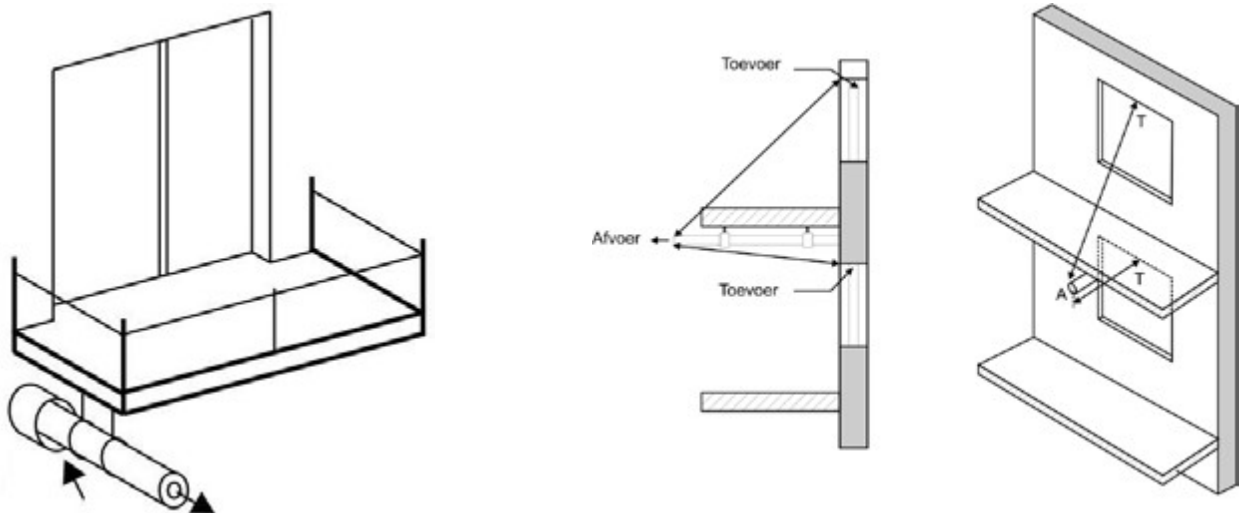
De uitmondung moet een afstand $l > 0,6 \cdot \sqrt{P_n}$ met een minimum van 2m, verwijderd zijn van de onderkant van een bovengelegd uitstekend balkon of uitstekende galerij ;

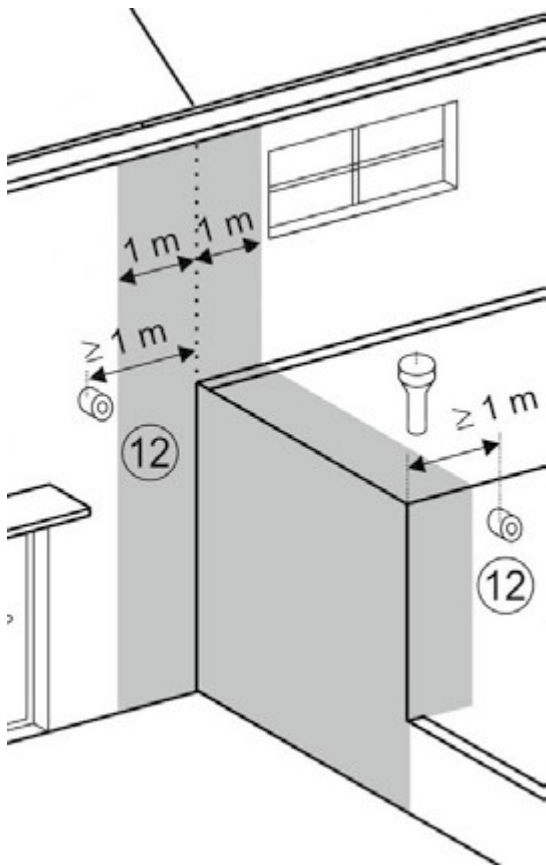
bijv.: $P_n = 60 \text{ kW} \rightarrow l > 0,6 \cdot \sqrt{60} = 4,65 \text{ m}$

Wanneer deze uitmondung aangebracht is op een galerij moet, wat betreft de afstand tot de aldaar aanwezige instroomopeningen,

$$1,54 \cdot l - \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{P_n}$$

Deze afstanden gelden niet wanneer het afvoersysteem verlengd wordt tot voorbij de voorzijde van het balkon of de galerij (figuur links) dan dient echter wel de verdunningsfactor berekend te worden voor de openingen of de personen aanwezig op het terras of de galerij.





5.4.2 Uitmondingen ter hoogte van de perceelgrens

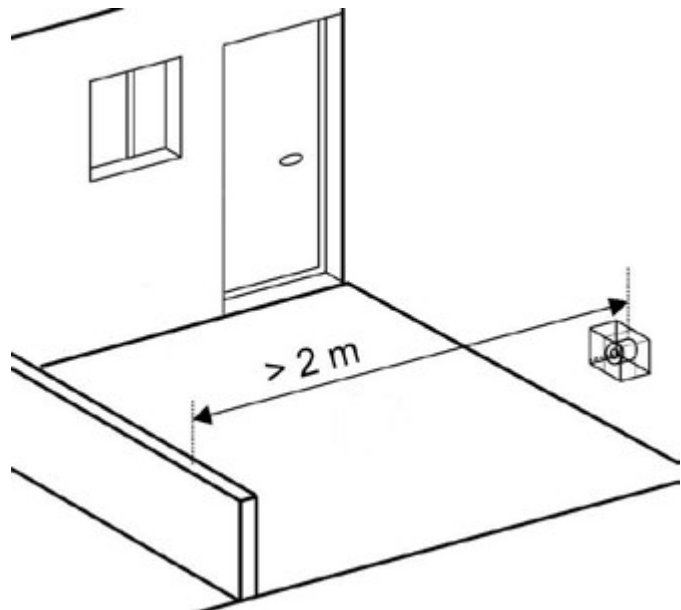
Het eindstuk moet zich op een horizontale afstand van minstens 1 m bevinden ten opzichte van de perceelgrens.

Zoals aangegeven op nevenstaande tekening zijn enkel de verticale muren en het dak dat lager gelegen is dan het dak van de bureu gearceerd en dus verboden zone voor een uitmondung van een gesloten toestel.

Voor een eindstuk dat zich op een zadeldak of een plat dak bevind dat op dezelfde hoogte of hoger is gelegen dan het dak van de bureu is de minimum afstand van 1 meter ten opzichte van de perceelsgrens niet van toepassing.

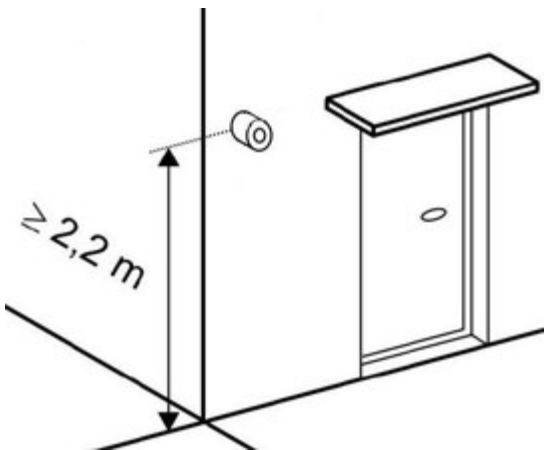
Het is echter **aan te raden** rekening te houden met de mogelijke hinder over de perceelgrens heen en **de verdunningsfactor te berekenen ter controle**.

De deur en het raam bevinden zich respectievelijk lager en hoger dan de uitmondung ➔ zie situaties bij oefeningen 5 en 6.



Het eindstuk geplaatst op een wand die evenwijdig loopt met de perceelgrens, moet minstens 2 m verwijderd zijn van deze grens.

Ook hier is het aan te raden rekening te houden met de mogelijke hinder over de perceelgrens heen en **ter controle de verdunningsfactor ten opzichte van mogelijke instroomopeningen bij de bureu te berekenen**.



5.4.3 Risico op brandletsels

Indien een **eindstuk** uitmondt in een **gevel op 2,20 m of meer boven de grond** dient er geen bescherming voorzien tegen het zich branden.

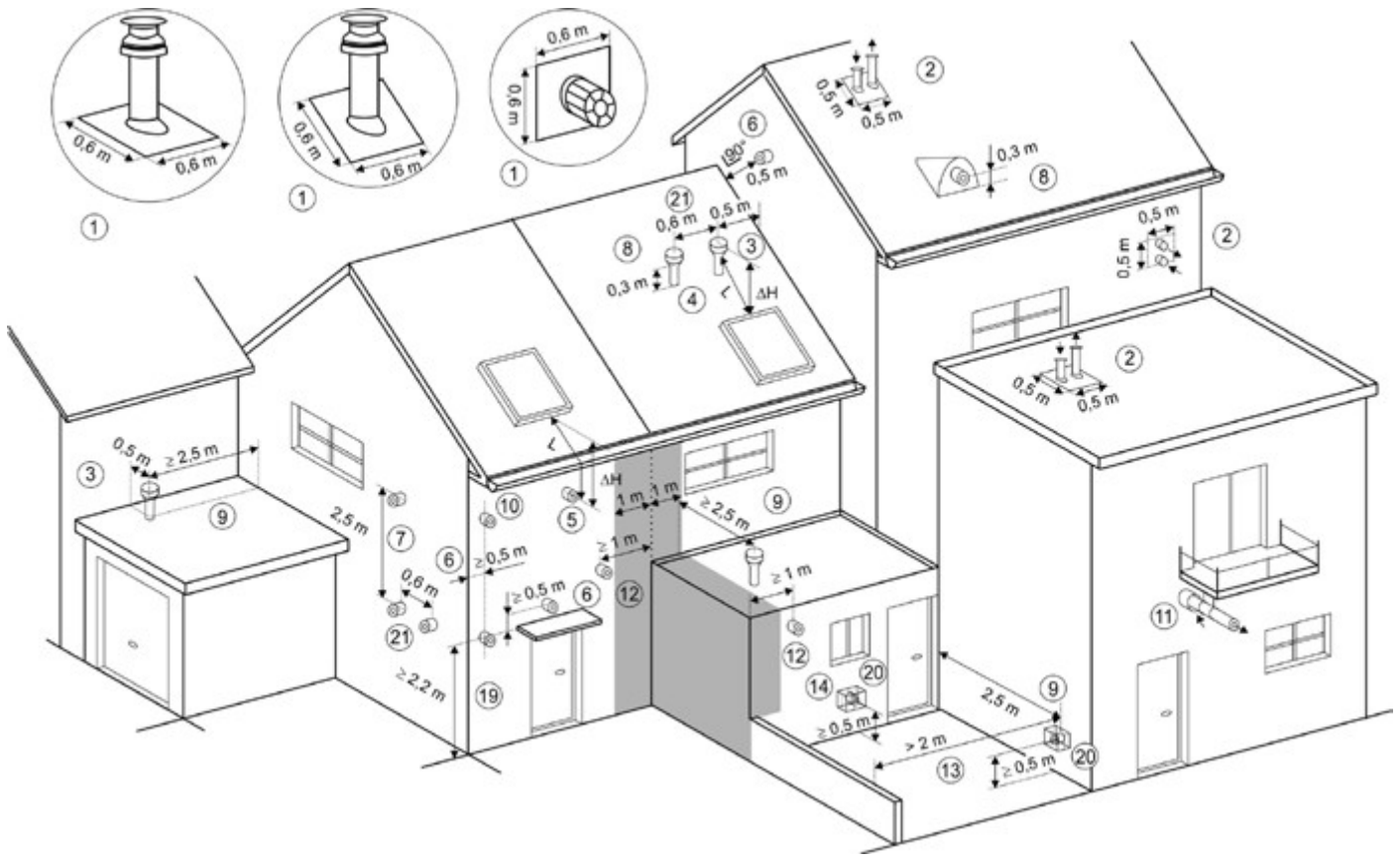
Indien daarentegen de **uitmonding lager dan 2,20 m boven de grond** gelegen is **en op een toegankelijke plaats**, moet een doeltreffende bescherming aangebracht worden tegen het zich branden.

5.4.4 Visuele hinder



NOOT:

Op de website www.aardgas.be van de KVVG staat een rekenprogramma dat u kunt gebruiken om snel en eenvoudig de verdunningsfactor te bepalen.



6. UITMONDINGEN VAN TOESTELLEN TYPE C

6.1 Algemeen

De uitmonding van **het afvoersysteem van een gesloten toestel** is functie van het ontwerp van het toestel en wordt vastgelegd bij de CE-keuring ervan. De fabrikant van het toestel geeft in zijn plaatsingsvoorschriften aan waar en onder welke omstandigheden de uitmonding van het afvoersysteem moet geïnstalleerd worden.

Verbrandingsproducten die via de uitmonding van het afvoersysteem in open lucht komen kunnen beïnvloed worden door de omstandigheden ter hoogte van de uitmonding

We onderscheiden de volgende omstandigheden:

- de verbrandingsproducten van twee of meer toestellen kunnen elkaar storen of er kan turbulentie ontstaan; in beide gevallen kan er **recirculatie** optreden;
- **regen of sneeuw** kan de goede werking van het toestel in gevaar brengen.

6.2 Recirculatie

Recirculatie is het aanzuigen van afgevoerde verbrandingsgassen via de toevoerleiding voor verbrandingslucht bij een **GESLOTEN** toestel.

De gesloten toestellen zijn bestand tegen een recirculatie van een volumetrische concentratie van maximaal 15 % verbrande gassen in de aangezogen verse lucht.

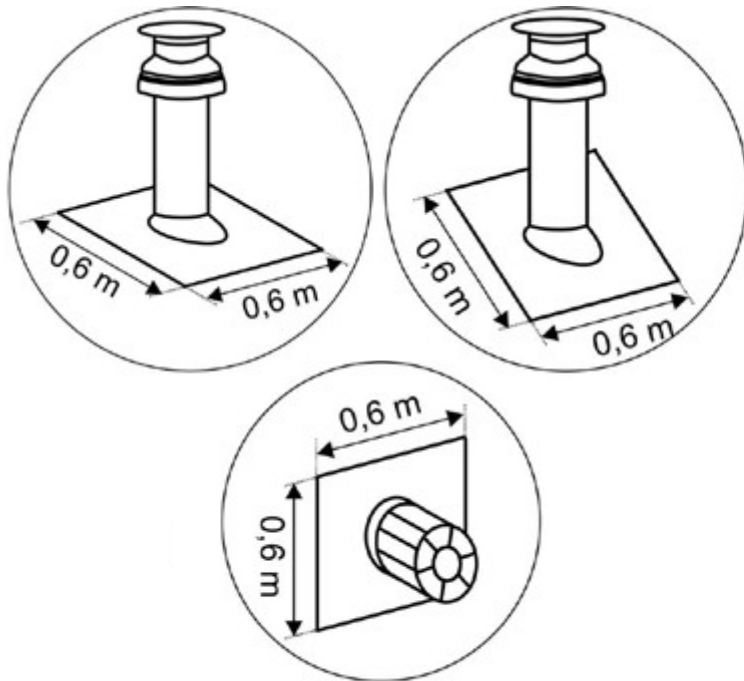
Indien de recirculatie groter is dan leidt dit tot:

- CO vorming;
- roetvorming in het toestel en rond de uitmonding tegen de gevel;
- vorming van condensaat met een hoge zuurtegraad in de omkasting van het toestel wat de metalen onderdelen van het gastoestel in zeer korte tijd onherstelbaar kan beschadigen.

Recirculatie kan ontstaan door:

- een foutieve opstelling van uitmondingen ten opzichte van elkaar, zij storen elkaar;
- een foutieve opstelling van een uitmonding ten opzichte van een nabij gelegen constructie, een gebouw of een aanplanting; windinvloeden kunnen dan aanleiding geven tot turbulente luchtstromen in de nabijheid van de uitmonding van de verbrandingsproducten, plaatselijk ontstaat er turbulentie.

Indien de fabrikant van het toestel geen specifieke voorschriften omtrent het voorkomen van recirculatie heeft opgenomen in zijn plaatsingsvoorschriften, raadt de KVBG aan om steeds minstens de afstanden te respecteren die hierna aangegeven zijn.



Opstelling 1

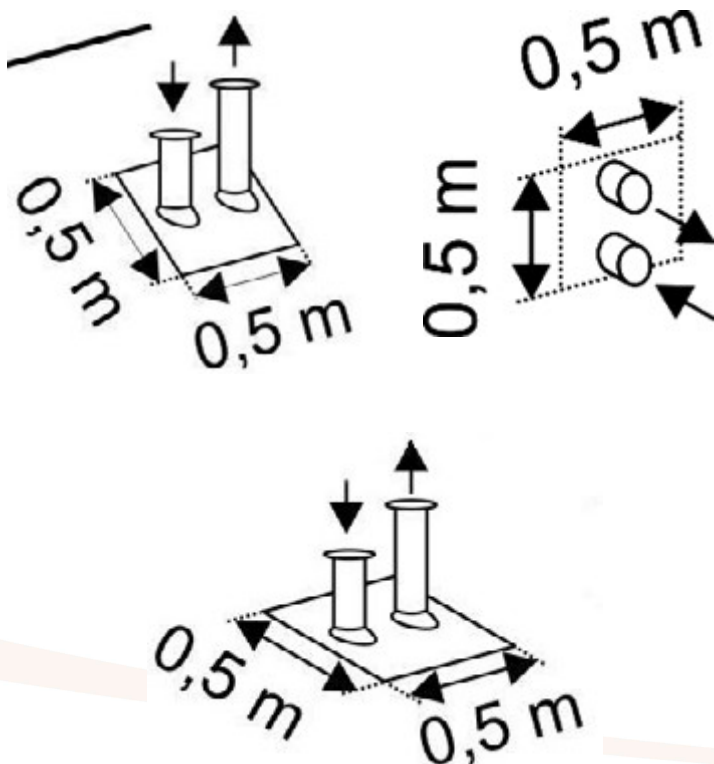
Elk eindstuk van een toestel type C, bestaande uit concentrische kanalen bevindt zich in een vierkant met zijde 0,60 m, waarin zich geen hindernissen mogen bevinden, bijv. een regenpijp of een ander eindstuk.

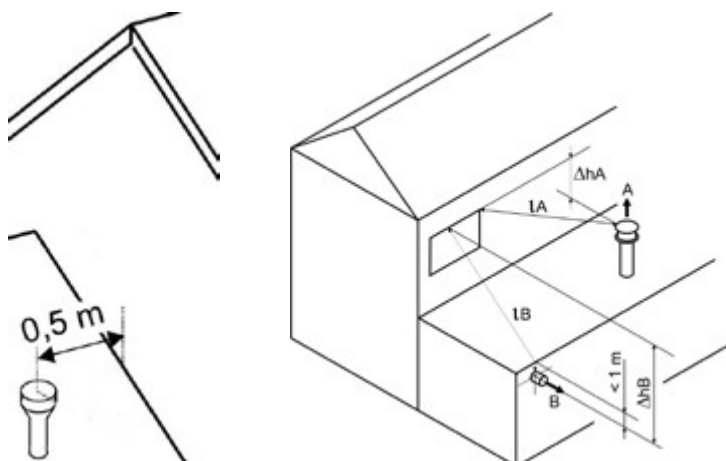
Opstelling 2

De uitmondungen van toestellen type C1 en C3 met afzonderlijke aansluitkanalen moeten binnen een vierkant met zijde 0,50 m liggen en de afstand tussen de aslijnen van de eindstukken is niet groter dan 0,50 m.

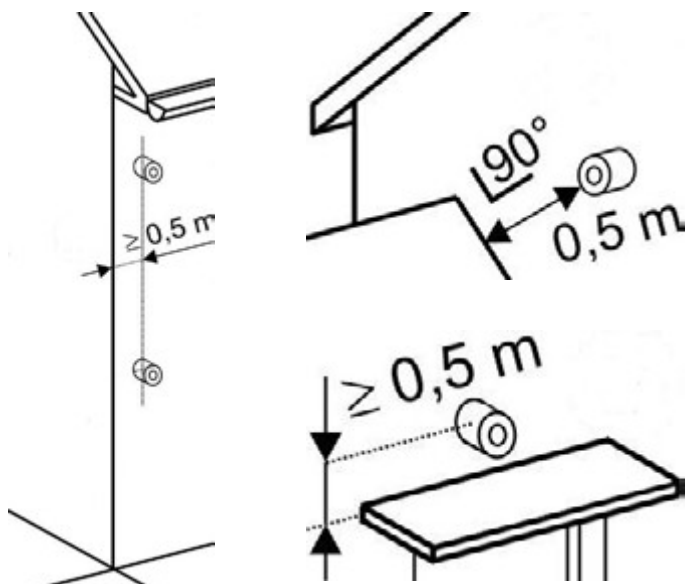
De afvoeropening dient steeds minstens 0,4 m hoger te zijn dan de toevoeropening.

De luchttoevoeropening dient beschermd te zijn door een regenkap (regeninslag kan het toestel ernstig beschadigen).



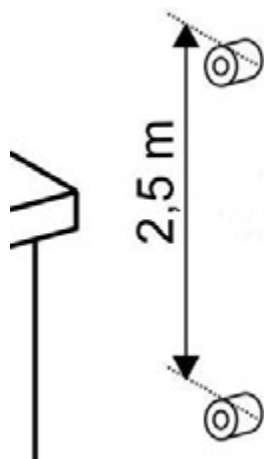
**Opstelling 3**

De afstand tussen het eindstuk van een toestel type C, uitmondend op een dak, en een naastliggende verticale wand waarin zich geen wandopeningen bevinden, bedraagt minstens 0,50 m.

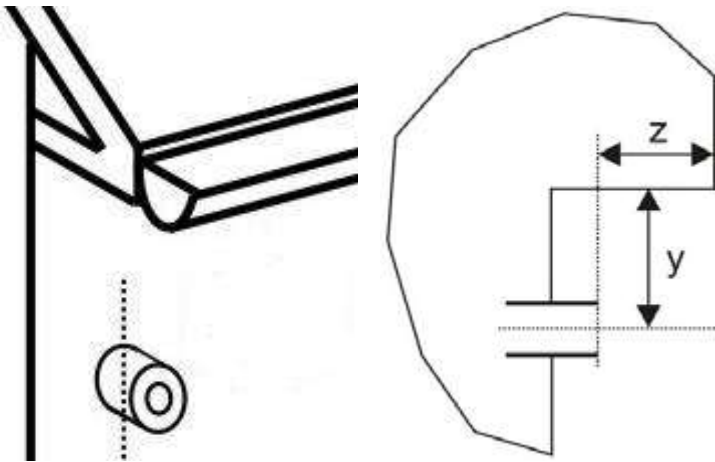
**Opstelling 4**

De uitmondung van een toestel type C:

- is minstens 0,50 m verwijderd van de hoek van het gebouw;
- ligt minstens 0,50 m hoger dan de dakoversteek of is minstens 0,50 m verwijderd van een aangrenzend zadeldak. (gemeten loodrecht op het dakvlak);
- ligt minstens 0,50 m hoger dan het maaiveld (zie tekening opstelling 9).

**Opstelling 5**

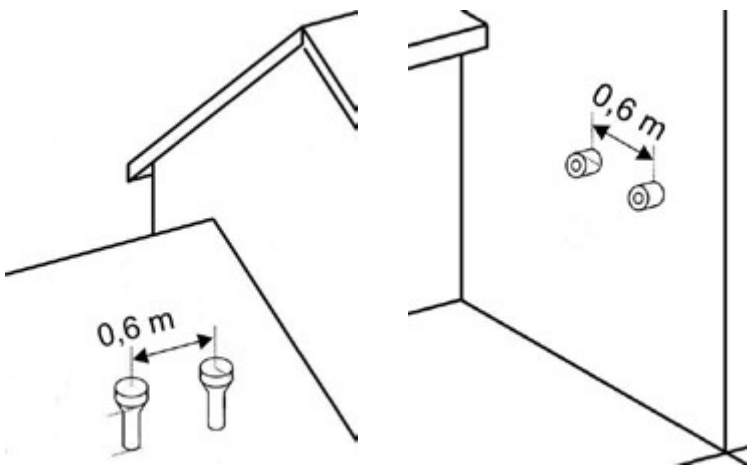
De uitmondungen van twee verticaal boven elkaar liggende eindstukken van toestellen type C, in een wand, zijn minstens 2,50 m van elkaar verwijderd.



Opstelling 6

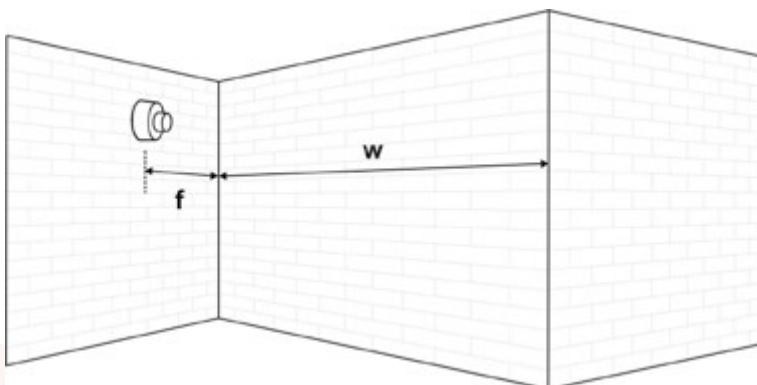
Het eindstuk van een toestel type C dat uitmondt onder een dakrand of geveluitsprong: mag op deze plaats uitmonden als:

- $z < 0,50$ m en $y > 0,40$ m ;
- is $z \leq 0,10$ m of $y > 5$ m dan wordt de gevel als "vlak" beschouwd.



Opstelling 7

De uitmondningen van twee naast elkaar liggende eindstukken van toestellen type C in een wand of op een dak zijn minstens 0,60 m van elkaar verwijderd.



Bijzonder geval

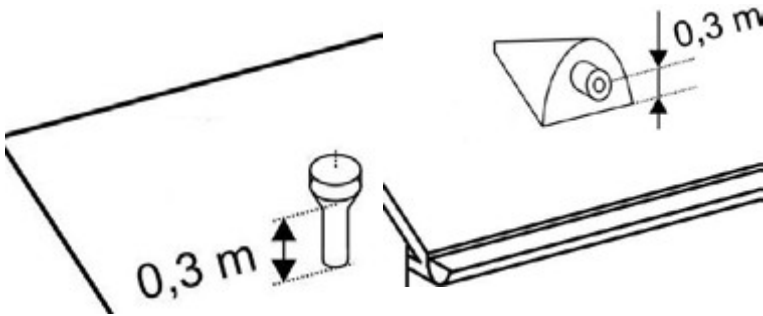
De afstand f tussen het eindstuk van een toestel type C, in een gevel nabij een binnenhoek met een aangrenzend gevelvlak:

- is $w < 0,50$ m of $f > 5$ m dan is er geen turbulentie;
- is $0,50 \text{ m} \leq w \leq 1 \text{ m}$, dan moet $f \geq 0,50$ m zijn;
- is $w > 1$ m, dan moet $f \geq 1$ m zijn.

6.3 Regen of sneeuw

Opstelling 8

Om geen nadelige invloed van regen of sneeuw te ondervinden ligt het uiteinde van een eindstuk uitmondend op een dak minstens 0,30 m boven dat dakvlak.



Opstelling 9

Om geen nadelige invloed van regen of sneeuw te ondervinden ligt het uiteinde van een eindstuk boven dakoversteek of boven het maaiveld minstens 0,50 m boven dat ondervlak.

