



Een uitgave van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

Inhoud

Afgifte : Brussel X – Erkenningsnr. : P 401011

Publicatie van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Verantwoordelijke uitgever : Carlo De Pauw
WTTCB - Lombardstraat 42, 1000 Brussel

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever

www.wtcb.be



Energieprestatie van gebouwen

| | |
|--|----|
| Duurzaam energiegebruik in onze bebouwde omgeving | 2 |
| Het energieverbruik van gebouwen | 4 |
| Meer comfort ... met minder energie ! | 5 |
| De Energieprestatierichtlijn : de laatste evoluties | 6 |
| Bestaande gebouwen : de grote uitdaging | 7 |
| Vrijwillige initiatieven op het vlak van energie | 7 |
| Energetische doeltreffendheid van gebouwen : een beetje geschiedenis | 8 |
| Energetische doeltreffendheid van gebouwen : toekomstperspectieven | 9 |
| Ingegraven constructies isoleren en afdichten | 10 |
| De muurvoet : een te isoleren knoop | 11 |
| De houtfractie in hellende daken | 12 |
| Schrijnwerk en beglazing : een modelpaar ? | 13 |
| Condensatieketels besparen energie ! | 14 |
| Isolatie en binnenafwerking | 15 |



Agenda

16

Wonen, werken, opvoeding, vorming, ontspanning, verzorging, handel, ... Het is slechts een greep uit de brede waaier van activiteiten waarvoor de mens een aangepaste omgeving nodig heeft. Een gebouw vormt de materiële structuur waarin hij zijn bezigheden kan uitvoeren onder optimale omstandigheden. Om de binnenvoorwaarden aan de behoeften aan te passen, moet men doorgaans een zekere hoeveelheid energie toevoeren. Dit brengt echter een aantal problemen met zich mee die we in dit artikel in de kijker willen zetten.

HET GEBOUW : EEN OMGEVING VOOR DE MENS EN ZIJN ACTIVITEITEN

INPLANTING EN FUNCTIES

De inplanting van een gebouw is afhankelijk van de functies die het moet vervullen, van zijn relaties tot andere activiteitscentra, van zijn bereikbaarheid, ... Hiertoe wordt steeds een deel van de ruimte ingenomen. De zorgvuldigheid en planmatigheid waarmee dit gebeurt, heeft een belangrijke invloed op de energiestromen die ermee gepaard zullen gaan. Zo leidt de mobiliteitsbehoefte tot het ontstaan van verkeersstromen tussen de diverse activiteitscentra met hun verschillende functies. Door de concentratie van gebouwen kunnen zich vervolgens steden ontwikkelen met hun eigen wetmatigheden en problemen.

REALISATIE

Na de duidelijke omschrijving van de behoeften en de functies van het gebouw en de precieze bepaling van zijn inplanting, kan men overgaan tot de realisatie ervan. Dit beschermende omhulsel dient de goede wisselwerking te verzekeren tussen het veranderlijke buitenklimaat en het gewenste binnenklimaat, dat moet kunnen aangepast worden aan de noden en de wensen van de gebruikers.

Voor de concrete uitvoering van deze structuur doet men een beroep op grondstoffen uit de natuur, die – na hun bewerking tot bouw-elementen en componenten – op de bouwplaats worden geassembleerd tot de gewenste functionele ruimtelijke omgeving waarin de geplande activiteiten kunnen plaatsvinden.

Naast natuurlijke grondstoffen vereist de oprichting van een gebouw een belangrijke hoeveelheid energie : niet alleen voor de productie van de bouwelementen, maar ook tijdens de eigenlijke constructie.

Duurzaam energiegebruik in onze bebouwde omgeving



DE VIER HOEKSTENEN VAN HET BINNENKLIMAAT

- Thermisch comfort : hoewel het in het gebouw in de winter best aangenaam warm mag zijn, mag de temperatuur in de zomer ook niet te hoog oplopen om oververhitting te vermijden.
- Kwaliteit van de binnenlucht : deze kan snel dalen als gevolg van diverse vervuilingbronnen en moet op peil gehouden worden door een geschikte strategie van ventilatie en afvoer.
- Akoestisch comfort : een aangepaste geluidsomgeving zonder hinder door buitenlawaai of andere geluidsbronnen in naburige ruimten vraagt de nodige aandacht.
- Visueel comfort : voor oogtaken is een toereikend verlichtingsniveau vereist. Bij een goed ontworpen gebouw kan daglicht – ondanks het feit dat het niet continu beschikbaar is – een deel van deze behoefte invullen.

BINNENKLIMAAT

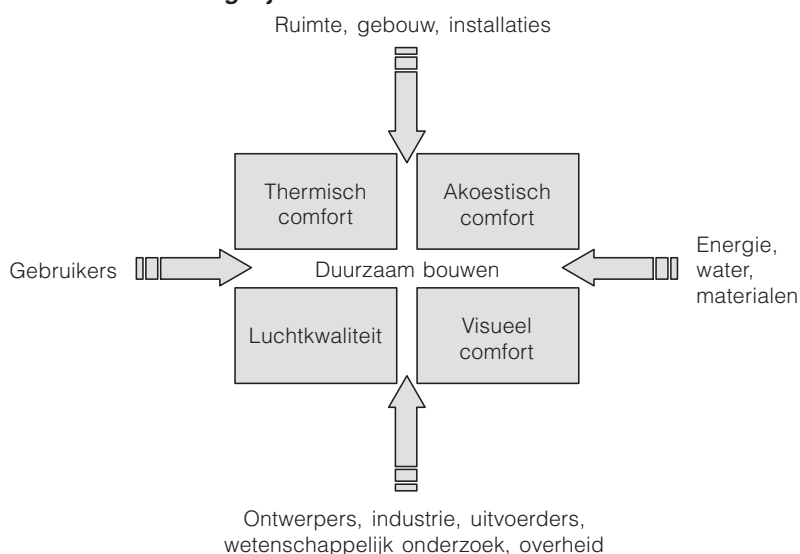
Hoewel het gebouw op zich een goede bescherming kan bieden tegen ongunstige weersinvloeden, betekent dit nog niet dat het beantwoordt aan de omgevingsvoorwaarden die de gebruiker vooropgesteld heeft voor de uitvoering van zijn activiteiten.

Hiertoe moeten de vier hoekstenen van het binnenklimaat (met name : thermisch comfort, visueel comfort, luchtkwaliteit en akoestisch comfort; zie kader) in overeenstemming gebracht worden met zijn verwachtingen. Dit

gebeurt doorgaans door middel van installaties, die aangedreven worden met thermische, mechanische of elektrische energie, en waarvan de goede werking moet gegarandeerd worden door een geschikte energie-infrastructuur onder de vorm van productiesystemen en transportnetwerken.

De bebouwde omgeving kan met andere woorden enkel functioneren door gebruik te maken van energie. Dit brengt echter een aantal maatschappelijke problemen met zich mee, zodat het belangrijk is er zeer bedachtzaam mee om te springen.

Duurzaam bouwen : mogelijke invloedsfactoren en criteria.



L. Vandaele, ir., hoofdadviser, dienst 'Ontwikkeling'

UITDAGINGEN OP HET GEBIED VAN DE ENERGIEVOORZIENING

Hoewel het maatschappelijke debat omtrent onze energievoorziening zich momenteel voornamelijk toespitst op de Kyoto-verplichtingen, bestaan er nog talrijke andere fundamentele problemen. De belangrijkste zijn :

- *de eindigheid van de conventionele energievoorraden* (bv. fossiele brandstoffen, nucleair splijttingsmateriaal, ...) : indien het wereldenergieverbruik constant blijft, zullen de aardgas-, aardolie- en uraniumvoorraden volgens de meeste huidige ramingen binnen 50 tot 100 jaar opgebruikt zijn
- *de gezondheids- en milieuproblematiek* : energieverbruik leidt niet enkel tot de uitstoot van CO₂, maar draagt ook in grote mate bij tot de vervuiling in het algemeen (aan-tasting van gebouwen en historische monumenten, zure regen, ...)
- *de beperkte geopolitieke spreiding* : het feit dat wij voor de invoer van onze energie afhankelijk zijn van een klein aantal productielanden leidt tot :
 - bevoorradingsonzekerheid
 - hoge importkosten : belangrijk verlies aan deviezen
 - prijsvolatiliteit
 - de beïnvloeding van de inflatie door de internationale olieprijsen.

EEN OPDRACHT VOOR ALLE BOUWPROFESSIELEN

Zoals mag blijken uit voorgaande opsomming, is er dringend nood aan de ontwikkeling van een duidelijke toekomstvisie. Dit is een continue opdracht waartoe niet enkel de gebruikers

(die de eisen bepalen waaraan de gebouwen moeten beantwoorden), maar vooral de professionele spelers hun steentje moeten bijdragen :

- *de ruimtelijke planners* : deze moeten op lange termijn vastleggen waar en hoe er kan gebouwd worden
- *de ontwerpers van de gebouwen en hun bijhorende installaties, de architecten en de ingenieurs* : het energetische gedrag van een gebouw wordt immers sterk beïnvloed door het ontwerp en de gekozen materialen en systemen
- *de toeleveringsindustrie* : zij moet bouwproducten en -systemen aanbieden die voldoen aan de prestatie-eisen uit het ontwerp
- *de uitvoerders, aannemers en installateurs, die het gebouw realiseren* : deze moeten waarborgen dat het gebouw en de installaties correct functioneren en beantwoorden aan de gevraagde prestaties
- *de wetenschappelijke wereld* : zij moet de bouwprofessionelen geschikte hulpmiddelen ter beschikking stellen om hun complexe opdracht tot een goed einde te brengen
- *de overheid* : deze moet de krijtlijnen uitzetten waarbinnen het bouwproces kan plaatsgrijpen en moet normen en regels uitvaardigen om de ruimere maatschappelijke belangen te vrijwaren.

merking te nemen. De impact van beslissingen over ruimtelijke planning kan op zijn beurt gedurende meerdere eeuwen voelbaar blijven. Daarom is het van groot belang dat de overheid een vooruitziend energetisch beleid voert.

In het licht van de Kyoto-verplichtingen zou de productie van CO₂ en andere broeikasgassen tegen 2012 met 7,5 % beperkt moeten worden. Aangezien deze laatste momenteel echter nog steeds in stijgende lijn gaat, vormt dit – met de huidige middelen – een ware uitdaging voor de bouwsector. Het is bijgevolg noodzakelijk nu reeds bepaalde acties te ondernemen en de doelstellingen veel ambitieuzer in te vullen dan tegenwoordig het geval is.

De bewoners van de gebouwen die vandaag de dag opgericht worden, zullen binnenkort waarschijnlijk geconfronteerd worden met de uitputting van de conventionele energievoorraden en zullen in dit kader rekening moeten houden met een drastische inperking van de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen. Beslissingen die de energieprestaties van gebouwen beïnvloeden, mogen dus niet overhaast genomen worden, aangezien ze het tijdperk van de ‘fossiele’ energiebronnen ruimschoots zullen overleven. ■

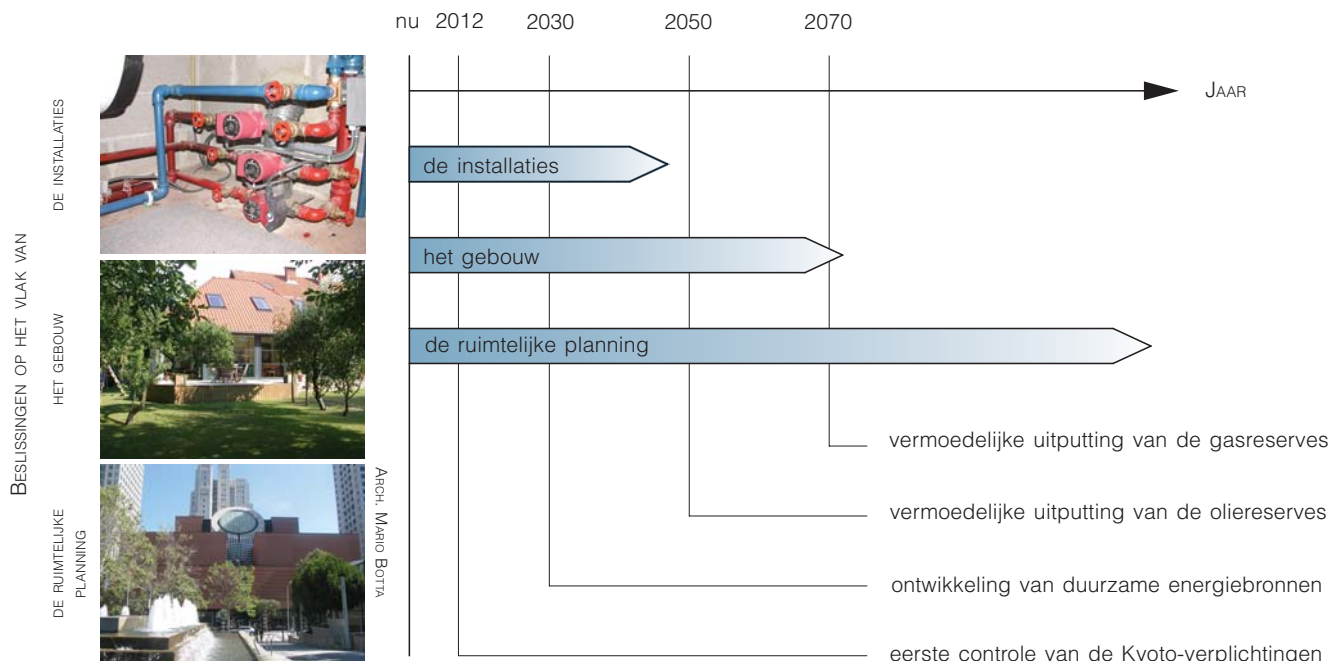
TOEKOMSPERSPECTIEVEN

De meeste technische installaties (verwarming, ...) zijn na 20 jaar aan vervanging toe en kunnen zo inspelen op de technologische evoluties. Gebouwen hebben daarentegen een levensduur van 50 jaar en meer, zodat het noodzakelijk is om eventuele toekomstige ontwikkelingen reeds vanaf hun ontwerp in aan-

NUTTIGE INFORMATIE

Nuttig document
 Vandaele L., e.a., Bouwen, wonen en energie. Studie in opdracht van het viWTA – Samenleving en technologie. Brussel, Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectonderzoek (viWTA), 2004.

Duur van de impact van investeringen in het domein van de installaties, het gebouw en de ruimtelijke planning.



Het energieverbruik van gebouwen

Om aan de behoeften van hun bewoners te voldoen, zijn de meeste gebouwen uitgerust met systemen waarmee het mogelijk is een aangenaam binnenklimaat en een optimaal gebruikscomfort te waarborgen. De som van het individuele verbruik van de verwarmings-, koelings-, verlichtings- en warmwaterproductie-installatie is een maat voor het totale energieverbruik van een gebouw. Dit wordt bijgevolg zowel beïnvloed door het ontwerp van de gebouwschil – dat de energiebehoeften bepaalt – als door de technische uitrustingen die geïnstalleerd worden om in deze behoeften te voorzien.

Bij het ontwerp van een energiezuinige woning komt het er in de eerste plaats op aan de energiebehoeften tot een minimum te beperken, zonder comfortverlies. Hiertoe dient men de thermische isolatie van de gebouwschil (geëvalueerd door de U-waarde van de wanden en door het K-niveau van het gebouw) te verzorgen.

Men moet eveneens voldoende aandacht schenken aan de vermindering van de ventilatieverliezen, de verbetering van de luchtdichtheid van het gebouw en het optimale gebruik van de zonnewinsten (gratis).

Volgens de nieuwe Vlaamse energieprestatie-regelgeving vormt het E-peil de nieuwe maatstaf voor de energiezuinigheid van een gebouw en zijn HVAC-installaties. Dit peil wordt berekend via een procedure die de netto-energiebehoeften van het gebouw en de energieprestaties van de betrokken installaties in aanmerking neemt.

VERWARMING EN VENTILATIE

De energiestromen (verliezen en winsten) die optreden in gebouwen en hun technische installaties zijn velerlei.

Het lijkt logisch dat de HVAC-installatie minstens moet kunnen beantwoorden aan de energiebehoeften van het gebouw. Haar energieverbruik wordt bepaald door het globale seizoensrendement, dat afhangt van de verliezen van de installatie op het vlak van :

- de warmteproductie
- de warmteverdeling
- de warmteafgifte
- de warmteregeling.

Vele technische oplossingen laten toe het globale seizoensrendement van de systemen te



Afb. 1 Thermische isolatie van leidingen die buiten het beschermde volume gelegen zijn.

verbeteren en aldus het globale energieverbruik van het gebouw te verminderen. Dit geldt onder meer in situaties waarbij :

- een veranderlijke ketelwatertemperatuur voorzien wordt in plaats van een constante ketelwatertemperatuur
- de warmtevraag gestuurd wordt door een centrale regeling (bv. kamerthermostaat) en een individuele regeling in elke ruimte (bv. thermostaatkranen) kan plaatsgrijpen
- de leidingen of kanalen voor de verwarming binnen het beschermde volume van het gebouw geplaatst zijn
- een condensatieketel in combinatie met een verwarming op lage of zeer lage temperatuur geïnstalleerd werd.

Bovendien kan de aanwending van hernieuwbare energiebronnen en van duurzame energie-technieken (zoals zonneboilers) een zeer interessante maatregel zijn om het totale energieverbruik nog verder te doen dalen.

KOELINGSBEHOEFTE

Voor het gematigde (zomer)klimaat in België is het mogelijk gebouwen te ontwerpen met lage koelingsbehoeften, die niet enkel een aanvaardbaar thermisch zomercomfort waarborgen, maar ook het gebruik van actieve koeling overbodig maken.

Hierbij wordt wel uitgegaan van de veronderstelling dat de koelingsbehoeften in de zomer gering zijn als gevolg van een goede isolatie van de gebouwschil en een beperking van de zonnewinsten : keuze van aangepaste beglazingen en/of geschikte zonneweringen.

J. Schietecat, ing., laboratorium 'Verwarmings- en klimatisatietechnieken'



Afb. 2 Thermostaatkranen : een eenvoudige oplossing voor de warmteregeling in elke ruimte.

BESLUIT

De nieuwe Vlaamse energieprestatie-regelgeving vormt een wetgevend kader dat zowel in zomer- als winteromstandigheden moet toelaten een aangenaam thermisch comfort en een gezonde binnenluchtkwaliteit te verzekeren. Men verwacht dat de eisen uit de nieuwe regelgeving beter zullen opgevolgd worden wegens de strengere controles en dat de gebruikers als tegenprestatie – en mits een correct gebruik en beheer van het gebouw en zijn installaties – een energiefactuur gepresenteerd zullen krijgen die ondanks de stijgende energieprijzen toch betaalbaar blijft. ■



NUTTIGE INFORMATIE

Uit een financiële vergelijking die in Wallonië uitgevoerd werd in het kader van de actie 'Construire avec l'énergie' is gebleken dat bepaalde investeringen op het gebied van de isolatie (K40 in plaats van K55), de oriëntatie of de prestaties van het verwarmingssysteem van een viergevelwoning met een bewoonbare oppervlakte van 120 m² tot aanzienlijke besparingen kunnen leiden. Rekening houdend met parameters zoals de investeringskosten, de maandelijkse terugbetaling (berekend over een periode van 20 jaar tegen een vaste rentevoet van 4,30 %), het jaarlijkse stookolieverbruik en de jaarlijkse stookoliefactuur (prijs op 01/10/05 = 0,62 €/liter), zou de winst vanaf het eerste jaar van bezetting reeds kunnen oplopen tot 725 €/jaar.

Een gebouw heeft in eerste instantie tot doel zijn gebruikers een aangenaam binnenklimaat te bieden, waarvoor logischerwijze een zeker energieverbruik nodig is. De vraag is dan ook hoe men het comfort kan verbeteren, zonder de natuurlijke energiebronnen uit te putten ...

KWALITEIT VAN DE BINNENOMGEVING EN GEZONDHEID

Het verzekeren van de kwaliteit van de binnenomgeving is geen luxe, maar beantwoordt integendeel aan de levensbehoeften van de mens. Verschillende onderzoeken hebben immers aangetoond dat het binnenklimaat de gezondheid van de gebruikers beïnvloedt. Zo blijkt de slechte kwaliteit van de binnenlucht verantwoordelijk te zijn voor het stijgende aantal allergieën en infecties van de ademhalingswegen, in het bijzonder bij kinderen. Deze gezondheidsproblemen worden voornamelijk veroorzaakt door tal van pollutanten (benzeen, schimmels, ...) die in de binnenlucht aanwezig zijn en waarvan de concentratie vaak hoger is dan in de buitenlucht.

KWALITEIT VAN DE BINNENOMGEVING EN PRODUCTIVITEIT

Hoewel de resultaten van de reeds uitgevoerde studies niet altijd eensluidend zijn, bestaat er een duidelijk verband tussen de binnenomgeving en de productiviteit van de werknemers. Investeren in de kwaliteit van de binnenomgeving kan dus winstgevend zijn voor de bedrijven !

IN DE PRAKTIJK

Het binnenklimaat en zijn verschillende aspecten komen aan bod in diverse normen (zie kader). Deze kunnen het begrip 'goed binnenklimaat' echter niet op universele manier definiëren, aangezien dit afhankelijk is van de persoonlijke, soms specifieke verwachtingen van elk van de gebruikers. Daarom moet men hen – in de mate van het mogelijke – de kans



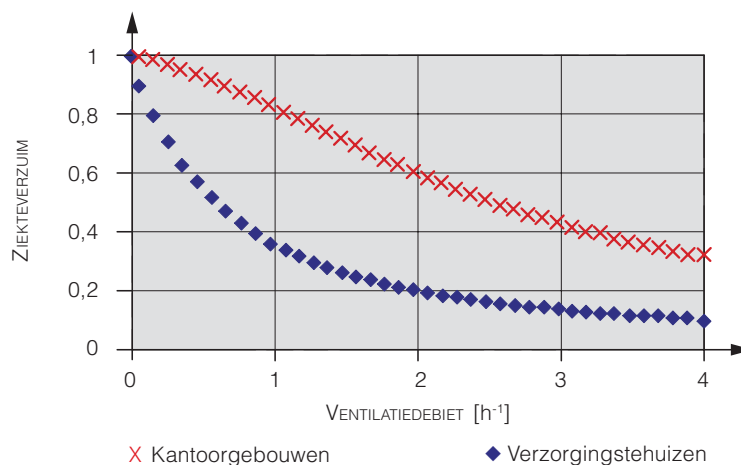
Meer comfort ... met minder energie !



VENTILATIE OP DE WERKPLEK

Onderstaande grafiek toont bij wijze van voorbeeld het ziekteverzuim in kantoorgebouwen en verzorgingstehuizen, afhankelijk van het ventilatiedebiet. Uit deze grafiek, die steunt op berekeningen en op diverse epidemiologische studies, uitgevoerd in de Verenigde Staten, blijkt dat een ventilatiedebiet van 4 volumes lucht per uur (terwijl alle andere parameters gelijk blijven) het ziekteverzuim met zo'n 70 tot 85 % kan verminderen in vergelijking tot een situatie zonder ventilatie.

Ziekteverzuim, afhankelijk van het ventilatiedebiet (Fisk W.J. et al., 2004).



bieden om hun omgeving zelf te regelen, althans in ruimten die slechts door een gering aantal personen gebruikt worden.

NORMEN EN REGLEMENTERINGEN

Hoewel het beperken van het energieverbruik en het garanderen van een aangenaam binnenklimaat op het eerste gezicht twee onverengbare doelen lijken, is het toch aanbevolen aan beide voorwaarden te voldoen.

Dit komt ook tot uiting in de Europese Energieprestatierichtlijn voor gebouwen. Zo bepaalt artikel 4 dat in de eisen op het vlak van de energieprestatie 'rekening wordt gehouden met de algemene binnenklimaatssituatie, om eventuele negatieve neveneffecten zoals onvoldoende ventilatie te voorkomen (...)'. Artikel 7.3 preciseert op zijn beurt dat in het energiecertificaat van openbare gebouwen 'relevante klimaatfactoren eveneens duidelijk (kunnen) worden aangegeven'.

De Vlaamse regelgeving met betrekking tot de energieprestatie en het binnenklimaat res-



NUTTIGE INFORMATIE

- Normen (www.bin.be) :
NBN EN ISO 730:1996
NBN D 50-001:1991
NBN EN 13779:2005
NBN EN 12464-1:2004
NBN S 01-401:1987 (in herziening)
NBN S 01-400:1977 (in herziening)

- Nuttige links :
<http://www.ie.dtu.dk/>
<http://www.dc.lbl.gov/IHP/>

pecteert deze eis uit de richtlijn door de integratie van verschillende aspecten die verband houden met het binnenklimaat : eisen inzake de ventilatie van gebouwen, de beperking van het risico op oververhitting in woningen, de verbinding van de referentiewaarde voor het energieverbruik met de ventilatiedebieten en de verlichtingsniveaus, toegepast in scholen en kantoren, ... ■

✉ N. Heijmans, ir., projectleider, afdeling 'Bouwfysica en Binnenklimaat'

De Europese Energieprestatie-richtlijn voor gebouwen, die gepubliceerd werd door het Europese Parlement en de Raad en die tot doel heeft de natuurlijke energiebronnen van onze planeet te beschermen en de opwarming van het klimaat tegen te gaan, trad in werking op 4 januari 2006. Hierdoor zijn de Gewesten van ons land ertoe verplicht hun reglementeringen aan te passen.

1 DOELEN EN EISEN

De op 4 januari 2003 gepubliceerde Europese richtlijn 2002/91/EG heeft tot doel de verbetering van de energieprestatie van de gebouwen in de Europese Unie te stimuleren, rekening houdend met de klimatologische omstandigheden en de plaatselijke bijzonderheden.

De titel van het document roept de idee van een nieuwe zienswijze op. Vanaf heden moeten de reglementeringen gekoppeld worden aan de globale energieprestatie van de gebouwen. Dit betekent dat ze niet enkel de thermische isolatie ervan in aanmerking moeten nemen, maar tevens een geheel van andere parameters die verband houden met het energieverbruik en het binnenklimaat: voordelen van een doordachte ligging (waardoor het mogelijk is de zonneprestaties te benutten of oververhitting te vermijden), kwaliteiten van het ventilatiesysteem, rendement van de installaties, gebruik van hernieuwbare energiebronnen, ...

De omzetting van deze eisen in de nationale of gewestelijke wetgeving van de verschillende EU-Lidstaten zou vanaf 4 januari 2006 een feit moeten zijn. Indien de Lidstaten echter kunnen aantonen dat ze op de betreffende datum niet beschikken over voldoende gekwalificeerde en/of goedgekeurde experts, mogen ze zich beroepen op een bijkomende termijn van drie jaar om de eisen met betrekking tot de certificering en de keuring toe te passen.

In ons land zijn de drie Gewesten bevoegd op het vlak van energie. De aanpassing van de wetgeving om te beantwoorden aan de richtlijn moet dus gebeuren op gewestelijk niveau.

2 CONCRETE UITVOERING

Bij de publicatie van de richtlijn in 2003 bestond er in het Vlaamse Gewest al een reglementering voor de warmte-isolatie van nieuwe woongebouwen. Het Waalse en het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest beschikten op hun beurt over regelgevingen die de

De Energieprestatie-richtlijn : de laatste evoluties

warmte-isolatie van woongebouwen, kantoorgebouwen en schoolgebouwen in aanmerking namen, en dit zowel voor nieuwbouw als voor renovaties. In het Waalse Gewest bestond er bovendien een wetgeving voor de ventilatie van de hierboven opgesomde gebouwtypes. Voor woongebouwen laat de Waalse regelgeving de ontwerpers eveneens toe te kiezen tussen de berekening van een globaal warmte-isolatie-niveau en de bepaling van de netto-energiebehoefte voor de verwarming, rekening houdend met de ventilatie, de zonneprestaties en de interne winsten.

Deze reglementeringen volstaan echter niet om de eisen uit de richtlijn te respecteren. De drie Gewesten zijn derhalve verplicht hun wetgeving aan te passen.

□ HET VLAAMSE GEWEST

Het nieuwe Vlaamse decreet van 7 mei 2004 met betrekking tot de energieprestatie van gebouwen en het binnenklimaat vormt de grondslag voor de uitvoering van de richtlijn (met uitzondering van de keuringen) en creëert een kader voor de controle ervan. Dit decreet, aangevuld door het besluit van de Vlaamse Regering van 11 maart 2005, verstrengt de eisen op het gebied van de warmte-isolatie en legt de aanwezigheid van een ventilatiesysteem op voor alle nieuwe gebouwen waarvoor de stedenbouwkundige vergunning afgeleverd wordt na 1 januari 2006.

Wat de berekening van de energieprestatie betreft, verplicht het besluit de toepassing van een nieuwe methode en een nieuwe parameter: het *E-peil*. Deze laatste neemt niet enkel de zonneprestaties en de interne winsten, maar ook de prestaties van de installaties (verwarming, sanitair warm water, ventilatie, airconditioning, verlichting, ...) en de oververhitting in aanmerking. Het uitvoeringsbesluit voorziet een overgangperiode (van 1 januari tot 30 juni 2006), gedurende welke men de keuze heeft tussen het voldoen aan de eis van het *K-niveau* of de nieuwe eis van het *E-peil* (die zowel geldig is voor nieuwe woongebouwen, kantoorgebouwen als schoolgebouwen). In december 2005 kondigde minister *Peeters*

bovendien aan dat hij de Vlaamse Regering zal voorstellen om deze overgangperiode te verlengen tot 31 december 2006.

De certificering van gebouwen zal stapsgewijs verlopen:

- voor nieuwe gebouwen keurde de Vlaamse Regering in december 2005 een ontwerpbesluit goed, waardoor het certificaat gekoppeld wordt aan de voorwaarden voor de bouwvergunning
- een tweede stap betreft de certificering van bestaande gebouwen, waarvoor de reglementering momenteel op punt gesteld wordt
- dit geldt tevens voor de implementatie van de artikelen inzake de keuring van de stookketels en de koelsystemen.

□ HET WAALSE EN HET BRUSSELSE HOOFDSTEDELIJKE GEWEST

In deze twee Gewesten komt de omzetting van de richtlijn eveneens op gang. Net zoals in Vlaanderen moet men zich verwachten aan een verstrenging van de eisen op het gebied van de warmte-isolatie, en vermoedelijk aan een strikter kader voor de controle van de opvolging van de reglementering. Er komen bovendien eisen met betrekking tot de energieprestatie.

Verder willen we erop wijzen dat er in de drie Gewesten vrijwillige acties voorgesteld werden in voorbereiding op de certificering of de geïntegreerde benadering van de energieprestatie. Daarnaast wordt er volop gewerkt aan de ontwikkeling van gemeenschappelijke hulpmiddelen (databanken met productgegevens, ...).

□ EUROPA

Tenslotte worden er ook op Europees niveau tal van besprekingen gevoerd. Een voorbeeld hiervan is de zogenaamde *EPBD Concerted Action*, die driemaal per jaar alle landen verenigt die betrokken zijn bij de implementatie van de richtlijn (<http://www.epbd-ca.org>).

Daarnaast werd in januari 2006 het door het WTCB gecoördineerde *EPBD Buildings Platform* opgestart dat tot doel heeft de informatieverspreiding rond de energieprestatieproblematiek te verbeteren. ■

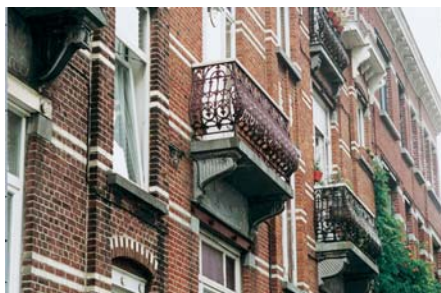
De nieuwe thermische reglementeringen hebben vooral betrekking op nieuwe gebouwen en op bestaande gebouwen die een grondige renovatie ondergaan. Er gaapt echter een juridische leemte voor bestaande constructies die niet gerenoveerd worden, maar die wel de overgrote meerderheid van het Belgische woningenpark uitmaken.

België telt zo'n 4,25 miljoen gebouwen, waarvan 3,46 miljoen – wat neerkomt op 81 % van het bestaande patrimonium – bestemd zijn voor bewoning. De woningsector is op zich verantwoordelijk voor ± 30 % van de uitstoot van broeikasgassen in ons land en vertegenwoordigt een aanzienlijk potentieel op het vlak van energiebesparingen.

Om en bij de 62 % van de woongebouwen werden opgetrokken vóór 1970. Dit betekent dat ze op het ogenblik van de constructie doorgaans niet voorzien werden van thermische isolatie.

Bestaande gebouwen vertonen enkele specifieke problemen, zowel op het gebied van de reglementering als wat de rekenmethode betreft, waardoor het niet mogelijk is ze op de

Bestaande gebouwen : de grote uitdaging



Renovatie : een bron van werkgelegenheid voor de bouwsector.

zelfde manier te behandelen als nieuwe gebouwen (bijvoorbeeld gebrekkige kennis over de exacte gegevens van het gebouw).

Het WTCB is zich terdege bewust van deze problematiek en verleent zijn medewerking aan tal van gerichte acties omtrent dit type gebouwen (o.a. de Europese onderzoeksprojecten ENPER EXIST en IMPACT).

Een algemene renovatie van het bestaande patrimonium zou kunnen leiden tot een vermindering van de energiefactuur, tot de verhoging van het comfort en bovendien tot een toename van de werkgelegenheid in de bouwsector. Zo zou de invoering van een ambitieus programma voor de thermische isolatie van het volledige Belgische woningenpark zo'n 30.000 arbeidsplaatsen op tien jaar tijd kunnen creëren. ■

✉ X. Loncour, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling 'Bouwfysica en Binnenklimaat'



www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 1/2006

- Het Belgische woningenpark
- Kenmerken van het bestaande patrimonium
- Initiatieven van het WTCB
- Toekomstperspectieven

In het verlengde van de reglementaire context, die voor iedereen verplicht is, worden er in de drie Gewesten van ons land een aantal vrijwillige initiatieven ontwikkeld, en dit zowel voor nieuwe als voor bestaande gebouwen. Deze vormen een aanvulling op de reglementeringen en gaan soms zelfs een stap verder.

De voorbije jaren zijn er verschillende initiatieven voor nieuwe gebouwen op punt gesteld. In het Waalse Gewest loopt de actie *Construire avec l'énergie* (Energiebewust bouwen) reeds vooruit op de toekomstige thermische reglementeringen, door vanaf heden te beantwoorden aan de basisvoorwaarden voor een energiezuinige woning met een groter comfort.

Daarnaast kennen ook de *passiefhuizen* een groeiend succes. Door de warmteverliezen van het gebouw tot een minimum te beperken, is het immers mogelijk het actieve verwarmingssysteem zo goed als volledig achterwege te laten, terwijl het binnenklimaat toch aangenaam blijft. Het energieverbruik van dergelijke woningen is minstens vier keer lager dan dat van de meeste recente Belgische woningen.

Vrijwillige initiatieven op het vlak van energie

Bepaalde vrijwillige acties zijn specifiek toegespitst op bestaande gebouwen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de *Energieadviesprocedure* (EAP) in de drie Gewesten van ons land, die ter sprake kwam in een vorig artikel. Het doel van de EAP ligt in de uitvoering van een energetische audit op bestaande eengezinswoningen *op vrijwillige basis*. De toepassing ervan gaat gepaard met een systeem van premies en subsidies (federale belastingsvermindering, gewestelijke premies, ...).



De Gewesten hebben bovendien erkenningsmechanismen ingesteld voor energie-experten die de EAP kunnen toepassen, de huidige hulpmiddelen gebruiken en de geïnteresseerden laten genieten van de fiscale voordelen die

✉ X. Loncour, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling 'Bouwfysica en Binnenklimaat'

eraan verbonden zijn. In dit kader worden bovendien zowel in het Vlaamse als in het Waalse Gewest opleidingen georganiseerd.

Tenslotte bestaan er tal van mogelijkheden die particulieren en bedrijven moeten toelaten een beroep te doen op premies en subsidies ter verbetering van de energetische efficiëntie van hun gebouwen. Deze zijn zowel van toepassing op federaal niveau, via belastingsverminderingen, als op het vlak van de Gewesten, de provincies, de gemeenten of de energieleveranciers. ■



www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 1/2006

Voor meer informatie over de vrijwillige initiatieven voor nieuwe en bestaande gebouwen verwijzen we naar het volledige artikel op de website.

De laatste twintig jaar werden gekenmerkt door belangrijke evoluties op het gebied van de energetische doeltreffendheid van gebouwen, en dit zowel met betrekking tot de warmte-isolatie, de prestaties van de onderdelen en technische uitrustingen als de nieuwe technologieën. Toch verloopt de integratie van deze technologieën niet altijd optimaal en blijven er inspanningen nodig om ze goed in de praktijk om te zetten.

1 WARMTE-ISOLATIE

De prestaties van bepaalde onderdelen van de gebouwschil hebben een spectaculaire evolutie gekend. Dit geldt onder meer voor de beglazing. Zo is het met dubbele beglazingen met lage emissiviteit (U-waarden van om en bij de 1,1 W/m².K) mogelijk de warmteverliezen doorheen de beglazing met 2/3 te verminderen ten opzichte van klassieke dubbele beglazingen. Dit type beglazing is in België dan ook uitgegroeid tot de standaard. Door het op de markt komen van beglazingen met selectieve coatings kan men eveneens de zonnwinsten beperken en oververhitting vermijden.

De warmte-isolatie van nieuwe gebouwen is in het Waalse Gewest reglementair verplicht sinds 1984 en in Vlaanderen sinds 1992. De reglementaire drempelwaarden voor nieuwe woningen werden verhoogd en beantwoordden sedert 2000 aan het niveau K55 in de drie Gewesten.

Studies hebben echter aangetoond dat deze reglementeringen slechts zelden gerespecteerd worden door een gebrek aan doeltreffende controles.

2 VERWARMING EN PRODUCTIE VAN SANITAIR WARM WATER

Ook wat de verwarming betreft, waren er belangrijke evoluties. Zo nam het rendement van de warmteproductietoestellen aanzienlijk toe en verschenen er naast de stookketels op lage tot zeer lage temperatuur tevens condensatieketels op de markt. Verder bracht de perfectie van de technologie van de branders een rendementsverbetering en een vermindering van de luchtvervuiling teweeg.

Ondanks het grote marktaanbod vertegenwoordigden condensatieketels met gas in ons land in 2004 slechts 22 % van de totale verkoop van dergelijke toestellen. De installatie van condensatieketels met gasolie is eerder uitzonderlijk.

✍ A. Deneyer, ir., projectleider, laboratorium 'Licht en Gebouw'

Energetische doeltreffendheid van gebouwen : een beetje geschiedenis



Dankzij elektronische ballasten kan men het verbruik doen dalen.

De regelsystemen zijn eveneens geëvolueerd, met name door de invoering van elektronische modules, die onder andere de bediening vanop afstand en de diagnose van defecten mogelijk maken. Het gebruik van punctuele controletechnieken (bv. thermostaatkranen) veralgemeende zich en wordt nu ook gecombineerd met gecentraliseerde controlesystemen.

3 VENTILATIE

De technologieën en systemen voor de ventilatie van gebouwen hebben grondige wijzigingen gekend : er kwamen gelijkstroomventilatoren en ventilatoren met elektronische schakeling op de markt, die toelaten het intrinsieke verbruik van de ventilatie-installaties sterk te verlagen (soms zelfs met meer dan 50 %).

Wat de controle betreft, werden er ventilatiesystemen volgens behoefte gecommercialiseerd, waarmee men de ventilatieverliezen kan verminderen, terwijl de luchtkwaliteit gewaarborgd blijft. Daarnaast werden warmterugwinningsystemen ontwikkeld, waarbij de toevoerlucht opgewarmd wordt door middel van de afgevoerde lucht, en die rendementen van om en bij de 90 % kunnen halen.

Er werden bovendien hybride ventilatiestrategieën ontworpen, waarbij zowel gebruik gemaakt wordt van natuurlijke als mechanische ventilatie. Deze kunnen een grote bijdrage leveren tot de energieprestatie van het gebouw.

In de praktijk stelt men in België evenwel vast dat de ventilatie van gebouwen problematisch blijft en dat de beschikbare technologieën slechts zelden geconcretiseerd worden. Als er een ventilatiesysteem geïnstalleerd wordt, blijkt de kwaliteit ervan dikwijls ontoereikend te zijn en gaat men – in tegenstelling tot bijvoorbeeld Zweden – bijna nooit over tot een contractuele oplevering.

4 VERLICHTING

Ook inzake verlichting kan men wijzen op tal van technologische evoluties.

Het rendement van de lichtbronnen nam gevoelig toe en er werden nieuwe lampen ontwikkeld. Enkele recente voorbeelden zijn de zogenaamde fluocompacte lampen, waarvan het geïnstalleerde vermogen bij een vergelijkbare lichtflux tot drie keer lager is, en de LED (*Light Emitting Diodes*), die voornamelijk toegepast worden voor signalisatiedoelinden en het verbruik van het noodverlichtingssysteem sterk doen dalen.

De optieken van de lichtbronnen werden erg verbeterd, zowel wat hun vorm als hun samenstellende materialen betreft (lamellen uit geanodiseerd aluminium), waardoor het verlichtingsrendement toeneemt en het risico op verblinding vermindert.

Hoewel de toepassing van elektronische ballasten in plaats van magnetische ballasten leidt tot een daling van het verbruik van de installaties, onder meer door het in rekening brengen van de regelsystemen, worden deze nog niet systematisch gebruikt. In 2004 vertegenwoordigden ze slechts 31 % van de Europese markt van ballasten voor fluorescentielampen.

Uit deze beschouwingen blijkt dat de onmiskenbare technologische evoluties uit de bouwsector in de praktijk niet voldoende ingezet worden. Ervaringen uit onze buurlanden hebben echter aangetoond dat de invoering van een energieprestatieregelgeving voor gebouwen, wat op dit ogenblik in onze drie Gewesten aan het gebeuren is, een belangrijke drijfveer kan vormen voor hun toepassing. ■

Terwijl in het vorige artikel even stilgestaan werd bij enkele recente evoluties op het vlak van energie in gebouwen, spitsen we onze aandacht in deze bijdrage toe op de toekomst die weggelegd is voor de toepassing van energiezuinige technieken, de verdere technologische ontwikkelingen, de nieuwe gebouwconcepten en de te overwegen mogelijkheden voor het bestaande gebouwenpark.

✍ P. Wouters, dr. ir., hoofd van het departement 'Bouwfysica en Uitrustingen'

1 TOEPASSING VAN ENERGIEZUINIGE TECHNIEKEN

Om te komen tot een gevoelige verbetering van de energiezuinigheid, volstaat het niet om nieuwe technologieën te ontwikkelen, maar zou men in de eerste plaats moeten streven naar het veralgemeende gebruik van de bestaande energiebesparende technieken. Deze staan doorgaans immers volledig op punt en zijn perfect economisch haalbaar. Toch moet men in de praktijk vaststellen dat er – zelfs bij nieuwbouw – nog te vaak energetisch achterhaalde producten en concepten aangewend worden (bv. gewone dubbele beglazingen, energieverblindende armaturen, ...).

Het ligt echter in de lijn van de verwachtingen dat de invoering van de energieprestatie-regelgeving voor gebouwen en de verschillende acties die hiermee gepaard gaan (fiscale verminderingen, subsidies, sensibilisering, ...) een belangrijke drijfveer zullen vormen voor de graduele toepassing van de huidige energiezuinige concepten.

2 VERDERE TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN

Ter verbetering van de energetische doeltreffendheid van gebouwen bestaat er nog een groot potentieel tot *technologische innovatie*. Zo wordt er momenteel volop gewerkt aan de ontwikkeling van technieken zoals vacuümisolatie, multifunctionele gevelsystemen, ...

Ook een beter *toezicht op de correcte werking en het intelligente beheer* van de technische installaties (verwarming, ventilatie, ...) zou een positieve invloed kunnen hebben op de energiezuinigheid van gebouwen :

- vandaag de dag moet men vaststellen dat een groot aantal installaties niet naar behoren functioneren (te kleine of te grote debieten, ongeschikte temperatuurregeling enz.) als gevolg van fouten in het ontwerp, een minder aangepaste uitvoering, een ge-

Energetische doeltreffendheid van gebouwen : toekomstperspectieven

Afb. 1 Geventileerde dubbele gevel.



brekkige afregeling, onvoldoende onderhoud, ... Dergelijke problemen zouden kunnen opgelost worden door de zogenaamde 'commissioning' van installaties, een thema dat almaar meer aandacht krijgt binnen de onderzoekswereld en dat in de toekomst tevens zijn weg naar de dagdagelijkse praktijk zal vinden

- op het gebied van intelligent installatiebeheer zijn er eveneens tal van verbeteringen denkbaar. De toepassing van de nieuwe technologische mogelijkheden (zoals draadloze communicatie) op het beheer van technische uitrustingen zou namelijk kunnen leiden tot de vereenvoudiging van hun plaatsing en hun aanwending en dus tot meer gebruikscomfort en een lager energieverbruik.

3 NIEUWE GEBOUWCONCEPTEN

Sedert de jaren '90 bestaat er een groeiende interesse voor de implementatie van *nieuwe concepten* bij de uitvoering van architecturaal boeiende projecten, specifiek gericht op de verbetering van het binnenklimaat en de energetische doeltreffendheid. Zo was het WTCB, samen met de UCL, actief betrokken bij de realisatie van twee dergelijke gebouwen :

- de PLEIADE-woning in Louvain-La-Neuve
- het IVEG-kantoorgebouw te Hoboken.

Een nieuwe ontwikkeling die in dit kader zeker vermelding verdient, is het 'passiefhuisconcept', waarbij men door de combinatie van een doorgedreven thermische isolatie ($\approx K15$), een luchtdichte bouwwijze en een energiezuinig ventilatiesysteem tracht te komen tot woningen met een maximale energiebehoefte voor de verwarming van 15 kWh/m^2 .jaar.

Afb. 2 De PLEIADE-woning.



De 'positieve energiehuizen' gaan nog een stap verder. Deze gebouwen zijn immers netto-energieproducenten als gevolg van hun beperkte energiebehoeften en de veralgemeende toepassing van hernieuwbare energiebronnen (zonneboilers, fotovoltaïsche cellen, ...).

4 HET BESTAANDE GEBOUWENPARK

Hoewel de overgrote meerderheid van de gebouweigenaars tegenwoordig niet gemotiveerd zijn om te investeren in energiezuinige maatregelen, zou de drastische vermindering van het energieverbruik van het *bestaande gebouwenpark* om allerlei redenen (milieuoverwegingen, economische belangen, ...) tot de prioriteiten moeten gaan behoren.

Zo vormt het Franse 'Plan Energie 2004', dat de ambitie heeft om het energieverbruik van de bestaande gebouwen tegen 2050 tot een kwart te doen dalen, een eerste stap in de goede richting.

De energetische toekomst van onze gebouwen heeft dus nog tal van technologische en beleidsmatige uitdagingen in petto ! ■



NUTTIGE INFORMATIE

Nuttige links

- www.bbri.be/activefacades : website met betrekking tot geventileerde dubbele gevels
- www.passiefhuisplatform.be : website die een schat aan informatie levert over het 'passiefhuisconcept'

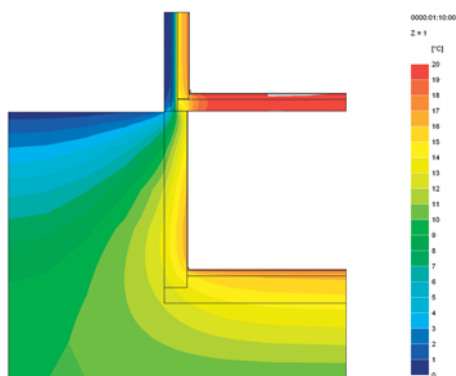
Door de groeiende tendens om alle beschikbare plaats in een gebouw te benutten, worden kelders steeds vaker ingericht als woonruimte. Dit brengt echter een aantal problemen met zich mee die we hierna kort zullen toelichten.

THERMISCHE ISOLATIE VAN KELDERS : EEN NOODZAAK

Om een ingegraven constructie te kunnen benutten als woonruimte, dient men de wanden ervan te voorzien van een aangepaste thermische isolatie. De voornaamste redenen die hiervoor aangehaald kunnen worden zijn :

- het vermijden van hygroscopiciteitsproblemen en oppervlaktecondensatie
- het waarborgen van een aangename binnentemperatuur
- het tegengaan van warmteverliezen.

Hoewel de warmteverliezen via wanden in contact met de grond worden beperkt door het grondmassief, blijkt uit afbeelding 1 dat het verwaarlozen van de thermische isolatie plaatselijk kan leiden tot een aanzienlijke daling van de oppervlaktetemperatuur.

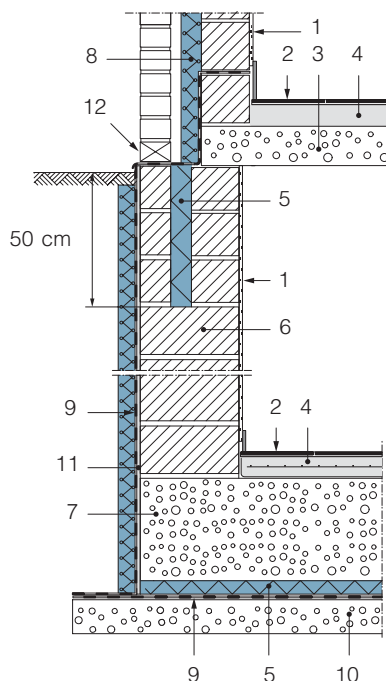


Afb. 1 Door het verwaarlozen van de thermische isolatie kan de oppervlaktetemperatuur plaatselijk sterk dalen.

UITVOERINGSPRINCIPE

Wanneer de ingegraven constructie tot het 'beschermde volume' van het gebouw behoort, opteert men niet zelden voor de afwerking van de wanden met vochtgevoelige materialen. Om deze reden rust men dergelijke wanden gewoonlijk uit met een bijkomende bescherming onder de vorm van dampdichte en – indien nodig – waterdichte membranen (met gelaste naden), zoals weergegeven in afbeelding 2. Om de doeltreffendheid van de thermische isolatie te verzekeren, is het bovendien raadzaam nog een aantal extra voorzorgsmaatregelen te treffen (zie kader). ■

Ingegraven constructies isoleren en afdichten



Afb. 2 Thermische isolatie van een ingegraven constructie : principe-schets.

1. Binnenbepleistering
2. Vloerbekleding
3. Draagvloer
4. Dekvloer
5. Weinig samendrukbare, vochtbestendige thermische isolatie
6. Dragend metselwerk
7. Funderingsplaat van gewapend beton voor het opnemen van de waterdruk
8. Thermisch isolatiemateriaal
9. Soepele bekuipling
10. Onderfunderingsplaat
11. Bepleistering (cementering)
12. Open stootvoeg



AANDACHTSPUNTEN VOOR DE THERMISCHE ISOLATIE VAN INGEGRAVEN CONSTRUCTIES

- Het is aanbevelenswaardig gebruik te maken van redelijk drukvaste, vocht- en vorstbestendige isolatiematerialen in de spouw van de grondkerende wand, om inklinken bij het belasten van de grond naast het gebouw te verhinderen. Het metselwerk moet om diezelfde reden goed aansluiten op het isolatiemateriaal.
- Vermits de thermische isolatie tevens dienst doet als mechanische bescherming van de soepele bekuipling moet men bij de berekening van de benodigde isolatiedikte rekening houden met het feit dat deze in contact is met de vochtige grond.
- In de principeschets uit afbeelding 2 wordt de koudebrug ter hoogte van de aansluiting met de spouwmuur op het gelijkvloers weggewerkt door een voldoende grote overlap van de isolatielagen. Bij een buitenisolatiesysteem (met bebording of buitenbepleistering) kan men evenwel ook een ononderbroken isolatielaag aanbrengen, mits men de nodige voorzorgsmaatregelen treft aan de overgang tussen het ingegraven en het niet-ingegraven deel.
- In aanwezigheid van hydrostatische druk dient men een soepele bekuipling te voorzien, die aan de binnenzijde aangevuld wordt met een tegenbekuipling die in staat is de (grond)waterdruk op te nemen. Het dragende metselwerk kan deze rol vervullen in de verticale delen. De uitvoering van een funderingsplaat uit gewapend beton kan echter nodig blijken om – naast de verdeling van de belastingen over de grond – tevens de opname van de eventuele waterdruk te kunnen garanderen.
- Aangezien het thermische isolatiemateriaal in het vloercomplex om uitvoeringstechnische redenen aan de binnenzijde van de soepele bekuipling wordt geïnstalleerd, bestaat er op deze plaats een verhoogd risico op inwendige condensatie. De hoeveelheid condensaat kan worden beperkt door het nastreven van een betrekkelijk droog binnenklimaat. De ingegraven ruimten moeten bijgevolg goed worden verwarmd en verlucht. De mogelijkheid om een vochtgevoelige vloerafwerking toe te passen, kan bepaald worden aan de hand van een controleberekening.

J. Wijnants, ing., hoofdadviseur, afdeling 'Technisch advies'

In individuele woningen zijn de ondoorschijnende verticale wanden gewoonlijk verantwoordelijk voor zo'n kwart van de totale warmteverliezen. De muurvoet vormt in dit kader niet zelden een moeilijk te isoleren knoop.

✍ C. Delmotte, ir., adjunct-laboratorium-hoofd 'Luchtkwaliteit en Ventilatie'
O. Vandooren, ing., hoofd van de afdeling 'Communicatie'

In het geval van een spouwmuur heeft de keuze van de isolatie (aard, eventuele certificering, ...), evenals van het materiaal waaruit de draagmuur opgebouwd is, een rechtstreekse invloed op de materiaaldikte die moet voorzien worden om te voldoen aan de U_{max} -waarde. Indien men voor het dragende metselwerk een materiaal kiest met goede thermische prestaties (bv. cellenbeton) en gebruik maakt van een isolatie met een Technische Goedkeuring, kan de toe te passen isolatiedikte soms zelfs gehalveerd worden (zie tabel 1). Door een U_{max} -waarde van 0,6 W/m²K te respecteren, beantwoordt men aan de reglementeringen. Als men daarentegen streeft naar U_{max} -waarden lager dan 0,4 of zelfs 0,3 W/m²K, is men vooruitstrevend.

De koudebruggen die kenmerkend zijn voor de minder goed geïsoleerde of niet-geïsoleerde zones zijn nadelig op thermisch vlak en kunnen bovendien leiden tot het optreden van oppervlaktecondensatie en/of de ontwikkeling van schimmels. Ze moeten bijgevolg zoveel mogelijk vermeden worden. Dergelijke koudebruggen komen echter vaak voor, zelfs in nieuwe constructies. Dit geldt bijvoorbeeld voor de muurvoet van gevels wanneer de vloer boven een geventileerde kruipruimte (of boven een kelder buiten het beschermde volume) ligt. Een constructieve oplossing die toelaat onderbrekingen van de warmte-isolatie op deze plaats te vermijden, wordt voorgesteld in afbeelding 1.

In de praktijk zou men geneigd kunnen zijn de uitvoering van een middelmatig geïsoleerde dekvloer (op basis van licht beton) bovenop de draagvloer te verkiezen boven de plaatsing van isolerende blokken aan de muurvoet. Hoewel dit detail voldoende biedt bij een tweedimensionale studie, vertoont het een thermisch gebrek ter hoogte van de buitenhoeken van de gevel en aan de aansluitingen met de dwarsmuren die steunen op de funderingsmuur in de geventileerde kruipruimte. In het driedimensionale model van afbeelding 2 merkt men immers dat de temperatuur van het binnenoppervlak lager blijft dan 14 °C (τ -factor < 0,7) voor een buitenluchttemperatuur van 0 °C en een binnenluchttemperatuur van 20 °C, zelfs na toevoe-

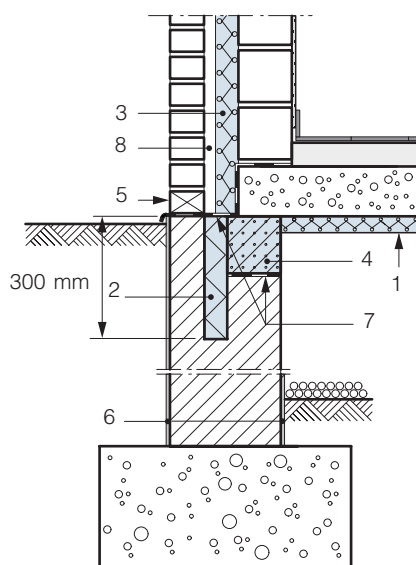
De muurvoet : een te isoleren knoop

Tabel 1 Dikte van het isolatiemateriaal voor een U_{max} -waarde = 0,6 W/m²K (*).

| Isolatiemateriaal | Dikte van het isolatiemateriaal (cm) | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|---|---|---|---|---|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Minerale wol (MW) | | | | ↔ | ↔ | | |
| Geëxpandeerd polystyreen (EPS) | | ↔ | | | ↔ | | |
| Geëxtrudeerd polystyreen (XPS) | | | ↔ | | | | |
| Polyurethaan (PUR) | | ↔ | | ↔ | | | |
| Fenolschuim (PF) | | | ↔ | | ↔ | | |
| Cellenglas (CG) | | | | | | ↔ | |

(*): De laagste dikte werd berekend met de λ_{min} volgens de geldende ATG, terwijl de hoogste waarde bepaald werd met de $\lambda_{ontwerp}$ (volgens NBN B 62-002 (λ bij ontstentenis)).
Legende : ↔ Metselwerk uit holle blokken van zwaar of halfzwaar beton (dikte 14 cm)
↔ Metselwerk uit blokken van cellenbeton (dikte 14 cm)

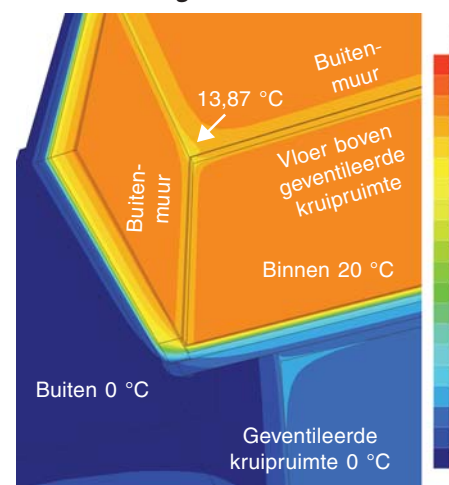
Afb. 1 Detail van een muurvoet met isolatie onder de vloer.



1. Isolatie onder de dekvloer
2. Isolatie van de fundering
3. Isolatie van de spouw
4. Isolierend bouwblok
5. Open stootvoeg
6. Bescherming van het metselwerk
7. Waterdicht membraan
8. Luchtspouw

ging van isolerende blokken aan de muurvoet (bv. cellenbeton). De plaatsing van dergelijke blokken leidt dus enkel tot het opheffen van de koudebrug indien ook de vloer voorzien wordt van een performante thermische isolatie (bv.

Afb. 2 Geïsoleerde dekvloer (licht beton) boven geventileerde kruipruimte met koudebrug aan de muurvoet.



NUTTIGE INFORMATIE

De warmtegeleidbaarheid van licht beton is doorgaans 5 tot 10 keer hoger dan deze van polyurethaanschuim of courante isolatieplaten. Ze is bovendien sterk afhankelijk van de drogingsmogelijkheden van het aanmaakwater van het beton.

polyurethaanschuim). Op deze wijze kan men niet alleen het risico op het optreden van oppervlaktecondensatie en/of de ontwikkeling van schimmels beperken, maar tevens de warmteverliezen van het gebouw verminderen. ■

Net zoals de buitenmuren uit het vorige artikel, zijn de daken van individuele woningen gewoonlijk verantwoordelijk voor zo'n kwart van de totale warmteverliezen. Het gedrag van hellende daken in dit opzicht vertoont bovendien een aantal verschillen, naargelang van hun houtfractie.

✍ O. Vandooren, ing., hoofd van de afdeling 'Communicatie'

In samenwerking met E. Guiot, ir., afdeling 'Bouwfysica en Binnenklimaat' en de Technologische Dienstverlening 'Duurzame uitvoeringstechnieken voor daken en lichte buitenwanden'

Tabel 1 geeft de vereiste isolatiedikte voor een hellend dak met een opbouw die de continuïteit van het isolatiemateriaal waarborgt ($U_{\max} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$). Door het gebruik van een gecertificeerd isolatiemateriaal met een Technische Goedkeuring ATG kan de toe te passen isolatiedikte soms zelfs gehalveerd worden.

Deze waarden zijn echter niet langer geldig indien de dakconstructie aanleiding geeft tot onderbrekingen in de isolatie. Om een totale equivalente prestatie te verkrijgen, kan het in aanwezigheid van op regelmatige tussenafstanden geplaatste houten elementen soms nodig zijn de warmteweerstand van de isolatie sterk op te drijven.

De houtfractie in hellende daken

Tabel 1 Dikte van het isolatiemateriaal voor een U_{\max} -waarde = $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ⁽¹⁾.

| Ononderbroken isolatie (niet mechanisch bevestigd) | Dikte van het isolatiemateriaal (cm) | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---|---|---|----|----|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Minerale wol (MW) | | | | ← | → | | |
| Geëxpandeerd polystyreen (EPS) | | | | ← | → | | |
| Geëxtrudeerd polystyreen (XPS) | | | ← | → | | | |
| Polyurethaan (PUR) | ← | → | | | | | |
| Fenolschuim (PF) | ← | → | | | | | |
| Cellenglas (CG) | | | | | | ← | → |
| Perliet (EPB) | | | | | | ← | → |

⁽¹⁾ De laagste dikte waarde werd berekend met de λ_{\min} volgens de geldende ATG, terwijl de hoogste waarde bepaald werd met de $\lambda_{\text{ontwerpnorm NBN B 62-002}}$ (λ bij ontstentenis).

Volgens de norm NBN EN ISO 6949 en de ontwerpnorm NBN B 62-002 dient men de houtfractie van de constructie in aanmerking te nemen. Hiertoe worden specifieke oppervlakteverhoudingen voorgesteld die men kan gebruiken bij ontstentenis. Deze laatste werden toegepast op de gevallen uit tabel 1, ter bepaling van hun invloed op de toename van de isolatiedikte. De bekomen resultaten (zie tabel 2) wijzen op een gemiddelde stijging van 40 % (ten opzichte van de vereiste dikte in-

dien de isolatie ononderbroken is), en zelfs van 100 % bij de plaatsing van een zeer performant isolatiemateriaal (zwakke warmtegeleiding) tussen kepers met grote afmetingen. Het ontwerp principe waarbij de isolatie op een ononderbroken ondergrond geplaatst wordt, is daarom vanuit een thermisch oogpunt aanbevolen, omdat men er de luchtdichtheid van hellende daken beter mee kan garanderen. Voor platte daken is dit overigens het enige principe dat werkelijk aan te raden is. ■

Tabel 2 Toename van de isolatiedikte in hellende daken, afhankelijk van de houtfractie en de eventuele mechanische bevestigingen.

| Plaatsing van de isolatie en aard van de constructie | | Houtfractie (bij ontstentenis) | Vereiste isolatiedikte (cm) voor $U_{\max} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | | MW | EPS | XPS | PUR | PF | CG | EPB |
| Ononderbroken isolatie | Mechanisch bevestigde isolatie | 0 ⁽¹⁾ | 12,5 cm (+ 19 %) | 12,5 cm (+ 19 %) | 11,5 cm (+ 21 %) | 10 cm (+ 18 %) | 12,5 cm (+ 19 %) | 15 cm (+ 15 %) | 16 cm (+ 14 %) |
| | andere dichtheid | | 9,5 cm (+ 19 %) | 8,5 cm (+ 21 %) | 7,5 cm (+ 36 %) | 7,0 cm (+ 27 %) | 11,5 cm (+ 21 %) | 11,5 cm (+ 21 %) | |
| Onderbroken isolatie (geprefabriceerde spanten) | Kepers (breedte $\leq 35 \text{ mm}$) | 0,12 | 13 cm (+ 24 %) | 13 cm (+ 24 %) | 12 cm (+ 26 %) | 11 cm (+ 29 %) | 13 cm (+ 24 %) | 15 cm (+ 15 %) | 16 cm (+ 14 %) |
| | | | 10,5 cm (+ 40 %) | 10,5 cm (+ 31 %) | 9,5 cm (+ 36 %) | 8,5 cm (+ 55 %) | 8,5 cm (+ 70 %) | 12 cm (+ 26 %) | 12 cm (+ 26 %) |
| | Kepers (breedte $\geq 50 \text{ mm}$) | 0,20 ⁽²⁾ | 14,5 cm (+ 38 %) | 14,5 cm (+ 38 %) | 13,5 cm (+ 42 %) | 12,5 cm (+ 47 %) | 14,5 cm (+ 38 %) | 16,5 cm (+ 27 %) | 17,5 cm (+ 25 %) |
| | | | 12 cm (+ 60 %) | 12,5 cm (+ 56 %) | 11,5 cm (+ 64 %) | 10,5 cm (+ 91 %) | 10,5 cm (+ 110 %) | 13,5 cm (+ 42 %) | 13,5 cm (+ 42 %) |

⁽¹⁾ In dit voorbeeld kan de toename van de vereiste isolatiedikte toegeschreven worden aan de aanwezigheid van mechanische bevestigingen (bv. sarkingdak).

⁽²⁾ Voor de berekening van de warmteweerstand van een tussen de gordingen geplaatste isolatie is de bij ontstentenis te beschouwen houtfractie kleiner (0,11).

Legende: 1. Kepers 2. Onderdak 3. Isolatie 4. Dampscherm 5. Pleisterplaat 6. Dakbedekking 7. Ononderbroken ondergrond

■ λ niet-gecertificeerd ($\lambda_{\text{ontwerpnorm NBN B 62-002}}$) ■ λ gecertificeerd (λ_{\min} volgens de geldende ATG)

Gezien conventionele energiebronnen uitputtelijk zijn en een negatieve invloed hebben op het milieu, dienen de verschillende bouwpartners zowel bij het ontwerp, de constructie als de renovatie te streven naar een betere energetische doeltreffendheid.

Ook het schrijnwerk en de beglazingen ontsnappen niet aan deze tendens. Zo hebben de technische evoluties bij de fabrikanten geleid tot een gevoelige verbetering van de warmte-doorgangscoefficiënt U_g van de beglazingen. Het centrale gedeelte van een dubbele beglazing vertoont tegenwoordig niet zelden een U_g -waarde van $1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, wat zo'n drie keer beter is dan deze van een 'traditionele' dubbele beglazing. De beperking van de warmte-verliezen doorheen doorschijnende wanden wint bovendien aan belang, omdat dit wandtype in de moderne architectuur steeds populairder wordt. Men kan ervan uitgaan dat 10 tot 15 % van de gebouwschil in een traditionele viergevelwoning vandaag de dag uit glas bestaat en dat het buitenschrijnwerk verantwoordelijk kan zijn voor zo'n 50 % van de warmteverliezen door transmissie.

ENERGIEPRESTATIES EN EISEN

Tabel 1 geeft de U_{\max} -waarden op die van toepassing zijn in de drie Gewesten van ons land. Hieruit blijkt dat de warmte-doorgangscoefficiënt U_{\max} van vensters (schrijnwerkelement, bestaande uit de beglazing, afstandhouders, profielen, ventilatieroosters en vulpanelen) lager moet zijn dan $2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ of $3,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. In het Waalse en het Brusselse Gewest is deze eis van toepassing op elk afzonderlijk venster, terwijl deze in het Vlaamse Gewest geldt voor de totaliteit van de vensters.

In Vlaanderen mag de U_g -waarde in het centrum van de beglazing bovendien niet hoger zijn dan $1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Dit impliceert dat het gebruik van enkele en gewone dubbele beglazingen volgens de Vlaamse en de Brusselse reglementeringen niet langer mogelijk is.

BEREKENING VAN DE GLOBALE WARMEDOORGANGSCOËFFICIËNT

De warmte-doorgangscoefficiënt van schrijnwerkelementen kan bepaald worden volgens de ontwerpnorm NBN B 62-002, waarvan de principes ontleend zijn aan de normen NBN EN ISO 10077-1 en 10077-2. Volgens deze normen kan men de globale warmte-doorgangscoefficiënt als volgt berekenen :

- ofwel aan de hand van een algemene methode die de geometrische en thermische karakteristieken van de verschillende onder-

Schrijnwerk en beglazing : een modelpaar ?

Tabel 1 U_{\max} -waarden (in $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) voor vensters in de verschillende Gewesten.

| Type element | U_{\max} -waarden (in $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) | | |
|---|---|---------------|----------|
| | Brussel | Vlaanderen | Wallonië |
| Doorschijnende wanden : - venster | 2,5 | 2,5 | 3,5 |
| - beglazing | 2,5 | 1,6 | 3,5 |
| Deuren (met inbegrip van garagepoorten) | 2,5 | 2,9 (in 2007) | 3,5 |

Tabel 2 Globale U_w -waarde voor schrijnwerkelementen voor twee verhoudingen van de oppervlakte A_f/A_w , afhankelijk van de aard van het raam.

| U_g -WAARDE VAN DE BEGLAZING ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) | U-WAARDE VAN HET RAAM (*) VOOR $A_f/A_w = 0,00$ | | | | U-WAARDE VAN HET RAAM (*) VOOR $A_f/A_w = 0,10$ | | | |
|--|---|------|------|------|---|------|------|------|
| | PVC | HOUT | PUR | ALU | PVC | HOUT | PUR | ALU |
| | 2,0 | 2,2 | 2,8 | 3,07 | 2,0 | 2,2 | 2,8 | 3,07 |
| 1,6 | 2,05 | 2,11 | 2,29 | 2,37 | 2,49 | 2,55 | 2,73 | 2,81 |
| 1,5 | 1,98 | 2,04 | 2,22 | 2,30 | 2,43 | 2,49 | 2,67 | 2,75 |
| 1,4 | 1,91 | 1,97 | 2,15 | 2,23 | 2,37 | 2,43 | 2,61 | 2,69 |
| 1,3 | 1,84 | 1,90 | 2,08 | 2,16 | 2,31 | 2,37 | 2,55 | 2,63 |
| 1,2 | 1,77 | 1,83 | 2,01 | 2,09 | 2,25 | 2,31 | 2,49 | 2,57 |
| 1,1 | 1,70 | 1,76 | 1,94 | 2,02 | 2,19 | 2,25 | 2,43 | 2,51 |
| 1,0 | 1,63 | 1,69 | 1,87 | 1,95 | 2,13 | 2,19 | 2,37 | 2,45 |
| 0,9 | 1,56 | 1,62 | 1,80 | 1,88 | 2,07 | 2,13 | 2,31 | 2,39 |

(*) Hypothesen (volgens de ontwerpnorm NBN B 62-002) : U PVC : raam met driedubbele kamer; U hout : raam uit loofhout van 60 mm dik; U PUR : eengetalswaarde bij ontstentenis; U alu : raam met verbeterde thermische prestaties (thermische onderbreking van 24 mm dik).

- delen van het venster in aanmerking neemt
- ofwel aan de hand van een vereenvoudigde methode waarmee men een veilige gemiddelde U_w -waarde kan verkrijgen.

De vereenvoudiging bestaat erin rekening te houden met een constante verhouding tussen het warmteverliezende oppervlak van de beglazing en dat van het schrijnwerk, evenals met een vaste voorziene lengte van de afstandhouder van de beglazing.

Omdat het volgens de norm NBN D 50-001 verplicht is (behalve in het Brusselse Gewest) alle gebouwen uit te rusten met een ventilatiesysteem, voorziet men het schrijnwerk steeds vaker van ventilatieroosters. Deze uitrustingen kunnen echter een niet te verwaarlozen invloed hebben op de globale warmte-doorgangscoefficiënt van het schrijnwerkelement en kunnen de gemiddelde U_w -waarde met bijna 20 % doen stijgen, in het bijzonder bij gebruik van beglazingen met een hoog rendement ($U_g < 1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$). Door de keuze van een rooster en/of een raam met betere prestaties of door de

vervanging van de roosters door een gecontroleerd mechanisch ventilatiesysteem is het mogelijk de gemiddelde U_w -waarde van het schrijnwerk te verbeteren. Tabel 2 toont de globale U_w -waarde van een schrijnwerkelement, afhankelijk van de aard van het raam, de centrale U_g -waarde van de beglazing en de verhouding van de oppervlakte tussen het ventilatierooster (A_r) en het schrijnwerkelement (A_w). Voor het ventilatierooster werd een warmte-doorgangscoefficiënt van $6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ vooropgesteld. Verder werd rekening gehouden met gewone afstandhouders voor de beglazing. ■

✍ C. D'Hanis, ing., en L. Lassoie, ing., afdeling 'Technisch advies'



www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 1/2006

- Eisen ter beperking van het E-peil en het K-niveau van vensters
- Uitvoeringsprincipes
- Overzichtstabel

Condensatieketels besparen energie !

In de nieuwe energieprestatie-eisen voor gebouwen gaat de aandacht niet louter uit naar de thermische isolatie van de gebouwschil, maar wordt eveneens aangespoord tot het gebruik van technische installaties met betere energieprestaties. In dit artikel gaan we wat dieper in op de mogelijke voordelen van verwarmingssystemen met een condensatieketel.

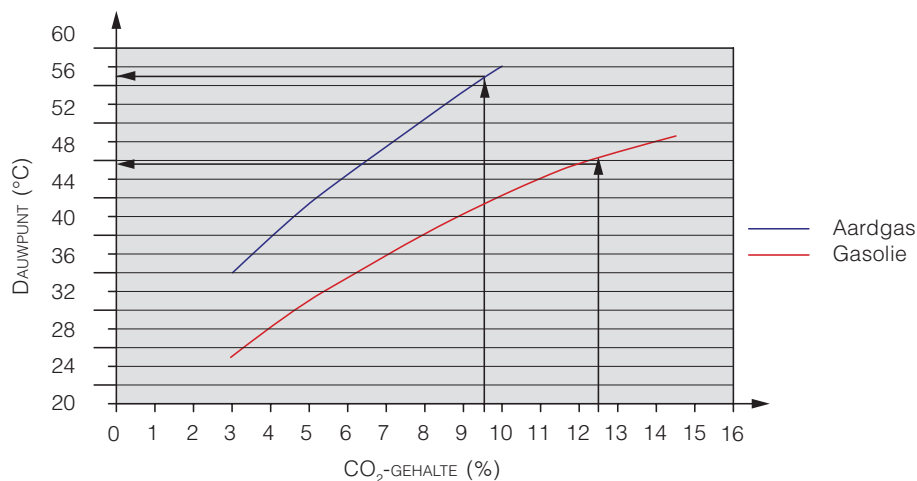
K. De Cuyper, ir., hoofd van de afdeling 'Technische uitrustingen en Automatisatie'

WERKINGSPRINCIPE VAN CONDENSATIEKETELS

Condensatieketels vertonen een veel beter energetisch rendement dan niet-condenserende ketels. Dit kan voornamelijk toegeschreven worden aan de doorgedreven afkoeling van de verbrandingsgassen. Dankzij deze afkoeling kan men niet enkel een groot gedeelte van de 'voelbare' warmte uit de rookgassen recupereren, maar ook de condensatiewarmte (latente warmte) van de erin aanwezige waterdamp, die ontstaat wanneer de temperatuur daalt tot onder het dauwpunt. De aldus uit de rookgassen onttrokken warmtehoeveelheid kan 6 tot 10 % hoger zijn dan bij een traditioneel ketelsysteem (respectievelijk bij een gasolie- en een gasketel).

De temperatuur waarbij de waterdamp begint te condenseren, is afhankelijk van een aantal

Afb. 1 Dauwpunt van de rookgassen, afhankelijk van het CO₂-gehalte.



factoren, waaronder de aard van de brandstof en het CO₂-gehalte van de verbrandingsproducten.

Uit afbeelding 1, die dit verband illustreert voor aardgas en gasolie, blijkt dat er bij de rookgassen van gasketels sneller (d.w.z. bij hogere temperaturen) condensatie optreedt dan bij deze van gasolieketels, voor zover de normale CO₂-grenswaarden gerespecteerd werden. Bij moderne gasketels (met een CO₂-grenswaarde van 9,5 %) treedt dit fenomeen immers reeds op vanaf 55 °C, terwijl het dauw-

punt van gasolieketels (met een CO₂-grenswaarde van 12,5 %) 46 °C bedraagt.

COMBINATIEMOGELIJKHEDEN

Opdat de verbrandingsgassen zouden beginnen te condenseren, moet de temperatuur van het retourwater in de verwarmingsinstallatie lager zijn dan de bovenvermelde dauwpunten.

Condensatieketels worden dan ook bij voorkeur gecombineerd met warmteverdeelsystemen die functioneren op lage (T_a van 40 tot 55 °C) of zeer lage temperatuur ($T_a < 40$ °C), zoals vloer-, wand- of plafondverwarming (zie tabel 1, p. 15).

Dit betekent echter geenszins dat radiator- of convectiverwarmingssystemen niet in aanmerking zouden komen voor een combinatie met een condensatieketel (bv. in geval van renovatie, vervanging of zelfs nieuwbouw).

Bij laatstgenoemde systemen zijn de warmteafgiftelichamen vaak sterk (tot 1,7 maal) overgedimensioneerd en gebeurt de warmteverdeling op hoge temperatuur (bv. bij een 90/70-regime).

Als men in het geval van overgedimensioneerde warmteafgiftelichamen de aanvoertemperatuur (T_a) van het water regelt, afhankelijk van de buitentemperatuur, blijkt uit afbeelding 2 (p. 15) dat men gedurende een groot deel van het stookseizoen retourtemperaturen kan aanhouden die condensatie toelaten (zie kader 'Praktisch voorbeeld').



PRAKTISCH VOORBEELD

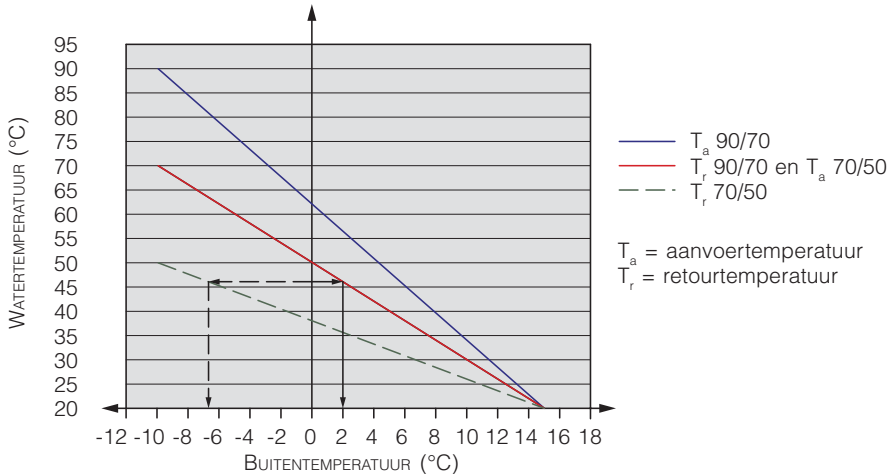
We beschouwen een gasketel met een dauwpunt van 51 °C. Als de temperatuur van het retourwater 5 graden lager ligt dan het dauwpunt – met andere woorden rond de 46 °C – mag men zich verwachten aan het optreden van condensatie.

Uit afbeelding 2 (p. 15) blijkt dat er voor een systeem dat berekend werd voor een 90/70-regime condensatie mogelijk is tot een buitentemperatuur van 2 °C. De ketel zal in dit geval dus gedurende ± 80 % van het stookseizoen in condenserende voorwaarden kunnen werken.

Men dient eveneens rekening te houden met het feit dat de bestaande verwarmingsinstallaties doorgaans sterk overgedimensioneerd zijn : een WTCB-onderzoek heeft aangetoond dat het geïnstalleerde verwarmingsvermogen gemiddeld 1,7 maal groter is dan het berekende nodige vermogen. In het geval van een installatie die oorspronkelijk voorzien was om te functioneren bij een 90/70-regime, impliceert deze overdimensionering concreet dat men zou kunnen overgaan tot een 70/50-regime, zonder enig verlies aan comfort.

Indien de aanvoertemperatuur van het water bovendien gestuurd wordt, afhankelijk van de buitentemperatuur, zal een retourtemperatuur van 46 °C overeenstemmen met een buitentemperatuur van om en bij de -6 °C (zie afbeelding 2). Dit betekent dat men in feite gedurende meer dan 99 % van het stookseizoen in condenserende omstandigheden zou kunnen werken.

Afb. 2 Sturing van de temperatuur van het water voor een 90/70- en een 70/50-regime, afhankelijk van de buitentemperatuur.



BESLUIT

Zoals blijkt uit het voorgaande, kan de toepassing van condensatieketels niet alleen leiden tot aanzienlijke energiebesparingen bij nieuwbouw, maar ook bij de vervanging van bestaande ketels, voor zover men vooraf een goede diagnose maakt van de installatie en de aanvoertemperatuur van het water gestuurd wordt volgens de warmtebehoefte. ■

Tabel 1 Indeling van verwarmingssystemen volgens de watertemperatuur T_a .

| Type verwarmingssysteem | Aanvoertemperatuur T_a (°C) | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| | $T_a > 55$ °C | 55 °C $\leq T_a \leq 40$ °C | $T_a < 40$ °C |
| | Hoge temperatuur : $\Delta T = 20$ K | Lage temperatuur : $\Delta T = 15$ tot 10 K | Zeer lage temperatuur : $\Delta T = 5$ K |
| Radiator- of convectiverwarming | ←————→ | | |
| Vloerverwarming | | ←————→ | |
| Wandverwarming | | ←————→ | |
| Plafondverwarming | | ←————→ | |

NUTTIGE INFORMATIE

Om de correcte toepassing van de condensatietechnologie in onze gebouwen te waarborgen, is het WTCB gestart met de opstelling van een Technische Voorlichting waarin de aandacht onder andere zal uitgaan naar de volgende aspecten :

- de keuze van de schouw voor deze ketels (om te verzekeren dat de schouw bestand zou zijn tegen de optredende condensatie)
- de keuze van de hydraulische kringen.

Nuttig document
Isolatie, ventilatie en verwarming in nieuwbouwwoningen. Resultaten van een enquête. Brussel, WTCB-Rapport, nr. 4, 1999.

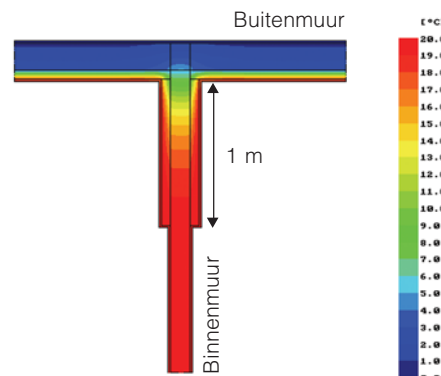
Hoewel men zou kunnen denken dat de Europese Energieprestatierichtlijn niet rechtstreeks van toepassing is op binnenafwerkingen, dient men toch bepaalde constructieve schikkingen in acht te nemen voor de thermische isolatie van de buitenmuren, in het bijzonder wanneer deze aangebracht wordt aan de binnenzijde van de gevel.

AFWERKINGSPRINCIPE VOOR LANGS BINNEN GEÏSOLEERDE MUREN

Omdat het moeilijk is de continuïteit van de thermische isolatie van de buitenmuren te garanderen indien deze aan de binnenzijde van de gevel aangebracht wordt, dient men deze werkwijze te beperken tot de renovatie van gebouwen waarbij het onmogelijk is de muren langs buiten te isoleren.

De systematische onderbreking van de thermische isolatie aan het raakvlak met andere wanden (dwarsmuur, vloer) leidt immers tot

Isolatie van de dwarsmuur om de vorming van een koudebrug te vermijden.



koudebruggen wanneer de isolatie er niet over doorloopt.

Isolatie en binnenafwerking

In het geval van de aansluiting van een binnenwand met een massieve gecementeerde wand van 19 cm dik, dient men erop toe te zien dat de isolatie de binnenmuur over ongeveer 1 m kan volgen, om de vorming van een koudebrug te vermijden. Berekeningen moeten uitwijzen of deze afstand al dan niet verkleind mag worden.

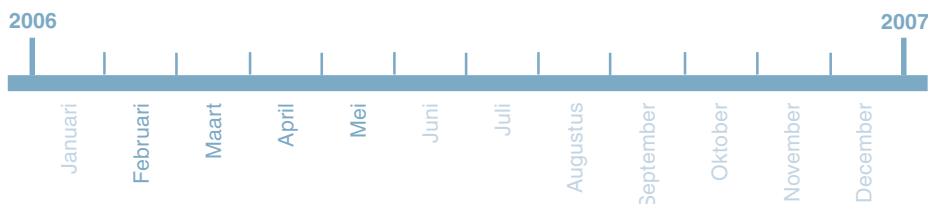
Het respecteren van de voorschriften inzake ventilatie is onontbeerlijk om de ontwikkeling van condensatie en schimmels op de afwerking ter hoogte van eventuele koudebruggen tegen te gaan.

Bij muren met een geringe dampdoorlatendheid (wanden uit zwaar beton, metalen constructies) en/of in warme en vochtige ruimten (zwembaden, industriële keukens, ...) is een isolatie langs binnen afgeraden, omwille van het hoge risico op inwendige condensatie. ■

✍ P. Montariol, ing., hoofdadviseur, en S. Eeckhout, ing., adviseur, afdeling 'Technisch advies'

Het WTCB heeft voor het begin van dit nieuwe jaar weer tal van opleidingen voorzien : zo worden er naast de studieavonden met betrekking tot renovatie en de nieuwe betonnormen, die uitgebreid aan bod kwamen in een vorig nummer, cursussen georganiseerd over het planningprogramma **MS Project**, risicomangement in de bouw, brandwerende deuren en het plannen van bouwprojecten.

Bouwagenda



Risicomangement in de bouw

- *Korte beschrijving* :
 - Wat zijn risico's ? Wat is risicomangement ? Welke zijn de te ondernemen stappen in het risicomangementproces ? Hoe kan men risico's incalculeren ?
 - Toepassen van risicomangement met de pertanalyse toolbar in **MS Project** en de software **Pertmaster Risk Expert**
- *Doelgroep* : werfleiders, projectleiders en bedrijfsleiders
- *Waar en wanneer ?*
WTCB, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, 2 mei 2006, van 14u00 tot 17u00.

Het planningprogramma MS Project, module basis cursus

- *Korte beschrijving* : zie WTCB-Contact nr. 8
- *Doelgroep* : werfleiders, projectleiders en bedrijfsleiders die wensen te starten met de planning van hun project(en) op PC met behulp van **MS Project**
- *Waar en wanneer ?*
WTCB, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, 2, 9, 16 en 23 maart 2006, van 9u00 tot 16u00.

Renovatie

- *Korte beschrijving* : zie WTCB-Contact nr. 8
- *Doelgroep* : aannemers en ontwerpers
- *Waar en wanneer ?*
 - Syntra West-Kortrijk, Kasteel 't Hooghe, Doorniksesteenweg 218, 8500 Kortrijk, 22 en 29 maart 2006, van 19u00 tot 22u00.

Nieuwe betonnormen

- *Korte beschrijving* : zie WTCB-Contact nr. 8
- *Doelgroep* : aannemers en ontwerpers
- *Waar en wanneer ?*
 - Syntra Midden-Vlaanderen Sint-Niklaas, Hogekouter 1, 9100 Sint-Niklaas, 14 en 21 maart 2006, van 19u00 tot 22u00
 - Syntra Limburg Genk, Kerkstraat 1, 3600 Genk, 23 en 30 maart 2006, van 19u00 tot 22u00.

Plaatsers van brandwerende deuren

- *Korte beschrijving* : zie WTCB-Contact nr. 1
- *Doelgroep* : aannemers van schrijnwerk
- *Waar en wanneer ?*
Confederatie Bouw Aalst, Kareelstraat 138, 9300 Aalst, 19 en 26 april 2006 en 3 en 4 mei 2006, van 19u00 tot 22u00.

Plannen van bouwprojecten

- *Korte beschrijving* :
 - Doel van het opstellen van een planning, planningfasen, opsplitsen van een project in bewerkingen (theorie/toepassingen), bepalen van codes en hulpmiddelen
 - *Precedence Diagramming Planning Method (PDM)* : terminologie, te gebruiken relaties, vastleggen van de volgorde van de bewerkingen (theorie/toepassingen), berekenen van de duur van een project (theorie/toepassingen), bepalen van het kritieke pad, de totale en de vrije speling
 - Spoorplanningstechniek : principes voor



NUTTIGE INFORMATIE

Contact (info@bbri.be)

- Planningstechnieken :
Tel. : 02/716.42.11- Fax : 02/725.32.12
- Andere opleidingen : J.-P. Ginsberg
Tel. : 02/655.77.11 - Fax : 02/653.07.29

Nuttige link

www.wtcb.be (rubrieken 'Planningstechnieken' en 'Agenda')

het opstellen van een 'spoorplanning', voorbeelden en oefeningen

- *Doelgroep* : aannemers en KMO
- *Waar en wanneer ?*
WTCB, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, 1 en 8 februari 2006, van 9u00 tot 16u00.

MS Project – Gevorderden

- *Korte beschrijving* : gebruik en toepassing van **MS Project** voor gevorderden, toewijzen van hulpmiddelen en kosten, *multi-projecting*, WTCB-sjabloon, digitaal uitwisselen van gegevens, ...
- *Doelgroep* : werfleiders, projectleiders en bedrijfsleiders
- *Waar en wanneer ?*
WTCB, Lozenberg 7, 1932 Sint-Stevens-Woluwe, 9 en 16 mei 2006, van 9u00 tot 16u00.

| BRUSSEL | ZAVENTEM | LIMELETTE |
|---|---|--|
| <p>Maatschappelijke zetel</p> <p> Lombardstraat 42 B-1000 Brussel e-mail : info@bbri.be</p> <p>algemene directie 02/502 66 90 02/502 81 80</p> | <p>Kantoren</p> <p> Lozenberg 7 B-1932 Sint-Stevens-Woluwe</p> <p>algemene nummers nummers publicaties 02/716 42 11 02/716 42 98 02/725 32 12 02/716 42 52</p> <p>technisch advies communicatie - kwaliteit toegepaste informatica bouw planningstechnieken ontwikkeling & innovatie</p> | <p>Proefstation</p> <p> Avenue Pierre Holoffe 21 B-1342 Limelette 02/655 77 11 02/653 07 29</p> <p>onderzoek laboratoria vorming documentatie bibliotheek</p> |