

In 7 stappen een luchtdichte garantie!



Copyright: Egbert de boer

Een procesmatige aanpak is de sleutel

Wie een modern en duurzaam gebouw neer zet, krijgt te maken met steeds uitdagendere prestatie-eisen op het gebied van luchtdoorlatendheid.

In de aanstaande regelgeving, vanaf 2019, voor Bijna-Energie-Neutrale Gebouwen (BENG) zal luchtdichtheid weer zwaarder meewegen. Bij het renoveren en toekomstbestendig maken van een bestaand pand neemt de moeilijkheidsgraad toe, omdat je moet werken met een gegeven situatie uit een tijd dat luchtdichtheid nog geen issue was.

Luchtdoorlatendheid lijkt een ongrijpbaar begrip, maar dat is het niet. Wie het proces van luchtdicht bouwen in de vingers heeft, kan zijn doel bereiken. Ook bij renovatie. In deze whitepaper krijgen bouw eigenaren, beheerders, projectontwikkelaars en aannemers de middelen aangereikt om grip te krijgen op een topprestatie, die in de nabije toekomst noodzakelijk zal zijn voor vrijwel elk gebouw.

Het beperken van lucht lekkages is essentieel voor de beheersing van energielasten, het langdurig blijven functioneren van de constructie, het comfort en de gezondheid van de mensen in het gebouw. Alles bij elkaar draagt luchtdicht bouwen bij tot een interessante businesscase voor de investeerder.

Het realiseren van een luchtdicht gebouw blijkt in de praktijk lastiger dan in theorie. Een struikelblok is dat de verschillende eisen, gedefinieerd per vloeroppervlak, gebouwwolume of geveloppervlak niet over elkaar heen te leggen zijn en tot Babylonische spraakverwarring leiden. Ook ontbreekt in de praktijk vaak een procesmatige en integrale aanpak tijdens ontwerp en realisatie. Dat laatste is essentieel om de werkzaamheden van alle partijen doelmatig op elkaar af te stemmen.

Met het zetten van de juiste stappen is een luchtdicht gebouw gegarandeerd bereikbaar. Als gevelspecialisten bij DGMR ondersteunen wij onze opdrachtgevers hier bij.



De Energy Academy ontving een BREEAM-NL Outstanding certificering en een internationale BREEAM award. De $q_{v,10;spec}$ -waarde van $0,15 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ is een bijzondere prestatie, zeker voor dit type gebouw.

De term 'luchtdichtheid'

Om maar gelijk met de deur in huis te vallen: luchtdichte gebouwen bestaan niet.

Gebouwen laten altijd een bepaalde mate van lucht door via de kieren en naden in de gebouwschil. De officiële term die in de regelgeving en normering gehanteerd wordt, is daarom 'luchtdoorlatendheid'.

Er is een kleine en gelimiteerde hoeveelheid uitwisseling van lucht tussen binnen en buiten via de naden en kieren toegestaan. Deze uitwisseling wordt infiltratie genoemd.

De term 'luchtdicht bouwen' is beter ingeburgerd dan de term 'luchtdoorlatendheid'. Helaas, want het heeft een negatieve bijklank.

Vele mensen, waaronder ook professionals in de bouw, willen niet aan 'luchtdicht bouwen' doen, omdat mensen per slot van rekening moeten kunnen ademen. Inderdaad!

Mensen hebben als eerste levensbehoefte lucht nodig en dat verzorgen we met natuurlijke en/of mechanische ventilatievoorzieningen. Ventilatie heeft niets met infiltratie te maken. Ventilatie is noodzakelijk. Infiltratie is een ongewenste vorm van lekkage en moet beperkt worden.



Tijdens het definitief ontwerp wordt het ambitieniveau van het gebouw vastgelegd. Dit heeft een sterke relatie met het businessplan achter de investering:

- Voor welke doelgroep is het gebouw bedoeld?
- Wat hebben zij voor huisvestingswensen en financiële mogelijkheden?
- Zijn er extra financiële stimulansen voor duurzame maatregelen? Bijvoorbeeld subsidies of een korting op de grondprijs?

Voor de beperking van luchtdoorlatendheid zijn er drie basissmaken:

- **Bouwbesluitniveau:** dit niveau is wettelijk toegestaan, maar wordt in de praktijk vrijwel niet meer toegepast.
- **Standaardniveau:** het meest gebruikelijk voor nieuwbouw .
- **Boven-standaard niveau:** dit is het niveau dat past bij de ambitie tot duurzaam en energie-neutraal bouwen en de toekomstige standaard.

De reden voor een projectontwikkelaar om op het boven-standaard niveau te gaan zitten is een hogere waarde en toekomstbestendigheid van het pand. Een lagere waarde voor de luchtinfiltratie resulteert namelijk in een lagere EPC. In het geval van een BREEAM-NL gecertificeerd gebouw geeft dit tevens een betere BREEAM-score.

Binnen BREEAM-NL credit ENE 1 (Energie-efficiëntie, gebaseerd op de EPC-berekening) zijn tot 15 credits (punten) te verdienen naarmate het berekende energiegebruik verder onder het maximaal toegestane energieverbruik ligt.

Binnen ENE 26 kunnen twee punten worden verdiend door aan te tonen dat de thermische schil bij realisatie voldoende luchtdicht is. Dit aantonen gebeurt in de opleverfase, maar voor een hoog ambitieniveau zal het toewerken naar een goed resultaat als een rode draad door het ontwerp- en realisatieproces verweven zijn.

Voor de omgevingsvergunning moet worden aangetoond dat het gebouw voldoet aan de wettelijke eisen. Daarnaast hebben we te maken met de eisen volgend uit het gekozen ambitieniveau, die zijn vastgelegd in het Programma van Eisen en bestek. Wie hier niet dagelijks mee te maken krijgt, ziet al snel door de boven het bos niet meer. De belangrijkste drie eisen staan hieronder beschreven: eisen aan het gebouwvolume (bouwbesluit), het gebruiksoppervlak (EPC) of het geveloppervlak (bestek of keurmerk). De laatste eis staat uitgewerkt onder Stap 3.

Bouwbesluit is nauwelijks relevant

In het bouwbesluit heeft de wetgever de luchtlekkage aan banden gelegd in het hoofdstuk "Technische bouwvoorschriften uit het oogpunt van energiezuinigheid en milieu".

Het luchtverlies via de thermische schil wordt beperkt met de $q_{v,10}$ -waarde.

Dit is een maximum luchtverlies van $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ bij een drukverschil van 10 Pa . Er wordt herleid naar een netto-inhoud van 500 m^3 indien de netto-inhoud groter is dan 500 m^3 .

Deze waarde is bepaald niet veeleisend en in praktijk van weinig waarde. Deze eis wordt gezien als een 'vangneteis' om een ondergrens te kunnen stellen voor gebruiksfuncties waarvoor een EPC (energie prestatie coëfficiënt) geldt. Ook voor bestaande bouw, waar de EPC niet altijd van toepassing is, is hiermee een ondergrens gelegd.

EPC-berekening: $q_{v;10}$ -eis als sluitpost

Bij de bouw aanvraag moet worden aangetoond dat het gebouw voldoende energiezuinig is. Dit wordt uitgedrukt in de Energie Prestatie Coëfficiënt en berekend met behulp van NEN 7120. De ontwerper heeft daarmee keuze in de energetische maatregelen die genomen moeten worden om de gebouw-gebonden energievraag van het totale gebouw te beperken.

In de EPC-berekening wordt een waarde ingegeven voor de infiltratie, de $q_{v;10;spec}$ voor het gebruiksoppervlak binnen de thermische schil.

Als de bouwbesluit eis uit de vorige paragraaf wordt vertaald naar een woning van 500 m³ en 200 m² gebruiksoppervlak, is de $q_{v;10;spec}=1,0$ dm³/s*m². Dit komt, zoals gezegd, in de praktijk bijna niet meer voor. Zie tabel 1.

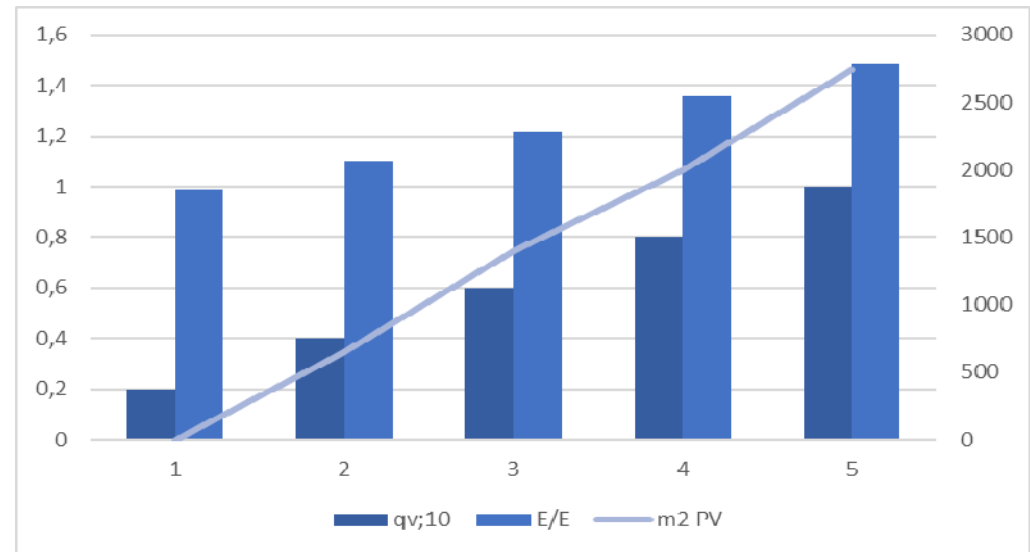
De huidige standaard kenmerkt zich door waarden tussen de 0,4 en 0,6. Voor een energieneutraal gebouw moet aan een waarde richting een $q_{v;10;spec}=0,15$ dm³/s*m² gedacht worden.

Met het steeds strenger worden van de EPC is er veel aandacht voor de betere isolatie van de thermische schil en de efficiency van installaties. Het minder tastbare begrip $q_{v;10;spec}$ lijkt soms als sluitpost te worden meegenomen om de verhouding tussen gebouwgebonden energiegebruik en toelaatbaar energiegebruik passend (EPC = 1,0) krijgen.

De invloed van $q_{v;10;spec}$ is de laatste jaren door het reduceren van het toelaatbare energieverbruik steeds groter geworden en maakt een substantieel deel uit van het totaal. In de uitgewerkte casus hiernaast is de relatie geschetst tussen de $q_{v;10;spec}$ en de EPC. Bij een $q_{v;10;spec}$ van 1,0 zou dit gebouw een EPC van 1,5 hebben, een overschrijding van 50%, wat bijvoorbeeld gecompenseerd kan worden door toevoeging van 2740 m² PV-panelen.

klasse	woningvolume (m ³)		maximumwaarde voor een woning		minimumwaarde voor een woning
	groter dan	tot en met	maximale $q_{v;10}$ (dm ³ /s)	$q_{v;10;spec}$ (dm ³ /s.m ²)	maximale $q_{v;10}$ (dm ³ /s)
1 (basis)	250 500	250 500	100	1,0	30
			150	1,0	50
2 (standaard)	250	250	50	0,6	
			80	0,4	
3 (uitstekend)	250	250	15	0,15	
			30	0,15	

Tabel 1: Relatie tussen luchtdichtheidsklassen en de in de EPC in te voeren $q_{v;10}$ -waarde (bron NEN 2687)



Tabel 2: Varianten voor een kantoorgebouw van 75m hoog. Relatie tussen de in de EPC in te voeren $q_{v;10;spec}$ (linkeras), de EPC (linkeras) en het aantal m² PV-panelen (rechteras) dat nodig is om tot een EPC = 1 te komen.

Algemeen

In de bestekfase wordt het gebouwontwerp verder uitgewerkt met detailtekeningen, materiaalspecificaties en prestatie-eisen op productniveau.

In deze fase wordt het fundament gelegd van de kwaliteit van de uitvoering. In de details wordt vastgelegd hoe de verschillende bouwdelen op elkaar aansluiten.

De dichtingen daartussen moeten zorgvuldig worden uitgewerkt volgens de principes van een twee- of zelfs een drievoudige dichting:

- **2-voudig: water en lucht**
- **3-voudig: water, (buiten)lucht en waterdamp** (oftewel binnenlucht)

Dichtingen moeten geschikt zijn voor hun functie. De beoogde kwaliteit moet niet alleen bij de oplevering worden geboden, maar ook tot in lengte van jaren behouden blijven. Zo mogen dichtingen niet loslaten of scheuren door zetting en beweging van bouwdelen.

DGMR let bij detail- en bestekcontrole op de volgende aspecten:

- Juiste **positie** met betrekking tot bouwfysica, met name het voorkomen van inwendige condensatie.
- **Bereikbaarheid** en inspecteerbaarheid tijdens montage.
- **Vervorming** ten gevolge van belastingen en schommelingen in temperatuur en vocht.
- **Geschiktheid** van de gekozen materialen (bijvoorbeeld hechting, verdraagzaamheid met andere materialen, celtype van banden, vervormingscapaciteit van de dichtingen, verouderingsgedrag etc.).
- **Type hang- en sluitwerk.**

Vaak wordt het uitwerken van de dichtingen overgelaten aan de uitvoerende partijen. Het is verstandiger om hier een adviseur te volgen, zodat de afdichtingskwaliteit eenduidig vaststaat, en daarmee interpretatieverschillen tussen verschillende aanbieders worden voorkomen.

Een goed uitgewerkt bestek met bijbehorende tekeningen maakt de uitgangspunten voor alle aanbieders duidelijk, zodat een eerlijke vergelijking op prijs en kwaliteit mogelijk is.

Beperking van luchtlekkage loont!

Er zijn diverse redenen om de luchtlekkage te beperken, met verschillende voordelen voor de verschillende belanghebbenden.

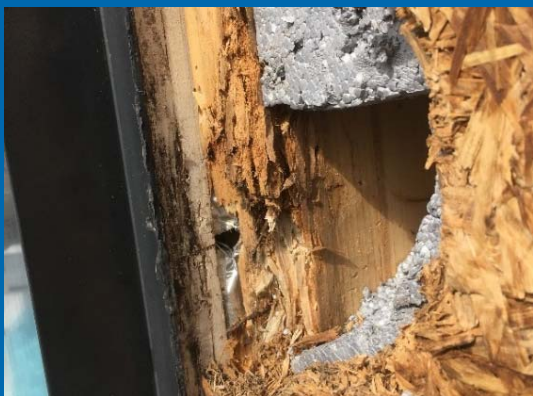
- 1. Beperking van luchtlekkage is een belangrijke stap op weg naar een duurzaam gebouwde omgeving door het verminderen van de energievraag en de CO2-uitstoot.*
- 2. Gebouwen die niet aantoonbaar duurzaam zijn, zijn slecht te verhuren.*
- 3. Luchtdicht bouwen levert aantoonbare betere scores op in de EPC-berekening en BREEAM-NL.*
- 4. Door vermindering van de verwarmings- en koellasten zakt de energierekening.*
- 5. Luchtdichting voorkomt dat warme, vochtige binnenlucht via de naden de constructie binnendringt en daar condenseert. Hierdoor kan isolatiemateriaal nat worden en zelfs uitzakken waardoor de isolatiewaarde fors zakt.*
- 6. Bij houten gevel- of dakelementen kan er door de inwendige condensatie houtrot optreden met een kortere levensduur tot gevolg.*
- 7. Luchtlekken kunnen aanleiding geven tot comfortklachten, of het moeten inzetten van aanvullende verwarming ter voorkoming van koudeval.*

Lees verder op pagina 6.

Vervolg van pagina 5.

8. Een goede luchtdichting ondersteunt de waterdichtheid. Bij een zorgvuldig opgebouwd detail ontstaat er tussen de buitenste waterkering en de luchtdichting een overdruk die binnendringen van water vermindert.
9. Luchtdicht bouwen draagt bij aan een verbeterde geluidisolatie van de gevel, zowel van buiten naar binnen (bijvoorbeeld verkeer), alsook van binnen naar buiten (bijvoorbeeld muziek).

Samengevat blijkt het beperken van luchtlekkages essentieel voor het verlagen van energielasten, het verlengen van de levensduur van de constructie en het bieden van waterdichtheid en comfort. Een beperkte luchtdoorlatendheid draagt bij aan de verhoging van de duurzaamheid en de waarde van het pand.



Beschadigingen in de luchtdichte aansluitingen hebben binnen enkele jaren na oplevering houtrot veroorzaakt.

Ramen, deuren en vliesgevels

Het luchtverlies aan gevelelementen is niet wettelijk vastgelegd. In de praktijk worden de maatgevende eisen voor de luchtdoorlatendheid van gevelelementen privaatrechtelijk overeengekomen. Meestal wordt in het bestek verwezen naar de kwaliteitseisen van een branchevereniging zoals de VMRG of de VKG, of een KOMO-attest met productcertificaat. Zie tabel 3.

In de kwaliteitseisen wordt allereerst gekeken naar het luchtverlies bij de maximale toetsingsdruk. Dit geeft een indruk van de prestaties van het gevelement bij stormachtig weer.

Deze toetsingsdruk is minimaal gelijk aan de toetsingsdruk voor waterdichtheid en wordt bepaald op basis van de hoogte en ligging van het gebouw en is minimaal 150Pa en kan oplopen tot 600 Pa of meer voor hoogbouw. Soms wordt ook bestekmatig een hogere toetsingsdruk opgelegd om hoge ambitieniveaus te bereiken. Dit verhoogt de kwaliteit van de uitvoering, zeker als de waarden daadwerkelijk getoetst zullen worden en ontwerpers en uitvoerenden daar vooraf van op de hoogte zijn gebracht.

Verder is er om reden van de energiezuinigheid een limiet gesteld aan het luchtverlies bij 10Pa.

De luchtverliezen voor gevelelementen worden uitgedrukt in maximale luchtverliezen per m¹ naad of sluitnaad van het gevelelementen.

Om te voorkomen dat bij gevelelementen met veel kleine glasvlakken onevenredig grote luchtverliezen worden toegelaten of comfortklachten kunnen optreden, is er ook een maximum geteld aan het luchtverlies per m².

Ramen, deuren en vliesgevels vallen onder een geharmoniseerde Europese norm en hebben een CE-markering. Dit regelt in feite dat de prestaties van gevelelementen door de systeemleverancier worden vastgelegd in een productpaspoort, dat gebaseerd is op eerdere testresultaten.

Als de gewenste toetsingsdrukken en luchtverliezen bekend zijn, kan met behulp van dit productpaspoort worden bepaald of een raam-, deur- of vliesgevelsysteem "in principe" geschikt is voor het project en dus in het bestek kan worden opgenomen.

Een andere optie is om prestatiegericht (dus merkloos) te specificeren, zodat een aannemer zelf een geschikt voorstel kan doen, passend bij zijn eigen voorkeursleverancier.

	bij maximale toetsingsdruk ²		bij extrapolatie naar 10Pa ³
	per m ¹ naad of kier m ³ /h	per m ² hele pui m ³ /h	per m ¹ naad of kier m ³ /h
vaste delen (naden)	0,5	1,5	0,1
bewegbare delen met dubbele luchtdichting (kieren)	3,0	6,0	0,15
bewegbare delen met enkele luchtdichting (kieren)	6,0	12,0	0,4
parallel bewegbare delen (schuifpui) met borsteldichting (kieren)	9,0	18,0	1,0

Tabel 3: Maximaal toelaatbare luchtverliezen voor aluminium ramen, deuren en vliesgevels volgens de VMRG Kwaliteitseisen en Adviezen / BRL 2701

→ Stap 4: Controles tijdens productie

Prototypetest

Steeds meer opdrachtgevers kiezen er voor om enkele representatieve gevelelementen vooraf te beproeven in een testkast.

De prestaties van ramen, deuren en vliesgevels worden normaal gesproken behaald als deze worden geproduceerd volgens de voorschriften van de systeemleveranciers.

In de meer spraakmakende projecten worden vaak maatwerkoplossingen ontwikkeld om technische of esthetische redenen. In zulke gevallen is het raadzaam om de luchtdoorlatendheid (en waterdichtheid) te testen op een prototype, zodat ontwerpfouten worden uitgesloten.

Een andere reden om een prototypetest te doen is als een fabrikant een profielsysteem voor de eerste keer verwerkt. Hiermee wordt onderzocht of de verwerkingsvoorschriften begrepen en doorgevoerd zijn, met andere woorden: of er voldoende vakmanschap wordt getoond.

De luchtverliezen kunnen worden vastgesteld met een beproeving in een testkast conform NEN-EN 1026 (ramen en deuren) of NEN-EN 12153 (vliesgevels). Het gevelement wordt in de kast geplaatst en het luchtverlies wordt gemeten en getoetst.

In de praktijk blijken de beloofde hoge prestaties (soms 900 of 1050 Pa) uit het CE-productpaspoort niet altijd waargemaakt te worden bij een prototypetest. De tijd die een fabrikant in een economisch verantwoord proces te besteden heeft, is uiteraard minder dan de tijd die productontwikkelaars in een laboratoriumachtige omgeving ter beschikking hebben om zo goed mogelijk uit de bus te komen.

In veel gevallen is dit niet erg, omdat het gevelement nog gelijk of beter presteert dan gevraagd. Soms leidt een prototypetest ook tot teleurstelling, omdat de kwaliteit onvoldoende is om te mogen worden ingebouwd in het werk. Er kan daarom niet in alle gevallen blind worden vertrouwd op de CE-markering.

Visuele productiecontrole

Naast een prototypetest, die in de regel éénmalig is, kan een visuele productiecontrole een algemene indruk geven van de kwaliteit op meerdere momenten: zijn de versteknaden dicht, zijn de rubbers op de juiste lengte en eventueel ge vulkaniseerd, zijn de glaslaten correct afgezaagd etc.



Testkastkeuring van een prototype



Productielijn kozijnen

→ Stap 5: Uitvoeringscontrole

Ook tijdens de bouwfase zijn testkastkeuringen en visuele inspecties goede instrumenten om de kwaliteit te bewaken.

De toetsing van ramen en deuren in het werk verloopt nagenoeg identiek aan die in de testkast, met als belangrijk voordeel dat ook de aansluiting van stelkozijnen meegenomen kan worden.

Dit is in de praktijk een kritisch aansluitdetail, omdat hierbij het werk van meerdere onderaannemers samenkomt. Bovendien verdwijnt deze aansluiting in veel gevallen achter een laag stucwerk of andere afwerking, waardoor problemen in een later stadium nauwelijks nog hersteld kunnen worden.

De luchtdoorlatendheidsmeting kan in deelmetingen worden uitgevoerd, zodat de bijdrage van elke leverancier of detail afzonderlijk kan worden getoetst.

De bouwkundige aansluitingen doen volgens de testnorm NEN-EN 1026 officieel niet mee in de beoordeling. Om discussies te voorkomen is het belangrijk dat het testen van de bouwkundige aansluitingen in een eerder stadium (voor de aanbesteding) is vastgelegd.

Met visuele inspecties, vaak steekproefsgewijs, kan worden nagegaan of de dichtingen conform bestek, tekeningen en de lessen uit de testen zijn aangebracht. Niet zelden worden de details anders uitgevoerd dan vooraf bedacht, soms met verstrekkende gevolgen.



Blowerdoormeting na het wind- en waterdicht maken van het gebouw

→ Stap 6: Oplevering

Vlak voor oplevering is het moment om te bepalen of de opdrachtgever krijgt wat hij gevraagd heeft. Zeker als er een lage luchtdoorlatendheid is opgegeven in de EPC-berekening en/of een BREEAM-NL-certificering moet worden behaald, is bewijsvoering nodig.

Voor twee BREEAM-NL ENE 26 credits moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- Er dient in de opleverfase van het werk een **thermografisch onderzoek** uitgevoerd te worden conform de norm NEN-EN 13187, waaruit blijkt dat de warmte-isolatie op een juiste manier is aangebracht en waarbij er geen thermische onregelmatigheden worden geconstateerd (zoals koudebruggen en/of luchtinfiltratie).
- Er dient in de opleverfase van het werk een **luchtdoorlatendheidsmeting** conform de norm NEN-EN 13829 (methode A) uitgevoerd te worden, waaruit blijkt dat de luchtdoorlatendheid van het gebouw voldoet aan de opgegeven waarde in de EPC-berekening.

Bij deze test, ook wel de blowerdoormeting genoemd, wordt het gebouw op onder- en overdruk gezet en wordt het luchtverlies over de totale gebouwschil gemeten. De gemeten waarde wordt omgerekend naar een luchtverlies bij 10 Pa.

Een meting van een gevelelement in het werk, zoals in stap 5, kan niet als alternatief dienen voor een blowerdoormeting, zoals soms wordt gedacht. Bij de blowerdoormeting wordt namelijk de prestatie van het totale gebouw in beeld gebracht. Eén gevelelement is onvoldoende representatief voor het hele gebouw.

Onvolkomenheden in de luchtdichtheid

Bij het uitvoeren van deze onderzoeken ervaart DGMR dat de onvolkomenheden in de luchtdichtheid zich vaak bevinden waar de verschillende bouwdelen elkaar ontmoeten, zeker als het werk van de verschillende leveranciers samenkomt.

Voorbeelden van kritische details zijn:

- Dakranddetails
- Aansluitingen op het maaiveld
- Hoekdetails
- Constructieve doorvoering van balkons
- Doorvoeren van- en naar de technische ruimte op het dak en eventueel een parkeerkelder
- Ontluchtingen van de liftschachten
- Tourniquets

Om deze reden kan er dus niet van uit worden gegaan dat het totale luchtverlies gelijk is aan de som der delen. Alleen een luchtdoorlatendheidsmeting op het totale gebouw kan vertellen of de ambities van de gebouweigenaar zijn waargemaakt.

Wanneer de stappen 1 t/m 6 zorgvuldig zijn uitgevoerd, is nazorg niet nodig. In de praktijk is het vaak anders: de gebouweigenaar meldt zich met een onverwacht hoge energierekening, tocht- of vochtklachten.

Voor onderzoek naar de oorzaak kunnen diverse middelen worden ingezet, zoals visuele inspectie en metingen op component- of gebouwniveau. Helaas verdwijnen veel luchtdichte aansluitingen achter stucwerk, dekvloeren en andere afwerkingen en is men op slopershoogte. Soms ligt de oorzaak van een slechte uitvoering in onkunde, maar vaak is het een gebrek aan informatie. De doelstellingen en ontwerp oplossingen uit de voorgaande fases komen niet altijd aan bij degenen die het werk uitvoeren.

Een toezien en deskundig oog, die meekijkt over het totale proces en de werkzaamheden waar nodig op elkaar afstemt, helpt bij het waarborgen van de kwaliteit en is onontbeerlijk voor een topprestatie.



Midden: Met behulp van een infrarood-camera (thermografie) kunnen luchtlekken en koudebruggen zichtbaar worden gemaakt.

Rechts: Tijdens visuele inspecties worden regelmatig onvolkomenheden in de luchtdichting vastgesteld.



Een opdrachtgever die een zeer goede luchtdichtheid wenst aan het eind van de rit (en na 2020 is er geen andere keus), kan het succes beïnvloeden.

Deze whitepaper illustreert dat het voorkomen van luchtlekages als een rode draad door het hele ontwerp- en realisatieproces van een bouwproject loopt en dat vele disciplines hun inbreng hebben. Deskundige begeleiding van het totale proces is het antwoord op een gegarandeerde topprestatie bij oplevering en tot in lengte van jaren.

Voor meer informatie

Ir. Esther Hebly
Senior Adviseur Bouw- en Geveltechnologie
088 - 346 77 06 | ehb@dgmr.nl

Ing. Johan Koudijs
Directeur DGMR Bouw BV
088 - 346 77 00 | ky@dgmr.nl

ir. Christiaan de Wolf
Senior Adviseur Bouw- en Geveltechnologie
088 - 346 77 57 | cwo@dgmr.nl



DGMR Raadgevende ingenieurs

DGMR is een ingenieurs- en adviesbureau dat maatschappelijk relevante en hoogwaardige diensten en producten levert ter verbetering van de leef-, woon- en werkomgeving. Aspecten zijn gezondheid, (brand)veiligheid en duurzaamheid.

DGMR is als breed en multidisciplinair ingenieursbureau van plan tot en met oplevering betrokken bij de realisatie van nieuwbouw- en renovatieprojecten.

Binnen DGMR is een team aanwezig dat zich heeft gespecialiseerd in de gebouwschil. De kennis, ervaring en apparatuur om de kwaliteit van de gebouwschil te meten en te bewaken, waarvan er in dit artikel diverse voorbeelden zijn gegeven, is in huis aanwezig.

Ook werken bij DGMR diverse gediplomeerde duurzaamheidsspecialisten, waaronder een thermograaf en BREEAM-NL-experts en -assessoren.

www.dgmr.nl

Midden: Duurzame iconen in nieuwbouw en renovatie: De Hoge Raad en Rijksgebouw Rijnstraat 8.