

# Luchtdicht bouwen in de praktijk



TEKST ING. PETER KUIJNDERSMA

Tijdens het ontwerpproces van een woning met EPC = 0,6 of een woning gebouwd volgens de principes van Passief Bouwen (EPC 0,4), moet rekening worden gehouden met de meest efficiënte manier van isoleren en het voorkomen van koudebruggen en lijnvormige warmteverliezen. De tweede stap in dit principe is voorkomen dat warme of koude lucht vanuit de woning kan ontsnappen naar buiten. Dit principe staat bekend als luchtdicht of kierdicht bouwen. Maar hoe kun je in de praktijk lucht-/kierdicht bouwen?



Luchtdoorlatendheidsmetingen volgens NEN 2686.

**D**oor openingen in de omhulking of 'schil' van een gebouw komt buitenlucht naar binnen en binnenlucht verdwijnt naar buiten. Dit wordt aangeduid met infiltratie en exfiltratie. In de wintersituatie verdwijnt verwarmde binnenlucht ongecontroleerd naar buiten. Omgekeerd komt koude buitenlucht binnen en kan tocht veroorzaken. Het zal

duidelijk zijn dat in- en exfiltratie is te voorkomen door luchtdicht te bouwen. Volledig luchtdicht bouwen is onmogelijk (geen enkele gebouwschil is volledig luchtdicht), dus bij het stellen van eisen zal er altijd een bepaald luchtverlies moeten worden vermeld. Om in- en exfiltratie te verkrijgen is er een drukverschil nodig over de schil van het gebouw. Een drukverschil geven we

weer in Pascal (N/m<sup>2</sup>). De luchtvolume-stroom wordt in Nederland bepaald bij een drukverschil van 10 Pascal. Een druk van 10 Newton per vierkante meter (10 Pa) laat zich vertalen als een druk van 1 kilogram per m<sup>2</sup>. Drukverschillen ontstaan in de praktijk door wind, door thermiek (warme lucht is lichter dan koude lucht en stijgt daardoor) en door bewuste ventilatie. In de praktijk variëren de drukver-

schillen sterk per gebouw(type). Bovendien zijn deze drukverschillen afhankelijk van de ligging in Nederland (dichtbij de kust of binnenland), de oriëntatie en ook de hoogte van het gebouw speelt een grote rol. Gemiddeld over een jaar staat er bij woningen een drukverschil van circa 5 Pascal over de gevel. Het belang van luchtdicht bouwen is groot. Niet alleen vanwege de gewenste energiebesparingen, maar ook voor het bereiken van de noodzakelijke prestaties op het gebied van waterdichtheid, hygiëne kwaliteit (behoud van de constructie) en comfort, akoestische kwaliteit, brandwerendheid en ventilatie.

## Welke eisen stelt Bouwbesluit 2012?

In de Nederlandse bouwregelgeving (Bouwbesluit 2012) wordt de eis gesteld dat de hoeveelheid lucht die door de schil naar binnen of buiten treedt niet groter mag zijn dan 200 dm<sup>3</sup>/s of 0,2 m<sup>3</sup>/s bij een drukverschil van 10 Pascal (indien netto volume groter is dan 500 m<sup>3</sup>: 200 dm<sup>3</sup>/s per 500 m<sup>3</sup>). Deze luchtvolume-stroom wordt bepaald volgens NEN 2686 'Luchtdoorlatendheid van gebouwen - Meetmethode'. Deze grote hoeveelheid lucht is echter ongewenst voor een energiezuinige woning of energiezuinig gebouw. Daarom worden in de EPC-berekening lagere waarden gehanteerd.

In Nederland zijn de kwaliteitsverschillen in de luchtdoorlatendheid van de gebouwschil (voor woningen) uitgedrukt in zogenaamde luchtdoorlatendheidsklassen. Deze zijn in tabel 1 weergegeven.

## Relatie luchtdoorlatendheid en ventilatiesysteem en EPC

Er is geen eenduidige relatie meer tussen de luchtdoorlatendheidsklasse en het ventilatiesysteem. Wel wordt geadviseerd om bij ventilatiesysteem C (natuurlijke toevoer en mechanische afvoer), systeem

D (gebalanceerde ventilatie) en systeem X (hybride/gecombineerde systemen) tenminste klasse 2 aan te houden. Voor Passief Bouwen wordt over het algemeen ventilatiesysteem D toegepast en wordt luchtdoorlatendheidsklasse 3 geadviseerd.

Met NEN 8088-1 'Ventilatie en luchtdoorlatendheid van gebouwen' wordt de  $q_{v,10}$  bepaald die ingevoerd moet worden in de EPC-berekening. In deze norm spreekt men over de  $q_{v,10,spec}$ , de specifieke luchtdoorlatendheid. De  $q_{v,10}$ ; spec kan op drie manieren worden bepaald:

- 1) In geval de specifieke luchtvolume-stroom die wordt doorgelaten bij 10 Pa, op basis van meting (volgens NEN 2686) is vastgesteld, wordt deze waarde voor de berekening van de luchtstroom door infiltratie gebruikt. Het betreft hier veelal bestaande bouw.
- 2) Wanneer gebouwen onder een zogenaamde kwaliteitsborgingsprocedure worden gebouwd en binnen die procedure de specifieke luchtdoorlatendheid,  $q_{v,10,spec}$ , van het gebouw is vastgelegd/wordt gecontroleerd, kan voor nieuw te bouwen projecten die waarde worden gebruikt. Voorbeelden van dergelijke waarden zijn vastgelegd in tabel 1 (zie luchtdoorlatendheidsklassen 1 t/m 3).
- 3) Is geen meetwaarde beschikbaar, en wordt niet onder een 'kwaliteitsborgingsprocedure' gebouwd, dan wordt  $q_{v,10,spec}$  als volgt bepaald:

$$q_{v,10,spec} = f_{type} \times f_{jaar} \times q_{v,10,spec,teken}$$

Uit deze formule volgen de zogenaamde veilige (forfaitaire) waarden. Enkele voorbeelden:

- a. tussenwoning (met kap):  $q_{v,10,spec} = 0,7 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- b. eindwoning (met kap):  $q_{v,10,spec}$

- =  $0,84 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- c. vrijstaand (met kap):  $q_{v,10,spec} = 0,98 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- d. tussenwoning (met plat dak):  $q_{v,10,spec} = 0,49 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- e. eindwoning (met plat dak):  $q_{v,10,spec} = 0,59 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- f. vrijstaand (met plat dak):  $q_{v,10,spec} = 0,67 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- g. tussenliggend appartement (niet dak):  $q_{v,10,spec} = 0,35 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- h. eind/kop appartement (niet dak):  $q_{v,10,spec} = 0,46 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$
- i. hoek appartement (niet dak):  $q_{v,10,spec} = 0,49 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$

## LUCHTDICHTHEID BEGANE GRONDVLOER

In het Bouwbesluit wordt in artikel 3.21 (Wering vocht van buiten) lid 4 een eis gesteld aan de luchtdoorlatendheid van de begane grondvloer, de zogenaamde specifieke luchtvolume-stroom. Voor verder informatie verwijzen we naar het artikel 'Luchtdoorlatendheid volgens Bouwbesluit 2012' van dr. ir. M. van Overveld, elders in deze uitgave.

## Stappenplan Luchtdicht Bouwen

Een slecht ontwerp, onjuiste detaillering, verkeerde materialen en slordige uitvoering zorgen helaas te vaak voor een slechte kwaliteit werk en (te) grote luchtverliezen. Om te komen tot een (nagenoeg) luchtdicht gebouw, dat voldoet aan de eisen en wensen van de opdrachtgever is het hieronder weergegeven stappenplan een goed hulpmiddel.

1. Benoem in een vroeg stadium het ambitieniveau ten aanzien van energiezuinigheid en luchtdoorlatendheid; ontwerp een robuust energieconcept.
2. Op basis van dit energieconcept wordt de noodzakelijke  $q_{v,10}$ -waarde vastgesteld. Let op: Luchtdicht bouwen gaat niet zonder een goed functionerend ventilatiesysteem!
3. Deze  $q_{v,10}$ -waarde is input voor de EPC-berekening.
4. Ga na wat deze  $q_{v,10}$ -waarde (per m<sup>2</sup> verwarmd vloeroppervlak) betekent voor de schil van het gebouw (dus hoe luchtdicht moeten de gevel, het dak en de vloer zijn?). Let op: Niet alleen de energiezuinigheid is van belang, ook comfort, waterdichtheid, geluid, et cetera.
5. Bepaal de lijn/het vlak waarin de luchtdichting moet worden aangebracht. Inventariseer de overgangen van de details. Geef in de details op correcte wijze de luchtdichting aan (ontwerp een naad, stem de dichting hierop af)

Klasse	Woningvolume in m <sup>3</sup>		Maximale $q_{v,10}$ [dm <sup>3</sup> /s]	$q_{v,10}/\text{m}^2$ dm <sup>3</sup> /(s.m <sup>2</sup> )
	groter dan	tot en met		
1 Basis	-	250	100	1,0
	250	500	150	1,0
	500	-	200	1,0
2 Goed	-	250	50	0,6
	250	-	80	0,4
3 Uitstekend	-	250	15	0,15 <sup>2)</sup>
	250	-	30	0,15 <sup>2)</sup>

- 1) Invoer ten behoeve van de Energie Prestatie berekening.
- 2) In plaats van een  $q_{v,10}$  per m<sup>2</sup> vloeroppervlak kan in het geval van Passief Bouwen beter gesproken worden over een maximaal infiltratievoud per uur bij 50 Pascal;  $N_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ .

Tabel 1 Prestatie-eisen (maximaal) behorend bij de luchtdoorlatendheidsklasse (bron NEN 2687, aangevuld met eisen voor klasse 3) en vertaald naar m<sup>2</sup>.





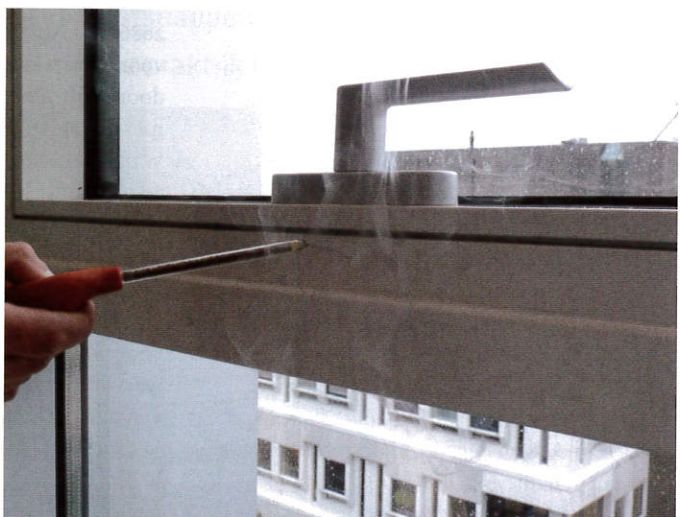
Aansluiting tussen kap en muurplaat met dichtingsband. Foto: Celdex.



Aflakken stelkozijn met butylband.



Nastelbaar scharnier. Foto: Buva.



Onderzoek naar luchtlekken met behulp van rook.

en beschrijf de maatregelen/materialen in het bestek en/of technische omschrijving. Laat bij zware eisen (bijvoorbeeld Passief Bouw, BREEAM) en complexe projecten het ontwerp door een specialist toetsen/beoordelen.

6. Controleer tijdens de werkvoorbereiding de kwaliteit van de luchtdichtingen in het ontwerp. Stem de keuze van het dichtingsmateriaal (gebaseerd op specificaties in bestek) af op de 'bewegingen' van de bouwdeelen.
7. Instrueer tijdens de uitvoering de medewerkers zorgvuldig over de bouwtechnische detaillering van het project.
8. Controleer de luchtdoorlatendheid tijdens de gevel- en daksluiting (visueel) en stuur waar nodig bij. Beoordeel na de gevel- en daksluiting met één of meer luchtdoorlatendheidsmetingen het resultaat. Laat de betrokken partijen meekijken tijdens de meting.
9. Controleer de luchtdoorlatendheid bij oplevering met één of meer luchtdoorlatendheids- en/of infraroodmetingen (in combinatie met het opsporen van

lekken met behulp van rook). Laat de betrokken partijen meekijken tijdens deze meting.

#### Maatregelen bij de verschillende luchtdoorlatendheidsklassen

Luchtdicht bouwen begint bij goed ontworpen details. Door zorgvuldig te ontwerpen kunnen luchtlekken grotendeels vermeden worden. In de praktijk gaat het ontwerpen van luchtdichte details niet altijd goed! Relatief grote luchtlekken in de praktijk zijn te vinden bij:

- aansluitingen van daken op gevels en bouwmuren,
- aansluitingen rondom dakkapellen,
- daknokken, hoekkepers, kilkepers,
- aansluitingen rondom gevelopeningen,
- doorvoeringen in beganegrondvloeren,
- en dakdoorvoeren.

In de SBR-publicatie 'Luchtdicht bouwen' is een drietal luchtdoorlatendheidsklassen omschreven. In het kort komt het er op neer dat we in de bouwpraktijk onderscheid maken in klasse 2 (huidige

bouwpraktijk/klasse goed) en klasse 3 voor Passief Bouwen (niveau uitstekend). In de praktijk wordt nog wel eens een 'tussenklasse' (klasse 2+ of 3-) gebruikt, echter het onderscheid in maatregelen is beperkt.

De extra maatregelen voor klasse 3 (ten opzichte van klasse 2) zijn:

- Nastelbaar hang- en sluitwerk;
- Waar mogelijk luchtdichtingen prefabriceren;
- Ga voor zekerheid; probeer risico's op luchtlekken te verkleinen. Controleer detail voor detail;
- Dubbele luchtdichtingen in de draaiende delen of gelijkwaardigheidsverklaring voor enkele dichting;
- Natte beglazing bij houten kozijnen (of gelijkwaardigheidsverklaring) en kwaliteitseisen bij kunststof en aluminium kozijnen;
- Verborgene scharnieren, om doorbreking van de binnendichting te voorkomen;
- Kabel- en leidingdoorvoeren (buitenlichtpunten en buitenkranen): prefab manchetten gebruiken, aflakken en



Vullingen ten behoeve van kanalen voor kanaalplaatvloeren. Foto: Celdex.

bij elektriciteitspijpen ook in de pijp afkitten of dichtingsdoppen gebruiken;

- Overlappen en aansluitingen van de dampremmende laag (folie) aflakken;
- Geen doorbrekingen dampremmende folie, gebruik zonodig een voorzetwand voor de elektra- en waterleidingen (een zogenaamde installatiwand);
- Gerichte controle van de aangebrachte luchtdichtingen (tijdens gevel- en daksluiting) en controlemetingen (blowerdoorproef, eventueel in combinatie met infraroodmetingen).

#### Dichtingsmaterialen

Door de ontwikkelingen op het gebied van luchtdicht bouwen is er al een breed scala afdichtingsproducten ontstaan. De pur-schuimen, schuimbanden en katten kennen we natuurlijk al een tijd. Ook de butyl- en bitumen tapes worden al jaren toegepast. Plakbanden en tapes zijn de laatste jaren sterk ontwikkeld en blijven nu ook na oplevering zitten. Nieuwe dichtingsmaterialen zoals coatings, pasta's en sealings zijn in opkomst.

Daarnaast kennen we natuurlijk allerlei

'hulpmiddelen' om aansluitingen, zoals doorvoeren, wandcontactdozen, kruipluiken en kanalen van kanaalplaatvoeren af te dichten. Kortom: voor elke aansluiting is er wel een product te vinden.

#### Het ontwerpen van een aansluiting

De ontwerper dient in de detaillering en de keuze van het dichtingsmateriaal rekening te houden met de volgende aspecten:

1. plaats van het dichtingsmateriaal in het aansluitdetail;
2. totale lengte van de aansluiting;
3. vormverandering van het bouwelement als gevolg van drogingskrimp;
4. maatvoeringskwaliteit (noodzakelijke toleranties);
5. keuze van het dichtingsmateriaal (maximaal toelaatbare vervorming, MTV) in relatie tot de gebouwdelen, rekening houdend met kruip, thermische bewegingen en optredende belastingen;
6. onderhoud.

#### 1. Plaats van de dichting

De positie van de dichting is van zeer groot belang en dient dus door de ont-

werper op een logische plaats te worden aangegeven. Enkele aanbevelingen:

- dichting zo dicht mogelijk aan het binnoppervlak (warme zijde);
- hoe verder de dichting naar buiten komt hoe moeilijker deze in één vlak (met andere luchtdichtingen) is aan te sluiten en hoe eerder inwendige condensatie kan optreden;
- dichting bij voorkeur in een aanslag;
- comprimering in dezelfde richting als de bevestigingsrichting/bewegingsrichting;
- afdichting in één vlak, doorgaand/niet onderbroken;
- na plaatsing zo veel mogelijk controleerbaar.

#### 2. Lengte-aansluitingen

De luchtdoorlatendheid wordt bepaald door de aansluitingen. Wanneer er in een gebouw weinig aansluitingen aanwezig zijn, is het toelaatbaar dat de prestaties per strekkende meter van deze aansluitingen minder zijn, zodat nog steeds de gewenste luchtdoorlatendheid wordt gerealiseerd. Dus hoe meer strekkende meter potentieel lek, hoe groter het risico.

#### 3. Drogingskrimp van bouwelementen

In de bouwmaterialen van een gebouw is bij de oplevering veel water aanwezig (voorbeeld: bij in het werk gestorte betonvloer met een dikte van 200 mm is dit al gauw 40 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>). Een deel van dit water zal gaan verdampen, zodat de omvang van de materialen afneemt. Wanneer de betreffende naaddichting deze krimp niet kan opnemen, ontstaat er een scheur, en dus een luchtlek. Het is dus van belang om als ontwerper in overleg met de constructeur voldoende dilataties aan te geven en deze te vullen met voldoende flexibel materiaal.

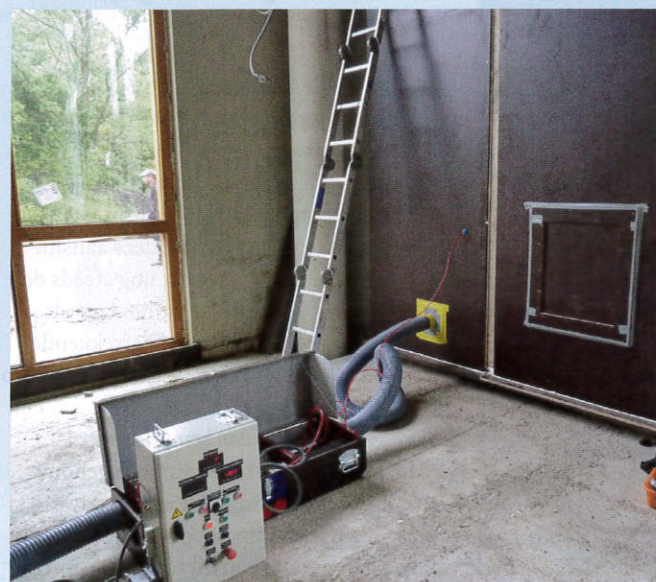
#### 4. Maatvoeringskwaliteit (toleranties)

De toleranties van de diverse bouwsystemen zijn zeer verschillend. In het algemeen kan worden gesteld dat de toleranties bij gietbouw en grote elementenbouw (prefab betoncasco's) kleiner worden gekozen dan bij stapelbouw. Indien de aannemer een maatvoeringsplan maakt, wordt het uitvoeringsproces nauwlettend gevolgd. De afwijkingen kunnen dan worden geregistreerd en geëvalueerd, en zo nodig wordt het proces bijgestuurd. Als de productiemethode bekend is, kunnen de toleranties daarop worden aangepast. De toleranties zijn van groot belang indien met bijvoorbeeld dichtingsbanden wordt gewerkt. Materialen zoals pur-schuim vullen de naad volledig en kunnen onregelmatigheden



# Eisen luchtdoorlatendheid Handboek Bouwfysische kwaliteit kantoren

Tijdens de Kennisdag Bouwfysica in 2009 kwam een contact tot stand tussen het bestuur van de Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging (NVBV) en de Rijksgebouwendienst (Rgd). Na een aantal maal overleg is besloten tot een gezamenlijk initiatief om te komen tot een Handboek bouwfysische kwaliteit voor kantoren. Het handboek is tot stand gekomen onder auspiciën van de NVBV, de Rgd heeft de ontwikkeling medegefinancierd. De NVBV heeft toonaangevende bouwfysische bureaus uitgenodigd te participeren in een klankbordgroep.



Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige luchtdoorlatendheid dat het warmteverlies, en daarmee het energieverbruik, als gevolg van infiltratie en exfiltratie wordt beperkt. Bepaling van de luchtdoorlatendheid van de gehele gebouwschil gebeurt volgens NEN 2686 'Luchtdoorlatend van gebouwen - Meetmethode.' Bij utiliteitsbouw (kantorenbouw) worden echter vaak metingen aan geveldelen uitgevoerd. Er worden dan één of meerdere mock-ups gebouwd en deze worden vervolgens beproefd op wind- en waterdichtheid. In plaats van mock-ups worden ook vaak de eerst geplaatste gevelelementen onderworpen aan dergelijke testen. Het apart opbouwen van een mock-up is dan niet nodig.

Metingen van de luchtdoorlatendheid van gevelelementen worden niet uitgevoerd volgens NEN 2686, maar volgens NEN-EN 1026 'Ramen en deuren - luchtdoorlatendheid - beproevingsmethode'. Aan één zijde van de te beproeven scheidingsconstructie wordt een afgesloten ruimte gecreëerd, waarin een onder- of overdruk wordt aangebracht. Het drukverschil over de gevel wordt gemeten met een (elektronische) manometer. Het drukverschil wordt opgebouwd in stappen van 50 pascal (en vanaf 300 pascal in stappen van 150 Pascal). Per drukverschil wordt het luchtverlies gemeten en uitgezet in een diagram. Uit het diagram wordt de luchtdoorlaat van het gevelelement bepaald. In tabel 1 zijn de toetsingsdrukken aangegeven. Deze zijn afhankelijk van de ligging en hoogte van het gebouw.

Klasse <sup>1)</sup>	Gebouwhoogte (m)	Toetsingsdruk (Pa)
B15	15	150
B40	40	200
B100	100	250
K15	15	300
K40	40	350
K100	100	400

1) Klasse K dient te worden toegepast in de volgende gebieden: provincie Noord-Holland, Waddengebied, IJsselmeergebied en een zone van 2,5 km vanaf het Noordzeestrand. Klasse B dient te worden toegepast in het overige gebied van Nederland.

Tabel 1: Toetsingsdruk voor de beproeving van de luchtdoorlatendheid.

## Prestatieniveaus

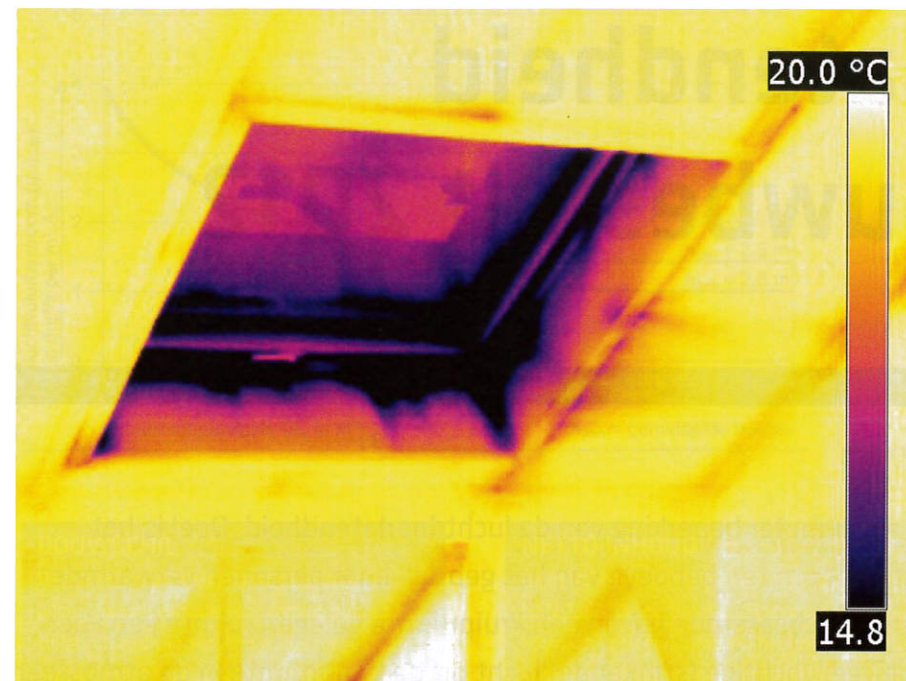
Het handboek bouwfysische kwaliteit onderscheidt drie prestatieniveaus: basis, goed en uitstekend (zie tabel 2). De klasse basis komt overeen met de oude Rgd-richtlijn. De klasse goed is de 'gewenste huidige standaard' en de klasse uitstekend kan worden omschreven als 'daar waar extra eisen nodig zijn'. Het is aan de opdrachtgever of zijn/haar adviseur om de juiste klasse te kiezen.

Uiteraard is er een relatie met de  $q_{v10}$ -waarde zoals deze in het Bouwbesluit en EPC-norm wordt gehanteerd. Op basis van de in de EPC ingevoerde  $q_{v10}$ -waarde (per m<sup>2</sup> verwarmd vloeroppervlak!) moet worden nagegaan wat dat betekent voor de schil van het gebouw (dus hoe luchtdicht moet onder andere de gevel zijn). Zie hiervoor ook stap 4 in het stappenplan Luchtdicht Bouwen elders in dit artikel. Belangrijk is te bedenken dat de  $q_{v10}$ -waarde in de EPC gerelateerd is aan 'energieverlies'. Er zijn ook andere redenen om luchtdicht te bouwen, denk hierbij bijvoorbeeld aan: het voorkomen van tocht en inwendige condensatie en de realisatie van een waterdichte schil.

	Klasse prestatieniveau		
	Basis	Goed	Uitstekend
Luchtdoorlatendheid (= luchtdoorlatendheidscoëfficiënt)	Luchtvolume-stroom bij gevel als geheel: • Gevel met te openen ramen: $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ geveloppervlakte • Zonder te openen ramen $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ geveloppervlakte	Luchtvolume-stroom bij gevel als geheel: • Gevel met te openen ramen: $1,44 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ geveloppervlakte • Zonder te openen ramen $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ geveloppervlakte	Luchtvolume-stroom bij gevel als geheel: • Gevel met te openen ramen: $1,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ geveloppervlakte • Zonder te openen ramen $1,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ geveloppervlakte

Tabel 2: Prestatieniveaus luchtdoorlatendheid

Het handboek is een PVE en is te vinden op de website van de NVBV: [www.nvbv.org](http://www.nvbv.org).



Thermografisch onderzoek; luchtlekken bij een dakraam.



Ontwerp een leidingspouw zodanig dat dampremmer en luchtdichting niet worden doorbroken. Foto: Heliä.

opvangen. De afmetingen van de dichtingsbanden moeten echter heel bewust worden gekozen, omdat het essentieel is dat de aansluiting over de gehele breedte volledig wordt gedicht (let onder andere op voldoende compressie van het band).

## 5. Kruip, thermische bewegingen en belastingen

Kruip is de vervorming van een (beton-) constructie gedurende de eerste jaren dat deze constructie wordt belast. Door vloeren met een lichte toeg te stellen, wordt voorkomen dat het na een aantal jaren lijkt of de vloer doorhangt. Voor deze toeg wordt, voor een vloer van 6,0 meter overspanning, 15 tot 25 mm aangehouden. Afhankelijk van de werkmethode zakt na de stort, ten gevolge van kruip, de vloer ongeveer 2 tot 5 mm door. Bij de afdichtingsmaterialen moet rekening worden gehouden met deze vervorming. Hetzelfde geldt voor de vervormingen door thermische bewegingen (door

temperatuurverschillen ontstaat krimp en uitzetting) en bijvoorbeeld windbelastingen. Hoe groter de lengte van de aansluiting, hoe groter de mogelijke vervorming.

## 6. Onderhoud

Tijdens het gebruik van het gebouw wordt de luchtdichtheid langzaam minder goed. Door bijvoorbeeld na-stelbaar (of zelfsturend) hang- en sluitwerk te gebruiken kan dit proces gedeeltelijk tegengegaan worden. Onderhoud (nastellen H&S en reiniging en invetten rubbers) is dus noodzakelijk.

## Controle/metingen

De luchtdoorlatendheid wordt vaak achteraf (vlak voor oplevering) met een zogenaamde 'Blowerdoorproef' vastgesteld. Daarnaast worden luchtlekken dan met rook (of thermografie) inzichtelijk gemaakt. Helaas vindt deze meting achteraf plaats. Geconstateerde luchtlekken kunnen dan soms niet meer goed

worden gedicht. De kitspuit wordt dan maar vaak ter hand genomen. Het is dus zinvol om tijdens de gevel- en daksluiting de luchtdoorlatendheid van de aansluitingen visueel te beoordelen. Dat voorkomt achteraf problemen.

## Literatuur

- Bouwbesluit 2012.
- NEN 2686 Luchtdoorlatendheid van gebouwen - meetmethode, 1988 (A2 2008), NEN.
- NEN 2687 Luchtdoorlatendheid van gebouwen - Eisen, 1989, NEN.
- NEN 8088-1 Ventilatie en luchtdoorlatendheid van gebouwen - Bepalingsmethode voor de toevoertemperatuur gecorrigeerde ventilatie- en infiltratieluchtvolumestromen voor energieprestatieberekeningen - Deel 1: Rekenmethode, 2012, NEN.
- Ing. Peter Kuindersma en drs. ing. Harry Nieman, 'Luchtdicht Bouwen (I) en (II)', Bouwregels in de praktijk 10 en 11, 2009, Sdu Uitgevers.
- Ing. Peter Kuindersma en drs. ing. H.M. Nieman, 'Luchtdicht Bouwen - theorie, ontwerp, uitvoering', SBR (uitgave 2013; verschijnt medio 2013).



Ing. Peter Kuindersma is als senior adviseur werkzaam bij Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies b.v. (onderdeel Niemangroep).  
Tel. (038) 467 00 30.  
[p.kuindersma@gevelsendaken.nl](mailto:p.kuindersma@gevelsendaken.nl)  
[www.gevelsendaken.nl](http://www.gevelsendaken.nl)

Bron: Handboek Bouwfysische kwaliteit voor kantoren (2011).