

SKH-Beoordelingsgrondslag

Luchtdichtheidsmetingen



zekerheid met meerwaarde

Uitgave: SKH

Dit document mag alleen worden gebruikt met bronvermelding

Algemene informatie

Deze SKH-Beoordelingsgrondslag is door SKH opgesteld.

Deze beoordelingsgrondslag is tot stand gekomen op initiatief van:

Nederlandse Branchevereniging voor Luchtdichtheidsmetingen (NBvL)

Deze beoordelingsgrondslag vervangt de SKH-Beoordelingsgrondslag 13-01 d.d. 25-04-2016.

Deze eerste uitgave van deze beoordelingsgrondslag is op 16-09-2014 door de certificatie-instelling SKH vastgesteld.

Voorwoord

Dit document is tot stand gekomen door de vele interpretaties over de metingen die verricht worden voor de registratie van de luchtdoorlatendheid (luchtdichtheid) van gebouwen. De normen NEN 2686, NEN-EN 13829 en **NEN-EN-ISO 9972:2015** zijn niet allesomvattend, een reden voor interpretatieverschillen. Er zijn verschillende soorten apparatuur te verkrijgen voor luchtdichtheidsmetingen. Ze hebben alle hetzelfde doel: het meten van de luchtvolumestroom die door de schil naar binnen of naar buiten gaat, door het drukverschil met etappes te verhogen of te verlagen, om vervolgens de volumestroom te kunnen registreren. De richtlijnen die door verschillende meetbureaus gebruikt worden, over hoe er gemeten moet worden om inzicht te krijgen in de luchtdoorlatendheid van een gebouw, zijn echter verschillend. Bijvoorbeeld: welke ruimten neem je qua volume wel of niet mee in de software/berekening en welke openingen zet je dicht of plak je af? Duidelijkheid over hoe de metingen daadwerkelijk verricht moeten worden is er niet, het is in Nederland niet eenduidig vastgelegd. Dit document bevat richtlijnen, die door meerdere bedrijven zijn goedgekeurd. Het is een leidraad waar een ieder die luchtdichtheidsmetingen verricht, mee uit de voeten kan. Uw bedrijf krijgt hierdoor voor dit specialisme de erkenning van betrouwbaarheid en kwaliteit.

Opmerking: de officiële term is luchtdoorlatendheid, vaak wordt gesproken over luchtdichtheid. In dit document worden beide termen gebruikt.

Uitgever:

Certificatie-instelling SKH

Postbus 159

6700 AD WAGENINGEN

Telefoon: (0317) 45 34 25

E-mail: mail@skh.nl

Website: <http://www.skh.nl>

© SKH

Niets uit dit drukwerk mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SKH, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

1.	INLEIDING	5
1.1	Algemeen.....	5
1.2	Toepassingsgebied.....	5
2.	DOELSTELLING	6
3.	TERMEN EN DEFINITIES	7
4.	MEETCONDITIES.....	11
4.1	TE METEN ZONES	11
4.2	Eisen en staat van het gebouw.....	13
4.2.1	Eisen (herhaling van de norm).....	13
4.3	Methode en materiaal	13
4.3.1	Keuze van de methode	13
4.3.2	Meetapparatuur.....	13
4.3.3	Benodigde meetinstrumenten	14
4.3.4	Visuele controle meetinstrumenten	14
4.3.5	Kalibreren.....	14
5.	VOORBEREIDING VAN HET GEBOUWEN	15
5.1	Verwarming, ventilatie en andere apparatuur.....	15
5.1.1	Algemene regel voor de openingen in de gebouwschil van de te meten zone	15
5.1.2	Mechanische ventilatiesystemen	15
5.1.3	Openingen waaraan nog gewerkt wordt of wachtopeningen	16
5.1.4	Brandkleppen	16
5.1.5	Openingen in ruimten die grenzen aan de te meten zone	17
5.1.6	Openingen binnenin de te meten zone.....	17
5.1.7	Meetprocedure.....	17
5.2	Installatie van de apparatuur	17
5.3	Aanbevelingen	18
5.3.1	Positie meettoestel (gevel/volume van het gebouw)	18
5.3.2	Slang t.b.v. meting drukverschil over de schil	18
5.3.3	Metten van kleine volumes (luchtverlies ≤ 750 l/sec/10Pa).....	19
5.3.5	Metten van koel-/vriescellen (en -huizen).....	19
6.	BEREKENING VAN HET TOTALE LUCHTLEKDEBIET	21
7.	VERMELDINGEN IN HET RAPPORT.....	22
8.	PROCEDURE TER VERKRIJGING VAN DE KWALITEITSVERKLARING	24
8.1	Start	24
8.2	Toelatingsonderzoek	24
8.3	Beoordeling van het kwaliteitssysteem van de aanvrager.....	24
8.4	Afgifte van het persoonscertificaat.....	24
8.5	Externe kwaliteitszorg.....	24
9.	EISEN TE STELLEN AAN HET KWALITEITSSYSTEEM.....	25
9.1	Algemeen.....	25
9.2	Verantwoordelijkheid	25
9.3	Beheerder van het kwaliteitssysteem	25
9.4	Kwaliteitssysteem	25
9.4.1	Beheersing van documenten	25
9.5	Interne kwaliteitsbewaking.....	25
9.6	Registratie.....	25
9.7	Kalibratie	26
9.8	Toelevering	26
9.9	Meetapparatuur.....	26

9.10	Metingen en rapportages met tekortkomingen	26
9.11	Klachtenbehandeling	26
9.12	Uitbesteding	26
10.	MERKEN	27
11.	EISEN TE STELLEN AAN DE EXTERNE CONTROLE	28
11.1	Algemeen.....	28
11.2	Toelatingsonderzoek	28
11.3	Jaarlijkse controle	28
12.	REFERENTIES	29
13.	DOCUMENTENLIJST	30
14.	BIJLAGE A CONTROLELIJST (NIET) TE SLUITEN OPENINGEN EN UIT TE SCHAKELEN TOESTELLEN	31
15.	BIJLAGE B CHECKLIST (INFORMATIEF)	32
16.	BIJLAGE SKH-PERSOONSCERTIFICAAT	35

1. INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

Deze beoordelingsgrondslag dient als grondslag voor de SKH-Kwaliteitsverklaring Luchtdichtheidsmetingen.

In deze Beoordelingsgrondslag zijn de richtlijnen vastgelegd die moeten worden nageleefd bij het meten van de luchtdoorlatendheid van gebouwen omwille van reproduceerbaarheid en uniformiteit. Deze Beoordelingsgrondslag richt zich in hoofdzaak op de meettechnicus van metingen. Het Bouwbesluit verwijst naar de NEN 2686. Deze norm komt grotendeels overeen met de norm NEN-EN 13829. In dit document zijn de eisen vanuit de **NEN-EN-ISO 9972:2015 reeds meegenomen**, voor de meting van het luchtlekdebiet van de gebouwschil. De luchtdichtheidsmeting wordt uitgevoerd om inzicht te krijgen in de voorschriften die zijn gesteld aan de kwaliteit van gebouwen zoals beschreven in de NEN-normen, aangestuurd door het Bouwbesluit. Deze voorschriften zijn opgesteld uit het oogpunt van energiezuinigheid en bouwfysische kwaliteit.

1.2 TOEPASSINGSGBIED

Deze beoordelingsgrondslag en de SKH-Kwaliteitsverklaringen hebben betrekking op de meting en toetsing van de luchtdoorlatendheid van een gebouw.

Het uitgangspunt voor de meting is om te toetsen in hoeverre de luchtdoorlatendheid van een gebouw overeenkomt met de eis uit het Bouwbesluit en de gehanteerde infiltratiewaarde in de EP-berekening, uitgedrukt in $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$. Deze gehanteerde waarde wordt dan ook getoetst. Hetzelfde geldt voor de n_{50} waarde.

In het Bouwbesluit wordt de eis gesteld (dit is de ondergrens) dat de hoeveelheid lucht die door de schil naar buiten treedt niet groter mag zijn dan $200 \text{ dm}^3/\text{s}$ of $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ bij een drukverschil van 10 Pa (bij gebouwwolume tot 500 m^3), of een afgeleide hiervan. Deze beoordelingsgrondslag beschrijft de meetmethode met meerdere mogelijke varianten en legt de eisen vast die moeten worden nageleefd, naast de normen NEN 2686, NEN-EN 13829 **en NEN-EN-ISO 9972:2015**. De kennis van deze normen is een noodzakelijke voorwaarde bij het toepassen van dit document. Wanneer, door de aanvrager van de test, het resultaat van de luchtdichtheidsmeting van een gebouw in kaart is gebracht, wordt getoetst of de beoogde waarden zijn gehaald uit de gehanteerde energieprestatieberekening.



Een belangrijk aandachtspunt bij energiezuinig bouwen is het beperken van de luchtdoorlatendheid. Hiermee wordt ongewenste infiltratie van de koude lucht naar binnen en exfiltratie van warme lucht naar buiten beperkt.

Met luchtdoorlatendheid wordt bedoeld, de mate waarin de schil van een gebouw lucht doorlaat (door kieren, naden en materialen) bij een bepaald drukverschil. Een lage luchtdoorlatendheid (ofwel: een hoge luchtdichtheid) wordt bereikt door een goed ontwerp, de keuze voor het juiste materiaal, een juiste voorbereiding en een zorgvuldige uitvoering.

De mate van luchtdichtheid en de plaats en grootte van eventuele luchtlekken kunnen, naast het effect op het energieverlies en de luchtkwaliteit, consequenties hebben voor de waterdichtheid, het risico op inwendige condensatie door convectie, comfort, geluidwering en brandwerendheid. Let op: bij luchtdicht bouwen is er een duidelijke relatie met het ventilatiesysteem.

2. DOELSTELLING

Algemeen

Het doel van deze beoordelingsgrondslag is duidelijkheid verschaffen in de wijze waarop luchtdoorlatendheidsmetingen moeten worden uitgevoerd.

Metingen die uitgevoerd zijn met inachtnaam van de in deze beoordelingsgrondslag opgenomen aanwijzingen, zijn reproduceerbaar.

Doel van de luchtdoorlatendheidsmeting

Het doel van een luchtdoorlatendheidsmeting is het kunnen vaststellen van de mate van infiltratie/exfiltratie door de gebouwschil en dit te toetsen aan de voor het betreffende gebouw geldende eisen.

De eisen liggen over het algemeen vast in het Bouwbesluit, EP-berekening, NEN-normen, bestekken of in andere private regelingen die horen bij de regeling passief bouwen, BREEAM, enz.

Andere redenen voor het uitvoeren van een luchtdoorlatendheidsmeting kunnen zijn:

- het inzichtelijk maken van de luchtlekken (met bijvoorbeeld rook);
- het vaststellen van de ernst (en omvang) van de aangetroffen luchtlekkages;
- het beoordelen van bouwschades (denk aan vochtindringing als gevolg van convectie);
- het beoordelen van klachten zoals tocht, niet warm kunnen krijgen enz.;
- controleren op/waarborgen van de kwaliteit van de schil van een gebouw.

Naast het meten van de luchtdoorlatendheid en het vaststellen van de ernst/omvang van de aangetroffen luchtlekken kan, indien de opdrachtgever daar om vraagt, advies worden gevraagd voor eventueel herstel of oplossing van de geconstateerde problemen.

3. TERMEN EN DEFINITIES **A_g**

Gebruiksoppervlakte in m², volgens NEN 2580.

Barometerdruk

Atmosferische druk.

Beaufort (Bft)

De winddruk is grofweg gelijk aan: $\text{druk} = \frac{1}{2} \times (\text{luchtdichtheid}) \times (\text{windsnelheid})^2 \times (\text{vormfactor})$.

- De luchtdichtheid is ongeveer 1,25 kg/m³.
- De vormfactor (drag coefficient) hangt af van het voorwerp waarom het gaat. Deze heeft orde grootte 1 en is dimensieloos.
- De windsnelheid moet in m/s worden gebruikt. Dan is de druk in kg/m/s², oftewel N/m².

Tabel 1

Bft	Windsnelheid (m/s)		Winddruk (N/m ²)
	Ondergrens	Bovengrens	Bovengrens
0	0,0	0,2	0,03
1	0,3	1,5	1,4
2	1,6	3,3	6,8
3	3,4	5,4	18
4	5,5	7,9	39
5	8,0	10,7	72
6	10,8	13,8	119
7	13,9	17,1	183
8	17,2	20,7	268
9	20,8	24,4	372
10	24,5	28,4	504
11	28,5	32,5	660
12	32,6		> 660

C

C is totale luchtdoorlatendheid bij een drukverschil van 1 Pa [dm³/s.Pa¹].

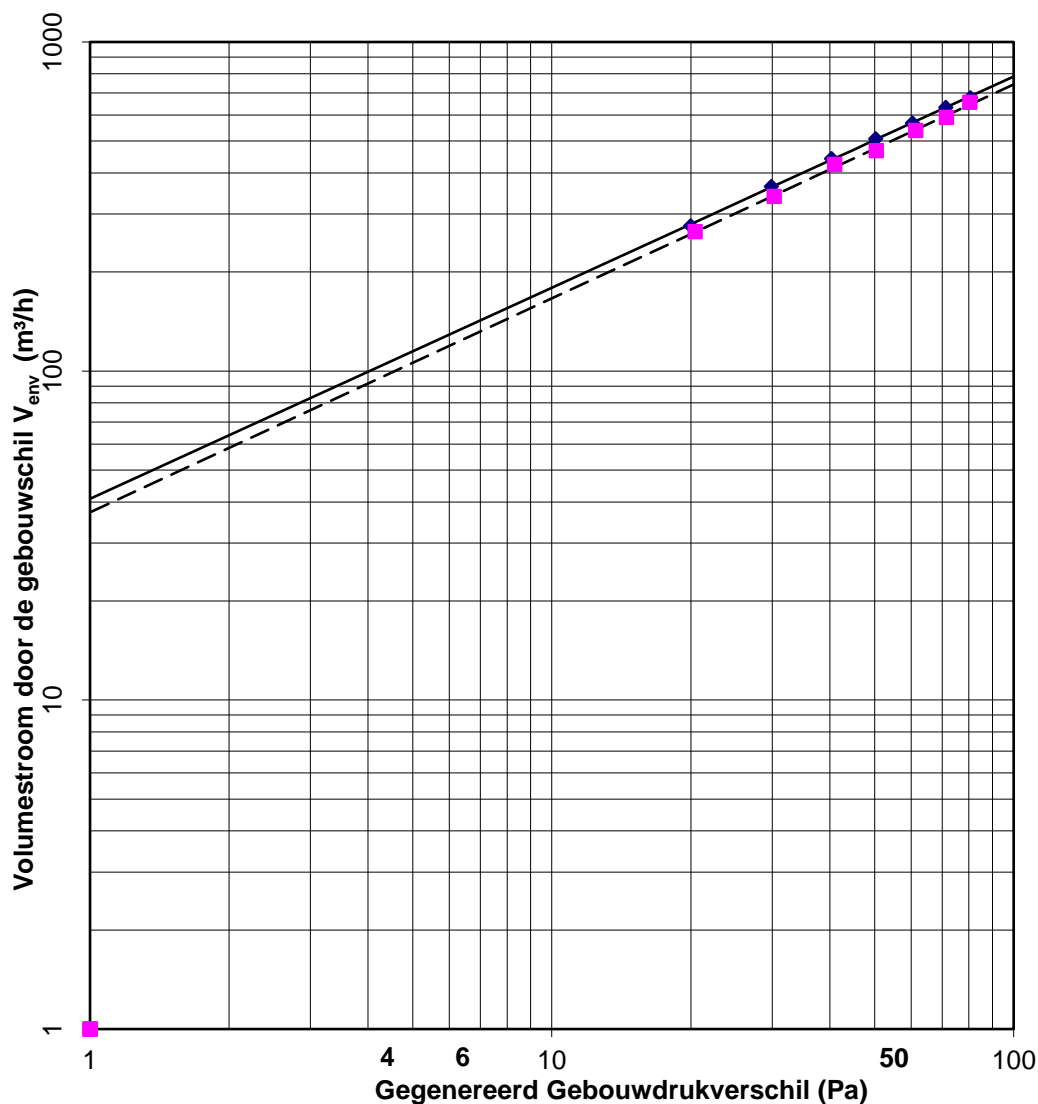
c

c is partiële luchtdoorlatendheid - per meter aansluiting - bij een drukverschil van 1 Pa [dm³/s.m¹.Pa¹] ('kleine letter' c).

Druk/volumestroomkarakteristiek

Grafische voorstelling van het wiskundig verband tussen de luchtvolumestroom door de omhulling van een gebouw, of een gedeelte daarvan, en het luchtdrukverschil over de omhulling.

grafiek
Object: Voorbeeldwoning



◆ Volumestroom Onderdruk (m³/h)

■ Volumestroom Overdruk (m³/h)

— Regressielijn Onderdruk

- - - Regressielijn Overdruk

Figuur 1 Voorbeeld van druk/volumestroomkarakteristiek

EP

Energieprestatie.

Equivalente lekkageoppervlakte (EqLA)

Som van alle denkbare oppervlakten van o.a. naden, spleten en kieren, afgeleid uit de druk/volumestroomkarakteristiek van een luchtdoorlatendheidsmeting.

Gebouwschil (Ae)

Omhulling van het gebouw met betrekking tot de luchtdoorlatendheid.

Luchtdoorlatendheid

Eigenschap van een object om lucht door te laten indien hierover een luchtdrukverschil aanwezig is.

Luchtvolumestroom: $q_{v;10}$ in $[\text{dm}^3/\text{s}]$

Luchtvolumestroom afgeleid uit de druk/volumestroomkarakteristiek bij een drukverschil van 10 Pa, herleid naar een netto-inhoud van 500 m^3 , indien die inhoud groter is dan 500 m^3 .

Voorbeeld:

Een gebouw heeft een volume van 600 m^3

De gemeten waarde bij 10 Pa bedraagt $150 \text{ dm}^3/\text{s}$

$q_{v;10;\text{gemeten}} = 150 \text{ dm}^3/\text{s}$

$q_{v;10;\text{kar}} = 150 \text{ dm}^3/\text{s}$

$q_{v;10} = (500/600) \times 150 = 125 \text{ dm}^3/\text{s}$

De eis uit Bouwbesluit 2012 is $200 \text{ dm}^3/\text{s}$ (herleiding geldt alleen bij inhoud, niet bij EP-controle)

De $q_{v;10}$ die kan worden vergeleken met de waarde genoemd in de EP, wordt als volgt bepaald: $q_{v;10;\text{kar}} / A_g$; waarbij geldt dat $A_g (\text{m}^2)$ overgenomen mag worden uit de EP-berekening.

Stel dat het A_g 160 m^2 bedraagt, dan is de $q_{v;10;\text{kar}}$ t.b.v. een vergelijking met de EPC, $150 \text{ dm}^3/\text{s} / 160 \text{ m}^2 = 0,94 \text{ dm}^3/\text{s}.\text{m}^2$.

Opmerking: tot en met een netto volume van 500 m^3 zijn $q_{v;10}$ en $q_{v;10;\text{kar}}$ aan elkaar gelijk.

In de praktijk wordt de $q_{v;10}$ (dus herleid naar een inhoud van 500 m^3) vrijwel niet gebruikt. Dit komt omdat de $q_{v;10}$ -waarde in ontwerpberekeningen vaak gerelateerd is aan m^2 vloeroppervlak en dus niet gerelateerd aan het volume. *Opmerking: tot en met een netto-volume van 500 m^3 zijn $q_{v;10}$ en $q_{v;10;\text{kar}}$ aan elkaar gelijk.*

Meetdeur of meetraam

Hulpconstructie die op de plaats van een deur of raam in het kozijn wordt geplaatst, waardoor met een ventilator lucht wordt gevoerd.

Opmerking: de meetdeur of het meetraam wordt in de praktijk ook wel 'dummy'deur of 'dummy'raam genoemd.

Meetmethode A (volgens NEN-EN 13829) Meetmethode 1 NEN-EN-ISO 9972:2015

Gebouw in afgewerkte toestand, hier wordt de energetische situatie van het gebouw gemeten. Controle op ontwerpuitgangspunt.

Methode A test het gebouw zoals deze zal worden opgeleverd.

Meetmethode B (volgens NEN-EN 13829) Meetmethode 2 NEN-EN-ISO 9972:2015

Hier meten we de luchtlekkage van de gebouwschil (kwaliteitscontrole). Dit is een tussentijdse meting waarbij gemeten wordt voordat de afwerking wordt aangebracht, hierbij is bijsturing mogelijk.

Methode B test de luchtdichte schil op een willekeurig moment als de luchtdichte schil is aangebracht.

Meetmethode 3 (volgens BGS 13-01) Meetmethode 1 NEN-EN-ISO 9972:2015

De behandeling van de bewuste openingen is aangepast naar het beleid van ieder land.

 n_{50} (volgens NEN-EN 13829 en NEN-EN-ISO 9972:2015)

De n_{50} -waarde is de ventilatievoud per uur die door een schil gaat, bij een drukverschil van 50 Pa binnen en buiten de schil. De gebruikte eenheid is 1/h.

Natuurlijke druk

Drukverschil tussen binnen en buiten voor en na de meting bij statische druk.

Synoniemen: Baseline, Bias of nuldruk.

 $q_{v;10}$ gemeten

Gemeten luchtvolumestroom afgeleid uit de druk/volumestroomkarakteristiek bij een drukverschil van 10 Pa, zonder herleiding naar een gestandaardiseerde netto-inhoud.

 $q_{v;10}$ kar

Karakteristieke luchtvolumestroom afgeleid uit de druk/volumestroomkarakteristiek bij een drukverschil van 10 Pa, zonder herleiding naar een gestandaardiseerde netto-inhoud.

Statische druk

De druk bij een gereedstaande toestand voor de luchtdoorlatendheidmeting met afgedekte ventilator(en).

Stromingsexponent (n)

Verhouding van het verschil van de logaritmen van twee drukverschillen afgeleid van de druk/volumestroomkarakteristiek en het verschil van de logaritmen van de bij deze druk behorende volumestromen.

Opmerking: de stromingsexponent is gelijk aan de tangens van de druk/volumestroomkarakteristiek ($0,5 \leq n \leq 1$, zie bijlage B).

 V_{50} (volgens NEN-EN 13829 en NEN-EN-ISO 9972:2015)

Karakteristieke luchtvolumestroom afgeleid uit de druk/volumestroomkarakteristiek bij een drukverschil van 50 Pa.

Volume

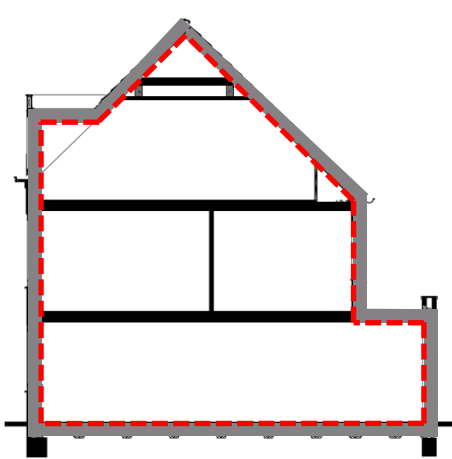
Inhoud binnen de luchtdichte schil in m^3 (die van toepassing is voor de bepaling van de n_{50}).

4. MEETCONDITIES

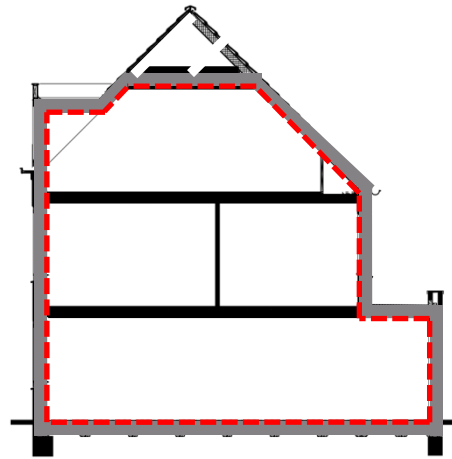
4.1 TE METEN ZONES

Eisen

De meting is bedoeld voor de verwarmde zones van een gebouw inclusief kasten en bergruimten maar exclusief kruipruimten, niet-verwarmde zones en passieve zonne-energiesystemen zoals serres die geen deel uitmaken van de thermische schil van een gebouw (zie figuren 2). (Bij onduidelijkheid over te sluiten/afdichten openingen zie bijlage A.)



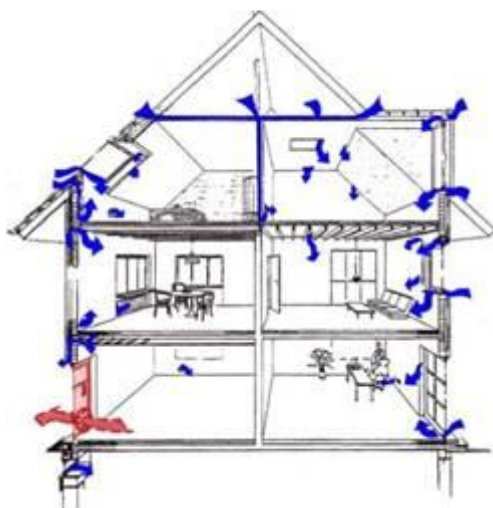
Figuur 2a: Te meten zone valt binnen de thermische schil (= luchtdichte schil); ook de vliering ligt **binnen** de thermische schil; vliedluiken behoren tijdens de meting open te zijn; knieschotten behoren tijdens de meting gesloten te zijn – zie hiervoor paragraaf 5.1.5.



Figuur 2b: Te meten zone valt binnen de thermische schil (= luchtdichte schil); de vliering ligt **buiten** de thermische schil; vliedluiken/knieschotten behoren tijdens de meting gesloten te zijn – zie hiervoor paragraaf 5.1.5.

Figuur 2a/b Gebouwschil: gele arcering is voorbeeld van een luchtdichte schil c.q. te meten zone van het gebouw.

Opmerking: ter plaatse van de thermische schil ligt de luchtdichte laag. Het gebruiksoppervlak c.q. volume wordt bepaald aan de hand van de ontwerpberekening.



Figuur 2c: voorbeeld van veelvoorkomende infiltratie (bron: BlowerDoor GmbH)

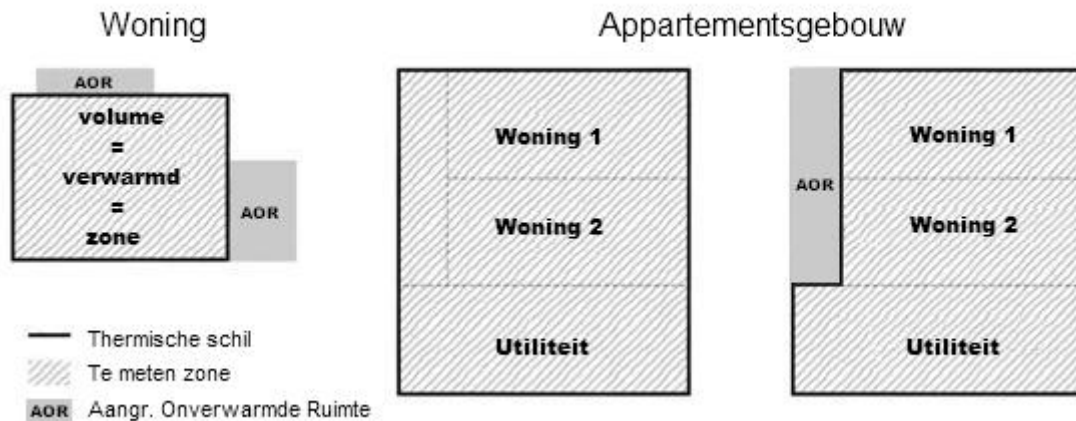
Mogelijke luchtlekkages

De te meten zones moeten worden bepaald door de aanvrager van de meting, in samenhang met de opdeling van het gebouw in het kader van de ontwerpberekening. De te meten zones moeten ten minste het hele beschouwde volume bevatten of een representatief gedeelte tot 3000 m³ volgens NEN 2686 of tot 4000 m³ volgens NEN-EN 13829. Ze mogen geen ruimten bevatten die buiten het volume vallen waarvoor de luchtdichtheidseis geldt, zoals aangrenzende onverwarmde ruimten. De werkelijk gemeten zone moet in het rapport duidelijk en nauwkeurig worden

beschreven door de meettechnicus van de meting. De tekeningen van het gebouw (plattegronden van de verschillende niveaus en doorsneden), met duidelijke aanduiding van de grenzen van de gemeten zones, kunnen als bijlage bij het rapport worden gevoegd.

Aanbevelingen

In de meeste gevallen kan de luchtdichtheidstest op het gehele volume binnen de luchtdichte schil worden uitgevoerd. De te meten zone kan dan ook verschillende volumes omvatten (zie de plattegronden/doorsneden figuur 3).



Figuur 3

Schets van de te meten zone (gearceerd) in overeenstemming met het volume binnen de luchtdichte schil (doorlopende lijn), voor een individuele woning of voor een appartementsgebouw (AOR = aangrenzende onverwarmde ruimte)

Opmerking: indien er een luchtdichte scheiding aanwezig is tussen woonfunctie en utiliteitsfunctie, kunnen deze apart van elkaar gemeten worden.

In sommige gevallen kan de meting echter worden uitgevoerd op slechts een deel van het volume binnen de luchtdichte schil, maar altijd ten minste op het bedoelde volume (bijvoorbeeld een individueel appartement).

Opmerking: trappenhuis of liftschaft binnen de luchtdichte schil behoort tot de te meten zone.

Uitzondering

In het ongebruikelijke geval dat het volume samengesteld is uit meerdere gescheiden delen die geen onderlinge openingen hebben (die geopend kunnen worden zonder gereedschap), maar die elk wel openingen naar buiten hebben, moet de meting worden uitgevoerd op elk van deze individuele delen. Het totale luchtlekdebiet van dit volume bedraagt dan de som van de luchtlekdebieten van elk deel afzonderlijk. Uitgangspunt is dat bij voorkeur het gehele volume van een gebouw op luchtdichtheid wordt getest. Het is echter mogelijk dat in bijzondere situaties een steekproef (deel van het gebouw) gewenst is. Indien vanwege de specifieke situatie, die in de meetrapportage is onderbouwd, verantwoord kan worden dat een representatieve steekproef gewenst is, dienen de volgende uitgangspunten gebruikt te worden voor het bepalen van de steekproef:

- De omvang van de steekproef dient bepaald te worden door de square root methode: n steekproef = \sqrt{n} , afgerond op gehele getallen, van ieder type minimaal met een minimum van 10% van het totaal.
- Voor woningen en winkelunits: de omvang van de steekproef is als hierboven bepaald, waarbij 'n' het aantal woningen/winkelunits betreft.
- Voor overige utiliteitsbouw: de omvang van de steekproef is als hierboven bepaald, waarbij 'n' het volume (m^3) van het gebouw betreft.
- Indien een gebouw over verschillende geveltypes beschikt dient de steekproef minimaal alle typen gevels te omvatten.

Opmerking: ten slotte moet de te meten zone in het rapport duidelijk worden beschreven om achteraf de oppervlakten en volumes te kunnen valideren.

Opmerking: het heeft altijd de voorkeur om het gehele gebouw of alle ruimtes te meten.

4.2 EISEN EN STAAT VAN HET GEBOUW

4.2.1 Eisen (herhaling van de norm)

De meting kan alleen plaatsvinden indien de gebouwschil volledig wind- en waterdicht is; alle ramen en deuren die de gemeten zone begrenzen dienen aanwezig te zijn. Bovendien moeten alle definitieve doorvoeren zijn aangebracht.

Voor zover de luchtdichte schil kan worden beïnvloed, is het een voorwaarde dat het gebouw opleveringsgereed is voordat men de meting methode A uitvoert. Deze meting is dan ook de eindmeting. Wanneer na deze meting nog werkzaamheden worden verricht aan de schil, kunnen geen rechten worden ontleend aan deze eindmeting.

4.3 METHODE EN MATERIAAL

4.3.1 Keuze van de methode

Eisen

Volgens het bouwbesluit moet de luchtdoorlatendheidsmeting van het gebouw worden uitgevoerd volgens de NEN 2686. Tevens kan er gemeten worden volgens methode A zoals bepaald in de NEN-EN 13829. Indien er een cascometing wordt gedaan dan wordt er gemeten via methode B, tussentijdse meting, voordat de eindafwerking wordt aangebracht.

Nadere toelichting: Methode A, gelijk aan *methode 1 ISO 9972: 2015*

Methode A: Test van de woning zoals deze zal worden opgeleverd (ter controle EP-berekening).

De NEN-EN 13829 definieert twee meetmethodes, afhankelijk van de doelstelling die door de luchtdichtheidsmeting wordt beoogd. Methode A laat toe om de luchtdichtheid van het gebouw in reële omstandigheden te meten. De NEN-EN 13829 vermeldt: 'De toestand van de gebouwschil dient de toestand ervan weer te geven tijdens het seizoen waarin de verwarming- of koelsystemen worden gebruikt'. Bij methode A moeten deuren, ramen en andere regelbare ventilatieopeningen die te sluiten zijn, gesloten worden. Deze meting is de definitieve meting ter controle van de gehanteerde infiltratiewaarde in de ontwerpberekening.

In de praktijk moet diverse openingen worden dichtgezet en/of worden afgeplakt (zie bijlage A).

Nadere toelichting: Methode B, gelijk aan *methode 2 ISO 9972: 2015*

Methode B: Test van de luchtdichte schil op een willekeurig moment als de luchtdichte schil is aangebracht. Deze meetmethode mag niet worden toegepast als eindmeting.

Methode B laat toe om de luchtdichtheid van de gebouwschil te meten. De NEN-EN 13829 vermeldt: 'Alle bewuste openingen in de gebouwschil moeten worden gesloten of afgedicht.' Deze meting wordt toegepast wanneer het gebouw in ruwbouw klaar is, dat wil zeggen dat de thermische schil gereed is. Methode B is gericht op het meten van het luchtlekdebiet alleen door de gebouwschil en niet door de bewuste openingen in de gebouwschil; ze is dus van toepassing om specifiek de afwerkingskwaliteit van de gebouwschil te controleren, waarbij nog wijzigingen aangebracht kunnen worden door de aannemer.

Opmerking : methode A is dus veeleisender dan methode B. Methode B kan ten opzichte van methode A een afwijking opleveren in meetresultaat, afhankelijk van de staat van de afwerking en aangebrachte doorvoeringen.

Methode 3 NEN-EN-ISO 9972:2015

Gelijk aan methode 1, inclusief de eisen uit de BGS 13-01.

4.3.2 Meetapparatuur

Eisen

De eisen betreffende de drukapparatuur (manometer) en de meetinstrumenten zijn gedetailleerd beschreven in NEN-EN 13829 en in NEN 2686.

4.3.3 Benodigde meetinstrumenten

Tabel 2 Toegepaste meetinstrumenten

Meetinstrument	Merk	Type	Meting	Apparaatnummer
Drukmeters			Drukverschil	
Ventilator				
Temperatuurmeter			Temperatuur	
Barometer			Luchtdruk (barometerdruk)	

* De gebruikte meetapparatuur dient in het rapport opgenomen te worden.

4.3.4 Visuele controle meetinstrumenten

Vóór elke meting dienen de gebruikte meetinstrumenten grondig visueel geïnspecteerd te worden, zoals op mechanische schade, sporen van vervuiling, verstopping of beschadiging van de slangen enz.

Enkele praktische aanbevelingen:

- Repareer of vervang zo mogelijk meetinstrumenten (of staak de meting of breek de meting af);
- Bij grote gebouwen dient een extra drukmeter gebruikt te worden om willekeurige punten in het gebouw de drukverschillen te bepalen;
- Controleer dichtheid drukslangen;
- Controleer aansluiting apparatuur;
- Houd rekening met bouwstof;
- Voer regelmatig een fieldcheck uit voor zowel de blower als de drukmeter.

4.3.5 Kalibreren

Het is duidelijk dat de kalibratie van de meetinstrumenten van essentieel belang is om de nauwkeurigheid van het meetresultaat te waarborgen. Het is dus verplicht om de meetinstrumenten regelmatig te kalibreren. Op basis van de gangbare praktijk van de geconsulteerde professionelen lijkt een interval tussen 2 ijkingen aanvaardbaar, wanneer onderstaande frequenties worden aangehouden. Vanaf de aanschafdatum begint de kalibratieinterval te lopen.

Het is een vereiste dat de meetapparaten regelmatig worden gekalibreerd volgens de door de fabrikant verstrekte voorschriften.

- 1 Een minimale frequentie van 1 maal per 2 jaar voor de drukmeter (manometer).
- 2 Een minimale frequentie van 1 maal per 5 jaar voor de ventilator/meetset.
- 3 Een minimale frequentie van 1 maal per 5 jaar voor de temperatuurmeter.
- 4 Een minimale frequentie van 1 maal per 5 jaar voor de barometer.

5. VOORBEREIDING VAN HET GEBOUWEN

5.1 VERWARMING, VENTILATIE EN ANDERE APPARATUUR

Eisen

Met uitzondering van de systemen die eventueel deel uitmaken van de luchtdichtheidsmeting, moeten alle systemen die lucht aan de te meten zone toevoeren of eraan onttrekken vóór de meting worden uitgezet en waar nodig afgedicht; het gaat hierbij o.a. om de volgende systemen:

- mechanische ventilatie en airconditioning;
- luchtverwarming;
- verbrandingstoestellen;
- afzuigkappen;
- wasdrogers met luchtafvoer naar buiten.

Opmerking: zie bijlage A voor nadere specificatie.

Bewuste openingen

In dit document:

- betekent 'afdichten': hermetisch afsluiten met alle mogelijke geschikte middelen (tape, ballonnen enz.);
- betekent 'sluiten': het gebruik van de op de betrokken opening aanwezige sluitingsinrichting zonder de luchtdichtheid van de opening in gesloten toestand te verhogen. Niet afdichten!

5.1.1 Algemene regel voor de openingen in de gebouwschil van de te meten zone.

Met een luchtdoorlatendheidsmeting wordt de luchtstroom via de ondichtheden in de gebouwschil inzichtelijk gemaakt. Het gaat hier om de zogenaamde 'onbedoelde' luchtlekken.

Ventilatievoorzieningen zijn 'bedoelde' lekken die niet in de meting moeten worden meegenomen.

Algemeen kan dus worden gesteld:

- dat voorzieningen voor (bewuste) ventilatie tijdens de meting worden gesloten, deze openingen mogen dus niet worden afgedicht met bijvoorbeeld tape;
- dat wanneer er geen sluitingsinrichting is, er geen enkele maatregel mag worden genomen om de dichtheid van de opening te verhogen, tenzij er sprake is van wachtopeningen (5.1.3).

Omdat er in de praktijk veel verschillende situaties voorkomen en er niet altijd getoetst moet worden aan een EP-berekening is per opening in bijlage A aangegeven of deze open dient te blijven of moet worden afgesloten en/of afgedicht.

De openingen moeten zodanig gesloten worden dat ze gedurende de hele meting gesloten blijven. In sommige gevallen zullen bedoelde openingen gesloten gehouden moeten worden (omdat deze tijdens de meting kunnen bewegen) door middel van een doeltreffende voorziening.

De gebruikte voorziening om een opening gesloten te houden kan bijvoorbeeld bestaan uit een stukje plakband of een mechanische inrichting (een spie, een gewicht), maar mag in geen geval worden gebruikt om de dichtheid van de opening in gesloten toestand te verhogen (dus niet afdichten).

De openingen die op deze manier eventueel dicht gehouden dienen te worden zijn bijvoorbeeld kattenluiken, brievenbussen enz.

5.1.2 Mechanische ventilatiesystemen

NEN 2686 en NEN-EN 13829 vereisen dat de luchtopeningen (ventilatieventielen) van mechanische ventilatiesystemen of airconditioningsystemen worden afgedicht. Als alternatief, en in afwijking van de norm, is het toegestaan om deze systemen af te dichten ter hoogte van de kanalen, zo dicht mogelijk bij de doorgang van deze kanalen door de luchtdichte schil van de te meten zone. Dit heeft sterk de voorkeur maar dient in de praktijk wel uitvoerbaar te zijn.

In de praktijk volstaat het om:

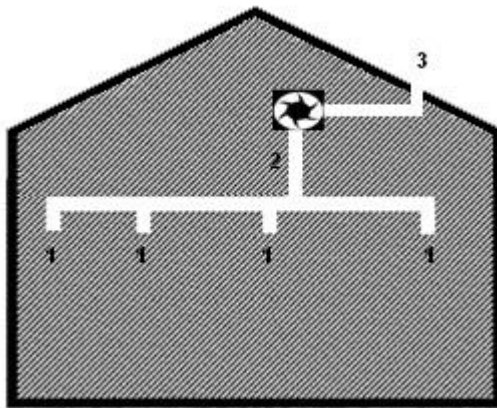
- ofwel alle individuele ventielen af te dichten (item 1 in figuur 4) (niet aan te bevelen, omdat anders lekverliezen uit ventilatiekanalen worden meegemeten);
- ofwel de hoofdkanalen af te dichten tussen de ventilator en de luchtdichte schil van de te meten zone (item 2 in figuur 4), ongeacht de positie van de ventilator ten opzichte van de gebouwschil (binnen of buiten de te meten zone) (niet aan te bevelen);
- ofwel de buitenopeningen af te dichten (luchtinlaat en -uitlaat, item 3 in figuur 4) (aan te bevelen).

Opmerking: voor deze methode moet er een dakdoorvoer aanwezig zijn in de luchtdichte schil.

Een praktisch middel om kanalen of openingen af te dichten bestaat erin de ventielen weg te nemen en het luchtkanaal luchtdicht af te sluiten. De afdichting moet omkeerbaar zijn zonder schade voor het kanaal/ventiel.

De plaats waar de kanalen worden afgedicht moet in het rapport worden vermeld.

Indien in een afvoerkanal van een ventilatiesysteem van type A of B een ventilator wordt ingebouwd, wordt dit nog steeds als een natuurlijke en niet als een mechanische afvoer beschouwd. Overeenkomstig bovenstaande regels mogen dergelijke kanalen dan ook niet afgedicht worden, maar moeten hun regelbare afvoeropeningen gesloten worden.



Figuur 4

Positie van de afdichting van luchtkanalen (voor een ventilator binnen het beschermd volume): ter hoogte van de individuele ventielen (1), tussen de ventilator en de gebouwschil van de te meten zone (2), of ter hoogte van de buitenopeningen voor luchtinlaat- of uitlaat (3)

Nadere toelichting:

Met betrekking tot de ventielen van de mechanische ventilatie is het, in afwijking van de norm, toegestaan om de hoofdkanalen af te dichten tussen de ventilator en de gebouwschil (luchtdichte zone of compartimentsgrens) van de te meten zone. Het afdichten van elk ventiel afzonderlijk, zoals geëist door de norm, vertoont meerdere nadelen:

- Het eventuele luchtlekdebiet dat door de luchtkanaalwanden gaat, zal bijdragen aan het gemeten luchtlekdebiet.
- De werktijd voor het afdichten van elk ventiel afzonderlijk zal waarschijnlijk langer duren dan voor het afdichten van het hoofdkanaal ter hoogte van de ventilator. In de praktijk is het gebruikelijk dat de hoofdkanalen van de ventilator kunnen worden afgekoppeld voor onderhoud, hierdoor zou het dus gemakkelijk moeten zijn om de hoofdkanalen af te dichten tussen de ventilator en de gebouwschil van de te meten zone.
- Met betrekking tot de andere bewuste openingen volstaat het deze te sluiten en gesloten te houden, zonder ze af te dichten. Hierbij is het luchtlekdebiet in gesloten toestand onderdeel van de infiltratie/exfiltratie.

5.1.3 Openingen waaraan nog gewerkt wordt of wachtopeningen

Bewuste openingen waaraan nog gewerkt wordt of die in afwachting van de installatie van een toestel (verbrandingstoestel, afzuigkap, wasdroger, zonneboiler enz.) zijn, dienen afgedicht te worden voor de meting. Het adequaat en duurzaam afdichten van deze niet gebruikte openingen is geen taak van de meettechnicus. Hij moet echter melden dat deze afgedichte openingen niet zijn toegestaan, en dat de meting niet als methode A door mag gaan of dat het expliciet vermeld moet worden in de rapportage.

5.1.4 Brandkleppen

- Voorzieningen voor rookwarmteafvoer die normaal gesloten zijn en zich automatisch openen in geval van brand, moeten gesloten blijven tijdens de meting;
- Brandkleppen die normaal open zijn en zich automatisch sluiten in geval van brand, mogen niet worden gesloten tijdens de meting;
- Brandkleppen in een luchtdichte scheiding worden gesloten.

5.1.5 Oeningen in ruimten die grenzen aan de te meten zone

In de verwarmde en onverwarmde ruimten buiten de te meten zone (bijvoorbeeld een serre, een veranda, een garage enz.), moeten de deuren, vensters en regelbare toevoeropeningen en andere openingen die eventueel in de buitenschil zijn aangebracht, ook worden gesloten, maar niet worden afgedicht.

Opmerking: van een tochtportaal moeten beide deuren worden gesloten.

Opmerking: een deur of luik naar een zolder of een kelder moet worden gesloten.

5.1.6 Oeningen binnenin de te meten zone

Alle deuren, luiken en openingen binnen de te meten zone moeten geopend zijn, indien deze kunnen worden geopend zonder gereedschap. De openingen, binnen de te meten zone, die geopend moeten zijn, zijn bijvoorbeeld:

- Alle binnendeuren die behoren tot de te meten zone;
- Een deur naar een technische ruimte binnen de te meten zone;
- Een deur naar een technische schacht die deel uitmaakt van de te meten zone;
- Een deur naar een berging of inloopkasten die behoren tot de te meten zone.

Opmerking: knieschotten dienen dicht te blijven. Het openen of sluiten van vlizotrappen is afhankelijk van de luchtdichte schil, waar deze zich bevindt. Indien dit niet mogelijk is dient dit te worden omschreven in het rapport.

Om praktische en veiligheidsredenen is het toegestaan dat sommige openingen gesloten blijven (bijvoorbeeld toegangsdeuren naar liften of naar hoogspanningruimten).

Indien een ruimte die deel uitmaakt van de te meten zone, bepaald in de ontwerpberekening, geen opening heeft naar de rest van de te meten zone, maar wel naar buiten, moet deze afzonderlijk gemeten worden (zie hoofdstuk 4.1, te meten zone).

Het afdichten van openingen dient op een adequate en duurzame wijze te gebeuren, waarbij vermeden wordt dat openingen, die in normale condities gebruikt worden, onrechtmatig worden afgedicht. Het is de verantwoordelijkheid van de meettechnicus om na te gaan of er niet onrechtmatig werd afgedicht.

5.1.7 Meetprocedure

5.2 INSTALLATIE VAN DE APPARATUUR

De keuze van de positie van de meetdeur (drukapparatuur) die in een buitenopening (deur of raam) wordt geplaatst, dient uit te gaan naar een veilig toegankelijke opening die de grootste luchtdichtheid biedt. In het algemeen zal de meettechnicus vanuit ervaring kiezen uit de volgende opties (beste keuze staat bovenaan):

1. een deur of een raam met een elastische dichting over de volledige omtrek;
2. een deur uitgerust met afdichting onderaan (bijvoorbeeld valdorpel of borstel);
3. een deur zonder afdichting onderaan.

Aanbevelingen

De luchtdichtheid tussen de meetdeur (drukmeetapparatuur) en het gebouw dient verzekerd te zijn (de meetopstelling sluit luchtdicht aan). Tape kan in voorkomende gevallen worden gebruikt om de luchtdichtheid aan de randen van de meetdeur (drukmeetapparatuur) te verzekeren.

Nadere toelichting:

Door het gebruik van een meetdeur (drukmeetapparatuur) die in een buitenopening (deur of raam) wordt geplaatst, kan het luchtlekdebiet dat door deze opening wordt teweeggebracht, niet worden gemeten. Het is dan ook aan te bevelen deze meetdeur (drukmeetapparatuur) in de meest luchtdichte opening te plaatsen, bij voorkeur in een deur of een raam met een afdichting over heel de omtrek. Het kozijn kan aan de omtrek voorzien zijn van sluitingen of nokken die extra aandacht vragen om de luchtdichtheid tussen de drukmeetapparatuur en de gebouwschil te verzekeren. De plaats van de meetdeur (drukmeetapparatuur) moet opgenomen worden in de rapportage (bijvoorbeeld d.m.v. een foto).

Opmerking: uit praktijkervaring blijkt dat het lekverlies van een goed opgestelde meetopstelling vrijwel gelijk is aan het lekverlies van het gevelement dat tijdens de meting wordt geëlimineerd, de meetdeur hoeft niet te worden afgeplakt.

5.3 AANBEVELINGEN

5.3.1 Positie meettoestel (gevel/volume van het gebouw)

Eisen

- De positie van het meettoestel (of meerdere meettoestellen) moet zodanig worden gekozen dat deze vrij uit kan (kunnen) blazen of vrij aan kan (kunnen) zuigen waardoor een gelijkmatige drukverdeling in het gebouw/de meetruimte zal ontstaan.
- Tussen de ruimte waarin de meetopstelling is geplaatst en de aangrenzende ruimten mag het drukverschil t.o.v. de gemiddelde druk in het gebouw niet groter zijn dan 5 Pa.
- Bij het meten van een hoog gebouw mag ter voorkoming van het zogenaamde 'schoorsteeneffect' ΔT (tussen binnen-buiten), vermenigvuldigd met de gebouwhoogte in meters, niet groter zijn dan 500 mK, **advies NEN-EN-ISO 9972:2015, 250 mK** (Voorbeeld: bij een gebouwhoogte van 50 meter mag ΔT maximaal 10 K zijn). Wordt hier niet aan voldaan dan dient als eerste meetpunt (drukverschil over de gevel) te worden gekozen voor de waarde die bepaald wordt uit '5 x het hoogst gemeten statische drukverschil + 5 Pa'. Daarnaast moeten tenminste 8 meetpunten worden bepaald.
- Binnen het gebouw mogen geen grotere drukverschillen dan 5 Pa aanwezig zijn.
- Wanneer er met meerdere ventilatoren wordt gemeten moeten de natuurlijke drukken bij tenminste 2 posities worden gemeten. Het verschil tussen de hoogste en laagste waarde mag niet meer dan 10 Pa bedragen. Tijdens de meting moet men er zeker van zijn dat beide ventilatoren in dezelfde richting draaien.

Opmerking: wordt aan voorgaande voorwaarden niet voldaan met de gekozen opstelling, dan dient het meettoestel verplaatst te worden naar een 'centralere' positie of moet gebruik gemaakt worden van meerdere meettoestellen.

Aanvullende opmerkingen/adviezen:

- Om grote gebouwen te kunnen meten, moeten (meestal) meerdere ventilatoren worden gebruikt. Dit om bij alle benodigde meetdrukken een gelijkmatige drukverdeling in het gebouw te kunnen garanderen.
- Het aantal ventilatoren en de positie ervan is mede afhankelijk van de winddruk, thermische druk in/op het gebouw en de massa-traagheid van de lucht.
- Bij langwerpige gebouwen (afhankelijk van de indeling) moeten de ventilatoren over de lengte van het gebouw verdeeld worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een distributiecentrum. Deze zijn vaak zeer lang, maar vaak niet zo heel diep. Dan is het beter om meerdere ventilatoren in de lange gevel te plaatsen om zo de winddruk te compenseren.
- Bij hoge gebouwen zal/zullen ook op hoger gelegen verdieping(en) ventilator(en) geplaatst moeten worden. Een alternatief is de meetopstelling en/of meetsonde van de ventilator of drukmeter te plaatsen op een neutraal hoger gelegen punt in het gebouw.
- De ventilatoren moeten worden opgesteld in de gevel van een ruimte/gebouw die zoveel mogelijk in open verbinding staat met de rest van het meetcompartiment.
- Om te zorgen voor een gelijkmatige drukverdeling in het gebouw, het meettoestel/de ventilator bij voorkeur niet aan het eind van een smalle gang plaatsen.
- Om te beoordelen of een drukverschil binnen het gebouw aanwezig is, kan ter plaatse van een smalle doorgang het drukverschil (dus luchtstroming) eenvoudig worden gemeten met een drukmeter en drukslangen.
- Het drukverschil tussen binnen en buiten wordt over het algemeen gemeten op het niveau van de laagste verdieping van het gebouw. Of het drukverschil over de gevel voldoende gelijk is, wordt bepaald door bij het kleinste en grootste drukverschil waarbij de meting wordt uitgevoerd, op verschillende posities het drukverschil over de gevel te meten. Het drukverschil tussen het kleinste en grootste drukverschil mag niet meer dan 10 Pa bedragen. De meetpunten dienen opgenomen te worden in de rapportage.
- In gebouwen met grote hoogte (vanaf circa 15 meter) is het beter om ook het drukverschil op een neutrale verdieping te meten.

5.3.2 Slang t.b.v. meting drukverschil over de schil

- Voor de meting dienen de slangen gecontroleerd te worden op dichtheid of verstoppingen.
- De slang dient vrij van de grond geplaatst te worden.
- Bij regenachtig weer dient ervoor gezorgd te worden dat er geen water in de slang kan komen.
- Het uiteinde van de slang dient minimaal 1 meter van de gevel af te liggen.

5.3.3 Meten van kleine volumes (luchtverlies ≤ 750 l/sec/10Pa)

Bij kleine gebouwen adviseren wij om van hoge druk naar lage druk te meten.

Voorbeeld: 85 – 75–65–55–45–35–25–15–10.^{1)*}

Van laag naar hoog is ook toegestaan.

Toelichting:

De meetpunten zijn gebaseerd op de NEN 2686, de NEN-EN 13829 en **NEN-EN-ISO 9972:2015**.

- Er moeten twee metingen worden uitgevoerd: één met overdruk en één met onderdruk.
- Voor alle bouwtypes moet het grootste drukverschil tussen het laagste en hoogste punt minstens 50 Pa bereiken (in absolute waarde).
- Er dienen minimaal zes meetpunten te zijn.
- Het drukverschil tussen twee opeenvolgende punten dient 5 tot 10 Pa te zijn.
- Het hoogste meetpunt ligt tussen de 85 en de 100 Pa.

Het laagste meetpunt is minimaal 5 * Baseline ^{1)*}(**met minimum van 10 Pa, met een afwijking van +/- 3 Pa of 5 maal P0 (Bias)op basis van NEN-EN-ISO 9972:2015**).

5.3.4 Meten van grote volumes (luchtverlies > 750 l/sec/10Pa)

Bij grote gebouwen adviseren wij om van hoge druk naar lage druk te meten.

Voorbeeld: 85 – 75–65–55–45–35–25–15–10.^{1)*}

5.3.5 Meten van koel-/vriescellen (en -huizen)

Bij koel-/vriescellen (en -huizen) adviseren wij om van hoge druk naar lage druk te meten.

Toelichting: De meetpunten zijn gebaseerd op de NEN 2686, NEN-EN 13829 en NEN-EN-ISO 9972:2015.

- Er moeten twee metingen worden uitgevoerd: één met overdruk en één met onderdruk.
- Voor alle bouwtypes moet het grootste drukverschil tussen het laagste en hoogste punt minstens 50 Pa bereiken (in absolute waarde).
- Er dienen minimaal zes meetpunten te zijn.
- Drukverschil tussen twee opeenvolgende punten dient 5 tot 10 Pa te zijn.
- Hoogste meetpunt ligt tussen de 85 en de 100 Pa.
- Laagste meetpunt minimaal 5 * Baseline (met minimum van 25 Pa).
- De baseline-druk bedraagt in het geval van grote ruimte en hoge gebouwen vaak meer dan 5 Pa. Dit zou betekenen dat er formeel (volgens normen) niet meer mag worden gemeten. Luchtdoorlatendheidsmetingen mogen in het onderhavige geval met een baseline-druk tot maximaal 10 pascal worden uitgevoerd, mits voldaan wordt aan de betrouwbaarheid van de meting (correlatiecoëfficiënt minimaal 0,99, volgens de NEN-EN-ISO 9972:2015 en een onderbouwing van deze afwijking op de baselinedruk wordt gegeven).
- Bij de uitgevoerde meting dient in de rapportage kalibratierapporten van de toegepaste apparatuur te worden toegevoegd.

In afwijking van de NEN-EN 13829 (paragraaf 5.1.4) is het meten van een ruimte waarbij niet wordt voldaan aan de formule ('hoogte' x 'deltaT') ≤ 500 , mogelijk (advies NEN-EN-ISO 9972:2015, 250 mK). Middels een onderbouwing moet worden aangetoond dat voldoende betrouwbaar is gemeten.

Tijdstip van meten:

Geadviseerd wordt om metingen uit te voeren direct voor de oplevering: "In use-situatie"; dit betekent nadat is ingekoeld of ingevroren (nadat betreffende ruimte bedrijfsklaar is en de eindtemperatuur is bereikt). Achtergrond: er is bewust gekozen om dit moment voor meting te kiezen omdat het meetresultaat het meest zegt over de gebruikssituatie. De invloed van eventuele invriesschade wordt zo ook meegenomen. Ook kan worden gekozen voor een meting waarbij nog niet is ingekoeld. Dit dient worden vermeld in de rapportage inclusief schriftelijke goedkeuring van de BREEAM Experts en Assessoren.

Vorbereidingen:

- Alle installatietechnische voorzieningen moeten zijn uitgezet, afgesloten/afgeplakt voor aanvang van de meting. De reden hiervoor is dat deze de meting en het meetresultaat kunnen beïnvloeden. Voorbeelden zijn:
 - expansieventielen afplakken/afdichten;
 - verdamperventilatoren uitzetten (koel/vriesinstallatie uitschakelen);
 - stikstofinjectie uitzetten/afsluiten.

Deuren (rol- en/of schuif-) mogen tijdens de luchtdoorlatendheidsmeting worden geblokkeerd/geborgd. Hierdoor wordt eventueel het 'kromtrekken', 'opentrekken' of 'dichtdrukken' bij hogere drukken (tijdens de meting) voorkomen. De deuren mogen echter niet in hun eindaanslag worden 'gedrukt' of worden dichtgeplakt.

Controleer vooraf of er sprake is van bevroren sleutelgaten, klinken, aansluitingen van deuren, rubbers, e.d. Indien er sprake is van ijsvorming die mogelijk de luchtdichtheid kan beïnvloeden, mag er niet worden gemeten.

Aandachtspunten:

- Bij hoge en grote gebouwen is er vaak sprake van drukschommelingen door windstuwing/-zuiging op dockshelters. Tijdens de meetsessie moet hiermee rekening worden gehouden door bijvoorbeeld drukmeetpunten te verleggen of een andere meetpositie te kiezen. Dit dient eveneens in de rapportage te worden vastgelegd.
- En/of over een langere periode te meten en hieruit de juiste meetpunten te selecteren (via log - programma's)
- In werken voor het Breeam certificaat volgens de ENE 26 zal bij het ontbreken van een EP berekening worden verwezen naar een tabel uit de ATTMA TSL2 . Deze tabel spreekt over een Luchtdoorlatendheid per m² geveleppervlak. (m³/h.m²) bij 50 Pa (q50) . Hierbij moet echter het geveleppervlak worden gelezen als schiloppervlak.

6. BEREKENING VAN HET TOTALE LUCHTLEKDEBIET**Eisen volgens ontwerpberekening**

Het luchtlekdebiet (V) moet worden berekend in overeenstemming met NEN 2686, NEN-EN 13829 en **NEN-EN-ISO 9972:2015**, afzonderlijk voor de metingen met overdruk (en hier genoteerd als V_{pres}) en voor de metingen met onderdruk (genoteerd als V_{depres}).

Het eindresultaat van het luchtlekdebiet is het gemiddelde van de luchtlekdebieten bepaald bij overdruk en bij onderdruk, berekend als volgt:

$$V = \frac{V_{depres} + V_{pres}}{2} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Opmerking: bij grote verschillen tussen V_{depres} en V_{pres} , moet dit worden onderbouwd in de rapportage.

Opmerking: de opdrachtgever kan bepalen dat alleen een over- of onderdrukmeting nodig is.

Omrekenmethode

Omrekenen naar infiltratiewaarde EP ($q_{v,10;kar}/\text{m}^2$):

Volumestroom

$$V_{10}: \text{m}^3/\text{h} \quad / \quad 3,6 \quad = \quad V_{10}: \quad \text{dm}^3/\text{s} \quad = \quad \text{l/s}$$

$$V_{10}: \text{dm}^3/\text{s} \quad / \quad A_g \quad = \quad q_{v,10} \quad \text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2 \quad = \geq \quad \text{Waarde EP - berekening}$$

$$V_{50}: \text{m}^3/\text{h} \quad / \quad \text{Inhoud van de te testen ruimte} \quad = \quad n \quad (\text{ACH})$$

Nadere toelichting:

Het debiet gemeten bij overdruk en het debiet gemeten bij onderdruk laat zowel de infiltratie als de exfiltratie zien. De gemeten zone is afhankelijk van de ontwerpberekening die hieraan ten grondslag ligt. De bepaling ervan is de verantwoordelijkheid van de aanvrager van de meting of zijn vertegenwoordiger en niet van de meettechnicus.

7. VERMELDINGEN IN HET RAPPORT

Eisen

In het kader van de uniformiteit dienen ten minste de volgende tekst en gegevens te worden opgenomen (zie ook bijlage B):

Bij de luchtdichtheidsmeting werden alle voorschriften nageleefd in het kader van de NEN 2686, NEN-EN 13829 en **NEN-EN-ISO 9972:2015**, ten behoeve van controle op een luchtdoorlatendheidswaarde, zoals beschreven in de 'SKH-Beoordelingsgrondslag Nummer Luchtdichtheidsmetingen', van dd-mm-jjjj.

Gegevens over het bedrijf die de metingen verricht:

- NAW-gegevens van het bedrijf (indien van toepassing);
- Datum van de meting;
- Naam van de verantwoordelijke meettechnicus (metingen, berekeningen en rapport);
- Datum rapport.

Gegevens van de aanvrager:

- Naam, adres (bedrijfsnaam);
- Naam contactpersoon.

Gegevens van het gebouw en de gemeten zones:

- Volledig adres;
- Duidelijke, nauwkeurige en eenduidige omschrijving van de effectief gemeten zone, eventueel aangevuld met een aanduiding op de bouwtekeningen;
- De plattegronden mogen vereenvoudigd zijn om gemakkelijk bij het rapport te kunnen worden toegevoegd;
- De infiltratiewaarden uit de ontwerpberekening;
- Toestand (gesloten of niet afgesloten) van de bewuste openingen in de gebouwschil;
- Positie van de afdichting van de ventilatiekanalen.

Gegevens over de meting:

- Merk, type en positie van de meetopstelling (drukapparatuur) en de meetapparaten;
- Betreffende de meetapparaten: laatste kalibratiedatum;
- Binnen- en buitentemperaturen;
- Windsnelheid;
- Gemeten zone (A_e , A_g of V);
- Detail van de drukverschillen bij nuldebiet (natuurlijke druk/bias/baseline), gemeten vóór en na de meting, en drukverschil bij gemiddeld nuldebiet gebruikt in de berekeningen;
- Gegevens van de relaties debiet/druk bij overdruk en bij onderdruk;
- Dubbele logaritmische grafiek met de gegevens en de regressielijnen bij overdruk en bij onderdruk;
- Gemiddelde luchtdebiet, V , onderdruk en overdruk luchtdebiet, V en bijbehorende drukvermelding;
- Correlatiecoëfficiënt $\geq 0,98$ (**0,99 volgens NEN-EN-ISO 9972:2015**);
- Meetresultaten;
- De waarden van de gemeten volumestromen (q_v , in dm^3/s) bij de corresponderende drukverschillen (Δp , in Pa) in tabelvorm (zie bijlage B); $q_v;10$ waarde $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$;
- De luchtdoorlatendheidscoëfficiënt (C) volgens de druk/volumestroomkarakteristiek (zie bijlage B) en de vervolgens berekende:
 - Stroomingsexponent (n);
 - C_{env} is de luchtdoorlatendheidscoëfficiënt, in $\text{dm}^3/(\text{h}\cdot\text{Pa})$;
 - C_L is de luchtdoorlatendheidscoëfficiënt, in $\text{dm}^3/(\text{h}\cdot\text{Pa})$;
 - n_{50} waarde $1/h$ (alleen op verzoek).

Nadere toelichting:

De beschrijving van de gemeten zone moet duidelijk, nauwkeurig en eenduidig zijn, onder andere om achteraf de gemeten zone te kunnen (her)berekenen. Aan de hand van de andere eisen van het rapport kan worden nagegaan of de procedure werd gevolgd, zowel wat betreft de naleving van de procedure en de berekeningsmethode van de NEN-EN 13829, als wat bij de SKH-Beoordelingsgrondslag 13-01 behorende bij NEN-EN 13829, NEN 2686 en **NEN-EN-ISO 9972:2015** betreft.

DE N50 -WAARDE IS VEREIST IN DE NORM NEN-EN 13829. DEZE WAARDE WORDT REGELMATIG GEBRUIKT OM DE METINGEN TUSSEN GEBOUWEN, MET NAME OP INTERNATIONAAL VLAK, TE VERGELIJKEN

8. PROCEDURE TER VERKRIJGING VAN DE KWALITEITSVERKLARING

8.1 START

De aanvrager van het persoonscertificaat geeft aan of hij de luchtdichtheidsmetingen uitvoert overeenkomstig de in hoofdstuk 4, 5, 6, 7 en 8 genoemde specificaties. Hij verstrekt de nodige gegevens ten behoeve van het opstellen van de "kwaliteitsverklaring" met daarin vermelding van (indien van toepassing):

Naam van het bedrijf;

Merk en type van de apparatuur

Hij geeft aan welke uitspraken in het persoonscertificaat moeten worden opgenomen en verstrekt de onderbouwing van die uitspraken.

8.2 TOELATINGSONDERZOEK

De verstrekker van het persoonscertificaat onderzoekt of de aanvrager van het persoonscertificaat de werkzaamheden uitvoert volgens hoofdstuk 4, 5, 6, 7 en 8. Van het toelatingsonderzoek wordt een rapportage opgesteld, op basis waarvan de toelating, al dan niet onder bepaalde voorwaarden, wordt verleend.

8.3 BEOORDELING VAN HET KWALITEITSSYSTEEM VAN DE AANVRAGER

De verstrekker van het persoonscertificaat onderzoekt of het kwaliteitssysteem van de aanvrager in overeenstemming is met hoofdstuk 10.

8.4 AFGIFTE VAN HET PERSOONSCERTIFICAAT

Het persoonscertificaat wordt conform het reglement van de verstrekker van het persoonscertificaat afgegeven wanneer het toelatingsonderzoek (9.2) en de beoordeling van het kwaliteitssysteem van de aanvrager (9.3) overeenkomstig paragraaf 10 in positieve zin zijn afgerond.

8.5 EXTERNE KWALITEITSZORG

Na afgifte van het persoonscertificaat wordt door de verstrekker van het persoonscertificaat controle uitgeoefend zoals beschreven in hoofdstuk 12.

9. EISEN TE STELLEN AAN HET KWALITEITSSYSTEEM

9.1 ALGEMEEN

In dit hoofdstuk zijn de eisen opgenomen waaraan het kwaliteitssysteem van de houder van het persoonscertificaat dient te voldoen.

De onderneming dient te staan ingeschreven bij de Kamer van Koophandel. Als bewijs daarvan dient een uitsnede van het handelsregister van de betreffende Kamer van Koophandel overlegd te worden.

9.2 VERANTWOORDELIJKHEID

De verantwoordelijkheid voor de meetmethode, het verwerkingsvoorschrift en de interne kwaliteitsbewaking van de metingen ligt bij de directie van de houder van het persoonscertificaat. Functionarissen welke metingen uitvoeren dienen aantoonbaar deskundig te zijn.

9.3 BEHEERDER VAN HET KWALITEITSSYSTEEM

Binnen de organisatiestructuur moet een functionaris zijn aangewezen die belast is met het beheer/beleid van het kwaliteitssysteem. Het kwaliteitssysteem dient aantoonbaar te zijn goedgekeurd door de directie, of een gemachtigd persoon.

9.4 KWALITEITSSYSTEEM

9.4.1 Beheersing van documenten

De schriftelijk vastgelegde procedures voor de controles moeten door daartoe bevoegde personen binnen het bedrijf vóór de uitgifte worden beoordeeld en goedgekeurd op geschiktheid en doelmatigheid. De beheersing van documenten moet bewerkstelligen, dat alleen geldige documenten bij de controles beschikbaar zijn. De documenten dienen in het Nederlands, Engels of Duits te zijn opgesteld of zodanig te zijn opgesteld dat deze toegankelijk zijn voor de certificatie-instelling.

Dit is bijvoorbeeld mogelijk door het hebben van een kwaliteitssysteem volgens ISO 9001.

9.5 INTERNE KWALITEITSBEWAKING

De houder van het persoonscertificaat dient een interne kwaliteitsbewaking te hanteren; hierin dienen minimaal de volgende onderdelen te zijn opgenomen en schriftelijk te zijn vastgelegd:

- een intake van de meting (algemene voorwaarden);
- beschrijving van de werkzaamheden (offerte en overeenkomst);
- bouwfase;
- soort meting (NEN 2686, NEN-EN 13829 methode A, **methode 1 volgens NEN-EN-ISO 9972: 2015** of NEN-EN 13829 methode B, **methode 2 volgens NEN-EN-ISO 9972: 2015 en methode 3 volgens BGS 13-01**);
- werkplekinstructies (incl. controle op het meetproces);
- controle op de meting;
- de controle op de meetapparatuur;
- klachtenregistratie;
- afhandeling van metingen met een tekortkoming;
- per project de controlechecklist Bijlage B.

9.6 REGISTRATIE

Van de controles, zoals omschreven in het IKB (Interne Kwaliteits Bewakings)--schema dient een registratie te worden bijgehouden. Geregistreerde gegevens dienen ten minste 5 jaar te worden bewaard.

De uitvoerder van de luchtdichtheidsmetingen dient te beschikken over een passende en toegankelijke registratie van de uitgevoerde controles en deze op peil te houden om aan de hand hiervan aannemelijk te kunnen maken, dat voldaan is aan de gestelde eisen. Daar waar nodig dienen statistische technieken te worden toegepast op de onderzoeksresultaten.

Naar aanleiding van controle kan de certificatie-instelling beslissen de bewaartermijn te verkorten of te verlengen. In geval van verkorte bewaartermijn dienen altijd de gegevens van metingen sinds de controle beschikbaar te zijn.

9.7 KALIBRATIE

Keuringsmiddelen, meetmiddelen en beproevingsapparatuur moeten worden gekalibreerd volgens paragraaf 4.3.5. Hiervan moet een registratie worden bijgehouden. Kalibratie kan intern (gekalibreerde referentie-meetmiddelen) of extern (kalibratiebedrijf) worden uitgevoerd.

9.8 TOELEVERING

Meetapparatuur geleverd door derden moet aan de geldende richtlijnen voldoen. Van deze geleverde meetmiddelen dient een registratie te worden bijgehouden.

9.9 MEETAPPARATUUR

Een uitvoerder van luchtdichtheidsmetingen, dient te beschikken over meetapparatuur overeenkomstig paragraaf 4.3.2 en 4.3.3.

9.10 METINGEN EN RAPPORTAGES MET TEKORTKOMINGEN

Luchtdichtheidsmetingen en rapportages waarvan tijdens het meetproces blijkt dat zij niet aan de eisen voldoen moeten als zodanig herkenbaar zijn. Zo nodig moeten corrigerende maatregelen worden genomen.

9.11 KLACHTENBEHANDELING

Voor de luchtdichtheidsmetingen waarop het persoonscertificaat betrekking heeft en de toepassing ervan, dient de houder van het persoonscertificaat aantoonbaar te beschikken over een klachtenregistratie en de behandeling hiervan. Per klacht dient te worden aangegeven hoe de klacht is geanalyseerd en afgehandeld, en eventueel gevolgd door passende corrigerende maatregelen.

9.12 UITBESTEDING

Uitbesteding van werkzaamheden is toegestaan, mits de uitvoerende partij zelf gecertificeerd is.

10. MERKEN

Elk rapport dient te worden gemerkt met het SKH-kwaliteitsmerk.
De uitvoering van het merk is als volgt:

- logo SKH-Kwaliteitsverklaring;
- een rapportnummer;
- SKH-Kwaliteitsverklaring nummer **Nummer**;
- uitvoeringsdatum.



11. EISEN TE STELLEN AAN DE EXTERNE CONTROLE**11.1 ALGEMEEN**

De externe kwaliteitsbewaking wordt door de certificatie-instelling vastgelegd conform het procescertificatiereglement van de certificatie-instelling.

11.2 TOELATINGSONDERZOEK

Bij het toelatingsonderzoek controleert de certificatie-instelling of het betreffende bedrijf middels de persoonv van het bedrijf voldoet aan de gestelde eisen zoals weergegeven in deze Beoordelingsgronslag. Van het toelatingsonderzoek wordt een rapportage opgesteld, op basis waarvan de SKH-kwaliteitsverklaring al dan niet onder bepaalde voorwaarden wordt verleend. De op persoonsniveau afgegeven certificaten zijn gebaseerd op een met goed gevolg afgelegd examen. De certificaten zijn 3 jaar geldig, daarna dient opnieuw examen te worden gedaan. Op basis van dit resultaat wordt het certificaat verlengd.

11.3 JAARLIJKSE CONTROLE

Bij voortduring controleert de certificatie-instelling volgens onderstaand controle-overzicht het volgende:

- of aan de specificatie wordt voldaan;
- of de uitvoering van de luchtdichtheidsmetingen in overeenstemming is met de door de houder van het persoonscertificaat vastgelegde en met de certificatie-instelling overeengekomen specificaties;
- of het interne kwaliteitsbewakingssysteem van de houder van het persoonscertificaat aan de in hoofdstuk 10 vastgelegde eisen voldoet.

De controles worden aangekondigd.

Alle metingen moeten bij de certificatie-instelling worden aangemeld.

Controle-overzicht door de certificatie-instelling:

< 20 projecten	2 controles
21-50 projecten	3 controles
51-100 projecten	5 controles
101-200 projecten	7 controles

(een project is iedere uniek verstrekte opdracht op één bouwlocatie per kalenderjaar)

De verstrekker van het persoonscertificaat dient voor het inspecteren/auditen en het beoordelen functionarissen in te zetten met een opleiding, kennis en ervaring overeenkomstig onderstaande tabel:

Certificatiepersoneel	Opleiding	Kennis en Ervaring
Beoordelaar	HBO-niveau	Uitvoering van luchtdichtheidsmetingen o.g.
Auditor	MBO-niveau	Uitvoering van luchtdichtheidsmetingen o.g.
Beslisser	HBO-niveau	Managementervaring o.g. Certificatie o.g. Accreditatiecriteria o.g.

12. REFERENTIES

H.J. Bos, Thermodicht (auteur en initiatiefnemer)
R. Bluemink, Adviesbureau Bluemink
W. Borsboom, Tightvent Europe – NL
F. Dam, Buildingdoctor.eu
R. van Galen, SKH
R. Geerligs, SBRCURnet
E. Giesen, Invent Advies
W. de Groot, SHR
P. Kuindersma, Nieman Raadgevende Ingenieurs BV
H. Nieman, Nieman Raadgevende Ingenieurs BV
M. Nooijen, Raak Energie advies
P. Simons, BlowerDoor Duitsland
M. Steps, Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV
D. Taelman, Blowertechnic, België

13. DOCUMENTENLIJST

NEN 2686:1988+A2:2008 NEN-EN 13829:2000	Luchtdoorlatendheid van gebouwen – Meetmethode Thermische prestaties van gebouwen. Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen – Overdrukmethode
NEN-EN 13829: 2000	Thermische eigenschappen van gebouwen - Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen - Overdrukmethode
BRL 0905-1	Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO® attest of KOMO® attest-met- productcertificaat voor bouwsystemen voor energiezuinige woningen, woninguitbreidingen en/of woongebouwen
SKH-publicatie 13-01	SKH-Publicatie luchtdichtheidsmetingen
NEN-EN-ISO 9972:2015 en	Thermische eigenschappen van gebouwen – Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen – Overdrukmethode

14. BIJLAGE A CONTROLELIJST (NIET) TE SLUITEN OPENINGEN EN UIT TE SCHAKELLEN TOESTELLEN**BIJLAGE A (in te vullen dgV toets F11)**Project: UitvoeringsDatum: **'Afdichten/afplakken' betekent:** hermetisch afsluiten met alle mogelijke geschikte middelen (tape, ballonnen, enz.);**'Sluiten' betekent:** het gebruik van de op de betrokken opening aanwezige sluitingsinrichting zonder de luchtdichtheid van de opening in gesloten toestand te verhogen. Niet afdichten!

Buitendeuren	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Tourniquet	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Ramen	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Binnendeuren (inclusief meterkast, bergruimte enz.)	Open	<input type="checkbox"/>
Mechanische ventilatie openingen (WTW)	Afkoppelen en afdichten bij doorvoer door schil	<input type="checkbox"/>
Zolder buiten luchtdichte zone	Luik sluiten	<input type="checkbox"/>
Zolder binnen luchtdichte zone	Luik open	<input type="checkbox"/>
Kelderdeur binnen thermische schil	Open	<input type="checkbox"/>
Knieschot	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Kelderdeur buiten thermische schil	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Open haard, hout- en kolenkachel, inbouwhaard (en andere)	Klep dicht, indien mogelijk (as verwijderen) ⁽¹⁾	<input type="checkbox"/>
Open haard luchttoevoer	Afdichten van het kanaal	<input type="checkbox"/>
Vuurhaarden in verwarmde kamers (op gas enz.)	Uitschakelen	<input type="checkbox"/>
Hout en kolenkachels, inbouwhaard (en andere) niet horende tot het volume	Uitschakelen	<input type="checkbox"/>
Luchttoevoer branders (gas), vuurplaatsen in verwarmde kamers	Uitschakelen	<input type="checkbox"/>
Kleppen, deuren, luiken tot onverwarmde ruimten (niet behorend tot de te meten zones)	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Sleutelgaten	Open	<input type="checkbox"/>
Brandkleppen in luchtdichte scheiding	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Afzuigkap afvoer	Afplakken ⁽²⁾	<input type="checkbox"/>
Warmtepomp (voor ventilatiesysteem)	Afkoppelen	<input type="checkbox"/>
Ventilatieroosters ramen en dakramen	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Brievenbussen/kattenluik	Sluiten/vergrendelen ⁽³⁾	<input type="checkbox"/>
Wasdroger in verwarmde plaats met afvoer naar buiten.	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Wasschacht naar onverwarmde ruimten	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Centrale stofzuiginstallatie	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Openingen van rolluiklint	Open	<input type="checkbox"/>
Open (CV-)Installaties in verwarmde ruimten	Uitschakelen	<input type="checkbox"/>
Ontbrekend raam/deurkruk	Afdichten	<input type="checkbox"/>
In verwarmde ruimten verplichte beluchtingopening voor de schoorsteen	Open	<input type="checkbox"/>
Liftschacht kanalen	Afvoer afdichten ⁽²⁾	<input type="checkbox"/>
Ramen in onverwarmde ruimten	Sluiten	<input type="checkbox"/>
Afvalwater, afvoerbuizen	Gevulde sifon = dicht	<input type="checkbox"/>
Open verbrandingstoestellen	Uitschakelen.	<input type="checkbox"/>
Opmerkingen/afwijkingen		<input type="checkbox"/>

⁽¹⁾ Indien het open verbrandingstoestel geen onderdeel is van de bouwvergunning (en dus ook energieberekening), wordt de opening aanvullend afgeplakt.⁽²⁾ Er is vanwege uniformiteit gekozen voor afplakken, eventueel kan hiervan worden afgeweken mits goed onderbouwd.⁽³⁾ In verband met het op overdruk meten van het gebouw wordt de klep vergrendeld. Indien niet van toepassing kan vakje open blijven !

15. BIJLAGE B CHECKLIST (INFORMATIEF)

Checklist luchtdichtheidsmetingen			
Gegevens meetbedrijf		Gegevens opdrachtgever	
Naam:		Naam:	
Adres:			
Postcode:			
Plaats:			
Gegevens gebouw		Gegevens energie prestatieberekening	
Adres:		gebruiksoppervlak A_g :	m^2
		V_{netto} (netto-volume) (indien van toepassing)	m^3
		$q_{v,10}$ /eis	$dm^3/s.m^2$
		n_{50} /eis	h^{-1}
Gegevens meting		Gegevens energie prestatieberekening	
Datum meting:		Gebruiksoppervlak A_g :	m^2
Tijd:		V_{netto} (netto-volume)	m^3
Meettechnicus:		$q_{v,10}$	$dm^3/s.m^2$
Type meting:	Type A/type B	Uitkomsten meting tbv NEN 2686	
		$V_{10, pres}$	m^3/h
		$V_{10, depres}$	m^3/h
		$V_{10} = (V_{10, pres} + V_{10, depres}) / 2 =$	m^3/h
		$q_{v,10, kar} = V_{10} / 3,6 =$	dm^3/s
Toestand bewuste openingen in de gebouwschil:		$q_{v,10}^* = (q_{v,10, kar} / V_{netto}) \cdot 500$	dm^3/s
	Open/gesloten	$q_{v,10, per m^2}^{**} = q_{v,10} / A_g$	$dm^3/s.m^2$
Positie van de afdichting van de ventilatiekanalen:		* tbv controle bouwbes; uit: $q_{v,10} \leq 200 dm^3/s$	
tpv aanzuiging in gebouw/ tpv afvoer door de schil		$\leq 500 m^3$ geldt: $q_{v,10} = q_{v,10, kar}$	
Type meetdeur:		** tbv Energie Prestatieberekening	
Laatste kalibratie	.../.../...		
Positie van de afdichting van de ventilatiekanalen:		Uitkomsten meting tbv NEN-EN 13829:2001 (optioneel)	
Tpv aanzuiging in gebouw/ tpv afvoer door de schil		$V_{50, pres}$	m^3/h
Type meetdeur:		$V_{50, depres}$	m^3/h
Laatste kalibratie	.../.../...	$V_{50} = (V_{50, pres} + V_{50, depres}) / 2 =$	m^3/h
Instelling:		$n_{50} = V_{50} / V_{netto}$	h^{-1}
Plaats meetdeur:	Voordeur/achterdeur/.....	* tbv controle Passief Bouwen: $n_{50} \leq 0,6 h^{-1}$	
Foto meetdeur:	Ja/nee		
Type deur:		meting	
		pres	depres
		[Pa]	[m ³ /h]
		(25)*	[m ³ /h]
Binnentemperatuur	°c	35	
Buitentemperatuur	°c	45	
windsnelheid	m/s	55	
Natuurlijke pres en depres		65	
Voor de meting:	Pa	75	
Na de meting:	Pa	85	
Gebruikt in de meting:	Pa	*niet benodigd voor gebouwen met een groot volume	
Barometerdruk:	Pa		
Bereikte druk $\geq 85Pa$	Ja/nee		
Correlatiecoëfficiënt $\geq 0,98$	Ja/nee		
Foto meetopstelling	Ja/nee		
Foto afdichtingen	Ja/nee		

Aangegeven gemeten zone:

Aangegeven afgedichte kanalen:

De '**SKH-Beoordelingsgrondslag 13-01**' beschrijft de meetmethode voor het meten van de luchtdoorlatendheid van gebouwen met meerdere mogelijke varianten, en legt de eisen vast die moeten worden nageleefd. Dit in aanvulling op de regelgevende teksten omschreven in de Nederlandse norm NEN 2686 'Luchtdoorlatendheid van de gebouwschil' en de Europese norm NEN-EN 13829 'Luchtdichtheidsmeting van gebouwen' en de **NEN-EN-ISO 9972:2015**. In deze '**SKH-Beoordelingsgrondslag 13-01**' zijn de preciseringen vastgelegd voor de uitvoering van luchtdichtheidsmetingen in het kader van controle op de regelgeving.

16. BIJLAGE SKH-PERSOONSCERTIFICAAT

Nieuwe Kanaal 9c, 6709 PA Wageningen
Postbus 159, 6700 AD Wageningen
(0317) 45 34 25
mail@skh.nl
http://www.skh.nl

SKH-PERSOONSCERTIFICAAT

SKH
verklaart hierbij dat de door

Naam ,
in de persoon van Naam ,

Adres

uitgevoerde luchtdichtheidsmetingen voldoen aan de in
SKH-Beoordelingsgrondslag 13-01 'Luchtdichtheidsmetingen'
opgenomen procesprestaties.

SKH evalueert het Interne Kwaliteitsbewakingssysteem
van de producent.

Dit SKH-Persoonscertificaat is van kracht per **datum**
en wordt alleen ingetrokken als blijkt dat niet meer wordt voldaan aan
de voorwaarden die zijn gesteld in de SKH-Beoordelingsgrondslag
13-01 'Luchtdichtheidsmetingen' d.d. datum.

Elk rapport dient te worden gemerkt conform paragraaf 11
van de SKH-Beoordelingsgrondslag 13-01 'Luchtdichtheidsmetingen'

Geldigheid is te controleren op: <http://www.skh.nl>.

Voor SKH:

Directeur


drs. H.J.O. van Doorn

Nummer

Datum

Geldig tot

Dit SKH-Persoonscertificaat blijft eigendom van SKH

Reproductie van het volledige SKH-Persoonscertificaat is toegestaan.
K.v.K. Arnhem 09190347



Het SKH-Persoonscertificaat en alle kopieën dienen terug gestuurd
te worden naar SKH onmiddellijk na verzoek daartoe.