BOUWPROTOCOL GEMEENTE NOORDENVELD



GEOTECHNISCH RISICOMANAGEMENT VOOR BOUWPROJECTEN

GEMEENTE NOORDENVELD

Gemeente Noordenveld
Raadhuisstraat 1
9301 AA Roden

Rapport

Opgesteld
dr.-Ing. H.D. Netzel

Onderwerp
Bouwprotocol Gemeente Noordenveld

Projectnummer
18503

Documentnummer
RA18503

Datum
18 juli 2019

© 2019 CRUX Engineering BV
Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Risicomanagement 4
1.3 Leeswijzer 4

2 Problematiek van omgevingsbeïnvloeding bij projecten 5

3 Stappenplan risicomanagement 7

4 Fase 1: Selectie en vooronderzoek 8
4.1 Algemeen 8
4.2 Selectiecriteria 8
4.3 Vooronderzoek omgeving 9
4.3.1 Algemeen 9
4.3.2 Belendende panden 9
4.3.3 Onderzoek initiële grondwatersituatie en bodemgesteldheid 10
4.3.4 Trillingsmetingen belendende constructie 10
4.3.5 Overige belendende objecten 10
4.4 Stroomschema fase 1 12

5 Fase 2: Ontwerp (risicoanalyse en monitoringsplan) 13
5.1 Algemeen 13
5.2 Aanpak schade beïnvloeding door vervormingen 13
5.3 Aanpak beïnvloeding door trillingen 15
5.4 Monitoringsplan 16
5.5 Derden 17

6 Fase 3: Uitvoering 18
6.1 Algemeen 18
6.2 Alternatieven 18
6.3 Verantwoordelijkheden 18
6.4 Overleg en communicatie 18
6.5 Analyse monitoring 19
6.6 Schademeldingen 19

Lijst van Figuren

Figuur 1 Stroomschema fase 1 12
Figuur 2 voorbeeld protocol communicatie monitoringswerkzaamheden 19
Figuur 3 Opgelegde (grond)vervorming [bron: COB-rapport F530] 20
Figuur 4 Schadebeeld overgang paalfundatie - staalfundatie [bron: CRUX Engineering] 21

Lijst van Tabellen

Tabel 1 Beoordeling zakkingssnelheid [bron: F3o richtlijn] 10
Tabel 2 Schadeclassificatie conform BRE 20

Lijst van Bijlagen

Bijlage I Schadepredictie methoden belendende panden
Bijlage II Vroegtijdige monitoring voor vooronderzoek in fase 1
Bijlage III Monitoringsplan
Bijlage IV Lijst met afkortingen en begrippen

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Opdrachtgevers worden in toenemende mate geconfronteerd met geotechnische risico's die uitwerking kunnen hebben op de omgevingsbeïnvloeding bij de uitvoering van haar bouwprojecten. Om deze risico's vooraf in beeld te kunnen brengen en een weloverwogen beslissing te kunnen nemen in de te kiezen uitvoeringsmethodiek heeft CRUX Engineering voor de gemeente Noordenveld een bouwprotocol opgesteld met als doel het minimaliseren van schades in de omgeving met een geotechnische oorzaak.

In dit bouwprotocol wordt omschreven hoe omgevingsbeïnvloeding en mogelijke schaderisico's aan belendende objecten door een systematische geo-risicomanagement (GeoRM) aanpak kunnen worden geminimaliseerd. Dit protocol is opgezet vanuit de uitgebreide ervaring van CRUX bij de voorbereiding en realisatie van de bouwwerkzaamheden op het gebied van omgevingsbeïnvloeding en risicomanagement.

1.2 Risicomanagement

De noodzaak van een GeoRM aanpak wordt uit verschillende oogpunten noodzakelijk geacht. Enerzijds vanwege verzekeringstechnische eisen op het gebied van risicomanagement van bouwprojecten in binnenstedelijke omgeving, maar ook om maatschappelijke en politieke redenen; om als opdrachtgever een project verantwoord te plannen, ontwerpen en uit te voeren. Door een gedegen voorbereiding kunnen ongewenste vervolgkosten door opgelopen vertraging en / of het optreden van schade worden voorkomen.

De belangrijkste onderdelen van de vraagstelling voor risicomanagement van omgevingsbeïnvloeding zijn:

- Waar wordt schade in de omgeving verwacht, en wat voor soort schade wordt verwacht ?
- Voor welke locaties/projecten moeten (preventieve of proactieve) compenserende maatregelen worden genomen en door wie?
- Hoe worden in de uitvoering de risico's bewaakt en hoe en wanneer wordt bepaald welke maatregel dient te worden toegepast, opdat de schaderisico's (binnen de technische en financiële kaders) aanvaardbaar klein blijven?

In dit document wordt in het "stappenplan" aangegeven hoe en welke werkzaamheden uitgevoerd moeten worden om tot een verantwoorde en proactieve aanpak van risicobeheersing te komen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de problematiek van omgevingsbeïnvloeding bij bouwprojecten geschetst. In hoofdstuk 3 wordt een stappenplan voor risicomanagement van projecten weergegeven, onderverdeeld in 3 fasen. De details van de werkzaamheden in fasen 1, 2 en 3 worden nader beschreven in de hoofdstukken 4, 5 en 6.

2 Problematiek van omgevingsbeïnvloeding bij projecten

In het Bouwbesluit en meer specifiek in de op 3 april 2018 door de Vereniging van Bouw- en Woningtoezicht Nederland opgestelde richtlijn " Landelijke richtlijn bouw-en sloopregeling" wordt geëist dat onderzoek wordt verricht naar de eventuele schadelijke gevolgen voor de omgeving ten gevolge van de uitvoering van bouwplannen. Hierbij wordt van de bouwer (opdrachtgever) een in acht te nemen zorgvuldigheid vereist in het onderzoek naar de effecten van het voorgenomen werk op de directe omgeving. Als blijkt, dat het voorgenomen werk leidt tot een onaanvaardbaar schaderisico, moet aangegeven worden op welke manier de negatieve effecten gecompenseerd en beheerst kunnen worden. Schade dient namelijk in de basis voorkomen te worden en eventueel veroorzaakte schade dient te worden vergoed.

Met betrekking tot de mogelijke schadeveroorzakende invloed ten gevolge van de uitvoering van bouwprojecten kan op hoofdlijnen onderscheid worden gemaakt tussen de invloed op de belendende objecten door vervormingen en door trillingen.

Vervormingen kunnen worden veroorzaakt door:

- het inklinken (verdichten) van de grond ten gevolge van het trillen of heien van dragende en / of kerende constructie elementen (zoals bijvoorbeeld palen en damwanden). Dit is voornamelijk van belang bij los en matig gepakte zandlagen in zowel ophogingen als dieper gelegen zandlagen;
- installatie invloeden (door grondontspanning) van in de grond gevormde, dragende en / of kerende constructie elementen, zoals bijvoorbeeld een boorpalenwand, diepwand of soilmixwand. Ook het zogenoemde 'voorboren' valt hieronder;
- bemalingswerkzaamheden, die mogelijkerwijze noodzakelijk zijn om het verticale evenwicht (veiligheid tegen opbarsten van de bouwputbodem) voor een ontgraving in den droge te waarborgen of die een open ontgraving in den droge mogelijk moeten maken. Bemaling kan leiden tot grondwaterstand-verlaging en zettingen. Een bijkomend effect van grondwaterstandverlaging is het gevaar op houtaantasting (aerobe aantasting) bij de mogelijke droogstand van houten paalfunderingen; bij een fundering op staal is ook met name de drooglegging van hooggelegen zwel/krimpgevoelige kleilagen een belangrijk zakkingsrisico.
- vervorming van grond- en waterkerende wandconstructies tijdens een ontgraving. Door de vervorming van wandconstructies vervormt ook de grond achter de wand,;
- vervormingen ten gevolge van het trekken van dragende en / of kerende constructie elementen. Door het verwijderen van deze elementen ontstaat volumeverlies in de grond, veroorzaakt door de opvulling van de holle ruimte die de elementen in de grond achterlaten en de mogelijke verkleving van grond aan de elementen.;
- vervormingen door bovenbelastingen of ophogingen, bijvoorbeeld bij dijken of de aanleg van nieuwe wegen;
- werkzaamheden van derden (niet aan het project gerelateerd, bijv. door een gelijktijdig uitgevoerd verbouwing).

Trillingen kunnen, aanvullend op de hiervoor beschreven vervormingsinvloed, ook een direct schaderisico opleveren voor belendende objecten. Aan bouwwerkzaamheden gerelateerde trillingen kunnen worden veroorzaakt door:

- het heien of intrillen van dragende en / of kerende constructie elementen;
- het uittrillen van dragende en / of kerende constructie elementen;
- (bouw)verkeer dat op een korte afstand van de belendingen passeert;
- sloopwerkzaamheden;
- graafmachines en kranen op de bouwplaats;
- trilplaten of andere grondverdichtingsmachines;
- werkzaamheden van derden (niet aan het werk gerelateerd, bijvoorbeeld door een gelijktijdig uitgevoerd verbouwing).

Een of meerdere van bovengenoemde invloedsbronnen samen kunnen leiden tot schade aan bijvoorbeeld gebouwen, leidingen, wegen, rails, dijken, tunnels. Omdat de mate van schade hierbij sterk afhankelijk is van de initiële kwaliteit en schadegevoeligheid van de belendingen, dient er voor afgaand aan het project vooronderzoek worden uitgevoerd naar de fundatiewijze, het initiële zettingsgedrag en het algehele schadebeeld van de belendende objecten (zie nadere toelichting in hoofdstuk 5). De resultaten van dit vooronderzoek worden vervolgens in de risicoanalyse gebruikt om de schaderisico's te voorspellen.

De risicoanalyse kan aanleiding geven om te besluiten dat een werk uitgesteld moet worden omdat de geplande bouwwerkzaamheden tot een onacceptabel risicoprofiel voor de omgeving zouden leiden. Anderzijds kan de invloed van de bouwwerkzaamheden op de belendende objecten mogelijk tot een aanvaardbaar kleine schadekans worden beperkt door de bouwwerkzaamheden zelf aan te passen, hier valt te denken aan ontwerpaanpassingen in de geplande uitvoeringsmethodiek of toepassing van een andere uitvoeringsmethodiek.

De beslissing over de toepassing van compenserende maatregelen volgt uit de risicoanalyse en kan vooraf worden meegenomen in het ontwerp of als mitigerende maatregel toegepast worden tijdens de uitvoering indien daar vanuit de monitoring (zie Bijlage III) aanleiding toe bestaat.

In het bouwprotocol ligt de nadruk op het voorkomen van schade aan belendende objecten. Op de hinder voor personen als gevolg van bouwtrillingen en/of -geluid wordt in dit protocol niet ingegaan. Bij bouwprojecten in binnenstedelijk gebied zijn deze invloeden vrijwel niet te voorkomen. Wel kunnen deze invloeden door inzet van stille en/of trillingsvrije /-arme technieken worden beperkt. Indien de inzet van deze technieken redelijkerwijs niet mogelijk is, dan kan acceptatie van tijdelijke geluids- en trillingshinder veelal worden verhoogd door een goede communicatie met de omwonenden, zowel voorafgaand als tijdens de bouw.

3 Stappenplan risicomanagement

Voor wat betreft de risicomanagement activiteiten ten aanzien van omgevingsbeïnvloeding kan onderscheid worden gemaakt tussen de volgende fasen.

- Selectie en onderzoeksfase (fase 1)
- Ontwerpfase (fase 2)
- Uitvoeringsfase (fase 3)

In de **selectie en onderzoeksfase (fase 1)** wordt bepaald welke projecten een nader onderzoek met betrekking tot mogelijke schaderisico's aan de belendende objecten vereisen. Bij **alle** projecten dient kritisch en bewust te worden beschouwd of de aard van deze werkzaamheden in combinatie met de locatie wellicht aanleiding geven om de kwaliteit en schadegevoeligheid van de belendende objecten nader te onderzoeken en de aanpak conform dit protocol te volgen. Indien uit de selectiecriteria blijkt dat fase 2 en 3 moeten worden doorlopen, wordt dit in fase 1 in een vroeg stadium gecommuniceerd met pandeigenaren en beheerders van objecten. De werkzaamheden in fase 1 bestaan dan uit het verzamelen van gegevens ter bepaling van de schadegevoeligheid van de omgeving, zoals nader beschreven in hoofdstuk 4.

In de **ontwerpfase (fase 2)** wordt een risicoanalyse uitgevoerd. In de risicoanalyse wordt mogelijke trillings-en vervormingsschade rekenkundig voorspeld en worden aanbevelingen gedaan over eventueel te treffen compenserende maatregelen in het ontwerp. De informatie over de kwaliteit en schadegevoeligheid van de belendende objecten, zoals verkregen uit fase 1, wordt als uitgangspunt gebruikt in de risicoanalyse. Bovendien wordt in deze fase een monitoringsplan voor de meettechnische bewaking van de uitvoering opgesteld (zie fase 3) om de vertaalslag van ontwerp naar de uitvoering te waarborgen. De werkzaamheden in deze fase zijn nader beschreven in hoofdstuk 5.

In de **uitvoeringsfase (fase 3)** wordt het (werk)plan van de aannemer getoetst aan de uitgangspunten van de eerdere fasen en worden de bouwprocessen, die schade aan de bebouwing kunnen veroorzaken, meettechnisch bewaakt. De metingen kunnen (afhankelijk van de aard van de werkzaamheden en het bijbehorende risicoprofiel) verplaatsingsmetingen, trillingsmetingen, grondwaterstandsmetingen en scheurwijdtemetingen omvatten.

De monitoringswerkzaamheden in fase 3 zijn onderdeel van een proactieve risicobeheersing tijdens de uitvoering. Hierbij geldt het principe "op tijd meten is op tijd weten", zodat door middel van signalering met behulp van de monitoringdata op tijd een maatregel in het bouwproces kan worden genomen voordat de schade optreedt. De werkzaamheden in deze fase zijn nader beschreven in hoofdstuk 6. Daarnaast wordt voor de start van de bouwwerkzaamheden met behulp van een bouwkundige opname de conditie en de staat van het in- en / of exterieur van een object (juridisch) vastgelegd. De bouwkundige opname wordt gedeponeerd bij een notaris. Op basis van openbaarheid van bestuur kunnen de eigenaren naar de opnamen van hun object vragen. De opnamen worden alleen op verzoek van de eigenaren toegezonden.

De directievoering (toezicht) met ondersteuning door de opsteller van de risicoanalyse en het monitoringsplan heeft in de uitvoeringsfase een belangrijke rol om de kwaliteit van de plannen (risicoanalyse en monitoringsplan) te bewaken, afwijkingen in het werk te constateren en tijdig de metingen af te roepen en te (laten) toetsen. Zodat, indien noodzakelijk, (tijdig) maatregelen getroffen kunnen worden.

4 Fase 1: Selectie en vooronderzoek

4.1 Algemeen

Dit betreft de fase waarin de planvorming voor de werkzaamheden plaatsvindt. Deze selectie en vooronderzoeksfase fase is van belang voor de principe keuze van de uitvoering in relatie tot de risico's.

4.2 Selectiecriteria

Dit bouwprotocol is van toepassing op de projecten waar belendende objecten binnen de invloedsfeer van de werkzaamheden vallen. Omdat de bepaling hiervan sterk afhangt van het (detail)ontwerp, de aard van werkzaamheden en de lokale omstandigheden kan op voorhand geen vast selectiecriterium worden gegeven waarmee alle scenario's worden afdekt. Als stelregel voor de beoordeling worden daarom de volgende definities aangehouden.

- Bij bouwwerkzaamheden in bebouwde kom waar dragende en / of kerende constructie elementen geheid dan wel getrild worden (binnen ≤ 30m afstand van belendingen) is het bouwprotocol altijd van toepassing. Waar sprake is van trilling veroorzakende verdichtingswerkzaamheden (mechanische verdichting voor rioolsleuven/ wegfunderingen) is fase 1 van het bouwprotocol altijd van toepassing. In situaties waarbij in fase 1 risico's blijken voor belendende panden zijn fase 2 en 3 ook van toepassing en geldt een monitoringsverplichting ten aanzien van de trillingen. In situaties waarbij in fase 1 geen risico's blijken voor belendende panden dan dient alsnog aangetoond te worden dat er wordt voldaan aan de grenswaarden opgenomen in de SBR-A. Deze grenswaarden dienen altijd in het contract te worden opgenomen.

- Bij ontgravingen tot maximaal 0,8m onder maaiveld zijn fase 2 en 3 niet van toepassing tenzij deze binnen 3m afstand van de belendende objecten wordt gerealiseerd. Voor ontgravingen dieper dan 0,8m is het bouwprotocol wel van toepassing tenzij dit met duidelijke argumentatie kan worden weerlegt.

- Bij toepassing van een bemaling die zich kan uitwerken in verlaging van grondwaterstanden in de omgeving.

<u>Indien één of meerdere criteria in deze paragraaf aanleiding geven tot nader onderzoek, komen de volgende onderzoeksparagrafen aan de orde.</u>

Een afwijzing van het bouwprotocol dient met duidelijke argumentatie te worden vastgelegd. Daar waar het bouwprotocol niet van toepassing is dient, indien de situatie daarom vraagt, wel bouwkundige opnamen te worden uitgevoerd van belendende panden en/of objecten die zich in de eerste lijn van de bouwwerkzaamheden bevinden. Achtergrond hiervan is dat een bouwkundige opname een juridisch karakter heeft en als zodanig bij eventuele schadeclaims in een later stadium als bewijsmateriaal voor de opdrachtgever beschikbaar is. Een bouwkundige opnamen wordt op z'n vroegst pas drie maanden voorafgaand aan de start van de werkzaamheden uitgevoerd.

4.3 Vooronderzoek omgeving

4.3.1 Algemeen

De kwaliteitsbeoordeling van de belendingen is een maat voor het mogelijke incasseringsvermogen c.q. schadegevoeligheid voor externe invloeden vanuit de bouwwerkzaamheden. Eenzelfde grondvervorming en/of trilling kan voor verschillende situaties met betrekking tot de eigenschappen en kwaliteit van belendingen, resulteren in een sterk uiteenlopend schaderisico.

De kwaliteit c.q. schadegevoeligheid van de belendende objecten kan worden bepaald door het inventariseren van de relevante gegevens van deze objecten en de interpretatie en beoordeling hiervan.

Een aantal voorbeelden van belendende objecten rondom de projectlocatie zijn:

- panden/gebouwen;
- wegen;
- kabels en leidingen (ondergrondse infra);
- spoor-/trambaan;
- kunstwerken zoals bruggen of walmuren;
- waterkeringen (dijken);
- ruimtes met trillingsgevoelige (computer)apparatuur.

4.3.2 Belendende panden

De initiële schadegevoeligheid van in eerste lijn gelegen belendende panden binnen 20m vanuit de bouwwerkzaamheden dient conform dit protocol in beeld te zijn gebracht middels:

- visuele inspectie panden (beoordeling scheefstand en aanwezige scheurvorming aan het pand vanaf openbaar terrein en daaruit nader te bepalen in hoeverre ook een inpandige inspectie is vereist);
- archiefonderzoek (op te vragen informatie bij Bouw- en woningtoezicht / Stadsarchief over tekeningen, paalpuntniveau, aanlegniveau fundering op staal, grondonderzoek, grondwaterstand, bouwtechnische staat, verbouwingen en de zakkingsnelheid verkregen uit historische informatie van metingen op meetbout, indien aanwezig);
- Als er geen gegevens over funderingswijze te achterhalen zijn, dient op diverse bouweenheden tevens een funderingsinspectie te worden uitgevoerd.
- Indien geen historische meetgegevens over de zakkingssnelheid aanwezig zijn, bepalen van zakkingssnelheid middels hoogtemetingen (nauwkeurigheidswaterpassing) aan het belendende pand over een periode van minimaal 1,5 jaar voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden (met minimaal 4 metingen verdeeld over het eerste jaar), nadere toelichting zie bijlage III. Het wordt aanbevolen om in fase 1 alle panden binnen ca. 20m van de werkzaamheden te meten. Als er gezien de geplande bouwwerkzaamheden al in dit vroeg stadium een groter invloedsgebied te verwachten is kunnen deze 20m worden uitgebreid. Om planningstechnische redenen kan het noodzakelijk zijn om van de gewenste tijd van 1,5 jaar af te wijken. De informatie over autonome zakkingssnelheid en natuurlijke fluctuaties dient dan op basis van engineering judgement te worden ingeschat door een deskundige adviseur.

Een ´grote' tot 'zeer grote' gemeten zakkingsnelheid (>3mm per jaar, zie Tabel 1) of waargenomen scheurvormingen en scheefstand kunnen duiden op een slechte fundering en aanleiding geven voor nader onderzoek.

Tabel 1 Beoordeling zakkingssnelheid [bron: F3o richtlijn]

Zakking [mm/jaar]	Benaming
tot 0,5	Nihil
0,5 tot 2	Klein
2 tot 3	Matig
3 tot 4	Groot
> 4	Zeer groot

Panden die door de gemeentelijke bouwinspecteurs zijn beoordeeld als panden met veronderstelde funderingsgebreken kunnen zelfs voor kleine veranderingen in de omgeving zeer schadegevoelig zijn. Dit zijn panden met een zeer hoog risicoprofiel.

De aanwezigheid van één of meer belendende panden met een gebrekkige fundering kan een vertraging van het werk en/of heroverweging van het ontwerp en de uitvoeringswijze tot gevolg hebben. De nodige aanpassingen volgen uit de risicoanalyse van fase 2.

4.3.3 Onderzoek initiële grondwatersituatie en bodemgesteldheid

In het geval van funderingswijze op staal zoals afgeleid uit archiefonderzoek of de funderingsinspectie dienen:

- Nabij de panden op nader te bepalen locaties ondiepe boringen worden uitgevoerd om de grondgesteldheid ter plaatse van fundering op staal in beeld te brengen.

- sonderingen te worden uitgevoerd, ter bepaling van de grondgesteldheid op diepere niveaus.

In het geval van funderingswijze op palen zoals afgeleid uit archiefonderzoek of de funderingsinspectie dienen:

- sonderingen te worden uitgevoerd tot ten minste 2m onder het paalpuntniveau.

In het geval van een fundering op staal of op houten palen dient (indien nog niet beschikbaar uit bestaande gegevens) voorafgaand de grondwaterstand in beeld gebracht te worden, hiervoor dienen peilbuizen te worden geplaatst welke gedurende 1,5 jaar vooraf aan de werkzaamheden regelmatig worden ingemeten, zie nadere toelichting in Bijlage II.

4.3.4 Trillingsmetingen belendende constructie

Het kan voorkomen dat de trillingen reeds in de huidige situatie voorafgaand aan de werkzaamheden de geldende SBR-A grenswaarden overschrijden, bijvoorbeeld ten gevolge van verkeerpassages en/of inpandige activiteiten. Om deze trillingen in beeld te brengen kan worden overwogen om voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden een trillingsnulmeting (gedurende ca. 1 week) uit te voeren aan een aantal karakteristieke cq. maatgevende belendende constructies. Deze nulmeting kan samen met de SBR als referentie worden gebruikt tijdens de uitvoering.
Tijdens de trillingsnulmeting moeten de trillingsbronnen worden geregistreerd.

4.3.5 Overige belendende objecten

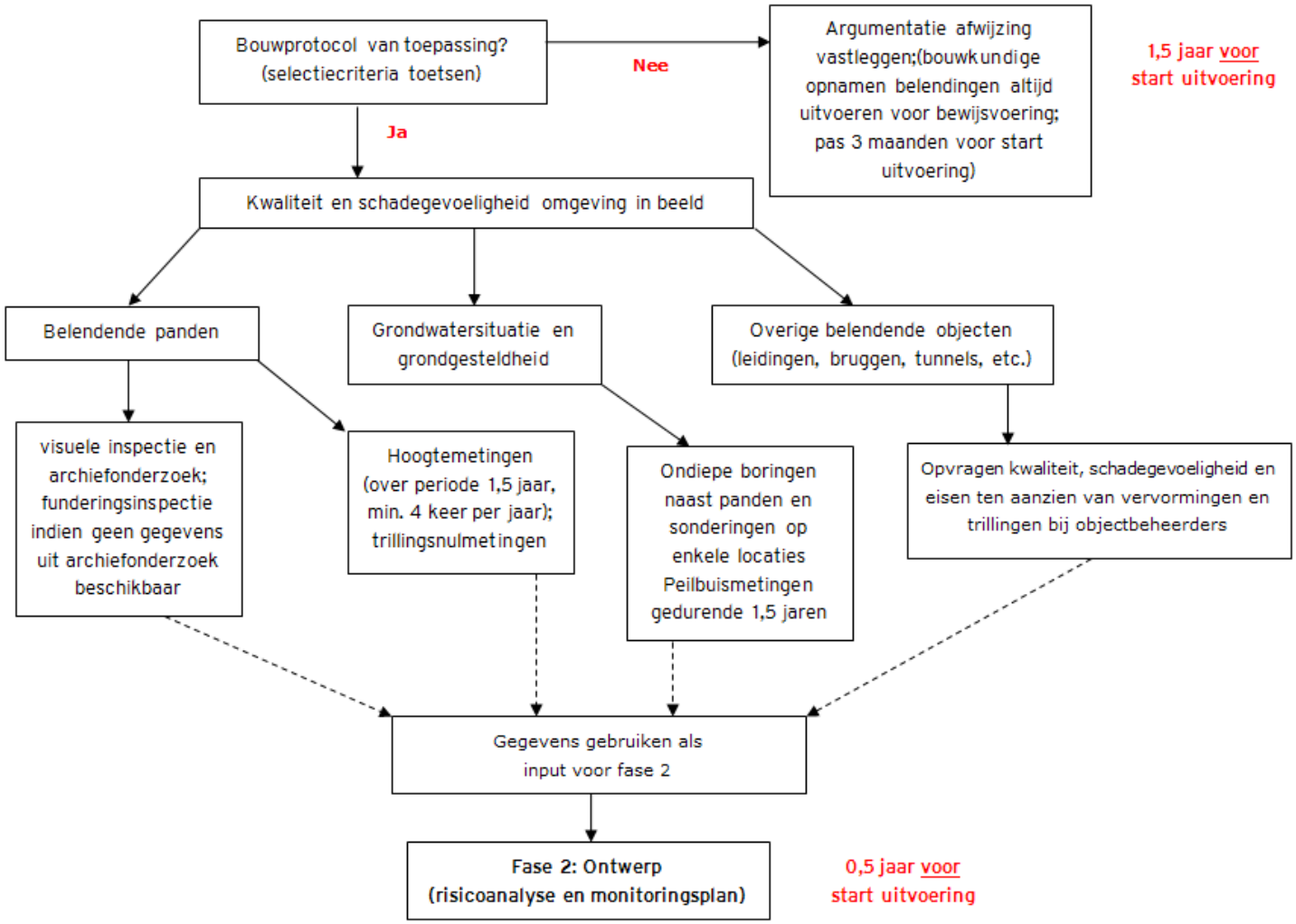
De ervaring is dat vaak in eerste instantie met name aandacht wordt geschonken aan belendende panden, maar dat de beïnvloeding van bijvoorbeeld een bestaande gas- of waterleiding op kortere afstand van de bouwwerkzaamheden, bepalend kan zijn voor een ontwerp.

Om deze reden dienen niet alleen panden, maar ook andere objecten zoals bijvoorbeeld kunstwerken, kabels en leidingen, wegen, waterkeringen en/of gevoelige apparatuur te worden beschouwd. Omdat voor deze belendende objecten geen

eenduidige toetsingscriteria beschikbaar is, wordt veelal door de beheerders van de betreffende objecten aangegeven hoeveel trilling en vervorming deze objecten kunnen ondervinden. Deze criteria dienen voorafgaand aan de ontwerpfase bij de verschillende beheerders van objecten te worden opgevraagd. Tevens dient met de beheerders te worden afgestemd in hoeverre de belendende objecten wellicht verstevigd, (tijdelijk) buiten werking gesteld of eventueel omlegd kunnen worden.

De aanwezigheid van één of meer gevoelige belendingen kan een heroverweging van het ontwerp en de uitvoeringswijze tot gevolg hebben.

4.4 Stroomschema fase 1



Figuur 1 Stroomschema fase 1

5 Fase 2: Ontwerp (risicoanalyse en monitoringsplan)

5.1 Algemeen

Dit betreft de fase waarin het bestek en de tekeningen worden gemaakt. De risicoanalyse en het monitoringsplan welke worden uitgewerkt in deze fase zijn een onderdeel van het bestek. In het kader van een risicoanalyse worden de mogelijke schaderisico's rekenkundig bepaald middels de meest recente, ter beschikking staande voorspellingsmethodieken.
In de volgende paragrafen zijn de conform dit protocol te gebruiken rekenmethodieken, schadeclassificatie-systemen en toetsingskaders ter voorspelling van trilling- en vervormingsschade terug te vinden. Nadere (detail)informatie betreft de beheersing van de omgevingsbeïnvloeding is te vinden in het DC-COB rapport 'Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen in stedelijke omgeving' (F530).

Schadepredicties worden uitgevoerd om met de gevolgen van de omgevingsbeïnvloeding door bouwwerkzaamheden rekening te kunnen houden. De verkregen informatie over de schadegevoeligheid van de belendende panden/objecten uit de selectie en onderzoeksfase is hierin een belangrijk uitgangspunt. Het doel hiervan is om het ontwerp, de keuzes voor de bouwmethodes en mogelijke preventieve mitigerende maatregelen zodanig te optimaliseren, dat de kans op schade aan de belendingen rekenkundig beperkt blijft tot een in de ontwerppraktijk voor binnenstedelijke bouwprojecten als acceptabel geacht minimum. Bovendien wordt de ontwerpkennis uit de schadepredictie in combinatie met monitoring gebruikt voor een proactieve risicobeheersing tijdens de uitvoering (fase 3).

Het monitoringsplan dient te worden afgestemd op de resultaten van de risicoanalyse en omvat de beschrijving van de noodzakelijke metingen van trillingen en vervormingen tijdens de uitvoering.

Eventuele correctieve maatregelen ter beheersing van (rest)risico's volgend uit de risicoanalyse dienen te worden opgenomen in het bestek.

5.2 Aanpak schade beïnvloeding door vervormingen

Door bouwwerkzaamheden in stedelijke omgeving kunnen spanningsverandering-en in de grond worden veroorzaakt. Deze spanningsveranderingen in de grond kunnen leiden tot grondvervormingen (verticale zettingen en horizontale vervormingen), die zich in een bepaald invloedsgebied rondom de bouwwerkzaamheden uitstrekken. Bestaande constructies (bijvoorbeeld panden, wegen, kabels en leidingen) die zich in dit invloedsgebied bevinden, ondergaan via de fundering deze grondvervormingen en kunnen daardoor mogelijk schade ondergaan.

Invloedsbronnen
Verschillende bronnen kunnen grondvervormingen in de omgeving veroorzaken. Voor elke bron zoals opgenomen in hoofdstuk 2 dient afzonderlijk rekenkundig bepaald te worden wat het invloedsgebied is van de werkzaamheden. De invloedsbronnen kunnen achter elkaar en gelijktijdig optreden gedurende de uitvoering en dienen daarom cumulatief te worden beschouwd om het verloop van grondvervormingen in de eindfase in beeld te brengen.

Voor de voorspelling van het verloop van de vervormingen vanuit de bron naar de omgeving c.q. de belendende objecten dienen onderstaande bronnen rekenkundig te worden beschouwd:

- zettingen als gevolg van inklinking (verdichten) van het trillen of heien van dragende en / of kerende constructie elementen. Deze zettingen dienen met methode Hergarden of vergelijkbaar te worden beschouwd. Voor verdichtingsmachines is deze voorspellingsmethodiek niet van toepassing en dient de invloed, steekproefsgewijs en observatief gemonitord te worden middels hoogtemetingen en trillingsmetingen conform de SBR-A;
- grondvervormingen in de omgeving door voorboren en /of installatie van in de grond gevormde, dragende en / of kerende constructie elementen;
- zettingen door grondwaterstandsverlaging (freatisch en / of spanningswater). Met berekende verlagingscontouren en zettingsberekeningen dient het verloop van de maaiveldzettingen in de omgeving te worden bepaald. Een bijkomend effect van grondwaterstandverlaging is de mogelijke droogstand en het gevaar op houtaantasting (aerobe aantasting) van houten funderingsconstructies; bijzonder aandacht vereist de aanwezigheid van hooggelegen wel en krimpgevoelige kleilagen met als gevolg de kans op zakkingen door krimp van deze lagen bij drooglegging.
- grondvervormingen in de omgeving door ontgravingswerkzaamheden binnen bouwputten en / of open ontgravingen. Als globale conservatieve vuistregel voor het mogelijke invloedsgebied van ontgravingen is ca. 3 keer de ontgravingsdiepte of 1,5 keer de damwandlengte gerekend vanaf de rand van de ontgraving. Berekeningen blijven noodzakelijk om individueel per situatie deze globale aannamen te verifiëren. Het wordt benadrukt dat deze globale indicaties van invloedsgebieden alleen voor de invloed van de vervormingen uit de ontgravingen gelden, maar niet voor de invloed van grondwaterstandsverlagingen of trillingen. Deze grondvervormingen dienen met een numerieke model, zoals bijvoorbeeld PLAXIS, te worden bepaald. Het wordt benadrukt dat ontgravingen zowel verticale als horizontale grondvervormingen veroorzaken, die in combinatie voor een mogelijke schade-invloed op de omgeving dienen te worden beschouwd. Voor het werken met sleufbekisting dienen aandachtspunten in het bestek te worden opgenomen, zie bijlage II.;
- zettingen als gevolg van het trekken van dragende en / of kerende constructie elementen. Deze zettingen dienen met methode Hergarden of vergelijkbaar te worden beschouwd. Een bijkomend effect van het trekken van elementen is de mogelijke beïnvloeding van diep grondwater;
- grondvervormingen door bovenbelastingen of ophogingen, bijvoorbeeld bij dijken. Afhankelijk van de situatie en gestelde eisen vanuit de beheerder van het belendende object kunnen hiervoor zettings-, stabiliteits- en / of numerieke berekeningen nodig zijn.

Als grens van het rekenkundige invloedsgebied dient de berekende 1mm zettingslijn te worden aangehouden. Alle relevante, belendende objecten die binnen dit gebied vallen dienen te worden beschouwd in de risicoanalyse. De kans op beïnvloeding buiten dit invloedsgebied is ongeacht de initiële schadegevoeligheid en eisen van de objecten, als verwaarloosbaar gering te beschouwen.

Het wordt opgemerkt dat parallel aan de geotechnische en geohydrologische voorspellingen ook een rekenkundige toets dient te worden uitgevoerd op het risico op opbarsten voor de open ontgraving van bijvoorbeeld een rioolsleuf, omdat deze toets de omvang een aard van de vereiste bemalingswerkzaamheden en de invloed van de grondwaterstandsverlaging op de omgeving bepaald.

<u>Schadepredicties belendende panden</u>
De hierboven beschreven rekenkundige voorspelde grondvervormingen dienen vervolgens geprojecteerd te worden op de belendende panden om de schadepredictie te kunnen uitvoeren. In de rekenmethodieken voor de schadepredictie dient rekening te worden gehouden met de kwaliteit c.q. de

initiële schadegevoeligheid van de panden. Voor de invloed van grondvervormingen moet de schadepredictie rekenkundig worden uitgevoerd op basis van de methode der grensrekken of gelijkwaardig (nadere toelichting zie DC-COB rapport F530 en “Building response due to ground movements”; 2009 TU Delft, promotieonderzoek H.D. Netzel). Daarbij worden met de voorspelde horizontale en verticale verschilverplaatsingen langs de panden rekken in het gebouw berekend die gerelateerd zijn aan schadeklassen.

Bovengenoemde schadepredictie methoden zijn nader beschreven in Bijlage II.

Schadepredicties overige belendende objecten
Omdat voor overige, belendende objecten zoals kunstwerken, kabels en leidingen, wegen en waterkeringen veelal geen eenduidige toetsingscriteria voor schade beschikbaar is, dient in het ontwerp in eerste instantie te worden getoetst aan de trillingen, (verschil)vervormingen of stabiliteitseisen die vanuit de beheerders van de betreffende objecten als randvoorwaarde voor het ontwerp zijn opgegeven. Voor de overdracht van grond naar de funderingen geldt hier dezelfde aanpak als voor de belendende panden.

Afhankelijk van de uitkomst van de berekeningen en afspraken met de beheerder(s) kan het nodig zijn om bijvoorbeeld aanvullend onderzoek te laten uitvoeren naar de invloed van de vervormingen en trillingen op de krachtswerking in leidingen of de stabiliteit van waterkeringen.

5.3 Aanpak beïnvloeding door trillingen

Het invloedsgebied voor trillingen wordt gebaseerd op de hieronder beschreven rekenmethoden en de grenswaarden conform de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-A ‘schade aan gebouwen’ (Stichting Bouwresearch).

Volgens de bestaande praktijkervaring bestaat er een aanvaardbaar kleine kans (minder dan 1%), dat schade aan bouwwerken, funderingen en buisleidingen zal optreden, indien de rekenwaarden uit voorspellingen of metingen de rekenwaarde van de grenswaarden conform de SBR-A richtlijn niet overschrijden.

De toelaatbare SBR-A grenswaarden zijn afhankelijk van de kwaliteit en het type bebouwing, het type trilling, het type fundering en de frequentie. De informatie vanuit de visuele inspectie, het archiefonderzoek en / of beheerders van de belendende objecten is hiervoor bepalend. Voor nadere details wordt in dit kader verwezen naar de SBR-A richtlijn.

Voor de voorspelling van het verloop van de trillingen vanuit de trillingsbron naar de omgeving c.q. de belendende objecten dienen onderstaande bronnen rekenkundig te worden beschouwd:

- trillingen ten gevolge van het heien van dragende en / of kerende constructie elementen. Deze trillingen dienen met methode PREPAL (Woerden 1992) of vergelijkbaar te worden beschouwd.
- trillingen ten gevolge van het in- en / of uittrillen van dragende en / of kerende constructie elementen. Deze trillingen dienen met methode CUR166 (versie 3) of vergelijkbaar te worden beschouwd.

Indien palen geschroefd/geboord worden en damwanden statisch gedrukt (kunnen) worden is een rekenkundige voorspelling niet mogelijk of zinvol, aangezien deze technieken als trillingsvrij zijn te beschouwen. Tijdens de uitvoering kunnen bouwmachines zelf echter wel trillingen veroorzaken die via de omliggende grond aan de panden worden overgedragen. Hiervoor dient waar nodig op voorhand met zo licht mogelijk materieel gewerkt te worden. Daarnaast dienen met name gedurende de installatie van de eerste elementen steekproefsgewijs trillingsmetingen aan de naast gelegen

belendende objecten te uitgevoerd, om deze mogelijke invloed gedurende de uitvoering te controleren/beheersen. Op basis hiervan kan het proces waar nodig bijgestuurd / geoptimaliseerd worden en de noodzaak tot het treffen van eventuele correctieve maatregelen worden vastgesteld.

Een zelfde aanpak is aan te houden voor sloopwerkzaamheden en bouwverkeer, die op korte afstand van de belendende objecten passeert. Voor de verkeerspassages kan op voorhand worden overwogen om de initiële verkeerstrillingen middels een trillingsnulmeting in beeld te brengen (zie hoofdstuk 4.3.4), dit als referentie voor de uitvoering.

5.4 Monitoringsplan

Daar waar vanuit de risicoanalyses risico's te verwachten zijn, is monitoring een cruciaal onderdeel binnen het concept van proactieve risicobeheersing. De monitoring dient ertoe, de ontwikkeling van de vervormingen en trillingen tijdens de uitvoering nauwlettend te registreren en heeft tevens bij benadering van alarm- of grenswaarden een signaalfunctie voor de implementatie van eventueel noodzakelijke maatregelen. Hiermee wordt gewaarborgd, dat het bouwproces binnen het kader van de risicoanalyse kan worden uitgevoerd.

In het monitoringsplan dienen de monitoringsonderdelen, meetlocaties, meetmomenten en de grens- en alarmwaarden te worden gespecificeerd. De verschillende monitoringsonderdelen zijn nader gespecificeerd in Bijlage III.

Technisch wordt de koppeling tussen risicoanalyse en monitoringsplan c.q. de uitvoering van de monitoring als volgt gewaarborgd:

- de alarm- en grenswaarden in het monitoringsplan moeten worden afgestemd op de risicoanalyse;
- de meetmomenten in het monitoringsplan moeten worden afgestemd op de risicoanalyse;
- deskundige interpretatie van de metingen tijdens de uitvoering.

De eerste twee punten worden hieronder nader toegelicht. Het derde aspect wordt toegelicht in het volgende hoofdstuk 'uitvoeringsfase'.

Om gedurende de uitvoering te kunnen bewaken of voldaan wordt aan de risicoanalyse dienen in het monitoringsplan voor iedere invloedbron de voorspelde zettingen, trillingen en grondwaterstand-verlagingen alarm- en grenswaarden te worden gedefinieerd. De alarm- en grenswaarden in het monitoringsplan dienen uit de resultaten van de risicoanalyse te worden afgeleid. Tot het bereiken van de grenswaarde wordt voldaan aan de verwachtingen voor de omgevingsbeïnvloeding en wordt voldaan aan het schaderisicoprofiel uit de risicoanalyse.

De meetmomenten die in het monitoringsplan worden vastgelegd dienen eveneens te zijn afgestemd op de risicoanalyse. In de risicoanalyse wordt geanalyseerd welke invloeden op welk moment in het bouwproces tot de ontwikkeling van het schaderisicoprofiel bijdragen. In het monitoringsplan dient vervolgens vastgelegd te worden in welke bouwfasen herhalingsmetingen worden uitgevoerd om de ontwikkeling van de omgevingsbeïnvloeding te kunnen bewaken. Op tijd meten is op tijd weten is daarbij van belang, zodat ook de ontwikkeling van de omgevingsbeïnvloeding door monitoring in beeld wordt gebracht om hiermee tijdig te kunnen anticiperen en (indien nodig) gedurende het bouwproces maatregelen te treffen om het uiteindelijke schaderisicoprofiel te kunnen waarborgen. In het monitoringsplan dienen dan ook (tussen)grenswaarden te worden opgenomen die uit de voorspellingen voor de verschillende bouwfasen worden afgeleid uit de risicoanalyse.

Tevens dient vóór de start van de bouwwerkzaamheden de conditie en de staat van de belendende objecten door middel van bouwkundige opnamen (juridisch) te worden vastgelegd.

Nadere (detail)informatie betreft de inpassing van monitoring in het bouwproces is te vinden in het SBRCURnet rapport ‘Richtlijn meten en monitoren van bouwputten' (C223).

5.5 Derden

Ook derden (zoals bijvoorbeeld kabel en leidingbeheerders) moeten in de openbare ruimte aan het werk. De lokale overheid geeft derden toestemming (vergunning) om deze werkzaamheden te mogen uitvoeren en onderhouden, echter is in deze niet verantwoordelijk voor de uitvoering van het werk en de eventuele schade die daaruit ontstaat. Bij het afgeven van vergunningen kan dit bouwprotocol worden gebruikt om de kaders van risicomanagement aan derden op te leggen.

Het kan eveneens voorkomen dat derden gelijktijdig bouwwerkzaamheden uitvoeren op dezelfde en/of andere projectlocaties en dientengevolge belendende objecten beïnvloeden. Omdat niet met zekerheid gesteld kan worden dat derden eenzelfde zorgvuldige aanpak hanteren, dienen de afzonderlijke bouwwerkzaamheden middels tussentijdse opnamen en metingen zoveel mogelijk van elkaar te worden gescheiden. Dit met het oog op bewijslast bij een eventuele schademelding.

6 Fase 3: Uitvoering

6.1 Algemeen

Dit betreft de fase waarin de risico's gedefinieerd in de voorgaande fasen tijdens de uitvoering worden bewaakt en beheerst. Doel van de monitoring is enerzijds de vastlegging van de invloed tijdens de werkzaamheden ter controle van het uitvoeringsproces en anderzijds als proactief sturingsmiddel om het bouwproces te beheersen. Door vroegtijdig in het bouwproces afwijkingen van de verwachtingen uit het ontwerp te signaleren kunnen tijdig maatregelen getroffen worden om schade in latere fasen te voorkomen. Hierbij geldt het adagium op tijd meten is op tijd weten!

6.2 Alternatieven

In deze fase is de aannemer in beeld. Benadrukt wordt dat het (werk)plan van de aannemer minimaal gelijkwaardig moet zijn aan het bestek, de ontwerpoplossing en uitvoeringsmethode zoals aangehouden in de risicoanalyse en het monitoringsplan (fase 2). De risico's moeten met de aanpak van de aannemer voldoende beheersbaar zijn. Dit is een belangrijke randvoorwaarde. Voor alternatieven die niet gelijkwaardig zijn aan het bestek voert de aannemer in eerste instantie berekeningen uit. Deze dienen vervolgens te worden getoetst door de geotechnisch specialist van de opdrachtgever (opsteller risicoanalyse en monitoringsplan).

In de uitvoeringsfase is het vervolgens van belang dat in de uitvoering een contactpersoon wordt aangewezen (directievoerder) die bewaakt of de uitvoering overeenkomt met de uitgangspunten in de risicoanalyse en het monitoringsplan. Afwijkingen dienen te worden gemeld en vanuit risico oogpunt te worden beoordeeld en akkoord te worden bevonden (idem aan 1^{e} alinea), voordat deze worden uitgevoerd.

6.3 Verantwoordelijkheden

De opdrachtgever is verantwoordelijk voor de monitoring en vastlegging daarvan en geeft een onafhankelijke partij opdracht om de monitoring uit te voeren. De directievoerder stuurt de monitoring aan. De frequente terugkoppeling over de voortgang van de werkzaamheden is belangrijk, zodat de monitoringspartij op tijd, wanneer de volgende bouwfase wordt bereikt, de metingen kan uitvoeren, die conform het monitoringsplan zijn voorgeschreven. De frequentie van informeren en meten is per project verschillend en dient te worden gespecificeerd in het monitoringsplan.

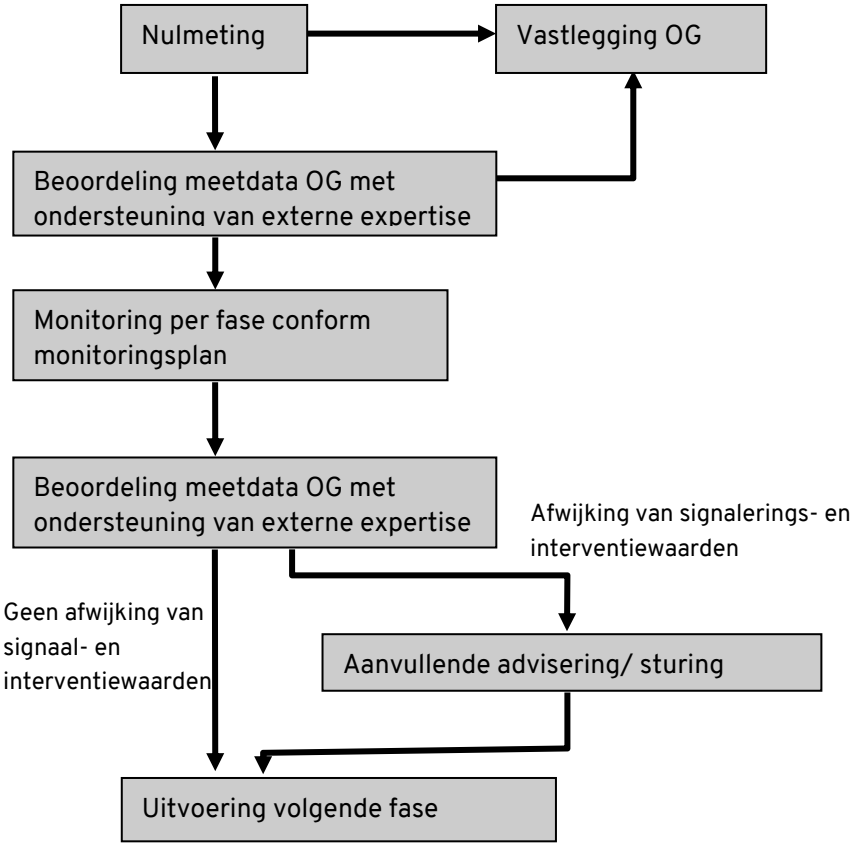
Omdat de aannemer vrijwel continue op het werk aanwezig is, kan de opdrachtgever overwegen de verantwoordelijkheid voor een aantal onderdelen, zoals bijvoorbeeld het (handmatig) inmeten van de peilbuizen en het (ver)plaatsen en onderhouden van de trillingsapparatuur over te dragen aan de aannemer. De invulling hiervan is per project verschillend en dient te worden gespecificeerd in het bestek.

De aannemer is verantwoordelijk voor het tijdig infomeren van de directievoering over de voortgang van het werk, eventuele afwijkingen van de ontwerp- en uitvoeringsmethoden en bij het optreden van overschrijdingen.

6.4 Overleg en communicatie

Voorafgaand aan de uitvoering is het vanuit organisatorisch en technisch oogpunt van belang om een startoverleg (kick-off) voor de monitoring te initiëren, waarbij de aannemer (incl. onderaannemers), de opdrachtgever (projectleider en directievoerder) en de adviseur deelnemen. Hierbij wordt het monitoringsplan toegelicht en de verantwoordelijkheden benoemd en vastgelegd zodat iedereen op het werk zich bewust is van zijn of haar acties en de noodzaak tot correcte uitvoering van het monitoringsplan.

Voor de communicatie en acties rondom de monitoring dient in de uitvoeringsfase door de opdrachtgever een communicatieprotocol te worden opgesteld. Hierin dienen kort de verschillende contactpersonen (aanspreekpunten) te worden opgenomen en worden kort en bondig de communicatielijnen en acties beschreven die van **toepassing zijn bij geconstateerde (plan)afwijkingen in de uitvoering en/of overschrijdingen van de alarm- en grenswaarden. Een voorbeeld van dit protocol** is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 voorbeeld protocol communicatie monitoringswerkzaamheden

6.5 Analyse monitoring

Tijdens de uitvoering is de interpretatie van de meetresultaten (door opsteller risicoanalyse en monitoringsplan) een belangrijke factor om in het geval van een plotselinge (doorgaande) vervormingstoename en of een benadering van de alarm- en grenswaarden snel duidelijkheid te hebben over de oorzaak van mogelijke afwijkingen van de verwachtingen uit de risicoanalyse.

In de interpretatie van de metingen dient ook rekening te worden gehouden met een mogelijk aandeel van achtergrondtrillingen, autonoom zettingsgedrag of bijvoorbeeld seizoensinvloeden in de meetresultaten, zodat de prestatie van het bouwproces niet wordt afgerekend op natuurlijke of externe invloeden die in de metingen inbegrepen kunnen zijn. Bij het bereiken van de alarm- en grenswaarden is het tevens van groot belang om in de interpretatie van de combinatie van de verschillende metingen (peilbuizen, hoogtemeting, trillingen) te beschouwen, zodat helder en snel een uitspraak kan worden gedaan over de maatgevende oorzaak. Een mogelijk noodzakelijke mitigerende maatregel kan pas effectief worden bepaald, als de oorzaak helder is.

Op deze manier wordt de ontwerpkennis uit de risicoanalyse optimaal gebruikt om het bouwproces gedurende de uitvoering door middel van tijdige monitoring en deskundige interpretatie snel en effectief te kunnen bewaken en te kunnen bijsturen indien dit noodzakelijk blijkt uit de metingen.

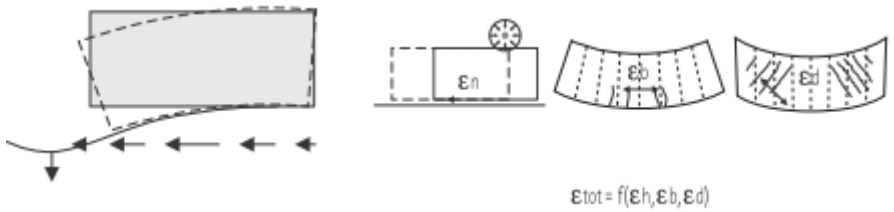
6.6 Schademeldingen

Indien ondanks de zorgvuldige, risico beheersende aanpak alsnog door een eigenaar of beheerder een schadeclaim wordt ingediend, wordt een ontvangstbevestiging met daarbij de procedure voor schadeafhandeling meegestuurd.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Methode der grensrekken

Uitvoering van schadepredicties met behulp van de zogenaamde "Methode der grensrekken" ter bepaling van de mogelijke gebouwschade. Met deze empirisch, analytische rekenmethodiek worden maatgevende rekken in het gebouw ten gevolge van de opgelegde verschil(grond)vervormingen bepaald.



Figuur 3 Opgelegde (grond)vervorming
[bron: COB-rapport F530]

Het gebouw wordt hierbij vereenvoudigd geschematiseerd door een geavanceerd balkmodel (rekening houdend met buig- en afschuifvervormingen). Er is geen rekening gehouden met grond-constructie interactie waardoor de methode wordt geacht een conservatieve bovengrens van te verwachten schade weer te geven. Horizontale en verticale grondvervormingen worden aan het gebouw overgedragen. De berekende rekken worden vervolgens gerelateerd aan empirisch afgeleide observaties tussen rekken en optredende schade. Verschillende mate van scheurvorming zijn met het oog op de mogelijkheid van schadereparatie (scheurreparatie) gerelateerd aan een schadeclassificatiesysteem van het Building Research Establishment (BRE; zie tabel 2). In Tabel 2 is de schadeclassificatie weergegeven die gerelateerd wordt aan de berekende rekniveaus in het pand, die ten gevolge van de opgelegde vervormingen rekenkundig worden veroorzaakt.

Tabel 2 Schadeclassificatie conform BRE

Schadecategorie	Schadeklasse	Grensrekken (%)	Indicatie scheurwijdte (mm)
Esthetische, architectonische schade	*Verwaarloosbaar*	0 – 0,05	< 0,1
	Zeer licht	0,05 – 0,075	0,1 – 1,0
	Licht	0,075 – 0,15	1,0 – 5,0
Functionele Schade	*Matig*	0,15 – 0,3	5,0 - 15,0
	Ernstig	> 0,3	15,0 – 25,0
Constructieve Schade *(Stabiliteits-problemen)*	*Zeer ernstige schade*	> 0,3	> 25,0

Opmerkingen bij tabel:

1. Er bestaat geen eenvoudige relatie tussen functionele en visuele schade
2. De opgegeven scheurwijdte dient alleen als indicator te worden gebruikt, niet als absolute maat voor schade

Esthetische schade (verwaarloosbaar tot licht) wordt in de huidige ontwerppraktijk als bovengrens c.q. acceptabel schade-/risicoprofiel gehanteerd. De matig tot zeer ernstige schades betreffen functionele en constructieve schadeklassen, die in de ontwerppraktijk als onacceptabele schade-/risicoprofielen worden beschouwd.

Droogstand funderingshout

De grondwaterstandsverlaging wordt enerzijds gebruikt voor de voorspelling van de daaruit resulterende zettingen, anderzijds is ook de beoordeling van de kans op houtaantasting van de houten paalfundering een belangrijke risicofactor. Houten funderingen die korte of lange tijd droog staan, kunnen door schimmels en bacteriën worden aangetast. Dit kan zakking en schade aan de funderingsconstructie tot gevolg hebben, waarbij de mate afhankelijk is van:

- Tijdsduur droogstand
- Niveau grondwater
- Bodemopbouw
- Houtsoort- en afmeting
- Type funderingskesp

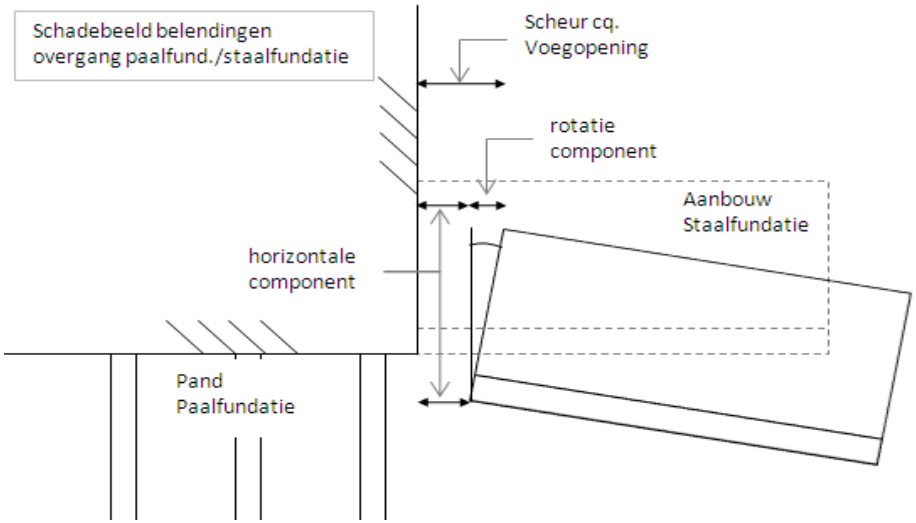
Deze invloed dient te worden getoetst aan de vuistregels conform SBR-publicatie 273.

Schademechanismen overgang paalfundatie/staalfundatie (o.a. pothuizen)

Voor op staal gefundeerde (bij)gebouwen en aanbouwen (o.a. pothuizen) levert de overgang naar een paalfundering door onderlinge verschil in vervormingen verschillende schademechanismen op. Er kunnen rekken ten gevolge van de verschilvervormingen in het op staal gefundeerde gebouwdeel worden veroorzaakt of er kunnen ter plaatse van de aansluiting met het hoofdgebouw (paalfundatie) verschilvervormingen ontstaan die zich in scheurvorming en/of voegopening kunnen manifesteren. De schademechanismen zijn schematisch weergegeven in onderstaand figuur. Deze dienen samen met de absolute verplaatsingen cq. zakkingen in een risicoanalyse en monitoringsplan te worden gespecificeerd.

In overleg met de opdrachtgever dient in de ontwerpfase (fase 2) te worden vastgesteld of de berekende schademechanismen acceptabel zijn of dat het ontwerp en de uitvoeringswijze nader geoptimaliseerd moeten worden om de invloed tot een acceptabel minimum te reduceren.

Figuur 4 Schadebeeld overgang paalfundatie - staalfundatie
[bron: CRUX Engineering]



Bijlage II Vroegtijdige monitoring voor vooronderzoek in fase 1

Monitoring voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden (fase 1) dient voor het vaststellen van de initiële situatie en als uitgangspunt voor het ontwerp.

Hoogtemetingen belendende panden

De beïnvloeding van belendende panden tijdens de uitvoering wordt voor een deel bepaald door de huidige staat en zettingsgevoeligheid van deze panden. Conform dit bouwprotocol dienen voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden reeds hoogtemetingen te worden uitgevoerd om daarmee het autonome zakkingsgedrag en daarmee de zettingsgevoeligheid van belendende panden in beeld te brengen.

Hiervoor moeten meetbouten worden aangebracht aan de onderkant van de buitengevels, hart op hart 6m en minimaal 2 meetbouten per pand. Indien toegankelijk wordt het aanbevolen om ook in de zijgevels meetbouten aan te brengen om verschilzakkingen in beeld te brengen. De hoogte van de meetpunten moet ten opzichte van NAP worden ingemeten met een nauwkeurigheidswaterpassing. De hoogtemetingen dienen zodanig aan meerdere stabiele referentiepunten in de omgeving te worden gerelateerd, zodat de vereiste meetnauwkeurigheid van +/- 0,5mm wordt gewaarborgd.

Grondwaterstandsmetingen

Om de grondwaterstand en seizoenfluctuaties daarvan op de projectlocatie inzichtelijk te maken en het ontwerp en risico's daarop af te kunnen stemmen, dienen voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden peilbuismetingen te worden uitgevoerd. Het aantal peilbuizen is sterk afhankelijk van de aard van het werk en waterhuishouding op en rondom de projectlocatie.

Afhankelijk van de aard van het werk kan het nodig zijn om naast de freatische grondwaterstand ook spanningswater in diepere zandlagen te meten. De noodzaak hiervoor dient per project te worden beoordeeld.

Het monitoringsplan dient voor de risicobeheersing van het uitvoeringsproces en kan afhankelijk van de uitkomst van de risicoanalyse en de randvoorwaarden (gestelde eisen) een of meerdere van onderstaande onderdelen bevatten:

a. Bouwkundige opnamen

Een bouwkundige opnamen dient voor de juridische vastlegging van de huidige conditie en aanwezige gebreken/schade van de belendende objecten. De vastlegging dient in de vorm van een rapport voor aanvang van de werkzaamheden bij een notaris te worden gedeponeerd.

Aan de belendingen (o.a. panden, kunstwerken, wegen, dijken) die binnen het rekenkundige invloedsgebied vallen dient een bouwkundige vooropnamen van het exterieur te worden uitgevoerd. Een aanvullende vooropnamen van het interieur dient te worden overwogen op de locaties met een verhoogd schade-/risicoprofiel (fase 2) of belendingen die in vermeende slechte staat verkeren (fase 1).

De bouwkundige vooropnamen dient op zijn vroegst 3 maanden vóór de start van de werkzaamheden plaats te vinden en op zijn laatst onmiddellijk voor start van de bouwwerkzaamheden.

Indien daar aanleiding toe bestaat kan tevens worden overwogen om een tussen- en of na-opnamen in het monitoringsplan op te nemen (bijvoorbeeld bij overdracht van het werk en verantwoordelijkheden naar een andere uitvoerende partij).

In het monitoringsplan dient te worden opgenomen welke belendende objecten voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden dienen te worden opgenomen (ex- en/of interieur).

b. Verplaatsingsmetingen

Hoogtemetingen

Middels hoogtemetingen kan het zakkingsgedrag van de belendende panden maar ook bijvoorbeeld van kunstwerken, leidingen, wegen, dijken tijdens de bouwwerkzaamheden worden bewaakt en beheerst door de gemeten zakkingen in een aantal karakteristieke bouwfasen te toetsen aan de alarm- en grenswaarden volgend uit de berekeningen (risicoanalyse).

Hiervoor moeten meetpunten worden aangebracht op de belendende objecten die binnen het rekenkundige invloedgebied vallen, e.e.a. afhankelijk van de uitkomst van de risicoanalyse en de randvoorwaarden (gestelde eisen).

De hoogte van de meetpunten moet ten opzichte van NAP worden ingemeten met een nauwkeurigheidswaterpassing. De hoogtemetingen dienen zodanig aan meerdere stabiele referentiepunten in de omgeving te worden gerelateerd, zodat de vereiste meetnauwkeurigheid van +/- 0,5mm wordt gewaarborgd.

Vóór de hoogtemetingen geldt dat in de weken voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden de zogenaamde nulmeting dient te worden uitgevoerd.

In het monitoringsplan dient te worden opgenomen aan welke belendende objecten hoogtemetingen uitgevoerd moeten worden. Verder dient een specificatie te worden opgenomen van de te hanteren meetsystemen, de meetmomenten (karakteristieke bouwfasen) met bijbehorende alarm- en grenswaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten.

Voor het aanbrengen van de voorzieningen op de belendende objecten is op voorhand toestemming nodig van de betreffende beheerders c.q. eigenaar.

De zakking van een grondlichaam of ondergronds object kan op vergelijkbare wijze worden gemeten middels meetspijkers op het maaiveld, grondankers vlak onder maaiveld, zakbakens en / of leidingbakens (die direct op leidingen worden aangebracht).

Xyz-verplaatsingsmetingen

Middels xyz-verplaatsingsmetingen kan naast de zakking ook de horizontale verplaating van belendende objecten in 2 richtingen worden

gemeten. Voor bouwwerkzaamheden waar horizontale verplaatsingen een rol spelen op de beinvloeding c.q. schadebeeld van belendende objecten kan het wenselijk zijn om het verplaatsingsgedrag in een aantal karakteristieke bouwfasen te meten en te toetsen aan de alarm- en grenswaarden volgend uit de berekeningen (risicoanalyse).

Om de verticale en horizontale verplaatsing van de belendende objecten meettechnisch te bewaken, dienen vóór aanvang van de werkzaamheden xyz meetpunten/-prisma's te worden geplaatst op de objecten die binnen het rekenkundige invloedgebied vallen, e.e.a. afhankelijk van de uitkomst van de risicoanalyse en de randvoorwaarden (gestelde eisen).

De inmeting van deze meetpunten moet middels een total-station (of vergelijkbaar systeem) in beeld worden gebracht en voldoen aan de vereiste meetnauwkeurigheid van +/-2mm. Deze methode is in verticale richting minder nauwkeurig dan een nauwkeurigheidswaterpassing en wordt daarom vaak als een secundair meetsysteem toegepast.

Net als bij de hoogtemetingen geldt hier dat in de weken voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden de zogenaamde nulmeting dient te worden uitgevoerd.

In het monitoringsplan dient te worden opgenomen aan welke belendende objecten verplaatsingsmetingen uitgevoerd moeten worden. Verder dient een specificatie te worden opgenomen van de te hanteren meetsystemen, de meetmomenten (karakteristieke bouwfasen) met bijbehorende alarm- en grenswaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten.

Voor het aanbrengen van de voorzieningen op de belendende objecten is op voorhand toestemming nodig van de betreffende beheerders c.q. eigenaar.

<u>Inclinometingen</u>
Inclinometingen, ook wel hellings(hoek)metingen, dienen om het horizontale vervormingsgedrag van wandconstructies en/of grond te meten. Indien wordt gewerkt met een bouwkuip wordt de vervormingsinvloed op de belendende objecten in grote mate bepaald door het vervormingsgedrag van (dam)wandconstuctie en de achterliggende grond.

Omdat de grond de (dam)wand volgt worden inclinometingen veelal uitgevoerd aan de (dam)wand zelf. De inclinometers meten hellingen over meerdere niveaus en daarmee de doorbuiging van een wand. Deze metingen worden uitgevoerd in kokers die voorafgaand aan de installatie van de wand star aan de wand worden bevestigd. De lengte van de inclinometers c.q. kokers dient overeen te komen met de lengte van de wandconstructie.

De metingen dienen door middel van twee-assige manuele inclinometers te worden uitgevoerd. De metingen dienen te worden uitgevoerd op onderlinge afstanden van minimaal 1,0m over de hoogte van de wand.

De bovenkant van de wandconstructie dient ter plaatse van de locaties van de inclinometers met eenzelfde frequentie te worden ingemeten als de inclinometers. Deze meting (in x, y, z - richting) moet plaats vinden ten opzichte van stabiele referentiepunten in de omgeving met een meetnauwkeurigheid van +/-2mm.

Vooraf aan ontgravingswerkzaamheden, dus direct nadat de wand is geplaatst, dient een nulmeting te worden uitgevoerd waarbij de gemeten horizontale kopverplaatsing van de damwand wordt gecombineerd met de inclinometing.

In het monitoringsplan dient te worden opgenomen aan welke wandconstructies inclinometingen uitgevoerd moeten worden. Verder dient een specificatie te worden opgenomen van de te hanteren meetsystemen, de meetmomenten (karakteristieke bouwfasen) met bijbehorende alarm- en grenswaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten.

De horizontale verplaatsing van grond en / of grondconstructies kan op vergelijkbare wijze worden gemeten, alleen dient dan te worden gemeten binnen een flexibele buis welke direct in de grond is aangebracht (middels een (puls)boring).

c. Trillingsmetingen

Tijdens de bouwwerkzaamheden kunnen trillingen in de omgeving ontstaan, die in afhankelijkheid van de funderingswijze en de staat van het belendende object kunnen leiden tot schade aan de desbetreffende constructie.

Om de trillingen ter plaatse van de belendende objecten te bewaken dienen trillingsmetingen te worden uitgevoerd tijdens de trillingsveroorzakende bouwactiviteiten. De noodzaak voor het uitvoeren van trillingsmetingen volgt uit de risicoanalyse.

In het monitoringsplan dient te worden opgenomen aan welke belendingen trillingsmetingen worden uitgevoerd. Verder dient een specificatie te worden opgenomen van de te hanteren meetsystemen, de meetfrequenties, de alarm- en grenswaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten.

De trillingsmetingen dienen te worden uitgevoerd conform de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-A ‘schade aan gebouwen’ en te worden voorzien van een alarm (zwaai)licht en een modemverbinding, waardoor de meetdata snel op afstand kan worden uitgelezen en geëvalueerd.

d. Scheurwijdtemetingen

Indien duidelijke scheurvorming aanwezig is in de constructies, dienen vóór het begin van de bouwwerkzaamheden scheurmeters te worden geplaatst om de mogelijke ontwikkeling van de scheuren te bewaken. Dit geldt met name voor locaties waar vanwege lokale funderings- en of stijfheidsverschillen de kans groot is dat scheuren c.q. voegopeningen ontstaan.

De scheurmeters worden voorafgaand aan de werkzaamheden geplaatst en afgelezen (nulsituatie).

Herhalingsmetingen worden uitgevoerd indien er naar aanleiding van de hoogte- en of verplaatsingsmetingen aanleiding ertoe bestaat. De resultaten van de scheurwijdtemeting dienen in combinatie met de overige metingen te worden beschouwd, om een totaal beeld van de beïnvloeding te verkrijgen.

e. Grondwaterstandsmetingen

Grondwaterstanden in de omgeving kunnen door middels van peilbuismetingen worden gemonitord. De noodzaak voor het uitvoeren peilbuismetingen volgt uit de risicoanalyse.

In het monitoringsplan dient te worden opgenomen op welke locaties peilbuismetingen uitgevoerd moeten worden. Verder dient een specificatie te worden opgenomen van de te hanteren meetsystemen, de meetfrequentie met bijbehorende alarm- en grenswaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten.

Deze metingen worden veelal handmatig op locatie uitgevoerd, maar kunnen afhankelijk van de omvang van het project en /of het risicoprofiel ook middels een automatisch systeem worden geregistreerd.

Lijst met afkortingen

BRE: Building Research Establishment
DC-COB: consortium Delft Cluster - Centrum Ondergronds Bouwen
GeoRM: Geo-risicomanagement
SBR: Stichting Bouwresearch
SBR-A: Stichting Bouwresearch trillingsrichtlijn (A), “Schade aan gebouwen”

Lijst met begrippen

Aerobe aantasting – aantasting van funderingshout onder invloed van zuurstof, gevolg geassocieerd met droogvallen van funderingshout

Alarmwaarde - waarde van een monitoringsparameter die, wanneer deze wordt over- of onderschreden, zou moeten leiden tot nadere analyse naar de oorzaken die van invloed zijn op deze parameter.

Autonome zakkingssnelheid- doorgaande natuurlijke maaivelddaling welke ongeacht de werkzaamheden optreedt.

Bemalingswerkzaamheden – werkzaamheden waarbij het grondwaterpeil actief wordt beheerst ten behoeve van de uitvoering van werkzaamheden.

Boorpalenwand – een in de grond gevormde, kerende wand bestaande uit boorpalen

Bouwkundige opname – fotografische en tekstuele vastlegging van bestaande schades en gebreken aan belendende objecten voorafgaand aan werkzaamheden.

Bovenbelastingen – maatgevende belasting op maaiveld aanwezig op of nabij de te beschouwen constructie

Compenserende maatregelen- te treffen maatregelen om invloed van de mogelijke schadeveroorzakende bron te compenseren.

CUR166 – richtlijn voor damwandconstructies van Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en regelgeving (CUR)

Diepwand – een in de grond gevormde, gewapende betonnen paneelwand

Dragende constructie elementen- alle elementen van een fundering die zorgen voor een overdracht van de belasting uit een constructie op de ondergrond

Engineering judgement – kwalitatieve beoordeling op basis van de ervaringen van de betrokken ingenieur

F3o richtlijn – Richtlijn voor onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen

F530 – richtlijn met aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen in stedelijke omgeving

Freatisch – grondwaterspiegel waarin de druk afhankelijk is van de hoogte van de waterkolom

Fundatiewijze- type fundering waarmee een constructie haar belasting afdraagt naar de ondergrond

Geohydrologisch – onderdeel van de hydrologie waarin specifiek de aspecten over grondwater in de ondergrond wordt behandeld

Geo-risicomanagement – onderdeel van de risicomanagement toegespitst op de geotechnische risico’s in het bouwproces

Geotechnisch – toegepaste wetenschap die zich bezighoud met het bouwen op en in de grond

Grensrekken- Rekken in een gebouw waarbij scheurvorming wordt geïnitieerd

Grenswaarde- waarde van een monitoringparameter die, wanneer deze wordt over- of onderschreden, zou moeten leiden tot het stilleggen van alle activiteiten die invloed uitoefenen op deze parameter en het treffen van maatregelen in het bouwproces.

Grondgesteldheid- samenstelling van de grond in relatie tot de grondsoort, sterkte en stijfheid

Grondspanning – spanning in de ondergrond bestaande uit korrelspanning en waterspanning

In den droge – ontgravingswijze waarbij het aanwezige water is verwijderd zodat de werkzaamheden in een droge situatie kunnen worden uitgevoerd

Initiële zettingsgedrag – zettingen van een fundering voorafgaand aan bouwwerkzaamheden onder invloed van het eigen gewicht van de fundering

Inklinken – verdichten van (zand)lagen

Kerende constructie elementen – constructie elementen bedoeld voor het horizontaal keren van grond

Meettechnisch – techniek van het meten

Methode Hergarden – rekenmethodiek voor de rekenkundige beschouwing naar de verdichting van zandlagen opgenomen in de CUR 166

Methode PREPAL – rekenmethodiek naar de voorspelling van trillingen ten gevolge van het inheien van palen opgesteld door de vereniging van fabrikanten van geprefabriceerde betonnen heilpalen (PREPAL)

Mitigerende maatregel – te treffen maatregelen om verdere ontwikkeling van de mogelijke schadeveroorzakende bron te minimaliseren

Monitoring – het meten van de invloed van bouwwerkzaamheden op belendende objecten

Natuurlijke fluctuaties – natuurlijk voorkomende (seizoenale) veranderingen in bijvoorbeeld de grondwaterstand

Nauwkeurigheidswaterpassing –
nauwkeurige inmeting van de hoogte
gebruik makende van een waterpastoestel

Omgevingsbeïnvloeding – invloed van bouwwerkzaamheden op de (bebouwde) omgeving

PLAXIS – eindige elementen software pakket waarmee de spannings- en vervormingstoestand en de stabiliteit van een grondmassief met een gecompliceerde geometrie beschouwd kan worden.

SBRCURnet C223 - Richtlijn voor het meten en monitoren van bouwputten

Schadepredictie – rekenkundig kwantificering van de schadelijke invloed op belendende panden

Soilmixwand – in de grond gevormde wand waarbij de gebiedseigen grond wordt opgemengd met cement

Sonderingen- methode om de mechanische weerstand van de grond te meten door het wegdrukken van een kegelvorming conus.

Trillings- en vervormingsschade- schade welke direct te relateren is aan de opgetreden trillingen en (grond)vervormingen veroorzaakt door bouwwerkzaamheden

Uittrillen- het door triltechniek verwijderen van damwandplanken uit de grond

Verdichten – verdichten van zandlagen ter verbetering van de pakking

Verlagingscontouren – visuele weergave van de grondwaterstandsverlaging in de omgeving ten gevolge van een bemaling

Verplaatsingsmetingen- metingen van de verplaatsingen in x, y en z-richting

Verticale evenwicht – evenwicht tussen grondlagen in een ontgraving en de onderliggende waterdruk

Voorboren – lokale verlaging van de grondspanning middels het in boren van een avegaar

Xyz-verplaatingsmetingen- zie verplaatsingsmetingen

Zettingen – overkoepelende term voor verticale zakking van de ondergrond of een gebouw.

Zettingslijn- berekend verloop van de zettingen veroorzaakt door bouwwerkzaamheden

GEMEENTE NOORDENVELD