

HOUTSKELETBOUW: passiefbouwsysteem in volle ontwikkeling

ir.-architect Filip Dobbels
WTCB, België

ir.-architect Filip Dobbels

Technologisch adviseur "Duurzame uitvoeringstechnieken van daken en lichte buitenwanden", WTCB

Zowel bij de buitenlandse voorbeelden als bij de recent in Vlaanderen gerealiseerde passiefhuizen kan men er niet naast kijken: een groot percentage ervan is opgetrokken in houtskeletbouw.

De reden hiervoor ligt voor de hand: dit bouwsysteem is qua concept bijzonder geschikt voor het construeren van lage-energiewoningen, en een paar kunstgrepen volstaan om de energiebesparing inherent aan het systeem, verder te optimaliseren.

Mede onder impuls van de toenemende aandacht voor duurzaam en energiezuinig bouwen, is houtskeletbouw de laatste jaren sterk in evolutie. Het is interessant voor passiefhuisbouwers om op de hoogte te zijn van de stand der techniek.

Deze paper bevat een kort overzicht van enkele topics die voor passiefhuisbouwers van belang kunnen zijn. Voor meer gedetailleerde informatie kan men terecht bij de TAD "Duurzame uitvoeringstechnieken" van het WTCB.

*Technologische Adviseerdienst "Duurzame uitvoeringstechnieken van daken en lichte buitenwanden"
www.wtcb.be/?goto=tad-daken * Tel. 02/655.77.11 * Fax. 02/653.07.29 * Mail: filip.dobbels@bbri.be*

1. Waarom (niet) in houtskeletbouw?

Lage-energiewoningen en passiefhuizen worden vaak in houtskeletbouw geconstrueerd. De redenen hiervoor zijn vrij evident. Houtstelselbouw laat toe op een relatief makkelijke manier thermisch hoogwaardig geïsoleerde constructies te maken. De warmtegeleidingscoëfficiënt van hout is beduidend lager dan die van bouwmaterialen uit steen of metaal, waardoor de thermische weerstand van de wand over het algemeen hoger is en het aantal koudebruggen sterk gereduceerd kan worden. Door de holtes in het skelet op te vullen met isolatiemateriaal, kan men wanden creëren die een hoge thermische weerstand combineren met een geringe wanddikte. Zo heeft een wand in houtskeletbouw met stijlen van 38 x 140 mm, waarbij de holtes gevuld zijn met een laag minerale wol van 140 mm en die aan de buitenzijde voorzien is van een buitenspouwblad in metselwerk (totale muurdikte ca. 30 cm), een warmtedoorgangcoëfficiënt van ca. 0,25 W/m²K. Een traditionele spouwmuur in metselwerk met spouwisolatie heeft bij eenzelfde muurdikte een U-waarde die ongeveer dubbel zo hoog is. De isolatie tussen de stijlen kan eenvoudig aangevuld worden met spouwisolatie aan de buitenzijde van het skelet en/of binnenisolatie, al dan niet aangebracht in een leidingspouw, wat ook de luchtdichtheid en de geluidisolatie van de wand ten goede komt. Men kan zo op relatief eenvoudige wijze woningen realiseren met een globaal K-peil van ca. 30, wat doorgaans beschouwd wordt als het economisch optimum voor woningen. Beter isoleren is uiteraard mogelijk, wat de eerste Vlaamse passiefhuizen duidelijk aantonen. Houtskeletbouw is een lichte, droge en snelle bouwmethode met relatief geringe milieu-belasting. Specifieke aandachtspunten bij dit bouwsysteem zijn luchtdichtheid, zomercomfort en geluidisolatie. De laatste jaren heeft houtskeletbouw zich dusdanig ontwikkeld dat aan



Afbeelding 1 : Voorbeeld van een lage-energiewoning in houtskeletbouw (KRONOS-architectuur, Ruddervoorde, 2000)

alle prestatie-eisen voldaan kan worden (inclusief brandveiligheid). Over het algemeen kunnen met een vergelijkbare kostprijs prestaties bekomen worden die vergelijkbaar zijn met deze van de in onze streken traditionele bouwmethodes zoals metselwerk.

2. Recente ontwikkelingen

2.1. Opkomst van nieuwe houtbouwproducten

Oorspronkelijk werden voor de uitstijving van het houten skelet quasi steeds multiplexplaten gebruikt. Momenteel wordt meestal OSB (Oriented Strand Board) gekozen. Ook andere plaatmaterialen worden toegepast, zoals vezelcementplaten (bv. Eterspan of Duripanel van de firma Eternit) of gebitumineerde/gelatexeerde houtvezelplaten (bv. Celit 3D of 4D, Agepan DWD, ...). De laatste vijf jaar merken we een duidelijke toename van het gebruik van houtvezelplaten als dampopener en winddichte buitenbeplating. Gelet op de mechanische eigenschappen van deze plaatmaterialen kunnen sommigen ervan bijdragen tot de uitstijving van het skelet, maar gezien dit nog weinig gebruikelijk is, de huidige referentiedocumenten hier niet op voorzien zijn en bepaalde rekenwaarden ontbreken in de documentatie van fabrikanten, is een zorgvuldige dimensionering vereist, in sommige gevallen aangevuld met testen in labo om de materiaalkarakteristieken te bepalen die nodig zijn om de berekening te kunnen uitvoeren¹. Om de wind- en waterdichtheid te verbeteren werden platen ontwikkeld met bijzondere varianten van de tand- en groefverbinding. Ook voor de binnenafwerking staat vandaag een heel gamma aan plaatmaterialen ter beschikking (gipskartonplaat, gipsvezelplaat, calciumsilicaatplaat, houtvezelplaat, ...). Hieruit kan gekozen worden in functie van de vereiste brandweerstand, geluidisolatie en vochtbestendigheid.

Voor de stijlen, balken en eventuele kolommen van het skelet staan tegenwoordig tal van innovatieve materialen op basis van hout ter beschikking, met grotere mechanische weerstand dan gewoon gezaagd timmerhout: gelijmd gelamineerd hout (GGH), Laminated Veneer Lumber (LVL), Parallam®, Intrallam®, Microllam®, ... Er kan ook gekozen worden voor innovatieve bouwelementen met geoptimaliseerd traagheidsmoment door concentratie van het materiaal rond de uiterste vezel (bv. liggers met I-vormige sectie, driehoeksvakwerkliggers, ...).

Globaal kunnen we stellen dat het aanbod aan plaatmaterialen, verbindingsmiddelen en andere basiselementen van de houtstructuur in ons land een stuk ruimer is dan zo'n 25 jaar terug en dat dit ruime gamma volop geëxploiteerd en verder ontwikkeld wordt [ref. 4, 5].

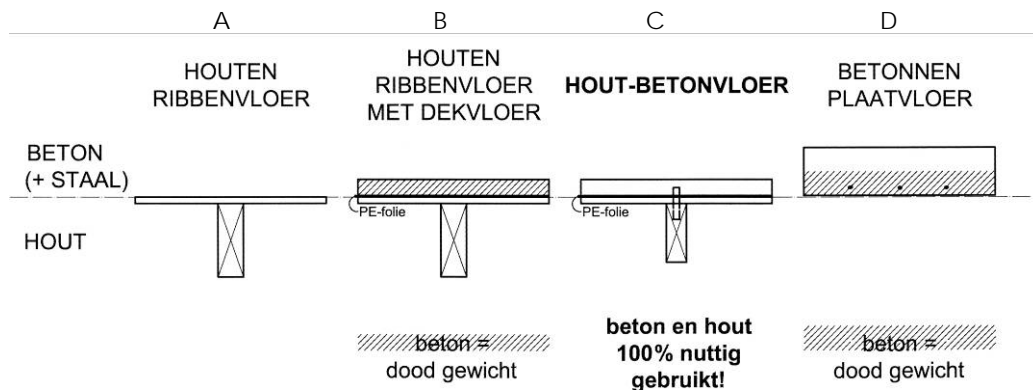
2.2. Vloerconstructies: van dekvloer tot hout-betonvloer

Om de akoestische prestaties van een verdiepingsvloer te verbeteren, wordt de laatste jaren steeds meer een dekvloer aangebracht op houten vloeren in houtskeletbouw. Als bijkomend voordeel kan men zo de thermische inertie wat vergroten. Bij sommige houtskeletbouwfirma's is dit reeds standaard. Men kan ook een stap verder gaan en de dekvloer of betonlaag d.m.v. stalen verbindingsmiddelen verbinden met de roostering. Zo ontstaat een composiete draagstructuur, de zogenaamde hout-betonvloer. De betonlaag wordt op druk belast en de houten balken op trek. Bij dit vloertype wordt alle materiaal nuttig gebruikt (i.t.t. bij zuivere betonvloeren, waar het beton aan de onderzijde niet bijdraagt tot het opnemen van de belasting, maar enkel een dekking van het staal vormt, en in tegenstelling tot de houten ribbenvloeren voorzien van dekvloeren, waarbij de dekvloer niet bijdraagt aan de mechanische sterkte van het geheel, maar wel extra dood gewicht betekent, zie *Afbeelding 3*). De bebording of beplating tussen de betonlaag en de houten balken verzwakt lichtjes de verbinding en kan in principe weggelaten worden. Ze is echter bijna steeds aanwezig als bekisting voor het beton. Voor hoogwaardige prestaties op het gebied van akoestiek en om de thermische inertie nog wat meer op te drijven, kan bovenop een hout-betonvloer nog een al dan niet zwevende dekvloer aangebracht worden. Op dit ogenblik (2002 – 2006) voert het WTCB samen met TCHN een onderzoek uit naar de prestaties van hout-betonvloeren [ref. 9].

¹ Hierbij denken we bv. aan de waarde $f_{h,k}$ vermeld in § 8.3.1. van de Eurocode 5.



Afbeelding 2 : Realisatie van een anhydriet-gietvloer in een woning in houtskeletbouw (links) [foto WTCB, Ukkel, 2003]; realisatie van een hout-betonvloer in het kader van de renovatie van een historisch gebouw (rechts) [foto WTCB, Gent, maart 2004]



Afbeelding 3 : Vergelijking van het concept van de hout-betonvloer met drie referentievloersystemen

2.3. Houtverduurzaming: opkomst van alternatieve methodes

Wanneer uitgevoerd volgens de regels van de kunst, is de levensduur van een gebouw in hout vergelijkbaar met andere bouwtypes. Essentieel is (variabele) bevochtiging van de houtstructuur zoveel mogelijk te vermijden. Dit kan verzekerd worden door bouwkundige maatregelen (bv. beperken condensatie door een correcte wandopbouw). De aantasting door schimmels kan men op die manier quasi uitsluiten. Anders ligt het voor aantasting door insecten. Bepaalde larven tasten nl. ook droog hout aan. Indien men werkt met spintvrij hout, is de kans op insectenaantasting verwaarloosbaar. Aangezien dit echter moeilijk verkrijgbaar is, is het in de meeste gevallen noodzakelijk een verduurzamingsbehandeling toe te passen. Dit gebeurt doorgaans door het inbrengen van fungicide en/of insecticide stoffen in het hout. Hoewel vaak onontbeerlijk om de duurzaamheid van de constructie te garanderen (gelet op de aansprakelijkheid van aannemer en architect), is dit niet gunstig voor de impact van de houtconstructie op mens en milieu en hypothekeert het de recyclage en afvalverwerking van het hout. Daarom zijn de laatste jaren alternatieve methodes in ontwikkeling, zoals thermisch gemodificeerd of geacetyliseerd hout. Deze hebben echter het nadeel dat de mechanische eigenschappen van het hout afnemen, waardoor ze voornamelijk niet toepasbaar zijn in draagstructuren van gebouwen, wel voor bv. gevelbekledingen, terrassen, meubilair e.d. Verder onderzoek is aan de gang. Ook het WTCB voert momenteel een onderzoek uit naar houtmodificatie.

2.4. Thermische isolatie: optimalisatie van het bouwsysteem

Om de warmtetransmissie doorheen houtskeletbouwwanden te minimaliseren kan men voor de stijlen gebruik maken van I-liggers in hout (TJI®, FJI®, ...). Dit werd o.a. toegepast in Duitsland in de jaren '90 en is sinds kort ook in ons land doorgedrongen [ref. 6,8,1]. Op die manier kan de (reeds relatief geringe) koudebrugwerking van de stijlen in de houten wandpanelen verder beperkt worden.

Een bijzonder aandachtspunt in de thermische isolatie van houtskeletbouw vormt de aansluiting fundering – wand – vloer. Het is belangrijk deze bouwknop zo te ontwerpen dat de continuïteit van de isolatielaag zoveel mogelijk gewaarborgd is en dat de oppervlaktetemperatuur in de hoek voldoende hoog blijft (men raadt aan om ervoor te zorgen dat de temperatuurfactor² niet minder dan 0,7 bedraagt). Verschillende oplossingen zijn mogelijk. Belangrijk is rekening te houden met de duurzaamheid (vocht- en vorstbestendigheid) en drukvastheid van de toegepaste isolatiematerialen.



Afbeelding 4 : Mogelijke oplossing voor het vermijden van een koudebrug ter plaatse van aansluiting fundering – wand – vloer: combinatie van stroom cellenbeton (niet zichtbaar op foto) en PUR-platen aan weerszijden van het funderingsmetselwerk (KRONOS-architectuur, Ruddervoorde, 2000)

2.5. Luchtdichtheid: essentieel én realiseerbaar

Reeds lang wordt benadrukt dat luchtdichtheid een sine qua non is voor de effectieve werking van de thermische isolatie en om vocht- en tochtproblemen te vermijden. In de praktijk werd hier echter zelden aandacht aan besteed, o.a. omdat men zich toch niet voldoende bewust was van het bijzonder grote belang van luchtdichtheid bij hoogwaardig geïsoleerde constructies en ook wel omdat concrete en praktische oplossingen niet voorhanden waren. Dit leidde regelmatig tot comfortproblemen of erger, vaak in combinatie met een onoordeelkundige toepassing van dampdichte lagen (schimmelvorming, houtaantasting, ...). De laatste jaren zijn tal van producten voor luchtschermen van lichte constructies op de markt gekomen. De resultaten van onderzoek en ontwikkeling (voornamelijk in Canada, Duitsland en de Scandinavische landen) zijn recent ook in ons land doorgedrongen. Bepaalde importeurs en handelaren van ecologische bouwmaterialen profileren zich sterk met dit thema, maar ook de meeste andere fabrikanten van isolatiematerialen, onderdak en dampschermfolies besteden er meer aandacht voor dan vroeger, en bieden nu accessoires aan voor luchtschermen (kleefbanden, katten, doorvoerstukken, ...). In de literatuur duiken steeds meer detailtekeningen en verslagen van geslaagde realisaties van luchtschermen op. In Duitsland werd een norm opgesteld (DIN 4108-7) die detailtekeningen bevat van aansluitingen van luchtschermen in diverse bouwknopen. Ook het WTCB tracht sinds kort - o.a. via de TAD "Duurzame uitvoeringstechnieken" - meer gedetailleerde en praktische aanwijzingen te geven om een voldoende luchtdichtheid bij lichte constructies te realiseren (www.wtcb.be/?goto=tad-daken).

2.6. Zomercomfort: perfect haalbaar mits goede zonwering

Vaak hoort men nog dat lichte bouwconstructies, zoals houtskeletbouw, sterk in het nadeel zouden zijn wat betreft zomercomfort. Onderzoek toont echter aan dat dit een fabeltje is. De laatste tijd wordt hier tijdens studiedagen en congressen opvallend duidelijk de aandacht op gevestigd [ref. 7, 8]. De belangrijkste factor voor een goed zomercomfort in onze streken is *zonwering*. Bij voorkeur buitenzonwering en beweeglijk, zodat ze kan ingezet worden wanneer nodig, en toch voldoende zonnewinsten toelaat tijdens koude periodes. Ook thermische isolatie van de opake wanden en de ventilatie van de binnenruimten zijn factoren van betekenis (bv. koeling van het gebouw door nachtelijke ventilatie). Het belang van thermische inertie is in ons klimaat relatief gering. Zo wijzen metingen en simulaties uit dat de gebouwmassa absoluut geen effect heeft op de gemiddelde zomertemperaturen, en meestal zijn het deze die de mate van zomercomfort bepalen [ref. 7]. Bovendien is slechts een laag van 5 à 10 cm aan de binnenzijde van het gebouw bepalend voor de thermische inertie - dikkere wanden kunnen de thermische inertie dus niet beduidend verbeteren - en wordt in de praktijk de thermische massa vaak afgeschermd van het binnenklimaat door allerhande

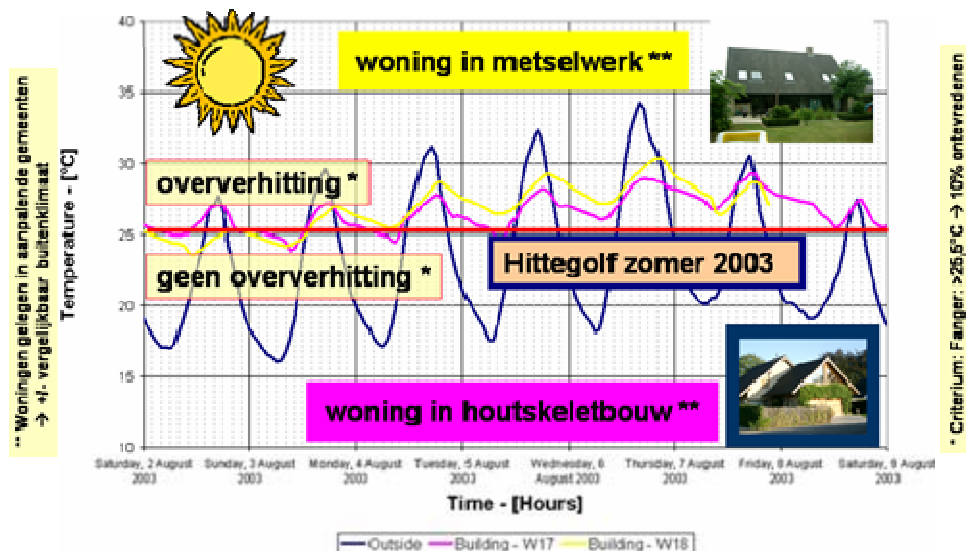
² Temperatuurfactor: verhouding van het verschil tussen de binnenoppervlaktetemperatuur en de buiten-temperatuur tot het verschil van binnen- en buitentemperatuur

afwerkingslagen waar de ontwerper niet altijd vat op heeft (bv. vals plafond, tapijt op de vloer, wandbekledingen, meubilair, ...), zodat er bij het ontwerp moeilijk op gerekend kan worden. Een basis aan thermische massa kan bij houtskeletbouw ingebouwd worden via de vloeren (zie volgende paragraaf).



Afbeelding 5 : Voorbeeld van maatregelen voor zomercomfort in een woning in houtskeletbouw (KRONOS-architectuur, Ruddervoorde, 2000):

1. buitenzonwering (bomen + ruime dakoversteek op het zuiden, zie afb. 1)
2. thermische isolatie (globaal isolatiepeil K30, zie ook afb.4)
3. ventilatie:
 - buffering temperatuur aangevoerde lucht door luchtaanvoer via grond-lucht-warmtewisselaar (in tuin) en schaduwrijke inkomsas (tussen twee bouwvolumes)
 - natuurlijke nachtelijke ventilatie mogelijk via dakbeglazing boven nachthal
 - (mechanisch ventilatiesysteem met warmteterugwinning)
4. thermische inertie: begane grondvloer in beton + dekvloer op verdieping



Afbeelding 6 : Meetresultaten zomercomfort tijdens hittegolf in 2003: vergelijking woning in houtskeletbouw (zie afbeeldingen 1, 4 en 5) en nabijgelegen traditionele woning in metselwerk: tijdens de warmste dagen blijkt de temperatuur in de woning in metselwerk hoger dan in deze in houtskeletbouw; eens de thermische massa opgewarmd is, duurt het enige tijd voor ze terug afkoelt, wat tijdens lange warme periodes een nadeel kan zijn

2.7. Geluidisolatie: basisprestatiecriteria woningscheidende wanden haalbaar

Houtskeletbouw is een lichte bouwmethode. Om een voldoende geluidisolatie te realiseren moet men de bouwcomponenten opbouwen als massa-veer-massasystemen. Tegenwoordig is dit technisch perfect mogelijk, vaak zonder grote meerprijs. Met uitvoeringswijzen die momenteel courant

voorkomen kan men in de woningbouw een voldoeningschenkende geluidisolatie bekomen [ref. 10]. Door het maximaal benutten van de tegenwoordig beschikbare technieken (zwevende dekvloer, akoestisch ontkoppelde plafondafwerking, vulling holtes met minerale wol, zware beplating, ...), kan men ook met houtskeletbouwcomponenten geluidisolatieniveaus bereiken die schommelen rond de limietwaarden voor basiscomfort bij woningscheidende wanden en vloeren, zoals vermeld in de huidige draft van de norm NBN S01-400-1, die binnenkort van kracht zal worden. Wat woningscheidende vloeren betreft, lijkt recent onderzoek [ref. 9] uit te wijzen dat men met een akoestisch geoptimaliseerde hout-betonvloer (voorzien van alle beschikbare maatregelen, zoals hiervoor opgesomd) een geluidisolatie kan bekomen die vergelijkbaar is met de tegenwoordig gebruikelijke betonvloeren. WTCB en TCHN zijn van plan dit de komende jaren meer in detail te bestuderen, zodat duidelijk wordt wat met houtskeletbouw in ons land maximaal haalbaar is aan geluidisolatie.

2.8. Gebouwtypologie: ook middelhoogbouw mogelijk

Tot voor kort was middelhoogbouw (3 à 8 bouwlagen) met een houten draagstructuur in Europa uitgesloten door de brandreglementeringen in de meeste landen. Sinds het begin van de jaren '90 is daar, onder impuls van de CPD³, verandering in gekomen. Er is sindsdien veel onderzoek en ontwikkeling geweest op dit gebied. Eén van de meest spectaculaire projecten was het Britse onderzoeksproject « Timber Frame 2000 », met o.a. full-scale brandproeven in een gebouw van zes bouwlagen. Er zijn, vooral in Scandinavië, maar ook in Duitsland en Nederland, tal van pilootprojecten opgetrokken van 4 à 6 bouwlagen. Het concept van middelhoogbouw in hout kan op veel belangstelling rekenen binnen de Europese houtsector, omdat dit mogelijk nieuwe kansen biedt voor een toename van het gebruik van hout in de bouw, rekening houdend met de geleidelijke maar onafwendbare evolutie naar duurzaam bouwen. Er bestaan ook studies (bv. Eriksson, 1993) die stellen dat een houten draagstructuur economisch voordelig kan zijn t.o.v. staal- of betonstructuur voor gebouwen van 3 à 4 bouwlagen. Met de huidige technische kennis is het mogelijk om gebouwen in houtskeletbouw op te trekken tot ca. 8 bouwlagen [ref. 11], maar de eisen m.b.t. geluidisolatie en brandveiligheid maken dat gebouwen hoger dan vier bouwlagen *economisch gezien* vaak minder gunstig zijn dan gebouwen in staal of beton. Ook voor de Belgische houtskeletbouwbedrijven is het interessant om hun aandacht te richten op middelhoge houtskeletbouw, zodat zij, binnen de context van de eengemaakte Europese markt, de nodige expertise terzake kunnen opbouwen.



Afbeelding 7 : Voorbeeld van een middelhoogbouw in houtskeletbouw: appartementsgebouw in HSB te Stockholm (1997)

2.9. Normalisatie: implementatie Eurocodes, herziening STS 31

De Eurocode 5 komt steeds nadrukkelijker op de voorgrond als norm voor het dimensioneren van houtconstructies en zal binnen enkele jaren in heel Europa de oude nationale referentiedocumenten vervangen. In het licht van deze veranderingen in het Europees reglementair kader wordt momenteel de STS 31, het vroegere Belgische referentiedocument voor de dimensionering van houtconstructies, herwerkt.

2.10. Certificatie: publicatie ETAG 007, herwerking STS 23

Recent is de ETAG007 gepubliceerd. Deze EOTA-Guideline is de basis voor het afleveren van Europese Technische Goedkeuringen voor houtskeletbouwsystemen. In het licht van deze veranderingen in het Europees reglementair kader wordt momenteel de STS 23 (het Belgische referentiedocument voor houtskeletbouw) herwerkt.

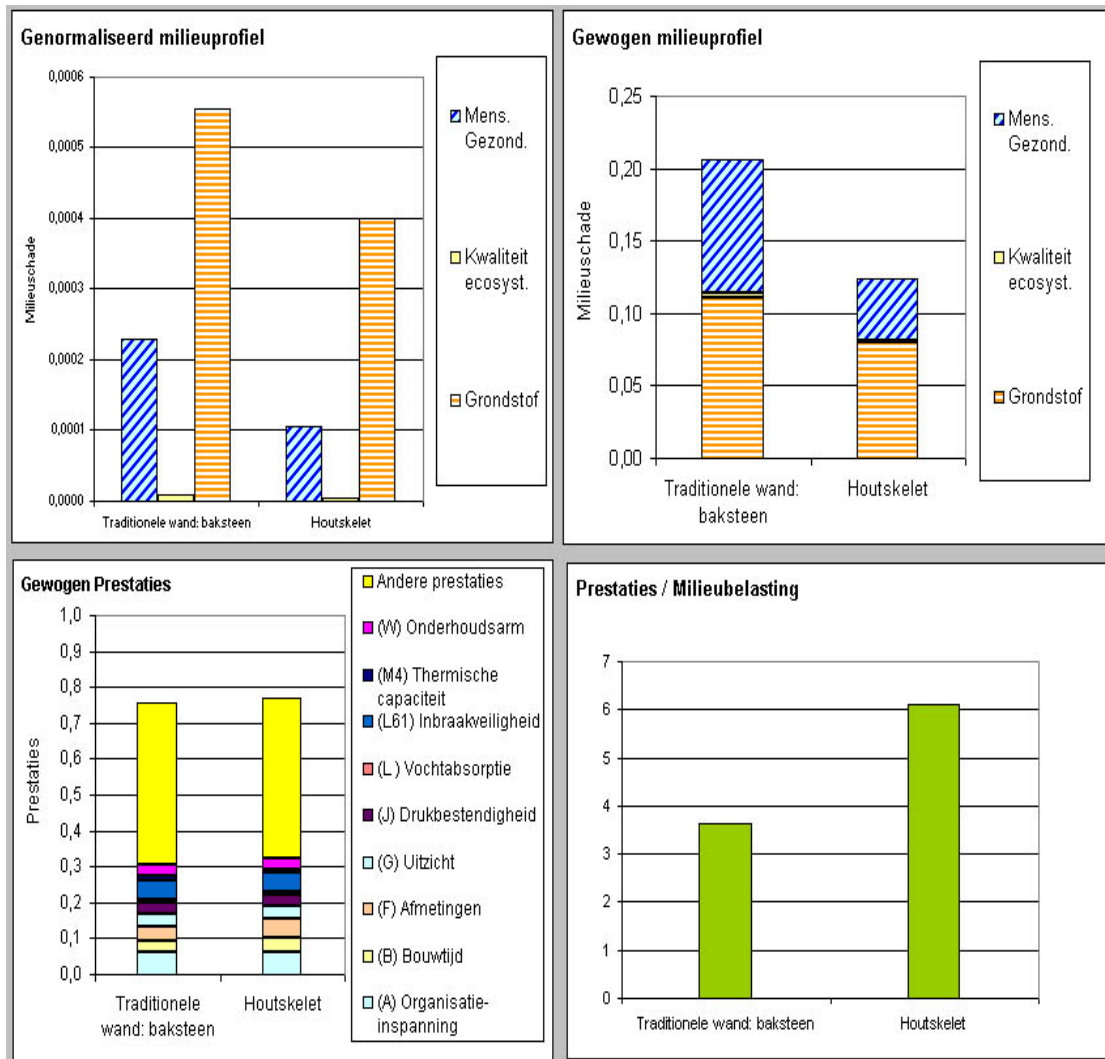
³ "Construction Products Directive": richtlijn van de Europese commissie, 21.12.1988, die de basisprestaties vastlegt waaraan bouwproducten op de Europese markt moeten voldoen; basis voor de Europese bouwnormen

2.11. Duurzaam bouwen in houtskeletbouw: wetenschappelijk onderbouwd

Houtskeletbouw wordt vaak beschouwd als een duurzame bouwmethode. Volgende argumenten worden aangehaald om deze stelling te onderbouwen:

- in principe onuitputtelijke grondstof;
- in principe eenvoudig recycleerbare grondstof;
- lage productie-energie grondstof en bouwsysteem;
- energiezuinig bouwsysteem;
- bossen dragen bij tot bestrijding broeikaseffect door CO₂-opslag.

Recent onderzoek bevestigt, meestal op basis van LCA⁴, dat houtkeletbouw één van de meest duurzame bouwmethodes is, en geeft een wetenschappelijke fundering aan deze stelling [ref. 1, 2, 3].



Afbeelding 8 : Vergelijking van de milieu-impact van metselwerk en houtskeletbouw a.d.h.v. een case study (houtskeletbouw: isolatielaag van 120 mm dik, aangebracht tussen de stijlen)
 [ref. KUL, De Troyer F., Allacker K., 2004]

⁴ "Life Cycle Analysis" of levenscyclusanalyse: beoordeling van de milieu-impact van bouwmaterialen of constructies door volledige inventaris van het verbruik van materiaal en energie over de totaliteit van zijn levenscyclus; beschouwd als de meest betrouwbare methode op heden voor het inschatten van de milieu-impact.

2.12. De Belgische houtskeletbouwmarkt groeit

Een recente studie van het WTCB [ref. 3] toont aan dat het marktpercentage van houtskeletbouw de laatste jaren licht toeneemt. Op basis van grondige analyse van de verschillende invloedsfactoren wordt een groei van het marktaandeel van de eengezinswoningen in Vlaanderen van 6% in 2004 tot 15% in 2020 als realistisch beschouwd.

De invoering van de EnergiePrestatieRegelgeving op het einde van dit jaar, zal leiden tot een veralgemeende aandacht voor energiezuinig bouwen. Dit, in combinatie met de geleidelijke verstrenging van de thermische eisen, voorzien in de komende jaren, kan er mede toe leiden dat meer gebouwen in houtskeletbouw worden opgetrokken.

3. Besluiten

Houtskeletbouw is een bouwsysteem met vele troeven en het belang ervan neemt toe. Hoewel passiefhuizen perfect in andere materialen kunnen gerealiseerd worden, is houtskeletbouw een interessante optie omdat het qua concept uitzonderlijk geschikt is om energie te besparen, zowel tijdens de constructie van een gebouw als tijdens het gebruik ervan. Door een samenspel van factoren is houtskeletbouw de voorbije dertig jaar sterk geëvolueerd. Verdere optimalisatie is volop aan de gang, zowel in het buitenland als in ons land. Voor passiefhuisbouwers is het interessant deze ontwikkelingen op de voet te volgen, zodat men de troeven van dit bouwsysteem maximaal kan uitspelen.

4. Referenties

1. Dobbels, F., Houtskeletbouw in Vlaanderen anno 2004: overzicht van de actuele kenmerken, belemmeringen en mogelijkheden. Syllabus studiedag "Duurzaam bouwen in houtskeletbouw", Technologisch Instituut, KVIV, april 2004
2. De Troyer, F., Allacker, K., Duurzaamheid en bouwkwaliteiten: hoe afwegen? Een toepassing op wanden in houtskeletbouw of baksteen. Syllabus studiedag "Duurzaam bouwen in houtskeletbouw", Technologisch Instituut, KVIV, april 2004
3. Van Dessel, J., Van Rompay, W., Decaesstecker, C., Jamouille, M., Dobbels, F., Onderzoek inzake de duurzaamheid van houtbouwsystemen en de groeiverwachting van deze markt, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Economie, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Brussel, 2004
4. Proceedings World Conference on Timber Engineering, Lahti, juni 2004
5. Proceedings of the International Symposium on Advanced Timber and Timber-Composite Elements for Buildings. Design, Construction, Manufacturing and Fire Safety. COST E29 "innovative timber & composite elements for buildings", Florence, oktober 2004
6. Ubachs, E., Ontwikkeling van een innovatief bouwsysteem op basis van FJI-liggers, proceedings bij de passiefhuis-happening, 2004
7. Isolatie en zonwering: complementaire maatjes, Proceedings 6^{de} isolatiedag, TI-KVIV, september 2005
8. Syllabus EPR-opleiding, ANRE, Brussel, september 2005
9. Martin, Y., Dobbels, F., Van den Bossche, P., Prestaties van hout-betonvloeren: een multidisciplinaire benadering, Cement, 2004, blz. 108-112
10. Van Damme, M., Akoestische isolatie in houtskeletwoningen, WTCB-Dossiers, Katern nr. 6, 1^{ste} trimester 2004
11. Dobbels, F., Moderne toepassingen van houtconstructies - Aanzet voor de ontwikkeling van een geprefabriceerd systeem voor middelhoogbouw in hout gebaseerd op paal- en balkbouw met toepassing van de buisverbinding, einwerk burgerlijk ir.-architect, UGent, 1997