

Luchtdichtheid van gebouwen : een grote uitdaging voor alle bouwberoepen

De gewestelijke EPB-regelgevingen (energieprestaties van gebouwen) verstrengen aan een razendsnel tempo. Naast een doorgedreven thermische isolatie van de gebouwschil en het gebruik van performante technische installaties (bv. ventilatiesysteem) zal ook een goede luchtdichtheid binnenkort onontkoombaar worden : deze kan de energieprestatie van een gebouw immers met 15 % verhogen. Dat het mogelijk is om uiterst luchtdicht te bouwen, blijkt uit de gestage opkomst van de passiefhuizen. De hierin gehanteerde principes zouden echter veralgemeend moeten worden tot de volledige nieuwbouwsector.

Een dergelijke verandering is niet zonder gevolg voor de aannemers en de andere bouwprofessionelen, aangezien zij hun manier van ontwerpen, coördineren en uitvoeren grondig zullen moeten aanpassen.

Ondanks het feit dat de luchtdichtheidsproblematiek van gebouwen al jaren gekend is, bestaat er in ons land tot op heden geen enkel document dat aangeeft hoe men dient te komen tot een luchtdicht ontwerp en een luchtdichte uitvoering. Dit is niet zonder reden. De luchtdichtheid kan namelijk onmogelijk berekend worden tijdens de ontwerpfase. Ze moet gemeten worden op het einde van de werken, in een stadium waarin het zeer moeilijk is om nog grootschalige verbeteringen door te voeren. Indien de metingen onbevredigende resultaten opleveren, zal het bovendien zeer moeilijk zijn om te bepalen wie hiervoor verantwoordelijk is. Dit leidt vaak tot eindeloze discussies met betrekking tot de fase waarin de lekken precies tot stand kwamen.

Er bestaan niettemin verschillende aanbevelingen voor het ontwerp, de uitvoering en de coördinatie van de werken die, voor zover ze correct opgevolgd worden, toelaten om prestaties te bereiken die een stuk hoger liggen dan deze die men vandaag de dag nog al te vaak aantreft. Deze thematische WTCB-Contact heeft tot doel om voornoemde aanbevelingen, die van belang zijn voor alle aannemers, kort samen te vatten. De hierin opgenomen teksten zullen eveneens de grondslag vormen voor een toekomstige Technische Voorlichting en een databank met bouwdetails.

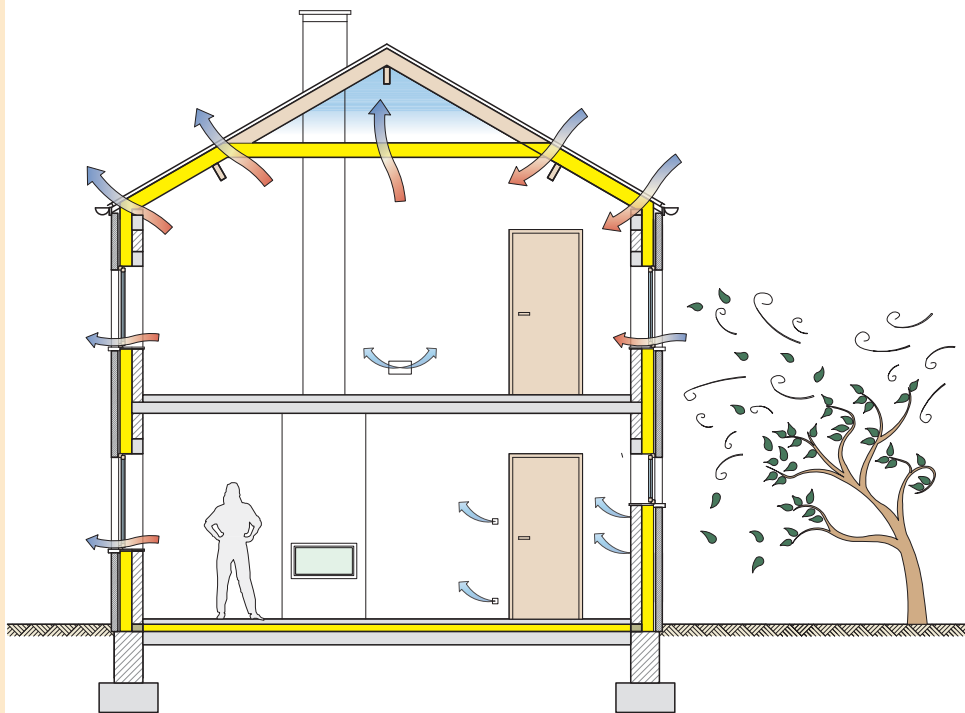
LUCHTDICHT MAKEN EN VENTILEREN TEGELIJKERTIJD... IN TEGENSTRIJD ?

De luchtlekken ten gevolge van een gebrekkige luchtdichtheid zijn sporadisch, oncontroleerbaar en op ongelijke wijze in het gebouw verdeeld. Ze leiden tot een overmatige luchtverversing in bepaalde ruimten, waardoor deze soms 'onverwarmbaar' worden. Daarnaast gebeurt het niet zelden dat bepaalde andere ruimten van ditzelfde gebouw zeer luchtdicht zijn, waardoor er hierin zo goed als geen luchtverversing meer optreedt. In een gebouw met een geringe globale luchtdichtheid zal het dus onmogelijk zijn om een goede luchtkwaliteit in alle ruimten te waarborgen.

Hygiënische-ventilatiesystemen worden zodanig ontworpen en geïnstalleerd dat ze de binnenluchtkwaliteit in alle ruimten verzekeren, zonder dat het energieverbruik hierbij de pan uitschiet. Bovendien bieden ze de gebruikers bepaalde controlemogelijkheden. Net zoals alle andere technische installaties van het gebouw vereisen deze systemen echter ook een correct en regelmatig onderhoud.

Het luchtdicht maken van een gebouw en de gecontroleerde ventilatie ervan zijn dus duidelijk twee complementaire aspecten die zeker niet met elkaar in tegenspraak zijn.





Afb. 1 De luchtdichtheid van een gebouw is zijn vermogen om de luchtstromingen van buiten naar binnen toe – maar ook omgekeerd – binnen de perken te houden.

1 LUCHTDICHTHEID, EEN LOUTER REGLEMENTAIRE KWESTIE ?

Naast het puur reglementaire aspect en de er-mee gepaard gaande energiebesparingen, laat een goede luchtdichtheid toe om inwendige-condensatieproblemen in de wanden te vermijden en het thermische en akoestische comfort binnenin het gebouw te verbeteren.

Een gebrekkige luchtdichtheid kan aanleiding geven tot het ontstaan van inwendige condensatie. In het voorbeeld uit afbeelding 2 (voorstelling van een hellend dak) blijkt dat er convectie optreedt op de plaatsen waar de aansluitingen niet correct afgedicht werden, meer bepaald tussen de banen van het luchtscherm en tussen de dakbanen en de gordingen. De warme en vochtige binnenlucht kan aldus doorheen de wand migreren en condenseren op de onderzijde van het koude onderdak, wat op zijn beurt kan leiden tot een beschadiging van de isolatie.

De luchtdichtheid van een gebouw is zijn vermogen om de luchtstromingen van buiten naar binnen toe – maar ook omgekeerd – binnen de perken te houden (zie afbeelding 1). Deze eigenschap wordt gekwantificeerd door het lekdebiët (\dot{V}) doorheen de gebouwschil bij een gegeven drukverschil tussen de binnen- en de buitenomgeving. In België wordt de luchtdichtheid uitgedrukt bij een drukverschil van 50 Pa.

De luchtdichtheid wordt meestal weergegeven met één van de volgende grootheden :

- \dot{V}_{50} : het lekdebiët doorheen de gebouwschil [m^3/h]
- n_{50} : het luchtverversingsdebiët [vol/h]

(lekdebiët in verhouding tot het binnenvolume van het gebouw)

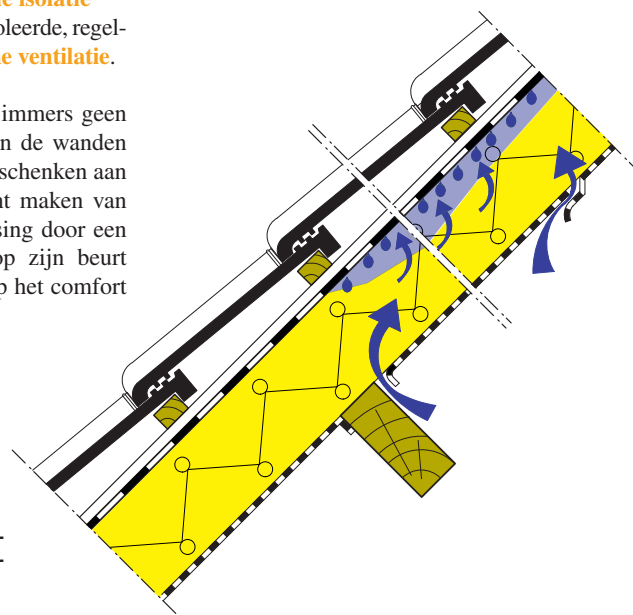
- \dot{V}_{50} : de luchtdoorlaatbaarheid van de gebouwschil [$m^3/(h.m^2)$] (lekdebiët in verhouding tot de oppervlakte van de gebouwschil).

2 EEN ONAFSCHEIDELIJK TRIO

De luchtdichtheid van de gebouwschil maakt deel uit van een globale strategie die tot doel heeft om een comfortabel en energiezuinig gebouw te creëren. Deze strategie omvat :

- het waarborgen van de **luchtdichtheid** van de gebouwschil
- het voorzien van een voldoende dikke en correct uitgevoerde **thermische isolatie**
- het verzekeren van een gecontroleerde, regelmatig onderhouden **hygiënische ventilatie**.

In termen van energie heeft het immers geen enkele zin om de isolatiedikte in de wanden op te drijven zonder aandacht te schenken aan de luchtdichtheid. Het luchtdicht maken van een gebouw zonder luchtverversing door een gecontroleerde ventilatie kan op zijn beurt een nadelige weerslag hebben op het comfort



Afb. 2 Voorstelling van het condensatierisico in een dak met een gebrekkige luchtdichtheid.

en de gezondheid van de gebruikers. Hieruit blijkt duidelijk dat de drie voornoemde aspecten onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn.

Dit principe is uiteraard van toepassing op alle nieuwbouwconstructies, maar moet ook aangewend worden in het geval van renovatiewerkzaamheden.

3 DE EPB-REGELGEVING EN LUCHTDICHTHEID

De reglementeringen evolueren tegen een alsmaar sneller tempo. Zo zorgt de herziening van de Europese Energieprestatierichtlijn ervoor dat onze drie Gewesten maatregelen moeten treffen om vanaf 2020 te komen tot een bijna energieneutraal nieuwbouwwoningpark (*). In de beleidsverklaring van het Waalse Gewest staat vermeld dat alle nieuwe gebouwen vanaf 2017 passief (of equivalent) moeten zijn. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zou dit het geval moeten zijn vanaf 2015. In Vlaanderen zal het E-peil vanaf 2014 beperkt worden tot maximum E60. Met deze ambitieniveaus in het achterhoofd is de luchtdichtheid – of deze nu expliciet geëist wordt of niet – een thema waar men niet langer omheen kan.

Op dit ogenblik bevatten de reglementeringen nog geen rechtstreekse luchtdichtheidseis. Deze parameter wordt echter wel in aanmerking genomen bij de berekening van het peil van primair energieverbruik, meer bepaald door de beoordeling van de verliezen door infiltratie (koude lucht die het gebouw binnendringt en die verwarmd moet worden) en exfiltratie (warme lucht die het gebouw verlaat en die vervangen moet worden). Deze verliezen worden duidelijk onderscheiden van de verliezen die gepaard gaan met de hygiënische ventilatie.

(*) 'Uiterst energiezuinig leren bouwen : 10 jaar om een revolutie waar te maken'. D. Van Orshoven en P. D'Herdt. Brussel, [WTCB-Dossiers nr. 2011/3.15](#).

De tabel hiernaast geeft een overzicht van de belangrijkste verschillen tussen de huidige EPB-regelgevingen en het passieflabel.

Een gevoeligheidsstudie in het kader van het project 'Construire avec l'énergie' met de steun van het Waalse Gewest, heeft aangetoond dat een luchtdoorlaatbaarheid \dot{v}_{50} van $2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ toelaat om, naargelang van de configuratie, 10 tot 15 E-punten te winnen in vergelijking tot de waarde bij ontstentenis die gebruikt wordt in afwezigheid van een infiltratometrische proef. De reële energetische (en economische) winsten die hieruit voortvloeien, kunnen oplopen tot niet minder dan 10 %.

De huidige gebouwen, opgetrokken zonder bijzondere aandacht voor de luchtdichtheid, vertonen in de regel een \dot{v}_{50} die begrepen is tussen de 6 en de $12 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$. **Dankzij een doordacht ontwerp en een verzorgde uitvoering zou deze waarde kunnen verbeteren tot 'n 2 à $6 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$. Om een waarde van minder dan $2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ te kunnen bereiken, is er evenwel een grondige expertise vereist en dit, zowel op het niveau van het ontwerp als de uitvoering.** Hierbij moeten alle bouwknopen het voorwerp uitmaken van een aangepaste studie en dringt zich een sensibilisering van alle betrokken bouwvakkers op. Ook een pressurisatieproef in de werffase (oriënterende proef) kan in deze context goed van pas komen (zie het artikel op p. 22).

4 HOE KAN MEN HOGE LUCHTDICHTHEIDSPRESTATIES BEREIKEN ?

4.1 HET ONTWERP, EEN ESSENTIËLE STAP

De ontwerper kan in de contractuele bepalingen niet alleen de te behalen luchtdichtheidsprestatie opleggen, maar dient ook aan te geven hoe men deze kan bereiken. Verder moet hij zich vergewissen van de haalbaarheid ervan en dient hij de kritieke punten te minimaliseren door een nauwkeurig vooronderzoek. Hij dient eveneens te zorgen voor een goede keuze van de materialen en de afdichtingsproducten

Vergelijking tussen de EPB-regelgevingen en het passieflabel.

EPB-regelgevingen	Passieflabel
Verplicht karakter	Vrijwillige demarche : label gevraagd door de bouwheer
De luchtdichtheidseis wordt uitgedrukt in \dot{v}_{50} met als eenheid de $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	De luchtdichtheidseis wordt uitgedrukt in n_{50} met als eenheid het vol/h
Nog geen expliciete eis. Een meting die aan toont dat de resultaten beter zijn dan de waarde bij ontstentenis ($12 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$) laat echter toe om het E-peil te verbeteren (10 tot 15 E-punten)	Een expliciete eis : $n_{50} \leq 0,6 \text{ vol/h}$
Berekening met behulp van de EPB-softwarepakketten	Berekening met behulp van de PHPP-software (passiehuizen)

en voor een efficiënte communicatie tussen de verschillende bouwberoepen. Door een oriënterende luchtdichtheidsproef vóór de eindmeting zal het ten slotte mogelijk zijn om sommige uitvoeringsaspecten te corrigeren. Dergelijke ingrepen zijn echter vaak tijdrovend en/of duur. Gelet op het feit dat bepaalde dichtheidsgebreken in ontoegankelijk geworden delen (bv. dampscherm van een dak waarvan de binnenafwerking aangebracht werd) of die inherent zijn aan het ontwerp (bv. integratie van een garage in het beschermde volume) achteraf niet meer weggewerkt kunnen worden, is het bovendien noodzakelijk om hierop te anticiperen.

4.1.1 BEPALING VAN HET AF TE DICHTEN VOLUME

De ontwerper bepaalt niet alleen welke ruimten deel uitmaken van het thermisch geïsoleerde en verwarmde volume, maar ook de positie van het luchtscherm. Het gaat hierbij niet alleen om de afbakening van het beschermde volume ten opzichte van de buitenomgeving (of een aangrenzend volume), maar ook om de precieze situering van het luchtscherm in de wand (zie afbeelding 4, p. 4). De positie van het luchtscherm in de wand kan namelijk een belangrijke invloed hebben op de ononderbroken uitvoering ervan ter hoogte van de bouwknopen. De aannemer kan voorstellen om de positie van het luchtscherm te wijzigen met het oog op de verbetering van zijn uitvoering, de kosten of de resultaten.

4.1.2 PLAATSING VAN DE TECHNISCHE INSTALLATIES

Doorboringen van het luchtscherm kunnen aan de bron liggen van lekken en moeten dan ook tot een minimum beperkt worden. Om dergelijke doorboringen te vermijden, dient men voldoende aandacht te besteden aan de keuze en de plaatsing van de technische installaties.

Ruimten die omwille van de brandveiligheid of de luchtkwaliteit een permanente ventilatie vereisen (liftkokers, technische kokers, garages, stookplaatsen, ...) en die de luchtdichtheid bijgevolg negatief beïnvloeden, zouden niet in het beschermde volume (verwarmd en geïsoleerd) opgenomen mogen worden of vergen een aangepaste oplossing (zie het artikel op p. 5). Zo moeten de stookplaatsen waarin een open verbrandingstoestel (type B) opgesteld is, steeds geventileerd worden. Het is dan ook beter om te kiezen voor een gesloten verbrandingstoestel (type C) of om de stookplaats niet op te nemen in het beschermde volume (zie het artikel op p. 6).

Ondanks het feit dat er voor de meeste leidingen (ventilatie, verwarming, elektriciteit, telecommunicatie, sanitair, gas, ...) speciale mantelbuizen en moffen bestaan waarmee het mogelijk is om de wanddoorvoeringen af te dichten (zie het artikel op p. 19), zal het bij bepaalde opbouwen, zoals de doorvoering van kabelgoten, quasi onmogelijk zijn om

VERSCHILLENDE FUNCTIES

Luchtscherm

Het luchtscherm moet vermijden dat er buitenlucht zou binnendringen in het gebouw en omgekeerd dat er binnenlucht zou ontsnappen naar buiten toe. Het wordt langs de warme zijde van de isolatie geplaatst. Vermits een dampscherm ook luchtdicht is, kan het de rol van luchtscherm vervullen.

Onderdak

Het onderdak wordt langs buiten geplaatst, d.w.z. langs de koude zijde van de isolatie. Het kan fungeren als regen- en windscherm, maar mag niet gebruikt worden als luchtscherm.



Afb. 3 Opsporing van luchtlekken wanneer het gebouw in onderdruk geplaatst wordt tijdens een pressurisatieproef.

verzorgd tewerk te gaan. Het is dus essentieel om vanaf het ontwerp de positie van de leidingdoorvoeringen te bepalen met het oog op de goede uitvoering ervan. Hiertoe moeten de bouwvakkers die verantwoordelijk zijn voor de realisatie van een mof vooraf ingelicht worden over de aard van het luchtscherm, zodanig dat ze een correcte aansluiting tussen de mof en het luchtscherm kunnen verwezenlijken en zodoende de continuïteit ervan kunnen veiligstellen. Dit aspect illustreert het belang van een goede communicatie tussen de verschillende partijen.

Voor wat betreft de in de muren geïntegreerde uitrustingen (elektrische kabels, spots, waterleidingen, ...) dient men de nodige aandacht te besteden aan hun positionering en de gekozen technologieën (zie p. 8 voor de behandeling van contactdozen en p. 10 voor het gebruik van technische voorzetwanden).

4.1.3 KEUZE VAN DE AARD VAN HET LUCHTSCHERM

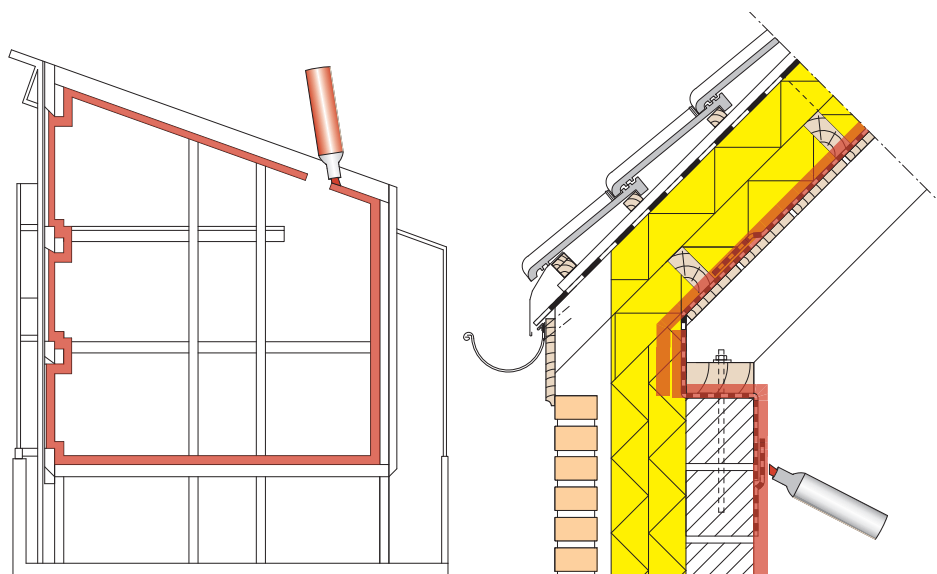
De ontwerper dient geschikte materialen te kiezen om de luchtdichtheid van de meest courante wanden tot stand te brengen :

- dampschermen (indien het gaat om houtskeletbouw en timmerwerk)
- een bepleistering (indien het gaat om muren uit metselwerk)
- platen (indien het gaat om houtskeletbouw)
- ter plaatse gestort beton
- geïndustrialiseerde systemen.

Verder is het noodzakelijk om ook de aansluitingen tussen de platen en/of de wachtfolie luchtdicht af te werken. Bij de keuze van het buitenschrijnwerk dient men ten slotte vol-



Afb. 5 Detail dat een aangepaste coördinatie vereist : de wachtfolie wordt op de gordingen geplaatst, waarna het timmerwerk gemonteerd wordt. Vervolgens sluit men deze wachtfolie aan op het dampscherm om de continuïteit van het luchtscherm over het volledige dakschild te waarborgen.



Afb. 4 Principe- en detailschema ter illustrering van de positie van het luchtscherm (rode lijn).

doende rekening te houden met het gewenste prestatieniveau (zie het artikel op p. 16).

4.1.4 ONDERZOEK VAN DE UITVOERINGSDETAILS

De ontwerper dient zo snel mogelijk de details die een risico inhouden voor de luchtdichtheid te identificeren (aansluiting schrijnwerk-muur, muurvoet, aansluiting tussen de dampschermen van het dakschild en de puntgevel, ...). Verder moet hij bij de offerteaanvraag een volledig en gedetailleerd overzicht geven van de mogelijke oplossingen (eventueel met een verwijzing naar referentiedocumenten waarin beproefde standaardoplossingen opgenomen zijn) en hierbij eveneens aangeven welke elementen een invloed kunnen hebben op de luchtdichtheid. Verder is het van groot belang dat deze informatie overgemaakt wordt aan de betrokken partijen op de bouwplaats.

4.1.5 COMMUNICATIE EN PLANNING

De uitvoering van energetisch performante gebouwen vergt strenge luchtdichtheidseisen. Dit zal aanleiding geven tot een grondige wijziging van de huidige bouwmethoden.

De coördinatieverantwoordelijke heeft in deze context een belangrijke rol te spelen : zo dient hij alle personen die betrokken zijn bij het project in te lichten over het belang van het luchtscherm. Voor bepaalde details (zie de artikels op de pp. 10, 12 en 18) zal het nodig zijn om de opeenvolging van de verschillende taken te herzien. Deze herziening moet grondig bestudeerd worden en vervolgens geïntegreerd in de planning door de coördinatieverantwoordelijke.

4.2 LUCHTDICHT BOUWEN : DE LOGISCHE VOLGORDE

Los van een ontwerp, aangepast aan de beoogde prestaties, dient men ook toe te zien op

een verzorgde uitvoering. Naast de luchtdichtheid van de lopende delen, die bij 'zware' en 'lichte' constructies respectievelijk verzekerd wordt door de binnenbepleistering en een specifiek membraan, dient men eveneens aandacht te schenken aan de details. De coördinatie van de werken is hierbij cruciaal. Men moet immers niet alleen waarborgen dat het luchtscherm correct gerealiseerd wordt (bv. bepleistering ter hoogte van de technische kokers), maar ook dat de betrokken bouwvakkers geen schade zouden toebrengen aan de reeds uitgevoerde werken. Luchtdichtheid is dus een zaak voor iedereen en het spreekt voor zich dat een permanente dialoog nodig is om conflicten te vermijden.

In de volgende artikels wordt dieper ingegaan op de uitvoering van het luchtscherm en wordt de aandacht toegespitst op de details die een bijzondere coördinatie vereisen. De aspecten die aan bod komen, zijn de volgende :

- zogenoemde zware constructies : **metselwerk en betonnen wanden** → p. 8
- lichte wanden (bv. **houtskeletbouw wanden**) → p. 10
- **hellende daken** → p. 12
- **platte daken** → p. 14
- het **schrijnwerk** en de aansluiting ervan op de ruwbouw → p. 16
- de beheersing van de **doorboringen** → p. 19.

4.3 CONTROLE VAN HET RESULTAAT EN TUSSEN-TIJDSE METINGEN

Eens de werken ten einde zijn, dient men de werkelijk verkregen luchtdichtheid op te meten. Vermits het in dit stadium zeer moeilijk is om nog verbeteringen door te voeren, is het aanbevolen om vooraf over te gaan tot één of meerdere oriënterende proeven. Deze laatste dienen niet noodzakelijk uitgevoerd te worden volgens de voorschriften uit de norm, maar moeten wel toelaten om eventuele lekken op te sporen met het oog op hun behandeling (zie het artikel p. 22). ■