MEMORANDUM

EXPERTISECENTRUM Regelgeving Bouw

Stichting Nederlandse Kachel en Haardenbranche
t.a.v. dhr. G. Kooij
Postbus 404
6710 BK Ede

c.c.

Van
Dr. Ir. N.P.M. Scholten, ERB
Ing W.F. de Gids, Ventguide

Kenmerk: 2023-ERB-M019
Datum: 27 september 2023

Onderwerp
Gelijkwaardigheid plaats uitmonding niet gasgestookte toestellen

Inhoud

1. Aanleiding 1
2. Beschrijving van de eisen van verdunning 2
3. Beschouwing 9
4. Uitgangspunten 10
5. Berekeningen 12
6. Analyse 13
7. Conclusies 14
8. Bibliografie 14

1. Aanleiding

De aanleiding voor dit memo is een vraag:

" Bij welke hoogte is bij een uitmonding direct grenzend aan de bouwwerkperceelsgrens bij een boven het dakvlak gelegen uitmonding van een afvoervoorziening voor rookgas voor een niet-gasgestookt verbrandingstoestel de verdunningsfactor ten minste gelijk aan die bij een uitmonding die ligt op een afstand van ten minste 1 m van de bouwwerkperceelsgrens."

2. Beschrijving van de eisen van verdunning

Kortsluiting en verdunning van afvoerlucht naar toevoerlucht is een veel voorkomend verschijnsel waarvoor de wetgever eisen stelt in het Bouwbesluit en het Besluit bouwwerken leefomgeving. Het is vanzelfsprekend dat toevoerlucht zo zuiver mogelijk moet zijn en geen bestanddelen van afvoerlucht behoort te bevatten. Voor verbrandingslucht is dat duidelijk, de schadelijke stoffen in de afvoer van verbrandingslucht kunnen gezondheidsbedreigend zijn. Voor afvoerlucht van de ventilatie uit een verblijfsgebied is het minder ernstig als de afvoerlucht terecht komt in de toevoerlucht. Er is geen gezondheidsdreiging, de lucht komt immers uit hetzelfde vertrek, maar er komt wel minder verse buitenlucht binnen.
In het eerste Bouwbesluit 1992 werd voor de kortsluiting tussen toevoer en afvoer van ventilatie en verbrandingslucht verwezen naar NEN1087, waarin 43 bladzijden beschrijvende tekst stond in een soort drie stappenplan hoe je aan de eisen op het gebied van verdunning kon voldoen. Rond 1995 verzocht het ministerie VROM aan TNO een onderzoek te doen naar de verdunning waarbij de bepalingsmethode minder beschrijvende en NPR-achtig zou moeten zijn. Het uitgangspunt bij dit onderzoek was dat de bepalingsmethode meer prestatiegericht zou zijn. De grootte van de afvoerstroom en de situatie en plaats van de toevoer ten opzichte van de afvoer moesten daarbij de belangrijkste grootheden zijn. TNO heeft toen, op basis van alle beschikbare meetgegevens van metingen in de windtunnel bij TNO en de meetgegevens van het Gasinstituut, een bepalingsmethode voor de verdunningsfactor ontwikkeld.
Omdat omstromen van lucht rond gebouwen niet met een eenvoudige formule kan worden beschreven is gekozen voor een benadering waarbij vrijwel altijd de lucht van de afvoer nooit bij een luchttoevoer zou kunnen komen.

In het geval de afvoerlucht wel bij de toevoer zou kunnen komen zou de werkelijk optredende verdunning tenminste een factor 1000 moeten bedragen. Dus de concentratie van de in de afvoerlucht aanwezige bestanddelen mocht bij het opnieuw aanzuigen van lucht als toevoer voor een verblijfsgebied niet meer zijn dan 1/1000 ste van die in de afvoerlucht.

Om het idee weg te nemen dat de ontwikkelde formule een fysische basis had en er eigenlijk een concentratie mee zou kunnen worden uitgerekend, is bewust gekozen voor een empirische formule waarmee de **verdunningsfactor** wordt bepaald. De verdunningsfactor is een niet fysische grootheid, maar een rekengrootheid die niet te koppelen valt aan concentraties.

.

Pas in het Bouwbesluit vanaf 1996 zijn er grenzen gesteld aan de verdunningsfactor die via de bepalingsmethode in de vorm van een formule, vastgelegd in NEN 2757-1, moet worden bepaald. In het Besluit bouwwerken leefomgeving wordt naar diezelfde bepalingsmethode verwezen.

De eisen in het Bouwbesluit 2012 luiden als volgt:

Artikel 3.33. Plaats van de opening

› Naar Nota van toelichting

› Naar aansturingsartikel

Toon leden van toepassing en grenswaarden voor artikel 3.33

1. De volgens NEN 1087 bepaalde verdunningsfactor van de uitstoot van een afvoervoorziening voor luchtverversing heeft ter plaatse van een instroomopening voor de toevoer van verse lucht voor een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 3.29 ten hoogste de in tabel 3.33 aangegeven waarde. Bij de bepaling van de verdunningsfactor blijven afvoervoorzieningen en belemmeringen die op een ander perceel liggen buiten beschouwing.

Tabel 3.33 Verdunningsfactoren voor verschillende soorten afvoeren.

soort afvoer	verdunningsfactor
Luchtverversing	0,01
Afvoervoorziening voor rookgas bij gasgestookte toestellen	0,01
Afvoervoorziening voor rookgas bij toestellen met andere brandstoffen	0,0015

2. De volgens NEN 2757 bepaalde verdunningsfactor van de uitstoot van een afvoervoorziening voor rookgas heeft ter plaatse van een instroomopening voor de toevoer van verse lucht voor een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 3.29 ten hoogste de in tabel 3.33 aangegeven waarde. Bij de bepaling van de verdunningsfactor blijven afvoervoorzieningen en belemmeringen die op een ander perceel liggen buiten beschouwing.
3. Een instroomopening en een uitmonding van een voorziening voor luchtverversing liggen op een afstand van ten minste 2 m van de perceelsgrens, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van de gebruiksfunctie. Dit geldt niet voor een in een dak gelegen instroomopening of uitmonding. Indien het perceel waarop de gebruiksfunctie ligt, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, wordt die afstand aangehouden tot het hart van die weg, dat water of dat groen.

De eisen in het Besluit bouwwerken leefomgeving luiden:

Artikel 4.138 (plaats van de uitmonding)

1. De volgens NEN 2757 bepaalde verdunningsfactor van de uitstoot van een afvoervoorziening voor rookgas is ter plaatse van een instroomopening van een voorziening voor luchtverversing als bedoeld in artikel 4.122 niet groter dan aangegeven in tabel 4.138. Bij de bepaling van de verdunningsfactor blijven buiten het bouwwerkperceel gelegen voorzieningen en belemmeringen buiten beschouwing.

Tabel 4.138 Verdunningsfactoren soort afvoer	**verdunningsfactor**
Afvoervoorziening voor rookgas bij gasgestookte toestellen	0,01
Afvoervoorziening voor rookgas bij toestellen met andere brandstoffen	0,0015
Afvoervoorziening voor luchtverversing	0,01

2. Een niet boven het dakvlak gelegen uitmonding van een afvoervoorziening voor rookgas ligt:
a. op een afstand van ten minste 1 m van de bouwwerkperceelsgrens, gemeten langszij aan de uitwendige scheidingsconstructie van een gebruiksfunctie; en
b. op een afstand van ten minste 2 m van de bouwwerkperceelsgrens, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van de gebruiksfunctie.

3. Een boven het dakvlak gelegen uitmonding van een afvoervoorziening voor rookgas voor een niet-gasgestookt verbrandingstoestel ligt op een afstand van ten minste 1 m van de bouwwerkperceelsgrens.

4. Een uitmonding van een voorziening voor de afvoer van rookgas voor een verbrandingstoestel voor vaste brandstoffen ligt boven het dakvlak.

5. Als het bouwwerkperceel grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, wordt bij het bepalen van de in het tweede en derde lid bedoelde afstand uitgegaan van de afstand tot het hart van die weg, dat water of dat groen.

6. Een uitmonding van een afvoervoorziening voor rookgas, gelegen boven een constructieonderdeel of het aansluitende terrein, ligt, ter voorkoming van gehele of gedeeltelijke afsluiting van de opening door ophoping van vuil of sneeuw, ten minste 0,3 m boven de bovenzijde van dat constructieonderdeel of dat terrein.

De formule die door TNO destijds aan de normcommissie is voorgesteld en geaccepteerd staat hieronder beschreven en uitgelegd.

De normtekst in NEN 2757-1:2019 luidt:

.

8 Berekeningsmethode voor de verdunningsfactor

8.1 Beginsel

Verse lucht voor een verblijfsgebied of verblijfsruimte, beide bestemd voor het verblijven van mensen, moet van voldoende kwaliteit zijn. Aangenomen wordt dat de buitenlucht ter plaatse van een uitwendige scheidingsconstructie aan dit uitgangspunt voldoet bij inachtneming van de bepalingen voor situering van afvoeropeningen van een voorziening voor luchtverversing bestemd voor de afvoer van binnenlucht, en van een voorziening voor de afvoer van rookgas.

Met de rekenmethode wordt de verdunningsfactor berekend tussen de plaats van de instroomopening van een luchttoevoer voor de ventilatie of de verbrandingsluchttoevoer en de plaats van de uitstroomopening van een voorziening voor de afvoer van rookgas.

Een opening van de voorziening voor luchtverversing ligt daarbij op een afstand van ten minste 2 m van de perceelgrens, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van het gebouw. Indien het perceel waarop het gebouw ligt, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, is de afstand aangehouden tot het hart van die weg, dat water of dat groen.

Indien de voorziening voor de afvoer van rookgas zich bevindt in een woonwagen, hoeven geen afstanden tot de rand van de standplaats in acht te worden genomen.

De methode controleert ook de vereiste verdunningsfactor tussen de plaats van de uitstroomopening voor de afvoer van binnenlucht en de instroomopening van een luchttoevoer voor de ventilatie, en een verbrandingsluchttoevoer waarbij de verbrandingslucht mede via een verblijfsgebied bestemd voor het verblijven van mensen toestroomt naar een verbrandingstoestel.

De methode bestaat uit het bepalen van de situatie overeenkomstig 8.3 en het uitvoeren van de berekening volgens 8.2.

Bij het bepalen van de verdunningsfactor van een toevoer voor luchtverversing, blijven buiten beschouwing alle voorzieningen van luchttoevoer/afvoer en rookgasafvoeren die zich niet op het perceel bevinden van het betreffende gebouw. Dit geldt ook voor ontluchting(en) bestemd voor afvalwater en fecaliën alsmede een spuivoorziening in het betreffende gebouw.

OPMERKING 1 In het Bouwbesluit zijn, in verband met maatregelen ter beperking van nadelige gevolgen voor de gezondheid, eisen gesteld aan de positie van afvoeren van rookgas ten opzichte van op het eigen perceel gelegen ventilatieluchtopeningen. Voor de afvoeren van rookgas ten opzichte van een niet op hetzelfde perceel gelegen ventilatieopening of venster, beperkt het Bouwbesluit zich tot het stellen van minimumafstanden. De fysische werkelijkheid strekt zich echter uit over de perceelgrens; dat wil zeggen met het aanhouden van minimumafstanden kan niet worden voorkomen dat 'over de perceelgrens' hinder in de vorm van condensvorming, pluimvorming, geur en of fijnstof van het rookgas kan worden waargenomen. Hoewel geen expliciete eis vanuit het Bouwbesluit, doet men er verstandig aan om rekening te houden met dit gegeven.

OPMERKING 2 Toepassing van deze bepalingsmethode kan leiden tot verschillen in oplossingen tussen in een woongebouw gelegen woonfuncties en niet in een woongebouw gelegen woonfuncties.

Voor een woonwagen wordt geen rekening gehouden met een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht en van een voorziening voor de luchtverversing bestemd voor de toevoer van verse lucht, waarvan de openingen zich niet bevinden op de standplaats waarop de woonwagen staat.

Een uitmonding van de voorziening voor de afvoer van rookgas gelegen in een uitwendige scheidingsconstructie, niet zijnde het dak, ligt daarbij op een afstand van ten minste 2 m van de perceelgrens, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van het gebouw en langszij gemeten ten minste 1 m. Indien het perceel waarop het gebouw ligt, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, mag de afstand tot het hart van die weg, dat water of dat groen worden aangehouden.

Indien de voorziening voor de afvoer van rookgas zich bevindt in een woonwagen, hoeven geen afstanden tot de rand van de standplaats in acht te worden genomen.

8.2 Rekenregels

Bepaal het hoogteverschil (Δh) tussen de rand van de afvoeropening en de rand van een toevoeropening in m, afgerond op één decimaal achter de komma.

Bepaal de lengte van de verbindingslijn (l) tussen de rand van de opening voor de afvoer van rookgas en de rand van de opening voor de toevoer van buitenlucht in m, afgerond op één decimaal achter de komma. Indien er sprake is van een denkbeeldig uitmondingsgebied, bepaal dan de lengte van de verbindingslijn (l) tussen de rand van de opening voor de toevoer van buitenlucht en het grensvlak van een denkbeeldig uitmondingsgebied voor de afvoer van binnenlucht naar buiten of voor de afvoer van rookgas in m, afgerond op één decimaal achter de komma.

Voor de bepaling van de belasting bij warmtapwatertoestellen, met een nominale belasting tot 40 kW, hoeft slechts 50 % van de nominale belasting in rekening te worden gebracht.

Bepaal met behulp van tabel 3 afhankelijk van de situatie welke coëfficiënten C_1 en C_2 in formule (4) moeten worden gebruikt. Voor de onderscheiden situaties geldt het gestelde in 8.3.

Bepaal, afhankelijk van de soort afvoer, met welke capaciteit of belasting moet worden gerekend.

Voor een voorziening voor de afvoer van rookgas, bestemd voor een op met vaste brandstof gestookt verbrandingstoestel, geldt een minimale rekenwaarde van 15 kW.

Bereken met formule (4) afgerond op vijf decimalen, de optredende verdunningsfactor.

$$f = \frac{\sqrt{B}}{C_1 \times l + C_2 \times \Delta h} \qquad (4)$$

waarin:

f is de verdunningsfactor;

B is de nominale belasting van een voorziening (B_{tot} en/of B_{som}) voor de afvoer van rookgas, in kW;

l is de getalswaarde van de lengte van de verbindingslijn in m tussen een opening van een component voor de toevoer van verse lucht van een voorziening voor luchtverversing of een component voor de toevoer van verbrandingslucht van een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht, mits deze lucht mede via een verblijfsgebied of verblijfsruimte bestemd voor het verblijven van mensen wordt toegevoerd, en een opening van een voorziening voor de afvoer van rookgas, of de rand van een denkbeeldig uitmondingsgebied;

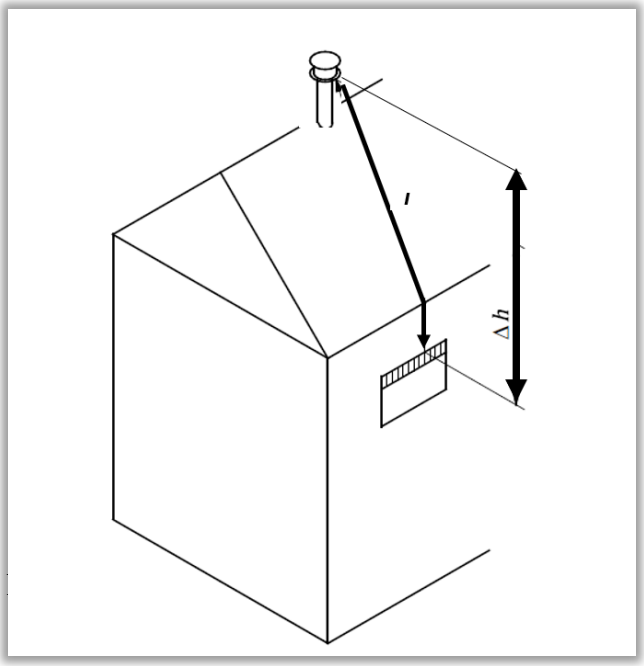
Δh is de getalswaarde van het hoogteverschil in m tussen een opening van een component voor de toevoer van verse lucht van een voorziening voor luchtverversing of een opening voor de toevoer van verbrandingslucht van een voorziening voor de toevoer van verbrandingslucht, mits deze lucht mede via een verblijfsgebied of verblijfsruimte bestemd voor het verblijven van mensen wordt toegevoerd, en een opening van een voorziening voor de afvoer van rookgas;

C_1, C_2 zijn verdunningscoëfficiënten.

Tabel 3 — Tabel met de coëfficiënten C_1 en C_2 afhankelijk van de situatie en de aard van de afvoer

Soort afvoer	Coëffi-ciënt	Situaties (8.3.2 t/m 8.3.18)								
		1, 6, 8, 9	**2**	**3, 15**	**4, 16**	**5, 7, 10**	**11, 13**	**12**	**14**	**17**
Rookgasafvoer (met gas gestookt)	C_1	163	60	500	500	80	110	163	163	110
	C_2	325	60	0	−325	80	325	60	80	325
Rookgasafvoer (andere brandstoffen)	C_1	325	220	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]	220	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]
	C_2	1 100	220	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]	650	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]	n.v.t. [a]

[a] N.v.t. duidt hier op situaties die niet zijn toegelaten.



3. Beschouwing

In de Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR1088 (1999) is bijlage B[1] opgenomen.
Daarin zijn een aantal voorwaarden opgenomen waaronder men van gelijkwaardige verdunning kan spreken.
Uitgangspunt daarbij is een verdunning van een factor 1000. Verder een maximale windsnelheid van 2 m/s en als belangrijkste voorwaarde:

- Een windrichting waarbij de afvoer in één lijn ligt met de toevoer, en
- Een maximale windrichting afwijking van 15^{o} in beide richtingen

Uitgaande van het bovenstaande en een netto-diameter van de afvoer van 0,1 m en een afstand van ca. 0,8 tot 0,9 m kan een “Worst case” berekening worden gemaakt van de grootte en richting van de stroom van de afvoer naar de toevoer. Als de straal inderdaad maar 15^{o} in beide richtingen zich spreidt en volkomen vlak aan de gevel blijft stromen, dan ontstaat er een soort halve kegel met een tophoek van 30^{o}. In werkelijkheid zal dit nooit het geval zijn, er zal altijd meer straaluitbreiding en dus meer opmenging plaatsvinden.

De globale berekening levert op dat de lucht die bij de toevoer aankomt circa 14% van de concentratie van de afvoer bevat.
Vanzelfsprekend is de kortsluiting gemiddeld veel minder dan in de worst case situatie. Maar men kan niet zeggen dat voor elk vertrek het gemiddeld bijvoorbeeld maar circa 2 % of zelfs minder zal zijn. Hoewel verwacht wordt dat het wel dicht in de buurt komt. Maar op een gevel kan het bij lage windsnelheid en stabiel weer voor het ene vertrek wel 7% zijn en bij een hoger, lager of naast gelegen vertrek veel minder dan 1%.
Dat komt omdat de worst case alleen geldt als de luchtstroom precies van boven naar beneden of van beneden naar boven langs de toe en afvoeropeningen stroomt. Het vertrek dat dicht bij het zogenaamde stuwpunt op de gevel ligt zal relatief meer kortsluiting hebben dan de andere vertrekken eromheen. Het vertrek dicht bij het stuwpunt zal echter ook steeds afhankelijk van de windsnelheid en richting een ander vertrek zijn.
De worst case is gebaseerd op lage windsnelheid en de hierboven genoemde verticale ongunstige stroming waarbij de afvoerstroom aan de gevel blijft liggen, zodat minimale opmenging plaatsvindt. De richtingsvariatie van de wind is ook minimaal namelijk 15^{o} in elke richting.
Een windsnelheid van 2 m/s of lager wordt in Nederland gemiddeld ongeveer 85% van de tijd overschreden. Bovendien zal de windrichtingsvariatie meestal 30^{o} in elke richting zijn en dat langs de gevel door oneffenheden extra turbulentie optreedt.

[1] Bijlage B Uitgangspunten voor de berekening van de verdunning van binnenlucht of rook.

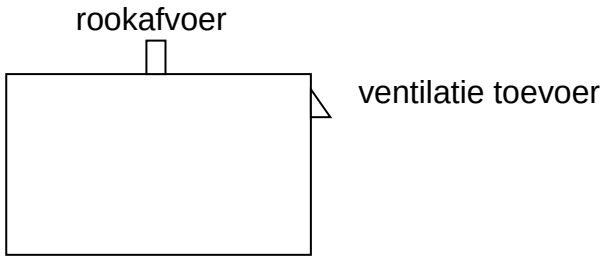
4. Uitgangspunten

Voor de berekening van de verdunningsfactor gelden in dit memo de volgende uitgangspunten:

- Het betreft rookafvoeren van niet gasgestookte toestellen
- De toevoer van ventilatielucht ligt in de gevel: De hoogte van de ventilatietoevoer in de gevel is altijd groter 0,2 m onder de scheiding van gevel en dakvlak
- In elke situatie is gestreefd naar de meest ongunstige kortsluit-mogelijkheid tussen toevoer van verse lucht en afvoer van rook
- Grenswaarde waarde van de verdunningsfactor volgens het Bouwbesluit bedraagt 0,0015
- *B* getalswaarde van de forfaitaire capaciteit in kW volgens NEN2757-1 15 kW
- De plaats van de afvoer moet op een zodanige afstand in het dakvlak liggen dat aan de minimum eis van 0,0015 moet zijn voldaan bij zowel 0° windrichting als een windrichting van 180°.
- Hoogte van de uitmondig boven het dakvlak bij plat dak 0,5 m en bij een hellend dak 0,5 m boven de nok
- Situatie 1. Dakhelling < 23°, gekozen is voor 0°
- Situatie 2. Dakhelling > 23°, gekozen is voor 24°

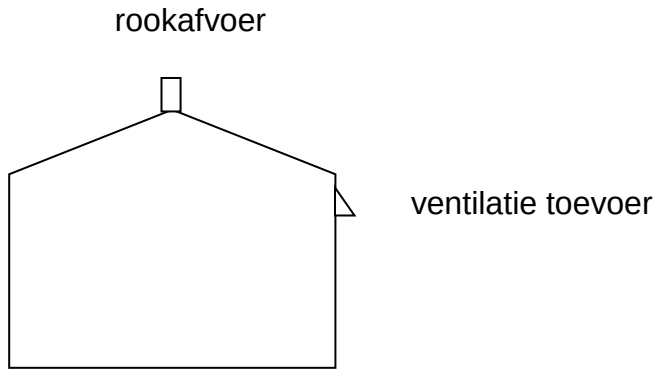
Wat gebouwsituatie betreft zijn de volgende drie situaties beschouwd. (zie figuur 1)

Situatie A



Figuur 2 - Gebouw met uitmonding op plat dak en toevoeropening voor ventilatie

Situatie B



Figuur 3 - Gebouw met uitmonding in de nok van een hellend dak (24°) en toevoeropening voor ventilatie

Figuur 1 Onderzochte gebouwsituaties A en B

De volgende relevante situaties zijn beschouwd zie tabel 1.

Situatie	Dak helling in graden	Situatie uit NEN 2757-1	Coëfficiënten C_1 en C_2 uit NEN 2757-1	Afstand tot de perceelgrens m
A1	0	1	325/1100	0
A2	0	1	325/1100	1
B1	24	1	325/1100	0
B2	24	1	325/1100	1

Tabel 1 De meest relevante en beschouwde situaties

Met de waarden C1 en C2 uit tabel 1 kunnen de berekeningen worden gemaakt. Daartoe moet *l* en Δ*h* bekend zijn. Als de minimum hoogte boven het dakvlak 0,5 m moet bedragen volgens NEN 2757-1 kan *l* worden berekend.

5. Berekeningen

Voor de berekeningen gaan we uit van de formule uit NEN 2757-1, zie hoofdstuk 3 van dit memo.

$$f = \frac{\sqrt{q_v \text{ of } B}}{C_1 \text{ X } l + C_2 \text{ X } \Delta h}$$

Allereerst dient vastgesteld te worden wat de meest kritische waarde van *l* is in de situaties A en B. Om aan de grenswaarde van de verdunningsfactor van 0,0015 te voldoen kan de volgende berekening worden gemaakt.

Situatie A plat dak met Δ*h* =0,5 +0,2 = 0,7m

0,0015 = √15 / {(325 * *l*)+(1100 * 0,7)}

De lengte *l* kan worden opgelost en bedraagt 5,36 m, dit betekent dus een minimale gebouwdiepte van 10,72 m.

Situatie B hellend dak 24° met Δ*h* =0,5 +0,2 + de onbekende x

In deze situatie is Δ*h* behalve van de hoogte boven het dakvlak van 0,5 m en de 0,2 m afstand tot het hoogste punt van de gevel ook nog af van de afstand l. In formule:

Δ*h* =0,5 +0,2 + l_w * tg*α*

Waarin:
Lw de halve gebouwdiepte in m en,
α = dakhelling: dus 24°".

De lengte $l = l_1 + l_2$, waarin l_1 onbekend is, maar wel kan worden berekend en waarbij en l_2 = 0,2 m.

$0{,}0015 = \sqrt{15} / \{(325 * l)+(1100 * \Delta h)\}$

Na iteratie is de uitkomst van die berekening dat l_w 2 m bedraagt, wat betekent dat de minimale gebouwdiepte 4 m moet bedragen.

De situaties die van belang zijn voor de gelijkwaardigheid kunnen nu worden bepaald.

Situatie	Δh in m	$l_1+l_2 = l$ in m
A1: op perceelgrens	0,7	5,37+0,2 = 5,57
A2: 1 m van de perceelgrens	0,7	5,46+0,2 = 5,66
B1: op perceelgrens	0,89+0,5+0,2= 1,59	2,4 + 0,2 = 2,6
B2: 1 m van de perceelgrens	1,59	2,6+0,2 = 2,8

Tabel 2 De gegevens voor de berekening Δ*h* bij vergelijking van A1 versus A2 en B1 versus B2.

$\sqrt{15} / \{(325 * 5{,}66)+(1100 * 0{,}7)\}= 0{,}00148$ dat is dus kleiner dan 0,0015.

De verdunningsfactor neemt in geval A2 af van 0,0015 in situatie A1 naar 0,00148 in situatie A2. Om dit te compenseren moet Δ*h* 0,727 bedragen. De hoogte boven het dakvlak moet dus minimaal 0,527 m zijn in plaats van 0,5 m

De verdunningsfactor neemt in geval B2 af van 0,0015 in situatie B1 naar 0,001487 in situatie B2. Om dit te compenseren moet Δ*h* 1,597 bedragen. De hoogte boven de nok moet dus minimaal 0,51 m zijn in plaats van 0,5 m.

6.Analyse

De verschillen in hoogte berekent in hoofdstuk 5 die tot een toename van 1 a 2 cm van de hoogte boven het dakvlak leiden zijn eigenlijk verwaarloosbaar klein.

PS

De berekeningsmethode voor het bepalen van de verdunningsfactor geeft eigenlijk als antwoord:
de vervuilde uitvoer van rookgas kan niet komen bij de toevoer voor ventilatie of als die er wel komt de verontreiniging zo sterk verdund is dat nauwelijks nog enig effect merkbaar zal zijn.
De bepalingsmethode rekent dus niet de concentratie bij de toevoer voor ventilatie uit maar slechts het gegeven dat de rookafvoer er niet kan komen of hinderlijk zal zijn. De fysica is dermate ingewikkeld dat

dit met een eenvoudige formule niet te berekenen is. Niettemin voldoet de bepalingsmethode in de praktijk prima.

Op grond van de aanvullende berekeningen kan worden vastgesteld dat de toename van de hoogte van de uitmonding voor rookgassen van niet gasgestookte toestellen maximaal 2 cm bedraagt dat is dus circa 4 % toename.

7. Conclusie

Bij een uitmonding 0,5 m boven het dakvlak, zoals voorgeschreven ten behoeve van het garanderen van de richting van de stroming, zal het verschil in verdunningsfactor tussen uitmonding op de perceelgrens en uitmonding op 1 m van de perceelgrens in de orde van grootte van 4 procent bedragen.

Door ten opzichte van de eisen omtrent de richting van de stroming de uitmonding 5 cm hoger te laten eindigen is in ruime mate sprake van een gelijkwaardige oplossing ten aanzien van de prestatie-eis van artikel 4.138, derde lid, van het Besluit bouwwerken leefomgeving

8. Bibliografie

[1] Bouwbesluit 2012

[2] Besluit bouwwerken leefomgeving

[3] NEN 2757-1 Toevoer van verbrandingslucht en afvoer van rook van verbrandingstoestellen in gebouwen- Bepalingsmethoden
Nederlands Normalisatie Instituut
Delft, november 2019

[4] NPR 1088 Ventilatie van woningen en woongebouwen. Aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen
Nederlands Normalisatie Instituut, Delft, december 1999

Stichting Expertisecentrum Regelgeving Bouw
Dr. ir. N.P.M. Scholten

