

Constructie leidend bij renovatieprojecten

Herbestemmen in de praktijk

Herbestemming, transformatie of renovatie van bestaande bouw vraagt om een fundamenteel andere aanpak dan nieuwbouw. Bij bestaande bouw vormt de bestaande constructie het vertrekpunt. De vraag wat er constructief kan is hierbij leidend, in plaats van wat we willen zoals bij nieuwbouw het geval is. In dit artikel wordt, mede aan de hand van enkele voorbeelden, de constructieve aanpak van herbestemming toegelicht.

Steeds vaker worden bestaande gebouwen hergebruikt. De grote leegstand van vooral kantoorgebouwen draagt bij aan deze ontwikkeling. Maar er is nog een belangrijke reden: als hergebruik écht goed gebeurt, kan de uiteindelijke kwaliteit hoger zijn dan van nieuwbouw, en dat vaak tegen lagere kosten. Bovendien is hergebruik bijna altijd duurzamer dan nieuwbouw. In de ontwerpfase bij bestaande bouw is de constructie bijna altijd leidend. De constructie bepaalt niet alleen of, en zo ja, hoeveel gewicht er kan worden toegevoegd, maar ook welke delen kunnen worden verwijderd. Het is daarom noodzakelijk de bestaande draagstructuur goed te 'lezen'. Dit is een vak apart en is uiteindelijk doorslaggevend voor het succes van hergebruik. Het rekenen aan een bestaand gebouw is heel wat anders dan aan nieuwbouw. De huidige en vroegere voorschriften en richtlijnen spelen daarbij een belangrijke rol.

Richtlijnen / normen

In de praktijk blijkt vaak dat wanneer een bestaand gebouw volgens de vigerende nieuwbouweisen wordt doorgerekend, de bestaande constructie volledig 'kapot' wordt gerekend. Dit zou betekenen dat die constructie moet worden vervangen of versterkt, wat weer tot disproportionele kosten kan leiden. Gelukkig kan sinds de invoering van de Eurocode in dat soort gevallen worden gebruikgemaakt van NEN 8700 (Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren). In deze norm staat een stappenplan dat moet worden gevolgd.

Stap 1 – Verbouw vindt normaalgesproken plaats volgens vigerende nieuwbouweisen.

Stap 2 – Indien, als gevolg van de aanwezigheid van de bestaande en niet-gewijzigde constructiedelen, van het voldoen aan de nieuwbouweisen geen nuttige bijdrage aan de veiligheid of bruikbaarheid kan worden verwacht, geldt als ontwerpeis ten minste het rechtens aanwezige niveau van het bestaande niet te wijzigen deel.

Energiehuis

De voormalige elektriciteitscentrale van het Gemeentelijk Energiebedrijf in Dordrecht, het Energiehuis, is verbouwd tot een 'cultuurfabriek' (foto 2). Hierin zijn onder meer gehuisvest theaterzalen, concertzalen, popzalen, oefenstudio's, een grand café en verhuurbare ruimten voor bijpassende initiatieven. De belangrijkste ingrepen bij de verbouw bestonden uit het slopen van bestaande invulvloeren en het aanbrengen van nieuwe vloeren. Tevens is het complex over de volle lengte doorgesneden door een verkeersstraat die is afgedekt met een glazen dak.

Van het project waren veel constructietekeningen voorhanden, circa 900 stuks. Voor zover mogelijk is gecontroleerd of de bestaande constructie overeenkomt met de tekeningen. Verder zijn diverse metingen aan het bestaande gebouw verricht zoals een lintvoegmeting om zettingen in beeld te brengen. Ook zijn van enkele houten palen en kespren houtmonsters genomen om de resterende levensduur te kunnen vaststellen.

De twee boven elkaar gelegen popzalen hadden een zware constructie nodig. Deze zalen zijn geplaatst in een ruimte waarbij nieuwe funderingspalen tussen bestaande palen konden worden aangebracht. Hierbij is dus sprake van een geheel nieuwe constructie in een bestaande hal. Uiteraard zijn de toen geldende normen voor nieuwbouw gehanteerd (TGB 1990).

In een andere hal met een diepe kelder, een dikke keldervloer en veel houten funderingspalen (h.o.h. circa 700 mm), was het vrijwel onmogelijk de funderingscapaciteit te vergroten. Daarom zijn hier nieuwe, relatief lichte vloeren met stalen en houten onderdelen geplaatst, zodanig dat geen sprake was van gewichtstoename. Hierbij zijn de karakteristieke belastingen gebruikt vergeleken met de paalbelastingen zoals vermeld op de oude tekeningen.

Het project is pragmatisch aangepakt en in goed overleg met de ingenieurs van bouw- en woningtoezicht uitgewerkt.

Voor meer informatie over dit project zie het artikel 'Afweging tussen nieuw en bestaand' uit *Cement* 2012/7. Dit artikel is beschikbaar op www.cementonline.nl.



3 Verbouwing van vijfde verdieping kantoorpand tot vierlaagse winkelpand aan de Gravenstraat in Amsterdam

foto: FiMek estate

4 Dwarskracht kan een kritisch aspect worden bij beschouwing van bestaande balken

Gravenstraat

Aan de Nieuwendijk en Gravenstraat in Amsterdam wordt thans een bestaand vijfde verdieping kantoorpand verbouwd tot een drielaags winkelpand (foto 3). Dit nieuwe pand heeft een grotere verdiepingshoogte en grotere vloeroverspanningen. Omdat de belendende panden monumentaal zijn, is ervoor gekozen een bouwfasering uit te werken waarbij de gevels en begane grondvloer worden behouden. De nieuwe verdiepingvloeren kunnen tussen de bestaande vloeren worden ingepast en de bestaande vloeren kunnen gefaseerd worden gesloopt.

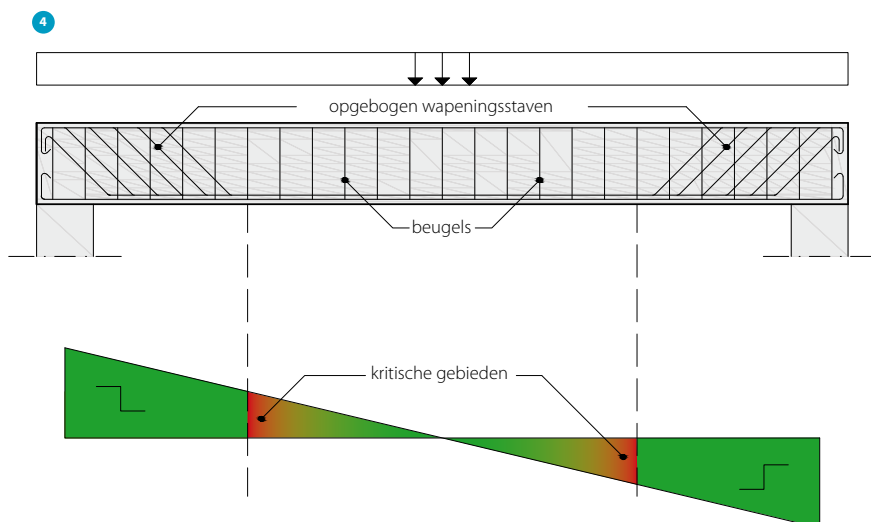
Door slim gebruik te maken van de capaciteit in de fundering is een aantal kolommen komen te vervallen ten behoeve van de flexibiliteit in de winkelruimten.

Om de draagkracht van het gebouw te controleren, is ervoor gekozen een vergelijking van het gewicht te maken van de oude en nieuwe situatie. Hiervoor is in beginsel een nieuwe gewichtsberekening gemaakt conform de methodiek van de bestaande gewichtsberekening en zijn de resultaten vergeleken met de originele berekening. Vervolgens is een controle van spanningen in kolommen en belastingen op palen gemaakt op basis van de beschikbare gegevens van het gebouw. Een volledige controle van de paalfundering conform NEN 8700 bleek lastig uitvoerbaar, omdat niet alle uitvoeringsgegevens beschikbaar waren. Zo is het de vraag of de controleberekening juist is, als bijvoorbeeld de exact toegepaste inheinvloer niet met zekerheid vast te stellen. Daarom is er naast het maken van berekeningen ook voor gekozen het bestaande gebouw te inspecteren en waterpassingen uit te voeren. Hiermee konden mogelijke zettingen in de fundering

worden gelokaliseerd die zouden kunnen duiden op gebreken in de paalfundering. De constructie bleek in zeer goede staat te zijn. Opvallend bij dit project was dat er in de oorspronkelijke berekeningen vrijwel niet naar stabiliteit van het gebouw is gekeken. Omdat de uit prefabbetonnen elementen bestaande gevel aan de Nieuwendijk wordt vervangen door een transparante gevel, was de verwachting dat een deel van mogelijk stabiliserende elementen wordt verwijderd. Er is daarom besloten alsnog de stabiliteit van het gebouw als geheel te beschouwen. Hierbij is gebruikgemaakt van de bestaande betonnen wanden. Het bleek nodig om extra stabiliteitsvoorzieningen in de vorm van portalen op de bovenste bouwlaag op te nemen.



3



Stap 3 – Afwijking tot het niveau ‘verbouw’ als aangegeven in NEN 8700 is toegestaan voor constructies ouder dan 15 jaar. Een motivering waarom niet aan de nieuwbouweis of het rechtens verkregen niveau wordt voldaan, is verplicht.

NEN 8700 geeft echter nogal wat onduidelijkheden en veel ruimte voor eigen interpretatie van de constructeur. Bij bijvoorbeeld een uitbreiding van een bestaand gebouw is het niet duidelijk of de bestaande niet-gewijzigde onderdelen moeten worden getoetst op ‘verbouwniveau’ of ‘afkeurniveau’. Een nieuw toegevoegde constructie zou mogen worden getoetst op ‘verbouwniveau’, mits het overgrote deel bestaande bouw betreft. Maar waarom zou een nieuwe constructie mogen worden berekend met een reductie op de belastingfactoren? Deze constructie heeft zich nog niet bewezen. Zou die niet als nieuwbouw moeten kunnen worden gezien? Belangrijk is dat ontwerpende constructeurs in geval van herbesteding van bestaande bouw vroegtijdig moeten overleggen met

constructeurs van bouw- en woningtoezicht. Daarbij kan in goed overleg de juiste interpretatie van de voorschriften worden vastgesteld die horen bij het betreffende project.

Herbestemmen in de praktijk

Er zijn diverse aspecten waar je als constructeur tegenaan loopt bij herbestemmingsprojecten. Als je hier op een slimme manier mee omgaat, kan dat tot een voor iedereen bevredigend eindresultaat leiden.

Ingenieursdenken

Bij de herbestemmingsprojecten leidt een pragmatische aanpak veelal tot goede resultaten. Daarbij wordt geprobeerd op een ingenieursmanier de constructieve mogelijkheden te beschouwen. Op het moment dat bijvoorbeeld een constructie-element in de bestaande situatie een bepaalde kracht moet doorvoeren, voldoet deze ook als in de nieuwe situatie de kracht kleiner of gelijk is, mits het mechanicschema niet is veranderd. Een goed voorbeeld hiervan is het project Cosmic in Amsterdam (zie kader). De kraan in de fabriekshal had een last van maximaal 45 ton. Dit betekent dat elk penant deze belasting moet kunnen dragen en dat ook de palen hierop zijn berekend. Bij controle van de palenplannen bleek de paalplaatsing goed overeen te komen met deze kraanbelasting. Er kon worden uitgegaan van een toelaatbare belasting op de palen van 10 ton. Zo is duidelijkheid verkregen over de extra capaciteit.

Archieven

De beschikbaarheid van archiefstukken is zeer belangrijk bij het ontwerpen van constructieve ingrepen voor herbestemming. Vaak is het zo dat hoe meer informatie beschikbaar is, hoe beter en scherper kan worden ontworpen. Helaas blijkt dikwijls dat gegevens verloren zijn gegaan of de dossiers erg slecht zijn gearchiveerd. Soms is het een hele zoektocht om informatie te vergaren langs gemeentearchieven, revisiedossiers van de eigenaar of behulpzame collega-bureaus. Overheden kunnen hier een belangrijke en ook nog eens duurzame bijdrage aan leveren. Het is belangrijk de archieven goed te scannen en te documenteren en ze eenvoudiger toegankelijk te maken.

Haalbaarheid

Tijdens de haalbaarheidsstudie van een herbestemmingsproject wordt vaak vooral gekeken naar de capaciteit van de bestaande fundering. Daarbij wordt bekeken of de krachten in de nieuwe situatie groter zijn dan in de bestaande situatie. Dit wordt gedaan omdat het in veel gevallen financieel niet aantrekkelijk is een bestaande fundatie te moeten versterken. Hierdoor kan een project financieel niet haalbaar blijken te



5

Cosmic / MC theater

In de voormalige zuiveringshal op het Amsterdamse Westergasfabriekterrein is een theater gebouwd (foto 5 en 6). Bij een eerdere restauratie was hier een vloeistofdichte betonvloer geplaatst met slechts een beperkte draagkracht. Daardoor waren de constructieve mogelijkheden bij het ontwerp van het theater beperkt. Er is gezocht naar een oplossing waarbij het niet nodig was de vloer extra te belasten. Er zijn stalen spanten geplaatst met elk een overspanning van bouwmuur tot bouwmuur. Deze stalen spanten zijn op nieuwe stalen liggers evenwijdig aan de gevel geplaatst die de krachten afdragen naar de metselwerkpenanten onder de bestaande kraanbaan. Bij een capaciteit van de vroegere kraan van 45 ton werd elke houten paal belast met 10 ton. Met deze capaciteit waren geen extra palen nodig. Omdat ook de bestaande vloeistofdichte vloer behouden kon blijven, leidde dit tot minder problemen in de uitvoering, minder gebruik van materiaal en dus veel lagere kosten.

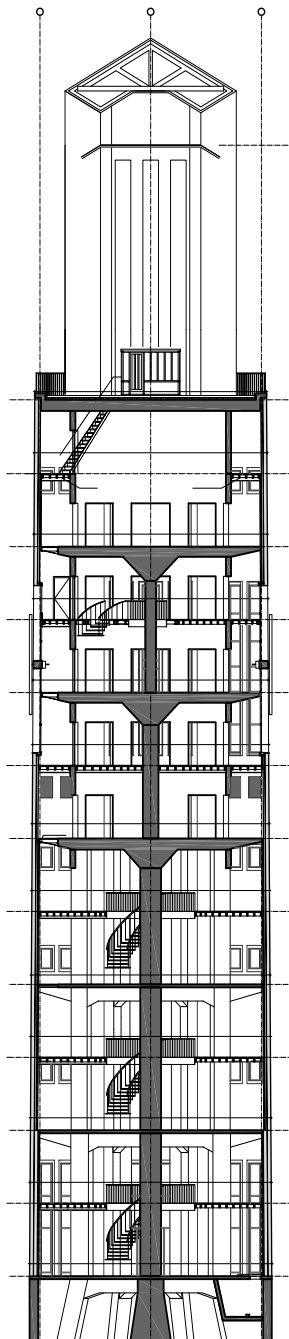
De nieuwe staalconstructie is conform de toen geldende normen berekend (TGB). De optredende spanningen van de bestaande fundering en het metselwerk zijn vergeleken met de karakteristieke waarden van de belasting. De restcapaciteit van de constructie is in goede samenwerking met de constructeur van de gebouweigenaar (ABT) en met bouw- en woningtoezicht vastgesteld.

Tijdens de uitvoering is een monitoring uitgevoerd met het oog op zettingen en scheurvorming.



6

- 7 De watertoren in Emmeloord is getransformeerd naar restaurant, expositieruimte en kantoor
 - 8 Door voldoende stabiliteit in de constructie was het mogelijk sparingen voor daglicht in de waterreservoirs te zagen
- foto: Provast*



Watertoren Emmeloord

In Emmeloord is een watertoren (foto 7) getransformeerd naar restaurant, expositieruimte en kantoor. De belasting vanuit de functie als watertoren was erg hoog, omdat in de oorspronkelijke functie drie grote betonnen vaten boven in het gebouw en een bassin in de kelder tegelijkertijd waren gevuld. De reservoirs hadden een hoogte van 8 m. Hierdoor was het goed mogelijk hier een tussenvloer in te maken, zodat een verdiepingshoogte van 4 m ontstond. Ook in de open ruimte onder de reservoirs waren extra vloeren mogelijk, indien werd uitgegaan van lichte, houten vloeren.

Herberekening van de gevelbuis toonde aan dat de reservoirs ook voor de stabiliteit dienden. Voor die stabiliteit was er zelfs een overcapaciteit in de constructie aanwezig. Daardoor bleek het mogelijk sparingen voor daglicht te zagen in de reservoirs in de gebieden tussen de onderliggende kolommen (foto 8). De overgebleven penant-liggerstructuur kon de stabiliteitskrachten opnemen en de verticale belasting afdragen. Groot voordeel hierbij was dat de reservoirs vanwege de waterdruk zeer zwaar waren gewapend. De betonberekeningen konden worden gemaakt volgens de huidige voorschriften, rekening houdend met de materiaalkwaliteiten die vanuit archiefstukken beschikbaar waren.

Voor meer informatie over dit project zie het artikel 'Hergebruik watertorens' uit *Cement* 2009/4. Dit artikel is beschikbaar op www.cementonline.nl.



zijn. Gelukkig blijkt dat een bestaande fundatie in veel gevallen, bij herberekening volgens de huidige inzichten, een overcapaciteit bezit.

Advieskosten

In het geval van bestaande gebouwen wordt regelmatig de discussie gevoerd over advieskosten. Voor nieuwbouwprojec-

ten zijn de advieskosten beter te bepalen, omdat duidelijker is wat er wordt verwacht. Bij bestaande gebouwen is dit vaak niet het geval. Een constructeur kan in een berekening eenvoudig aantonen dat een bestaande constructie niet voldoet, omdat simpelweg het budget er niet is om diep op de situatie in te gaan. Op het moment dat er een ruimer budget is voor een diepgaander advies, kan dit leiden tot minder

grote of zelfs helemaal geen ingrepen. Dit leidt dan weer tot lagere bouwkosten.

Probleemgevallen

Een probleem bij het herberekenen van constructies is dat op het moment dat het ontwerp van het oorspronkelijke gebouw is gemaakt, er voor bepaalde zaken andere inzichten golden. Voorbeelden hiervan zijn de dwarskrachtcapaciteit, detailleringregels en stabiliteit.

Dwarskrachtcapaciteit

Een veelvoorkomend probleem bij het herberekenen van een betonnen constructie-element is de dwarskrachtcapaciteit. In veel gevallen zal een bestaande balk bij het herberekenen niet voldoen, omdat volgens de Eurocode niet meer met het betonaandeel $V_{Rd,c}$ mag worden gerekend indien deze de opneembare betonspanning overschrijdt (fig. 2). Volgens de vroegere normen mocht dat wel (betonaandeel $\tau 1$). Bij bestaande kunstwerken mag dat volgens de RBK 1.1 ook nog altijd. Dit geldt echter niet voor gebouwen. Dus als dit probleem zich bij gebouwen voordoet, zal het betreffende constructie-element moeten worden afgekeurd en vervolgens versterkt.

Detailtering

Detailteringsregels zijn in de Eurocode op veel plekken gewijzigd ten opzichte van de TGB. Tijdens het toetsen van een bestaand constructie-element wordt vaak geconcludeerd dat de elementen niet voldoen aan de huidige detailteringsregels. Maar is dit een reden tot afkeuren?

Stabiliteit

Een ander veelvoorkomend probleem is de stabiliteit. De ervaring leert dat voor veel gebouwen in het verleden er niet (of zeer beperkt) aan stabiliteit werd gerekend. Dit betekent dat bij verbouw van een bestaand gebouw, waar het gebouw wordt uitgebreid of indien constructieve elementen worden verwijderd, een goede inschatting van de stabiliteit moet worden gemaakt.

Tot slot

Renovatie- en herbestemmingsprojecten vragen nog meer ingenieursdenken van de constructeur dan gebruikelijk. Door inventief om te gaan met de bestaande gebouwen en beschikbare gegevens kan maximaal worden gebruikgemaakt van de vaak verborgen capaciteit in de constructie. De vraag wat er constructief kan met een gebouw in plaats van wat we willen met een gebouw, past ook veel beter in de duurzaamheidsfilosofie van deze tijd. ☒

Kantoor IMd

IMd is gehuisvest in een bijzonder kantoor in een zestig jaar oude machinefabriek aan de Maas in de Rotterdamse wijk Feijenoord (foto 1). IMd is zelf nauw betrokken geweest bij de ontwikkeling en de herbestemming van deze voormalige fabriek.

In het ontwerp is ervoor gekozen tegen de twee zijmuren in de loods de geconditioneerde werkplekken te realiseren over twee verdiepingen. Hierbij is een lichte constructie toegepast die gebruikmaakt van de draagkracht van de begane grond van de voormalige fabriekshal. Tussen de nieuwe 'kantoorinvullingen' op de begane grond is de ruimte opgevuld met nevenfuncties, waarboven een labyrint van overleg- en werkplekken is gesitueerd. Dit labyrint wordt gedragen door de lichte constructie van de nevenfuncties en is deels opgehangen aan de staalconstructie van de bestaande kraanbaan.

Gekozen is de lichte constructies uit te voeren met korte kolomafstanden en een betonnen spreidingsbalk op de vloer (foto 9) onder de kolommen. Hierdoor wordt de belasting gelijkmatig verdeeld op de bestaande dunne bedrijfsvloer die op staal is gefundeerd. Van deze vloer was bekend dat deze was voorzien van een dubbel wapeningsnet, waardoor spreiding haaks op de betonribbe kan worden verzorgd. Hoewel de piekspanning onder de vloer af en toe hoog was voor de slappe Rotterdamse bodem, is er bewust voor gekozen geen paalfundering te maken. Vanuit het gebruik van de machinefabriek was bekend dat de vloer zwaarbelast was geweest. In het ontwerp is meegenomen dat eventuele zettingen achteraf konden worden gecorrigeerd door stelbare kolomvoeten in het zicht te houden. Na twee jaar gebruik van het kantoor is gebleken dat de keuze een goede is geweest: er is veel geld bespaard en zettingen zijn niet opgetreden. Daarnaast past de bestaande vloer vanuit esthetisch oogpunt beter in het project dan een nieuwe vloer dat zou doen.

