



Taken en verantwoordelijkheden bij de engineering van betonconstructies

Wie doet wat?

Helderheid in taken en verantwoordelijkheden is een van de kritieke factoren die van invloed zijn op de constructieve veiligheid van bouwwerken. Dit naast veiligheidscultuur, goed risicomanagement, ordentelijke controle, een effectieve kennisinfrastructuur en goede communicatie en samenwerking [1]. Maar wie is er nou echt waarvoor verantwoordelijk en in hoeverre is dat vastgelegd?

In de bouw worden vuistdikke contracten, omschrijvingen en bestekken geschreven om alle taken en verantwoordelijkheden van de diverse participanten vast te leggen. Aangezien de dikte van de contracten omgekeerd evenredig is met het vertrouwen, geeft dit aan hoe het is gesteld met het vertrouwen in de bouwsector. In deze dikke contracten komt het helder en compleet vastleggen van de taken en verantwoordelijkheden voor de engineering er echter vaak bekaaid vanaf. Het volledig dichttimmeren van contracten met de uit te voeren taken is een illusie, maar er is zeker meer aandacht gewenst voor inhoud en compleetheid van de beschrijving van de taken, inclusief de coördinatie op het gebied van engineering. Dit met name op

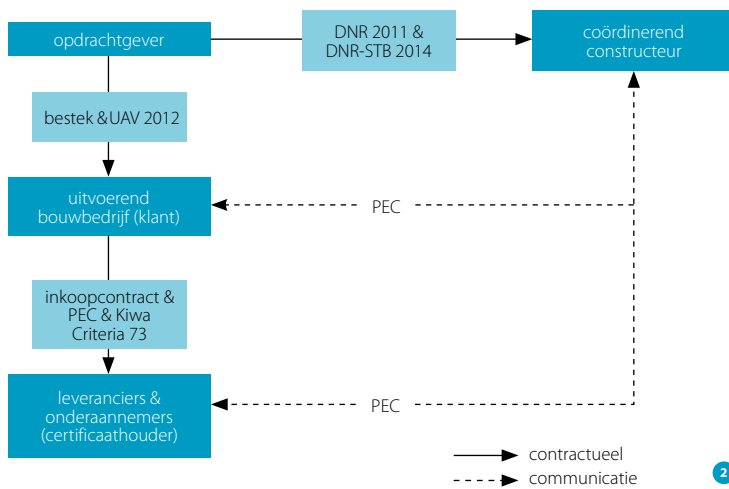
het scheidsvlak van de verschillende partijen, de zogenoemde overdrachtsmomenten. Een goede allocatie van taken en verantwoordelijkheden en een goede coördinatie dragen ertoe bij dat de benodigde informatie op het juiste moment met de juiste kwaliteit wordt overgedragen aan de partij die een vervolg geeft aan de engineering. Het zorgt ervoor dat iedereen weet wat van hem of haar wordt verwacht en dat iedereen op het juiste moment het stokje overdraagt.

Er moet niet alleen worden voorzien in een goede organisatie van de overdrachtsmomenten, ook moet worden geregeld welke partij verantwoordelijk is voor de bewaking van de constructieve samenhang.

Typen constructeurs

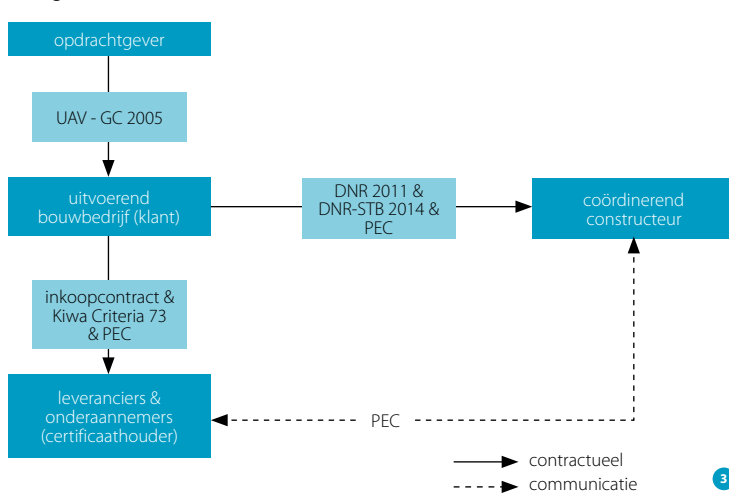
Door de versnippering en specialisatie in de bouw en het gefragmenteerde bouwproces, is een aantal typen constructeurs ontstaan met elk eigen rollen en taken. Het Compendium

Traditioneel contract



2

Geïntegreerd contract



3

- 1 Een goede allocatie van taken en verantwoordelijkheden en een goede coördinatie zorgt ervoor dat iedereen weet wat van hem of haar wordt verwacht en dat iedereen op het juiste moment het stokje overdraagt
- 2 Traditioneel contract
- 3 Geïntegreerd contract

Tabel 1 Takenpakket constructeurs in verschillende rollen

	ontwerpend constructeur	coördinerend constructeur	hoofd constructeur	deel constructeur	engineeringcoördinator
maken constructief ontwerp	x		x		
bewaken constructieve samenhang		x	x		
detailengineering deelconstructies				x	
inhoudelijke coördinatie/toetsing detailengineering		x	x		
procesmatige coördinatie detailengineering					x

Aanpak Constructieve Veiligheid [2] onderscheidt de volgende typen:

Ontwerpend constructeur

Adviseur die het constructief ontwerp maakt, lid van het ontwerpteam.

Coördinerend constructeur

Adviseur die in de fase uitvoeringsgereed ontwerp (detailengineering) de detailuitwerking van deelconstructeurs inhoudelijk toetst en de constructieve samenhang bewaakt. Zo onderscheiden we ook een coördinerend constructeur 'bouwfase'. Dit is de adviseur die in de fasen uitvoeringsgereed ontwerp en uitvoering, de uitwerking van de hulpconstructies tijdens de bouw-fase controleert en de constructieve samenhang van het geheel bewaakt. De rol van coördinerend constructeur bouwfase kan ook worden vervuld door de coördinerend constructeur 'eind-fase'. Sterker nog, bij complexe werken met een grote interactie tussen constructie en bouwmethodieken, verdient het de voorkeur om één coördinerend constructeur aan te stellen.

Hoofd constructeur

Adviseur die de functies van ontwerpend constructeur en coördinerend constructeur in zich verenigt.

Deel constructeur

Constructeur die de detailengineering van (een) deel-constructie(s) of van (een) hulpconstructie(s) verzorgt en doorgaans wordt ingeschakeld door de leverancier(s) van die deelconstructie(s) of hulpconstructie(s).

Engineeringcoördinator

Functionaris van het uitvoerende bouwbedrijf, verantwoordelijk voor de procesmatige coördinatie en sturing van de detailengineering door leveranciers van deelconstructies. Deze functionaris hoeft geen constructeur te zijn, maar heeft bij voorkeur wel voldoende constructieve kennis om dit proces goed te kunnen aansturen.

De belangrijkste verschillen in de takenpakketten zijn in tabel 1 in beeld gebracht.

De versnippering van het bouwproces blijkt een belangrijke oorzaak te zijn van het ontstaan van constructieve fouten. Het behoeft dan ook geen betoog het aantal overdrachtsmomenten tot een minimum te beperken en zo veel mogelijk rollen en taken te combineren om het aantal participerende constructeurs te minimaliseren. Lukt dit niet dan is het extra van belang dat de taken en verantwoordelijkheden voor alle deelnemende constructeurs goed worden vastgelegd. Tevens vereist dit meer coördinatie van de werkzaamheden en overdrachtsmomenten. Juist met dat doel voor ogen wordt een engineeringscoördinator benoemd.

De Nieuwe Regeling DNR 2011 en DNR-STB 2014

De Nieuwe Regeling 2011 (DNR 2011, [4]) zijn de standaard algemene voorwaarden voor opdrachten aan adviseurs zoals architecten en raadgevend ingenieurs, waaronder ook de constructeur. De bijbehorende DNR-STB 2014 (STB [3]) is een systematische standaardtaakbeschrijving (STB) van ontwerp- en advieswerkzaamheden, om vast te leggen welke taken de adviseur zal vervullen. Voor iedere taak is een resultaat of output gedefinieerd, waardoor helder is wat de adviseur uiteindelijk moet doen of leveren. Resultaat of output zegt nog niet alles over de kwaliteit van de resultaten. Het blijft van belang om deskundige, betrouwbare partijen te contracteren. Samen met de DNR wordt de STB gebruikt voor het offren en contracteren van adviesdiensten in bouwprojecten.

De STB is voor het laatst herzien in 2014, waarbij de constructieve taken voor de engineering van prefab betonconstructies in de fase uitvoeringsgereed ontwerp in overeenstemming zijn gebracht met de laatste versie van de Kiwa Criteria 73 [5], bijlage 8 'Taken en verantwoordelijkheden ten aanzien van tekeningen en berekeningen'. Dit is een belangrijke stap voorwaarts, aangezien door een slechte afstemming bij de engineering van prefab betonconstructies regelmatig werkzaamheden op raakvlakken tussen wal en schip vielen. Een tweede belangrijke wijziging betreft dat voor de controle van stukken van derden, in de DNR-STB 2014 moet worden gekozen uit een steekproefsgewijze of een volledige controle. Bij een steekproefsgewijze controle wordt de controle verricht op een selecte risicogestuurde steekproef waarbij de meest essentiële, complexe en risicovolle onderdelen moeten zijn opgenomen. Deze wijze van controleren kan worden toegepast bij eenvoudige repeterende constructies. Bij de volledige 100% controle omvat de controle 100% van de documenten. Deze wijze van controleren moet altijd worden toegepast bij niet-alledaagse complexe constructies.

Traditioneel of geïntegreerd contract

Versnippering, fragmentatie en de overdrachtsmomenten die daarvan het gevolg zijn, komen op verschillende plaatsen in het bouwproces voor. Het belangrijkste overdrachtsmoment is de splitsing van de bouwprocesfuncties ontwerp en detailengineering. De hoofdonderwerptaak wordt uitgevoerd door de ontwerpend constructeur, de detailengineeringstaak wordt verricht door de diverse deelconstructeurs onder verantwoordelijkheid van het uitvoerend bouwbedrijf. De borging van taken en verantwoordelijkheden en de rol van de coördinerend constructeur zijn mede afhankelijk van de toegepaste contractvorm.

Traditioneel contract

Bij toepassing van een traditioneel contract staat de coördinerend constructeur onder contract bij de opdrachtgever. In dit geval moet de opdrachtgever de taken voor wat betreft engineering en coördinatie opdragen aan de coördinerend constructeur. Vaak wordt hiervoor de Standaard Taak Beschrijving (DNR-STB 2014 [3]) gebruikt, behorend bij de standaard algemene voorwaarden voor opdrachten aan adviseurs (DNR 2011 [4]). De door het uitvoerend bouwbedrijf uit te voeren engineering wordt geregeld in het bestek (contract tussen de opdrachtgever en het uitvoerend bouwbedrijf), meestal in combinatie met de Uniforme Algemene Voorwaarden voor de uitvoering van werken (UAV 2012). Het is de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever dat de opdracht aan de coördinerend constructeur in overeenstemming is met de inhoud van het bestek, zodat de complete engineering is afgedekt. Het uitvoerend bouwbedrijf kan tijdige levering van de juiste gegevens door de coördinerend constructeur niet contractueel afdwingen. Voor een goede afstemming en coördinatie is het belangrijk dat de coördinerend constructeur, het uitvoerend bouwbedrijf en de leveranciers en onderaannemers goed communiceren. Daarbij kan een zogenoemd Projectkwaliteitsplan Engineering Constructies (PEC) worden gebruikt als communicatiemiddel en als contractdocument naar de leveranciers en onderaannemers (fig. 2). Het PEC is een nadere uitwerking van de vastgestelde taken en verantwoordelijkheden in het bestek. Het heeft ten doel om voor de constructieve werkzaamheden tijdens de fasen uitvoeringsgereed ontwerp en uitvoering, de procedures voor reken- en tekenwerk, de wijze van informatieoverdracht, de gestelde kwaliteitseisen aan documenten en de controle eenduidig vast te leggen. Het PEC vormt een onderdeel van het geschetste kader in het Compendium Aanpak Constructieve Veiligheid [2].

Voor contracteren door het uitvoerend bouwbedrijf van de te leveren engineering voor geprefabriceerde betonconstructies, wordt gebruikgemaakt van de categorie indeling volgens Kiwa Criteria 73 [5]. Hierover later meer.



4

Geïntegreerd contract

Bij toepassing van een geïntegreerd contract zijn de bouwprocesfuncties ontwerpen en uitvoeren geïntegreerd. De taken zijn hetzelfde als in een traditioneel contract, maar de verantwoordelijkheden liggen anders. Bij deze contractvorm stelt het uitvoerend bouwbedrijf de contracten op met zowel de coördinerend constructeur als de onderaannemers en leveranciers. Taken en verantwoordelijkheden worden in dit geval contractueel geregeld in de inkoopcontracten met onderaannemers en leveranciers en het engineeringcontract met de coördinerend constructeur. Aangezien de overdracht van de werkzaamheden van de coördinerend constructeur naar het uitvoerend bouwbedrijf vervalt, kan de coördinatie eenvoudiger worden met minder kans op afstemmingsproblemen.

Het uitvoerend bouwbedrijf kan de behoefte aan engineering en coördinatie zelf bepalen en afstemmen met de participanten. Het eerder genoemde PEC kan een onderdeel zijn van de vermelde contracten en uiteraard tevens dienst doen als communicatiemiddel (fig. 3).

Demarcatie taken en verantwoordelijkheden

De detailengineering van constructies ten behoeve van de uitvoering, wordt voor een belangrijk deel gedaan door de deelconstructeurs van onderaannemers en leveranciers. Deze

worden door het uitvoerend bouwbedrijf ingeschakeld. In de praktijk is vaak niet duidelijk waar de ontwerpend en/of coördinerend constructeur ophoudt en waar de deelconstructeurs beginnen. Wie bewaakt de constructieve samenhang van het geheel? Wie is verantwoordelijk voor de aansluitetails tussen constructiedelen van verschillende leveranciers? Wie berekent de verbindingen? Wanneer het antwoord niet eenduidig is, bestaat er grote kans dat essentiële taken tussen wal en schip vallen. Een goede demarcatie – waarin eenduidig en helder wordt vastgelegd wat de taken en verantwoordelijkheden zijn van de coördinerend constructeur, het uitvoerend bouwbedrijf en de deelconstructeurs van onderaannemers en leveranciers – is van groot belang voor het slagen van het engineeringproces.

Demarcatielijst

Bij een traditioneel contract tussen opdrachtgever en uitvoerend bouwbedrijf wordt zoals gezegd de door het bouwbedrijf uit te voeren engineering vastgelegd in een STABU-bestek en de UAV 2012. In dit bestek wordt de engineering toebedeeld aan bouwcomponenten, wat resulteert in een zoekplaatje om een goed overzicht te krijgen van het totaalpakket van de engineering. Dit is de reden dat veel adviseurs zijn overgegaan tot het toevoegen van een demarcatielijst met het totale overzicht van de gewenste engineering. Dit is een aanzienlijke verbetering, maar het helder vastleggen van de demarcatie laat helaas regelmatig te wensen over. Hier is behoefte aan meer standaardisatie en duidelijke, eenduidige omschrijvingen. In de gedigitaliseerde STABU-bestekken kunnen op een eenvoudige manier selecties voor de engineering worden gemaakt. Dit biedt in de toekomst mogelijkheden om een en ander te stroomlijnen.

Rol coördinerend constructeur

Het is vanzelfsprekend dat de opgedragen engineeringwerkzaamheden en de categorie aanduiding voor de prefab engineering in het bestek, behoren aan te sluiten bij de taken en verantwoordelijkheden van de ontwerpend en/of coördinerend constructeur die met de opdrachtgever zijn overeengekomen. Tevens is het van belang om de werkzaamheden uit te laten voeren door de partij die hiervoor de meeste kennis heeft en dus ook het meest geschikt is. Alle onderdelen betreffende visie omtrent stabiliteit, tweede draagweg en belemmerde vervormingen, dienen door de coördinerend constructeur te worden uitgewerkt. Het vertalen in wapening en verbindingen kan natuurlijk wel worden uitgevoerd door deelconstructeurs. Het aantal participerende constructeurs moet zo veel mogelijk worden beperkt. Hoe meer overdrachtsmomenten, hoe groter de kans op fouten. Concreet betekent dit dat het de voorkeur verdient om de coördinerend constructeur de wapeningsberekeningen en -tekeningen te laten maken voor de in het werk

Tabel 2 Demarcatie taken en verantwoordelijkheden prefab betonconstructies conform STB 2014 en Kiwa Criteria 73 bijlage 8

categorie 6 certificaathouder maakt tekeningen en berekeningen van een volledig prefab casco			categorie 5 certificaathouder maakt tekeningen en berekeningen van een samenstel van (twee of meer) deelconstructies		categorie 4b certificaathouder maakt tekeningen van een deelconstructie en berekeningen van alle daarop werkende krachten		categorie 4a certificaathouder maakt tekeningen van vloeren en berekeningen t.a.v. loodrecht daarop werkende krachten		categorie 3 certificaathouder maakt tekeningen en berekeningen van één of meer individuele elementen		categorie 2 certificaathouder maakt vorm- en wapeningstekeningen op basis van toegeleverde opgave van de wapening		categorie 1 certificaathouder fabriceert volgens opgave van de klant óf levert voorraad- of catalogusproducten	
taak Kiwa Criteria	STB-taak		CC = Coördinerend Constructeur CH = Certificaathouder (leverancier prefabbeton) UB = Uitvoerend Bouwbedrijf AR = Architect	categorie 1	categorie 2	categorie 3	categorie 4a	categorie 4b	categorie 5	categorie 6				
1a	08.08.060-01	leveren overzichtstekeningen deelconstructies en/of samengestelde constructies		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				
1b	08.08.010	opstellen uitgangspunten detailontwerp Constructies (geprefabriceerd beton)		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				
1c	08.16.095	opstellen toetsingsprotocol constructieve samenhang		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				
1d		opstellen demarcatie verantwoordelijkheid voor deelconstructies		UB	UB	UB	UB	UB	UB	UB				
1e	08.08.030	uitvoeringsgereed maken palenplannen/funderingen op staal		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				
1f	08.08.060-02	herijken hoofdberekeningen (geprefabriceerd beton)		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				
2	08.08.060-03	opstellen voorbereidingsplanning tekeningen en berekeningen			UB	UB	UB	UB	UB	UB				
3a	08.08.060-04	opgave wapening t.b.v. alle op individuele elementen werkende krachten			CC	CH	CH	CH	CH	CH				
3b	08.08.060-04	opgave op individuele elementen werkende krachten + eventuele eisen t.a.v. vervormingsgedrag van individuele elementen + uitgangspunten voor mechanicamodel				CC		CH	CH	CH				
3c	08.08.060-04	opgave loodrecht op vloeren werkende krachten + eventuele eisen t.a.v. vervormingsgedrag + uitgangspunten mechanicamodel					CC		CC	CH				
3d	08.08.060-04	opgave op overige deelconstructies werken krachten + eventuele eisen t.a.v. vervormingsgedrag van deelconstructies + uitgangspunten mechanicamodel							CC					CH
3e	08.08.060-04	opgave op samenstel van deelconstructies werkende krachten + eventuele eisen t.a.v. vervormingsgedrag van het samenstel + uitgangspunten mechanicamodel								CC				CH
3f	08.08.060-04	opgave wapening en/of voorzieningen voor stabiliteit en/of schijfwerking volgende krachten in de vloer(en)					CC	CC	CC	CH				
3g	08.08.060-04	opgave ontworpen verloop van krachten als gevolg van stabiliteit en/of schijfwerking in richting en grootte in de deelconstructie							CC	CC				CH
3h	08.08.060-04	opgave wapening voor opname van krachten door verhinderde vervorming			CC	CC	CC	CC	CC	CC				CH
4		opgave in te storten voorzieningen voor overige bouwdelen, bouwkundige constructies en installatie-onderdelen			UB	UB	UB	UB	UB	UB				
5a		maken productspecificaties en standaardberekeningen		CH										
5b	08.08.060-05	berekenen individuele elementen		CC	CC	CH	CH	CH	CH	CH				
5c	08.08.060-06	berekenen vloer(en)		CC	CC	CC	CH	CH	CH	CH				
5d	08.08.060-07	berekenen overige deelconstructies		CC	CC	CC	CC	CH	CH	CH				
5e	08.08.060-08	berekenen samenstel van deelconstructies		CC	CC	CC	CC	CC	CH	CH				
6a	08.08.060-09	berekenen aansluiting individuele betonelementen op overige bouwdelen		CC	CC	CC								CH
6b	08.08.060-10	berekenen aansluiting prefab betonvloer(en) op overige bouwdelen		CC	CC	CC	CC							CH
6b	08.08.060-11	berekenen aansluiting overige deelconstructie(s) op overige bouwdelen		CC	CC	CC	CC	CC						CH
6c	08.08.060-12	berekenen aansluiting samenstel van deelconstructies op overige bouwdelen		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				CH
7a	08.08.060-13	maken overzichtstekeningen element(en) (merkenoverzicht/legplan)		CC	CH	CH	CH	CH	CH	CH				
7b	08.08.060-14	maken overzichtstekeningen deelconstructies (merkenoverzicht/legplan)					CH	CH	CH	CH				
7c	08.08.060-15	maken overzichtstekeningen samenstel van deelconstructie(s)								CH				CH
8a	08.08.060-16	maken overzichtstekeningen aansluiting ind. betonelementen op overige bouwdelen		CC	CC	CC								CH
8b	08.08.060-17	maken overzichtstekeningen aansluiting deelconstructie op overige bouwdelen		CC	CC	CC	CC	CC						CH
8c	08.08.060-18	maken overzichtstekeningen aansluiting samenstel deelconstructies op overige bouwdelen		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				CH
9a	08.08.060-19	maken vormtekeningen elementen		CC	CH	CH	CH	CH	CH	CH				CH
9b	08.08.060-20	maken wapeningstekeningen elementen		CC	CH	CH	CH	CH	CH	CH				CH
9c		maken wapeningstekeningen druklaag					CH		CH	CH				CH
9d	08.08.060-21	maken vormtekeningen kleine in het werk gestorte onderdelen		CC	CC	CC	CH	CH	CH	CH				CH
10	08.08.035	bewaken constructieve samenhang van verschillende bouwdelen		CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC				CC
11a	08.16.100	controleren tekeningen en berekeningen volgens overeengekomen toetsingsprotocol			CC	CC	CC	CC	CC	CC				CC
11b	08.16.070	controleren tekeningen op maatvoering en aanduidingen t.a.v. uiterlijk			AR	AR	AR	AR	AR	AR				AR
12		uitwerken tijdelijke constructies ten behoeve van de uitvoering		UB	UB	UB	UB	UB	UB	UB				UB
13		waarborgen van stabiliteit tijdens de uitvoeringsfase		UB	UB	UB	UB	UB	UB	UB				UB
14		communiceren uitvoeringsplan/montageplan		UB	UB	UB	UB	UB	UB	UB				UB

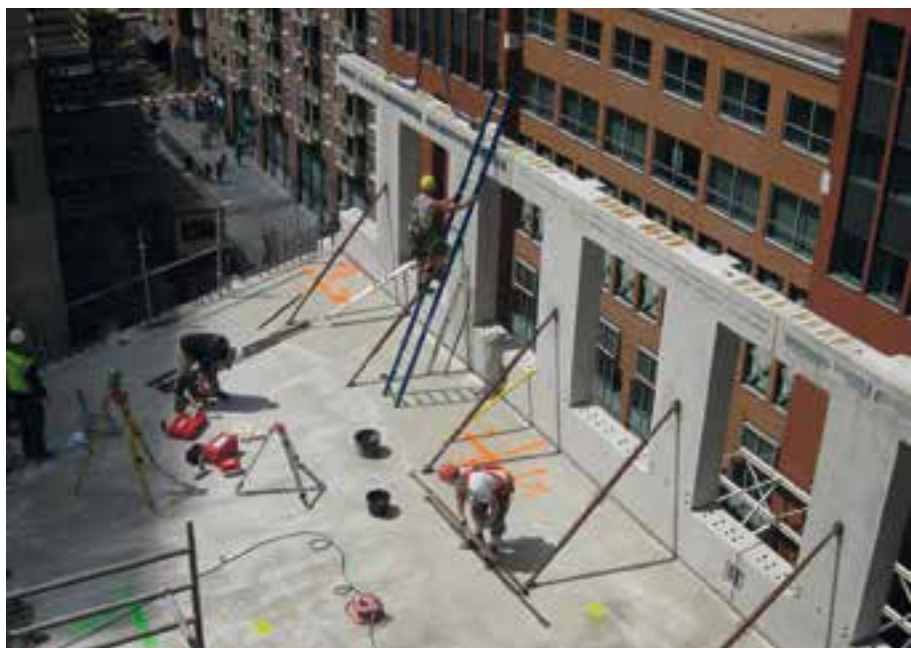
gestorte betonconstructies. Hij kent alle ins en outs van het constructief ontwerp en heeft dus als geen ander het overzicht. Voor de aansluitdetails van samengestelde onderdelen waar verschillende deelconstructeurs aan werken, wordt geadviseerd om de engineering van de aansluitdetails te laten uitvoeren door de coördinerend constructeur of door een van de deelconstructeurs. Regelmatig is dit niet mogelijk omdat zowel de deelconstructeurs als de coördinerend constructeur deze werkzaamheden niet willen uitvoeren. Er is dan helaas een derde constructeur nodig (vanuit het uitvoerend bouwbedrijf) die deze aansluitdetails uitwerkt. Extra aandacht is dan vereist voor een goede informatieoverdracht en coördinatie van het proces.

Detailengineering

Meestal wordt de detailengineering van de staalconstructies (detailberekeningen en werkplaatstekeningen) volledig uitgevoerd door de staalleverancier. Aandachtspunt hierbij is de engineering van de aansluitingen op andere constructieonderdelen (ankerplannen en verankeringen aan geprefabriceerde en in het werk gestorte betonconstructies). Deze engineering moet worden ondergebracht bij de coördinerend constructeur, de staalleverancier of een 'derde' constructeur. In de praktijk komen alle smaken voor, waarbij ook hier geldt dat een derde constructeur de minste voorkeur heeft.

De detailengineering van bouwkundige constructies wordt meestal uitgevoerd door de deelconstructeur van de leverancier. De aansluitingen aan de hoofddragconstructie worden meestal uitgewerkt door een derde constructeur van het uitvoerend bouwbedrijf en de controle wordt uitgevoerd door de coördinerend constructeur. Aangezien de engineering van bouwkundige constructies vaak wordt onderschat of contractueel vergeten en vrijwel altijd meerdere constructeurs actief zijn, vereist dit onderdeel extra aandacht.

De coördinatie van de detailengineering van de deelconstructeurs van de diverse leveranciers, is primair de verantwoordelijkheid van het uitvoerend bouwbedrijf. Voor het vastleggen van de taken en verantwoordelijkheden van de diverse participanten in het engineeringproces, is de in het PEC opgenomen demarcatielijst documenten en verantwoordelijke partijen een goed hulpmiddel voor een probleemloze start. Iedereen weet wat van hem of haar wordt verwacht. Het is aan te bevelen dat het uitvoerend bouwbedrijf bij aanvang van het engineeringproces een startbespreking organiseert met de ontwerpend en/of coördinerend constructeur, de engineeringcoördinator, alle deelconstructeurs, de (dagelijks) toezichthouder en (zo mogelijk) een vertegenwoordiger van Bouwtoezicht. In deze startbespreking kan de ontwerpend en/of coördinerend constructeur het ontwerp, inclusief zijn visie op de bouwmethodiek, toelichten en kan het PEC worden toegelicht en door alle partijen worden geaccordeerd.



5

Kiwa Criteria 73 bijlage 8

Om duidelijk te maken hoe de taken en verantwoordelijkheden zijn verdeeld tussen de leverancier (certificaathouder) en afnemer (klant) bij de engineering van prefab betonconstructies, is door Kiwa een indeling in categorieën ontwikkeld en opgenomen in bijlage 8 van de Criteria 73 [5]. Niet alleen wordt eenduidig aangegeven wie verantwoordelijk is voor (onderdelen van) constructietekeningen en berekeningen, ook staat erin wie verantwoordelijk is voor de samenhang van prefab betonelementen onderling en van de verschillende bouwdelen binnen de totale hoofddragconstructie. Op 1 december 2012 is de categorie-indeling aangepast, nadat een werkgroep met deelnemers uit de bouwpraktijk het stelsel na acht jaar in werking zorgvuldig had geëvalueerd. In plaats van zeven zijn er na de aanpassing in totaal zes categorieën gedefinieerd, waarbij een categorie een hoger nummer heeft naarmate de taken en verantwoordelijkheden van de leverancier (certificaathouder) toenemen (tabel 2). Voor categorie 6 moeten op projectniveau sluitende afspraken worden gemaakt tussen de betrokken partijen. In de tabel is de meest aannemelijke en optimale verdeling opgenomen. De laagste drie categorieën worden gebruikt voor leveranciers van losse elementen, de hoogste drie voor ontwikkelende leveranciers die integrale prefab betonnen gebouwdelen (gevels, wanden, kernen en vloeren) leveren.

Aandachtspunten

Ten aanzien van de inkoop van de engineering van prefab constructies kunnen de volgende aandachtspunten worden vermeld:

– De meeste ontwerpde en/of coördinerende constructeurs eisen bestekmatig dat engineering van de geprefabriceerde onderdelen in minimaal categorie 4 of 5 wordt uitgevoerd. Aangezien de meeste vloerenleveranciers niet verder willen gaan dan categorie 4a en de leveranciers van elementen niet verder dan categorie 3, kan hier een gat ontstaan en vallen essentiële taken tussen wal en schip. Zoals eerder gemeld, dienen deze taken bij voorkeur te worden uitgevoerd door de

coördinerend constructeur of een van de deelconstructeurs. Lukt dit niet dan moet een derde constructeur worden ingeschakeld.

– Voorraadproducten kunnen worden ingekocht in categorie 1 en bouwkundige betonelementen in categorie 2 of 3.

Tabel 3 Demarcatieoverzicht engineering en uitvoering bekistingen en ondersteuningsconstructies (verschijnt in september 2015 in [6])

v = verantwoordelijk
u = uitvoerend
a = adviserend
c = controlerend

	betrokken partijen							
	projectteam	coördinerend constructeur-eindfase	deelconstructeur bouwelementen	coördinerend constructeur bouwphase	leverancier materieel	ontwerper/deelconstructeur van de bekisting/ondersteuning	uitvoerend bedrijf bekisting/ondersteuning/de- en montage	bedrijf dat beton stort
initiatief								
beoordelen van het ontwerp van het gebouw t.a.v. bouwmethode, uitgangspunten hoofdconstructeur en toe te passen middelen	v/u	a/c	a/c	a/c				
uitgangspunten vaststellen (op basis van risico's) en in programma van eisen opnemen, inclusief stortplan	v/u	a/c	a/c	a/c				
contractvorming								
contractpartijen en uitgangspunten per partij vaststellen en onderlinge verhoudingen/relaties	v/u/c	c			a	a	a	
ontwerpen bekisting, ondersteuning en hulpconstructies								
uitgangspunten beoordelen en vaststellen (sterkte, stijfheid en stabiliteit)						v/u		
stortplan maken	v/u			a/c				
voorlopig ontwerp maken	c					v/u		
berekening uitvoeren				c		v/u		
beoordelen en toetsen aan bouwlocatie	v/u					a		
opmerkingen verwerken en definitief ontwerp maken	c					v/u		
vrijgave tekeningen en berekening voor uitvoering	v			c		u		
montage								
uitgangspunten beoordelen en vaststellen i.r.t. ontwerp	a					a	v/u	
montageplan maken	c						v/u	
montageplan vaststellen	v						u	
levering en keuring materieel > vrijgave					v/u			
toezicht tijdens montage	c						v/u	
inzet deskundig personeel	c						v/u	
oplevering = vooroplevering						c/u	v	
overdracht ondersteuning > vrijgave	c			a		a	v/u	
gebruik								
uitvoeren conform plan (traditioneel of middels prefab vloerelementen) en vlechten	c	a	a	a		a	v/u	
doorstempeling aanbrenge (indien van toepassing)	v	a	a	a		a	u	
overdracht bekisting + ondersteuning voor storten > vrijgave	v/u/c			a		a		
storten conform vastgesteld stortplan	c							v/u
demontage								
uitgangspunten demontage vaststellen (fasering/volgorde, schrikken, herstempelen, doorstempelen)	v/u	a	a	a		a	a	
demontageplan maken (schrikken – herstempelen)	c			v/u			a	
demontageplan vaststellen	v/u							
toezicht tijdens demontage	c						v/u	
inzet deskundig personeel	c						v/u	
doorstempeling verwijderen	v			a			u	
evaluatie								
bijeenkomst organiseren om ervaringen te bespreken en 'best practices' te benoemen	v/u	a	a	a	a	a	a	a



- De leveranciers van geprefabriceerde betonnen heipalen bieden over het algemeen de engineering van de palen aan in categorie 2. De berekening van de benodigde betonstaalwapening en/of voorspanning wordt echter wel door de leveranciers bepaald. Het is daarom logischer om de engineering van geprefabriceerde betonnen heipalen in te kopen in categorie 3. Voorwaarde is dat de voor de berekening van de hoeveelheid voorspanning en betonstaalwapening benodigde krachtverdeling in de palen, helder en eenduidig wordt aangeleverd door de coördinerend constructeur.
- De engineering van holle wanden kan het beste worden uitgevoerd in categorie 2 of 4b. In categorie 2 wordt de volledige engineering door de coördinerend constructeur uitgevoerd en tekent de deelconstructeur van de leverancier alleen de wapening in de betonschillen. Bij de engineering in categorie 4b wordt, op basis van de door de coördinerend constructeur opgegeven belastingen, de benodigde schil-, voeg- en stekwapening bepaald door de deelconstructeur van de leverancier. In afwijking van hetgeen omschreven in de Kiwa Criteria, is aan te bevelen de zwaarte en locatie van de stekwapening te laten uitwerken door de deelconstructeur. Hij heeft het overzicht over de afstemming tussen de locatie van de stekken en tralieliggers in de betonschillen. Het vereist extra aandacht om dit goed contractueel vast te leggen.
- Uitgangspunt is dat engineering van de geprefabriceerde vloerconstructies door de leveranciers wordt uitgevoerd in categorie 4a. Dit betekent dat de leverancier tekeningen en berekeningen maakt van zowel de geprefabriceerde vloerelementen als de druklagen onder de directe verticale belasting. Berekening van invloeden van stabiliteit, schijfwerking, temperatuur en overige krimpvervormingen behoren niet tot het takenpakket van de deelconstructeur van de leverancier en moeten door de coördinerend constructeur worden uitgevoerd. Ook de engineering van aansluitingen op andersoortige constructies en de uitwerking van grote in het werk gestorte stroken, moet door de coördinerend constructeur of een derde constructeur worden verricht.
- Het is zinvol de engineering van geprefabriceerde wandelementen (gevel-, kern- of stabiliteitswanden) in te kopen in categorie 4b. Zo wordt ook het uitwerken van het samenstel in het vlak waarin de elementen terechtkomen (inclusief bepaling van de stekken, lasplaten, voegen en raveelijzers) uitgevoerd door de leverancier. Dit voorkomt veel discussie en afstemming tijdens het engineeringproces.
- Uitgangspunt is dat engineering van de overige geprefabriceerde onderdelen door de leveranciers wordt uitgevoerd in categorie 3. De leverancier maakt tekeningen en berekeningen van de individuele elementen, zonder zelf te rekenen aan het samenstel waarin de elementen terechtkomen. De krachten op de individuele elementen moeten worden verstrekt door de coördinerend constructeur of een derde constructeur. Niet tot de werkzaamheden van de deelconstructeur van de leve-

rancier behoren het bepalen van de samenwerking met de aangrenzende elementen in één vlak onder de directe belasting (overdracht via stekken, lasplaten, voegen of raveelijzers). Ook de engineering van de principeaansluiting op anderzortige constructies en de uitwerking van de in het werk gestorte voegen en stroken behoort niet tot zijn werkzaamheden.

Engineering van hulpconstructies

Door de ongevallen bij De Grolsch Veste en de B-Tower is er terecht veel aandacht voor de constructieve veiligheid van tijdelijke hulpconstructies. Tijdelijke hulpconstructies om te kunnen bouwen, moeten veilig zijn en voldoen aan de vigerende normen. In het algemeen vallen deze constructies onder verantwoordelijkheid van het uitvoerend bouwbedrijf. Bouwwerken als bouwputten, steigers, stempelwerk, bekistingen, kranen en ondersteuningsconstructies verdienen dezelfde aandacht als de hoofddraagconstructie. Regelmatig wordt afgeweken van een standaard configuratie, waardoor het gedrag van de constructie niet meer vanzelfsprekend is. Het behoeft constructieve kennis om dit op de juiste wijze te kunnen beoordelen.

Indien een standaard configuratie niet kan worden gerealiseerd, het samenspel met ondergrond of omgeving bepalend is of grote consequenties bij falen optreden, moet altijd een aparte berekening worden gemaakt. In alle gevallen geldt dat tijdig keuren van hulpconstructies of bekistingen en ondersteuning in de ontwerp- en/of uitvoeringsfase door een deskundig persoon een aanzienlijke verhoging van de veiligheid oplevert. De benodigde deskundigheid en diepgang van de keuring is afhankelijk van de complexiteit. De coördinerend constructeur bouwfase zal een rol spelen bij identificatie van hulpconstructies die aanvullende berekeningen behoeven, de selectie van een deskundige partij voor de engineering, productie en uitvoering en een controle van de tekeningen en de bijbehorende berekeningen.

Ook bij engineering en montage van hulpconstructies is het belangrijk de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van alle participanten goed vast te leggen, zodat volkomen duidelijk is welke rol door welke partij dient te worden uitgevoerd. Aangezien de taken en verantwoordelijkheden voor controle en keuring bij hulpconstructies van oudsher diffuser zijn dan bij uiteindelijke constructies, wordt de noodzaak voor een goede demarcatie alleen maar groter. Uit onderzoek door zes grote bouwbedrijven kwam naar voren dat de kans op fouten het grootst is bij de overdracht van de uitgangspunten ten tijde van de start van de engineering, bij de integrale controle van tekeningen en berekeningen en bij de controle of de gerealiseerde hulpconstructie is gebouwd conform tekenin-

gen. Op deze overdrachtmomenten is extra aandacht gewenst. Het demarcatieoverzicht (tabel 3) geeft een overzicht van de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de betrokken partijen tijdens de engineering en montage van bekistingen en ondersteuningsconstructies. We onderscheiden hierin de rollen verantwoordelijk, uitvoerend, adviserend en controlerend. Deze tabel is opgenomen in de nieuwe Richtlijn Bekistingen en Ondersteuningsconstructies van de Contactgroep Materieel van Bouwend Nederland [6] die in september 2015 zal verschijnen.

Vertrouwen en samenwerking

De allocatie van taken en verantwoordelijkheden tijdens het bouwproces in combinatie met vertrouwen, een goede samenwerking en voldoende coördinatie, is essentieel voor het verhogen van de constructieve veiligheid. Transparantie en duidelijke afspraken zijn een voorwaarde voor succes waarbij alle partijen zich verantwoordelijk moeten voelen voor het uiteindelijke resultaat.

Het goede nieuws is dat de afgelopen jaren hard is gewerkt om de bestaande contractsystemen te vereenvoudigen en beter op elkaar af te stemmen voor wat betreft het vastleggen van de taken en verantwoordelijkheden. Jammer is dat in de praktijk het geheel van werkwijzen en hulpmiddelen toch nog wordt ervaren als te complex en omvangrijk. Dit is echter alleen te ondervangen door de introductie van een integraal, helder en compact systeem voor het gehele bouwproces. Zover zijn we nog niet en de ontwikkeling hiervan vereist vertrouwen en samenwerking van alle participanten in het bouwproces. Hier ligt nog een mooie uitdaging voor de komende jaren. ☒

● LITERATUUR

- 1 Terwel, K., Structural safety study into critical factors in the design and construction process. TU Delft, 2014.
- 2 Compendium Aanpak Constructieve Veiligheid, editie 2011. Betonvereniging, 2011.
- 3 DNR-STB 2014, Standaardtaakbeschrijving. BNA en NLIngenieurs, 2014.
- 4 De Nieuwe Regeling 2011, Rechtsverhouding opdrachtgever-architect, ingenieur en adviseur, DNR 2011. BNA en NL Ingenieurs, Eerste herziening, juli 2013.
- 5 Kiwa Criteria 73, Kiwa Nederland B.V.
- 6 Richtlijn Bekistingen en Ondersteuningsconstructies, KOMAT, concept 2015.
- 7 Ketel, J.A., Spekkink, D., Projectkwaliteitsplan, Onderdeel constructies, Fase uitvoering. december 2011.
- 8 Schipper, V., Borging van constructieve veiligheid in het bouwproces. Universiteit van Tilburg, oktober 2012.
- 9 Mans, D.G., Startdocument engineering constructie. Platform Constructieve Veiligheid, concept 2014.