

De belangstelling voor verdiepinggebouwen met een stalen hoofddraagconstructie neemt toe. De voordelen worden nog niet algemeen onderkend en ten onrechte bestaat de indruk dat dit type gebouwen duur zou zijn. Bovendien wordt bij de kostenafweging onvoldoende rekening gehouden met besparing van de bouwkosten. Verder biedt een staalskelet een grote mate van flexibiliteit in het ontwerp, vooral met het oog op toekomstige veranderingen aan het gebouw. Bij demontage, scheiding en hergebruik van bouwmaterialen heeft de staalskeletbouw duidelijke voordelen.

Verdiepingbouw in staal en beton

Staalskelet met kanaalplaatvloeren biedt hoge toekomstwaarde

ir. A.W.A.M.J. van de Bogaard

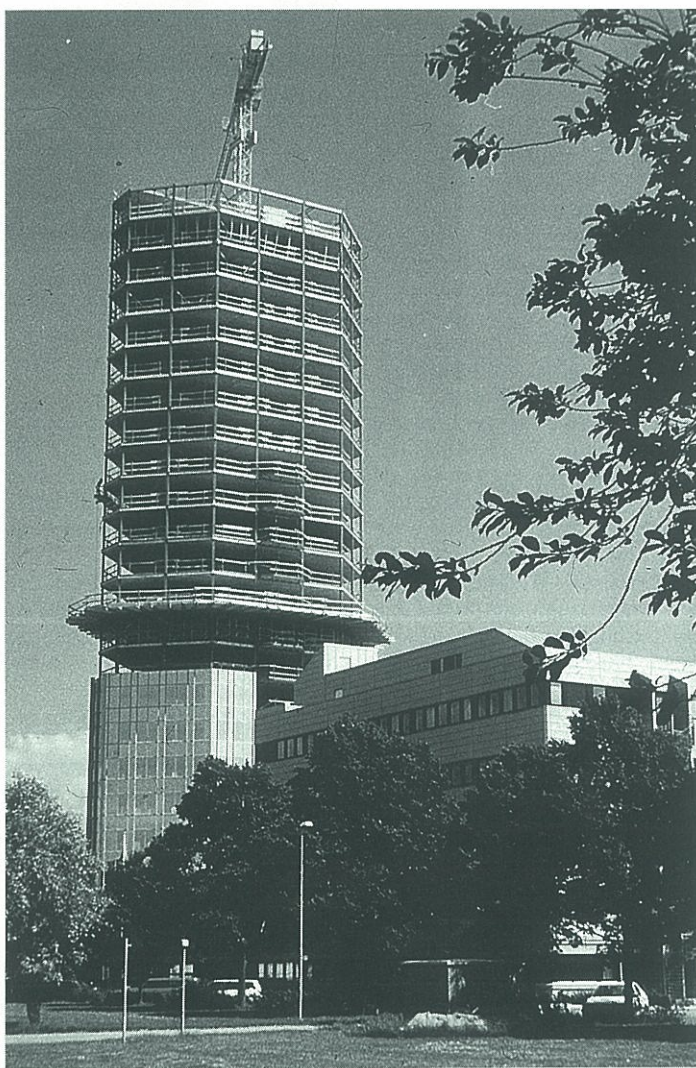
Project Analyse Bureau, Rotterdam

Staalconstructies voor verdiepingbouw mogen zich in ons land verheugen in een groeiende belangstelling. Er is in de afgelopen jaren een duidelijke omzetting te zien in het marktsegment van de relatief kleine kantoren in combinatie met een bedrijfsruimte [1]. De mogelijkheden van staalbouw voor de grotere kantoorgebouwen in de dienstverlenende sector worden op dit moment nog onvoldoende onderkend.

Voor de belanghebbenden in de bouwnijverheid is bouwen een kernactiviteit en het gebouw een eindproduct. Voor een commerciële opdrachtgever is het gebouw geen doel op zich, maar een bedrijfsmiddel of beleggingsobject, waarmee een zeker rendement moet worden behaald. Deze opdrachtgever is niet in eerste instantie geïnteresseerd in de laagste investering, maar vooral in het hoogste rendement, dus ook in de opbrengsten en het laagste risico. Daarom is er ook een behoorlijke spreiding in de budgetten voor kantoorgebouwen. Het beste gebouw is een gebouw met de laagste verhouding tussen prijs en kwaliteit.

Prijs en kwaliteit

Te vaak wordt in de financiële beoordeling van constructievarianten voor een gebouw vrijwel uitsluitend gelet op de directe bouwkosten van de constructie: de materiaalkosten en de tijdge-



De mogelijkheden van staalbouw voor grote kantoren in de dienstverlenende sector worden op dit moment nog onvoldoende onderkend.

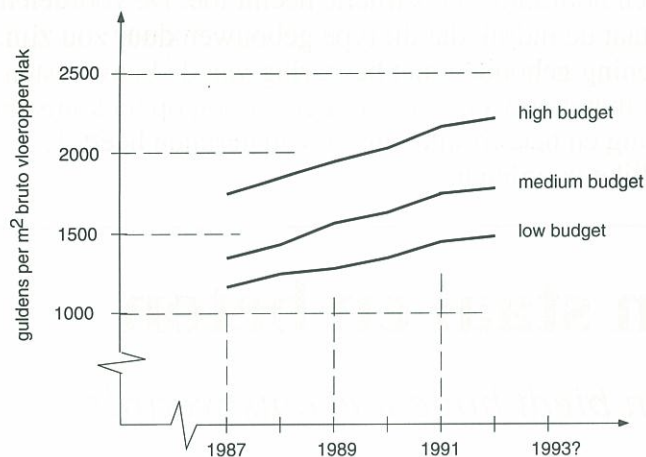
bonden kosten voor materieel en arbeidsloon. De kosten voor de draagconstructie zelf vormen echter een bescheiden aandeel in de totale bouwkosten. Bovendien zijn de financieringslasten voor de constructie relatief lager dan voor de andere onderdelen van een gebouw door de veel langere afschrijvingstermijn.

Het grootste effect van de hoofddraagconstructie op de prijs-kwaliteit-verhouding van gebouwen is voornamelijk van indirecte aard. Enerzijds heeft de constructie invloed op de keuze en de montage van installaties en gevelafbouw, die beide een groter deel van de kosten vertegenwoordigen dan die van de draagconstructie zelf. Anderzijds beïnvloedt de constructie het jaarlijkse netto resultaat van exploitatiewinst, investeringsrente en afschrijving.

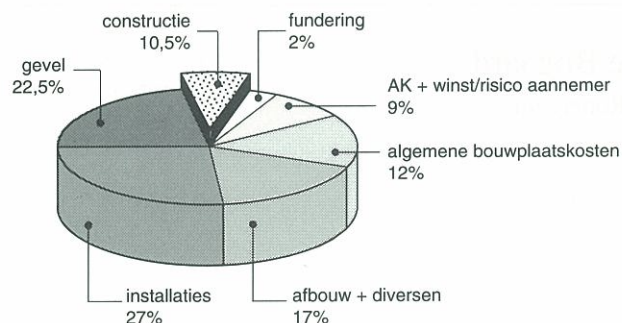
Verdiepinghoogte

Wanneer een bepaalde draagconstructie bijvoorbeeld een verlagings van de verdiepinghoogte mogelijk maakt van 3,6 m naar 3,3 m, betekent dit een besparing van 8% op de gebouwhoogte. In plaats van elf passen er dan twaalf bouwlagen in dezelfde hoogte, wat 9% extra huur opbrengt. Wordt deze mogelijkheid niet benut, dan betekent een 8% kleinere gebouwhoogte:

- een reductie van het gevelopervlak met 8%;
- een verkorting van kolommen, wanden, trappen en verticale



Richtprijzen van de bouwkosten van kantoorgebouwen (peildatum 1 januari; bron: Starke Diekstra).



Samenstelling van de bouwkosten voor een medium-budget kantoorgebouw. De kosten voor de constructie vormen een bescheiden aandeel

- installatiedelen met 8%;
- een verlaging van het windmoment met 16%;
- een totale besparing van de bouwkosten met ongeveer 2%, wat overeenkomt met 20% van de kosten voor de hoofdconstructie.

Kolomkeuze

Een ander voorbeeld laat zien dat niet alleen de prijs, maar ook de aard van constructiedelen effect heeft op het rendement. Vergelijk daartoe twee geprefabriceerde gevelkolommen in een kantoorgebouw van zes bouwlagen. Elke kolom draagt per bouwlaag 24 m² bruto vloeroppervlak met een rekenbelasting van 320 kN. De ene kolom is een geprefabriceerde kolom van beton B45 met afmetingen 300×300 mm², de andere bestaat uit drie stalen kokerprofielen FeE 275 met uitwendige afmetingen 150×150 mm² en variërende wanddikten van 16, 10 en 5 mm. Bij een totale lengte van 21 m, gesteld in het werk, worden de kosten geraamd op f 2.280 voor de betonnen kolom (1,9 m³) respectievelijk f 3.500 voor de stalen kolom (0,88 ton). Op het eerste oog lijken de financieringslasten van de stalen kolom dus aanmerkelijk hoger.

Worden echter bij de afweging tussen beton en staal ook de eventuele meeropbrengsten betrokken,

dan ontstaat een geheel ander beeld (tabel 1). Dit komt, omdat de stalen gevelkolom vanwege de relatief geringe afmetingen kan worden geïntegreerd in de wandopbouw, terwijl de betonnen kolom er voor de helft aan de binnenzijde uitsteekt. De stalen kolom neemt over de zes bouwlagen 0,27 m² minder constructieoppervlak in beslag, wat bij een bescheiden huurniveau van f 200 per m² jaarlijks een extra bedrag aan huur van f 54 opbrengt. Het belangrijkste is evenwel dat de Real Estate Norm [2] vlakke binnenwanden in de vastgoedsector hoger waardeert dan niet-vlakke binnenwanden. Wanneer deze hogere waardering wordt vertaald in 1% verhoging van het huurniveau, blijken de financierings-

Tabel 1. Vergelijk van jaarlijkse lasten en baten van gevelkolommen in beton en staal voor een kantoorgebouw met zes bouwlagen.

		beton	staal
lasten	2% afschrijving (lineair, 50 jaar)	45,60	70,00
	8% investeringsrente	182,40	280,00
	bruto lasten	228,00	350,00
baten	extra verhuurbaar oppervlak (0,27 m ²)	–	54,00
	1% hoger huurniveau (125 m ²)	–	250,00
	extra baten	0,00	304,00
netto	lasten per saldo	228,00	46,00



Flexibiliteit is een vitaal kwaliteitsaspect van gebouwen. Onvoldoende aanpassingsvermogen leidt onvermijdelijk tot sloop, soms lang voordat de economische levensduur van vijftig jaar is bereikt.



Stalen kolommen zijn, vanwege de relatief geringe afmetingen, eenvoudig te integreren in de gevel. De vlakke binnenwand die zo ontstaat, wordt in de vastgoedsector hoog gewaardeerd.

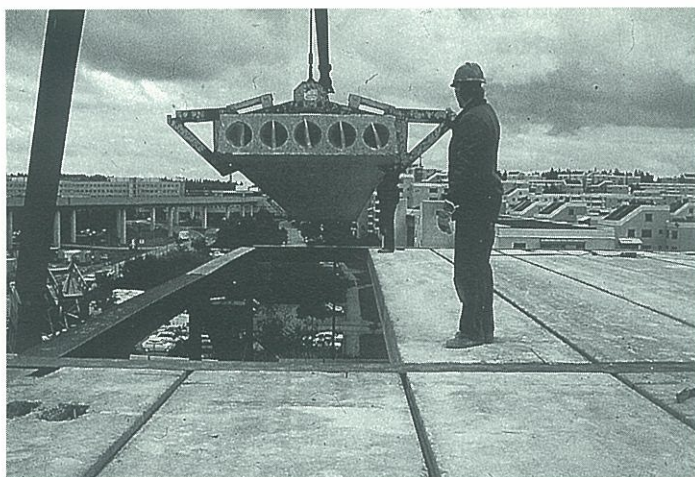
lasten van de betonnen kolom per saldo 5× hoger te zijn dan die van de stalen kolom. Bij verlaging van de rentelasten en een verhoging van het huurniveau wordt dit verschil nog groter. Uit tabel 1 mag niet worden geconcludeerd, dat een draagconstructie met een staalskelet de helft duurder is dan met een be-

tonskelet. De kosten voor de (gevel)kolommen vormen een gering deel van de totale constructiekosten; het leeuwedeel komt voor rekening van de vloeren. In de praktijk blijkt dat draagconstructies van staal of van beton nageen even duur zijn: gemakzucht, de bedrijfscultuur of bestaande relaties in de bouwwereld geven veelal de doorslag bij de materiaalkeuze.

Flexibiliteit door skeletbouw

Een verdiepinggebouw is te vergelijken met het menselijk lichaam, waarvan de constructie de ruggengraat vormt. De verwachte levensduur bedraagt ten minste vijftig jaar. Veroudering en veranderende eisen in de tijd vragen om voldoende aanpassingsvermogen. Identiteitsproblemen, schoonheidsbezwaren, sommige 'sick-building' klachten en ouderdomskwalen zijn te bestrijden met een 'orgaantransplantatie' van bijvoorbeeld de installaties en de gevelhuid. Operaties aan de constructie zelf zijn doorgaans te ingrijpend en te kostbaar, zo niet onmogelijk. Blijven de vereiste aanpassingen achterwege, dan zijn leegstand, huurverlaging en mogelijk zelfs sloop het gevolg. Flexibiliteit is daarom een vitaal kwaliteitsaspect van gebouwen. De keuze voor bouwdelen met een verschillende afschrijvingstermijn in een open bouwstructuur bevordert die flexibiliteit. Dit in tegenstelling tot systemen met functie-integratie, zoals constructies met dragende gevels. Het is daarom begrijpelijk dat vooral in de gezondheidssector de beperkingen van de aanpasbaarheid van het gebouw als uiterst nijpend worden ervaren [3].

Een constructieconcept dat zich uitstekend leent voor het integraal ontwerpen van een flexibel gebouw, is staalskeletbouw met geïntegreerde stalen liggers en be-



Staalskeletbouw met geïntegreerde stalen liggers en betonnen kanaalplaatvloeren leent zich uitstekend voor het integraal ontwerpen van een flexibel gebouw. Dit concept vergroot de mogelijkheden van de kanaalplaat door de toepassing van slanke stalen liggers, zonder dat daardoor de constructiehoogte van de vloer toeneemt.

tonnen kanaalplaatvloeren [4]. Dit concept vergroot de mogelijkheden van de kanaalplaat door de toepassing van slanke stalen liggers, zonder dat daardoor de constructiehoogte van de vloer toeneemt.

De combinatie van de techniek van het extruderen, de hoge betonkwaliteit en de toegepaste voorspanning zorgen voor de sterke eigenschappen van de kanaalplaat:

- afhankelijk van de plaatdikte is een overspanning mogelijk van 6 m tot 18 m;
- bij de maximale overspanning wordt nog een groot nuttig draagvermogen geboden van ongeveer $7,5 \text{ kN/m}^2$;
- de voorspanning maakt een slanke, scheurvrije vloerplaat mogelijk met een overspanning tot $45 \times$ de plaatdikte;
- de volledig geprefabriceerde vloerplaat is in het werk zelfdragend en direct beloopbaar;
- de holle kanalen geven een laag volumegewicht van ongeveer 15 kN/m^3 , lager dan dat van een massieve vloer van constructief lichtbeton;
- de industriële fabricagekosten bedragen ongeveer f 250 per m^3 franco werk, wat relatief weinig is voor geprefabriceerd beton van een hoge kwaliteit.

De wijze van voorspannen en de produktie op een lange-banksysteem hebben ook beperkingen:

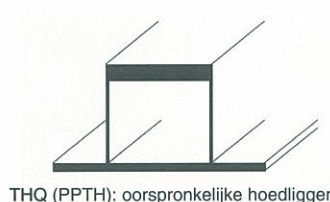
- er is sprake van elementen met één constante breedte, dragend in één richting;
- door de concentratie van voorspandraden onderin de doorsnede, moeten de platen tweezijdig vrij worden opgelegd. Overstekken zijn slechts in beperkte mate mogelijk;
- pasplaten met een afwijkende breedte of schuine einden wor-

den speciaal gezaagd. De hoge zaagkosten worden als extra bewerking in rekening gebracht;

- door de voorspanning vertonen alle platen in onbelaste toestand een opwaartse bolling of zeeg. Platen met verschillende overspanning en voorspanning, bijvoorbeeld rondom een raveling, hebben ook een verschillende zeeg. In de praktijk zijn altijd een egaliserende dekvloer nodig en een verlaagd plafond.
- de vloer is geen monolithe schijf, zodat voor de onderlinge samenhang de voegen in het werk gevuld moeten worden met een specie en, waar nodig, een koppelwapening. Om overal voldoende sterkte voor schijfwerking te verkrijgen, kunnen plaatselijk deuvelsparingen, gevuld met gewapend beton, noodzakelijk zijn of een ter plaatse gestorte druklaag;
- sparings voor kolommen, leidingen en ankerstaven worden in de fabriek aangebracht. Voor grote sparings zijn ravelingen nodig. De kosten hiervan worden afzonderlijk in rekening gebracht.

De meeste beperkingen blijken in de praktijk niet van belang te zijn en worden dan ook niet als nadeel ervaren. Een belangrijk aspect voor het ontwerp van de plattegrond is echter wel, dat de kanaalplaten slechts in één richting dragen. De combinatie met geïntegreerde stalen vloerliggers heft dit bezwaar op. Kenmerkend voor de toepassing van geïntegreerde stalen liggers is, dat:

- met kanaalplaten een vloer ontstaat, die in meerdere richtingen draagt en daardoor een grote ontwerprijheid biedt;
- de constructiehoogte gelijk is aan de vloerdikte, met onder de



THQ (PPTH): oorspronkelijke hoedligger



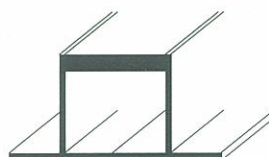
HE+L: semi-geïntegreerde ligger



NSQ (Norrtälje Svets)



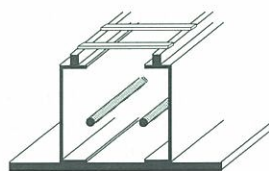
SFB (British Steel): slim floor beam



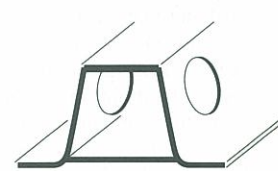
TBB (Tibnor)



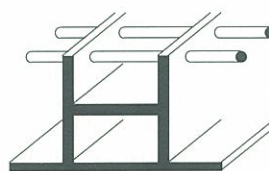
IFB (Arbed): integrated floor beam



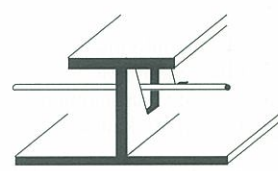
SWT (Fundia Bygg/ConstrucThor)



Deltabeam: staal-betonligger



MSQ: staal-betonligger



MSI: staal-betonligger

Voorbeelden van enkelsymmetrische, geïntegreerde stalen vloerliggers, die in de handel verkrijgbaar zijn.

vloer een onbelemmerde ruimte voor installaties;

- de liggers qua lengte, profiel en gewicht op maat leverbaar zijn, met keuze uit een ruim aanbod;
- door de hoge staalsterkte (standaard FeE 355) grote overspanningen tot ongeveer $35 \times$ de liggerhoogte mogelijk zijn, loodrecht op de overspanning van de kanaalplaten;
- vanwege de geïntegreerde positie in de vloer de liggers een goede brandwerendheid bezitten (ten minste 30 minuten zonder extra maatregelen).

Er bestaat een markant verschil tussen geïntegreerde stalen liggers en geïntegreerde staal-beton liggers. Stalen liggers ontlelen hun draagvermogen uitsluitend aan de staaldoorsnede: de kanaalplaten vormen in feite rustende belasting. Het volledige draagvermogen is direct na montage beschikbaar. Geïntegreerde stalen vloerliggers zijn er in twee soorten: de hoedliggers (ook wel Q-

liggers genoemd) en enkel-symmetrische I-liggers. Staal-beton liggers ontlelen hun uiteindelijke draagvermogen aan de samenwerking van het staal en het beton. Om deze samenwerking mogelijk te maken is een verankering nodig, bijvoorbeeld in de vorm van dwarswapening door de ligger, die schuifkrachten tussen het staal en het beton overbrengt.

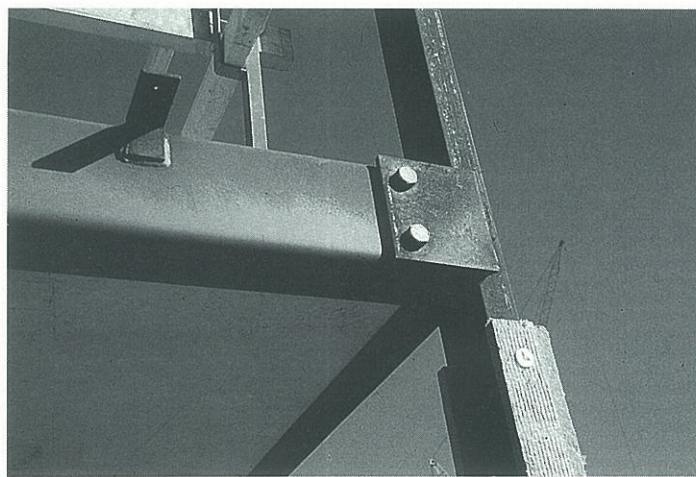
Afstemming aanbod en vraag

Staalskeletbouw met kanaalplaten is in meerdere opzichten een eigentijds antwoord op de vraag naar duurzame gebouwconstructies in een dynamische markt voor bedrijfshuisvesting:

■ De functionele scheiding tussen hoofdconstructie, afbouw- en inbouwpakket garandeert de vereiste *flexibiliteit* van het gebouw. Vlakke vloeren vormen geen belemmering voor aanleg, onderhoud en vervanging van installaties. Hoogwaardige materialen en grote overspanningen verlenen het gebouw toe-



De keuze voor bouwdelen met een verschillende afschrijvingstermijn in een open bouwstructuur bevordert de flexibiliteit. Dit in tegenstelling tot systemen met functie-integratie, zoals constructies met dragende gevels.



Uit het oogpunt van milieubeheer is een conservering ongewenst en is in een droge omgeving ook niet nodig. Men moet onderdelen van een staalconstructie bewust wel of niet conserveren en kritisch zijn bij het opstellen van bestekbepalingen op dit punt. Door de brandwerende bekleding rond de kolom (rechts-onder) komt het onbeklede staal niet in het zicht.

komstwaarde in de vorm van overmatig draagvermogen en grote indelingsvrijheid.

Het staalskelet laat elk type gevelafbouw toe. Ook lichte sandwichgevels – mits gecombineerd met open systeemplafonds, zodat de thermisch werkzame massa van de kanaalplaten wordt benut – voldoen aan de eisen met betrekking tot het binnenklimaat in de zomer. De uitvoering als klimaatgevel heeft daarnaast als voordeel een individuele regeling van het binnenklimaat en een verlaging van de verdiepinghoogte, doordat ventilatiekanalen vervallen.

■ *Prefabricage*, gevolgd door montage met eenvoudige verbindingen op de weersgevoelige bouwplaats, leidt tot grote maatnauwkeurigheid, beperking van het aantal transportbewegingen en een minimale opslag van bouw materiaal en bouwafval. Dit resulteert in een goede doorstroming van bouwactiviteiten en een *hoge bouwsnelheid*, waardoor ofwel de bouwbeslissing later kan worden genomen, ofwel het gebouw sneller wordt opgeleverd. In het eerste geval wordt voor de opdrachtgever het risico van veranderingen in de markt beperkt, in het tweede geval komen de opbrengsten sneller beschikbaar. In beide gevallen worden de tijdgebonden kosten beperkt van met name materieelhuur, bouwplaatsbeheer en rente op bouwgrond en honoraria.

■ De scheiding tussen drager en inbouw is een logische stap in een *open bouwmethode*. Daarbij worden bouw delen met een verschillende functie en levensduur apart omschreven in een *prestatiebestek* en door afzonderlijke onderaannemers geleverd. De levering van de totale hoofd draagconstructie door een *frame contractor*, de produktkwaliteit en de

aansprakelijkheid zijn daardoor helder gedefinieerd.

■ De open bouwmethode past ook in het huidige en toekomstige *milieubeleid* [5]. Skeletbouw biedt voor de werklieden relatief lichte arbeid op een schone bouwplaats en voor de omgeving een minimale lawaai-, stof- of verkeersoverlast. Dit laatste is vooral voor stedelijke bouwlocaties van belang. Bij de open bouwmethode is slopen van het gebouw het omgekeerde bouwproces. Demontage, scheiding en hergebruik van bouwmaterialen leveren later een kostenbesparing op bij de opslag of *recycling* van de bouwresten. De explosieve toename van de voorraad betonnen casco's in de afgelopen jaren vormt een stille reserve voor toekomstig bouwpuin en zal de stort- en verwerkingskosten ongetwijfeld omhoog drijven. Deze ontwikkeling beïnvloedt in toenemende mate de *restwaarde* van onroerend goed.

Acceptatie van staalskeletbouw

Staal, als bouw materiaal voor draagconstructies, kent een aantal aantrekkelijke eigenschappen:

- grote trek-, druk- en buigsterkte en een grote stijfheid zonder tijdsafhankelijke verschijnselen als krimp en kruip;
- slanke constructiedelen, die zich ruimtelijk goed laten integreren in gevels, vloeren en schachten;
- eenvoudige en droge verbindingstechniek;
- flexibele 'kapstok' voor in- en afbouw elementen;
- grote verscheidenheid in profielen, uit voorraad leverbaar.

Ondanks deze kenmerken wordt staalskeletbouw voor verdiepinggebouwen in Nederland nog te vaak met een zeker wantrouwen beoordeeld. Meestal betreft het



Een staalconstructie moet tegen brand bestand zijn. Als men de constructie op inventieve wijze beschermt, kan dat nagenoeg kosteloos. Een voorbeeld is de integratie van een stabiliteitsverband in de gevel.

twijfel over de duurzaamheid, de brandbestendigheid of het kosten-niveau.

Duurzaamheid

De duurzaamheid van staal wordt vaak geassocieerd met corrosie. In tegenstelling tot de praktijk in vele andere westerse landen, straalt en conserveert men in Nederland vrijwel altijd de staalconstructie, ongeacht de bestemming ervan. Maar doorgaans is de staalconstructie in een verdiepinggebouw niet zichtbaar, terwijl het binnenklimaat gelijkenis vertoont met een woestijnklimaat: een zeer constante en lage relatieve luchtvochtigheid, een hoge gemiddelde temperatuur, die overdag hoger is dan 's nachts, en nooit regen.

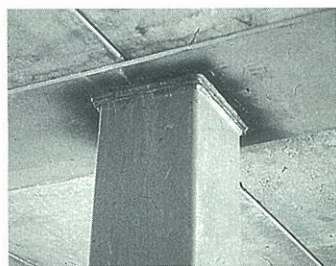
'Waarom dan toch een dure oppervlaktebehandeling?' kan men zich met recht afvragen. Kennelijk vinden we bouwen met staal nog zo spectaculair, dat we ruim 10% van de kosten van de staalconstructie besteden om uitsluitend tijdens de montage enkele dagen of weken van een abstract

kunstwerk te genieten. Want uit landen als Engeland en Zweden, waar het evenveel regent als bij ons, is al lang bekend dat expositie aan de buitenlucht over zo'n korte periode niet tot doorgaande corrosie leidt.

Uit het oogpunt van milieubeheer is conserveren zelfs ongewenst. In de eerste plaats, omdat de helft van de conserveringsmiddelen niet op het staal, maar in de omgeving terecht komt, in de tweede plaats omdat de andere helft bij recycling weer moet worden verwijderd. Het credo luidt dus: men moet onderdelen van een staalconstructie bewust wel of niet conserveren [6] en kritisch zijn bij het opstellen van bestekbepalingen op dit punt.

Brandbestendigheid

Brandbestendigheid van staalconstructies is eveneens een beladen onderwerp. Bij velen roept dit het beeld op van een uitgebrande opslagloods met een verwrongen staalconstructie. Voor verdiepingbouw gelden echter andere ont-



Een 'vastgeroest' principe binnen de staalconstructiebranche is de weerstand tegen lassen op de bouwplaats. Toch verdient het soms de voorkeur twee onderdelen in het werk direct aan elkaar te lassen, in plaats van de omslachtige procedure om eerst aan beide onderdelen voorzieningen te lassen en die vervolgens aan elkaar te bouten.

werpcriteria met strengere veiligheidseisen [7]. Een stalen hoofd-draagconstructie moet tegen brand bestand zijn. Technisch is zonder meer aan elke gangbare eis te voldoen. Als men de constructie op inventieve wijze beschermt, kan dat nagenoeg kosteloos. Voorbeelden daarvan zijn integratie van kolommen in het binnenspouwblad van de gevel en van geïntegreerde liggers in de betonnen vloer. Stalen windverbanden, verdeeld over verschillende brandcompartimenten, mogen onbeschermd blijven, mits ze elkaars functie kunnen overnemen.

Een andere mogelijkheid, waarbij het slanke karakter van stalen constructiedelen behouden blijft, is vullen met beton, eventueel voorzien van een wapening. Dit vindt veelal toepassing bij in het zicht blijvende buiskolommen en geïntegreerde stalen liggers met open profieldoorsnede. Als brandwerendheid van de constructie van meet af aan in het ontwerp wordt betrokken, blijven de kosten voor bescherming veelal beperkt tot ongeveer f 5 per m² vloeroppervlak.

Kosten

Het derde vooroordeel betreft het kostenniveau. De kosten van een staalconstructie worden in het ontwerpstadium vaak te hoog ingeschat. Dat heeft verschillende oorzaken. Het ontbreken van projectgeoriënteerde kostenkanten is één van die oorzaken [8]. Publicatie van bedrijfsafhankelijke calculatiegegevens in bouwkostenbulletins en bijscholing van bouwkostenadviseurs zou een belangrijke verbetering van de kostenraming inhouden. Zowel voor de gezamenlijke staalconstructiebedrijven als voor de uitgevers van bouwdocumentatie ligt hier nog een terrein braak.

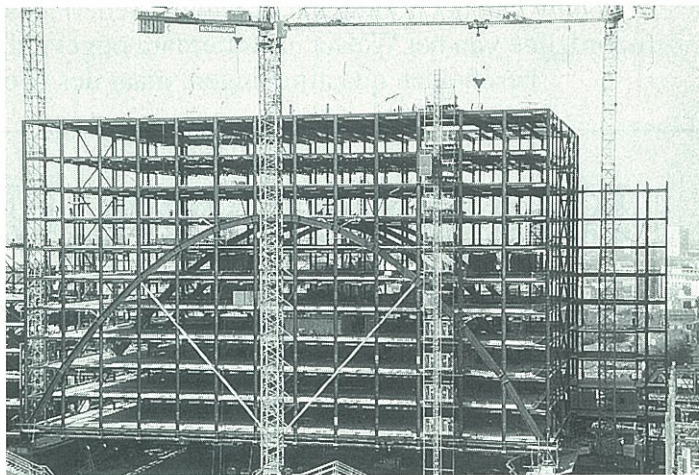
Overdimensionering van de constructie is een andere oorzaak van een te hoge kostenraming. De in-

koop van materiaal bepaalt voor een belangrijk deel de kostprijs van een staalconstructie; voor kantoorgebouwen ruim een derde deel. Het optimaliseren van de materiaalhoeveelheid, de materiaaldikte en de profieldoorsneden loont snel, bijvoorbeeld door het toepassen van een hogere staalsterkte of door afstemming van de profielkeuze op het krachtenverloop. Deze benadering vereist van de constructeur een andere instelling dan bij een ontwerp in beton. Daar vereisen het hoge kosten-aandeel van de wapening en de bekisting juist een grote repetitie in maatvoering; de materiaalprijzen van beton speelt een ondergeschikte rol.

Als derde oorzaak kunnen 'vastgeroeste' principes binnen de staalconstructiebranche worden genoemd, zoals het onnodig conserveren. Een andere belemmering is de traditionele weerstand tegen lassen op de bouwplaats. Toch verdient het soms de voorkeur twee onderdelen in het werk direct aan elkaar te lassen in plaats van de omslachtige procedure om eerst aan beide onderdelen voorzieningen te lassen en die vervolgens aan elkaar te bouten. Dat geldt vooral voor niet of nauwelijks belaste montageverbindingen, waaraan geen lastech-nisch onderzoek te pas komt. Het is frappant dat men in de betonbouw het aan elkaar lassen van geprefabriceerde stabiliteitswanden op de bouwplaats niet als bezwaar ziet, maar juist propageert [9, 10].

Conclusie

Staalskeletbouw voor verdiepinggebouwen in de vastgoedsector kampt met een imagoprobleem, dat voornamelijk te wijten is aan het eigen succes. Een succes, wel te verstaan, bij de bouw van tentoonstellingsruimten, recreatiecentra, off-shore platforms, high-tech architectuur en dergelijke; bouwwerken waar het aanzien en/of het onderhoud een belangrijke rol spelen en de kostprijs navariant is. Succes ook bij de bouw van hallen voor opslag en distributie van goederen en voor beursactiviteiten; toepassingen waar het gebouw zelf uit economische overwegingen bewust niet of nauwelijks wordt beschermd tegen brand. Toepassingen ook, waar brand altijd een verwoestende uitwerking heeft op de constructie en juist dan in het nieuws komt. Dit geschetste beeld is echter onvolledig. Staal hoeft namelijk niet uitsluitend te worden gebruikt voor 'moeilijke gevallen' of als expressiemiddel in de architectuur. Staal is ook als 'gewoon' bouw materiaal dankzij de prima



Staal hoeft niet uitsluitend te worden gebruikt als expressiemiddel in de architectuur of voor 'onmogelijke' locaties. Staal is als 'gewoon' bouw materiaal, dankzij de prima kwaliteiten, geschikt voor een veilige, doelmatige en concurrerende hoofd-draagconstructie voor verdiepinggebouwen.

kwaliteiten geschikt voor een veilige, doelmatige en concurrerende hoofd-draagconstructie voor verdiepinggebouwen. Vele institutionele beleggers beleggen, vaak zonder het zelf te beseffen, onze spaargelden in de Verenigde Staten in onroerend goed met een stalen draagconstructie! De belangrijkste ontwerpbeslissingen worden 'achter de tekentafel' genomen. Om in dit stadium een juiste afweging te maken tussen alternatieven, is inzicht nodig zonder tijdrovende rekenseances met driedimensionale raamwerkprogramma's. Centrum Staal geeft nog dit jaar een handboek uit, dat hulpmiddelen verschaft voor het genereren van alternatieven en vervolgens de argumenten voor een gewogen vooroordeel [11]. Dit handboek stelt de ontwerper in staat om – met grafieken, tabellen, rekenvoorbeelden en software voor de dimensionering – zonder uitputtende kennis van staal of van de toegepaste mechanica een uitvoerbaar ontwerp te maken, zowel bouwkundig als constructief, met aandacht voor maatvoering, kwaliteit en kostenraming.

Literatuur

1. 'Markt in beweging', *Geanalyseerd*, nr. 2 (1992), uitgave Project Analyse Bureau, Rotterdam.
2. *Real Estate Norm*, uitgave Stichting REN Nederland, Nieuwegein, 1992 (tweede versie).
3. *Flexibiliteit als bouwstrategie*, uitgave Dienst Publikaties, Nationaal Ziekenhuisinstituut, Utrecht 1991.
4. J. Hedin, 'De Zweedse oplossing voor verdiepinggebouwen', *Bouwen met Staal* 106 (1992), p. 53-57.

5. *Nationaal Milieu Beleidsplan*, uitgave Ministerie VROM, Den Haag, 1988.
6. W.A.C. de Vries Robbé, 'Bewust (niet) conserveren in staalskeletbouw', *Bouwen met Staal* 106 (1992), p. 45-48.
7. A.F. Hamerlinck en L. Twilt, 'Brandwerendheid van staalconstructies', *Bouwen met Staal* 110 (1993), p. 9-15.
8. A.G.J. Berkelder, 'Kostenstructuur voor staalconstructies', *Bouwen met Staal* 106 (1992), p. 15-18.
9. *Gelaste verbindingen* (CUR-rapport 150), uitgave CUR, Gouda, 1992.
10. J.P. Straman en A.J. Hogeslag, 'Geprefabriceerde stabiliteitsconstructies. Verbindingen', *Belton Magazine*, nr. 1 (1993), p. 12-15.
11. *Verdiepingbouw in staal. Een constructieconcept met geïntegreerde stalen liggers en betonnen kanaalplaten*, uitgave Centrum Staal, verschijnt medio 1993.