



Bouw
Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 15 276 30 00
F +31 15 276 30 10
info-BenO@tno.nl

TNO-rapport

TNO-034-DTM-2009-02234/B

Pilot-registratie ABC

Eindevaluatie

| | |
|-----------------|--|
| Datum | 5 juni 2009 |
| Auteur(s) | Mevr. Ir. R.M.L. Nelisse Dhr. Ir. G.G.A. Dieteren |
| Exemplaarnummer | |
| Oplage | |
| Aantal pagina's | 23 |
| Aantal bijlagen | |
| Opdrachtgever | Platform Constructieve Veiligheid p/a Bouwend Nederland T.a.v. de heer ir. B.D. Gieskens 2594 AV Den Haag |
| Projectnaam | |
| Projectnummer | |

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksovereenkomsten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding..... | 3 |
| 1.1 | Aanleiding..... | 3 |
| 1.2 | Doel | 3 |
| 1.3 | Het meldingsproces..... | 4 |
| 1.4 | Afbakening | 4 |
| 2 | Analyse..... | 6 |
| 2.1 | Algemene analyse van de meldingen..... | 6 |
| 2.2 | Analyse van de bouwfouten..... | 8 |
| 2.3 | Analyse van het meldingsproces..... | 12 |
| 3 | Conclusies | 15 |
| 3.1 | Algemeen..... | 15 |
| 3.2 | Analyse van de bouwfouten..... | 15 |
| 3.3 | Analyse van het meldingsproces..... | 15 |
| 4 | Aanbevelingen..... | 16 |

1 Inleiding

Deze rapportage geeft een eindevaluatie weer van de meldingen van de gehele pilot ABC tot en met 15 maart 2008. Op dat moment waren 80 meldingen ontvangen. In een later stadium zijn nog 3 aanvullende meldingen ontvangen, die op verzoek zijn meegenomen en het totaal op 83 meldingen brengen.

1.1 Aanleiding

Er zijn verschillende aanleidingen geweest die tot het opzetten van deze pilot registratie hebben geleid. In 2002 zijn verschillende lichte platte daken ingestort, waarna minister Dekker in haar brief van 14 juni 2004 aan de voorzitter van de Tweede Kamer de aanbeveling deed om een systeem op te zetten om bouwkundige calamiteiten te registreren en systematisch onderzoek mogelijk te maken.

Het CUR project 'Leren van Instortingen!' is in 2005 gestart met het systematisch onderzoeken van instortingen met als doel lering daaruit te trekken en te voorkomen dat dezelfde fouten weer gemaakt worden. De ambitie is om een versterking van de veiligheidscultuur in de bouwsector te bewerkstelligen. Men heeft hier vooral de constructieve veiligheid voor ogen. Het CUR project Leren van Instortingen legt de nadruk op het invoeren van verbeteringen in het bouwproces die de constructieve veiligheid waarborgen en op het evalueren van de resultaten daarvan; zij doet dat onder de naam Platform Constructieve Veiligheid. Hierin kunnen alle in het bouwproces betrokken partijen, die een rol spelen bij constructieve veiligheid, deelnemen.

Daarnaast heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid in het kader van de problemen met gevelbeplating van gebouwen in 2006 een aanbeveling gedaan aan BNA, Bouwend Nederland en ONRI in de richting van een centrale registratie. Deze organisaties participeren in ABC en geven daarmee opvolging aan de aanbeveling van de Onderzoeksraad.

TNO heeft, na eerdere voorstudies en eigen onderzoek, dit registratiesysteem verder uitgewerkt in opdracht van het Platform Constructieve Veiligheid.

1.2 Doel

Een centrale registratie van voorvallen waarbij de constructieve veiligheid van bouwwerken in het geding is, helpt om veiliger bouwwerken te realiseren: niet alleen instortingen maar ook bijna instortingen en schades kunnen worden geanalyseerd en gecommuniceerd naar de praktijk. Eventuele trends kunnen worden gebruikt voor een gerichte aanpak in de vorm van onderzoek, verbeteringen en evaluatie van regelgeving.

Het doel van deze pilot is om met een beperkt aantal meldende partijen een registratie en analyse van bouwfouten op te zetten en na afloop te evalueren of het opzetten van een landelijk systeem een bijdrage kan leveren aan de constructieve veiligheid.

Deze rapportage heeft ten doel om:

1. Generiek inzicht te verkrijgen in de aard van de meldingen, zowel statistisch, procesmatig als technisch.

2. De koers van de pilot te analyseren en bij te dragen aan de overwegingen waarop een beslissing wordt genomen over het wel dan niet continueren van de registratie en analyse van meldingen.

De wijze van rapporteren in deze rapportage geeft een doorkijk naar de wijze van rapporteren wanneer een vervolg aan de pilot wordt gegeven, o.a. voor wat betreft trendmatige ontwikkelingen. In deze rapportage wordt verwezen naar de cijfers uit de voorgaande (tussen)rapportage, als indicator van een trendmatige ontwikkeling. In volgende rapportages zal op deze wijze de ontwikkelingen van mogelijke trends inzichtelijk kunnen worden gemaakt. De resultaten van de tussenrapportage zijn slechts indicatief gebruikt en zijn vanwege het beperkte aantal meldingen niet representatief voor trends.

Er is besloten geen individuele analyse voor de deelnemers aan de pilot te maken, omdat het aantal meldingen daarvoor te klein was.

1.3 Het meldingsproces

Het Platform Constructieve Veiligheid heeft voor en tijdens de pilot een aantal partijen benaderd om meldingen te doen. Wanneer een partij deelneemt aan de pilot, wordt tijdens een bijeenkomst uitleg over het doen van de meldingen gegeven. De pilotdeelnemers leveren de meldingen aan via www.abcmeldpunt.nl.

De meldingen worden vervolgens technisch geanalyseerd. Op basis van de melding wordt een inschatting gemaakt van o.a. bouwfase, oorzaak, mogelijke suboorzaken, constructieonderdeel en –materiaal en potentiële of actuele gevolgen. Deze technische analyse is in alle gevallen met de melders teruggekoppeld om onduidelijkheden en foutieve aannames te achterhalen. Vervolgens worden de meldingen geanonimiseerd ingevoerd in een database, op basis waarvan de analyse plaatsvindt.

De meldingen worden zowel technisch inhoudelijk als procesmatig geanalyseerd. De analyse vindt plaats volgens een speciaal voor deze pilot ontwikkeld formulier, zoals weergegeven in Bijlage A. De analyse en de resultaten daarvan zijn gepresenteerd in Hoofdstuk 2.

1.4 Afbakening

Ten behoeve van de pilot moest een afbakening voor de meldingen worden gemaakt, welke mogelijk na afloop van de pilot wordt bijgesteld. Voor de pilot is gebruik gemaakt van de volgende afbakening:

Meldingen worden gedaan van constructieve fouten die hebben geleid of hadden kunnen leiden tot constructieve schade. Bouwkundige zaken, zoals tegels die van de muur vallen, worden uitgesloten. Ook fouten in het bouwproces (vormfouten) worden uitgesloten. Een voorbeeld van een procesfout is dat reeds met de bouw wordt gestart voordat de vergunning is verleend, zonder dat dit tot constructieve fouten leidt. Constructieve fouten die door tijdig ingrijpen niet tot gevolgen hebben geleid vallen wel binnen de afbakening.

De bouwwerken waarin de constructieve bouwfouten zijn waargenomen betreffen woningen, utiliteitsbouw en werken in de GWW sector (bruggen, tunnels, etc.). Uitgesloten worden fouten aan bijvoorbeeld dijken, vervoersmiddelen etc.

2 Analyse

In de analyse worden technisch inhoudelijke en meer procesmatige zaken met name statistisch onderzocht, op basis van de meldingen. De analyse vindt plaats op basis van het analyseformulier uit bijlage A.

Hieronder wordt eerst ingegaan op de algemene analyse van de meldingen.

2.1 Algemene analyse van de meldingen

1. *Het totaal aantal meldingen*

De eerste melding is ontvangen op 28 augustus 2008. De laatste melding is op 13 maart ontvangen. De drie extra meldingen zijn op 24 maart ontvangen. In totaal zijn 83 meldingen in deze periode ontvangen. Een van deze meldingen bleek niet binnen de scope van de pilot te vallen (geen bouwfout, maar een procesfout). De analyse is zodoende gebaseerd op 82 meldingen.

Voorbeeld

Procesfout: De fundering (palen, balken en poeren) en de staalconstructie is al gemaakt voordat er goedkeuring is op de stukken en de stukken zijn ingediend.

2. *Het gemiddeld aantal meldingen per periode van een maand*

De periode waarover de analyse wordt uitgevoerd bedraagt ongeveer 6,5 maand. Dit komt neer op een gemiddelde van afgerond 13 meldingen per maand. Wanneer de meldingen nader worden bekeken, blijkt dat deze als volgt zijn verdeeld:

September: 19 meldingen

Oktober: 8 meldingen

November: 10 meldingen

December: 11 meldingen

Januari: 5 meldingen

Februari: 14 meldingen

Maart: 15 meldingen.

Het ligt voor de hand dat wanneer een partij begint met melden, in het begin relatief meer meldingen worden gedaan. Dan worden ook vaak meldingen uit het verleden ingevoerd. In een later stadium zal het aantal meldingen per partij waarschijnlijk stabiliseren.

3. *Het aantal meldingen per deelnemende partij*

Vanwege de geborgde anonimiteit, worden de namen van de deelnemende partijen niet vrijgegeven, maar worden zij genummerd in volgorde van de meldingen die zijn binnengekomen. Enkele deelnemende partijen hadden binnen de pilot periode nog geen meldingen gedaan. Zij zijn dan ook niet in onderstaande lijst opgenomen. Een partij was formeel geen deelnemer, maar heeft wel een melding gedaan. Er is besloten deze melding mee te nemen in de analyse. Hieronder wordt het overzicht van het aantal meldingen per partij gegeven:

Partij 1: 24 meldingen

Partij 2: 19 meldingen

Partij 3: 9 meldingen

Partij 4: 8 meldingen

Partij 5: 8 meldingen

Partij 6: 1 melding (geen pilot deelnemer)

Partij 7: 10 meldingen

Partij 8: 3 meldingen

De reden dat het aantal meldingen grosso modo afneemt is verklaarbaar: de tijd dat de partijen deelnemen aan de pilot is niet even lang; partij 1 neemt het langst deel en partij 8 het kortst.

4. De meldingen naar soort bouwwerk

Op het meldingsformulier is vrij in te vullen welk bouwwerk de melding betreft. Uit de meldingen die tot 15 maart zijn ontvangen, blijkt dat die vrijheid tot een groot aantal variëteiten leidt. Een gebouw met een woonfunctie kan bijvoorbeeld ingevoerd worden onder flat, appartementengebouw, woongebouw, etc. En dat terwijl de verschillen waarschijnlijk minimaal of niet aanwezig zijn. Ook gebouwen waarin functies gecombineerd zijn, zijn door hun meervoudige functie moeilijk te clusteren. Voor deze evaluatie is ervoor gekozen de invoer van de melder te hanteren. Het is echter aan te bevelen om een beperking in het aantal keuzes aan te brengen om daarmee focus in de analyse te brengen.

| Soort bouwwerk | Aantal meldingen | Soort bouwwerk | Aantal meldingen |
|--|------------------|---|------------------|
| Parkeergarage | 1 | Zorggebouw | 1 |
| Woongebouw/flat | 1 | Bedrijfsverzamelgebouw | 1 |
| Brug | 1 | Industriehal | 1 |
| Woning | 4 | Appartementencomplex | 4 |
| Winkel en bijeenkomstgebouw | 1 | Hoogbouw kantoorstoren 120 m | 1 |
| Dienstencentrum en woonvoorziening | 1 | Bedrijfshal | 2 |
| Winkelcentrum | 4 | 75 appartementen in 5 bouwlagen | 1 |
| Woongebouw | 1 | Bouw van kantoren, bedrijfsruimten en 32 appartementen | 9 |
| Particuliere woning (geschakeld) | 1 | 29 woningen | 1 |
| Kantoor | 7 | Viaduct | 1 |
| Onderwijsgebouw | 1 | Bouw van 59 eengezinswoningen | 1 |
| Woninggebouw (42 geschakelde woningen) | 2 | Bouw van 132 woningen verdeeld over 6 appartementengebouwen | 2 |
| Gestapelde woningen | 2 | Bedrijfshal met kantoor | 3 |
| Appartementengebouw | 1 | Appartementen en winkels | 1 |
| Bioscoop | 1 | Onderheid geluidsscherm | 1 |
| Middelbare school | 1 | Souterrain achter dijkwoning | 1 |
| Kavelwoning | 1 | Museum | 1 |
| Moskee | 1 | 3 appartementencomplexen | 1 |
| Pop podium cq Concertgebouw | 1 | Rechtbank | 2 |
| Parkeerkelder | 1 | Winkelcentrum met 2 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | woontorens met parkeergarages (100m hoog) | |
| Grondgebonden woning | 1 | Hotel | 1 |
| Winkelcentrum/ sportaccommodatie/ bijeenkomstgebouw | 1 | Vrijstaande woning | 1 |
| Brandweerkazerne | 4 | Woontoren | 1 |
| Winkelcentrum en woningen | 1 | Woninggebouw, gestapeld 3 lagen | 1 |
| Ziekenhuis | 1 | | |

Tabel 1: overzicht van soorten bouwwerken

Op het eerste gezicht betreft een relatief groot aandeel van de meldingen de woonfunctie. Wanneer alle meldingen gerelateerd aan de functie wonen geclusterd worden, dan blijken dat in totaal 41 meldingen te zijn. Een aantal van deze meldingen betreffen gecombineerde functies, waarvan wonen een onderdeel uitmaakt.

Er zijn in totaal 15 meldingen die betrekking hebben op algemene bedrijfsgebouwen, waaronder functies als industriehal, bedrijfshal en bedrijfsverzamelgebouw.

Er zijn 20 meldingen gedaan die betrekking hebben op kantoren of combinaties van functies, waaronder kantoren.

Vermeldenswaardig is dat 9 meldingen betrekking hadden op de “Bouw van kantoren, bedrijfsruimten en 32 appartementen”. Uit de locatiegegevens blijkt dat het in alle gevallen hetzelfde project betreft.

5. *De meldingen naar het jaar van voorkomen*

Deze analyse is uitgevoerd op basis van de door de melder opgegeven datum van het incident. Dit is de datum waarop de bouwfout is geconstateerd. Dit is niet noodzakelijkerwijs hetzelfde jaar als waarin de bouwfout is gemaakt. Aangezien de pilot in 2008 is gestart, zijn ook grote of opvallende meldingen uit voorgaande jaren gedaan. De verdeling over de jaren is als volgt.

2004: 1

2005: 0

2006: 5

2007: 11

2008: 53

2009: 12

Hieruit blijkt dat 21% van de meldingen uit eerdere jaren afkomstig is. Bij de tussenevaluatie was dit nog 23%. Naar verwachting neemt dit percentage steeds verder af.

2.2 **Analyse van de bouwfouten**

Voor de technische analyse is eveneens gebruik gemaakt van het in Bijlage A weergegeven formulier.

1. *De fase waarin de bouwfout is gemaakt*

De fase waarin de bouwfout is gemaakt geeft aan wanneer de fout is gemaakt. Dit kan dus dezelfde fase zijn als wanneer de bouwfout is ontdekt, maar ook een eerdere fase. De informatie is verkregen door na te bellen en levert het volgende beeld op:

- Voorontwerp: 0
- Besteksontwerp: 3
- Detailontwerp: 42
- Uitvoering: 30
- Gebruiksfase (dagelijks gebruik en standaard onderhoud): 0
- Renovatie / verbouwing / uitbreiding: 9
- Sloop: 0

Het aandeel van de fases detailontwerp (51%, was bij de tussenrapportage 53%), respectievelijk uitvoering (37%, was bij de tussenrapportage 42%) blijft het grootst en wijzigt relatief weinig ten opzichte van de tussenevaluatie.

Er zijn twee meldingen met twee fasen. De eerste melding betreft het detailontwerp en de renovatie/verbouwing/uitbreiding. De tweede melding betreft het detailontwerp en de uitvoering.

2. *De fase waarin de fout is ontdekt*

De fase waarin de bouwfout is ontdekt is uit het invoerveld “bouwfase” op het meldingsformulier te achterhalen. Melders hebben hier de keuze uit de volgende fasen: ontwerp, bestek en aannemingsovereenkomst, detailengineering, uitvoering, beheer, onderhoud, renovatie. Het blijkt dat de meldingen als volgt over de bouwfases zijn verdeeld:

- Ontwerp: 9
- Detailengineering: 16
- Uitvoering: 45
- Beheer: 3
- Onderhoud: 9

Hieruit blijkt dat 54% van de bouwfouten wordt ontdekt tijdens de bouw zelf. Daarnaast worden veel fouten in het algemene ontwerp (ontwerp en detailengineering gezamenlijk) ontdekt, namelijk 30%. Tijdens de tussenevaluatie was dit 58% respectievelijk 35%. Er is dus geen significant verschil waarneembaar.

De bouwfases waarin de fout is gemaakt en wanneer de fout is ontdekt komen qua naamgeving niet met elkaar overeen, wat de analyse bemoeilijkt. In het vervolg dienen hiervoor eenduidige definities te worden opgesteld.

3. *De oorzaak van de bouwfout*

De oorzaak van de bouwfout is zoveel mogelijk op basis van de beschrijving van het incident ingeschat en vervolgens door nabellen gecontroleerd en aangevuld waar nodig. Hieronder is aangegeven wat het aantal meldingen is waarin de betreffende (sub)oorzaak is genoemd. Sommige meldingen hebben meerdere suboorzaken.

- a. (Mis)communicatie: 3
- b. Ontwerpfouten: 45
 - Verkeerd schematiseren krachtswerking: 16
 - Ontbreken of foutieve stabiliteitsberekening: 1
 - Verkeerd gebruik / interpretatie software / software bug: 8
 - Verkeerde maatvoering op tekening: 3
 - Conflicterende berekeningen en tekening: 3
 - Vergeten belastinggevallen: 4
 - Niet voldoen aan de eisen uit Bouwbesluit of normen: 9
 - Onvoldoende kennis/kwalificatie voor project: 18
 - Onvoldoende tijd voor ontwerp: 2

- Onvoldoende overzicht (hoofdconstructeur / terugkoppeling tussen verschillende ontwerpende partijen): 6
 - Conflicten in normen of normen onderling: 1
 - Bij verbouwing verkeerde aanname van materialen (kwaliteit en/of hoeveelheden): 2
 - Niet of moeilijk uit te voeren ontwerp (gevolg aanpassen op de bouwplaats zonder terugkoppeling naar ontwerper): 0
 - Bijzondere constructie: 2
 - Geen of onvolledig ontwerp: 4
 - Onvoldoende informatie: 1
- c. Leesfouten: 3
- d. Productiefout: 35
- Verkeerd samenstellen onderdelen op de bouwplaats, schades ontstaan door gehanteerde bouwfaserings: 15
 - Vergeten onderdelen in de constructie: 8
 - Verkeerd gebruik materialen / verwisselde onderdelen: 7
 - Onjuiste maatvoering: 14
 - Stilleleggen bouw door vorst of vakantie: 0
 - Aanpassingen tijdens bouwproces (zonder terugkoppeling naar ontwerper): 6
 - Overig: onkundig personeel, slechte materialen: 4
- e. Foutief gebruik constructie: 3
- f. Toepassing nieuwe materialen (geen ontwerpervaring met materiaal): 1
- g. Overmacht: 1

De basis voor de inschatting van de suboorzaak 'onvoldoende kennis/kwalificatie voor het project' is gedaan door bij het nabellen te informeren of de fout het gevolg was van een vergissing of van onwetendheid.

Bij een aantal meldingen waren meerdere oorzaken aan te wijzen voor de bouwfout. Daardoor komt het totaal van de hoofdoorzaken op 91. De meest voorkomende hoofdoorzaken zijn ontwerp- en productie fouten met een aandeel van 49% (was 46%) respectievelijk 38% (was 40%).

De hoofdoorzaken zijn verder onderverdeeld naar verschillende sub-oorzaken. Ook hier geldt dat een aantal bouwfouten meerdere sub-oorzaken had. Het totaal komt hiermee op 80 voor de ontwerpfouten en 54 voor de productiefouten. Met name onvoldoende kennis/kwalificatie voor het project (23%, was 21%) en het verkeerd schematiseren van de krachtwerking (20%, was 32%) bij de ontwerpfouten zijn opvallend. Bij de productiefouten zijn veel gemaakte fouten het verkeerd samenstellen van onderdelen op de bouwplaats/schades ontstaan door gehanteerde bouwfaserings (28%, was 31%) en het verkeerd gebruik materialen / verwisselde onderdelen (26%, was 24%).

4. Constructieonderdeel

Het constructieonderdeel is achterhaald uit de beschrijving van het incident op het meldingsformulier, aangevuld met informatie verkregen bij het nabellen. Hieronder zijn de constructieonderdelen en het aantal bijbehorende incidenten opgesomd.

- Fundering: 19

| | |
|---|---|
| Palen op verkeerde plaats: | 1 |
| Foutief voorspellen of niet meenemen deformaties: | 2 |
| Onvoldoende paallengte (= onvoldoende draagkracht): | 2 |
| Onvoldoende sonderingen: | 1 |

| | |
|---|---|
| Wapening: | 3 |
| Funderingsbalk: | 7 |
| (Productie)fout in grond gevormde paal: | 0 |
| Springen op de verkeerde plaats: | 1 |
| Poeren: | 2 |
| Stabiliteit vrijgemaakte palen | 1 |

- Hoofddraagconstructie: 61

| | |
|---|----|
| Kelders: | 1 |
| Kolommen: | 14 |
| Liggers: | 12 |
| Vloerdelen: | 28 |
| Constructieve gevels/wanden: | 15 |
| Stabiliteitsconstructie (stijve kern (zoals liftkokers)): | 15 |

- Dak (wateraccumulatie, constructief dak (parkeerdek etc.): 1
- Trap: 3

In totaal zijn 84 constructieonderdelen genoemd. Dat komt omdat in een enkel geval de melding twee constructieonderdelen betrof. Veruit de meeste meldingen betreffen de hoofddraagconstructie, 73%. Dit was bij de tussentijdse evaluatie 78%. Bij de hoofddraagconstructie zijn de vloerdelen met 46% de meest voorkomende onderdelen.

De fundering wordt, met 23%, ook vaak gemeld. Binnen de fundering is de funderingsbalk het onderdeel waarover de meeste meldingen zijn ontvangen, namelijk 37%.

Voorbeeld

Bij een houtbouwskelet woning bleken er geen stabiliteitsvoorzieningen tegen kantelen en schranken aanwezig te zijn. Bij een storm is de woning geheel ingestort.

5. *Constructiematerialen*

De constructiematerialen die bij de fout betrokken waren zijn achterhaald uit de beschrijving van het incident, aangevuld met informatie verkregen bij het nabellen. Hieronder zijn de constructiematerialen en het aantal malen dat ze bij meldingen zijn genoemd, opgesomd.

- Beton (beton/wapening): 66
- Hout: 4
- Metaal: 16
- Glas: 3
- Metselwerk: 2
- Kalkzandsteen: 2
- Diverse: 1

Er zijn in totaal 94 constructiematerialen genoemd. In een aantal gevallen betrof de melding meerdere constructiematerialen. De meeste meldingen betreffen beton als constructiemateriaal, namelijk 70% van de meldingen. Dit valt wellicht te verklaren uit het feit dat beton een veelgebruikt constructiemateriaal is. Verder is opvallend dat beton en staal vaak in combinatie met elkaar gebruikt worden. Van de 16 meldingen met staal betreffen 9 meldingen staal in combinatie met beton toegepast.

Voorbeeld

Bij een hybride constructie van staal met daarop kanaalplaten wordt een druklaag aangebracht, zodat deze als schijf kan functioneren en de stabiliteitskrachten kan afvoeren naar het windverband. De aangebrachte doken op de staalconstructie en de wapening in de druklaag bleken niet op elkaar afgestemd. De doken bleken te kort om een effectieve verbinding met het net te kunnen formeren.

6. Gevolgen bouwfout

De gevolgen van een bouwfout zijn achterhaald uit de beschrijving van de incidenten en aangevuld met informatie uit het nabellen. Hieronder wordt aangegeven hoeveel malen de fout wel dan geen gevolgen had en welke gevolgen zijn opgetreden c.q. hadden kunnen optreden.

- Tijdige signalering, waardoor geen gevolgen: 71
Indien niet tijdig onderkend, dan was het volgende (waarschijnlijk) gebeurd:
 - (deels) instorten: 34
 - Schade: scheuren etc.: 54
 - Gebrekkige functionaliteit: 7
 - Verkorte levensduur: 2
 - Geen gevolgen: 3
- Niet tijdige signalering, gevolgen: 11
 - (deels) instorten: 2
 - Schade: scheuren etc.: 9
 - Gebrekkige functionaliteit: 1
 - Verkorte levensduur: 0

Uit de analyse blijkt dat de meerderheid van de gevolgen voorkomen wordt door een tijdige signalering, namelijk in 87% van de gevallen. Bij het nabellen wordt de melders gevraagd om in te schatten wat de gevolgen zouden zijn geweest, wanneer de fout niet tijdig was onderkend. Hieruit blijkt dat in 76% van de gevallen verwacht werd dat schade zou zijn ontstaan. In 48% van de gevallen was naar verwachting zelfs geheel of gedeeltelijk instorten gebeurd.

In 13% van de gevallen hebben de fouten ook daadwerkelijk tot gevolgen geleid. In 82% van de gevallen betrof dit schade in de vorm van bijvoorbeeld scheuren. In twee gevallen is zelfs gehele of gedeeltelijke instorting opgetreden.

Financiële gevolgen variëren van gering bij tijdig signaleren tot zeer groot bij niet tijdig signaleren met instorten tot gevolg.

2.3 Analyse van het meldingsproces

Hieronder zijn de resultaten van de procesmatige analyse van de meldingen gegeven. Een afdruk van het meldingsformulier is weergegeven in Bijlage B.

1. Meldingsformulier

De ontvangst van de meldingen per email werkt prettig. Een nadeel is dat de meldingen niet genummerd zijn, waardoor dit intern op basis van de ontvangst datum en tijd wordt gedaan. De externe communicatie, bijvoorbeeld met het nabellen, wordt hierdoor ook bemoeilijkt. Nu moet op basis van de inhoud van de melding worden verduidelijkt welke melding het betreft. Er blijkt echter geen mogelijkheid te zijn om dit te automatiseren, anders dan door concessies aan de veiligheid van het systeem te doen. Een oplossing is gevonden door alle meldingen een 'time stamp' te geven en ze ook naar de verzender te mailen, op basis van het ingevoerde e-mailadres.

De bijlagen bij de meldingen veroorzaken nog wel eens problemen. In sommige gevallen blijkt het document beschadigd of niet te openen. Het lijkt te maken te hebben met de omvang van de bestanden. Op het moment dat wordt geconstateerd dat de bestanden beschadigd zijn, wordt per email contact opgenomen met de melder. Wanneer de bestanden per email worden verzonden, treedt meestal geen probleem op. Een aanbeveling op dit punt is om in het meldingsformulier aan te geven wat de maximale omvang van de bestanden mag zijn. Eventueel kan worden aanbevolen om de bestanden in de kopie-email aan henzelf te controleren.

2. *Invoervelden*

De contactgegevens worden altijd ingevuld. Aanvullende informatie is zodoende altijd opvraagbaar. Er is een beperkt aantal mensen dat meldingen invoert, waardoor nagenoeg geen dubbele meldingen worden gedaan.

Onder soort bouwwerk/project wordt een grote variëteit aan beschrijvingen ingevoerd, hetgeen de statistische analyse bemoeilijkt, zoals ook reeds onder 4. van paragraaf 2.1. besproken. Een keuze uit een beperkt aantal bouwwerken en een open veld voor vrije invoer zou naar verwachting beter werken.

Het veld locatie is vooralsnog niet voor analyse doeleinden gebruikt. Soms worden meerdere meldingen van dezelfde locatie gedaan. In de toekomst kan dit veld wellicht gebruikt worden voor statistische gegevens over de kwaliteit.

In het veld "bouwfase" wordt ingevuld de fase waarin de fout is geconstateerd. De bouwfase waarin de fout is gemaakt moet uit de beschrijving naar voren komen. Dit blijkt soms lastig te achterhalen te zijn. Het veld Bouwfase zou kunnen worden onderverdeeld in een veld "Bouwfase waarin fout is geconstateerd" en een veld "Bouwfase waarin fout is gemaakt" om de analyse te verbeteren.

Het veld beschrijving van de incidenten wordt consequent ingevuld, de ene keer uitgebreider dan de andere keer. Wat opvalt is dat een aantal meldingen niet voldoende nauwkeurig is omschreven. Hierdoor komen tijdens de analyse regelmatig onduidelijkheden naar boven. In eerste instantie schatten we zelf in hoe de toedracht is geweest. Door na te bellen wordt dat zeker gesteld. Hieruit blijkt dat ondanks onze constructieve kennis soms toch verkeerde inschattingen worden gedaan op basis van de beschikbare informatie. Een oplossing kan zijn om één of een aantal invoervelden toe te voegen met specifieke vragen, bijvoorbeeld naar de oorzaak en of schade is ontstaan of daadwerkelijk falen heeft plaatsgevonden. Daarnaast dient de melder op het hart gedrukt te worden dat de nauwkeurigheid van het invullen bepalend is voor de analyse ervan.

Het veld "oplossingen c.q. aanbevelingen" wordt regelmatig ingevuld, maar vaak is de beschrijving erg summier. Hierdoor rijzen vragen die voorkomen kunnen worden door het veld iets uitgebreider in te vullen.

Qua afbakening is gebleken dat van de 83 meldingen in de onderzochte periode slechts één melding buiten de scope van deze pilot lag.

3. *Compleetheid van meldingen*

Het veld “betrokken partijen” is bij de eerste 33 meldingen niet ingevuld. Nader onderzoek wees uit dat de melders deze velden wel invulden, maar dat de gegevens niet in de melding terecht kwamen. De oorzaak bleek een fout in de software te zijn. Deze is inmiddels verholpen.

4. *Wensen van deelnemers*

Er is geen expliciet onderzoek gedaan naar de wensen van deelnemers. Via het nabellen en de CUR commissie “Leren van Instortingen” is echter vernomen dat de melders een kopie van de melding zouden appreciëren om zo zelf hun meldingen te kunnen bijhouden. Dit is inmiddels gerealiseerd.

5. *Nabellen*

In eerste instantie zouden alleen meldingen worden nagebeld waarover onduidelijkheden of onvolledigheden waren. De beschrijving van de incidenten riepen echter regelmatig vragen op, waardoor een groot aantal meldingen voor de zekerheid moest worden nagebeld. Daarnaast is gedurende de pilot ervoor gekozen om de analyse diepgaander uit te voeren dan in eerste instantie gedacht. Aangezien niet alle onderwerpen uit de analyse in het meldingsformulier waren opgenomen, dienden daarvoor alle meldingen te worden nagebeld. Besloten is om alle meldingen na te bellen. Uit het nabellen blijkt dat de technische analyse uitsluitend op basis van de meldingen vaak lastig is, doorgaans omdat de beschrijving van het incident vaak summier wordt opgesteld. Door de uitleg die telefonisch wordt verkregen is het mogelijk om een nauwkeuriger beeld te schetsen dan zonder nabellen, waardoor de analyse significant aan kwaliteit wint. Bovendien komt tijdens het nabellen ook aanvullende informatie naar boven, die anders niet bekend zou worden.

6. *Overig*

Er komen enkele spam meldingen binnen. Dit betreffen meestal automatisch gegenereerde meldingen. Nader onderzoek wijst uit dat dat niet voorkomen kan worden.

3 Conclusies

Hieronder worden de conclusies gegeven die volgen uit deze pilotfase. De conclusies hebben betrekking op de analyse van de bouwfouten en van het meldingsproces.

3.1 Algemeen

We hebben een significant aantal meldingen mogen ontvangen met een variëteit aan soorten bouwwerken, bouwfouten en constructieonderdelen en –materialen. We zijn op basis van de meldingen en aangevuld met nabellen in staat geweest om een analyse van de bouwfouten uit te voeren. Gedurende de pilot is er een aantal leermomenten geweest, waarvan een deel reeds in verbeteringen heeft geresulteerd. Daarnaast zijn er nog enkele aanpassingen mogelijk om de registratie en analyse verder te verbeteren. In de aanbevelingen worden deze weergegeven.

Verbeteringen in de bouw zijn pas effectief als ze de oorzaak van bouwfouten aanpakken en wegnemen. Het benoemen van verbeteringsacties valt buiten de doelstelling van deze rapportage. Duidelijk is wel dat we ons niet kunnen beperken tot één groep, maar de acties zowel moeten richten op de professionals van ontwerp respectievelijk uitvoering en op de projectorganisatie.

3.2 Analyse van de bouwfouten

Geconcludeerd kan worden dat 51% van de bouwfouten tijdens het ontwerp en 37% van de bouwfouten tijdens de uitvoering worden gemaakt. Bouwfouten worden voornamelijk ontdekt tijdens de uitvoering (54%) en het algemene ontwerp (ontwerp en detailengineering gezamenlijk), namelijk 30%.

De meest gemaakte oorzaken bij ontwerpfouten liggen in het hebben van onvoldoende kennis/kwalificatie voor het project en het verkeerd schematiseren van de krachtswerking.

Bij de productiefouten zijn veel gemaakte fouten het verkeerd samenstellen van onderdelen op de bouwplaats/schades ontstaan door gehanteerde bouwfasering en het verkeerd gebruik materialen / verwisselde onderdelen.

In 87% van de meldingen worden gevolgen van de bouwfout voorkomen door een tijdige signalering. In de resterende 13% van de meldingen was er wel schade. In 2% van alle meldingen is het bouwwerk geheel of gedeeltelijk ingestort.

3.3 Analyse van het meldingsproces

Bij het nabellen is veel informatie naar voren gekomen. Een deel van deze informatie is te ondervangen door het meldingsformulier uit te breiden met een aantal extra vragen. Echter, het meldingsformulier mag niet te omvangrijk worden, aangezien dit drempelverhogend werkt voor het invoeren van meldingen. De resterende informatie kan alleen door nabellen ondervangen worden. Het persoonlijke contact wordt over het algemeen door alle melders op prijs gesteld. Meerdere malen is geïnformeerd naar het verloop van de pilot en de termijn waarop de resultaten beschikbaar komen. De melders zijn duidelijk mensen die zeer betrokken zijn bij hun werk en aan de verbetering van de bouwsector veel belang hechten.

4 Aanbevelingen

Hieronder worden de aanbevelingen gegeven die volgen uit deze pilotfase.

1. Vanwege de variëteit aan benamingen voor verschillende bouwwerken, is het aan te bevelen om daarin meer eenduidigheid te verkrijgen. In de database is hiervoor een onderverdeling aangehouden, waarvan een deel in bijlage C is opgenomen als voorbeeld. Om de uitwisselbaarheid te bevorderen is het aan te bevelen om eenzelfde onderverdeling voor zowel de database als het meldingsformulier te hanteren.
2. Aanbevolen wordt om een extra invoerveld toe te voegen voor de bouwfase en zodoende onderscheid te maken tussen:
 - a. Bouwfase waarin de bouwfout is gemaakt
 - b. Bouwfase waarin de bouwfout is ontdekt
3. Het onderverdelen van de hoofdoorzaken in suboorzaken is belangrijk om hier verbeteracties uit te kunnen herleiden. Het meldingsformulier neemt echter erg in omvang toe wanneer de suboorzaken kunnen worden aangegeven. Uit het nabellen komt naar voren dat het de vraag is of het via het meldingsformulier tot betrouwbare resultaten zou leiden. Nabellen lijkt tot nu toe hier de beste manier voor te zijn.
4. De van toepassing zijnde constructieonderdelen dienen bij voorkeur via het meldingsformulier te worden aangegeven. Indien deze optie ook voor subonderdelen gekozen wordt zal dat het meldingsformulier te groot maken. Nabellen lijkt tot nu toe hier de beste manier voor te zijn.
5. Aanbevolen wordt om een invoerveld toe te voegen omtrent het wel dan niet tijdig signaleren van de bouwfout (voordat schade is opgetreden). Dit zou gecombineerd kunnen worden met een open veld om de schade die dan zou zijn ontstaan te melden. Ook hier kan nabellen een goed alternatief zijn.
6. In het veld "locatie" dient ook de toevoeging "adres" geplaatst te worden. Nu wordt in enkele gevallen alleen de plaatsnaam ingevuld waardoor niet duidelijk is of sommige meldingen op hetzelfde project betrekking hebben.
7. Onder het invoerveld "betrokken partijen" dient ook "Constructeur c.q. ingenieursbureau" en een open veld toegevoegd te worden.
8. De omvang van de meegestuurde bestanden genereert regelmatig foutmeldingen. De bijgevoegde bestanden zijn echter vaak van grote toegevoegde waarde voor de melding. Een mogelijkheid is op het formulier aan te geven tot welke omvang het mogelijk is bestanden mee te sturen.
9. De contactgegevens moeten voor iedere melding opnieuw worden ingevoerd. Dit werkt drempelverhogend. Nagegaan dient te worden op welke wijze dit vereenvoudigd kan worden.
10. Melders dienen nadrukkelijk geïnstrueerd te worden om slechts één melding per formulier te doen en niet meerdere meldingen van hetzelfde bouwwerk samen te voegen.

11. Alle aanpassingen aan het meldingsformulier dienen ook in de database doorgevoerd te worden.
12. Bij de analyse is gebleken dat de definities van bouwfouten en van de bouwfases niet geheel overeenkomen. In het vervolg zullen de definities eenduidiger moeten worden geformuleerd. In bijlage D is een eerste voorstel voor definities gedaan om als basis voor de discussie te dienen.
13. In het project “Leren van Instortingen” is gebruik gemaakt van een rubricering van bouwfouten op micro-, meso- en macroniveau. In het vervolg op de pilot ABC wordt aansluiting bij deze rubricering gezocht.
14. Het is belangrijk om voldoende aanbod van meldingen te houden. Melders moeten dus actief betrokken blijven bij de registratie en analyse van bouwfouten. Een manier om dat te realiseren is door een regelmatige terugkoppeling te geven van de resultaten van de analyses. Dit kan bijvoorbeeld via de uitgave van een nieuwsbrief.
15. Inschattingen worden nu op één persoon of partij gebaseerd. Het zou de betrouwbaarheid verhogen wanneer meerdere partijen voor dezelfde melding worden benaderd. Dit lijkt in het kader van de beschikbare middelen niet haalbaar. De subjectiviteit van de inschattingen moet derhalve voor ogen worden gehouden.

Hoogachtend,



Ir. R.M.L. Nelisse
Constructies en veiligheid

A Analysemethodiek

Statistisch

7. Het totaal aantal meldingen
8. Het gemiddeld aantal meldingen per periode van bijvoorbeeld een maand
9. Het aantal meldingen per deelnemende partij
10. De meldingen naar soort bouwwerk: woning, parkeergarage etc.
11. De meldingen naar het jaar van voorkomen

Technisch

12. De fase waarin de fout is ontdekt
13. De fase waarin de bouwfout is gemaakt:
 - a. Voorontwerp
 - b. Besteksontwerp
 - c. Detailontwerp
 - d. Uitvoering
 - e. Gebruiksfase (dagelijks gebruik en standaard onderhoud)
 - f. Renovatie / verbouwing / uitbreiding
 - g. Sloop
14. De oorzaak van de bouwfout:
 - h. (Mis)communicatie
 - i. Ontwerpfouten
 - i. Verkeerd schematiseren krachtswerking
 - ii. Verkeerd gebruik / interpretatie software / software bug
 - iii. Verkeerde maatvoering op tekening
 - iv. Conflicterende berekeningen en tekening
 - v. Vergeten belastinggevallen
 - vi. Niet voldoen aan de eisen uit Bouwbesluit of normen
 - vii. Onvoldoende kennis/kwalificatie voor project
 - viii. Onvoldoende tijd voor ontwerp
 - ix. Onvoldoende overzicht (hoofdconstructeur / terugkoppeling tussen verschillende ontwerpende partijen)
 - x. Conflicten in normen of normen onderling
 - xi. Bij verbouwing verkeerde aanname van materialen (kwaliteit en/of hoeveelheden)
 - xii. Niet of moeilijk uit te voeren ontwerp (gevolg aanpassen op de bouwplaats zonder terugkoppeling naar ontwerper)
 - xiii. Overig
 - j. Leesfouten
 - k. Productiefout
 - xiv. Verkeerd samenstellen onderdelen op de bouwplaats, schades ontstaan door gehanteerde bouwfaserings
 - xv. Vergeten onderdelen in de constructie
 - xvi. Verkeerd gebruik materialen / verwisselde onderdelen
 - xvii. Onjuiste maatvoering
 - xviii. Stilleggen bouw door vorst of vakantie
 - xix. Aanpassingen tijdens bouwproces zonder terugkoppeling naar ontwerper
 - l. Foutief gebruik constructie
 - m. Toepassing nieuwe materialen (geen ontwerpervaring met materiaal)
 - n. Overmacht?
 - o. ...etc.
15. Constructie-onderdeel:

- p. Fundering
 - xx. palen op verkeerde plaats
 - xxi. foutief voorspellen of niet meenemen deformaties
 - xxii. onvoldoende paallengte (= onvoldoende draagkracht)
 - xxiii. onvoldoende sonderingen
 - xxiv. wapening
 - xxv. Funderingsbalk
 - xxvi. (Productie)fout in grond gevormde paal
 - xxvii. etc.
- q. Hoofddraagconstructie:
 - xxviii. Kelders
 - xxix. Kolommen
 - xxx. Liggers
 - xxxii. Vloerdelen
 - xxxiii. Constructieve gevels/wanden
 - xxxiii. Stabiliteitsconstructie (wanden, stijve kern (zoals liftkokers))
- r. Dak (wateraccumulatie, constructief dak (parkeerdek etc.))
- s. Etc...
- 16. Constructiematerialen:
 - t. Beton (zowel beton als wapening)
 - u. Hout
 - v. Metaal
 - w. Glas
 - x. Metselwerk
 - y. Etc...
- 17. Gevolgen bouwfout:
 - z. Tijdige signalering, waardoor geen gevolgen. Indien niet tijdig onderkend, dan was het volgende gebeurd:
 - xxxiv. (deels) instorten
 - xxxv. Schade: scheuren etc.
 - xxxvi. Gebrekkige functionaliteit
 - xxxvii. Verkorte levensduur
 - xxxviii. Etc...
 - aa. Niet tijdige signalering, gevolgen:
 - xxxix. (deels) instorten
 - xl. Schade: scheuren etc.
 - xli. Gebrekkige functionaliteit
 - xlii. Verkorte levensduur
 - xliii. Etc...

Procesmatig

- 18. Meldingsformulier
- 19. Compleetheid van meldingen
- 20. Wensen van deelnemers

Tot slot wordt over de gehele doorsnede van de meldingen gekeken naar trends, naar causale verbanden en naar relaties die gelegd kunnen worden tussen bijvoorbeeld bouwfase, soort bouwwerk, oorzaak, constructieonderdeel, constructiemateriaal, gevolgen.

B Meldingsformulier

Contactgegevens

Naam *

Organisatie *

Functie *

Adres *

Plaats *

Telefoonnummer *

E-mail *

Meldingsdatum *

04-06-2009

Details incident

Soort bouwwerk/Project *

Locatie *

Datum van het incident *

Betrokken partijen (tenminste 1 vakje aanvinken) *

Eigenaar

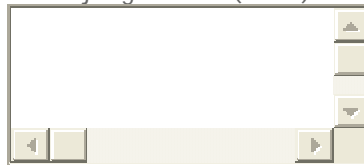
Aannemer

Gebruiker

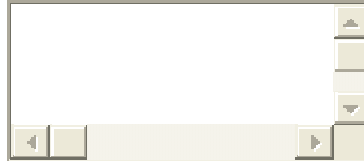
Bouwfase *

Beschrijving incident (feiten) *

An empty rectangular text area with a light beige background. To the right of the text area is a vertical toolbar containing four icons: a small square, a square with a downward-pointing triangle, a square with an upward-pointing triangle, and a square with a downward-pointing triangle. Below the text area is a horizontal toolbar containing four icons: a square with a left-pointing triangle, a square, a square with a right-pointing triangle, and a square.

Oplossingen cq. aanbevelingen

An empty rectangular text area with a light beige background. To the right of the text area is a vertical toolbar containing four icons: a small square, a square with a downward-pointing triangle, a square with an upward-pointing triangle, and a square with a downward-pointing triangle. Below the text area is a horizontal toolbar containing four icons: a square with a left-pointing triangle, a square, a square with a right-pointing triangle, and a square.

Eventueel beschikbare vrije documenten (onderzoeksrapporten, foto's, etc.)

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

Verzenden

C Specificatie bouwwerken in de database

Hieronder is een deel van de specificatie van de bouwwerken uit de database overgenomen, om als voorbeeld te dienen.

1. Gebouwen
 - a. Woonfunctie
 - i. Woning
 - ii. Woongebouw
 - iii. Overig:
 - b. Bijeenkomstfunctie
 - i. Theater, bioscoop
 - ii. Etc.
 - c. Celfunctie
 - d. Gezondheidszorgfunctie
 - e. Industriefunctie
 - f. Kantoorfunctie
 - g. Logiesfunctie
 - h. Onderwijsfunctie
 - i. Sportfunctie
 - j. Winkelfunctie
 - k. Overige gebruiksfunctie
2. Bouwwerken
3. GWW werken
4. Overig

D Voorstel voor definities

Onderstaande definities zijn een eerste voorstel om de discussie over de definities te openen. Het is te overwegen internationaal aansluiting te zoeken met bijvoorbeeld de bij CROSS gehanteerde definities.

Constructieve veiligheid

De marge tussen weerstand van een constructie en de daarop uitgeoefende aanspraken (belastingen, vervormingen, aantasting). Of zoals in het spraakgebruik vaak gehanteerd: de marge tussen het draagvermogen van een constructie en de erop uitgeoefende belasting. Toelichting: deze marge moet voldoen aan de gestelde eisen, minimaal die uit het Bouwbesluit.

Bouwfout

Een fout in ontwerp en/of uitvoering en/of onderhoud welke tot gevolg heeft dat de beoogde kwaliteit niet gehaald wordt. ABC meldpunt beperkt zich tot bouwfouten in de constructie, ook wel constructieve bouwfouten genoemd.

Ontwerpfout

Een fout of onvolkomenheid of onvolledigheid in het ontwerp of de detaillering welke, indien in het navolgende bouwproces niet opgemerkt en hersteld, leidt tot een bouwfout. Dit kan zowel het definitief ontwerp, het technisch ontwerp als het uitvoeringsgereed ontwerp betreffen (het voorlopig ontwerp wordt uitgesloten: dat is per definitie voorlopig en nog niet bedoeld voor realisatie).

Uitvoeringsfout, productiefout

Het niet uitvoeren of produceren volgens de daartoe verstrekte tekeningen en aanwijzingen.

Fase Ontwerp

De hoofdopzet, dimensionering en principedetails van de constructie, op tekeningen vastgelegd, met schriftelijke toelichting en de nodige berekeningen (gewichtsberekening, stabiliteitsberekening) Dit komt overeen met de fase definitief ontwerp en/of technisch ontwerp volgens de DNR-Stb 2008.

Fase Detaillering

Informatie, berekeningen en tekeningen betreffende de detaillering van de constructie met alle informatie benodigd voor productie en uitvoering. Dit komt overeen met de fase uitvoeringsgereed ontwerp volgens de DNR-Stb.

Fase Uitvoering

De productie van bouwmaterialen en onderdelen en de handelingen op de bouwplaats om het bouwwerk te realiseren.