3 | Lucht- en dampdicht

De thermische eigenschappen van een gebouw hangen rechtstreeks samen met de luchtdichtheid van de constructie.

De belangrijkste parameters die het thermische comfort bepalen zijn :

- de luchttemperatuur
- de luchtvochtigheid
- de luchtsnelheid
- de vloer- en wandtemperatuur

3.1 | Luchtdicht

Een goede luchtdichtheid van gebouwen laat toe de energieverliezen te beperken maar zorgt ook voor een gezond binnenklimaat. Afgezien van ramen en deuren, moet een gecontroleerde mechanische ventilatie een constante vernieuwing van de binnenlucht verzekeren.

Door middel van een ventilatie met dubbele stroom is het mogelijk de hygrometrie in de ruimtes te sturen. Daarnaast moet het binnenkomen van lucht via luchtlekken vermeden worden. Daarom moet de luchtdichtheid versterkt worden ter hoogte van de verbindingen tussen muren, vloeren, daktimmerwerk en dak alsook bij de aansluitingen (naden panelen, schrijnwerk ramen, plinten). De gevel moet luchtdicht zijn, zelfs bij hevige windstoten.

Zoals eerder al vermeld werd, hangt de luchtdichtheid van een gebouw minder af van de bestanddelen van de wanden dan wel van de ontwerpdetails en de uitvoering.

3.2 | Dampdicht

De dampdichtheid van de buitenwanden van een houtbouw is zeer belangrijk. Algemeen genomen is de dampdichtheid ondergeschikt aan de luchtdichtheid maar ze bepaalt eveneens het isolatievermogen van de wand.

Als de wand dampdoorlatend is, bestaat het risico op condensatie waardoor het isolatiemateriaal minder efficiënt wordt.

Houtbouw is een droge bouwmethode en vereist geen water voor de mortel en de pleister !
Een houtbouw laat toe om 15.000 liter water te besparen in vergelijking met een traditionele constructie.

3.3 | Bouwknopen

Om een goede lucht- en dampdichtheid te bekomen, moeten de delicate verbindingen eigen aan de gekozen bouwmethode (houtskelet, palen-balken, massiefbouw, genagelde of gelijmde meerlaagse massieve houtplaten) van in de ontwerpfase worden gelokaliseerd.

Het is nodig om enerzijds waterafstotende folie of panelen aan te brengen om de buitenwanden van de houtstructuur (muren en dak) te beschermen en anderzijds dampschermen te voorzien om damp doorheen de wanden te beperken en condensatie in het isolatiemateriaal te vermijden. Deze water-en dampafstotende folies dragen eveneens bij aan de luchtdichtheid van het gebouw.

Aandachtspunten

Muren in houtskelet

- Horizontale aansluiting muur/betonnen vloerplaat
- Horizontale aansluiting muur/houten vloerplaat
- Aansluiting beplating/beplating over 2 niveaus
- Aansluiting schrijnwerk/beplating
- Aansluiting beplating/traditioneel dakgebinte
- Aansluiting beplating/geïndustrialiseerde spanten
- Verticale aansluiting beplating/beplating
- Aansluiting buitenmuren/binnenmuren

Muren in massiefbouw

- Aansluiting plafond/structuur
- Aansluiting schrijnwerk/bovenste deel muur
- Aansluiting schrijnwerk/onderste deel muur
- Aansluiting muur/vloer

Muren in meerlaagse houtplaten

- Verticale aansluiting plaat/plaat in eenzelfde vlak
- Verticale aansluiting plaat/plaat in hoek van 90°

© Foto Stéphane Boulart

3.4 | 'Ademende' wanden

Het hygrometrisch gedrag van een gebouw kan geoptimaliseerd worden door de plaatsing van een damprem die het binnendringen van damp in de wand vertraagt maar wel de diffusie ervan toelaat.
De waterdampstromen gaan op een regelmatige en gelijkmatige manier door de wand. Wanden van dit type worden als 'ademend' omschreven ; vaak worden isolatiematerialen in wollen en plantaardige vezels met een hoog hygroscopisch vermogen en capillaire structuur ingewerkt. Deze wanden hebben van binnen naar buiten toe een progressieve doorlaatbaarheid. In de wand moet de dampdoorlatendheid van iedere laag materiaal, van binnen naar buiten, zeven tot tien maal vergroten.

3.5 | Aan welke EPB-eisen moet een bouwproject voldoen ?

De eisen i.v.m. de energieprestaties en het binnenklimaat waaraan een bouwproject moet voldoen, hangen af van de aard van de werken (nieuwbouw, verbouwing, herbestemming, . . .) en het gebruik (huisvesting, kantoren, sportinfrastructuur, industrie, . . .). Voor nieuwbouw of werken die aanleunen bij nieuwbouw zijn de eisen strenger dan voor kleinere werken in bestaande gebouwen.

Voor meer informatie kan u terecht op
http://www.energiesparen.be

hout info bois

Voor meer informatie :

Hout Info Bois
Koningsstraat 163
1210 Brussel
Tel. 02.219.27.43
info@houtinfobois.be
www.houtinfobois.be

November 2012
Tekst samengesteld door H. Frère et E. Defays

www.stereotype.be

Houtbouw :

energie besparen
en betere milieuprestaties

Fotocredits : arch. Richard Rogers Partnership, Bureau VK en Ingenieursbureau Arup - Copyright foto : TV RRP/VK/OAP

Warm en natuurlijk . . . zijn zowat de meest gebruikte omschrijvingen van hout. En terecht ! De intrinsieke kwaliteiten van hout maken het tot een uitgelezen materiaal in de huidige trend van energie- en milieubewust bouwen.

Houtbouw : energie besparen
en **betere milieuprestaties**

Hout is één van de weinige materialen dat bij gebruik quasi identiek is aan zijn oorspronkelijke toestand, zoals door de natuur gemaakt ! Dankzij zijn lage grijze energie – d.i. de totale hoeveelheid energie nodig voor een materiaal, van productie tot recyclage met inbegrip van verwerking, transport , … - is hout een uitzonderlijk materiaal in milieucontext.

Het vertragen van de klimaatopwarming, de afname van de reserves fossiele brandstoffen en de stijgende elektriciteitsprijzen zijn redenen om het energieverbruik zoveel mogelijk te beperken.

In Europa gaat bijna 35% van het totale energieverbruik naar het gebruik van gebouwen (70% woningen en 30% tertiaire gebouwen m.a.w. handelszaken, kantoren, scholen, sportzalen, ...) !

Volgens recent uitgevoerde studies zijn, of althans waren, Belgische gebouwen met een gemiddeld residentieel energieverbruik van 348 kilowattuur per vierkante meter per jaar bij de slechtst presterende op energievlak in Europa. In het kader van het Kyotoprotocol en om aanzienlijke lacunes op het vlak van de energieprestaties van gebouwen (EPB) op te vullen, werd de Europese richtlijn 2002/91/CE opgesteld ; dit was het begin van een radicale ommezwaai in de Europese situatie.

Dit is een uitgelezen kans om de troeven van hout uit te spelen en te benutten !

Aan de hand van de basisprincipes van de thermische isolatie van gebouwen worden de voordelen van houtbouw duidelijk.

	Grijze energie	
	MJ/m³	MJ/kg
Naaldhout	1 380	3,73
Beton	3 180	1,38
Baksteen	5 170	2.5
Staal	25 200	31,92
Aluminium	517 700	227

Hout is een licht **en** sterk materiaal. Voor een balk van 4 m lang met een gelijkmatig verdeelde belasting van 250 kg/m heeft men in naaldhout een 8 x 23 cm nodig, wat overeenkomt met 26,4 kg ; in staal een IPE 120, wat overeenkomt met 41,6 kg ; in gewapend beton een balk van 10 cm zijde, wat overeenkomt met 200 kg.

De **grijze energie** van deze balk bedraagt :

in naaldhout	66 MJ
in beton	260 MJ
in staal	1331,2 MJ

Hout, materiaal van de toekomst

De Europese Bouwproductenverordening (BPV – 305/2011/CE), die ingaat op 1 juli 2013, vermeldt onder de fundamentele eisen : "duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen waarbij wordt toegekeken op de recycleerbaarheid van het bouwwerk en de materialen en delen ervan na sloop, de duurzaamheid van het bouwwerk en het gebruik van milieuvriendelijke grondstoffen en secundaire materialen in het bouwwerk."

1 | Isolatie

Een gebouw isoleren bestaat erin de warmteweerstand van alle onderdelen van het gebouw (muren, dak, vloeren, …) te verhogen. De efficiëntie van de isolatie wordt in grote mate bepaald door de kwaliteit van de plaatsing en dan voornamelijk bij de aansluitingen.

De warmteweerstand R van een materiaal is evenredig met de dikte en omgekeerd evenredig met de warmtegeleiding en wordt uitgedrukt in m².K/W (vierkante meter.kelvin/watt). Hoe hoger de weerstand hoe beter het materiaal isoleert.

De warmtegeleidingscoëfficiënt van materialen, aangeduid met symbool λ (lambda), geeft aan hoe goed het materiaal warmte geleidt en wordt uitgedrukt in W/m.K (watt/meter.kelvin). Dit komt overeen met de hoeveelheid warmte per tijdseenheid die per vierkante meter door een meter materiaal gaat per graad K temperatuurverschil tussen beide zijden van het materiaal. Hoe lager de coëfficiënt hoe beter het materiaal isoleert.

De warmtegeleidingscoëfficiënt van hout bedraagt 0,12 (voor hout met een lage volumieke massa) tot 0,19 (voor hout met een hoge volumieke massa) W/m.K. Ter vergelijking, de warmtegeleidingscoëfficiënt van staal is 52 W/m.K en van beton 1,75 W/m.K !

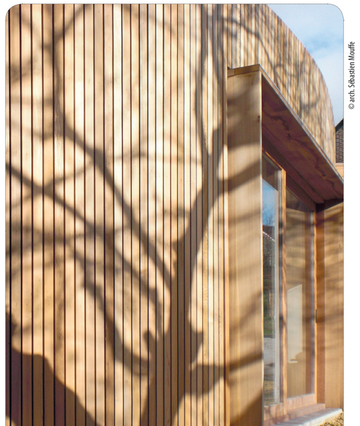
Om een bepaald isolatieniveau te halen, zijn er twee mogelijkheden : de dikte van de isolatie verhogen tot het gewenste niveau bereikt is of een ander en performanter isolatiemateriaal kiezen ! De warmteweerstand van een wand is gelijk aan de som van de warmteweerstanden van de materialen waaruit de wand is opgebouwd.

De warmtedoorgangscoëfficiënt van een wand, aangeduid met de letter U, wordt uitgedrukt in W/m².K en geeft de hoeveelheid warmte die doorheen de wand gaat per tijdseenheid en per vierkante meter bij een temperatuursverschil van 1°C tussen beide zijden van de wand (binnen en buiten). Deze coëfficiënt is het omgekeerde van de warmteweerstand (1/R). Hoe lager de U-waarde van een bouwelement hoe minder warmteverlies er doorheen dat element optreedt.

Bovenop de intrinsieke eigenschappen van hout biedt een houtskeletbouw o.a. het enorme voordeel dat de isolatie tussen de stijlen in de wand geïntegreerd kan worden.

De grootste warmtelekken in een niet-geïsoleerd gebouw zijn het dak (tot 30%), de muren (25%) en de ventilatie (20%). Daarna volgen de ramen (13%), de vloer (7%) en de koudebruggen (5%) (dit zijn de plaatsen met een groot verschil in de warmtegeleiding van de verschillende onderdelen).

	Warmtegeleiding λ (in W/m.K)
Naaldhout	0,12
Loofhout (grote vol. massa)	0,19
Beton	1,75
Baksteen	1
Staal	52
Aluminium	230



© arch. Sébastien Moeffe

2 | Thermische inertie

De thermische inertie van een gebouw is het vermogen om overdag warmte en 's nachts koelte op te slaan in zijn structuur en deze vervolgens langzaam af te geven. Op die manier worden de dag-nachtschommelingen van de binnentemperatuur gedempt. Hoe hoger de inertie hoe groter de thermische demping en faseverschuiving van temperatuurpieken.

Dit principe laat toe om het risico op oververhitting te beperken en het gebruik van klimaatkoeling op warme zomerdagen te vermijden. Het gebouw is op die manier comfortabeler en energiezuiniger. In de winter laat een grote inertie toe om overdag de warmte van de zonnestralen op te slaan en die dan later op de dag, als de buitentemperatuur begint te dalen, vrij te geven.

Thermische inertie vergroot met de volumieke massa van materialen.

Bouwwerken in houtskelet hebben dus, in principe, een lagere thermische inertie dan traditionele bouwwerken (muren in snelbouwstenen en betonvloeren).

De thermische inertie hangt ook af van de warmtecapaciteit van de materialen, d.w.z. de hoeveelheid warmte die nodig is om de temperatuur van het materiaal te doen stijgen. Een hoge warmtecapaciteit verkleint de amplitude van de temperatuurschommelingen. Hoe meer het materiaal isoleert hoe langer het duurt voor de warmteflux door het materiaal trekt, wat de faseverschuiving vergroot.

	Volumieke massa (kg/m³)
Naaldhout	450
Loofhout (grote vol. massa)	700
Beton	2 300
Baksteen	1 850
Staal	7 870
Aluminium	2 700

Om de thermische inertie van een wand in een houtbouw te verhogen zijn er de volgende mogelijkheden :

- een materiaal met een hogere dichtheid inwerken ;
- kiezen voor gemengde bouwoplossingen, bv. betonnen binnenmuren ;
- de wanden van de gebouwschil dubbelen, bijvoorbeeld door 10 cm stenen langs de OSB-platen te plaatsen ;

Het is heel efficiënt om een zekere hoeveelheid zware materialen in de houtbouw in te werken om de thermische inertie te verhogen. Indien dit niet gebeurt, bestaat het risico op oververhitting, wat zich zal vertalen in een hoger E-niveau[1].

Om de thermische inertie van een dak in een houtbouw te verhogen, kan men bijvoorbeeld overwegen een groendak te voorzien. Dit zal, zowel in de winter als de zomer, bijdragen tot het thermische comfort. Ook op akoestisch vlak zal dit efficiënt zijn.

Zowel op het vlak van thermische inertie als op het vlak van dichtheid zijn de materiaaleigenschappen minder bepalend dan

- elementen eigen aan het ontwerp zoals de oriëntering van het gebouw, de ventilatie, de openingen, de beperking van directe inval van zonlicht, …
- elementen eigen aan de uitvoering zoals de (lucht)dichtheid van de wanden, de aansluitingen met de muuropeningen, onderbrekingen in de isolatie, …

[1] **E-peil :** peil van het primair energieverbruik. Het E-peil is een schatting van de energieprestatie van een gebouw op basis van een theoretische berekening. De berekening is zeer volledig in die zin dat er heel wat factoren, die het energieverbruik beïnvloeden, in opgenomen zijn. Een hoog E-peil geeft bijvoorbeeld aan dat de bouwschil slecht geïsoleerd is of dat de verwarmingsinstallatie weinig performant is ofwel het gelijktijdig voorkomen van beide fenomenen.

In Vlaanderen bedraagt, vanaf 1 januari 2012, het maximale E-peil van een gebouw E70, dit is het referentieniveau voor een gebouw met een identieke geometrie met een bouwschil met isolatiepeil K40 en een standaard verwarmingssysteem.