

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-2010-01097

ABC2 – Registratie en analyse van bouwfouten

Periode 2: 18 november 2009 – 1 maart 2010

Datum	18 maart 2010
Auteur(s)	Mevr. Ir. R.M.L. Nelisse Dhr. Ir. G.G.A. Dieteren
Exemplaarnummer	
Oplage	4
Aantal pagina's	24
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Platform Constructieve Veiligheid
Projectnaam	ABC
Projectnummer	034.21511/01.01

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 onderzoeksopdrachten 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.

© 2009 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
1.1	Aanleiding en doel.....	3
2	Analyse	4
2.1	Algemene analyse van de meldingen	4
2.2	Analyse van de bouwfouten	5
3	Tot besluit.....	11
3.1	Algemeen	11
3.2	Analyses	11
3.3	Aanbevelingen.....	12
4	Verantwoording.....	13
A	Grafisch overzicht	14

1 Inleiding

Deze rapportage geeft de resultaten weer van de analyse van de ontvangen ABC meldingen van 18 november 2009 tot en met 1 maart 2010. In deze periode zijn 19 meldingen geregistreerd die binnen de scope¹ van ABC meldpunt vallen. Daarnaast zijn enkele meldingen gedaan die buiten de scope van ABC meldpunt liggen, omdat het geen bouwfouten waren die betrekking hebben op de constructieve veiligheid. Het totaal aantal meldingen vanaf de start van de registratie komt daarmee op 123 meldingen.

1.1 Aanleiding en doel

Er zijn verschillende aanleidingen geweest die tot het opzetten van de registratie en analyse van bouwfouten via www.abcmeldpunt.nl hebben geleid.

Het doel van de registratie en analyse van bouwfouten is om inzicht te verkrijgen in de aard en aantallen van de gemaakte bouwfouten. Ook worden trends inzichtelijk gemaakt door de meldingen uit een kwartaal te vergelijken met het totaal aantal meldingen.

Een nadere uiteenzetting van bovenstaande is gegeven in kwartaalrapportage 1, december 2009. Deze is te downloaden van de website.

In deze rapportage wordt zowel de analyse gegeven van de meldingen uit de huidige periode als ook de trendmatige ontwikkelingen over alle meldingen. De totaalcijfers, als indicator van een trendmatige ontwikkeling, worden (tussen haakjes) gegeven.

¹ De afbakening van de scope van ABC meldpunt is gegeven in kwartaalrapportage 1, december 2009.

2 Analyse

In de hier uitgevoerde analyse worden, op basis van de meldingen, technisch inhoudelijke en meer procesmatige zaken met name statistisch onderzocht.

Hieronder wordt eerst ingegaan op de algemene analyse van de meldingen. De tussen haakjes vermelde cijfers hebben betrekking op de gehele registratieperiode. Door de cijfers over de hier beschouwde periode te vergelijken met de cijfers tussen haakjes, worden eventuele trends zichtbaar.

2.1 Algemene analyse van de meldingen

1. Aantal meldingen

In de periode van 18 november 2009 tot en met 1 maart 2010 zijn 19 meldingen ontvangen. Het totaal aantal meldingen komt hiermee op 123.

2. Gemiddeld aantal meldingen per periode van een maand

De periode waarover de analyse wordt uitgevoerd bedraagt ongeveer 3,5 maand. Gemiddeld zijn afgerond 5 meldingen per maand ontvangen. De volledige periode beslaat 18 maanden, wat neerkomt op een gemiddelde van afgerond 7 meldingen per maand.

3. Meldingen naar soort bouwwerk

<i>Soort bouwwerk</i>	<i>Periode</i>	<i>Cumulatief</i>
Woning (eensgezins, twee-onder-één-kap, etc.)	5	19
Woongebouw (appartementencomplex, flat, etc.)	6	25
Bijeenkomstfunctie (theater, bioscoop, kerk, moskee, kinderopvang, etc.)	0	4
Celfunctie (gevangenis, etc.)	0	0
Gezondheidszorgfunctie (ziekenhuis, HAP, etc.)	0	2
Industriefunctie (opslaghal, loods, etc.)	0	10
Kantoorfunctie (kantoor, bureau, etc.)	1	11
Logiesfunctie	0	1
Onderwijsfunctie (school, etc.)	2	7
Sportfunctie (sporthal, zwembad, etc.)	0	4
Winkelfunctie (winkel, supermarkt, etc.)	0	8
Overige gebruiksfunctie (station, parkeergarage, etc.)	2	4
Bouwwerken geen gebouw zijnde (brug, tunnel, riolering, etc.)	0	4
Multifunctionele bouwwerken	3	24
Totaal	19	123

Tabel 1: overzicht soorten bouwwerken en aantallen meldingen

Woningen en woongebouwen nemen met 26% (15%) respectievelijk 32% (20%) het grootste aandeel in. Ook multifunctionele bouwwerken 16% (20%) komen relatief vaak voor.

4. Meldingen naar het jaar van voorkomen

Jaar	Periode	Cumulatief
2001	0	1
2002	1	1
2003	1	1
2004	0	1
2005	0	0
2006	0	5
2007	4	18
2008	0	56
2009	7	34
2010	6	6
Totaal	19	123

Tabel 2: overzicht jaar dat bouwfout is geconstateerd en aantallen meldingen

2.2 Analyse van de bouwfouten

Hieronder wordt de statistische analyse van de bouwfouten in tabelvorm weergegeven. In hoofdstuk 5 is een grafische weergave opgenomen.

1. Bouwfase waarin de fout is ontdekt

Bouwfase	Periode	Cumulatief
Ontwerp	1	2
Detailengineering	6	29
Uitvoering	4	64
Gebruik en beheer	5	14
Onderhoud en renovatie	1	2
Verbouwing en uitbreiding	1	11
Sloop	1	1
Totaal	19	123

Tabel 3: Aantal meldingen per bouwfase ontdekt

Hieruit blijkt dat 37% (25%) van de bouwfouten wordt ontdekt nog voor de uitvoering (tijdens ontwerp en detailengineering), 21 % (52%) tijdens de uitvoering en 42% (23%) na in gebruik name.

2. De fase waarin de bouwfout is gemaakt

Bouwfase	Periode	Cumulatief
Ontwerp	2	6
Detailengineering	9	65
Uitvoering	6	42
Gebruik en beheer	0	0
Onderhoud en renovatie	0	0
Verbouwing en uitbreiding	1	9
Sloop	1	1
Totaal	19	123

Tabel 4: Aantal meldingen per bouwfase gemaakt

Het aandeel van de fase ontwerp en detailengineering samen is 58% (58%) en van de fase uitvoering is 32% (34%).

3. De oorzaak van de bouwfout

Oorzaak	Periode	Cumulatief
Ontwerpfouten	12	74
Productiefouten	7	48
Foutief gebruik constructie	0	1
Toepassing nieuwe materialen	0	0
Overmacht	0	0
Overig	0	0
Totaal	19	123

Tabel 5: Hoofdoorzaken

De meest voorkomende hoofdoorzaken zijn ontwerp- en productiefouten met een aandeel van 63% (60%) respectievelijk 37% (39%).

4. De suboorzaak van de bouwfout

Suboorzaak ontwerpfout	Periode	Cumulatief
Verkeerd schematiseren /niet meenemen krachtswerking	7	25
Ontbreken of foutieve stabiliteitsberekening	0	1
Verkeerd gebruik / interpretatie software / software bug	0	8
Verkeerde maatvoering op tekening	0	2
Conflicterende berekeningen en tekening	0	5
Vergeeten of verkeerde belastinggevallen	3	8
Niet voldoen aan de eisen uit Bouwbesluit of normen	5	17
Onvoldoende kennis/kwalificatie voor project	6	30
Onvoldoende tijd voor ontwerp	0	0
Onvoldoende overzicht (hoofdconstructeur / terugkoppeling tussen verschillende ontwerpende partijen)	2	11
Conflicten in normen of normen onderling	0	1
Bij verbouwing verkeerde aanname van materialen (kwaliteit en/of hoeveelheden)	0	2
Niet of moeilijk uit te voeren ontwerp (aanpassen op de bouwplaats zonder terugkoppeling naar ontwerper)	0	1
Bijzondere constructie	0	0
Ontbreken constructief ontwerp	1	1
Overig	0	11
Totaal	24	123

Tabel 6: Suboorzaken ontwerp

In 29% (20%) van de *ontwerpfouten* is de suboorzaak gelegen in het verkeerd schematiseren of niet meenemen van de krachtswerking. In 25% (24%) van de *ontwerpfouten* betreft de oorzaak onvoldoende kennis/kwalificatie voor het project.

Voorbeeld van een fout waarbij de krachtswerking verkeerd geschematiseerd of niet meegenomen is

Een belasting vanuit de bovenliggende constructie is in de schematisering op de funderingsbalk, direct boven een funderingspaal geplaatst. In werkelijkheid grijpt deze belasting op de balk op enige afstand van de funderingspaal aan. De funderingsbalk dient deze puntlast naar de palen af te voeren. De funderingsbalk was hierop niet gedimensioneerd. Extra wapening is bepaald en aangebracht in de balk.

Voorbeeld van een fout waarbij de kennis/kwalificatie onvoldoende was

Voor een beter gebruik van balkons wordt door een glasleverancier een voorstel voor het dichtzetten van meerdere balkons ingediend. Bij het ontwerp is geen rekening gehouden met de lokale windvormfactor en ook niet met de veiligheidsfactor van 1,3 voor de rekenfase. Er wordt gerekend met de stuwdrukwaardes uit de NEN 6702. Tevens is glas aangeboden wat niet geschikt was voor de toepassing, namelijk halfgehard in plaats van voorgespannen glas. Het toepassen van de juiste factoren levert bijna een verdubbeling van de windbelasting op. Uit het contact met de glasleverancier bleek dat deze niet voldoende kennis en kunde had voor een dergelijk ontwerp.

<i>Suboorzaak productiefout</i>	<i>Periode</i>	<i>Cumulatief</i>
Verkeerd samenstellen onderdelen op de bouwplaats, schades ontstaan door gehanteerde bouwfasering	6	24
Vergeten onderdelen in de constructie	1	8
Nieuwe materialen	0	1
Verkeerd gebruik materialen / verwisselde onderdelen	0	8
Onjuiste maatvoering	0	12
Stilleggen bouw door vorst of vakantie	0	0
Aanpassingen tijdens bouwproces (zonder terugkoppeling naar ontwerper)	0	8
Prefab onderdelen verkeerd gefabriceerd	1	1
Overig: onkundig personeel, slechte materialen, etc.	0	7
Totaal	8	69

Tabel 7: Suboorzaken uitvoering

In 75% (35%) van de *productiefouten* worden onderdelen verkeerd samengesteld of wordt een verkeerde bouwfasering gehanteerd.

5. Constructieonderdeel

<i>Fundering</i>	<i>Periode</i>	<i>Cumulatief</i>
Palen op verkeerde plaats	0	1
Foutief voorspellen of niet meenemen deformaties	0	2
Onvoldoende paallengte (= onvoldoende draagkracht)	0	2
Onvoldoende sonderingen	0	1
Wapening	0	1
Funderingsbalk	3	11
(Productie)fout in grond gevormde paal	2	2
Sparingen op de verkeerde plaats	0	1
Poeren	0	3
Stabiliteit vrijgemaakte palen	0	1
onvoldoende kennis huidige fundering voor uitbreiding	1	1
Totaal	6	26

Tabel 8: Onderdelen fundering

In de afgelopen periode is 50% (42%) van de fouten in de fundering gemaakt in de funderingsbalk.

Voorbeeld van een (productie)fout van in de grond gevormde palen

De fundering bestaat uit in de grond gevormde palen. Uit controlesonderingen is gebleken dat bij een groot aantal palen de grond ter plaatse van de paalpunt is ontspannen waardoor het benodigde draagvermogen niet aanwezig is. Oorzaak van de fout blijkt een verkeerde uitvoeringsmethode te zijn welke door de heiploeg op meerdere projecten toegepast lijkt te zijn. Op het moment dat de buis getrokken wordt moet deze volledig zijn gevuld met beton. In de praktijk werd de buis echter getrokken op het moment dat er maar 2 meter beton in zat. Bijna alle palen op het project hadden daardoor onvoldoende draagvermogen.

Hoofddraagconstructie	Periode	Cumulatief
Kelders	1	2
Kolommen	0	6
Liggers	0	9
Vloerdelen	1	23
Constructieve gevels/wanden	1	7
Windverbanden	2	2
Stabiliteitsconstructie (stijve kern (zoals liftkokers), vakwerkspanten)	0	12
Kolommen, liggers en vloerdelen	0	5
Kolommen en liggers	0	3
Liggers en vloerdelen	1	3
Kolommen en vloerdelen	0	3
Vloerdelen en wanden	0	2
Stabiliteitsconstructie en wanden	0	3
Stabiliteitsconstructie en vloerdelen	0	1
Constructieve gevels en vloerdelen	0	1
Overig	0	0
Totaal	6	82

Tabel 9: Onderdelen hoofddraagconstructie

In de kwartaalgegevens is geen duidelijke tendens te vinden. In het totaalbeeld vallen vloerdelen op met 28% en de stabiliteitsconstructie met 15%.

Overige constructiedelen	Periode	Cumulatief
Dak	2	6
Trap	1	4
Gevel (niet-dragend)	1	2
Balkon	2	2
Overig	1	1
Totaal	7	15

Tabel 10: Overige constructieonderdelen

De meldingen zijn over de beschouwde periode haast evenredig verdeeld over fundering, hoofddraagconstructie en overige constructiedelen met respectievelijk 32% (21%), 32% (67%) en 37% (12%). In de afgelopen jaren is, naar aanleiding van gebeurde ongevallen, veel aandacht besteed aan bouwfouten bij daken en balkons. In de beschouwde periode zijn desondanks zowel twee bouwfouten met daken als met balkons gemeld.

Voorbeeld van een fout met een balkon

Men had ons gevraagd zowel de controle van de constructietekeningen en berekeningen als ook de controle op de bouwplaats te verrichten. Bij het controleren van de wapening van een van de verdiepingsvloeren viel het op dat één van de isokorf elementen van de prefab balkons verkeerd om was ingestort in het prefab balkon. Het isokorf element kon op deze manier de neerwaarts gerichte dwarskracht uit het balkon niet opnemen. Toevallig zat het balkon ter plaatse van een stortvoeg, één zijde van het balkon was al ingestort, het balkon kon dus niet meer terzijde gelegd worden. Alle overige balkons die op de bouwplaats klaar lagen zijn vanzelfsprekend geïnspecteerd, er zijn verder geen afwijkingen aangetroffen.

6. *Constructiematerialen*

<i>Constructiematerialen</i>	<i>Periode</i>	<i>Cumulatief</i>
Beton	3	31
Wapening in beton	8	48
Staal/metaal	0	9
Staal-beton constructie	2	18
Hout	3	7
Glas	1	4
Metselwerk	0	1
Kalkzandsteen	2	4
Overig: (vrije invoer)	0	1
Totaal	19	123

Tabel 11: Constructiematerialen

Wapeningsfouten maken nog steeds het grootste aandeel uit met 42% (39%).

7. *Gevolgen bouwfout*

	<i>Periode</i>		<i>Cumulatief</i>	
	<i>Tijdig</i>	<i>Niet tijdig</i>	<i>Tijdig</i>	<i>Niet tijdig</i>
(Deels) instorten	8	1	50	4
Schade: scheuren etc.	5	4	43	11
Onvoldoende functionaliteit, kwaliteit en/of veiligheid	1	0	9	5
Verkorte levensduur	0	0	1	0
Geen gevolgen	0	0	0	0
Subtotaal	14	5	103	20
Totaal	19		123	

Tabel 12: Gevolgen bouwfout

Bouwfouten die tijdig zijn ontdekt, betreffen bouwfouten waarbij nog geen gevolgen (bijvoorbeeld schade) zijn opgetreden. Bij bouwfouten die niet tijdig zijn ontdekt, zijn wel gevolgen opgetreden. Wanneer bouwfouten tijdig zijn ontdekt, wordt aangegeven wat de gevolgen hadden kunnen zijn, wanneer de bouwfout te laat zou zijn ontdekt. Hierbij wordt een inschatting van de potentiële gevolgen gemaakt.

Van de bouwfouten in de beschouwde periode zijn 74% (84%) tijdig ontdekt. Relatief veel fouten die tijdig zijn ontdekt, hadden kunnen leiden tot (deels) instorten, namelijk 57% (49%). Van de bouwfouten die niet tijdig zijn ontdekt, heeft bij één melding, 20% (20%), ook daadwerkelijk (deels) instorten plaatsgevonden.

3 Tot besluit

Hieronder worden de conclusies gegeven die volgen uit deze registratieperiode.

3.1 Algemeen

Het aantal meldingen is nog beperkt. Oorzaken hiervoor zijn mogelijk een geringe bekendheid, een cultuur om niet te communiceren over fouten en het ontbreken en/of niet zien van voordelen van het melden van bouwfouten.

3.2 Analyses

Woningen en woongebouwen nemen met 26% (15%) respectievelijk 32% (20%) het grootste aandeel in. Ook multifunctionele bouwwerken 16% (20%) komen relatief vaak voor.

Uit de analyse blijkt dat 37% (25%) van de bouwfouten wordt *ontdekt* nog voor de uitvoering (tijdens ontwerp en detailengineering), 21% (52%) tijdens de uitvoering en 42% (23%) na in gebruik name.

Het aandeel in de fase waarin de bouwfouten zijn *gemaakt* is voor de fase ontwerp en detailengineering samen 58% (58%) en voor de fase uitvoering is 32% (34%).

De meest voorkomende hoofdoorzaken zijn ontwerp- en productie fouten met een aandeel van 63% (60%) respectievelijk 37% (39%). In 29% (20%) van de *ontwerpfouten* is de fout gelegen in het verkeerd schematiseren of niet meenemen van de krachtswerking. In 25% (24%) van de ontwerpfouten betreft de oorzaak de onvoldoende kennis/kwalificatie voor het project. In 75% (35%) van de productiefouten worden onderdelen verkeerd samengesteld of wordt een verkeerde bouwfasering gehanteerd.

De meldingen zijn over de beschouwde periode haast evenredig verdeeld over fundering, hoofddraagconstructie en overige constructiedelen met respectievelijk 32% (21%), 32% (67%) en 37% (12%). In deze periode is 50% (42%) van de fouten in de fundering gemaakt in de funderingsbalk. In de kwartaalgegevens is voor de onderdelen uit de hoofddraagconstructie geen duidelijke tendens te vinden. In de afgelopen jaren is, naar aanleiding van gebeurde ongevallen, veel aandacht besteed aan bouwfouten bij daken en balkons. In de beschouwde periode zijn desondanks zowel twee bouwfouten met daken als met balkons gemeld.

Wanneer naar de constructiematerialen wordt gekeken, maken wapeningsfouten nog steeds het grootste aandeel uit met 42% (39%).

Van de bouwfouten in de beschouwde periode zijn 74% (84%) tijdig ontdekt. Relatief veel fouten die tijdig zijn ontdekt, hadden kunnen leiden tot (deels) instorten, namelijk 57% (49%). Van de bouwfouten die niet tijdig zijn ontdekt, heeft bij één melding, 20% (20%), ook daadwerkelijk (deels) instorten plaatsgevonden.

3.3 Aanbevelingen

Onderwerpen die gezien hun kans van voorkomen of gezien hun gevolgen interessant zijn om nader te bestuderen en hiervoor aanbevelingen te formuleren zijn:

- a. Wapening
- b. Multifunctionele bouwwerken
- c. Balkons
- d. Platte daken
- e. Opleiding (kennis) en ervaring (zie meest voorkomende ontwerpfout: onvoldoende kennis / kwalificatie)
- f. Vakkennis/toezicht op de bouwplaats (zie meest voorkomende productiefout: verkeerd samenstellen)
- g. Stabiliteitskwesties
- h. Staal-betonconstructies
- i. In de grond gevormde palen

4 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

Platform Constructieve Veiligheid
T.a.v. de heer ir. H.P.J. Vereijken
Postbus 420
2800 AK Gouda

Namen en functies van de projectmedewerkers:

Mevr. Ir. R.M.L. Nelisse
Dhr. Ir. G.G.A. Dieteren

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

November 2009 – maart 2010

Ondertekening:

Goedgekeurd door:

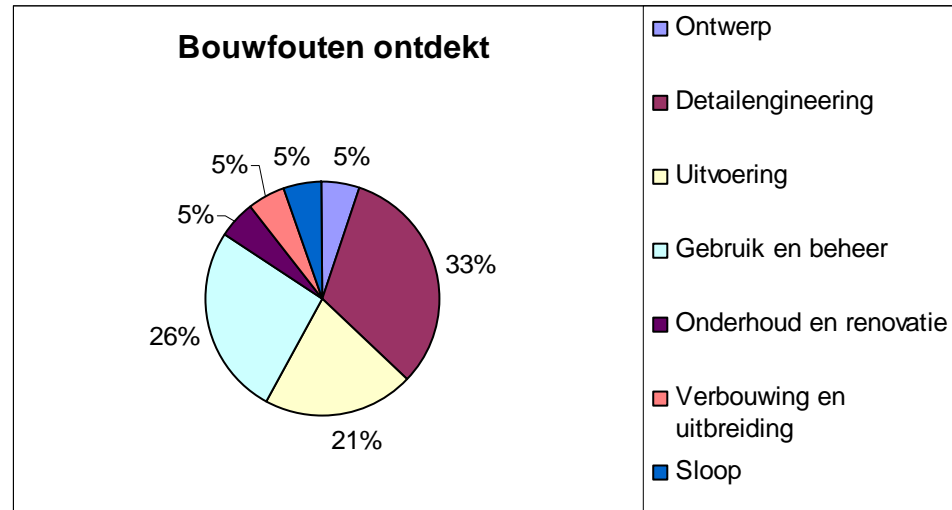
Mevr. Ir. R.M.L. Nelisse
Projectleider

Dr. Ir. P.H. Waarts
Afdelingshoofd Civiele Infrastructuur

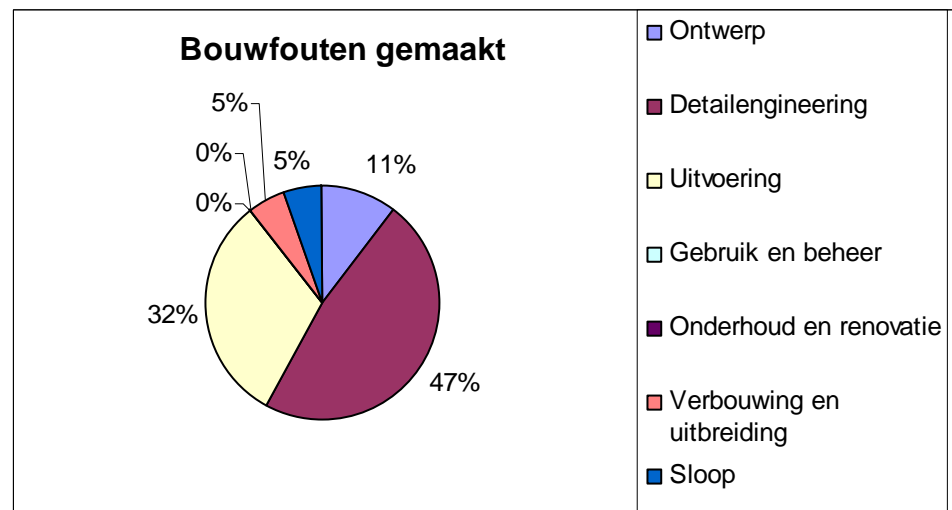
A Grafisch overzicht

Hieronder worden de statistische gegevens op een grafische wijze weergegeven.

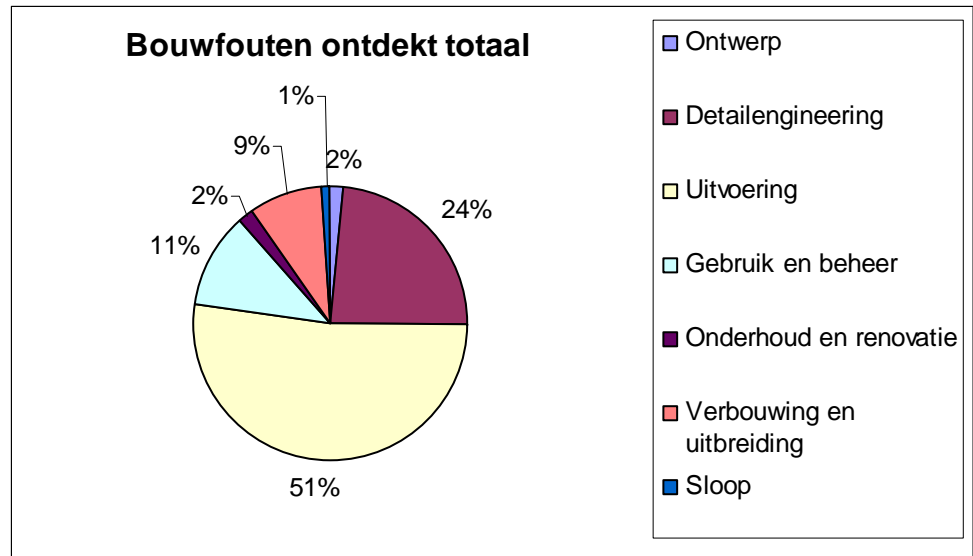
Figuur 1a: Fase waarin de bouwfout is ontdekt – periode (19 meldingen)



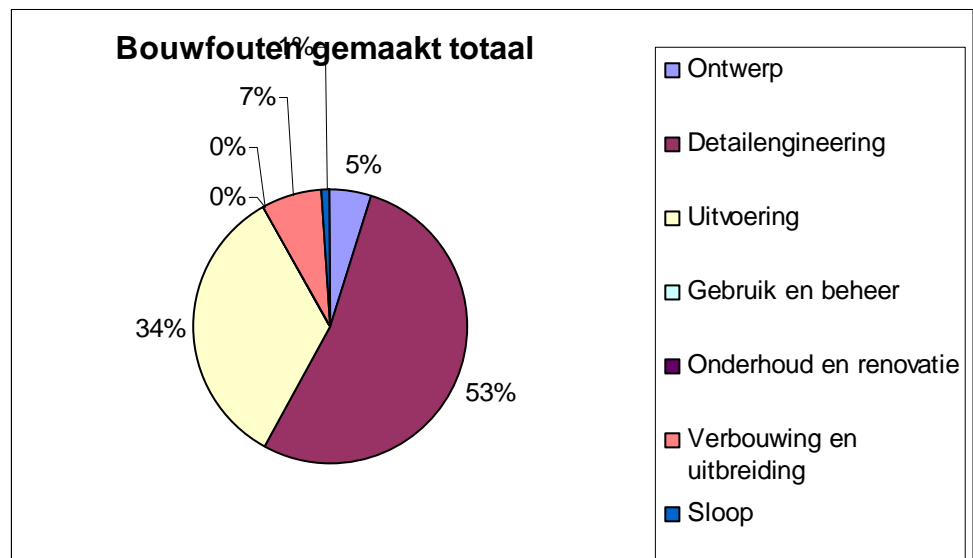
Figuur 2a: Fase waarin de bouwfout is gemaakt – periode (19 meldingen)



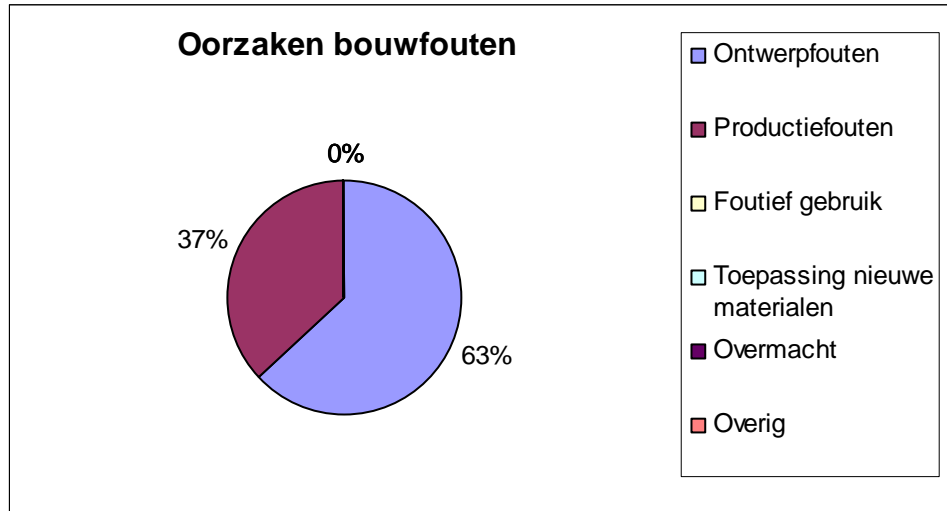
Figuur 1b: Fase waarin de bouwfout is ontdekt – totaal (123 meldingen)



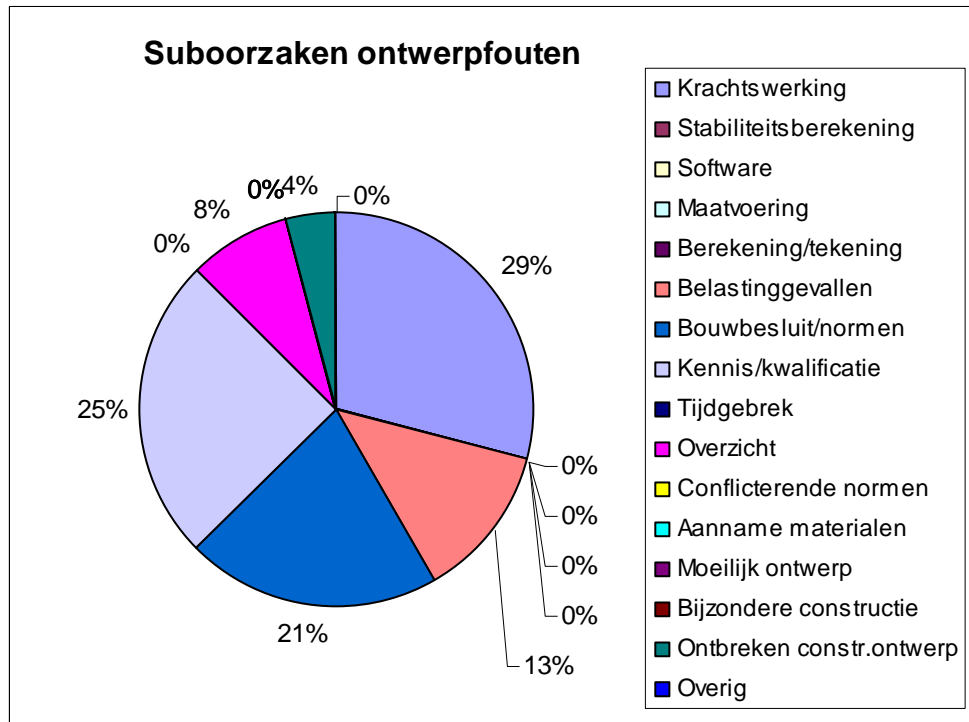
Figuur 2b: Fase waarin de bouwfout is gemaakt – totaal (123 meldingen)



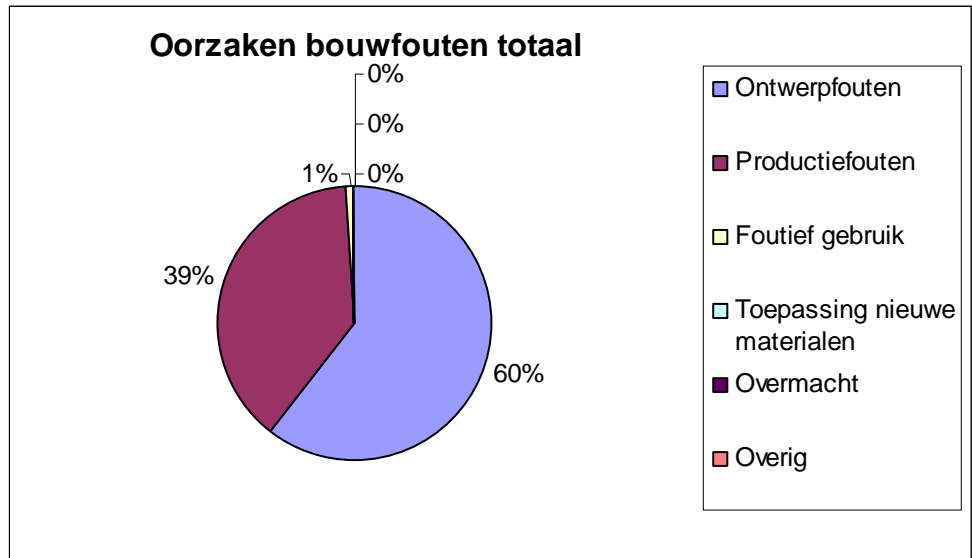
Figuur 3a: Oorzaken van bouwfouten – periode (19 meldingen)



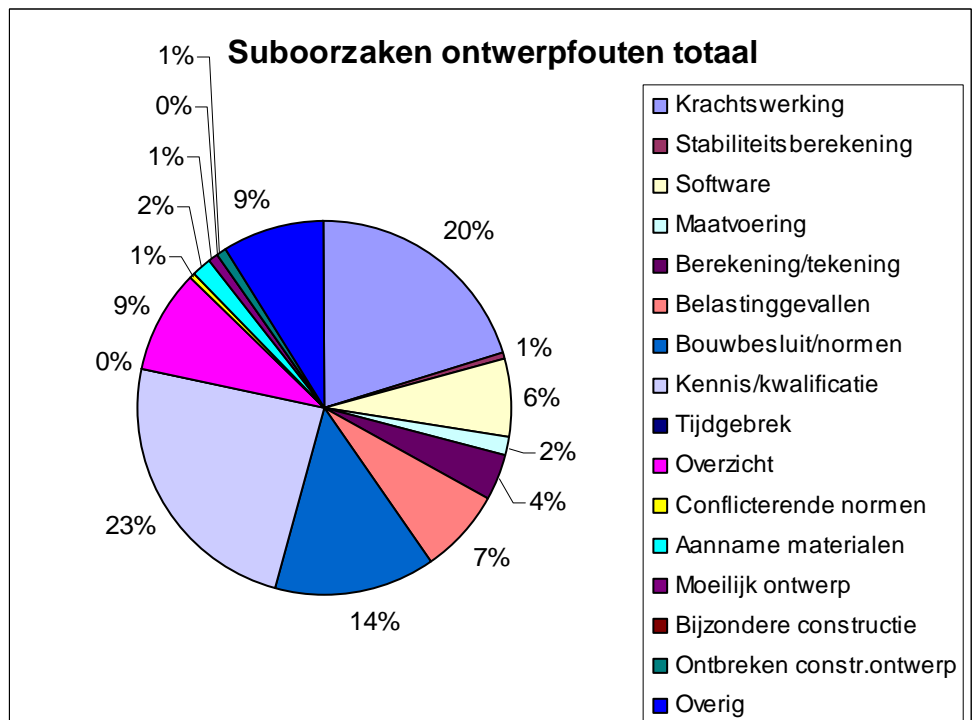
Figuur 4a: Suboorzaken ontwerpfout – periode (19 meldingen)



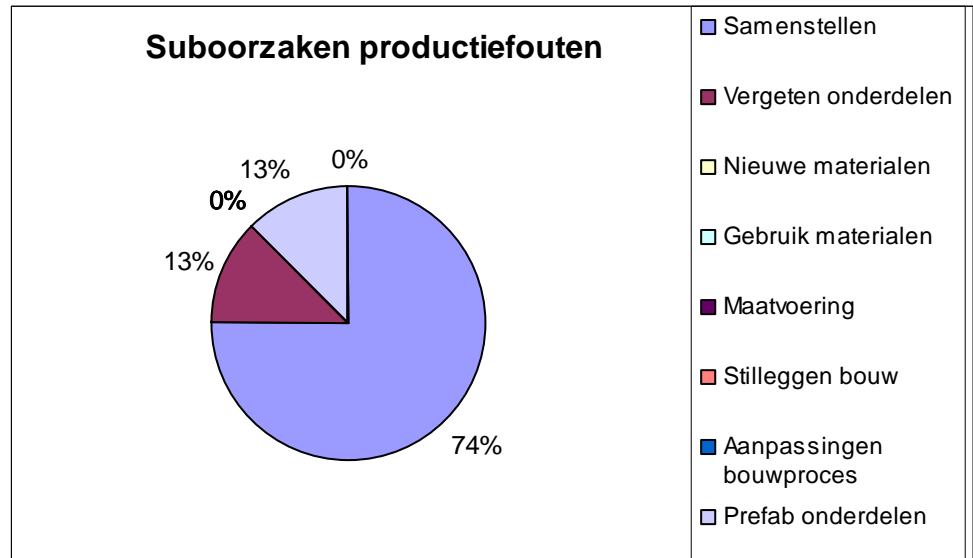
Figuur 3b: Oorzaken van bouwfouten – totaal (123 meldingen)



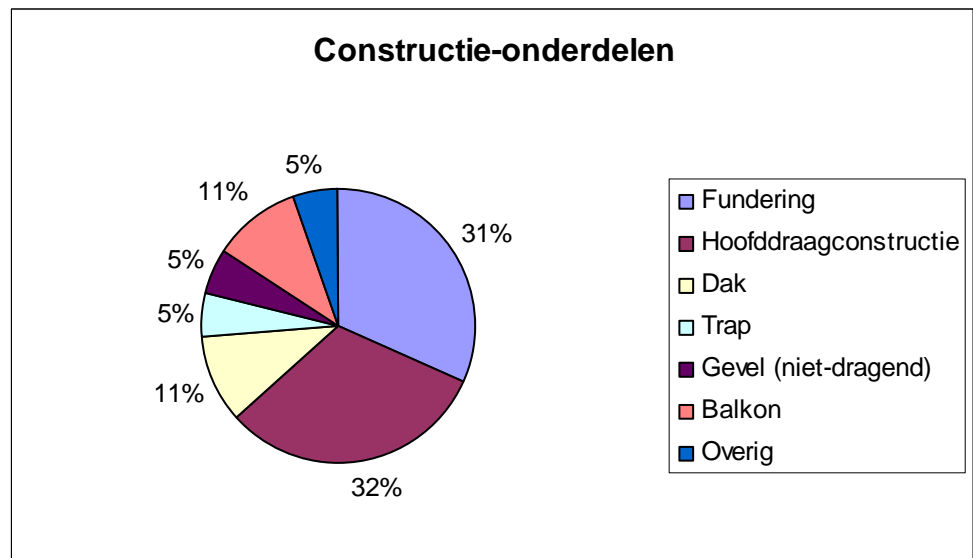
Figuur 4b: Suboorzaken ontwerpfout – totaal (123 meldingen)



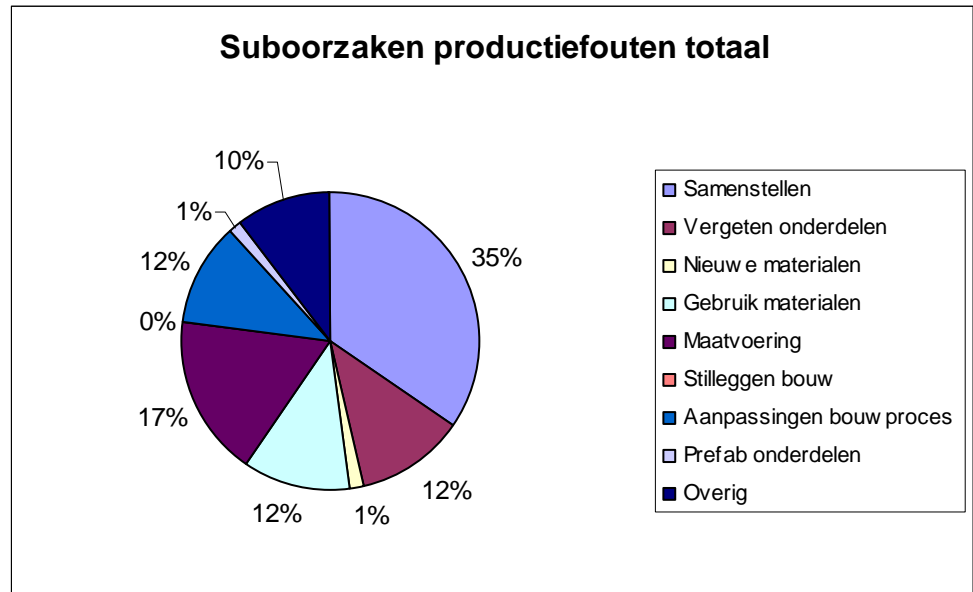
Figuur 5a: Suboorzaken productiefout – periode (19 meldingen)



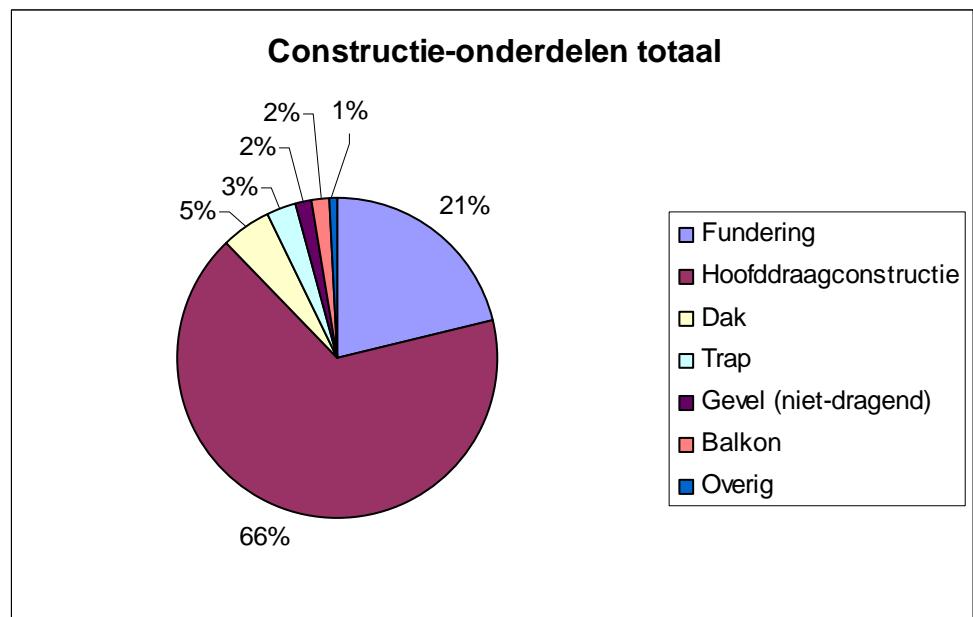
Figuur 6a: Constructieonderdelen – periode (19 meldingen)



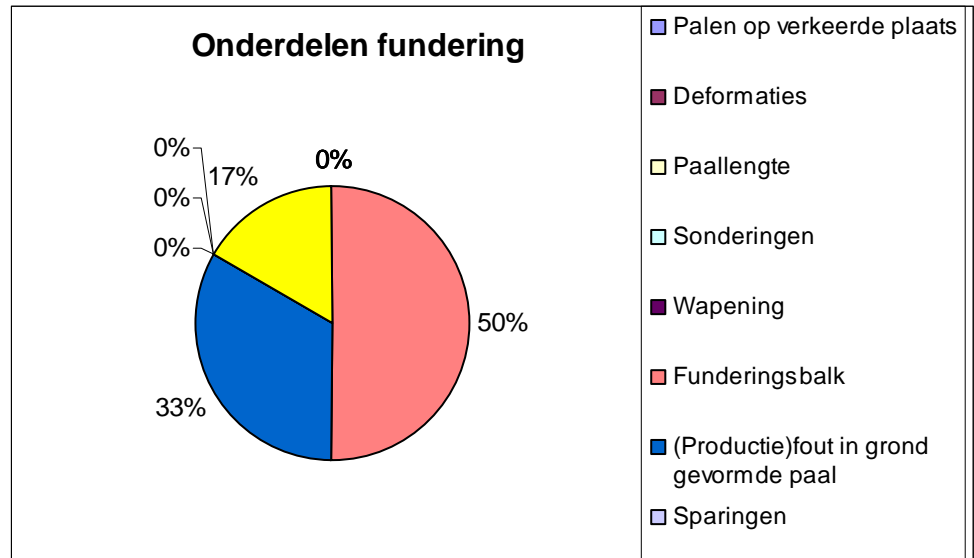
Figuur 5b: Suboorzaken productiefout – totaal (123 meldingen)



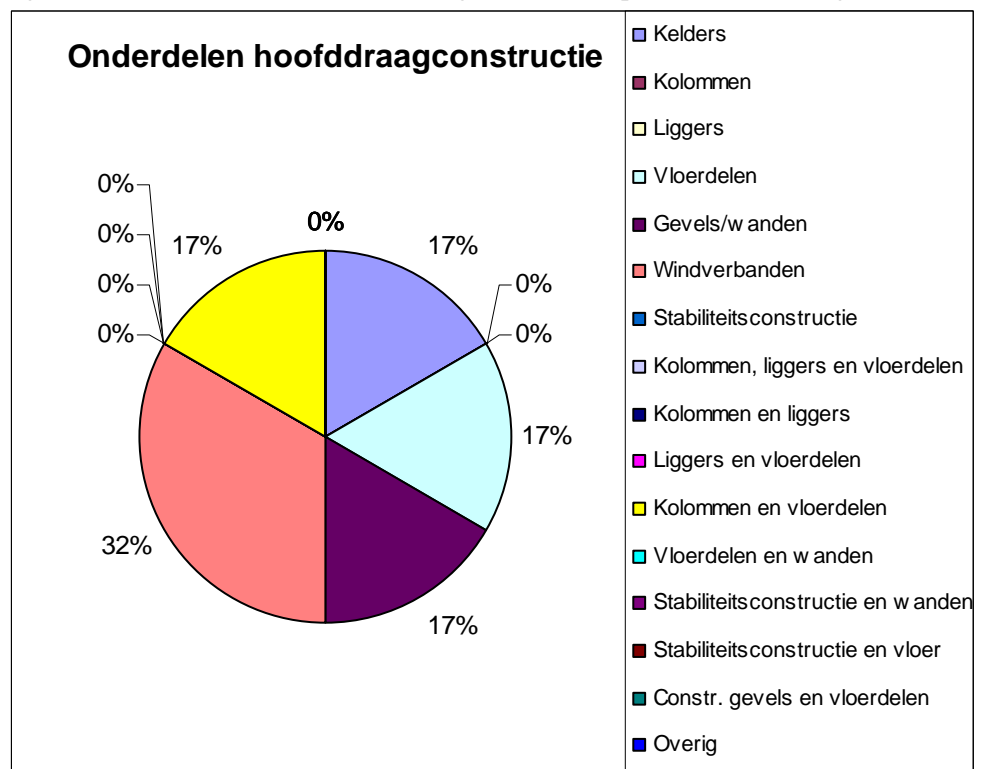
Figuur 6b: Constructieonderdelen – totaal (123 meldingen)



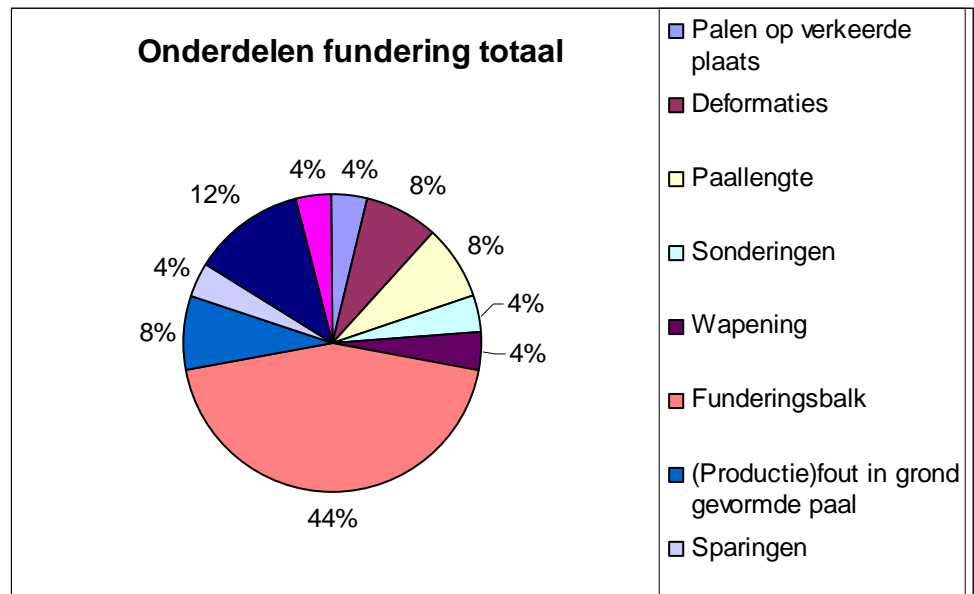
Figuur 7a: Onderdelen van de fundering – periode (19 meldingen)



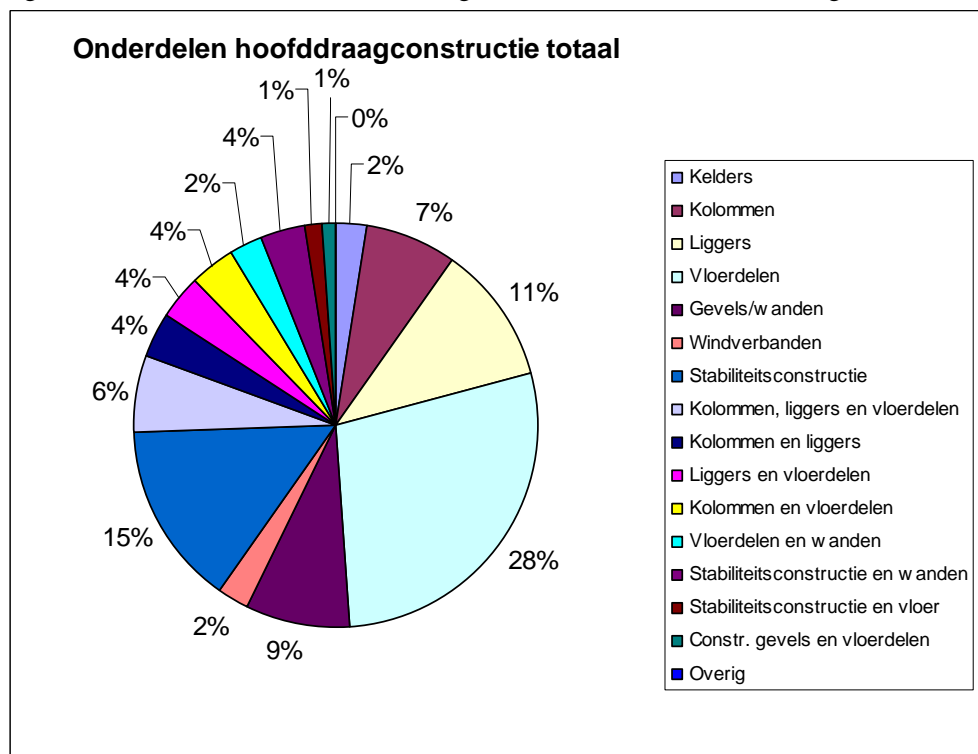
Figuur 8a: Onderdelen van de hoofddragconstructie – periode (19 meldingen)



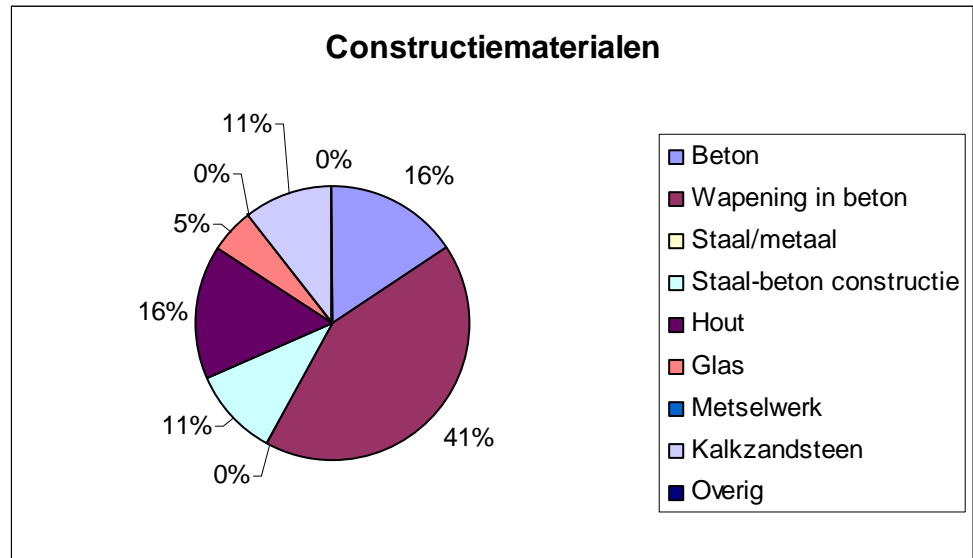
Figuur 7b: Onderdelen van de fundering – totaal (123 meldingen)



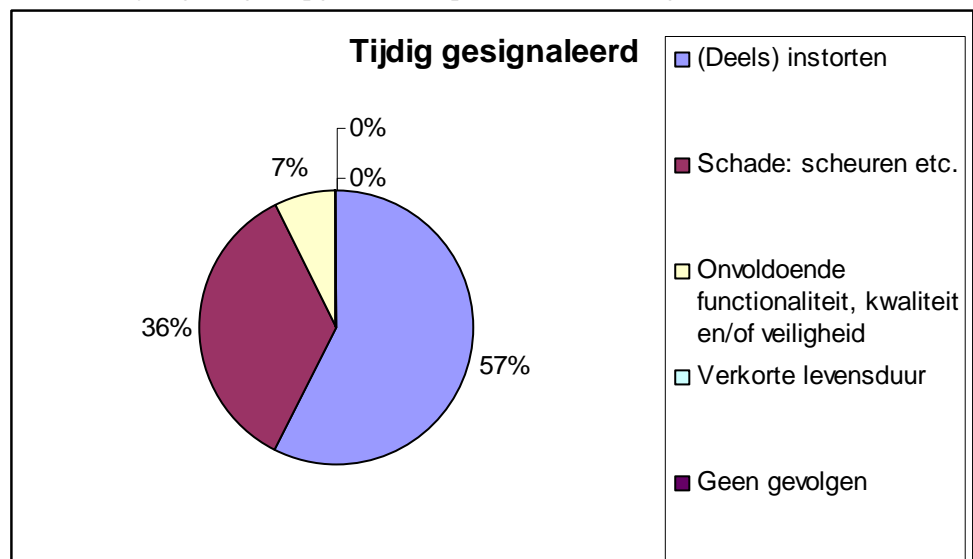
Figuur 8b: Onderdelen van de hoofdconstructie – totaal (123 meldingen)



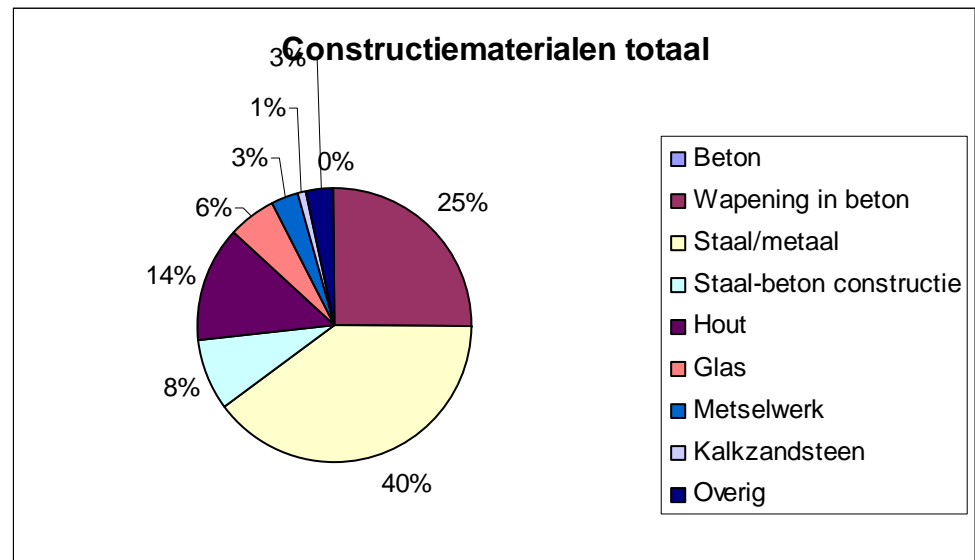
Figuur 9a: Constructiematerialen – periode (19 meldingen)



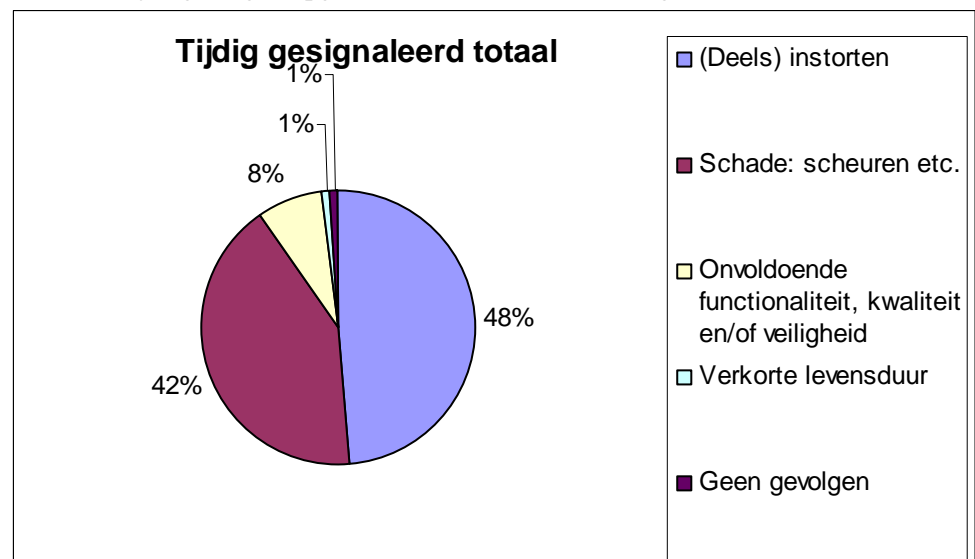
Figuur 10a: Verwachte gevolgen van bouwfouten die tijdig zijn gesignaleerd (geen daadwerkelijke gevolgen opgetreden) – periode (19 meldingen)



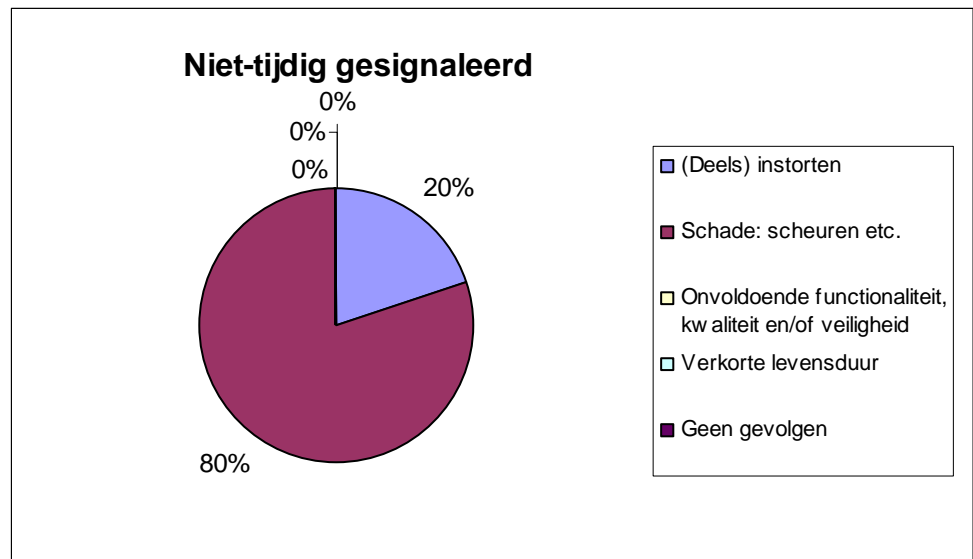
Figuur 9b: Constructiematerialen – totaal (123 meldingen)



Figuur 10b: Verwachte gevolgen van bouwfouten die tijdig zijn gesignaleerd (geen daadwerkelijke gevolgen opgetreden) – totaal (123 meldingen)



Figuur 11a: Gevolgen van bouwfouten die niet-tijdig zijn gesignaleerd (daadwerkelijk gevolgen opgetreden) – periode (19 meldingen)



Figuur 11b: Gevolgen van bouwfouten die niet-tijdig zijn gesignaleerd (daadwerkelijk gevolgen opgetreden) – totaal (123 meldingen)

