

Hybride bouwen: mix and match



Als bouwheer heb je vandaag de keuze tussen veel verschillende bouwsystemen. Kiezen is niet evident. Bovendien kun je verschillende bouwsystemen combineren – hybride bouwen heet dat. Zo profiteer je van de voordelen van twee of meer technieken. Wat is hybride bouwen? Welke bouwmethodes kun je combineren, en voor welke toepassingen? Wat zijn de gevolgen voor de bouwknopen? En wie zorgt er voor de coördinatie?

Laat ons om te beginnen alle gangbare (en minder gangbare) bouwsystemen toelichten, op welke manier en door wie ze gerealiseerd worden maar vooral welke hun voordelen én hun aandachtspunten zijn.

De term nadelen gebruiken we bewust niet. Geen enkel bouwsysteem draagt een werkelijk nadeel in zich, alle mogelijke struikelblokken kunnen met een goed en doordacht plan gecounterd worden en vragen dus alleen extra waakzaamheid bij het ontwerp. Van daaruit kunnen we voor elke bouwsysteem een ideaal toepassingsgebied distilleren.

MASSIEFBOUW

Het gezegde wil dat de Belg geboren wordt met een baksteen in zijn maag. Het is dan ook niet verwonderlijk dat tot op vandaag de meest traditionele bouwmethode in België nog altijd metselwerk is. De metselstenen en de manier waarop er gemetseld wordt, mag dan sterk geëvolueerd zijn – van volle steense muur tot geïsoleerde spouwmuur met snelbouwstenen – de basiscombinatie van gebakken kleistenen met tussenliggende mortel blijft behouden.

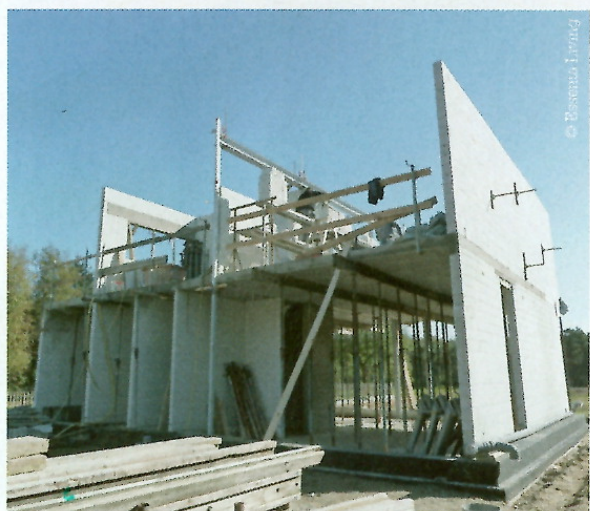
De metselwerktechniek wordt vandaag vooral toegepast voor wanden. Vroeger werd ze ook voor tussenvloeren of daken gebruikt – denk maar aan de baksteengewelven in industrieel erfgoed. Als er vandaag nog een vloer opgebouwd wordt in metselwerk, gebeurt dat met het gebruik van balken en vulstenen, in de volksmond “potten en balken” genoemd. Daarbij worden er eerst overspanningsbalken van beton of staal gelegd, en dat op een regelmatige tussenafstand. Nadien worden er tussenin holle vulstenen gelegd uit gebakken klei, hol beton of zelfs geprofileerde EPS- en houtvezelblokken. Dergelijk bouwsysteem voor vloeren of daken wordt in principe erg weinig toegepast, alleen bij verbouwingen waar een beperkt gewicht toelaatbaar is of de werfvloer niet bereikbaar is met een kraan voor montage.

Voordelen:

- > courante bouwpraktijk, dus veel beschikbare vakmannen
- > ruim aanbod aan metselstenen: paramentsteen, volle baksteen, snelbouwsteen, cellenbetonsteen, holle betonsteen, volle betonsteen...
- > stevig en modulair bouwsysteem, gemakkelijk tot vier verdiepingen zonder extra structurelementen
- > beperkte afmetingen van de te verwerken elementen waardoor een kraan voor montage niet noodzakelijk is
- > veelzijdige architectuurmogelijkheden; mits combinatie met beton of staal (balken, kolommen, vloeren) ook grote overspanningen, dus grote raampartijen, mogelijk
- > veel thermische massa waardoor het binnenklimaat minder snel afkoelt (in de winter) of opwarmt (in de zomer)

Aandachtspunten:

- > hellende of horizontale vlakken zijn niet eenvoudig uit te voeren
- > metselwerk heeft alleen een dragende functie, dezelfde dikte kan niet ingezet worden als isolerende, luchtdichte of regendichte laag (met uitzondering van cellenbeton)
- > doorgaans worden alle technieken ingeslepen en opnieuw gecementeerd, wat vrij arbeidsintensief is
- > een extra afwerkingslaag in de vorm van een pleisterlaag is altijd noodzakelijk voor luchtdichtheid
- > nat bouwsysteem met niet alleen langere uitvoeringstermijn maar ook een lange droogtijd



1 Traditionele massiefbouw gaat vaak hand in hand met structuren van hout als ondersteuning voor het dak of van staal bij grote overspanningen.

2 3 Deze hybride constructie verenigt massiefbouw (muren van kalkzandsteen) met betonbouw (vloerplaten) en houtskeletbouw (voorgevel).



Bij houtskeletbouw is het mogelijk om wanden en vloeren in aanzienlijke mate te prefabriceren en ze vervolgens snel te assembleren op de werf.

HOUTSKELETBOUW

Houten daken, zowel in hellende als in platte vorm, waren al een courante bouwpraktijk. Sinds de EPB-regelgeving en de opkomst van energiezuinig en ecologische bouwen wint ook de complete houtskeletstructuur aan terrein.

Het grote voordeel is dat in de dikte van de dragende structuur meteen ook de isolatie kan meegenomen worden. Daardoor kunnen wandopbouw vaak wat slanker zijn.

Hout is een licht materiaal. Daardoor wordt het beschouwd als een isolator en is de kans op onvermijdelijke koudebruggen veel kleiner. Bovendien maakt het lichte gewicht van houtskeletbouw vaak de beste oplossing bij renovaties. Het nadeel van de lage massadichtheid is dat de mogelijke overspanningen relatief beperkt zijn (tot 7 meter mits gebruik van samengestelde liggers). Ook heeft een houtskeletwoning daardoor maar

weinig thermische massa: omdat de wanden zelf geen warmte kunnen capteren, zal de woning sneller afkoelen en opwarmen dan een traditionele metselwerk woning. Als je de verwarming aanzet, zal de ruimte dus sneller warm zijn, maar zet je de verwarming af dan zal het ook sneller weer afgekoeld zijn. In de winter is dat onderscheid met een goede regeling van de verwarming vlot op te vangen maar in de zomer resulteert dat in een snellere temperatuurstijging.

Waar de temperatuurpiek van de buiten- en binnentemperatuur bij een houtskeletwoning op een halfuur na zullen samen vallen, zal er bij een traditionele woning van metselwerk een faseverschuiving zijn. Het warmste moment zal zich pas 's avonds voordoen, als het buiten al een stuk afgekoeld is en de ruimte via natuurlijke raamventilatie goed gekoeld kan worden. De thermische massa van een houtskelet kan door toepassing van de

juiste isolatiematerialen verhoogd worden: met cellulose, houtwol... in principe met alle materialen met een hoge massadichtheid, dus niet met schuimplaten. Thermische massa is niet in alle gevallen een voordeel. Tijdens een langere hittegolf kan een massieve woning zó veel warmte capteren dat ze die op den duur niet meer kan afgeven. Zo groeit dag na dag de accumulatie van de binnentemperatuur waardoor die op den duur erg hoog kan oplopen. De gecapteerde warmte wordt ook maar even traag vrijgegeven als opgenomen. Een nacht verluchten zal dan niet voldoende zijn terwijl een houtskelet op die manier wél snel zou afkoelen. Zoiets kan bijvoorbeeld vervelend zijn als de bewoners van een erg goed geïsoleerde woning tijdens een hittegolf op vakantie geweest zijn. Bij thuiskomst zal de woning zo fel opgewarmd zijn dat het dagen kan duren voor de binnentemperatuur weer onder controle is.

Ruwbouw



© Arch. N. Van Bevelde

1

Voordelen:

- snel bouwsysteem en mogelijkheid tot complete prefabricage
- droog bouwsysteem, bijkomende reductie van de uitvoeringstermijn
- volledig recycleerbaar en dus ecologisch materiaal
- de dragende en isolerende functie kunnen in één gezamenlijke dikte in de wandopbouw zitten
- voorzien van een houtvezelplaat aan de buitenzijde en een OSB- of spanplaat aan de binnenzijde is de wand dragend, isolerend, lucht- en winddicht
- alle mogelijke vlakken zijn eenvoudig uit te voeren: verticaal, hellend, vlak maar ook ronde of andere speelse vormen
- licht bouwsysteem, ideaal als uitbreiding in de hoogte bij renovatie of voor nieuwbouw op zwak dragende grond
- minder coördinatie nodig, één aannemer kan verantwoordelijk zijn voor de hele dragende constructie (muren en dak), isolatie en luchtdichtheid



© Arch. N. Van Bevelde

2

1 2 | Deze open stadswoning combineert een stalen structuur met wanden en vloeren in houtskeletbouw.

Aandachtspunten:

- architectuur met grote overspanningen is niet mogelijk; voor grotere openingen zijn vaak enkele gelammelleerde houten of staalkolommen of -liggers nodig
- om technieken te voorzien en voor de esthetische afwerking wordt er een bijkomende voorzetwand met leidingspouw voorzien: voor de techniek minder werk (geen slijp- en cementeringswerken) maar wel extra timmerwerk van de leidingspouw en afwerkingsplaat
- weinig tot geen thermische massa waardoor grotere temperatuurschommelingen in het binnenklimaat zullen optreden; met gepaste isolatiematerialen (bijv. cellulose) kan de thermische inertie wel verhoogd worden
- akoestische isolatie tussen ruimtes onderling is een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp (stapgeluiden op een houten vloer, ontbreken van massieve muren tussen ruimtes...)

Met de industriebouw als inspiratie maakt dit huis gebruik van stalen sandwichpanelen voor het dak en de gevels. De golfplaten op de vloer fungeren als verloren bekisting voor de betonnen ondervloer.

STAALBOUW

De integratie van staal in metselwerk of houtstructuren is helemaal niet nieuw. Een volledige staalskelet in de industriebouw ook niet en sinds de eeuwwisseling wint de bouwwijze ook op de woningmarkt aan terrein. Het grootste voordeel van het bouwsysteem is zijn flexibiliteit. Door de grote overspanningen die mogelijk zijn, kun je zonder veel kosten of moeite een grote, open leefruimte creëren die naderhand op te delen is in verschillende hoeken of ruimtes. Het voordeel van die werkwijze is dat je een bouwkundig gesloten schil creëert die vaststaat, maar dat je met de planinrichting achteraf nog alle richtingen uit kunt.

Net als bij houtskeletbouw is dit een droge en snelle bouwmethode waarbij alles geprefabriceerd kan worden. Door de maatvastheid van de stalen sandwichpanelen de ramen in principe al van op plan gemaakt worden, met voor de buitenschil een werfduur van minder dan een maand tot gevolg. Voor het hele project kan dit in een tijdspanne van zes maanden gerealiseerd worden. Voor kandidaat-bouwers een groot voordeel omdat de overlappende huurperiode tijdens de bouwwerken op die manier sterk beperkt kan worden.

Het staal zelf heeft een hoge massadichtheid maar de bekledingspanelen, ook van staal, zijn erg dun en vooral voorzien van isolatie. Daarom zijn ook thermische inertie en oververhitting aandachtspunten bij dit bouwsysteem. Specifiek bij een ontwerp met stalen wanden en/of vloeren is dat er tijdens de ontwerpfase extra aandacht nodig is voor de ruimteakoestiek. Als alle oppervlakken – wand, vloer en dak – harde oppervlakken zijn, moeten er dempende elementen toegevoegd worden aan de ruimte. In ontwerpen waar staalkolommen of -liggers van één ruimte naar een andere doorlopen, moet er ook aandacht gaan naar de geluidsoverdracht tussen de kamers onderling.



1 2

Nog een voorbeeld van een stadswoning waar de stalen structuur het mogelijk maakt om grote open ruimtes te creëren zonder extra steunkolommen te moeten voorzien.



Voordelen:

- > snel bouwsysteem, enkel in prefabricage
- > droog bouwsysteem, bijkomende reductie van de uitvoeringstermijn
- > de dragend, isolerende, water-, wind- en luchtdichte functie kunnen in één gezamenlijke dikte in de wandopbouw zitten
- > mogelijkheden tot erg grote overspanningen (industriële achtergrond)

Aandachtspunten:

- > om technieken te voorzien en voor de esthetische afwerking wordt een bijkomende voorzetwand met leidingspouw voorzien bij bekleding van de woning met geïsoleerde staalpanelen
- > niet toepasbaar als tussenvloer, tenzij bij gebruik van beton op metalen golfplaten
- > weinig tot geen thermische massa waardoor er grotere temperatuurschommelingen in het binnenklimaat zullen optreden
- > akoestische isolatie tussen ruimtes onderling is een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp
- > ook ruimteakoestiek is een belangrijk aandachtspunt wegens harde wandoppervlakken
- > zware bouwmethode waardoor er altijd een kraan nodig is voor de montage
- > heeft altijd een vrij industrieel karakter en een hedendaagse look, dus niet geschikt voor elke bouwstijl

Ruwbouw



1 De prefabricage van grote, holle betonplaten maakt dat er op de werf zelf minder elementen geassembleerd moet worden. De platen worden aan elkaar verankerd door beton te gieten in de muurholtes.

2 3 Nog een prefabmethode voor beton: hier kregen de betonnen wanden in de fabriek een buitenlaag van polyurethaan en hechtingspunten voor de stenen buitenbekleding. De assemblage van de wanden gebeurt met bouten.

BETONBOUW

Bouwwerken met massieve betonwanden, al dan niet prefab, komen vanuit de industriële bouwsector overgewaaid naar de woningmarkt. In principe combineren ze de voordelen van traditioneel metselwerk (hoge massadichtheid) met een meer industriële plaatsingswijze. Daardoor kan vooral de snelheid van werken enorm veranderen.

Binnen de betonbouw zijn er nog tal van mogelijkheden, van massieve betonstructuur tot betonskeletten. Ook in hun plaatsingswijze maken we een duidelijk verschil tussen in-situ-beton en prefab-beton. Een prefab-betonstructuur bestaat uit massieve wanddelen, al dan niet voorzien van isolatie en buitenafwerking. Door de maatvastheid van de prefabricage kunnen ook de ramen al vooraf geproduceerd worden, zo kan de volledige ruwbouw eigenlijk binnen een werfperiode van 2 tot 3 weken afgerond worden.

Bij in-situ- of semi-prefabstructuren moet je rekening houden met langere realisatietermijnen door bekistingswerken en droogtijden. Een semi-prefabstructuur is een wandopbouw met verloren bekistingen in prefabbetonwanden. Op die manier kan toch een gladde, esthetische afwerking verzekerd worden zonder dat alle wanddelen aparte delen zijn. Dat kan immers voor bepaalde stabiliteitstechnische toepassingen noodzakelijk zijn (grote overkragingen, gronddruk bij (half)ondergrondse constructies).

De mogelijkheden van betonbouw zijn ruim en gevarieerd maar een goed doordacht ontwerp en een stabiliteitsstudie zijn hierbij wel van belang. Als je dus een dergelijke woning wenst, is het best om op zoek te gaan naar een gespecialiseerde partij of op zijn minst naar iemand met ervaring in betonbouwsystemen.

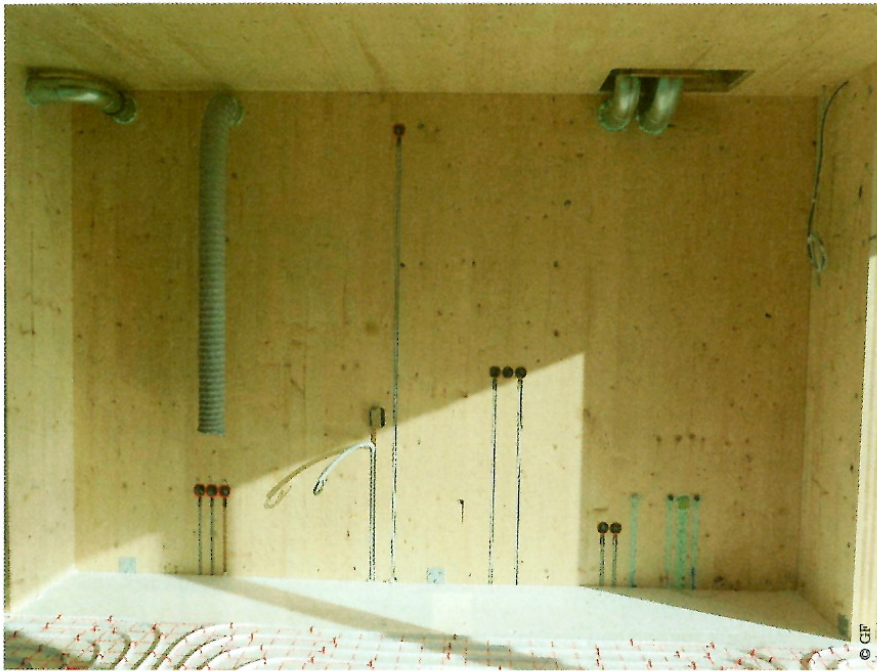
Voordelen:

- stevig en modulair bouwsysteem, gemakkelijk tot vier of meer verdiepingen
- universeel toepasbaar, als vloer, wand, plat en zelfs hellend dak
- snel en droog bouwsysteem (in geval van prefab)
- korte uitvoeringstermijn
- mogelijkheden tot erg grote overspanningen (industriële achtergrond)
- veel thermische massa waardoor het binnenklimaat minder snel afkoelt (in de winter) of opwarmt (in de zomer)
- veelzijdige architectuurmogelijkheden

Aandachtspunten:

- voor de technieken moet er een bijkomende voorzetwand met leidingspouw voorzien worden, of alles moet vooraf op de werf voorzien worden en erin gestort zijn
- maar een beperkt aantal aannemers beschikbaar
- beton heeft alleen een dragende functie, dezelfde dikte kan niet ingezet worden als isolerende laag
- zware bouwmethode waardoor een kraan voor montage altijd noodzakelijk is
- beperkt marktaandeel dus vaak een hogere investering en langere wachttijden





De techniek met verlijmd massieve houten platen impliceert dat in de fabriek alles voor de technische aansluitingen (leidingen, stopcontacten, schakelaars) wordt uitgefreesd.

MASSIEVE HOUTBOUW

Een veel minder courant voorkomend systeem van houtbouw is de massieve houtbouw met daarbinnen het onderscheid tussen massieve houtbouw met balken of met platen.

De massieve houtbouw met balken is al een eeuwenoud systeem, vaak ook houtstapelbouw genoemd. In de Oostenrijkse of Zwitserse bergen is dat het bouwsysteem bij uitstek voor berghutten. Qua esthetiek associëren mensen het daar ook mee, hoewel het er heel hedendaags kan uitzien. In België zijn er maar een paar firma's die zich gespecialiseerd hebben in dit bouwsysteem. Dit systeem bespreken we niet verder.

De massieve houtbouw met platen is een relatief nieuw bouwsysteem dat overgewaaid komt uit de Scandinavische landen. Het grote voordeel van een massieve houtbouw met platen is stabiliteitstechnisch: er kunnen gebouwen uit hout opgetrokken worden tot wel zeven verdiepingen. Met een traditionele houtskeletbouw is dat niet mogelijk.

De massieve houten platen of Cross Laminated Timber (CLT) lijken op een uitvergroete versie van een multiplexplaat. Verschillende houten planken worden kruiselings over elkaar gelijmd, zoals ook bij gelamelleerde balken gebeurt. Zo ontstaat een dikke, drukvaste plaat waarin de openingen al in de fabriek uitgezaagd worden.

De plaat kan niet alleen als wand maar ook als vloer of dak toegepast worden. Het gebruik van die wanden levert een uniek en eigentijds interieurbeeld op.

Het grote nadeel van beide houtbouwsystemen is dat ze dan wel met een ecologisch basismateriaal werken maar dat ze door hun gebruikte volumes en afmetingen vaak een vijfvoud van het hout gebruiken als bij een gelijkaardige houtskeletbouw. Bij de massieve constructieplaten is er bovendien veel lijm toegevoegd.

Voordelen:

- stevig en modulair bouwsysteem, gemakkelijk tot zeven verdiepingen
- volledige prefabricage van de massieve houten platen in grote maten
- droog bouwsysteem
- volledig recycleerbaar en dus ecologisch materiaal

Aandachtspunten:

- massieve houtbouw heeft alleen een dragende functie, dezelfde dikte kan niet ingezet worden als isolerende laag
- architectuur met grote overspanningen is niet mogelijk; voor grotere openingen zijn vaak enkele gelamelleerde houten of staalkolommen of -liggers nodig
- alle technieken moeten vooraf op de werf voorzien worden, in de houten platen of achter de houten balken
- de massieve houten binnenafwerking levert een erg specifieke architectuur op die niet voor iedereen weggelegd is; de muren en plafonds kunnen ook worden bedekt met gipsplaten
- weinig thermische massa waardoor grotere temperatuurschommelingen in het binnenklimaat zullen optreden
- met gepaste isolatiematerialen kan de thermische inertie verhoogd worden
- de akoestische isolatie tussen ruimtes onderling is een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp (stapgeluiden op een houten vloer)
- beperkt marktaandeel, dus vaak hogere investering en langere wachttijden
- zware bouwmethode waardoor een kraan voor de montage altijd noodzakelijk is
- hoog materiaalverbruik (veel hout maar ook veel verlijming)

Ruwbouw

HYBRIDE CONSTRUCTIES

De traditionele Belgische bouwmethode die op 95% van de nieuwe woningen wordt toegepast is eigenlijk een hybride bouwmethode: een dragende structuur van traditioneel metselwerk in combinatie met een houten dakstructuur. Voeg er nog een betonnen kelder aan toe en je hebt meteen een combinatie van drie verschillende bouwmethodes.

Eigenlijk zijn het de systemen die volledig in één systeem gebouwd worden die het buitenbeentje zijn in de Belgische bouw-



L. Brandijs/Arch. Atelier d'architecture Delincé

1 2

Dit huis rust op een vochtige ondergrond. De basis is opgevat als een soort scheepsromp van gewapend beton. Door op de verdieping te kiezen voor houtskeletbouw en staal blijft het gewicht op de romp beperkt.



L. Brandijs/Arch. Atelier d'architecture Delincé

2

wereld. Neem nu bijvoorbeeld houtskeletbouw: de standaardtoepassing voor platte en hellende daken maar wanden in houtskelet zijn een niche voor de houtskeletbouwers vandaag. Massieve betonbouw is dan weer standaard voor tussenvloeren en platte daken, maar als je ook wanden van vol beton wilt, heb je opeens een aannemer gespecialiseerd in betonwerken nodig. Tot slot is de meest traditionele bouwtechniek voor wanden, het metselwerk, voor daken en vloeren helemaal niet standaard meer. Ook het werken met "potten en balken" is omwille van zijn beperkte overspanningen en relatief lange arbeidsduur vandaag geen courante praktijk meer buiten de renovatiemarkt. Een samengestelde bouwstructuur van metselwerk wanden en betonvloeren is vandaag de courante praktijk in nieuwbouw.

Andere veelvoorkomende combinaties zijn houtskeletbouw en staal. Een van de voordelen van hout – de lichte structuur – is meteen ook zijn grootste nadeel. Door zijn beperkte materiaal massa kan hout maar beperkte overspanningen aan, niet evident in de hedendaagse architectuur die streeft naar grote glaspartijen. Vaak resulteert dat dan in de combinatie van enkele stalen liggers en kolommen (of zelfs een volledige structuur) met ervoor of ertussen een houten skeletstructuur.



1 2 Lichte structuren zoals houtskeletbouw of staal lenen zich uitstekend voor de uitbreiding van een bestaande woning, niet alleen door hun luchtige look maar ook door de snelle realisatie en de mogelijkheid tot prefabricage.



Verbouwingen

Bij verbouwingen gaat de keuze vaak naar een lichte of snelle bouwstructuur. Dat is meestal zo om tal van redenen: de mogelijkheid van een hoge graad van prefabricage, de beperkte impact op de bestaande funderingen, de snelheid van de uitvoering, de mogelijkheid tot droogbouw... ook wanneer de bestaande structuur van de woning bijna altijd van metselwerk is.

In principe zijn de verschillende bouwsystemen oneindig combineerbaar maar de volgende toepassingen zijn het meest courant:

- > wanden: metselwerk, houtskelet, staal of beton
- > vloeren: beton of hout
- > daken: hout of staal

Complexer detailleren en dimensioneren

De detaillering van de aansluiting van verschillende bouwsystemen vraagt extra aandacht van de architect en de aannemer. Om tot een kwalitatief eindgebouw te komen moeten zowel de luchtdichte laag als de isolatielaag ononderbroken doorlopen. Aansluitingen van spouwisolatie en dakisolatie tussen houten balken moeten dus goed ontworpen worden. Bovendien is het niet altijd evident om een stabiliteitsingenieur te vinden die én betontudies én houtstudies kan uitvoeren.

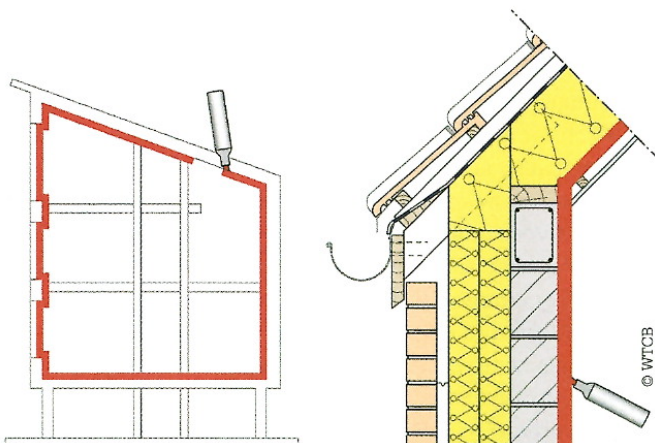
Coördinatie

Net als voor stabiliteitsingenieurs zijn er ook maar weinig vakmannen die verschillende bouwsystemen even goed onder de knie hebben. Vaak zal er dus een gesplitste aanneming zijn, traditioneel bijvoorbeeld de metselaar voor de ruwbouw en de schrijnwerker voor het daktimmerwerk.

Een gesplitste aanneming leidt altijd tot een langere uitvoeringstermijn én meer engagement van de bouwheer. De architect is verantwoordelijk voor de goede uitvoering van de werken, voor de vervolgpianing en de onderlinge coördinatie tussen de werken.

Als de uitvoeringsplanning cruciaal is, kan er gekozen worden voor een algemene aannemer die met verschillende onderaannemers werkt – ieder capabel in zijn vakgebied. Dat verlicht de bouwheer van heel wat mail- en telefoonverkeer maar zal het aannemingsbudget met ongeveer 10 tot 15% verhogen. De algemene aannemer heeft dan namelijk zelf heel wat bijkomend coördinatieverkeer waarvoor hij vergoed zal willen worden. ■

Welke methodes je ook combineert, let erop dat de isolatie en de luchtdichtheid nooit onderbroken worden (de lijnen moeten zowel op het plan als in de doorsnede blijven doorlopen).



Een lijst van interessante adressen vind je op pagina 136