Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

RTD 1004 Resultaatbeschrijvingen ontwerpdocumenten kunstwerken (berekeningen en tekeningen)

Rijkswaterstaat Technisch Document

Versie	**1.1**
Status	**Definitief**
Datum	**10 juni 2022**



Colofon

Titel	RTD 1004
Verantwoordelijke afdeling	RWS / GPO / BVi
Proces / proceseigenaar	AenO / Diana Beuting
Inhoudelijk Beheerders	Bart van den Broek
	François Oosterman
Informatie	loketkunstwerken@rws.nl
Versie	1.1
Status	Definitief
Datum	10 juni 2022

DISCLAIMER/AANSPRAKELIJKHEID
Bij het opstellen van deze RTD is een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht. Desondanks moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er fouten, onvolkomenheden en/of onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Voor ieder gebruik van deze uitgave wordt ervan uitgegaan dat de gebruiker voldoende kennis van zaken, ervaring en deskundigheid bezit om oordeelkundig en kritisch met deze RTD om te gaan. Rijkswaterstaat is niet verantwoordelijk en aansprakelijk voor onjuist en/of ondeskundig gebruik van deze RTD.
Vragen, opmerkingen en suggesties ten aanzien van de inhoud van deze RTD kunnen worden gecommuniceerd via loketkunstwerken@rws.nl.

Inhoud

1 Inleiding 4

1.1 Doel van deze richtlijn 4
1.2 Toepassingsgebied van deze richtlijn 5
1.3 Kennisportaal Constructieve Veiligheid 5

2 Toelichting op de projectfasering 6

2.1 Projectfases 6
2.2 Ontwerpfases 6
2.3 Beschrijving van het SO 7
2.4 Beschrijving van het VO 8
2.5 Beschrijving van het DO 9
2.5.1 Algemeen 9
2.5.2 Betonconstructies 10
2.5.3 Staalconstructies 10
2.6 Beschrijving van het UO 11
2.7 As-built documentatie 11
2.8 Voorbeelden 12

3 Resultaatbeschrijvingen voor berekeningen 13

3.1 Algemeen 13
3.2 Opbouw van de berekening 14
3.3 Aanlevering 17
3.4 As-built 18
3.5 Aanvullingen voor herberekeningen 18
3.6 Aanvullingen voor EEM-berekeningen 19

4 Resultaatbeschrijvingen voor tekeningen 20

4.1 Algemeen 20
4.2 Opbouw van de tekening 20
4.3 Aanlevering 22
4.4 As-built 22

1 Inleiding

1.1 Doel van deze richtlijn

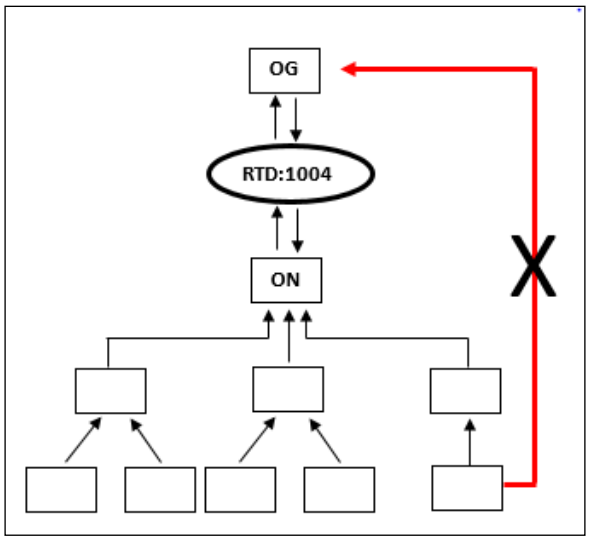
Deze richtlijn is opgesteld voor zowel de markt (opdrachtnemers) als voor Rijkswaterstaat zelf (opdrachtgever). Door de opdrachtnemer (hierna: ON) kan de richtlijn worden gebruikt om te bepalen wat er van ontwerpdocumenten – tijdens bepaalde fases van het ontwerpproces – wordt verwacht. Door de opdrachtgever (hierna: OG) kan de richtlijn worden gebruikt om te toetsen of het benodigde is geleverd en of het geleverde aan de gestelde eisen voldoet. Indien een ontwerpdocument niet voldoet aan de eisen gesteld in deze richtlijn, dan zal OG dit document niet verder in behandeling nemen.

Deze richtlijn heeft als hoofddoel om eenduidige eisen te stellen aan het format van ontwerpdocumenten. Format betreft in dit geval zowel de inhoud als de vorm van het document. Daarnaast zal de richtlijn een bijdrage moeten leveren aan de volgende subdoelen:

- Uniform te toetsen documenten tijdens het ontwerpproces;
- Borgen van de fases van het ontwerpproces;
- Bevorderen van de kwaliteit van het ontwerpproces;
- Bevorderen van de kwaliteit van het realisatieproces.

In figuur 1 is een stroomschema opgenomen met mogelijke documentatielijnen tussen verschillende partijen die betrokken kunnen zijn bij het ontwerpproces. In dit stroomschema is weergegeven dat ON (als hoofdaannemer) de partij is die de contractueel overeengekomen ontwerpdocumenten – die moeten voldoen aan de eisen in deze richtlijn – aan OG verstrekt. Dit houdt in dat ON altijd eindverantwoordelijk is voor de levering en de kwaliteit van alle aan OG te zenden documenten en dat ON de raakvlakken tussen verschillende ontwerpdocumenten bewaakt.

Het stroomschema geeft tevens weer dat partijen waar OG geen directe contractuele verplichtingen mee heeft (onderaannemers), geen ontwerpdocumenten aan OG verstrekken. Indien dit wel gebeurt, is OG niet verplicht om de documenten te beoordelen of op andere wijze in behandeling te nemen.



Figuur 1: Positie van de RTD 1004 in de documentatielijnen tussen OG en ON (inclusief eventuele onderaannemers)

1.2 Toepassingsgebied van deze richtlijn

Deze richtlijn beperkt zich tot de documenttypes berekeningen en tekeningen van kunstwerken. Daarnaast is er onderscheid gemaakt tussen de ontwerpfases Schets- of structuurontwerp (SO), Voorontwerp (VO), Definitief Ontwerp (DO) en Uitvoeringsgereed Ontwerp (UO).

Deze richtlijn is opgesteld uitgaande van een monodisciplinair project en met het meest gangbare constructietype en de meest gangbare constructiematerialen in gedachten (vaste brug van beton en/of staal). De meeste van de gegeven voorbeelden zijn dan ook op dit constructietype en op deze -materialen gebaseerd. De richtlijn is echter dusdanig generiek opgesteld, dat de inhoud in bredere zin ook toepasbaar is. Bijvoorbeeld in het geval van andere constructietypes (beweegbare brug, waterbouwkundige constructies etc.) en andere constructiematerialen (hout, kunststoffen etc.).

Deze richtlijn bevat generieke basiseisen. Per project kunnen er specifieke aanvullende eisen gesteld worden. Deze aanvullende eisen zijn dan ter beoordeling van de bij het project betrokken technisch specialisten van OG.

1.3 Kennisportaal Constructieve Veiligheid

Rijkswaterstaat is actief betrokken bij het opstellen en het onderhouden van het Kennisportaal Constructieve Veiligheid (https://www.kpcv.nl). Waar deze richtlijn meer ingaat op de inhoud en vorm van specifieke documenten, ligt de nadruk van het kennisportaal meer op de processen rondom projecten. Desondanks overlappen veel onderwerpen van het kennisportaal met of raken ze aan de inhoud van deze richtlijn, zoals bijvoorbeeld de borging van verschillende project- en ontwerpfases.

Bij het opstellen van deze richtlijn is getracht om met betrekking tot inhoud en terminologie zo min mogelijk te conflicteren met het kennisportaal, zodat beide handreikingen naast elkaar te hanteren zijn. Er is echter een duidelijk verschil tussen de definities van de verschillende ontwerpfases die in het kennisportaal en die in deze richtlijn worden gegeven (hoofdstuk 2).

2 Toelichting op de projectfasering

2.1 Projectfases

Het realisatieproces is een gefaseerd proces en kent diverse stadia van voorbereiding, realisatie en exploitatie. Elk project is anders en de te onderscheiden projectfases binnen een project kunnen daardoor ook variëren. In deze richtlijn worden de volgende opeenvolgende fases onderscheiden (niet exclusief):

- Initiatief;
- Onderzoek;
- Definitie;
- Programma van Eisen / Vraagspecificatie Eisen;
- Ontwerp;
- Werkvoorbereiding;
- Uitvoering;
- Beheer en onderhoud.

In het realisatieproces volgt het daadwerkelijke ontwerp doorgaans op het Programma van Eisen (PvE) of de Vraagspecificatie Eisen (VSE). Het PvE/VSE is het startpunt van het constructief ontwerp. Dat wil zeggen dat het ontwerp niet kan starten voordat er een met OG afgestemd PvE/VSE is.

Bij veel projecten wordt aan ON gevraagd om op basis van het PvE/VSE een uitgangspuntennota op te stellen. Nadat er door OG een ‘geen bezwaar’ is afgegeven voor de uitgangspuntennota, kan gestart worden met het daadwerkelijke ontwerp (berekeningen, tekeningen etc.). Een uitgangspuntennota is een ‘groeidocument’ en wordt gedurende het ontwerp verder ontwikkeld en aangescherpt. Dat betekent dat bij de start van elke ontwerpfase opnieuw afstemming over de uitgangspuntennota moet zijn met OG.

2.2 Ontwerpfases

Het ontwerpproces is ook een gefaseerd proces en kent ook diverse stadia, met een steeds groter wordende mate van uitwerking en detaillering. In deze richtlijn worden de volgende opeenvolgende fases onderscheiden en gedefinieerd:

- Schets- of structuurontwerp (SO);
- Voorontwerp (VO);
- Definitief Ontwerp (DO);
- Uitvoeringsgereed Ontwerp (UO).

In het ontwerpproces volgt het VO op het SO, het DO op het VO en het UO op het DO. Dit is echter een iteratief proces waarbij het soms noodzakelijk kan zijn om een latere fase (deels) eerder te beschouwen of een eerdere fase (deels) opnieuw te doorlopen. Dit is alleen mogelijk in overleg met en na goedkeuring van OG.

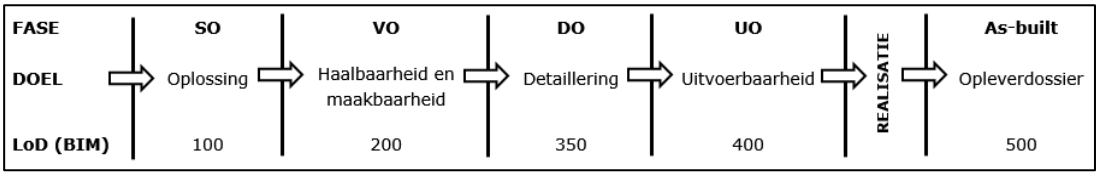
Elke ontwerpfase wordt afgesloten met een ontwerpnota met bijbehorende berekeningen en tekeningen. Om de fases van het ontwerpproces te borgen, zal OG formeel geen ontwerpdocumenten van een bepaalde fase in behandeling nemen, voordat alle voorgaande fases zijn afgerond. Dat wil bijvoorbeeld zeggen dat het VO niet door OG zal worden beschouwd voordat er door OG een ‘geen bezwaar’ is afgegeven voor het SO.

Bij sommige contractvormen wordt een Aanbiedingsontwerp of Aanbestedingsontwerp (AO) gevraagd. Dit is een ontwerp op hoofdlijnen, waaruit duidelijk moet worden welk type oplossing is gekozen. Als binnen een project een AO wordt gevraagd, dan moet binnen dat project het vereiste uitwerkingsniveau van het AO worden vastgelegd. Een AO moet echter minimaal gelijk zijn aan de eisen die in deze richtlijn worden gesteld aan een SO.

Naast voorgenoemde fases woorden doorgaans nog andere en/of extra ontwerpfases onderscheiden (bijvoorbeeld VO-, DO+, RO, BO, DU etc.). Over de inhoud en het uitwerkingsniveau van deze fases is in de praktijk echter geen overeenstemming. Daarom maken deze ontwerpfases geen onderdeel uit van deze richtlijn en zullen ze ook niet nader worden toegelicht.

Geen van deze alternatieve ontwerpfases is gelijk te stellen aan de in deze richtlijn vastgestelde ontwerpfases. Een ontwerp wordt tot een bepaalde fase gerekend als aan alle tot die fase behorende eisen, zoals beschreven in deze richtlijn, wordt voldaan. Dat wil zeggen: een ontwerp dat nét niet aan alle eisen van een VO voldoet ('VO-') is géén VO, maar een SO en een uitgebreid VO dat nét niet aan alle eisen van een DO voldoet ('VO+' of 'DO-') is géén DO, maar een VO.

In figuur 2 zijn de verschillende ontwerpfases en hun doel grafisch weergegeven. De verschillende fases worden in de volgende paragrafen nader toegelicht, gevolgd door een toelichting op as-built documentatie.



Figuur 2: Verschillende ontwerpfases en hun doel

2.3 Beschrijving van het SO

Het resultaat van het SO is minimaal één constructievariant die voldoet aan het PvE/VSE. Indien meerdere varianten zijn uitgewerkt, moet één voorkeursvariant worden gekozen, die als basis zal dienen voor het VO.

"SO resulteert in een OPLOSSINGSRICHTING"

Het doel van een SO is het vaststellen van het type/materiaal en van globale afmetingen van de hoofddraagconstructie van één of meerdere constructievarianten, die elk op zichzelf staand voldoen aan het PvE/VSE. De afmetingen worden voornamelijk bepaald door randvoorwaarden uit het project en/of uit de omgeving (breedte rijbaan, doorrij- of doorvaarhoogte etc.). De afmetingen worden doorgaans onderbouwd aan de hand van eenvoudige rekenmethodes en/of ontwerptabellen.

Voorbeeld: ten behoeve van het versterken van een stalen hoofdligger in een bestaande brug wordt een SO opgesteld. Het SO resulteert in het vaststellen van de meest geschikte versterkingsvariant, de te gebruiken materialen en de globale afmetingen van de versterking.

2.4 Beschrijving van het VO

Het resultaat van het VO is een vrijwel volledig uitgewerkt en integraal ontwerp dat aantoonbaar haalbaar en maakbaar is en voldoet aan het PvE/VSE. Constructietype, afmetingen, materialen en uitvoeringswijze liggen vrijwel helemaal vast. Na het VO is er alleen nog ruimte voor het doorvoeren van enkele optimalisaties en de uitwerking van details. Op basis van het VO kan een onderbouwde kostenraming opgesteld worden.

"VO resulteert in een HAALBAAR EN MAAKBAAR ONTWERP"

Het doel van een VO is het vaststellen van de definitieve materialen en haalbare afmetingen van de verschillende onderdelen van de hoofddraagconstructie van de voorkeursvariant die volgt uit het SO. De afmetingen worden onderbouwd aan de hand van constructieberekeningen. Bij het VO wordt tevens rekening gehouden met de beoogde uitvoeringswijze en -fasering, waardoor haalbaarheid en maakbaarheid aangetoond worden.

In een VO worden onder andere de volgende zaken behandeld dan wel uitgewerkt (niet exclusief):

- Statisch systeem en krachtswerking van de constructie (beschrijving belastingafdracht en stabiliteit);
- Geometrie (vorm en afmetingen) bovenbouw (dek, hangers, tuien etc.);
- Globale geometrie (vorm en afmetingen) onderbouw (getoetst op sterkte en stabiliteit) *;
- Globale uitwerking fundering en funderingstype (getoetst op sterkte en stabiliteit) *;
- Globale uitwerking afbouw *;
- Gebruikte materialen;
- Oplegsysteem en type opleggingen;
- Voegovergangsysteem en type voegovergangen;
- Uitvoeringswijze en –fasering **;
- Verkeersfasering / -hinder (zowel voor weg, spoor als vaarweg);
- Opgave van te detailleren onderdelen en aandachtspunten voor in het DO.

*) In het VO moeten globale afmetingen zijn bepaald, echter hoeven bijvoorbeeld niet alle plaatdikten, verbindingen en details uitgewerkt te zijn als deze niet direct de haalbaarheid of maakbaarheid beïnvloeden.

**) Tijdelijke constructies en randvoorwaarden van de bouwfasering zijn onderdeel van het UO. Echter, in het kader van het aantonen van de haalbaarheid en maakbaarheid is het soms nodig om (delen van) deze zaken al in het VO en/of DO te beschouwen.

Voorbeeld: ten behoeve van het versterken van een stalen hoofdligger in een bestaande brug heeft het SO geresulteerd in een voorkeursvariant. De versterking zal worden uitgevoerd met stalen versterkingsplaten die door middel van voorspaninjectiebouten aan de bestaande hoofdligger worden gebout. In het VO wordt door middel van berekeningen aangetoond dat de bestaande hoofdligger door de versterkingsmaatregel voldoende ontlast wordt en dat de versterking zelf op sterkte en stijfheid aan de vereiste normen voldoet. Ook wordt de haalbaarheid en maakbaarheid aangetoond, door de beoogde uitvoeringswijze en –fasering in voldoende mate te beschouwen.

2.5 Beschrijving van het DO

2.5.1 Algemeen

Het resultaat van het DO is een gedetailleerd en integraal ontwerp dat aantoonbaar haalbaar, maakbaar en constructief veilig is en voldoet aan het PvE/VSE. Na het DO kunnen er geen grote wijzigingen meer plaatsvinden aan het ontwerp, zonder het DO opnieuw te doorlopen. Constructietype, afmetingen, materialen en uitvoeringswijze liggen helemaal vast en alle optimalisaties zijn doorgevoerd. Voor onderdelen die bij een leverancier moeten worden afgenomen (kabels, opleggingen, voegen etc.), moet een technische specificatie zijn opgesteld. Na het DO is er alleen nog ruimte voor de uitwerking van details ten behoeve van de uitvoering.

"DO resulteert in een GEDETAILLEERD ONTWERP"

Het doel van een DO is het verder uitwerken van het VO tot een haalbaar, maakbaar en constructief veilig ontwerp, waarbij de afmetingen definitief worden vastgesteld en dat voldoet aan het PvE/VSE. De keuzes die in het DO gemaakt worden, mogen niet meer leiden tot wijzigingen aan het VO.

In een DO worden onder andere de volgende zaken behandeld dan wel uitgewerkt (niet exclusief):

- Statisch systeem en krachtswerking van de constructie (beschrijving belastingafdracht en stabiliteit);
- Geometrie (vorm en afmetingen) bovenbouw (dek, hangers, tuien etc.);
- Geometrie (vorm en afmetingen) onderbouw (getoetst op sterkte en stabiliteit) *;
- Fundering en funderingstype (getoetst op sterkte en stabiliteit) *:
    - het aantal, het type en de afmetingen van de funderingspalen, inclusief eventuele paal(kop)wapening en -stekken;
    - de afmetingen van een fundering op staal;
    - het type en de afmetingen van een grondverbetering;
- Afbouw (overlagingen, randelementen, geluidsschermen etc.) *;
- Gebruikte materialen (inclusief specificatie);
- Oplegsysteem en type opleggingen (inclusief specificatie);
- Voegovergangsysteem en type voegovergangen (inclusief specificatie);
- Uitvoeringswijze en –fasering **;
- Verkeersfasering / -hinder (zowel voor weg, spoor als vaarweg);
- Stortfasering (stortnaden, consequenties voor wapening etc.);
- Eisen en randvoorwaarden met betrekking tot veiligheid (constructieve veiligheid, waterveiligheid, veiligheid tijdens uitvoering etc.);
- Tijdelijke constructies **;
- Opgave van te detailleren onderdelen en aandachtspunten voor in het UO.

*) In het DO moeten definitieve afmetingen zijn bepaald, waaronder bijvoorbeeld plaatdiktes, verstijvers, verbindingen en details.

**) Tijdelijke constructies en randvoorwaarden van de bouwfasering zijn onderdeel van het UO. Echter, in het kader van het aantonen van de haalbaarheid en maakbaarheid is het soms nodig om (delen van) deze zaken al in het VO en/of DO te beschouwen.

Voorbeeld: ten behoeve van het versterken van een stalen hoofdligger in een bestaande brug heeft het VO geresulteerd in ontwerptekeningen en -berekeningen en een ontwerp dat haalbaar en maakbaar is. In het DO wordt het VO verder uitgewerkt tot een gedetailleerd en integraal ontwerp. De versterkingsplaten en de boutverbindingen worden tot op het niveau van de afmeting en bewerking van individuele bouten uitgewerkt.

Omdat de gewenste mate van uitwerking van het DO bij staalconstructies over het algemeen groter is dan bij betonconstructies, is hierna specifiek voor de materialen beton en staal enige invulling gegeven aan het voorgaande.

2.5.2 Betonconstructies

Voor betonconstructies wordt in het DO de hoofdgeometrie (vorm en afmetingen) vastgelegd, inclusief de detaillering die nodig is om haalbaarheid en maakbaarheid aan te tonen. In het DO worden de hoofdwapening(sconfiguratie) en/of de voorspanning(sconfiguratie) bepaald en wordt de wapening van kritische details en verbindingen uitgewerkt. Het DO moet aantonen dat alle benodigde wapening en voorspanning in de betreffende constructie-onderdelen past en dat deze voldoet aan de detailleringsregels (minimale staafafstanden, overlappingslassen etc.). In het UO kan nog besloten worden om een andere wapenings- of voorspanningsdetaillering toe te passen, zolang dit niet leidt tot een wijziging van de in het DO vastgestelde hoofdgeometrie of een significante wijziging van het vastgestelde wapeningspercentage.

Een uitzondering hierop zijn geprefabriceerde liggers. Met goedkeuring van OG is het toegestaan om de hoofdwapening(sconfiguratie) en/of de voorspanning(sconfiguratie) van prefab liggers in het UO uit te werken. In dat geval moet in het DO wel aantoonbaar gemaakt worden dat de prefab liggers een haalbare en maakbare oplossing zijn.

Het doel van het DO is het opstellen van een integraal ontwerp met definitieve afmetingen, dat aantoonbaar haalbaar, maakbaar en constructief veilig is en voldoet aan het PvE/VSE.

2.5.3 Staalconstructies

Voor staalconstructies wordt in het DO de volledige geometrie (vorm en afmetingen) vastgelegd, inclusief alle detaillering. Dit betekent onder andere dat alle plaatdiktes, benodigde verstijvers en toe te passen (las- en/of bout)verbindingen tot in detail zijn uitgewerkt en op tekening zijn vastgelegd. Hieronder vallen bijvoorbeeld ook de (materiaal)eigenschappen van de verbindingen en eventueel benodigde bewerkingen van de verbindingen.

Het doel van het DO is het opstellen van een volledig uitgedetailleerd en integraal ontwerp dat aantoonbaar haalbaar, maakbaar en constructief veilig is en voldoet aan het PvE/VSE.

2.6 Beschrijving van het UO

Het resultaat van het UO is een volledig uitgewerkt en uitvoerbaar ontwerp, waarbij van elk constructie-onderdeel bekend is hoe het eruit gaat zien, hoe het gemaakt gaat worden en wie het zal leveren. Het geheel voldoet aan het PvE/VSE.

"UO resulteert in een UITVOERBAAR ONTWERP"

Het doel van een UO is het verder uitwerken van het DO tot een uitvoerbaar ontwerp. Dit betekent in de basis alleen nog het uitwerken van constructieve details ten behoeve van de uitvoering en het definitief vaststellen van benodigde componenten zoals bijvoorbeeld opleggingen, voegovergangen, werkbouwkundige installaties etc. De meeste van deze zaken zijn in een DO al vastgesteld, maar worden tijdens het UO definitief gekoppeld aan een specifiek product of specifieke leverancier. De keuzes die in het UO gemaakt worden, mogen niet meer leiden tot wijzigingen aan het DO.

Voorbeeld: ten behoeve van het versterken van een stalen hoofdligger in een bestaande brug heeft het DO geresulteerd in een volledig uitgewerkt ontwerp. Op basis van de stukken uit het DO maakt de uitvoerende partij het UO. Aan de hand van dit UO moet de aannemer en/of zijn onderaannemers in staat zijn de versterkingsmaatregel te produceren en te installeren. Het UO resulteert derhalve in werktekeningen waarop de procedures, en de volgorde daarvan, tijdens de uitvoering beschreven staan. Op het UO volgt de realisatiefase. Met andere woorden: er volgt geen ontwerpfase meer na het UO.

2.7 As-built documentatie

Na de realisatiefase levert ON een opleverdossier aan OG. Het opleverdossier bevat niet alleen ontwerpdocumenten, maar ook as-built documentatie. In de as-built documentatie wordt vastgelegd wat er daadwerkelijk tijdens de uitvoering is gerealiseerd, oftewel wat er tijdens de uitvoering gewijzigd is ten opzichte van het geplande ontwerp.

Wijzigingen tijdens de uitvoering kunnen bijvoorbeeld ontstaan door onvoorziene omgevingsinvloeden of tekortkomingen in het ontwerp. Hierbij valt te denken aan het niet op diepte kunnen krijgen van een funderingspaal waardoor deze op een andere plaats moet worden aangebracht, het faillissement van een leverancier waardoor een ander product moet worden toegepast of het niet kunnen doorvoeren van een kabelkoker waardoor lokaal (wapenings)detaillering moet worden aangepast.

Elke wijziging, die tijdens de uitvoering is ontstaan ten opzichte van het geplande ontwerp, moet constructief worden onderbouwd / getoetst en op tekening te worden vastgelegd. Hoewel as-built documenten niet worden opgesteld tijdens het ontwerpproces, worden deze wel gerekend tot de ontwerpdocumenten. Deze richtlijn is daarom onverminderd van toepassing op as-built documentatie.

In paragrafen 3.4 en 4.4 is nader ingegaan op respectievelijk as-built rapportages en as-built tekeningen.

2.8 Voorbeelden

Ter duiding van de afkadering van de verschillende ontwerpfases zijn hierna enkele voorbeelden gegeven. Er is geprobeerd om in de voorbeelden nadruk te leggen op hoe marktpartijen in staat zijn om onvolkomenheden tijdens het ontwerpproces te voorkomen dan wel op te lossen.

- De aard en omvang van benodigd grondonderzoek is in normen vastgelegd. Desondanks kan het bijvoorbeeld zo zijn dat enkele heipalen wat langer (of korter) moeten worden dan in de voorgaande fase was bepaald. Een dergelijke wijziging is acceptabel, zolang dit niet leidt tot significante aanpassingen van die voorgaande fase. Bijvoorbeeld dat álle heipalen langer (of korter) moeten worden of dat er zelfs een heel ander paalsysteem moet worden toegepast.
- Wapeningsdetaillering kan in sommige constructie-onderdelen leidend zijn voor de wapeningsconfiguratie, waardoor de benodigde wapeningshoeveelheden in het UO uiteindelijk wat hoger worden dan in het DO was voorzien. Een dergelijke wijziging is acceptabel, zolang dit niet leidt tot significante aanpassingen van het DO. Bijvoorbeeld dat de benodigde hoeveelheid wapening niet meer in het constructie-onderdeel past en dat daardoor de hoofdafmetingen van het constructie-onderdeel aangepast moeten worden. Dit geldt ook voor de voorspanningsconfiguratie.
- In een DO moeten bepaalde aannames worden gedaan over constructie-onderdelen die van invloed zijn op de krachtswerking en/of modellering. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan het type opleggingen en het type voegovergangen. Het exacte model/merk van deze constructie-onderdelen wordt doorgaans in het UO vastgesteld, maar het type mag niet meer veranderen.
- Keuzes die in het UO gemaakt worden over zaken die van invloed zijn op krachtswerking en/of modellering, moeten naast het DO worden gehouden. Hiermee wordt bedoeld dat het DO gecontroleerd en indien nodig aangepast moet worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de nadere uitwerking van de in het DO aangenomen bouwfasering. De invloed van deze nadere uitwerking van de bouwfasering in het UO moet naast het bestaande DO worden gehouden.
- In het DO worden specificaties opgesteld voor benodigde componenten (opleggingen, tandwielkasten, cilinders etc.). In het UO worden deze componenten daadwerkelijk besteld. Componenten mogen dus niet aangeschaft / besteld worden voordat er door OG een ‘geen bezwaar’ is afgegeven voor het DO.
- In het ontwerp van een hydraulische installatie spelen de afmetingen van de cilinders een belangrijke rol. De toets op knikstabiliteit, het gewicht en de dimensionering van de installatie hangen in grote mate af van de afmetingen van de cilinder. Daarom kan het soms nodig zijn om het ontwerp van de cilinders, inclusief de volledige detaillering, al uit te werken in het DO. Zo wordt voorkomen dat een wijziging van de cilinders tijdens het UO tot een installatie leidt die niet meer past binnen de ruimte van de constructie.
- In het DO van een betonconstructie volstaat het niet om alleen wapeningspercentages te presenteren. Er moet aangetoond zijn dat alle benodigde wapening in de betreffende constructie-onderdelen past en dat details met hoge wapeningsconcentraties (bijvoorbeeld ter plaatse van taatsen en/of halsbeugels in een sluiswand) haalbaar en maakbaar zijn.

3 Resultaatbeschrijvingen voor berekeningen

3.1 Algemeen

Met een berekening wordt in deze richtlijn altijd een berekeningsrapportage bedoeld. Een berekeningsrapportage bevat een beschrijving van het berekeningsproces. De feitelijke berekeningen zijn meestal in bijlagen opgenomen.

Elke rapportage moet een op zichzelf staand leesbaar en begrijpelijk document zijn, ongeacht de fase waarin het project zich bevindt. Dit houdt in dat de betreffende rapportage te begrijpen/volgen moet zijn zonder dat andere documenten moeten worden geraadpleegd.

Een (her)berekeningsrapportage moet daarnaast ook goed toetsbaar zijn. Dit houdt onder andere in dat in- en uitvoer redelijkerwijs controleerbaar moet zijn, dat er tussenresultaten worden gepresenteerd en dat toetswaarden vindbaar/herleidbaar zijn. Hoe groter een berekeningsrapportage is, hoe belangrijker het is om aandacht te besteden aan de vindbaarheid en herleidbaarheid van gepresenteerde feiten.

Voorbeeld: in een DO-berekening is een tabel opgenomen, waarin de constructieve veiligheid van diverse elementen wordt aangetoond door middel van unity-checks (u.c. ≤ 1,00). In het belang van de leesbaarheid van de rapportage worden de berekeningen meestal in bijlagen opgenomen. Echter, het loskoppelen van de berekeningen van het berekeningsresultaat komt de toetsbaarheid niet ten goede. Voor de toetsbaarheid moet in de tabel daarom per unity-check worden verwezen naar de pagina of paragraaf in de bijlage waar de betreffende berekening, inclusief de gepresenteerde u.c., te vinden is.

ON is verantwoordelijk voor alle door hem aan OG geleverde documenten, dus ook voor de berekeningen die ON heeft ontvangen van bijvoorbeeld een onderaannemer. ON moet er daarom zorg voor dragen dat alle op zichzelf staande berekeningen leesbaar, begrijpelijk en toetsbaar zijn en op alle overige manieren voldoen aan de kaders van deze richtlijn. Dit betekent dus ook dat elk aan te leveren document afzonderlijk verwijst naar de projectnaam, projectcode etc., die OG voor het project hanteert. Zie figuur 1.

3.2 Opbouw van de berekening

Hierna is een globale opbouw van een berekeningsrapportage gegeven. De genoemde onderdelen en de volgorde van de onderdelen moeten worden gezien als een richtlijn. Per project of rapportage kan het nodig zijn om in het kader van leesbaarheid en/of toetsbaarheid de volgorde van de voorgestelde indeling aan te passen of om onderdelen aan te vullen.

Voorblad

- Projectnaam / deelprojectnaam;
- Projectfase (SO / VO / DO / UO);
- Naam van het kunstwerk;
- Beheerobjectcode / projectnummer kunstwerk;
- Documentnummer / versienummer;
- Documentdatum;
- Documentstatus (concept / definitief);
- Registratie (naam, datum en paraaf van constructeur en controleur).

Toelichting: Het voorblad moet ervoor zorgen dat in één oogopslag alle relevante informatie over de rapportage beschikbaar is. Het moet dus duidelijk zijn waar de rapportage over gaat, welke versie het betreft en wie het heeft opgesteld. In verband met herleidbaarheid moeten de namen in de registratie volledig uitgeschreven zijn.

Versiebeheer / revisietabel

Toelichting: In een revisietabel wordt aangegeven welke wijzigingen er zijn doorgevoerd ten opzichte van de voorgaande versie(s) van de rapportage. Bij grotere rapportages en 'groeidocumenten' is een revisietabel noodzakelijk.

Samenvatting

Toelichting: Een samenvatting heeft tot doel om een lezer in 1 à 2 pagina's de volledige inhoud van de rapportage voor te houden. Een samenvatting is dus niet een kopie van de conclusies, maar bevat de aanleiding van de berekening, de scope, relevante uitgangspunten en de belangrijkste strekking van de conclusies.

Inhoudsopgave

Inleiding

- Aanleiding / doel van de berekening;
- Betrokken partijen en rollen;
- Scope / afkadering werkzaamheden;
- Relatie van de berekeningsrapportage met andere documenten;
- Opbouw van de berekeningsrapportage / leeswijzer.

Toelichting: Naast het beschrijven van de aanleiding en het doel van de berekening, is dit de plek om de scope van de berekening te beschrijven: welke zaken zijn wel en welke zaken zijn niet beschouwd? Bij grotere rapportages of complexere berekeningen is het noodzakelijk om de opbouw van de rapportage toe te lichten.

Raakvlakbeheer is in alle ontwerpfases van belang. In berekeningsrapportages moet duidelijk zijn vastgelegd welke informatie invloed heeft op de inhoud van de berekening of tekening. Als bijvoorbeeld een wijziging in een bepaalde adviesmemo invloed heeft op de inhoud van een berekeningsrapportage, dan moet deze afhankelijkheid (raakvlak) duidelijk zijn vastgelegd in de berekeningsrapportage.

Randvoorwaarden en uitgangspunten

- Randvoorwaarden (PvE/VSE, architect, omgeving etc.);
- Classificatie van de constructie (gevolgklasse, ontwerplevensduur etc.);
- Gehanteerde richtlijnen / voorschriften / referenties;
- Gebruikte rekenprogrammatuur;
- Materiaaleigenschappen;
- Evaluatie van de voorgaande ontwerpfase.

Toelichting: Bij veel projecten wordt aan ON gevraagd om op basis van het PvE/VSE een uitgangspuntennota op te stellen. Nadat er door OG een 'geen bezwaar' is afgegeven voor de uitgangspuntennota, kan gestart worden met het uitvoeren van berekeningen en het opstellen van tekeningen. Ook als er een separate uitgangspuntennota is opgesteld, is het in het kader van leesbaarheid en toetsbaarheid aan te bevelen om relevante uitgangspunten ook in de berekeningsrapportage te beschrijven.

Alle gehanteerde randvoorwaarden / uitgangspunten moeten duidelijk herleidbaar zijn. Er moet bij alle randvoorwaarden / uitgangspunten dus naar de bijbehorende bron worden verwezen.

Beschrijving van de constructie

- Locatie en omgeving;
- Geometrie (vorm en afmetingen);
- Materialen.

Toelichting: De beschrijving van de constructie zou onder 'randvoorwaarden en uitgangspunten' kunnen vallen, maar wordt in verband met de leesbaarheid en het overzicht vaak apart gepresenteerd.

Belastingen en belastingcombinaties

- Belastingen;
- Belastingfactoren;
- Belastingcombinaties.

Toelichting: De belastingen en belastingcombinaties zouden onder 'randvoorwaarden en uitgangspunten' kunnen vallen, maar worden in verband met de leesbaarheid en het overzicht vaak apart gepresenteerd.

Alle gehanteerde belastingen / belastingfactoren moeten duidelijk herleidbaar zijn. Er moet bij alle belastingen / belastingfactoren dus naar de bijbehorende bron worden verwezen.

Berekening

- Beschrijving van de berekeningsaanpak;

Toelichting: De gedachtegang van de constructeur wordt beschreven. Hoe is in hoofdlijnen de belastingafdracht gedacht en de stabiliteit verzekerd? Hoe is dit vervolgens vertaald naar een berekeningsmodel? Is er één model gemaakt of meerdere modellen die al dan niet elkaar beïnvloeden? Hoe is de (bouw)fasering meegenomen? Wat is er getoetst (en wat niet)? Etc.

- Beschrijving van de modellering;

Toelichting: Dit is de concrete vertaling van de berekeningsaanpak naar het berekeningsmodel (veelal EEM). Beschreven worden onder andere het type en de afmetingen van constructie-onderdelen, opleggingen, stijfheden, orthotropie, netgrootte, invloed van geotechniek, afmetingen en positie van belastingen etc. In de berekeningsrapportage hoort een globale beschrijving van deze zaken thuis, een meer gedetailleerde toelichting / uitwerking moet in de bijlagen worden opgenomen. Zie ook de aanvullende opmerkingen voor EEM-berekeningen in paragraaf 3.6.

- Validatie / controle van de modellering;

Toelichting: Geautomatiseerde berekeningen (veelal EEM) moeten met een eenvoudige (hand)berekening worden gecontroleerd. Het betreft hier onder andere een controle van de geometrie, een toetsing van de belastingafdracht en van de orde grootte van de krachten (oplegreacties, dwarskrachten- en momentensom etc.).

- Presentatie van krachtlijnen of invloedslijnen;
- Presentatie van berekeningsresultaten.

Toelichting: De berekeningsresultaten bestaan minimaal uit de toetsing van de grenstoestanden, in tabelvorm. Voor de toetsbaarheid moet in de tabel per unity-check worden verwezen naar de pagina of paragraaf in de bijlage waar de betreffende berekening, inclusief de gepresenteerde u.c., te vinden is. Bij elke toets moet zijn aangegeven welke belastingcombinatie maatgevend is voor die toets. Zie ook de aanvullende opmerkingen voor EEM-berekeningen in paragraaf 3.6.

Indien separate rekenprogrammatuur wordt gebruikt voor (doorsnede)toetsen van spanningen, krachten of vervormingen die volgen uit een EEM-berekening, dan moet expliciet zijn aangetoond dat deze op de juiste manier aan elkaar gekoppeld zijn. Er moet dus inzichtelijk worden gemaakt dat de gehanteerde geometrie, belastingen, en belastingcombinaties in de (doorsnede)toets overeenkomen met die in de EEM-berekening.

Indien rekensheets zijn gebruikt voor berekeningen en/of toetsingen (Excel, MathCAD etc.), dan moeten deze voorzien zijn van toelichtende teksten en verwijzingen naar van toepassing zijnde normartikelen.

Conclusies en aanbevelingen

- Conclusies van de berekening;
- Advies op basis van deze conclusies;
- Aanbevelingen en aandachtspunten voor de volgende fase.

Toelichting: Naast het beschrijven van de conclusies van de berekening en het geven van een advies, is dit de plek om aanbevelingen en aandachtspunten voor een mogelijke volgende ontwerpfase mee te geven: welke aannames zijn gedaan die van invloed zijn op de volgende fase, welke risico's voor de volgende fase zijn herkend etc.

Bijlagen

Toelichting: Veelal zijn de bijlagen bij een berekening rapportages op zich. Ook hiervoor geldt dat informatie makkelijk vindbaar en herleidbaar moet zijn. Grote bijlagen moeten dan ook voorzien zijn van een inhoudsopgave en paginanummering zodat de uitgevoerde toetsen eenvoudig te vinden en herleiden zijn en direct zichtbaar is of de bijlage compleet is.

3.3 Aanlevering

Zoals reeds aangegeven in paragraaf 1.2 bevat deze richtlijn generieke basiseisen. Per project kunnen er specifieke aanvullende eisen gesteld worden. Zo kan er met betrekking tot aanlevering van berekeningen verwezen worden naar specifieke data-eisen voor Rijkswaterstaatcontracten (https://www.rws.nl/datacontracteisen). Bij het opstellen van deze richtlijn is getracht om niet te conflicteren met de eisen op voorgenoemde website.

Na afronding van elke ontwerpfase moeten alle ontwerpdocumenten behorende bij die fase, in ieder geval digitaal, aan OG worden aangeboden. Aanlevering van digitale berekeningsrapportages moet gebeuren in een gangbaar formaat (pdf / docx / xlsx). Berekeningsrapportages moeten in het Nederlands geschreven zijn. Met goedkeuring van OG is eventueel Engels toegestaan.

Bij de berekeningsrapportage horende rekenmodellen en bijbehorende invoerbestanden (SCIA Engineer, DIANA, Plaxis etc.) moeten, op verzoek van OG, worden meegeleverd.

Digitale documenten moeten altijd een documentnaam hebben waaruit de meest basale informatie en inhoud van het document af te leiden is (beheerobjectcode, rapportnaam, versienummer, ontwerpfase, datum).

Alle aan OG geleverde documenten moeten aantoonbaar (intern) gecontroleerd en getoetst zijn. Alle door ON gehanteerde software moet aantoonbaar gevalideerd zijn, ook eventuele rekensheets (Excel, MathCAD etc.). Bijbehorende validatierapporten moeten, op verzoek van OG, worden geleverd.

3.4 As-built

Als er in de realisatiefase wijzigingen ontstaan ten opzichte van het geplande ontwerp, dan moet de invloed van deze wijzigingen constructief worden beschouwd / getoetst. De constructieve beschouwing van een wijziging moet worden vastgelegd in een as-built rapportage (bijvoorbeeld een memo of berekening). As-built rapportages zijn losstaande documenten, die naast de bestaande UO-documentatie worden opgesteld. In de rapportages moet duidelijk aangegeven zijn waar welke wijzigingen zijn ten opzichte van het ontwerp en op welke as-built tekening dit is aangegeven. Elke as-built rapportage moet een op zichzelf staand leesbaar en begrijpelijk document zijn.

Alle as-built rapportages en as-built tekeningen moeten worden gebundeld en als één as-built dossier worden opgeleverd. Deze richtlijn is van toepassing op as-built documentatie.

3.5 Aanvullingen voor herberekeningen

In de RTD 1006 (*Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken*) is de aanpak beschreven voor het beoordelen van de constructieve veiligheid van bestaande kunstwerken. Een onderdeel van de beoordeling is een constructieve herberekening van het kunstwerk. Een constructieve herberekening is in de meeste gevallen maatwerk en per project zullen hier specifieke aanvullende eisen voor gesteld worden.

In de basis is een herberekeningsrapportage niet anders dan een ‘standaard’ berekeningsrapportage. Bij een herberekening zijn er echter een aantal zaken die extra aandacht vereisen (niet exclusief):

- Aanleiding van de herberekening: bij een herberekening is het van belang om de aanleiding van de berekening duidelijk te beschrijven. Wordt de wegindeling bijvoorbeeld aangepast, wordt het kunstwerk verbreed of wordt er getwijfeld aan de constructieve veiligheid?
- Randvoorwaarden en uitgangspunten: bij een herberekening is het van belang om duidelijk vast te leggen op basis van welke informatie de gehanteerde uitgangspunten zijn gekozen. Als er onzekerheid bestaat over de betrouwbaarheid van de informatie of als documenten elkaar zelfs tegenspreken (bijvoorbeeld berekening versus tekening) dan moet dit expliciet worden vermeld.
- Materiaaleigenschappen: bij een herberekening moeten vaak aannames gedaan worden voor de materiaaleigenschappen of zijn materiaaleigenschappen in het werk bepaald door middel van proeven. Het moet duidelijk zijn op basis van welke informatie de materiaaleigenschappen zijn bepaald of hoe de eigenschappen zijn afgeleid uit proefresultaten.
- Beschrijving geometrie en modellering: bij een herberekening heb je te maken met een bestaande constructie, vaak met een uitgebreide (constructieve) geschiedenis. De constructie kan bijvoorbeeld al eens of meerdere keren verbouwd zijn en/of de constructie kan schades hebben. Archiefonderzoek (tekeningen, berekeningen, inspectierapporten etc.) is daarom noodzakelijk en het moet duidelijk zijn hoe de archiefgegevens zijn vertaald naar de gehanteerde modellering van de constructie.

3.6 Aanvullingen voor EEM-berekeningen

In de basis is een EEM-berekeningsrapportage niet anders dan een 'standaard' berekeningsrapportage. Bij een EEM-berekening zijn er echter een aantal zaken die extra aandacht vereisen (niet exclusief):

- Herleidbaarheid en toetsbaarheid: bij een EEM-berekening is het van belang om extra aandacht te besteden aan herleidbaarheid en toetsbaarheid. Vaak betreft het vrij grote en complexe modellen, met relatief veel specifieke uitgangspunten / in- en output. Waarom zijn de gehanteerde uitgangspunten gekozen? Hoe zijn de berekeningsresultaten (output) te relateren aan het gehanteerde model (input)? Etc.
- Beschrijving modellering: vanwege de vaak vrij grote en complexe modellen is het bij een EEM-berekening van belang om de gehanteerde modellering duidelijk te beschrijven. Daarbij moet een goede afweging worden gemaakt tussen welke onderdelen in de berekeningsrapportage en welke in de bijlagen worden beschreven. Een grafische weergave van het model in de berekeningsrapportage – waarin relevante afmetingen, plaat-, staaf- en knoopnummers en oplegcondities zijn aangegeven – is daarbij minimaal nodig. In de bijlagen kan dit bijvoorbeeld worden aangevuld met onder andere individuele elementafmetingen en –eigenschappen. Door de relevante informatie in tabelvorm te koppelen aan grafische weergaven, kan een beknopte maar complete beschrijving van het model worden gerealiseerd. Er moet goed worden nagedacht over wat allemaal wel en niet gepresenteerd wordt in de berekening. Tientallen pagina's met een opsomming van alle gegenereerde knopen in het model dragen niet bij aan herleidbaarheid en/of toetsbaarheid en zijn daarom niet gewenst. Het moet echter wel mogelijk zijn om op basis van de beschrijving van de modellering, het model te reproduceren.
- Presentatie berekeningsresultaten: wat voor de beschrijving van de modellering geldt, geldt ook voor de presentatie van de berekeningsresultaten. Bij de presentatie van de berekeningsresultaten zijn minimaal enkele grafische weergaven nodig. Onder andere aanzichten van het model waarin de locaties van de toetssnedes zijn aangegeven. Deze moeten logischerwijs overeenkomen met de in het rekenmodel toegepaste toetssnedes. Ook moet voor elke toets grafisch zijn weergegeven welke belastingcombinatie maatgevend is voor die toets. Indien bijvoorbeeld gebruik is gemaakt van middeling, dan moet dit worden toegelicht en verantwoord.
- Niet-lineaire EEM-berekeningen: in het geval van niet-lineaire berekeningen is de RTD 1016-1 (*Guidelines for Nonlinear Finite Element Analysis of Concrete Structures*) van toepassing.

Als handreiking voor het opstellen van een EEM-berekening kan gebruik gemaakt worden van het document *Uitwerking Indieningsvereisten EEM-berekeningen* (COBc, April 2011). Dit document is onder andere te vinden op het Kennisportaal Constructieve Veiligheid. Zie paragraaf 1.3.

4 Resultaatbeschrijvingen voor tekeningen

4.1 Algemeen

Met een tekening wordt in deze richtlijn altijd een 2D-constructietekening bedoeld.

Elke tekening moet een op zichzelf staand leesbaar en begrijpelijk document zijn, ongeacht de fase waarin het project zich bevindt. Een tekening moet daarnaast ook ordelijk/overzichtelijk zijn.

ON is verantwoordelijk voor alle door hem aan OG geleverde documenten, dus ook voor de tekeningen die ON heeft ontvangen van bijvoorbeeld een onderaannemer. ON moet er daarom zorg voor dragen dat alle op zichzelf staande tekeningen overzichtelijk, leesbaar en begrijpelijk zijn en op alle overige manieren voldoen aan de kaders van deze richtlijn. Dit betekent dus ook dat elk aan te leveren document afzonderlijk verwijst naar de projectnaam, projectcode etc., die OG voor het project hanteert. Zie figuur 1.

4.2 Opbouw van de tekening

Stempel / tekeninghoofd

Elke tekening moet voorzien zijn van een stempel / tekeninghoofd. Een stempel / tekeninghoofd op een tekening kan vergeleken worden met het voorblad van een rapportage. Het moet ervoor zorgen dat in één oogopslag alle relevante informatie over de tekening beschikbaar is. Het moet dus duidelijk zijn wat er op de tekening staat, welke versie het betreft en wie het heeft opgesteld. Op een stempel staat onder andere (niet exclusief):

- Projectnaam / deelprojectnaam;
- Projectfase (SO / VO / DO / UO);
- Naam van het kunstwerk;
- Beheerobjectcode / projectnummer kunstwerk;
- Documentnummer / versienummer;
- Documentdatum;
- Documentstatus (concept / definitief);
- Registratie (naam, datum en paraaf van tekenaar en controleur);
- Revisietabel.

In verband met herleidbaarheid moeten de namen in de registratie volledig uitgeschreven zijn. Elke tekening moet minimaal gecontroleerd zijn door de constructeur van het betreffende project.

Renvooi / legenda

Daarnaast moet elke tekening voorzien zijn van een renvooi / legenda. Een renvooi / legenda op een tekening kan vergeleken worden met de lijst met uitgangspunten van een rapportage. Het moet ervoor zorgen dat in één oogopslag alle relevante uitgangspunten, die ten grondslag liggen aan de bij de tekening behorende berekening, beschikbaar zijn. Op een renvooi staat onder andere (niet exclusief):

- Classificatie van de constructie (gevolgklasse, ontwerplevensduur etc.);
- Gehanteerde richtlijnen / voorschriften / referenties;
- Gehanteerde ontwerpbelastingennorm en belastingmodel (bijvoorbeeld NEN-EN 1991-2+NB LM1);
- Materialen en materiaaleigenschappen;
- Betondekking;
- Lasdiktes.

Algemene richtlijnen voor de opbouw van de tekening

In de normen NEN 2302 (Tekeningen in de bouw – Algemene regels) en NEN 3870 (Tekeningen voor betonconstructies) zijn meerdere voorschriften gegeven voor het opstellen van uniforme en overzichtelijke tekeningen. De vele voorbeeldtekeningen in beide normen geven (nog steeds) een treffend beeld van hoe data op een overzichtelijke manier gepresenteerd kan worden. Hoewel de voorschriften met betrekking tot bijvoorbeeld de te hanteren lijndiktes en arceringen enigszins zijn ingehaald door de tijd, zijn veel van de voorschriften nog onverminderd van toepassing, te weten:

- Te hanteren papierformaten;
- De wijze van vouwen van de tekeningen;
- Tekeningkader / -rand;
- Gangbare schalen;
- Oriëntatie van de tekening (noordpijl);
- Lijnsoorten;
- Merktekens, symbolen en aanduidingen;
- Maatlijnen en maatvoering;
- Geschreven informatie (titels, bijschriften etc.).

Specifieke richtlijnen voor de opbouw van de tekening

- Een tekeningenset van een constructie bestaat, ongeacht de ontwerpfase, minimaal uit een zijaanzicht, een bovenaanzicht, een langs- en dwarsdoorsnede en enkele relevante details.
- Een (constructie)tekening is altijd gekoppeld aan een (constructie)berekening. Op de tekening moet duidelijk vermeld zijn welke (versie van de) berekening ten grondslag ligt aan de inhoud van de tekening.
- Presenteer niet méér constructieve informatie (als voorlopige inschatting) op de tekening dan in de bijbehorende berekeningsrapportage is bepaald.
- Hou tekeningen overzichtelijk. Liever twee overzichtelijke tekeningen, dan één (te) volle en onoverzichtelijke tekening.
- Beperk het aantal verschillende schalen per tekening zoveel mogelijk.
- Voorzie elke tekening met bovenaanzichten van een noordpijl. Indien meerdere bovenaanzichten, met ieder een verschillende oriëntatie, op één tekening worden toegepast, dan moeten alle aanzichten apart van een noordpijl worden voorzien. In deze situatie heeft het echter de voorkeur om alle aanzichten dezelfde oriëntatie te geven.

4.3 Aanlevering

Zoals reeds aangegeven in paragraaf 1.2 bevat deze richtlijn generieke basiseisen. Per project kunnen er specifieke aanvullende eisen gesteld worden. Zo kan er met betrekking tot aanlevering van tekeningen verwezen worden naar specifieke data-eisen voor Rijkswaterstaatcontracten (https://www.rws.nl/datacontracteisen). Bij het opstellen van deze richtlijn is getracht om niet te conflicteren met de eisen op voorgenoemde website.

Na afronding van elke ontwerpfase moeten alle ontwerpdocumenten behorende bij die fase, in ieder geval digitaal, aan OG worden aangeboden. Aanlevering van digitale tekeningen moet in ieder geval gebeuren in 2D en in een gangbaar formaat (pdf / dwg). Teksten op tekeningen moeten in het Nederlands geschreven zijn. Met goedkeuring van OG is eventueel Engels toegestaan.

Indien 3D-(teken)software is gebruikt, dan moet het (3D-)tekeningenbestand op representatieve wijze omgezet zijn naar 2D-uitsnedes. Of er moet een rapportage in een gangbaar formaat worden opgesteld met representatieve 2D-aanzichten van het 3D-model. Deze 2D-aanzichten worden doorgaans automatisch door het CAD-programma gegenereerd, waarbij ook de achterliggende delen – tot een bepaalde gekozen diepte – worden weergegeven. De tekenaar moet met betrekking tot de ‘doorkijkdiepte’ een logische keuze maken zodat de doorsneden het doel dienen waarvoor deze worden opgesteld (namelijk het verduidelijken van vorm en afmetingen).

Digitale documenten moeten altijd een documentnaam hebben waaruit de meest basale informatie en inhoud van het document af te leiden is (beheerobjectcode, tekeningnaam, versienummer, ontwerpfase, datum).

Alle aan OG geleverde documenten moeten aantoonbaar (intern) gecontroleerd en getoetst zijn.

4.4 As-built

Als er in de realisatiefase wijzigingen ontstaan ten opzichte van het geplande ontwerp, dan moet elke wijziging op tekening worden vastgelegd. Ook andere relevante zaken die tijdens realisatie zijn ontstaan en van belang zijn voor de exploitatiefase (bijvoorbeeld in de bodem achtergebleven (hulp)constructies) moeten op tekening worden vastgelegd. As-built tekeningen zijn losstaande tekeningen, die naast de bestaande UO-tekeningen worden opgesteld. Op de tekeningen moet duidelijk aangegeven zijn waar welke wijzigingen zijn ten opzichte van het ontwerp en in welke as-built rapportage dit is beschouwd. Elke as-built tekening moet een op zichzelf staand leesbaar en begrijpelijk document zijn.

Alle as-built rapportages en as-built tekeningen moeten worden gebundeld en als één as-built dossier worden opgeleverd. Deze richtlijn is van toepassing op as-built documentatie.

RTD 1004 Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten

Nummer:	5945
Versienummer standaard:	1.0
Versienummer document:	1.1
Status:	In beheer
Type:	Handreiking
Inhoudelijk beheerder:	Bart van den Broek
Verantwoordelijke afdeling:	Afd. Betonnen Bruggen en Viaducten
Netwerken:	Hoofdvaarwegennet, Hoofdwatersysteem, Hoofdwegennet
Rollen:	Technisch Manager, Contractmanager
Fase:	Planuitwerking, Realisatie, Onderhoud
Proceseigenaar:	Proceseigenaar Aanleg en Onderhoud
Link om te reageren:	*Link*