

# **Achtergronddocument bij Ontw. NEN 1087:2019**

**Ventilatie van gebouwen – Bepalingsmethoden voor nieuwbouw**

**Ventilation in buildings – Determination methods for new estate**

Februari 2019

Normcommissie 351 074 'Klimaatbeheersing in gebouwen'

# Inhoud

<b>DEEL A - ALGEMENE ACHTERGROND</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Inleiding en context</b> .....	<b>5</b>
1.1 Doel en opzet van NEN 1087.....	5
1.1.1 Nieuw in Ontw. NEN 1087:2019.....	5
1.1.2 Nieuwbouw en bestaande bouw.....	5
1.2 Relatie met de randvoorwaarden en uitgangspunten.....	6
<b>2 Principe-opzet</b> .....	<b>7</b>
2.1 Hoofdopzet Ontw. NEN 1087:2019.....	7
2.2 Toelichting hoofdopzet Ontw. NEN 1087:2019.....	7
2.2.1 Algemeen.....	7
2.2.2 Kwaliteit van ventilatiesystemen.....	8
2.2.3 Beknopte toelichting bij Ontw. NEN 1087:2019 per hoofdstuk (en bijlage).....	9
<b>3 Inhoudelijke uitwerking</b> .....	<b>11</b>
3.1 Luchtverversing.....	11
3.1.1 Verblijfsruimten.....	11
3.1.2 Natte ruimten.....	14
3.1.3 Overige ruimten.....	14
3.1.4 Luchtdoorlatendheid scheidingsconstructie.....	15
3.2 Thermisch comfort.....	15
3.3 Regelbaarheid en bediening.....	16
3.3.1 Luchttoevoer.....	16
3.3.2 Luchtafvoer.....	16
3.4 Verdunning.....	17
3.4.1 Luchtkwaliteit (toevoer en afvoer).....	17
3.5 Capaciteit spuivoorziening.....	18
3.6 Capaciteit toevoer verbrandingslucht.....	18
3.7 Plaats instroomopening.....	18
3.8 Stromingsrichting.....	18
3.9 Geluid ventilatievoorzieningen.....	19
3.10 Invloed gebruiker.....	19
<b>DEEL B HOOFDSTUKGEWIJZE TOELICHTING</b> .....	<b>20</b>
<b>1 Onderwerp en toepassingsgebied</b> .....	<b>20</b>
1.1 Onderwerp.....	20
1.2 Toepassingsgebied.....	20
<b>2 Normatieve verwijzingen</b> .....	<b>20</b>
<b>3 Termen en definities</b> .....	<b>20</b>
<b>4 Symbolen en afkortingen</b> .....	<b>21</b>
4.1 Symbolen.....	21
4.2 Afkortingen.....	21
<b>5 Bepalingsmethode voor de ventilatiecapaciteit van een gebouw</b> .....	<b>21</b>
5.1 Bepalingsmethode voor de capaciteit van componenten van een ventilatiesysteem.....	21
5.1.1 Beproevingmethoden.....	21
5.1.2 Maatgevende drukverschil.....	21
5.1.3 Overige componenten.....	22
5.2 Bepalingsmethode ventilatiecapaciteit gebruiksfunctie anders dan een woonfunctie.....	22

5.2.1	Voorwaarden .....	22
5.2.2	Minimaal te installeren capaciteit.....	22
5.3	Bepalingsmethode ventilatiecapaciteit.....	23
5.3.1	Voorwaarden .....	23
5.3.2	Minimaal te installeren capaciteit.....	23
5.4	Thermisch comfort.....	24
5.4.1	Bepalingsmethode .....	24
<b>6</b>	<b>Indeling in ventilatiesysteemtypen en bepalingmethode waarschijnlijkheid van functioneren.....</b>	<b>24</b>
6.1	Indeling in ventilatiesysteemtypen .....	24
6.1.1	Indeling van de ventilatievoorzieningen naar ventilatiesysteemtype.....	24
6.1.2	Aanduiding van toe- en afvoervoorzieningen .....	24
6.2	Bepalingsmethode waarschijnlijkheid van functioneren.....	24
6.2.1	Methode .....	25
<b>7</b>	<b>Bepalingsmethode voor de ventilatieprestatie-indicator voor woonfuncties.....</b>	<b>31</b>
7.1	Bepalingsmethode ventilatieprestatie-indicator: <i>AEP</i> .....	31
7.1.1	Bepaling van de <i>AEP</i> per ruimte .....	31
7.1.2	Bepaling gemiddelde <i>AEP</i> voor verblijfsruimten c.q. natte ruimten .....	31
7.1.3	Referentie <i>AER</i> : <i>AER</i> <sub>ref</sub> .....	32
7.2	Overzicht toe te passen rekenmethoden per ventilatiesysteemtype .....	32
<b>8</b>	<b>Bepalingsmethode voor de capaciteit van spui- en zomernachtventilatie</b>	<b>32</b>
8.1	Algemeen.....	32
8.2	Spuiventilatie.....	32
8.2.1	Principe .....	32
8.2.2	Bepaling van de capaciteit van een spuicomponent.....	33
8.3	Zomernachtventilatie .....	33
8.3.1	Algemeen.....	33
8.3.2	Randvoorwaarden .....	33
8.3.3	Bepaling van de capaciteit van een component voor zomernachtventilatie.....	33
<b>9</b>	<b>Bepalingsmethode voor de verdunningsfactor.....</b>	<b>34</b>
9.1	Inleiding .....	34
9.1.1	Verdunning ventilatie-afvoerlucht .....	34
9.1.2	Onderscheid .....	34
9.1.3	Sommatie.....	34
9.1.4	Principe .....	34
9.2	Voorzieningen voor afvoer van ventilatielucht met totale capaciteit $\leq 1000$ $\text{dm}^3/\text{s}$ .....	34
9.2.1	Principe .....	34
9.2.2	Forfaitaire waarden voor de afstand .....	34
9.2.3	Rekenregels .....	34
9.3	Voorzieningen voor afvoer van ventilatielucht met totale capaciteit $> 1000$ $\text{dm}^3/\text{s}$ .....	35
9.3.1	Bepaling van de benodigde verdunning.....	35
9.3.2	Berekening met een luchtstroommodel.....	35

## Voorwoord

Dit achtergronddocument is een toelichting op en verantwoording van de gemaakte keuzes in Ontw. NEN 1087:2019, *Ventilatie van gebouwen – Bepalingsmethoden voor nieuwbouw*.

Deze nieuwe editie van NEN 1087 is een integrale herziening van de tekst, met behoud van een belangrijk deel van de grondslagen. Er zijn echter ook nieuwe inzichten in dit normontwerp verwerkt. Ten opzichte van voorgaande edities is de nadruk meer komen te liggen op het toepassen van de voorschriften uit de bouwregelgeving in projecten, dan op het beproeven van componenten. Daarmee komt ook de ventilatievoorziening in een gebouw als geheel (het ventilatiesysteem) meer centraal te staan. Dat is een logisch gevolg van de ontwikkeling van de afgelopen decennia dat bepalingmethoden voor componenten steeds meer op Europees niveau zijn afgestemd en vastgelegd in CEN-normen, die in Nederland aanvaard en gepubliceerd zijn als NEN-EN-publicaties.

Een belangrijke toevoeging voor de praktijk zal zijn dat de toepassing van de eisen uit de bouwregelgeving in formulevorm is uitgewerkt (in hoofdstuk 5 van Ontw. NEN 1087:2019). Hierover bestond veel onduidelijkheid. Dit blijkt uit de veel gemaakte fouten in de praktijk en uit de vragen die regelmatig aan NEN worden gesteld.

Een vergelijkbare stap is genomen voor het berekenen van de verdunningsfactor. Hoewel de grondslag voor de bepaling ongewijzigd is gebleven, is de uitwerking nu ook gegeven in tabellen met forfaitaire waarden, die naar verwachting voor de advies- en toetspraktijk een hulpmiddel zullen vormen voor een snelle toetsing (zie hoofdstuk 9 van Ontw. NEN 1087:2019). Bovendien is in de bestaande onduidelijkheid voor afvoervoorzieningen met een grotere capaciteit ( $> 1000 \text{ dm}^3/\text{s}$ ) voorzien, door hiervoor een bepalingmethode en beoordelingskader te geven. Daarnaast is een flink aantal praktijksituaties in een bijlage als voorbeeld uitgewerkt.

Een belangrijke toevoeging in Ontw. NEN 1087:2019 is de indicatieve methode voor een beoordeling van de kwaliteit van de invloed van regelmogelijkheden op ventilatiesystemen. Anders gezegd, er wordt een indicatieve methode gegeven voor de mate waarin het ventilatiesysteem in staat zal zijn de gevraagde luchtuitwisseling te realiseren. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt in de beoordeling bij aanwezigheid en afwezigheid van personen. Bovendien wordt onderscheid gemaakt naar ruimten primair bedoeld voor het verblijf van mensen (verblijfsruimten) en 'natte ruimten', zoals ook in de bouwregelgeving gebeurt. Daartoe worden ook nieuwe grootheden geïntroduceerd: de *AEP* (Air Exchange Performance of wel ventilatieprestatie-indicator) en de *AER* (Air Exchange Rate ofwel waarschijnlijk optredende luchtuitwisseling). Bij deze beoordelingsmethodiek wordt ook de in Europees verband (EVIA) door de industrie voorgestelde indeling in ventilatiesystemen gehanteerd. In dit achtergronddocument worden de in dit verband gemaakte keuzes nader onderbouwd.

Vooralsnog worden aan de nieuw geïntroduceerde grootheden *AER* en *AEP* geen eisen gesteld in de bouwregelgeving. Doel van publicatie van Ontw. NEN 1087:2019 is de markt een handvat te geven om praktijkervaring op te doen met een kwalitatieve beoordeling van ventilatiesystemen en met deze methode. Aansturing via de bouwregelgeving wordt echter voor de toekomst nadrukkelijk open gehouden.

Dit achtergronddocument bestaat uit twee delen:

- a) Algemene informatie over de context van NEN 1087 en over de uitgangspunten die vooraf door de normsubcommissie zijn vastgelegd.
- b) Toelichtingen op de hoofdstukken.

Namens de auteurs: H. Valk, R. van Holsteijn, M.C. Hofman

# DEEL A - ALGEMENE ACHTERGROND

## 1 Inleiding en context

### 1.1 Doel en opzet van NEN 1087

In de Nederlandse bouwregelgeving wordt voor de uitwerking van de wettelijke eisen voor luchtverversing van gebouwen verwezen naar NEN 1087. NEN 1087 is daarom primair bedoeld als bepalingsmethode die een technisch inhoudelijke uitwerking geeft voor die wettelijke eisen gebaseerd op fysica, model- en praktijkonderzoek en (inter)nationale inzichten over de praktijk van ventilatie van gebouwen.

#### 1.1.1 Nieuw in Ontw. NEN 1087:2019

Ten opzichte van voorgaande edities van NEN 1087 is deze nieuwe editie op een aantal punten gewijzigd. Hier volgt een eerste toelichting op de wijzigingen, waar nodig wordt dit later in dit achtergronddocument uitgewerkt.

- Structuur en indeling zijn geheel herzien om de bruikbaarheid van de norm voor de advies- en toetspraktijk te verbeteren. Daarnaast is de ventilatieberekening in formulevorm opgenomen.
- Als uitgangspunt bij de herziening van deze norm is het ventilatiesysteem genomen, ofwel de samenhang tussen de onderscheiden componenten die gezamenlijk zorgen voor het ontstaan en onderhouden van de luchtverversing in het gebouw.
- Er is een geheel nieuwe indeling van ventilatiesystemen opgenomen, gebaseerd op de aanwezige drijvende krachten, met een onderscheid naar gebruiksfuncties en 'natte ruimten'. Deze indeling komt tegemoet aan de innovaties die de afgelopen jaren in de praktijk zijn toegepast.
- Naast de bepaling van de ventilatiecapaciteit van het ventilatiesysteem en de nominale capaciteit van de componenten is een normatieve bepalingsmethode toegevoegd voor een kwalitatieve beoordeling van het ventilatiesysteem, aan de hand van:
  - de invloed van drijvende krachten;
  - een beoordeling van de aanwezige regelingen, en
  - de eventuele invloed van de gebruiker van het gebouw op het systeem.
- De bepaling van de verdunningsfactor is enerzijds vereenvoudigd (door het opnemen van tabellen met forfaitaire waarden) en anderzijds uitgebreid voor systemen met een grotere ventilatiecapaciteit dan  $1000 \text{ dm}^3/\text{s}$ .
- Naast de bepalingsmethode voor de ventilatiecapaciteit van spuivoorzieningen is een methode opgenomen voor de ventilatiecapaciteit van ventilatieve koeling.

#### 1.1.2 Nieuwbouw en bestaande bouw

Ontw. NEN 1087:2018 is in eerste instantie uitgewerkt voor nieuwbouw. De te publiceren editie van de norm zal door het opnemen van aangepaste formules in hoofdstuk 5 (eis verblijfsgebied vervalt) ook geschikt zijn voor bestaande bouw. Ontw. NEN 1087:2019 vervangt daarmee zowel de voorgaande edities van NEN 1087 als NEN 8087.

## **1.2 Relatie met de randvoorwaarden en uitgangspunten**

Dit achtergronddocument sluit aan bij het document 'Randvoorwaarden en uitgangspunten herziening ventilatienormen NEN 1087 / 8087' van 11 mei 2017. Dit is gedaan vanwege communicatie met Projectgroep Herziening NEN 1087 en NsC Ventilatie van gebouwen. In een volgende procesfase zal de inhoud worden geconverteerd naar de hoofdstukindeling van de (nieuwe) NEN 1087.

In hoofdstuk 3 staat per onderwerp wat het uitgangspunt is volgens het document 'Randvoorwaarden en uitgangspunten herziening ventilatienormen NEN 1087 / 8087' van 11 mei 2017. Zie de kaders onder de kop '*Uitgangspunt*', met de toelichting onder de kop '*Uitwerking*'.

## **2 Principe-opzet**

### **2.1 Hoofdropzet Ontw. NEN 1087:2019**

De hoofdropzet van Ontw. NEN 1087:2019 is als volgt:

#### **INHOUD**

1. Onderwerp en toepassingsgebied
2. Normatieve verwijzingen
3. Termen en definities
4. Symbolen en afkortingen
5. Bepalingsmethode voor de ventilatiecapaciteit van een gebouw
6. Indeling in ventilatiesysteemtypen en bepaling van de waarschijnlijkheid van functioneren
7. Bepalingsmethode voor de ventilatieprestatie-indicator voor woonfuncties
8. Bepalingsmethode voor de capaciteit van de spuiventilatie en zomernachtventilatie
9. Bepalingsmethode voor de verdunningsfactor

#### **BIJLAGEN**

- A. Bepalingsmethode voor de capaciteit van een ventilatiecomponent met een meting in de praktijk
- B. Bepaling van de aard van de situatie voor de verdunning van ventilatielucht
- C. Praktijksituaties verdunningsfactor

### **2.2 Toelichting hoofdropzet Ontw. NEN 1087:2019**

#### **2.2.1 Algemeen**

Bij de opzet van deze nieuwe versie van NEN 1087 is het gebruik in de advies- en toetspraktijk en de aansturing vanuit de bouwregelgeving als uitgangspunt genomen. Daarbij is uitgegaan van de keuze voor een ventilatiesysteem in een gebouw: een samenhangend pakket aan voorzieningen die samen zorgen voor de benodigde luchtverversing in het gebouw.

De huidige praktijk is dat ventilatiesystemen als geheel worden gekozen of samengesteld uit standaardcomponenten (roosters, kanalen, ventilatoren, wtw-units, ventielen, etc.). De bepaling van de capaciteit van deze componenten is inmiddels vastgelegd in verschillende Europese normen. Voor de koppeling met de ventilatie-eisen uit de bouwregelgeving volstaat over het algemeen een verwijzing naar deze methoden.

In deze nieuwe NEN 1087 is daarom de bepaling van de ventilatiecapaciteit van het ventilatiesysteem als uitgangspunt genomen. Daarmee wordt ook de relatie met de bouwregelgeving (Bouwbesluit 2012) versterkt. De samenhang tussen de separaat omschreven

eisen voor verblijfsruimten en natte ruimten, komt in de capaciteitsberekening aan de orde. Ook het verschil tussen de eis voor verblijfsgebieden en de eis voor verblijfsruimten wordt dan duidelijk. Dit gaf in de praktijk veel misverstanden.

### 2.2.2 Kwaliteit van ventilatiesystemen

Het uitgangspunt van deze nieuwe editie is dat de norm naast een bepalingsmethode voor de capaciteit, ook een methode bevat waarmee het functioneren van het systeem *in de praktijk* kan worden beoordeeld, dus: afhankelijk van technische specificaties zoals meet- en regelmogelijkheden, de gevoeligheid voor de invloed van omstandigheden en de mate van beïnvloeding door gebruikers. Met andere woorden: de kwaliteit van een ventilatiesysteem wordt hiermee in beeld gebracht. 'Kwaliteit' verwijst hier naar de mate waarin een ventilatiesysteem *in de praktijk* zal zorgen voor voldoende luchtuitwisseling zoals bedoeld in de bouwregelgeving.

**OPMERKING** De consequentie van dit uitgangspunt is dat er onderscheid gemaakt kan worden op basis van 'kwaliteit'. Op dit moment biedt de bouwregelgeving deze mogelijkheid niet. Er worden immers alleen eisen gesteld aan de capaciteit. Het kwaliteitscriterium dat in Ontw. NEN 1087:2019 is uitgewerkt, heeft dus in eerste instantie een privaatrechtelijk karakter. In verdere contacten met het ministerie van BZK zal worden nagegaan of rechtstreekse opname in de regelgeving gewenst is.

Ontw. NEN 1087:2019 bevat een aantal nieuwe begrippen om aan dit kwaliteitsaspect invulling te geven:

- ventilatiesysteemtype (*VST*);
- indicator voor de te verwachten ventilatiekwaliteit: *AEP* (Air Exchange Performance);
- gemiddelde te verwachten luchtvolumestroom over het gebouw: *AER* (Air Exchange Rate).

Voor deze begrippen is een bepalingsmethode uitgewerkt in de vorm van een stelsel formules en tabellen met forfaitaire waarden. De grootheden, formules en tabellen zijn ontleend aan een onderzoek van Van Holsteijn & Kemna (VHK) en de Universiteit Gent (UGent) in opdracht van de European Ventilation Industry Association (EVIA), en verder onderbouwd met literatuur- en modelonderzoek (zie de bronverwijzing bij dit achtergronddocument). Dit onderzoek heeft een model ontwikkeld om de optredende ventilatiestroom te bepalen, aan de hand van:

- de capaciteit van de voorzieningen;
- de invloed van de drijvende kracht, zowel mechanische als natuurlijke (zoals winddruk);
- de invloed van regelmogelijkheden;
- de gemiddeld te verwachten invloed van de eindgebruiker (probabiliteit).

Daarbij wordt steeds onderscheid gemaakt naar gebruiksruimten en naar 'natte ruimten' en andere ruimten van waaruit binnenlucht wordt afgevoerd. Met behulp van het model zijn parameters afgeleid voor de Nederlandse situatie. Deze zijn in formule- en tabelvorm opgenomen in Ontw. NEN 1087:2019. In de toelichting per hoofdstuk is dit uitgewerkt.

Voor de bepaling van de ventilatiekwaliteit wordt steeds onderscheid gemaakt naar verblijfsgebieden en 'natte ruimten' enerzijds en naar aan- en afwezigheid van personen anderzijds.

De beoordeling die op deze wijze ontstaat, is bedoeld om in de bouwregelgeving een betekenisvol onderscheid te maken naar de mate waarin een ventilatiesysteem onder praktijkomstandigheden zal functioneren. Daarbij zijn waarden aangenomen voor de factoren die invloed hebben op de



optredende luchtvolumestromen en de mate van luchtuitwisseling. Deze waarden zijn gebaseerd op statistiek en modelonderzoek en waar dit ontbreekt zijn deze normatief bepaald op basis van praktijkervaringen en deskundigheid in de betrokken normcommissie, de projectgroep en bij de rapporteurs (*expert judgement*). Bij deze beoordeling wordt zo onder meer rekening gehouden met de aard van de drijvende kracht, de statistische invloed van buitenomstandigheden, de luchtdichtheid van de gebouwschil, de aanwezigheid en mate van beïnvloeding door een diversiteit aan sensoren met bedieningsmogelijkheden en andere vormen van invloed die gebruikers kunnen hebben. In de toelichting per hoofdstuk wordt deze onderbouwing genoemd.

Deze methode maakt het mogelijk de praktijkprestaties van ventilatiesystemen onderling met elkaar te vergelijken, waarbij de eigenschappen van een specifiek gebouw meewegen. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de gemiddeld optredende luchtvolumestroom, maar ook naar de invloed die deze kan hebben op de luchtuitwisseling binnen een groep van gebruiksruidten (verblijfsgebieden en verblijfsruimten), zowel bij aan- als afwezigheid van personen. Daarbij wordt dit in de bepalingsmethode gemiddeld over een standaard klimaatjaar bepaald.

Vooralsnog is deze methode privaatrechtelijk van karakter, zolang de eisen aan de nieuw geïntroduceerde grootheden nog ontbreken in de bouwregelgeving.

De beoordelingsmethode is nadrukkelijk geen berekening van de werkelijk optredende luchtuitwisselingen in elke individuele ruimte. Om dat te doen zou voor ieder gebouw een meerzoneluchtstroommodel moeten worden uitgewerkt. Een dergelijk rekenmodel sluit niet aan bij de uitgangspunten van de bouwregelgeving, onder meer omdat dit een aanzienlijk verzwaring zou betekenen van de vereiste berekeningen bij elke bouwaanvraag.

### **2.2.3 Beknopte toelichting bij Ontw. NEN 1087:2019 per hoofdstuk (en bijlage)**

- Hoofdstukken 1 t/m 4 volgen de standaardopzet van een NEN-norm.
- Hoofdstuk 5 behandelt de bepaling van de ventilatiecapaciteit van het ventilatiesysteem. Vanwege het principiële onderscheid tussen woning- en utiliteitsbouw op dit vlak in de bouwregelgeving (eis per persoon of per m<sup>2</sup>) wordt een separate bepalingsmethode gegeven voor woningen (en daarmee gelijk te stellen functies) en niet-woonfuncties (utiliteit). Dit hoofdstuk is een nieuw onderdeel in Ontw. NEN 1087:2019.
- Hoofdstuk 6 geeft de nieuwe indeling in ventilatiesystemen op basis van drijvende kracht (VST). Nieuw is dat daarbij niet alleen gekeken is naar de drijvende kracht voor toe- en afvoer op gebouwniveau, maar dat ook onderscheid wordt gemaakt naar de drijvende kracht in het gebouw, ter plaatse van de overstroom. Voor alle drijvende krachten wordt ook de mate van waarschijnlijkheid bepaald dat minimaal de berekende capaciteit zal optreden. Hierbij wordt bijvoorbeeld de invloed van winddruk normatief vastgelegd. De invloed van regelkarakteristiek wordt in hoofdstuk 7 behandeld.
- De tot op heden gehanteerde indeling in systeem A t/m D (later aangevuld met E) was nooit onderdeel van NEN 1087. De nieuwe indeling is nu wel opgenomen.
- Hoofdstuk 7 geeft de bepalingsmethode voor de nieuwe grootheden *AEP* en *AER*. Deze bestaat uit een serie tabellen. Omdat deze tabellen zijn afgeleid uit het in EVIA-verband ontwikkelde beoordelingsmodel is omzetting naar een rekenmodel eenvoudig. Met behulp van zo'n model zijn ook voor innovatieve ventilatie-oplossingen in principe forfaitaire waarden af te leiden. Een dergelijk model maakt echter geen onderdeel uit van Ontw. NEN 1087:2019. De bepalingsmethode wordt nu zo uitgewerkt dat voor elk gebouw afzonderlijk de grootheden *AEP* en *AER* kunnen worden bepaald.

- Hoofdstuk 8 geeft de bepalingsmethode voor de spuiventilatie. Dit hoofdstuk is grotendeels gelijk aan de voorgaande edities van de norm, maar wordt aangevuld met een bepalingsmethode voor voorzieningen voor zomernachtventilatie (ofwel ventilatieve koeling).
- Hoofdstuk 9 bevat de methode voor de verdunningsfactor. Ten opzichte van de voorgaande edities van NEN 1087 is dit hoofdstuk volledig herschreven, zonder de oorspronkelijke uitgangspunten te wijzigen.

Door de vele vragen uit de praktijk is een benadering van de minimaal vereiste afstand toegevoegd in de vorm van eenvoudige forfaitaire tabellen, die zijn afgeleid uit de oorspronkelijke empirische formules uit NEN 1087. Om de norm toepasbaar te maken voor bestaande situaties (ter vervanging van een separate NEN 8087) en om aan te sluiten bij NEN 2757-1 en NEN 2757-2 is de oorspronkelijke methode opgenomen en slechts redactioneel herzien. Deze kan ook voor nieuwe situaties desgewenst nog steeds worden gebruikt.

Bovendien is een methode opgenomen voor afvoercapaciteiten  $> 1000 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Deze ontbrak in de voorgaande edities van NEN 1087, hoewel er in de bouwregelgeving wel naar werd verwezen. Dit leverde in de advies- en toetspraktijk veel knelpunten op bij projecten. Primair betreft dit randvoorwaarden voor onderzoek op basis van werkelijk optredende luchtstromingen voor zowel specifieke situaties als voor standaardproducten en -componenten, zoals dakkappen. Ook wordt verwezen naar de in de praktijk regelmatig toegepaste ASHRAE-methode. Aangezien deze methode integraal als bijlage is opgenomen in NEN 2757-2 wordt daar naar verwezen. Voor de praktijk zal echter ook van belang zijn dat voor een aantal veel voorkomende situaties, standaardoplossingen zijn uitgewerkt in bijlage C.

- De bepalingsmethode voor de verdunningsfactor voor de afvoer van rook is inmiddels opgenomen in NEN 2757 (delen 1 en 2) en daarom dit geen onderdeel meer in Ontw. NEN 1087:2019.
- Bijlage A bevat de bepalingsmethode voor de praktijkmeting aan een ventilatiecomponent.
- Bijlage B bevat de bepaling van de aard van de situatie voor de berekening van de verdunningsfactor.
- Bijlage C bevat een aantal praktijksituaties in relatie met de bepaling van de verdunningsfactor.

## 3 Inhoudelijke uitwerking

### 3.1 Luchtverversing

#### 3.1.1 Verblijfsruimten

##### 3.1.1.1 Algemeen

###### *Uitgangspunt*

NEN 1087 zal worden uitgebreid met een methode waarmee de prestaties van de voorzieningen voor luchtverversing kunnen worden bepaald afhankelijk van de technische parameters van het onderhavige ventilatiesysteem. Hierdoor kan, met redelijke betrouwbaarheid, zo worden ontworpen dat het ventilatiesysteem aan de minimale prestatie-eisen uit het Bouwbesluit kan voldoen.

Concreet betekent dit dat met NEN 1087, naast de volgens het Bouwbesluit *te installeren capaciteit per verblijfsruimte*, een reële inschatting gegeven kan worden van de naar verwachting optredende *luchtuitwisseling per verblijfsruimte*.

Het uitgangspunt dat 90% van de gebruikstijd de minimaal vereiste ventilatiecapaciteiten kunnen worden gerealiseerd is in de nieuwe NEN 1087 ongewijzigd.

###### *Uitwerking*

In de nieuwe opzet van NEN 1087 wordt een onderscheid gemaakt tussen de berekening van de capaciteit van de ventilatievoorzieningen (dimensionering) en de nieuwe kwalitatieve beoordeling. Bij die kwalitatieve beoordeling is het uitgangspunt een zo goed mogelijke inschatting te geven van het daadwerkelijke ontstaan van luchtuitwisseling. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen verblijfsgebieden en 'natte ruimten', en er wordt onderscheid gemaakt tussen perioden van aan- en afwezigheid.

Het is van belang te benadrukken dat daarbij steeds op *vertrekniveau* wordt geredeneerd, dat wil zeggen voor de verblijfsgebieden in het gebouw als geheel. Dit sluit aan bij het principe van vrije indeelbaarheid in de vigerende bouwregelgeving; het praktijkgebruik van een verblijfsgebied wordt niet gereguleerd. Er vindt daarom ook geen berekening plaats van de luchtuitwisseling per individueel vertrek in een specifiek gebouw; dit is alleen mogelijk met een meerzone-luchtstroommodel. Dat is ten opzichte van de dimensioneringsberekening een arbeidsintensief proces, dat ook een hoge mate van technische deskundigheid vraagt. Het verplichten van een dergelijk rekenmodel voor elke bouwvraag is daarom ongewenst; zeker omdat er ook dan nog sprake blijft van een simulatie.

Dat er geen absolute zekerheid ontstaat voor elke individuele situatie onder iedere omstandigheid, sluit aan bij het uitgangspunt dat met de aanwezige voorzieningen in 90 % van de gebruikstijd in principe de minimale capaciteit kan worden gerealiseerd, dus daadwerkelijke luchtuitwisseling plaats vindt.

### 3.1.1.2 Luchttoevoer

#### *Uitgangspunt*

NEN 1087 zal worden aangepast/uitgebreid met een bandbreedte, waarbinnen de methode voor het vaststellen van de capaciteit van de ventilatievoorzieningen kan worden toegepast. Basis hiervoor zijn de volgende uitgangspunten t.a.v. de minimale en maximale verse luchttoevoer bij aanwezigheid van personen:

Min. Luchtverversing bij aanwezigheid personen :  $q_p = 7$  l/s per persoon

Max. Luchtverversing bij aanwezigheid personen :  $q_p = 12$  l/s per persoon

Opmerking. Voor de woonfunctie geldt, uitgaande van minimaal 7 l/s per persoon, in BB2012 een capaciteitseis gebaseerd op l/s.m<sup>2</sup> verblijfsgebied/-ruimte. Voor overige gebruiksfuncties geldt een capaciteitseis, gebaseerd op een minimale luchttoevoer per persoon .

NEN 1087 dient tevens toepasbaar te zijn voor de bepaling van de ventilatiecapaciteit in verblijfsruimten, zijnde slaapkamers. Specifiek voor verblijfsruimten in gebruik als ouderslaapkamer, waarbij het uitgangspunt voor luchtverversing 14 l/s (2 personen) bedraagt.

Om schadelijke emissies uit materialen af te voeren wordt *bij afwezigheid van personen* een minimale luchtverversing als aanvullend uitgangspunt opgenomen in de te herziene NEN 1087.

Min. Luchtverversing bij afwezigheid personen :  $q_b = 0,1$  l/s.m<sup>2</sup> (i.v.m. emissies uit materialen)

Opmerking. Overwogen kan worden om dit op termijn als prestatie-eis op te nemen in de Bouwregelgeving (toekomstig BB)

#### *Uitwerking*

In Ontw. NEN 1087:2019 is de capaciteitsberekening nu integraal opgenomen. Daarbij is in de redactie van het opstellen van de methodiek veel aandacht voor het feit dat het de minimaal vereiste capaciteit volgens de regelgeving betreft.

De genoemde 'maximale luchtverversing per persoon' is echter niet gevolgd. De veronderstelling die daaraan ten grondslag ligt is namelijk dat een grotere geïnstalleerde capaciteit (op gebouwniveau) per definitie meer luchtuitwisselingen zal genereren (op ruimteniveau). Uit de literatuur is bekend dat tussen de geïnstalleerde capaciteit (op gebouwniveau) en de luchtuitwisseling op ruimteniveau niet altijd een rechtstreeks verband bestaat. Veel bepalender zijn de regelmogelijkheden, de beïnvloeding door de inrichting en de mate van afhankelijkheid van binnen- en buitenomstandigheden. Deze aspecten komen aan de orde bij de kwalitatieve beoordeling van de voorzieningen. Daarbij blijft het mogelijk om een minder goede kwalitatieve score te compenseren door van een hogere geïnstalleerde capaciteit uit te gaan. In de voorgestelde systematiek ligt het echter niet voor de hand om daar een vaste waarde of streefwaarde bij aan te houden. Daarom is het uitgangspunt 'maximale luchtverversing 12 l/s/pp' niet overgenomen.

Ontw. NEN 1087:2019 is vanzelfsprekend rechtstreeks geschikt voor het berekenen van een hogere ventilatiecapaciteit, als in de bouwregelgeving een minimale capaciteit van 14 l/s voor een tweepersoons slaapkamer wordt opgenomen.

De maat voor de minimale luchtverversing bij afwezigheid van personen maakt onderdeel uit van de kwalitatieve beoordeling. Daarbij wordt aangesloten bij (pr)EN-16798-1. Geadviseerd wordt echter om dit ook als zelfstandige grenswaarde te laten opnemen in de bouwregelgeving. Dit wordt in het overleg met het ministerie van BZK besproken.

### 3.1.1.3 Luchtoverstroom

#### *Uitgangspunt*

NEN 1087 zal worden aangepast/uitgebreid met een methode waarmee de benodigde overstroomvoorzieningen kunnen worden bepaald in het ontwerp. Basis hiervoor zijn de volgende uitgangspunten t.a.v. het maximum aantal overstroomvoorzieningen en de daarbij maximaal aan te houden luchtsnelheid:

Luchtsnelheid over de overstroomvoorziening : < 0,83 m/s

Overstroomvoorziening in luchtstromingstraject : Maximaal 2 overstroomvoorzieningen

Opmerking. Een maximale luchtsnelheid van 0,83 m/s over de overstroomvoorziening komt in praktijk overeen met het realiseren van een luchtdoorlaat met een minimale oppervlakte van 0,0012 m<sup>2</sup> per dm<sup>3</sup>/s

#### *Uitwerking*

De bepalingsmethode voor de overstroomvoorzieningen is uitgewerkt en als voorwaarde opgenomen in hoofdstuk 5.

### 3.1.1.4 Luchtafvoer

#### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten.

#### *Uitwerking*

De aard van de drijvende krachten wordt meegenomen bij de voorgestelde nieuwe indeling in ventilatiesysteemtypen. Daarmee maakt dit integraal onderdeel uit van Ontw. NEN 1087:2019.

Bovendien zal in de norm een bepalingsmethode worden opgenomen voor de probabilliteit dat met componenten voor een van deze systemen de berekende capaciteit bij toepassing kan worden gerealiseerd. Dit is nader uitgewerkt in de hoofdstuksgewijze toelichting bij hoofdstuk 6.

### 3.1.2 Natte ruimten

#### *Uitgangspunt*

De momentane afvoerstroom via luchtafvoervoorzieningen dient te bedragen:

Voor de badkamer en keuken : minimaal 2,0 dm<sup>3</sup>/s

Voor de toiletruimte(n) en was/droogruimten : minimaal 1,4 dm<sup>3</sup>/s

Hiervan mag gemotiveerd worden afgeweken als het regelsysteem daartoe aanleiding geeft. In dat geval mag voor deze minimale momentane afvoerstroom worden uitgegaan van een gemiddelde luchtafvoerstroom over een systeemafhankelijke tijdstap, gelijk of kleiner dan 1 uur.

De verdeling van deze minimale ventilatiestromen moet zodanig zijn dat, gemiddeld over 24 uur, ten minste 50% wordt afgevoerd uit de natte ruimten door de afvoervoorzieningen (dus niet door naden of kieren, afvoer via roosters of ramen en dergelijke). Het overige deel mag via de verblijfsruimten worden afgevoerd.

#### *Uitwerking*

De maat voor de minimale luchtverversing (in het uitgangspunt vermeld als: 'momentane afvoerstroom') in de laagste bedieningsstand maakt onderdeel uit van de kwalitatieve beoordeling. Daarbij wordt aangesloten bij (pr)EN-16798-1. Geadviseerd wordt echter om dit ook als zelfstandige grenswaarde te laten opnemen in de bouwregelgeving; de redactie van dit uitgangspunt wijst ook in die richting. Dit is in het overleg met het ministerie van BZK besproken. Het ministerie zal zich na publicatie van NEN 1087 over dit aspect beraden en eventueel op dit punt nader advies inwinnen.

### 3.1.3 Overige ruimten

#### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten, anders dan het kunnen voldoen aan de minimale BB-eisen.

#### *Uitwerking*

Vooralsnog wordt de bestaande bepalingsmethode uit NEN 1087:2001 overgenomen; alleen de tekst wordt waar nodig geredigeerd en aangepast aan de overige hoofdstukken.

### 3.1.4 Luchtdoorlatendheid scheidingsconstructie

#### *Uitgangspunt*

NEN 1087 zal worden aangepast/uitgebreid met een methode waarmee de prestaties van het (type) ventilatiesysteem t.o.v. de luchtdichtheid van de gebouwschil kunnen worden bepaald.

Basis hiervoor zijn de volgende uitgangspunten t.a.v. een minimale en maximale luchtdoorlatendheid van de thermische schil ( $q_{v,10}$ ) in relatie tot de beoordeling van de luchtuitwisseling per verblijfsruimte:

Klasse 1	Basis	$q_{v,10} > 0,6 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ voldoet aan het bouwbesluit, geen bijzondere eisen
Klasse 2	Goed	$q_{v,10}$ tussen 0,3 en 0,6 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ = energiezuinig bouwen
Klasse 3	Uitstekend	$q_{v,10} < \text{circa } 0,15 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ = passief bouwen of andere vormen van zeer energiezuinig bouwen

#### *Uitwerking*

Dit aspect wordt op twee punten in de nieuwe bepalingmethode meegenomen:

- 1) Bij het vastleggen van de invloedsfactoren, gekoppeld aan het ventilatiesysteemtype (VST).

De invloed van de luchtdoorlatendheid in relatie met de drijvende kracht komt per systeemtype tot uitdrukking in de bepaling van de waarschijnlijkheid (probabiliteit) dat de in laboratoriumomstandigheden bepaalde capaciteit in de praktijk gerealiseerd wordt. Zie hiervoor hoofdstuk 6 en de toelichting daarop.

- 2) Bij de kwalitatieve beoordeling (bepaling van de optredende luchtuitwisseling) en de berekening van *AEP* en *AER*.

Aspecten als dwarsventilatie en overventilatie via ondichtheden in de gebouwschil wegen mee in de berekening van beide grootheden.

### 3.2 Thermisch comfort

#### *Uitgangspunt*

De toevoer van verse lucht veroorzaakt in de leefzone van een verblijfsgebied een volgens NEN 1087 bepaalde luchtsnelheid die niet groter is dan 0,2 m/s. Dit uitgangspunt geldt over de gehele bandbreedte, waarbinnen de methode voor het vaststellen van de capaciteit van de ventilatievoorzieningen kan worden toegepast (paragraaf 3.1.1).

#### *Uitwerking*

Voor deze bepalingmethode wordt nu verwezen naar NEN-EN 13141-1. Daarmee gaat in de praktijk een iets strengere beoordeling gelden voor het thermisch comfort, omdat op een kortere afstand van de ventilatiecomponent wordt gemeten (0,5 m in plaats van 1,0 m). Dit komt tegemoet aan de ervaring van tocht door gebouwgebruikers in situaties die nu normatief voldoen. Hierbij gaat wel een groter aantal aspecten een rol spelen (wijze van verwarming, thermische kwaliteit van de gevel, inblaasttemperatuur). Deze zaken zijn in NEN-EN 13141-1 normatief vastgelegd.

### 3.3 Regelbaarheid en bediening

#### 3.3.1 Luchttoevoer

##### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten.

##### *Uitwerking*

Opzet van Ontw. NEN 1087 2019 is naast een bepalingsmethode voor de capaciteit een beoordeling/classificatie van de regelmogelijkheden en de effectiviteit hiervan op de te realiseren luchtverversing.

Indien wordt besloten dat er in de bouwregelgeving een grenswaarde wordt vastgesteld voor de *AEP*, zal het erop neerkomen dat voor systemen zonder enige vorm van (automatische) regeling een hogere capaciteit geïnstalleerd zal moeten worden, terwijl voor meer geavanceerde systemen met de gebruikelijk te installeren capaciteit kan worden volstaan. Vooralsnog is er echter sprake van een privaatrechtelijk te gebruiken methode.

#### 3.3.2 Luchtafvoer

##### *Uitgangspunt*

Voorzieningen voor *luchtafvoer* uit verblijfsruimten, natte en overige ruimten zijn voorzien van de regelstand Automatisch\*\* waarbij continu aan de uitgangspunten uit paragraaf 3.1 Luchtverversing kan worden voldaan.

\*\*Automatisch betekent in dit geval zonder handeling of tussenkomst van de bewoner/gebruiker.

##### *Uitwerking*

De vormgeving van dit uitgangspunt is gebaseerd op de waarneming dat de toepassing van automatische regeling in de praktijk de standaard wordt (een ontwikkeling die positief wordt gewaardeerd door de NsC Ventilatie). Zoals nu geformuleerd, impliceert het echter het verplicht opleggen van een automatische regelmogelijkheid. Het is de vraag of dat wenselijk is en, indien positief beantwoord, zou dit betekenen dat de inrichtingseisen in Bouwbesluit 2012 moeten worden uitgebreid.

Uit de uitwerking van Ontw. NEN 1087:2019 volgt een andere benadering. Bij de kwalitatieve beoordeling weegt een automatische regelmogelijkheid mee. Deze zal leiden tot een hogere ventilatie-efficiëntie en een betere score op de kwaliteitsindicator (*AEP*). Dit maakt de bepalingsmethode ook goed toepasbaar voor het beoordelen van aanwezige voorzieningen in bestaande situaties. Dit is een voordeel met het oog op het laten vervallen van een separate norm voor bestaande bouw (NEN 8087).



### 3.4 Verdunning

#### *Uitgangspunt*

Geadviseerd wordt aanvullend een beoordelingsmethodiek in NEN 1087 op te nemen ten aanzien van de maximaal aanvaardbare kortsluitstromen\* (netto/bruto luchtvolumestroom en dus verdunning) bij toepassing van decentrale, mechanisch gebalanceerde ventilatie-units in het ventilatiesysteem.

Opmerking. Bij decentrale ventilatiesystemen, op vertrekniveau, kan een deel van de vervuilde afvoerlucht die naar buiten wordt afgevoerd weer worden overgedragen aan de toevoerlucht naar dezelfde ruimte.

Deze "verdunning" is minder kritisch doordat b.v. geuroverlast uit andere ruimten ontbreekt. Er is echter wel sprake van een verminderde ventilatie-effectiviteit.

#### *Uitwerking*

De methode voor het bepalen van de verdunningsfactor is aangepast in Ontw. NEN1087:2019. Voor het gesignaleerde probleem is een standaardwaarde opgenomen. Daarnaast zijn in meer algemene termen de randvoorwaarden genoemd waaraan een luchtstroommodel moet voldoen waarmee een voldoende mate van verdunning – onafhankelijk van een specifieke situatie – kan worden bepaald. Dit biedt met name een oplossing voor standaardcomponenten en voor complexe praktijksituaties.

Voor grotere afvoerluchtvolumestromen (> 1000 l/s) worden drie oplossingen geboden. Op de eerste plaats worden de randvoorwaarden genoemd die een beoordelingskader vormen voor het ontwikkelen van standaardoplossingen en -producten, zoals dakkappen en luchtbehandelingskasten; voor dit marktsegment een relevante toevoeging. Voor specifieke situaties wordt het in de praktijk al veel toegepaste pluimmodel van ASHRAE als normatief alternatief opgenomen, middels een verwijzing naar de betreffende bijlage in NEN 2757-2. Tot slot wordt voor een aantal veel voorkomende, relatief eenvoudige, situaties een forfaitaire oplossing vastgelegd in bijlage C, op basis van ervaringen uit de praktijk.

#### **3.4.1 Luchtkwaliteit (toevoer en afvoer)**

#### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten.

#### *Uitwerking*

Op dit punt worden geen nadere randvoorwaarden of bepalingsmethoden opgenomen; conform de uitgangspunten.

Wellicht is er wel aanleiding om dit nader te beschouwen. Uitgangspunt is nu dat de buitenlucht voldoende schoon (rein) is. Ten aanzien van CO<sub>2</sub> is dat bijna altijd het geval, maar, in tegenstelling tot de binnensituatie als indicator voor de luchtverversing bij aanwezigheid van personen, is CO<sub>2</sub> voor het beoordelen van de kwaliteit van de buitenlucht aanzienlijk minder geschikt. Vervuiling door diverse bronnen (verkeer, industrie, landbouw, houtstook, etc.) leiden tot plaatselijk (ernstig) verhoogde concentraties van fijnstof, NO<sub>x</sub>, ozon en dergelijke in zowel stedelijke omgeving als op het platteland. In die situaties lijkt filtering van buitenlucht een serieuze optie, ook in sectoren waarbij dit in het verleden niet werd toegepast.

### **3.5 Capaciteit spuivoorziening**

#### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten.

#### *Uitwerking*

De methode blijft in de basis ongewijzigd. Wel wordt de tekst geredigeerd en geactualiseerd.

Het uitgangspunt dat de luchtreinheid via de ventilatievoorzieningen kan worden voorzien blijft in de nieuwe NEN 1087 ongewijzigd. Spuivoorzieningen blijven, zoals nu, bedoeld voor bijzondere situaties (bijv. aangebrand eten, afvoeren verfdampen uit huis etc.). Spuien voor temperatuurregeling zou een wenselijke aanvulling zijn. In de nieuwe NEN 1087 zoeken we daarbij aansluiting bij richtlijnen die in Europees verband worden ontwikkeld. Geadviseerd wordt om ook t.a.v. dit punt een zelfstandige grenswaarde te laten opnemen in de bouwregelgeving. Dit wordt in het overleg met het ministerie van BZK besproken.

Voor ventilatiekoeling wordt een specifieke bepalingsmethode opgenomen, waarbij zo veel mogelijk wordt aangesloten bij Europese ontwikkelingen op dat vlak.

### **3.6 Capaciteit toevoer verbrandingslucht**

#### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten.

#### *Uitwerking*

De methode blijft in de basis ongewijzigd, conform NEN 1087:2001. Wel wordt de tekst geredigeerd en geactualiseerd.

### **3.7 Plaats instroomopening**

#### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten.

#### *Uitwerking*

Geen normatieve bepalingen in NEN 1087.

### **3.8 Stromingsrichting**

#### *Uitgangspunt*

Geen aanvullende uitgangspunten.

### *Uitwerking*

De statistische waarschijnlijkheid van het optreden van een gewenste stromings(richting) voor componenten bij een natuurlijke drijvende kracht, maakt integraal onderdeel uit van de beoordeling van het ventilatiesysteemtype (VST) en weegt mee bij de kwalitatieve beoordeling. Daarbij wordt dan steeds beoordeeld op de P10-waarde (90 % overschrijding bij 10 Pa drukverschil). Zie hiervoor de hoofdstuksgewijze toelichting bij hoofdstuk 6.

## **3.9 Geluid ventilatievoorzieningen**

### *Uitgangspunt*

Voorzieningen voor *luchtverversing* van verblijfsruimten, natte en overige ruimten resulteren in de automatische regelstand (volgens 3.3.2) – waarbij continu aan de uitgangspunten uit paragraaf 3.1 Luchtverversing kan worden voldaan – in een geluidsniveau in de verblijfsruimte dat voldoet aan de eisen conform het Bouwbesluit.

### *Uitwerking*

Geen normatieve bepalingen in NEN 1087. Bouwbesluit wijst voor geluidsaspecten naar NEN 5077.

## **3.10 Invloed gebruiker**

### *Uitgangspunt*

Ventilatiesystemen die de gebouwgebruiker met informatie ondersteunen bij de correcte bediening zullen naar verwachting tot betere luchtuitwisseling per vertrek leiden dan systemen die volledig afhankelijk zijn van het waarnemingsvermogen en het bedieningsgedrag van gebruikers.

→ Zie uitgangspunt nieuwe NEN 1087 onder 3.3 Regelbaarheid en Bediening - Luchttoevoer

Ventilatiesystemen die automatisch de luchtuitwisseldebieten regelen verhogen naar verwachting de betrouwbaarheid, op te bereiken luchtuitwisseling per vertrek, nog verder.

→ Zie uitgangspunt nieuwe NEN 1087 onder 3.3 Regelbaarheid en Bediening – Luchtafvoer.

Ventilatiesystemen die in de automatische regelstand voldoen aan de eisen t.a.v. het gewenste geluiddrukkniveau in de verblijfsruimte verlagen naar verwachting de kans op het laag zetten of zelfs geheel uitschakelen van de ventilatievoorzieningen.

→ Zie uitgangspunt nieuwe NEN 1087 onder 3.10 Geluid Ventilatievoorzieningen

Ventilatiesystemen die zijn uitgelegd op een bezettingsprofiel verhogen naar verwachting de betrouwbaarheid, op te bereiken luchtuitwisseling per vertrek, nog verder.

→ Zie paragraaf 4.6.3 uit VLA methodiek gelijkwaardigheid v1.2 (2015) als uitgangspunt voor nieuwe NEN 1087.

### *Uitwerking*

De invloed van de gebruiker maakt integraal onderdeel uit van de kwalitatieve beoordeling van de ventilatiesystemen en beïnvloedt de score op de nieuwe parameters *AEP* en *AER*. Zie de hoofdstuksgewijze toelichting voor een nadere onderbouwing.

## **DEEL B HOOFDSTUKSGEWIJZE TOELICHTING**

### **1 Onderwerp en toepassingsgebied**

#### **1.1 Onderwerp**

Deze norm geeft bepalingsmethoden voor gebouwen voor:

- de nominale ventilatiecapaciteit van een ventilatiesysteem (bestaande uit componenten voor de toevoer van verse lucht, de overstroomcomponent en de component voor afvoer van binnenlucht);
- de inrichting van een voorziening voor luchtverversing, betrekking hebbende op het thermisch comfort, de richting van de luchtstroming, de regelbaarheid en de plaats van een toevoeropening van een component voor de toevoer van buitenlucht en een afvoeropening van de component voor de afvoer van binnenlucht, merendeels door normatieve verwijzing naar andere (in Europees verband vastgelegde en in Nederland geaccepteerde) normen;
- de mate van waarschijnlijkheid van functioneren van het ventilatiesysteem;
- de capaciteit van componenten voor spuiventilatie en voor zomernachtventilatie (ventilatieve koeling);
- de verdunningsfactor.

#### **1.2 Toepassingsgebied**

De norm is bedoeld te worden toegepast bij nieuwbouw van gebouwen. In deze norm wordt daarbij onderscheid gemaakt naar gebouwen met een gebruiksfunctie anders dan wonen en gebouwen mét de gebruiksfunctie wonen.

### **2 Normatieve verwijzingen**

In Ontw. NEN 1087:2019 wordt in de tekst zo verwezen dat de bepalingen ervan geheel of gedeeltelijk ook voor Ontw. NEN 1087:2019 gelden. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde editie van toepassing. Bij ongedateerde verwijzingen is de laatste editie van het document (met inbegrip van eventuele wijzigingsbladen en correctiebladen) waarnaar is verwezen van toepassing.

Uitgangspunt betreffen Europese normen voor ventilatie op het gebied van componenten, producten en berekeningsmethoden (energieprestatie en ventilatie).

### **3 Termen en definities**

Voor de toepassing van Ontw. NEN 1087:2019 gelden de in dit hoofdstuk van de norm vermelde termen en definities.

## **4 Symbolen en afkortingen**

### **4.1 Symbolen**

Voor het gebruik van symbolen in Ontw. NEN 1087:2019 wordt in principe zo veel mogelijk aangesloten bij het symboolgebruik in de Europese EPB-normenset (de EN 16798-reeks).

### **4.2 Afkortingen**

De in Ontw. NEN 1087:2019 gehanteerde afkortingen zijn met regelmaat gebaseerd op Engelstalige terminologie. Hier wordt de vertaling én omschrijving van de afkorting weergegeven.

## **5 Bepalingsmethode voor de ventilatiecapaciteit van een gebouw**

**OPMERKING** Bij het samenstellen van Ontw. NEN 1087:2019 zijn de gebruiksfuncties in de bouwregelgeving gedefinieerd in artikel 1.1, lid 2 en 3 van Bouwbesluit 2012. De wettelijke eisen voor de capaciteit van ventilatievoorzieningen in gebouwen zijn gesteld in afdeling 3.6 van Bouwbesluit 2012.

### **5.1 Bepalingsmethode voor de capaciteit van componenten van een ventilatiesysteem**

De bepalingmethode voor ventilatiecomponenten is vastgelegd in diverse NEN-EN-normen; deze worden in de praktijk ook toegepast. In de Nederlandse bouwregelgeving wordt echter verwezen naar NEN 1087. Door de verwijzing naar de NEN-EN-normen op te nemen in Ontw. NEN 1087:2019 wordt hieraan tegemoet gekomen.

Op een aantal onderdelen zijn nadere invullingen nodig, wanneer de NEN-EN-invullingen per land dat mogelijk maakt; deze zijn in Ontw. NEN 1087:2019 opgenomen.

#### **5.1.1 Beproevingmethoden**

##### **5.1.1.1 Principe**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

##### **5.1.1.2 Praktijkmethode**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

##### **5.1.1.3 Bestaande gebouwen**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **5.1.2 Maatgevende drukverschil**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **5.1.3 Overige componenten**

#### **5.1.3.1 Algemene formule**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **5.1.3.2 Luchtsnelheid**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## **5.2 Bepalingsmethode ventilatiecapaciteit gebruiksfunctie anders dan een woonfunctie**

### *Inleiding*

Er wordt onderscheid gemaakt naar een bepalingmethode voor woonfuncties en andere gebruiksfuncties, omdat de grondslag van de eis in Bouwbesluit 2012 verschilt. Weliswaar betreft het steeds een capaciteitseis in  $\text{dm}^3/\text{s}$ , maar de eis voor utiliteitsgebouwen is gesteld op basis van het aantal personen, die voor woonfuncties op het oppervlak aan verblijfsgebied.

De reden om de rekenmethode in formulevorm op te nemen in Ontw. NEN 1087:2019, is dat er in de praktijk veel fouten mee gemaakt worden en er regelmatig interpretatieverschillen ontstaan. De uitwerking is daarmee een handreiking naar de advies-, ontwerp- en toetspraktijk. Daarmee wordt ook het raadplegen van een separate praktijkrichtlijn of praktijkgids minder noodzakelijk.

### **5.2.1 Voorwaarden**

Voor het functioneren van afzonderlijke ventilatiecomponenten als systeem is ook de grootte van de overstroomvoorzieningen van belang. Om deze in te passen in de rekenmethode, is de bepaling daarvan als voorwaarde geformuleerd.

De capaciteit wordt bepaald door de absolute waarde van het verschil tussen de aanwezige toe- en afvoercapaciteit per ruimte. De richting van de stroming over de overstroomvoorziening is daarmee niet van belang.

#### **5.2.1.1 Voorwaarde aan de aanwezigheid en grootte van overstroomvoorzieningen**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **5.2.2 Minimaal te installeren capaciteit**

De methode is een uitwerking van de eisen uit de bouwregelgeving. Door de benadering als ventilatiesysteem wordt echter duidelijk dat er sprake is van een afstemming tussen toe- en afvoervoorzieningen, waarbij de grootste van deze maatgevend is (formule 5.4).

#### **5.2.2.1 Minimaal vereiste capaciteit afvoervoorzieningen gebruiksfunctie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **5.2.2.2 Minimaal vereiste capaciteit toevoorzieningen gebruiksfunctie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## **5.3 Bepalingmethode ventilatiecapaciteit van een woonfunctie**

Zie voor een algemene toelichting ook de inleiding bij paragraaf 5.2.

### **5.3.1 Voorwaarden**

Voor het functioneren van afzonderlijke ventilatiecomponenten als systeem is ook de grootte van de overstroomvoorzieningen van belang. Om deze in te passen in de rekenmethode, is de bepaling daarvan als voorwaarde geformuleerd.

De capaciteit wordt bepaald aan de hand van de absolute waarde van het verschil tussen de aanwezige toe- en afvoercapaciteit per ruimte. De richting van de stroming over de overstroomvoorziening is daarmee niet van belang.

De voorwaarden in deze paragraaf zijn inhoudelijk gelijk aan die van paragraaf 5.2.1. Uit het oogpunt van het gebruik van de norm in de praktijk is deze dubbel opgenomen.

#### **5.3.1.1 Voorwaarde aan de aanwezigheid en grootte van overstroomvoorzieningen**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **5.3.2 Minimaal te installeren capaciteit**

De methode is een uitwerking van de eisen uit de bouwregelgeving. Door de benadering als ventilatiesysteem wordt echter duidelijk dat er sprake is van een afstemming tussen en toe- en afvoervoorzieningen, waarbij de grootste van deze maatgevend is (formule 5.9).

Met name ten aanzien van de capaciteit van de toevoorziening worden in de praktijk veel fouten gemaakt, onder andere door de (vermeende) onduidelijkheid over de minimaal vereiste capaciteit bij een ingedeeld verblijfsgebied en de toepassing van de 70 %-regel. Door dit in formulevorm (formule 5.11 t/m 5.14) weer te geven wordt de correcte interpretatie ondubbelzinnig vastgelegd.

#### **5.3.2.1 Minimaal vereiste capaciteit afvoervoorzieningen woonfunctie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **5.3.2.2 Minimaal vereiste capaciteit toevoorzieningen woonfunctie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **5.3.2.3 Minimaal vereiste capaciteit van verblijfsgebieden**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **5.3.2.4 Minimaal vereiste capaciteit toevoer voor verbrandingslucht**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## 5.4 Thermisch comfort

De bepalingsmethode voor thermisch comfort is een verwijzing naar NEN-EN 13141-1. Daarmee gaat in de praktijk een iets strengere beoordeling gelden voor het thermisch comfort, omdat op een kortere afstand van de ventilatiecomponent wordt gemeten (0,5 m in plaats van 1,0 m). Dit komt tegemoet aan de ervaring van tocht door gebouwgebruikers in situaties die nu normatief voldoen. Aangetekend moet wel worden dat daarbij een groter aantal aspecten een rol speelt (wijze van verwarming, thermische kwaliteit van de gevel, inblaastemperatuur); deze zaken zijn in NEN-EN 13141-1 normatief vastgelegd.

### 5.4.1 Bepalingsmethode

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## 6 Indeling in ventilatiesysteemtypen en bepalingsmethode waarschijnlijkheid van functioneren

### 6.1 Indeling in ventilatiesysteemtypen

De ventilatievoorzieningen in een gebouw worden ingedeeld naar ventilatiesysteemtype (VST). Bij deze indeling worden de onderdelen van het ventilatiesysteem in het gebouw, of de betreffende zone in dat gebouw, gekarakteriseerd naar drijvende kracht voor toe- en afvoer en naar het gegeven of de invloed van deze drijvende kracht direct of indirect wordt uitgeoefend. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar de ventilatievoorzieningen voor verblijfsruimten en verblijfsgebieden (in Engelstalige documenten aangeduid met *habitable spaces* (HS)) en naar de ventilatievoorzieningen voor natte ruimten of serviceruimten (in Engelstalige documenten aangeduid met *exhaust spaces* (ES)).

De indeling in ventilatiesysteemtypen (VST) is gegeven in tabel 6.1 van Ontw. NEN 1087:2019.

Deze indeling wijkt af van de oorspronkelijke indeling uit NPR 1088, later verder uitgewerkt in NEN 8088-1. Die indeling sluit onvoldoende aan bij de diversiteit van ventilatie-oplossingen die momenteel wordt aangeboden. Bovendien is de indeling volgens NEN 8088-1 onlogisch van opbouw.

De nieuwe indeling is overgenomen uit een onderzoek van VHK en UGent in opdracht van EVIA.

#### 6.1.1 Indeling van de ventilatievoorzieningen naar ventilatiesysteemtype

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### 6.1.2 Aanduiding van toe- en afvoervoorzieningen

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### 6.2 Bepalingsmethode waarschijnlijkheid van functioneren

De marktsituatie ten tijde van het samenstellen van deze norm wordt gekenmerkt door het feit dat impliciet wordt verondersteld dat, wanneer aan het Bouwbesluit wordt voldaan, de ventilatieprestatie van alle systemen onderling vergelijkbaar is. Wetenschappelijk veldonderzoek in verschillende landen heeft inmiddels aangetoond dat dit niet het geval is en dat er grote



verschillen zijn in prestaties van ventilatiesystemen die voldoen aan de bouwregelgeving [1-5]. Met nieuw simulatieonderzoek zijn deze bevindingen uit veldonderzoek bevestigd [6].

Deze situatie leidt ertoe dat systemen voornamelijk worden geselecteerd op basis van laagste kosten dan wel op energieprestatie. De ventilatieprestatie is niet zichtbaar en speelt geen rol van betekenis. Als gevolg zijn R&D-activiteiten van de industrie hoofdzakelijk gericht op het verder reduceren van het energieverbruik en veel minder op het verbeteren van de ventilatieprestatie.

In de hierna beschreven methodiek worden de ventilatieprestatie van Bouwbesluit-conforme systemen bepaald. Dit sluit aan bij het door NEN vastgestelde uitgangspuntendocument. De methode is gebaseerd op de methodologie zoals omschreven in [7-8], en bepaalt de waarschijnlijkheid dat de geïnstalleerde capaciteit aan luchtverversing c.q. luchtuitwisseling op vertrekniveau daadwerkelijk optreedt tijdens aanwezigheid en anderzijds dat de minimum capaciteit optreedt tijdens afwezigheid.

### 6.2.1 Methode

De mate van waarschijnlijkheid, ofwel de probabiliteit, dat de geïnstalleerde capaciteit van een ventilatievoorziening in een vertrek (of een groep van vertrekken) ook daadwerkelijk leidt tot een lucht volumestroom die ten minste gelijk is aan de voor dat vertrek beoogde lucht volumestroom, hangt af van verschillende factoren:

- 1) De bedienings- en regelmogelijkheden die zijn toegepast: de probabiliteit correcte bediening ( $PCO$ )
- 2) De kans dat de geïnstalleerde ventilatiecapaciteit ( $q_{v,inst}$ ) ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd ( $Pq_{v,inst}$ ).

#### 6.2.1.1 Probabiliteit correcte bediening: $PCO$

Afhankelijk van het ventilatiesysteemtype zijn bepaalde bedienings- en regelmogelijkheden toepasbaar. Afhankelijk van de bedienings- en regelmogelijkheden die zijn gekozen en geïnstalleerd kan worden bepaald wat de probabiliteit is dat de toe- en afvoervoorzieningen correct worden bediend. Correct betekent in dit verband dat de toe- en afvoervoorzieningen op maximale capaciteit staan ingesteld tijdens aanwezigheid, en op minimale capaciteit tijdens afwezigheid.

Deze probabiliteit wordt vastgelegd in de vorm van normatief vastgestelde tabelwaarden, en is gebaseerd op een combinatie van literatuur-, praktijk- en modelonderzoek en *expert judgement*. Voor de verschillende combinaties van lucht toe- en afvoervoorzieningen en de daarbij geselecteerde bedienings- of regelmogelijkheden zijn dergelijke tabellen samengesteld, waarin de probabiliteit dat bediening op de juiste wijze gebeurt, is weergegeven.

Deze gedifferentieerde benadering van de waardering van bedienings- en regelmogelijkheden per type ruimte maakt het mogelijk om een genuanceerde inschatting te maken van het effect van gekozen regelprincipes. Niet alle sensoren zijn immers even geschikt voor alle ruimtetypes.

Is de  $PCO$  voor periodes van afwezigheid en aanwezigheid bekend ( $PCO_{pres}$  en  $PCO_{abs}$ ), dan kan daarmee de control factor  $f_{cntrl,pres}$  en  $f_{cntrl,abs}$  worden berekend. Deze control factoren zijn maatgevend voor de kans dat de bediening correct is om tijdens aanwezigheid de daadwerkelijk geïnstalleerde capaciteit en tijdens afwezigheid de minimale capaciteit te realiseren.

In paragraaf 6.2.1 is de samenhang in formulevorm gegeven (formule 6.1 en 6.2). De waarden van  $PCO_{pres}$  en  $PCO_{abs}$  is per definitie een getal tussen 0 en 1.

De PCO-waarden zijn een weergave van de waarschijnlijkheid van het correct functioneren van de regeling, maar deze hebben een samenhang met de drijvende kracht van het ventilatiesysteem. De uiteindelijke waarde is dus geen eigenschap van de regeling, maar een kenmerk van een regeling bij toepassing op een ventilatiesysteemtype (VST). Aanvankelijk zijn alle PCO-waarden afgeleid per type bediening. In overleg met de begeleidende projectgroep zijn deze in de uiteindelijke normtekst uitgewerkt in samenvattende tabellen in hoofdstuk 7 (tabellen 1 t/m 10). In dit achtergronddocument zijn ter informatie de oorspronkelijke tabellen, met de bijbehorende overwegingen, weergegeven.

**PCO-waarden handbediende NDS-voorzieningen in verblijfsruimten**

**Tabel A.6.1 Probabiliteit dat gekozen type handbediende NDS-voorziening correct wordt bediend op basis van de aan- en afwezigheid van mensen**

<b>Probabiliteit correcte bediening (PCO) bij handbediende roosters in VR's</b>						
Type Verbljfsruimte		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
		klein klepraam	standaard rooster geen drukreg.	drukregeling 5 Pa < ΔP < 10 Pa	drukregeling 1 Pa < ΔP < 5 Pa	drukregeling ΔP < 1 Pa
Alle VR's	presence	0.10	0.20	0.50	0.55	0.65
	absence	0.90	0.75	0.60	0.60	0.60

Percentages geven de probabiliteit (in % van de tijd) dat roosters in de juiste stand staan, d.w.z.: open tijdens aanwezigheid en gesloten tijdens afwezigheid.

Overwegingen die een rol hebben gespeeld bij de samenstelling van deze tabel zijn de volgende:

- Hoe beter de drukregeling van de NDS-voorzieningen, hoe beter de waarden voor correcte bediening tijdens aanwezigheid (NDS-voorziening staat vaker open omdat er in mindere mate sprake is van tocht/comfortklachten) en hoe slechter tijdens afwezigheid (NDS-voorziening staat ook vaker open omdat men vergeet ze te sluiten).
- Hoe slechter de drukregeling van de NDS-voorzieningen, en hoe slechter de waarden voor correcte bediening tijdens aanwezigheid (NDS-voorziening staat vaker dicht vanwege tocht/comfortklachten), hoe beter de waarden voor correcte bediening tijdens afwezigheid (NDS-voorziening staat vaker dicht vanwege tocht en hieraan gerelateerd energieverlies).
- Waarden voor de betere drukgeregelde roosters (kolom D en E) zijn gebaseerd op praktijkonderzoek [9] (waarden voor slaapkamers (70 %) en woonkamers (50 %) zijn hier gemiddeld).

**PCO-waarden handbediende MDS/MDE-voorzieningen en automatisch bediende MDS/MDE/NDS-voorzieningen, bediend vanuit verblijfsruimten**

**Tabel A.6.2 Probabiliteit dat gekozen type bediening/regeling de hoog/laag instelling van de ventilatievoorzieningen correct inschakelt op basis van de aan- en afwezigheid van mensen**

Type bediening / regeling		VR of HS	
		aanw/max	afw/min
<b>0</b>	geen bediening	0.00	1.00
<b>1</b>	handbediend	0.50	0.75
<b>2</b>	klok/tijdschema	0.60	0.80
<b>3</b>	lokale RH-sensor	0.50	1.00
<b>4</b>	RH-sensor voor zone	0.35	1.00
<b>5</b>	centrale RH-sensor	0.25	1.00
<b>6</b>	PIR-sensor	0.60	1.00
<b>7</b>	lokale TVOC-sensor	1.00	0.75
<b>8</b>	TVOC-sensor voor zone	0.70	0.80
<b>9</b>	centrale TVOC-sensor	0.50	0.80
<b>10</b>	lokale CO <sub>2</sub> -sensor	1.00	1.00
<b>11</b>	CO <sub>2</sub> -sensor voor zone	0.70	0.85
<b>12</b>	centrale CO <sub>2</sub> -sensor	0.50	0.80
<b>13</b>	Bi-direct. laser	1.00	1.00

Overwegingen die een rol hebben gespeeld bij de samenstelling van deze tabel zijn de volgende:

- Indien geen bediening mogelijk is, staat de ventilatievoorziening altijd in de minimale stand.
- Voor handbediende MDS/MDE-voorzieningen in verblijfsruimten worden de resultaten van praktijkonderzoek m.b.t. natte ruimten aangehouden [9], waarbij is geconstateerd dat in ca. 75 % van de gevallen de ventilatievoorziening op maximaal wordt gezet tijdens aanwezigheid. De voorzieningen worden minder vaak naar minimum waarde geschakeld tijdens afwezigheid.
- Bij regeling door een klok/tijdschema wordt ingeschat wat de overlap is tussen klokschema en het werkelijke aanwezigheidspatroon in de verschillende verblijfsruimten
- De vochtproductie van mensen tijdens aanwezigheid in verblijfsruimten is beperkt en daarbij behorende RH-veranderingen vaak kleiner dan de RH-veranderingen veroorzaakt door andere zaken dan sec aanwezigheid. RH-sensoren zijn daarom minder goed in staat om de aanwezigheid in verblijfsruimten adequaat te detecteren. RH-sensoren zijn redelijk goed bruikbaar voor het vaststellen of mensen al dan niet aanwezig zijn, hetgeen het geval is als de voor binnentemperatuur gecorrigeerde RH-waarde overeenkomt of in de buurt ligt van de RH-buiten.
- Lokale sensoren reageren in de regel (mits op juiste positie geïnstalleerd) beter en sneller dan sensoren die een zone (bijv. slaapzone of woonzone) bedienen; sensoren die in de centrale afvoerleiding zijn geïnstalleerd reageren nog slechter op lokale bezettingswijzigingen in verblijfsruimten.
- PIR-sensoren zijn goed geschikt om afwezigheid te detecteren; de correcte detectie van aanwezigheid hangt af van de instellingen van de sensor en de mate waarin de personen in de verblijfsruimten bewegen. Voor slaapkamers zijn ze dus minder geschikt. Bovendien wordt alleen aanwezigheid vastgesteld en niet het aantal personen in een ruimte.
- TVOC-sensoren zijn geschikt voor de detectie van aanwezigheid van mensen. Wanneer de gemeten TVOC-waarden worden geëmuleerd naar een equivalent van de CO<sub>2</sub>-concentratie, vallen deze in de regel aanzienlijk hoger uit. Omdat TVOC overal vandaan kan komen, ook buiten, zijn ze minder geschikt om de afwezigheid van mensen te detecteren.
- CO<sub>2</sub>-sensoren en bi-directionele lasers geplaatst in de doorgangen zijn beide prima oplossingen om de aanwezigheid of afwezigheid van mensen in verblijfsruimten te bepalen.

**PCO-waarden lokale, automatisch- en handbediende MDE/NDE-voorzieningen natte ruimten**

**Tabel A.6.3 - Probabiliteit dat gekozen type van bediening/regeling, de hoog/laag instelling van de ventilatie-voorzieningen correct inschakelt op basis van vochtproductie c.q. de aan- en afwezigheid van mensen in natte ruimten.**

Type bediening / regeling		keuken		badkamer		toilet		utility		andere	
		aanw/ max	afw/ min	aanw/ max	afw/ min	aanw/ max	afw/ min	aanw/ max	afw/ min	aanw/ max	afw/ min
<b>0</b>	geen bediening	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
<b>1</b>	handbediend	0.75	0.90	0.75	0.90	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
<b>2</b>	klok/tijdschema	0.70	0.70	0.40	0.40	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30
<b>3</b>	lokale RH-sensor	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75
<b>4</b>	RH-sensor voor zone	0.70	1.00	0.70	1.00	0.00	1.00	0.55	0.55	0.55	0.55
<b>5</b>	centrale RH-sensor	0.60	1.00	0.60	1.00	0.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50
<b>6</b>	PIR-sensor	0.80	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>7</b>	lokale TVOC-sensor	1.00	0.80	0.90	0.80	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>8</b>	TVOC-sensor voor	0.80	0.60	0.70	0.60	0.70	0.60	0.70	0.60	0.70	0.60
<b>9</b>	centrale TVOC-sensor	0.60	0.40	0.50	0.40	0.50	0.40	0.50	0.40	0.50	0.40
<b>10</b>	lokale CO2-sensor	1.00	1.00	0.80	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00
<b>11</b>	CO2-sensor voor zone	0.80	0.90	0.60	0.90	0.40	0.90	0.40	0.90	0.40	0.90
<b>12</b>	centrale CO2-sensor	0.60	0.80	0.40	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80
<b>13</b>	Bi-direct. laser	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Overwegingen die een rol hebben gespeeld bij de samenstelling van deze tabel zijn de volgende:

1. Indien geen bediening mogelijk is, staat de ventilatievoorziening altijd in de minimale stand.
2. Bij handbediende MDE/NDE-voorzieningen worden de resultaten van praktijkonderzoek m.b.t. natte ruimten aangehouden [9], waarbij is geconstateerd dat in ca. 75 % van de gevallen de ventilatievoorziening op maximaal wordt gezet tijdens aanwezigheid. De voorzieningen worden niet in alle gevallen naar minimum waarde geschakeld tijdens afwezigheid.
3. Bij regeling door een klok/tijdschema wordt ingeschat wat de overlap is tussen klokschema en het werkelijke aanwezigheidspatroon in de verschillende natte ruimten; voor toiletbezoek is deze match vanzelfsprekend minimaal, voor keukengebruik kan deze match redelijk nauwkeurig zijn, wanneer de eettijden voor alle dagen redelijk vastliggen.
4. De vochtproductie van mensen tijdens aanwezigheid in natte ruimten (toilet uitgezonderd) is vaak aanzienlijk en daarbij behorende RH-veranderingen duidelijk merkbaar. RH-sensoren zijn daarom goed te gebruiken voor natte ruimten, uitgezonderd de toiletruimte. RH-sensoren zijn ook goed bruikbaar voor het vaststellen of vochtconcentraties lang genoeg laag zijn om de ventilatie naar de lagere stand te schakelen.
5. Lokale sensoren reageren in de regel (mits op juiste locatie geïnstalleerd) beter en sneller dan sensoren die een zone (bijv. slaapzone of woonzone) bedienen; sensoren die in de centrale afvoerleiding zijn geïnstalleerd, reageren nog slechter op lokale bezettingswijzigingen in verblijfsruimten.
6. PIR-sensoren zijn goed geschikt om afwezigheid te detecteren; de correcte detectie van aanwezigheid hangt af van de instellingen van de sensor en de mate waarin de personen in de natte ruimten bewegen. Ze zijn niet geschikt om vochtproductie te detecteren, maar omdat in natte ruimten vochtproductie vaak samengaat met de aanwezigheid van personen hebben ze een redelijk goede probabiliteit-score.
7. TVOC-sensoren zijn geschikt voor de detectie van aanwezigheid van mensen maar niet per se voor vochtproductie. Omdat TVOC overal vandaan kan komen, ook van buiten, zijn ze minder geschikt om afwezigheid van mensen te detecteren.
8. CO2-sensoren zijn geschikt voor de detectie van aanwezigheid van mensen, maar in tegenstelling tot TVOC reageren ze alleen op CO2 en daardoor ook iets langzamer dan TVOC-sensoren. In natte ruimten waar korte verblijfstijden kunnen voorkomen (badkamer, toilet, utility) scoren ze daarom slechter dan TVOC-sensoren tijdens aanwezigheid. Tijdens afwezigheid scoren de CO2-sensoren iets beter dan de TVOC-variant, omdat TVOC vanuit alle bronnen kan komen, ook tijdens afwezigheid van personen en ook van buiten.
9. Bi-directionele lasers geplaatst in de doorgangen is een valide oplossing om de aanwezigheid of afwezigheid van mensen in natte ruimten te bepalen.

### 6.2.1.2 Probabiliteit $q_{v;inst}$ ( $Pq_{v;inst}$ )

De parameters die van invloed zijn op de  $Pq_{v;inst}$  (de kans dat de geïnstalleerde capaciteit wordt gerealiseerd) staan vermeld in de laatste kolom van tabel 6.2 van Ontw. NEN 1087:2019.

Toelichting op de in de laatste kolom van tabel 6.2 genoemde parameters die  $Pq_{v;inst}$  beïnvloeden:

Invloedsfactor	Omschrijving	Waarde
$10^{\circ}\text{PerC}_{\text{NDS}}$	<p><math>10^{\circ}</math> percentiel van de kansverdeling dat de optredende luchtstroom over de NDS-voorzieningen als gevolg van de lokale winddruk, overeenkomt met de geïnstalleerde capaciteit.</p> <p>Toelichting: Voor de bepaling van de ventilatieprestatie is voor het <math>10^{\circ}</math> percentiel gekozen, omdat dan met 90 % zekerheid kan worden gesteld dat ten minste de geïnstalleerde capaciteit beschikbaar is. Berekeningen zijn uitgevoerd voor een gemiddelde meteorologische windsnelheid van 3.5 m/s, een factor <math>C_{\text{rgh};10;\text{site}}</math> van 0.8 [vglns. EN 16798-7, sectie B.3.4.2], een <math>\rho</math>-waarde van 1.2 kg/m<sup>3</sup>, een <math>C_p</math>-waarde van 0.75 [vglns EN 16798-7, sectie B.3.3.4] en een standaarddeviatie van 1.75 m/s. Berekende waarde is naar boven afgerond op veelvouden van 0.05.</p>	0.40
$10^{\circ}\text{PerC}_{\text{NDE}}$	<p><math>10^{\circ}</math> percentiel van de kansverdeling dat de optredende luchtstroom over de NDE-voorzieningen, als gevolg van het schoorsteeneffect, overeenkomt met de geïnstalleerde capaciteit.</p> <p>Toelichting: Voor de bepaling van de ventilatieprestatie is voor het <math>10^{\circ}</math> percentiel gekozen, omdat dan met 90 % zekerheid kan worden gesteld dat ten minste de geïnstalleerde capaciteit beschikbaar is. Berekeningen zijn uitgevoerd voor een gemiddelde buitentemperatuur van 10 °C, een standaarddeviatie op de buitentemperatuur van 6.54 °C, een <math>\rho</math>-waarde van 1.2 kg/m<sup>3</sup>, een gemiddelde schoorsteenhoogte van 3.0 m. Berekende waarde is naar boven afgerond op veelvouden van 0.05.</p>	0.45
$10^{\circ}\text{PerC}_{\text{NDS+NDE}}$	<p><math>10^{\circ}</math> percentiel van de kansverdeling dat de optredende luchtstroom over de gezamenlijke NDS- en NDE-voorzieningen als gevolg van winddruk en schoorsteeneffect overeenkomt met de geïnstalleerde capaciteit.</p> <p>Toelichting: Voor de bepaling van de ventilatieprestatie is voor het <math>10^{\circ}</math> percentiel gekozen, omdat dan met 90 % zekerheid kan worden gesteld dat ten minste de geïnstalleerde capaciteit beschikbaar is. Berekeningen zijn uitgevoerd met de hiervoor genoemde waarden.</p> <p>Berekende waarde is naar boven afgerond op veelvouden van 0.05.</p>	0.60
$P_{\text{loef/lij}}$	<p>Probabiliteit dat de NDS-voorzieningen aan de loefzijde liggen.</p> <p>Toelichting: Er wordt aangenomen dat de helft van de NDS-voorzieningen aan de loefzijde ligt. De forfaitaire waarde voor <math>P_{\text{loef/lij}}</math> wordt daarmee 0.50.</p>	0.50
$P_{\text{drs;HS}}$	<p>Probabiliteit dat de binnendeuren van de verblijfsruimten in de juiste stand staan om de beoogde luchtstromen te faciliteren (waarde afhankelijk van aantal deuren).</p> <p>Toelichting: Waarde is afhankelijk van het aantal binnendeuren van verblijfsruimten. Forfaitaire waarden: 1.00 bij 1 deur, 0.85 bij 2 of 3 deuren en 0.75 bij meer dan 3 deuren.</p>	1 of 0.85 of 0.75
$P_{\text{drs;ES}}$	<p>Probabiliteit dat de binnendeuren van de exhaust ruimten in de juiste stand staan om de beoogde luchtstromen te faciliteren (waarde afhankelijk van aantal deuren).</p> <p>Toelichting: Waarde is afhankelijk van het aantal binnendeuren van verblijfsruimten. Forfaitaire waarden: 1.00 bij 1 deur, 0.85 bij 2 of 3 deuren en 0.75 bij meer dan 3 deuren.</p>	1 of 0.85 of 0.75
$\text{PCO}_{\text{NDS}}$	<p>Probabiliteit dat NDS-voorzieningen altijd in de goede stand staan (d.w.z. dicht of minimaal tijdens afwezigheid en open of maximaal tijdens aanwezigheid).</p> <p>Toelichting: Waarde voor <math>\text{PCO}_{\text{NDS}}</math> wordt bepaald m.b.v. de volgende formule:  <math>\text{PCO}_{\text{NDS}} = (\text{PCO}_{\text{NDS;pres}} + \text{PCO}_{\text{NDS;abs}}) / 2</math>. De <math>\text{PCO}</math>-waarden zelf zijn afhankelijk van het type bediening; forfaitaire waarden hiervoor worden gegeven in de betreffende tabellen.</p>	te berekenen waarde
$P_{\text{inf}}$	<p>Invloed die de luchtdichtheid van het gebouw heeft op de probabiliteit dat de beoogde luchtstromen (MIE/NDE/MIS) worden gerealiseerd.</p> <p>Toelichting: Waarde voor <math>P_{\text{inf}}</math> wordt bepaald m.b.v. de volgende formule: <math>P_{\text{inf}} = C1 / (C1 + C2)</math>, waarbij <math>C1</math> de luchtstroomcapaciteit bij 1 Pa voorstelt van de beoogde ventilatievoorzieningen, en <math>C2</math> de infiltratie bij 1 Pa voorstelt, vermenigvuldigd met het aandeel infiltratie dat niet in de beoogde ruimten optreedt.</p>	te berekenen waarde

## 7 Bepalingsmethode voor de ventilatieprestatie-indicator voor woonfuncties

Centraal in hoofdstuk 7 staat de bepaling van de indicator voor de mate van luchtuitwisseling:  $AEP$  (Air Exchange Performance). Deze ventilatieprestatie-indicator wordt bepaald door de voor een bepaald gebouw of zone berekende  $AER$  (Air Exchange Rate) te delen door de referentie  $AER$ .

### 7.1 Bepalingsmethode ventilatieprestatie-indicator: $AEP$

In algemene zin wordt in deze paragraaf eerst de situatie voor een willekeurig vertrek gegeven. De  $AEP$  wordt apart berekend voor verblijfsruimten en natte ruimten en voor zowel perioden van aanwezigheid als perioden van afwezigheid. Vervolgens wordt in paragraaf 7.2 de berekeningswijze per VST gespecificeerd in tabelvorm.

Voor de gezamenlijke verblijfsruimten wordt één representatieve  $AER_{HS}$  bepaald, waarbij de gemiddelde  $AEP$  van de verblijfsruimten (tijdens aanwezigheid en tijdens afwezigheid) wordt bepaald, beide gewogen naar hun aandeel  $A_i$  (in %) in het totale oppervlak van de verblijfsruimten.

Deze twee gemiddelden worden vervolgens opgeteld en door 2 gedeeld, waarbij de  $AEP_{HS}$  tijdens aanwezigheid een weegfactor 7 krijgt en de  $AEP_{HS}$  tijdens afwezigheid een weegfactor 1 (zie formule 7.3 en 7.4)

De  $AEP_{HS}$  tijdens aanwezigheid weegt het zwaarst, omdat er juist tijdens aanwezigheid sprake is van mogelijke blootstelling van bewoners aan concentraties vervuilende stoffen. Om te voorkomen dat de  $AEP_{HS;tot}$  eenvoudig kan worden verhoogd door de luchtuitwisseling tijdens afwezigheid te verhogen, wordt een relatief groot verschil (7 : 1) tussen de weegfactoren gehanteerd.

Ook voor de gezamenlijke natte ruimten wordt één representatieve  $AER_{ES}$  bepaald, waarbij de gemiddelde  $AEP$  van de natte ruimten (tijdens aanwezigheid en tijdens afwezigheid) wordt bepaald, beide gewogen naar hun aandeel (in %) in het totale afgevoerde debiet  $q_{ES}$ .

Voor natte ruimten geldt dat het tijdens aanwezigheid belangrijk is om direct lucht uit te wisselen en alle geproduceerde vocht/dampen/geuren direct naar buiten af te voeren. Echter, vaak zal het niet voldoende zijn om alleen tijdens aanwezigheid voldoende afvoer te realiseren. Vocht kan zich ophopen in het gebouw (stucwerk etc.), waardoor het nodig is dat ook tijdens afwezigheid nog voldoende lucht wordt afgevoerd. Om deze reden weegt de luchtuitwisseling tijdens afwezigheid voor een aanzienlijk deel (33 1/3 %) mee in de bepaling van de  $AEP_{ES;tot}$ .

#### 7.1.1 Bepaling van de $AEP$ per ruimte

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### 7.1.2 Bepaling gemiddelde $AEP$ voor verblijfsruimten c.q. natte ruimten

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

##### 7.1.2.1 Representatieve $AEP$ verblijfsruimten $AEP_{HS;tot}$

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### 7.1.2.2 Representatieve *AEP* natte ruimten $AEP_{ES;tot}$

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### 7.1.3 Referentie *AER* : $AER_{ref}$

Zie Ontw. NEN 1087: 2019.

## 7.2 Overzicht toe te passen rekenmethoden per ventilatiesysteemtype

Deze paragraaf bestaat uit een serie tabellen. Per VST is de bepalingsmethode voor *AEP* en *AER* samengevat (tabellen VST 1 t/m VST 7). Daarin wordt verwezen naar overzichtstabellen waarin type regelingen, type bediening en de bijbehorende forfaitaire en normatieve waarden zijn vastgelegd (tabellen 1 t/m 10).

### Rekenblad

Ten behoeve van besluitvorming in Projectgroep en Nsc Ventilatie over de inhoud van deze norm is ter informatie een rekenblad verstrekt waarbij als voorbeeld de berekening van *AEP* en *AER* voor VST 3 is uitgewerkt. In overleg met marktpartijen wordt onderzocht of deze rekenbladen kunnen worden uitgebreid naar alle voor de Nederlandse markt relevante VST's en openbaar beschikbaar kunnen worden gesteld.

## 8 Bepalingsmethode voor de capaciteit van spui- en zomernachtventilatie

### 8.1 Algemeen

In bepaalde ruimten moet een voorziening aanwezig zijn om sterk verontreinigde binnenlucht snel te kunnen afvoeren of om een gebouw te kunnen koelen met buitenlucht. Deze voorzieningen bestaan over het algemeen uit te openen delen in de gevels of het dak. Soms zijn deze voor beide functies bruikbaar, vandaar dat de bepalingsmethode in samenhang wordt uitgewerkt.

Deze bepalingsmethode maakt onderscheid tussen bepaling van de capaciteit van spuiventilatie en van zomernachtventilatie.

### 8.2 Spuiventilatie

De methode voor de bepaling van de spuicapaciteit is inhoudelijk ongewijzigd ten opzichte van voorgaande versies van NEN 1087; de tekst is redactioneel aangepast.

De methode bestaat uit het bepalen van de geometrische afmetingen van de spui-opening (in de regel een raam of een ander beweegbaar deel van de gevel van een gebouw). Gecombineerd met de normatief bepaalde in rekening te brengen luchtsnelheid.

Als opmerking is opgenomen dat de mechanische component voor spuien niet zonder meer gelijkwaardig is, als deze slechts gebaseerd is op de volgens paragraaf 8.2.2 bepaalde capaciteit.

#### 8.2.1 Principe

Zie Ontw. NEN 1087:2019.



## **8.2.2 Bepaling van de capaciteit van een spuicomponent**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **8.2.2.1 Effectieve oppervlakte van een spuicomponent**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **8.2.2.2 Bepaling van de luchtsnelheid bij spuivoorzieningen**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## **8.3 Zomernachtventilatie**

### **8.3.1 Algemeen**

Zomernachtventilatie (ook wel *ventilatieve koeling* genoemd) is een specifieke toepassing van te openen delen in een gebouwschil voor het afvoeren van warme binnenlucht, om overmatige opwarming van de binnenlucht te beperken. Deze situatie doet zich met name voor in een zomernacht. De aanwezigheid van voorzieningen voor zomernachtventilatie heeft invloed op de energieprestatie van het gebouw. Daarom zijn de voorwaarden afgestemd op hoofdstuk 11 van NTA 8800:2018.

Om te voldoen aan de eisen van Bouwbesluit 2012 voor het weren van ratten en muizen, invloed van neerslag en inbraakveiligheid is de beoordeling in geopende stand en worden eisen gesteld aan de doorlaat (gaas of perforatie), de regenwerendheid en aan de inbraakwerendheid. Dat is bij spuivoorzieningen niet het geval, omdat daarbij wordt uitgegaan van een korte openingstijd bij aanwezigheid van personen.

Er wordt geen eis gesteld aan bescherming tegen ongedierte bij dakluiken en dakramen met een hellingshoek > 45°, omdat op basis van het werkingsprincipe (thermiek) en zodanige luchtstroom mag worden verondersteld, dat aanvullende maatregelen niet noodzakelijk zijn. Dit blijkt ook uit praktijkervaringen.

Er wordt onderscheid gemaakt naar woonfuncties, omdat daar de bruikbaarheid mede beïnvloed wordt door de mate van insectenwering tijdens het slapen.

### **8.3.2 Randvoorwaarden**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **8.3.3 Bepaling van de capaciteit van een component voor zomernachtventilatie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **8.3.3.1 Effectieve oppervlakte van een component voor zomernachtventilatie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **8.3.3.2 Bepaling van de luchtsnelheid bij zomernachtventilatie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## **9 Bepalingsmethode voor de verdunningsfactor**

De methode voor het bepalen van de verdunningsfactor is aangepast, maar blijft gebaseerd op de oorspronkelijke formule. De methode voor luchthoeveelheden > 1000 dm<sup>3</sup>/s is toegevoegd, omdat deze ontbrak in de voorgaande versie, hoewel er vanuit Bouwbesluit 2012 wel naar werd verwezen.

Zie verder de toelichting bij 3.4.

### **9.1 Inleiding**

#### **9.1.1 Verdunning ventilatie-afvoerlucht**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **9.1.2 Onderscheid**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **9.1.3 Sommatie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **9.1.4 Principe**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **9.2 Voorzieningen voor afvoer van ventilatielucht met totale capaciteit ≤ 1000 dm<sup>3</sup>/s**

#### **9.2.1 Principe**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **9.2.2 Forfaitaire waarden voor de afstand**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

##### **9.2.2.1 Bijzondere situatie: één verblijfsruimte**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

##### **9.2.2.2 Minimale afstand ten opzichte van de ventilatieafvoer**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **9.2.3 Rekenregels**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **9.2.3.1 Berekening**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## **9.3 Voorzieningen voor afvoer van ventilatielucht met totale capaciteit > 1000 dm<sup>3</sup>/s**

### **9.3.1 Bepaling van de benodigde verdunning**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

### **9.3.2 Berekening met een luchtstroommodel**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **9.3.2.1 Randvoorwaarden bij de beoordeling van een specifieke situatie**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

#### **9.3.2.2 Randvoorwaarden voor een algemene beoordeling**

Zie Ontw. NEN 1087:2019.

## Bibliografie

- [1] Tappler, P., Hutter, H.P., Hengsberger, H., Ringer, W. (2014), *Lüftung 3.0 – Bewohnergesundheit und Raumluftqualität in neue errichteten energieeffizienten Wohnhäusern*, Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie (IBO), Wien, Austria.
- [2] McGill, G.M., Oyedele, L.O., Keeffe, G.K., McAllister, K.M., Sharpe, T. (2015), 'Bedroom Environmental Conditions in Airtight Mechanically Ventilated Dwellings', Conference Proceedings Healthy Buildings, Europe May 2015, The Netherlands, Paper ID548.
- [3] Sharpe, T., McGill, G., Gupta, R., Gregg, M., Mawditt, I., (2016), 'Characteristics and Performance of MVHR Systems', A meta study of MVHR systems used in the Innovative UK Building Performance Evaluation Programme, Report published by Fourwalls Consultants, MEARU and Oxford Brookes University.
- [4] Laverge, J., Delghust, M., Janssens, A., (2015), 'Carbon dioxide concentrations and humidity levels measured in Belgian standard and low energy dwellings with common ventilation strategies', *International Journal of Ventilation*, 14(2) p. 165-180.
- [5] Van Holsteijn, R.C.A., Li, W.L., Valk, H.J.J., Kornaat, W. (2016), 'Improving the IAQ- & Energy Performance of Ventilation Systems in Dutch Residential Dwellings', *International Journal of Ventilation*, 14(4), p. 363-370.
- [6] Kornaat, W., Bezemer, R. (2016), 'Voorstudie voor herziening NEN 1087', TNO-rapport TNO2016R10956.
- [7] Van Holsteijn, R.C.A., Knoll, B., Valk, H.J.J., Hofman, M.C. (2015), 'Reviewing Legal Framework and Performance Assessment Tools for Residential Ventilation Systems', Proceedings of the 36th AIVC Conference, Madrid, Spain.
- [8] Van Holsteijn, R.C.A., Laverge, J., Li, W.L. (2017), 'Methodology for assessing the air-exchange performance of residential ventilation systems', Proceedings of the 38th AIVC Conference, Nottingham, United Kingdom.
- [9] Van Holsteijn, R.C.A., Li, W.L., namens Consortium Monicair deel A (2014), 'Resultaten van een monitoring onderzoek naar de binnenluchtkwaliteit- en energieprestaties van ventilatiesystemen in de woningbouw', Eindrapport WP1a.
- [10] Van Holsteijn, R.C.A., Valk, H.J.J., Laverge, J., Li, W.L. (2018), 'Including air-exchange performance in building regulation', Proceedings of the 39<sup>th</sup> AIVC Conference, Juan-les-Pins, France