



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

# Productspecificaties Deformatiemeting Kunstwerken

**Inrichten, controleren van een meetnet, het uitvoeren en berekenen van metingen en het analyseren en presenteren van de resultaten van die metingen t.b.v. de constatering van een vervorming van een kunstwerk.**



Versie: 1 maart 2016

# Inhoudsopgave

.....

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Productomschrijving</b>	<b>5</b>
1.1	Leeswijzer	5
1.2	Nulmeting en herhalingsmeting	5
1.3	Typen deformatiemeting	7
<b>2</b>	<b>Eisen</b>	<b>8</b>
2.1	Nulmeting en herhalingsmeting	8
2.1.1	Uitvoering van de Nulmeting	8
2.1.2	Uitvoering van een herhalingsmeting	8
2.2	Producteisen	9
2.2.1	Bijlage B: Eisen ontwerp en inrichting meetnet	9
2.2.2	Bijlage C: Eisen Z-meting	9
2.2.3	Bijlage D: Eisen XY-meting	9
2.2.4	Bijlage E: Eisen t.a.v. verwerking en presentatie meetresultaten	9
2.3	Vastlegging meteogegevens	10
<b>3</b>	<b>Aanlevering</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Aflevering</b>	<b>12</b>
4.1	Verificatierapport	12
4.2	Ontwerp meetnet	12
4.3	Toetsing meetopzet	12
4.4	Eindproduct	12
<b>Bijlage A</b>	<b>Product Verificatierapport</b>	<b>14</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Inrichting Meetnet</b>	<b>15</b>
B.1	Algemeen	15
B.2	Ontwerp meetnet	15
B.3	De locatie van deformatiemeetpunten	16
B.3.1	Algemeen	16
B.3.2	Locatie en type meting op vaste bruggen/viaducten met een betonnen bovenbouw.	16
B.3.4	Locatie en type meting bij overige tunnels, duikers en onderdoorgangen	19
B.3.5	Locatie en type meting bij open bakken	19
B.3.6	Locatie en type meting bij sluizen/stuwen	20
B.3.7	Locatie en type meting bij beweegbare hefconstructies (optioneel)	20
B.3.8	Locatie en type meting bij geluidsschermen (optioneel)	20
B.3.9	Locatie deformatiemeetpunten bij overige beheerobjecten	21
B.4	Nummering deformatiemeetpunten	22
B.4.1	Algemeen	22
B.4.2	Bepalen nulpunt kunstwerk	22
B.4.3	Rasternet kunstwerk	24
B.4.4	Bijplaatsen van deformatiemeetpunten	24
B.4.5	Nummering reeksen op verschillende niveaus	25
B.4.6	Nummering deformatiemeetpunten in steunpunten	25
B.4.7	Afwijkende reeksrichting	25

B.4.8	Nummering van punten op geluidsschermen	25
B.5	Verzekering van de deformatiemeetpunten	26
B.5.1	Meetbouten voor horizontale vlakken	26
B.5.2	Meetbout voor plaatsing in verticale wanden	27
B.5.3	Deformatiemeetpunten in pijlers	29
B.6	Controle meetnet	29
B.6.1	Verstoring van een deformatiemeetpunt	30
B.6.2	Verstoring van een reeks deformatiemeetpunten	30
B.6.3	Wijziging van het meetnetontwerp en aanmaak	
	Vastmeetschetsen	30

## **Bijlage C Eisen Z-meting 31**

C.1	Inleiding	31
C.1.1	Nadere toelichting doel hoogtemeting	31
C.2	Kwaliteit	31
C.2.1	Precisie	31
C.2.2	Betrouwbaarheid	31
C.3	Meetopzet	32
C.3.1	Algemeen	32
C.3.2	Aansluiting Nulmeting op N.A.P.	32
C.3.3	Meetopzet over het kunstwerk	33
C.4	Waterpassing	34
C.4.1	Algemeen	34
C.4.2	Specifiek	34
C.4.3	Dagrapport Z-meting	34
C.5	Berekening	35
C.5.1	Doorgaande waterpassing met aansluiting op N.A.P.-peilmerken	35
C.5.2	Kringwaterpassing Nulmeting	36
C.5.3	Kringwaterpassing Herhalingsmeting	37
C.5.4	Tachymetrie Nul- en herhalingsmeting	38
C.6	Analyse van berekeningen	40

## **Bijlage D Eisen XY-meting 41**

D.1	Inleiding	41
D.1.1	Nadere toelichting doel XY-meting	41
D.2	Kwaliteit	41
D.2.1	Precisie	41
D.2.2	Betrouwbaarheid	42
D.3	Meetopzet	42
D.3.1	Algemeen	42
D.3.2	Meetopzet voor relatieve XY-metingen	43
D.4	XY-Metingen	44
D.4.1	Nauwkeurigheidseisen instrumentarium	44
D.4.2	Uitvoering van de XY-meting	44
D.4.3	Dagrapport XY-meting	45
D.5	Berekening	46
D.5.1	Toetsing meetopzet	46
D.5.2	Netwerkvereffening	46
D.5.3	Verwerking relatieve XY-metingen	47
D.6	Meting voegafstanden	49
D.7	Analyse van berekeningen	51

## **Bijlage E Verwerking/presentatie meetresultaten 52**

E.1	Inleiding	52
E.2	Liggingsplan en Vastmeetschetsen	54
E.2.1	Algemeen	54
E.2.2	Liggingsplan	55

E.2.3	Legenda	56
E.2.4	Vastmeetschetsen	57
E.2.5	Titelblok	57
E.3	Excel-bestand	59
E.3.1	Tabbladen	59
E.3.2	Nulmeting, herhalingsmetingen en referentiecoördinaten	60
E.3.3	Coördinaatverschillen	63
E.3.4	Scheefstandcoördinaten	64
E.3.5	Verschillen Scheefstandmetingen	64
E.3.6	Voegafstanden Nul- en herhalingsmetingen	65
E.3.7	Verschillen voegafstanden	66
E.4	Deformatiegrafieken	67
E.4.1	Algemeen	67
E.4.2	Voorblad bij de deformatiegrafieken	68
E.4.3	Deformatiegrafieken	71
E.4.4	Totale XY-deformatie na laatste meting	74
E.5	Meetrapport	77
E.5.1	Algemeen	77
E.5.2	Indeling Meetrapport	77
<b>Bijlage F</b>	<b>Begrippenlijst</b>	<b>78</b>
<b>Bijlage G</b>	<b>Directorystructuur en bestandsnamen</b>	<b>84</b>
<b>Bijlage H</b>	<b>Liggingsplan en Vastmeetschetsen</b>	<b>88</b>
<b>Bijlage I</b>	<b>Voorbeeld deformatiegrafieken</b>	<b>89</b>
<b>Bijlage J</b>	<b>Aanduiding DISK-gegevens</b>	<b>90</b>

---

# 1 Productomschrijving

Het product deformatiemetingen [kunstwerken](#) bestaat uit het inrichten en controleren van een meetnet, het uitvoeren en berekenen van metingen en het analyseren en presenteren van de resultaten van de metingen t.b.v. de constatering van de vervorming van een kunstwerk. Deformatiemetingen leveren informatie over de plaats en vorm van [beheerobjecten](#) door de tijd heen en zijn een instrument om de toestand van een beheerobject in de tijd te kunnen voorspellen. De meting begint met de vastlegging van de uitgangssituatie (nulmeting), waarna periodieke herhalingsmetingen volgen.

De deformatiemetingen van kunstwerken zijn voor Rijkswaterstaat van belang om te kunnen beoordelen of het kunstwerk zich gedraagt, zoals dat tijdens het ontwerp is berekend, dan wel om verplaatsingen van (delen van) het kunstwerk vast te kunnen stellen t.g.v. verticale of horizontale gronddeformaties. Op grond van (de ontwikkeling van) de meetresultaten, kan Rijkswaterstaat tijdig maatregelen treffen om gevaarlijke situaties en schade te voorkomen. Deformatiemetingen ondersteunen de visuele inspecties en leveren Rijkswaterstaat basisinformatie voor een zorgvuldig beheer en onderhoud van die kunstwerken.

## 1.1 Leeswijzer

Voor een eenduidige interpretatie van deze productspecificatie is het van belang om goed kennis te nemen van de begrippen die in deze instructie gehanteerd worden. De in [blauw](#) gemarkeerde woorden verwijzen naar de begrippenlijst, zie [bijlage F](#).

## 1.2 Nulmeting en herhalingsmeting

Deformatiemetingen worden uitgevoerd t.b.v. het vastleggen en gedurende een bepaalde periode controleren van een beheerobject ([kunstwerk](#)) in het 1-, 2- of 3-dimensionale vlak.

Een deformatiemeetcyclus bestaat uit een [nulmeting](#) en één of meer [herhalingsmetingen](#).

### Nulmeting:

De Nulmeting (en eventueel één of meer herhalingsmetingen) van een nieuw kunstwerk wordt doorgaans binnen een aanlegproject uitgevoerd. De Nulmeting heeft tot doel om de beginsituatie vast te leggen.

### Herhalingsmeting:

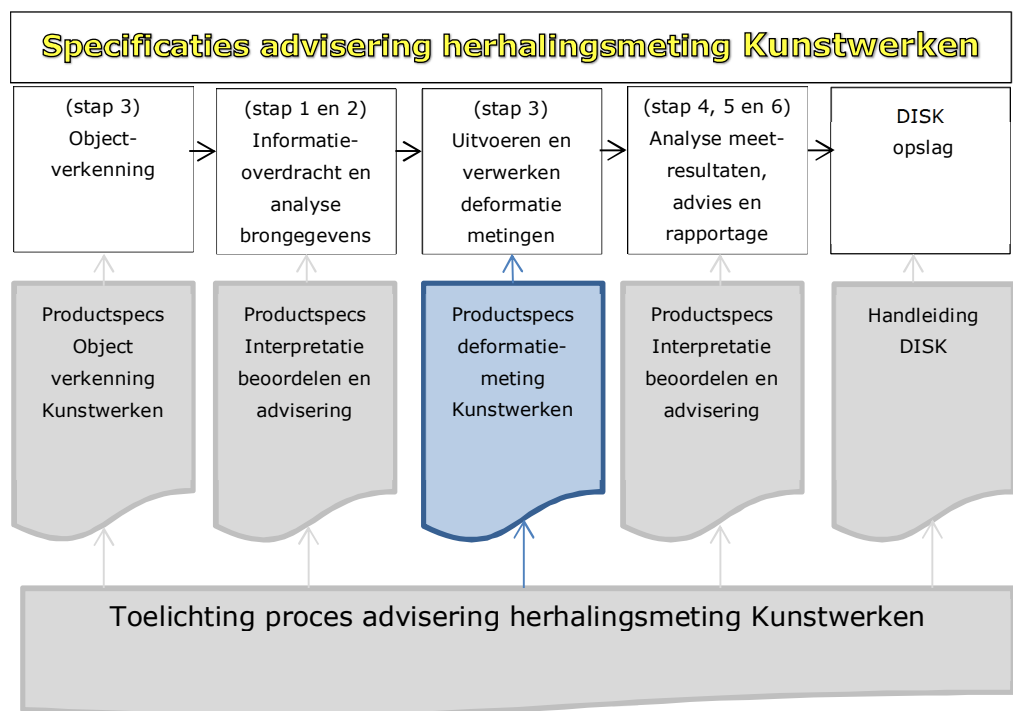
Het doel van de eventuele herhalingsmetingen is om na te gaan of er voor de oplevering al sprake is van vervorming. Na de oplevering wordt door middel van de eerstvolgende herhalingsmeting, waarbij in de meeste gevallen de Centrale Informatievoorziening (CIV) van Rijkswaterstaat de rol van Opdrachtgever vervuld, gecontroleerd of het kunstwerk onderhevig is (geweest) aan vervorming. Volgende herhalingsmetingen worden alleen uitgevoerd bij risicovolle constructies. Daarnaast kan worden besloten tot herhalingsmetingen indien daar op grond van inspectie van een constructie aanleiding toe is. De frequentie wordt nader bepaald.

Het uitvoeren van een herhalingsmeting is onderdeel van het proces "Advisering herhalingsmetingen Kunstwerken". In dit proces heeft RWS de deelprocessen "uitvoeren en analyseren van deformatiemetingen" en "het uitbrengen van een advies met betrekking tot de constructieve gevolgen" geïntegreerd.

De onderhavige Productspecificaties Deformatiemeting Kunstwerken is onderdeel van processtap 3 "Uitvoering van de herhalingsmeting" in het proces "Advisering herhalingsmeting Kunstwerken". De objectverkenning is onderdeel van en bedoeld als voorbereiding op de uitvoering van de herhalingsmeting. Uit de objectverkenning kunnen echter ook bevindingen naar voren komen die van invloed zijn op de Initiële Object Risico Analyse (IORA). Daarom is de objectverkenning in onderstaand schema als eerste procesblok neergezet. Werkzaamheden voor de eerste 2 procesblokken kunnen wel deels simultaan worden uitgevoerd.

Het proces "Advisering herhalingsmeting Kunstwerken" is onderverdeeld in 6 stappen:

1. Informatieoverdracht
2. Initiële Object Risico Analyses
3. Uitvoering van de herhalingsmeting
4. Analyse van de resultaten van de herhalingsmetingen
5. Opstellen advies over de resultaten van herhalingsmetingen
6. Rapportage



figuur 1. Indeling proces naar documentatie

---

### 1.3 Typen deformatiemeting

Bij een deformatiemeting zal sprake zijn van een [absolute](#) of van een [relatieve](#) meting.

Bij de absolute deformatiemeting zal het beheerobject worden vastgelegd aan stabiel veronderstelde [referentiepunten](#) die zich buiten de invloedssfeer van het beheerobject bevinden. In de toetsing, vereffening en coördinaatbepaling van een dergelijke meting zullen voor de aansluiting 2 of meer van deze referentiepunten dienen als [uitgangspunt](#).

Bij een relatieve meting gaat het om de vormverandering van het beheerobject. Er wordt geen gebruik gemaakt van buiten het kunstwerk gelegen punten. De meting wordt aangesloten op [deformatiemeetpunten](#) die aangewezen zijn als [uitgangspunt](#), omdat deze naar verwachting over de gehele meetcyclus stabiel zullen zijn.

De deformatiemetingen op kunstwerken zijn in beginsel **relatieve** metingen. Alleen bij de nulmeting wordt voor de Z aangesloten op externe N.A.P.-referentiepunten.

Indien een absolute deformatiemeting gewenst is, wordt dat in de projectspecificaties aangegeven.

---

## 2 Eisen

De onderhavige "Productspecificaties Deformatiemeting Kunstwerken" beschrijft het standaardproduct. Indien in een project afgeweken wordt van de standaard is een nadere omschrijving van de betreffende wijziging opgenomen in de projectspecificaties. Voor deze onderdelen is het gestelde in de projectspecificatie leidend.

### 2.1 Nulmeting en herhalingsmeting

De eisen die aan het product worden gesteld zijn afhankelijk van het feit of het de uitvoering van de Nulmeting of een herhalingsmeting betreft.

#### 2.1.1 Uitvoering van de Nulmeting

De wijze van uitvoering van nulmetingen is:

	Nulmeting
XY-meting	relatief
Z-meting	absoluut

Daarbij moeten de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd:

1. Inrichten van het meetnet;
2. Uitvoeren van een verkenningsberekening (i.g.v. een complexe geometrische constructie);
3. Opzetten, uitvoeren en berekenen van:
  - o Z-meting;
  - o XY-metingen;
  - o voegmetingen;
  - o [scheefstandmetingen](#) (optioneel, indien dit in de projectspecificaties is aangegeven);
4. Levering van het Meetrapport met Liggingsplan en Vastmeetschetsen, alle meetgegevens, invoerbestanden en berekeningen.

#### 2.1.2 Uitvoering van een herhalingsmeting

De wijze van uitvoering van herhalingsmetingen is:

	Herhalingsmeting
XY-meting	relatief
Z-meting	relatief

Daarbij moeten de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd:

1. Controle van het meetnet;
2. Uitvoeren en berekenen van een Z-meting;
3. Uitvoeren en berekenen van een XY-meting, voegmetingen en [scheefstandmetingen](#);



- 
4. Levering van het Meetrapport met Liggingsplan en Vastmeetschetsen, deformatiegrafieken en het bovenaanzicht van de XY-deformatie. Daarnaast worden alle meetgegevens, invoerbestanden en berekeningen meegeleverd.

## **2.2 Producteisen**

In de onderstaande paragrafen wordt in beknopte vorm beschreven aan welke eisen het meetnet, de meting, de berekening en de presentatie van de resultaten moeten voldoen. De volledige beschrijving van de eisen is vastgelegd in bijlagen.

### **2.2.1 Bijlage B: Eisen ontwerp en inrichting meetnet**

In bijlage **B** wordt nader ingegaan op:

- Ontwerp van het meetnet;
- Het plaatsen van de [meetbouten](#), resp. meetreflectoren;
- Nummering van deformatiemeetpunten;
- Verzekering van deformatiemeetpunten;
- Controle van het meetnet (bij herhalingsmetingen);
- Meting Voegafstanden.

### **2.2.2 Bijlage C: Eisen Z-meting**

In bijlage **C** wordt nader ingegaan op:

- Meetopzet voor deformatiewaterpassingen;
- Nauwkeurigheidseisen;
- Voorschrift voor uitvoering deformatiewaterpassingen;
- Digitaal waterpassen;
- Toetsing, berekening en analyse van de waterpassing;
- Kwaliteitscontrole;
- Analyse van berekende Z-verschillen.

### **2.2.3 Bijlage D: Eisen XY-meting**

In bijlage **D** wordt nader ingegaan op:

- Meetopzet voor relatieve XY-metingen;
- Nauwkeurigheidseisen;
- Voorschrift voor uitvoering XY-metingen;
- Toetsing, berekening en analyse van de XY-meting;
- Kwaliteitscontrole;
- Analyse van berekende X- en Y-verschillen.

### **2.2.4 Bijlage E: Eisen t.a.v. verwerking en presentatie meetresultaten**

In bijlage **E** staat beschreven hoe de resultaten van de deformatiemeting worden verwerkt en gepresenteerd. De presentatie van een deformatiemeting bestaat onder andere uit:

- Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
- Excel-bestand met resultaten;

- 
- Deformatiegrafieken (alleen bij herhalingsmetingen);
  - Meetrapport;

## 2.3 Vastlegging meteogegevens

Voor een goede analyse van de voeg-, XY- en Z-metingen is het noodzakelijk dat gedurende de metingen meteogegevens worden bijgehouden. Hierbij gelden de volgende eisen:

- Als de meting bestaat uit meerdere opnamedagen of als tijdens de meting de meteo-omstandigheden aanmerkelijk veranderen, dan worden **per periode** de meteogegevens en de temperatuur van de constructie vastgelegd en tevens welke punten onder de betreffende omstandigheden zijn gemeten;
- Voor de temperatuur van een betonnen constructie kan 1 gemiddelde temperatuur in hele graden per meetdag worden aangehouden;
- De temperatuur van de constructie is essentieel voor de analyse van de coördinaat- en voegverschillen tussen de Nul- en herhalingsmetingen. De temperatuur van de constructie kan aanzienlijk afwijken van de luchttemperatuur en is hier daarom niet direct van af te leiden. De opgegeven temperatuur van de constructie moet representatief zijn voor het binnenste van de constructie en moet, afhankelijk van het type object, op de volgende (combinatie van) manieren worden bepaald:
  - De constructietemperatuur, dient gemeten te worden met een infrarood thermometer. De temperatuur dient gemeten te worden uit de zon, op 1 of meerdere plekken die representatief zijn voor het binnenste van de constructie bijvoorbeeld aan de noord- en onderzijde van het brugdek.
  - In geval van sluiskolken en tunnels kan bijv. de temperatuur van het water representatief zijn;
  - Bij droge tunnels kan de grondtemperatuur maatgevend zijn;
  - Gebruik de meteogegevens van het KNMI te vinden op het onderstaand adres of zoek anders op "KNMI" en "daggegevens".  
<http://projects.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/>
  - Gebruik hiervoor het dichtstbijzijnde weerstation en neem de gemiddelde waarde van de temperatuur op de meetdag en de 4 meetdagen voorafgaand hieraan. Het kan bijv. bij bruggen en viaducten, een goede indicatie van de temperatuur van de constructie zijn.
- De gegevens worden als verklarende tekst toegevoegd aan de deformatiegrafieken; zie [bijlage E.4.2](#);
- De meteogegevens worden in paragraaf 5.3 "weersomstandigheden" van het Meetrapport beschreven.

---

### 3 Aanlevering

Ten behoeve van de inrichting van het meetnet zal de Opdrachtgever enkele voorbereidingen treffen en onderstaande basisgegevens en materialen indien benodigd en beschikbaar aanleveren.

- Topdesknummer;
- Projectspecificaties;
- Kunstwerkgegevens o.a.:
  - Basisgegevens kunstwerk van opdrachtgevende instantie;
  - Gegevens van het kunstwerk uit [DISK](#);
  - Bestekstekening;
  - Resultaten van veldverkenning en daarbij gemaakte digitale foto's.
- Landmeetkundige gegevens:
  - Basisgegevens, w.o. XY-gegevens, digitale ondergrond uit DTB, etc.;
  - Meetopzet (van voorgaande meting);
  - Aanvullende specifieke informatie aangaande de uitvoering van de meting, bijvoorbeeld te gebruiken materiaal, toe te passen meetmethode, etc. (optioneel).
- Gegevens van voorgaande metingen:
  - AutoCAD-bestand van het Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
  - Resultaten van alle voorgaande metingen (indien beschikbaar als Excel-bestand);
  - Meetrapporten van voorgaande metingen;
  - Invoerbestanden (\*.csv en meteo-bestand) van voorgaande metingen t.b.v. het aanmaken van deformatiegrafieken.

#### **Opmerkingen:**

Voor informatie betreffende de toegestane, respectievelijk vereiste versienummers van de in onderhavig document genoemde MicroSoft-applicaties en toepassingsoftware wordt verwezen naar de projectspecificaties.

---

## 4 Aflevering

- Alle gegevens moeten digitaal worden geleverd;
- De te leveren bestanden dienen volgens vaste directorystructuur te worden aangeleverd. Daarbij moeten ook de bestandsnamen aan een aantal voorwaarden voldoen. In bijlage G wordt de directorystructuur en de bestandsnamen uiteengezet en is een voorbeeld gegeven;
- Voor de levering van bestanden uit de applicaties AutoCAD, Move3, Word en Excel is het vereist dat de Opdrachtnemer bestanden levert die met de versie van de software van de Opdrachtgever zijn in te lezen. In de projectspecificaties wordt voor elke applicatie het actuele versienummer aangegeven, eventueel aangevuld met vermelding van de toegestane oudere versies van de genoemde applicaties.

De Opdrachtnemer levert ter beoordeling de in de volgende sub paragrafen genoemde producten aan de Opdrachtgever.

### 4.1 Verificatierapport

- Een verificatierapport volgens bijlage A als PDF-bestand.

### 4.2 Ontwerp meetnet

Bij de Nulmeting wordt voor het plaatsen van deformatiemeetpunten een ontwerp van het meetnet volgens paragraaf B.2 ter beoordeling aangeleverd. De levering bestaat uit:

- DWG-bestand van het meetnetontwerp en/of;
- PDF-bestand van het meetnetontwerp.

### 4.3 Toetsing meetopzet

Indien in de projectomschrijving is aangegeven dat er sprake is van een [geometrisch complexe constructie](#) moet voorafgaand aan de metingen het volgende worden geleverd:

- Invoerbestand voor Move3;
- de resultaten van de [verkenningberekening](#).

### 4.4 Eindproduct

Bij de eindaflevering moeten de volgende producten per beheerobject worden geleverd:

- Meetrapport als Word-document;
- Meetrapport als PDF-bestand;
- Liggingsplan en Vastmeetschetsen als DWG-bestand;
- Liggingsplan en Vastmeetschetsen als PDF-bestand;

- 
- Deformatiegrafieken als DWG-bestand;
  - Deformatiegrafieken als separate PDF-bestand(en);
  - Aangepast Excel-bestand met de verzamelde metingen;
  - Gecompleteerde set CSV-bestanden;
  - Gecompleteerd bestand met meteogegevens;
  - Invoer- en uitvoerbestanden Z-meting:
    - Originele meetdata zonder correcties, waarin opgenomen de controle op de hoofdvoorwaarde;
    - Move3-bestanden;
    - De rekenrapportages van de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> fase vereffening van de Z-meting; aangevuld met een toelichting op de verworpen en gedeselecteerde waarnemingen;
    - Alle dagrapporten van de meetploeg.
  - Invoer- en uitvoerbestanden XY-meting:
    - I.g.v. complexe geometrische constructie: een verkenningsberekening;
    - Originele meetdata zonder correcties in de vorm van systeembestanden van het instrument (bijv. bij Leica 1200 zijn dit de projectbestanden uit de DBX-directory);
    - Originele meetdata zonder correcties in de vorm van ASCii-bestanden (bijv. GSI-bestand);
    - Rapportage van de verwerking van de meetgegevens;
    - Move3-bestanden, incl. gedeselecteerde waarnemingen. Alleen waarnemingen naar punten die geen deformatiemeetpunten zijn, zoals bijv. topografie, mogen worden verwijderd uit de Move3-bestanden.
    - Alle dagrapporten van de meetploeg;
    - De rekenrapportages, aangevuld met een toelichting op de verworpen en gedeselecteerde waarnemingen en/of coördinaten, van:
      - de 1<sup>e</sup> fase vereffening;
      - alleen bij herhalingsmetingen, de toetsing op de stabiliteit van de gekozen uitgangspunten van de XY-meting en de definitieve coördinaatberekening;

---

## Bijlage A Product Verificatierapport

In het verificatierapport is het resultaat vastgelegd van het doorlopen van het verificatieplan van de Opdrachtnemer en maakt richting de Opdrachtgever aantoonbaar dat het geleverde product voldoet aan de betreffende (set van) eis(en) en hoe dit is vastgesteld.

In het verificatierapport dient ten minste het volgende te zijn vastgelegd:

- Afwijkingen ten opzichte van het project- en kwaliteitsplan, inclusief de beschrijving van de gevolgen en maatregelen;
- Verificatie van het geleverde product;  
Ten aanzien van de wijze van rapporteren geldt dat voor elke product- en/of proceseis het volgende moet zijn aangegeven:
  - een beknopte beschrijving van de eis die is geverifieerd (eventueel met nummering van de eisen);
  - van toepassing zijnde bindende, informatieve en overige documenten;
  - een beknopte beschrijving hoe de betreffende eis is geverifieerd en met welke verificatiemethode (desgewenst mag worden volstaan met een gerichte verwijzing naar het verificatieplan);
  - een vermelding welke toetsingscriteria zijn gehanteerd, op basis waarvan is aangetoond dat aan de eis is voldaan (desgewenst mag worden volstaan met een gerichte verwijzing naar het verificatieplan);
  - een vermelding van wat tijdens de verificatie is geconstateerd;
  - wie de verificatie heeft uitgevoerd;
  - dat is aangetoond dat is voldaan aan de eis;
  - indien van toepassing, een vermelding van afwijkingen, inclusief argumentatie en een vermelding hoe hiermee is omgegaan;
  - bewijsdocument, of verwijzing naar bewijsdocument, waarin is aangetoond dat wordt voldaan aan de gestelde eis;
  - wie de verificatie heeft beoordeeld en geautoriseerd.
- Een eindconclusie over de kwaliteit van het product.

Het verificatierapport wordt geleverd als een PDF-bestand. De bestandsnaam is:

"<topdesknnummer>-verificatierapport.pdf"

---

## Bijlage B Inrichting Meetnet

### B.1 Algemeen

Doel: Opzetten / controleren van een netwerk van deformatie-meetpunten.

Procedure: Ontwerp / controle van het meetnet ter beoordeling aan de Opdrachtgever aanleveren.  
**Na beoordeling van het ontwerp door de Opdrachtgever, volgt plaatsing van de deformatiemeetpunten.**

Resultaat: Netwerk van deformatiemeetpunten en evt. referentiepunten.

- De inrichting van het meetnet bestaat onder meer uit:
  - Het ontwerp van een meetnet van deformatiemeetpunten op voorgeschreven posities op het kunstwerk, waarmee een goed inzicht in de stabiliteit van het beheerobject wordt verkregen;
  - Het plaatsen van de deformatiemeetpunten.
- De deformatiemeetpunten mogen pas worden geplaatst wanneer:
  - het kunstwerk volledig gereed<sup>1</sup> is;
  - geleiderail en geluidsschermen zijn geplaatst;
  - het ontwerp van het meetnet is beoordeeld door de CIV van Rijkswaterstaat.

### B.2 Ontwerp meetnet

Bij de Nulmeting moet een meetnet worden ontworpen. In dit meetnetontwerp moet t.o.v. de onderliggende topografie en constructie aan de Opdrachtgever duidelijk worden gemaakt, indien nodig met maatvoering, waar de deformatiemeetpunten op het object na beoordeling van het ontwerp worden geplaatst. Indien beschikbaar kan hierbij de ontwerptekening van het object worden gebruikt.

- Het meetnetontwerp wordt ter beoordeling voorafgaand aan de meting geleverd aan de CIV als een DWG-bestand en/of PDF-bestand. De bestandsnaam (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd;

<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>-meetnetontwerp.<extensie>  
bijv.: 25A-305-01-02-meetnetontwerp.dwg

- De controle van het meetnet bij herhalingsmetingen wordt nader toegelicht in paragraaf B.6.

---

<sup>1</sup> Een kunstwerk wordt al als gereed beschouwd als de hoofdconstructie compleet is. Het kan dan daarna nog maanden duren voordat brugleuningen, geleiderail e.d. worden aangebracht. Ook kan het zijn dat de definitieve deklaag pas veel later wordt aangebracht. Bij de inrichting van het meetnet dient hiermee wel rekening gehouden te worden. In het meetrapport moet worden beschreven in welke toestand de afwerking van het object tijdens de meting was. Beschrijf van het object de nog uit te voeren werkzaamheden, die van invloed kunnen zijn op toekomstige herhalingsmetingen.

---

## B.3 De locatie van deformatiemeetpunten

### B.3.1 Algemeen

Bij de Nulmeting volgt na beoordeling van het meetnetontwerp het bepalen van de locatie van de deformatiemeetpunten. Aan de locatie van de deformatiemeetpunten worden de onderstaande eisen gesteld:

- De locatie van de deformatiemeetpunten wordt zodanig gekozen, dat verwacht mag worden dat deze voor de levensduur van het kunstwerk gebruikt kunnen worden;
- Het is niet toegestaan deformatiemeetpunten aan de buitenzijde van de leuningen te plaatsen!  
Afwijking van deze eis is alleen mogelijk na beoordeling van de Opdrachtgever;
- Deformatiemeetpunten bij voorkeur niet plaatsen op/in onderdelen met een kortere levensduur dan die van de hoofdconstructie;
- In die gevallen waarbij de locatie van de deformatiemeetpunten, voor herhalingsmetingen, moeilijk toegankelijk zijn of ontoelaatbare veiligheidsrisico's (zie ARBO-voorschriften) voor het uitvoerend personeel en/of de weggebruiker kunnen opleveren, moet naar alternatieve plaatsen worden gezocht of alternatieve verzekeringen worden gebruikt (reflectoren). Op de alternatieve locaties moet uiteraard ook de eventuele optredende deformatie kunnen worden geconstateerd, zoals in de oorspronkelijke opzet bedoeld is. Dit wordt in overleg met de Opdrachtgever uitgevoerd;
- Indien mogelijk moeten de deformatiemeetpunten van een reeks met een constante maat uit de schampkant worden geplaatst. Indien mogelijk minimaal 10 cm vanaf de rand;
- Deformatiemeetpunten worden geplaatst aan het begin en het eind van grondkerende muren bijv. landhoofd, vleugelmuren (Voor open bakken gelden de eisen onder B.3.5). Bij lange grondkerende constructies worden extra punten gekozen indien de afstand "d" tussen de deformatiemeetpunten in een reeks > 20 m.  
Het aantal extra punten =  $d / 20$ , afronden naar beneden. De extra deformatiemeetpunten moeten evenredig verdeeld over de afstand worden aangebracht. De genoemde punten worden in XY en Z gemeten.
- Deformatiemeetpunten worden geplaatst aan beide zijden van aanwezige voegovergangen, deuvels, etc. Deze dienen wel representatief te zijn zoals:
  - alle voegovergangen die zichtbaar over het wegdek lopen;
  - daarnaast ook alle voegovergangen boven de pijlers. Ook indien deze niet zichtbaar zijn in het wegdek.

### B.3.2 Locatie en type meting op vaste bruggen/viaducten met een betonnen bovenbouw.

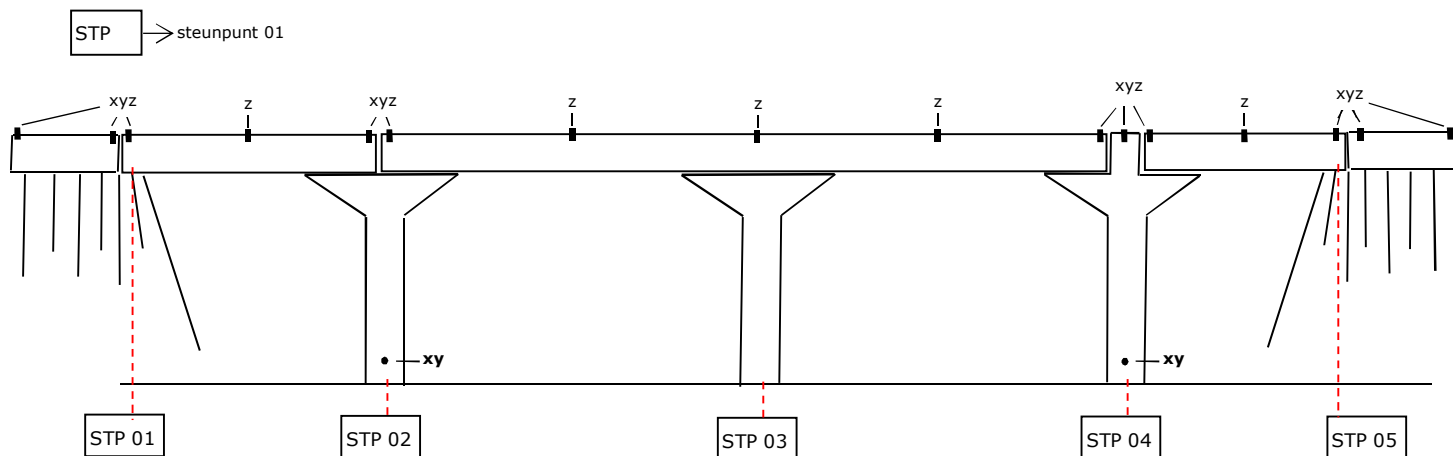
#### XY- en Z-meting

Op [bruggen](#) en [viaducten](#) moeten voor de XY- en Z-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst:

- voorbij de voegovergang, zodat aan beide zijden van de voegovergang een deformatiemeetpunt aanwezig is, zie fig. B.1, B.4, B.5 en B.6;



- aan beide zijden van voegovergangen. Indien de pijler een oplegconstructie heeft waarbij 2 voegovergangen ontstaan, moeten 3 punten in XY en Z worden gemeten. zie figuur B.1;
- De punten dienen aan beide zijden, van de voegovergang te worden geplaatst, op dusdanige afstand uit de voegovergang dat bij renovatie van de voegovergang de punten onbeschadigd blijven.



**Figuur B.1**

### XY-meting

Op bruggen en viaducten moeten voor de XY-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst:

- aan de kopse kant (buitenzijde) van steunpunten (pijlers), indien aanwezig. De punten dienen onderin maar wel zichtbaar (boven de geleiderail) te worden aangebracht. In het geval er een horizontaal betonvlak onder de pijlers zit, is het ook toegestaan dat er een deformatieboutje in het horizontale vlak wordt geplaatst;
- Er worden 4 punten aangebracht, 2 aan beide zijden van het beheerobject, in de pijlers (of het betonvlak) die het dichtst bij het landhoofd staan. Indien er alleen in het midden pijler(s) aanwezig zijn, dan 2 punten aanbrengen.

De bovengenoemde punten in de pijlers worden bij de Nulmeting in XY ingemeten. Bij herhalingsmetingen gebeurt dit alleen op verzoek.

### Z-meting

Op bruggen en viaducten moeten voor de Z-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst:

- boven de steunpunten in de as van de opleglijn;
- in het midden tussen 2 steunpunten, ongeacht de lengte tussen de steunpunten.

Extra deformatiemeetpunten aanbrengen indien de afstand "d" tussen 2 deformatiemeetpunten in een reeks > 20 m.

Het aantal extra punten =  $d / 20$ , afronden naar beneden. De extra deformatiemeetpunten moeten evenredig verdeeld over de afstand worden aangebracht. zie figuur B.1

---

## **XYZ-meting /scheefstandmeting (optioneel)**

[Scheefstandmetingen](#) worden uitgevoerd bij risicovolle constructies. Indien hiervan sprake is, zal dit in de projectspecificaties worden aangegeven.

In bruggen en viaducten moeten voor de XY- en Z-meting deformatiemeetpunten (meetreflectoren) worden geplaatst:

- aan beide buitenzijden (kopse kant) van de steunpunten zowel bovenin als onderin (niet loodrecht onder elkaar, maar ongeveer 10 cm uit de loodlijn om geen verwarring te krijgen tussen + en -).

### **Voegmeting**

Voegmetingen (zie paragraaf D.6) worden uitgevoerd tussen de deformatiemeetpunten aan weerszijden van de voegovergangen.

### **B.3.3 Locatie en type meting bij afzinktunnels**

Bij afzinktunnels dient onderscheid gemaakt te worden tussen het afzinkgedeelte en de bakconstructies van de in- en uitritten van de tunnel. Een afzinktunnel heeft 3 typen dilatatievoegen:

- zinkvoegen tussen de afgezonken tunnelementen;
- één sluitvoeg per afgezonken tunnel;
- meerdere mootvoegen per tunnelement in het afzinkgedeelte;
- meerdere mootvoegen in het niet afgezonken gedeelte (bakconstructies).

### **XY- en Z-meting**

Bij tunnels moeten voor de XY- en Z-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst. De punten onderin aanbrengen, boven de barrier:

- aan het begin en het eind van elk element;
- Aan beide zijden van:
  - De zinkvoegen (afgezonken gedeelte);
  - De sluitvoeg (afgezonken gedeelte);
- Bovenop de wanden van de open bakconstructie van in- en uitritten aan beide zijden van de mootvoegen en aan het begin en einde van de bakconstructie.

### **Z-meting**

- Aan beide zijden van de mootvoegen van de afgezonken tunnelementen. De punten onderin aanbrengen, boven de barrier.

### **Voegmeting**

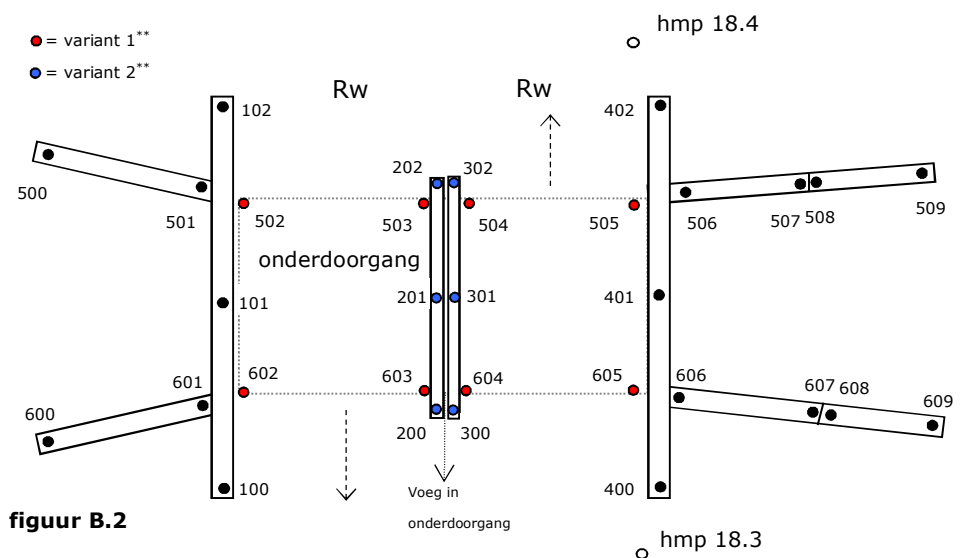
Voegmetingen (zie paragraaf D.6) worden uitgevoerd tussen de deformatiemeetpunten aan weerszijden van de voegen.

### B.3.4 Locatie en type meting bij overige tunnels, duikers\* en onderdoorgangen

#### XY- en Z-meting

Bij tunnels (niet afgezonken), [onderdoorgangen](#) en [duikers](#) moeten voor de XY- en Z-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst (zie voor een voorbeeld figuur B.2):

- aan het begin en het eind van elk element;
- aan beide zijden van mootvoegen. De punten onderin aanbrengen, boven de barrier;
- op de vleugels boven de onderdoorgang evenwijdig aan de rijksweg in het begin, midden en einde een deformatiemeetpunt;
- op vleugels niet evenwijdig aan de rijksweg, begin en einde vleugels en aan weerszijden voegen indien aanwezig. Deze punten indien mogelijk bovenin plaatsen.



\*\*Deze tekening is een voorbeeld; De gekozen variant en het aantal meetpunten is afhankelijk van het type onderdoorgang en de verkeerssituatie. Het meetnetontwerp altijd voorleggen aan de Opdrachtgever.

#### Voegmeting

Voegmetingen (zie paragraaf D.6) worden uitgevoerd tussen de deformatiemeetpunten aan weerszijden van de voegen.

### B.3.5 Locatie en type meting bij open bakken

#### XY- en Z-meting

Bij open bakken moeten voor de XY- en Z-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst:

- aan het begin en het eind van elk element;

\* Bij aanlegprojecten worden duikers gemeten in overleg met GPO (Grote Projecten en Onderhoud) van Rijkswaterstaat.

- 
- aan beide zijden van voegen, indien mogelijk en voor zover te bereiken, bovenop de wanden, zodat constatering van inwendige vervorming van de constructie mogelijk is.

### **Voegmeting**

Voegmetingen (zie paragraaf D.6) worden uitgevoerd tussen de deformatiemeetpunten aan weerszijden van de voegen.

## **B.3.6 Locatie en type meting bij sluizen/stuwen**

### **XY- en Z-meting**

- Door het ontbreken van eenvormigheid bij genoemde kunstwerken een algemeen advies: De deformatiemeetpunten bij voorkeur plaatsen in de directe omgeving van vitale delen van genoemde beheerobjecten, zoals bewegingswerken, waarbij dan met name gedacht moet worden aan draaiassen van deuren en het begin en eind van (sluis)hoofden en in wanddelen aan weerszijden van de dilatatievoegen.

### **Voegmeting**

Voegmetingen (zie paragraaf D.6) worden uitgevoerd tussen de deformatiemeetpunten aan weerszijden van de voegen.

## **B.3.7 Locatie en type meting bij beweegbare hefconstructies (optioneel)**

### **Z-meting**

- Bij de uiteinden (4 hoeken) van de val/klap, ter hoogte van de draaiassen, ter hoogte van de hameistijlen, heftoren;
- Alle vitale onderdelen van de beheerobjecten worden in de meting betrokken.

### **XYZ-meting /scheefstandmeting**

- Meetreflector boven in hameistijl, heftoren e.d. en onderin, zo laag mogelijk, eveneens een meetreflector aanbrengen. (niet loodrecht onder elkaar, maar ongeveer 10 cm uit de loodlijn om geen verwarring te krijgen tussen + en -).

## **B.3.8 Locatie en type meting bij geluidsschermen (optioneel)**

Deformatiemetingen voor geluidsschermen worden uitgevoerd bij risicovolle constructies. Indien hiervan sprake is, zal dit in de projectspecificaties worden aangegeven.

### **XYZ-meting**

Voor deformatiemetingen van geluidsschermen moeten voor de XY- en Z-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst:

- 
- bij elke in de aardebaan gefundeerde stijl van het geluidsscherp op maaiveldhoogte;
  - boven de steunpunten en in het midden tussen 2 steunpunten daar waar sprake is van geplaatste stijlen op een onderslagbalk of andere draagconstructie (bijv. portalen).

### **B.3.9 Locatie deformatiemeetpunten bij overige beheerobjecten**

Bij deze categorie zijn de deformatiemeetpunten te kiezen, in overleg met de constructeur, aan de hand van de van vitaal belang zijnde delen van de beheerobjecten.

## B.4 Nummering deformatiemeetpunten

### B.4.1 Algemeen

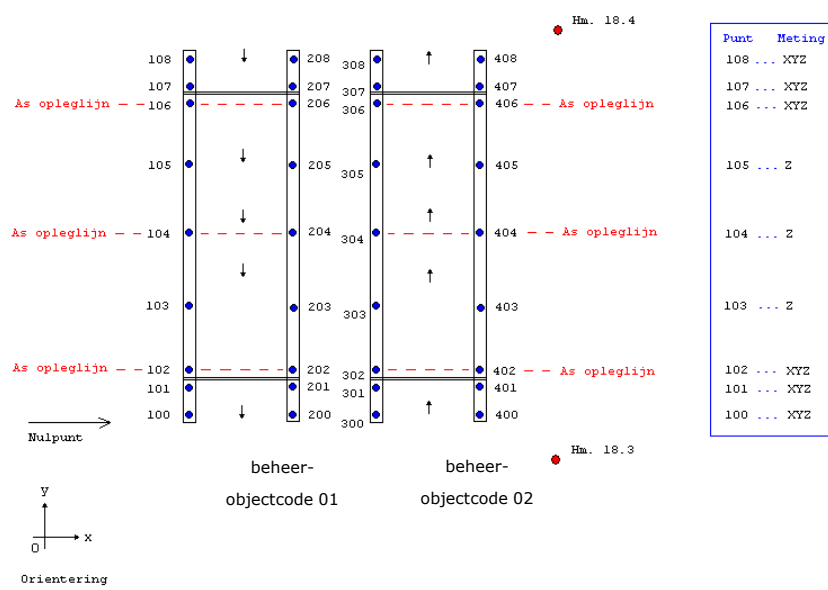
- Bij de meeste kunstwerken wordt een rasternet van deformatiemeetpunten aangebracht. Op het kunstwerk wordt het [nulpunt](#) en de X- en Y-richting van dit rasternet bepaald. In de Y-richting worden de opeenvolgende deformatiemeetpunten beschouwd als één boutenreeks;
- Naast elkaar gelegen beheerobjecten (hetzelfde landhoofd) worden vaak in één deformatiemeting uitgevoerd en verwerkt. De verschillende boutenreeksen worden dan, beheerobject overstijgend, doorgenummerd (zie figuur B.3);
- De deformatiemeetpunten worden volgens de hierna beschreven systematiek genummerd.

### B.4.2 Bepalen nulpunt kunstwerk

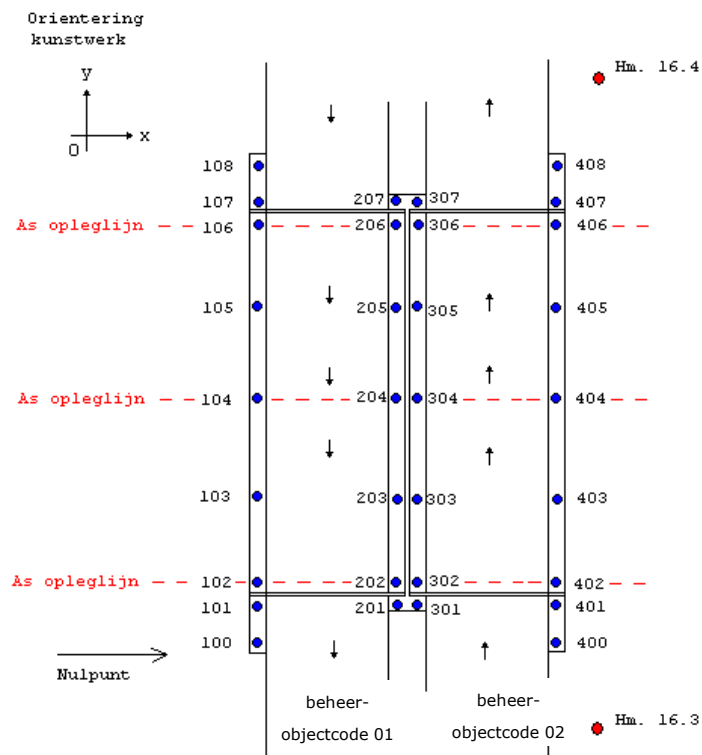
#### Kunstwerken gelegen in de Rijksweg.

Het [nulpunt](#) van nummering wordt als volgt bepaald:

Aan de zijde van het kunstwerk met oplopende kilometrering in de rijrichting, ligt het [nulpunt](#) van het kunstwerk linksonder (zie figuur B.3 en B.4).



figuur B.3 Kunstwerk gelegen in de Rijksweg

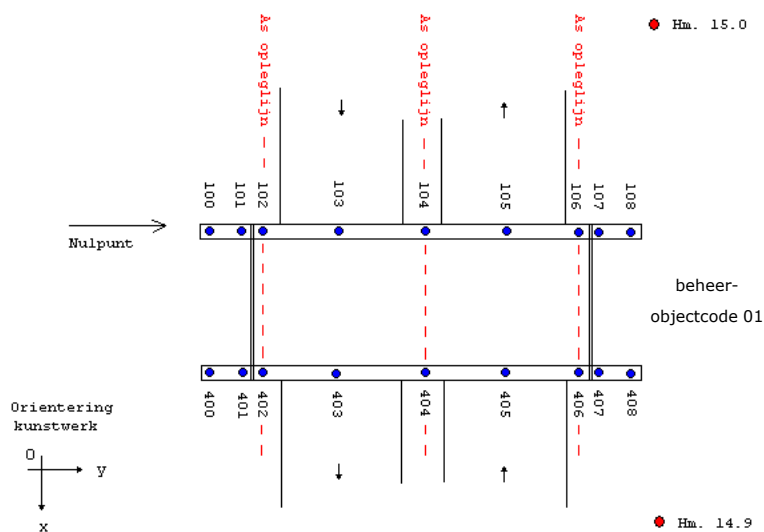


**figuur B.4 Kunstwerk gelegen in de Rijksweg**

### Kunstwerken gelegen over of onder de Rijksweg.

Het [nulpunt](#) wordt als volgt bepaald:

Op het kunstwerk met het gezicht in de richting van de oplopende hectometrering van de Rijksweg, ligt het [nulpunt](#) linksboven, zie figuur B.5:



**figuur B.5 Kunstwerk gelegen over de Rijksweg**

---

### B.4.3 Rasternet kunstwerk

- Als het [nulpunt](#) van het kunstwerk is bepaald, worden de deformatiemeetpunten genummerd;
- De 2 hoofdrichtingen zijn de [schampkant](#) door het [nulpunt](#) (Y-richting) en de richting loodrecht op deze schampkant (X-richting);
- De Y-as ligt evenwijdig aan de lengterichting van het kunstwerk waarbij de Y-as oploopt in de richting van de oplopende puntnummering van een reeks. Bij geluidsschermen de Y-as zo kiezen dat deze zoveel mogelijk in de richting van het geluidsscherm loopt. Bij sluizen zo goed mogelijk de Y-as evenwijdig aan de sluis(vaar)richting;
- Van links naar rechts bekeken wordt voor de nummering van de deformatiemeetpunten de volgende indeling toegepast:
  - de meest linkse boutenreeks is de "100"-reeks (100, 101, etc.);
  - de linkse boutenreeks op de middenberm is de "200"-reeks;
  - de rechtse boutenreeks op de middenberm is de "300"-reeks;
  - de meest rechtse boutenreeks is de "400"-reeks.
- Er wordt uitgegaan van een kunstwerk met 4 reeksen deformatiemeetpunten;
- Zijn er geen deformatiemeetpunten voorzien bij de middenberm, dan vervalt de "200"- en "300"-reeks;
- Zijn er meer dan 4 reeksen deformatiemeetpunten, dan is de meest linkse reeks de "100"-reeks en worden de andere reeksen oplopend naar rechts genummerd;
- In de X-richting krijgen de punten welke op één lijn zijn gelegen in hun reeks hetzelfde volgnummer. Bijvoorbeeld: De punten voor de voegconstructie uit figuur B.3 en B.4 krijgen de nummers 101, 201, 301 en 401.

### B.4.4 Bijplaatsen van deformatiemeetpunten

- In incidentele gevallen kan het nodig zijn om (in de herhalingsmeting) deformatiemeetpunten bij te plaatsen;
- Het bijgeplaatste punt krijgt een nieuw nummer;
- Indien een deformatiemeetpunt wordt bijgeplaatst in een bestaande reeks moet het 100-tal van het nieuwe puntnummer overeenkomen met het 100-tal van de betreffende reeks. Het volgnummer in de reeks is uniek en correspondeert, gezien in de X-richting, met de volgnummers van overeenkomstige punten in naastliggende reeksen;
- Indien het nieuwe punt niet overeenkomt met punten uit de naastliggende reeksen kan het volgnummer worden afgeleid uit het hoogste volgnummer uit de reeks + 1;  
Voorbeeld: In de bestaande 100-reeks met de puntnummers 100 t/m 112 wordt een punt toegevoegd tussen punt 104 en 105. Het toegevoegde punt krijgt puntnummer 113T. De overige puntnummers blijven ongewijzigd. Indien in de 400-reeks gezien in de X-richting ook een overeenkomstig punt wordt toegevoegd, dan moet het volgnummer van dit punt overeenkomen met het volgnummer van het toegevoegde punt uit de 100-reeks. Het toegevoegde punt krijgt dan het nummer 413T;
- Van de bestaande deformatiemeetpunten blijft het puntnummer ongewijzigd;



- 
- De bijzondere voorwaarden m.b.t. verzamelde X-, Y- en Z-gegevens in [paragraaf E.3.2](#) zijn van toepassing.

#### **B.4.5 Nummering reeksen op verschillende niveaus**

- Bij het voorkomen van reeksen op verschillende niveaus wordt het onderscheid doorgevoerd in de reeksnummering;
- De nummering sluit aan op de nummering van het bovenste niveau en de nummering van steunpunten.
  - Het bovenste niveau heeft reeksnummers < 1000, zoals beschreven in de voorgaande paragrafen.
  - Voor (horizontale reeksen op) het eerstvolgend lagere niveau, worden de reeksnummers met 1000 opgehoogd.
  - De reeksrichting is vrij. Bijvoorbeeld de reeks over de eerste sloof krijgt reeksnummer 1100, de tweede sloof reeksnummer 1200, etc.
  - Voor elk volgend lager niveau worden de reeksnummers met 1000 opgehoogd. Het laagste mogelijke niveau is 9000.

#### **B.4.6 Nummering deformatiemeetpunten in steunpunten**

- Deformatiemeetpunten in steunpunten worden beschouwd als een aparte verticale reeks en krijgen een aangepaste nummering;
- Het puntnummer bestaat uit het op de bovenbouw gelegen meetpuntnummer, gevolgd door 01 (= bovenzijde pijler) of 02 (= onderzijde pijler);
- Gesteld dat in figuur B.5 sprake is van een risicovolle constructie dan wordt de scheefstand bepaald van de steunpunten; dit resulteert in de meting van de punten 10401 – 10402 en 40401 – 40402;
- De in paragraaf [B.3.2](#), onder de kop **XY-meting**, genoemde 4 punten, 2 aan beide zijde van het beheerobject, in de kopse kant van de steunpunten (pijlers) krijgen het puntnummer van het op de bovenbouw gelegen puntnummer, gevolgd door 02. bijv. 10402.

#### **B.4.7 Afwijkende reeksrichting**

- In beginsel loopt de reeksnummering langs de Y-as van het kunstwerk. Soms is dit principe niet hanteerbaar, bijvoorbeeld bij deformatiemeetpunten gelegen op een sloof in de fundering van het kunstwerk;
- In het geval dat deformatiemeetpunten in een onderdeel van het kunstwerk zijn aangebracht om de stabiliteit van dit specifieke onderdeel op deformatie te onderzoeken, worden deze punten in één over dit onderdeel lopende reeks opgenomen. In dergelijke situaties kan de reeksrichting anders zijn dan parallel aan de Y-as van het kunstwerk. Bij dergelijke reeksen is in de XY-deformatiegrafiek, de richting van X- en Y-verschillen anders dan die welke in de legenda is aangegeven.

#### **B.4.8 Nummering van punten op geluidsschermen**

- De meetpunten op geluidsschermen moeten per beheerobjectcode worden gezien als een aparte reeks;
- Bij lange geluidsschermen kan het voorkomen dat een reeks meer dan 100 meetpunten bevat;

- De nummering van een geluidsscherm moet per beheerobjectcode beginnen met 1000. Indien het geluidsscherm (beheerobject) bestaat uit meerdere objectdelen dan begint het eerste objectdeel met puntnummer 1000 het tweede en volgende objectdelen beginnen steeds met het opvolgende honderdtal vanaf het laatste puntnummer van het vorige objectdeel.

voorbeeld:

objectdeel 1 puntnummer 1000 t/m 1178  
 objectdeel 2 puntnummer 1200 t/m 1364  
 objectdeel 3 puntnummer 1400 t/m 1455  
 etc.

## B.5 Verzekering van de deformatiemeetpunten

Indien de locatie van de aan te brengen deformatiemeetpunten is afgestemd met de CIV, moeten de deformatiemeetpunten fysiek in het terrein worden geplaatst. Afhankelijk van het doel en de locatie van de deformatiemeetpunten moeten de onderstaande typen van verzekering worden gebruikt.

### B.5.1 Meetbouten voor horizontale vlakken

- In horizontale vlakken wordt gebruik gemaakt van een messing meetbout met een lengte van 6 cm en een doorsnede van 10 mm, zie figuur B.6;



figuur B.6



figuur B.7 messing meetbout

- De meetbout is voorzien van een gefreesde ring ten behoeve van een goede hechting in de ondergrond en een centergat van 2 mm breed en minimaal 5 mm diep ten behoeve van plaatsing van de punt van een centreerstaf;
- In de ondergrond wordt een gat geboord waarin de meetbout of duurzaam wordt verlijmd met een watervaste lijmsort met een hoge temperatuurbestendigheid of met (snel)cement duurzaam wordt aangebracht;
- De meetbouten in het horizontale vlak zijn zo verticaal mogelijk geplaatst;
- De meetbouten steken **4 tot 8 mm** (zie figuur B.7) boven de ondergrond uit;
- De Z-coördinaat van het deformatiemeetpunt betreft de kop, het cirkelvormige bovenvlak met een diameter van 10mm van de

- meetbout;
- De XY-coördinaten van het deformatiemeetpunt betreffen het hart van het centergat van de meetbout. zie figuur B.7
- Bij herhalingsmetingen wordt, in geval van herplaatsing van bouten, hetzelfde type bout als de al aanwezige bouten gebruikt;
- Voor sluizen dient in verband met struikelgevaar de platte Messing bout 11h-6 met centrering te worden gebruikt.



**figuur B.8 bout 11h-6**

### B.5.2 Meetbout voor plaatsing in verticale wanden

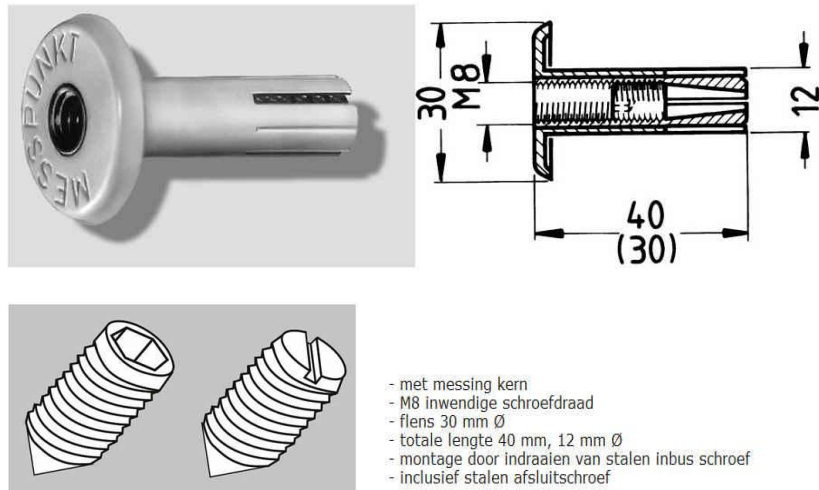
- In verticale wanden wordt gebruik gemaakt van:
  - een roestvast (RVS) slaganker<sup>2</sup> M8 met een lengte van minimaal 3 cm, zie figuur B.9A. Het slaganker dient afgesloten te worden met de originele bijgeleverde afsluitschroef of kunststof afsluitschroef;



**figuur B.9A Meetbout voor verticale wanden**

- een kunststof wandbout met messing kern (11r2-40w) figuur B.9B. De wandbout dient afgesloten te worden met originele bijgeleverde afsluitschroef of kunststof afsluitschroef.

<sup>2</sup> Let op: Er zijn ook niet RVS slagankers in de handel. **Deze oxideren/roesten en mogen niet worden gebruikt!** Indien geconstateerd wordt dat deze wel zijn gebruikt dan moeten deze worden verwijderd en vervangen door roestvaste (RVS) slagankers. De meting zal opnieuw moeten worden uitgevoerd.



**figuur B.9B Meetbout 11r2-40w voor verticale wanden**

- o een messing wandbout figuur B.9C. De wandbout dient afgesloten te worden met originele bijgeleverde afsluitschroef of kunststof afsluitschroef.

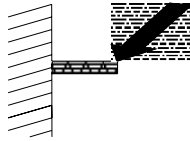


**figuur B.9C messing meetbout voor verticale wanden**

- De aanslag van het RVS-slaganker moet samenvallen met het muurvlak of er een fractie uitsteken ( $< 1$  mm), zodat de adapter altijd goed aansluit op het RVS-slaganker (controleren bij monteren);
- De XY-coördinaten van een deformatiemeetpunt, dat op bovenstaande wijze is verzekerd, komen overeen met het hart van het prisma;
- Indien het deformatiemeetpunt niet is te waterpassen komt de Z-coördinaat van een deformatiemeetpunt, dat op bovenstaande wijze is verzekerd, overeen met het hart van het prisma; Indien het punt wel is te waterpassen komt de Z-coördinaat van een deformatiemeetpunt, dat op bovenstaande wijze is verzekerd, overeen met de bovenzijde uiteinde van de prisma-adapter (lengte 40mm), zie figuur B.10 en D.2;
- Indien een deformatiemeetpunt in een verticale wand alleen een (verticale) Z-deformatie als doel heeft en dit punt is te waterpassen, dan moeten messing meetbouten (zie figuur B.6) worden gebruikt. De Z-coördinaat van het deformatiemeetpunt, dat op deze wijze is verzekerd, komt dan overeen met de bovenzijde van de meetbout, zie figuur B.10 De meetbout wordt zo geplaatst, dat het uiteinde van de meetbout enigszins omhoog is gericht, zodat bij waterpassen de

---

baak op het uiteinde (=hoogste punt) staat. De meetbouten mogen niet verder uitsteken dan nodig (4 tot 8 mm) om de baak goed te kunnen plaatsen.



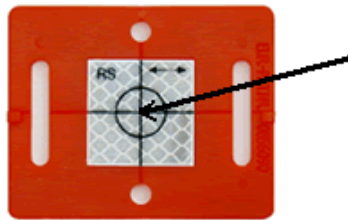
**Hoogte van het deformatiemeetpunt betreft bovenzijde uiteinde van de meetbout of prisma adapter.**

**figuur B.10**

### **B.5.3 Deformatiemeetpunten in pijlers**

In pijlers worden deformatiemeetpunten aangebracht voor:

- de bepaling van de scheefstand van pijlers (optioneel);
- de constatering van beweging van landhoofden.
- Bij (in de toekomst) moeilijk bereikbare locaties wordt voor de punten bovenin gebruik gemaakt van kunststof meetreflectoren;
  - Bij gebruik van meetreflectoren wordt de XYZ-positie van het meetpunt bepaald door het hart van de roos, zie figuur B.11;



**XY- en Z-maat betreft het hart van het richtmerk**

**figuur B.11**

- De meetreflectoren moeten zo worden aangebracht dat deze door bijvoorbeeld schoonmaakwerkzaamheden niet makkelijk van de wand loslaten (vastschroeven);
- Er moeten maatregelen worden getroffen dat bij verstoring van de meetreflector, deze is terug te plaatsen (maatvoering, aftekenen, doorboren hart richtmerk, ...);
- Voor de punten onderin de pijlers geldt dat RVS-slagankers of messing wandbouten worden gebruikt. In het geval er een horizontaal betonvlak onder de pijlers zit, is het ook toegestaan dat er een deformatieboutje (zie B.5.1) in het horizontale vlak wordt geplaatst. Indien deze punten bij herhalingsmetingen moeilijk bereikbaar zijn, moet overwogen worden hier ook reflectoren te plaatsen.

## **B.6 Controle meetnet**

Bij herhalingsmetingen geldt dat voorafgaand aan de uitvoering van de herhalingsmeting wordt gecontroleerd of het meetnet nog intact is. De controle van het meetnet maakt onderdeel uit van de Objectverkenning. De Objectverkenning is een aparte stap in het proces "Advisering

---

herhalingsmetingen Kunstwerken” en is verder gespecificeerd in de “Productspecificaties Objectverkenning”.

#### **B.6.1 Verstoring van een deformatiemeetpunt**

- Bij verstoring van een (in de nulmeting geplaatst) deformatiemeetpunt wordt een nieuw deformatiemeetpunt geplaatst in de directe nabijheid van het oorspronkelijke punt, zodanig dat het herplaatste punt op gelijkwaardige wijze representatief is voor het kunnen aantonen van deformatie;
- Een herplaatst punt krijgt het nummer van het oorspronkelijke punt, gevolgd door een lettercode. Bij verstoring van punt 402 krijgt het herplaatste punt het nummer 402A. Raakt dit punt wederom verstoord dan zal bij een volgende herplaatsing het puntnummer wijzigen in 402B;
- Als blijkt dat een in het verleden bijgeplaatst deformatiemeetpunt (paragraaf B.4.4) verstoord is, wordt de meetbout herplaatst. In dit geval krijgt het puntnummer van het oorspronkelijke punt de toevoeging “A”. bijv. “113T” wordt “113TA”.

#### **B.6.2 Verstoring van een reeks deformatiemeetpunten**

- Wanneer een (reeks) punt(en) niet meer bereikbaar is, bijvoorbeeld door plaatsing van een barrier of een geluidsscherm, dan volgt overleg met de Opdrachtgever. De Opdrachtgever besluit welke aanpassingen volgen op de nieuw ontstane situatie.
- Vervanging van een reeks punten (bijvoorbeeld bij de verbreding van een kunstwerk), leidt tot een nieuwe reeks met een nieuw reeksnummer en volgnummers.

#### **B.6.3 Wijziging van het meetnetontwerp en aanmaak Vastmeetschetsen**

- Correcties in het meetnet op grond van verstoring die tijdens de terreinverkenning zijn vastgesteld, worden vastgelegd door aanpassing van het meetnetontwerp / Liggingsplan en Vastmeetschetsen.

---

## Bijlage C Eisen Z-meting

### C.1 Inleiding

- Doel: - Bepalen van de meetopzet (nulmeting) en uitvoering van de hoogtemeting.
- Procedure: - Vanuit de gevraagde kwaliteit en het meetnetontwerp, de instrumentkeuze en de meetopzet vaststellen.
- Uitvoeren hoogtemeting.
- Resultaat: - Beschrijving van het instrument, de accessoires, de meetmethode en de meetopzet t.b.v. de uitvoering van de hoogtemeting.
- Hoogtemeting + meet- en rekenverslag.

#### C.1.1 Nadere toelichting doel hoogtemeting

De Z-meting is gericht op het vaststellen van relatieve deformatie. Met andere woorden: er wordt onderzoek gedaan naar vormveranderingen van het te monitoren beheerobject.

### C.2 Kwaliteit

De kwaliteit van het eindproduct wordt onder meer beoordeeld naar [precisie](#) en rekenkundige [betrouwbaarheid](#). Het resultaat van de berekening van de deformatiemeting moet voldoen aan de onderstaande voorwaarden.

#### C.2.1 Precisie

Wanneer geen nadere nauwkeurigheidseisen ten aanzien van de deformatiemeting aangegeven worden, dan gelden de volgende algemene nauwkeurigheidseisen:

- Bij verticale deformatie geldt een deformatiedrempel van 5 mm;

De op te leveren coördinaten moeten voldoen aan de volgende voorwaarden:

- precisie Z-coördinaat:  $\sigma_Z \leq 1.25 \text{ mm}$ ;

#### C.2.2 Betrouwbaarheid

De Z-coördinaat van de deformatiemeetpunten moet betrouwbaar worden bepaald. Dat wil zeggen dat de meting zodanig moet worden opgezet en uitgevoerd dat bij verwerking systematische en toevallige meetfouten ontdekt kunnen worden. Daarvoor geldt het volgende:

- In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voor;
- de F-toets is geaccepteerd;
- Redundantie: het percentage dat de redundantie aangeeft, is groter dan 25;

- BNR (Bias to Noise Ratio): de waarden voor BNR zijn van dezelfde orde van grootte;
- De BNR-waarde is niet groter dan 10;
- MDBn (Minimal Detectable Bias) < 10, geldt voor de waarnemingen;
- In de meting komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen voor. (ook wel aangeduid als "[vrije waarnemingen](#)").

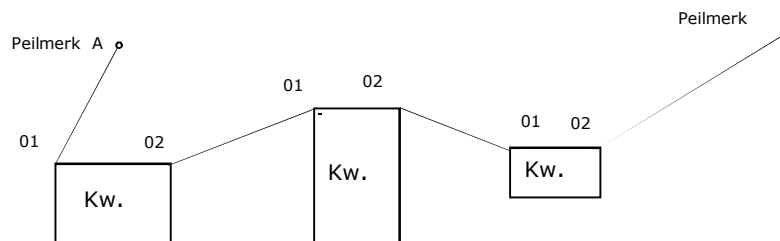
## C.3 Meetopzet

### C.3.1 Algemeen

- Mede gezien de bovenstaande kwaliteitseisen wordt geëist dat hoogtemetingen t.b.v. verticale deformatie worden uitgevoerd door middel van waterpassingen;
- Indien 1 of meerdere punten niet is te waterpassen moet de hoogte tachymetrisch worden bepaald;
- Voor aanvang van de Nulmeting wordt de meetopzet bepaald;
- Indien er sprake is van tunnels waarbij tussendeuren aanwezig zijn, moeten verbindingen tussen de tunnelbuizen worden gelegd;
- De meetopzet geldt bij voorkeur voor alle navolgende herhalingsmetingen. Alleen voor de aansluiting van het meetnet gelden bij de herhalingsmetingen andere voorwaarden dan bij de Nulmeting.

### C.3.2 Aansluiting Nulmeting op N.A.P.

- Bij uitvoering van de Nulmeting wordt het meetnet over het kunstwerk middels een doorgaande waterpassing aangesloten op [N.A.P.-peilmerken](#) van het secundair netwerk van het N.A.P.;
- Van ieder beheerobject in een [kunstwerkcomplex](#) worden in de doorgaande waterpassing **in heen en teruggang** tussen 2 N.A.P.-peilmerken (**sectie**) 2 **stabiele** deformatiemeetpunten **op het object** gewaterpast. **Bij voorkeur 2 punten aan beide uiteinden van het object. Indien dit praktisch niet mogelijk is dan 2 punten waterpassen die onderling een duidelijk hoogteverschil hebben;**
- Bij waterbouwkundige constructies met een hoog veiligheidsrisico wordt t.b.v. een stabiele referentie in de directe nabijheid, gebruik gemaakt van een [ondergronds merk](#). De noodzaak tot het gebruik maken van, resp. het aanbrengen van een ondergronds merk staat aangegeven in de projectspecificaties.

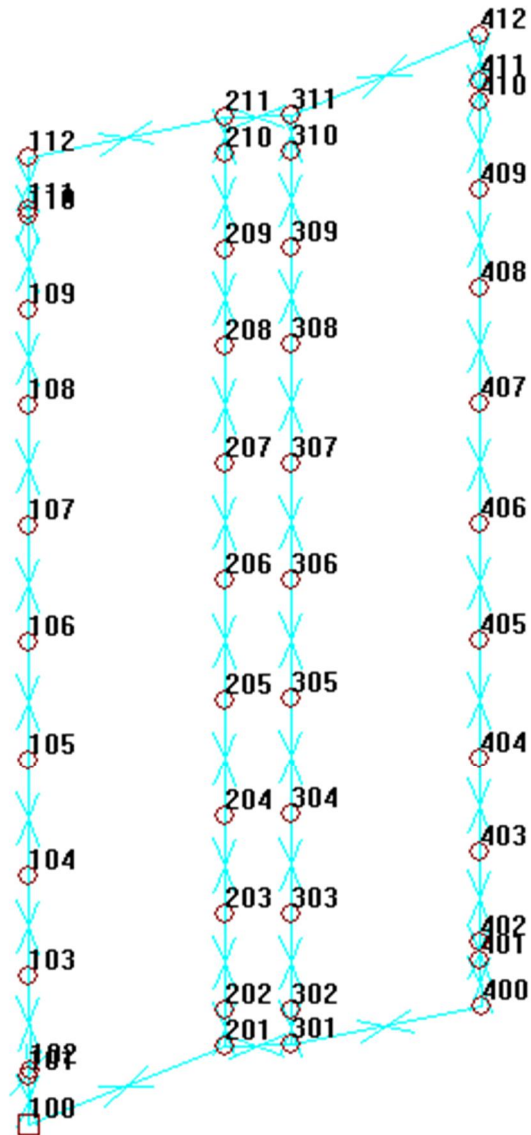


Figuur C.1



### C.3.3 Meetopzet over het kunstwerk

- Per beheerobject wordt een [kringwaterpassing](#) van de deformatiemeetpunten zowel in heen- als teruggang uitgevoerd (zie figuur C.2);
- Kringwaterpassingen van naast elkaar liggende beheerobjecten, op minimaal 2 plaatsen dwarsverbindingen maken. (zie figuur C.2).



figuur C.2

- Ieder deformatiemeetpunt wordt minimaal 2x onafhankelijk aangemeten;
- Heen- en teruggang dienen met 2 verschillende instrumentopstellingen te worden uitgevoerd, waarbij eerst de volledige heengang en daarna de volledige teruggang wordt gemeten.

---

## **C.4 Waterpassing**

### **C.4.1 Algemeen**

- Waterpassingen t.b.v. het aantonen van verticale deformatie worden secundair uitgevoerd volgens de specificaties van Bijlage B van de productspecificaties Grondslag.

### **C.4.2 Specifiek**

Aanvullend/afwijkend aan de specificaties van Bijlage B van de Productspecificaties Grondslag geldt voor deformatiemetingen het volgende:

#### **Instrumentarium**

Het instrumentarium dat ingezet wordt voor de uitvoering van de waterpassingen dient vooraf aantoonbaar gecontroleerd te zijn.

#### **Voorwaarden secundair waterpassen**

- Voor iedere meting, zowel de nul- als alle herhalingsmetingen, geldt dat alle metingen (de X,Y- en de Z-meting en de voegmeting) binnen dezelfde aaneengesloten periode moet worden uitgevoerd om temperatuur invloeden te minimaliseren;
- Bij lange objecten bijv. tunnels eerst een doorgaande waterpassing uitvoeren met zo min mogelijk slagen over vaste punten. Daarna detailwaterpassing van de overige deformatiemeetpunten uitvoeren. (van groot naar klein werken);
- De aflezingen worden geregistreerd in 0.1 mm  
Bij voorkeur de meting van de deformatiemeetpunten meten met 1 baak, om nulpuntfouten tussen 2 bakken uit te sluiten. Indien toch gebruik wordt gemaakt van 2 bakken dan bij nulpuntfouten groter dan 0.2 mm, bij iedere aflezing door middel van de identificatiecode aangegeven op welke baak deze is verricht. Later moet dan bij een grote nulpuntfout een correctie op de aflezing worden toegepast;
- Bij bruggen, gebouwd volgens de vrije uitbouwmethode, wordt het uitbouwgedeelte zo vroeg mogelijk op de dag gewaterpast. Dit in verband met temperatuursinvloeden;
- Bij sluizen kan het schutverschil van invloed zijn op de waterpassing. Voer de waterpassing dus uit met één waterstand in de kolk. Vermeld in het meetrapport bij welke waterstand de meting is uitgevoerd. Indien het praktisch niet mogelijk is bij één waterstand de waterpassing uit te voeren vermeldt dan in het meetrapport het maximale schutverschil tijdens de meting.

### **C.4.3 Dagrapport Z-meting**

- Tijdens de Z-meting wordt een dagrapport bijgehouden;
- In het dagrapport wordt alle aanvullende informatie vastgelegd die van belang kan zijn voor de verwerking van de meetgegevens en de interpretatie van de meet- en berekeningsresultaten;
- In het dagrapport wordt aangegeven welke apparatuur (merk en type) en accessoires tijdens de meting zijn gebruikt en onder welke

---

weersomstandigheden (zie paragraaf 2.3) de meting wordt uitgevoerd;

- Indien de hoogtemeting tachymetrisch wordt bepaald en daarbij gebruik wordt gemaakt van RVS-slagankers, is het belangrijk dat de combinatie van adapter en prisma bij de Nulmeting en herhalingsmetingen dezelfde zijn. Daarvoor moet in het dagrapport het prisma goed worden beschreven. Daarbij moet de afstand hart prisma tot de aanslag van de adapter worden gemeten en worden gerapporteerd. De beschrijving van het prisma moet met een foto worden aangevuld.
- Informatie wordt opgenomen over bijzondere omstandigheden m.b.t. verzekering van punten, wijze van centreren, storingen tijdens de meting, etc.;
- De gegevens worden vastgelegd in een PDF-bestand;
- De bestandsnaam (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd;  
<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>-dagrapport.\*  
bijv.: 25A-305-01-02-WP-dagrapport.pdf

**Opmerking:** Het dagrapport is een bron voor hoofdstuk 4 en 6 van het Meetrapport.

## C.5 Berekening

### Algemeen:

- Bij de vereffening van de waterpassingen moeten in Move3 de XY-coördinaten van de punten worden ingevoerd, zodat duidelijk te zien is welke waterpastrajecten zijn uitgevoerd (zie figuur C.2).

### C.5.1 Doorgaande waterpassing met aansluiting op N.A.P.-peilmerken

Bij de Nulmeting wordt de doorgaande waterpassing met de aansluiting op N.A.P.-peilmerken als een aparte Move3-vereffening doorgerekend.

Voor de toetsing en vereffening van de meetgegevens gelden de volgende parameters:

- 1-Dimensionale toets :  $\alpha_0$  = 0.001 of 0.1 %  
 $\alpha_0$  = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha\_0)
- Onderscheidingsvermogen :  $\beta$  = 0.80 of 80.0 %  
 $\beta$  = onderscheidingsvermogen (Bèta)
- $\sigma$  Enkel hoogteverschil absoluut = 0.0 mm
- $\sigma$  Enkel hoogteverschil relatief  $\leq 1.41$  mm/  $\sqrt{\text{km}}$
- Idealisatieprecisie Hoogte = 0.0000 m

### Stap 1: Toetsing van de meting op meetfouten:

De meting dient te worden gecontroleerd op meetfouten, waarbij verworpen waarnemingen worden gedeselecteerd. Gebruik voor de berekening de volgende instellingen:

Fase : 1 (vrij netwerk)

---

Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm

### Stap 2: Eindberekening coördinaten:

In deze berekening worden de definitieve coördinaten van de betreffende meting berekend. Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

Fase : 2 (Aansluiting, pseudo)  
Standaardafwijking aansluitpunten : 1 mm

- Er wordt aangesloten op 2 N.A.P.-peilmerken (A en B);
  - Indien de aansluiting leidt tot verwerpingen van de coördinatentoets, dan wordt nader onderzocht welk peilmerk uiteindelijk zal worden aangehouden. De vereffening wordt nogmaals uitgevoerd met alleen peilmerk A als aansluitpunt. Voor peilmerk B wordt in de vereffening een hoogte bepaald.
    - Als de berekende hoogte van peilmerk B lager is dan de hoogte uit NAP-info dan wordt aangenomen dat peilmerk B inderdaad verstoord is en peilmerk A het goede aansluitpunt is;
    - Als de berekende hoogte van peilmerk B hoger is dan de hoogte uit NAP-info dan wordt aangenomen dat peilmerk A verstoord is. De vereffening wordt opnieuw uitgevoerd waarbij peilmerk B als aansluitpunt wordt aangehouden en peilmerk A wordt herberekend;

Indien de berekende zakking van een losgelaten N.A.P.-peilmerk meer is dan 15 mm wordt contact opgenomen met de Opdrachtgever om de historie (stabiliteit) van de betreffende N.A.P.-peilmerken na te gaan. Er kan mogelijk besloten worden om een 3e N.A.P.-peilmerk bij de meting te betrekken.

- De Move3-bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:  
<complexcode>-<volgnummer>-NAP.\*  
bijv.: 25A-305-01-NAP.prj

### C.5.2 Kringwaterpassing Nulmeting

Bij de Nulmeting wordt na de berekening van de doorgaande waterpassing, de objectwaterpassing berekend.

Voor de toetsing en vereffening van de meetgegevens gelden voor alle waarnemingen hetzelfde kansmodel met voor de parameters de volgende waarden:

- 1-Dimensionale toets:  $\alpha_0$  = 0.001 of 0.1 %
- $\alpha_0$  = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha\_0)
- Onderscheidingsvermogen:  $\beta$  = 0.80 of 80.0 %
- $\beta$  = onderscheidingsvermogen (Bèta)
- $\sigma$  Enkel hoogteverschil absoluut = 0.1 mm
- $\sigma$  Enkel hoogteverschil relatief  $\leq 1.41 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$
- $\sigma$  hoogte aansluitcoördinaat = 0.1 mm
- Idealisatieprecisie Hoogte = 0.0000 m

---

### Stap 1: Toetsing van de meting op meetfouten:

De meting dient te worden gecontroleerd op meetfouten, waarbij verworpen waarnemingen worden gedeselecteerd. Gebruik voor de berekening de volgende instellingen:

Fase : 1 (vrij netwerk)  
Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm  
Keuze aansluitpunt is vrij en kan zo worden gekozen dat de berekende standaardafwijkingen zo klein mogelijk zijn.

Toets: De standaardafwijkingen van de berekende coördinaten zijn  $\leq 1.25$  mm.

### Stap 2: Eindberekening coördinaten:

- Bij de Move-berekening van de objectwaterpassing wordt één van de deformatiemeetpunten uit de doorgaande waterpassing als aansluitpunt gebruikt, het 2e deformatiemeetpunt dient als controlepunt.

In deze berekening worden de definitieve coördinaten van de betreffende meting berekend. Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

Fase : 2 (Aansluiting, pseudo)  
Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm

Toets: De berekende hoogte van het controlepunt mag niet meer dan 2 mm afwijken van de hoogte uit de doorgaande waterpassing.

- De Move3 bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd: <beheerobjectcode>-00-WP.\* Bijv.: 25A-305-01-00-WP.prj

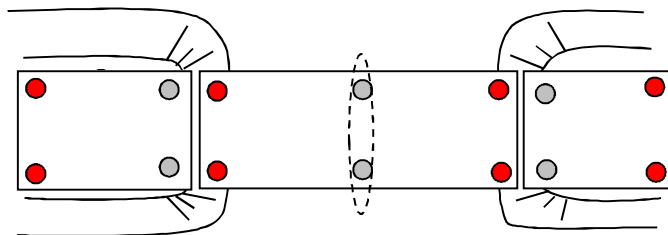
## C.5.3 Kringwaterpassing Herhalingsmeting

- Voor de toetsing en vereffening van de meetgegevens gelden dezelfde parameters als bij de Nulmeting.

De **herhalingsmeting** is een relatieve meting. Bij herhalingsmetingen wordt nagegaan of het beheerobject onderhevig is aan verticale bewegingen t.o.v. de in de Nulmeting berekende hoogte van het uitgangspunt.

Het N.A.P.-vlak wordt niet meer gebruikt als referentie. Eén van de onderstaande aansluitpunten moet bij de eindberekening coördinaten (stap 2) worden aangehouden:

- In de herhalingsmeting wordt een stabiel deformatiemeetpunt gekozen als uitgangspunt voor de aansluiting van het meetnet en de berekening van de overige deformatiemeetpunten. Als blijkt dat bij een herhalingsmeting het Z-aansluitpunt niet stabiel is, mag ook een aansluitpunt voor de Z boven een pijler worden aangehouden;
- De keuze van het stabiele deformatiemeetpunt als uitgangspunt voor de aansluiting van het meetnet is zodanig dat andere stabiel veronderstelde aansluitpunten een daling krijgen, in ieder geval niet stijgen;



- punten die als aansluitpunt mogen worden
- punten die niet als aansluitpunt mogen worden

**figuur C.3**

- De hoogte van het uitgangspunt komt voort uit de berekening van de Nulmeting. In alle navolgende herhalingsmetingen zal hetzelfde deformatiemeetpunt als uitgangspunt worden aangehouden;
- In de herhalingsmetingen worden geen actuele hoogtegegevens van [N.A.P-peilmerken](#) meer toegepast.

#### **Stap 1: Toetsing van de meting op meetfouten:**

De meting dient te worden gecontroleerd op meetfouten, waarbij verworpen waarnemingen worden gedeselecteerd. Gebruik voor de berekening de volgende instellingen:

Fase : 1 (vrij netwerk)  
 Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm  
 Keuze aansluitpunt is vrij en kan zo worden gekozen dat de berekende standaardafwijkingen zo klein mogelijk zijn.

Toets: De standaardafwijkingen van de berekende coördinaten zijn  $\leq 1.25$  mm.

#### **Stap 2: Eindberekening coördinaten:**

In deze berekening worden de definitieve coördinaten van de betreffende meting berekend. Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

Fase : 2 (Aansluiting, pseudo)  
 Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm

- De Move3 bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:  
 <Beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-WP.\*  
 bijv.: 25A-305-01-02.prj

#### **C.5.4 Tachymetrie Nul- en herhalingsmeting**

Indien door omstandigheden deformatiemeetpunten niet zijn te waterpassen, moet de hoogtebepaling tachymetrisch worden uitgevoerd

---

(zie C.3.1.). De tachymetrische meting dient op minimaal 3 gewaterpaste punten worden aangesloten.

Voor de toetsing en vereffening van het meetnet gelden de volgende parameters:

- 1-dimensionale toets:  $\alpha_0 = 0.001$  of  $0.1 \%$   
 $\alpha_0$  = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha\_0)
- Onderscheidingsvermogen:  $\beta = 0.80$  of  $80.0 \%$   
 $\beta$  = onderscheidingsvermogen (Bèta)
- $\sigma$  richting absoluut  $\leq 0.00060$  gon
- $\sigma$  richting relatief  $\leq 0.00003$  gon.km
- $\sigma$  afstand absoluut  $\leq 0.0020$  m
- $\sigma$  afstand relatief  $\leq 2.0$  ppm
- $\sigma$  centreerafwijking  $\leq 0.0010$  m
- Idealisatieprecisie XY  $= 0.0000$  m
- Idealisatieprecisie Hoogte  $= 0.0000$  m

### **Stap 1: Toetsing van de meting op meetfouten:**

De meting dient te worden gecontroleerd op meetfouten, waarbij verworpen waarnemingen worden gedeselecteerd. Gebruik voor de berekening de volgende instellingen:

Dimensie : 1D  
Fase : 1 (vrij netwerk)  
Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm

Keuze aansluitpunt is vrij en kan zo worden gekozen dat de berekende standaardafwijkingen zo klein mogelijk zijn.

Toets:

De standaardafwijkingen van de berekende coördinaten  $\leq 1.25$  mm.

### **Stap 2: Eindberekening coördinaten:**

- De aansluitpunten in hoogte voor de 2e fasevereffening komen voort uit de 2e fasevereffening van de kringwaterpassing van de betreffende nul-/herhalingsmeting.

In deze berekening worden de definitieve coördinaten van de betreffende meting berekend. Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

Fase : 2 (Aansluiting, pseudo)  
Standaardafwijking aansluitpunten :

De standaardafwijking van de aansluitpunten moet zo worden gekozen dat de MDB-waarde van de coördinaten bij toetsing de 5 mm niet overschrijdt.

Opmerking 1: Bovenstaande tachymetische meting kan ook worden gecombineerd met de betreffende kringwaterpassing, door deze als één vereffening uit te voeren.

---

## C.6 Analyse van berekeningen

De vergelijking van een herhalingsmeting t.o.v. de voorgaande meting(en) moet inzicht geven in het deformatiegedrag van het beheerobject. Aan de Opdrachtgever wordt informatie verstrekt over de aard en omvang van de deformatie en het deformatieverloop.

- Alle bijzonderheden die tijdens de meting en de verwerking zijn geconstateerd en die van invloed kunnen zijn op de grootte van de berekende verschillen en de beoordeling daarvan moeten worden vermeld in het Meetrapport;
- In het Meetrapport wordt een toelichting gegeven op de resultaten van de onderhavige deformatiemeting;
- Indien van toepassing wordt melding gemaakt van oorzakelijke verbanden, overeenkomstige patronen in reeksen bij vervormingen en verplaatsingen, trends en verwachtingen.



---

## Bijlage D Eisen XY-meting

### D.1 Inleiding

Doel:

- Bepalen van de meetopzet en uitvoering van de XY-meting.

Procedure:

- Vanuit het meetnetontwerp, de instrumentkeuze en de meetmethode wordt de meetopzet vastgesteld;
- Toetsen van de meetopzet door uitvoering van een verkenningberekening;
- Uitvoeren XY-meting.

Resultaat:

- Beschrijving van het instrument, prisma's en overige accessoires, meetmethode en de meetopzet t.b.v. de uitvoering van de XY-meting;
- Verkenningberekening;
- Meting + dagrapport.

#### D.1.1 Nadere toelichting doel XY-meting

De XY-meting is gericht op het vaststellen van relatieve deformatie. Met andere woorden: er wordt onderzoek gedaan naar vormveranderingen van het te monitoren beheerobject. Tevens dient opgetreden scheefstand van pijlers te kunnen worden gesignaleerd.

### D.2 Kwaliteit

De kwaliteit van het eindproduct wordt onder meer beoordeeld naar [precisie](#) en rekenkundige [betrouwbaarheid](#). Het resultaat van de berekening van de deformatiemeting moet voldoen aan de onderstaande voorwaarden.

#### D.2.1 Precisie

Voor de deformatiedrempels geldt:

- Bij horizontale deformatie (voor X of Y) een deformatiedrempel van 10 mm;
- Bij voegafstand een deformatiedrempel van 10 mm;
- Bij scheefstand een deformatiedrempel van 5 mm.

De op te leveren coördinaten moeten voldoen aan de volgende eisen:

- precisie X- en Y-coördinaat:  $\sigma_X$  en  $\sigma_Y \leq 2.5$  mm (in fase 1 berekening);

Indien uit de verkenningberekening van een [geometrisch complexe constructie](#) blijkt dat de deformatiedrempel en de bijbehorende standaardafwijking van de coördinaten niet worden gehaald, geldt in overleg met de Opdrachtgever voor:

- horizontale deformatie (X of Y) een deformatiedrempel van 4x de berekende standaardafwijking met een maximum van 20 mm;
- de precisie van een X- en Y-coördinaat:  $\sigma_X$  en  $\sigma_Y \leq 5$  mm. (in fase 1 berekening).

---

## D.2.2 Betrouwbaarheid

De coördinaten van de deformatiemeetpunten moeten betrouwbaar worden bepaald. Dat wil zeggen dat de meting zodanig moet worden opgezet en uitgevoerd dat bij verwerking systematische en toevallige meetfouten kunnen worden ontdekt. Daarvoor geldt onder andere het volgende:

- In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voor;
- de F-toets is geaccepteerd;
- Redundantie: het percentage dat de redundantie aangeeft, is groter dan 25;
- BNR (Bias to Noise Ratio): de waarden voor BNR zijn van dezelfde orde van grootte;
- De BNR-waarde  $< 10$ , geldt voor de waarnemingen;
- MDBn (Minimal Detectable Bias)  $< 10$ , geldt voor de waarnemingen;
- In de meting komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen voor (ook wel aangeduid als "vrije waarnemingen");
- Een punt aangemeten vanuit 1 enkele instrument opstelling in 2 kijkerstanden wordt binnen deze specificaties ook gezien als een vrije waarneming, ondanks het feit dat dit in de vereffeningsoftware niet als zodanig zal worden aangegeven.

## D.3 Meetopzet

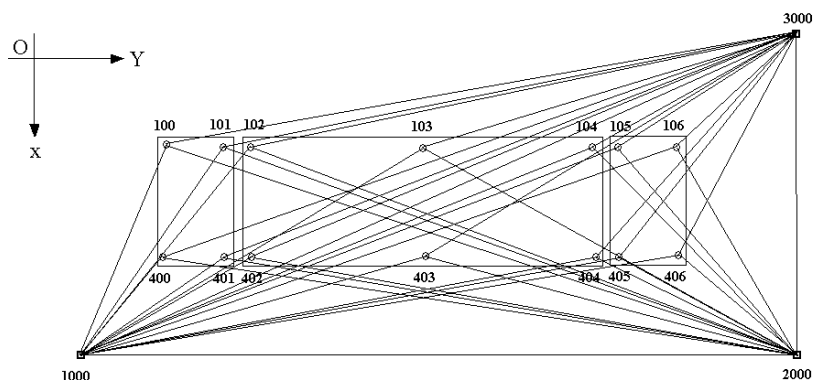
### D.3.1 Algemeen

- Mede gezien bovenstaande kwaliteitseisen wordt geëist dat XY-metingen tachymetrisch worden uitgevoerd;
- Voor aanvang van de Nulmeting wordt de meetopzet bepaald. Indien in de projectspecificaties staat aangegeven dat er sprake is van een [geometrisch complexe constructie](#), dan wordt de meetopzet getoetst door het uitvoeren van een verkennings-berekening. De resultaten van de verkennings-berekeningen worden aan de Opdrachtgever geleverd;
- Indien er sprake is van tunnels waarbij tussendeuren aanwezig zijn, moeten verbindingen tussen de tunnelbuizen worden gelegd;
- Er wordt gebruik gemaakt van een plaatselijk coördinatenstelsel. De ligging van het assenstelsel is conform wat in bijlage B is voorgeschreven;
- Wanneer de oorspronkelijke gegevens ontbreken wordt in de herhalingsmeting alsnog een meetopzet bepaald;
- In de herhalingsmetingen wordt, bij voorkeur, gebruik gemaakt van dezelfde meetopzet, meetmethode en van kwalitatief gelijkwaardig instrumentarium;
- De meetopzet uit de voorgaande meting behoort tot de aangeleverde gegevens;
- Indien wordt afgeweken van de aangeleverde meetopzet moet de Opdrachtnemer dit beargumenteren.

### D.3.2 Meetopzet voor relatieve XY-metingen

- Bij relatieve deformatiemetingen zal het netwerk bestaan uit deformatiemeetpunten, al dan niet aangevuld met standplaatsen voor vrije opstellingen;
- Elk deformatiemeetpunt wordt vanuit minimaal 3 verschillende (vrije) opstelpunten aangemeten;
- Aan de ligging van de opstelpunten worden de volgende eisen gesteld:
  - Opstelpunten worden zodanig gekozen dat vanuit een opstelpunt zoveel mogelijk in XY te bepalen deformatiemeetpunten worden ingemeten;
  - Vanaf de opstelpunten moeten de deformatiemeetpunten zo laag mogelijk worden ingemeten;
  - De ligging van 2 van de gebruikte opstelpunten, moet zodanig gekozen zijn dat ze het te meten beheerobject (gezien in lengterichting) zo goed mogelijk overspannen. Deze opstelpunten liggen zoveel mogelijk in de nabijheid van het uiteinde van het beheerobject of langs de diagonaal over het beheerobject, zie figuur D.1
  - Het 3<sup>e</sup> opstelpunt moet zo worden gekozen dat de deformatiemeetpunten zo goed mogelijk door de richtingen worden ingesneden.

Voorbeeld: Meetopzet relatieve XY-meting met vrije opstellingen



**figuur D.1**

Relatieve XY-meting met vrije opstellingen op de punten 1000, 2000 en 3000.

---

## D.4 XY-Metingen

### D.4.1 Nauwkeurigheidseisen instrumentarium

Het instrumentarium dat bij de XY-deformatiemeting wordt ingezet, voldoet aan de volgende nauwkeurigheidseisen:

- Richtingen:  $\sigma_{R\text{-vast}} \leq 0.6 \text{ mg}$   
 $\sigma_{R\text{-variabe}} \leq 0.03 \text{ mg}\cdot\text{km}$
- Afstanden:  $\sigma_{S\text{-vast}} \leq 0.2 \text{ cm}$   
 $\sigma_{S\text{-variabel}} \leq 0.2 \text{ cm/km}$

T.a.v. het positioneren van het instrument en het prisma geldt de nauwkeurigheidseis:

- Centrering:  $\sigma_{\text{Centrering}} \leq 0.1 \text{ cm}$   
( $\sigma$  = standaardafwijking)

### D.4.2 Uitvoering van de XY-meting

#### Instrumentopstelling

- Indien vrije instrumentopstellingen worden uitgevoerd en deze opstelpunten worden ook als richtpunt gebruikt dan moet het principe van gedwongen centrering worden toegepast;
- Centrering van het instrument vindt gecontroleerd plaats. Bij voorkeur met een gecontroleerd draaibaar laserlood.

#### Voorwaarden Richting- en Afstandmeting

- Voor het meten van richtingen wordt gebruik gemaakt van het centesimale gradenstelsel (gon);
- Afstanden worden gepresenteerd in meters en in 4 decimalen;
- De richting- en afstandmeting vindt in 1 dubbelserie plaats;

**Een Dubbelserie is het vanuit één standplaats achtereenvolgens aanmeten van meetpunten in kijkerstand 1 en aansluitend in omgekeerde volgorde aanmeten van deze meetpunten in kijkerstand 2.**

- Hierbij geldt dat telkens wanneer de kijker wordt doorgeslagen naar kijkerstand 1 of 2 het nummer van de serie in Move3 (R<n>) moet worden opgehoogd;
- Elke waarneming naar een punt mag binnen een serie in principe maar 1 keer worden geregistreerd. Indien bijv. in geval van een foute waarneming direct een 2<sup>e</sup> keer wordt gemeten en geregistreerd, dan is dit toegestaan;
- Bij gebruik van meerdere afstandsmeters (resp. tachymeters), moet de schaalonbekende per instrument worden berekend, met andere woorden: instrument 1 gebruikt voor de afstanden S0 en instrument 2 S1 etc.;
- Voor alle verticaal geplaatste deformatie meetpunten en aansluitpunten geldt dat boven het punt meerdere malen onafhankelijk moet worden opgesteld. Dit geldt wanneer zowel gebruik wordt gemaakt van een statief als van een prismastok;

- Voor iedere meting, zowel de Nul- als alle herhalingsmetingen, geldt dat alle metingen (de X,Y- en de Z-meting en de voegmeting) binnen dezelfde aaneengesloten periode moeten worden uitgevoerd om temperatuur invloeden te minimaliseren;
- Per meetopstelling dient de juiste temperatuur, luchtdruk en luchtvochtigheid in het instrument te worden ingevoerd om de afstanden daarvoor te corrigeren;
- Bij grote temperatuurverschillen tussen de temperatuur van de tachymeter en de buitentemperatuur dient het instrument eerst voldoende te zijn geacclimatiseerd;
- Indien een meting van een object niet volledig binnen 1 werkdag kan worden uitgevoerd dan moet het object worden verdeeld in een hoofdnet en subnetten. Het hoofdnet moet binnen 1 werkdag (dezelfde temperatuur van de constructie) worden gemeten. Het hoofdnet omvat alle [objectdelen](#) van het object. Per [objectdeel](#) moeten minimaal 3 deformatiemeetpunten, verspreid over het objectdeel in het hoofdnet worden gemeten. Daarna kan het hoofdnet worden verdicht door per objectdeel alle punten van dit objectdeel als subnet te meten waarbij de standplaatsen en oriënteringspunten tot het betreffende objectdeel horen;
- Op het in paragraaf B5.2 genoemde slaganker (en wandbout) komt een adapter M8, vb. zie figuur D.2, zo dat de afstand van de aanslag van het RVS-slaganker (en wandbout) tot het hart prisma 100 mm is. Bij gebruik van een "standaard" Leica prisma is de afstand van de kop van de adapter tot de aanslag van het Hilti-slaganker 40mm;



figuur D.2

- Indien bij een herhalingsmeting wordt geconstateerd dat de afsluitschroef ontbreekt, moet na de meting een nieuwe kunststof afsluitschroef worden aangebracht;
- Bij sluizen kan het schutverschil van invloed zijn op de meting. Voer de meting dus uit met één waterstand in de kolk. Vermeldt in het meetrapport bij welke waterstand de meting is uitgevoerd. Indien het praktisch niet mogelijk is bij één waterstand de meting uit te voeren vermeldt dan in het meetrapport het maximale schutverschil tijdens de meting.

#### D.4.3 Dagrapport XY-meting

- Tijdens de XY-meting wordt een dagrapport bijgehouden. In dit dagrapport wordt alle aanvullende informatie vastgelegd die van belang kan zijn voor de verwerking van de meetgegevens en de interpretatie van de meet- en berekeningsresultaten;
- In het dagrapport wordt aangegeven welke apparatuur (merk en type), prisma's en overige accessoires tijdens de meting zijn gebruikt en onder welke weersomstandigheden (zie paragraaf 2.3) de meting wordt uitgevoerd;
- Bij het gebruik van RVS-slagankers is het belangrijk dat de combinatie van adapter en prisma bij de Nulmeting en herhalingsmetingen hetzelfde is. Daarvoor moet in het dagrapport

---

het prisma goed worden beschreven. Daarbij moet de afstand hart prisma tot de aanslag van de adapter worden gemeten en worden gerapporteerd. De beschrijving van het prisma moet met een foto worden aangevuld;

- Verder wordt informatie opgenomen over bijzondere omstandigheden m.b.t. verzekering van punten, wijze van centreren, storingen tijdens de meting, etc.
- De gegevens worden vastgelegd in een PDF-bestand;
- De bestandsnaam(zie bijlage G) is als volgt opgebouwd:  
<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer\_meting>-XY-dagrapport.pdf  
bijv: 25A-305-01-02-XY-dagrapport.pdf

**Opmerking:**

Het dagrapport is een bron voor hoofdstuk 4 en 6 van het Meetrapport.

## D.5 Berekening

### D.5.1 Toetsing meetopzet

- Indien het kunstwerk is aangemerkt als [geometrisch complexe constructie](#), dan wordt voorafgaand aan de Nulmeting de voorgenomen meetopzet getoetst door het uitvoeren van een verkenningberekening in een daartoe geschikt netwerkvereffeningspakket (bij voorkeur Move3). Deze toetsing moet uitwijzen dat met de beoogde meetopzet, de meetmethode en het gekozen instrumentarium, de vereiste kwaliteit kan worden gehaald;
- Het resultaat van de verkenningberekening wordt ter beoordeling voorgelegd aan de Opdrachtgever.

### D.5.2 Netwerkvereffening

De verkenning en de berekening van het meetnet worden uitgevoerd volgens de B-methode van toetsen. Het kansmodel dat bij de toetsing en de vereffening wordt gebruikt, is opgebouwd uit het stochastisch karakter van de waarnemingen en de standaardafwijkingen m.b.t. het positioneren van de meetapparatuur en de prisma's.

Voor de toetsing en vereffening van de meetgegevens geldt voor alle waarnemingen hetzelfde kansmodel met voor de parameters de volgende waarden:

- 1-dimensionale toets:  $\alpha_0 = 0.05$  of 5 %  
 $\alpha_0$  = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha\_0)
- Onderscheidingsvermogen:  $\beta = 0.80$  of 80.0 %  
 $\beta$  = onderscheidingsvermogen (Bèta)
- $\sigma$  richting absoluut  $\leq 0.00060$  gon
- $\sigma$  richting relatief  $\leq 0.00003$  gon.km
- $\sigma$  afstand absoluut  $\leq 0.0020$
- $\sigma$  afstand relatief  $\leq 2.0$  ppm
- $\sigma$  centreerafwijking  $\leq 0.0010$  m
- Idealisatieprecisie XY  $= 0.0000$  m
- Idealisatieprecisie Hoogte  $= 0.0000$  m

---

### D.5.3 Verwerking relatieve XY-metingen

#### Algemeen:

- Indien een meting van een object is verdeeld in een hoofdnet en subnetten (D.4.2 laatste bolletje) dan krijgen in de berekening het hoofdnet en de subnetten aparte schaaufactoren. De schaaufactor van het hoofdnet dient in de definitieve vereffening op 1.0000000 te worden gezet. De schaaufactoren van de deelnetten van de verschillende objectdelen moeten vrij worden gelaten;
- Bij relatieve XY-metingen worden in Fase 1 (vrij netwerk) 2 deformatiemeetpunten aangehouden als [basispunt](#) voor de aansluiting en vereffening van de meting.
- T.a.v. de ligging van basispunten bij een relatieve meting wordt de volgende eis gesteld:
  - De basispunten worden zodanig gekozen dat deze verdeeld liggen op minder dan 1/4 en meer dan 3/4 van de lengte van het kunstwerk.

#### Verwerking Nulmeting bestaat uit:

##### Stap 1: Bepaling van lokale coördinaten:

Indien de meting een nulmeting betreft moeten aan de deformatiemeetpunten van het rasternet van het kunstwerk (zie B.4.3) XY-coördinaten worden toegekend, uitgangspunten bij de berekening van de XY-coördinaten zijn:

- Het [nulpunt](#) (meestal deformatiemeetpunt "100") krijgt de coördinaten:  $X_0 = 2000.0000$  en  $Y_0 = 5000.0000$  in het lokale stelsel. De richting van de opeenvolgende deformatiemeetpunten in een reeks (100-reeks) loopt evenwijdig aan de lengterichting van het kunstwerk en wordt gekozen als de Y-richting. Daarbij loopt de Y-coördinaat op in de richting van de oplopende puntnummering.

##### Stap 2: Toetsing van de meting op meetfouten:

- De meting dient te worden gecontroleerd op meetfouten, waarbij verworpen waarnemingen worden gedeselecteerd;
- Indien het aantal gedeselecteerde waarnemingen groter is dan 10% van alle waarnemingen, dan moet in het meetrapport het percentage worden opgenomen. De verworpen waarnemingen die op voorhand al zijn hermeten kunnen bij de berekening van het percentage worden uitgesloten. Tevens dient de oorzaak van het hoge aantal verwerpingen in het meetrapport te worden genoemd evenals een verklaring waarom ondanks het hoge aantal verwerpingen alsnog aan de eisen van precisie en betrouwbaarheid wordt voldaan.

Gebruik voor de berekening de volgende instellingen:

Fase : 1 (vrij netwerk)  
Schaalfactor : vrij 1.0000000  
Standaardafwijking basispunten : 0.1mm  
De vakjes "filter" en "geen basis" [niet](#) aanvinken.

---

Toets:

De standaardafwijkingen van de berekende coördinaten zijn  $\leq 2.5$  mm.

Stap 1 en 2 kunnen in eenzelfde Move3-berekening worden uitgevoerd. Deselectie van waarnemingen kunnen aanleiding zijn om de Y-coördinaat van het 2<sup>e</sup> basispunt aan te passen.

De definitieve coördinaten van de basispunten zijn dusdanig bepaald dat de berekende schaalfactor voldoet aan de eis:

$$|afstand/schaalfactor - afstand| < 0.00005 \text{ m.}$$

De afstand is hierbij de berekende afstand tussen de coördinaten van de basispunten.

### Stap 3: Eindberekening coördinaten:

In deze berekening worden de definitieve coördinaten van de betreffende meting berekend. Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

Fase : 2 (Aansluiting, pseudo)  
Schaalfactor : vrij 1.0000000  
Standaardafwijking basispunten : 0.1mm  
De vakjes "filter" en "geen basis" niet aanvinken.

- De Move3-bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-00-XY.\* Bijv.: 25A-305-01-00-XY.prj

## Verwerking herhalingsmetingen bestaat uit:

### Stap 1: Toetsing van de meting op meetfouten

- De meting dient te worden gecontroleerd op meetfouten, waarbij verworpen waarnemingen worden gedeselecteerd;
- Indien het aantal gedeselecteerde waarnemingen groter is dan 10% van alle waarnemingen, dan moet in het meetrapport het percentage worden opgenomen. De verworpen waarnemingen die op voorhand al zijn hermeten kunnen bij de berekening van het percentage worden uitgesloten. Tevens dient de oorzaak van het hoge aantal verwerpingen in het meetrapport te worden genoemd evenals een verklaring waarom ondanks het hoge aantal verwerpingen alsnog aan de eisen van precisie en betrouwbaarheid wordt voldaan.

Gebruik voor de berekening de volgende instellingen:

Fase : 1 (vrij netwerk)  
Schaalfactor : vrij 1.0000000  
Standaardafwijking basispunten : 0.1 mm

Toets:

De standaardafwijkingen van de berekende coördinaten zijn  $\leq 2.5$  mm.

### Stap 2: Toetsing van de coördinaten uit de Nulmeting

In stap 2 worden de coördinaten uit de Nulmeting getoetst. In een iteratieproces worden de verworpen coördinaten van punten als aansluitpunt losgelaten. Gebruik hiervoor de volgende instellingen:



---

Fase : 3 (Aansluiting, gewogen)  
Schaalfactor : vast 1.0000000

Keuze te toetsen punten:

De punten, die in de vereffening als aansluitpunt (te toetsen punten) worden aangehouden, zijn een combinatie van:

- Alle punten op landhoofden;
- Alle punten op en in pijlers;
- Alle punten in tunnels en de open bakconstructies;
- Alle punten in een open bakconstructie wanneer het geen tunnel is;
- Alle punten in en bovenop een onderdoorgang behalve vleugelmuren welke d.m.v. voegen gescheiden zijn van de hoofdconstructie.

Standaardafwijking te toetsen punten:

De standaardafwijking van de te toetsen punten moet zo worden gekozen dat de MDB-waarde van de coördinaten bij toetsing de 10mm niet overschrijdt. Voor alle punten moet dezelfde standaardafwijking worden gekozen.

Indien na de hierboven beschreven iteratieprocedure alleen maar aansluitpunten op 1 objectonderdeel overblijven (bijv. alleen maar punten op 1 landhoofd of 1 tunneldeel), met andere woorden geen goede verdeling van de vaste punten over het kunstwerk, dan dient de rekenprocedure opnieuw te worden uitgevoerd met een hogere standaardafwijking. De iteratieprocedure wordt, met een stapsgewijze verhoging van 1 mm van de standaardafwijking herhaald totdat voldoende aansluitpunten goed verdeeld over het object overblijven.

In het meetrapport moet een verslag van deze rekenprocedure worden opgenomen, waarbij de gebruikte standaardafwijking van de aansluitpunten en de daarbij behorende MDB-waarden worden vermeld.

**Let op: Bovengenoemde XY-berekening kan niet met een Z-berekening worden gecombineerd omdat voor de Z-berekening geen aansluiting gewogen (fase 3) mag worden toegepast.**

### Stap 3: Eindberekening coördinaten

De definitieve coördinaten van de betreffende herhalingsmeting zijn berekend in de laatste vereffening van stap2.

Indien voor de berekening duurzame stabiele omgevingspunten zijn gebruikt dan alleen een Fase 2 (Aansluiting,Pseudo) berekening uitvoeren met schaalfactor: vast 1.0000000 met de oorspronkelijk coördinaten uit de Nulmeting en de daarbij berekende st.afwijking.

- De Move3-bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-XY.\*  
bijv.: 25A-305-01-02-XY.prj

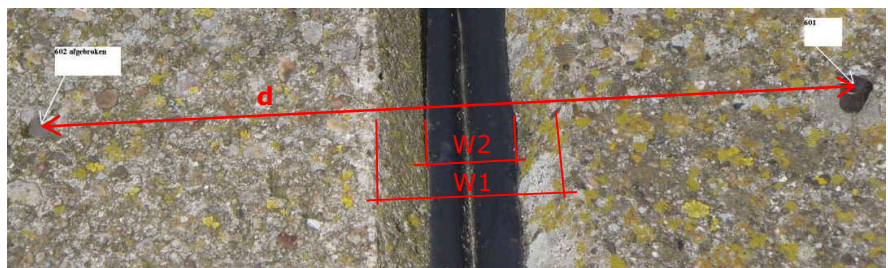
## D.6 Meting voegafstanden

De metingen van voegafstanden dienen op/in dezelfde dag/nacht te worden uitgevoerd als de XY en Z-meting. De volgende metingen moeten voor dilatatievoegen worden uitgevoerd:

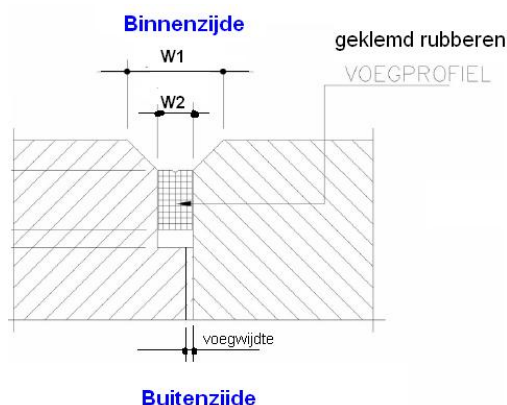
- De voegafstand (d) zie figuur D.3 is de afstand tussen de 2 deformatiemeetpunten aan weerszijden van de voegovergang. Deze afstanden moeten altijd, dus zowel bij de nul als bij de

herhalingsmetingen worden gemeten. De afstand dient met een schuifmaat of meetband rechtstreeks worden bepaald. Indien het niet mogelijk is deze afstand rechtstreeks te meten, is het na overleg met de Opdrachtgever toegestaan de voegafstand af te leiden uit de XY-gegevens. Vermeld in het Meetrapport welke voegen niet zijn gemeten en waarom;

- In verticale wanden, waar voor de verzekering RVS-slagankers zijn gebruikt, is het deformatiemeetpunt het hart van het prisma. (zie B.5.2). De afstandsmeting hart prisma naar hart prisma is niet goed uit te voeren. In deze gevallen wordt de voegafstand gemeten tussen het hart van de kop van beide 40mm RVS-adapters. In het in paragraaf E.3.6 genoemde tabblad "voegafstand" worden de berekende voegafstanden wel bepaald uit de coördinaten van de deformatiemeetpunten (hart prisma's) aan beide zijden van de voegovergang. Indien de gemeten voegafstand niet de gemeten afstand is tussen de eigenlijke deformatiemeetpunten, dan moet in het Meetrapport worden beschreven waartussen de voegafstand is gemeten.
- Alleen bij de Nulmeting van een nieuwe tunnel moeten de absolute voegwijdten worden bepaald. De absolute voegwijdte is de daadwerkelijke breedte van de voeg. De absolute voegwijdte is als zodanig niet direct meetbaar, daarom moeten de maten w1 en w2 (zie figuren D3, D4 en D5) eenmalig bij de Nulmeting ter hoogte van de deformatiemeetpunten worden gemeten;

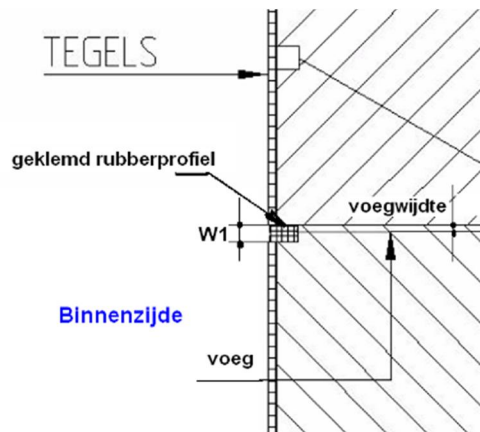


**figuur D.3**



**figuur D.4 Afwerking voeg aan binnenzijde zonder tegels.**

De voegwijdte is als zodanig niet direct meetbaar; daarom de maten W1 en W2 bij de Nulmeting inmeten.



**figuur D.5 Afwerking voeg aan binnenzijde met tegels**

De voegwijdte is als zodanig niet direct meetbaar; daarom de maat **W1** bij de Nulmeting inmeten.

## D.7 Analyse van berekeningen

De vergelijking van een herhalingsmeting t.o.v. de voorgaande metingen moet inzicht geven in het deformatiegedrag van het beheerobject. Aan de Opdrachtgever wordt informatie verstrekt over de aard en omvang van de deformatie en het deformatieverloop.

- Alle bijzonderheden die tijdens de meting en de verwerking zijn geconstateerd en die van invloed kunnen zijn op de grootte van de berekende verschillen en de beoordeling daarvan moeten worden vermeld in het Meetrapport;
- In het Meetrapport wordt een toelichting gegeven op de resultaten van de onderhavige deformatiemeting.  
Indien van toepassing wordt melding gemaakt van oorzakelijke verbanden, overeenkomstige patronen in reeksen bij vervormingen en verplaatsingen, trends en verwachtingen.

---

## **Bijlage E Verwerking/presentatie meetresultaten**

### **E.1 Inleiding**

Doel:

- Het verwerken van het ontwerp, de resultaten van berekeningen en analyses van de metingen tot het Meetrapport en Deformatiegrafieken.

Procedure:

- Aanmaken van een Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
- Verwerking van de XY- en Z-coördinaten en voegafstanden in een Excel-bestand;
- Conversie van XY- en Z-gegevens tot CSV-bestanden;
- Verwerking CSV-bestanden in AutoCAD tot deformatiegrafieken en bovenaanzicht XY-deformatie;
- Aanmaken van het Meetrapport.

Resultaat:

- Meetrapport met Liggingsplan en Deformatiegrafieken.

De verwerking en presentatie van een deformatiemeting bestaat uit:

- Het maken en controleren van een Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
- Verwerking van coördinaten en voegafstanden in een Excel-bestand;
- Het maken van een Grafische weergave van zettingen (bij herhalingsmetingen);
- Het maken van het Meetrapport.

Opmerking: Bij risicovolle constructies kan gevraagd worden om een grafische weergave van de deformatie, afgezet tegen de tijd. Deze presentatievorm wordt gespecificeerd in de projectspecificaties en wordt hier niet verder uitgewerkt.

In de onderstaande paragrafen wordt beschreven hoe de verwerking van de meetresultaten en de presentatie ervan opgebouwd wordt. De onderstaande punten zijn hierbij van belang:

- Met name bij de grafische presentatie kunnen eisen mogelijk in strijd met elkaar zijn, zoals bijv. de gevraagde schaal en het gewenste formaat. In deze gevallen worden alternatieven beschreven, bijv. een grotere schaal of een groter formaat. In de regel geldt dat leesbaarheid en overzichtelijkheid van de presentaties altijd doorslaggevend zijn voor een te maken keuze;
- In de presentaties van de deformatiemeting (de producten) moeten administratieve gegevens van het kunstwerk uit DISK worden verwerkt. In de beschrijving van de producten (paragraaf E.2 t/m E.5) worden dezelfde benamingen van de administratieve gegevens gebruikt zoals deze ook worden gebruikt bij de veldbenamingen in DISK. In bijlage F is voor een aantal benamingen een omschrijving gegeven. In bijlage J is aan de hand van een deel van een paspoort

---

van een kunstwerk uit DISK aangegeven in welke velden de gevraagde administratieve gegevens zijn terug te vinden;

- Bij aanduidingen van te gebruiken kleuren voor lijnen, teksten en symbolen wordt uitgegaan van de standaardkleuren van AutoCAD;
- Bij een aanduiding van een niet standaardkleur wordt bij de kleurnaam tussen ( ) het kleurnummer vermeld, zoals dat in AutoCAD gebruikt wordt;
- Het is niet toegestaan gegevens van meerdere niet bij elkaar horende kunstwerken in één tekening te verwerken;
- Het kan voor een beheerobject voorkomen dat XY-metingen en Z-metingen niet altijd beiden worden uitgevoerd. Voor de naamgeving geldt dat de eerste keer dat een XY -meting of een Z-meting wordt uitgevoerd, dit altijd "de Nulmeting" voor de XY of Z is. De herhalingsmetingen worden echter altijd doorgenummerd ongeacht of er XY, Z of XYZ is gemeten.

Voorbeeld:

	Datum	type meting	naam meting
1 <sup>e</sup> meting	31-3-2006	Z	Nulmeting (Z)
2 <sup>e</sup> meting	31-3-2007	Z	1 <sup>e</sup> Herhalingsmeting
3 <sup>e</sup> meting	31-3-2008	XY,Z	2 <sup>e</sup> Herhalingsmeting (Z) en Nulmeting (XY)
4 <sup>e</sup> meting	31-3-2009	XY,Z	3 <sup>e</sup> Herhalingsmeting
5 <sup>e</sup> meting	30-9-2009	Z	4 <sup>e</sup> Herhalingsmeting
6 <sup>e</sup> meting	31-3-2010	XY,Z	5 <sup>e</sup> Herhalingsmeting

**figuur E.1**

In bovenstaand voorbeeld wordt bij de 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> en 5<sup>e</sup> meting voor XY in tabellen en grafieken de tekst "n.g." (niet gemeten) opgenomen.

---

## E.2 Liggingsplan en Vastmeetschetsen

### E.2.1 Algemeen

Bij een nulmeting moet een tekening met het Liggingsplan en Vastmeetschetsen volgens onderstaande eisen worden aangemaakt en geleverd. Voor het Liggingsplan en Vastmeetschetsen is een template en een voorbeeldkaart beschikbaar. Deze maken onderdeel uit van de productspecificaties.

- De layout, de indeling van de kaart, de lagen, lijntypes, titelblok en legenda zijn gedefinieerd in de meegeleverde template: "Template-Liggingsplan-Vastmeetschetsen.dwt" en moeten worden aangehouden;
- 2 voorbeelden van een Liggingsplan en Vastmeetschetsen met de daartoe behorende onderdelen, layout en indeling zijn als bijlage H toegevoegd. Deze voorbeeldtekeningen dienen ter illustratie van de tekst.
- Indien er tegenspraken worden geconstateerd in de tekst en de voorbeeldtekeningen is de tekst leidend. Neem bij twijfel contact op met de Opdrachtgever;
- Indien bepaalde specificaties in de tekst ontbreken, zijn de voorbeeldkaart en de template leidend. Dit geldt o.a. voor de grootte, lettertype en de kleur van de beschrijving, de lijndikte en kleur van de objecten en de grootte van de puntsymbolen.

Indien het een herhalingsmeting betreft wordt de tekening met het Liggingsplan en Vastmeetschetsen door de Opdrachtgever aangeleverd en moet op actualiteit worden gecontroleerd en indien nodig worden aangepast.

Voor het aanmaken en aanpassen van de tekening met het Liggingsplan en Vastmeetschetsen gelden de volgende eisen:

- In de tekening mogen geen bedrijfsnamen of logo's van de Opdrachtnemer worden opgenomen;
- De tekeningen moeten duidelijk leesbaar zijn. Dit houdt o.a. in dat kaartjes groot genoeg moeten zijn en dat puntnummers niet over elkaar heen en door de topografie geplaatst mogen worden. Indien mogelijk, afhankelijk van de grootte van het kunstwerk, schaal 1: 500 of groter;
- Indien details in het Liggingsplan en Vastmeetschetsen niet goed duidelijk worden, kunnen detailvergrotingen in de tekening worden opgenomen. Het is ook mogelijk om foto's van onoverzichtelijke situaties te maken. Deze foto's kunnen met uitleg in hoofdstuk 2 of bijlage 1 van het Meetrapport worden opgenomen;
- De tekening van het Liggingsplan en Vastmeetschetsen moet op (bij voorkeur) A3-formaat als één tekening worden geleverd. Indien het de overzichtelijkheid ten goede komt mogen het Liggingsplan en Vastmeetschetsen als een aparte tekening worden aangeleverd;
- De tekening bevat 4 te onderscheiden onderdelen te weten:
  - Liggingsplan;
  - Legenda;
  - Vastmeetschetsen;
  - Titelblok.

- 
- De tekening dient geleverd te worden als een AutoCAD-bestand (\*.dwg) en een \*.PDF-bestand;
  - De tekeningen in de PDF-bestanden dienen horizontaal te zijn gepositioneerd;
  - De bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd;
    - <complexcode>-<beheerobjectnr.>-<volgnr. meting>-LV.dwg
    - <complexcode>-<beheerobjectnr.>-<volgnr. meting>-LV.pdf
 bijv: 32G-116-(01+02)-01-LV.dwg

## E.2.2 Liggingsplan

- Het Liggingsplan moet de ligging van de deformatiemeetpunten t.o.v. van elkaar en t.o.v. van de onderliggende constructie duidelijk maken;
- Het Liggingsplan wordt opgemaakt vanuit DTB of de bestekstekening van het kunstwerk indien beschikbaar, die door Rijkswaterstaat wordt verstrekt;
- I.v.m. de grootte en handelbaarheid van de digitale tekening moet van het DTB een uitsnede van het benodigde gebied worden gemaakt;
- Het gebruik van referentiebestanden (x-refs) is niet toegestaan;
- De bestekstekening wordt tijdens de terreinwerkzaamheden getoetst op juistheid en volledigheid en eventueel schetsmatig aangepast;
- Indien de onderliggende infrastructuur niet vermeld staan op de bestekstekening, worden deze ook in de vorm van schetsen opgenomen;
- De langste zijde van het kunstwerk wordt in het Liggingsplan horizontaal gepositioneerd met de noordpijl naar boven (tussen de -100 en 100 gon) gericht;
- Op het Liggingsplan wordt de plaats van de deformatiemeetpunten op een uniforme manier aangeduid. (zie legenda E.1);
- De taluds, inclusief taludsymbolen, worden in het Liggingsplan opgenomen;
- De steunpuntnummering wordt in het Liggingsplan aangebracht. De steunpunten (pijlers en landhoofden) worden vanuit het [nulpunt](#) oplopend genummerd. Indien de steunpunten zijn genummerd op de besteks- of inspectietekening, dan wordt deze nummering overgenomen. De nummering van de steunpunten op de besteks- en inspectietekening is leidend;
- Bij tunnels en onderdoorgangen wordt in plaats van "STP=steunpunt" de aanduiding "WA=wand" gebruikt;
- De hectometrering en de letters van de rijbaanaanduiding worden zo geplaatst dat hieruit is af te leiden in welke richting de hectometrering oploopt;
- Te tekenen lijnen (lijndikte ca 0.18 mm) in Liggingsplan:
 

kunstwerk	: zwart
omliggende infrastructuur	: groen
as steunpunten	: rood met lijnsymbool "streep-punt-streep" (lijntype center)
- Geef op het liggingsplan aan voor welke punten welk type bout is gebruikt. Dit mag als tekst of m.b.v. de legenda duidelijk worden gemaakt;








- Verder aan te brengen gegevens met respectievelijke lijnkleur en teksthogte zie tabel E.1:

object	kleur	tekst hoogte (mm)
linksboven in Liggingsplan de titel "LIGGINGSPAN"	rood	5
onder titel de schaal	zwart	2
noordpijl	zwart	
assenstelsel (afbeelding)	zwart	
beheerobjectcode <sup>3)</sup>	rood	2.5
rijkswegnummer	zwart	2.5
hectometrering + letters rijbaanaanduiding	zwart	2
as rijksweg met richtingsaanduidingen	zwart	2.5
info over vaste punten	zwart	2
Deformatiemeetpunt XYZ	rood	
Deformatiemeetpunt Z	blauw	
deformatiemeetpuntnummers	zwart	2
steunpuntnummer (binnen kader)	zwart	2
info kunstwerk onderdelen (voegovergangen, schampkant, randbalk, inspectiepad, etc.)	zwart	2
van de onderliggende wegen, rivieren en kanalen de vermelding van de naam, nr, rij- en/of vaarrichting	zwart	2
verhardingssymbolen	groen	
taludsymbolen	groen	
betonsymbolen op het kunstwerk	zwart	
watersymbool	zwart	

**tabel E.1**

### E.2.3 Legenda

In de tekening en de legenda moeten voor de onderstaande objecten de getoonde symbolen worden gehanteerd:

<b>LEGENDA</b>	
103 	meetpunt = messing bout met centerpunt t.b.v. XYZ-meting
104 	meetpunt = messing bout t.b.v. Z-meting
	aanduiding steunpunt
	beton
	klinkerverharding
	asfalt
	water
HM118,3Re	hectometrering

**Voorbeeld legenda E.1**

<sup>3)</sup> Indien meerdere beheerobjecten in één tekening zijn samengevoegd, dan per beheerobject de beheerobjectcode in de tekening plaatsen. Geen samengestelde beheerobjectcodes zoals bijv. 32G-116-(01+02) in de tekening plaatsen.



#### E.2.4 Vastmeetschetsen

- De Vastmeetschetsen van de deformatiemeetpunten worden onder het Liggingsplan van het kunstwerk geplaatst. Deze worden per reeks weergegeven;
- De Vastmeetschetsen worden hetzelfde georiënteerd als het Liggingsplan zodat de noordpijlen bij het Liggingsplan en de Vastmeetschetsen dezelfde richting op wijzen;
- Met de Vastmeetschetsen moet het door maatvoering precies duidelijk worden waar de deformatiemeetpunten in het terrein zijn aangebracht. De punten moeten met behulp van deze schetsen makkelijk zijn terug te vinden;
- Voor horizontaal geplaatste deformatiemeetpunten ook aangeven hoe ze in hoogte t.o.v. te benoemen referentielijn zijn geplaatst. De maat in decimeters en de referentielijn weergeven als tekst (bijv in tabelvorm) of als maatvoering in de tekening;
- De maatvoering wordt gepresenteerd in meters met 2 decimalen;
- De deformatiemeetpunten worden aangemeten aan voegen, geleiderailstijlen, leuningstijlen, rand weg, etc.;
- De deformatiemeetpunten worden ook t.o.v. elkaar gemeten;
- Informatie over de plaats van de deformatiemeetpunten, zoals randbalk, schampkant en inspectiepad, worden in de Vastmeetschetsen vermeld;
- Verder aan te brengen gegevens met bijbehorende lijnkleur en teksthogte zie tabel E.2:

object	kleur	tekst hoogte (mm)
linksboven in Vastmeetschetsen de titel "VASTMEETSCHETSEN"	rood	5
onder titel de schaal	zwart	2
noordpijl	zwart	
kunstwerklijnen (0,18mm)	zwart	
kunstwerkmeubilair (0,18m)	zwart	
deformatiemeetpunt	rood	
deformatiemeetpuntnummers	rood	2
steunpuntnummer (binnen kader)	zwart	2
info kunstwerk onderdelen (voegovergangen, schampkant, randbalk, inspectiepad, etc.)	zwart	2
verhardingssymbolen	groen	
taludsymbolen	groen	
betonsymbolen op het kunstwerk	zwart	
watersymbool	groen	
maatvoering	groen	2

**tabel E.2**

#### E.2.5 Titelblok

De tekening van het Liggingsplan en Vastmeetschetsen moet worden voorzien van een titelblok conform de RWS-stijl. Voor een aantal velden gelden vaste waarden zie bijlage H. Voor de volgende velden moeten onderstaande variabelen worden ingevuld.

- Eigenaar

- 
- Beheerder
  - Stichtingsjaar
  - BEHEEROBJECTCODE+VOLGNUMMER METING
  - COMPLEXNAAM
  - BEHEEROBJECTNAAM
  - BEHEEROBJECTOMSCHRIJVING

De waarde voor bovengenoemde velden moeten worden overgenomen uit het Paspoort van DISK.

- getekend
- gecontroleerd
- vrijgegeven

Voor de velden "getekend", "gecontroleerd" en "vrijgegeven" worden de namen van de medewerkers van de Opdrachtnemer en de datum (jjjj-mm-dd) ingevuld.

- projectcode, dossiercode en dienstcode hoeven niet te worden ingevuld.
- status                      Vermeld de status van de tekening bijv. Concept of Definitief
- versie                      Vermeld het versienummer
- laatst gewijzigd           Vermeld datum (jjjj-mm-dd) van de wijziging.
- in <x> bladen              Voor het veld "in <x> bladen" wordt voor x het totaal aantal bladen van het Liggingsplan +Vastmeetschetsen en de grafieken ingevuld.
- bladnr.                      Voor het veld "bladnr." wordt een 1 ingevuld. Indien het Liggingsplan en Vastmeetschetsen voor de overzichtelijkheid als 2 tekeningen worden geleverd dan worden de waarden 1A en 1B gebruikt.
- tekening formaat           Vermeld hier het gekozen formaat. bijv. A3
- schaal                      Vermeld hier de schaal van het Liggingsplan
- reg.nr.                      Voor het veld "reg.nr." wordt de naam van het AutoCAD-bestand ingevuld.

Voor een voorbeeld van het titelblok zie bijlage H "Voorbeeldtekeningen Liggingsplan en Vastmeetschetsen".

---

## E.3 Excel-bestand

De coördinaten van de deformatiemeetpunten, de voegafstanden en de verschillen tussen de Nul- en herhalingsmetingen moeten worden opgeslagen in een Excel-bestand.

Bij Nul- en herhalingsmetingen waarvoor nog geen Excel-bestand beschikbaar is moet het bestand worden aangemaakt. Hiervoor is een template "DFM-Excel-template-`<ddmmjj>.xlt`" beschikbaar. In de overige gevallen wordt het Excel-bestand van de voorgaande meting aangeleverd en moet worden aangevuld.

Hieronder volgt een verdere beschrijving van de verschillende tabbladen van het bestand.

### E.3.1 Tabbladen

In het Excel-bestand kunnen de volgende tabbladen voorkomen:

- Een tabblad voor de coördinaten van de Nulmeting;
  - Een tabblad voor referentiecoördinaten, in eerste instantie zijn dit de coördinaten van de Nulmeting, na toevoeging van of herplaatsen van deformatiemeetpunten wordt dit tabblad aangevuld met een nieuwe set referentiecoördinaten;
  - Tabbladen voor de coördinaten van iedere herhalingsmeting;
  - Een tabblad met de verschillen van de coördinaten van de herhalingsmetingen t.o.v. de referentiecoördinaten;
  - Een tabblad met de coördinaten van de Nul- en herhalingsmetingen van deformatiemeetpunten (5-cijferige puntnummers) t.b.v. van de scheefstandmeting;
  - Een tabblad met de verschillen van de coördinaten tussen de herhalingsmetingen en de Nulmeting van deformatiemeetpunten (5-cijferige puntnummers) t.b.v. van de scheefstandmeting;
  - Een tabblad met de voegafstanden van de Nul- en de herhalingsmetingen;
  - Een tabblad met de verschillen van de voegafstanden tussen de herhalingsmetingen en de Nulmeting.
- 
- De naam van het Excel-bestand is als volgt opgebouwd;  
`<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>-resultaten.xls` bijv: 32G-116-(01+02)-01-resultaten.xls

#### Opmerkingen:

- De eerste 2 regels in alle tabbladen van het Excel-bestand zijn identiek;
- Hierin moet uit DISK de volgende gegevens worden ingevuld:
  - In het veld B1: de beheerobjectcode, de beheerobjectcode is opgebouwd uit de complexcode bijv. 32G-116 en het beheerobjectnummer(s) Bijv. "32G-116-(01+02)";
  - In het veld C1: de naam van het complex, bijv "De Fliert";
  - In het veld B2: de beheerobjectnaam, bijv. "De Fliert". Indien dit niet bekend is vul dan in "naam onbekend".
  - In het veld C2: de beheerobjectomschrijving, bijv. "Oostelijk en Westelijk viaduct over de Klomperweg".

- De notatie van X-, Y-, en Z-waarden van de coördinaten zijn in meters met een punt als decimaalteken en op 4 decimalen nauwkeurig;

### E.3.2 Nulmeting, herhalingsmetingen en referentiecoördinaten

#### Opbouw tabblad Nulmeting en herhalingsmetingen:

- De naam van het tabblad is bij de:
  - Nulmeting: "nulmeting"
  - herhalingsmeting: "herh-<nr>", bijv. "herh-01"
- De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

Opmerking: Voor de aansluitpunten in X,Y moet het puntnummer **vet** in het tabblad van de herhalingsmeting worden opgenomen. Voor het aansluitpunt in Z moet het puntnummer worden onderstreept.

Zie het voorbeeld van een tabblad nulmeting in figuur E.2

Zie het voorbeeld van een tabblad herhalingsmeting in figuur E.3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		32G-116-(01+02)	De Fliert								
2		De Fliert	Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg								
3		Nulmeting									
4		Meetdatum:	20040626								
5											
6	Pnr	X	Y	Z							
7											
8	100	2000.0000	5000.0000	15.9528							
9	101	1999.9833	5003.0113	15.9605							
10	102	1999.9990	5003.9070	15.9545							
11	103	1999.9955	5009.0917	15.9566							
12	104	1999.9992	5015.8577	15.9552							
13	105	2000.0034	5019.8405	15.9501							
14	106	2000.0001	5023.8537	15.9554							
15	107	1999.9937	5029.1510	15.9538							
16	108	2000.0089	5035.9352	15.9597							
17	<b>109</b>	2000.0124	5037.5759	15.9448							
18	110	2000.0253	5040.0827	15.9411							
19	201	2015.7729	5001.3862	16.3026							

figuur E.2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		32G-116-(01+02)	De Fliert								
2		De Fliert	Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg								
3		2e herhalingsmeting									
4		Meetdatum:	20110517								
5											
6	Pnr	X	Y	Z							
7											
8	100	2000.0035	5000.0128	15.9456							
9	101	1999.9864	5003.0248	15.9564							
10	102	2000.0014	5003.9067	15.9523							
11	103	1999.9987	5009.0921	15.9541							
12	104	2000.0021	5015.8580	15.9535							
13	105A	1999.9694	5020.5047	15.9485							
14	106	2000.0062	5023.8537	15.9538							
15	107	1999.9973	5029.1511	15.9516							
16	108	2000.0122	5035.9341	15.9579							
17	<b>109</b>	2000.0124	5037.5759	15.9448							
18	110	2000.0278	5040.0827	15.9392							
19	201	2015.7737	5001.3869	16.3014							

figuur E.3

## CSV-bestanden t.b.v. de LISP-routine

- De tabbladen met de coördinaten van de Nul- en herhalingsmetingen moeten per tabblad als een \*.csv-bestand worden opgeslagen;
- Van het tabblad ref-XYZ hoeft geen \*.csv-bestand te worden gemaakt;
- Bij de conversie van een Excel-blad naar een \*.csv-bestand moet ervoor worden gezorgd dat het puntkomma-teken of het komma-teken ingesteld staat als kolom-scheidingsteken;
- Door bewerkingen in het xls-bestand kan het voorkomen dat bij het aanmaken van een \*.csv-bestand na de laatste regel met coördinaten nog regels met scheidingstekens worden toegevoegd. Deze regels moeten uit het \*.csv-bestand worden verwijderd;
- De bestandsnaam (zie bijlage G) van een \*.csv-bestand is als volgt opgebouwd;  
<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>.csv, bijv: 32G-116-(01+02)-01.csv

De \*.csv-bestanden dienen als invoer voor de AutoCAD LISP-routine ([zie paragraaf E.4.1](#)) die deformatiegrafieken aanmaakt. Bij herplaatste coördinaten voert de routine de berekening geschetst in het voorbeeld zelf uit. Nieuwe referentiecoördinaten zijn voor de LISP-routine dus niet nodig.

### Opbouw tabblad Referentiecoördinaten:

- De naam van het tabblad is: "ref-XYZ"
- De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

Zie het voorbeeld van een tabblad ref-XYZ in figuur E.4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		32G-116-(01+02)	De Fliert									
2			De Fliert									
3			Oostelijk en westelijk viaduct over de Klopnerweg									
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

figuur E.4

### Bijzonderheden:

- Indien bij een herhalingsmeting van een deformatiemeetpunt één of meerdere coördinaten niet zijn gemeten wordt in de betreffende velden i.p.v de coördinaten de tekst "n.g." ingevuld.

---

### Toelichting bijgeplaatst punt:

- Indien er bij een herhalingsmeting een extra deformatiemeetpunt is bijgeplaatst, dan moet in het Excel-bestand voor de betreffende tabbladen het punt worden geplaatst tussen de direct aansluitende punten in die reeks;
- Het nieuwe punt dient ook tussengevoegd te worden in de tabbladen van de voorgaande metingen en het tabblad met de referentiecoördinatenlijst;
- In het tabblad van de herhalingsmeting waarbij het punt is toegevoegd krijgt dit punt een puntnummer met de toevoeging "T" bijv. 113T;
- Ook in toekomstige herhalingsmetingen wordt het punt benoemd met de toevoeging "T" bijv. 113T;
- In de tabbladen van de voorgaande metingen moet de toevoeging "T" worden vervangen door een "#", bijv. 113#. Het "#" geeft aan dat puntnummer in de betreffende meting nog niet bestond;
- In de tabbladen van de voorgaande metingen en het tabblad met de referentiecoördinatenlijst krijgt dit punt dezelfde coördinaten als in het tabblad van de herhalingsmeting waar het punt de eerste keer is gemeten;
- In het Meetrapport en in de Deformatiegrafieken boven het titelblok moet duidelijk worden bijschreven dat het punt is bijgeplaatst per <datum>;

### Toelichting herplaatst punt:

- Indien punten zijn herplaatst is deformatie t.o.v. de vorige meting niet te bepalen. In dat geval wordt verondersteld dat er t.o.v. de vorige meting geen deformatie is opgetreden. In de Deformatiegrafieken wordt bij de betreffende herhalingsmeting in de kolom met verschilwaarden de tekst "NULM" geplaatst;
- De coördinaten van de nieuwe meetbout zijn niet meer te vergelijken met de coördinaten van de Nulmeting van de oorspronkelijke meetbout. Om voor de nieuwe meetbout coördinaatverschillen te kunnen berekenen moeten nieuwe referentiecoördinaten worden bepaald;
- Deze nieuwe referentiecoördinaten worden bepaald uit de coördinaten van de eerste meting van de nieuwe bout, gecorrigeerd met de berekende coördinaatverschillen van de laatste herhalingsmeting van de oude meetbout t.o.v. de Nulmeting;
- In het Excel-bestand wordt in het tabblad "ref-XYZ", voor het herplaatste punt een nieuwe set referentiecoördinaten aangemaakt. zie: **figuur E.4** Deze nieuwe set coördinaten bevat de ongewijzigde punten uit de Nulmeting en het herplaatste punt met gecorrigeerde coördinaten;
- In het tabblad "Verschillen" (paragraaf E.3.3) moeten de verschillen van deze en volgende herhalingsmetingen worden bepaald t.o.v. dit vernieuwde referentietabblad;

### Voorbeeld:

Stel: In de 2<sup>e</sup> Herhalingsmeting blijkt in de reeks 100-110, punt 105 verstoord en diensgevolge wordt het punt herplaatst. Het nieuwe deformatiemeetpunt krijgt puntnummer 105A. Punt 105A krijgt nieuwe X-, Y- en Z-referentiecoördinaten. De nieuwe referentiecoördinaten zijn de coördinaten van het nieuw geplaatste punt gecorrigeerd met het

berekende coördinaatverschil van de voorgaande deformatiemeting t.o.v. de Nulmeting.

In formule met de X-waarde als voorbeeld:

$$X_{\text{refnw}} = X(105A) - [X(n-1) - X(\text{refoud})].$$

Met de gegevens uit de (op elkaar aansluitende) figuren E.2, E.3 en E.4 wordt dat:  $X_{\text{refnw}} = 1968.4000 - (1968.4351 - 1968.4340) = 1968.3989$

Dezelfde bewerking wordt vervolgens uitgevoerd voor de Y-waarde en Z-waarde van het herplaatste punt 105A.

Het X-, Y- en Z-verschil tussen de waarden van de 2<sup>e</sup> Herhalingsmeting en de geactualiseerde referentiecoördinaten zijn nu gelijk aan de verschilwaarden uit de 1<sup>e</sup> Herhalingsmeting, omdat de omvang van de deformatie door het herplaatsen onbepaald is.

### E.3.3 Coördinaatverschillen

#### Opbouw Tabblad:

- De naam van het tabblad is: "verschillen"
- De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

#### Opmerkingen:

- X-, Y-verschillen tussen herhalingsmeting en Nulmeting presenteren in mm met 0 decimalen;
- Z-verschillen tussen herhalingsmeting en Nulmeting presenteren in mm met 1 decimaal;
- Verschillen groter dan de deformatiedrempel dienen in **rood** en **vet** te worden weergegeven.

#### Bijzonderheden:

Indien bij een herhalingsmeting van een deformatiemeetpunt:

- één of meerdere coördinaten niet zijn gemeten, wordt in het tabblad "verschillen", in de betreffende velden van het herplaatste punt, geen coördinaatverschillen, maar de tekst "ng" geplaatst;
- wordt herplaatst, wordt in het tabblad "verschillen", in de betreffende velden van het herplaatste punt, geen coördinaatverschillen, maar de tekst "NULM" geplaatst.

Zie het voorbeeld van een tabblad verschillen in figuur E.5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		32G-116-(01+02)	De Fliet									
2		De Fliet	Oostelijk en westelijk viaduct over de Klonperweg									
3												
4		Nulmeting				1e herhalingsmeting				2e herhalingsmeting		
5		Meetdatum: 20040626				datum: 20080920				datum: 20110517		
6	Pnr	X	Y	Z	Pnr	ΔX in mm	ΔY in mm	ΔZ in mm	Pnr	ΔX in mm	ΔY in mm	ΔZ in mm
7												
8	100	2000.0000	5000.0000	15.9528	100	2	6	-4.2	100	4	13	-7.2
9	101	1999.9833	5003.0113	15.9605	101	1	5	-2.1	101	3	14	-4.1
10	102	1999.9990	5003.9070	15.9545	102	1	-2	-0.2	102	2	0	-2.2
11	103	1999.9955	5009.0917	15.9566	103	1	-2	-0.5	103	3	0	-2.5
12	104	1999.9992	5015.8577	15.9552	104	1	-2	0.3	104	3	0	-1.7
13	105	2000.0034	5019.8495	15.9501	105	1	-1	0.4	105A	NULM	NULM	NULM
14	106	2000.0001	5023.8537	15.9554	106	1	-2	0.4	106	6	0	-1.6
15	107	1999.9937	5029.1510	15.9538	107	2	-2	-0.2	107	4	0	-2.2
16	108	2000.0089	5035.9352	15.9597	108	1	-3	0.2	108	3	-1	-1.8
17	109	2000.0124	5037.5759	15.9448	109	0	0	0.0	109	0	0	0.0
18	110	2000.0253	5040.0827	15.9411	110	1	-2	0.1	110	3	0	-1.9
19	201	2015.7729	5001.3862	16.3026	201	-1	-1	0.8	201	1	1	-1.2

figuur E.5

### E.3.4 Scheefstandcoördinaten

#### Opbouw Tabblad:

- De naam van het tabblad is: "sst-coor";
- De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

Zie het voorbeeld van een tabblad sst-coor in figuur E.6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		32G-116-(01+02)	De Fliert							
2		De Fliert	Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg							
3										
4		Nulmeting			1e Herhalingsmeting			2e Herhalingsmeting		
5		Meetdatum: 20040626			Meetdatum: 20080920			Meetdatum: 20110517		
6	Pnr	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
7										
8	10401	1999.9694	5015.8047	15.0000	1999.9704	5015.8049	15.0003	1999.9708	5015.8046	14.9997
9	10402	1999.9694	5015.8047	10.5000	1999.9684	5015.8050	10.5002	1999.9689	5015.8048	10.4993
10										
11	10601	1999.9694	5023.8547	15.1000	1999.9694	5023.8552	15.0996	1999.9703	5023.8549	15.0996
12	10602	1999.9694	5023.8547	10.6000	1999.9704	5023.8543	10.5993	1999.9707	5023.8545	10.5990
13										
14	40401	2031.5194	5010.5047	15.1500	2031.5214	5010.5037	15.1498	2031.5216	5010.5036	15.1489
15	40402	2031.5194	5010.5047	10.6500	2031.5184	5010.5054	10.6495	2031.5190	5010.5059	10.6490
16										
17	40601	2031.5194	5022.6047	15.0500	2031.5214	5022.6050	15.0499	2031.5208	5022.6064	15.0499
18	40602	2031.5194	5022.6047	10.5500	2031.5174	5022.6059	10.5501	2031.5168	5022.6057	10.5503
19										

figuur E.6

### E.3.5 Verschillen Scheefstandmetingen

#### Opbouw Tabblad:

- De naam van het tabblad is: "sst-verschil";
- De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

#### Opmerkingen:

- X-, Y-verschillen tussen herhalingsmeting en Nulmeting presenteren in mm, met 0 decimalen;
- Z-verschillen tussen herhalingsmeting en Nulmeting presenteren in mm, met 1 decimaal;
- Verschillen groter dan de deformatiedrempel dienen in **rood** en **vet** te worden weergegeven.

Zie het voorbeeld van een tabblad sst-verschil in figuur E.7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1		32G-116-(01+02)	De Fliert									
2		De Fliert		Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg								
3												
4		Nulmeting	1e herhalingsmeting					2e herhalingsmeting				
5		20040626	Meetdatum: 20080920					Meetdatum: 20110517				
6			verschillen t.o.v. nulmeting in mm					verschillen t.o.v. nulmeting in mm				
7		Puntnummer	$\Delta_x$	$\Delta_{x01}-\Delta_{x02}$	$\Delta_y$	$\Delta_{y01}-\Delta_{y02}$	$\Delta_z$	$\Delta_x$	$\Delta_{x01}-\Delta_{x02}$	$\Delta_y$	$\Delta_{y01}-\Delta_{y02}$	$\Delta_z$
8		10401	1		0		0	1		0		0
9		10402	-1	2	0	0	0	-1	2	0	0	-1
10												
11		10601	0		0		0	1		0		0
12		10602	1	-1	0	1	-1	1	0	0	0	-1
13												
14		40401	2		-1		0	2		-1		-1
15		40402	-1	3	1	-2	-1	0	3	1	-2	-1
16												
17		40601	2		0		0	1		2		0
18		40602	-2	4	1	-1	0	-3	4	1	1	0
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												
101												
102												
103												
104												
105												
106												
107												
108												
109												
110												
111												
112												
113												
114												
115												
116												
117												
118												
119												
120												
121												
122												
123												
124												
125												
126												
127												
128												
129												
130												
131												
132												
133												
134												
135												
136												
137												
138												
139												
140												
141												
142												
143												
144												
145												
146												
147												
148												
149												
150												
151												
152												
153												
154												
155												
156												
157												
158												
159												
160												
161												
162												
163												
164												
165												
166												
167												
168												
169												
170												
171												
172												
173												
174												
175												
176												
177												
178												
179												
180												
181												
182												
183												
184												
185												
186												
187												
188												
189												
190												
191												
192												
193												
194												
195												
196												
197												
198												
199												
200												
201												
202												
203												

figuur E.7



## E.3.6 Voegafstanden Nul- en herhalingsmetingen

### Opbouw Tabblad:

- De naam van het tabblad is: "voegafstand";
- De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

### Opmerkingen:

- De gemeten voegafstanden presenteren in meters met 3 decimalen. Indien de voegafstand niet is gemeten wordt de tekst "n.g." geplaatst;
- De berekende voegafstanden uit coördinaten presenteren in meters met 3 decimalen;
- Wanneer bij een herhalingsmeting een punt dat deel uitmaakt van een voegafstand is verplaatst, wordt de voegafstand t.o.v. het herplaatste punt gemeten;
- De voeg met het herplaatste punt wordt gezien als nieuwe voeg, in de tabel wordt een regel tussengevoegd;
- De gemeten afstand in de betreffende herhalingsmeting wordt ook de voegafstand van de Nulmeting. Met voegverschillen uit het verleden wordt geen rekening gehouden.

Zie het voorbeeld van een tabblad voegafstand in figuur E.8

	A	B	C	D	E	F	G
1		32G-116-(01+02)	De Fliert				
2		De Fliert	Oostelijk en westelijk viaduct over de Komperweg				
3							
4			Nulmeting	1e herhalingsmeting	2e herhalingsmeting	3e herhalingsmeting	
5	meetdatum:		20040626	20080920	20110517	20150115	
6							
7		gemeten voegmaten		gemeten afstand	gemeten afstand	gemeten afstand	gemeten afstand
8	Voegnr.	w1 in m	w2 in m	d0 in m	d1 in m	d2 in m	d3 in m
9							
10	101-102	0.055	0.025	0.895	0.892	0.884	0.879
11	108-109	0.052	0.022	1.640	1.642	1.638	1.643
12	201-202	0.056	0.026	1.297	1.298	1.297	1.302
13	208-209	0.055	0.025	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
14	301-302	0.054	0.024	1.313	1.315	1.310	1.317
15	308-309	0.052	0.022	1.280	1.283		
16	308-309A	0.056	0.026	1.331		1.331	1.334
17	401-402	0.051	0.021	1.598	1.598	1.597	1.603
18	408-409	0.055	0.025	1.617	1.619	1.616	1.620
19							
20							
21							
22				afstand berekend uit	afstand berekend uit	afstand berekend uit	afstand berekend uit
23	Voegnr.			XY-coördinaten	XY-coördinaten	XY-coördinaten	XY-coördinaten
24				d0 in m	d1 in m	d2 in m	d3 in m
25	101-102			0.896	0.890	0.882	0.878
26	108-109			1.641	1.644	1.642	1.642
27	201-202			1.298	1.298	1.301	1.304
28	208-209			1.311	1.313	1.313	1.313
29	301-302			1.313	1.315	1.313	1.314
30	308-309			1.281	1.283		
31	308-309A			1.330		1.330	1.332
32	401-402			1.599	1.601	1.603	1.604
33	408-409			1.618	1.619	1.618	1.622
34							

figuur E.8

### E.3.7 Verschillen voegafstanden

#### Opbouw Tabblad:

- De naam van het tabblad is: "voegverschil"
- De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

#### Opmerkingen:

- De gemeten voegafstanden presenteren in meters met 3 decimalen. Indien de voegafstand niet is gemeten wordt de tekst "n.g." geplaatst.
- De verschillen tussen de gemeten afstanden presenteren in mm met 0 decimalen;
- De berekende voegafstanden uit coördinaten presenteren in meters met 3 decimalen;
- De verschillen tussen de berekende afstanden presenteren in mm met 0 decimalen;
- Verschillen groter dan de deformatiedrempel (10 mm) dienen in rood en vet te worden weergegeven.

Zie het voorbeeld van een tabblad "voegverschil" in figuur E.9

	A	B	C	D	E	F	G
1		32G-116-(01+02)	De Fliert				
2		De Fliert	Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg				
3							
4		Referentie	1e herhalingsmeting	2e herhalingsmeting	3e herhalingsmeting		
5	meetdatum:	20040626	20080920	20110517	20150115		
6							
7		gemeten afstand	verschil tussen	verschil tussen	verschil tussen		
8	Voegnr.	d0 in m	gemeten afstanden	gemeten afstanden	gemeten afstanden		
9			d1-d0 in mm	d2-d0 in mm	d3-d0 in mm		
10	101-102	0.895	-3	-11	-16		
11	108-109	1.640	2	-2	3		
12	201-202	1.297	1	0	5		
13	208-209	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.		
14	301-302	1.313	2	-3	4		
15	308-309	1.280	3				
16	308-309A	1.331		0	3		
17	401-402	1.598	0	-1	5		
18	408-409	1.617	2	-1	4		
19							
20							
21		afstand berekend	verschil tussen	verschil tussen	verschil tussen		
22	Voegnr.	uit XY-coördinaten	berekende afstanden	berekende afstanden	berekende afstanden		
23		d0 in m	d1-d0 in mm	d2-d0 in mm	d3-d0 in mm		
24	101-102	0.896	-6	-14	-18		
25	108-109	1.641	3	1	1		
26	201-202	1.298	0	3	6		
27	208-209	1.311	2	2	2		
28	301-302	1.313	2	-1	1		
29	308-309	1.281	2				
30	308-309A	1.330		0	2		
31	401-402	1.599	2	4	5		
32	408-409	1.618	1	1	4		
33							
	nulmeting / herh-01 / herh-02 / herh-03 / ref-XYZ / verschillen / sst-coor / sst-verschil / voegafstand / <b>voegverschil</b>						

figuur E.9

---

## E.4 Deformatiegrafieken

### E.4.1 Algemeen

Indien de meting een herhalingsmeting betreft moeten de coördinaatverschillen t.o.v. de Nulmeting grafisch als deformatiegrafieken worden gepresenteerd.

Voor het aanmaken van de deformatiegrafieken is een LISP-routine en een template beschikbaar.

#### LISP-routine

*Voor het aanmaken van bovengenoemde grafische presentaties heeft de dienst Centrale Informatievoorziening (CIV) een AutoCAD LISP-routine en een bijbehorende template beschikbaar gesteld. De invoer voor deze routine zijn de csv-bestanden van de tabbladen met de coördinaten van de Nul- en herhalingsmetingen uit het in [paragraaf E.3.2](#) genoemde Excel-bestand en de meteogegevens. Gebruik van deze LISP-routine is niet verplicht. De LISP-routine bevat nog enkele onvolkomenheden. Het blijft de verantwoording van de Opdrachtnemer de tekeningen, als resultaat van de LISP-routine, verder aan te passen aan de genoemde specificaties.*

Een voorbeeld van de deformatiegrafieken met de daartoe behorende onderdelen, lay-out en indeling is als bijlage I toegevoegd. Deze voorbeeldtekening dient ter illustratie van de tekst.

- Indien er tegenspraken worden geconstateerd in de tekst en de voorbeeldtekening is de tekst leidend. Neem bij twijfel contact op met de Opdrachtgever;
- Indien bepaalde specificaties in de tekst ontbreken, is de voorbeeldkaart leidend. Dit geldt o.a. voor de grootte, lettertype en de kleur van de teksten, de lijndikte en kleur van de objecten en de grootte van de puntsymbolen.

Voor het aanmaken van de deformatiegrafieken gelden de volgende eisen:

- In de tekening mogen geen bedrijfsnamen of logo's van de Opdrachtnemer worden opgenomen;
- De grafische presentatie van de verschillen bestaat uit:
  - Voorblad bij de deformatiegrafieken;
  - XY-deformatiegrafieken bestaande uit XY-deformatieprofielen;
  - Z-deformatiegrafieken bestaande uit Z-deformatieprofielen;
  - Bovenanzicht XY-deformatie laatste meting;
- De tekening dient geleverd te worden als een AutoCAD-bestand (\*.dwg);
- De bestandsnaam (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd;
- <complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>-ZG.dwg
- bijv: 32G-116-(01+02)-01-ZG.dwg
- De bladen van de tekeningen dienen ook als aparte PDF-bestanden te worden geleverd;
- De tekeningen in de PDF-bestanden dienen horizontaal te zijn gepositioneerd;

- De bestandsnaam (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd;
- <complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>-ZG-<bladnr>.pdf, bijv: 32G-116-(01+02)-01-ZG-02.pdf

#### E.4.2 Voorblad bij de deformatiegrafieken

De tekeningen van de deformatiegrafieken worden voorafgegaan door een tekening met informatie over de deformatiegrafieken. Deze tekening bevat t.b.v. de deformatiegrafieken de volgende onderdelen:

- Legenda/Weertabel;
- Verklaring van de grafieken;
- Titelblok.

##### Legenda/weertabel:

Van alle in de deformatiegrafieken voorkomende metingen wordt voor het aanduiden van de punten van een meting het toegepaste puntsymbool en de kleur van de bijbehorende meting aangegeven. In de legenda/weertabel wordt beschreven onder welke weersomstandigheden een meting is uitgevoerd. Waarbij in de kopregel de rubrieken staan genoteerd en in de kolommen staan de daarbij behorende waarden.

#### LEGENDA BIJ DEFORMATIEGRAFIEKEN

Meting	Symbool	Datum	Windrichting	Windsterkte	Bewolking	Temp. Constr.	Temp. Lucht
0	○	19990914	noordnoordoost	zwak	bewolkt	+18°C	+18°C
1	◻	20000107	zuidzuidwest	matig	bewolkt	+6°C	+6°C
2	◇	20041015	zuid	zwak	half bewolkt	+13°C	+13°C
3	✦	20051027	zuid	matig	onbewolkt	+17°C	+18°C
4	△	20081114	zuidwest	matig	bewolkt	+11°C	+11°C
5	▽	20101125	zuid	zwak	bewolkt	+3°C	+3°C

○ Symbool Hersteld punt  
In de kleur van de nieuwe 'nulmeting'

##### tabel E.2

De tabel is als volgt opgebouwd.

Rubriek:	Kolomwaarde (-bereik):
Nummer	Metingnummer aangegeven als: 0 of 1, 2, etc.
Symbool	symbool Nul- of herhalingsmeting
Datum	Meetdatum in de vorm: jjjjmmdd
Windrichting	N, NO, O, ZO, Z, ZW, W of NW
Windsterkte	Windstil, zwak, matig of hard
Bewolking	Onbewolkt, half bewolkt, bewolkt, e.d.
Temp. Constr.	Temperatuur in hele °C, bijv. +18°C
Temp. Lucht	Temperatuur in hele °C, bijv. +18°C

---

### Weertabel (AScii-bestand) t.b.v. LISP-routine

De meteogegevens worden vastgelegd in één totaal AScii-bestand. Per meting dient maar 1 set weergegevens, die het meest representatief voor de xy-meting zijn, in een tabel volgens het formaat van onderstaand voorbeeld te worden opgenomen;

Meting: 0  
Datum: 19830913  
Windrichting: NO  
Windsterkte: 5 bft  
Bewolking: regen  
Temp. constr.: +15%%dC  
Temp. lucht: +15%%dC

Meting: 1  
Datum: 19840914  
Windrichting: Z  
Windsterkte: 3 bft  
Bewolking: regen  
Temp. constr.: +15%%dC  
Temp. lucht: +16%%dC

Meting: 2  
Datum: 19850710  
Windrichting: NW  
Windsterkte: 3 bft  
Bewolking: bewolkt  
Temp. constr.: +15%%dC  
Temp. lucht: +17%%dC

Meting: 3  
Datum: 19860611  
Windrichting: W  
Windsterkte: 3 bft  
Bewolking: onbewolkt  
Temp. constr.: +15%%dC  
Temp. lucht: +15%%dC

Elke set weersgegevens bestaat uit 8 regels. De laatste regel is een 'lege' regel. Voor de juiste werking van de LISP-routine is het noodzakelijk dat de teksten voorafgaand aan de waarden ongewijzigd blijven. De waarden van de variabelen beginnen op een bepaalde positie te weten:

Meting	vanaf positie 8
Datum	vanaf positie 8
Windrichting	vanaf positie 15
Windsterkte	vanaf positie 14
Bewolking	vanaf positie 12
Temp. constr.	vanaf positie 16
Temp. Lucht	vanaf positie 14

De bestandsnaam (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd:  
<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>-  
weertabel.txt, bijv: 25A-305-01-02-weertabel.txt

---

## Verklaring van de grafieken

Hier worden de volgende aspecten beschreven: <sup>4)</sup>

- Schaal waarin de afwijkingen in de deformatiegrafieken zijn gepresenteerd;
- Verticale afwijkingen met:
  - Verklaring en eenheid van de afwijkingen;
  - Richtingaanduiding van de afwijkingen.
- Horizontale afwijkingen met:
  - Verklaring en eenheid van de afwijkingen;
  - Richtingaanduiding van de afwijkingen.

## Titelblok

De tekening van het voorblad bij de deformatiegrafieken moet worden voorzien van een titelblok conform de RWS-stijl. Voor een aantal velden gelden vaste waarden zie bijlage I. Voor de volgende velden moeten onderstaande variabelen worden ingevuld.

- Eigenaar
- Beheerder
- BEHEEROBJECTCODE+VOLGNUMMER METING
- COMPLEXNAAM
- BEHEEROBJECTNAAM
- BEHEEROBJECTOMSCHRIJVING

De waarden voor bovengenoemde velden moeten worden overgenomen uit het Paspoort van DISK.

- getekend
- gecontroleerd
- vrijgegeven

Voor de velden "getekend", "gecontroleerd" en "vrijgegeven" worden de namen van medewerkers van de Opdrachtnemer volgens het kwaliteitsplan van de Opdrachtnemer en de datum (jjjj-mm-dd) ingevuld.

- projectcode, dossiercode en dienstcode hoeven niet te worden ingevuld.

- |                    |   |
|--------------------|---|
| - status           | Vermeld de status van de tekening bijv. Concept of Definitief   |
| - versie           | Vermeld het versienummer  |
| - laatst gewijzigd | Vermeld de datum (jjjj-mm-dd) van de wijziging.   |
| - Onderwerp        | Deformatieprofielen XY, deformatieprofielen Z; Deformatieschaal 1:1 (of aangepaste schaal).   |
| - In <x> bladen    | Voor het veld "In <x> bladen" wordt voor x het totaal aantal bladen van het Liggingsplan + Vastmeetschetsen en de grafieken ingevuld. |
| - bladnr.          | Voor het veld "bladnr." wordt een 2 ingevuld.   |
| - tekening formaat | Bladformaat (A4, A3, A2 etc of het werkelijke   |

---

<sup>4)</sup> Indien gebruik wordt gemaakt van de LISP routine dienen de standaardteksten te worden aangepast.

---

	formaat in millimeter).
- schaal	Schaal waarop profiellijn is ingepast in tekenruimte.
- reg.nr.	Voor het veld "reg.nr." wordt de naam van het AutoCAD-bestand ingevuld.

Voor een voorbeeld van een titelblok van het voorblad van deformatiegrafieken zie voorbeeldtekening bijlage I.

### E.4.3 Deformatiegrafieken

#### Algemeen

Van elke reeks deformatiemeetpunten wordt een tekening van de XY-verschillen en een tekening van de Z-verschillen vervaardigd. Een uitzondering hierop zijn de deformatiemeetpunten die benoemd zijn in paragraaf B.4.6. Deze punten hoeven niet in een grafiek te worden opgenomen.

De deformatiemeetpunten die tot dezelfde reeks behoren (zie B.3) worden in één tekening als deformatieprofiel-XY of als deformatieprofiel-Z afgebeeld. Iedere tekening wordt voorzien van een kader en titelblok. Daarbij geldt:

- De lengte van een reeks deformatiemeetpunten wordt zodanig geschaald dat ze (bij voorkeur) past op een A4-formaat. Voorwaarde hierbij is dat de grafieken op het gekozen formaat<sup>5)</sup> goed leesbaar moeten zijn. Waar de leesbaarheid onvoldoende is, wordt gekozen voor een groter formaat;
- In één grafiek worden per reeks de verschillen van alle herhalingsmetingen ten opzichte van de Nulmeting zowel grafisch als numeriek weergegeven;
- Elke herhalingsmeting wordt met een afzonderlijke kleur en puntsymbool afgebeeld;
- De afwijkingen worden in de schaal 1:1 weergegeven;
- De tekening wordt voorzien van een kader. Kaderlijn in zwart;
- De ondergrond van de deformatiegrafiek bestaat uit horizontale lijnen met een tussenafstand van 10 mm voor de grafische weergave van de XY- en Z-verschillen (grafische gedeelte). Daaronder horizontale lijnen met een tussenafstand van 4 mm voor de notatie van puntnummers en de afzonderlijke X- en Y-verschilwaarden, gescheiden door een / (tekst gedeelte). De ondergrond is in grijs (nr. 252);
- Links en rechts van de grafiek wordt een open marge van 10 mm vanaf de kaderrand aangehouden;
- De tekeningen van de grafieken worden voorzien van een "titelblok deformatiegrafiek" als volgt:

#### Titelblok deformatiegrafieken

De tekeningen van de deformatiegrafieken moeten worden voorzien van een titelblok conform de RWS-stijl. Voor een aantal velden gelden vaste

---

5) Bij het gebruik van de LISP-routine wordt afhankelijk van de voorgaande reeks soms een onhandig groot papierformaat aangemaakt. In deze gevallen moet het papierformaat worden aangepast.

---

waarden zie bijlage I. Voor de volgende velden moeten onderstaande variabelen worden ingevuld.

- Rijkslogo en Centrale Informatievoorziening.
- Schaal                                      Schaal waarop profiellijn is ingepast in tekenruimte.
- Formaat:                                      Bladformaat.
- Datum:                                        Datum van aanmaak tekening in de vorm jjjjmmdd bijv. 20071217
- Blad:    Blad 3 en verder zijn de deformatiegrafieken.
- <complexcode uit DISK>-<beheerobjectnummer uit DISK>-<volgnummer meting>
- <naam beheerobject uit DISK>
- Onderwerp:                                  Deformatieprofiel XY (of Z)
- Profiel                                        <puntnummer begin> - <puntnummer eind>

Voor een voorbeeld van een titelblok XY-deformatiegrafieken zie voorbeeldtekening bijlage I.

### **Verdere opbouw XY- en Z-deformatiegrafieken**

#### **Weergave van de Nulmeting**

- De deformatiemeetpunten worden uitgezet op een van de horizontale lijnen met een minimale afstand van 10 mm. De deformatiemeetpunten in een reeks worden evenredig met hun tussenafstand verdeeld over een maximaal beschikbare ruimte van 20 cm (A4 liggend). Voor deze inpassing moet gekozen worden voor schaal 1:100, 250, 400, 500, 1000 of 2000. De gekozen schaal geldt voor alle reeksen deformatiemeetpunten;
- Voor de inpassing van de Z-deformatiegrafiek wordt dezelfde schaal gebruikt als bij de XY-deformatiegrafiek;
- Ter hoogte van een deformatiemeetpunt wordt een verticale lijn aangebracht over het grafische gedeelte. Verticale lijn in grijs (nr. 252);
- De horizontale lijn waarop de deformatiemeetpunten zijn uitgezet, geldt als afbeelding van de Nulmeting. Lijnkleur is zwart (nr. 7);
- Het symbool voor de weergave van deformatiemeetpunten is een cirkel. Symboolkleur is rood (nr. 1);
- Links van de lijn met deformatiemeetpunten komt de tekst "Nulmeting", gevolgd door de datum van de Nulmeting (in de vorm jjjjmmdd). Tekstkleur is rood (nr. 1);
- Op de eerste regel van het tekstgedeelte worden de deformatiemeetpuntnummers genoteerd. Links van die regel komt de tekst "Puntnummers". Tekst en puntnummers in rood (nr. 1);
- Boven de XY-deformatiegrafiek (of Z-deformatiegrafiek) komt een aanduiding van de steunpuntnummering en oriëntering<sup>6)</sup> d.m.v. plaatsnamen of windstreekaanduiding. Steunpuntnrs. en oriëntering in zwart (nr. 7).

#### **Weergave van de herhalingsmetingen**

- Voor elke herhalingsmeting wordt een afzonderlijk puntsymbool en

---

<sup>6)</sup> Dit wordt niet in de LISP-routine geregeld maar moet handmatig worden aangepast.



kleur gebruikt. In het onderstaand overzicht worden de te gebruiken symbolen en kleuren beschreven;

- Indien er meer dan 8 herhalingsmetingen zijn uitgevoerd, wordt in de projectspecificaties aangegeven hoe hier mee om moet worden gegaan;
- De laatste herhalingsmeting (de actuele meting), wordt altijd in zwart (nr. 7) gepresenteerd;
- Van elk deformatiemeetpunt worden de X- en Y-verschillen (of Z-verschillen) in het grafische gedeelte afgebeeld in de schaal 1:1.
- De X/Y-verschuiving wordt gemarkeerd met een symbool. Er wordt een verbindinglijn getrokken tussen dit punt en de markering van de vorige meting;
- De Z-verschuiving wordt gemarkeerd met een symbool. De punten die de Z-verschuivingen van de opeenvolgende deformatiemeetpunten uit de betreffende herhalingsmeting weergeven worden met elkaar verbonden;
- Op de eerstvolgende regel van het tekstgedeelte worden de X/Y-verschilwaarden in millimeters zonder decimalen en de Z-verschilwaarden in millimeters met 1 decimaal ten opzichte van de Nulmeting beschreven. Het X-verschil en het Y-verschil wordt, gescheiden door het /-teken en onder het nummer van het deformatiemeetpunt geplaatst. Het Z-verschil wordt onder het nummer van het deformatiemeetpunt geplaatst. Links van de regel komt de tekst "<n><sup>e</sup> Herhalingsmeting", gevolgd door de datum van de meting.

Voor symbolen, kleuren en teksthogten van de verschillende metingen zie onderstaande tabel E.3.

	symbool	kleur	kleur nr	symbool hoogte	tekst hoogte
nulmeting	cirkel	rood	1	1.5 mm	2.0 mm
1 <sup>e</sup> herh.	vierkant	oranje	30	1.5 mm	2.0 mm
2 <sup>e</sup> herh.	ruit	blauw	5	1.5 mm	2.0 mm
3 <sup>e</sup> herh.	zandloper (schuin)	groen	3	1.5 mm	2.0 mm
4 <sup>e</sup> herh.	driehoek, punt boven	cyaan	4	1.5 mm	2.0 mm
5 <sup>e</sup> herh.	driehoek, punt onder	magenta	6	1.5 mm	2.0 mm
6 <sup>e</sup> herh.	zandloper	bruin	24	1.5 mm	2.0 mm
7 <sup>e</sup> herh.	cirkel	groen	95	1.5 mm	2.0 mm
8 <sup>e</sup> herh.	zandloper liggend	okergeel	52	1.5 mm	2.0 mm
9 <sup>e</sup> herh.	driehoek, punt links	blauw	126	1.5 mm	2.0 mm
10 <sup>e</sup> herh.	driehoek, punt rechts	lila	191	1.5 mm	2.0 mm
actuele meting	symbool herhalingsnr.	zwart	7	1.5 mm	2.0 mm

**tabel E.3**

### Bijzonderheden in deformatiegrafieken

- Als een deformatiemeetpunt in de herhalingsmeting niet is gemeten, dan wordt:
  - in de kolommen met de verschilwaarden t.o.v. de Nulmeting de tekst "n.g." geplaatst;
  - in de XY-deformatiegrafiek bij het betreffende deformatiemeetpunt geen puntsymbool en verbindinglijn met de voorgaande meting weergegeven;

- 
- in de Z-deformatiegrafiek bij het betreffende deformatiemeetpunt het puntsymbool en de verbindinglijnen naar de Z-verschilmarkering van het voorliggende en het achterliggende deformatiemeetpunt niet getekend;
  - Is in de actuele meting sprake van herplaatsing van een deformatiemeetpunt (bijv. punt 403 is vervangen door punt 403A), dan wordt:
    - in de grafiek het puntnummer 403 gewijzigd in 403A;
    - in de deformatiegrafieken bij de betreffende herhalingsmeting in de kolom met verschilwaarden de tekst "NULM" toegevoegd;
    - aangenomen dat er géén deformatie op dit deformatiemeetpunt is opgetreden t.o.v. de voorgaande meting;
    - in de XY-deformatiegrafiek wordt het XY-verschil van het herplaatste punt gemarkeerd met een cirkel; symboolgrootte = 3 mm. Deze markering heeft dus dezelfde positie als het XY-verschil uit de voorgaande meting; In de Z-deformatiegrafiek wordt het Z-verschil eveneens gemarkeerd met een cirkel; symboolgrootte = 3 mm. Deze markering heeft dezelfde positie als het Z-verschil uit de voorgaande meting;
  - Is in de actuele meting sprake van bijplaatsing van een deformatiemeetpunt, dan wordt:
    - in de grafiek het betreffende punt op de juiste locatie toegevoegd;
    - in de deformatiegrafieken bij de betreffende herhalingsmeting in plaats van de verschilwaarden de tekst "NULM" toegevoegd.
  - XY-verschillen en Z-verschillen worden in de schaal 1:1 weergegeven. Als de verschillen zodanig groot zijn dat de deformatiegrafiek niet op een A4-formaat past, dan moet een A3-formaat of groter worden gebruikt.

#### **E.4.4 Totale XY-deformatie na laatste meting**

Bij een herhalingsmeting moet een tekening worden gemaakt van de XY-deformatie van de betreffende meting t.o.v. de Nulmeting. Deze tekening wordt voorzien van een kader en titelblok. Daarbij geldt dat:

- in deze tekening alleen de vectoren van de XY-coördinaatverschillen van de actuele herhalingsmeting ten opzichte van de Nulmeting worden weergegeven;
- de tekening op het gekozen formaat goed leesbaar moet zijn. De tekening wordt afgebeeld op A4-formaat. Daar waar de leesbaarheid onvoldoende is, wordt gekozen voor een groter formaat bijv. A3;
- indien het de duidelijkheid ten goede komt, mogen de reeksen ten opzichte van elkaar worden verschoven in de X-richting;
- de tekening wordt voorzien van een kader in zwart;
- de vectoren in de schaal 1:1 worden weergegeven;
- links en rechts van de grafiek een open marge van 10 mm vanaf de kaderrand wordt aangehouden;
- de tekening moet worden voorzien van een noordpijl en lokale assenstelsel aanduiding;
- de tekeningen van de XY-deformatie worden voorzien van een

---

titelblok als volgt:

### **Titelblok**

De tekening van de XY-deformatie moet worden voorzien van een titelblok conform de RWS-stijl. Met voor de verschillende velden onderstaande teksten en variabelen.

Rijkslogo en Centrale Informatievoorziening.

Schaal:       Schaal waarop het bovenaanzicht is ingepast in de tekenruimte.  
Formaat:      Bladformaat.  
Datum:       Datum van aanmaak tekening in de vorm jjjjmmdd bijv. 20071217  
Blad:         Blad N van N

<complexcode uit DISK>-<beheerobjectnummer uit DISK>-<volgnummer meting> bijv. 32G-116-(01+02)-01

<naam beheerobject uit DISK>

Onderwerp:               Overzicht XY Totale deformatie

Voor een voorbeeld van een titelblok "Overzicht XY Totale deformatie " zie voorbeeldtekening bijlage I.

### **Verdere opbouw**

Weergave van de Nulmeting

- Het rasternet van deformatiemeetpunten wordt (zo goed mogelijk) gecentreerd op de tekening. De Y-as van dit rasternet ligt parallel aan de hoogterichting van het A4-formaat (staand) en de X-as parallel aan de breedterichting. Zie voor de bepaling van de X- en Y-richting van de deformatiemeetpunten [paragraaf 3](#) van bijlage B;
- Het rasternet wordt afgebeeld op dezelfde schaal als die gebruikt is voor de indeling van deformatiemeetpunten bij de deformatiegrafieken;
- Het symbool voor de weergave van de oorspronkelijke ligging van de deformatiemeetpunten, zoals is bepaald in de Nulmeting, is een cirkel. Symboolkleur is grijs (nr. 8);
- De puntnummers worden rechts van het puntsymbool bijgeschreven. Puntnummering in zwart (nr. 7). De puntnummers moeten worden verschoven wanneer dit de leesbaarheid ten goede komt.

Weergave van de Herhalingsmeting

- Van elk deformatiemeetpunt worden de X- en Y-verschillen, zoals bepaald in het resultaat van de laatste herhalingsmeting, als vectorgrootte afgebeeld in de schaal 1:1. De ligging van het punt wordt daarbij gemarkeerd met het aan die herhalingsmeting toegekende symbool. Er wordt een verbindingsslijn getrokken tussen

---

dit punt en de markering van de oorspronkelijke ligging uit de Nulmeting. Symbool en verbindingslijn in zwart (nr. 7).

- Puntsymbolen zijn identiek aan de corresponderende XY-deformatiegrafieken. Symbool en verbindingslijn in zwart (nr. 7);
- Voor alle symbolen geldt: symboolgrootte = 1,5 mm;
- Voor alle puntnummers geldt: teksthoogte = 2 mm.

### **Bijzonderheden in het bovenaanzicht XY-deformatie**

- Als een deformatiemeetpunt in de laatste herhalingsmeting niet gemeten is, dan wordt in de tekening alleen de ligging van het punt weergegeven, zoals dat is bepaald in de Nulmeting. Het punt wordt getekend met het cirkelsymbool en het puntnummer;
- Als in de actuele meting een deformatiemeetpunt is vervangen door een ander deformatiemeetpunt (bijv. punt 403 is vervangen door punt 403A), dan wordt geen correctie toegepast op het berekende coördinaatverschil. Het punt wordt gemarkeerd met het voor die herhalingsmeting geldende puntsymbool; er wordt dus geen bijzondere markering toegepast;
- X/Y-coördinaatverschillen worden in de schaal 1:1 weergegeven. Als die verschillen zodanig groot zijn dat het bovenaanzicht niet op het A4-formaat past, dan moet een A3-formaat of groter worden toegepast.

---

## E.5 Meetrapport

### E.5.1 Algemeen

Het eindresultaat van een deformatiemeting is het Meetrapport. Het Meetrapport heeft een vaste indeling en layout. Het Meetrapport wordt opgesteld aan de hand van de bijbehorende sjabloon van het Meetrapport: "Sjabloonmeetrapport-010316.doc".

De eisen t.a.v. het Meetrapport zijn in dit sjabloon opgenomen.

Uitgangspunten voor het Meetrapport zijn:

- Sjabloon van het Meetrapport;
- Administratieve gegevens van het object uit DISK
- Dagrappen van de metingen;
- Resultaten van de berekeningen;
- Analyse van de berekeningen;
- Foto's en schetsen;
- Excel-bestand met resultaten.

Per kunstwerk moet het volgende worden geleverd:

- Meetrapport als Word-document zonder de tekeningen als bijlagen;
- Meetrapport als PDF-bestand aangevuld met de tekeningen, de PDF-bestanden genoemd in paragraaf E.4.1 als bijlagen. Deze bijlagen, grafische presentaties bestaan uit:
  - Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
  - Voorblad bij de deformatiegrafieken;
  - XY-deformatiegrafieken;
  - Z-deformatiegrafieken;
  - Bovenaanzicht XY-deformatie.

De bestandsnamen (zie bijlage G) zijn opgebouwd uit de volgende onderdelen, gescheiden door een "-" teken:

- Complexcode;
- Beheerobjectnummer;
- De tekst "meetrapport";
- Versienummer, het versienummer is de datum <jjjjmmdd> waarop het meetrapport is vrijgegeven;
- extensie, doc of pdf.

De naam wordt dan:

<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volnummer meting>-  
meetrapport-<versie nummer>.<extensie>  
bijv: 32G-116-(01+02)-01-meetrapport-20140213.doc (pdf)

### E.5.2 Indeling Meetrapport

De indeling en inhoud van het meetrapport wordt bepaald door het sjablone en moet worden gebruikt, de hoofdstuknummering mag niet worden gewijzigd.

---

## Bijlage F Begrippenlijst

### Absolute deformatie

Bij een absolute deformatiemeting wordt onderzoek gedaan naar vervorming en verplaatsing van het te monitoren beheerobject. Om absolute deformatie te kunnen vaststellen, wordt het meetnet aangesloten op stabiele uitgangspunten die buiten het beheerobject gelegen zijn, ook wel referentiepunten genoemd.

### Basispunt

Een punt dat het beginpunt of het eindpunt vormt van de gekozen rekenbasis.

### Beheerobject

Een beheerobject is:

- een geografisch afgebakende functionele eenheid die één of meerdere functies verzorgt.
- een samenhangende verzameling van onderdelen, die een functionele eenheid vormen.

### Berekeningsmethode aansluiting pseudo

Voor een pseudo kleinste kwadraten vereffening met pseudo kleinste kwadraten precisie (coördinaten en standaardafwijkingen van de bekende punten blijven onveranderd na de vereffening).

### Betrouwbaarheid

Controleerbaarheid van metingen en de gevoeligheid van het eindproduct voor onontdekte fouten.

### B-Methode

Een door Baarda ontwikkelde toetsingsmethode, waarbij fouten ter grootte van de grenswaarde met eenzelfde kans ( $\beta$ ) gevonden kunnen worden.

### Bovenbouw

Gedeelte van het kunstwerk dat ligt boven op de fundering van het kunstwerk. Fundering bestaat bijv. uit landhoofden en pijlers; ook wel onderbouw genoemd.

### BNR (Bias to Noise Ratio)

Eenheid waarmee de externe betrouwbaarheid wordt aangegeven bij de toetsing en berekening van een netwerk. Ook wel genoemd: 10 Wortel-Lambda-Streep.

### Brug

Beweegbare of vaste verbinding voor het verkeer tussen 2 punten die door water (bijvoorbeeld: kanaal of rivier) gescheiden zijn.

Beweegbare bruggen bestaan onder andere uit een stalen hoofddraagconstructie en een stalen/houten val of rijvloer.

Een vaste brug bestaat o.a. uit een hoofddraagconstructie van beton en/of staal.

---

**Constructieve eenheid**

Een constructieve eenheid is een starre massa die eindigt bij bijv. een voegovergang en geen stijve verbinding vormt met de naast of onder gelegen constructieve eenheid.

**Deformatiedrempel**

De deformatiedrempel is een maat voor het aantonen van deformatie. Deze deformatie wordt vastgesteld door het bepalen van een coördinaatverschil tussen de Nulmeting en herhalingsmeting. Is dit coördinaatverschil groter dan de waarde die voor de deformatiedrempel is gesteld, dan wordt aangenomen dat er sprake is van deformatie.

**Deformatiemeetpunt**

Duurzaam verzekerd en goed identificeerbaar punt in een object dat wordt gebruikt om verzakking of vervorming van dat object te kunnen signaleren.

**DISK**

Digitaal Informatie Systeem Kunstwerken

**Dubbelserie**

Een Dubbelserie is het vanuit één standplaats achtereenvolgens aanmeten van meetpunten in kijkerstand 1 en aansluitend in omgekeerde volgorde aanmeten van deze meetpunten in kijkerstand 2.

**Duiker**

Een duiker is een civieltechnisch kunstwerk. Het is een kokervormige constructie, gelegen in een weg of toegangsdam, die is bedoeld om wateren met elkaar te verbinden. Bij een duiker wordt in principe de bodem van de watergang onderbroken, dit in tegenstelling tot een brug.

**Externe betrouwbaarheid**

Invloed van niet ontdekte fouten op de coördinaten. In de netwerkvereffening wordt de grootte BNR gebruikt als maat voor de externe betrouwbaarheid.

Voorwaarden bij toetsing / vereffening:

- in het netwerk moet de waarde van BNR min of meer gelijk zijn.
- de waarde van BNR mag niet groter zijn dan 10.

**Geometrisch complexe constructie**

Kunstwerk dat vanwege de lengte, omvang, bouwkundige complexiteit, slechte bereikbaarheid, specifieke nauwkeurigheidseisen, etc. bijzondere voorzieningen vergt bij het opzetten en uitvoeren van een deformatiemeting.

**Grenswaarde**

De grenswaarde, ook wel interne betrouwbaarheid genoemd, is de waarde die de grootte van een eventuele fout aangeeft die bij toetsing nog niet gevonden zal worden.

Voorwaarde bij toetsing / vereffening:

- de grenswaarde mag maximaal 5x de berekende standaardafwijking zijn.

---

### **HIS-database**

Een database met gegevens van N.A.P.-peilmerken, waaronder o.m. gegevens over de hoogte, locatie, wijze van verzekering, wijze van aanmeting, datum van meting / berekening, stabiliteitscode.

Deze database wordt beheerd door de afdeling DSDH van de Data-ICT-Dienst (CIV). Deze N.A.P.-gegevens worden door de Servicedesk van CIV verstrekt, alsmede informatie over toegang tot dergelijke gegevens via Internet.

### **Kringwaterpassing (object)**

Een gesloten kring (beginpunt = eindpunt) van waterpasmetingen van deformatiemeetpunt naar deformatiemeetpunt van een object.

### **Kunstwerk**

Kunstwerk=beheerobject

Samenhangende verzameling onderdelen die een functionele eenheid vormen. Een civieltechnische constructie of installatie in de infrastructuur die een of meer functies vervult.

Voorbeelden: bruggen, tunnels, sluizen en stormvloedkeringen.

### **Kunstwerkcomplex**

Een complex is een verzameling van een of meer bouwwerken die tezamen een eenheid vormen. Een complex wordt opgedeeld in een of meerdere beheerobjecten (kunstwerken). Kan ook een solitair beheerobject zijn.

### **MDB (Minimal Detectable Bias)**

Eenheid waarmee de grenswaarde wordt aangegeven bij de toetsing en berekening van een netwerk.

### **Meetbout**

Bout waarmee een deformatiemeetpunt duurzaam verzekerd wordt en waardoor het deformatiemeetpunt goed identificeerbaar blijft.

### **N.A.P.**

Normaal Amsterdams Peil; hoogte-referentievlak voor Nederland.

### **N.A.P.-bout**

Bronzen bout met op de kop het opschrift N.A.P.; wordt gebruikt om een N.A.P.-peilmerk te verzekeren.

### **N.A.P.-peilmerk**

Duurzaam verzekerd punt dat opgenomen is in de administratie van het peilmerkennet.

### **Nulmeting**

Eerste meting van een reeks van deformatiemetingen ter vaststelling van de oorspronkelijke toestand (vorm / ligging). De resultaten van de Nulmeting en de resultaten van de daarop volgende **herhalingsmetingen** worden met elkaar vergeleken om na te gaan of sprake is van deformatie.

### **Nulpunt**

Het nulpunt is de benaming van één van de deformatiemeetpunten. De keuze van dit punt wordt gemaakt aan de hand van de kilometrering en de rij-/vaarrichting van de rijks-/vaarweg. Vanuit het nulpunt, (meestal deformatiemeetpuntnummer 100) met



---

coördinaten 2000, 5000 start de nummering en de berekening van de lokale coördinaten van de overige deformatiemeetpunten.

### **Objectdeel**

Objectdelen zijn:

- een technische opdeling van beheerobject;
- constructief samenhangende eenheden.

### **Onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha\_0)**

Deze waarde is de onbetrouwbaarheidsdrempel van de 1-dimensionale W-toets. Hij wordt tevens gebruikt om de onbetrouwbaarheidsdrempel van de 2- en 3-dimensionale T-toets en de meerdimensionale F-toets te berekenen.

### **Onderbouw**

Fundering van het kunstwerk die dient ter ondersteuning van het liggende gedeelte (bovenbouw). De fundering bestaat bijv. uit landhoofden en pijlers.

### **Onderdoorgang**

Een verbinding voor het verkeer onder een weg of spoorlijn niet zijnde een viaduct of brug aan weerszijden begrensd door een grondlichaam, bestaande uit een betonnen bovenbouw en eventueel een betonnen onderbouw.

### **Ondergronds Merk**

Is een bijzondere uitvoering van een robuust N.A.P.-peilmerk dat onder het maaiveld wordt aangebracht en zeer duurzaam wordt verzekerd. Het dient als stabiele referentie voor hoogtemetingen op objecten met een hoge kwaliteitseis of hoog veiligheidskenmerk. Er wordt uitgegaan van een lange levensduur (ongeveer 50 jaar) en een geringe zetting (max. 3 cm.). Een ondergronds merk kan op aangeven van de Opdrachtgever bij de CIV opgenomen worden in het bijhoudingsprogramma.

### **Onderscheidingsvermogen (Bèta)**

Dit is het onderscheidingsvermogen van alle toetsen.

### **Oriënteringsonbekende**

Begrip in de waarnemingsrekening; onbekende voor de richtingsmeting in het functiemodel, welke moet worden opgelost t.b.v. de vereffening van het vrije net, de toetsing van de uitgangspunten en coördinaatberekening.

### **Precisie**

Spreiding van een stochastische grootheid ten opzichte van het te verwachten gemiddelde. Een maat voor de precisie van een enkele grootheid is de standaardafwijking ( $\sigma$ ).

### **Redundantie**

Maat voor overtaligheid in het netwerk. Het redundantiegetal (in %) geeft aan welk deel van een waarnemingsfout naar de correcties gaat.

Voorwaarde bij toetsing / vereffening:

- het redundantiegetal moet groter zijn dan 25%.

---

**Referentiepunt**

Punt in de omgeving van het te bestuderen object, dat verondersteld wordt niet onder invloed van eventuele deformatie te staan. Dergelijke punten fungeren veelal als opstelpunten voor het instrumentarium, waarmee de geometrie van het object wordt vastgelegd. Referentiepunten worden gebruikt bij absolute XY-metingen.

**Rekenbasis**

Verbinding tussen 2 punten van waaruit het meetnet rekenkundig wordt opgebouwd. De rekenbasis wordt gebruikt om de meting op interne samenhang te toetsen door middel van een vrije vereffening.

**Relatieve deformatie**

Bij een relatieve deformatiemeting wordt onderzoek gedaan naar vervorming van het te monitoren object. Bij herhalingsmetingen wordt voor de berekening van het meetnet gebruik gemaakt van uitgangspunten die zich op of aan het object bevinden.

**Risicovolle constructie**

Van sommige constructies is vooraf bekend of ze als risicovol worden beschouwd. Bijvoorbeeld een uitbouwbrug geldt als risicovolle constructie. Hier zal met name het uitbouwdeel langer worden gemonitord.

Onder een risicovolle constructie wordt óók verstaan een object waarbij de geconstateerde afwijkingen groter zijn dan de deformatieverwachting.

Constructies waarbij naar aanleiding van een inspectie aanvullende metingen moeten worden uitgevoerd gelden eveneens als risicovol.

**Schamkant**

Onderdeel van een kunstwerk, bestaande uit een opstaande rand, die o.a. dient ter voorkoming van het van de weg raken van voertuigen.

**Scheefstandmetingen**

Metingen t.b.v. de controle van pijlers e.d. op verdraaiing of scheefstand (ook wel "controle te lood staan");

**Sectie**

Een gewaterpaste verbinding tussen twee N.A.P.-peilmerken.

**Uitgangspunt**

Een uitgangspunt, ook wel aansluitbout of aansluithoogte genoemd, is een duurzaam verzekerd punt waarvan aangenomen wordt dat de ligging en de hoogte niet verandert in de loop van de tijd en waarvan de X-Y en/of Z-coördinaten gebruikt worden als aansluitcoördinaten in de berekening van deformatiemetingen. Bij relatieve deformatiemetingen zal dit punt een deformatiemeetpunt op of aan het kunstwerk zijn.

**Verkenningberekening**

Berekening van een meetnetontwerp waarbij, voorafgaand aan de meting, gecontroleerd kan worden of het meetnet voldoet aan de gewenste precisie en betrouwbaarheid.

---

**Viaduct**

Een (direct bereden) vaste verbinding voor het verkeer tussen 2 punten die gescheiden zijn door een weg, spoorlijn en/of terreininsnijding. Een viaduct bestaat onder andere uit een hoofddraagconstructie van beton en/of staal.

**Vrije vereffening**

Een vrije vereffening is de vereffening van een netwerk waarvan de vorm enkel bepaald wordt door de waarnemingen. Ligging, schaal en oriëntering zijn vastgelegd door de gekozen rekenbasis.

Ook wel genoemd: de vereffening van het vrije netwerk (fase 1).

**Vrije waarneming**

Term waarmee in de toetsing van een meetnet aangegeven wordt dat een coördinaat of een waarneming niet gecontroleerd is. Een vrije waarneming heeft een redundantie getal gelijk aan nul.

---

## Bijlage G Directorystructuur en bestandsnamen

### Directorystructuur:

In de naamgeving zijn de variabelen: topbladnummer, complexcode en beheerobjectnummer uit DISK, de volgnummer meting in combinatie met het jaar van de meting, het onderdeel en de soort meting gehanteerd. In de directorystructuur staan de variabelen tussen <>. In de directorynamen en de bestandsnamen komen geen spaties en underscores voor. Spaties worden vervangen door het "-"-teken (min). De volgende directorystructuur dient te worden gehanteerd:

\Blad-topbladnummer>\<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<naam van het beheerobject>\ < volgnummer meting>-<jaar meting>\<onderdeel>\<soort meting>

Nadere uitleg per subdirectory:

- \Blad-topbladnummer>  
bijvoorbeeld: \Blad-32G
- \<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<naam van het beheerobject>  
bijvoorbeeld: \32G-116-(01+02)-De-Fliert  
Indien van een complex meerdere beheerobjectnummers in één meting worden verwerkt dan wordt dit als volgt aangegeven:  
(<beheerobjectnummer>+<beheerobjectnummer>)  
bijvoorbeeld: (01+02)
- \< volgnummer meting> -<jaar meting>  
bijvoorbeeld: Nulmeting = "\00-2005"  
1<sup>e</sup> herhalingsmeting = "\01-2007"  
3<sup>e</sup> herhalingsmeting = "\03-2009"
- \<onderdeel>  
De volgende mogelijkheden kunnen voorkomen:  
\AutoCAD  
\Move3  
\Rapport  
\Ruwe-Meetdata
- \<soort meting>  
In de subdirectories \Move3 en \Ruwe-meetdata worden subdirectories gemaakt die de soort meting aangegeven. De volgende mogelijkheden kunnen voorkomen:  
\WP directory met bestanden t.b.v. waterpassing  
\XY directory met bestanden t.b.v. XY-meting

---

## Bestandsnamen

Voor de bestandsnamen van de geleverde bestanden, met uitzondering van bestandsnamen van ruwe meetdatabestanden, geldt dat de namen moeten beginnen met de complexcode en het beheerobjectnummer uit DISK gevolgd door het volgnummer van de meting:

<complexcode>-<beheerobjectnummer>-<volgnummer meting>

- Indien van een complex meerdere beheerobjectnummers in één meting worden verwerkt dan wordt dit als volgt aangegeven: (<beheerobjectnummer>+<beheerobjectnummer>) bijvoorbeeld: (01+02)

Voorbeeld:

Het Move3-projectbestand van de XY-nulmeting van kunstwerkcomplex 32G-116 voor de beheerobjectnummer (01+02) wordt:

32G-116-(01+02)-00-XY.prj

Hierna een voorbeeld van de directorystructuur en de bestandsnamen van de te leveren bestanden.

Directorystructuur:

930204-verificatierapport.pdf

\Blad-20B

  \20B-125-04-De-Ketting

    \03-2009

      \AutoCAD

        20B-125-04-00.csv

        20B-125-04-01.csv

        20B-125-04-02.csv

        20B-125-04-03.csv

        20B-125-04-03-LV.dwg

        20B-125-04-03-LV.pdf

        20B-125-04-03-ZG.dwg

        20B-125-04-03-ZG-02.pdf

        20B-125-04-03-ZG-03.pdf

        ..

        ..

        20B-125-04-03-ZG-nn.pdf

        20B-125-04-03-weertabel.txt

    \Move3

      \WP

        20B-125-04-03-WP-rekenverslag.doc

        20B-125-04-03-WP.cor

        20B-125-04-03-WP.obs

        20B-125-04-03-WP.prj

        20B-125-04-03-WP.tco

        20B-125-04-03-WP.out1

        20B-125-04-03-WP.out2

    \XY

        20B-125-04-03-verkenning.out

        20B-125-04-03-XY-rekenverslag.doc

        20B-125-04-03-XY.cor

        20B-125-04-03-XY.obs

---

- 20B-125-04-03-XY.prj
- 20B-125-04-03-XY.tco
- 20B-125-04-03-XY.out1
- 20B-125-04-03-XY.out2
- \Rapportage
  - 20B-125-04-03-meetrapport-20140213.doc
  - 20B-125-04-03-meetrapport-20140213.pdf
  - 20B-125-04-03-resultaten.xls
- \Ruwe Meetdata
  - \WP
    - 20B-125-04-03-WP-dagrapport.doc(xls/pdf/)
    - 20B125z.ruw
    - 20B125z-aansluiting.ruw
  - \XY
    - 20B-125-04-03-XY-dagrapport.doc(xls/pdf)
    - 20B125XY.RUW
    - 20B125xy.dat
    - voegmeting.txt
- \Blad-32G
  - \32G-116-(01+02)-De-Fliert
    - \01-2005
      - \AutoCAD
        - 32G-116-(01+02)-00.csv
        - 32G-116-(01+02)-01.csv
        - 32G-116-(01+02)-01-LV.dwg
        - 32G-116-(01+02)-01-LV.pdf
        - 32G-116-(01+02)-01-ZG.dwg
        - 32G-116-(01+02)-01-ZG-02.pdf
        - 32G-116-(01+02)-01-ZG-03.pdf
        - ..
        - ..
        - 32G-116-(01+02)-01-ZG-nn.pdf
        - 32G-116-(01+02)-01-weertabel.txt
  - \Move3
    - \WP
      - 32G-116-(01+02)-01-WP-rekenverslag.doc
      - 32G-116-(01+02)-01-WP.cor
      - 32G-116-(01+02)-01-WP.obs
      - 32G-116-(01+02)-01-WP.prj
      - 32G-116-(01+02)-01-WP.tco
      - 32G-116-(01+02)-01-WP.out1
      - 32G-116-(01+02)-01-WP.out2
    - \XY
      - 32G-116-(01+02)-01-verkenning.out
      - 32G-116-(01+02)-01-XY-rekenverslag.doc
      - 32G-116-(01+02)-01-XY.cor
      - 32G-116-(01+02)-01-XY.obs
      - 32G-116-(01+02)-01-XY.prj
      - 32G-116-(01+02)-01-XY.tco
      - 32G-116-(01+02)-01-XY.out1
      - 32G-116-(01+02)-01-XY.out2
  - \Rapportage
    - 32G-116-(01+02)-01-meetrapport-20140213.doc
    - 32G-116-(01+02)-01-meetrapport-20140213.pdf
    - 32G-116-(01+02)-01-resultaten.xls

---

---

\Ruwe Meetdata

\WP

32G-116-(01+02)-01-WP-dagrapport.doc(xls/pdf/)

32G148z.ruw

32G148z-aansluiting.ruw

\XY

32G-116-(01+02)-01-XY-dagrapport.doc(xls/pdf)

32116XY.RUW

32116xy.dat

voegmeting.txt

---

## **Bijlage H Liggingsplan en Vastmeetschetsen**

Zie bestanden:

2014-05-01 Voorbeeld-Liggingsplan-Vastmeetschetsen A3-1.pdf

2014-05-01 Voorbeeld-Liggingsplan-Vastmeetschetsen A3-2.pdf



---

## **Bijlage I Voorbeeld deformatiegrafieken**

Zie bestand:

26A-002-01-05-ZG-02.pdf

26A-002-01-05-ZG-03.pdf

26A-002-01-05-ZG-04.pdf

26A-002-01-05-ZG-05.pdf

26A-002-01-05-ZG-06.pdf

26A-002-01-05-ZG-07.pdf

## Bijlage J Aanduiding DISK-gegevens

Disk Rapport: Paspoort

Complex: 32G-116 ← **complex-code**

Datum: 27-12-2011

Complex	BoNr	omschrijving
32G-116	1	Oostelijk viaduct over de Klomperweg
32G-116	2	Westelijk viaduct over de Klomperweg

← **beheerobjectnummer**

### Complex 32G-116

Naam:	De Fliert ← <b>complex-naam</b>
Omschrijving:	Ongelijkvloerse kruising rijksweg - Klomperweg ← <b>complex-omschrijving</b>
Milieu 1:	
Milieu 2:	
Bijzonderheden:	

### Locatie

RDX:	169.685	RDY:	454.188
Beheerobjectcode 32G-116-01			
Naam:	De Fliert - Oost ← <b>beheerobject-naam</b>		
Omschrijving:	Oostelijk viaduct over de Klomperweg ← <b>beheerobject-omschrijving</b>		
Objectsoort:	Viaducten	Classificatie:	
Aard:	Droog	Netwerk:	HWN
Uniek:	Nee		
Rijksweg:	30 ← <b>rijksweg-nummer</b>	Route:	A30
Traject:	N224 - A1 (A30)		
Hectometer:	13,7 + 35 ← <b>hectometrering</b>	Rel. tot weg:	in RW
Letter:			

RDX:	169.694	RDY:	454.192
Stichtingsjaar:	1967	Sloopjaar:	
Status:	in gebruik		
Archiefcode:	32G-116-00	<b>Eigenaar</b>	<b>beheerder</b>

### Instanties

Eigenaar:	RWS ON / Wegendistrict Veluwe	Provincie 1:	Gelderland
Beheerder:	RWS ON / Wegendistrict Veluwe	Gemeente 1:	Ede
Ond. plichtig:	RWS ON / Wegendistrict Veluwe		
Beheergebied:	RWS ON / Wegendistrict Veluwe	Provincie 2:	
Insp Instantie:	RWS DI / RPC Noord-Oost	Gemeente 2:	

### Objectdeel

Omschrijving:	Oostelijk viaduct over de Klomperweg
Archiefcode:	32G-116-00
Objectnummer:	1