

CONSTRUCTIEVE SCHADES IN EEN BREDERE CONTEXT

Door: ing. A.R. Jacobs, Senior Constructeur, ABT adviesbureau voor bouwtechniek BV.

Inleiding

"Een ketting is zo sterk als zijn zwakste schakel". Deze zegswijze geldt ook voor een betonconstructie. Althans als men het heeft over een seriesysteem waarbij alle dragende elementen van de betonconstructie na elkaar zijn gerangschikt. Vaak spreekt men hier over een statisch bepaald systeem. Bij veel constructies is er echter sprake van een parallel systeem, doorgaans een statisch onbepaald systeem genoemd. Het aardige van dat systeem is dat de constructie de mogelijkheid heeft om krachten te herverdelen: de kracht wordt omgeleid via een ander element. Onder een element kan zowel een balk (uitwendig) als een wape-ningsstaaf (inwendig) worden verstaan.

Tot op heden was het de gewoonte om schades aan betonconstructies als op zichzelf staande problemen te beschouwen. Men richtte zich op het repareren van deze schade zonder zich uitgebreid met de rest van de constructie bezig te houden.

Gebruik makend van de herverdelingsmogelijkheden in een betonconstructie is een andere wijze van het benaderen van constructieve schades ontwikkeld. Hierbij wordt naar de gehele constructie gekeken met het idee dat lokale schades de totale veiligheid van de constructie niet perse negatief hoeven te beïnvloeden. Uitgangspunt daarbij is dat de constructie nog voldoende herverdelingscapaciteit heeft om de gevolgen van de schade op te vangen.

Beschrijving methodiek

De constructie bezit een rekenveiligheid al dan niet met een zekere overdimensionering: de nieuwwaardeviligheid. Om vergelijking mogelijk te maken spreken we over een nieuwwaardeviligheid op basis van de nu geldende normen. De nieuwwaardeviligheid is in de loop van de jaren veranderd door aantasting en eventuele aanpassingen van de constructie. De dagwaardeviligheid geeft derhalve de huidige veiligheid van de constructie aan. De dagwaardeviligheid kan, indien noodzakelijk, worden verhoogd door het nemen van de juiste constructieve maatregelen om te voldoen aan het beoogde veiligheidsniveau. Om te voldoen aan de dagwaardeviligheid kan het beoogde veiligheidsniveau naar beneden worden bijgesteld.

In dat geval worden er concessies gedaan aan de (rest)levensduur van de constructie.

Samenvattend:

<i>Rekenveiligheid + overdimensionering = nieuwwaardeviligheid</i>	(1)
<i>Nieuwwaardeviligheid - aftakeling +/- aanpassingen = dagwaardeviligheid</i>	(2)
<i>Dagwaardeviligheid ≥ beoogde veiligheidsniveau (evt. gereduceerd)</i>	(3a)
<i>Dagwaardeviligheid + maatregel ≥ beoogde veiligheidsniveau</i>	(3b)



vervolg op pag. 2

IN DIT NUMMER

Constructieve schades in een bredere context	1
Van de voorzitter	3
Betonreparatiematerialen met basiskeuring	3
Niet-destructieve scheur-dieptebeoordeling in beton	4
Agenda	6
Colofon	6

UITNODIGING STUDIEBIJEENKOMST

Het afwerken van galerij- en balkonvloeren bij betonrenovaties

Door: J.W. van Brenk, Koning&Bienfait
Datum: donderdag, 20 maart 2003
Aanvang: 15.00 uur
Plaats: Koning @ bienfait, Czaar Peterstraat 231, Amsterdam
De routebeschrijving kunt u vinden op: www.vabor.net

De studiebijeenkomst is gratis toegankelijk voor alle belangstellenden.

Dagwaardeveiligheid

De methodiek is gebaseerd op de huidige staat van de constructie. Indien de schade een éénmalige schade is (bijvoorbeeld een mechanische schade) mogen we ervan uitgaan dat de dagwaardeveiligheid, als we niets doen, over de rest van de levensduur gelijk blijft. Betreft het een doorgaande schade (bijvoorbeeld een chemische aantasting) dan zal de dagwaardeveiligheid in de loop der tijd blijven afnemen. Bij de benadering van de schade dient daarom met het soort schade rekening te worden gehouden.

Beoogde veiligheidsniveau

Constructies met schades functioneren over het algemeen reeds enige tijd. De constructie heeft een bepaalde ouderdom. Daarnaast wordt er bij het ontwerpen volgens de huidige normen rekening gehouden met een bepaalde referentieperiode. We gaan er hier van uit dat de referentieperiode gelijk is aan de levensduur.

Een deel van de levensduur is dus reeds verstreken. De restlevensduur is derhalve: levensduur-ouderdom. Nemen we nu de restlevensduur als referentieperiode dan heeft dit invloed op de in rekening te brengen belastingen op de constructie. Bijvoorbeeld in het geval van windbelasting:

Een constructie is ontworpen op een referentieperiode van 50 jaar. De constructie is nu 30 jaar in gebruik. De restlevensduur is derhalve $50 - 30 = 20$ jaar. Conform NEN6702 bedraagt de factor γ_t voor windbelasting ($\gamma = 0$) bij een referentieperiode van 50 jaar 1,0. Bij 20 jaar bedraagt deze echter 0,9. Een reductie van 10% op de windbelasting.

Dit gegeven kan ook in omgekeerde volgorde worden toegepast. Er kan worden bepaald wat de constructieve restlevensduur van een gebouw is. Bijvoorbeeld:



3a

Een constructie is ontworpen op een referentieperiode van 50 jaar en is nu 30 jaar in gebruik. Er is zoveel schade opgetreden dat een restlevensduur van 20 jaar niet haalbaar is (de constructie voldoet niet, ondanks meerekenen van een aangepaste factor γ_t). De vraag is nu wat de restlevensduur wel is. Middels een iteratieproces kan nu worden vastgesteld dat de referentieperiode bijvoorbeeld 12 jaar bedraagt met een γ_t voor wind van 0,84.

3b

Het kan wenselijk zijn om een langere restlevensduur (in het voorbeeld >12 jaar) te hebben. In dat geval is het nemen van constructieve maatregelen noodzakelijk. Dit kan op twee manieren:

1. Versterken van de plaatsen waar de draagkracht van een element wordt overschreden.
2. Verminderen van de belasting op een element.

Bepaling van veiligheid

Het bepalen van de veiligheid van de constructie dient niet een herontwerp van de constructie te worden. Met andere woorden, het is ondoenlijk om elk constructief aspect te onderzoeken en te beoordelen op veiligheid. Het gaat er dan ook om, dat op pragmatische weg de belangrijkste aspecten van een constructie worden onderzocht en dat hieruit een veiligheidsniveau van de constructie wordt bepaald. De vaststelling van de te beoordelen aspecten vergt dan ook een behoorlijke mate van "enigeneering judgement".

Als voorbeeld wordt er gekeken naar de buigtrekwapening in een element:

Nieuwwaarde:

verhouding van aanwezige wapening : berekende wapening [mm² : mm²]

Dagwaarde:

verhouding van aangetaste wapening : berekende wapening [mm² : mm²]

Het veiligheidsniveau van het element wordt via een lineaire reductie met behulp van de hiervoor omschreven verhoudingen van wapeningshoeveelheden bepaald. Om de herverdelingsmogelijkheden erbij te betrekken, wordt er vervolgens gekeken naar de veiligheid van een groep elementen. Daarbij kan middels weegfactoren rekening worden gehouden met de belangrijkheid van een element.

Ten slotte

De hier beschreven methode is door ABT toegepast bij de beoordeling van een vooroorlogs industrieel gebouw. Het beton- en staalonderzoek is uitgevoerd door KEMA. Dit gebouw bestond uit tien verdiepingen en was opgebouwd als ongeschoord raamwerk (balken / kolommen structuur). Op verschillende verdiepingen werd schade door chemische aantasting aangetroffen. Als resultaat van dit onderzoek is een restlevensduur van het gebouw bepaald. In een later stadium zal op dit project worden teruggekomen.

VAN DE VOORZITTER

Op donderdag 31 oktober 2002 vond het derde VABOR seminar plaats. Hiermee hebben we op een waardige wijze ons jubileumjaar luister bijgezet. De overgang naar het volgende decennium is tot uitdrukking gebracht met de ont-hulling van ons nieuwe logo, dat u ook voor het eerst op deze nieuwsbrief aantreft. Met deze modernere uitstraling, waarin wij de oorspronkelijk bedoelde vierkante betonblokken als dragers voor de letters van onze naam hebben geaccentueerd, denken wij weer enige tijd vooruit te kunnen.

Maar ook de inhoud van het seminar, dat in het teken stond van **"10 jaar adviseren over betononderhoud en reparatie, theorie en praktijk van duurzaam ontwerp en beheer van beton"** was geheel in overeenstemming met de stijl die wij nastreven. Open, communicatief, met respect voor ieders mening en waarbij een kritische noot een stand-

punt juist verduidelijkt. Met name de forumdiscussie tijdens het seminar, tussen de verschillende belangstellende leden van de VABOR (opdrachtgevers, uitvoerende bedrijven en toeleverende industrie) en de bij de VABOR aangesloten bureaus, was verhelderend. De diverse inleidingen hebben naar mijn mening goed bijgedragen tot het versterken, uitdragen en verbeteren van kennis en deskundigheid op het gebied van betononderhoud en -reparatie. Over de gehele breedte van de bouw. Kortom, een dag om met trots op terug te kijken!

Inmiddels is het al weer 2003. Graag maak ik van deze gelegenheid gebruik om u persoonlijk en zakelijk, een goed maar bovenal gezond jaar toe te wensen. Als deze wens uitkomt kunnen we met elkaar weer nieuwe doelen realiseren. Ook wil ik u erop wijzen dat voor het hele jaar de onderwerpen van de VABOR studiebijeenkomsten zijn vastgesteld. Zoals bekend

vinden deze bijeenkomsten plaats na afloop van de algemene ledenvergaderingen en zijn ze kosteloos toegankelijk voor leden en niet-leden. Noteert u daarom de data voor de VABOR studiebijeenkomsten, die op de achterzijde van deze nieuwsbrief staan vermeld, in uw agenda! Uiteraard zullen ook dit jaar nieuwe themaonderwerpen worden opgepakt en uitgewerkt. Zo hebben we bijvoorbeeld al een start gemaakt met een gedachtewisseling over de inhoud en functionaliteit van prestatiebestekken, zoals deze binnen RWS worden gehanteerd en ontwikkeld. Dit en de vele andere onderwerpen die door de leden zelf worden aangereikt en met elkaar worden besproken, maken het lidmaatschap van de VABOR interessant en aantrekkelijk.

■ Martin de Jonker

BETONREPARATIEMATERIALEN MET BASISKEURING

Om de kwaliteit van betonreparaties in de hand te houden, wordt bij veel reparaties geëist dat ze worden uitgevoerd door een aannemer die in het bezit is van het zogenaamde "procescertificaat uitvoeren van betonreparaties" volgens BRL 3201.

In deze BRL wordt geëist dat van de gebruikte betonreparatiematerialen de geschiktheid moet worden aangetoond. De hier bedoelde betonreparatiematerialen zijn: injectievloeistoffen, cementgebonden reparatiemortels, kunstharsgebonden reparatiemortels, en spuitbetonmortels. De geschiktheid moet worden aangetoond conform de basiskeuring zoals genoemd in CUR-Aanbevelingen 53 t/m 56.

In de praktijk blijkt vaak niet aan deze eis te worden voldaan. Aannemers gebruiken producten waarvan de geschiktheid niet is aangetoond met een basiskeuring. De redenen hiervoor zijn, dat er geen geschikte materialen met een basiskeuring zouden zijn en dat opdrachtgevers materialen zonder basiskeuring voor (laten) schrijven. De certificatie-instellingen hebben dit in het verleden gedoogd.

Onlangs is door de certificatie-instellingen, INTRON Certificatie, IKOB-BKB en KIWA, in opdracht van het Nationaal College van Deskundigen Betonreparatie, een inventarisatie gemaakt van producten met een basiskeuring of een gelijkwaardige keuring.

Uit deze inventarisatie blijkt dat er voor alle verschillende technieken, producten beschikbaar zijn waarvoor een basiskeuring (of gelijkwaardige keuring) de geschiktheid aantoont. De certificatie-instellingen hebben aangekondigd strikter te zullen toe-

zien op het toepassen van producten waarvan de geschiktheid is aangetoond. Uitzonderingen worden alleen geaccepteerd als met de opdrachtgever overeenstemming is bereikt over het gebruik van producten waarvan de geschiktheid niet is aangetoond. In het contract zal dan vastgelegd moeten zijn dat de producten niet aantoonbaar aan de desbetreffende CUR-Aanbeveling voldoen.

U kunt de lijst opvragen bij INTRON Certificatie, IKOB-BKB en KIWA.

NIET-DESTRUCTIEVE SCHEURDIEPTE BEPALING IN BETON

Samenvatting van de VABOR lezing van C.J. Boxma, KEMA Nederland BV, gehouden bij KEMA op 12 december 2002.

Inleiding

Uitgangspunt vormen de technieken/fysische meetprincipes zoals besproken in het preadvies 'niet-destructieve onderzoeksmethoden voor het bepalen van de vloeistofdichtheid van betonnen voorzieningen' (CUR/PBV PD52). Hierin zijn de volgende technieken behandeld: ultrasonische techniek, akoestische emissie, impact echo, LIBS, IR thermografie, smart fibers, bodemradar, NMR, röntgen techniek, visueel onderzoek, elektromagnetische technieken, vacuüm meetmethoden, druktest, karsten buisje, luchttest en elektrische testen.

Voor vloeistofdichte voorzieningen kwamen bodemradar (Ground Penetrating Radar-GPR) en de ultrasonische techniek als de meest relevante technieken naar voren.

Bodemradar voor de bepaling van aanwezigheid van vocht en ultrasonische TOFD techniek voor de dieptebeoordeling van scheuren. Deze laatste techniek wordt door KEMA geschikt gemaakt voor de applicatie beton. Hieronder bespreken en vergelijken we beide technieken ver-geleken.

Overwegingen bij ontwikkeling van een veldgeschikt NDO apparaat voor beton

Bij aanpassing van algemene NDO apparatuur voor beton wordt ten behoeve van eenvoud van bediening voor onervaren operators vaak een "black box" ontwikkeld waarbij het fysische meet-principe ondergeschikt is of zelfs niet genoemd wordt in de handleiding. Dit heeft als nadeel dat de beperkingen

van de meetmethode onvoldoende/niet bekend zijn. Bijvoorbeeld: toepassing van de wapeningsdetector wanneer de buitenste wapeningslaag op 10 cm diepte zit. Het is duidelijk, als men bekend is met de beperkingen van de toegepaste meettechniek (wervelstroom onderzoek), dat detectie van wapening met een standaard meetsonde (die een bereik heeft tot orde grootte 50 mm), niet mogelijk is.

Wanneer een nieuwe meettechniek onoordeelkundig wordt gebruikt, kan de techniek ten onrechte een slechte reputatie krijgen. Bij toepassing van complexe technieken dient de bedienende technicus/operator goed op de hoogte te zijn van de beperkingen van de techniek. Een nieuwe meettechniek heeft een brede acceptatie bij een groot publiek wel nodig.

Ultrasoon onderzoek

Het ultrageluid wordt doorgaans in de zogenaamde 'taster' (ook: transducer, sensor) zelf opgewekt middels piezokristallen, waarvoor de overdracht van taster naar beton een koppelvloeistof nodig is. Bij onderzoek aan staal worden frequenties toegepast tussen circa 0.5 en 20 MHz. Bij onderzoek aan beton worden lagere frequenties toegepast: circa 50kHz tot 500 kHz. Ultrasonische trillingen zijn akoestische golven. Ultrageluid reflecteert aan materiaal met een andere akoestische impedantie. Zenden en ontvangen kan met één taster/kristal plaatsvinden maar ook met gescheiden zender/ontvanger. De volgende grootheden kunnen met ultrageluid gemeten, gedetecteerd of gevisualiseerd worden:

- wanddikte;
- detectie wapening;

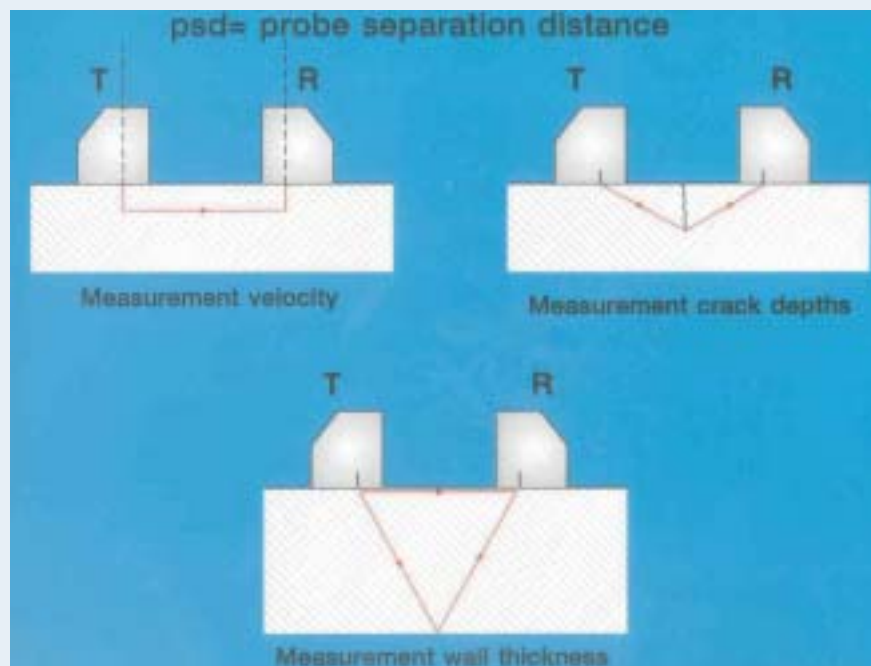


Fig. 1 Principe van TOFD techniek voor beton: geluidssnelheidsmeting, scheurdieptebeoordeling en wanddiktemeting middels meting over een scheur en over een scheurvrij gebied.

- detectie scheuren, holten, grintnesten en delaminaties;
- scheurdieptebeoordeling;
- geluidssnelheid als maat voor de sterkte;
- 2 en 3D imaging: in beeld brengen van de wanddikte, holten, delaminaties of wapening.

Met ultrasone TOFD techniek (gescheiden zender/ontvanger) wordt de scheurdiepte bepaald middels looptijdmeting van het diffractiesignaal aan de scheurtop (zie fig. 1). TOFD techniek wordt tot dusver ontwikkeld en toegepast voor fijnkorrelstaal. Varianten van TOFD techniek met ruimtelijke middeling worden echter wel toegepast voor imaging (weergave dwarsdoorsnede materiaal) van beton. Bij ultrageluid vindt zowel reflectie als diffractie plaats.

Bodemradar (GPR)

Hier worden net als bij ultrasone TOFD techniek een gescheiden zender en ontvanger (antennes) aan één zijde van het materiaal toegepast. Bij GPR worden geen akoestische trillingen/golven maar elektromagnetische golven opgewekt. De toegepaste frequenties zijn vergelijkbaar met die van mobiele telefonie: het GHz gebied. Zender en ontvanger hoeven geen contact te maken met de grond/het beton. Reflectie vindt plaats aan materialen met een andere dielectrische constante.

Met GPR kunnen de volgende grootheden gemeten, gedetecteerd of gevisualiseerd worden:

- laagdikten;
- wapening, holten e.d.;
- gebieden met hoge vochtigheidsgraad;
- (natte) scheuren;
- aanwezigheid van vloeistoffen en testen doorlaatbaarheid beton.

Omdat de golflengte doorgaans veel groter is dan de te meten objecten, kunnen we ook hier spreken van diffractie naast reflectie.

Beide technieken (TOFD en GPR) hebben veel overeenkomsten en enkele verschillen:

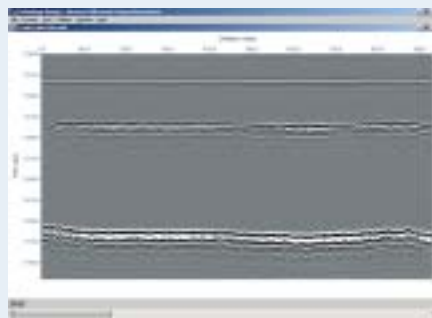


Fig. 2 Voorbeeld van een ongelineariseerde parallelle TOFD scan van een materiaal.

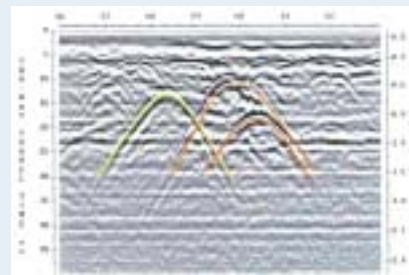


Fig. 3 Voorbeeld van een radarechogram aan leidingen.

Overeenkomsten TOFD en GPR

- imaging (weergave resultaat in een dwarsdoorsnede van het materiaal). Zie fig. 2 voor een TOFD scan en fig. 3 voor een GPR scan resultaat;
- configuratie zender en ontvanger;
- algoritmen voor focussing en image/beeldverbetering (SAFT e.d.);
- interpretatie;
- reflectie aan lagen met andere "materiaaleigenschappen";
- VTOFD: eigenschap= akoestische impedantie; GPR: eigenschap = diëlectrische constante;
- er is sprake van een looptijdmeting van de geluids/elektromagnetische golf tussen zender en ontvanger van het gereflecteerde signaal;
- er treedt een hyperboolvorm op in de scan omdat er ook signaal wordt ontvangen indien de antennes/sensoren niet recht boven de reflector staan;
- er treden verliezen op door bundelverspreiding;
- voor interpretatie van de scan resultaten/beelden is gekwalificeerd personeel nodig.

Verschillen tussen TOFD en GPR

- TOFD: geluidssnelheid= constant; GPR: voortplantingssnelheid elektromagnetische golf neemt af met de diepte;
- TOFD: koppeling met het te onderzoeken materiaal middels een vloeistof nodig; GPR: geen vloeistof nodig: meten met een spleet tussen grond/beton en antennes;
- TOFD: aanwezigheid water in beton gunstig; GPR: aanwezigheid (zout) water belemmert de meting;
- TOFD: demping door verstrooiing en/of absorptie; GPR: demping door (zout) grondwater;
- TOFD: doorontwikkeld/geminiaturiseerd tot notebook formaat; GPR: er heeft nog geen miniaturisatie plaatsgevonden;
- TOFD in principe geschikt voor de detectie en dieptebeoordeling (sizing) van scheuren; GPR kan scheuren waarnemen mits gevuld met een vloeistof.

Conclusies

Hoewel het bij TOFD techniek en GPR hardwarematig om totaal verschillende technieken gaat, zijn de meetresultaten qua presentatie veelal identiek. Voor beide technieken zijn gekwalificeerde technici nodig voor interpretatie van de meetresultaten. De interpretatie vindt op vrijwel dezelfde wijze plaats. Voor scheurdieptebeoordeling heeft de TOFD techniek de voorkeur. De TOFD techniek wordt verder uitgewerkt voor praktische toepassingen.

AGENDA

- **20 maart 2003, 15.00 uur: Het afwerken van galerij- en balkonvloeren bij betonrenovaties.**
Door: J.W. van Brenk; Koning & Biënfait; Amsterdam
- **19 juni 2003, 15.00 uur: Niet Destructief Onderzoek aan gebouwen.**
Door: F. Winkel; INTRON; Culemborg
- **18 september 2003, 15.00 uur: Beoordeling van door brand beschadigde betonconstructies.**
Door: G. van Drie; Adviesbureau ir. J.G. Hageman; Rijswijk
- **11 december 2003, 15.00 uur: Ervaringen met RAW bestekken voor betonreparatie.**
Door: G. Hampsink; Witteveen + Bos; Deventer

De studiebijeenkomsten zijn gratis toegankelijk voor alle belangstellenden.

SECRETARIAAT VABOR

POSTBUS 267, 4100 AG CULEMBORG
TEL.: (0345) 570179 / FAX: (0345) 585171
E-MAIL: INFO@VABOR.NET
OF RAADPLEEG DE WEBSITE: WWW.VABOR.NET

NAAMSWIJZIGING OUT&ABOUT

Sinds 1 januari 2003 heeft VABOR-lid bouwkundig adviesbureau Out & About een nieuwe naam: **Metea bv**. De naamswijziging heeft geen gevolgen voor de geboden diensten: dezelfde mensen leveren dezelfde hoogwaardige dienstverlening op het gebied van bouwkundige onderhoudsadviesing.

In 2000 fuseerde Out & About met HMA beheer. Hierdoor ontstond een bedrijf dat vastgoedeigenaars op velerlei manieren terzijde kan staan: Bijvoorbeeld op het gebied van bouwkundige adviespraktijk, administratief beheer voor verenigingen van eigenaars, incasso van huurpenningen en dergelijke. De verschillende bedrijfsonderdelen waren voorheen nog onder de oude namen (Out & About en HMA beheer) actief.

Vanaf 2003 zijn alle bedrijfsonderdelen onder de naam Metea gevoegd. En hiermee is het fusieproces voltooid. Vanuit de disciplines blijven de specialisten van Metea actief op het gebied van onderhoud en beheer van onroerend goed.

COLOFON

VABOR-Nieuwsbrief is een uitgave van de Vereniging Adviseurs Betononderhoud en Reparatie. ISSN nr. 1380-8850

Correspondentieadres:

VABOR
 Postbus 267
 4100 AG Culemborg
 Tel. (0345) 570179

Redactie

Write Now! / Utrecht
 Drs Mirjam L.W. Brink
 Voor wijzigingen in het colofon:
 write-now@csnet.nl

De VABOR kent diverse soorten leden. Adviesbureaus en hun medewerkers op het vakgebied van de vereniging zijn aangesloten als respectievelijk bureau-, persoonlijk en/of aspirantleden. Daarnaast kent de VABOR een brede vertegenwoordiging van belangstellende leden, waaronder opdrachtgevers op het gebied van betononderhoudswerken, aannemers en leveranciers van hersteltechnieken en -materialen voor betonconstructies. Voor nadere informatie over lidmaatschap van de VABOR kunt u bij het secretariaat een informatiepakket aanvragen.

ABT Adviesbureau voor Bouwtechniek bv

Ir. G.H.P. Hol
 Postbus 82, 6800 AB Arnhem
 Tel. (026) 3683500 Fax (026) 3683510
 E-mail: G.Hol@ABT-CONSULT.NL

Adviesbureau ir J.G. Hageman B.V.

Ir. G.W.J. van Drie
 Postbus 26, 2280 AA Rijswijk
 Tel. (070) 3990303 Fax (070) 3191364
 E-mail: adv.hageman@wxs.nl

Holland Railconsult B.V.

W.J.H. de Moor
 Ing. R. de Jong
 Postbus 2855, 3500 GW Utrecht
 Tel. (030) 2654327 Fax (030) 2654321
 E-mail: wjhdemoor@hr.nl

INTRON B.V.

Ing. M. de Jonker (voorzitter)
 Ir. M.R.J. Swinkels
 F.S. Winkel
 J.L.P. Boosten
 Postbus 267, 4100 AG Culemborg
 Tel. (0345) 585170 Fax (0345) 585171
 E-mail: MJo@INTRON.nl

KEMA Nederland B.V.

Ing. I.A.G.M. Peeze Binkhorst
 Postbus 9035, 6800 ET Arnhem
 Tel. (026) 3566109 Fax (026) 4454659
 E-mail: I.A.G.M.PeezeBinkhorst@kema.nl

Koning & Bienfait B.V.

Dr. F.J. Levelt
 J.W. van Brenk
 Postbus 504, 1000 AM Amsterdam
 Tel. (020) 5563678 Fax (020) 5563600
 E-mail: Frans.Levelt@Stork.com

Nebest B.V.

Ir. M.L. Post (secretaris)
 Ir. E.J.C. Rademaker
 Postbus 61, 2964 ZH Groot Ammers
 Tel. (0184) 601766 Fax (0184) 601211
 E-mail: mail@nebest.nl

Metea B.V.

M.P.M. Out
 R. Braaksma
 Postbus 51, 3430 AB Nieuwegein
 Tel. (030) 6014346 Fax (030) 6565218
 E-mail: sdNieuwegein@Metea.nl

TechnoConsult

Ir. C.A. van der Steen
 Postbus 24, 5473 ZG Heeswijk-Dinther
 Tel. (0413) 293737 Fax (0413) 294135
 E-mail: Technoconsult@biscon.nl

TNO Bouw

Dr. R.B. Polder
 Ir. H. Borsje
 Q.F. van Zon
 Postbus 49, 2600 AA Delft
 Tel. (015) 2763222 Fax (015) 2763018
 E-mail: R.Polder@bouw.tno.nl

Witteveen + Bos

Ir. G.J. Schouten (penningmeester)
 ing. G.H.F. Hampsink
 F.G.A. Linthorst
 Postbus 233, 7400 AE Deventer
 Tel. (0570) 697911 Fax (0570) 697344
 E-mail: G.Schouten@witbo.nl