



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

# Productspecificaties Deformatiemeting Kunstwerken

Inrichten en controleren van een meetnet, het uitvoeren en berekenen van metingen en het analyseren en presenteren van de resultaten van die metingen ten behoeve van de constatering van een vervorming van een kunstwerk.



Versie: 1 juni 2020

# Inhoudsopgave

1	PRODUCTOMSCHRIJVING .....	5
1.1	LEESWIJZER.....	5
1.2	NULMETING EN HERHALINGSMETING.....	5
1.3	TYPEN DEFORMATIEMETING .....	7
2	EISEN .....	8
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 ....	10
2.3	VASTLEGGING METEOGEGEVENS.....	10
3	AANLEVERING .....	12
4	AFLEVERING.....	13
4.1	VERIFICATIERAPPORT.....	13
4.2	ONTWERP MEETNET.....	13
4.3	TOETSING MEETOPZET .....	13
4.4	EINDPRODUCT .....	13
BIJLAGE A	PRODUCT VERIFICATIERAPPORT.....	15
BIJLAGE B	INRICHTING MEETNET .....	16
B.1	INLEIDING.....	16
B.2	ONTWERP MEETNET (NULMETING).....	16
B.3	LOCATIE EN TYPE METING VAN DEFORMATIE-MEETPUNTEN .....	17
B.3.1	Algemeen .....	17
B.3.2	Bruggen en viaducten .....	18
B.3.4	Overige tunnels, duikers en onderdoorgangen.....	21
B.3.5	Open bakken.....	21
B.3.6	Sluizen en stuwen .....	22
B.3.7	Beweegbare hefconstructies (optioneel) .....	22
B.3.8	Geluidsschermen (optioneel) .....	22
B.3.9	Overige beheerobjecten .....	23
B.4	NUMMERING DEFORMATIEMEETPUNTEN.....	23
B.4.1	Algemeen .....	23
B.4.2	Bepalen nulpunt kunstwerk.....	23
B.4.3	Rasternet kunstwerk .....	25
B.4.4	Bijplaatsen van deformatiemeetpunten.....	25
B.4.5	Nummering reeksen op verschillende niveaus.....	26
B.4.6	Nummering deformatiemeetpunten in steunpunten .....	26
B.4.7	Afwijkende reeksrichting .....	26
B.4.8	Nummering van punten op geluidsschermen .....	27
B.5	VERZEKERING VAN DE DEFORMATIEMEETPUNTEN .....	27
B.5.1	Algemeen .....	27
B.5.2	Meetbouten voor horizontale vlakken .....	28
B.5.3	Wandbouten, slagankers en meetreflectoren voor plaatsing in verticale wanden .....	29

B.5.4	Deformatiemeetpunten in pijlers.....	31
B.6	CONTROLE MEETNET HERHALINGSMETINGEN .....	32
B.6.1	Verstoring van een deformatiemeetpunt .....	32
B.6.2	Verstoring van een reeks deformatiemeetpunten .....	32
B.6.3	Wijziging van het meetnetontwerp en aanmaak Vastmeetschetsen 32	
BIJLAGE C	EISEN Z-METING .....	33
C.1	INLEIDING.....	33
C.1.1	Nadere toelichting doel hoogtemeting .....	33
C.2	KWALITEIT .....	33
C.2.1	Precisie .....	33
C.2.2	Betrouwbaarheid .....	33
C.3	MEETOPZET .....	34
C.3.1	Algemeen .....	34
C.3.2	Aansluiting Nulmeting op N.A.P. ....	35
C.4	Z-METINGEN .....	36
C.4.1	Algemeen .....	36
C.4.2	Specifiek .....	36
C.4.3	Kringwaterpassing object .....	37
C.4.4	Dagrapport Z-meting .....	38
C.5	BEREKENING .....	38
C.5.1	Algemeen .....	38
C.5.2	Doorgaande waterpassing met aansluiting op N.A.P.-peilmerken ..	38
C.5.3	Kringwaterpassing Nulmeting .....	39
C.5.4	Kringwaterpassing Herhalingsmeting .....	40
C.5.5	Tachymetrie Nul- en herhalingsmeting .....	41
C.6	ANALYSE VAN BEREKENINGEN .....	42
BIJLAGE D	EISEN XY-METING .....	43
D.1	INLEIDING.....	43
D.1.1	Nadere toelichting doel XY-meting .....	43
D.2	KWALITEIT .....	43
D.2.1	Precisie .....	43
D.2.2	Betrouwbaarheid .....	44
D.3	MEETOPZET .....	44
D.3.1	Algemeen .....	44
D.3.2	Meetopzet voor XY-metingen .....	45
D.3.3	Meetopzet GNSS-metingen (alleen bij Nulmeting) .....	46
D.4	XY-METINGEN .....	46
D.4.1	Nauwkeurigheidseisen instrumentarium .....	46
D.4.2	Uitvoering van de XY-meting .....	47
D.4.3	Uitvoering GNSS-meting (alleen bij Nulmeting).....	49
D.4.4	Dagrapport XY-meting .....	49
D.5	BEREKENING .....	50
D.5.1	Toetsing meetopzet .....	50
D.5.2	Netwerkvereffening .....	50
D.5.3	Verwerking XY-metingen .....	51
D.6	VOEGAFSTANDEN .....	54
D.7	ANALYSE VAN BEREKENINGEN .....	56
BIJLAGE E	VERWERKING/PRESENTATIE MEETRESULTATEN .....	57
E.1	INLEIDING.....	57
E.2	LIGGINGSPLAN EN VASTMEETSCHETSEN .....	59
E.2.1	Algemeen .....	59
E.2.2	Liggingsplan .....	60
E.2.3	Legenda.....	61

E.2.4	Vastmeetschetsen.....	62
E.2.5	Titelblok.....	62
E.3	EXCEL-BESTAND .....	64
E.3.1	Tabbladen.....	64
E.3.2	Nulmeting, herhalingsmetingen en referentiecoördinaten .....	65
E.3.3	Coördinaatverschillen .....	68
E.3.4	Scheefstandcoördinaten.....	69
E.3.5	Verschillen Scheefstandmetingen .....	70
E.3.6	Voegafstanden Nul- en herhalingsmetingen .....	70
E.3.7	Verschillen voegafstanden .....	71
E.3.8	Historie meetnet .....	72
E.4	DEFORMATIEGRAFIEKEN.....	73
E.4.1	Algemeen .....	73
E.4.2	Voorblad bij de deformatiegrafieken .....	76
E.4.3	Deformatiegrafieken.....	77
E.4.4	Totale XY-deformatie na laatste meting .....	81
E.5	MEETRAPPORAT .....	83
E.5.1	Algemeen .....	83
E.5.2	Indeling MeetrapporAT .....	84
E.5.3	Opslag MeetrapporAT in DISK.....	84
BIJLAGE F	BEGRIPPENLIJST .....	85
BIJLAGE G	DIRECTORYSTRUCTUUR EN BESTANDSNAMEN.....	91
BIJLAGE H	LIGGINGSPLAN EN VASTMEETSCHETSEN .....	95
BIJLAGE I	VOORBEELD DEFORMATIEGRAFIEKEN.....	96
BIJLAGE J	AANDUIDING DISK-GEGEVENS .....	97

---

# 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 die 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 (RWS) 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 ten gevolge van 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.](#))

Op een aantal punten in het proces deformatiemeting Kunstwerken wordt om een terugkoppeling of overleg met de Opdrachtgever gevraagd. In het geval van herhalingsmetingen in de jaarprogramma's van de RWS-diensten Centrale Informatievoorziening (CIV) en Grote Projecten en Onderhoud (GPO) is dit de contactpersoon bij de RWS-CIV. Bij Nul- en herhalingsmetingen binnen het contract van een aanlegproject is dit de contactpersoon van het Projectteam.

## 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 van een (nieuw) kunstwerk wordt doorgaans binnen een aanlegproject uitgevoerd. Het doel van de Nulmeting is om de beginsituatie van het object vast te leggen.

Herhalingsmetingen:

Een herhalingsmeting wordt uitgevoerd op een van de volgende momenten:

- Eén à twee jaar na de Nulmeting van een nieuw object;
- Na een constructieve aanpassing van een object;
- Periodiek bij risicovolle constructies;
- Incidenteel indien daar op grond van inspecties aanleiding toe is.

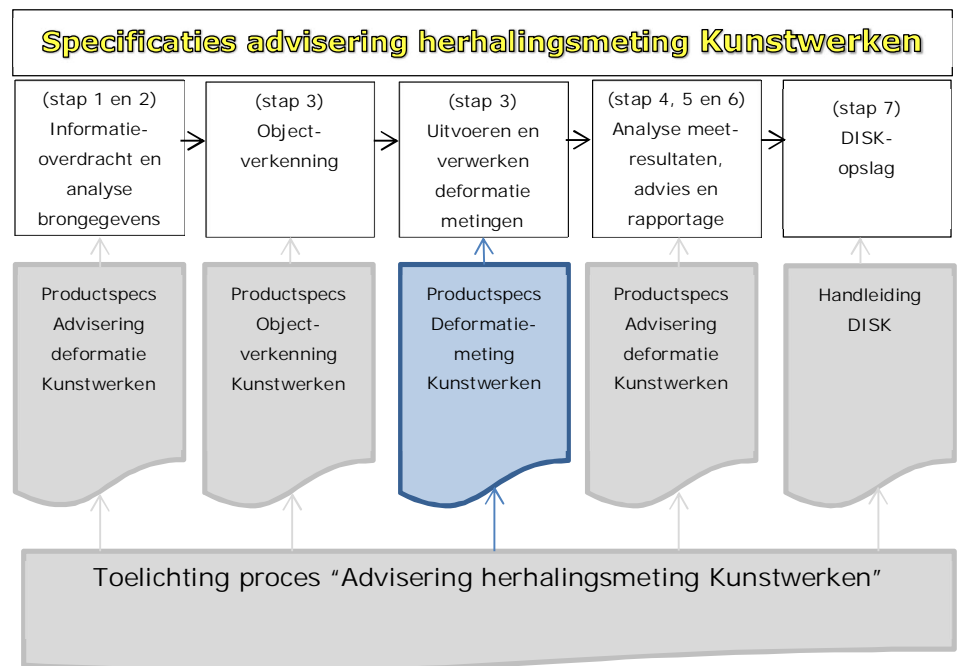
Het doel van herhalingsmetingen is om na te gaan of er sprake is van vervorming van het object.

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). Werkzaamheden voor de eerste 2 procesblokken moeten deels simultaan worden uitgevoerd.

Het proces "Advisering herhalingsmeting Kunstwerken" is onderverdeeld in 7 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
7. DISK-opslag



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 4 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 [deformatie-meetpunten](#) 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. Indien een [absolute](#) deformatiemeting gewenst is, wordt dat in de projectspecificaties aangegeven. Zowel relatieve als absolute metingen worden verwerkt in een lokaal coördinatenstelsel (zie paragraaf D.5.3).

Alleen bij de Nulmeting worden de deformatiemeetpunten:

1. voor de Z aangesloten op het N.A.P.;
2. voor de XY aangesloten op het RD.

---

## 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
Z-meting	Absoluut
XY-meting	Relatief of absoluut indien dit in de projectspecificaties is aangegeven

Daarbij moeten de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd:

1. Inrichten van het meetnet;
2. Uitvoeren van een verkenningberekening (in geval van een geometrisch complexe constructie);
3. Opzetten, uitvoeren en berekenen van:
  - a. Z-metingen;
  - b. XY-metingen;
  - c. Voegmetingen, alleen bij afzinktunnels;
  - d. Voegberekeningen;
  - e. Scheefstandmetingen (optioneel, indien dit in de projectspecificaties is aangegeven);
4. Maken en leveren van het Meetrapport met Liggingsplan en Vastmeetschetsen. Daarnaast worden alle meetgegevens, invoerbestanden en berekeningen meegeleverd.

#### 2.1.2 Uitvoering van een herhalingsmeting

De wijze van uitvoering van herhalingsmetingen is:

	Herhalingsmeting
Z-meting	relatief of absoluut indien dit in de projectspecificaties is aangegeven
XY-meting	relatief of absoluut indien dit in de projectspecificaties is aangegeven

Daarbij moeten de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd:

1. Controle van het meetnet;



- 
2. Uitvoeren en berekenen van:
    - a. Z-metingen;
    - b. XY-metingen;
    - c. voegmetingen (alleen bij afzinktunnels);
    - d. voegberekeningen;
    - e. scheefstandmetingen (optioneel, indien dit in de projectspecificaties is aangegeven);
  3. Maken en leveren 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 puntsgewijs voor de bijlagen aangegeven welke gestelde eisen aan het meetnet, de meting, de berekening en de presentatie van de resultaten in de betreffende bijlage zijn beschreven.

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

In bijlage B wordt nader ingegaan op:

- Ontwerp van het meetnet;
- Locatie en type meting van deformatiemeetpunten;
- Nummering van deformatiemeetpunten;
- Verzekering van deformatiemeetpunten;
- Controle van het meetnet (bij herhalingsmetingen).

### 2.2.2 Bijlage C: Eisen Z-meting

In bijlage C wordt nader ingegaan op:

- Nauwkeurigheidseisen;
- Meetopzet voor deformatiewaterpassingen;
- Voorschrift voor uitvoering deformatiewaterpassingen;
- Vereffening, toetsing en de berekening van de coördinaten;
- Analyse van berekende Z-verschillen.

### 2.2.3 Bijlage D: Eisen XY-meting

In bijlage D wordt nader ingegaan op:

- Nauwkeurigheidseisen;
- Meetopzet voor relatieve XY-metingen;
- Voorschrift voor uitvoering XY-metingen;
- Voorschrift voor uitvoering van metingen t.b.v. aansluiting op gecertificeerde ETRS89-coördinaten bij de Nulmeting van objecten;
- Vereffening, toetsing en de berekening van de coördinaten;
- Voegafstanden;
- 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

Gedurende de metingen moeten meteogegevens worden bijgehouden. Het doel hiervan is:

- om een goede meting uit te voeren. De meetwaarden moeten worden gecorrigeerd voor luchttemperatuur en luchtdruk (zie paragraaf D.4.2);
- om een goede analyse te kunnen uitvoeren van de voeg-, XY- en Z-verschillen tussen de Nul- en herhalingsmetingen (constructietemperatuur).

De temperatuur van de constructie is essentieel voor de analyse van deze verschillen. 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.

Hierbij gelden de volgende eisen:

1. 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;
2. Voor de temperatuur van een betonnen constructie wordt 1 gemiddelde temperatuur in hele graden per meetdag worden aangehouden;
3. Afhankelijk van het type object moet de temperatuur van de constructie op de volgende (combinatie van) manieren worden bepaald:
  - a. De constructietemperatuur, dient gemeten te worden met een infrarood thermometer op een niet door de zon beschenen deel van het object, op 1 of meerdere plekken bijvoorbeeld aan de noord- en onderzijde van het brugdek. In geval van sluiskolken en tunnels kan bijvoorbeeld de temperatuur van het water representatief zijn;
  - b. Bij landtunnels kan de grondtemperatuur maatgevend zijn;
  - c. Gebruik de meteogegevens van het meest representatieve KNMI-weerstation te vinden op het onderstaand adres of zoek anders op "KNMI" en "daggegevens".  
<http://projects.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/>

---

Een goede indicatie van de temperatuur van de constructie is de gemiddelde waarde van de temperatuur op de meetdag en de 4 dagen hieraan voorafgaand.

4. De meteogegevens worden:
  - a. opgenomen in één totaal ASCII-bestand. Dit bestand, de weertabel, wordt gebruikt in de LISP-routine bij het maken van de deformatiegrafieken. (zie paragraaf E.4.1.).  
Er is in de presentatie van de grafieken maar ruimte voor 1 set meteogegevens. Indien tijdens de metingen door veranderende weersomstandigheden meerdere keren meteogegevens zijn vastgelegd, dan worden die meteogegevens in de tabel opgenomen die het meest representatief zijn voor de XY-metingen;
  - b. in hoofdstuk 6.3 "weersomstandigheden" van het Meetrapport opgenomen.

---

### 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.

- TOPdesk-nummer;
- Projectspecificaties/omschrijving;
- 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 applicaties wordt verwezen naar de projectspecificaties.

---

## 4 Aflevering

1. Alle gegevens moeten digitaal worden geleverd;
2. 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;
3. 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 voorafgaand aan het plaatsen van deformatiemeetpunten een ontwerp van het meetnet volgens paragraaf B.2 ter beoordeling aangeleverd. De levering bestaat uit:

1. DWG-bestand van het meetnetontwerp en/of;
2. 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:

1. Move3-project van de verkenningsberekening;
2. De resultaten van de verkenningsberekening.

### 4.4 Eindproduct

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

1. Meetrapport als Word-bestand;
2. Meetrapport als PDF-bestand, met daarin opgenomen het Liggingsplan en Vastmeetschetsen en als het een herhalingsmeting betreft ook de Deformatiegrafieken;

- 
3. Liggingsplan en Vastmeetschetsen als DWG-bestand;
  4. Liggingsplan en Vastmeetschetsen als separaat PDF-bestand;
  5. Deformatiegrafieken als DWG-bestand;
  6. Deformatiegrafieken als separate PDF-bestanden;
  7. Excel-bestand met de verzamelde metingen;
  8. Gecompleteerde set CSV-bestanden;
  9. Gecompleteerd ASCII-bestand met meteorologische gegevens;
  10. PDF-bestanden uit SPIN, indien er verkeersmaatregelen nodig zijn geweest;
  11. Invoer- en uitvoerbestanden Z-meting:
    - a. Originele meetdata zonder correcties, waarin opgenomen de controle op de hoofdvoorwaarde;
    - b. Move3-bestanden;
    - c. Alle dagrapporten van de meetploeg.
  12. Invoer- en uitvoerbestanden XY-meting:
    - a. In geval van een geometrische complexe constructie: een verkenningberekening;
    - b. Originele meetdata zonder correcties in de vorm van systeembestanden van het instrument (bijvoorbeeld bij Leica 1200 zijn dit de projectbestanden uit de DBX-directory);
    - c. Originele meetdata zonder correcties in de vorm van ASCII-bestanden (bijvoorbeeld GSI-bestand);
    - d. Rapportage van de verwerking van de meetgegevens;
    - e. Move3-bestanden, incl. gedeselecteerde waarnemingen. Alleen waarnemingen naar punten die geen deformatiemeetpunten zijn, zoals bijvoorbeeld topografie, mogen worden verwijderd uit de Move3-bestanden;
    - f. Alle dagrapporten van de meetploeg.

---

## 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:

1. Administratieve gegevens:
  - a. Korte omschrijving scope;
  - b. Naam opdrachtnemer;
  - c. Naam onderaannemer (indien van toepassing).
2. Afwijkingen ten opzichte van het project- en kwaliteitsplan, inclusief de beschrijving van de gevolgen en maatregelen;
3. 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:
  - a. een beknopte beschrijving van de eis die is geverifieerd (eventueel met nummering van de eisen);
  - b. van toepassing zijnde bindende, informatieve en overige documenten;
  - c. een beknopte beschrijving hoe de betreffende eis is geverifieerd en met welke verificatiemethode (desgewenst mag worden volstaan met een gerichte verwijzing naar het verificatieplan);
  - d. 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);
  - e. een vermelding van wat tijdens de verificatie is geconstateerd;
  - f. wie de verificatie heeft uitgevoerd;
  - g. dat is aangetoond dat is voldaan aan de eis;
  - h. indien van toepassing, een vermelding van afwijkingen, inclusief argumentatie en een vermelding hoe hiermee is omgegaan;
  - i. bewijsdocument, of verwijzing naar bewijsdocument, waarin is aangetoond dat wordt voldaan aan de gestelde eis;
  - j. wie de verificatie heeft beoordeeld en geautoriseerd.
4. Een eindconclusie over de kwaliteit van het product.

Het verificatierapport wordt geleverd als een PDF-bestand, waarbij de naam van het bestand een verwijzing moet hebben naar de betreffende levering.

---

## Bijlage B Inrichting Meetnet

### B.1 Inleiding

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

Procedure: Het ontwerp / de controle van het meetnet altijd ter beoordeling aan de Opdrachtgever aanleveren.  
Na een positieve beoordeling van het ontwerp door de Opdrachtgever, volgt de plaatsing van de deformatiemeetpunten.

Resultaat: Netwerk van deformatiemeetpunten en evt. [referentie-punten](#).

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;
- De puntnummering van de deformatiemeetpunten;
- De keuze voor het type verzekering;
- Het plaatsen van de deformatiemeetpunten.

De deformatiemeetpunten mogen pas worden geplaatst wanneer:

- Het kunstwerk volledig gereed<sup>1</sup> is;
- De geleiderail en geluidsschermen zijn geplaatst;
- Het ontwerp van het meetnet positief is beoordeeld door de contactpersoon bij de RWS-CIV.

### B.2 Ontwerp meetnet (Nulmeting)

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, met welke puntnummers, in het object na beoordeling van het ontwerp worden geplaatst. Daarbij dient te worden aangegeven met welke type verzekering de deformatiemeetpunten, bijvoorbeeld per serie, worden verzekerd.

De levering van het meetnetontwerp moet aantonen dat aan de eisen, gesteld aan de locatie (zie paragraaf B.3), de puntnummering (zie paragraaf B.4) en de verzekering (zie paragraaf B.5) wordt voldaan. Indien beschikbaar kan hierbij de ontwerptekening van het object worden gebruikt.

---

<sup>1</sup> Een kunstwerk wordt 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.



---

Het meetnetontwerp wordt ter beoordeling voorafgaand aan de meting, geleverd aan de Opdrachtgever als een DWG-bestand en/of PDF-bestand. De bestandsnaam (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-00-meetnetontwerp.<extensie>  
Bijvoorbeeld : 25A-305-01-00-meetnetontwerp.dwg

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

### B.3 Locatie en type meting van deformatie-meetpunten

In de onderstaande paragrafen worden eisen gesteld aan de locatie van de deformatiemeetpunten en het type meting (XYZ, XY of Z) dat voor de deformatiemeetpunten moet worden uitgevoerd.

In afwijking hierop geldt dat bij de Nulmeting alle punten in XY volgens bijlage D moeten worden bepaald. Dus ook de deformatiemeetpunten die alleen in Z gaan worden gemonitord. Het doel van de bepaling van de XY-coördinaten van bovengenoemde punten bij de Nulmeting is:

- input bij de vervaardiging van het Liggingsplan, de Vastmeetschetsen en de grafieken;
- input bij de vereffening van de waterpassing (zie paragraaf C.5.1);
- om éénmalig de XY-coördinaten te kunnen omrekenen naar RD (zie paragraaf D.1.1)
- de mogelijkheid open te houden om in de toekomst, bijvoorbeeld bij verstoring van het meetnet, deze deformatiemeetpunten alsnog in XY te gaan monitoren.

#### B.3.1 Algemeen

Aan de locatie en de verzekering van de deformatiemeetpunten worden de onderstaande eisen gesteld:

1. De locatie en de verzekering van de deformatiemeetpunten wordt zodanig gekozen, dat verwacht mag worden dat deze voor de levensduur van het kunstwerk gebruikt kunnen worden;
2. Het is niet toegestaan deformatiemeetpunten aan de buitenzijde van de leuningen te plaatsen! Afwijking van deze eis is alleen mogelijk na beoordeling door de Opdrachtgever;
3. Deformatiemeetpunten niet plaatsen op/in onderdelen met een kortere levensduur dan die van de hoofdconstructie;
4. 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 (bout in combinatie met reflector). 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;
5. 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;

6. Deformatiemeetpunten worden geplaatst aan het begin en het eind van grondkerende muren bijvoorbeeld landhoofd, vleugelmuren (Voor open bakken gelden de eisen onder paragraaf B.3.5). Bij lange grondkerende constructies worden extra punten gekozen indien de afstand "d" tussen de deformatiemeetpunten in een reeks > 20 m.
7. 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.
8. Deformatiemeetpunten worden geplaatst aan beide zijden van voegovergangen, mootvoegen, deuvels, etc.

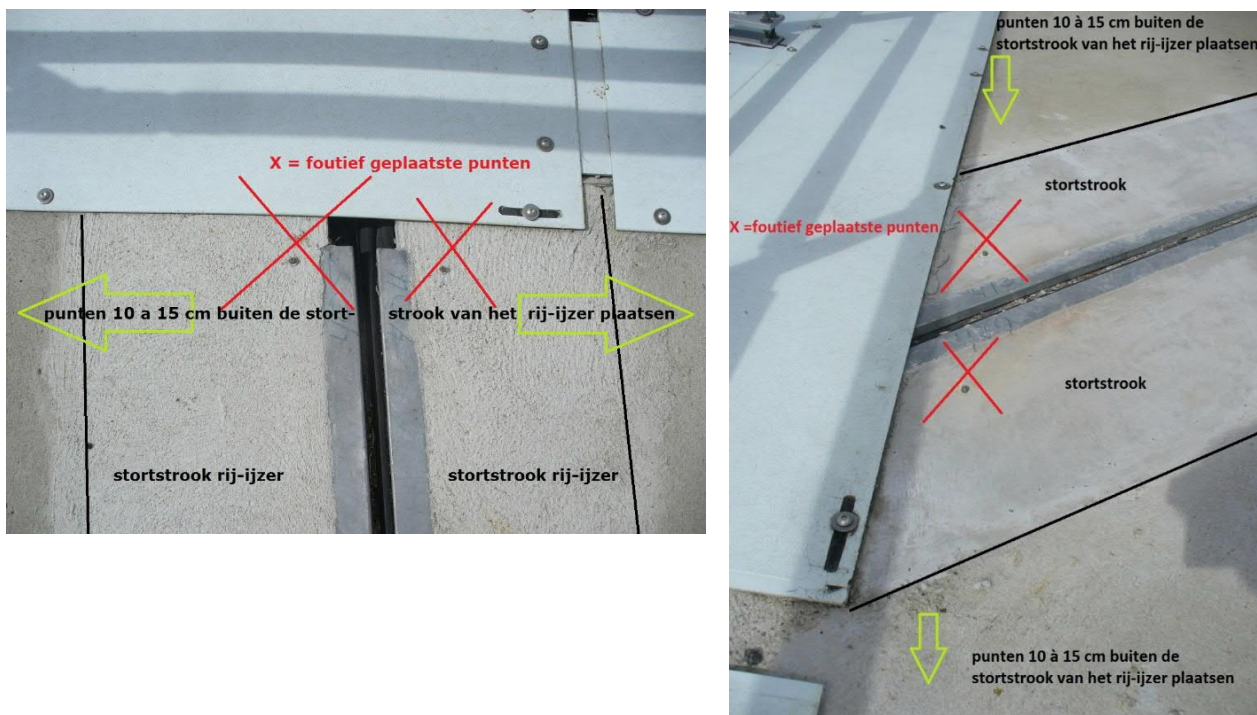
### B.3.2 Bruggen en viaducten

#### XY- en Z-meting

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

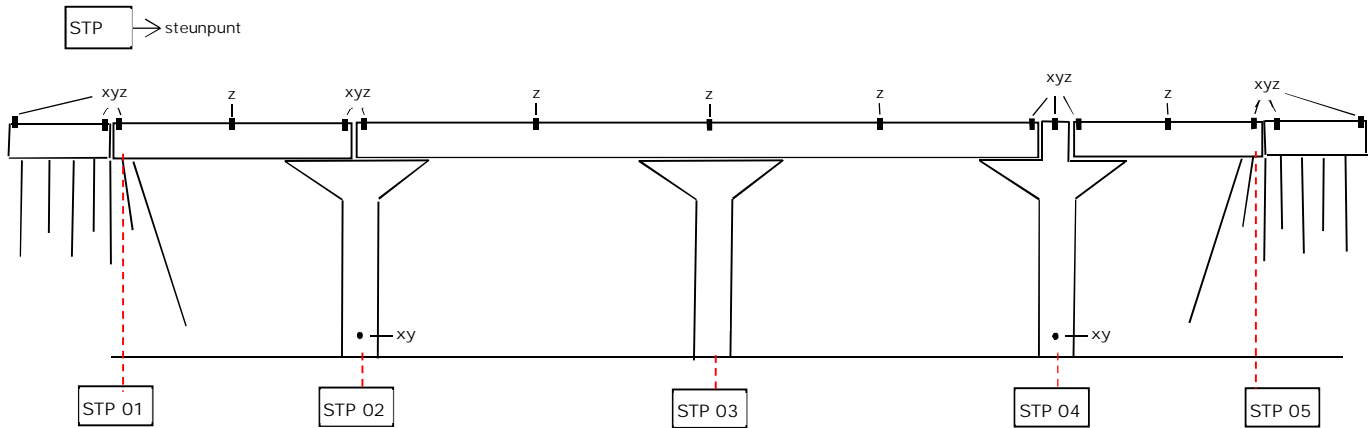
1. Aan het begin en einde van het landhoofd (zie figuur B.1);
2. Aan beide zijden van een voegovergang (zie figuur B0, B.1, B.3, B.4 en B.5).

De punten dienen aan beide zijden van de voegovergang op 10 à 15 cm buiten de stortstrook van het rij-ijzer te worden geplaatst, zodat bij renovatie van de voegovergang de punten onbeschadigd blijven.



Figuur B.0 Voorbeeld van juiste en onjuiste plaatsing van punten bij een rij-ijzer

3. Indien de pijler een oplegconstructie heeft waarbij 2 voegovergangen ontstaan, moeten 3 punten in XY en Z worden gemeten. (zie figuur B.1, STP 04);
4. Bij fly-overs: boven de steunpunten in de as van de opleglijn;



Figuur B.1

### Alleen XY-meting (onder in de pijlers)

Indien bij bruggen en viaducten pijlers aanwezig zijn, moeten voor de XY-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst:

5. Aan de kopse kant (buitenzijde) van de steunpunten (pijlers). De punten dienen onderin, maar wel zichtbaar (boven de geleiderail) te worden aangebracht (zie figuur B.1);
6. In het geval er een horizontaal betonvlak onder de pijlers zit, is het toegestaan dat hierin deformatiemeetpunten worden geplaatst;
7. In het geval dat bovengenoemde locaties bij herhalingsmetingen moeilijk bereikbaar zijn (bijvoorbeeld extra verkeersmaatregelen nodig) moeten aanvullend op de deformatiemeetpunten, met als verzekering messing wandbout, slaganker of messing meetboutje (zie paragraaf B.5.4), op de bovengenoemde locatie ook extra deformatiemeetpunten met als verzekering de meetreflectoren worden geplaatst (zie paragraaf B.5.4 punt 4).

Er worden 4 punten aangebracht, 2 aan beide zijden van het beheerobject, in de pijlers (of het betonvlak), die zich het dichtst bij het landhoofd bevindt.

Indien er alleen in het midden pijler(s) aanwezig zijn, dan 2 punten aanbrengen.

### Alleen Z-meting

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

8. boven de steunpunten in de as van de opleglijn;
9. 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) aan beide buitenzijden (kopse kant) van de steunpunten worden geplaatst.

Deze punten zowel bovenin als onderin plaatsen, niet loodrecht onder elkaar, maar ongeveer 10 cm uit de loodlijn om geen verwarring te krijgen tussen positieve en negatieve verschillen.

### B.3.3 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 4 typen dilatatievoegen:

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

### XY- en Z-meting

Bij afzinktunnels moeten voor de XY- en Z-meting deformatiemeetpunten worden geplaatst. De punten onderin aanbrengen, boven de eventueel aanwezige barriër:

1. aan het begin en het eind van elk element;
2. aan beide zijden van:
  - a. de zinkvoegen (afgezonden gedeelte);
  - b. de sluitvoeg (afgezonden gedeelte);
3. 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

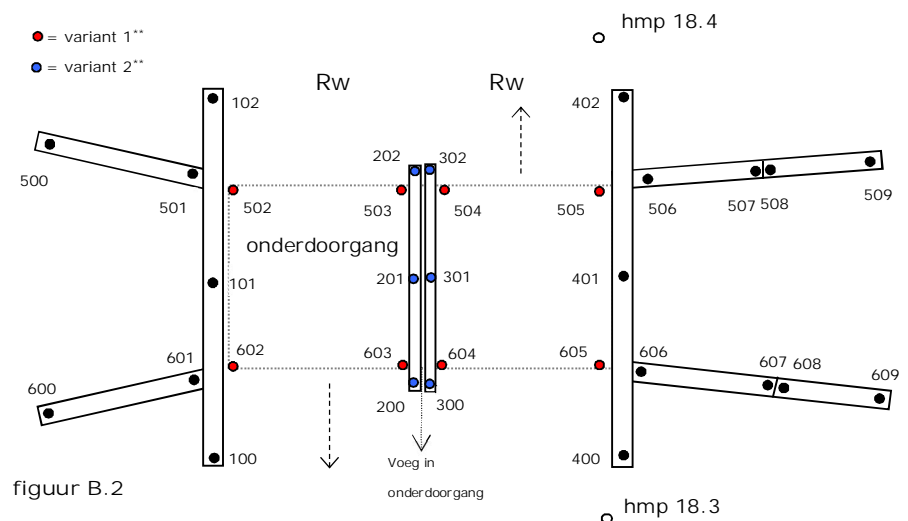
Aan beide zijden van de mootvoegen van de afgezonden tunnelementen. De punten onderin aanbrengen, boven de eventueel aanwezige barriër.

### B.3.4 Overige tunnels, duikers<sup>2</sup> 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):

1. aan het begin en het eind van elk element en aan beide zijden van mootvoegen. De punten onderin plaatsen, boven de eventueel aanwezige barriër;
2. in de vleugels/schamprand boven de onderdoorgang evenwijdig aan de rijksweg in het begin, midden en einde een deformatiemeetpunt;
3. in de vleugels niet evenwijdig aan de rijksweg, begin en einde van de vleugels en aan weerszijden van de 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.

### B.3.5 Open bakken

#### XY- en Z-meting

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

1. aan het begin en het eind van elk element;
2. 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.

<sup>2</sup> Bij aanlegprojecten worden duikers gemeten in overleg met GPO (Grote Projecten en Onderhoud) van Rijkswaterstaat.

---

### B.3.6 Sluizen en stuwen

#### XY- en Z-meting

Door het ontbreken van eenvormigheid bij sluizen en stuwen 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.

### B.3.7 Beweegbare hefconstructies (optioneel)

#### Z-meting

1. Bij de uiteinden (4 hoeken) van de val/klap, ter hoogte van de draaiassen, ter hoogte van de hameistijlen, heftoren;
2. 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 positieve en negatieve verschillen.

### B.3.8 Geluidsschermen<sup>3</sup> (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, indien mogelijk aan de achterzijde van het geluidsscherm (dus niet de zijde van de snelweg), worden geplaatst:

1. In de betonnen fundatie van de in de aardebaan gefundeerde stijlen van het geluidsscherm, indien deze niet met grond worden overdekt. Anders een meetmerk (reflector) op de stijl aanbrengen op ongeveer 2m. boven maaiveld (i.v.m. toekomstige begroeiing);
2. In de steunpunten en in het midden tussen 2 steunpunten van de onderbalk of andere draagconstructie waarop de stijlen van het geluidsscherm zijn geplaatst.

---

<sup>3</sup> Bij aanlegprojecten worden geluidsschermen gemeten in overleg met GPO (Grote Projecten en Onderhoud) van Rijkswaterstaat.

### B.3.9 Overige beheerobjecten

Bij deze categorie zijn de deformatiemeetpunten te kiezen, in overleg met GPO (Grote Projecten en Onderhoud) van Rijkswaterstaat, aan de hand van de van vitaal belang zijnde delen van de beheerobjecten.

## B.4 Nummering deformatiemeetpunten

### B.4.1 Algemeen

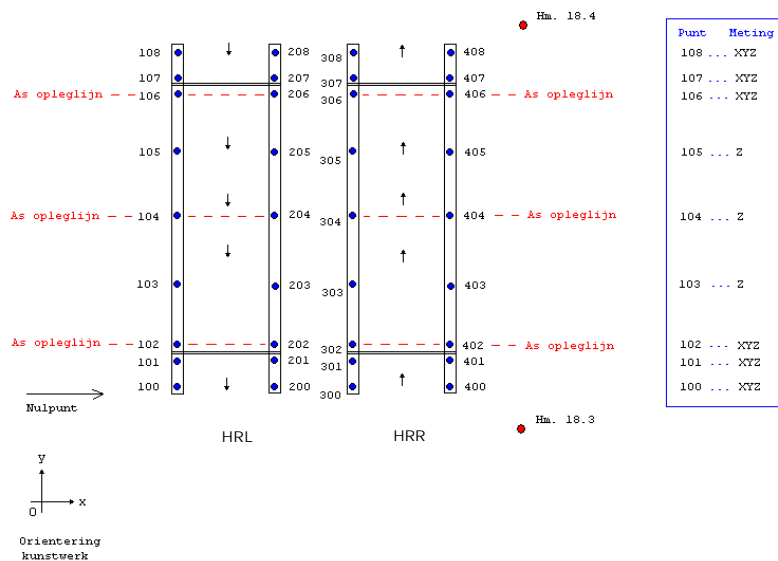
1. Bij de meeste kunstwerken wordt een rasternet van deformatiemeetpunten aangebracht. Op het kunstwerk wordt het [nulpunt](#) en de X- en Y-richting van dit rasternet bepaald. In de Y-richting worden de opéénvolgende deformatiemeetpunten beschouwd als één boutenreeks;
2. Naast elkaar gelegen beheerobjecten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

### B.4.2 Bepalen nulpunt kunstwerk

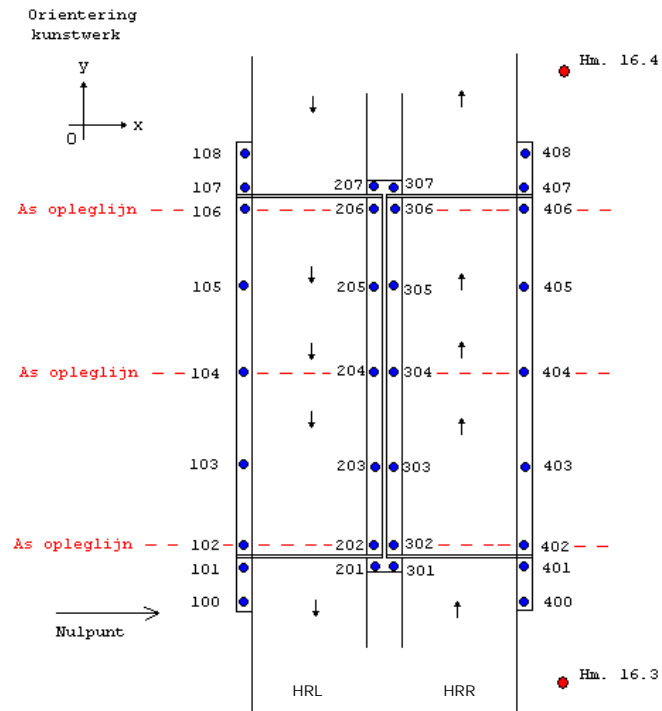
Kunstwerken gelegen in de Rijksweg.

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

Aan de zijde van het kunstwerk met oplopende kilometrerings 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

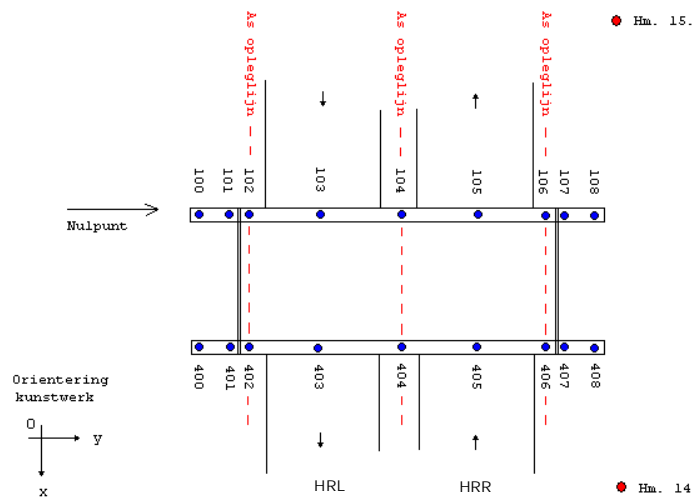


figuur B.4 Kunstwerk gelegen in de Rijksweg

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 kilometrering van de Rijksweg, ligt het [nulpunt](#) linksboven (zie figuur B.5):



figuur B.5 Kunstwerk gelegen over de Rijksweg



---

#### B.4.3 Rasternet kunstwerk

1. Als het [nulpunt](#) van het kunstwerk is bepaald, worden de deformatiemeetpunten in een reeks opeenvolgend oplopend genummerd;
2. De 2 hoofdrichtingen zijn de [schampkant](#) door het [nulpunt](#) (Y-richting) en de richting loodrecht op deze schampkant (X-richting);
3. De Y-as ligt evenwijdig aan de lengterichting van het kunstwerk waarbij de Y-coördinaat oploopt in de richting van de oplopende puntnummering van een reeks;
4. Bij geluidsschermen de Y-as zo kiezen dat deze zoveel mogelijk in de richting van het geluidsscherf loopt;
5. Bij sluizen zo goed mogelijk de Y-as evenwijdig aan de sluis(vaar)richting;
6. Voor de reeksnummering geldt:
  - a. Er wordt uitgegaan van een kunstwerk met 4 reeksen deformatiemeetpunten;
  - b. Van links naar rechts wordt voor de nummering van de deformatiemeetpunten de volgende indeling toegepast:
    - o de meest linkse boutenreeks is de "100"-reeks (100, 101, etc.);
    - o de linkse boutenreeks op de middenberm is de "200"-reeks;
    - o de rechtse boutenreeks op de middenberm is de "300"-reeks;
    - o de meest rechtse boutenreeks is de "400"-reeks.
  - c. Zijn er geen deformatiemeetpunten voorzien bij de middenberm, dan vervalt de "200"- en "300"-reeks;
  - d. Zijn er meer dan 4 reeksen deformatiemeetpunten, dan is de meest linkse reeks de "100"-reeks en worden de andere reeksen oplopend met 100 naar rechts genummerd;
7. 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:

1. Het bijgeplaatste punt krijgt een nieuw nummer met de toevoeging "T";
2. Indien een deformatiemeetpunt wordt bijgeplaatst (tussengeplaatst) in een bestaande reeks, dan moet het 100-tal van het nieuwe puntnummer overeenkomen met het 100-tal van de betreffende reeks. Het volgnummer van het bijgeplaatste punt is uniek en correspondeert, gezien in de X-richting, met de volgnummers van overeenkomstige punten in naastliggende reeksen;
3. Indien het nieuwe punt niet overeenkomt met punten uit de naastliggende reeksen moet 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 de punten 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;
4. Van de bestaande deformatiemeetpunten blijft het puntnummer ongewijzigd;
  5. 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

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

#### B.4.6 Nummering deformatiemeetpunten in steunpunten

1. Deformatiemeetpunten in steunpunten worden beschouwd als een aparte verticale reeks en krijgen een aangepaste nummering;
2. Het puntnummer bestaat uit het op de bovenbouw gelegen puntnummer, gevolgd door 01 (= bovenzijde pijler) of 02 (= onderzijde pijler);
3. 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;
4. De in paragraaf [B.3.2](#), onder de kop XY-meting, genoemde 4 punten, 2 aan beide zijden van het beheerobject, in de kopse kant van de steunpunten (pijlers) krijgen het puntnummer van het op de bovenbouw gelegen puntnummer, gevolgd door 02, bijvoorbeeld 10402.
5. Indien er in het steunpunt ook een meetreflector wordt geplaatst, krijgt deze altijd de toevoeging 03 (zie paragraaf [B.5.4 punt 4](#)).

#### B.4.7 Afwijkende reeksrichting

1. In beginsel loopt de reeksnummering langs de Y-as van het kunstwerk. Soms is dit principe niet haatbaar, bijvoorbeeld bij deformatiemeetpunten gelegen op een sloof in de fundering van het kunstwerk;
2. 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

Bij lange geluidsschermen kan het voorkomen dat een reeks meer dan 100 deformatiemeetpunten bevat:

1. De deformatiemeetpunten in geluidsschermen moeten per [objectdeel](#) worden gezien als een aparte reeks;
2. 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

Nadat de locatie (zie paragraaf [B.3](#)) van de aan te brengen deformatiemeetpunten is afgestemd met de RWS-CIV, moeten de deformatiemeetpunten fysiek in het terrein worden geplaatst. In paragraaf B.5.1 worden de algemene eisen en aandachtspunten bij de plaatsing beschreven. In de paragrafen B.5.2 t/m B.5.4 worden voor verschillende situaties, de typen van verzekering en de daarbij behorende specifieke eisen beschreven. Afhankelijk van het doel en de locatie van de deformatiemeetpunten moeten de beschreven typen van verzekering worden gebruikt. Niet beschreven typen van verzekering mogen zonder afstemming met RWS-CIV niet worden gebruikt.

#### B.5.1 Algemeen

Aan de verzekering en plaatsing van de deformatiemeetpunten worden de onderstaande eisen gesteld:

1. De deformatiemeetpunten van een reeks dienen voor zover mogelijk in een vast stramien te worden geplaatst (zie paragraaf B.3.1);
2. Gaten die wel worden geboord maar waar geen deformatiemeetpunt in wordt geplaatst (bijvoorbeeld bij het stuiten op wapeningsijzer), dienen ook weer dicht gemaakt te worden met cement of lijm (er blijven geen open boorgaten achter);
3. De deformatiemeetpunten dienen duurzaam te worden geplaatst d.w.z. dat de plaatsing van de deformatiemeetpunten zodanig moet worden uitgevoerd, dat verwacht mag worden dat deze voor de levensduur van het kunstwerk gebruikt kunnen worden;
4. Gebruik bij het verlijmen van meet- en wandbouten een watervaste lijmsort met een hoge temperatuurbestendigheid of met (snel)cement;

- 
5. Indien herplaatsing of bijplaatsen van deformatiemeetpunten noodzakelijk is, moet in principe hetzelfde type verzekering, dan de overige verzekeringen van de betreffende serie, worden gebruikt. Indien de bestaande verzekering van een type is die niet in dit hoofdstuk is benoemd dan een verzekering gebruiken die wel in dit hoofdstuk is benoemd. In het meetrapport moet de afwijkende verzekering worden beschreven.

#### Aandachtspunten

Het duurzaam plaatsen van de deformatiemeetpunten is essentieel voor de monitoring van het kunstwerk. Rijkswaterstaat geeft daarom de hier onderstaande aandachtspunten voor het plaatsen van de deformatiemeetpunten mee:

- Gebruik geschikt gereedschap voor het boren in beton, zoals boormachine met afstandshouder voor het boren op de juiste diepte en boren;
- Maak na het boren het boorgat goed schoon zodat de meetbouten en lijm/cement goed hechten.

#### B.5.2 Meetbouten voor horizontale vlakken

In horizontale vlakken worden de volgende typen verzekering gebruikt:

1. Een messing meetbout met een lengte van 6 cm en een doorsnede van 10 mm (zie figuur B.6);
  - a. De messing meetbout is de standaard verzekering in horizontale vlakken;
  - b. 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 centreerstaaf;
  - c. De meetbouten in het horizontale vlak zijn zo verticaal mogelijk geplaatst;
  - d. De meetbouten steken 4 tot 8 mm (zie figuur B.7) boven de ondergrond uit;
  - e. De Z-coördinaat van het deformatiemeetpunt betreft de kop, het cirkelvormige bovenvlak met een diameter van 10mm van de meetbout;
  - f. De XY-coördinaten van het deformatiemeetpunt betreffen het hart van het centergat van de meetbout (zie figuur B.7);



figuur B.6 messing meetbout



figuur B.7 messing meetbout

- 
2. Een platte messing bout 11h-6 (zie figuur B.8) met centrering;
    - a. De platte messing bout wordt gebruikt bij struikelgevaar bijvoorbeeld bij sluizen;
    - b. De krans aan laten sluiten op het beton (geen ruimte laten tussen onderkant krans en betonvlak);
    - c. In de ondergrond wordt een gat geboord, waarin de meetbout duurzaam wordt verlijmd met een watervaste lijmsort met een hoge temperatuurbestendigheid of met (snel)cement duurzaam wordt aangebracht.



figuur B.8 Messing bout 11h-6

### B.5.3 Wandbouten, slagankers en meetreflectoren voor plaatsing in verticale wanden

In verticale wanden worden de volgende typen verzekering gebruikt:

1. een messing wandbout (zie figuur B.9C);
  - a. De messing wandbout is de standaard verzekering in verticale wanden;
  - b. De wandbout dient afgesloten te worden met de originele bijgeleverde afsluitschroef of een kunststof afsluitschroef;
  - c. De krans aan laten sluiten op het beton (geen ruimte laten tussen achterkant krans en betonvlak).

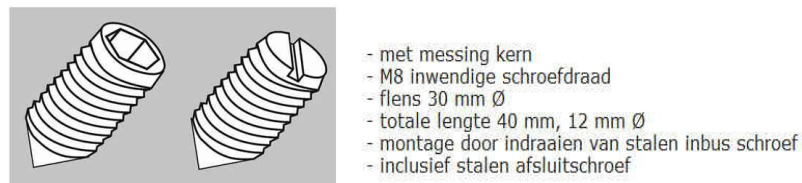


figuur B.9C messing wandbout voor verticale wanden

2. een roestvast (RVS) slaganker<sup>4</sup> M8 met een lengte van minimaal 3 cm (zie figuur B.9A);
  - a. Indien het plaatsen van een RVS-slaganker voordelen biedt ten opzichte van een messing wandbout, kan een RVS-slaganker als verzekering worden gebruikt. De argumentatie voor het gebruik van een RVS-slaganker dient samen met het netontwerp (zie paragraaf B.1 ter beoordeling bij de contactpersoon bij de RWS-CIV te worden voorgelegd;
  - b. Het slaganker dient afgesloten te worden met de originele bijgeleverde afsluitschroef of een kunststof afsluitschroef;
  - c. 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);

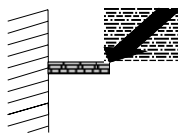


figuur B.9A Slaganker voor verticale wanden



figuur B.9B Afsluitschroef

3. een standaard messing meetbout (zie paragraaf B.5.2).
  - a. De standaard messing meetbout wordt toegepast indien een deformatiemeetpunt in een verticale wand alleen een (verticale) Z-deformatie als doel heeft en dit punt is te waterpassen. (zie figuur B.6);
  - b. De standaard messing 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.

figuur B.10

<sup>4</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 op kosten van Opdrachtnemer worden verwijderd en vervangen door roestvaste (RVS) slagankers. De meting zal opnieuw moeten worden uitgevoerd.

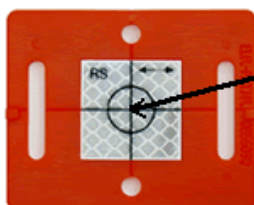
#### B.5.4 Deformatiemeetpunten in pijlers

In pijlers worden deformatiemeetpunten aangebracht ten behoeve van:

1. de bepaling van de scheefstand van pijlers (optioneel);
2. de constatering van beweging van landhoofden.

In pijlers worden de volgende typen verzekering gebruikt:

1. Messing wandbouten (zie paragraaf B.5.3 1.);
2. RVS-slagankers (zie paragraaf B.5.3 2.);
3. Messing meetbout (zie paragraaf B.5.2 1.), in het geval er een horizontaal betonvlak onder de pijlers zit;
4. Meetreflectoren (zie figuur B.11). In het geval dat de locaties bij herhalingsmetingen moeilijk bereikbaar zijn (bijvoorbeeld extra verkeersmaatregelen nodig) moeten aanvullend op de bovengenoemde verzekeringen ook meetreflectoren worden geplaatst;
  - a. De meetreflector moet met RVS-schroeven worden vastgeschroefd, zodat deze door bijvoorbeeld schoonmaakwerkzaamheden niet gemakkelijk van de wand loslaten;
  - b. De meetreflector wordt in hetzelfde verticale vlak geplaatst, indien mogelijk 10-20 cm boven de wandbout of het slaganker. Indien er een messing meetbout is het horizontale vlak is geplaatst, dan de meetreflector ook in het verticale vlak plaatsen;
  - c. Bij de Nulmeting moeten zowel de reflector en het slaganker/wandbout/meetbout worden gemeten. Omdat de punten dicht bij elkaar zitten, is het verschil een constante. Bij een herhalingsmeting hoeft alleen maar de meetreflector gemeten te worden. Is de meetreflector bij een herhalingsmeting niet meer aanwezig, dan moet een nieuwe meetreflector worden geplaatst en moeten de reflector en het slaganker/wandbout/meetbout weer beiden worden gemeten. Met de constanten kunnen de coördinaten van de nieuwe reflector ten tijde van de nulmeting worden berekend;
  - d. 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

---

## B.6 Controle meetnet herhalingsmetingen

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

1. Bij verstoring van een eerder 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;
2. 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;
3. Als blijkt dat een in het verleden bijgeplaatst deformatiemeetpunt (paragraaf B.4.4) verstoord is, wordt het punt herplaatst. In dit geval krijgt het puntnummer van het oorspronkelijke punt de toevoeging "A", bijvoorbeeld "113T" wordt "113TA";
4. Bij verstoring van een meetreflector in een pijler (zie paragraaf B.5.4), moet een nieuwe meetreflector worden geplaatst. Indien in de pijler nog geen slaganker/wandbout/meetbout aanwezig is, dan deze ook bijplaatsen en beide punten inmeten.

### B.6.2 Verstoring van een reeks deformatiemeetpunten

1. 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;
2. 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

1. 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 + dagrapport

#### 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.

Alleen bij de nulmeting wordt voor de Z aangesloten op externe N.A.P.-peilmerken.

### 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:

1. Bij verticale deformatie geldt een deformatiedrempel van 5 mm;

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

2. 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.

Voor de berekening geldt:

- 
1. De F-toets is geaccepteerd;
  2. In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voor;
  3. In de vereffening komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen voor. (ook wel aangeduid als "[vrije waarnemingen](#)").

Voor de waarnemingen van de berekening geldt:

4. Het percentage dat de redundantie aangeeft, is  $>25$ ;
5. De waarden voor BNR (Bias to Noise Ratio) zijn van dezelfde orde van grootte en zijn  $<10$ ;
6. De MDB-waarden (Minimal Detectable Bias) zijn  $<10$ .

## C.3 Meetopzet

### C.3.1 Algemeen

1. Mede gezien de bovenstaande kwaliteitseisen wordt geëist dat hoogtemetingen t.b.v. verticale deformatie worden uitgevoerd door middel van waterpassingen;
2. Indien 1 of meerdere punten niet zijn te waterpassen moet de hoogte tachymetrisch worden bepaald;
3. Voor aanvang van de Nulmeting wordt de meetopzet bepaald;
4. Indien er sprake is van tunnels waarbij tussendeuren aanwezig zijn, moeten verbindingen tussen de tunnelbuizen worden gelegd;
5. De meetopzet geldt, indien mogelijk, voor alle navolgende herhalingsmetingen. Alleen voor de aansluiting van het meetnet op bekende punten gelden bij de herhalingsmetingen andere voorwaarden dan bij de Nulmeting;
6. Indien punten in XY en Z moeten worden bepaald en deze verzekerd zijn met slagankers en/of wandbouten (bijvoorbeeld in tunnels), genoemd in paragraaf B.5.3 dan wordt de prisma-adapter met Leica-passing (zie figuur D.3) in onderstaande situaties gebruikt:
  - a. Bij de Nulmeting:
    - o Waterpassen met behulp van de PVS-waterpasadapter met Leica snelsluiting (zie figuur C.0) De gewaterpaste hoogte komt overeen met hart prisma;
  - b. Bij de herhalingsmeting uitvoeren zoals bij de Nulmeting is uitgevoerd. Er zijn dan drie mogelijkheden:
    - o Waterpassen van de bovenzijde van het uiteinde van de prisma-adapter (zie figuur B.10);
    - o Waterpassen met behulp van de PVS-waterpasadapter met Leica snelsluiting (zie figuur C.0) De gewaterpaste hoogte komt overeen met hart prisma;
    - o Wanneer waterpassen niet mogelijk is, tachymetrisch inmeten. De hoogte komt overeen met hart prisma.
7. Bij het tachymetrisch bepalen van (grote) hoogteverschillen (taluds) mag dit alleen uitgevoerd worden met zogenaamde 0-prisma's (prisma's die geen optelconstante hebben).

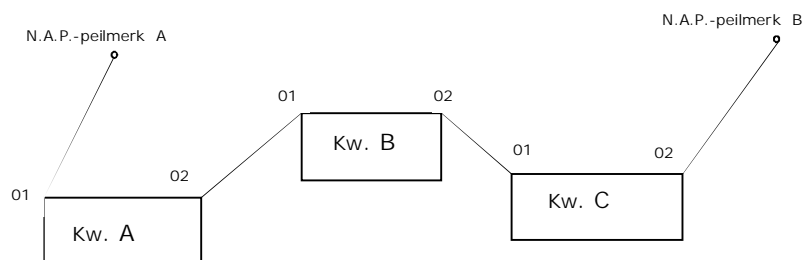
Opmerking: De meetmethode die in de Nulmeting is gebruikt dient ook bij de herhalingsmetingen te worden toegepast. In het meetrapport moet de toegepaste werkwijze worden beschreven.



Figuur C.0

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

1. Bij uitvoering van de Nulmeting wordt het meetnet middels een doorgaande waterpassing aangesloten op [N.A.P.-peilmerken](#) van het secundair netwerk van het N.A.P.;
2. 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, dus geen punten op bewegende delen zoals bijvoorbeeld een brugdek. 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;
3. 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, respectievelijk het aanbrengen van een ondergronds merk staat aangegeven in de projectspecificaties.



Figuur C.1

---

## C.4 Z-metingen

### 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 Primaire Meetkundige Grondslag \(PMG\)](#), houd daarbij rekening met de [adviezen van het N.A.P.](#) ten aanzien van secundair waterpassen.

### C.4.2 Specifiek

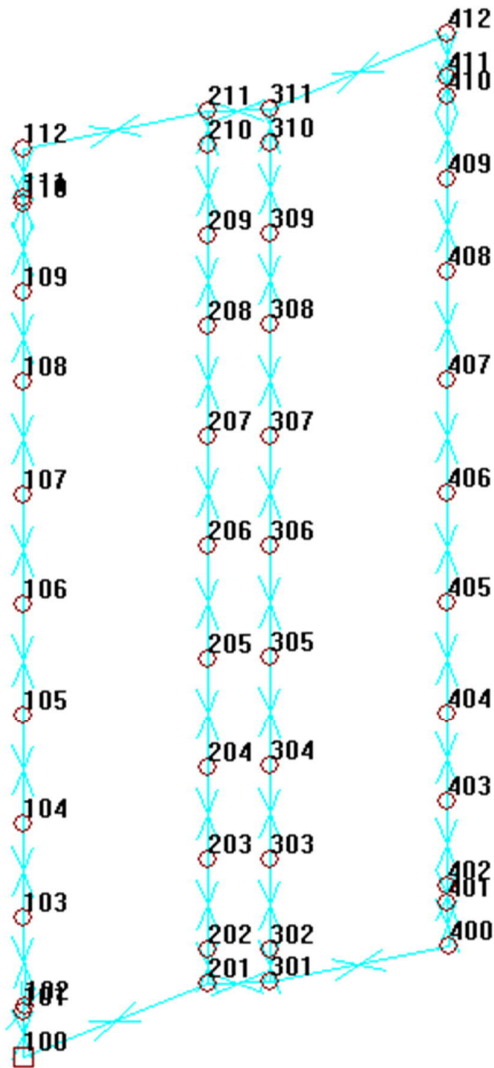
Aanvullend/afwijkend aan de specificaties van Bijlage B van de Productspecificaties Primaire Meetkundige Grondslag (PMG) geldt voor deformatiemetingen het volgende:

#### Voorwaarden secundair waterpassen

1. Voor iedere meting, zowel de nul- als alle herhalingsmetingen, geldt dat alle metingen (de X,Y- en de Z-meting) binnen dezelfde aaneengesloten periode moet worden uitgevoerd om temperatuurinvloeden te minimaliseren;
2. Bij lange objecten, bijvoorbeeld tunnels eerst een doorgaande waterpassing uitvoeren met zo min mogelijk slagen over vaste punten. Daarna detailwaterpassing van de deformatiemeetpunten uitvoeren. (van groot naar klein werken);
3. De aflezingen worden geregistreerd in 0.1 mm;
4. Bij bruggen, gebouwd volgens de vrije uitbouwmethode, wordt het uitbouwgedeelte zo vroeg mogelijk op de dag gewaterpast. Dit in verband met temperatuurinvloeden en verkeersbelasting;
5. 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 Kringwaterpassing object

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



figuur C.2

2. Ieder deformatiemeetpunt wordt minimaal 2x onafhankelijk gemeten;
3. Heen- en teruggang dienen met verschillende instrumentopstellingen te worden uitgevoerd, waarbij eerst de volledige heengang en daarna de volledige teruggang wordt gemeten.
4. De deformatiemeetpunten, die in een heen en teruggang worden gewaterpast, worden met één dezelfde baak gemeten.

---

#### C.4.4 Dagrapport Z-meting

1. Tijdens de Z-meting wordt een dagrapport bijgehouden;
2. 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;
3. 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;
4. Indien de hoogtemeting tachymetrisch wordt bepaald en daarbij gebruik wordt gemaakt van wandbouten of 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.
5. Informatie wordt opgenomen over bijzondere omstandigheden m.b.t. verzekering van punten, wijze van centreren, storingen tijdens de meting, etc.;
6. De gegevens worden vastgelegd in een PDF-bestand;
7. De bestandsnaam (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-<volnummer meting>-dagrapport.\*  
Bijvoorbeeld : 25A-305-01-02-WP-dagrapport.pdf

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

### C.5 Berekening

#### C.5.1 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.5.2 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. 1-Dimensionale toets:  $\alpha_0 = 0.001$  of  $0.1 \%$   
 $\alpha_0$  = onbetrouwbaarheidsdrempel ( $\text{Alpha}_0$ )
2. Onderscheidingsvermogen:  $\beta = 0.80$  of  $80.0 \%$   
 $\beta$  = onderscheidingsvermogen ( $\text{B\`eta}$ )
3.  $\sigma$  Enkel hoogteverschil absoluut =  $0.0 \text{ mm}$
4.  $\sigma$  Enkel hoogteverschil relatief  $\leq 1.41 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$
5. Idealisatieprecisie Hoogte =  $0.0000 \text{ m}$
6. De selectievakjes "Filter" en "Geen Basis" niet aanvinken.

---

#### 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:

- |                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| 7. Fase                         | : Vrij netwerk (1) |
| 8. $\sigma$ hoogte 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:

- |                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| 9. Fase                            | : Aansluiting, pseudo (2) |
| 10. $\sigma$ hoogte aansluitpunten | : 1.0 mm                  |
11. Er wordt aangesloten op 2 N.A.P.-peilmerken (A en B). Indien de aansluiting leidt tot verwerpingen van de coördinantentoets, 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.
12. De Move3-bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-NAP.\*  
Bijvoorbeeld: 25A-305-01-NAP.prj

#### C.5.3 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. 1-Dimensionale toets:                         | $\alpha_0 = 0.001$ of 0.1 %               |
| $\alpha_0$ = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha_0) |   |
| 2. Onderscheidingsvermogen:                      | $\beta = 0.80$ of 80.0 %                  |
| $\beta$ = onderscheidingsvermogen (Bèta)         |   |
| 3. $\sigma$ Enkel hoogteverschil absoluut        | = 0.1 mm                                  |
| 4. $\sigma$ Enkel hoogteverschil relatief        | $\leq 1.41 \text{ mm} / \sqrt{\text{km}}$ |
| 5. $\sigma$ hoogte aansluitpunt                  | = 0.1 mm                                  |
| 6. 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:

- 7. Fase : Vrij netwerk (1)
- 8. Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm

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

- 9. De standaardafwijkingen van de berekende hoogten zijn  $\leq 1.25$  mm.

#### Stap 2: Eindberekening hoogten:

Bij de Move3-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:

- 10. Fase : Aansluiting, pseudo (2)
- 11. Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm
- 12. De berekende hoogte van het controlepunt mag niet meer dan 2 mm afwijken van de hoogte uit de doorgaande waterpassing.
- 13. De Move3-bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-00-WP.\*  
Bijvoorbeeld : 25A-305-01-00-WP.prj

### C.5.4 Kringwaterpassing Herhalingsmeting

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

Bij herhalingsmetingen wordt nagegaan of het beheerobject onderhevig is aan verticale bewegingen t.o.v. de in de Nulmeting berekende hoogte van het uitgangspunt.

#### 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:

- 13. Fase : Vrij netwerk (1)
- 14. Standaardafwijking aansluitpunt : 0.1 mm

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

- 15. De standaardafwijkingen van de berekende hoogten zijn  $\leq 1.25$  mm.



## Stap 2: Eindberekening coördinaten:

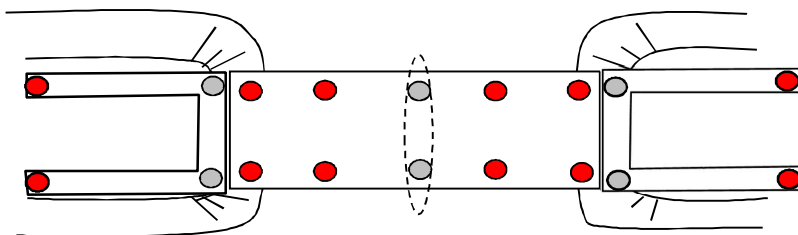
In deze berekening worden de definitieve hoogten van de betreffende meting berekend. Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

- |                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| 16. Fase                            | : Aansluiting, pseudo (2) |
| 17. Standaardafwijking aansluitpunt | : 0.1 mm                  |

Het N.A.P.-vlak wordt niet meer gebruikt als referentie. Eén van de onderstaande aansluitpunten moet 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 waarbij:

18. De hoogte van dit punt komt uit de berekening van de Nulmeting;
19. Als blijkt dat bij een herhalingsmeting het aansluitpunt niet stabiel is, moet een ander stabiel aansluitpunt worden gekozen. Dit mag een aansluitpunt boven een pijler zijn. Indien een ander aansluitpunt is gekozen moeten alle voorgaande herhalingsmetingen worden herberekend met hetzelfde punt als aansluitpunt;
20. 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 voor de hoogte mogen worden gebruikt
- punten die niet als aansluitpunt voor de hoogte mogen worden gebruikt

figuur C.3

21. In de herhalingsmetingen worden geen actuele hoogtegegevens van [N.A.P.-peilmerken](#) meer toegepast;
22. De Move3-bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-WP.\*  
Bijvoorbeeld: 25A-305-01-02-WP.prj

### C.5.5 Tachymetrie Nul- en herhalingsmeting

Indien door omstandigheden deformatiemeetpunten niet zijn te waterpassen, mag de hoogtebepaling tachymetrisch worden uitgevoerd (zie C.3.1.). De tachymetrische meting dient op minimaal 3 gewaterpaste punten te worden aangesloten. De aansluitpunten dienen de tachymetrisch gemeten punten zoveel mogelijk te omsluiten.

---

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

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Dimensie:                       | 1D of 3D  |
| 2. 1-dimensionale toets:           | $\alpha_0 = 0.001$ of $0.1 \%$<br>$\alpha_0 =$ onbetrouwbaarheidsdrempel ( $\text{Alpha}_0$ ) |
| 3. Onderscheidingsvermogen:        | $\beta = 0.80$ of $80.0 \%$<br>$\beta =$ onderscheidingsvermogen ( $\text{Bèta}$ )            |
| 4. $\sigma$ richting absoluut      | $\leq 0.00060$ gon  |
| 5. $\sigma$ richting relatief      | $\leq 0.00003$ gon.km   |
| 6. $\sigma$ afstand absoluut       | $\leq 0.0020$ m   |
| 7. $\sigma$ afstand relatief       | $\leq 2.0$ ppm  |
| 8. $\sigma$ centreerafwijking      | $\leq 0.0010$ m   |
| 9. Idealisatieprecisie XY          | $= 0.0000$ m  |
| 10. Idealisatieprecisie Hoogte     | $= 0.0000$ m  |
| 11. Verticale refractiecoëfficiënt | $=$ vrij  |

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:

- |                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| 12. Standaardafwijking aansluitpunt | : $0.1$ mm         |
| 13. Fase                            | : Vrij netwerk (1) |

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

14. De standaardafwijkingen van de berekende hoogten  $\leq 1.25$  mm.

Stap 2: Eindberekening hoogten:

De aansluitpunten in hoogte voor de 2e fasevereffening komen voort uit de 2e fasevereffening van de kringwaterpassing van de betreffende meting.

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

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| 15. De standaardafwijking van de aansluitpunten moet zo worden gekozen dat de MDB-waarde van de hoogten bij toetsing de $5$ mm niet overschrijdt. |                           |
| 16. Fase  | : Aansluiting, pseudo (2) |

## 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 in het meetrapport informatie verstrekt over de aard en omvang van de deformatie en het deformatieverloop.

---

## 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 verkenningsberekening;  
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;  
Verkenningsberekening;  
Meting + dagrapport.

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

De XY-meting is in de meeste gevallen 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.

Bij de Nulmeting van objecten moeten éénmalig de XY-coördinaten van de deformatiemeetpunten in ETRS89 worden vastgelegd en naar het [RD-stelsel](#) worden omgerekend. Het doel hiervan is tweeledig:

- Deformatiemeetpunten in het RD-stelsel zijn met RTK uit te zetten en daardoor bij herhalingsmetingen makkelijker terug te vinden;
- In bijzondere gevallen kunnen de RD-coördinaten een aanvulling zijn bij de deformatieanalyse. De Opdrachtgever kan dan alsnog besluiten de deformatiemeetpunten ook bij de herhalingsmeting in RD te laten bepalen.

### 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:

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

---

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

4. precisie X- en Y-coördinaat:  $\sigma X$  en  $\sigma Y \leq 2.5$  mm (in fase Vrij netwerk berekening);

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

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

#### D.2.2 Betrouwbaarheid

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

1. In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voor;
2. De F-toets is geaccepteerd;

Voor de waarnemingen geldt:

3. Het percentage dat de redundantie aangeeft, is  $> 25$ ;
4. De BNR-waarden (Bias to Noise Ratio) zijn van dezelfde orde van grootte en  $< 10$ ;
5. De MDBn (Minimal Detectable Bias) is  $< 10$ ;
6. In de meting komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen voor (ook wel aangeduid als "vrije waarnemingen").
7. Een punt aangemeten vanuit 1 enkele instrumentopstelling in 2 kijkerstanden wordt binnen deze specificaties ook gezien als een "vrije waarneming", ondanks het feit dat dit in de vereffeningsoftware van Move3 niet als zodanig zal worden aangegeven.

### D.3 Meetopzet

#### D.3.1 Algemeen

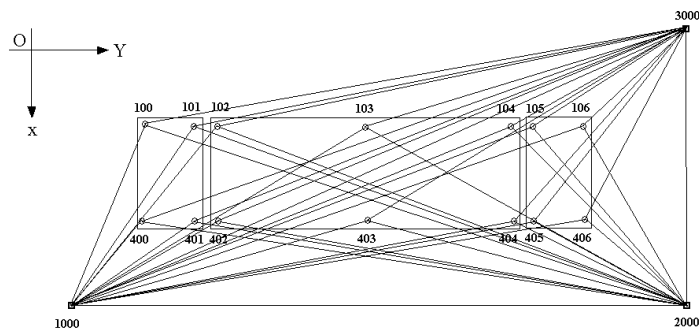
1. Mede gezien bovenstaande kwaliteitseisen wordt geëist dat XY-metingen tachymetrisch worden uitgevoerd. Alleen bij de Nulmeting moet voor de berekening in ETRS89 en RD GNSS-metingen worden ingezet;
2. Voor aanvang van de Nulmeting wordt de meetopzet bepaald. Indien in de projectspecificaties staat aangegeven dat er sprake is van een [geometrisch complexe constructie](#), dan wordt de meetopzet getoetst door het uitvoeren van een verkenningberekening. De resultaten van de verkenningberekeningen worden aan de Opdrachtgever geleverd;

3. Indien er sprake is van tunnels waarbij tussendeuren aanwezig zijn, moeten verbindingen tussen de tunnelbuizen worden gemaakt;
4. Er wordt gebruik gemaakt van een lokaal coördinatenstelsel. De ligging van het assenstelsel is conform wat in bijlage B.4 is voorgeschreven;
5. In de herhalingsmetingen wordt, indien mogelijk, gebruik gemaakt van dezelfde meetopzet, meetmethode en van kwalitatief gelijkwaardig instrumentarium;
6. De meetopzet uit de voorgaande XY-meting behoort tot de aangeleverde gegevens.

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

1. Bij relatieve deformatiemetingen zal het netwerk bestaan uit deformatiemeetpunten, aangevuld met standplaatsen voor vrije opstellingen;
2. De punten in de pijlers worden bij de Nulmeting in XY gemeten. Bij herhalingsmetingen worden deze punten alleen gemeten indien hier geen extra verkeersmaatregelen voor noodzakelijk zijn. Anders alleen meten op verzoek;
3. Bij absolute deformatiemetingen worden stabiele uitgangspunten buiten het beheerobject in het netwerk opgenomen. Verder gelden dezelfde eisen als voor een relatieve deformatiemeting;
4. Elk deformatiemeetpunt wordt vanuit minimaal 3 verschillende (vrije) opstelpunten aangemeten;
5. Aan de ligging van opstelpunten worden de volgende eisen gesteld:
  - a. Opstelpunten worden zodanig gekozen dat vanuit een opstelpunt zoveel mogelijk in XY te bepalen deformatiemeetpunten worden ingemeten;
  - b. Vanaf de opstelpunten moeten de deformatiemeetpunten zo laag mogelijk worden ingemeten;
  - c. De ligging van 2 van de gebruikte opstelpunten, moet zodanig gekozen zijn dat ze de te meten deformatiemeetpunten vanaf deze opstellingen (gezien in lengterichting) zo goed mogelijk overspannen. Deze opstelpunten liggen zoveel mogelijk in de nabijheid van het uiteinde van de te meten deformatiemeetpunten of langs de diagonaal over de te meten deformatiemeetpunten (zie figuur D.1);
  - d. Het 3e opstelpunt moet zo worden gekozen dat de deformatiemeetpunten zo goed mogelijk door de richtingen worden ingesneden.

Voorbeeld: Meetopzet relatieve XY-meting met vrije opstellingen op de punten 1000, 2000 en 3000.



figuur D.1

---

### D.3.3 Meetopzet GNSS-metingen (alleen bij Nulmeting)

Voor de vastlegging bij de Nulmeting van het relatieve tachymetrische netwerk in ETRS89 en de omrekening naar RD-coördinaten (en NAP) coördinaten moeten minimaal 4 punten van dit netwerk met behulp van GNSS-metingen worden ingemeten. De in te meten punten zijn een selectie uit de groep aansluitpunten zoals genoemd in paragraaf D.5.3. Stap 2 van de “verwerking van de herhalingsmeting”. Daarnaast moeten de punten goed verdeeld over het object worden gekozen.

De uitgangspunten van deze GNSS-metingen zijn de gepubliceerde ETRS89-coördinaten van:

1. AGRS-punten;
2. referentie- en virtuele referentiepunten van gecertificeerde GNSS-referentienetwerken van RWS/Kadaster en derden.

## D.4 XY-Metingen

### D.4.1 Nauwkeurigheidseisen instrumentarium

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

- |                |                       |  |
|----------------|-----------------------|--|
| 1. Richtingen: | $\sigma_{R-vast}$     | $\leq 0.6 \text{ mg}$                  |
|                | $\sigma_{R-}$         | $\leq 0.03 \text{ mg} \cdot \text{km}$ |
| 2. Afstanden:  | $\sigma_{S-vast}$     | $\leq 0.2 \text{ cm}$                  |
|                | $\sigma_{S-variabel}$ | $\leq 0.2 \text{ cm/km}$               |

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

- |   |                        |                       |
|---|------------------------|-----------------------|
| 3. Centrerings:<br>( $\sigma$ = standaardafwijking) | $\sigma_{Centrerings}$ | $\leq 0.1 \text{ cm}$ |
|---|------------------------|-----------------------|

---

## D.4.2 Uitvoering van de XY-meting

### Instrumentopstelling

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

### Voorwaarden Richting- en Afstandmeting

3. Voor het meten van richtingen wordt gebruik gemaakt van het centesimale gradenstelsel (gon);
4. Afstanden worden gepresenteerd in meters en in 4 decimalen;
5. De richting- en afstandmeting vindt in 1 dubbelserie plaats.
  - a. 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;
  - b. Elke waarneming naar een punt mag binnen een serie maar 1 keer voorkomen.

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.

6. Bij gebruik van meerdere tachymeters, moet de schaalonbekende per instrument worden berekend. Met andere woorden: instrument 1 gebruikt voor de afstanden S0 en instrument 2 S1 etc.;
7. Voor alle verticaal geplaatste deformatiemeetpunten 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;
8. Per meetopstelling dient de juiste temperatuur, luchtdruk en luchtvochtigheid in het instrument te worden ingevoerd om de afstanden daarvoor te corrigeren;
9. Voordat een meting wordt gestart moet de tachymeter voldoende zijn geacclimatiseerd;
10. Voor iedere meting, zowel de Nul- als alle herhalingsmetingen, geldt dat alle metingen (de XY- en de Z-meting) binnen dezelfde aaneengesloten periode moeten worden uitgevoerd om temperatuurinvloeden te minimaliseren;
11. Indien een meting van een object niet volledig binnen 1 werkdag kan worden uitgevoerd dan moet de meting van het object worden gesplitst in een hoofdnet en subnetten (zie figuur D.2). De rede is om eventuele vervorming van het kunstwerk t.g.v. temperatuurverschillen of andere externe invloeden zoveel mogelijk te elimineren en de standaardafwijkingen zo laag mogelijk te houden.

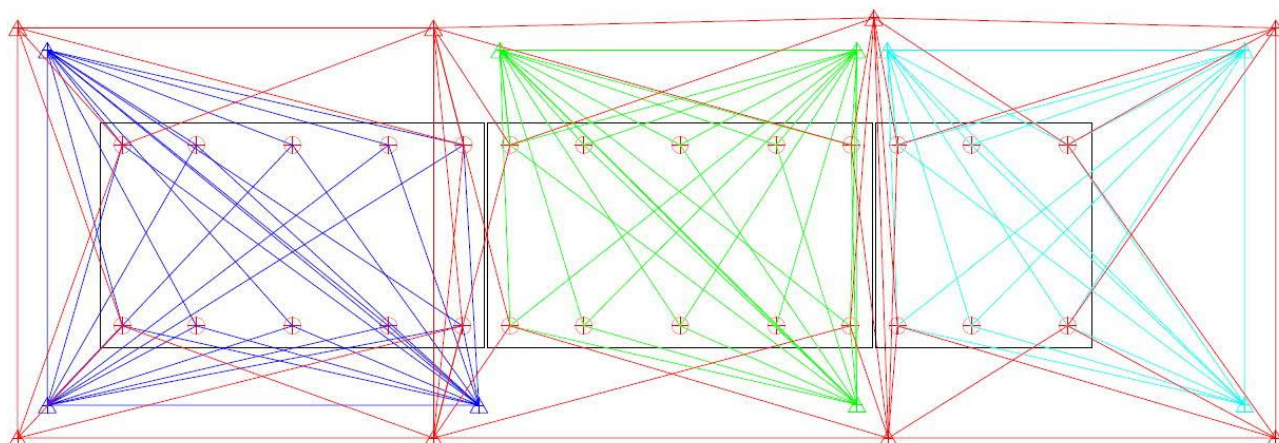
Tip: Het is handig eerst de subnetten te meten en daarna met een meting van het hoofdnet, de subnetten met elkaar te verbinden.

  - a. Een subnet is een op zichzelf staande meting van deformatiemeetpunten van een deel van het object;

- b. In het hoofdnet worden de subnetten gekoppeld, door in het hoofdnet minimaal 4 deformatiemeetpunten van elk subnet te meten, verdeeld over het subnet;
- c. Het hoofdnet moet zo snel mogelijk aansluitend (dezelfde temperatuur van de constructie) worden gemeten;
- d. Zowel het hoofdnet als de subnetten worden volgens de eisen aan de meetopzet (D.3.2) en de uitvoering (D.4.2) van een XY-meting gemeten.

Standplaatsen+waarnemingen:

- △ Meetdag 1 / Subnet 1 (schaal: vrij)
- △ Meetdag 2 / Subnet 2 (schaal: vrij)
- △ Meetdag 3 / Subnet 3 (schaal: vrij)
- △ Meetdag 4 / Hoofdgrondslagnet (schaal: 1.00)



figuur D.2 Schematisch voorbeeld hoofd- en subnetten

12. In het in paragraaf B.5.3 genoemde wandbout en slaganker komt een adapter M8 (zie figuur D.3), zodat 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; De XY-coördinaten van een deformatiemeetpunt, dat op bovenstaande wijze is verzekerd, komen overeen met het hart van het prisma;



figuur D.3 Prisma adapter

13. Indien bij een herhalingsmeting wordt geconstateerd dat de afsluitschroef in het slaganker ontbreekt, moet na de meting een nieuwe kunststof afsluitschroef worden aangebracht;



- 
14. Bij sluizen kan het schutverschil van invloed zijn op de meting. Voer de meting dus uit met één waterstand in de kolk. In het meetrapport moet worden vermeld 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 Uitvoering GNSS-meting (alleen bij Nulmeting)

De bepaling van het netwerk van deformatiemeetpunten in RD-coördinaten bij de Nulmeting heeft ook als doel (zie D.1.1) om indien nodig extra informatie te verschaffen t.b.v. de deformatieanalyse. De GNSS-metingen moeten daarom zo worden opgezet en worden uitgevoerd dat:

1. De standaardafwijking van de met GNSS gemeten punten in XY  $\leq 10$  mm;
2. Deze betrouwbaar zijn.  
Voor betrouwbaarheid geldt dat de GNSS-metingen per punt moeten minimaal bestaan uit 2 onafhankelijke sessies voor en 2 onafhankelijke sessies na de tachymetrische meting van de deformatiemeetpunten;
3. T.a.v. het positioneren van het instrument geldt de nauwkeurigheidseis:  $\sigma_{\text{Centrering}} \leq 0.1$  cm  
( $\sigma$  = standaardafwijking)
4. De RD-coördinaten van de gemeten punten moeten met de actuele RDNAPTRANS™20XX procedure vanuit de ETRS89-coördinaten berekend worden. De technische specificaties van deze procedure zijn te vinden op:  
<https://www.nsgi.nl/geodetische-infrastructuur/producten/coordinatentransformatie>
5. De RD-coördinaten van de punten uit de verschillende meetsessies worden gemiddeld. De coördinaatverschillen van de RD-coördinaten uit de verschillende sessies t.o.v. het gemiddelde dienen te worden gerapporteerd;
6. De gemiddelde coördinaten worden als aansluitpunt in een aparte fase 3 vereffening van het netwerk aangehouden. Zie paragraaf D.5.3 Verwerking Nulmeting stap 4.

#### D.4.4 Dagrapport XY-meting

1. 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;
  - a. 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;
  - b. Bij het gebruik van wandbouten en 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;
  - c. Informatie wordt opgenomen over bijzondere omstandigheden m.b.t. verzekering van punten, wijze van centreren, storingen tijdens de meting, etc.
  - d. Van de GNSS-meting moet worden vastgelegd, welke apparatuur is gebruikt, van welk [GNSS-Netwerk](#) gebruik is gemaakt, welke meetmethode is gehanteerd, wat de meettijden en de rate van metingen zijn geweest, wat de onderlinge verschillen in coördinaten uit de verschillende meetsessies zijn en hoe de centrering op de meetpunten is uitgevoerd.
2. De gegevens worden vastgelegd in een PDF-bestand;
  3. De bestandsnaam(zie bijlage G) is als volgt opgebouwd:  
 <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-XY-dagrapport.pdf  
 Bijvoorbeeld : 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

1. 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;
2. 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 met betrekking tot 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. Dimensie:                  | 2D   |
| 2. 1-dimensionale toets:      | $\alpha_0 = 0.05$ of 5 %                         |
|                               | $\alpha_0$ = onbetrouwbaarheidsdrempel (Alpha_0) |
| 3. Onderscheidingsvermogen:   | $\beta = 0.80$ of 80.0 %                         |
|                               | $\beta$ = onderscheidingsvermogen (Bèta)         |
| 4. $\sigma$ richting absoluut | $\leq 0.00060$ gon                               |
| 5. $\sigma$ richting relatief | $\leq 0.00003$ gon.km                            |
| 6. $\sigma$ afstand absoluut  | $\leq 0.0020$ m                                  |
| 7. $\sigma$ afstand relatief  | $\leq 2.0$ ppm                                   |
| 8. $\sigma$ centreerafwijking | $\leq 0.0010$ m                                  |
| 9. Idealisatieprecisie XY     | $= 0.0000$ m                                     |

- 
10. Idealisatieprecisie Hoogte = 0.0000 m
  11. De selectievakjes "Filter" en "Geen Basis" niet aanvinken.

### D.5.3 Verwerking XY-metingen

Algemeen:

1. Indien een XY-meting van een object is verdeeld in een hoofdnet en subnetten (zie D.4.2), dan wordt bij de aansluitingsberekening de schaafactor S0 van het hoofdnet ingesteld op 1.0000000 ("vast"). Elk subnet heeft zijn eigen schaafactor (S1, S2, etc.) en wordt ingesteld op "vrij";
2. Bij relatieve XY-metingen worden in Fase "Vrij netwerk" (1) 2 deformatiemeetpunten aangehouden als basispunten voor de aansluiting en vereffening van de XY-meting;
3. De basispunten worden zodanig gekozen dat de afstand tussen de basispunten groter is dan 3/4 van de lengte van het object.

Verwerking Nulmeting bestaat uit:

Stap 1: Bepaling van lokale XY-coördinaten:

Indien de XY-meting een nulmeting betreft moeten aan de deformatiemeetpunten van het rasternet van het object (zie B.4.3) XY-coördinaten in een lokaal stelsel worden toegekend. Uitgangspunten bij de berekening van de XY-coördinaten zijn:

4. 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 opéénvolgende deformatie-meetpunten 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:

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

Gebruik voor de XY-berekening de volgende instellingen:

7. Fase : Vrij netwerk (1)
8. Schaafactor : Vrij (1.0000000)
9. Standaardafwijking basispunten : 0.1mm
10. De standaardafwijkingen van de berekende XY-coördinaten zijn  $\leq 2.5$  mm;

- 
11. Voor [geometrisch complexe constructies](#) kan dit afwijken van 2.5 mm (zie paragraaf D.2.1).

Stap 1 en 2 kunnen in eenzelfde Move3-berekening worden uitgevoerd.

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

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

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

Stap 3: Eindberekening XY-coördinaten in lokaal stelsel:

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

- |                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| 12. Fase                           | : Aansluiting, Pseudo (2) |
| 13. Schaalfactor                   | : Vrij (1.0000000)        |
| 14. Standaardafwijking basispunten | : 0.1mm                   |

Bestandsnamen:

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

Stap 4 Eindberekening XY-coördinaten in RD (alleen bij Nulmeting)

De vereffening uit stap 3 wordt opnieuw uitgevoerd, waarbij de naar RD omgerekende ETRS89-coördinaten van de met GNSS gemeten punten nu als aansluitpunt worden gebruikt. De XY-coördinaten van de punten uit de betreffende meting worden in deze berekening in RD bepaald.

Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 16. Fase                              | : Aansluiting, Gewogen (3) |
| 17. Schaalfactor                      | : Vast (1.0000000)         |
| 18. Standaardafwijking aansluitpunten | : 10 mm                    |
| 19. Projectie                         | : RD (incl. correctiegrid) |

Bij de toetsing van de aansluitpunten mogen geen aansluitpunten worden verworpen.

Bestandsnamen:

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

---

Verwerking herhalingsmetingen bestaat uit:

Stap 1: Toetsing van de XY-meting op meetfouten

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

Gebruik voor de berekening de volgende instellingen:

- |   |  |
|---|--|
| 23. Fase  | : Vrij netwerk (1)                                 |
| 24. Schaalfactor  | : Vrij (1.0000000)                                 |
| 25. Standaardafwijking basispunten  | : 0.1 mm   |
| 26. De standaardafwijkingen van de berekende XY-coördinaten zijn $\leq$ 2.5 mm. |  |
| 27. Voor <a href="#">geometrisch complexe constructies</a>                      | kan dit afwijken van 2.5 mm (zie paragraaf D.2.1). |

Stap 2: Eindberekening XY-coördinaten

Relatieve deformatiemeting

In stap 2 wordt de XY-meting aangesloten op de uit de Nulmeting bekend geworden deformatiemeetpunten.

Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 28. Fase:                              | Aansluiting, gewogen (3) |
| 29. Schaalfactor:                      | Vast (1.0000000)         |
| 30. Standaardafwijking aansluitpunten: | 3.0 mm (startwaarde)     |

Keuze van de aansluitpunten:

Deformatiemeetpunten, die in de XY-berekening als aansluitpunt worden aangehouden, zijn een combinatie van:

31. Alle deformatiemeetpunten in de landhoofden;
32. Alle deformatiemeetpunten in de pijlers;
33. Alle deformatiemeetpunten in tunnels, wanneer de tunnel langer is dan 250m. (niet de deformatiemeetpunten in open bakconstructies);
34. Alle deformatiemeetpunten in tunnels en de open bakconstructies, wanneer de tunnel korter is dan 250m;
35. Alle deformatiemeetpunten in de open bakconstructie wanneer het geen tunnel is;
36. Alle deformatiemeetpunten in en bovenop een onderdoorgang behalve vleugelmuren welke d.m.v. voegen gescheiden zijn van de hoofdconstructie.

Deformatiemeetpunten, die in de XY-berekening niet als aansluitpunt mogen worden aangehouden, zijn:

- 
37. Herplaatste punten;
  38. Verstoorde punten;
  39. Later toegevoegde punten, welke de lettertoevoeging "T" hebben gekregen.

#### Procedure

40. In het geval dat een aansluitpunt een significant grotere verwerping heeft dan de overige verworpen aansluitpunten, dan wordt dit aansluitpunt "losgelaten";
41. Indien bij de toetsing de XY-coördinaten van de aansluitpunten met ongeveer dezelfde waarde worden verworpen, dan moet de standaardafwijking van alle aansluitpunten worden verhoogd tot maximaal 10 mm. Is er dan nog geen geaccepteerde berekening, dan dient contact te worden opgenomen met de Opdrachtgever;
42. Is bij een voorgaande herhalingsmeting al sprake van een standaardafwijking groter dan 10 mm, dan mag de standaardafwijking worden verhoogd, totdat er een geaccepteerde berekening is. Neem bij twijfel contact op met de Opdrachtgever;
43. In het Meetrapport wordt uitgelegd waarom de betreffende beslissing is genomen. Alleen vermelden dat Move3 het punt heeft verworpen is hier niet voldoende. Neem bij twijfel over de aansluiting contact op met de Opdrachtgever.

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 toepast.

#### Absolute deformatiemeting

In stap 2 wordt bij een absolute meting aangesloten op duurzame stabiele omgevingspunten. De aansluitcoördinaten zijn de berekende coördinaten uit de Nulmeting met de daarbij behorende standaardafwijking.

Gebruik hiervoor de volgende instellingen:

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 44. Fase:                              | Aansluiting, Pseudo (2) |
| 45. Schaalfactor:                      | Vast (1.0000000)        |
| 46. Standaardafwijking aansluitpunten: | <waarde uit Nulmeting>  |

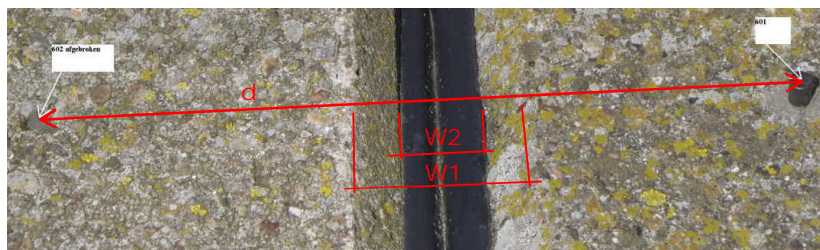
Bestandsnamen:

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

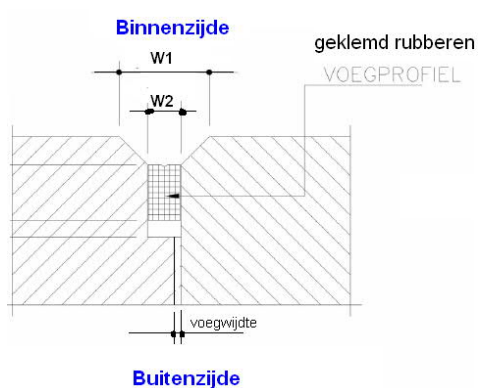
## D.6 Voegafstanden

1. Tussen de deformatiemeetpunten bij de voegovergangen dient de afstand uit XY-coördinaten te worden berekend;
2. Alleen bij de Nulmeting van een (nieuwe) afzinktunnel moeten de absolute voegwijdten worden gemeten. De absolute voegwijdte is de daadwerkelijke breedte van de voeg. De absolute voegwijdte is als zodanig niet direct te bepalen uit de XY-meting. Daarom moeten de maten w1 en w2 (zie figuren D.4, D.5 en D.6) eenmalig bij de

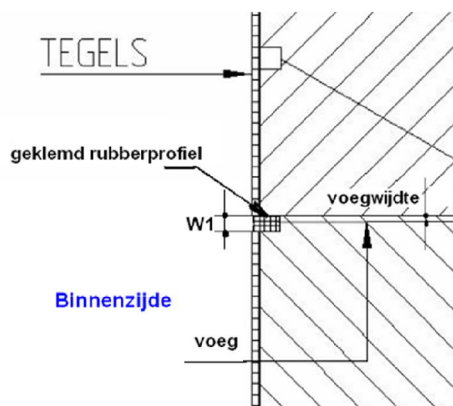
Nulmeting ter hoogte van de deformatiemeetpunten worden gemeten.



figuur D.4



figuur D.5 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.6 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 meting(en) moet inzicht geven in het deformatiegedrag van het beheerobject. Aan de Opdrachtgever wordt in het meetrapport informatie verstrekt over de aard en omvang van de deformatie en het deformatieverloop.



---

## 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:

1. Het maken en controleren van een Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
2. Verwerking van XY- en Z-coördinaten en voegafstanden in een Excel-bestand;
3. Het maken van een grafische weergave van zettingen (alleen bij herhalingsmetingen);
4. 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:

5. Met name bij de grafische presentatie kunnen eisen mogelijk in strijd met elkaar zijn, zoals bijvoorbeeld de gevraagde schaal en het gewenste formaat. In deze gevallen worden alternatieven beschreven, bijvoorbeeld 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;
6. 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;

7. Bij aanduidingen van te gebruiken kleuren voor lijnen, teksten en symbolen wordt uitgegaan van de standaardkleuren van AutoCAD;
8. Bij een aanduiding van een niet standaardkleur wordt bij de kleurnaam tussen ( ) het kleurnummer vermeld, zoals dat in AutoCAD gebruikt wordt;
9. Het is niet toegestaan gegevens van meerdere niet bij elkaar horende kunstwerken in één tekening te verwerken;
10. Het kan bij 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 gemaakt en geleverd. Voor het Liggingsplan en Vastmeetschetsen is een template en een voorbeeldkaart beschikbaar. Deze maken onderdeel uit van de productspecificaties:

1. De layout, de indeling van de kaart, de lagen, lijntypes, titelblok en legenda zijn gedefinieerd in de meegeleverde template: "2020-06-01 sjabloon Liggingsplan Vastmeetschetsen A3.dwt" en moeten worden aangehouden;
2. 2 voorbeelden van het Liggingsplan en Vastmeetschetsen met de daartoe behorende onderdelen, lay-out en indeling zijn als bijlage H toegevoegd. Deze voorbeeldtekeningen dienen ter illustratie van de tekst;
3. Indien er tegenspraken worden geconstateerd in de tekst en de voorbeeldtekeningen is de tekst leidend. Neem bij twijfel contact op met de Opdrachtgever;
4. 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:

5. In de tekening mogen geen bedrijfsnamen of logo's van de Opdrachtnemer worden opgenomen;
6. De tekeningen moeten duidelijk leesbaar zijn. Dit houdt o.a. in dat tekeningen 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, is de schaal 1:500 of groter. Wel een gangbare schaal gebruiken en niet bijvoorbeeld 1:345.678;
7. Indien details in het Liggingsplan en Vastmeetschetsen niet goed duidelijk zijn, kunnen detailvergrotingen in de tekening worden opgenomen. Daarnaast kunnen ter verduidelijking foto's van onoverzichtelijke situaties worden gemaakt. Deze foto's kunnen met uitleg in hoofdstuk 2 of bijlage 1 van het Meetrapport worden opgenomen;
8. 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;
9. De tekening bevat 4 te onderscheiden onderdelen te weten:
  - a. Liggingsplan;
  - b. Legenda;

- 
- c. Vastmeetschetsen;
  - d. Titelblok.
10. De tekening dient geleverd te worden als een AutoCAD DWG-bestand en een PDF-bestand;
  11. De tekeningen in de PDF-bestanden dienen horizontaal te zijn gepositioneerd;
  12. De bestandsnamen (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:
    - a. <beheerobjectcode>-<volgnr. meting>-LV.dwg
    - b. <beheerobjectcode>-<volgnr. meting>-LV.pdfBijvoorbeeld : 32G-116-(01+02)-01-LV.dwg

### E.2.2 Liggingsplan

1. Het Liggingsplan moet de ligging van de deformatiemeetpunten t.o.v. van elkaar en t.o.v. van de onderliggende constructie duidelijk maken;
2. Het Liggingsplan wordt opgemaakt vanuit DTB of de bestekstekening van het kunstwerk indien beschikbaar. I.v.m. de grootte en hanteerbaarheid van de digitale tekening moet van het DTB een uitsnede van het benodigde gebied worden gemaakt;
3. Het gebruik van referentiebestanden (x-refs) is niet toegestaan;
4. De bestekstekening wordt tijdens de terreinwerkzaamheden getoetst op juistheid en volledigheid en eventueel schetsmatig aangepast;
5. Indien de onderliggende infrastructuur niet vermeld staan op de bestekstekening, worden deze ook in de vorm van schetsen opgenomen;
6. De langste zijde van het kunstwerk wordt in het Liggingsplan horizontaal gepositioneerd met de noordpijl naar boven (tussen de -100 en 100 gon) gericht;
7. Op het Liggingsplan wordt de plaats van de deformatiemeetpunten op een uniforme manier aangeduid. (zie legenda E.1);
8. De taluds, inclusief taludsymbolen, worden in het Liggingsplan opgenomen;
9. 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;
10. Bij tunnels en onderdoorgangen wordt in plaats van "STP"=steunpunt de aanduiding "WA"=wand gebruikt;
11. De kilometrering en de letters van de rijbaanaanduiding worden zo geplaatst dat hieruit is af te leiden in welke richting de kilometrering oploopt;
12. Te tekenen lijnen (lijndikte ca 0.18 mm) in Liggingsplan:
  - a. kunstwerk : zwart
  - b. omliggende infrastructuur : groen
  - c. as steunpunten : rood met lijnsymbool "streep-punt-streep" (lijntype center)
13. 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;










14. Verder aan te brengen gegevens met respectievelijke lijnkleur en teksthoogte (zie figuur E.2):

object	kleur	tekst hoogte (mm)
linksboven in Liggingsplan de titel "LIGGINGSPLAN"	rood	5
onder titel de schaal	zwart	2
noordpijl	zwart	
assenstelsel (afbeelding)	zwart	
beheerobjectcode <sup>5</sup>	rood	2.5
rijkswegnummer	zwart	2.5
kilometrerings + 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	

figuur E.2

### E.2.3 Legenda

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

LEGENDA	
103 	deformatiemeetpunt XY- en Z-meting
104 	deformatiemeetpunt alleen XY-meting
105 	deformatiemeetpunt alleen Z-meting
	aanduiding steunpunt
	beton
	klinkerverharding
	asfalt
	water
118,3Re 	kilometrerings

figuur E.3

<sup>5</sup> Indien meerdere beheerobjecten in één tekening zijn samengevoegd, dan per beheerobject de beheerobjectcode in de tekening plaatsen. Geen samengestelde beheerobjectcodes zoals bijvoorbeeld 32G-116-(01+02) in de tekening plaatsen.

#### E.2.4 Vastmeetschetsen

1. De Vastmeetschetsen van de deformatiemeetpunten worden onder het Liggingsplan van het kunstwerk geplaatst. Deze worden per reeks weergegeven;
2. De Vastmeetschetsen worden hetzelfde georiënteerd als het Liggingsplan zodat de noordpijlen bij het Liggingsplan en de Vastmeetschetsen in dezelfde richting wijzen;
3. 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;
4. De maatvoering wordt gepresenteerd in meters met 2 decimalen;
5. Voor horizontaal geplaatste deformatiemeetpunten ook aangeven hoe ze in hoogte t.o.v. de te benoemen referentielijn zijn geplaatst. De maat in decimeters en de referentielijn weergegeven als tekst (bijv in tabelvorm) of als maatvoering in de tekening. Informatie over de plaats van de deformatiemeetpunten, zoals randbalk, schampkant en inspectiepad, worden in de Vastmeetschetsen vermeld;
6. De deformatiemeetpunten worden aangemeten aan voegen, geleiderailstijlen, leuningstijlen, rand weg, etc.;
7. De afstanden tussen de deformatiemeetpunten worden t.o.v. elkaar gemeten;
8. Verder aan te brengen gegevens met bijbehorende lijnkleur en teksthoogte (zie figuur E.4):

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

figuur E.4

#### E.2.5 Titelblok

1. De tekening van het Liggingsplan en Vastmeetschetsen moet worden voorzien van een titelblok conform bijlage H. Voor een aantal velden gelden vaste waarden (zie bijlage H). Voor de volgende velden moeten onderstaande variabelen worden ingevuld:
  - a. "BEHEEROBJECTCODE";
  - b. "COMPLEXNAAM";

- 
- c. "BEHEEROBJECTNAAM";
  - d. "BEHEEROBJECTOMSCHRIJVING";
- De waarde voor bovengenoemde velden moeten worden overgenomen uit het Paspoort van DISK:
- e. "laatst gewijzigd", vermeld datum (jjjj-mm-dd) van de wijziging.
  - f. "in <x> bladen", voor het veld "in <x> bladen" wordt voor x het totaal aantal bladen van het Liggingsplan+Vastmeetschetsen en de grafieken ingevuld;
  - g. "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;
  - h. "tekening formaat", vermeld hier het gekozen formaat. bijv. A3;
  - i. "schaal", vermeld hier de schaal van het Liggingsplan.

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

---

## E.3 Excel-bestand

De XY- en Z-coördinaten van de deformatiemeetpunten, de voeg-afstanden en de verschillen tussen de Nul- en herhalingsmetingen moeten worden weergegeven 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-20200601.xlsx" beschikbaar. In de overige gevallen wordt het Excel-bestand van de voorgaande meting aangeleverd en moet deze 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:

1. Een tabblad voor de coördinaten van de Nulmeting, XY in lokaal stelsel;
2. Een tabblad voor de coördinaten van de Nulmeting, XY in RD-stelsel;
3. Een tabblad voor referentiecoördinaten. In eerste instantie zijn dit de coördinaten van de Nulmeting. Na toevoeging of herplaatsen van deformatiemeetpunten wordt dit tabblad aangevuld met een nieuwe set referentiecoördinaten;
4. Een tabblad voor de coördinaten van iedere herhalingsmeting;
5. Een tabblad met de verschillen van de coördinaten van de herhalingsmetingen t.o.v. de referentiecoördinaten;
6. Een tabblad met de coördinaten van de Nul- en herhalingsmetingen van deformatiemeetpunten (5-cijferige puntnummers) t.b.v. van de scheefstandmeting;
7. 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;
8. Een tabblad met de voegafstanden van de Nul- en de herhalingsmetingen;
9. Een tabblad met de verschillen van de voegafstanden tussen de herhalingsmetingen en de Nulmeting.
10. Een tabblad met de historie van het meetnet. In dit tabblad worden de bijgeplaatste en herplaatste punten, bijgehouden. Van deze punten worden de puntnummers, de datum van de plaatsing en het nummer van de herhalingsmeting waarbij dit heeft plaatsgevonden in het tabblad opgenomen;
11. De naam van het Excel-bestand is als volgt opgebouwd:  
<beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-resultaten.xlsx  
bijvoorbeeld: 32G-116-(01+02)-01-resultaten.xlsx

Opmerkingen:

12. Koppelingen in de Excelbestanden naar andere bestanden zijn niet toegestaan;
13. De eerste 2 regels in alle tabbladen van het Excel-bestand zijn identiek. Hierin moet uit DISK de volgende gegevens worden ingevuld:
  - a. In het veld B1: de beheerobjectcode, de beheerobjectcode is opgebouwd uit de complexcode bijvoorbeeld 32G-116 en het beheerobjectnummer(s) bijvoorbeeld "32G-116-(01+02)";



- b. In het veld C1: de naam van het complex, bijvoorbeeld "De Fliert";
  - c. In het veld B2: de beheerobjectnaam, bijvoorbeeld "De Fliert". Indien dit niet bekend is vul dan in "naam onbekend".
  - d. In het veld C2: de beheerobjectomschrijving, bijvoorbeeld "Oostelijk en Westelijk viaduct over de Klomperweg".
14. 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:

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

Opmerking:

3. Bij het tabblad "nulmeting" worden de XY-coördinaten van de deformatiemeetpunten die alleen in Z worden gemonitord in blauw en cursief weergegeven. (Deze coördinaten worden alleen bij de Nulmetingen gemeten.)
4. Voor de aansluitpunten in X,Y moet het puntnummer vet in het tabblad van de herhalingsmeting worden opgenomen.
5. Voor het aansluitpunt in Z moet het puntnummer worden onderstreept. Zie voorbeelden van het tabblad "nulmeting" in figuur E.5 en E.6  
Zie het voorbeeld van een tabblad herhalingsmeting in figuur E.7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		34A-108-01	Hunnepe						
2		Hunnepe	Viadukt in de N332						
3		Nulmeting							
4		Meetdatum:	20140718						
5									
6	Pnr	X	Y	Z					
7									
8	100	2000.0000	5000.0000	17.5752					
9	101	1999.9946	5002.4161	17.5809					
10	102	1999.9867	5003.4116	17.5848					
11	103	2000.8720	5010.5460	17.5809					
12	104	2000.8740	5017.9970	17.5911					
13	105	2000.8630	5027.6080	17.5892					
14	106	2000.8710	5037.3920	17.5918					
15	107	2000.8000	5046.9460	17.5833					
16	108	2000.8490	5056.6825	17.5953					
17	109	2000.8480	5064.0940	17.5787					
18	110	2000.0085	5070.9208	17.5806					
19	111	2000.0031	5071.9117	17.5817					
20	112	2000.0000	5074.3675	17.5675					
21	400	2018.7084	5004.2567	17.5571					
22	401	2018.7190	5006.6910	17.5686					
23	402	2018.7192	5007.6904	17.5694					
24	403	2017.8420	5014.4480	17.5687					
25	404	2017.8450	5021.9730	17.5791					
26	405	2017.8970	5031.6570	17.5802					
27	406	2017.8180	5041.1910	17.5868					
28	407	2017.8306	5050.8260	17.5731					
29	408	2017.8320	5060.6180	17.5845					
30	409	2017.8210	5068.0950	17.5736					
31	410	2018.6953	5075.2645	17.5692					
32	411	2018.6972	5076.2648	17.5684					
33	412	2018.6899	5078.6369	17.5564					
34									
35	Blauw gemarkeerde waarden doen niet mee in de monitoring								

figuur E.5

	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	109	2000.0124	5037.5759	15.9448							
18	110	2000.0253	5040.0827	15.9411							
19	201	2015.7729	5001.3862	16.3026							
nulmeting / herh-01 / herh-02 / herh-03 / ref-XYZ / verschillen / sst-coor / sst-verschil / voegafstand / voegverschil											

figuur E.6

	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	109	2000.0124	5037.5759	15.9448							
18	110	2000.0278	5040.0827	15.9392							
19	201	2015.7737	5001.3869	16.3014							
20	202	2015.7694	5002.6877	16.2923							
21	203	2015.7600	5009.3411	16.3008							
22	204	2015.7612	5013.4022	16.2996							

figuur E.7

Opbouw tabblad Nulmeting in RD:

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

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.

Opmerking:

- In het tabblad "ref-XYZ" worden de XY-coördinaten van de punten die alleen in Z worden gemonitord in blauw en cursief weergegeven. (Deze coördinaten worden alleen bij de Nulmetingen gemeten.)

Zie het voorbeeld van een tabblad "ref-XYZ" in figuur E.8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1		32G-116-01+02	De Fliert										
2		De Fliert	Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg										
3													
4		Nulmeting			2e Herhalingsmeting				5e Herhalingsmeting				
5		Meetdatum: 20040626			Meetdatum: 20110517				Meetdatum: 20220707				
6		Pnr	X	Y	Z	Pnr	X	Y	Z	Pnr	X	Y	Z
7													
8		100	2000 0000	5000 0000	15 9528	100	2000 0000	5000 0000	15 9528	100	2000 0000	5000 0000	15 9528
9		101	1999 9833	5003 0113	15 9605	101	1999 9833	5003 0113	15 9605	101	1999 9833	5003 0113	15 9605
10		102	1999 9990	5003 9070	15 9545	102	1999 9990	5003 9070	15 9545	102	1999 9990	5003 9070	15 9545
11		103	1999 9955	5009 0917	15 9566	103	1999 9955	5009 0917	15 9566	103	1999 9955	5009 0917	15 9566
12		104	1999 9992	5015 8577	15 9552	104	1999 9992	5015 8577	15 9552	104	1999 9992	5015 8577	15 9552
13		105	2000 0034	5019 8405	15 9501	105A	1999 9683	5020 5057	15 9481	105A	1999 9683	5020 5057	15 9481
14		106	2000 0001	5023 8537	15 9554	106	2000 0001	5023 8537	15 9554	106	2000 0001	5023 8537	15 9554
15		107	1999 9937	5029 1510	15 9538	107	n.g.	n.g.	15 9538	107	1999 9937	5029 1510	15 9538
16		108	2000 0089	5035 9352	15 9597	108	2000 0089	5035 9352	15 9597	108	2000 0089	5035 9352	15 9597
17		109	2000 0124	5037 5759	15 9448	109	2000 0124	5037 5759	15 9448	109	2000 0124	5037 5759	15 9448
18		110	2000 0253	5040 0827	15 9411	110	2000 0253	5040 0827	15 9411	110	2000 0253	5040 0827	15 9411
19		201	2015 7729	5001 3862	16 3026	201	2015 7729	5001 3862	16 3026	201	2015 7729	5001 3862	16 3026
20		202	2015 7692	5002 6839	16 2937	202	2015 7692	5002 6839	16 2937	202	2015 7692	5002 6839	16 2937
21		203	2015 7593	5009 3400	16 3026	203	2015 7593	5009 3400	16 3026	203	2015 7593	5009 3400	16 3026
22		204	2015 7600	5013 4015	16 3011	204	2015 7600	5013 4015	16 3011	204	n.g.	n.g.	16 3011
23		205	2015 7673	5019 9686	16 3002	205	2015 7673	5019 9686	16 3002	205	2015 7673	5019 9686	16 3002
24		206	2015 7705	5025 6029	16 2990	206	2015 7705	5025 6029	16 2990	206	2015 7705	5025 6029	16 2990
25		207	2015 7616	5030 8992	16 2968	207	2015 7616	5030 8992	16 2968	207A	2016 7916	5031 3935	16 3333
26		208	2015 7602	5033 9253	16 3015	208	2015 7602	5033 9253	16 3015	208	2015 7602	5033 9253	16 3015
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													

figuur E.8

#### 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;  
Voorbeeld: In de bestaande 100-reeks met de puntnummers 100 t/m 112 wordt een punt toegevoegd tussen de punten 104 en 105. Het toegevoegde punt krijgt puntnummer 113T. De overige puntnummers blijven ongewijzigd.
- In het tabblad van de herhalingsmeting waarbij het punt is toegevoegd krijgt dit punt een puntnummer met de toevoeging "T";
- Ook in toekomstige herhalingsmetingen wordt het punt benoemd met de toevoeging "T";
- Het nieuwe punt dient ook tussengevoegd te worden in de tabbladen van de voorgaande metingen en het tabblad met de referentiecoördinatenlijst. In de tabbladen van de voorgaande metingen moet de toevoeging "T" worden vervangen door een "#", bijv 113#. Het "#" geeft aan dat het 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;

18. 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;

19. In het Excel-bestand wordt in het tabblad "ref-XYZ", voor het herplaatste punt een nieuwe set referentiecoördinaten aangemaakt (zie figuur E.8). Deze nieuwe set coördinaten bevat de ongewijzigde punten uit de Nulmeting en het herplaatste punt met gecorrigeerde coördinaten;

20. 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 dientengevolge 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:

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

Met de gegevens uit de (op elkaar aansluitende) figuren E.6, E.7 en E.8 wordt dat:  $X_{refnw} = 1999.9694 - (2000.0045 - 2000.0034) = 1999.9683$

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:

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

Opmerkingen:

3. De X- en Y-verschillen tussen herhalingsmeting en Nulmeting presenteren in mm met 0 decimalen;
4. 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;
- De cellen voor het puntnummer en de verschillen in mm voor het aansluitpunt in de Z worden blauw ingekleurd.

Bijzonderheden:

Indien bij een herhalingsmeting van een deformatiemeetpunt:

- één of meerdere coördinaten niet zijn gemeten, wordt in het tabblad "verschillen", in de betreffende cel van het punt, geen coördinaatverschil, maar de tekst "n.g." geplaatst;
- een punt wordt herplaatst of bijgeplaatst, wordt in het tabblad "verschillen", in de betreffende cellen van het herplaatste punt, geen coördinaatverschillen, maar de tekst "NULM" geplaatst.

	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 vaaduct over de Klonperweg									
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												

figuur E.9 Voorbeeld tabblad "verschillen" met "n.g." en "NULM"

### 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.10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		32G-116-(01+02)	De Fliet							
2		De Fliet	Oostelijk en westelijk vaaduct over de Klonperweg							
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										

figuur E.10

### E.3.5 Verschillen Scheefstandmetingen

Opbouw Tabblad:

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

Opmerkingen:

3. XY-verschillen tussen herhalingsmeting en Nulmeting presenteren in mm, met 0 decimalen;
4. Z-verschillen tussen herhalingsmeting en Nulmeting presenteren in mm, met 1 decimaal;
5. Verschillen groter dan de deformatiedrempel (zie D.2.1) dienen in rood en vet te worden weergegeven.

Zie het voorbeeld van een tabblad "sst-verschil" in figuur E.11

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		32G-116-(01+02)	De Fliet								
2		De Fliet		Oostelijk en westelijk viaduct over de Klompenweg							
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	$\Delta_x$	$\Delta_{y1}-\Delta_{y2}$	$\Delta_y$	$\Delta_{y1}-\Delta_{y2}$	$\Delta_z$	$\Delta_x$	$\Delta_{y1}-\Delta_{y2}$	$\Delta_y$	$\Delta_{y1}-\Delta_{y2}$	$\Delta_z$
8	10401	1		0	0	0.3	1		0	0	-0.3
9	10402	-1	2	0	0	0.2	-1	2	0	0	-0.7
10											
11	10601	0		0		-0.4	1		0		-0.4
12	10602	1	-1	0	1	-0.7	1	0	0	0	-1.0
13											
14	40401	2		-1		-0.2	2		-1		-1.1
15	40402	-1	3	1	-2	-0.5	0	3	1	-2	-1.0
16											
17	40601	2		0		-0.1	1		2		-0.1
18	40602	-2	4	1	-1	0.1	-3	4	1	1	0.3
19											

figuur E.11

### E.3.6 Voegafstanden Nul- en herhalingsmetingen

Opbouw Tabblad:

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

Opmerkingen:

3. De gemeten temperatuur van de constructie vermelden in graden Celsius met 0 decimalen. Vermeldt ook het teken "+" of "-";
4. De berekende voegafstanden uit coördinaten presenteren in meters met 3 decimalen;
5. Wanneer bij een herhalingsmeting een punt dat deel uitmaakt van een voegafstand is verplaatst, wordt de voegafstand t.o.v. het herplaatste punt berekend;
6. De voeg met het herplaatste punt wordt gezien als nieuwe voeg;
7. De startdatum van een voegverschil voor herplaatste of toegevoegde punten, begint (op)nieuw op de datum van de herhalingsmeting na (her)plaatsing;
8. Eventuele voorgaande voegverschillen worden niet gebruikt bij de bepaling van de nieuwe voegverschillen.



Zie het voorbeeld van een tabblad voegafstand in figuur E.12

32G-116-(01+02) De Fliet		De Fliet Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg								
Referentie			Nulmeting		1e Herhalingsmeting		2e Herhalingsmeting		3e Herhalingsmeting	
			Meetdatum : temp. constr.	20051031 +14°C	Meetdatum : temp. constr.	20060121 -4°C	Meetdatum : temp. constr.	20070521 +13°C	Meetdatum : temp. constr.	20110312 +8°C
Voegnr.	afstand berekend uit XY-coördinaten d <sub>ref</sub> in m	Meting	Voegnr.	afstand berekend uit XY-coördinaten d <sub>0</sub> in m	Voegnr.	afstand berekend uit XY-coördinaten d <sub>1</sub> in m	Voegnr.	afstand berekend uit XY-coördinaten d <sub>2</sub> in m	Voegnr.	afstand berekend uit XY-coördinaten d <sub>3</sub> in m
101-102	0.895	0	101-102	0.894	101-102	0.891	101-102	0.881	101-102	0.882
108-109	1.641	0	108-109	1.639	108-109	1.643	108-109	1.642	108-109	1.645
201-202	1.295	0	201-202	1.298	201-202	1.296	201-202	1.289	201-202	1.288
208T-209T	1.739	3	-	-	-	-	-	-	208T-209T	1.739
301-302	1.314	0	301-302	1.312	301-302	1.310	301-302	1.311	301-302	1.308
308-309A	1.468	2	308-309	1.279	308-309	1.285	308-309A	1.468	308-309A	1.470
401-402	1.599	0	401-402	1.599	401-402	1.594	401-402	1.594	401-402	1.590
408-409	1.617	0	408-409	1.616	408-409	1.620	408-409	1.613	408-409	1.621

figuur E.12

### E.3.7 Verschillen voegafstanden

Opbouw Tabblad:

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

Opmerkingen:

3. De gemeten temperatuur van de constructie vermelden in graden Celsius met 0 decimalen. Vermeldt ook het teken "+" of "-";
4. De berekende voegafstanden uit coördinaten presenteren in meters met 3 decimalen;
5. De verschillen tussen de berekende afstanden presenteren in mm met 0 decimalen;
6. Verschillen groter dan de deformatiedrempel (10 mm) dienen in rood en vet te worden weergegeven.
7. Indien een punt wordt herplaatst of toegevoegd, wordt voor de betreffende voeg in het tabblad "voegverschil", in het veld "verschil tussen berekende afstanden", geen voegverschil, maar de tekst "NULM" geplaatst.

Zie het voorbeeld van een tabblad "voegverschil" in figuur E.13

32G-116-(01+02) De Fliet			De Fliet Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg											
Referentie			Nulmeting		1e Herhalingsmeting		2e Herhalingsmeting		3e Herhalingsmeting		4e Herhalingsmeting		5e Herhalingsmeting	
			Meetdatum : temp. constr.	20051031 +14°C	Meetdatum : temp. constr.	20060121 -4°C	Meetdatum : temp. constr.	20070521 +13°C	Meetdatum : temp. constr.	20110312 +8°C	Meetdatum : temp. constr.	20150621 +17°C	Meetdatum : temp. constr.	20190930 +16°C
Voegnr.	afstand berekend uit XY-coördinaten d <sub>ref</sub> in m	Meting	Voegnr.	afstand berekend uit XY-coördinaten d <sub>0</sub> in m	Voegnr.	verschil tussen berekende afstanden d <sub>1</sub> -d <sub>ref</sub> in mm	Voegnr.	verschil tussen berekende afstanden d <sub>2</sub> -d <sub>ref</sub> in mm	Voegnr.	verschil tussen berekende afstanden d <sub>3</sub> -d <sub>ref</sub> in mm	Voegnr.	verschil tussen berekende afstanden d <sub>4</sub> -d <sub>ref</sub> in mm	Voegnr.	verschil tussen berekende afstanden d <sub>5</sub> -d <sub>ref</sub> in mm
101-102	0.895	0	101-102	0.895	101-102	-4	101-102	-14	101-102	-13	101-102	-13	101-102	-11
108-109	1.641	0	108-109	1.640	108-109	2	108-109	1	108-109	4	108-109	4	108-109	2
201-202	1.295	0	201-202	1.297	201-202	1	201-202	-6	201-202	-7	201-202	-3	201-202	-4
208T-209T	1.739	3	-	-	-	-	-	-	208T-209T	NULM	208T-209T	3	208T-209T	6
301-302	1.314	0	301-302	1.313	301-302	-4	301-302	-3	301-302	-6	301-302	2	301-302	-4
308-309A	1.468	2	308-309	1.280	308-309	-4	308-309A	NULM	308-309A	-2	308-309A	-2	308-309A	-2
401-402	1.599	0	401-402	1.598	401-402	-5	401-402	-5	401-402	-9	401-402	-5	401-402	-13
408-409	1.617	0	408-409	1.617	408-409	3	408-409	-4	408-409	4	408-409	2	408-409	7

**Opmerking:** De startdatum van een voegverschil voor herplaatste of toegevoegde punten, begint (op)nieuw op de datum van (her)plaatsing.  
Eventuele voorgaande voegmetingen/voegverschillen worden niet gebruikt bij de bepaling van de nieuwe voegverschillen.

Figuur E.13

### E.3.8 Historie meetnet

In dit tabblad wordt een overzicht gegeven van de puntnummers en de datum waarop deformatiemeetpunten zijn bijgeplaatst (T-nummer) en/of herplaatst (A-, B-, C-, of D-nummer).

Opbouw Tabblad:

1. De naam van het tabblad is: "historie meetnet";
2. De opbouw van het tabblad is geregeld in de template en dient te worden gebruikt.

Zie het voorbeeld van een tabblad "historie meetnet" in figuur E.14

		32G-116-(01+02)		De Fliert							
		De Fliert		Oostelijk en westelijk viaduct over de Klomperweg							
Nulmeting		T-nummer		A-nummer		B-nummer		C-nummer		D-nummer	
Pnr	Datum	Herh	Datum	Herh	Datum	Herh	Datum	Herh	Datum	Herh	Datum
100	20-5-2008			2	16-6-2014						
101	20-5-2008			1	7-9-2010	2	16-6-2014				
102	20-5-2008			1	7-9-2010	2	16-6-2014				
117	20-5-2008			1	7-9-2010	2	16-6-2014				
400	20-5-2008			2	16-6-2014						
401	20-5-2008			1	7-9-2010	2	16-6-2014				
402	20-5-2008			1	7-9-2010	2	16-6-2014				
406	20-5-2008			1	7-9-2010						
700		1	7-9-2010								
701		1	7-9-2010								

Figuur E.14



---

## 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 maken van de deformatiegrafieken is een LISP-routine en bijbehorende template beschikbaar.

#### LISP-routine

Voor het aanmaken van bovengenoemde grafische presentaties heeft de RWS-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.

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

De CSV-bestanden dienen als invoer voor de AutoCAD LISP-routine. Voor de CSV-bestanden gelden de volgende eisen:

1. De tabbladen met de coördinaten van de Nul- en herhalingsmetingen moeten per tabblad als een \*.csv-bestand worden opgeslagen;
2. Van het tabblad ref-XYZ hoeft geen \*.csv-bestand te worden gemaakt;
3. 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-scheidingstekens;
4. Door bewerkingen in het xlsx-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;
5. De bestandsnaam (zie bijlage G) van een \*.csv-bestand is als volgt opgebouwd;
6. <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>.csv,
7. bijvoorbeeld: 32G-116-(01+02)-01.csv

Opmerking: Bij herplaatste punten voert de routine de berekening, geschetst in het voorbeeld in paragraaf E.3.2, zelf uit. Nieuwe referentiecoördinaten zijn voor de LISP-routine dus niet nodig.

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.

8. Indien er tegenspraken worden geconstateerd in de tekst en de voorbeeldtekening is de tekst leidend. Neem bij twijfel contact op met de Opdrachtgever;
9. 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:

10. In de tekening mogen geen bedrijfsnamen of logo's van de Opdrachtnemer worden opgenomen;
11. De grafische presentatie van de verschillen bestaat uit:
  - a. Voorblad bij de deformatiegrafieken;
  - b. XY-deformatiegrafieken bestaande uit XY-deformatieprofielen;
  - c. Z-deformatiegrafieken bestaande uit Z-deformatieprofielen;
  - d. Bovenanzicht XY-deformatie laatste meting ten opzichte van de Nulmeting;
12. De tekening dient geleverd te worden als een AutoCAD-bestand (dwg). De bestandsnaam van het AutoCAD-bestand (zie bijlage G) is als volgt opgebouwd:
13. <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-ZG.dwg,
14. bijvoorbeeld: 32G-116-(01+02)-01-ZG.dwg
15. De bladen van de tekeningen dienen ook als aparte PDF-bestanden te worden geleverd;
16. De tekeningen in de PDF-bestanden dienen horizontaal te zijn gepositioneerd;
17. De bestandsnamen van de PDF-bestanden (zie bijlage G) zijn als volgt opgebouwd:
18. <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-ZG-<bladnr>-<serienummer><XY of Z>.pdf,
19. bijvoorbeeld: 32G-116-01+02)-01-ZG-03-100XY.pdf

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

Bij de deformatiegrafieken wordt een weertabel als een legenda gepresenteerd (zie figuur E.15). De tabel is als volgt opgebouwd.

<u>Rubriek:</u>	<u>Kolomwaarde (-bereik):</u>
Meting	Metingnummer aangeven als: 0 of 1, 2, etc.
Datum	Meetdatum in de vorm: jjjjmmdd
Windrichting	N, NO, O, ZO, Z, ZW, W of NW
Windsterkte	in Bft;
Bewolking	onbewolkt, licht bewolkt, half bewolkt, zwaar bewolkt.
Temp. Constr.	Temperatuur in hele °C, bijvoorbeeld +18°C
Temp. Lucht	Temperatuur in hele °C, bijvoorbeeld +18°C

Kracht*	Benaming	Windgemiddelde snelheid over 10 minuten (km/u)	Windgemiddelde snelheid over 10 minuten (m/sec)
6	krachtig	39-49	10,8-13,8
7	hard	50-61	13,9-17,1
8	stormachtig	62-74	17,2-20,7
9	storm	75-88	20,8-24,4
10	zware storm	89-102	24,5-28,4

---

Bewolkingsterm	Omschrijving
onbewolkt	geen enkel wolkje te zien
licht bewolkt	weinig bewolking of de bewolking is zo dun dat de zon blijft schijnen
half bewolkt	ongeveer de helft van de zichtbare hemel bedekt met wolken
zwaar bewolkt	het grootste deel of de hele zichtbare hemel bedekt met wolken

Voor het maken van de "Legenda bij Deformatiegrafieken" maakt de LISP-routine gebruik van een ASCII-bestand. De meteogegevens worden in dit ASCII-bestand vastgelegd. Per meting dient maar 1 set weergegevens, volgens het formaat van onderstaand voorbeeld te worden opgenomen. Indien er door veranderende weersomstandigheden tijdens de meting meerdere sets meteogegevens beschikbaar zijn gebruik dan die set in het ASCII-bestand, die het meest representatief is voor de XY-meting.

Voorbeeld Weertabel.txt:

Meting: 0  
Datum: 19990914  
Windrichting: NO  
Windsterkte: 2 Bft  
Bewolking: bewolkt  
Temp. constr.: +18%%dC  
Temp. lucht: +18%%dC

Meting: 1  
Datum: 20000107  
Windrichting: ZW  
Windsterkte: 3 Bft  
Bewolking: bewolkt  
Temp. constr.: +6%%dC  
Temp. lucht: +6%%dC

Meting: 2  
Datum: 20041015  
Windrichting: Z  
Windsterkte: 2 Bft  
Bewolking: half bewolkt  
Temp. constr.: +13%%dC  
Temp. lucht: +13%%dC

Meting: 3  
Datum: 20051027  
Windrichting: Z  
Windsterkte: 3 Bft  
Bewolking: onbewolkt  
Temp. constr.: +17%%dC  
Temp. lucht: +18%%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:  
 <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-weertabel.txt,  
 Bijvoorbeeld : 25A-305-01-02-weertabel.txt

#### E.4.2 Voorblad bij de deformatiegrafieken

Opmerking:

In deze en volgende paragrafen zijn tekstgedeelten in **groen** beschreven. Indien gebruik wordt gemaakt van de LISP-routine wordt aan de in het groene tekstgedeelten beschreven eisen automatisch voldaan. De eisen beschreven in zwart worden niet door de LISP-routine afgehandeld. De door de LISP-routine gegenereerde tekeningen moeten voor deze eisen nog worden aangepast.

1. 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:
  - a. Legenda/Weertabel;
  - b. Verklaring van de grafieken;
  - c. 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	Symbol	Datum	Windrichting	Windsterkte	Bewolking	Temp. Constr.	Temp. Lucht
0	o	19990914	NO	2 Bft	bewolkt	+18°C	+18°C
1	□	20000107	ZW	3 Bft	bewolkt	+6°C	+6°C
2	◇	20041015	Z	2 Bft	half bewolkt	+13°C	+13°C
3	+	20051027	Z	3 Bft	onbewolkt	+17°C	+18°C
4	△	20081114	ZW	3 Bft	bewolkt	+11°C	+11°C
5	▼	20101125	Z	2 Bft	bewolkt	+3°C	+3°C
6	z	20150723	ZW	3 Bft	half bewolkt	+21°C	+21°C

Figuur E.15

---

## Verklaring van de grafieken

Hier worden de volgende aspecten beschreven: <sup>6</sup>

2. Schaal waarin de deformatiegrafieken zijn gepresenteerd;
3. Verticale verschillen met:
  - a. Verklaring en eenheid van de verschillen;
  - b. Richtingaanduiding van de verschillen.
4. Horizontale verschillen met:
  - a. Verklaring en eenheid van de verschillen;
  - b. Richtingaanduiding van de verschillen, moet worden aangepast bij afwijkend assen stelsel (zie paragraaf B.4.7).

### Titelblok

5. 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.
  - a. "BEHEEROBJECTCODE+VOLGNUMMER METING";
  - b. "COMPLEXNAAM";
  - c. "BEHEEROBJECTNAAM";
  - d. "BEHEEROBJECTOMSCHRIJVING";

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

- e. "status", vermeld de status van de tekening bijvoorbeeld Concept of Definitief;
- f. "versie", vermeld het versienummer;
- g. "laatst gewijzigd", vermeld de datum (jjjj-mm-dd) van de wijziging;
- h. "In <x> bladen", voor het veld "In <x> bladen" wordt voor x het totaal aantal bladen van het Liggingsplan+Vastmeetschetsen en de grafieken ingevuld;
- i. "bladnr.", voor het veld "bladnr." wordt een 2 ingevuld.
- j. "tekening formaat", Bladformaat (A4, A3, A2, etc. of het werkelijke formaat in millimeter);
- k. "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

---

<sup>6</sup> Indien gebruik wordt gemaakt van de LISP routine dienen de standaardteksten te worden aangepast.

---

opgenomen.

Wanneer het een Z-meting betreft, dan worden er geen XY-grafieken en geen "Overzicht XY" geleverd. Wanneer het een XY-meting betreft, dan worden er geen Z-grafieken geleverd. De bladnummering van de grafieken moet in deze gevallen handmatig worden aangepast.

De deformatiemeetpunten die tot dezelfde reeks behoren (zie paragraaf 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:

1. 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>7)</sup> goed leesbaar moeten zijn. Waar de leesbaarheid onvoldoende is, wordt gekozen voor een groter papierformaat;
2. In één grafiek worden per reeks de verschillen van alle herhalingsmetingen ten opzichte van de Nulmeting zowel grafisch als numeriek weergegeven;
3. De tekening wordt voorzien van een kader. Kaderlijn in zwart;
4. 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 "/" (tekstgedeelte). De horizontale en verticale rasterlijnen zijn grijs ( nr. 252);
5. Links en rechts van de grafiek wordt een minimale marge van 10 mm vanaf de kaderrand aangehouden;
6. De tekeningen van de grafieken worden voorzien van een "titelblok deformatiegrafiek" als volgt:

#### Titelblok deformatiegrafieken

7. De tekeningen van de deformatiegrafieken moeten 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.
  - a. Rijkslogo en Centrale Informatievoorziening.
  - b. "Schaal", schaal waarop profiellijn is ingepast in tekenruimte.
  - c. "Formaat", bladformaat.
  - d. "Datum", datum van aanmaak tekening in de vorm jjjjmmdd bijvoorbeeld 20071217
  - e. "Blad", blad 3 en verder zijn de deformatiegrafieken.
  - f. <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>
  - g. <naam beheerobject uit DISK>
  - h. "Onderwerp", Deformatieprofiel XY (of Z)
  - i. "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

- 
8. 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;
  9. Voor de inpassing van de Z-deformatiegrafiek wordt dezelfde schaal gebruikt als bij de XY-deformatiegrafiek;
  10. Ter hoogte van een deformatiemeetpunt wordt een verticale lijn aangebracht over het grafische gedeelte. Verticale lijn in grijs (nr. 252);
  11. De horizontale lijn waarop de deformatiemeetpunten zijn uitgezet, geldt als afbeelding van de Nulmeting. Lijnkleur is zwart (nr. 7);
  12. Het symbool voor de weergave van deformatiemeetpunten is een cirkel. Symboolkleur is rood (nr. 1);
  13. 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);
  14. Op de eerste regel van het tekstgedeelte onder de grafiek worden de deformatiemeetpuntnummers genoteerd. Links van die regel komt de tekst "Puntnummers". Tekst en puntnummers in rood (nr. 1);
  15. Boven de XY-deformatiegrafiek (en Z-deformatiegrafiek) komt een aanduiding van de steunpuntnummering en oriëntering<sup>7</sup> d.m.v. plaatsnamen of windstreekaanduiding. Steunpuntnummers en oriëntering in zwart (nr. 7).

#### Weergave van de herhalingsmetingen

##### Algemeen:

16. Voor elke herhalingsmeting wordt een afzonderlijk puntsymbool en kleur gebruikt. In het onderstaand overzicht worden de te gebruiken symbolen en kleuren beschreven;
17. De laatste herhalingsmeting (de actuele meting), wordt altijd in zwart (nr. 7) gepresenteerd;
18. De grafieklijn mag de tekstbalk niet doorkruisen.

##### XY-meting:

19. Van elk deformatiemeetpunt worden de X- en Y-verschillen in het grafische gedeelte afgebeeld in de schaal 1: 1;
20. De X/Y-verschuiving van alle deformatiemetingen wordt per meting gemarkeerd met een symbool. Er wordt een verbindingslijn getrokken tussen dit punt en de markering van de vorige meting;
21. Op de eerstvolgende regel van het tekstgedeelte worden de X/Y-verschilwaarden in millimeters zonder decimalen weergegeven;
22. Het X-verschil en het Y-verschil wordt, gescheiden door het "/"-teken en onder het nummer van het deformatiemeetpunt geplaatst.

##### Z-meting:

---

<sup>7</sup> Dit wordt niet in de LISP-routine geregeld maar moet handmatig worden aangepast.

23. Van elk deformatiemeetpunt worden de Z-verschillen in het grafische gedeelte afgebeeld in de schaal 1:1;
24. De Z-verschuiving wordt gemarkeerd met een symbool. De punten die de Z-verschuivingen van de opéénvolgende deformatiemeetpunten uit de betreffende herhalingsmeting weergeven worden met elkaar verbonden;
25. Op de eerstvolgende regel van het tekstgedeelte worden onder het nummer van het deformatiemeetpunt de Z-verschilwaarden in millimeters met 1 decimaal ten opzichte van de Nulmeting beschreven. Links van de regel komt de tekst "<n>e Herhalingsmeting", gevolgd door de datum van de meting.

Voor symbolen, kleuren en teksthoogten van de verschillende metingen (zie onderstaande figuur E.16).

	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

Figuur E.16

#### Bijzonderheden in deformatiegrafieken

26. Als een deformatiemeetpunt in de herhalingsmeting niet is gemeten, dan wordt:
  - a. in de kolommen met de verschilwaarden t.o.v. de Nulmeting de tekst "n.g." geplaatst;
  - b. in de XY-deformatiegrafiek bij het betreffende deformatiemeetpunt geen puntsymbool en verbindinglijn met de voorgaande meting weergegeven;
  - c. 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;
27. Is in de actuele meting sprake van herplaatsing van een deformatiemeetpunt (bijvoorbeeld punt 403 is vervangen door punt 403A), dan wordt:
  - a. in de grafiek het puntnummer 403 gewijzigd in 403A;
  - b. in de deformatiegrafieken bij de betreffende herhalingsmeting in de kolom met verschilwaarden van het betreffende punt de tekst "NULM" toegevoegd. Er wordt aangenomen dat er géén deformatie op dit deformatiemeetpunt is opgetreden t.o.v. de voorgaande meting;
  - c. 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-verskil uit de voorgaande meting;
  - d. in de Z-deformatiegrafiek wordt het Z-verskil gemarkeerd met een cirkel; symboolgrootte = 3 mm. Deze markering heeft dezelfde positie als het Z-verskil uit de voorgaande meting;
28. Is in de actuele meting sprake van bijplaatsing van een deformatiemeetpunt, dan wordt:
    - a. in de grafiek het betreffende punt op de juiste locatie toegevoegd;
    - b. in de deformatiegrafieken bij de betreffende herhalingsmeting in plaats van de verschilwaarden de tekst "NULM" toegevoegd;
  29. XY-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;
  30. 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. Daarbij geldt dat:

1. in deze tekening alleen de vectoren van de XY-coördinaatverschillen van de actuele herhalingsmeting ten opzichte van de Nulmeting worden weergegeven;
2. 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 bijvoorbeeld A3;
3. als de gegevens van verschillende reeksen door elkaar heen lopen, moeten de reeksen ten opzichte van elkaar worden verschoven in de X-richting;
4. de tekening wordt voorzien van een kader in zwart;
5. de vectoren in de schaal 1:1 worden weergegeven;
6. links, rechts, boven en onder van de grafiek een minimale marge van 10 mm vanaf de kaderrand wordt aangehouden;
7. de tekening moet worden voorzien van een noordpijl en (lokale) assenstelsel aanduiding.

Verdere opbouw

Weergave van de Nulmeting

8. De deformatiemeetpunten worden (zo goed mogelijk) gecentreerd op de tekening. De Y-as 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;
9. 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);

- 
10. De puntnummers worden bij het puntsymbool bijgeschreven, zodanig dat de teksten niet door elkaar of door de vectoren heen lopen. Puntnummering in zwart (nr. 7).

#### Weergave van de Herhalingsmeting

11. Van elk deformatiemeetpunt worden de X- en Y-verschillen, zoals bepaald in het resultaat van de laatste herhalingsmeting, als vector afgebeeld in de schaal 1:1. De ligging van het punt wordt daarbij gemarkeerd met het aan die herhalingsmeting toegekende symbool. Er wordt een vector getekend van de oorspronkelijke ligging van het punt naar ligging van de laatste herhalingsmeting van dat punt. Symbool en verbindingsslijn in zwart (nr. 7);
12. Voor alle symbolen geldt: symboolgrootte = 1,5 mm;
13. Voor alle puntnummers geldt: teksthoogte = 2 mm.

#### Bijzonderheden in het bovenaanzicht XY-deformatie

14. 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;
15. Als in de actuele meting een deformatiemeetpunt is vervangen door een ander deformatiemeetpunt (bijvoorbeeld 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;
16. XY-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.

#### Titelblok

17. 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:
  - a. Rijkslogo;
  - b. "Schaal", schaal waarop het bovenaanzicht is ingepast in de tekenruimte;
  - c. "Formaat", Bladformaat;
  - d. "Datum", Datum van aanmaak tekening in de vorm jjjjmmdd; bijvoorbeeld 20071217
  - e. "Blad", Blad N van N;
  - f. <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>; bijvoorbeeld 32G-116-(01+02)-01
  - g. <naam beheerobject uit DISK>;
  - h. "Onderwerp", Overzicht XY Totale deformatie.

Voor een voorbeeld van een titelblok "Overzicht XY-Deformatie" (zie voorbeeldtekening bijlage I).

---

## 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-20200601.docx".

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

1. Uitgangspunten voor het Meetrapport zijn:
  - a. Sjabloon van het Meetrapport;
  - b. Administratieve gegevens van het object uit DISK;
  - c. Dagrappporten van de metingen;
  - d. Resultaten van de berekeningen;
  - e. Analyse van de berekeningen;
  - f. Foto's en schetsen;
  - g. Excel-bestand met resultaten;
  - h. Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
  - i. Deformatiegrafieken.

Per kunstwerk moet het volgende worden geleverd:

2. Meetrapport als Word- en PDF-bestand zonder de tekeningen als bijlagen;
3. Meetrapport, aangevuld met de tekeningen in één PDF-bestand (de tekeningen genoemd in paragrafen E.2 en E.4 als bijlagen). Dit complete meetrapport dient in DISK te worden opgeslagen. (zie paragraaf E.5.3) Deze bijlagen, grafische presentaties bestaan uit:
  - a. Liggingsplan en Vastmeetschetsen;
  - b. Voorblad bij de deformatiegrafieken;
  - c. XY-deformatiegrafieken;
  - d. Z-deformatiegrafieken;
  - e. Bovenaanzicht XY-deformatie.
4. De bestandsnamen (zie bijlage G) zijn opgebouwd uit de volgende onderdelen, gescheiden door een "-" teken:
  - a. Beheerobjectcode;
  - b. Volgnummer van de meting;
  - c. De tekst "meetrapport";
  - d. Versienummer, het versienummer is de datum <jjjjmmdd> waarop het meetrapport is vrijgegeven;
  - e. extensie, doc en pdf.

De namen worden dan:

5. Voor de bestanden zonder de tekeningen als bijlage  
<beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-meetrapport-<versie nummer>.<docx of pdf>  
Bijv.: 32G-116-(01+02)-01-meetrapport-20140213.docx (pdf)
6. Voor het PDF-bestand van het meetrapport met tekeningen als bijlage: <beheerobjectcode>-<volgnummer meting>-compleet meetrapport-<versie nummer>.pdf
7. Bijv.: 32G-116-(01+02)-01-compleet meetrapport-20140213.pdf

---

### E.5.2 Indeling Meetrapport

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

### E.5.3 Opslag Meetrapport in DISK

Na een positieve beoordeling door RWS-CIV van de levering van de producten van de deformatiemeting van het object, dient de Opdrachtnemer het Meetrapport, inclusief Liggingsplan, Vastmeetschetsen en deformatiegrafieken als één PDF-bestand in DISK te plaatsen. (zie paragraaf 2.2.7 van het document: "Toelichting-Proces-adviesing-Kunstwerken-20180215.pdf")

---

## 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:

- o een geografisch afgebakende functionele eenheid die één of meerdere functies verzorgt.
- o 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).

### Berekeningsmethode aansluiting gewogen

Aangesloten netwerk vereffening waarbij de coördinaten van de bekende punten een correctie kunnen krijgen.

### 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 bijvoorbeeld 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 hoofd draagconstructie en een stalen/houten val of rijvloer.  
Een vaste brug bestaat o.a. uit een hoofd draagconstructie van beton en/of staal.

---

#### Constructieve eenheid

Een constructieve eenheid is een starre massa die eindigt bij bijvoorbeeld 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

Data 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.

#### ETRS89

Het Europees Terrestrisch Referentiesysteem 1989 (ETRS89) is een Europees geodetisch coördinatensysteem vastgelegd in 1989 dat vast verbonden is aan het stabiele Europese deel van de Euraziatische Plaat.

#### 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

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

---

#### GNSS-netwerk

GNSS staat voor Global Navigation Satellite System.

Een GNSS-netwerk bestaat uit aantal permanente referentiestations uitgerust met GNSS-antennes en –ontvangers. Alle referentie stations binnen het GNSS-Netwerk sturen continue satelliet waarnemingen door naar een centrale server met Netwerk software.

Het doel van GNSS-Netwerk is het minimaliseren van invloeden van afstand afhankelijke fouten binnen de grenzen van het netwerk als het netwerk als referentie bij GPS-metingen wordt gebruikt.

Voorbeelden van GNSS-netwerken zijn: AGRS, NETPOS, 06-GPS, LNR NET, .....

#### Grenswaarde

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

Voorwaarde bij toetsing / vereffening:

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

#### 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: viaducten, bruggen, tunnels, sluizen, geluidschermen 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  $X=2000$ ,  $Y=5000$  start de nummering en de berekening van de lokale coördinaten van de overige deformatiemeetpunten.

### Objectdeel

Objectdelen zijn:

- o een technische opdeling van beheerobject;
- o 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 bijvoorbeeld 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 RWS-CIV opgenomen worden in het bijhoudingsprogramma.

### Onderscheidingsvermogen ( $\beta$ )

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 ( $\sigma$ ).

#### RD-stelsel

Coördinaten in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting of kortweg Rijksdriehoekscoördinaten (ook wel: RD-coördinaten) zijn de coördinaten in het geodetisch coördinatensysteem dat voor Europees Nederland op nationaal niveau wordt gebruikt als grondslag voor geografische aanduidingen en bestanden, zoals in een geografisch informatiesysteem (GIS) en op kaarten van het kadaster en andere overheden (zoals: Basiskaart Grootchalige Topografie (BGT), kadastrale kaart en topografische kaarten). Voor meer info zie: <https://www.kadaster.nl/rijksdriehoeksstelsel>

#### RDNAPTRANS™20XX

Officiële transformatie procedure tussen ETRS89 en het RD en NAP vastgelegd door Kadaster en RWS-CIV.

#### 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.

---

#### Schamprand

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.

#### SPIN

Voor het plannen van wegwerkzaamheden gebruikt Rijkswaterstaat het Systeem Planning en Informatie Nederland (SPIN). Opdrachtnemers gebruiken SPIN om werkzaamheden te melden.

#### 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, beheerobjectcode 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>\<beheerobjectcode>-<naam van het beheerobject>\ <volgnummer meting>-<jaar meting>\<onderdeel>\<soort meting>

Nadere uitleg per subdirectory:

- \Blad-<topbladnummer>  
bijvoorbeeld: \Blad-32G
- \<beheerobjectcode>-<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  
\Rapportage  
\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 beheerobjectcode uit DISK gevolgd door het volgnummer van de meting:

<beheerobjectcode>-<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-levering-20140213.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-legenda.pdf

        20B-125-04-03-ZG-03-100XY.pdf

        20B-125-04-03-ZG-04-100Z.pdf

        ..

        ..

        20B-125-04-03-ZG-nn.pdf

        20B-125-04-03-weertabel.txt

    \Move3

      \WP

        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.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.docx
  - 20B-125-04-03-meetrapport-20140213.pdf
  - 20B-125-04-03-compleet meetrapport-20140213.pdf
  - 20B-125-04-03-resultaten.xlsx
- \Ruwe Meetdata
  - \SPIN
    - 20B-125-04-03-VKM.pdf
  - \WP
    - 20B-125-04-03-WP-dagrapport.docx(xlsx/pdf/)
    - 20B125z.ruw
    - 20B125z-aansluiting.ruw
  - \XY
    - 20B-125-04-03-XY-dagrapport.docx(xlsx/pdf)
    - 20B125XY.RUW
    - 20B125xy.dat
- \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-legenda.pdf
        - 32G-116-(01+02)-01-ZG-03-100XY.pdf
        - ..
        - ..
        - 32G-116-(01+02)-01-ZG-nn.pdf
        - 32G-116-(01+02)-01-weertabel.txt
  - \Move3
    - \WP
      - 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.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.docx
    - 32G-116-(01+02)-01-meetrapport-20140213.pdf

---

---

32G-116-(01+02)-compleet meetrapport-20140213.pdf  
32G-116-(01+02)-01-resultaten.xlsx  
\Ruwe Meetdata  
  \SPIN  
    32G-116-(01+02)-00-VKM.pdf  
  \WP  
    32G-116-(01+02)-01-WP-dagrapport.docx(xls/pdf/)  
    32G148z.ruw  
    32G148z-aansluiting.ruw  
  \XY  
    32G-116-(01+02)-01-XY-dagrapport.docx(xls/pdf)  
    32116XY.RUW  
    32116xy.dat

---

## Bijlage H Liggingsplan en Vastmeetschetsen

Zie bestand:

2020-06-01 Voorbeeld Liggingsplan Vastmeetschetsen A3.pdf

---

## Bijlage I Voorbeeld deformatiegrafieken

Zie bestand:

26A-002-01-06-ZG-02-Legenda.pdf

26A-002-01-06-ZG-03-100XY.pdf

26A-002-01-06-ZG-04-100Z.pdf

26A-002-01-06-ZG-05-400XY.pdf

26A-002-01-06-ZG-06-400Z.pdf

26A-002-01-06-ZG-07-Overzicht XY.pdf



## Bijlage J Aanduiding DI SK-gegevens

Disk Rapport: Paspoort

Complex: 32G-116

Datum: 04-05-2020

Complex 32G-116	
Complexnaam:	De Fliert
Omschrijving complex:	Ongelijkvloerse kruising rijksweg - Klomperweg
Milieu 1:	
Milieu 2:	
Bijzonderheden:	
Aantal beheerobjecten:	2

Geografische locatie			
RDX:	169.685	RDY:	454.188
Latitude North (GPS)	52.0757728292143	Latitude East (GPS)	5.60141068578401
Complex	Beheerobject nummer	Beheerobject code	Beheerobject omschrijving
32G-116	01	32G-116-01	Oostelijk viaduct over de Klomperweg
32G-116	02	32G-116-02	Westelijk viaduct over de Klomperweg

Beheerobjectcode 32G-116-01			
Naam:	De Fliert - Oost		
Omschrijving beheerobject:	Oostelijk viaduct over de Klomperweg		
Objectsoort:	Viaduct	Classificatie:	
Aard:	Droog	Netwerk:	HWN
Uniek:	Nee		
Rijksweg:	30	Route:	A30
Traject:	RW 30 : ON Z (6,672 - 24,145)		
Hectometer:	13,7 + 35	Rel. tot weg:	in RW
Letter:			
RDX:	169.694	RDY:	454.192
Stichtingsjaar:	1967	Sloopjaar:	
Status:	in gebruik	Asbest:	Veilig-nondestructief
Archiefcode:	32G-116-00	Cultuurhistorie:	Groen
		Aantal objectdelen	1
Datum laatste Instandhouding inspectie	01-07-2015	Interval Instandhoudingsinspectie	6 Jaar

Instanties
------------