



Project kwaliteitsborging

Bewijs je bouwkwaliteit

Voor 14 woningen en 68 appartementen aan de Karel de Grotelaan te Eindhoven is op basis van BRL 5019 én BRL 5006 aangetoond dat wordt voldaan aan alle eisen. Zo gaat het straks bij alle eengezinswoningen als de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen realiteit wordt. We delen graag onze ervaringen die bij deze pilot zijn opgedaan.

Tekst ing. Jan Pieter van Dalen en ir. Niels Struijcken

Medio 2014 startte Heijmans en Van Helmond Zuidam Architecten met het ontwerp van drie appartementencomplexen en veertien woningen op basis van het functioneel omschreven programma van eisen van Stichting Woonbedrijf SWS.HhvL (Woonbedrijf). Ontwerp, realisatie en vijftien jaar onderhoud werden gecombineerd uitgevraagd conform de UAV-GC. Een duurzaam ontwerp met het oog op comfort, gebruik en onderhoud was het vertrekpunt. Bewijzen dat ontwerp en resultaat voldoen aan de gestelde functionele eisen was het devies.

Aantoonbare kwaliteit

Voldoen aan de wet- en regelgeving én de eisen die Woonbedrijf hieraan heeft gesteld. Dat is een mooie prestatie die de opdrachtgever de rust geeft een aangetoond kwalitatief eindproduct te ontvangen. Vooruitlopend op de Wet kwaliteitsborging die naar verwachting op 1 januari 2018 in werking treedt, is dit project getoetst volgens de procedures zoals omschreven in BRL5019 en BRL5006. Door volgens de instrumenten risicogericht te keuren, is het Heijmans en Nieman Kwaliteitsborging gelukt een sluitend dossier aan de opdrachtgever te overhandigen.

Al vanuit het BRL 5019-traject (de zogenaamde gecertificeerde Bouwbesluittoetsing) en de uitwerking van bijbehorende voorwaarden werd er continu op aangedrongen voldoende bewijs aan te leveren dat de uitwerking voldeed aan de wettelijke regels. Dit werd door toetsers van Nieman Kwaliteitsborging streng

gecontroleerd. De buitencontroles – volgens BRL 5006 toezicht op de bouw – maakten het plaatje compleet: het proces ging niet altijd zonder slag of stoot, maar er viel niets tussen wal en schip. Pas toen aan alle (gewijzigde) voorwaarden, zowel vanuit het Bouwbesluit als vanuit het Programma van Eisen, werd voldaan, is de handtekening op de verklaring gezet.

Leerpunten

De meerwaarde voor Woonbedrijf en Heijmans is een onafhankelijk bewijsstuk dat de prestaties van de complexen vastlegt en aantoont dat er geen openstaande punten zijn. Enkele leerpunten:

- Schuif detailuitwerking niet te ver door. Hoe eerder zaken worden uitgezocht, hoe beter de detailuitwerking integraal kan worden afgestemd op de gebouwgebonden situatie. Betrek zo mogelijk leveranciers en onderaannemers; zij hebben veel kennis van en ervaring met hun product.
- Goed doordachte en complete werktekeningen zijn essentieel. Wat niet op papier staat, vormt een risico dat het niet of niet goed gemaakt wordt.
- Kwaliteitsborging is niet alleen de taak van de aannemer. Voor het aanleveren van de benodigde bewijsstukken is kennis, ervaring en dus inbreng van onderaannemers en leveranciers essentieel. Dat betekent dat die verantwoordelijkheid bij inkoop duidelijk aan de orde moet komen en als voorwaarde in de onderhandelingsfase moet worden meegenomen.

- Wees scherp op afhechting. Het is van belang om vóór goed scherp te hebben welke ‘open eindjes’ er nog zijn ten aanzien van het voldoen aan de regelgeving en de bovenwettelijke eisen (private eisen vanuit de opdrachtgever): welke deelberekeningen ontbreken, welke voorwaarden zijn gesteld, hoe worden alle prestaties aangetoond.
- Neem analyseren van de projectgebonden risico's serieus: door zowel vanuit de interne borger (Heijmans) als de externe borger (Nieman Kwaliteitsborging) risicogericht het project te benaderen, zijn veel risico's ondervangen en is het keuringsregime afgesteld op de aspecten die er ook toe doen om gekeurd te worden.
- Werk gedisciplineerd: eigen keuringslijsten van Heijmans vormen het vertrekpunt van de borger. Door stelselmatig het eigen werk goed in beeld te brengen, was het mogelijk om als Nieman Kwaliteitsborging snel een goed beeld te vormen van de aandachtspunten die bij dit project aan de orde waren.
- Werk digitaal: zo kunnen de projectmanager en de uitvoerder proactief aan de slag met de afhandeling van de punten. Nieman Kwaliteitsborging heeft al haar bevindingen gerapporteerd via ED Controls. Dit betrof niet alleen de vooraf gecommuniceerde en afgesproken keuringsitems (de zogenaamde audits), maar ook de integrale items die ieder bezoek zijn geconstateerd (de zogenaamde tickets). Iedere afwijking en/of openstaand punt



dat werd geconstateerd is toegewezen aan de betreffende verantwoordelijke en op deze wijze is tijdig en actief toegewerkt naar een volledig as built dossier waarin alle relevante items zijn terug te vinden.

- Meten is bewijzen: in het borgingsproces zijn diverse metingen verricht om de integrale eindprestaties op het gebied van akoestiek (gevelgeluidwering, installatiegeluid en contact- en luchtgeluids-isolatie), ventilatie (debieten) en warmte (infraroodmeting) vast te stellen. Meten is weten: niet alleen afgaan op de praktijkervaring maar ook daadwerkelijk door middel van een meting vaststellen dat wordt voldaan.

Wijzigingen ten opzichte van 'traditioneel toezicht':

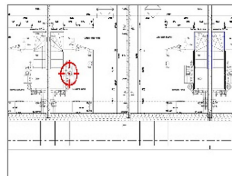
- Gedurende het gehele project van ontwerp tot uitvoering wordt integraal bewaakt of wordt voldaan aan het Bouwbesluit en eventuele private eisen. Hierdoor ontstaat meer bewustwording dat bij keuzes die gedurende het traject worden gemaakt, de vraag gesteld moet worden of de keuzes van invloed zijn op het al of niet voldoen aan de voorschriften. In het huidige systeem is die aandacht er meestal tot aan de vergunningverlening, maar daarna raakt met name het Bouwbesluit op de achtergrond.
- Een inspectieplan vooraf ('toezicht-keuringsplan') zorgt voor de juiste focus en maakt vóóraf helder welke punten

■ 945798

Installatiegeluid

Aangemaakt op 09 December 2015

Aantonen door installateur • Dat de Itho Cool Cube installatie op een frame is aangebracht vrij van de binnen wand. • De streng die leidt naar de keuken is voorzien van 1 meter geluiddempende slang. • Dat het drukverlies niet te groot is met aanwezigheid van een ventiel op de mv-box.



Installatievoorbeeld.

extra gekeurd gaan worden. Het denkwerk vooraf is goud waard, omdat feitelijk dan keuzes worden bijgesteld die de blijvende kwaliteit ten goede komt.

- Tijdens de realisatie moet de externe borger (private toezichthouder) conform een toegewezen instrument de kwaliteit borgen: er komt dus voor ieder project een dossier waaruit blijkt dat aan de Bouwbesluit-items en eventueel private eisen is aangetoond dat wordt voldaan.
- Het is niet meer mogelijk om een project op te leveren zonder verklaring. Dit maakt dat zowel bouwer als borger serieus met kwaliteit omgaan omdat het afbreukrisico van het niet mogen opleveren door het ontbreken van de verklaring te groot is.
- De verantwoordelijkheid van opdrachtgever, bouwer (interne kwaliteitsborger), externe kwaliteitsborger én gemeente is nu beter verdeeld.

Terugziend

De projectbetrokkenen bij Heijmans hebben wel eens gezucht dat de hoeveelheid extra werk tijdens het traject hoog is, maar de midelen die nu in ontwikkeling zijn maken het eenvoudiger om straks de gegevens op het gewenste niveau te kunnen aanreiken aan de externe kwaliteitsborger. Voor nu dus een extra initiële inspanning, straks een nieuwe werkelijkheid.

Uiteindelijk is de opdrachtgever ontzorgd: hij krijgt een complex overgedragen waarbij is onderbouwd en aangetoond dat het voldoet aan zijn wensen. De risicogestuurde toetsing heeft het projectteam gedurende het traject van ontwerp tot uitvoering gestimuleerd en handvaten gegeven om de juiste bewijslast te verzamelen zodat bij de oplevering een compleet As Built dossier kon worden overgedragen. Het bewijzen van geproduceerde kwaliteit, iets wat in andere branches al gemeengoed is, wordt in de komende jaren ook in de bouw doorgevoerd. Hier is dit project alvast een voorbeeld van.



Niels Struijcken (tweede van links) van Heijmans neemt uit handen van Jan Pieter van Dalen (rechts) de verklaring in ontvangst dat wordt voldaan aan de regelgeving.

Informatie over de auteur

Ing. Jan Pieter van Dalen is manager bij Nieman Kwaliteitsborging. Ir. Niels Struijcken is ontwerpmanager bij Heijmans Woningbouw.



Detaillering

De dakvoet: een cruciaal detail

Het dakvoet-detail is een esthetisch belangrijk detail. De goten zijn de beëindiging van het dakvlak. Deze goten hebben niet alleen de functie voor de afvoer van het hemelwater, maar kunnen zeker met een overstek ervoor zorgen dat bijvoorbeeld de gevel 'droog' blijft en minder vervuult. In het dakvoetdetail komt een aantal technische zaken samen. De kap en de vloer vormen een driehoek en vooral bij sporenkappen wordt de spatkracht overgebracht op de kantgording (of muurplaat). De vloer wordt meestal met een beperkte toeg gestort en dat heeft weer consequenties voor de maatvoering en de luchtdichting. Kortom een complex detail.

Tekst Drs. ing. Harry Nieman

Ontwerpaspecten

De ontwerper moet in een vroegtijdig stadium van het ontwerpproces beslissen welk type kap wordt toegepast. Ten eerste moet besloten worden of het een langskap of een dwarskap wordt. Bij rijtjes woningen en twee-onder-een-kap-woningen is gebruikelijk voor een langskap te kiezen. Daardoor ontstaat een grotere zolderruimte. Toch worden ook dwarskappen toegepast, bijvoorbeeld om bij een niet gunstige verkaveling toch zonnepanelen te kunnen toepassen.

De tweede keus is een gordingen kap of een prefab dooskap. De prefab houten kappen zijn vooral zogenaamde sporen kappen. De sporen zijn opgenomen in de doosconstructies. Tussen de sporen wordt de isolatie aangebracht. Aan de warme zijde van de kap wordt een dampremmende folie opgenomen en aan de buitenzijde een zogenaamde waterwerende dampdoorlatende folie (wwdd). Deze folie zorgt voor bescherming tijdens de bouw, houdt de isolatie op zijn plek en mocht er een pan kapot gaan dan zorgt deze folie ervoor dat het doorgeslagen water wordt afgevoerd. De

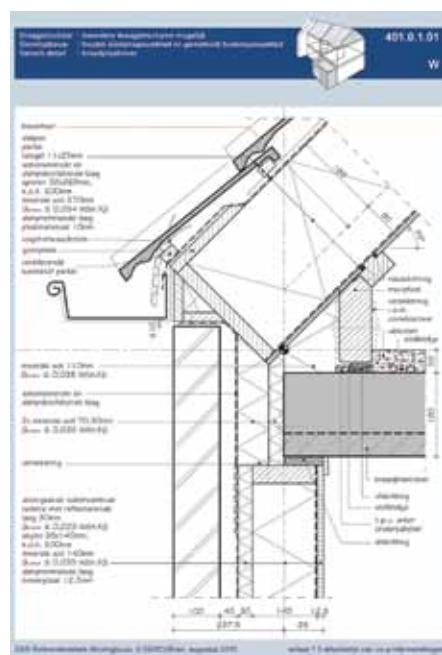
binnenzijde wordt meestal voorzien van een afgewerkte plaat.

Naast deze kapvorm worden ook spanten en gordingen gebruikt waarop geïsoleerde dakplaten worden bevestigd. Bij een gordingen kap worden de spatkrachten vooral via het spant overgedragen aan de constructievloer. De constructeur zal met deze aspecten rekening houden en berekenen op welke wijze de kap aan de vloer verankerd wordt (zie Figuur 1, detail 401.0.1.01).

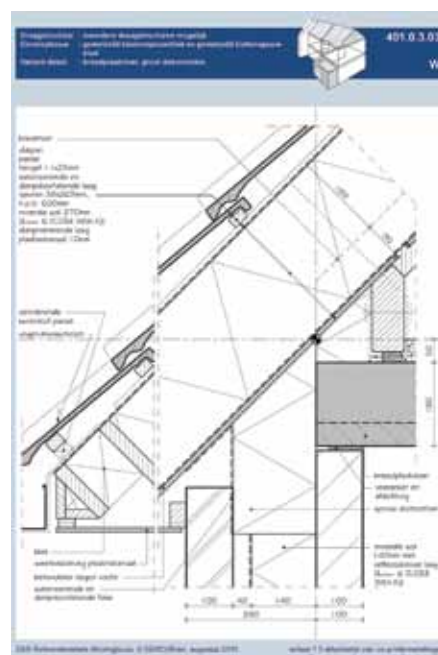
Goten

De goten moeten voldoende capaciteit hebben om het hemelwater af te voeren. Deze capaciteit wordt berekend met behulp van NEN 3215. De goten moeten daarnaast zo breed zijn dat het water dat van de pannen naar beneden komt niet over de goot heen stroomt. Daarom wordt de zogenaamde pannenlijn berekend. Goten kunnen ook verstopt raken: daarom wordt de achterzijde van de goot hoger gemaakt dan de voorzijde. Het water stroomt dan aan de voorkant over de goot heen en waarschuwt daardoor de bewoner.

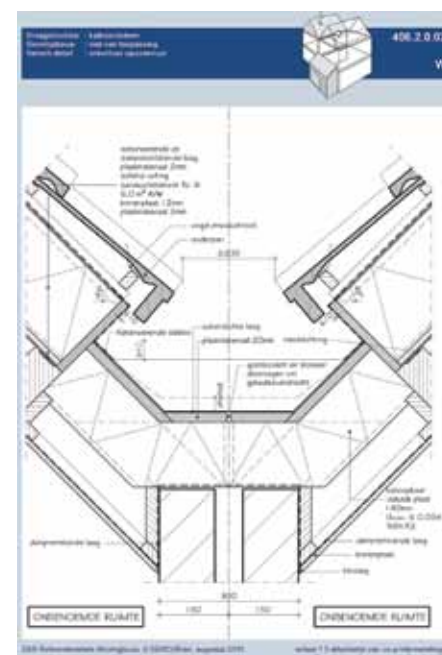
In de details zijn zogenaamde zinken bakgoten aangegeven. Deze goten worden aan gootbeugels bevestigd. Een persoon moet in de goot kunnen staan, dus de gootbeugels moeten constructief worden beoordeeld. In plaats van gootbeugels kunnen de goten ook worden opgenomen in een getimmerde bakgoot. In Figuur 2 (detail 401.0.3.03) is een overstek aangegeven. Belangrijk aandachtspunt is dat er geen verbinding kan ontstaan tussen de gevelspouw en het overstek. Vochtige lucht uit de spouw condenseert anders in het overstek en kan voor schade zorgen. Bij dwarskappen wordt de goot geplaatst op de bouwmuur: deze goot wordt als zakgoot aangeduid. Belangrijk aandachtspunt is dat deze goot op afschot wordt geplaatst (Figuur 3, detail 406.2.0.02). Dit detail kent meer risico's, zoals inwendige condensatie. Daarom is de bovenzijde van de spouw afgedicht met een dampremmende folie. Ook is de geluidwering kritisch. De gootbodem en de klossen worden daarom doorgezaagd om akoestische ontkoppeling tot stand te brengen.



Figuur 1. Detail 401.0.1.01.



Figuur 2. Detail 401.0.3.03.



Figuur 3. Detail 406.2.0.02.

Thermische isolatie

De warmteweerstand van de kap moet bij nieuwbouw tenminste $R_c = 6,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bedragen. De leverancier van de kap berekent deze waarde en houdt hierbij rekening met het houtpercentage. Een belangrijk aandachtspunt is de luchtdichting. Er zijn in dit detail verschillende luchtdichtingen aangegeven. Een aantal luchtdichtingen wordt al in de fabriek aangebracht. Op de bouw worden de onderzijde en de bovenzijde van de kantgording van een luchtdichting voorzien. Let er als ontwerper ook op dat er geen lijnvormig warmteverlies op gaat treden. In Figuur 1 zijn drie stroken minerale wol aangegeven om dat te voorkomen. In dit detail is ook enige ruimte aangegeven tussen de bovenzijde van het metselwerk en de kap. De kap zakt na bevestiging nog wat na en het is niet de bedoeling dat de kap gaat dragen op het metselwerk.

Uitvoeringsaspecten

Het aanbrengen van de kap moet veilig gebeuren. Het is daarom verstandig in overleg met de kapleverancier een veilige montage-methode te ontwikkelen. Denk hierbij aan een zogenaamd zelf zoekende aansluiting. In Figuur 1 is aan de dooskap een aanslaglat bevestigd. Het is verstandig in de aanslag (tussen deze lat en de kantgording) de luchtdichting aan te brengen. Die zit dan altijd op de juiste plaats. Vanzelfsprekend kan de luchtdichting ook al in de fabriek worden aangebracht. Dat bevordert ook de veiligheid (en

Serie over bouwtechnisch ontwerpen

Dit artikel is de achtste publicatie in een reeks over bouwtechnisch ontwerpen (detailleren). Deze artikelen proberen een brug te slaan tussen de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) en de bouwpraktijk. De wet beperkt zich tot het voldoen aan de bouwregelgeving, echter bouwkwaliteit is breder. Het gaat erom dat wordt voldaan aan de verwachtingen van de klant. Belangrijk verschil met de huidige praktijk is, dat de bouwer moet aantonen (en dus vastleggen) dat wordt voldaan! Naar de klant door te laten zien dat er conform de afspraken (contract) en goed- en deugdelijk werk is gebouwd. Naar het bevoegd gezag door aan te tonen, via de onafhankelijke kwaliteitsborger, dat het project voldoet aan het Bouwbesluit. Deze kwaliteitsborger zal op basis van betrouwbare informatie, die vooral door de bouwer aangeleverd wordt, zijn 'as-built' verklaring afgeven aan het bevoegd gezag.

Eerder verschenen artikelen:

- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 10, 2015: 'Integraal en in samenhang'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 12, 2015: 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 1/2, 2016: 'Een detail is geen kleinigheid'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 4, 2016: 'Fundering: goed begin is het halve werk'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 5, 2016: 'Details woningscheidende wanden en vloeren'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 6, 2016: 'Geveldetailering: basis voor gezond binnenklimaat'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 10, 2016: 'Woningscheidende vloeren in woongebouwen'

de kwaliteit). Een belangrijk aandachtspunt voor de werkvoorbereider is de warmteweerstand van de kap. Deze moet overeenkomen met de waarde die is aangegeven in de EPC-berekening. De kwaliteitsverklaring van de leverancier kan hierbij zeer nuttig zijn. In de bouw wordt voor het casco en de kap meestal

modulaire coördinatie aangehouden (er wordt ontworpen met een veelvoud van 300 mm). Let erop dat de pannen dan ook modulair zijn: dat voorkomt veel zaagwerk bij dakkapellen en dakramen. Belangrijk bij de uitvoering is dat er geen openingen ontstaan die groter zijn dan 10 mm. Daarmee wordt voorkomen dat de spouw gebruikt wordt als nestruimte. Om nesten van wespen te voorkomen zijn extra maatregelen nodig. In de spouw is geen onderhoud mogelijk. Zorg ervoor dat hout in deze vochtige omstandigheden voldoende behandeld is. De constructeur geeft aan op welke wijze de krachten vanuit de kap moeten worden overgebracht op het (in dit geval) betonnen casco. Belangrijk is dat de ankers zorgvuldig worden ondersabeld met droge specie.

Aantoonbaarheid

In bijgaande checklist daksluiting (QCL400) zijn de beoordelingsaspecten aangegeven. Veel controles kunnen door de werkvoorbereider of de uitvoerder worden uitgevoerd. Soms is specialistische kennis nodig van een constructeur of bouwfysicus. Kwaliteitsverklaringen (KV) van de leveranciers en onderaannemers beperken de hoeveelheid controlewerk. Dan is het wel belangrijk dat gecontroleerd wordt of de KV past op het betreffende project en dat de verwerkingsvoorschriften in de praktijk zijn gevolgd.



Checklist

OCL 400: Dak sluiting (houten dak elementen /pannen)								
N.	Fase	BB	Onderdeel	Wat (eisen)	Hoe / Norm	Wie	Waarmee	Wanneer
1	5	2.2	Berekening bevestiging elementen	Eis: niet bezwijken	NEN-EN-1990/1995	Registertoets Constructief	Controle berekening	
2	5	2.4	Berekening bevestiging dakbedekking (door leverancier)	Eis: niet bezwijken	NEN 6707	Registertoets Constructief	Controle berekening	
3	4/6	3.2	Geluidwering (geluid van buiten, indien VG)	Eis : binnen-niveau ≤ 33 dB	NEN 5077 (Gak-berekening)	Registertoets Bouwfysica	Controle-berekening (in fase 4) en evt. meting cf. NEN 5077 (in fase 6)	
4	5/6	3.15/3.16	Geluidwering tussen woningen	Eisen: lucht-geluid : ≥ 52 dB(VG), Eisen: contact-geluid : ≤ 54 dB(VG)	Detail tekening controleren m.b.v. de SBR-referentie details	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 401 en evt. meting cf. NEN 5077 9 (in FASE 6)	
5	5	5.3	Warmteweer-stand (door leverancier)	Eis: $R_c=6,0$ m ² K/W c.q. eis uit EPC	NEN 1068	Werkvoorbereider (bouwer).	CP 401 (en evt. controle-berekening met de SBR-Rc tool	
6	5	6.17	Berekening waterafvoer (door installateur)	Voldoende capaciteit	NEN 3215	Werkvoorbereider (bouwer) of bouwfysicus	Controle berekening	
7	5	2.2/5.3	Fabricage dak-elementen	Cf BRL 0101	KV + afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 401	
8	5	2.2	Fabricage verankering	Cf Tekening	Controle	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 402	
9	5	2.2/2.71	Fabricage dakpannen	Cf BRL 1510 (2.71-Eis: Niet brand-gevaarlijk)	KV + afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 403	
10	5	6.17	Fabricage goten	Cf Tekening	Visuele controle	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 401	
11	6	2.2	Montage verankering Controle punten: - Onderkauwen - Aantal bouten	Cf Tekening en werkinstructie BRL 0101	Visuele controle	Uitvoerder	CP 401	
12	6	5.4	Montage dak-elementen Controlepunten: - Luchtdichting - Folie boven spouw (i.v.m. vocht)	Cf Tekening en werkinstructie BRL 0101	Visuele controle	Uitvoerder	CP 401	
13	6	6.17	Montage goten	Cf Tekening	Visuele controle	Uitvoerder	CP 401	
14	6	2.2	Leggen pannen	Cf werkinstructie BRL 1513	KV pannen-legger + verklaring o.a.	Uitvoerder	CP 403	
15	6	5.1/5.4	Controle luchtdichting	EPC-berekening en evt. meting	Visuele controle (evt. meting cf. NEN 2686)	Meetbureau	CP401 en evt. Blower-doortest	

Bron checklist: master thesis ir. S.L. Nieman

Bouw moet en kan veel beter presteren op milieu



‘Terug naar uw plaatsen, klaar, af’. Als u wilt bijdragen aan een leefbare en plezierige aarde voor toekomstige generaties, dan kunt u nu aan de slag.

Ruim vier jaar nadat de Milieuprestatie van Gebouwen (MPG) in het Bouwbesluit kwam, durven we te constateren dat een valse start is gemaakt. De gewenningsperiode is gebruikt om het milieu niet serieus te nemen. Niet alleen door aanvragers van vergunningen, zeker ook door de praktijk van toetsers en handhavers: ‘geen eis, dan ook geen toets, laat staan handhaving’. Een pleidooi om in beweging te komen. Beter vandaag dan morgen!

Tekst John Mak en Jos Lichtenberg

Begin 2012 is de MPG (Milieu Prestatie Gebouw) in het Bouwbesluit ingevoerd als verplichte berekening aan te leveren bij een aanvraag voor een bouw-/omgevingsvergunning voor een woning of een kantoor vanaf 100 m². Dat betekende dat de tot dan lege Milieu-pijler, bedoeld om de milieubelasting van materiaalgebruik te beperken, eindelijk inhoud kreeg. Om iedereen een gewenningsperiode te bieden werd bij de introductie nog geen grenswaarde gesteld.

MPG leeft niet

We zijn nu vier jaar later en constateren dat de MPG niet leeft, vaak niet serieus genomen wordt door zowel aanvragers als toetsers/handhavers. Tot op de dag van vandaag zijn er adviseurs die letterlijk de volgende tekst op hun website hebben staan:

‘Ons advies: momenteel wordt de MPG berekening nog niet altijd verplicht door alle gemeenten in Nederland. Dien dus bij de omgevingsvergunning enkel een MPG berekening in wanneer de gemeente er om vraagt!’

Er is dus iets fout gegaan bij de introductie van de MPG en daar zijn minstens twee oorzaken voor te noemen. Ten eerste is er door de overheid zeer weinig aandacht geschonken aan de MPG in het algemeen en de verplichte berekening in het bijzonder. Een implementatieplan of -programma ontbrak, zoals dat wel bijvoorbeeld bij de introductie van de energieprestatienormering in 1995 grootschalig werd uitgevoerd door de overheid. Milieu leek minder belangrijk dan energie bij de landelijke overheid. Wellicht dat hier verandering in komt met het toenemend besef dat de circulaire economie de toekomst is. Een tweede oorzaak is ongetwijfeld het ontbreken van een grenswaarde. In de praktijk noemen plantoetsers dit geregeld als reden om plannen in het geheel niet te toetsen op Milieu. Dat werkt obstructief gedrag van ‘niet-gemotiveerde’ mensen in de hand, zo blijkt.

Gevolgen

Een gevolg van deze collectieve obstructie is dat de toeleverende industrie het belang van investeren in dataontwikkeling en -beheer minder ziet, wat de afgelopen jaren in combinatie met een door de recessie sterk teruglopende omzet begrijpelijk is. De SBK, sinds 2010 beheerder van de Nationale Milieudatabase (NMD), bleek vervolgens ook niet in staat om voldoende middelen te vinden om de NMD goed te beheren, laat staan door te ontwikkelen. De taak bleek voor SBK ook veel omvangrijker dan men vooraf had ingeschat. Dat doorontwikkelen van de NMD is absoluut

wel nodig om nieuwe en innovatieve producten in de NMD zichtbaar te krijgen voor ontwerpers en beslissers. De NMD kan een geweldige ingang voor de toeleveranciers in de bouw zijn, met gebruik van GPR Gebouw en andere gevalideerde rekeninstrumenten als etalage naar de vraagzijde. Een enorme kans dus, maar als we niets doen zal de NMD het moeilijk krijgen.

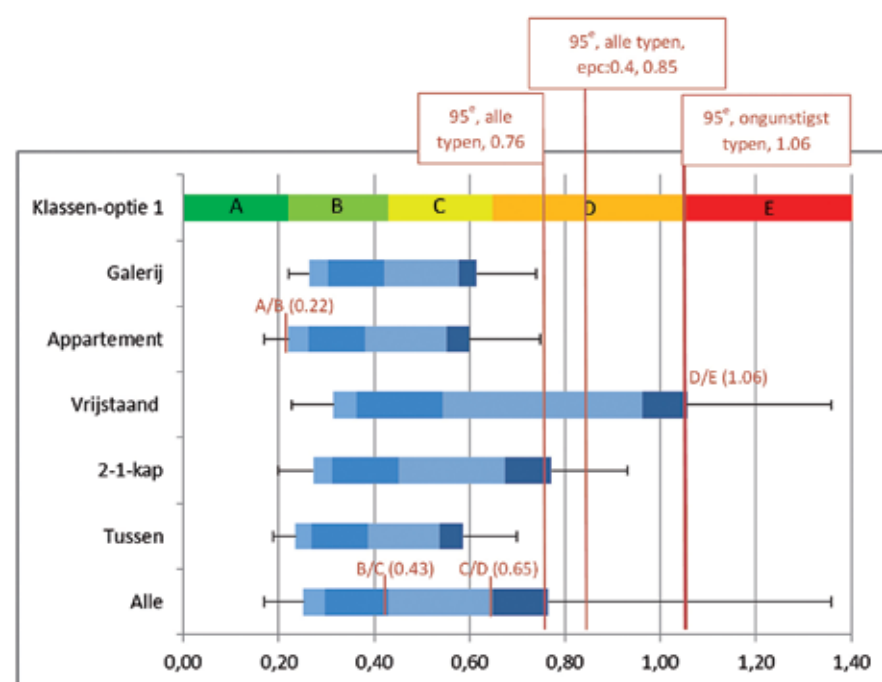
Nu invoeren van grenswaarden

Het ontbreken van grenswaarden is een absolute omissie geweest, die snel moet worden hersteld. Als die er niet komt, verdwijnt de MPG uit de regelgeving en is daarmee de landelijke harmonisatie van de baan. Gemeenten krijgen daarmee de vrijheid om eigen beleid te gaan maken. Eventueel met de momenteel vastgestelde bepalingsmethode en mogelijk ook met een eigen methodiek. Dit is een terugkeer naar eind vorige eeuw en een spookbeeld voor ontwikkelaars en bouwers die landelijk werken: in iedere gemeente met een andere werkwijze te maken te krijgen. Het is dan ook niet meer vanzelfsprekend dat veel gebruikte instrumenten als BREEAM NL en GPR Gebouw dezelfde bepalingsmethode blijven gebruiken. Dat zou verder ook betekenen dat we als Nederland in Europees verband op achterstand komen te staan, terwijl we tot op heden juist een lichte voorsprong hebben (zie kader). Niet dat we per se het beste jongetje van de klas willen zijn, maar is het perspectief aantrekke-

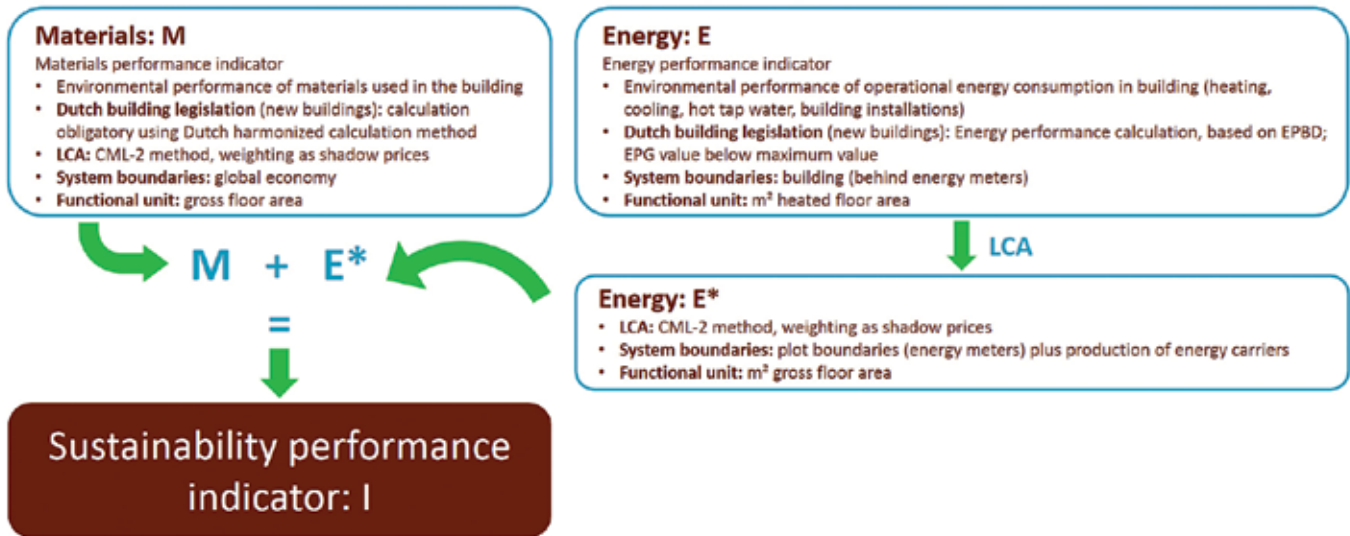
lijk om zoals bij duurzame energie gebeurd is, te vervallen van koploper naar achterblijver? Pleidooi dus om de grenswaarde snel in te voeren, en niet alleen voor nieuwe woningen en kantoren, maar voor alle utilitaire gebruiksfuncties. Voor woningen is door W/E in opdracht van het ministerie BZK onderzoek uitgevoerd¹, waarin voor vijf verschillende woningtypen meer dan 1.000 MPG-berekeningen zijn gemaakt. Het advies dat uit dit onderzoek naar voren komt, is om een grenswaarde te combineren met een klasse-indeling. Zoals in figuur 1 is te zien blijken de voorgestelde grenswaarden A, B en eigenlijk ook C relatief makkelijk haalbaar, de klassen daarboven bieden prestaties waar iemand zich in de praktijk mee kan onderscheiden en bieden ruimte om later de overheidsambities aan te scherpen. Wij zijn voorstander van een grenswaarde die direct ook een uitdaging vormt. Maar dat lijkt op dit moment politiek niet haalbaar. Beter iets dan niets.

Er is meer dan nieuwbouw

Als we dan iets verder weg kijken dan is het vanzelfsprekend ook wenselijk om bij verduurzaming van bestaande woningen en gebouwen milieu op de agenda te zetten. Naar verwachting ligt juist daar het grootste bouwvolume en dus ook de grootste milieuwinst. Voor de aanpak van het klimaatprobleem is verbetering van de energetische kwaliteit van bestaande woningen en gebouwen urgent.



Figuur 1. Klassenindeling, waarbij het merendeel van de woningvarianten in klassen A, B, C of D valt en de grenswaarde op de overgang van D naar E ligt. De 95e-percentiel-waarde is de Milieuprestatie-score, waarbij 95% van de resultaten van alle berekende varianten beter is, en 5% slechter. De horizontale as is de MPG-score (schaduwprijs) in € m² BVO*jaar.



Figuur 2. De duurzaamheidsprestatie van gebouwen.

Dat betekent gebruik van bouwmaterialen (voorzetgevels, isolatie, drievoudig glas, etc.) en installaties (warmtepomp, warmteterugwinning, zonne-installaties, etc.). Het gebeurt in de spraakmakende energie-nul-op-de-meter zelden, maar het is nu al heel eenvoudig mogelijk de effecten van het materiaalgebruik mee te nemen bij renovatie.

Rekenen met Energie en Materiaal

De wisselwerking tussen energie en materialen is tot op heden onderbelicht. Verbetering van de energieprestatie leidt meestal tot verslechtering van de milieuprestatie. In TKI KIEM is een methodiek ontwikkeld om de samenhang helder te maken: de duurzaamheidsprestatie van Gebouwen (DPG). Niet weer een nieuwe berekening, maar een nieuw resultaat gebruikmakend van (verplichte) berekeningen (EPG en MPG). Zie figuur 2.

Dat nieuwe resultaat laat de integrale kwaliteit op energie en milieu zien, en geeft dus een antwoord op de vraag of meer PV wel of niet goed is. De methodiek is in testfase toegepast, onder andere op het House of Tomorrow Today. Deze woning is energieleverend en scoort op energie dientengevolge extreem

hoog. Het bleek echter dat het onderdeel milieu, ondanks dat er door de bank genomen met lokale en op zich milieuvriendelijke materialen en bovendien met weinig materiaal (licht gewicht) was gewerkt, tegenvallend scoort. De belangrijkste reden daarvoor was het ruimhartig gebruik van PV-panelen. De circa 95 m² PV bevat zeldzame belastende metalen, die de score fors drukte. In figuur 3 is te zien dat deze woning volgens de berekening per saldo 'neutraal' is op milieueffecten van energie- en materiaalgebruik in de gehele levensduur!

Tot slot

Het moge duidelijk zijn dat de auteurs van dit artikel pleitbezorger zijn voor het zo snel mogelijk invoeren van grenswaarden in relatie tot de MPG. Met het uitputten van schaarse grondstofvoorraden komt er vroeg of laat wel een moment dat er móet worden ingegrepen. Maar waarom zouden we dat afwachten en niet nu al proactief aan de slag gaan? We hebben nu immers nog wat ruimte om te innoveren, zoals het ontwikkelen van minder schadelijke PV-technologie of 'design for disassembly'. Het mag toch niet zo zijn dat we

over vijf of tien jaar moeten concluderen dat de vorige generatie een fantastisch instrument als de MPG, ondersteund door de NMD, als een kind met het badwater heeft weggegooid. Daarom is het gepast nu een beroep te doen op onze overheid die, na de gemaakte afspraken in Parijs en wakker geschud door de procedure met Urgenda, toch een wat andere houding zou mogen aannemen. Dat geldt voor de nationale overheid maar ook voor het lokale bevoegde gezag. En ook voor opdrachtgevers voor woningen en gebouwen, die in het kader van maatschappelijk verantwoord ondernemen hun eigen verantwoordelijkheid moeten nemen. Overigens kunnen commerciële opdrachtgevers via MIA/VAMIL voor gebouwen financieel worden beloond voor hun vooruitstrevend gedrag.

Kortom: wacht niet tot de landelijke overheid een eis heeft vastgesteld voor de MPG: dat kan nog jaren duren. Het maken van een MPG-berekening is een verplichting en het nut is dat er bij het ontwerpen en bouwen aandacht is voor de milieukwaliteit bij materiaalkeuze. Vraag daarom vanaf vandaag om die MPG-berekening bij een aanvraag voor een omgevingsvergunning!

KIEM-indicator ontwikkel versie			
Schaduwprijs (€/m²BVO*jaar)	Referentie	Score	Schaduwprijs reductie (t.o.v. referentie)
Energiegebruik	1.87 (81%)	-0.81 (-Infinity%)	143%
Materiaalgebruik	0.45 (19%)	0.81 (Infinity%)	-80%
Totaal	2.32 (100%)	0 (100%)	100%

Figuur 3. Kiem-indicatorberekening, gemaakt voor het house of Tomorrow Today. Door zowel energie als materiaal in schaduwkosten uit te drukken worden deze op zich verschillende duurzaamheidscomponenten alsnog vergelijkbaar.

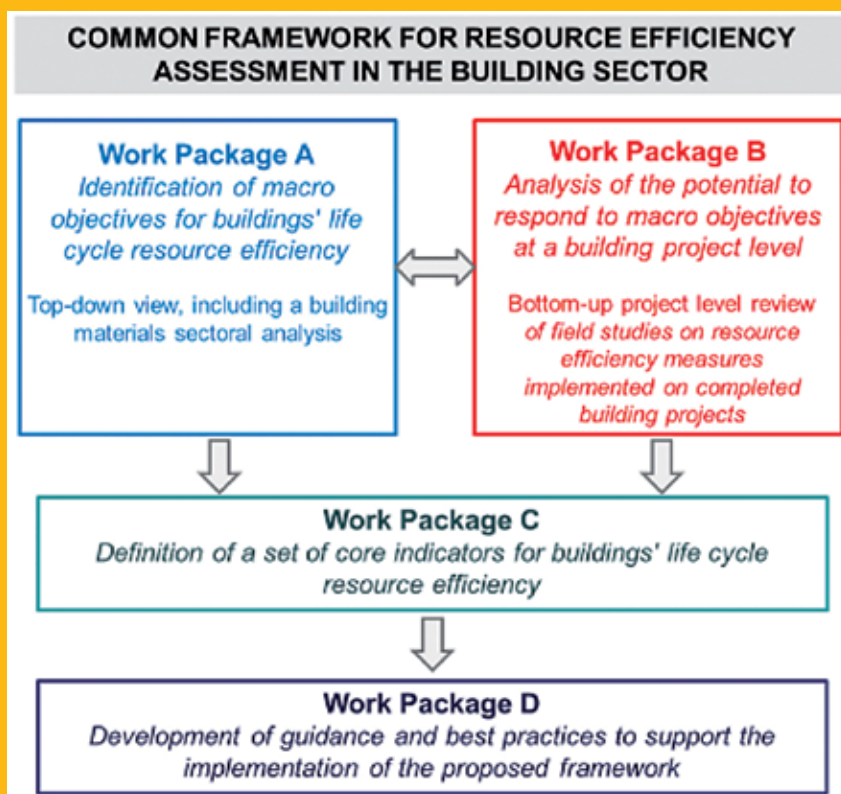
Europa staat niet stil

Binnen Europa spelen zich op verschillende podia discussies af over de (bepalingsmethoden van) milieuprestaties van (bouw)producten, (gebouwgebonden) installaties, gebouwen, GWW-werken, en dergelijke, en de wijze waarop deze worden gedeclareerd. Er zijn drie dominante podia/platforms waar die discussie zich afspeelt en in het bijzonder relevant is het 'High Level Tripartite Strategic Forum'. Februari 2014 verscheen het rapport 'On follow-up actions on the Communication and Action Plan Construction 2020', met als één van de hoofdaanbevelingen de oprichting van een EU-kader voor het beoordelen, evalueren en het vergelijkbaar stellen van de milieuprestaties van gebouwen.

Twee hoofdsporen voor de EU zijn:

1. Naar een gemeenschappelijke aanpak voor de beoordeling van de milieuprestatie van gebouwen en producten.
2. Naar een beter functioneren van een markt voor de gerecyclede materialen.

De belangrijkste doelstellingen van dit initiatief zijn het bevorderen van een efficiënter gebruik van materialen die worden gebruikt in nieuwe en gerenoveerde gebouwen en het verminderen van hun totale effect op het milieu gedurende de gehele levenscyclus. Het gebruik van hulpbronnen wordt in grote mate bepaald door beslissingen over het ontwerp en de keuze van bouwmaterialen en gebouwgebonden installaties.



Website nationale milieudatabase vernieuwd

Tekst: Piet van Luijk

Begin april 2016 is de website www.milieudatabase.nl vernieuwd. Op een overzichtelijke wijze is de organisatie rondom het beheer en onderhoud inclusief de bepalingmethode met z'n kenmerken en rekeninstrumenten toegelicht. Afzonderlijk is de inhoud van de nationale milieudatabase (NMD) toegelicht met een eenvoudig invoerscherm waarin de industrie hun LCA-milieudata kan aanleveren voor opname in de NMD. Naar verwachting komt in de zomer van 2016 de release 1.8 beschikbaar. In een aparte kolom is voorts stilgestaan bij Europese ontwikkelingen.

Tot nu toe hechtte de bouwpraktijk weinig belang aan de milieuprestatieberekeningen bij aanvragen om een omgevingsvergunning voor het bouwen. Zoals kan worden geconstateerd uit het rapport 'Green Deal Milieuprestatie gebouwen; evaluatie milieuprestatieberekening bij aanvraag om een omgevingsvergunning voor het bouwen' (Movares 23 juni 2014), wordt dit mogelijk mede gevoed door een minimale controle door bevoegd gezag.

Die houding gaat onder het regime van de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen waarschijnlijk veranderen. Dit wetsvoorstel is recent naar de Tweede Kamer gestuurd. De daarbij toegestane instrumenten moeten een toets op de milieuprestatieberekeningen in zich hebben en waarbij de berekeningen op juistheid gecontroleerd gaan worden. Wat rest is dan een algemeen aanvaarde minimum kwaliteitsniveau dat is vastgelegd in de bouwregelgeving en dat dienst kan doen als referentie voor een marktgedreven kwaliteit.

Bronnen en meer informatie:

- <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2014/11/14/onderzoek-bepaling-kwaliteitsniveaus-milieuprestatie-van-woonfuncties>.
 - <http://tki-kiem.nl/>.
 - <https://milieudatabase.nl/index.php?q=europees-beleid>.
 - <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/EN/1-2014-445-EN-F1-1.Pdf>.
 - http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Efficient_Buildings/docs/Efficient%20Buildings%20project%20overview.pdf.
- ¹ Volledige rapport is te downloaden op <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2014/11/14/onderzoek-bepaling-kwaliteitsniveaus-milieuprestatie-van-woonfuncties>.

Informatie over de auteur

John Mak is directeur WE adviseurs te Utrecht en Eindhoven en tevens lid MBG. Jos Lichtenberg is hoogleraar Productontwikkeling TU Eindhoven en voorzitter MBG. MBG: Commissie Milieuprestaties Bouw- en GWW-werken (SBK commissie belast met sturing en beleidsvorming rondom de Nationale Milieu Database, NMD).



Detailering

De dakvoet: een cruciaal detail

Het dakvoet-detail is een esthetisch belangrijk detail. De goten zijn de beëindiging van het dakvlak. Deze goten hebben niet alleen de functie voor de afvoer van het hemelwater, maar kunnen zeker met een overstek ervoor zorgen dat bijvoorbeeld de gevel 'droog' blijft en minder vervuult. In het dakvoetdetail komt een aantal technische zaken samen. De kap en de vloer vormen een driehoek en vooral bij sporenkappen wordt de spatkracht overgebracht op de kantgording (of muurplaat). De vloer wordt meestal met een beperkte toeg gestort en dat heeft weer consequenties voor de maatvoering en de luchtdichting. Kortom een complex detail.

Tekst Drs. ing. Harry Nieman

Ontwerpaspecten

De ontwerper moet in een vroegtijdig stadium van het ontwerpproces beslissen welk type kap wordt toegepast. Ten eerste moet besloten worden of het een langskap of een dwarskap wordt. Bij rijtjes woningen en twee-onder-een-kap-woningen is gebruikelijk voor een langskap te kiezen. Daardoor ontstaat een grotere zolderruimte. Toch worden ook dwarskappen toegepast, bijvoorbeeld om bij een niet gunstige verkaveling toch zonnepanelen te kunnen toepassen.

De tweede keus is een gordingen kap of een prefab dooskap. De prefab houten kappen zijn vooral zogenaamde sporen kappen. De sporen zijn opgenomen in de doosconstructies. Tussen de sporen wordt de isolatie aangebracht. Aan de warme zijde van de kap wordt een dampremmende folie opgenomen en aan de buitenzijde een zogenaamde waterwerende dampdoorlatende folie (wwdd). Deze folie zorgt voor bescherming tijdens de bouw, houdt de isolatie op zijn plek en mocht er een pan kapot gaan dan zorgt deze folie ervoor dat het doorgeslagen water wordt afgevoerd. De

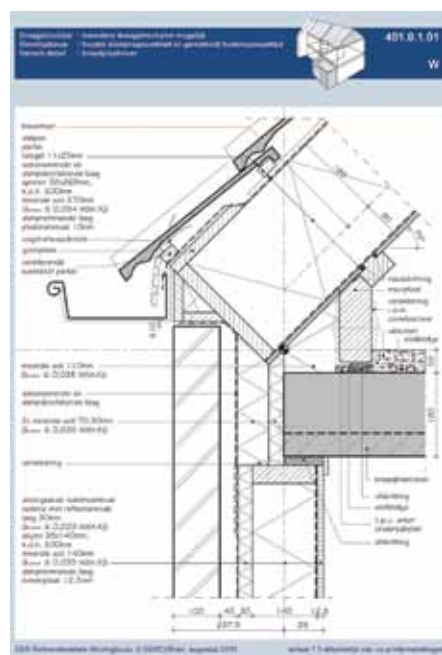
binnenzijde wordt meestal voorzien van een afgewerkte plaat.

Naast deze kapvorm worden ook spanten en gordingen gebruikt waarop geïsoleerde dakplaten worden bevestigd. Bij een gordingen kap worden de spatkrachten vooral via het spant overgedragen aan de constructievloer. De constructeur zal met deze aspecten rekening houden en berekenen op welke wijze de kap aan de vloer verankerd wordt (zie Figuur 1, detail 401.0.1.01).

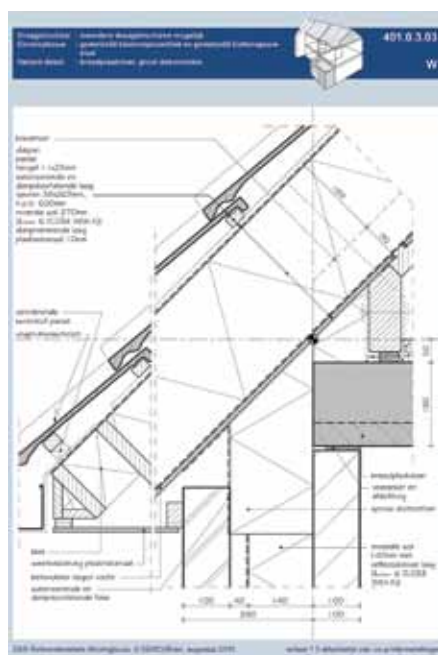
Goten

De goten moeten voldoende capaciteit hebben om het hemelwater af te voeren. Deze capaciteit wordt berekend met behulp van NEN 3215. De goten moeten daarnaast zo breed zijn dat het water dat van de pannen naar beneden komt niet over de goot heen stroomt. Daarom wordt de zogenaamde pannenlijn berekend. Goten kunnen ook verstopt raken: daarom wordt de achterzijde van de goot hoger gemaakt dan de voorzijde. Het water stroomt dan aan de voorkant over de goot heen en waarschuwt daardoor de bewoner.

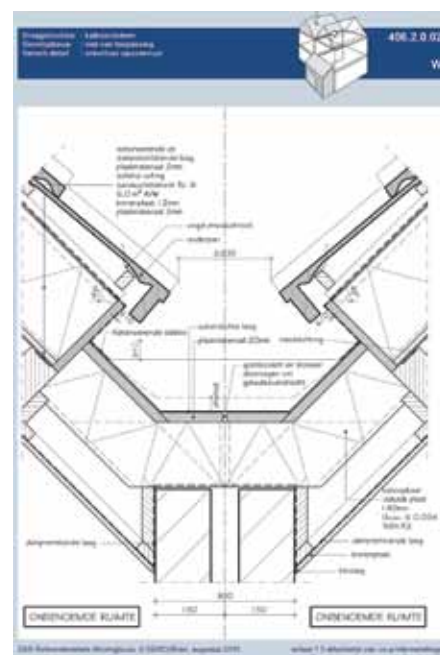
In de details zijn zogenaamde zinken bakgoten aangegeven. Deze goten worden aan gootbeugels bevestigd. Een persoon moet in de goot kunnen staan, dus de gootbeugels moeten constructief worden beoordeeld. In plaats van gootbeugels kunnen de goten ook worden opgenomen in een getimmerde bakgoot. In Figuur 2 (detail 401.0.3.03) is een overstek aangegeven. Belangrijk aandachtspunt is dat er geen verbinding kan ontstaan tussen de gevelspouw en het overstek. Vochtige lucht uit de spouw condenseert anders in het overstek en kan voor schade zorgen. Bij dwarskappen wordt de goot geplaatst op de bouwmuur: deze goot wordt als zakgoot aangeduid. Belangrijk aandachtspunt is dat deze goot op afschot wordt geplaatst (Figuur 3, detail 406.2.0.02). Dit detail kent meer risico's, zoals inwendige condensatie. Daarom is de bovenzijde van de spouw afgedicht met een dampremmende folie. Ook is de geluidwering kritisch. De gootbodem en de klossen worden daarom doorgezaagd om akoestische ontkoppeling tot stand te brengen.



Figuur 1. Detail 401.0.1.01.



Figuur 2. Detail 401.0.3.03.



Figuur 3. Detail 406.2.0.02.

Thermische isolatie

De warmteweerstand van de kap moet bij nieuwbouw tenminste $R_c = 6,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bedragen. De leverancier van de kap berekent deze waarde en houdt hierbij rekening met het houtpercentage. Een belangrijk aandachtspunt is de luchtdichting. Er zijn in dit detail verschillende luchtdichtingen aangegeven. Een aantal luchtdichtingen wordt al in de fabriek aangebracht. Op de bouw worden de onderzijde en de bovenzijde van de kantgording van een luchtdichting voorzien. Let er als ontwerper ook op dat er geen lijnvormig warmteverlies op gaat treden. In Figuur 1 zijn drie stroken minerale wol aangegeven om dat te voorkomen. In dit detail is ook enige ruimte aangegeven tussen de bovenzijde van het metselwerk en de kap. De kap zakt na bevestiging nog wat na en het is niet de bedoeling dat de kap gaat dragen op het metselwerk.

Uitvoeringsaspecten

Het aanbrengen van de kap moet veilig gebeuren. Het is daarom verstandig in overleg met de kapleverancier een veilige montage-methode te ontwikkelen. Denk hierbij aan een zogenaamd zelf zoekende aansluiting. In Figuur 1 is aan de dooskap een aanslaglat bevestigd. Het is verstandig in de aanslag (tussen deze lat en de kantgording) de luchtdichting aan te brengen. Die zit dan altijd op de juiste plaats. Vanzelfsprekend kan de luchtdichting ook al in de fabriek worden aangebracht. Dat bevordert ook de veiligheid (en

Serie over bouwtechnisch ontwerpen

Dit artikel is de achtste publicatie in een reeks over bouwtechnisch ontwerpen (detailleren). Deze artikelen proberen een brug te slaan tussen de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) en de bouwpraktijk. De wet beperkt zich tot het voldoen aan de bouwregelgeving, echter bouwkwiteit is breder. Het gaat erom dat wordt voldaan aan de verwachtingen van de klant. Belangrijk verschil met de huidige praktijk is, dat de bouwer moet aantonen (en dus vastleggen) dat wordt voldaan! Naar de klant door te laten zien dat er conform de afspraken (contract) en goed- en deugdelijk werk is gebouwd. Naar het bevoegd gezag door aan te tonen, via de onafhankelijke kwaliteitsborger, dat het project voldoet aan het Bouwbesluit. Deze kwaliteitsborger zal op basis van betrouwbare informatie, die vooral door de bouwer aangeleverd wordt, zijn 'as-built' verklaring afgeven aan het bevoegd gezag.

Eerder verschenen artikelen:

- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 10, 2015: 'Integraal en in samenhang'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 12, 2015: 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 1/2, 2016: 'Een detail is geen kleinigheid'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 4, 2016: 'Fundering: goed begin is het halve werk'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 5, 2016: 'Details woningscheidende wanden en vloeren'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 6, 2016: 'Geveldetailering: basis voor gezond binnenklimaat'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 10, 2016: 'Woningscheidende vloeren in woongebouwen'

de kwaliteit). Een belangrijk aandachtspunt voor de werkvoorbereider is de warmteweerstand van de kap. Deze moet overeenkomen met de waarde die is aangegeven in de EPC-berekening. De kwaliteitsverklaring van de leverancier kan hierbij zeer nuttig zijn. In de bouw wordt voor het casco en de kap meestal

modulaire coördinatie aangehouden (er wordt ontworpen met een veelvoud van 300 mm). Let erop dat de pannen dan ook modulair zijn: dat voorkomt veel zaagwerk bij dakkapellen en dakramen. Belangrijk bij de uitvoering is dat er geen openingen ontstaan die groter zijn dan 10 mm. Daarmee wordt voorkomen dat de spouw gebruikt wordt als nestruimte. Om nesten van wespen te voorkomen zijn extra maatregelen nodig. In de spouw is geen onderhoud mogelijk. Zorg ervoor dat hout in deze vochtige omstandigheden voldoende behandeld is. De constructeur geeft aan op welke wijze de krachten vanuit de kap moeten worden overgebracht op het (in dit geval) betonnen casco. Belangrijk is dat de ankers zorgvuldig worden ondersabeld met droge specie.

Aantoonbaarheid

In bijgaande checklist daksluiting (QCL400) zijn de beoordelingsaspecten aangegeven. Veel controles kunnen door de werkvoorbereider of de uitvoerder worden uitgevoerd. Soms is specialistische kennis nodig van een constructeur of bouwfysicus. Kwaliteitsverklaringen (KV) van de leveranciers en onderaannemers beperken de hoeveelheid controlewerk. Dan is het wel belangrijk dat gecontroleerd wordt of de KV past op het betreffende project en dat de verwerkingsvoorschriften in de praktijk zijn gevolgd.



Checklist

OCL 400: Dak sluiting (houten dak elementen /pannen)								
N.	Fase	BB	Onderdeel	Wat (eisen)	Hoe / Norm	Wie	Waarmee	Wanneer
1	5	2.2	Berekening bevestiging elementen	Eis: niet bezwijken	NEN-EN-1990/1995	Registertoets Constructief	Controle-berekening	
2	5	2.4	Berekening bevestiging dakbedekking (door leverancier)	Eis: niet bezwijken	NEN 6707	Registertoets Constructief	Controle-berekening	
3	4/6	3.2	Geluidwering (geluid van buiten, indien VG)	Eis: binnen-niveau ≤ 33 dB	NEN 5077 (Gak-berekening)	Registertoets Bouwfysica	Controle-berekening (in fase 4) en evt. meting cf. NEN 5077 (in fase 6)	
4	5/6	3.15/3.16	Geluidwering tussen woningen	Eisen: lucht-geluid: ≥ 52 dB(VG), Eisen: contact-geluid: ≤ 54 dB(VG)	Detail tekening controleren m.b.v. de SBR-referentie-details	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 401 en evt. meting cf. NEN 5077 9 (in FASE 6)	
5	5	5.3	Warmteweerstand (door leverancier)	Eis: $R_c=6,0$ m ² K/W c.q. eis uit EPC	NEN 1068	Werkvoorbereider (bouwer).	CP 401 (en evt. controle-berekening met de SBR-Rc tool)	
6	5	6.17	Berekening waterafvoer (door installateur)	Voldoende capaciteit	NEN 3215	Werkvoorbereider (bouwer) of bouwfysicus	Controle-berekening	
7	5	2.2/5.3	Fabricage dak-elementen	Cf BRL 0101	KV + afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 401	
8	5	2.2	Fabricage verankering	Cf Tekening	Controle	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 402	
9	5	2.2/2.71	Fabricage dakpannen	Cf BRL 1510 (2.71-Eis: niet brand-gevaarlijk)	KV + afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 403	
10	5	6.17	Fabricage goten	Cf Tekening	Visuele controle	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 401	
11	6	2.2	Montage verankering Controlepunten: - Onderkauwen - Aantal bouten	Cf Tekening en werkinstructie BRL 0101	Visuele controle	Uitvoerder	CP 401	
12	6	5.4	Montage dak-elementen Controlepunten: - Luchtdichting - Folie boven spouw (i.v.m. vocht)	Cf Tekening en werkinstructie BRL 0101	Visuele controle	Uitvoerder	CP 401	
13	6	6.17	Montage goten	Cf Tekening	Visuele controle	Uitvoerder	CP 401	
14	6	2.2	Leggen pannen	Cf werkinstructie BRL 1513	KV pannen-legger + verklaring o.a.	Uitvoerder	CP 403	
15	6	5.1/5.4	Controle luchtdichting	EPC-berekening en evt. meting	Visuele controle (evt. meting cf. NEN 2686)	Meetbureau	CP401 en evt. Blower-doortest	

Bron checklist: master thesis ir. S.L. Nieman



Details woningscheidende wanden en vloeren

In de vorige uitgave van Bouwkwiteit in de praktijk is in artikel 4 'Fundering: goed begin is het halve werk' de detaillering van de fase fundering tot en met de begane grondvloer aan de orde geweest. Op de fundering wordt het casco (de hoofddraagconstructie) geplaatst. In deze draagstructuur kunnen ook andere functies worden opgenomen, zoals een binnenspouwblad. In dit artikel aandacht voor de detaillering van de woningscheidende wanden en vloeren.

Tekst Drs. ing. Harry Nieman

Gevels en daken, maar ook trappen en binnenwanden, dragen hun belastingen af aan de hoofd-draagconstructie. In Nederland zijn twee bouwmethoden dominant: stapelbouw (meestal kalkzandsteen) en gietbouw (beton). Andere bouwmethoden, die vaak worden ingezet, zijn prefab betoncascos (zware montagebouw), hout- en staalskeletbouw (lichte montagebouw) en cellenbetoncascos. De dak- en gevelsluiting is in grote lijnen identiek voor deze bouwmethoden. In principe kunnen alle typen dak- en gevelsluitingen worden toegepast, hoewel er bijvoorbeeld bij gietbouw meestal gekozen wordt voor houten gevelvullende elementen (binnenspouwbladen). De binnenspouwbladen van de overige bouwmethoden zijn meestal met dezelfde technieken samengesteld als het casco. Voor de binnenwanden is er een voorkeur voor lichte systemen, vooral wanneer er sprake is van hout- of staalskeletbouw.

Ontwerpaspecten

Nadat het Programma van Eisen is vastgesteld, worden de verschillende concepten opgesteld, waaronder het uitvoeringsconcept. De keus voor een uitvoeringsconcept (bouwmethode) is gebaseerd op een groot aantal criteria. De seriegrootte is bijvoorbeeld belangrijk (bepaalt mede de prijs), maar ook de ligging en omvang van de bouwka-vel, de draagkracht van de ondergrond, de flexibiliteit van de bouwmethode, de ervaring van de bouwer en de technische prestaties die een casco kan leveren. Een multi-criteria-analyse (MCA) helpt om de keus voor een bepaalde bouwmethode te onderbouwen. De belangrijkste bouwmethoden zijn opgenomen in de SBR referentiedetails. De ontwerper heeft daarbij de zekerheid dat de details (mits goed uitgevoerd) voldoen aan de Bouwbe-sluiteisen, zoals de eisen op het gebied van brand, geluid, vochtwering. Belangrijke aandachtspunten zijn daarnaast de eisen aan de maatvoering, zoals de plafondhoogte (gebruikseisen) en andere afmetingen (zoals het trapgat). Het energie-concept heeft ook relaties met het ontwerp

van het casco, denk aan de schachten en de sparingen. Bij het uitwerken van de bouwtechnische details is het belangrijk de maatvoering van deze details te relateren aan het casco. Bij woningscheidende vloeren (woongebouwen) is het belangrijk zeer zorgvuldig de zwevende dekvloer (verend opgelegde dekvloer) te 'engineeren'. De isolatie tussen de dekvloer en de cascovloer (dynamische stijfheid), het type dekvloer, de dikte van deze dekvloer (mede afhankelijk van eventuele installaties, die opgenomen moeten worden), de duurzaamheid van de gekozen materialen en het dilateren ten opzichte van wanden, moeten tijdens het ontwerpen meegenomen worden.

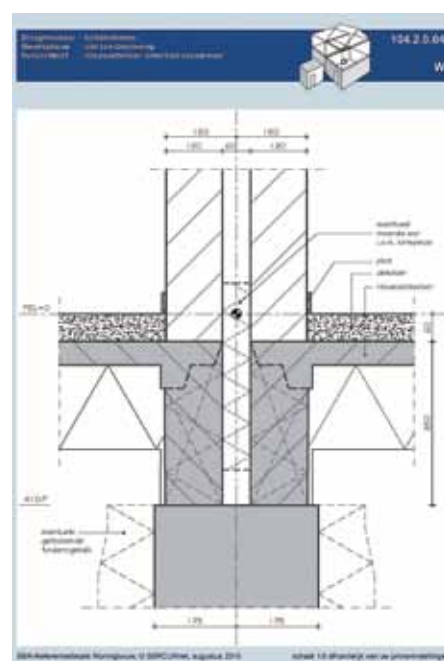
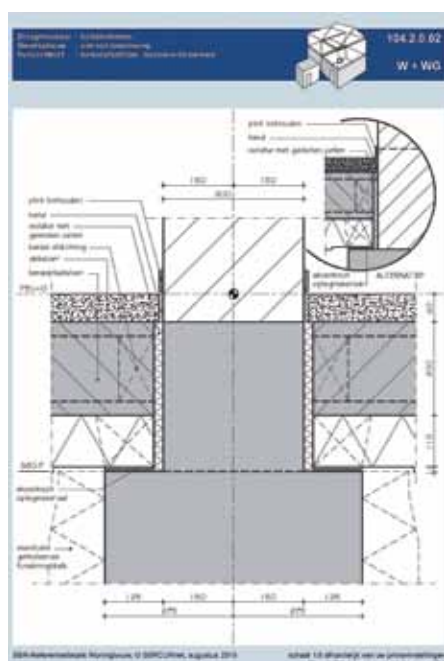
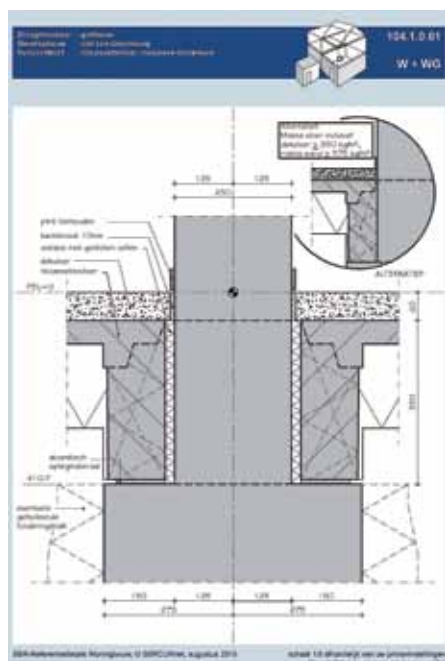
Uitvoeringsaspecten

Alle bouwmethoden kennen hun specifieke aandachtspunten. Raadpleeg daarvoor bijvoorbeeld de Jellema-serie. In het bestek van dit artikel zijn slechts enkele risico's benoemd. De geluidisolatie tussen woningen wordt vooral gerealiseerd door het casco. Bij massieve bouwmuren is daarom de massa (gewicht) van belang. Voor gietbouw wordt 250 mm aangehouden en voor kalkzandsteen 300 mm (kalkzandsteen kent ook een zware

variant met een hogere isolatie). Naast de massieve bouwmuren worden als bouwmuur ook ankerloze spouwmuren ingezet. Deze dubbele wanden worden toegepast bij de lichte bouwsystemen (hout- en staalskeletbouw) en bij stapelbouw. Woongebouwen (met woningscheidende vloeren) vragen bij dergelijke bouwmethoden bijzondere aandacht; de woningscheidende vloer heeft consequenties voor de bouwmuren (wanden). Bij ankerloze spouwmuren is het van belang akoestische koppelingen te vermijden. Een risico is bijvoorbeeld dat de speciebaarden van de kim-blokken (de laag die eerst wordt gemetseld bij stapelbouw) elkaar raken. Daarom wordt een barrière in de spouw opgenomen. Bij gietbouw zijn zorgvuldig wapenen met daarbij de juiste betondekking en correct stor-ten basale kwaliteitseisen, die in de praktijk goed moeten worden geborgd. De leveranciers van overige casco's zorgen ervoor dat de cas-cobouwers (vaak specialisten) de nodige wer-kinstructies ontvangen. Zij organiseren ook de nodige ondersteuning en kwaliteitscontroles. Zwevende dekvloeren kennen verschillende risico's die vermeden moeten worden. De be-langrijkste zijn: de vlakheid van de cascovloer, de kimstroken (om koppelingen te vermijden) ❖



Stapelbouw met kalkzandsteen.



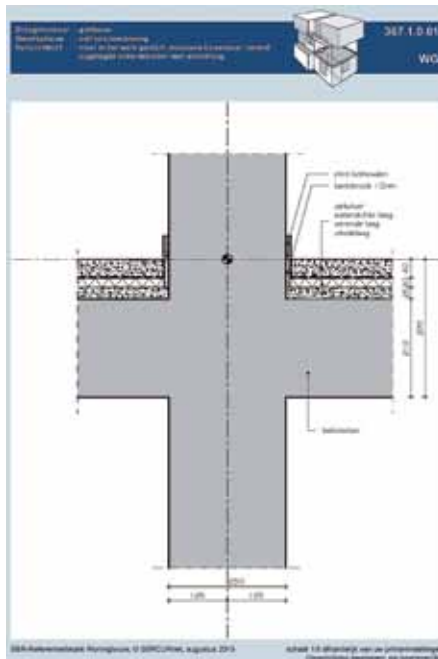
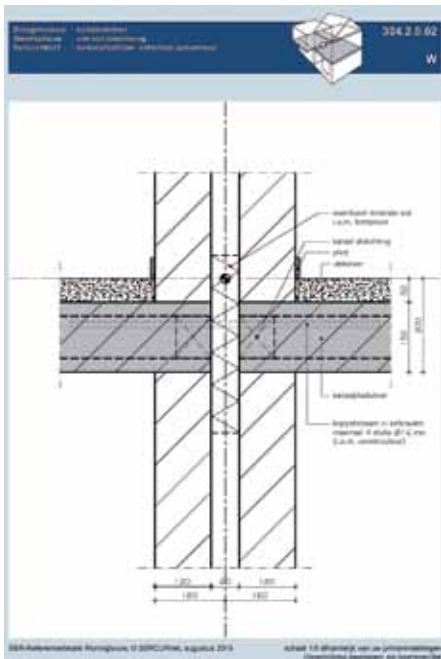
met het casco) en het gebruiken van de juiste maat voor de 'fasteners' (bevestigingen)

van eventuele leidingen, zodat geen contact ontstaat tussen de dekvloer en de cascovloer.

Door zorgvuldige instructie en controle worden fouten vermeden.

Casco						
Code:	2.01					
BB	Fase	Onderdeel	Wat	Hoe	Wie	Wanneer
		Ontwerp berekening	Correct	Controle berekening	Registratoetser constructief	
		Berekening brand	Correct	Dekking (Cf NEN praktijkgids brand)	Registratoetser constructief	
		Geluidwering	Correct	m.b.v. SBR-ref details	Werkvoorbereider (bouwer)	
		Fabricage wanden	Cf werk-instructie BRL	KV	Werkvoorbereider (bouwer)	
		Fabricage vloer	Cf werk-instructie BRL	KV	Werkvoorbereider (bouwer)	
		Maatvoering wanden	Tekening	Cf controle protocol	Maatvoerder bouwer	
		Maatvoering vloeren	Tekening	Cf controle protocol	Maatvoerder bouwer	
		Montage wanden	Cf werk-instructie BRL	KV stelbedrijf	Uitvoerder	
		Leggen vloeren Controlepunten: koppelstaven kelknaden oplegging	Cf werk-instructie BRL	KV stelbedrijf of Visuele controle (foto)	Uitvoerder	
		Voorzieningen geluidwering Controlepunten: contactbruggen kanaalafdichting	Cf werk-instructie BRL	Visuele controle (foto)	Uitvoerder	

Bb betekent Bouwbesluitartikel. In de kolom 'Fase' wordt aangegeven in welke fase van het ontwerp- en uitvoeringsproces de betreffende controle dient te worden uitgevoerd. Vanzelfsprekend kan elk bouwbedrijf dergelijke checklists aanpassen aan het eigen bouwprocesmanagementsysteem. De kolom 'Hoe' is het resultaat van een controleprotocol of keuringslijst. Opmerking: de checklist is gebaseerd op de aanname dat het casco grotendeels op de bouwplaats wordt gemonteerd. Bij meer fabrieksmatige productie van het casco (en in sommige gevallen reeds voorzien van de schil, installaties en afwerking) zullen de controles dan meer 'stroomopwaarts' in het proces (dus in de fabriek) plaatsvinden. De kwaliteitsborger baseert dan zijn oordeel meer op de kwaliteitsverklaring van de fabriek.



Aantoonbaarheid (compliance)

De verwachting is dat naast de bekende kwaliteitsverklaringen voor bouwproducten er ook steeds meer kwaliteitsverklaringen voor de applicatie of montage worden afgegeven. Inmiddels zijn er al enkele verklaringen ontwikkeld, zoals de KOMO-instal verklaringen die door installateurs worden afgegeven. Onafhankelijke borgingsinstellingen, zoals certificerende instellingen, zien er op toe, dat de installateur zich houdt aan de afspraken die vastgelegd zijn in de BRL (beoordelingsrichtlijn). Voor het casco is ook een voorbeeld van een checklist ontwikkeld.

Opbouw dossier

De 'as-built'-verklaring moet reproduceerbaar zijn (transparant). De bouwer houdt het dossier bij van het project. De kwaliteitsborger baseert zijn oordeel vooral op dit dossier en de nauwgezetheid waarmee de bouwer zijn kwaliteitsmanagementsysteem gebruikt. Afhankelijk van het instrument zal ook de borger een dossier bijhouden. Een deel van het dossier wordt aan het bevoegd gezag verstrekt: de informatie die zij nodig hebben voor het toezien op de bestaande gebouwen. Een ander deel zal opgenomen worden in het consumentendossier: informatie die de koper nodig heeft om de woning of het gebouw goed te gebruiken en te beheren (onderhouden).

Serie over bouwtechnisch ontwerpen

Dit artikel is de vijfde publicatie in een reeks over bouwtechnisch ontwerpen (detailleren). Deze artikelen proberen een brug te slaan tussen de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) en de bouwpraktijk. De wet beperkt zich tot het voldoen aan de bouwregelgeving, echter bouwkwaliteit is breder. Het gaat erom dat wordt voldaan aan de verwachtingen van de klant. Belangrijk verschil met de huidige praktijk is, dat de bouwer moet aantonen (en dus vastleggen) dat wordt voldaan! Naar de klant door te laten zien dat er conform de afspraken (contract) en goed- en deugdelijk werk is gebouwd. Naar het bevoegd gezag door aan te tonen, via de onafhankelijke kwaliteitsborger, dat het project voldoet aan het Bouwbesluit. Deze kwaliteitsborger zal op basis van betrouwbare informatie, die vooral door de bouwer aangeleverd wordt, zijn 'as-built' verklaring afgeven aan het bevoegd gezag.

Eerder verschenen artikelen:

- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 10, 2015: 'Integraal en in samenhang'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 12, 2015: 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 1 / 2 2016: 'Een detail is geen kleinigheid'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 4 2016: 'Fundering: goed begin is het halve werk'

 Informatie over de auteur

Bron checklists: ing. S.L. Nieman concept afstudeerscriptie TU Eindhoven.

Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut voor Bouwkwiteit.

Een detail is geen kleinigheid



De risico's van een bouwproject zijn breed. Denk aan de risico's die samenhangen met het bouwterrein, die kleven aan de keus en beschikbaarheid van materialen, vertraging, afstel of extra kosten ten gevolge van de regelgeving. In principe zijn deze risico's allemaal te vertalen in financiële risico's. Bij de risicoanalyse behoort ook de controle van de bouwtechnische detaillering van een gebouw. Helaas te vaak afgedaan als een 'detail', een kleinigheid.

Tekst Drs. Ing. Harry Nieman

Elke fase in het bouwproces wordt, als men verstandig is, gestart met een risicoanalyse, gevolgd door beheersmaatregelen. Dat zijn maatregelen om de geconstateerde risico's te minimaliseren. De fase wordt afgesloten met de controle of deze beheersmaatregelen daadwerkelijk zijn doorgevoerd. Daarna volgt de go/no go-beslissing, voordat de volgende fase mag starten.

Bij de risicoanalyse behoort ook de controle van de bouwtechnische detaillering van een gebouw. Helaas te vaak afgedaan als een kleinigheid. Echter, dat is een misvatting: verkeerd ontworpen details kunnen leiden tot grote fouten en hoge reparatiekosten. Dit artikel is een pleidooi voor het gestructureerd controleren van de bouwtechnische details. Uitgangspunt bij het controleren is dat alle afspraken tegelijkertijd worden gecontroleerd, dus zowel de eisen uit het Bouwbesluit, als de eisen uit het PVE van de opdrachtgever.

Rolverdeling

De bouwer is verantwoordelijk voor het leveren van de afgesproken kwaliteit (het voldoen aan het contract) en de verwachte kwaliteit (omschreven als goed en deugdelijk werk). Onderdeel daarvan is het voldoen aan de Bouwbesluiteisen. De bouwprocesmanager van de bouwer ziet erop toe dat het bij de bouwer gehanteerde kwaliteitsmanagementsysteem correct wordt toegepast. Wellicht heeft hij/zij daar zelf een rol in. In dit artikel is de controleur een medewerker van de bouwer en de kwaliteitsborger (KB) de onafhankelijke partij die erop toeziet dat de vereiste bouwbesluitkwaliteit ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Beide functionarissen kunnen het hierna beschreven toets-protocol gebruiken bij hun controles. De verwachting is echter dat in de praktijk de KB zich beperkt tot inhoudelijke steekproeven en de controle of de kwaliteitscontroles in het kader van de Bouwbesluitkwaliteit transparant en reproduceerbaar zijn vastgelegd. De bouwer zal in de meeste gevallen zelf de integrale kwaliteitsborging uitvoeren.

Toets-protocol

Een toets-protocol is een lijst met controlepunten die zorgvuldig moet worden afgewerkt. Deze lijst met controlepunten wordt per ontwerp- of bouwphase opgesteld. Belangrijk is dat een toets-protocol wordt ondersteund door een referentie-overzicht: waar moet je op letten, hoe doe je dat en wat is goed of fout? Het basisbeginsel dat er gewerkt wordt van 'grof naar fijn', moet ook gevolgd worden in de toets-protocollen. Tijdens de uitwerking van het voorlopig ontwerp (VO-fase) is het bijvoorbeeld nog niet erg interessant om na te gaan of het hang- en sluitwerk aan de veiligheidsvoorschriften voldoet, maar kan volstaan worden met de vaststelling of aangegeven is welke kozijnen inbraakwerend moeten zijn. Een dergelijk toets-protocol ondersteunt de controleur of kwaliteitsborger (KB) om gestructureerd te toetsen en daarmee te voorkomen dat bepaalde onderwerpen worden vergeten. Door het resultaat van de beoordeling vast te leggen, ontstaat een startpunt voor

verbetering. Bovendien kan een transparante vastlegging gebruikt worden voor de as-built beoordeling in het kader van de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb, bij het schrijven van dit artikel is het nog een wetsvoorstel). Een toets-protocol is ondersteunend en komt niet in de plaats van de controleur of de KB. De controleur of de KB moet voldoende integrale kennis bezitten om de details integraal en in samenhang te beoordelen (zie voor uitleg van deze begrippen het eerder verschenen artikel 'Integraal en in samenhang' in Bouwkwiteit in de praktijk 2015, nr. 10).

Studenteneditie

In de studenteneditie en in het zakboek van de SBR-referentiedetails is het hier besproken toets-protocol opgenomen. Daarnaast is in de studenteneditie een actuele checklist opgenomen, waarmee gecontroleerd kan worden of het Bouwbesluit correct is verwerkt in de detaillering. Ondanks dat het Bouwbesluit zoveel mogelijk op gebouwniveau eisen stelt, blijkt

Toets-protocol			
Controlepunt	Toets	Opmerkingen	Getoetst
1	Controleer geluidswering		
2	Controleer brandwerendheid	Onder andere van hoofddragconstructie	
3	Controleer afmetingen en doorlaat van ventilatieroosters		
4	Controleer temperatuurfactor	Koudebruggen voorkomen	
5	Controleer luchtdichtheid		
6	Controleer Rc-waarden, U-waarden en lijnvormige warmteverliezen	Op basis van uitgangspunten in EPC-berekening en basiseisen uit Bouwbesluit	
7	Controleer waterdichtheid		
8	Controleer toegankelijkheid		
9	Controleer uitvoerbaarheid		
10	Controleer of er veilig gebouwd en onderhouden kan worden		
11	Controleer duurzaamheid	Corresponderen gebruikte materialen met Milieuprestatieberekening?	
12	Controleer overige afspraken uit Programma van Eisen		



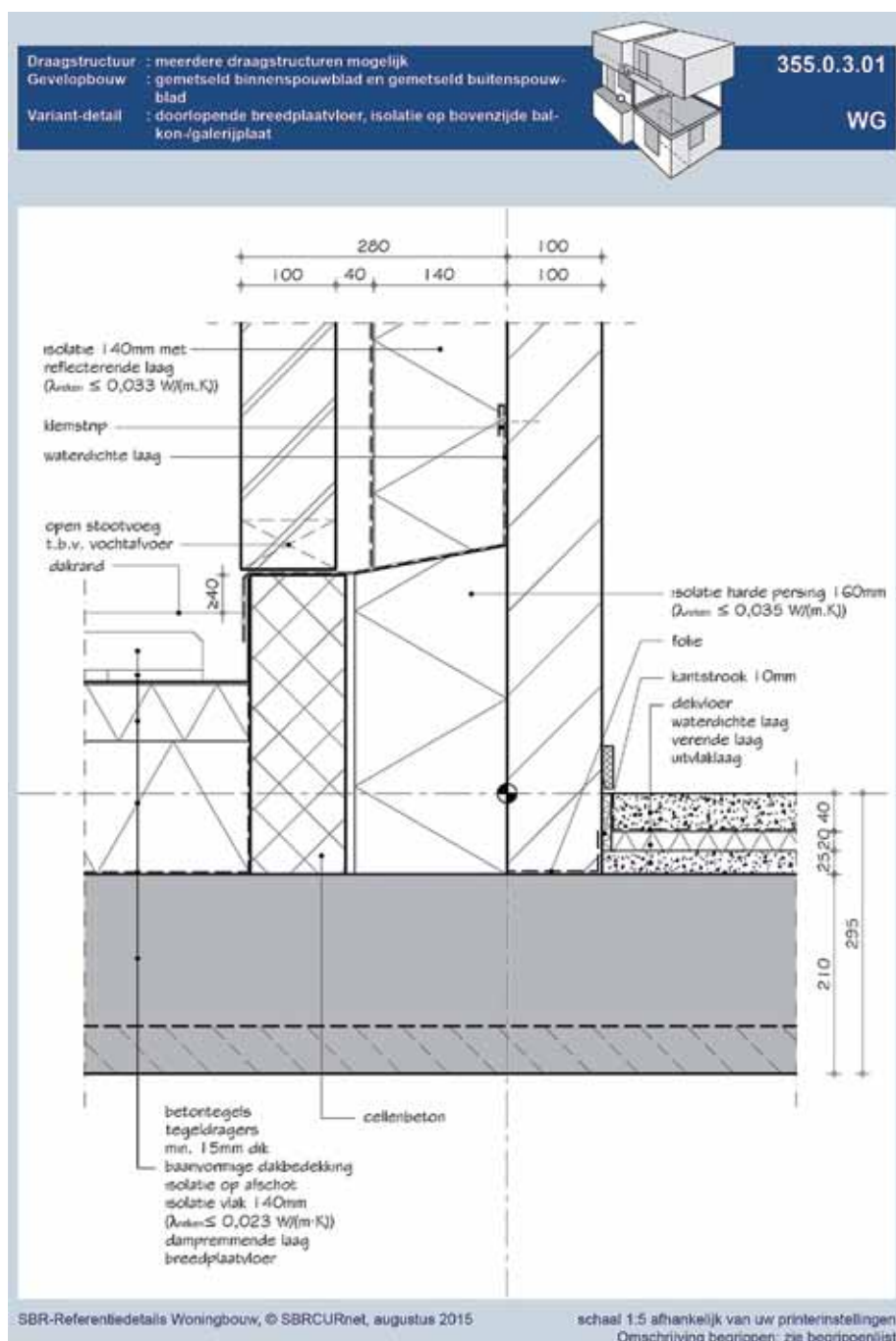
dat bij ongeveer de helft van de Bouwbesluit-artikelen een relatie met de bouwtechnische detaillering aanwezig.

Bouwmuurdetails

De eerste stap van het toets-protocol is niet daadwerkelijk opgenomen in de checklist. Eerst moet namelijk vastgesteld worden of alle relevante details zijn ontworpen. Vaak ontbreken details van kozijnaansluitingen, zoals 'verstopte' ventilatioosters, onderdorpels en onderlinge aansluitingen. Ook de zeer belangrijke bouwmuurdetails zijn vaak niet aanwezig. Deze details zijn noodzakelijk om te beoordelen of de geluidwering voldoet en de vereiste weerstand tegen brandoverslag en branddoorslag (WBDBO) wordt gerealiseerd. Ook voor het kunnen controleren van de luchtdichtheidseis, vastgelegd in de EPC-berekening, is het noodzakelijk de details van de doorvoeringen en doorbrekingen te beoordelen.

Aanwijzingen gebruik toets-protocol

Veel details kunnen worden vergeleken met



de SBR-referentiedetails, die zodanig zijn ontworpen dat deze details robuust voldoen aan de Bouwbesluiteisen. De bouwmuurdetails zijn hier een goed voorbeeld van. Op de achterzijde van elk SBR-detail zijn de relevante bouwtechnische prestaties van het detail vermeld. Wanneer in het PVE of in de EPC-berekeningen zwaardere eisen zijn opgenomen dan het minimale Bouwbesluit-niveau, dan zijn daar ook SBR-referentiedetails voor beschikbaar als vergelijking.

Om de afmetingen en de doorlaat van de eventuele gevelventilatioosters te kunnen beoordelen moet eerst de ventilatieberekening worden geraadpleegd, soms in combinatie met de zogenaamde G_{Ak} -berekening (de berekening van de geluidwering van de gevel bij hogere geluidbelastingen). In alle SBR-referentiedetails is de plaats en een wijze van luchtdichting aangegeven. Voor de uitvoering is dat niet genoeg en zullen er per situatie specifieke materialen

Voorbeeld

Detail 355.0.3.01

- 1- Geluidwering: in het bouwfysisch blad is aangegeven dat de geluidwering conform de Bouwbesluiten is. De dynamische stijfheid van de isolatielaag in de vloer is belangrijk om deze geluidwering te realiseren. Is de verend opgelegde vloer (zwevende dekvloer) vrijgehouden van de wanden, is de plint los gehouden van de vloer?
- 2- De brandwerendheid van de hoofdconstructie wordt gerealiseerd door de schilplaatvloer. Raadpleeg de kwaliteitsverklaring van de fabrikant.
- 3- Niet van toepassing.
- 4- De factor van de temperatuur voldoet volgens het bouwfysisch blad aan de eis van $> 0,65$.
- 5- Niet van toepassing.
- 6- De RC-waarde van het platte dak is conform het Bouwbesluit: $6,0 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$. Belangrijk is dat de RC-berekening conform NEN 1068 is gemaakt. De RC-waarde van de gevel is conform het Bouwbesluit: $4,5 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$. Het lijnvormig warmteverlies (Ψ -waarde) is conform het bouwfysisch blad: $- 0,079 \text{ W/(m}^1\text{.K)}$ en dient, net als de RC-waarden, ook te corresponderen met de EPC-berekening.
- 7- De maatvoering van de waterdichte laag is conform NEN 2652 uitgevoerd (ondersteund, hellingshoek 10° , waterafvoer door middel van een open stootvoeg, klemstrip). Belangrijk is dat het hoogteverschil van 40 mm tussen de dakrand en de ingemetselde waterdichte laag is aangegeven. De NPR 6708 geeft de correcte hoogte van de dakrand en de kwaliteit van de ballast.
- 8- Niet van toepassing.
- 9- Controleer de maatvoering, controleer de toleranties, houd rekening met de toeg van de vloer. Is consequent gekozen voor dezelfde uitvoeringsmethode.
- 10- Niet van toepassing voor dit detail.
- 11- Corresponderen de gebruikte materialen met de Milieuprestatieberekening (al dan niet als onderbouw van de BREEAM-classificatie)?
- 12- Vergelijk het detail met de afspraken uit het PVE of het contract.

nodig zijn. Om die te kunnen beoordelen kan de SBR-uitgave 'Luchtdicht bouwen' worden gebruikt. Het beoordelen van de waterdichtheid kent een vergelijkbare beoordeling. Eerst kan met behulp van een vergelijking met de SBR-referentiedetails beoordeeld worden of een waterdichte laag of een waterwerende laag is aangegeven. Ten tweede kan met behulp van de NPR 2652 de specifieke maatvoering van de waterdichte en waterwerende lagen worden gevonden. Ook de begrippenlijst, behorende bij de SBR-details, kan van dienst zijn.

Controleren uitvoerbaarheid

Het controleren van de uitvoerbaarheid is belangrijk voor een goed eindresultaat. In Bouwkwaliiteit in de Praktijk nr. 2015-12 is in het artikel 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten' uitgelegd op welke wijze de maatvoering in de details moet zijn geborgd. Bij de controle moeten de maten met elkaar worden vergeleken. Kloppen de maten ten opzichte van elkaar (zijn de neggematen

overal gelijk, enzovoorts)?

Op elkaar afgestemde maatvoering is ook cruciaal bij drievlaksontmoetingen. Andere belangrijke controlepunten zijn: is het uitvoeringsconcept overal doorgevoerd, zijn de toleranties consequent en realiseerbaar, is er genoeg ruimte om te monteren? Kortom, kennis van de logistiek van het bouwproces is onontbeerlijk. Architecten kunnen daarom niet volstaan met een algemeen boekje bureau-details, maar zullen steeds deze projectmatig moeten uitwerken.

Duurzaamheid

Controlepunt 11 betreft het controleren van de details aan de hand van de milieuprestatieberekening. De controleur of kwaliteitsborger(KB) zal vast moeten stellen of de aangegeven materialen in eerste instantie corresponderen met de berekening en vervolgens vaststellen of deze ook daadwerkelijk in de bouw zijn verwerkt. In Bouwbesluit 2018 (in ontwikkeling) is een prestatie-eis van 1,0 opgenomen. De KB zal natuurlijk ook checken of deze eis klopt met de berekening.

Tot slot

Controles, ook die van de details, zijn in de praktijk onderdeel van het kwaliteitsmanagementsysteem van de bouwer en worden per fase uitgevoerd. Voor de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen volstaat de vaststelling dat wordt voldaan aan het Bouwbesluit. Detailcontroles onderbouwen deze vaststelling en maken die reproduceerbaar en transparant. Wanneer de bouwer zijn kwaliteitsmanagementsysteem zodanig inricht dat de KB eenvoudig vast kan stellen dat aan het Bouwbesluit wordt voldaan, dan blijft de inspanning (en dus de kosten) van de KB tot een minimum beperkt.

 **Informatie over de auteur**
Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut voor Bouwkwaliiteit.

Fundering: goed begin is het halve werk



Een gebouw moet goed gefundeerd zijn. Het ontwerpen van de fundering is een samenspel tussen de ingenieurs (constructeur en de bouwfysicus) en de architect. In de uitvoering is het zorgvuldig maatvoeren van de fundering belangrijk. Belangrijk is ook dat het funderen op de stevige grondslag zorgvuldig wordt gecontroleerd. In het kader van de nieuwe Wet op de kwaliteitsborging (Wkb) zal verder aangetoond moeten worden, dat er uiteindelijk gebouwd is in overeenstemming met het Bouwbesluit. De belangrijkste taak hierin ligt bij de bouwer. In zijn kwaliteitsmanagementsysteem legt hij zijn controles transparant en reproduceerbaar vast.



Foto: De Hoop Pekso.



Funderen komt van het Latijnse fundāre (grondvesten) en is weer afgeleid van fundus (bodem). In grote delen van Nederland is de ondergrond niet in staat een gebouw te dragen en daarom worden gebouwen al sinds de middeleeuwen gefundeerd op palen. In gebieden waar de grondslag wel stevig genoeg was, werd het gebouw 'op staal' gefundeerd. Staal is afgeleid van 'stal', dat betekent 'staan op' (staal is dus de stevige bodem).

Uitvoeringsproces

Na het heien van de palen gaat de 'koppen-sneller' aan het werk. Hij hakt de palen op gelijke hoogte en maakt daarbij het bovenste deel van de wapening van de paal vrij. Daarna wordt er een zogenaamde werkvloer gelegd, waarop de vlechter de wapening van de funderingsbalk plaatst. De wapening van de paal steekt dan in de wapening van de funderingsbalk, waardoor een stevige verbinding ontstaat tussen de paal en de funderingsbalk. Vervolgens wordt dan om de wapening heen bekisting geplaatst. Daarna wordt deze bekisting gevuld met beton. De breedte is afhankelijk van de gevelconstructie die op de balk wordt geplaatst en de oplegging van de begane grondvloer. In de loop van de tijd zijn de funderingsbalken breder geworden vanwege de steeds dikkere isolatie (dus ook een dikkere gevel) die wordt toegepast. Op de funderingsbalk wordt de begane grondvloer gelegd. Onder de begane grondvloer ontstaat dus een kruipruimte, meestal gebruikt voor leidingen en riolering. Om deze te kunnen inspecteren wordt een kruipluik opgenomen in de begane grondvloer. Daar waar de grondslag voldoende stevig is wordt deze vloer ook wel direct op het zand gestort (let op: voorkom dat leidingen onbereikbaar worden). De begane grondvloer is meestal

van geprefabriceerd beton, afhankelijk van de vorm als ribcassette vloeren, balken broodjes vloeren of kanaalplaatvloeren aangeduid. Op de fundering wordt het buitenspouwblad gemetseld. Het binnenspouwblad staat meestal op de begane grondvloer.

Ontwerpaspecten

Het ontwerpen van de fundering is een samenspel tussen de ingenieurs (constructeur en de bouwphysicus) en de architect. Op basis van het uitvoeringsconcept en het energieconcept worden de afmetingen bepaald. De funderingsbalk is meestal 800 mm hoog en 400 tot 650 breed (conform ontwerp constructeur). De gevel (die dus mede bepalend is voor het ontwerp van de fundering) moet een minimale warmteweerstand R_c (zie artikel 5.3 van het Bouwbesluit) van $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bezitten. Er is wel een check met de energieprestatieberekening noodzakelijk, want vaak worden er hogere warmteweerstanden voorgeschreven vanuit deze berekening. De begane grondvloer heeft een minimale R_c van $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Het lijnvormige warmteverlies, aangeduid met Ψ (spreek uit psi), is voor de fundering relatief hoog. Gewezen moet worden op het zogenaamd forfaitair rekenen; dat betekent dat in plaats van het nauwkeurig in rekening brengen van de lijnvormige warmteverlies, de bouwphysicus kiest voor een toeslag op het warmteverlies. De berekening is dan sneller klaar, maar het effect op de energieprestatie is groot (20-25% hoger). Zie voor meer informatie www.omgevingindepraktijk.nl (d.d. 15 december 2015).

Een tweede belangrijk bouwphysisch aandachtspunt is de luchtdichtheid. Voor het funderingsdetail zijn twee luchtdichtheidseisen van belang:

- de eis tussen kruipruimte en bovenliggende woning: de zogenaamde q_{v1} -eis (maximaal $20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$, Bouwbesluit artikel 3.21; (q_{v1} = luchtvolumestroom bij een bepaald drukverschil in Pascal)
- de eis bedoeld om energieverlies vanuit de woning tegen te gaan: de zogenaamde q_{v10} -eis, Bouwbesluit artikel 5.4.

Verstandig is de energieprestatieberekening te bestuderen, want daarin heeft de bouwphysicus de noodzakelijke luchtdichtheid vastgelegd (meestal een q_v -waarde tussen de 0,15 en $0,6 \text{ dm}^3 / \text{s} \cdot \text{m}^2$).

Een belangrijke eis in het kader van gezondheid is het voorkomen van koudebruggen, juist in de buitenhoeken van de eindwoningen. Ter plaatse van de fundering treedt de laagste oppervlaktetemperatuur op en is de kans op oppervlaktecondensatie groot. Condensatie zorgt voor een voedingsbodem voor schimmels, die weer zorgen voor een slecht (ongezond) binnenklimaat. Daarom is in het Bouwbesluit een eis aan de binnen oppervlaktetemperatuur (artikel 3.22) opgenomen. Deze eis is voor woningen $\geq 0,65$. Verder is het regelen van de waterafvoer vanuit de spouw van belang. Meestal volstaan vier open stootvoegen per m^2 . Deze open stootvoegen (niet breder dan 10 mm) worden direct op de funderingsbalk aangebracht. In de SBR referentiedetails worden ook open stootvoegen voor zwakke ventilatie van de spouw aangegeven. Spouwventilatie is niet verplicht en ook niet nodig, echter het is nog steeds gebruikelijk in de Nederlandse bouwcultuur om deze aan te brengen.

Uitvoeringsaspecten

Zorgvuldig maatvoeren van de fundering

is eveneens belangrijk. Maatfouten in de fundering zijn lastig te corrigeren. Belangrijk is ook dat het funderen op de stevige grondslag zorgvuldig wordt gecontroleerd. De constructeur bepaalt de lengte en de doorsnede van de palen op basis van grondonderzoek (sonderingen) en natuurlijk het gewicht van het gebouw. De sonderingen zijn echter steekproeven en daarom wordt gecontroleerd of de paal wel op 'stuit' staat. Dat wordt gedaan door het aantal slagen per 25 cm heipaal te tellen. Dit wordt kalenderen genoemd.

Belangrijk voor de uitvoering is dat de funderingsbalken rechthoekig worden ontworpen en dat sponningen worden vermeden. Sponningen zorgen voor extra werk bij het bekisten. De vlechter moet in zijn beugels deze sponning volgen. Het storten wordt daardoor lastiger en de kans op grindnesten is groter. De meeste begane grondvloeren kennen (wapening) stroken waar geen sparings kunnen worden geprojecteerd. Als de architect (plaats kruipluik, meterkast) of de installatieadviseur (leidingen en standleidingen) echter wel een sparing in dergelijke stroken nodig heeft, dan zijn passtroken in de funderingsbalk noodzakelijk. Deze passtroken doen echter afbreuk

aan de kwaliteit en vragen extra tijd.

Het leggen van de begane grondvloer vraagt ook aandacht. Het binnenspouwblad mag namelijk niet of nauwelijks uitkragen en moet dus volledig rusten op de vloer. Belangrijk is ook de voorschriften ter voorkoming van koudebruggen te volgen. Repareren is vaak niet mogelijk of zeer kostbaar.

Aantoonbaarheid (compliance)

In het kader van de nieuwe Wet op de kwaliteitsborging (Wkb) zal aangetoond moeten worden, dat er gebouwd is in overeenstemming met het Bouwbesluit. De belangrijkste taak hierin ligt bij de bouwer. In zijn kwaliteitsmanagementsysteem legt hij zijn controles transparant en reproduceerbaar vast. Dit zal op effectieve en efficiënte wijze moeten gebeuren om het systeem goedkoop (dus betaalbaar) te houden. Uitgangspunt is dus dat de controles passend in het ontwerp- en uitvoeringsproces worden uitgevoerd en dat de eisen op efficiënte wijze worden vastgesteld en vastgelegd. Dat laatste betekent inzichtelijk, digitaal en gemakkelijk te verwerken tot het dossier dat naar de gemeente wordt gezonden. Het op deze wijze aantonen van de

Bouwbesluitkwaliteit zorgt ervoor dat ook de rol van de onafhankelijke kwaliteitsborger (KB) beperkt (en dus betaalbaar) blijft.

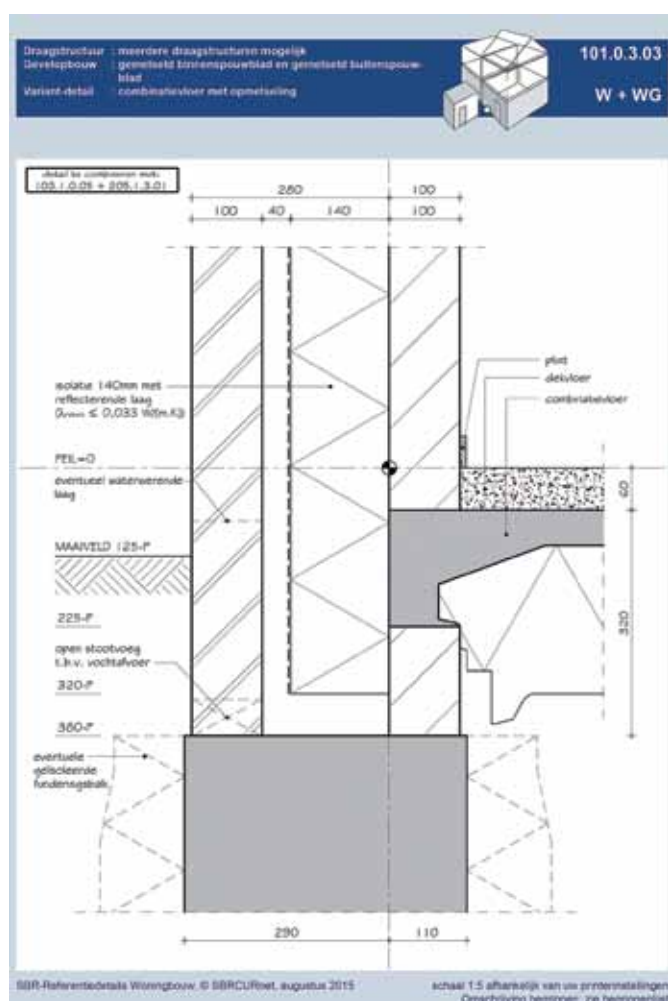
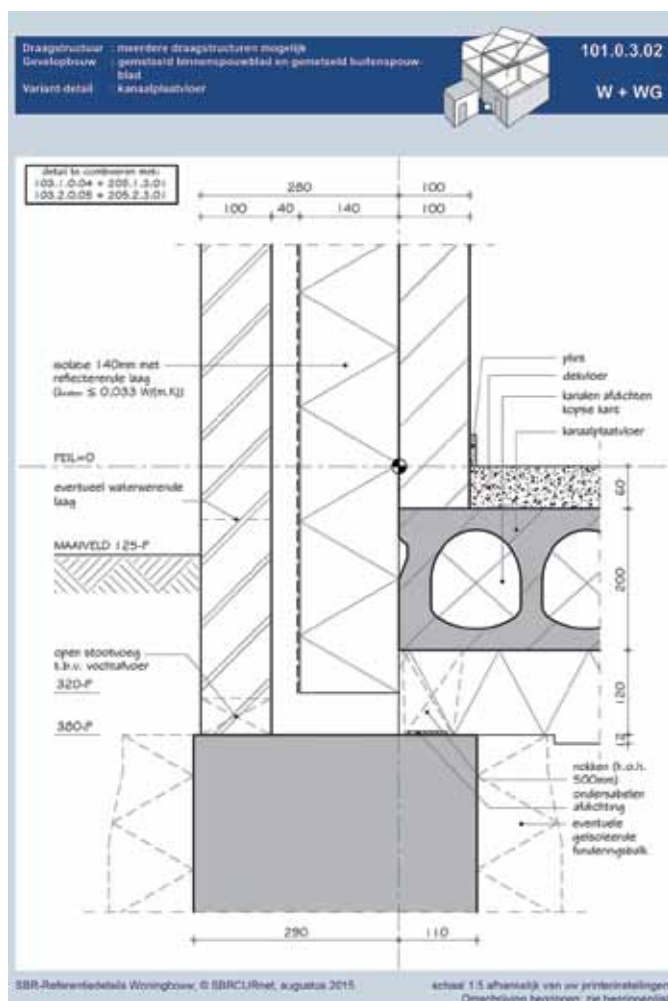
Als 'tool' zullen vooral 'checklists' worden ingezet. Deze 'checklists' zullen door de uitvoerders van de controles moeten worden ingevuld en worden al dan niet steekproefsgevijs gecontroleerd door de KB. In de checklists is opgenomen: wat is vastgesteld, hoe is het vastgesteld, wie heeft het vastgesteld, wanneer is het vastgesteld.

Opbouw dossier

Naar verwachting worden de checklists en het achterliggend bewijsmateriaal digitaal opgeslagen en zijn in te zien door de KB en de Instrument beheerder. Een deel van dit dossier, de gegevens omtrent constructieve en brandveiligheid, zullen naar de gemeente worden gestuurd in verband met hun taken rondom omgevingsveiligheid. Mede op basis van dit dossier zal de KB de as-built verklaring afgeven en aan de vergunninghouder verstrekken, die deze verklaring (tezamen met het dossier voor de gemeente) aan het Bevoegd Gezag (gemeente) moet verstrekken. Daarna mag het project in gebruik worden genomen.

Onderdeel	Wat	Hoe	Wie	Wanneer
Heipalen				
Berekening (BB art. 2.2)	Correct	Controleberekening	P. Constructeur	3-2-17
Fabricage	Conform (Cf) BRL	Kwaliteitsverklaring	Firma Heipaal	10-5-17
Opslag	Cf werkinstructie BRL	Visuele controle(foto)	J. Uitvoerder	8-6-17
Maatvoering	Cf palenplan d.d. 6-1-17	Controle	K. Maatvoerder	14-6-17
Heien (heiblok)	Cf instructie constructeur	Verklaring heier	J. Uitvoerder	15-6-17
Kalender	Cf instructie constructeur	Kalenderstaat	H. Heiopzichter	15-6-17
Koppensnellen	Cf instructie constructeur	Visuele controle (foto)	J. Uitvoerder	17-6-17
Funderingsbalk				
Berekening (BB art. 2.2)	Correct	Controleberekening	P. Constructeur	3-2-17
Werkvloer	Cf instructie constructeur	Visuele controle (foto)	J. Uitvoerder	21-6-17
Wapening levering	Cf tekening	Visuele controle/bon	J. Uitvoerder	21-6-17
Wapening vlechten	Cf tekening	Kwaliteitsverklaring	Firma Vlechter	23-6-17
Bekisten (dekking)	Cf tekening	Visuele controle (foto)	J. Uitvoerder	25-6-17
Storten beton	Cf instructie constructeur	Visuele controle	M. Inspecteur	28-6-17
Ontkisten (beschadigen)	Correct	Visuele controle (foto)	J. Uitvoerder	29-6-17
Begane grondvloer				
Berekening (BB art. 2.2)	Correct	Controleberekening	P. Constructeur	3-2-17
Plaatverdeling	Cf ontwerp	Controle	G. Bouwprocesmanager	5-2-17
Levering	Cf BRL	Kwaliteitsverklaring	Firma Prachtvloer	30-6-17
Opslag	Cf werkinstructie BRL	Visuele controle (foto)	J. Uitvoerder	1-7-17
Maatvoering leggen	Cf tekening	Controle	K. Maatvoerder	3-7-17
Afwerken	Cf werkinstructie BRL	Visuele controle (foto)	J. Uitvoerder	4-7-17

Renvooi: BB = bouwbesluit, BRL = beoordelingsrichtlijn



Een ontwikkeling die inmiddels is ingezet, is het opnemen van deze checklists in het Bouwinformatiemodel (BIM). Deze checklists worden dan gekoppeld aan de specificaties

vastgelegd in de BIM applicaties (als Revit en Archicad) en aan het 3D-model (tekening). Door te klikken op een bepaald onderdeel van het 3D-model worden deze checklists vanuit

de centrale database ontsloten. Het Rijksvastgoedbedrijf bijvoorbeeld vraagt in haar PPS contracten aan te tonen dat aan het contract wordt voldaan. Door inzet van BIM in combinatie met een zorgvuldige procesplanning (system engineering) kan op een efficiënte manier aan deze aantoonplicht (als onderbouwing van de as-built verklaring) worden voldaan. Echter PPS-contracten worden vooral bij grote complexe projecten gebruikt. Woningbouwers ontwikkelen momenteel voor deze nieuwe wet betaalbare 'light' versies van bovengenoemde tools.

Bron checklists: ing. S.L. (Lieke) Nieman concept afstudeerscriptie TU Eindhoven, 2016.

Serie over bouwtechnisch ontwerpen

Dit artikel is de vierde publicatie in een reeks over bouwtechnisch ontwerpen (detaileren). Deze artikelen proberen een brug te slaan tussen de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) en de bouwpraktijk. De wet beperkt zich tot het voldoen aan de bouwregelgeving, echter bouwkwiteit is breder. Het gaat erom dat wordt voldaan aan de verwachtingen van de klant. Belangrijk verschil met de huidige praktijk is, dat de bouwver moet aantonen (en dus vastleggen) dat wordt voldaan! Naar de klant door te laten zien dat er conform de afspraken (contract) en goed- en deugdelijk werk is gebouwd. Naar het bevoegd gezag door aan te tonen, via

de onafhankelijke kwaliteitsborger, dat het project voldoet aan het Bouwbesluit. Deze kwaliteitsborger zal op basis van betrouwbare informatie, die vooral door de bouwver aangeleverd wordt, zijn 'as-built' verklaring afgeven aan het bevoegd gezag.

Eerder verschenen artikelen:

- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 10, 2015: 'Integraal en in samenhang'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 12, 2015: 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 1/2 2016: 'Een detail is geen kleinigheid'

Informatie over de auteur

Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut voor Bouwkwiteit.

Geveldetailering: basis voor een gezond binnenklimaat

De schil van een gebouw moet het binnenmilieu beschermen tegen weersinvloeden en zorgen voor een gezond en comfortabel binnenklimaat. Het bieden van weerstand tegen regen, sneeuw, wind, koude en hitte is in het Nederlandse klimaat een uitdaging. Daarnaast willen bewoners ook bescherming tegen invloeden van buiten (zoals geluid) en van binnen (zoals vocht). In Bouwbesluit 2012 zijn veel basiseisen opgenomen om hieraan te voldoen. Maar ook niet in het Bouwbesluit opgenomen criteria zoals comfort en onderhoud verdienen aandacht.

Tekst Drs. ing. Harry Nieman

In Bouwbesluit 2012 staan veel basiseisen om bescherming te bieden tegen invloeden van buitenaf en te zorgen voor een gezond binnenklimaat. Denk hierbij aan de eisen aan de constructieve veiligheid, sociale veiligheid (weerstand tegen inbraak), geluidwering, waterdichtheid (en regenwering), vermijden van koudebruggen, daglichttoetreding, (spui-) ventilatie, toegankelijkheid, luchtdichtheid, isolatie, zonwering, rookgasafvoeren. Ook de niet in het Bouwbesluit opgenomen criteria, zoals comfort en onderhoud, dienen aandacht te krijgen. Kortom, veel eisen die integraal en in samenhang moeten worden ontworpen en beoordeeld. Bovendien is de gevel het 'gezicht' van het gebouw en zal de architect hierop zijn stempel willen drukken.

Programma van Eisen

In eerdere artikelen is al aandacht besteed aan robuust maatvoeren: houd rekening met toleranties in de bouw. Het samenstellen van de gevel vraagt werkruimte en kleine maatafwijkingen zijn met de huidige bouwmethoden nauwelijks te vermijden. Belangrijk is dat de maatvoering van de details 'geknoopt' is aan de hoofdmaatvoering (stramien lijnen en hoogte- en gevelmaatvoering). Bij de SBR referentiedetails zijn vele adviezen voor de ontwerpers, werkvoorbereiders en uitvoerders opgenomen. De gebruikte begrippen zijn gestandaardiseerd, zodat discussies worden vermeden.

Voordat het ontwerp wordt gestart, moet het Programma van Eisen (PVE) zorgvuldig worden opgesteld. Dit PVE is het stuur- en borgingsdocument voor het ontwerp. Daarna worden concepten binnen het creatieve proces ontwikkeld. Het vaststellen van het ener-

gieconcept, het brandveiligheidsconcept en het uitvoeringsconcept geeft handvatten voor de ontwerper en de bouwer. Omdat deze concepten in een zeer vroeg stadium van het ontwerpproces nodig zijn, moet er brede expertise aanwezig zijn.



De schil van een gebouw moet het binnenmilieu beschermen tegen weersinvloeden en zorgen voor een gezond en comfortabel binnenklimaat.



Het luchtdicht afwerken van de gebouwschil is precisiewerk. Het aantonen dat de vereiste luchtdichtheid is gerealiseerd is relatief eenvoudig mogelijk met een blowerdoortest.

Het energieconcept stelt eisen aan de isolatiewaarden van de gevel en het niveau van de gewenste luchtdichtheid. Ook de installaties bepalen mede het ontwerp van de gevels (en daken). Denk aan zonnepanelen, doorvoeren, kozijnafmetingen, ventilatie (zomer-nachtventilatie) en zonwering. Het energieconcept is belangrijk voor het efficiënt ontwerpen van de installatie infrastructuur, zoals schachten en opstelplaatsen. Het brandveiligheidsconcept levert informatie over de compartimentering en de vluchtwegen. Belangrijk voor de gevel is de verticale compartimentering. De WBDBO-eisen van 60 minuten kunnen consequenties hebben voor bijvoorbeeld het glas dat moet worden toegepast. Ook van belang is de bijdrage tot de brandvoortplanting voor de buiten- en binnenzijde van de gevels. En het uitvoeringsconcept legt vast hoe er (consequent) gebouwd gaat worden. Met die uitgangspunten kan de ontwerper aan de slag!

Ontwerp

De ontwerper heeft bij het ontwerpen van de gevel verschillende Bouwbesluitberekeningen nodig, zoals de energieprestatieberekening, de milieuprestatieberekening, de ventilatieberekening, de berekening van de verdunningsfactor, de daglichtberekening en de berekening van de geluidwering. De constructeur geeft aan op welke wijze de gevel de krachten afdraagt aan de hoofd draagconstructie (het casco). Ook de checklist veilig onderhoud, de toegankelijkheidseisen en afspraken over onderhoud worden door de ontwerper meegenomen. Deze lijst is lang en complex en vraagt om teamwork en system engineering (of eenvoudig gezegd: fasegewijs werken, van

grof naar fijn werken, risico's analyseren en beheersen, beslissingen zorgvuldig nemen en vastleggen). De checklist bij dit artikel heeft dan ook een plek in dit systeem en wordt tevens fasegewijs toegepast.

Enkele vuistregels

Ontwerp is mede gebaseerd op kennis van de mechanica en de bouwphysica. Veel van deze kennis is uitgewerkt in referentiedetails en technische oplossingen die hun waarde in de praktijk hebben bewezen. Daarnaast zijn er vuistregels waarop we kunnen voortbouwen. Bijvoorbeeld het ontwerpen van de luchtpouw. Ontwerp deze op ten minste 40 mm, dan kan de metselaar zijn stenen zorgvuldig leggen.

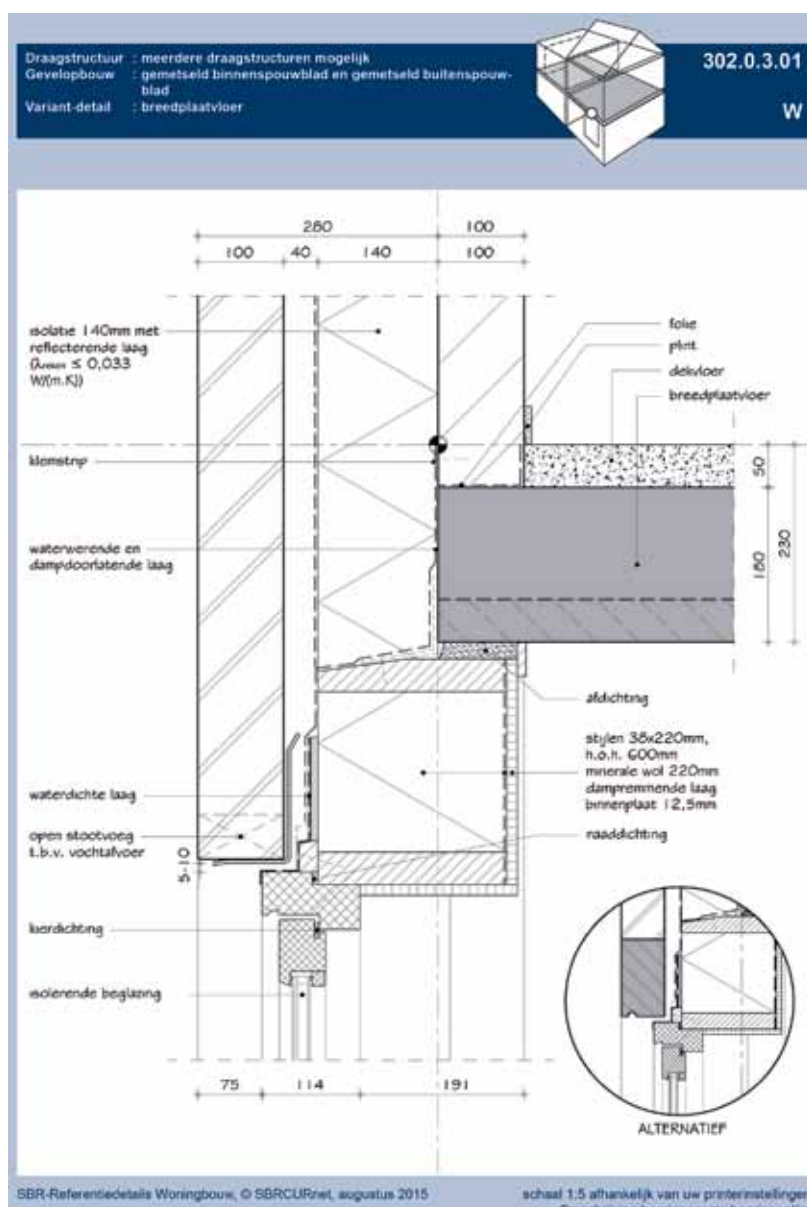
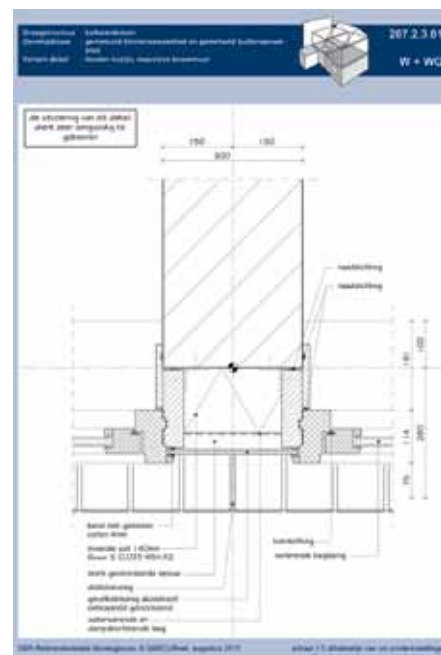
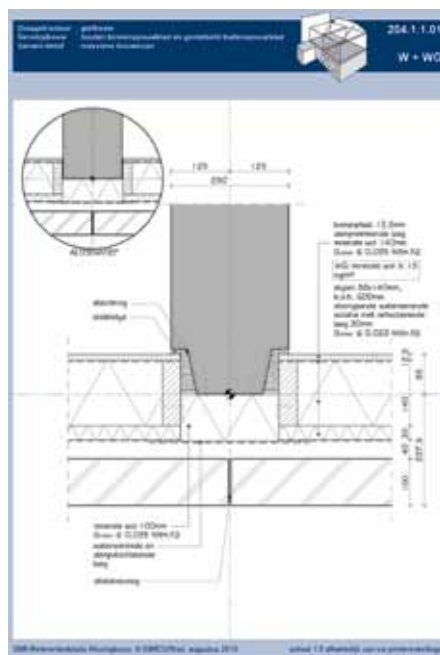
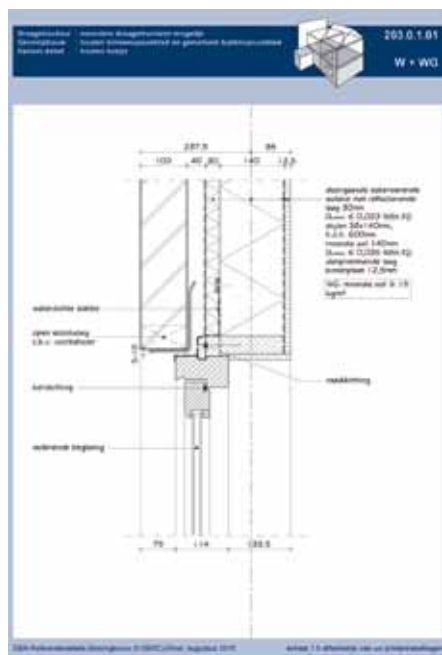
In de details hoort een luchtdichting aangegeven te zijn. Ontwerp deze in een aanslag, in één vlak, zo dicht mogelijk aan de warme zijde van de schil en houd rekening met de bewegingen in de schil en stem daar het dichtingsmateriaal op af. Onder invloed van de temperatuur (en vocht) 'werkt' een constructie; houd daar ook rekening mee. De Koninklijke Nederlandse baksteenindustrie geeft op haar website (knb-keramiek.nl) tips voor het ontwerpen en aanbrengen van dilatatie's. Het aanbrengen van waterdichte lagen is verder een kunst die we in Nederland zouden moeten beheersen. Basiseisen blijken echter in de praktijk achterwege gelaten te worden. Dakpansgewijs de lagen uitwerken, voldoende hoog opzetten, de onderlinge verbindingen zorgvuldig waterdicht maken, rekening houden met de materiaaleigenschappen: het is basis bouwkunde, waarvan de kennis algemeen beschikbaar is.

Uitvoeringsaspecten

Als het ontwerp goedgekeurd is, start de werkvoorbereiding. Belangrijk is dat nauwgezet het ontwerp gevolgd wordt. Inkoopers, werkvoorbereiders en uitvoerders krijgen vaak alternatieven aangeboden. In het uitvoeringsstadium is het niet verstandig hierop in te gaan. De consequenties zijn voor de betrokkenen vaak niet te overzien en kunnen leiden tot kwaliteitsproblemen.

De werkvoorbereider zal niet alleen de materialen bestellen en onderaannemers contracteren, maar moet ook afspraken maken over toleranties, werkinstructies, startgesprekken, het aantonen dat het materiaal (product) of het werk correct is. In de checklists is vaak aangegeven dat de kwaliteit met behulp van een kwaliteitsverklaring (KV) van het product of proces moet worden aangetoond. Vanzelfsprekend kan dat ook anders, maar dat is vaak niet efficiënt. Belangrijk is dan wel dat gecontroleerd wordt dat de KV actueel is, behoort bij het product of de dienst en dat om de keten te sluiten de werkinstructie van het product weer input is voor de onderaannemer of installateur die het product verwerkt.

Het nieuwe stelsel van kwaliteitsborging heeft het risico in zich dat er een 'papierwinkel' ontstaat. Daarom zal het aantonen en vastleggen dat wordt voldaan aan de gestelde eisen, op een effectieve en efficiënte manier moeten worden geregeld. Bij de inkoop van materialen en het contracteren van onderaannemers en installateurs moet goed worden geregeld. Zo zullen bij de oplevering de revisietekeningen direct leverbaar moeten zijn.



Enkele uitvoeringstips

Leg het maatvoeringssysteem vast, inclusief de toleranties en zorg voor controleprotocollen. Het isolatiemateriaal wordt opgenomen in constructies en is achteraf alleen met infrarood foto's te controleren. Het opnameprotocol, dat binnen het Lenteakkoord is ontwikkeld en via de website van ISSO beschikbaar is, zorgt voor de kwaliteitsborging van het totale energieconcept en is een onmisbare hulp om aan te tonen dat aan de afspraken, vastgelegd in de EPC-berekening, wordt voldaan. Voor het isoleren betekent dat het inkopen van de juiste isolatiematerialen, zorgvuldige instructie en het vastleggen van de geleverde kwaliteit met foto's. Vanzelfsprekend is ook het maken van een infrarood foto een bewijs dat de isolatie goed is aangebracht. Het waterdicht aansluiten van de geveldoorbrekingen vraagt om de juiste materialen, werkruimte, zorgvuldige maatvoering, instructie en controle. Afspraken over volledig afronden van werkzaamheden en aantonen dat de afgesproken kwaliteit is geleverd zal standaard moeten worden. Een voorbeeld is het glas zetten: direct na het plaatsen van het glas in zorgvuldig schoongemaakte sponningen, moeten de dichtingen aangebracht worden om vervuiling te voorkomen. Het luchtdicht afwerken van de gebouwschil is precisiewerk. De juiste materialen moeten beschikbaar zijn en de maatvoering moet zodanig zijn dat de maximaal toelaatbare vervorming van het dichtingsmateriaal niet wordt overschreden. Let ook op de goede werking van het hang- en sluitwerk: dat is mede bepalend voor een goed eindresultaat. Het aantonen dat de vereiste lucht-

dichtheid is gerealiseerd is relatief eenvoudig mogelijk met een blowerdoortest.

Aantoonbaarheid

Elke bouw start bij het opzetten van een risicoanalyse gevolgd door een inspectieplan. Onderdeel van het opstellen van het inspectieplan is het selecteren van de checklists en

controleprotocollen die van toepassing zijn op het betreffende project. De bij dit artikel opgenomen checklists zijn bestemd voor een grondgebonden woningbouwproject met als bouwmethode stapelbouw. Fasegewijs vaststellen of de uitgangspunten zijn gerealiseerd, zoals het controleren van de details, is onderdeel van dit proces. Uitgangspunt is

dat wanneer de uitvoering start, de detaillering correct en compleet is en dat bijvoorbeeld ook de 'moeilijke' details beschikbaar zijn. De werkvoorbereiding en de uitvoering moeten ervan op aan kunnen dat het ontwerp compleet en correct is en dat zij niet op dat vlak moeten bijsturen. In de checklists wordt vaak verwezen naar controleprotocollen, die

OCL 300: Gevelsluiting (dichte delen)								
N.	Fase	BB	Onderdeel	Wat	Hoe / Norm	Wie	Waarmee	Wanneer
1	5	2.2	Ontwerp (architect/constructeur)	Eis : niet bezwijken	NEN-EN-1992/1996/ SBR referentiedetails	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 305	
2	5	5.3	Warmteweerstand	Eis : $R_c \geq 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ of eis EPC	NEN 1068	Werkvoorbereider (bouwer) of bouwfysicus	CP 306 en evt. controle-berekening met de SBR-Rc tool	
3	5	6.17	Berekening hwa (installateur)	Voldoende capaciteit	NTR 3216/ NEN 3215 berekening	Werkvoorbereider	CP 603	
4	5	2.2 / 5.3	Fabricage binnen spouwblad	Cf BRL 1001	KV+ aflever bon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 301	
5	5	5.3	Fabricage isolatie	Cf BRL 1304	KV + aflever bon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 301	
6	5	2.2	Fabricage buiten spouwblad (baksteen)	Cf werk-instructie BRL	KV + aflever bon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 302	
7	6	2.2 / 5.4	Montage binnen spouwblad	Cf BRL 1007	Visuele controle	Uitvoerder	CP 301	
8	6	5.3	Aanbrengen isolatie	Cf werkinstructie NPR 2068	Visuele controle	Uitvoerder	CP 302 En evt. Infrarood foto)	
9	6	2.2 / 3.21	Metselen en voegen buiten spouwblad	Cf werk-instructie BRL 2826 NPR 2652: Waterdicht	KV metselbedrijf + visuele controle	Uitvoerder	CP 302	
10	6	6.17	Montage hwa	Cf tekening	Visuele controle	Uitvoerder	CP 401	

Bron: concept afstudeerscriptie ing. S.L. (Lieke) Nieman.

Renvooi : QCL = Quality Check List

CP = Controle protocol (keuringslijst)

Serie over bouwtechnisch ontwerpen

Dit artikel is de zesde publicatie in een reeks over bouwtechnisch ontwerpen (detailleren). Deze artikelen proberen een brug te slaan tussen de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) en de bouwpraktijk. De wet beperkt zich tot het voldoen aan de bouwregelgeving, echter bouwkwaliteit is breder. Het gaat erom dat wordt voldaan aan de verwachtingen van de klant. Belangrijk verschil met de huidige praktijk is, dat de bouwer moet aantonen (en dus vastleggen) dat wordt voldaan! Naar de klant door te laten zien dat er conform de afspraken (contract) en goed- en deugdelijk werk is gebouwd. Naar het bevoegd gezag door aan te tonen, via de onafhankelijke kwaliteitsborger, dat het project voldoet aan het Bouwbesluit. Deze kwaliteitsborger zal op basis van betrouwbare informatie, die vooral door de bouwer aangeleverd wordt, zijn 'as-built' verklaring afgeven aan het bevoegd gezag.

Eerder verschenen artikelen:

- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 10, 2015: 'Integraal en in samenhang'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 12, 2015: 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 1/2, 2016: 'Een detail is geen kleinigheid'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 4, 2016: 'Fundering: goed begin is het halve werk'
- Bouwkwaliteit in de praktijk nummer 5, 2016: 'Details woningscheidende wanden en vloeren'

kunnen bestaan uit het vastleggen van de gerealiseerde maatvoering, het vastleggen of de isolatie en de luchtdichtingen goed zijn aangebracht, of naar metingen. Denk aan een infrarood foto, een geluidmeting of een blowerdoortest. Duidelijk moet zijn dat het systeem sluitend is, zodat blijkt dat aan de Bouwbesluiteisen wordt voldaan. De bouw

moet dat aan de kwaliteitsborger kunnen laten zien, zodat deze 'as-built' vast kan stellen dat aan het Bouwbesluit wordt voldaan en dus de 'as-built'-verklaring kan aangeven aan de vergunninghouder, die deze dan verstrekt aan het Bevoegd Gezag.

Daarnaast hanteren veel bouwbedrijven protocollen die bijvoorbeeld vastleggen of

de Arbo-voorschriften worden nagekomen, dat dekvloeren zorgvuldig zijn aangebracht, dat sprake is van goed en deugdelijk stuc- en tegelwerk, enzovoort. Kwaliteitsmanagement gaat verder dan het voldoen aan het Bouwbesluit!

OCL 301: Gevelsluiting (kozijnen)								
N.	Fase	BB	Onderdeel	Wat	Hoe / Norm	Wie	Waarmee	Wanneer
1	3	3.75	Ontwerp (architect)	10% daglicht	NEN 2057	Bouwfysicus	Controle-berekening	
2	3	4.22 /4.27 /3.42	Ontwerp (architect)	Toegankelijkheid 0,85 m x 2,30 m/ hoogteverschil ≤0,02 m (entree) Spuivoorziening 6 dm³/s per m²	Controle mbv. SBR referentiedetails / spuivoorziening NEN 1087	Werkvoorbereider	CP 303	
3	5	3.26/ 2.129	Ontwerp (architect)	Eis : Waterdicht Inbraakwerend	NEN 2778/NPR 2652/controle mbv. SBR referentiedetails / NEN 5096/5087	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303	
4	4	3.3	Berekening geluidwe- ring (adviseur)	Eis : Binnenniveau ≤33dB	Gak berekening cf. NEN 5077/evt. NEN 5077 (meting) in fase 6	Bouwfysicus (meting door meetbureau)	Controle bereke- ning/evt. geluidmeting	
5	4	2.2 /2.4	Berekening lateien (leverancier)	Eis: niet bezwijken	NEN-EN 1990 & 1992-1996	Registertoetser constructief	Controle-berekening	
6	5	5.3	Warmtedoorgang (U-raam)	Eis: $U_{gem} \leq 1,65$ (c.q. eis EPC) W/m²K en Cf BRL 0801	NEN 1068/ KV + afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303	
7	5	5.3	Fabricage kozijnen & deuren	Cf BRL 0801	KV + afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303 + 304	
8	5	3.3 /3.75/5.3	Fabricage glas	Cf BRL 2207	KV+ afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303	
9	5	2.2	Fabricage lateien	Cf BRL 2111	KV+ afleverbon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 302	
10	6	2.2	Montage lateien	Cf werkinstructie BRL	KV metselbedrijf Foto + verklaring onderaannemer	Uitvoerder	CP 302	
11	6	3.26 /5.4	Montage kozijnen & deuren Aandachtspunt: - luchtdichting	Cf werkinstructie BRL 2111 & 2826	Visuele controle	Uitvoerder	CP 303 +304	
12	6	5.4	Glaszetten	Cf werk-instructie BRL/NPR 3577	KV glaszetter + verklaring onderaannemer	Uitvoerder	CP 303	
13	6	3.26	Aanbrengen water- keringen	NEN 2778/ NPR 2652	Visuele controle	Uitvoerder	CP 303	
14	6	5.4	Controle luchtdicht- heid	EPC-berekening	NEN 2686	Meetbureau	Blowerdoortest	

Bron: concept afstudeerscriptie ing. S.L. (Lieke) Nieman.

Renvooi : QCL = Quality Check List

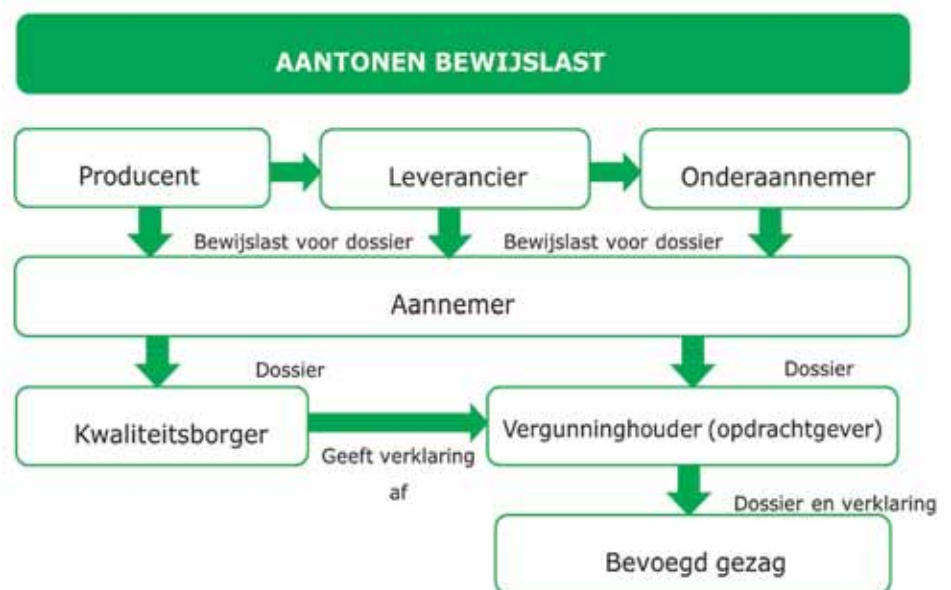
CP = Controle protocol (keuringslijst)

 Informatie over de auteur
Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut
voor Bouwkwiteit.

Impact Wet kwaliteitsborging op de leverancier

Wat betekent de Wet kwaliteitsborging voor de leverancier, onderaannemer en producent? Hoe kan de leverancier de bouwer ondersteunen en van de nodige gegevens voorzien? Patricia Meijerink van Nieman Kwaliteitsborging te Zwolle voerde een afstudeeronderzoek uit om hierop meer grip te krijgen.

Tekst ing. Patricia Meijerink



Met de komst van de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen verschuift de focus van het verkrijgen van een vergunning, naar het kunnen aantonen dat het opgeleverde project de vooraf overeengekomen kwaliteit heeft. Bouwpartijen krijgen meer verantwoordelijkheid voor eigen kwaliteit. Met de komst van de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen is dit straks de dagelijkse werkelijkheid. Dat vraagt om anders te kijken naar het bouwproces. Tijdens een aantal pilotprojecten en het opstellen van het bijbehorende opleverdossier werd duidelijk dat de rol van de leveranciers en onderaannemers de nodige aandacht vraagt. Deze partijen staan doorgaans verder van het bouwproces af, maar zullen in de toekomst wel steeds vaker een cruciale rol gaan spelen in het leveren van bewijslast aan

de bouwer en in het dragen van verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid.

Wet kwaliteitsborging voor het bouwen

Naar verwachting wordt in 2018 de Wet kwaliteitsborging van kracht. De aanvrager van de omgevingsvergunning voor het bouwen is primair verantwoordelijk om aan te tonen dat het bouwwerk voldoet aan de eisen uit Bouwbesluit 2012. De bewijslast hiervoor zal over het algemeen worden aangeleverd door de bouwer (daarin ondersteund door andere betrokken partijen). Een onafhankelijke kwaliteitsborger ziet er op toe dat het bouwwerk daadwerkelijk aan de eisen uit het Bouwbesluit voldoet. De kwaliteitsborger geeft aan de vergunninghouder een verklaring af op het moment dat er een gerechtvaardigd vertrou-

wen is dat het bouwwerk voldoet aan het Bouwbesluit.

Het is voor de bouwer onmogelijk om dit dossier alleen samen te stellen. Leveranciers, producenten en onderaannemers kunnen de bouwer ontzorgen door de meer specialistische input over de producten aan te leveren.

Nulmeting

Tijdens het afstudeeronderzoek is onderzocht wat de impact van de Wet kwaliteitsborging op de leverancier, onderaannemer en producent zou kunnen zijn. Om dit te beoordelen is bij een aantal leveranciers, onderaannemers en producenten een nulmeting uitgevoerd. Het onderzoek heeft geresulteerd in een uitgewerkt handboek dat Nieman Kwaliteitsborging hanteert bij het voorbereiden van leveranciers, onderaannemers en producenten die

meer grip willen krijgen op de borging van kwaliteit, zowel op product als op procesniveau. Een onderdeel van het handboek is de nulmeting. Deze nulmeting geeft inzicht in waar de desbetreffende organisatie staat en wat de actiepunten zijn. De uitkomsten van de nulmeting resulteren in een gericht actieplan. Het handboek en de bijbehorende nulmeting zijn niet alleen gericht op producten, maar richten zich ook op de processen en de personen die werkzaam zijn binnen het bouwproces.

Bouwbesluitkennis

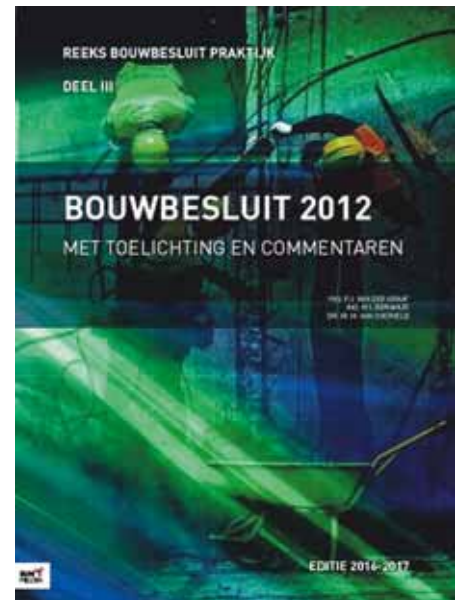
Uit het onderzoek is gebleken dat de veranderende rol van de leveranciers, producenten en onderaannemers meer kennis van Bouwbesluit 2012 vraagt. Dit is nodig om de bouwver van de gevraagde bewijslast te kunnen voorzien en om daarover advies te kunnen geven. Wanneer deze kennis in onvoldoende mate binnen de organisatie beschikbaar is, moeten medewerkers worden opgeleid, of zal die kennis extern moeten worden ingehuurd.

Te verwachten ontwikkelingen

Tijdens het afstudeeronderzoek zijn diverse gesprekken gevoerd met bouwers. De verwachting is dat de bouwver na invoering van de Wet kwaliteitsborging meer van leveranciers gaat vragen. Daarbij kan worden gedacht aan het aanleveren van ingevulde keurlijsten, foto's waarmee wordt vastgelegd dat de ge-

vraagde kwaliteit daadwerkelijk is gerealiseerd en langere garantietermijnen. De kans bestaat dat de leverancier niet meer alle producten wil aanleveren in de nieuwe situatie, omdat hij niet de (langere) garantie kan aanbieden waar de bouwver om vraagt. Het verlenen van een langere garantieperiode valt of staat immers met de kwaliteit van het product. Ook willen verschillende leveranciers alleen langer garant staan voor de kwaliteit van het product als de leverancier ook in de uitvoering betrokken blijft bij de verwerking van het product. De juistheid van de verwerking en kwaliteit van de uitvoering is daarvoor immers cruciaal.

In de huidige situatie verschilt het per leverancier in hoeverre hij de bouwver ondersteunt bij het leveren van de bewijslast, dat wordt voldaan aan het Bouwbesluit. Verschillende leveranciers leveren alleen het product aan. Maar er is ook een aantal leveranciers die advies geven tijdens de ontwerpfase, een deel van het bouwproces begeleiden, metingen uitvoeren en langere garantietermijnen aanbieden. Wij verwachten dat op termijn de leveranciers een steeds grotere rol gaan spelen op de bouwplaats en zodoende steeds meer invloed gaan uitoefenen op de bouwverkwaliteit. Alleen zo kunnen zij garant staan voor hun product en er verantwoordelijkheid voor nemen dat hun product (in samenhang met de andere bouwproducten) voldoet aan het Bouwbesluit.



Praktijkvoorbeeld

Tijdens het afstudeeronderzoek is een project bezocht waarbij illbruck als producent reeds intensief betrokken is bij ontwerp- en uitvoering van het project 'De Winthont te Utrecht'. Tijdens dit project is gewerkt volgens de voorwaarden uit het Luchtdicht Garantplan. Om voor het Luchtdicht Garantplan in aanmerking te komen moeten de producten zijn aangebracht door een Luchtdicht Garantplan partner. Illbruck werkt intensief samen met geselecteerde applicateurs, waardoor het totale proces is geborgd en het mogelijk is geworden om langer garantie te geven.

Dit project is uitgevoerd door onder andere Seal Force. Zij zijn opgeleid tot illbruck applicateurs. Tijdens dit project heeft illbruck tussentijdse controles uitgevoerd en beoordeeld of Seal Force de producten volgens de verwerkingsinstructies heeft verwerkt. Vervolgens zijn de waarnemingen en conclusies vastgelegd in het inspectierapport en afgegeven aan de bouwver. Op deze wijze hoeft de bouwver de keuring niet meer uit te voeren, kan het rapport worden toegevoegd in het opleverdossier en worden afgegeven aan de kwaliteitsborger.

Doordat de leverancier betrokken is tijdens het gehele bouwproces kunnen faalkosten worden verminderd, wordt de bouwver ontzorgd, zal de kwaliteit worden verbeterd en kunnen langere garantietermijnen worden aangeboden.



Verwerking van het product vastleggen door middel van foto's en keurlijsten. Deze bewijslast wordt toegevoegd aan het opleverdossier.

Informatie over de auteur
Ing. Patricia Meijerink is werkzaam als junior specialist bij Nieman Raadgevende Ingenieurs en Nieman Kwaliteitsborging te Zwolle.
p.meijerink@nieman.nl.

Integraal en in samenhang

Bij de nieuwe wet voor de kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) behoort een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB), waarin een aantal onderwerpen uit de wet wordt uitgewerkt. In deze AMvB, die nog van een beknopte naam moet worden voorzien, wordt gesteld dat de kwaliteitsborging integraal en in samenhang moet worden uitgevoerd. Dit artikel gaat in op welke wijze dat kan worden waargemaakt.

Tekst drs. ing. Harry Nieman



Een 'instrument' voor kwaliteitsborging (zie de Wkb) is niets anders dan een kwaliteitsmanagementsysteem, dat gebaseerd is op risicomanagement. Elk systeem kent aandacht voor het proces, het product en de persoon. Om te borgen dat integraal en in samenhang wordt beoordeeld moet dit dus in het proces worden opgenomen. Vanzelfsprekend moet de persoon, de kwaliteitsinspecteur die de borging uitvoert, voldoende kennis en ervaring bezitten van en met het bouwen en het Bouwbesluit.

Drie niveaus

Integraal en in samenhang kan in drie niveaus worden uitgevoerd: namelijk het gebouw in relatie tot de omgeving, op gebouwniveau en als basis op detailniveau.

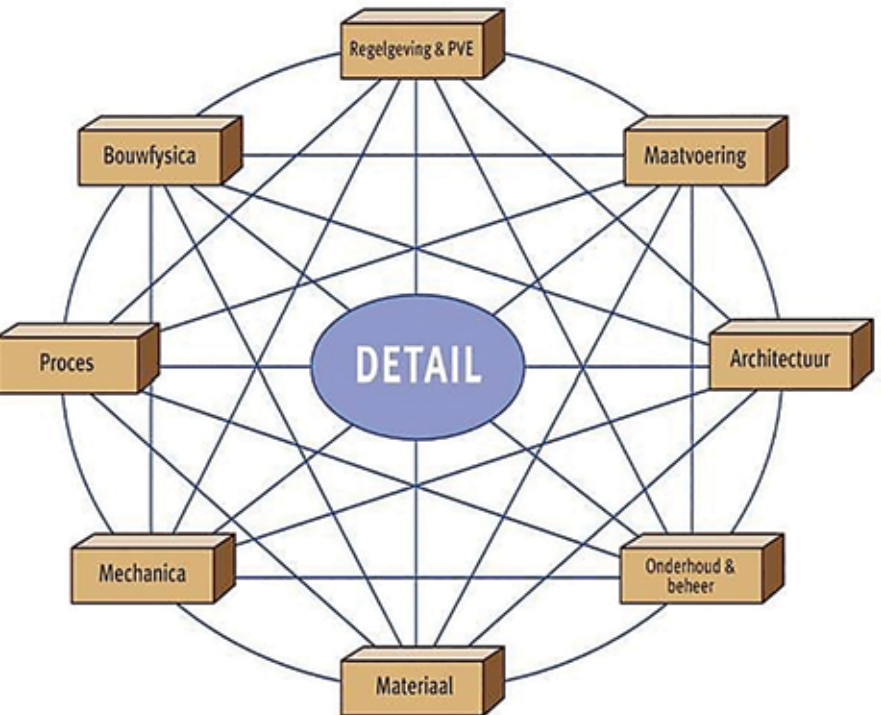
Niveau 1: omgeving

Bouwen heeft effecten op de omgeving. Daarvoor is regelgeving ontwikkeld, dat ordent en toeziet op de inpassing van het gebouw (ruimtelijke ordening) en omgevingsveiligheid (milieu en voorkomen van hinder). Het beoordelen en vergunnen van dit soort aspecten van de omgevingsvergunning is en blijft een taak van het bevoegd gezag. In het Bouwbesluit is de veiligheid voor de omgeving tijdens het bouwen geregeld. Dit is overigens ook een onderwerp dat bij het bevoegd gezag (meestal de gemeente) blijft en niet met een instrument wordt beoordeeld.

Niveau 2: gebouw

De eisen in het Bouwbesluit zijn verdeeld in vier hoofdstukken: eisen op het gebied van veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en energie en milieu. De installatietechnische eisen van deze vier hoofdstukken zijn overigens verzameld in één afzonderlijk hoofdstuk 'installaties'. Deze eisen kunnen effecten op elkaar hebben en moeten daarom in samenhang worden beoordeeld. Enkele voorbeelden:

- voorzieningen voor het vluchten in relatie tot de gebruikskwaliteit (toegankelijkheid);
- voorschriften voor het voorkomen van



Figuur 1. Bouwstenen voor een goed detail

verspreiding van rook, ventilatie en energiezuinigheid;

- constructieve veiligheid en installaties (doorvoeren).

Niveau 3: detailniveau

Bouwwerken worden opgebouwd uit vlakken en knooppunten (bouwtechnische details). De details bepalen de kwaliteit van het gebouw en moeten daarom zeer zorgvuldig ontworpen worden (en vanzelfsprekend tijdens het bouwen goed worden uitgevoerd). In figuur 1 is een beeld gegeven van de relaties tussen de verschillende aandachtsvelden (bouwstenen). Deze bouwstenen moeten in samenhang worden beoordeeld. De figuur toont de relaties tussen deze onderwerpen.

In de praktijk en zeker bij de complexere bouwwerken is een ontwerpteam verantwoordelijk voor het ontwerp. Dit ontwerpteam bestaat vaak uit een architect, constructeur, bouwfysicus, expert brandveiligheid, projectmanager en Bouwbesluitdeskundige. Het team wordt, nadat het energieconcept door de bouwfysicus is uitgewerkt, vaak aangevuld met een installatieadviseur. Dit team behartigt de bouwstenen en moet integrale kennis bezitten. Dat wil zeggen: wat zijn de effecten op de andere bouwstenen?

De Wkb beperkt zich tot het borgen van de eisen in het Bouwbesluit. De Bouwbesluitkwaliteit is echter niet de kwaliteit die de klant (consument) verwacht. De Wkb voorziet daarin door ook de positie van de consument te ver-

sterken, dat wordt vastgelegd in het Burgerlijk Wetboek. De genoemde AMvB gebruikt het begrip integraal om daarmee aan te geven, dat ten minste aan alle eisen van het Bouwbesluit moet worden voldaan. De kwaliteitsinspecteur zal in zijn as-built rapportage moeten verklaren dat dat het geval is. In samenhang is bedoeld om aan te geven dat de procesafspraken in het systeem erin voorzien dat voor de eisen die elkaar beïnvloeden oplossingen worden ontworpen, die dat voorkomen. Daarnaast, en dat is bijna een open deur, moeten de details ook op elkaar zijn afgestemd, dus bij elkaar passen. De SBR referentiedetails geven daarom aan, dat de prestaties alleen in combinatie met andere benoemde details worden behaald.

De praktijk

Enkele voorbeelden ter illustratie van het begrip 'in samenhang'.

Architect

De architect behartigt de bouwsteen architectuur en ontwerpt een gebouw. Hij zal in zijn gevelontwerp bijvoorbeeld rekening moeten houden met daglichtopeningen (kozijnen). In zijn plattegronden moet hij onder andere letten op opstelplaatsen van installaties en vluchtwegen. Vanzelfsprekend zal hij, om de bouwsteen maatvoering correct te behartigen, moeten nadenken over toegankelijkheid, isolatiedikten en energiebesparende maatregelen, die zijn vastgelegd in de EPC-berekening.

Private kwaliteitsborging

Bij zijn materiaalkeuze moet hij weten wat er in de milieuprestatieberekening is opgenomen en wat vanuit het onderhoud gewenst is. Opgemerkt moet worden dat onderhoud geen onderdeel van het stelsel is en wordt, maar wel dat in voorzieningen om te inspecteren en onderhoud te plegen moet zijn voorzien (afdeling 6.12 van het Bouwbesluit).

Constructeur

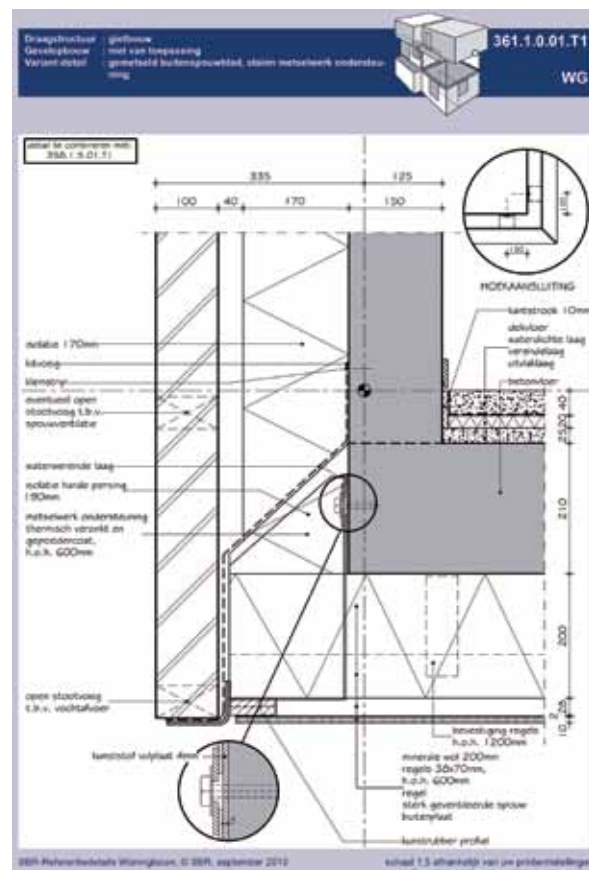
De constructeur zorgt voor de constructieve veiligheid (bouwsteen mechanica). Hij/zij wordt tijdens het ontwerpproces geconfronteerd met brandveiligheidseisen, die consequenties kunnen hebben voor de dekking op de wapening in de beton of op de staalconstructie. Ook het begrip factor van de temperatuur (voorkomen van koudebruggen) moet in zijn/haar ontwerp meegenomen worden. In figuur 3 (SBR referentiedetail 361.1.0.01) staat bijvoorbeeld de hart-op-hart maat van de brackets van de metselwerkdragers vermeld. Verder uit elkaar plaatsen mag, maar wordt de maat kleiner, dan wordt in dit detail niet meer aan de vereiste temperatuurfactor voldaan. De constructeur zou dan kunnen besluiten RVS dragers te gebruiken, die vanwege de lagere warmtegeleiding dicht bij elkaar mogen worden geplaatst.

Bouwfysicus

De bouwfysicus (bouwsteen bouwfysica) bemoeit zich met vele onderwerpen en zal ervoor moeten zorgen dat op tijd in te passen informatie bij de overige teamleden komt. Nog mooier zou zijn als de teamleden direct hun informatie in een ontwerp aangeven. BIM is veelbelovend, maar dit is nog geen praktijk. De bouwfysicus moet in zijn ontwerp (berekeningen en tekeningen) rekening houden met veel Bouwbesluiteisen. Denk aan geluid, binnenmilieu, brandveiligheid, energie en milieu.

Bouwer

De Wkb dwingt partijen om in een vroeg stadium samen te werken, zodat de bouw-



stenen proces, maatvoering, materiaalkeus correct in het ontwerp worden meegenomen. Bij voorkeur is ook de bouwer hier vroegtijdig bij betrokken. De werkwijze van de bouwer moet uitgangspunt zijn. In figuur 2 staan de startfasen van een ontwerp en uitvoeringsproces aangegeven. Elk proces start met het in beeld brengen van de wensen van de klant. Dit wordt vastgelegd in een Programma van Eisen (PVE). Dit is in figuur 1 aangeduid met de bouwsteen regelgeving en PVE. Als een fase in het ontwerpproces wordt afgesloten, moet steeds opnieuw vastgesteld worden of aan deze basisuitgangspunten wordt voldaan.

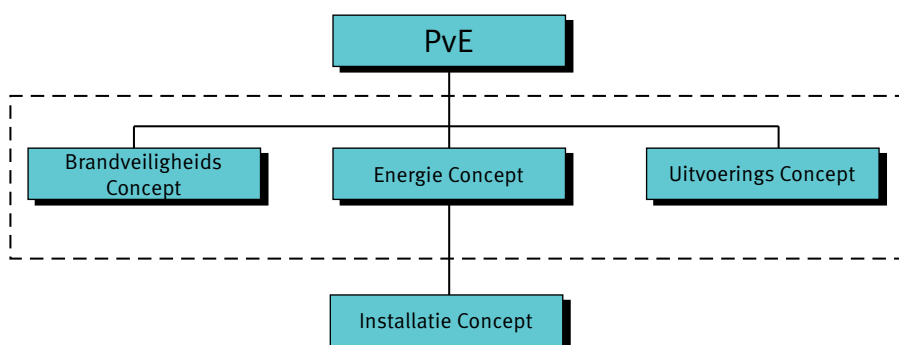
Onderhoud en beheer

De bouwsteen onderhoud en beheer is vaak een 'onderschoven kind', maar is tijdens

de levensfase van een bouwwerk uitermate belangrijk. Wanneer professionele opdrachtgevers zijn betrokken, zullen zij hier in het PVE rekening mee houden. De niet-deskundige opdrachtgever zal daar veel minder op letten. Zijn onderdelen die op termijn vervangen moeten worden, zonder breekkosten te vervangen? Is onderhoud en inspectie goed uit te voeren of zijn dure hoogwerkers of steigers nodig? Een goed consumentendossier (of handleiding voor gebruik en onderhoud) verschaft de consument de nodige informatie, het leveren van een dergelijk dossier dwingt de teamleden om hierover na te denken.

Tot slot

In dit artikel is beknopt aangegeven dat de begrippen integraal en in samenhang consequenties hebben voor het proces van kwaliteitsborging. Het vraagt integrale kennis van het ontwerp- en uitvoeringsteam en van de kwaliteitsborger (-inspecteur). En om een zorgvuldige vastlegging tijdens het proces, zodat de stappen in ontwerp en kwaliteitsborging transparant en reproduceerbaar zijn.



Figuur 2. PVE is noodzakelijk.

Informatie over de auteur
Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut voor Bouwkwiteit.

Met passen en meten word



3D-laserscanner van FARO. De 3D-scangegevens zijn rechtstreeks compatibel met BIM-softwareoplossingen.

Het maatvoeringplan is een belangrijk startpunt voor een ontwerp. In dit plan zijn de belangrijkste maataanduidingen opgenomen, zoals de stramienlijnen, hoogte- en gevellijnen. Daarnaast zijn de hulplijnen, zoals de meterpeilen en de verklepte gevellijn, aangegeven. Bovendien zijn afspraken vastgelegd over toleranties, op welke wijze er gemaatvoerd wordt, controleprotocollen, te gebruiken hulpmiddelen, zoals Total Station, theodoliet, waterpas, op-lood-instrument, enzovoort. In dit artikel uitleg over deze lijnen en het belang van robuust maatvoeren.

Tekst Drs. ing. Harry Nieman

t de meeste tijd versleten

Het maatvoeringplan zal direct bij de start van de ontwerpfase gemaakt moeten worden. Vanzelfsprekend wordt een dergelijk plan van grof naar fijn opgebouwd. De bouwprocesmanager (projectleider/werkvoorbereider) ziet erop toe dat dit plan gemaakt wordt en dat de afspraken doorgezet worden naar het ontwerpteam en later naar de uitvoering. Afspraken over toleranties moeten vastgelegd worden, omdat deze onderdeel van het contract zijn.

Modulair bouwen

In de Nederlandse bouw is het gebruikelijk modulair te ontwerpen en te bouwen. Concreet betekent dit dat er gemaatvoerd wordt met veelvouden van 300 mm. De hart-op-hartmaten (stramienlijnen) voor een rijtjeswoning

zijn bijvoorbeeld 5.400, 5.700 of 6.000 mm. De vloeren hebben een lengte van bijvoorbeeld 8.400 mm (28 x 300 mm). Als voor prefab vloeren wordt gekozen, bijvoorbeeld breedplaat- of kanaalplaatvloeren, dan zijn deze meestal 1.200 mm breed. Zeven platen van 1.200 mm vormen dan weer de totale vloer.

De maat van 300 mm kan weer onderverdeeld worden in 100 en 200 mm. Dit systeem van maatvoeren is vastgelegd in NEN 6000 'Modulaire coördinatie van gebouwen'. Door consequent modulair te ontwerpen blijft de hoeveelheid afval beperkt.

Hulplijnen

Veel hoofdfassen zijn na een bepaalde bouwfase niet meer zichtbaar in de bouw en

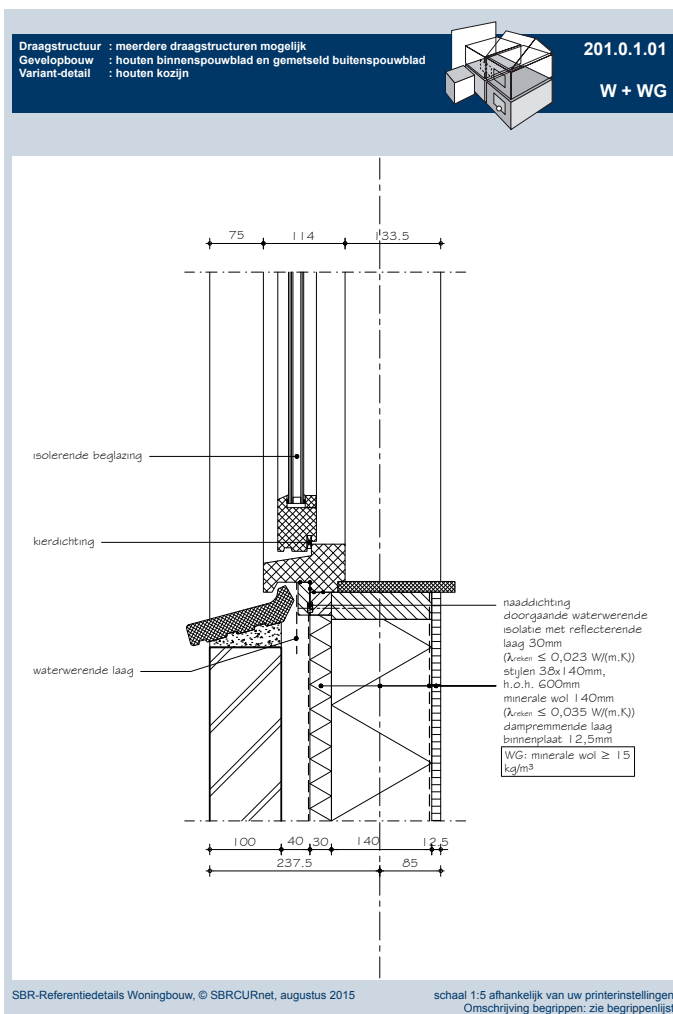
worden daarom 'verklikt'. De stramienlijnen worden bijvoorbeeld overgenomen op de funderingsbalken of de binnenspouwbladen, de gevellijnen die stroken met de buitenzijde van de vloeren worden 0,5 meter naar binnen verklikt en afgetekend op de bouwmuren, zodat de binnenspouwbladen correct kunnen worden geplaatst. De bekendste verklikte lijn is het zogenaamde meterpeil. Deze lijn wordt 1.000 mm boven de afgewerkte vloer op de bouwmuren afgetekend en is belangrijk voor de afwerking (dekvloeren, tegelwerk, inrichting).

Materialen

Veel materialen worden modulair geproduceerd, denk aan prefab beton, dakplaten, pannen. Echter soms wordt een pan uitgeko-



Maatvoering met total station.



Figuur 1a.

zen die niet modulair is. Dat betekent dan bij dakkapellen en dakramen veel zaagwerk en dus afval. De dakkapellen en dakramen zijn namelijk wel op vaste maten (modulair) in het dakvlak opgenomen.

Belangrijk is ook het gegeven, dat in een prefab betonnen vloer op bepaalde plaatsen hoofdwapening is opgenomen. Daar kunnen dan geen sparings worden geprojecteerd. Bekende voorbeelden van sparings zijn het kruipruik en de meterkastbodem. Als bij het ontwerp geen rekening is gehouden met de modulaire maatvoering van de begane grondvloer, dan heeft de bouwer pasplaten nodig om de gewenste plattegrond te realiseren. Deze pasplaten kosten extra tijd en doen afbreuk aan de kwaliteit.

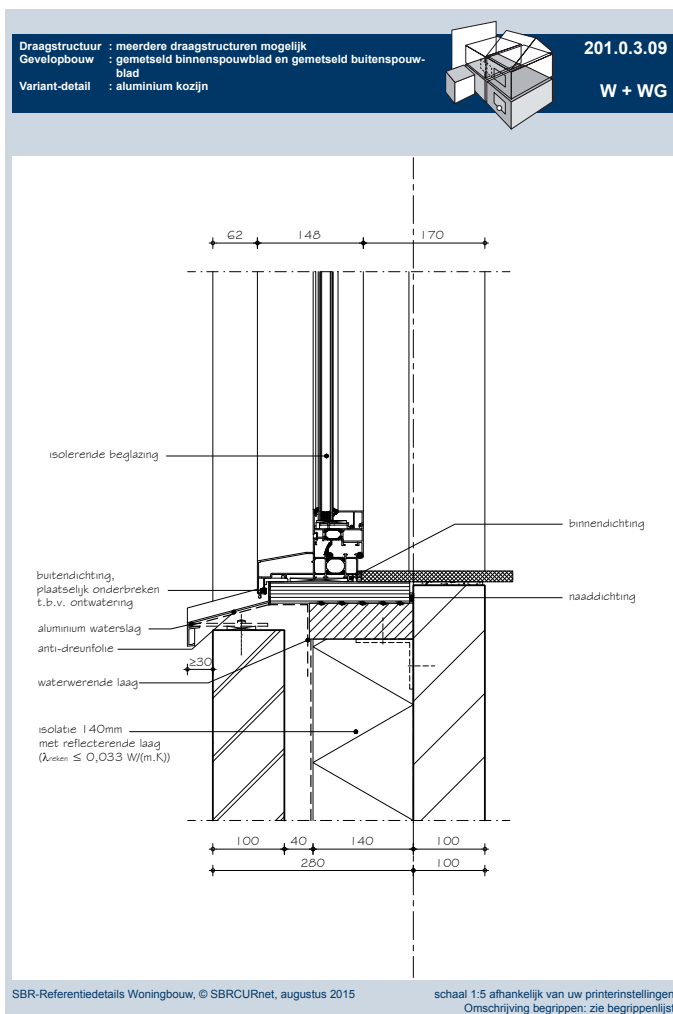
Relatie met Bouwbesluit

In het Bouwbesluit zijn maatvoeringseisen opgenomen. Denk aan de plafondhoogte, afmetingen van het toilet, afmetingen van trappen, vrije doorgang, hoogte van drempels. Dit zijn minimum maten, het is verstandig daarvan bewust te zijn. Als een vloer of wand eenmaal gestort is, is het onmogelijk zonder grote kosten maatvoeringsfouten te herstellen.

Robuust maatvoeren

Ontwerpers moeten rekening houden met toleranties in de bouw. Plus of min 10 mm afwijking is gebruikelijk, hoewel meer nauwkeurige maatvoering tegenwoordig goed mogelijk is (zeker bij prefabricage). Het advies is dan ook aan de 'veilige kant' te blijven. Ontwerp het toilet niet op 900 x 1.100 mm, maar enkele centimeters groter: dan komt de kwaliteitsborger na aanbrengen van de tegels niet tot de conclusie dat de vrije maat tussen de wanden 880 mm is. Met de beste wil van de wereld kan dan niet gezegd worden dat deze 880 mm voldoet aan de breedte-eis uit het Bouwbesluit.

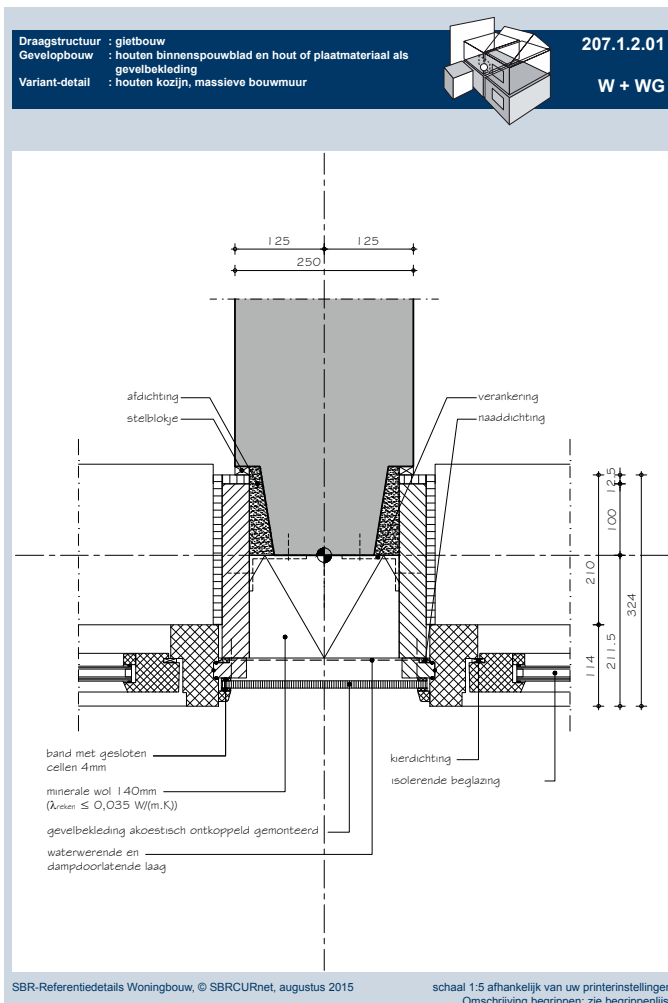
Veel bouwkundige details zijn onvolledig gemaatvoerd. Dat wil zeggen: niet voorzien van maatvoering gekoppeld aan de hoofdmaatvoering. In bijgaande SBR referentiedetails is te zien, dat alle maten gegeven zijn ten opzichte van stramienlijnen, gevellijnen (figuren 1a en 1b: details 201.0.1.01 en 201.0.3.09) of aan de gevellijnen en de stramienlijnen (figuur 2: detail 207.1.2.01) of aan de hoogtelijnen en de gevellijnen (figuur 3: detail 351.0.1.02).



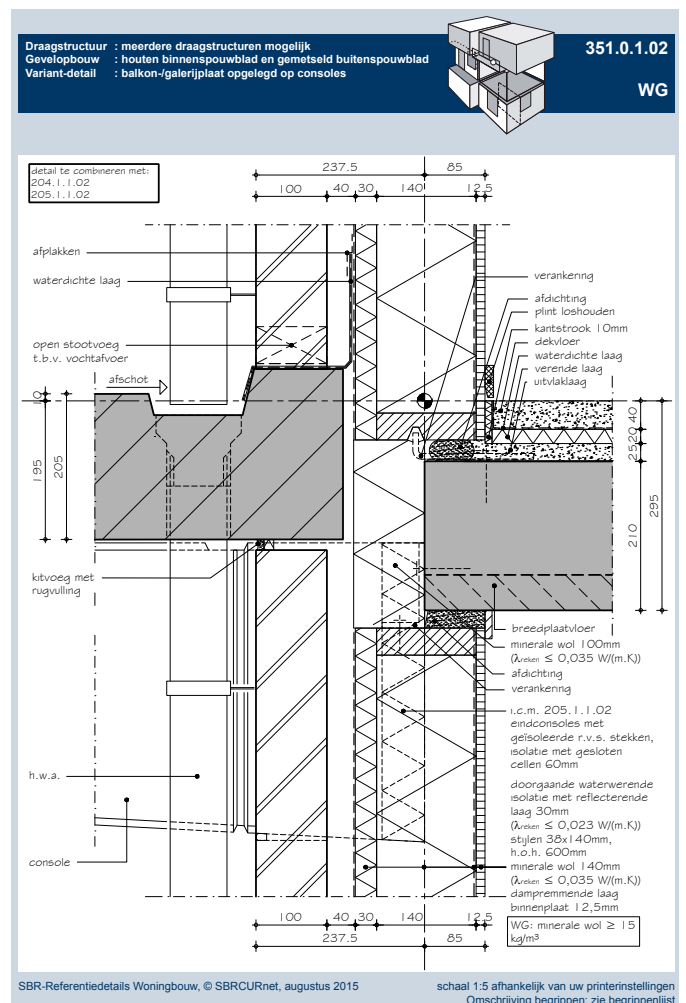
Figuur 1b.

Toegankelijkheid

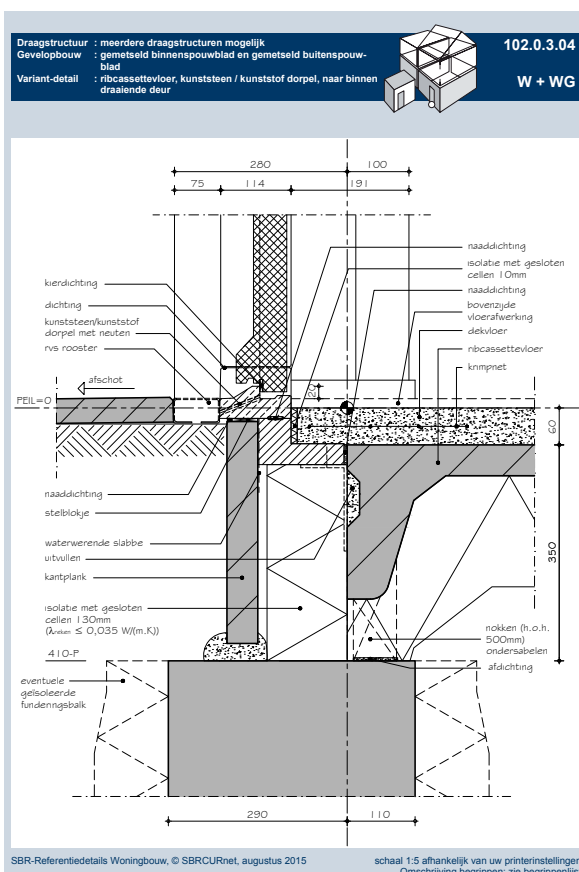
Goede toegankelijkheid van woningen en gebouwen maakt het mogelijk dat mensen langer zelfstandig kunnen wonen en kunnen participeren in de maatschappij. De praktijk wijst uit dat dat vaak niet het geval is. Consumentenorganisaties vragen al jaren om aandacht. Bijgaand SBR detail (figuur 4: 102.0.3.04) laat het bouwtechnisch detail van de onderdorpel van de woningtoegangsdeur zien. Zowel aan de buiten- als aan de binnenzijde mag het hoogteverschil tussen bovenzijde dorpel en de vloer slechts 20 mm zijn (aan de binnenzijde ten opzichte van de afgewerkte vloer). Zorgvuldige maatvoering en uitvoering is dus zeer belangrijk. Geef bijvoorbeeld op tekening 10 of 15 mm hoogteverschil aan, dan zal een beperkte maatafwijking niet direct leiden tot niet voldoen aan het Bouwbesluit. Het hoogteverschil aan de buitenzijde is vaak lastig te realiseren en te behouden. Door inklinking van de grond is het hoogteverschil bij oplevering vaak al groter dan is toegestaan. Grondverbetering (bijvoorbeeld met gestabiliseerd zand) is nodig om inklinking tegen te gaan.



Figuur 2.



Figuur 3.



Figuur 4.

Conclusie

Goed bouwen begint in het ontwerp, door rekening te houden met de werkvolgorde, de benodigde werkruimte, de standaard afmetingen van materialen en de gewichten. Dan wordt de uitvoerende partij niet voor onmogelijke uitdagingen gesteld. Na een goed ontwerp moet een zorgvuldig uitgewerkt maatvoeringplan met controleprotocollen worden gemaakt. Daarna zijn goed gekalibreerde toestellen nodig. Bij digitale systemen moet de laatste tekening correct ingevoerd worden. Het sluitstuk is goede instructie van de bouwplaats medewerkers, gecombineerd met goed gereedschap en zorgvuldig werken. Pas dan is er sprake van robuust bouwen.

Informatie over de auteur
Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut voor Bouwkwaliteit.
Kijk op www.instituutbouwkwaliteit.nl.

Milieuprestatie Gebouwen

Bruikbaar, Robuust en Onderscheidend?

Vooraf onder invloed van het voorschrift in Bouwbesluit 2012 over de milieuprestatie doen we sinds 1 januari 2013 in Nederland ervaring op met het maken van milieuprestatieberekeningen voor woon- en kantoorgebouwen. Dit doen we op basis van de bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GW/Werken en de Nationale Milieudatabase (NMD). Hoog tijd om de balans op te maken: draagt de milieuprestatieberekening bij aan duurzaam bouwen en hoe staat de balans met de energieprestatie van gebouwen?

Tekst ing. J.B. (Jeannette) Levels-Vermeer en ir. G.E. (Esther) van Oorschot-Slaat

Vanuit het Bouwbesluit is een milieuprestatieberekening verplicht bij nieuw te bouwen woon- en kantoorgebouwen.

De milieuprestatieberekening was reeds onderdeel van de duurzaamheidslabels GPR Gebouw en BREEAM-NL. Door deze labels is de scope verbreed naar alle gebouwtypen en ook naar renovatieprojecten. Momenteel zijn voor de Nederlandse bouwsector reeds duizenden gebouwen doorgerekend. Deze zomer hebben ingenieursbureaus DGMR, LBPSIGHT, Nieman Raadgevende Ingenieurs en W/E adviseurs gezamenlijk een onderzoek gedaan naar de milieuprestatieberekeningen uit hun eigen beroepspraktijk: draagt de milieuprestatieberekening bij aan duurzaam bouwen en hoe staat de balans met de energieprestatie van gebouwen?

Onderzoek

Woningen

In het onderzoek is de eerste analyse gericht op de recente bouwpraktijk voor woningen. Dit zijn de projecten waarvoor vanuit het Bouwbesluit een eis gesteld was aan het maken van een milieuprestatieberekening. De MPG (Milieu Prestatie Gebouwen) voor de woningen varieert van circa 0,4 tot 0,7 (hoe lager de MPG, hoe duurzamer het materiaalgebruik). Voor de onderzochte woningen gold de eis voor de energieprestatie van $EPC \leq 0,4$. Het betreft hier onder andere woongebouwen, tussen- en hoekwoningen, 2-onder-1-kapwoningen en vrijstaande woningen. Met name de vrijstaande woningen behalen door de ongunstige verhouding tussen materiaalgebruik en BVO een relatief hoge MPG.

Voor de woningen uit de periode 2013-2016 in dit onderzoek was de milieuprestatieberekening gemaakt voor de aanvraag omgevingsvergunning. Het moment waarop deze berekeningen worden uitgevoerd, is veelal vlak voor de aanvraag omgevingsvergunning. De berekening vormt dus geen onderdeel van het ontwerpproces, maar is de afsluiting daarvan. Bij projecten waarbij ook uit het oogpunt van duurzaamheid naar de milieuprestatie is gekeken – bijvoorbeeld bij GPR Gebouw en BREEAM-NL – wordt juist in de ontwerpfase wel veelvuldig de milieuprestatie beoordeeld. Dit wordt gedaan vanwege het aandeel in de totaalscore van deze duurzaamheidssystematieken.

Hoewel nu nog niet inhoudelijk naar de

berekeningen wordt gekeken door de gemeenten, bleek onder hen nog onduidelijkheid te zijn over wat nu berekend moest worden. In Utrecht moest in een aantal gevallen de berekening per appartement ingediend worden en in Amsterdam juist voor het volledige woongebouw.

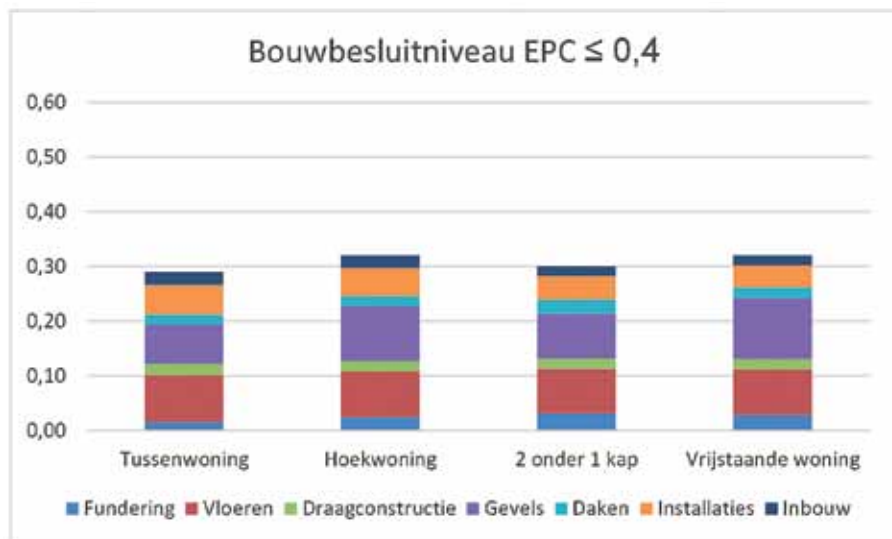
De Gids invoer Milieuprestatieberekening (te downloaden via www.milieudatabase.nl) geeft hierover meer duidelijkheid: een woongebouw dient als totaal ingevoerd te worden.

Kantoorgebouwen

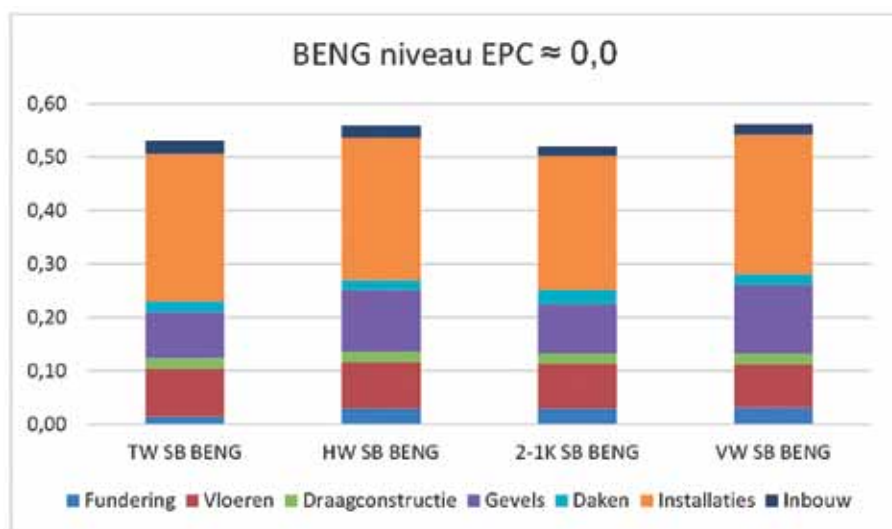
Naast de woningen zijn tevens de kantoorgebouwen beschouwd. Ook voor deze gebouwen (niet zijnde een combinatiegebouw) geldt vanuit het Bouwbesluit een



Transformatieproject hotel Generator aan de Mauritskade te Amsterdam, door COD / Borghese. MPG = 0,35 door hergebruik betonnen casco en metselwerk gevel.



Figuur 1. Resultaten milieuprestatieberekeningen referentiewoningen RVO op basis van huidige Bouwbesluit-eis EPC.



Figuur 2. Resultaten milieuprestatieberekeningen referentiewoningen RVO op basis van toekomstige BENG-niveau EPC.

eis aan het maken van een milieuprestatieberekening. Uit onderzoek is gebleken dat de berekende MPG voor kantoren < 5.000 m² BVO varieert van circa 0,6 tot 1,1 en voor kantoren > 5.000 m² BVO van circa 0,4 tot 0,6. Factoren die in deze berekeningen een rol spelen zijn de verhouding tussen vloeroppervlak en op-
pervlak van de gebouwschil, de energieprestatie, de bouwwijze, de gevelopbouw, et cetera.

Duurzame projecten

Aanvullend is een analyse gemaakt van enkele recente projecten die buiten de scope van het Bouwbesluit vallen. Dit zijn veelal de projecten waarbij door de opdrachtgever een aanvullende eis in het kader van de duurzaamheidslabels GPR Gebouw en BREEAM-NL is geëist. De berekende MPG voor bijvoorbeeld kantoor-, industrie-, logies- en combinatiegebouwen varieert aanzienlijk van circa 0,35 tot 1,1. Binnen deze categorie vallen ook vaak de renovatieprojecten waarbij de MPG gereduceerd wordt door hergebruik van het casco (Transformatieproject hotel Generator). Het

certificeren volgens GPR Gebouw of BREEAM-NL kan voor deze categorie gebouwen onder andere een positieve invloed opleveren voor de transactiewaarde en -snelheid, groenfinanciering en als communicatiemiddel.

Retail

Van retailfuncties zijn minder data beschikbaar doordat er in de praktijk door slechts enkele opdrachtgevers duurzaamheidseisen aan worden gesteld. De resultaten van de MPG variëren van circa 0,5 tot 0,8.

EPC ≤ 0

Tot slot hebben we gebouwen in de praktijk geanalyseerd met een EPC van circa 0 of lager. Bij de diverse ingenieursbureaus is inmiddels al een aantal woningen doorgerekend die voldoen aan de toekomstige BENG-eis, de ZEN-woningen. Deze zijn zelfs energieleverend, de zogenoemde Nul-op-de-Meter woningen. De MPG in de resultaten van de milieuprestatieberekening voor deze woningen varieert van circa 0,5 tot 0,9.

In deze resultaten is een duidelijke invloed te zien door aanvullend materiaalgebruik en een toenemende hoeveelheid aan installaties. Bij energieleverende woningen in combinatie met bijzondere materialisaties (onder andere door invloed van erkers en patio's) komt de MPG van 1,0 in zicht.

Invloed energieprestatie

Om inzicht te krijgen in de invloed van de energieprestatie op de milieuprestatie is een bureaustudie uitgevoerd naar de referentiewoningen van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). In figuren 1 en 2 zijn de resultaten van de milieuprestatieberekening voor vier referentiewoningen afgebeeld: tussenwoning, hoekwoning, 2-onder-1-kapwoning en vrijstaande woning. In figuur 1 zijn de referentiewoningen afgebeeld met de huidige Bouwbesluit-eis van EPC ≤ 0,4 en bijbehorende Rc-waarden van 4,5, 6 en 3,5 m²K/W voor respectievelijk de gevel, dak en begane grondvloer. In figuur 2 zijn de toekomstige BENG-woningen weergegeven met EPC ≈ 0 en Rc-waarden van 5, 6 en 5 m²K/W voor respectievelijk de gevel, dak en begane grondvloer. In figuur 2 is de duidelijke invloed van de installaties zichtbaar bij de BENG-woningen. Dit wordt met name veroorzaakt door de extra 5,5 m² zonneboiler en volvlaks PV-cellen.

Bruikbaar?

In het onderzoek zijn tientallen gebouwen uit de recente bouwpraktijk betrokken. Van al deze gebouwen is een milieuprestatieberekening gemaakt conform de bepalingmethode. Binnen het onderzoek zijn bestaande berekeningen gebruikt die gemaakt zijn met een van de drie beschikbare gevalideerde rekentools: GPR Gebouw / GPR Bouwbesluit, DGBC-materialentool en de MRPI MPG-software. De Gids invoer Milieuprestatieberekening kan bij het invullen van de tools als hulpmiddel gebruikt worden.

Voor het maken van de milieuprestatieberekening is het gebruik van NMD verplicht. Sinds de start in 2013 is de NMD geëvolueerd met meer LCA-milieudata: de laatste release (1.8) is in september 2016 uitgegeven. We zien bij de releases het aandeel door de industrie aangeleverde getoetste data steeds verder toenemen. Echter zijn er nog diverse productgroepen waar de NMD nog vulling behoeft of slechts beperkte oplossingen beschikbaar zijn. Het toepassen van (innovatieve) producten of nieuwe materialen vraagt dan om een maatwerkoplossing binnen de

bepalingsmethode met NMD. De Gids invoer Milieuprestatieberekening kan hierop mogelijk uitgebreid worden met meer voorbeelden bij de keuze van beschikbare elementen en hoe om te gaan met ontbrekende elementen in de NMD.

Voor de meeste berekeningen zijn er echter geen onduidelijkheden over de invoer vanuit de NMD en de te gebruiken tools. Beginnersfouten waarbij de dikte van de isolatie werd ingevoerd in plaats van de Rc-waarde zijn nu ondervangen door duidelijke vermeldingen in de tools. Dit blijkt ook uit de beperkte onderlinge spreiding in de MPG bij berekeningen van vergelijkbare gebouwen tussen de bureaus. Ook zien we bij berekeningen door externen nauwelijks problemen door de 'nieuwigheid' van de berekening. De berekening sluit namelijk direct aan bij de materialisatie en er is geen specifieke bouw fysieke kennis noodzakelijk. Bij een zorgvuldige invoer van de rekentools en gebruik van de NMD is het systeem van milieuprestatieberekeningen hiermee bewezen bruikbaar.

Robuust?

De onderlinge spreiding in de resultaten van vergelijkbare bouwprojecten is zeer beperkt gebleken. Daarnaast blijven de resultaten van de milieuprestatieberekeningen van de zogenoemde BENG-woningen allen onder de MPG = 1. Hieruit concluderen wij dat bij een zorgvuldige invoer de bepalingmethode en NMD robuust zijn. Slechts wanneer we te maken hebben met energieneutrale of energieleverende woningen, in combinatie met bijzondere materialisaties, zijn 1-puntscores hoger dan 1 mogelijk. Die kans wordt groter bij een ongunstige verhouding tussen vloeropervlak en oppervlak van de gebouwschil. Het stellen van een eis voor de milieuprestatie zal meer brancheorganisaties en productleveranciers motiveren om ook van hun producten de levenscyclusanalyse (LCA) uit te laten voeren en de LCA-milieudata van producten aan te bieden voor opname in de NMD. Hierbij zal de methode nog robuuster worden om ook innovatieve en duurzame producten toe te passen. Nu wordt het toepassen van dergelijke producten enkel beloond bij gebruik van duurzaamheidslabels, zoals GPR Gebouw en BREEAM-NL.

Onderscheidend?

Centraal staat hier de vraag of de milieuprestatie in combinatie met de energieprestatie onderscheidend toepasbaar is. Doordat

het verbeteren van de energieprestatie van gebouwen veelal leidt tot een toename in het gebruik van materialen, zoals isolatie en installaties, beïnvloedt dit de milieuprestatie negatief. Een goede energieprestatie leidt dus tot een slechtere milieuprestatie. Dit blijkt ook uit de onderzochte referentiewoningen waarbij is gerekend met $EPC \leq 0,4$ en met de voorgenoemde BENG-eisen, die vanaf 2020 gelden.

Door dit effect van 'communicerende vaten' is er een groeiende behoefte naar het in samenhang kunnen uitdrukken van de energie- en milieuprestatie. Dit is gezien over de gehele levenscyclus van het gebouw mede ten behoeve van Total Cost of Ownership (TCO) en de milieuprestatie van de materiaalkeuzes en energieverbruik. Binnen het project van TKI KIEM (zie www.tki-kiem.nl) is een methode ontwikkeld om energie- en milieuprestaties van gebouwen integraal te evalueren, ook in relatie met TCO. De oplossing met de zogenoemde Duurzaamheid Prestatie Gebouwen (DPG)-methodiek voor energie & milieu is inmiddels ingebouwd in GPR Gebouw 4.3. Bij het voorlopig ontbreken van een integrale benadering van milieu- en energieprestatie in wet- en regelgeving kan het een mogelijkheid zijn om bij energieleverende gebouwen ($EPC < 0$), het energieleverende deel door met name de fotovoltaïsche cellen uit te sluiten van de milieuprestatie-berekening.

Ontwerpen met milieuprestatieberekening

Met de beschikbare software en zeer praktische tools kan de architect met ontwerpkeuzes eenvoudig invloed uitoefenen op de milieuprestatie. We hebben met elkaar een enorme uitdaging om onze bouw economie van voldoende grondstoffen te blijven voorzien tegen een reële prijs. In het nationaal grondstoffen akkoord worden afspraken gemaakt om het gebruik van grondstoffen tot 2030 te halveren en om in 2050 alle grondstoffen te hergebruiken. Voor de bouw betekent dit dat meer sloopafval gebruikt moet worden bij nieuwbouwprojecten. Concreet moeten de volgende stappen worden overwogen in het ontwerpproces om de omslag te kunnen maken naar een circulaire economie:

- minimaliseer het materiaalgebruik, dus minder grondstoffen;
- ontwerp demontabel;
- ontwerp adaptief;
- verleng levensduur van materialen door hergebruik;

- zorg voor een hoogwaardige recycling waar hergebruik niet mogelijk is: afval = grondstof;
- pas hernieuwbare materialen toe (bio-based materialen).

De milieuprestatieberekening ondersteunt ook het maken van de juiste keuzes in circulair ontwerpen. Meer expliciet kan door een ontwikkeling van aparte declaratie van de module 'recycling and reuse' uit de Nederlandse bepalingmethode milieuprestatie gebouwen en GWW-werken de grondstoffen-efficiency van een gebouw kwantitatief in beeld worden gebracht.

Conclusie

Driemaal volmondig ja, is de gezamenlijke conclusie van de betrokken bureaus. De milieuprestatieberekening is bruikbaar, robuust en onderscheidend. Het systeem is daarmee toe aan de volgende stap: een grenswaarde in het Bouwbesluit. Een grenswaarde levert een belangrijke bijdrage aan de toetsing van de milieuprestatie in de dagelijkse bouwpraktijk. Deze heeft daarmee ook een positief effect op de gegevens in de NMD, kwantitatief en kwalitatief. Met een grenswaarde worden duurzame innovaties uit de bouwtoelevering ook beloond in de praktijk. Uit het onderzoek is duidelijk naar voren gekomen dat een grenswaarde van 1 een breed haalbare eerste stap is die snel ingevoerd moet worden. Bij aanscherping van deze eis zijn enkel zeer energie-neutrale vrijstaande woningen kritisch. De praktijk van duurzaamheidslabels als GPR Gebouw en BREEAM-NL hebben daarnaast bewezen dat een tweede stap ook snel genomen kan worden. Namelijk, het verbreden van de scope van het milieuprestatieartikel naar andere bouwtypen en naar eisen bij verbouw. Tot slot zien wij een derde stap die in het belang van duurzaam bouwen verder ontwikkeld moet worden. Te weten een samenhangend afwegingskader voor energie- en materiaalprestatie en daaraan gekoppelde samenhangende prestatie-eisen.

Informatie over de auteur

Ing. J.B. (Jeannette) Levels-Vermeer is Adviseur milieu en duurzaamheid en ir. G.E. (Esther) van Oorschot-Slaat is Adviseur duurzaam bouwen en akoestiek. Beiden zijn werkzaam bij LBPSIGHT.



Milieuprestatie: leerervaringen en ontwerp

Naar verwachting worden per 1 januari 2018 in Bouwbesluit 2012, in het vigerend voorschrift voor de milieuprestatie, ook grenswaarden opgenomen. Er is sinds 2012 al veel ervaring opgedaan met het maken van de berekening van de milieuprestatie van gebouwen voor woningen. Het ministerie van BZK heeft aan Stichting Bouwkwiteit (SBK) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar leerervaringen en invloeden van ontwerpparameters op de milieuprestatie van woningen. Het adviesbureau W/E heeft daar ondersteunende berekeningen voor uitgevoerd. In dit artikel is van dat onderzoek een beknopte samenvatting gegeven.

Tekst ir. Piet van Luijk (senior adviseur SBK)



Foto: ROAD Architecten Roosendaal.

De gestelde grenswaarden hebben betrekking op een in een 1-puntscore uitgedrukte milieuprestatie van het gebouw, als bedoeld in de bepalingsmethode milieuprestatie gebouwen en GWW-werken. De milieuprestatie wordt uitgedrukt in een score per m² bruto vloeroppervlakte. Het gebouw of bouwwerk vormt daarbij de context waarin de bouwmaterialen en installaties zijn toegepast. Het is daarmee bepalend voor bijvoorbeeld de dimensies en het aantal vervangingen gedurende de levensduur van het gebouw. Door te kiezen voor een 1-puntscore is het resultaat een goed communiceerbare maatstaf. De milieuprestatie moet na 1 januari 2018 lager zijn dan 1,0.

Te verwachten milieuprestatie

Een analyse van milieuprestatieberekeningen van woningen en woongebouwen (grondgebonden en gestapeld) die afgelopen periode zijn gebouwd, leert dat de milieuprestatie gemiddeld ligt op 0,44. 10% van de woongebouwen scoort lager dan 0,30 en 10% hoger dan 0,66. De rest zit daar tussenin. In tabel 1 zijn de resultaten uitgesplitst naar woningtype.

Invloed ontwerpparameters

De invloed van belangrijke ontwerpparameters voor woningen zijn navolgend beschreven.

Bruto vloeroppervlakte (BVO)

De invloed van het bruto vloeroppervlakte op de milieuprestatie is relatief hoog bij kleine woningen of woon- en kantoreenheden. Dit komt door relatief veel materiaal per bruto

vloeroppervlakte (ongunstige verhouding tussen vloer- en omhullende oppervlakte) in combinatie met de regulier noodzakelijke installaties en voorzieningen, die onafhankelijk zijn van de grootte van de woning. Ten opzichte van een standaard eengezinswoning met een gemiddelde milieuprestatie van 0,50 kan de milieuprestatie snel oplopen bij hele kleine woningen. Aan de andere kant zal de milieuprestatie afnemen naar mate de bruto vloeroppervlakte groter wordt.

Aantal bouwlagen

De milieuprestatie is bij woongebouwen van enkele lagen relatief hoog (dus relatief ongunstig). Dit komt doordat materialen ten behoeve van gemeenschappelijke voorzieningen, zoals de fundering, entree en ontsluiting over een beperkt aantal woningen kunnen worden verdeeld. Bij een toename van het aantal bouwlagen neemt de milieuprestatie per woning af. Wel wordt de reductiesnelheid steeds lager, doordat er bij een toename van het aantal lagen een zwaardere constructie vereist is.

Verdiepingshoogte

Per 10% verhoging van de verdiepingshoogte neemt de milieuprestatie met 2% tot 3% toe.

Dit komt vooral doordat de geveloppervlakte groter wordt bij een gelijkblijvend bruto vloeroppervlakte. Zelfs bij een verdiepingshoogte van ruim meer dan 3 meter zal de toename in de milieuprestatie beperkt zijn.

Geveloppervlakte

Bij een toename van de geveloppervlakte bij een gelijkblijvend aantal m² bruto vloeroppervlakte (gevel/BVO-verhouding) neemt ook de milieuprestatie toe. Een toename van 10% in de gevel/BVO-verhouding leidt tot een toename in milieuprestatie van enkele procenten. Een vierkant gebouw, zonder in- en versprongen in de gevel, is materiaalefficiënt en scoort daardoor gunstig. Een patio-woning, of een woning met bijvoorbeeld erkers, uitbouwen en siergevels, heeft relatief meer materiaal per m² bruto vloeroppervlakte en scoort daardoor ongunstiger dan gemiddeld.

Aandeel open delen in de gevel

De open delen in de gevel hebben een hogere milieubelasting dan de dichte delen. Dit wordt onder andere veroorzaakt doordat de milieubelasting per m² beglazing hoog is (zeker bij drieboudige beglazing). Een toename van 25% in het aandeel open geveldelen leidt tot een toename in milieuprestatie van enkele procenten. Gecombineerd met een ongunstige gevel/BVO-verhouding kan dit tot een relevante verhoging van de milieuprestatie leiden.

Invloed bouwdelen op milieuprestatie

Bij de optimalisatie van een woningontwerp op milieuprestatie blijken de installaties, gevels, vloeren en daken gemiddeld genomen de 'grote vissen' te zijn met een bijdrage aan de milieuprestatie van respectievelijk 35%, 19%, 16% en 13%. De fundering en draag- ...

Tabel 1: milieuprestaties per gebouwtype

MPG	10% <	50% x	10% >
Tussen	0,27	0,39	0,54
2-1-kap	0,31	0,45	0,67
Vrijstaand	0,36	0,54	0,96
Appartement	0,26	0,38	0,55
Galerij	0,30	0,42	0,58
Alle woningtypen	0,30	0,44	0,66
Kantoorgebouwen	0,36	0,48	0,79

constructie dragen in het algemeen minder bij (7%, respectievelijk 2%). De inbouwconstructies dragen gemiddeld 7% bij.

De volgende ontwerpbeslissingen hebben over het algemeen een positieve invloed op de milieuprestatie:

- materiaal besparen, bijvoorbeeld door te kiezen voor slanke en/of niet-massieve constructies (bijvoorbeeld kanaalplaatvloeren ten opzichte van massieve vloeren);
- producten toepassen, met een relevant onderdeel (hoogwaardig) gerecycled materiaal;
- toepassing van 'biobased materials'.

Invloed materialisatie beperking energieprestatie

De energieprestatie-eis (EPC-eis) is de afgelopen 20 jaar steeds verder aangescherpt. De huidige EPC-eis is 0,4, en gaat binnen een paar jaren naar BENG (bijna-energie-neutrale-gebouwen) en verder. Een aandachtspunt vormt het effect op de milieuprestatie door de toename voor materiaalgebruik van de extra bouwkundige en installatietechnische voorzieningen, nodig om de lage EPC-waarden te realiseren. Uit de analyses blijkt dat de stap van EPC:0,4 naar EPC:0,2 leidt tot gemiddeld een

15% - 20% hogere (dus slechtere) milieuprestatie. De stap van EPC:0,2 naar EPC:0,0 leidt tot een vergelijkbare verhoging. De gemiddelde milieuprestatie bij een EPC van 0,0 is 0,71. Door een afgewogen keuze van energieconcept en installatieproducten is de toename in de milieuprestatie te beperken. Hierbij zijn de installaties, en daarbij vooral de hoeveelheid m² zonnepaneel/PV, het meest relevant. Bij het passiefhuis-concept is ook de bijdrage van het extra (isolatie)materiaal merkbaar. Worden de milieueffecten van energiebesparende maatregelen (EPC) en van de materialen in de constructie en installaties in samenhang bekeken, dan blijkt de EPC-verlaging een netowinst in de totale milieueffecten op te leveren. De stap van EPC:0,4 naar EPC:0,2 leidt tot een 30% - 35% lagere milieubelasting als gevolg van energie- en materiaalgebruik samen. Bij de stap van EPC:0,2 naar EPC:0,0 wordt een vergelijkbare reductie behaald.

Invloed levensduur gebouw

Gebruikelijk is dat voor woningen en woongebouwen de defaultwaarde² van 75 jaar wordt gebruikt. Men mag ook een andere waarde aanhouden, mits dat gemotiveerd is.

Voor het vaststellen van een afwijkende levensduur zijn richtlijnen³ opgesteld. Bij de milieuprestatieberekening wordt eerst de totale milieubelasting over de gehele levensloop bepaald. Deze wordt teruggerekend naar de vergelijkingseenheid per m² bruto vloeroppervlakte per jaar. De gebouwlevensduur is dus een relevante factor.

Kortere gebouwlevensduur

Bij een gebouwlevensduur korter dan de defaultwaarde van 75 jaar, neemt de milieuprestatie bij ongewijzigde standaard materialisatie snel toe. Als er toch een relatief korte levensduur te verwachten is, dan is het extra belangrijk om aandacht te besteden aan producten met een lage milieubelasting, kort-cyclische producten en aan circulaire principes zoals hergebruik, recycling en afbreekbaarheid.

Langere gebouwlevensduur

Bij een gebouwlevensduur langer dan de defaultwaarde van 75 jaar neemt de milieuprestatie weliswaar relatief af, maar lang niet evenredig met de langere levensduur. Dit komt omdat de langere levensduur alleen relevant is voor lang-cyclische elementen waarvan de levensduur gelijk is aan die van het gebouw. De andere elementen worden in die 75 jaar toch al een of meerdere keren vervangen, waardoor de totale milieubelasting bijna evenredig omhoog gaat. Bij de lang-cyclische elementen gaat het vooral om het casco en gedeeltelijk de schil (dichte geveldelen). Beide elementen die een relatief beperkte bijdrage leveren aan de totale milieuprestatie.

¹ Hiertoe is de DPG-methode (Duurzaamheidsprestatie gebouw) ontwikkeld (tki-kiem.nl).

² Default: een vooraf ingestelde waarde die gegeven wordt aan een variabele als de gebruiker van de software zelf geen waarde invoert.

³ 'Richtsnoer Specifieke gebouwlevensduur; Aanvulling op de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken(MPG)'; In opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties; W/E adviseurs; Utrecht, oktober 2013.

Informatie over de auteur

Ir. Piet van Luijk is senior adviseur bij de Stichting Bouw-kwaliteit (SBK). In dit artikel is van het onderzoek een beknopte samenvatting gegeven. Het gehele rapport is te vinden op www.nationalemilieudatabase.nl.



Systems Engineering en BIM ondersteunen as-built dossier

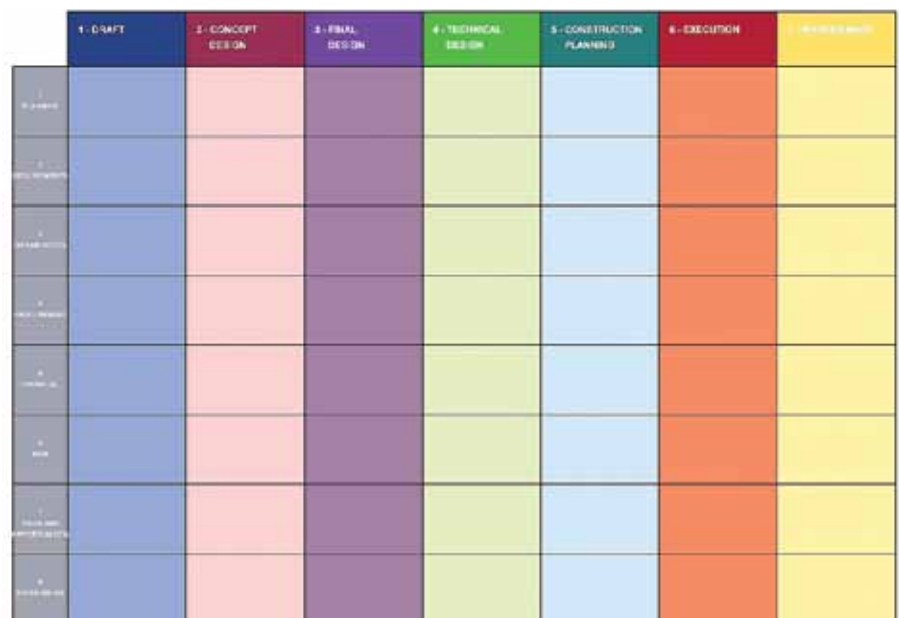
De Wet kwaliteitsborging voor het bouwen eist dat de vergunninghouder een as-built verklaring indient bij het bevoegd gezag. Door gebruik te maken van betrouwbare informatie van de bouwer kunnen de kosten voor de inzet van een kwaliteitsborger beperkt blijven. Maar op welke wijze kan de gevraagde betrouwbare informatie over het voldoen aan het Bouwbesluit worden aangeleverd? Bouwbedrijf Van Wijnen heeft in 2016 de mogelijkheden laten onderzoeken van de inzet van Systems Engineering (SE) en BIM bij het opstellen van een as-built verklaring.

Tekst Ir. S.L. (Lieke) Nieman

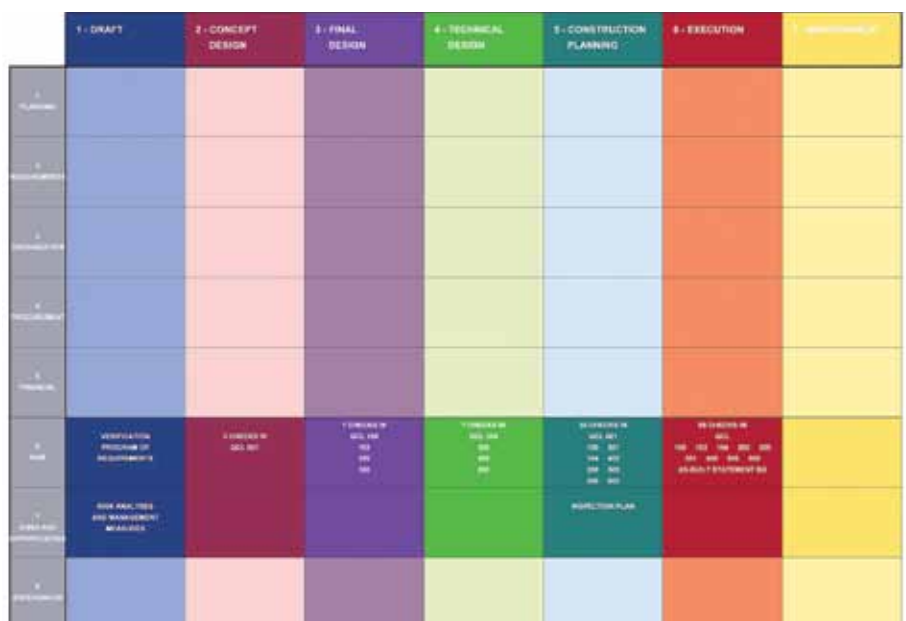
De as-built verklaring wordt opgesteld door een onafhankelijke kwaliteitsborger (KB). Deze KB zal gebruikmaken van een toegelaten instrument voor kwaliteitsborging. Vanzelfsprekend is het mogelijk dat een KB alles wat de bouwer realiseert zorgvuldig controleert en goedkeurt. Echter de kosten van die aanpak zullen zeer hoog zijn en dat is voor de bouwconsument niet acceptabel. Door de inzet van Systems Engineering (SE) en BIM bij het opstellen van een door de kwaliteitsborger op te stellen as-built verklaring zijn de extra kosten te beperken. Dat blijkt uit onderzoek, in opdracht van Van Wijnen.

Systems engineering

In de GWW-sector wordt al sinds lange tijd gebruikgemaakt van SE. In de B&U-sector wordt SE echter slechts beperkt ingezet, hoewel bij grote PPS-projecten validatie en verificatie van de gevraagde en geleverde prestatie steeds meer voorkomt. In de woningbouw is slechts een enkel onderzoek bekend (Plegt, 2009). De meest gebruikte definitie van SE is: een interdisciplinaire benadering en de middelen, die zich richten op een succesvol systeem. SE focust op het definiëren van de klantbehoefte en de gevraagde functionaliteit vroeg in de ontwikkeling, het vastleggen van de eisen, ontwerpsynthese en systeemvalidatie bij het beschouwen van een compleet vraagstuk (Incoze, 2009). In de huidige woningbouwpraktijk is bij een aantal zelf-ontwikkellende bouwers het definiëren van de klantbehoefte succesvol ingevoerd. Ook zijn bij veel van deze bouwers procesmanagementsystemen in gebruik, die voor een groot deel binnen de definitie van SE vallen.



Figuur 1. Vereenvoudigde matrix van het BPM systeem.



Figuur 2. Aangepaste matrix.

QCL 301: Gevelsluiting (kozijnen)								
N.	Fase	BB	Onderdeel	Wat	Hoe / Norm	Wie	Waarmee	Wanneer
1	3	3.75	Ontwerp (architect)	10% daglicht	NEN 2057	Bouwfysicus	Controle-berekening	
2	3	4.22 /4.27 /3.42	Ontwerp (architect)	Toegankelijkheid 0,85mx2,30m/ hoogte-verschil 50,02m (entree) Spouwvoorziening 6 dm3/s per m2	Controle m.b.v. SBR referentie-details /spouwvoorziening NEN 1087	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303	
3	5	3.26/ 2.12 9	Ontwerp (architect)	Eis : Waterdicht Inbraakwerend	NEN 2778/NPR 2652/controle m.b.v. SBR-referentie details/NEN 5096/5087	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303	
4	4	3.3	Berekening geluidwering (adviseur)	Eis : Binnen-niveau ≤33dB	Gak berekening cf. NEN 5077/evt. NEN 5077 (meting) in fase 6	Bouwfysicus (meting door meetbureau)	Controle berekening/e vt. geluidmeting	
5	4	2.2 /2.4	Berekening lateien (leverancier)	Eis : niet bezwijken	NEN-EN 1990 & 1992-1996	Registertoetser constructief	Controle-berekening	
6	5	5.3	Warmtedoor-gang (U-raam)	Eis : U _{door} : ≤1,65 (c.q. eis EPC) W/m2K en Cf BRL 0801	NEN 1068/ KV + aflever bon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303	
7	5	5.3	Fabricage kozijnen & deuren	Cf BRL 0801	KV + Aflever bon	Werkvoorbereider (bouwer)	CP 303 + 304	

Figuur 3. Quality Checklist 301-Gevelsluiting kozijnen.

Component	Approval			Clarification/action	Handled
General (phase 4)	Y	N	N/A		
KOMO-certificate present					
Is the 'politiekeurmerk' applicable					
Construction planning (phase 5)					
Preparing and monitoring drawing procedures					
Sampling hinges and locks i.c.w. assembly by manufacturer					
Protecting windows during execution phase					
Planning en routing discussed					
Making and checking windows frames					
Dpc foil applied on windows frames					

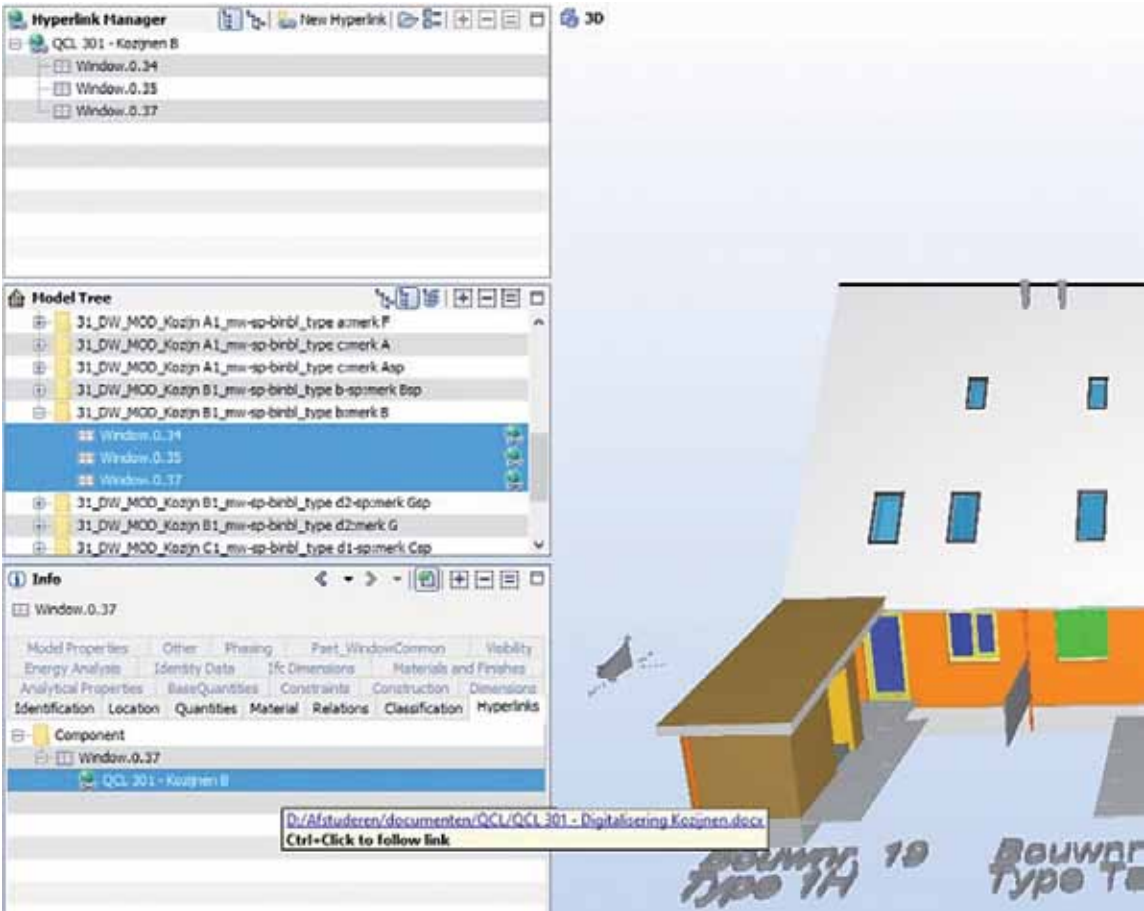
Figuur 4. Quality Checklist 303-Kunststof kozijnen.

Bouw informatiemodellen

BIM is niet meer weg te denken in de huidige bouw. Veel partijen geven aan dat zij gebruikmaken van BIM. De manier waarop is echter zeer verschillend. Soms wordt er alleen 3D ontworpen (bijvoorbeeld met Revit) en met tools zoals Solibri wordt dan nagegaan of er geen ‘errors’ zijn. Het werken met een 3D-model blijft vaak de taak van de architect. De andere ontwerpers, zoals de constructeur, de bouwfysicus en de installatieadviseur, leveren hun informatie aan bij de architect, die dat dan verwerkt. Langzamerhand verandert dat en wordt door die ‘andere’ ontwerpers rechtstreeks informatie in het model ingevoerd. De daarbij behorende informatie wordt gedeeld via een centrale BIM-server. Nadat het ontwerp is goedgekeurd, stopt meestal het gebruik van het model en wordt er gebouwd met behulp van de werktekeningen en het bestek.

Bestaande bouwprocesmanagementsystemen (BPM-systeem)

Het onderzoek is uitgevoerd bij een grote zelfontwikkellende woningbouwer (Van Wijnen). Nagegaan is welk procesmanagementsysteem gebruikt wordt. Bij Van Wijnen wordt een systeem gebruikt dat er in het kort op neer komt dat per bouwfase is vastgelegd welke activiteiten dienen te worden uitgevoerd en op welke wijze. Deze activiteiten zijn vastgelegd in een matrix waarmee de bedrijfsleiding kan



Figuur 5. Als de gebruiker klikt op het kozijn dan kan de QCL via een hyperlink worden opgeroepen en gecontroleerd.

sturen. Elke fase wordt afgesloten met een risicoanalyse (gevolgd door de beheersmaatregelen) en vervolgens wordt een go/no go-beslissing genomen (figuur 1, vereenvoudigde matrix van het BPM systeem). Tijdens de uitvoering gebruikt Van Wijnen zogenaamde keuringslijsten. Deze keuringslijsten worden ingevuld door de werkvoorbereider en de uitvoerder en verstrekt aan de projectleider (en de KAM-coördinator). Uit de analyse van dit huidige systeem blijkt dat het vaststellen of wordt voldaan aan het Bouwbesluit stopt nadat de omgevingsvergunning is verleend. Tijdens het ontwerptraject wordt door een adviesbureau of door de architect getoetst of wordt voldaan aan het Bouwbesluit. Ook de zogenaamde Bouwbesluitberekeningen (bijvoorbeeld de EPC-berekening) worden gemaakt, verwerkt in het ontwerp en bij de aanvraag van de omgevingsvergunning meegestuurd.

Aangepast procesmanagementsysteem

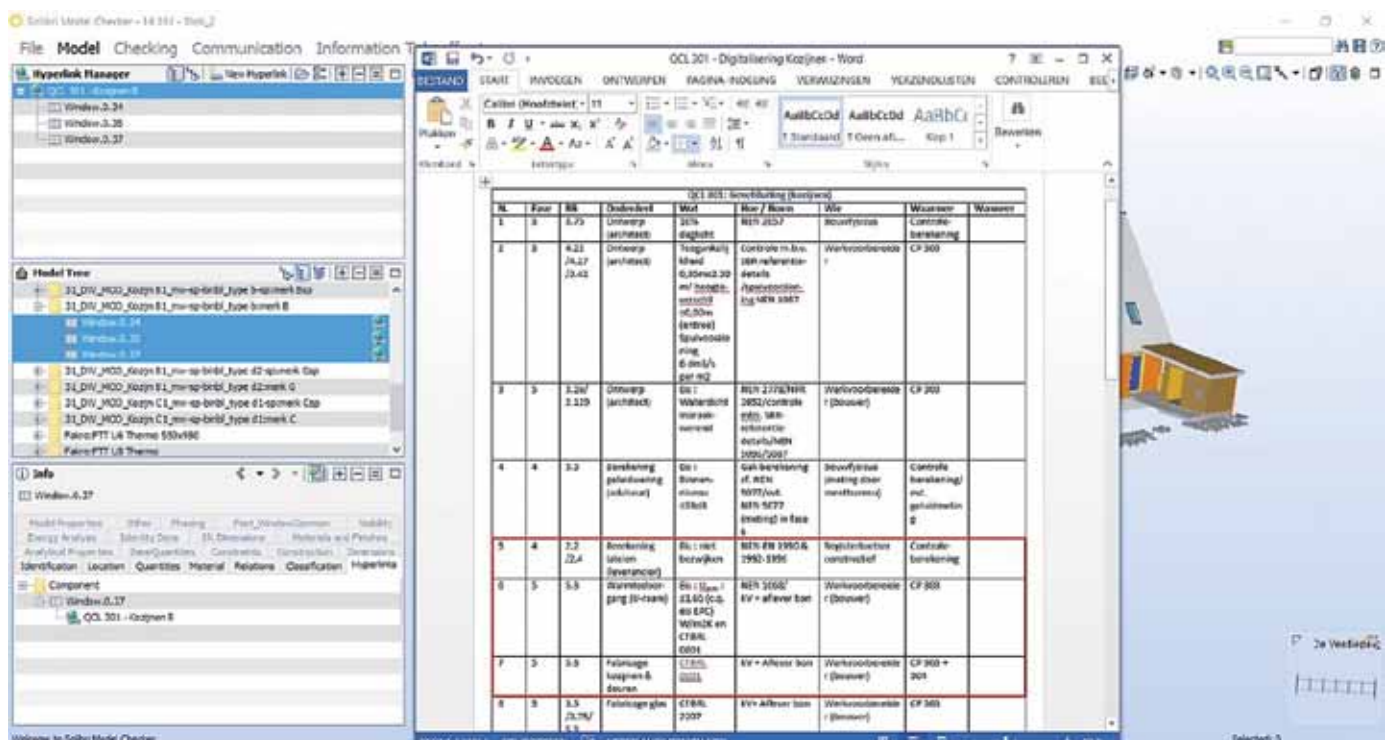
Op basis van het bestaande (en dus vertrouwde) systeem is nagegaan wat nodig is om op efficiënte wijze de informatie aan te leveren

aan de KB waaruit blijkt dat aan het Bouwbesluit wordt voldaan. Het verschil met de huidige praktijk is, dat pas bij aflevering (as-built) van de woning vastgesteld wordt of aan het Bouwbesluit wordt voldaan. Vanzelfsprekend zijn in dat stadium aanpassingen niet of nauwelijks meer mogelijk. Het is dus belangrijk per fase de noodzakelijke activiteiten en controles uit te voeren en vast te leggen. De bestaande matrix is daarom uitgebreid met een aantal activiteiten en controles die nodig zijn om bij aflevering te kunnen vaststellen of aan het Bouwbesluit wordt voldaan (zie figuur 2, aangepaste matrix). In de aangepaste matrix wordt verwezen naar zogenaamde QCL's. Dit is de afkorting van Quality Checklist. Deze QCL's zijn als extra stap tussen de matrix en de keuringslijsten geplaatst. De keuringslijsten zijn van een andere naam voorzien en worden aangeduid als CP (=controleprotocol). De keuringslijsten zijn aangepast, zodat duidelijk wordt in welke fase een bepaalde controle moet worden uitgevoerd. Ook zijn enkele controleprotocollen toegevoegd om volledig het Bouwbesluit af te dekken. De QCL's zijn voor de projectleider het stu-

ringsinstrument van het kwaliteitsborgingssysteem. In figuur 3 (QCL 301-Gevelsluiting kozijnen) is een voorbeeld van een QCL opgenomen. In deze checklist is aangegeven:

1. In welke fase de controle moet worden uitgevoerd.
2. Welk Bouwbesluitartikel van toepassing is.
3. Welk onderdeel het betreft.
4. Welke eis van toepassing is.
5. Hoe de eis wordt bepaald (meestal met de aangestuurde Bouwbesluitnorm).
6. Wie de controle uitvoert.
7. Wanneer deze conform de planning dient te worden uitgevoerd.

De projectleider kan dus met de QCL's volgen of de controles worden uitgevoerd. Vanzelfsprekend zal bij niet voldoen een actie (beheersmaatregel) volgen en zal de controle herhaald moeten worden. In de QCL wordt regelmatig naar een CP (controleprotocol) verwezen. In deze checklist naar CP302, 303 en 304. In figuur 4 is CP 303 (kunststof kozijnen) opgenomen. Zowel in de QCL als in het CP is aangegeven dat er gebruikgemaakt wordt van kwaliteitsverklaringen (KV). De in de bouw bekende



Figuur 6. Als de gebruiker klikt op het kozijn dan kan de QCL via een hyperlink worden opgeroepen en gecontroleerd.

kwaliteitsverklaringen zijn ook onder de Wkb zeer bruikbaar. De werkvoorbereider moet echter verifiëren of de kwaliteitsverklaring correspondeert met het afleveringsdocument ('bon') en de uitvoerder zal moeten nagaan of de werkinstructies worden gevolgd. Het systeem is in een casestudie getest en goed bruikbaar.

Digitalisering

Het invullen van de checklists en de controleprotocollen is arbeidsintensief. In de huidige situatie blijkt al dat het invullen van de keuringslijsten veel vraagt van de uitvoerder. Tijdens het onderzoek is nagegaan welke mogelijkheden er zijn om het werk effectief en efficiënt te organiseren. Bij drie software tools is aangetoond dat de QCL's kunnen worden geïntegreerd: Revit, Solibri en Relatics. In Solibri bijvoorbeeld is de QCL gekoppeld aan een bouwelement. Als de gebruiker klikt op het kozijn dan kan de QCL via een hyperlink worden opgeroepen en gecontroleerd (figuren 5 en 6). Als de KB dan toegang heeft tot de BIM-server kan bij wijze van spreken real-time en op afstand gecontroleerd worden. In de uitvoering wordt bij Van Wijnen al gebruikgemaakt van EdControls. Hiermee wordt op efficiënte wijze gecontroleerd en gecommuniceerd (www.edcontrols.com).

Door dergelijke software (en hardware) in te zetten (en dus te integreren in de dagelijkse bedrijfsvoering) en te koppelen aan de BIM-server, ontstaat een effectief en efficiënt kwaliteitsborgingsysteem. Dit beperkt de extra kosten die met de introductie van de Wkb gepaard gaat.

Tot slot

Het onderzoek toonde aan dat door de inzet van SE en BIM op efficiënte wijze een as-built dossier kan worden opgebouwd waarop de Kwaliteitsborger kan vertrouwen. Hierdoor is de KB dus in staat de as-built verklaring te verstrekken aan de vergunninghouder, die deze op zijn beurt weer verstrekt aan het bevoegd gezag. In de aanbevelingen van het onderzoek is aangegeven dat een zorgvuldig gestuurd implementatietraject noodzakelijk is. Rollen veranderen en dat zal geoefend moeten worden. Daarnaast zullen alle participanten in het ontwerp- en bouwproces de nodige kennis moeten verwerven om vast te kunnen stellen dat aan de Bouwbesluiten wordt voldaan.

Bronnen

- Plegt, M. (2009), Systems Engineering in de woningbouw (TU Twente)
- Incose, (2009), www.incose.org/AboutSE/WhatIsSE
- Nieman, S.L. (2016), The Quality Assurance Act for construction in the building process (TU Eindhoven)

Informatie over de auteur
Ir. S.L. (Liek) Nieman is junior consultant Systems Engineering bij 2ndSense, te Veenendaal. Ze is momenteel onder andere werkzaam op Schiphol in verband met de uitbreidingsplannen.



Ventilatie: installatie met risico's

Onderzoek van het voormalige Ministerie VROM (2007) heeft uitgewezen dat de kwaliteit van ventilatiesystemen te wensen overlaat. Hoewel dit onderzoek inmiddels tien jaar oud is, heeft het nog niets aan actualiteit ingeboet. Zelfs de minimale capaciteitseisen uit het Bouwbesluit worden in meer dan de helft van de onderzochte situaties niet gerealiseerd. De installatiebranche heeft zich de kritiek aangetrokken en het Ventilatie Prestatie Keur ontwikkeld. Opvallend is dat de doelstellingen achter dit kwaliteitssysteem naadloos aansluiten op de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb).

Tekst Drs. ing. Harry Nieman



geving gaat er vanuit dat de gebruiker actief in de weer is met het ventilatiesysteem. Maar dat is een misvatting (monicaïr1, 2015).

Ventileren is het continu vervangen van binnenlucht door 'frisse' buitenlucht. Het begrip 'frisse' buitenlucht is overigens relatief. In veel gebieden is de kwaliteit van de buitenlucht zodanig dat filteren verstandig is. Hoewel de filters fijnstof van buiten nauwelijks kunnen afvangen. Daarnaast is het gehalte fijnstof in de woning ook hoog door onder andere koken en het branden van kaarsen. De mens gebruikt in rust per uur ongeveer 25 m³ lucht en haalt daaruit de benodigde zuurstof. Bij uitademing is de zuurstof voor een deel vervangen door CO₂. De hoeveelheid CO₂ in een verblijfsruimte is dan ook een goede indicator voor de verversing van de lucht. Gangbaar is het uitgangspunt dat de concentratie CO₂ niet hoger mag zijn dan 1200 PPM (parts per million). Ter vergelijking: de buitenlucht concentratie bedraagt circa 400-450 PPM. De Nederlandse bouwregelgeving heeft als uitgangspunt ook de genoemde 1200 PPM aangehouden en (indirect) omgezet naar lucht-hoeveelheden per persoon.

Ventilatiecapaciteit

Een ventilatiesysteem (zie voor de definitie NPR 1088) bestaat uit drie belangrijke onderdelen: toevoer, transport en afvoer. De minimaal vereiste toevoercapaciteit in de woningbouw is gebaseerd op het aantal vierkante meters verblijfsgebied (per m²: 0,9 dm³/s met een minimum van 7 dm³ per verblijfsruimte). De afvoer moet gelijk zijn aan de toevoer, met een minimum van 7 dm³/s voor een toiletruimte, 14 dm³/s voor een badruimte en 21 dm³/s voor de keuken; de zogenaamde 'natte' ruimten. Worden deze hoeveelheden overigens vermenigvuldigd met 3.600 seconden, dan worden de hoeveelheden in m³/uur, respectievelijk 25, 50 en 75.

De genoemde hoeveelheden moet het ventilatiesysteem kunnen leveren. De ventilatiesystemen zijn meestal voorzien van een drie-standenschakelaar: nachtstand, dagstand en kookstand. Vaak wordt de fabrieksinstelling aangehouden. Geadviseerd wordt

de volgende verdeling van de capaciteit aan te houden: nacht 40%, dag 65% van de kookstand. Deze hoeveelheden zijn zeer minimaal, zeker voor slaapkamers waar meerdere mensen slapen. Daardoor is de binnenluchtkwaliteit vaak zeer slecht (zie het Monicaïr-onderzoek: www.monicaïr.nl). In de toekomst zullen daarom waarschijnlijk de eisen niet meer per m² worden gegeven, maar afhankelijk van de bezettingsgraad.

De ventilatiehoeveelheden worden in de praktijk beperkt vanwege energiezuinigheid. Dit mag echter niet ten koste gaan van de gezondheid. Door het systeem wat meer capaciteit te geven en 'zelfdenkend' te maken door het uit te rusten met CO₂-detectie (en voor de badkamer met RV-detectie) worden gezondheidsproblemen voorkomen zonder dat dat ten koste gaat van de energiezuinigheid. Een bijkomend voordeel is dat bewoners dat niet zelf hoeven te regelen, want dat gaat in de praktijk ook vaak mis. Ventilatie-roosters worden dichtgezet en afzuiging blijft op de laagste stand staan. Voorwaarde is wel dat bewoners goed voorgelicht worden om niet alsnog de stekker uit het systeem te halen. De Vereniging Leveranciers van Luchttechnische Apparaten (VLA) heeft eigen uitgangspunten geformuleerd waarop gelijkwaardigheidsverklaringen voor de energieprestatie van ventilatiesystemen worden gebaseerd. Daarin vormt de binnenluchtkwaliteit het belangrijkste criterium, aan de hand van zeven voorbeeldwoningen met verschillend bewonersgedrag.

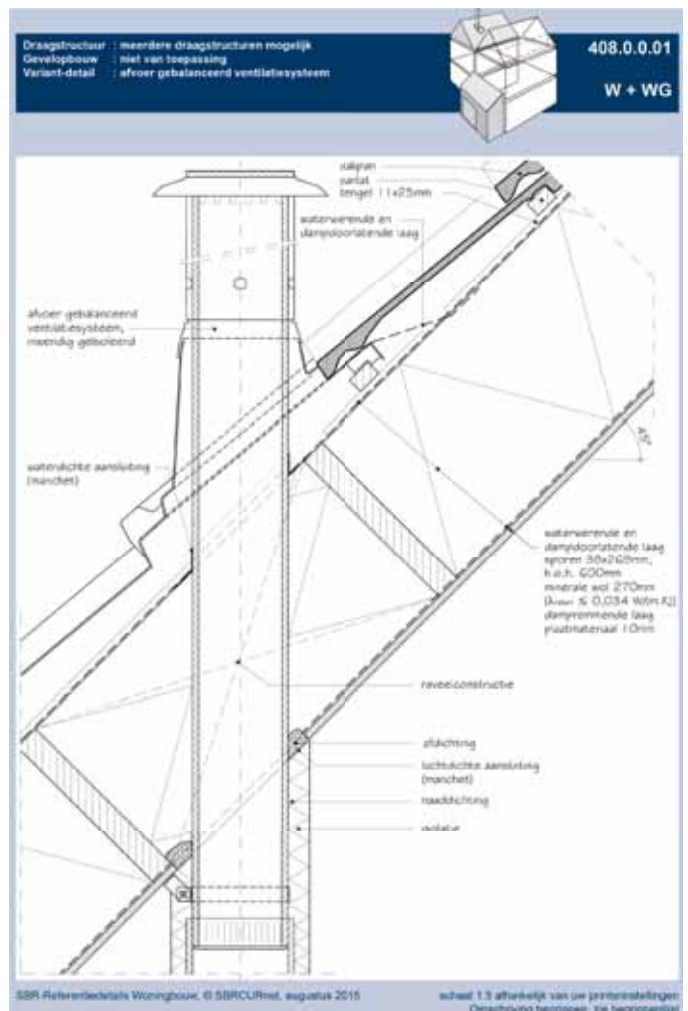
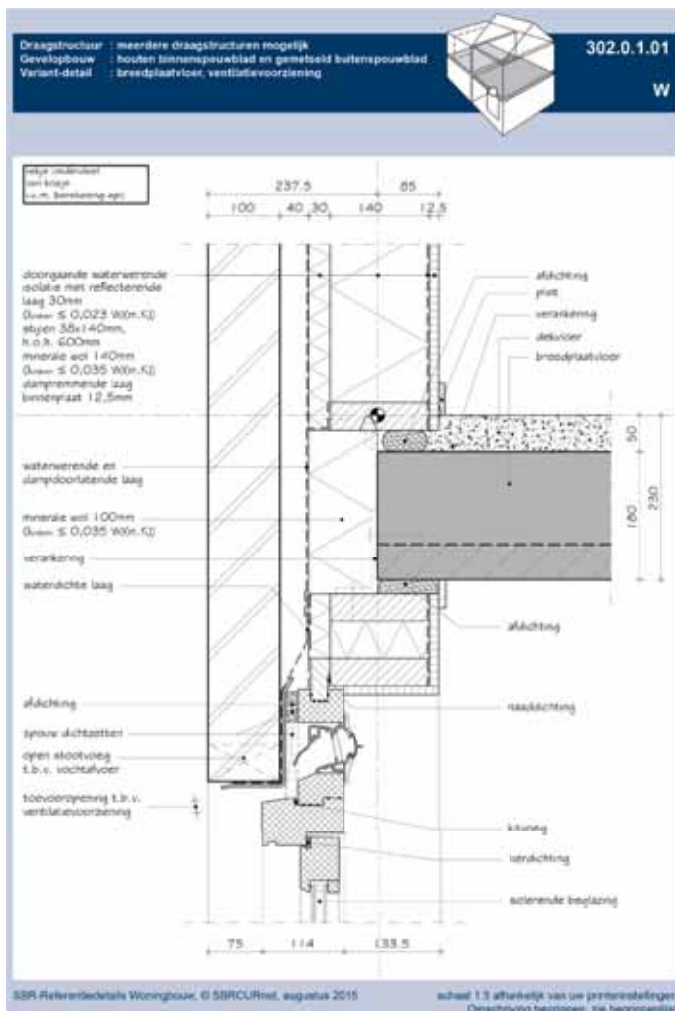
Weerstand kanalen

Bij het selecteren en dimensioneren van de bouwkundige en installatietechnische onderdelen is het dus zaak de eisen te kennen; deze onderdelen vormen samen het ventilatiesysteem. Belangrijke randvoorwaarde voor het correct functioneren is het bepalen van de weerstand in het kanalsysteem. Ventielen, kanalen, dempers, toestellen en de dakafvoer hebben een bepaalde weerstand. Eventuele toevoer-roosters in de gevel worden hierbij niet meegenomen. De nominale waarde wordt opgegeven bij 1 Pa en daardoor hebben deze roosters in theorie geen weerstand; ook over-

Ventilatiesystemen moeten integraal en in samenhang met het totale bouwontwerp ontworpen, gerealiseerd en gebruikt worden. Voor een effectief ventilatiesysteem zijn de samenhang van de componenten, de installatiekwaliteit en de geluidproductie van zeer groot belang. Zijn deze zaken niet in orde dan is de praktijk dat de bewoner het ventilatiesysteem niet goed gebruikt en zelfs uitzet. In dit artikel aanbevelingen voor de ontwerper, de bouwers (aannemer en installateur) en de kwaliteitsborger.

Ontwerpaspecten

Bij het ontwerpen van een woning of gebouw hoort de gebruiker centraal te staan. De regel-



stroomvoorzieningen worden verwaarloosd. De weerstand kan beperkt worden door deze componenten goed te selecteren. In het blad Contact (2016/4) van het WTCB (www.wtcb.be) staat een lezenswaardig artikel over ventilatie van woongebouwen. In dat artikel werd de weerstand van drie ronde gladde kanalen vergeleken met één rond glad kanaal met dezelfde totale doorlaat (75 m³/h). De weerstand van de drie kanalen is twee keer zo groot als bij het enkele kanaal. Hoe meer weerstand, hoe meer de ventilator aan energie gebruikt en hoe meer geluid deze produceert. Een centrale opstelruimte, stromende bochten, ronde en royale kanalen en geen flexibele

slangen beperken de weerstand. Alle weerstanden worden vervolgens opgeteld bij de gewenste ventilatiehoeveelheden en ten slotte wordt de benodigde ventilator geselecteerd. Deze aanpak is overigens nog geen praktijk in de woningbouw. Vaak wordt met behulp van de dipswitches van de ventilator de capaciteit ingesteld. Het energieverbruik en de geluidproductie is dan vaak niet optimaal.

Overige eisen

Behalve de hoeveelheden die toe- en afgevoerd moeten worden, zijn er nog enkele eisen waaraan voldaan moet worden. Zo wordt een eis gesteld aan de *verdunningsfactor*: de afge-

voerde ventilatielucht of rookgassen mogen niet door het ventilatiesysteem weer naar binnen getrokken worden. Toevoerlucht wordt ingebracht in de verblijfsruimten en afgevoerd vanuit de 'natte' ruimten. De lucht moet zich dus via de verkeersruimten kunnen verplaatsen. Daartoe worden *overstroomvoorzieningen* in de woning aangebracht. Meestal enkele centimeters ruimte onder een binnendeur. De vuistregel is per dm³ lucht: 12 cm² opening. Verder is het van groot belang dat de *geluidproductie* van het ventilatiesysteem beneden een $L_{i;A,k}$ van 30 dB blijft (voor woningen). Dat betekent dat wanneer verblijfsgebieden (VG) op dezelfde verdieping aanwezig zijn het sys-

QCL 600: Installaties								
N.	Fase	BB	Onderdeel	Wat	Hoe/Norm	Wie	Waarmee	Wanneer
1	4	5.2	Verwarming ontwerp	Eis ≤0,4 Cf energie concept	NEN 7120	Werkvoorbereider / bouwfysicus	Controle berekening	
2	6	5.2	Levering componenten	Cf EPC berekening	Controle	Installateur	CP 604	
3	6	5.2	Montage verwarming	Cf BRL 6000-02	KV + visuele controle	Uitvoerder	CP 604	
4	4	3.29/3.30/3.31/3.33	Ventilatie ontwerp	Cf energie concept en Capaciteits-berekening/verduunnings-factor	Berekening en tekeningen Cf. NEN 1087	Werkvoorbereider / bouwfysicus	Controle berekening	
5	6	3.29/3.30/3.31/3.33	Levering ventilatie componenten	Cf ventilatie-berekening en EPC berekening	Controle + Aflever bon	Installateur	CP 605	
6	6	3.29/3.30/3.31/3.33	Montage ventilatie systeem	BRL (VPK) 8010	KV	Installateur	Opvragen en controleren	
7	5	6.12	Waterleiding ontwerp	Cf contract en aansluit-voorwaarden	NEN 1006 en tekeningen	Werkvoorbereider	CP 601	
8	6	6.12	Levering componenten	Cf EPC en contract	Aflever bon	Installateur	Opvragen en controleren	
9	6	6.12	Montage waterleiding	Cf 6000	KV	Uitvoerder	Opvragen en controleren	
10	4	6.8	Elektrische installaties	Cf contract en aansluit-voorwaarden	NEN 1010 en tekeningen	Werkvoorbereider	CP 602	
11	6	6.8	Levering componenten	Cf contract	Controle + aflever bon	Installateur	CP 602	
12	6	6.8	Montage elektrische installaties	Cf BRL 6000-01	KV	Uitvoerder	Opvragen en controleren	
13	5	6.16	Riolering ontwerp	Berekening	NEN 3215	Werkvoorbereider	CP 603 + 102	
14	6	6.16	Riolering componenten	Cf contract en berekening	Controle	Installateur	Aflever bon	
15	6	6.16	Montage riolering	Cf BRL 6000	KV	Uitvoerder	CP 603 + 102	

CP 6.05 ventilatie

Project :
OA. :

Projectnummer :
Opsteller :
Datum :

BB art: 6.8 & 6.10				
Onderdeel	Akkoord			Toelichting/actiepunt
Algemeen (fase: 4)	J	N	NVT	Bouwdeel:
Werkvoorbereiding (fase: 5)				
Uitvoering (fase: 6)				
Levering componenten conform ontwerp:				
Gewelroosters/toe(evt.)- en afvoerventielen				
Kanalen				
Dakdoorvoer				
Ventilator				
Montage ventilatiesystemen:				
Overstroomvoorzieningen				Advies gebruik Ventilatie Prestatie Keur
Inregelrapport				1-2 cm ruimte boven de vloerafwerking, onder de binnendeuren (zie ontwerp)
Geluidproductie				
Maatvoering				
Nacontrole (fase: 7) → dossier:				
Opmerkingen/aanvullingen/overige informatie				
Bedrijf	Naam			Paraaf

teem in een aparte technische ruimte moet worden geplaatst. Opgemerkt dient te worden dat bij de gestelde eis er nog steeds >20% bewoners gehinderd wordt door de geluidproductie van het ventilatiesysteem (een eis van 25 dB wordt aanbevolen, maar is lastig te realiseren!). NTR 5076 (gezamenlijke NEN-ISSO-publicatie) geeft praktische voorbeelden en informatie. Ook is het van belang dat de *luchtsnelheid* in de leefruimte niet te hoog wordt. De eis is maximaal 0,2 m/s, de meeste installateurs houden overigens 0,15 m/s aan. Opmerkelijk is dat hieraan geen temperatuurcriterium is verbonden. Bij een inblaas temperatuur die

3 graden beneden de ruimtetemperatuur ligt, is deze eis voldoende. Bij toevoer van buitenlucht in de winter levert deze luchtsnelheid klachten op, waardoor bewoners de gevelroosters dichtzetten. Verder moet de ontwerper rekening houden met *onderhoud*. Corporaties nemen soms het onderhoud voor hun rekening (schoonmaken en vervangen van de filters) en zorgen er daarom voor dat het ventilatiesysteem vanuit het trappenhuis (algemene ruimten) bereikbaar is en dat de monteur zijn werk in de installatieruimte goed kan uitvoeren. Aedes en VLA hebben gezamenlijk een programma van eisen opgesteld voor ontwerp, uitvoering en onder-

houd van ventilatiesystemen in de woningbouw (te vinden op www.aedes.nl, door 'ventilatiesystemen' in te vullen bij het zoekvak). De keuze van de ventielen (toe- en afvoerpunten) en de plaatsing daarvan is ook belangrijk. Plaatsing te dicht bij wanden leidt tot *vervuiling* van de wand. Ook toe- en afvoer te dicht bij elkaar plaatsen is niet verstandig, want dat leidt tot 'kortsluiting': inblaaslucht wordt dan direct weer afgezogen. Ook mengt het ene ventiel beter dan het andere. Dus een zorgvuldige selectie is noodzakelijk om een goed functionerend systeem te realiseren.

Integrale aspecten

Ten slotte nog enkele integrale aspecten. Het Bouwbesluit stelt ook eisen aan de *doorspuibaarheid* van woningen. Dat betekent dat er in elke verblijfsruimte een raam aanwezig moet zijn. Een klepraam (hoger dan 1,80 meter geplaatst) in elke verblijfsruimte is aan te raden om *zomer-nachtventilatie* mogelijk te maken. Hiermee wordt in de zomer de woning snel afgekoeld, waardoor mechanische koeling vaak niet nodig is. Klepramen kunnen ook hun dienst bewijzen bij gelegenheden wanneer er veel mensen in de woning aanwezig zijn, bij het stoken van een open haard en bij het gebruiken van een afzuigkap. De energiezuinigheid van een ventilatiesysteem met warmtewinning loopt terug als de *luchtdichtheid* niet is aangepast aan dit ventilatiesysteem. De ventilatie vindt dan gedeeltelijk via de naden en kieren (dwarsventilatie) plaats en niet via het systeem, waardoor de afvoerlucht zijn warmte niet teruglevert aan de toevoerlucht.

Uitvoeringsaspecten

Een goed ontwerp staat nog niet gelijk aan een goed resultaat. De uitvoerende partijen moeten dus het ontwerp correct uitvoeren. Door ondoordacht bezuinigen wordt de kwaliteit van het ontwerp vaak tenietgedaan. Tijdens de uitvoering moet er respect zijn voor elkaars werk, dus bij het storten van beton rekening houden met de kanalen. Voorkom het vollopen van de kanalen met beton door het kanaal tegen opdrijven te zekeren en met een tijdelijk deksel het kanaal af te sluiten. Vanzelfsprekend moeten de kanalen goed getapet zijn om luchtlekkages te voorkomen. De maatregelen om de geluidproductie te beperken zijn deels bouwkundig en deels een taak van de installateur. De bevestiging aan de achterwand moet bijvoorbeeld zo veel mogelijk akoestisch ontkoppeld zijn. Nadat het systeem is bevestigd, moet het zorgvuldig ingeregeld worden. De berekening moet dan geraadpleegd worden en vervolgens worden per

ruimte de ventielen ingesteld. Het systeem wordt geïnstalleerd in een bouwkundig kader. Belangrijk is bijvoorbeeld de dak-doorvoer luchtdicht aan te sluiten om vochtproblemen en energieverlies te voorkomen (zie SBR-referentiedetail 408.0.0.01). Ook het inbouwen van een luchttoevoerrooster (zie SBR referentiedetail 302.0.1.01) moet zorgvuldig gebeuren om lekkage en energieverlies te voorkomen. Zeker bij hoogbouw zijn dat risico's.

Aantoonbaarheid

De VLA heeft het initiatief genomen de kwaliteit van ventilatiesystemen te verbeteren. Daartoe is een keurmerk uitgewerkt: het Ventilatie Prestatie Keur. De borging van dit procescertificaat wordt uitgevoerd door de stichting KBI (Stichting Kwaliteitsborging Installatiesector). De basis waarop installateurs worden gecertificeerd is vastgelegd in de BRL 8010. Inmiddels beschikken veel installateurs over dit certificaat. De doelstelling van dit keurmerk is de eindgebruiker centraal te stellen en ontwerp, uitvoering en prestaties van het systeem te borgen. Ook onderhoud en instructie aan de gebruikers zijn onderdeel van het keurmerk.

De onafhankelijke kwaliteitsborger (in het kader van de Wet kwaliteitsborging) moet vaststellen of het aannemelijk is dat aan het Bouwbesluit is voldaan. Vanzelfsprekend kan de KB zelf een aantal activiteiten uitvoeren of door de bouwer laten verzorgen. Ventilatiehoeveelheden kunnen namelijk relatief eenvoudig worden vastgesteld met een zogenaamde flow-finder. Ook het aantonen dat de geluidproductie beneden de gestelde eis blijft, kan simpel met een geluidmeter. Echter, het selecteren van een installateur met een Kwaliteitsverklaring (KV), in dit geval een procescertificaat, maakt het werk van de KB eenvoudiger en dus goedkoper.

Meer informatie over ventilatie: www.vla.nl.

Informatie over de auteur

Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut voor Bouwkwiteit. Met dank aan ir. Harm Valk (Nieman Raadgevende Ingenieurs).

Serie over bouwtechnisch ontwerpen

Dit artikel is de negende publicatie in een reeks over bouwtechnisch ontwerpen (detaileren). Deze artikelen proberen een brug te slaan tussen de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) en de bouwpraktijk. De wet beperkt zich tot het voldoen aan de bouwregelgeving, echter bouwkwiteit is breder. Het gaat erom dat wordt voldaan aan de verwachtingen van de klant. Belangrijk verschil met de huidige praktijk is, dat de bouwer moet aantonen (en dus vastleggen) dat wordt voldaan! Naar de klant door te laten zien dat er conform de afspraken (contract) en goed en deugdelijk werk is gebouwd. Naar het bevoegd gezag door aan te tonen, via de onafhankelijke kwaliteitsborger, dat het project voldoet aan het Bouwbesluit. Deze kwaliteitsborger zal op basis van betrouwbare informatie, die vooral door de bouwer aangeleverd wordt, zijn 'as-built' verklaring afgeven aan het bevoegd gezag.

Eerder verschenen artikelen:

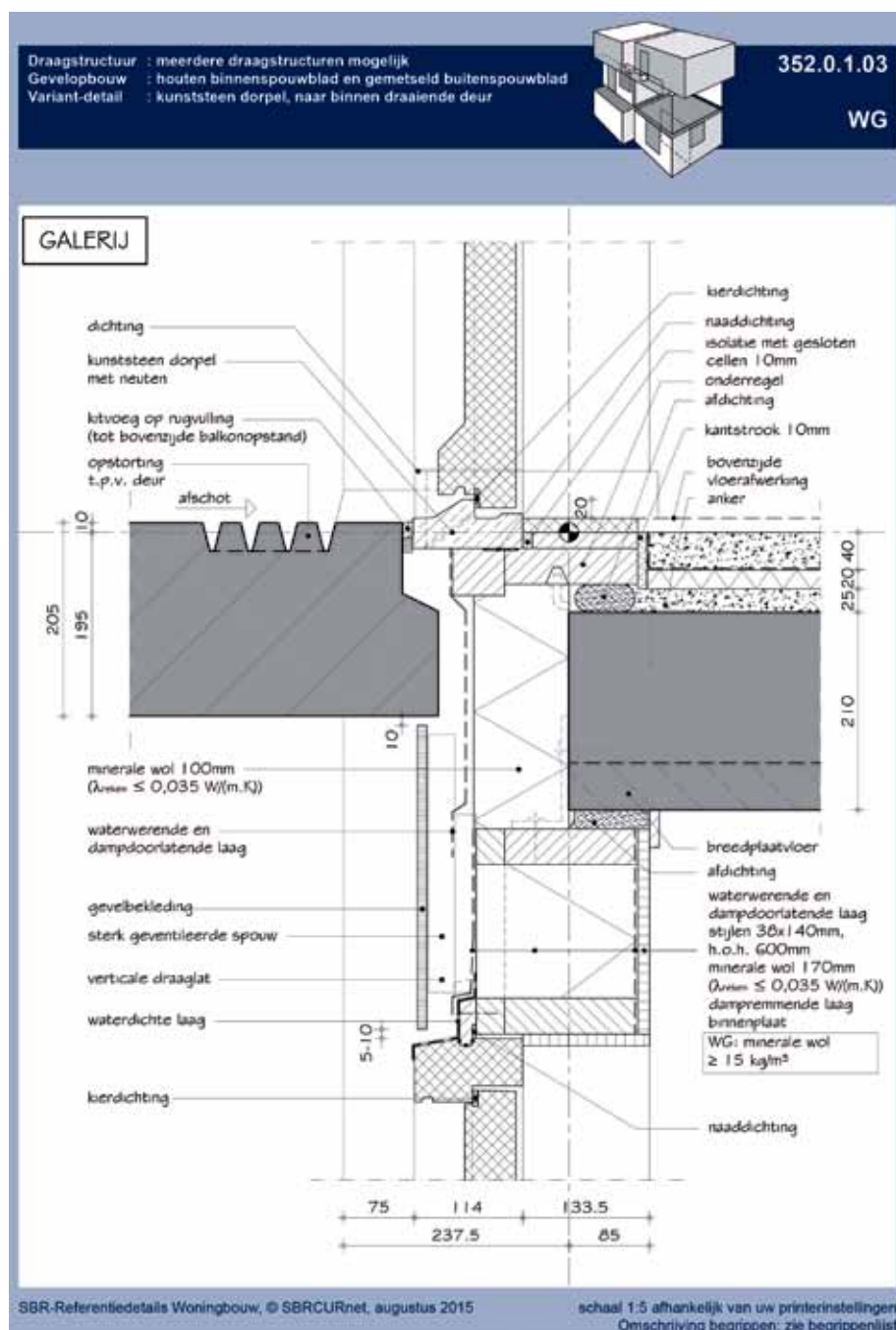
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 10, 2015: 'Integraal en in samenhang'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 12, 2015: 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 1/2, 2016: 'Een detail is geen kleinigheid'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 4, 2016: 'Fundering: goed begin is het halve werk'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 5, 2016: 'Details woningscheidende wanden en vloeren'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 6, 2016: 'Geveldetailering: basis voor gezond binnenklimaat'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 10, 2016: 'Woningscheidende vloeren in woongebouwen'
- Bouwkwiteit in de praktijk nummer 11, 2016: 'De dakvoet: een cruciaal detail'



Woningscheidende vloeren in woongebouwen

Woningscheidende vloeren zijn de meest kritische constructie in woongebouwen. Deze vloeren vervullen vele functies, zoals een constructieve functie. Maar deze vloeren moeten onder meer ook zorgen voor voldoende geluidwering tussen twee appartementen en moeten de opname van installatietechnische componenten (ventilatie, elektra, verwarming) mogelijk maken. Dit artikel sluit aan bij het artikel in Bouwkwiteit 2016 nr. 5 'Details woningscheidende wanden en vloeren'.

Tekst Drs. ing. Harry Nieman

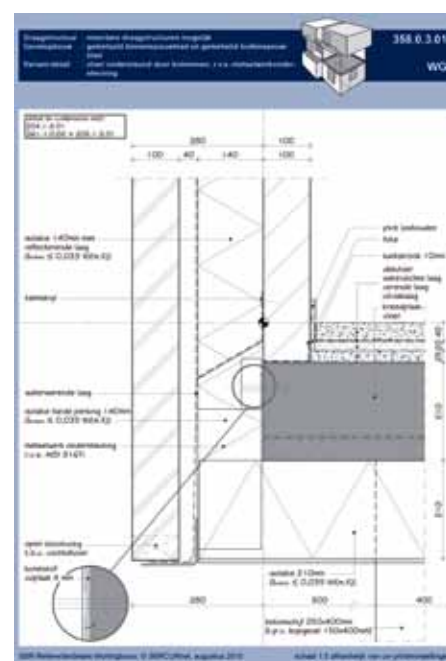


Figuur 2. Detail 352.0.1.03.

Balkons en galerijen

Balkons en galerijen worden meestal ondersteund met zogenoemde consoles (zie bijvoorbeeld Figuur 1, detail 351.0.1.02). Hoewel deze oplossing veel gunstiger is dan doorgestorte vloeren kunnen deze consoles in bepaalde situaties voor een koudebrug zorgen. In het afgebeelde detail is aangegeven dat eindconsoles (kopgevels) aangestort moeten worden met zogenaamde rvs stekken omgeven met thermische isolatie (bijvoorbeeld Isokorf). Belangrijk bij consoles is te voorkomen dat er geen goede waterafvoer plaatsvindt. Aan de bovenzijde van de console is in dit detail een

gootje opgenomen. Dit gootje is verbonden met een verticale insnoering waar het water kan wegvloeien. Daarmee wordt ook voorkomen dat het water naar binnen stroomt. Bij galerijontsluitingen is het van belang dat ook de toegankelijkheid in orde is. In Figuur 2 (detail 352.0.1.03) is een ontwerp voor een goede toegang uitgewerkt. De waterdichte laag wordt hier verlaagd en wordt vervuld door de onderdorpel. Dat betekent dat tegen de stijlen een beëindiging moet worden gecreëerd, meestal met een loodbakje. De overgang tussen de onderdorpel en de waterdichte laag in het metselwerk wordt verzorgd door een



Figuur 3. Detail 358.0.3.01.

verticale kitvoeg. Let erop dat er geen water op de galerijen blijft staan: dat levert gevaarlijke situaties op (zeker in de winter!).

In de praktijk worden veel metselwerkdragers te dicht bij elkaar geplaatst, zodat er een koudebrug ontstaat. RVS dragers zijn vanwege hun lagere warmtegeleiding gunstiger dan stalen metselwerkdragers (zie bijvoorbeeld Figuur 3, detail 358.0.3.01).

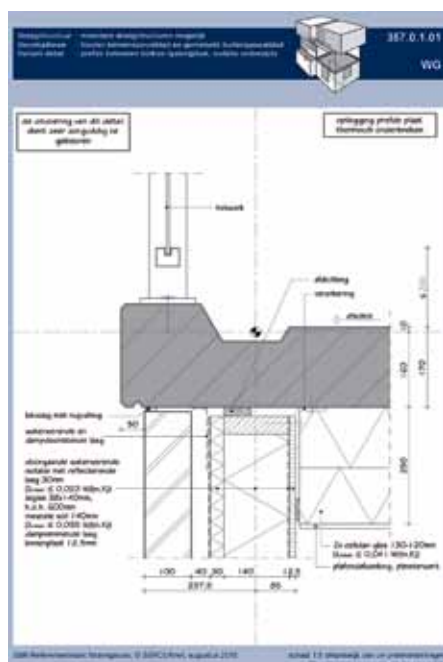
Bij de woningtoegang is ook de luchtdichtheid van belang. Zorg voor licht knevelend en meervoudig sluitend hang- en sluitwerk. Let erop dat het hekwerk op de juiste hoogte wordt ontworpen (tot 13 meter hoogte 1,00 m, daarboven 1.20 m). Houd rekening met afschot en terrasbedekking (Figuur 4, detail 357.0.1.01).

Uitvoeringsaspecten

Het aanbrengen van de dekvloer moet zeer zorgvuldig gebeuren. Voorkomen moet worden dat er contact ontstaat tussen de dekvloer en de ondervloer. Daardoor worden de gunstige eigenschappen van de tussenlaag (isolerende laag) tenietgedaan (zie ook het artikel in Bouwkwiteit in de Praktijk nr. 5). In de praktijk zie je vaak dat door naden in de folie, materiaal van de dekvloer de ondervloer bereikt. De werkvoorbereider moet erop toezien dat de juiste tussenlaag wordt besteld. Het begrip 'dynamische stijfheid' is in dit kader heel belangrijk.

Waterdichte lagen zijn belangrijk en worden daarom bij de risicoanalyse vaak als kritisch aangemerkt. In de NPR 2652 'Vochttering in gebouwen' zijn aanwijzingen gegeven voor correcte uitvoering. Deze zijn in de SBR details

Serie over bouwtechnisch ontwerpen



Figuur 4. Detail 357.0.1.01.

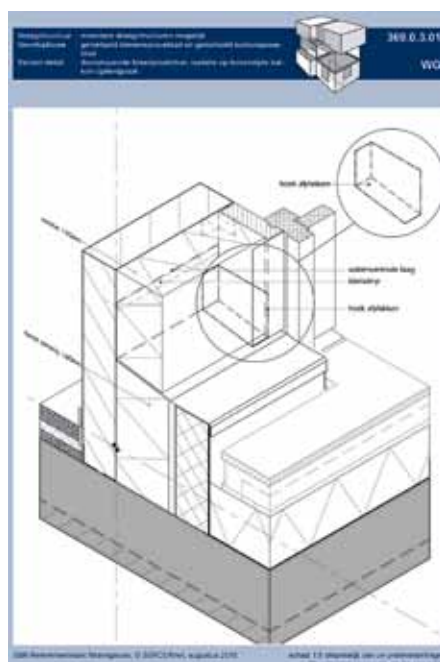
vanzelfsprekend overgenomen. Figuur 5 (detail 369.0.3.01) geeft een goed voorbeeld op welke wijze waterdichte lagen moeten worden aangebracht. In dit detail is de waterafvoer geborgd door de waterdichte laag te ondersteunen door schuin afgezaagde isolatie. Ook is de waterdichte laag correct beëindigd tegen de stijl van het entreekozijn.

Alle woningen moeten goed bereikbaar en toegankelijk zijn. Zowel aan de galerijzijde als aan de woningzijde mag de maximale opstand maximaal 20 mm zijn. Houd daarom rekening met toleranties en realiseer marge in verband met afwijkingen in de praktijk.

De toegang naar de balkons mag met een hogere opstap worden gerealiseerd. Daar zijn geen eisen aan verbonden. Houd echter rekening met de toegankelijkheid; senioren moeten een balkon zonder gevaar voor vallen kunnen betreden. Zie voor instructies het Handboek Toegankelijkheid (uitgave BIM Media). Let op: bij eventuele gemeenschappelijke buitenruimten is de maximale opstap wel 20 mm, zowel aan de buiten- als binnenzijde. Ten slotte nog het advies om bij de toegang op de luchtdichtheid te letten. Neem bijvoorbeeld een valdeur op in de entreendeur.

Enkele uitvoeringstips

Maatvoering is erg belangrijk. Ondanks de beste bedoelingen is rekening houden met afwijkingen in de praktijk essentieel. Zorg dat er rekening wordt gehouden met ruimte om zorgvuldig te kunnen stellen. In Figuur 2 (detail 352.o.1.03) zijn stelankers aangegeven voor het HSB binnenspouwblad. De vloer



Figuur 5. Detail 369.0.3.01.

wordt echter op toeg gestort. Houd er dus rekening mee dat ook het anker in het midden van de overspanning van de vloer zorgvuldig gesteld kan worden (in de praktijk zie je vaak dat het anker ingehakt moet worden). Let er ook op dat het anker waarmee het HSB binnenspouwblad aan de bovenzijde wordt vastgezet, zodanig gemaaktvoerd is dat er niet in de schilplaatvloer behoeft te worden geboord. In detail Figuur 2 wordt doorgeslagen water bij de onderdorpel door kanaaltjes in de kunststenen dorpel afgevoerd. Let erop dat dit water correct wordt afgevoerd. De gebruikelijke werkvolgorde kan hier niet gevolgd worden. Dat betekent dat de HSB elementen in een arbeidsgang tezamen met de prefab galerijen en balkons moeten worden gesteld. Voor het onderhoud is het van belang dat de kitvoegen goed bereikbaar zijn. Houd rekening met de maximaal toelaatbare vervorming van de kit. Op de kop van de vloeren wordt minerale wol aangebracht in verband met de eisen aan geluid en brandveiligheid. De verwerkingsvoorschriften van de zogenaamde rvs stekken schrijven voor dat deze ook brandveilig ingebouwd moeten worden. Volg die nauwgezet om bij een eventuele brand niet geconfronteerd te worden met het afbreken van de balkons.

Aantoonbaarheid

De beschreven constructies zijn complex en vragen een brede (integrale) expertise om vast te stellen of wordt voldaan aan alle voorschriften. Checklists zoals die bij de vorige artikelen zijn geplaatst, zijn voor deze woningschei-

Dit artikel is de zesde publicatie in een reeks over bouwtechnisch ontwerpen (detailleren). Deze artikelen proberen een brug te slaan tussen de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen (Wkb) en de bouwpraktijk. De wet beperkt zich tot het voldoen aan de bouwregelgeving, echter bouwkwaliteit is breder. Het gaat erom dat wordt voldaan aan de verwachtingen van de klant. Belangrijk verschil met de huidige praktijk is, dat de bouwer moet aantonen (en dus vastleggen) dat wordt voldaan! Naar de klant door te laten zien dat er conform de afspraken (contract) en goed en deugdelijk werk is gebouwd. Naar het bevoegd gezag door aan te tonen, via de onafhankelijke kwaliteitsborger, dat het project voldoet aan het Bouwbesluit. Deze kwaliteitsborger zal op basis van betrouwbare informatie, die vooral door de bouwer aangeleverd wordt, zijn 'as-built' verklaring afgeven aan het bevoegd gezag.

Eerder verschenen artikelen:

- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 10, 2015: 'Integraal en in samenhang'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 12, 2015: 'Met passen en meten wordt de meeste tijd versleten'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 1/2, 2016: 'Een detail is geen kleinigheid'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 4, 2016: 'Fundering: goed begin is het halve werk'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 5, 2016: 'Details woningscheidende wanden en vloeren'
- Bouwkwaliiteit in de praktijk nummer 6, 2016: 'Geveldetailering: basis voor gezond binnenklimaat'

dende vloeren echter nog niet beschikbaar. Voor de toetser zijn de aanwijzingen voor ontwerp en uitvoering gerelateerd aan het Bouwbesluit, die bij de SBR referentiedetails worden gegeven, behulpzaam.

Informatie over de auteur
Drs. ing. Harry Nieman is kwartiermaker bij het Instituut voor Bouwkwaliteit.