

Bouwprotocol Amsterdam

*Risicomanagement voor bouwen in
grond en grondwater*

Versie 1.0 november 2021

Opgesteld door:

M. Pehlig

E. de Jong

M. Meulblok

J. Nieuwenhuis

Inhoud

1	Inleiding	2
1.1	Achtergrond	2
1.2	Waarom een bouwprotocol Amsterdam	2
1.3	Eigenaarschap, toegankelijkheid en communicatie	4
1.4	Leeswijzer	4
2	Risico van bouwprojecten op belendingen	6
2.1	Falen van bouwprojecten	6
2.2	Objecten in de omgeving	7
2.3	Bouwactiviteiten en impact op de ondergrond	8
2.4	Risico verhogende bouwactiviteiten	10
2.5	Invloed op de omgeving	11
3	Implementatie risico-mijdend bouwen	13
3.1	Uitgangspunten	13
3.2	Projectfasen	14
3.3	Relevante partijen en functies in het project	14
4	Programmering	16
4.1	Onderdelen en activiteiten	16
4.2	Beoordeling schadegevoeligheid objecten	17
5	Ontwerp en uitwerking	19
5.1	Activiteiten risicomanagement	19
5.2	Schadepredicties	20
5.3	Trillingspredicties	21
5.4	Monitoringsplan ontwerp	22
5.5	De uitwerkingsfase	22
6.0	Realisatie en beheer	24
6.1	Activiteiten risicomanagement	24
6.2	Uitvoering monitoring	26
6.3	Beheer en gebruik	27

Lijst van bijlagen

Bijlage I	Context en relevant kader van het Bouwprotocol
Bijlage II	Technische richtlijnen en referenties
Bijlage III	Juridische aspecten
Bijlage IV	Verzekering aspecten
Bijlage V	Schadepredictie methoden
Bijlage VI	Monitoringsplan en technieken

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het nieuwe Bouwprotocol Amsterdam is een leidraad voor risicomanagement bij bouwen in grond en grondwater, voor alle fases in het bouwproces, en voor alle daarin betrokken functies en functionarissen. Doel van het bouwprotocol is schade, en als gevolg daarvan vertraging en hogere kosten, te voorkomen. Goede voorbereiding van projecten en monitoring voor, tijdens en na werkzaamheden zijn daarbij essentieel. In deze 1.0 versie zijn met hulp van experts en collega's nieuwe inzichten en methoden van werken ingebracht.

Bouwprotocollen zijn in Amsterdam geen nieuw fenomeen. Al in 2005 stelde het stadsdeel Centrum een beknopt Protocol Walmuurvernieuwingen op. Twee jaar later waren een aantal schadegevallen aanleiding voor Waternet om een bouwprotocol op te laten stellen. Een herziening volgde eind 2013, in samenwerking met het Stadsdeel Centrum. Dit bouwprotocol werd met name gebruikt bij het vernieuwen van kademuren en het vervangen van riolering door Waternet.

Dit keer komt het initiatief voor een nieuw Bouwprotocol van het Programma Bruggen en Kademuren, voortvloeiend voort uit diens onderzoeken naar de impact van de éigen opgave op grond, grondwater en effect op belendingen. Daaruit volgde al snel het besef dat de conclusies van die onderzoeken - én de weerslag daarvan in een actueel bouwprotocol - ook relevant zijn voor andere werken in de stad. Vanzelfsprekend voor werken van de gemeente en in de toekomst mogelijk ook voor die van marktpartijen, woningcorporaties en particulieren.

1.2 Waarom een bouwprotocol Amsterdam

De gemeente Amsterdam staat voor een enorme bouwopgave. De stad heeft dringend meer woningen nodig; kilometers kade en een groot aantal bruggen worden hersteld of vervangen én de maatschappij vraagt om duurzame oplossingen en maatregelen in het kader van klimaatadaptatie. Veel projecten worden uitgevoerd in grote, meerjarige programma's. Zo wordt in de komende 20 jaar een groot deel van Amsterdamse bruggen en kademuren aangepakt, breidt Havenstad geleidelijk verder uit en wordt IJburg fase 2 gerealiseerd.

In nauwe samenwerking met de nutsbedrijven wordt op grote schaal gewerkt aan de boven- en ondergrondse infrastructuur: straten, stoepen, wegen, tramrails en busbanen, elektriciteits-, gas, warmte- en telecomnetten, waterleidingen en rioleringen. Woningcorporaties, projectontwikkelaars en particulieren bouwen woningen en andere panden. Al deze projecten maken steeds meer aanspraak op de ondergrondse ruimte, ook onder bestaande constructies, zoals bij herstel van funderingen of onderkeldering.

Randvoorwaarde voor de gemeente Amsterdam is dat de stad blijft functioneren. Maar de gemeente wil ook versnellen om achterstanden in te lopen. Beide ambities waarmaken lukt alleen wanneer bouwprojecten geen schade en daarmee vertraging veroorzaken. Doordachte programmering, planning, voorbereiding en

uitvoering in samenwerking met alle belanghebbende partijen kan voorkomen dat projecten elkaar in de weg zitten, of zelfs negatief met elkaar interfereren. Dit draagt ook bij aan de ambitie om de stad leefbaar te houden.

Meningen van experts

Recent liet het Programma Bruggen en Kademuren gerenommeerde geo- en funderingstechnici beoordelen of er bouwmethoden zijn die als risicomijdend kunnen worden beschouwd en die ook daadwerkelijk helpen om (funderingen van) belendingen te ontzien. Daaruit kwam naar voren dat schade aan belendingen inderdaad tot een minimum kan worden beperkt door toepassing van risicomijdende bouwmethoden, mits betrokken partijen bewust omgaan met risico's aangaande grond- en grondwaterproblematiek.

Uiteraard is het belangrijk om informatie te hebben, ook uit satellietdata, van zakkingen en grondwaterstandsveranderingen over een lange periode. Geraadpleegde experts zijn ervan overtuigd dat de monitoring, mits op maat, in de periode van 2 jaar vóór start uitvoering moet worden geïntensiveerd om het gedrag van de belendende objecten goed inzichtelijk te hebben. Ook menen zij dat bij risicomijdend bouwen het niet noodzakelijk is om vooraf funderingsherstel aan belendingen uit te voeren, mits wordt voldaan aan de strengere monitoringseisen en voorziene correctieve maatregelen op orde zijn. De term 'risicomijdend bouwen' is op zich multi-interpretabel, maar krijgt in dit bouwprotocol een eenduidige omschrijving en concrete invulling door bij de realisatie van werken uit te gaan van een werkwijze die is gericht op het voorkomen van trillingen, het voorkomen van deformaties en het ongemoeid laten van de grondwaterstand.

Verzekerbbaarheid

Het goed kunnen verzekeren van werken is een belangrijke drijfveer, ook al in de eerdere protocollen uit 2007 en eind 2013. Verzekeraars staan open voor nieuwe, veilige en risicomijdende bouwmethoden. Maar de werking daarvan moet dan wel in de praktijk worden bewezen. Ook zij verlangen daarom degelijk vooronderzoek en continue monitoring vóór, tijdens en na afronding van het werk.

De scope van het Bouwprotocol

Al deze ontwikkelingen en inzichten maakten het noodzakelijk een nieuw bouwprotocol op te stellen en beschikbaar te maken voor de praktijk van bouwen in grond en grondwater. Maar daar hoort ook een disclaimer bij. Mede omdat de gemeente en ketenpartijen in de bouw sterk inzetten op innovatie zullen er steeds nieuwe inzichten en ontwikkelingen zijn. Zo wordt op dit moment het effect van verschillende bouwmethoden op de grondwaterhuishouding onderzocht. De uitkomsten van dergelijk onderzoek worden met regelmaat in volgende versies van het Bouwprotocol Amsterdam verwerkt.

De opstellers kiezen er bewust voor geen onderscheid in aanpak te maken tussen de verschillende delen van de stad. Het protocol is een richtsnoer dat ons op elke locatie kan helpen de ondergrondse omgeving zorgvuldig in ogenschouw te nemen, ons bewust te maken van risico's en maatregelen, en op basis daarvan de juiste aanpak te kiezen. Ook is er bewust voor gekozen het Bouwprotocol Amsterdam niet als vooral een geotechnisch document te positioneren. Geotechniek vormt een belangrijke basis, maar het protocol is nadrukkelijk

geschreven voor al diegenen die verantwoordelijkheid dragen in projecten.

1.3 Eigenaarschap, toegankelijkheid en communicatie

Doordat technische inzichten en ontwikkelingen elkaar steeds sneller opvolgen en de drukte van boven- en ondergronds bouwen steeds verder toeneemt, is het belang van degelijk eigenaarschap van het nieuwe bouwprotocol zeer groot. De directie Verkeer en Openbare Ruimte, afdeling Stedelijk Beheer van de gemeente Amsterdam heeft voor dat eigenaarschap nadrukkelijk de vinger opgestoken. Dit vloeit logisch voort uit de verantwoordelijkheid als regievoerder en assetmanager voor boven- en ondergrondse gemeentelijke infrastructuur én als eigenaar van het proces van Werken in de Openbare Ruimte (WIOR). Het Ingenieursbureau van de gemeente Amsterdam zal V&OR/SB technisch-inhoudelijk in het eigenaarschap ondersteunen.

Zoals hierboven al aangegeven, is het belangrijk om met regelmaat inhoudelijke updates van het protocol uit te brengen. Daarbij wordt niet alleen aandacht besteed aan bouwtechnische zaken, maar ook aan het draagvlak bij mensen en organisaties: toegankelijkheid van het protocol als handige 'tool', gebruiksgemak in de alledaagse praktijk van het bouwen en de mogelijkheid als gebruiker input te leveren en ervaringen te delen. Dit draagt bij aan succesvolle implementatie. Daarom wordt onderzocht hoe het protocol het best via een digitaal platform beschikbaar kan komen.

1.4 Leeswijzer

Dit Bouwprotocol heeft als doel eraan bij te dragen dat risicomanagement voor bouwen in grond en grondwater wordt toegepast door alle verantwoordelijke partijen, met als resultaat een betere beheersing van tijd en budget en een goede inbedding van de het project en de bouwwerkzaamheden in de omgeving van de bouwlocatie.

Tabel 1.1 geeft op hoofdlijnen een overzicht weer van de onderwerpen die onderdeel zijn van dit risicomanagement en is tevens een leeswijzer voor dit Bouwprotocol.

Tabel 1.1 Leeswijzer werkwijze risicomanagement grond en grondwater

Paragraaf	HFST 2 Risico van bouwprojecten op de omgeving		
	Falen van bouwprojecten	Onderzoekskader	
2.2, 2.3	Objecten en bouwactiviteiten	Object identificatie Impact op grond en grondwater	
2.4	Risicoverhogende bouwactiviteiten	Activiteiten die trillingen en vervormingen in grond en grondwaterstandsveranderingen kunnen veroorzaken	
2.5	Invloed op de omgeving	Indicatie van activiteiten en afstanden waarbinnen impact kan optreden	

Paragraaf	HFST 2 Risico van bouwprojecten op de omgeving		
	HFST 3 Implementatie risicomijdend bouwen		
3.1, 3.2	Uitgangspunten, projectfasen	Terminologie van fasen in het project, overdracht	
3.3	Relevante partijen	Verantwoordelijke partijen en functies in het project	
	HFST 4 Programmering		
4.1, 4.2	Plannen en vaststellen bouwproject, impact op grond en grondwater, objecten	Functie- en prestatie-eisen, impact op ondergrond	
		Risico-verhogende activiteiten	
		Indicatief invloedsgebied	
		Objecten, gebruikers en informatie en data inwinnen, beoordelen schadegevoeligheid	Risicodossier Programmering
	HFST 5 Ontwerp en Uitwerking		
5.1	Ontwerp maken en toetsen aan omgeving	Aanvullende informatie, onderzoek, metingen	Overdracht uit programmering
5.2, 5.3		Nauwkeurige bepaling invloedsgebied en objecten	
		Grenswaarden objecten bepalen	
		Risico's ontwerp en uitvoering toetsen aan grenswaarden	Risicodossier & monitoringsplan
5.3, 5.4		Monitoring en mitigerende maatregelen bepalen	Ontwerp
	HFST 6 Realisatie en Beheer		
6.1	Uitvoeringsontwerp maken, realiseren en overdragen aan beheer en gebruik	Uitvoeringsontwerp en risico's bepalen	Overdracht uit Ontwerp
		Zo nodig aanvullende informatie inwinnen	
		Risico's toetsen aan grenswaarden	
		Mitigerende maatregelen overeenkomen	
6.2		Monitoring, interventie vaststellen	Risicodossier & monitoringsplan Uitvoering
		Toezicht en communicatie vaststellen	
6.3		Bepalen conditie bouw en omgeving bij oplevering	Risicodossier Beheer
		Overdracht naar beheer en gebruik	

2 Risico van bouwprojecten op belendingen

2.1 Falen van bouwprojecten

Binnen een stedelijke omgeving met bebouwing, kabels en leidingen, vitale wegen en bruggen, tunnels of railinfrastructuur, is bouwen vaak complex door:

- beperkte ruimte die beschikbaar is, zowel bovengronds als ondergronds;
- relatief grote kans op overlast voor gebruikers van de openbare ruimte;
- relatief grote kans op schade aan kwetsbare objecten of activiteiten;
- groot aantal belanghebbenden op en in de omgeving van het bouwterrein.

Bouwen in een stedelijke omgeving vereist voldoende tijd, deskundigheid en goede communicatie, met name bij de programmering en de voorbereiding van projecten. Uit ervaring blijkt dat het in die fase herkennen en anticiperen op risico's, falen in latere fasen het meest efficiënt kan voorkomen. Andersom, wanneer risico's te laat worden onderkend, neemt de kans op falen en de grootte van de schade exponentieel toe.

Falen van bouwprojecten leidt tot overschrijding van planning en budget, schadeclaims van betrokkenen en getroffen, schade aan eigen objecten en die van derden, en verlies van imago van betrokken partijen. Uit onderzoek blijkt dat bij circa 50% van de bouwprojecten activiteiten in de ondergrond een belangrijke oorzaak zijn van dit falen. Alle partijen die zijn betrokken bij bouwprojecten in Nederland hebben kaders en instrumenten ontwikkeld – onder meer in het nationaal programma Geo-Impuls (2009-2014) – die bijdragen aan het reduceren van dit falen.

Er is brede overeenstemming dat risicomanagement voor bouwen in grond en grondwater noodzakelijk is. Dit spitst zich toe op 3 pijlers:

1. Contracten
 - transparant identificeren en communiceren van risico's;
 - helder formuleren en overeenkomen van verantwoordelijkheden én aansprakelijkheden tussen betrokken partijen.
2. Mens en omgeving
 - vroegtijdig betrekken en verkennen van de omgeving op mogelijke risico's;
 - betrekken van alle partijen gedurende alle fasen van het bouwproject;
 - tijdig en helder communiceren over afwijkingen, risico's en aanpak.
3. Techniek
 - inzetten van de laatste stand van techniek en toepassen van innovaties die in de praktijk effectief blijken;
 - monitoring van de omgeving voor het minimaliseren van risico's op ongunstige impact van bouwprojecten op de omgeving.

Risicomanagement voor bouwen in grond en grondwater houdt in dat het bouwproject en de omgeving zodanig worden geconditioneerd dat in alle fasen van het project het risico op vervorming van grond en/of verplaatsing van objecten in de omgeving wordt vermeden óf tot een minimum wordt beperkt.

Het vermijden van risico bij bouwen in de ondergrond houdt concreet in:

1. op de locatie van de bouw voorkomen van impact op de ondergrond: verandering van de grondwaterstand, verticale en horizontale deformaties, en trillingen in grond, of tenminste
2. op de locatie van de bouw impact op de ondergrond tot een minimum beperken, zodanig dat buiten de locatie van het project - en binnen de projectomgeving - geen impact van betekenis op de ondergrond optreedt.

NB: Risico's op overlast door (fijn)stof, geluid, geur, blokkade van terrein en toegang en bouw- en sloopveiligheid, etc. vallen buiten het kader van dit protocol.

2.2 Objecten in de omgeving

De impact van bouwprojecten op de ondergrond en de omgeving hangt sterk af van het ontwerp van het te bouwen object, de aard van de bouwactiviteiten, de ondergrond en lokale omstandigheden, alsmede de aanwezigheid van, maar ook de aard en staat van belendende objecten.

Wanneer het risico op impact op de ondergrond wordt vermeden, dan zijn de aard en de staat van de belendende objecten minder maatgevend. Het vermijden van impact op de ondergrond is niet altijd mogelijk. Daarom moet worden vastgelegd welke objecten zich waar in de omgeving bevinden, hoe de constructies van die objecten zijn opgebouwd en in welke mate eisen gelden ten aanzien van de sterkte en stabiliteit van die objecten en in het gebruik daarvan.

Het in kaart brengen van die belendende objecten is vanuit 2 invalshoeken van belang:

1. Objecten in de omgeving kunnen belasting geven op de te ontwerpen constructie. Ook kunnen objecten invloed hebben op het ruimtebeslag, eventueel te verkrijgen vergunningen en toestemmingen.
2. Omgekeerd kan de nieuwe constructie en de realisatie daarvan invloed hebben op de stand-zekerheid van bestaande objecten binnen het invloedsgebied van de nieuwe constructie.

Objecten en activiteiten die in kaart moeten worden gebracht, kunnen heel divers zijn, zoals bijvoorbeeld (en niet beperkt tot):

- woningen en gebouwen, op staal of op palen gefundeerd;
- pothuizen en trapopgangen;
- apparatuur in gebouwen, die kwetsbaar is voor trillingen of vervormingen;
- activiteiten in woningen en gebouwen, die kwetsbaar zijn voor trillingen of vervormingen;
- leidingen en -sleuven voor transport van (riool)water, al dan niet onder druk;
- kabels (elektriciteit, data);
- tunnels, putten en kelders;
- spoor- en trambanen;

- bruggen, keerwanden en funderingen daarvan;
- wegconstructies en funderingen daarvan;
- archeologische objecten;
- verontreinigingen in grond en grondwater;
- waterkeringen, watergangen en oeverbeschermingen;
- drainage en besproeiingsinstallaties;
- bomen en natuur.

2.3 **Bouwactiviteiten en impact op de ondergrond**

Er is sprake van risico's voor de omgeving (paragraaf 2.1), indien bij de ontwikkeling en realisatie van de bouw, activiteiten plaatsvinden die kans geven op impact op de ondergrond: het ontstaan van trillingen, deformaties van grond of wijzigingen van de grondwaterstand - én indien er objecten zijn die daaraan worden blootgesteld.

Deze impact op de ondergrond geeft een verhoging/reductie van de verticale en/of horizontale korrelspanningen, of leidt tot trillingen. Een object in de omgeving dat hieraan wordt blootgesteld, kan daardoor ook een druk of deformatie ondergaan of ook in trilling komen, waardoor additionele spanningen in de constructie van het object kunnen ontstaan. Indien dit object kwetsbaar is, kan in potentie esthetische schade ontstaan, beperkingen in het gebruik optreden, of zelfs de fundering of een ander constructiedeel bezwijken. Ook kan het leiden tot een verminderd incasseringsvermogen van het object, met kans op beperking van de restlevensduur of grotere risico's bij toekomstige bouwactiviteiten binnen het invloedsgebied van het object.

Grondvervormingen of -deformaties kunnen bijvoorbeeld worden veroorzaakt door:

- Deformaties (verdichten) van de grond bij het gebruik van grondverdichtingsmachines, maar ook als gevolg van het trillen of heien van dragende en/of kerende constructie elementen, zoals bijvoorbeeld palen en damwanden. Ook het (ver)leggen van kabels en leidingen, het verwijderen van ondergrondse obstakels en "bouwrijp maken" kan groot effect hebben. Dit is met name relevant bij los en matig gepakte zandlagen in zowel ophogingen als dieper gelegen zandlagen.
- Deformaties (ontspannen) door installatie van in de grond gevormde, dragende en/of kerende constructie elementen, zoals bijvoorbeeld een boorpalen(wand), diepwand of soilmix wand. Ook het zogenoemde 'voorboren' of 'crushen' valt hier onder.
- Vervorming van grond- en waterkerende wandconstructies tijdens een ontgraving. Door de vervorming van een wandconstructie vervormt ook de grond achter de wand (verticaal en horizontaal) en grond in de omgeving.
- Vervormingen als gevolg van het trekken van dragende en/of kerende constructies (palen, wanden, ankers). 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 die elementen. Dit kan grondvervormingen in de omgeving tot gevolg hebben.

- Vervormingen door belastingen of ophogingen op het maaiveld, waardoor de grond onder de ophoging inklinkt of zetting ondergaat. Hierdoor kunnen ook grondlagen - die doorlopen buiten het gebied dat belast wordt - horizontaal en verticaal vervormen.

Trillingen hebben een dynamisch karakter en de impact wordt bepaald door de aard van de trillingsbron, de gebruikte frequentie en de massa en samenstelling van het betreffende object. Afhankelijk van de stijfheid van de grondlagen, dempen trillingen met een bepaalde snelheid uit naar de omgeving. Wanneer een object zich in die zone van trilling bevindt, dan neemt het object de trillingen over. De mate daarvan hangt af van de massa en stijfheid van dat object en de mate van demping. Die trillingen in het object kunnen leiden tot vervormen of bezwijken van materiaal. Trillingen kunnen bijvoorbeeld worden veroorzaakt door:

- heien of intrillen van dragende en/of kerende constructie elementen;
- uit-trillen van dragende en/of kerende constructie elementen;
- (bouw)verkeer dat op een korte afstand van de belendingen passeert;
- sloopwerkzaamheden;
- (graaf)machines en kranen op de bouwplaats;
- trilplaten of andere grondverdichtingsmachines.

Wijziging van de grondwaterstand uit zich bijvoorbeeld in het geval van een lagere grondwaterstand in droogstand van houten constructies, waardoor de degeneratie van het materiaal kan versnellen. Een lagere grondwaterstand resulteert ook in een toename van korrelspanningen in de ondergrond, waardoor zetting van samendrukbare lagen kan ontstaan. Een hogere grondwaterstand is in situaties evenmin gewenst, omdat lagergelegen kelders of putten dan kunnen vollopen met water, vocht of verrotting kan ontstaan, of wegfunderingen kunnen verweken.

- Bemaling heeft invloed op zetting van samendrukbare grondlagen (veen, klei, silt, wadafzettingen).
- Verlaging van het open waterpeil (grachten, sloten, kanalen) heeft effect op de freatische grondwaterstand.
- Retourbemaling resulteert potentieel in een verhoging van de grondwaterstand/stijghoogte in het watervoerende pakket waarin wordt geretourneerd.
- Inbrengen van damwandschermen en/of aanleg van kelders geeft mogelijk een risico op barrièrewerking en op verhoging en verlaging van de grondwaterstand, zowel freatisch als in dieper gelegen watervoerende lagen.

Of aan een belendend object schade ontstaat, hangt af van de fundatiewijze, de constructieve staat (in het geval van een gebouw), de materiaaleigenschappen en eventuele horizontale en verticale deformatie of schade die in het verleden reeds is opgetreden.

2.4 Risico verhogende bouwactiviteiten

De volgende (of soortgelijke) activiteiten – niet beperkt tot onderstaande opsomming – initiëren mogelijke trillingen en vervormingen in de ondergrond en wijzigingen in de grondwaterstand:

Inbrengen van (tijdelijke) constructies:

- damwanden, verankeringen, tijdelijke funderingspalen;
- filters, drainage, putten;
- funderingspalen van hout beton of staal, door heien, trillen, boren – met of zonder grondverwijdering, prefab of in de grond gevormd.

Ontgravingen, binnen het invloedsgebied van een belendend object, voor:

- aanleg van kabels, gas- en waterleidingen, riolering en daarbij benodigde (ondergrondse) behuizingen;
- verwijderen van bestaande objecten in de ondergrond;
- herstel van fundering, kabels, gas- en waterleidingen en riolering;
- (funderings)bouw;
- grond(water) saneringen;
- ontgraaf- of baggerwerkzaamheden aan watergangen.

Tijdelijke of permanente verlaging van de grondwaterstand tot beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):

- bemaling van tijdelijke bouwputten of -sleuven in open ontgraving middels filters of horizontale drainage;
- open bemaling in een ontgraving begrensd door een wand of bekisting, waarbij de grondwaterstand meer dan 0,3 m beneden de GLG wordt verlaagd, of beneden de GLG wordt verlaagd gedurende een periode van meer dan 1 week;
- bemaling van tijdelijke bouwputten in een open ontgraving met een spanningsbemaling in een zijdelings afgesloten watervoerende laag;
- verlagen van het open waterpeil;
- tijdelijke of permanente drainage door pompputten of onder vrij verval;
- spanningsbemaling in zandlagen gelegen op grotere diepte.

Verwijderen van funderingen en objecten uit de grond:

- verwijderen van tijdelijke damwand constructies en eventuele verankeringen door middel van trekken, trillen of spuiten;
- verwijderen van ondergrondse obstakels;
- slopen van bestaande constructies door middel van trillen, trekken, hameren, explosieven of 'crushen' van bouwmaterialen.

Bouwactiviteiten op of boven het maaiveld:

- verdichten van grondslag door middel van trilplaten, statische of dynamische methoden met valgewichten;
- ophogen van het terrein met zand of andere ophoogmaterialen;
- aanbrengen van gewicht of grondverbeteringen door vervangen van grondlagen of granulaire bouwmaterialen;
- bouwverkeer;
- slopen van bovengrondse constructies met behulp van trillingen;
- tijdelijke opstelling van zwaar materieel of bouwmaterialen (kraanopstellingen, opslag, gronddepots).

2.5 Invloed op de omgeving

Het invloedsgebied van een activiteit wordt als volgt gedefinieerd: *de straal van een gebied waarbinnen door een onafhankelijke bouwactiviteit, grondverplaatsingen, trillingen in grond en verandering van grondwaterstanden optreden.*

In onderstaande tabel is een grove indicatie gegeven van het invloedsgebied voor de in paragraf 2.4 genoemde bouwactiviteiten.

NB: Bij de risico-inventarisatie van het ontwerp wordt dit invloedsgebied zo nauwkeurig mogelijk bepaald door middel van berekeningen of gevalideerde ervaringen voor de specifieke bouwlocatie en -activiteiten.

Tabel 2.4: Indicatie invloedsgebied van bouwactiviteiten op de ondergrond

Activiteit	Sub-activiteit	Indicatief invloedsgebied vanaf de rand van activiteit (min-max)	Opmerking
Inbrengen tijdelijke constructies	Damwanden	15 - 50 m	Afhankelijk van diepte, grondslag/-soort, in te brengen energie en werkmethode
	Filters of verticale drainage	10-15 m	
	Drainage, horizontaal	1 - 5 x diepte	
Inbrengen van funderingspalen	Heiend (hout)	10 - 20 m	Afhankelijk van paaltype, diameter, diepte, grondslag/-soort, in te brengen energie en werkmethode
	Heiend (beton, staal)	30 - 50 m	
	Trillend	30 - 50 m	
	Boren met of zonder grondverwijdering	10 m	
Ontgravingen	Open, onder talud	1-2 x diepte	Afhankelijk van grondslag/-soort
	Open, in sleuven	1x diepte	
	In den natte	5-10 x diepte	
Tijdelijke of permanente verlaging grondwaterstand*	Filters of drainage tot circa 6 m diepte	10 - 100 m	Afhankelijk van duur, beoogde verlaging, grondslag/-soort, voedende watergangen
	Begrensd door damwand/bekisting	1 - 20 m	
	Verlagen open waterpeil	1 - 50 m	
	Spanningsbemaling op filters of deepwells op grotere diepte	10 - 500 m	Afhankelijk van duur, beoogde verlaging, grondslag/-soort, voedende watergangen
Verwijderen funderingen en objecten	Verwijderen damwand constructies of verankeringen:	1 x de lengte onderzijde wand; 1,5 x lengte anker	Rekening houden met verhoogd risico bij het trekken van de eerste plank

Activiteit	Sub-activiteit	Indicatief invloedsgebied vanaf de rand van activiteit (min-max)	Opmerking
	trillen, trekken of spuiten		(dubbele slotwrijving), opvullen van het verwijderde ondergrondse volume en inklinking van materiaal
	Slopen bestaande constructies: trillen, hameren, explosie	5 - 20 m	
Bouwactiviteiten op het maaiveld	Verdichten	5 - 10 m diepte (+ 10 m bij diepte verdichting)	Afhankelijk van de grondslag-soort en dichtheid
	Ophogen terrein	2 - 3 x dikte samendrukbare grondlaag	Afhankelijk van de hoogte van de ophoging, materiaal en dikte van samendrukbare grondlagen
	Grondverbetering of vervangen granulaire lagen	2 - 3 x dikte te vervangen lagen	
	Bouwverkeer	10 - 15 m	Afhankelijk van verkeersklasse, frequentie en stijfheid wegconstructie
	Slopen bovengrondse constructie met genereren van trillingen	15 - 50 m	Afhankelijk van diepte, grondslag/- soort, in te brengen energie en werkmethode
	Tijdelijke opslag van materieel of bouwmateriaal, gronddepot	10 - 15 m	Afhankelijk van de belasting van materieel / materiaal, dikte van samen drukkare grondlagen

* de invloed van werkzaamheden op het oppervlaktewater is hier buiten beschouwing gelaten

3 Implementatie risicomijdend bouwen

3.1 Uitgangspunten

Risicomanagement voor bouwen in grond en grondwater is van toepassing op bouwprojecten in de gemeente Amsterdam, waar bouwactiviteiten in grond en grondwater plaatsvinden in de nabijheid van bestaande objecten.

Bouwen in grond en grondwater heeft in potentie schadelijke invloed op belendende objecten en activiteiten, die binnen de invloedsfeer van die bouwactiviteiten vallen. Dit risico is groter wanneer i) de kans op optreden van een ongunstige invloed groot is en ii) de gevolgen voor de objecten in de omgeving groot zijn.

In dit Bouwprotocol is uitgangspunt dat risicomijdend wordt gebouwd, hetgeen impliceert dat bij elk bouwproject de kans op het optreden van een ongunstige invloed wordt vermeden of geminimaliseerd. Dit betekent op hoofdlijnen:

1. Alle bij de bouw betrokken partijen en functionarissen dragen in elke fase van het project actief bij aan het implementeren van alle maatregelen die bijdragen aan het verkleinen van risico's. Het bij elke fase behorende autorisatieniveau (informatieplicht, adviesplicht, verantwoordelijkheid, aansprakelijkheid) is overeengekomen en vastgelegd.
2. Alle activiteiten die impact hebben op grond en grondwater moeten worden beoordeeld op mate van invloed op de omgeving. Indien ongunstig, moeten deze tot een minimum worden beperkt of mitigerende maatregelen worden genomen.
3. De objecten in de omgeving van de bouw, met alle objectkenmerken en eigenaren, moeten in kaart worden gebracht. Ook moet worden vastgesteld welke objecten beïnvloed kunnen worden door activiteiten in grond en grondwater.
4. Een risico-dossier moet worden opgesteld, dat in elke cruciale fase van een project (opnieuw) moet worden beoordeeld, ook door alle actoren in de volgende fase.

NB: Cruciaal hierin zijn de stadia in het project waarin de aansprakelijkheden en/of verantwoordelijkheden van eigenaar veranderen, óf de momenten gedurende de doorlooptijd van het project, waarop nieuwe informatie beschikbaar komt, óf wanneer een nieuwe situatie ontstaat, die invloed heeft op het risicoprofiel van het project.

5. De activiteiten van de bouw én de risico's dienen in een risicodossier te worden gespecificeerd met de bijbehorende maatregelen om de projectlocatie te conditioneren, zodat het project gerealiseerd kan worden. De opdrachtgever is eigenaar van dit risicodossier.
6. De daadwerkelijk opgetreden risico's worden vastgelegd in een dossier (risico-evaluatie). Indien risico's zijn opgetreden dan dient de oorzaak te worden achterhaald en de risicoanalyse te worden beoordeeld.

3.2 Projectfasen

In de bouw en civiele techniek zijn de onderdelen van een project en -fasering niet altijd eenduidig geformuleerd. Het is belangrijk dat alle partijen in een project hetzelfde beeld hebben bij de projectfasen en verantwoordelijkheden die daarbij gelden. In het kader van dit bouwprotocol worden de volgende relevante projectfasen geformuleerd:

Tabel 3.1: 5 Projectfasen en -onderdelen relevant voor risicomanagement

Programmering	Ontwerp	Uitwerking	Realisatie	Beheer
Initiatief	Voor-ontwerp	Bestek	Werk voorbereiding	Overdracht
Project-definitie	Definitief ontwerp	Aanbesteding	Uitvoering	Gebruik
Informatie en planning		Vaststellen alternatieven	Oplevering	Verbetering
		Contractvorming		Ontmanteling

De duur van de verschillende projectfasen verschilt per type project. Het is noodzakelijk om bij de programmering van het project al rekening te houden met de activiteiten (met de bijbehorende planning), die noodzakelijk zijn voor een deugdelijke risicoanalyse in alle projectfasen.

3.3 Relevante partijen en functies in het project

Bij de in tabel 3.1 genoemde projectfasen is het accent, de diepgang en inhoud van risicomanagement verschillend. Tussen de fasen is overdracht van informatie cruciaal. Een risico wordt vergroot, wanneer geen goede overdracht plaatsvindt van informatie, zoals uitgangspunten, risico's, aanpak en wanneer gegevens of informatie ontbreken.

Relevante Partijen in het project zijn:

- (gemeentelijk) opdrachtgever
- ontwerpend ingenieursbureau
- nutsbedrijven, waaronder Waternet (gas, riolering, water, elektriciteit, kabel)
- uitvoerende hoofdaannemer
- uitvoerende onderaannemer
- eigenaren van belendende panden
- Verzekeringsbedrijf Gemeente Amsterdam (VGA)
- Gemeentelijk Vervoer Bedrijf (GVB)
- Gemeente Amsterdam – Verkeer en Openbare Ruimte (V&OR)
- Waternet, namens de Gemeente Amsterdam inzake riolering, drinkwater, hemelwater en grondwater, namens het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht inzake de watervergunning

Partijen kunnen – afhankelijk van de contractvorm – in verschillende verhoudingen tot elkaar staan. Voor het beheersen van risico's zijn minimaal de volgende functies relevant in een project. De benaming van functies in een project hangen sterk af van de interne organisatie van de betrokken partij en het project:

- projectmanager opdrachtgever
- ontwerpmanager ingenieursbureau

- projectmanager opdrachtnemer
- ontwerpmanager opdrachtnemer
- risicomanager opdrachtgever
- risicomanager opdrachtnemer
- geotechnisch adviseur opdrachtgever
- geotechnisch adviseur ontwerpend ingenieursbureau
- geotechnisch adviseur opdrachtnemer
- communicatie- en omgevingsmanager opdrachtgever
- communicatie- en omgevingsmanager opdrachtnemer
- toezichthouder Handhaving Bouw gemeentelijke opdrachtgever

In de programmeringsfase is de invulling van de rol van opdrachtgever bepalend voor het risicomanagement in latere fasen. Door risicomanagement vroegtijdig een prominente plaats te geven is de kans groot dat specifieke risico's in ontwerp, tijdens uitvoering en in relatie tot het beheer, tijdig worden onderkend. Daardoor wordt voorkomen dat risico's over het hoofd worden gezien, met vertraging en hogere kosten tot gevolg in latere fasen.

De opdrachtnemer heeft een bepalende verantwoordelijkheid in de realisatiefase; de opdrachtgever blijft echter eigenaar van het project. Door consultatie van opdrachtnemers in de programmeringsfase en moderne contractvormen is het mogelijk om een opdrachtnemer vroegtijdig – vóór de feitelijke realisatie – te betrekken. Dit verkleint de kans op falen in de realisatiefase.

4 Programmering

4.1 Onderdelen en activiteiten

In de **Programmeringsfase** van het project worden het project en de deelprojecten gedefinieerd met de functie-eisen en gekwantificeerde prestatie-eisen. De locatie staat vast en activiteiten die invloed hebben op de omgeving worden in deze fase bepaald. Bij alle projecten dient kritisch en bewust te worden beschouwd wat het invloedsgebied is van de activiteiten. In beginsel zijn alle objecten binnen dat invloedsgebied relevant voor risicomanagement.

Dit is in feite de inventarisatiefase: alle informatie wordt verzameld over objecten en objecteigenaren, ook ontbrekende informatie en hoe daar in de volgende fase mee wordt omgegaan.

Op het moment dat de programmerings-fase van het project start, dan is het noodzakelijk om informatie te verzamelen die vitaal is voor een goede implementatie van risicomanagement en risicomijdend bouwen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de activiteiten die in deze fase moeten worden uitgevoerd en wie hierin een verantwoordelijkheid heeft.

*Tabel 4.1: Onderdelen voor het opstellen **risico dossier inventarisatie***

Activiteit	Actoren	Relevantie
Bepalen locatie en ondergrondse scope van het project	Opdrachtgever	De locatie en ondergrondse dimensies van het project vormen de basis voor het inschatten van de impact op grond, grondwater en risico's.
Opstellen programma van eisen (functie en prestatie)	Opdrachtgever	De randvoorwaarden voor impact op de omgeving komen voort uit onderdelen van het programma van eisen
Bepalen omgeving die behoort tot projectgebied	Opdrachtgever of gedelegeerd ontwerpend ingenieursbureau	De projectlocatie is de plek die gelijk is aan de contouren van de bouwconstructie en het te bouwen object. De projectomgeving zijn objecten in de omgeving die in potentie merkbare invloed ondervinden van het project
Inventariseren van objecten en eigenaren	Opdrachtgever	Binnen de projectomgeving dienen alle objecten (type, aard) en eigenaren geïnventariseerd te zijn, met een aanspreekpunt voor contact
Opstellen lijst relevante partijen (stakeholders)	Opdrachtgever	Naast eigenaren van objecten dienen andere belanghebbenden, zoals beheerders, te zijn geïnventariseerd
Archiefonderzoek ondergrond	Opdrachtgever	Informatie van beschikbare sonderingen, boringen met locaties, terreinhoogtemetingen, in rapportvorm en digitaal
Archiefonderzoek bestaande bouw- en funderingen	Opdrachtgever	Gegevens van bestaande constructies en funderingen, funderingsonderzoek (CFO), bouwkundige opnamen, alsmede classificatie van kwetsbaarheid

Activiteit	Actoren	Relevantie
Meetgegevens meetbouden	Opdrachtgever	Alle meetgegevens (digitaal) van hoogte meetbouden tot minimaal 2 jaar terug - bij voorkeur een lange tijdreeks - voor aanvang van de projectrealisatie
Meetgegevens Peilbuizen	Waternet	Alle meetgegevens (digitaal) van peilbuiswaarnemingen en open waterpeilen tot minimaal 2 jaar* - en bij voorkeur een lange tijdreeks - voor aanvang projectrealisatie. Indien niet voldoende peilbuizen beschikbaar zijn verzoeken tot meetnetverdichting (iedere 50 – 70 m een peilbuis)
Satelliet data van panden in de omgeving (na toetsing betrouwbaarheid)	Opdrachtgever en/of gedelegeerd ontwerpend ingenieursbureau	Satelliet data - reflectie van radarbeelden op objecten - geven relatieve zakkingssnelheid weer in mm/jaar en daarmee een goede indicatie van achtergrondzakkingen en mogelijk kwetsbare panden (panden die relatief sneller zakken). Benodigde tijdreeks is bij voorkeur 5 jaar, maar minimaal 2 jaar voor aanvang realisatie
Onderzoek leidingbeheerders en nutsvoorzieningen	Opdrachtgever Waternet	Alle informatie over de ligging van ondergrondse infrastructuur, alsmede de staat, eventueel gepland onderhoud of vervanging en randvoorwaarden met betrekking tot sterkte en stabiliteit
Planning en communicatie Programma aan stakeholders	Opdrachtgever	Voortijdig informeren over aanstaande project met globale tijdslijn, globale impact op de omgeving, relevante actoren en geplande inspraak en informatie
Risico-inventarisatie dossier programmering	Opdrachtgever	Alle gegevens die zijn verzameld met: activiteiten die impact hebben op ondergrond, benodigde informatie en evaluatie van ontbrekende gegevens (blinde vlekken) en wijze waarop hiermee wordt omgegaan in het project
Risico-inventarisatie dossier: opstarten aanvullende inwinning gegevens min. 2 jaar voor start bouw	Opdrachtgever	Ontbrekende tijd gerelateerde meetdata van meetbouden, zakkingen, grondwaterstandsmetingen, horizontale deformaties dienen tijdig te worden ingezet om effecten in de realisatiefase te kunnen beoordelen. Nadere inwinning (blinde vlekken) in deze fase worden opgestart en uitgevoerd.

* Waternet streeft naar een minimale meetreeks over periode van 3 jaar voor aanvang bouw

4.2 Beoordeling schadegevoeligheid objecten

Kwaliteitsbeoordeling van panden, objecten en activiteiten in de omgeving (archief en funderingsonderzoek, informatie vanuit beheerders) geeft een indicatie van het mogelijke incasseringsvermogen of de schadegevoeligheid. Het schaderisico tussen objecten zal sterk kunnen verschillen door verschil in constructie, eigenschappen, kwaliteit en aard van de constructie of gevoeligheid van de activiteit.

Een eerste beeld wordt verkregen door het verzamelen, interpreteren en beoordelen van alle relevante gegevens van deze objecten binnen een straal van 30 m vanuit de bouwwerkzaamheden.

De objecten dienen in een overzicht of assetregister te worden opgenomen en te worden beoordeeld voor wat betreft kwetsbaarheid. Informatie van zakkingsnelheid van panden is beschikbaar uit eerdere aanwijzing door gemeentelijke bouwinspecteurs en uit eerder uitgevoerd casco-funderingsonderzoek (CFO). In voorkomende gevallen heeft dat wellicht al tot funderingsrenovatie heeft geleid. De F3o richtlijn "Houten Paalfunderingen onder gebouwen" – 3^e herziene editie, oktober 2016, dient hiervoor als basis.

Tabel 4.2 Beoordeling zakkingsnelheid op basis van F3o richtlijn

Snelheid zakking pand [mm/jaar]	Risico op schade	Gebied met 2 of meer panden in eerste lijn
Tot 0,5	Nihil	Niet kwetsbaar
0,5 tot 2	Klein	Redelijk kwetsbaar
2 tot 3	Matig	Kwetsbaar
3 tot 4	Groot	Zeer kwetsbaar
Meer dan 4	Zeer groot	Uitermate kwetsbaar

Een 'grote' tot 'zeer grote' zakkingsnelheid (>3mm per jaar, zie Tabel 4.2) of waarneembare scheurvormingen en scheefstand kunnen duiden op een slechte fundering en geeft aanleiding voor nader onderzoek. Uitbreiding van de metingen zodat ook de rotatie van panden kan worden vastgesteld, is hierbij een eerste stap waarbij getoetst kan worden aan bijlage B uit NEN 8707.

Wanneer een projectomgeving in de eerste lijn meerdere panden bevat met een risico 'matig', dan is dat aanleiding om de projectomgeving te classificeren als 'kwetsbaar'.

De beoordeling van de projectomgeving dient bij voorkeur minimaal 2 jaar voorafgaand aan de realisatie plaats te vinden. Beoordeling van effecten gebeurt met deformatiemetingen, in combinatie met peilbuiswaarnemingen. Indien onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, dan dient informatie alsnog middels een aanvullende reeks deformatiemetingen te worden ingewonnen. In 'kwetsbare' stedelijke gebieden is het dan nog mogelijk om – indien daar aanleiding toe bestaat – aanvullend onderzoek uit te voeren naar de fundering en het casco van de panden of objecten.

5 Ontwerp en uitwerking

5.1 Activiteiten risicomanagement

In de ontwerpfase worden op het niveau van zowel voor- als definitief ontwerp:

- de impact die het ontwerp en de mogelijke uitvoeringsmethoden hebben op grond en grondwater, kwantitatief bepaald en beoordeeld;
- de mogelijke trillings- en vervormingsschade of wijziging in de grondwaterstand rekenkundig onderbouwd;
- aanbevelingen gedaan over eventueel te treffen ontwerpaanpassingen;
- daarnaast uitvoeringsmethoden beoordeeld op dezelfde effecten, en zo nodig uitgesloten, of er worden beperkingen aangegeven;
- en bovendien voor het definitief ontwerp een monitoringplan opgesteld, waarmee de uitvoering kan worden bewaakt en bijgestuurd.

Bij het ontwerp vindt de feitelijke risicoanalyse plaats op het ontstaan en vermijden van ongunstige effecten op de staat van objecten in de omgeving door bouwactiviteiten in grond en grondwater.

In de ontwerpfase dient een **risicoanalyse-dossier** te worden opgesteld.

Tabel 5.1: Onderdelen voor het opstellen **risicoanalyse-dossier ontwerp**

Activiteit	Actoren	Relevantie
Visuele inspectie bouwlocatie en omgeving - Controle op ontbrekende informatie	Opdrachtgever/ Ontwerpend ingenieursbureau	In de voorlopig-ontwerp fase dient informatie te worden verzameld die het risicoanalyse dossier completeren. Desgewenst wordt aanvullend onderzoek voorgesteld en uitgevoerd.
Aanvullend onderzoek ontbrekende informatie bij gemeente en derden	Opdrachtgever	Dit kan bestaan uit: grondonderzoek, bouwkundige beoordeling, deformatiemetingen, hoogte of lintvoegmetingen, grondwaterstand monitoring.
Bepalen grenswaarden (vervorming van grond, verlaging grondwater, niveaus van trillingen)	Opdrachtgever en gedelegeerd ontwerpend ingenieursbureau	De grenswaarden worden vastgesteld voor objecten binnen het invloedsgebied.
Bepalen van risico van uitvoering van het ontwerp en toetsing aan grenswaarden	Ontwerpend ingenieursbureau	Dit is een vitaal onderdeel van het ontwerp en dient te worden onderbouwd met berekeningen en deskundige beoordeling en toetsing.
Bepalen van nodige mitigerende maatregelen uitvoering	Opdrachtgever en gedelegeerd ontwerpend ingenieursbureau	De uitvoering wordt getoetst op haalbaarheid. Zo nodig dient een specifieke uitvoering of ontwerpwijziging te worden doorgevoerd
Opstellen monitoringsplan en interventie strategie	Ontwerpend ingenieursbureau	Onderdeel van het ontwerp is het opstellen van een risico dossier met een opsomming van risico's, benodigde monitoring en interventie methoden

Activiteit	Actoren	Relevantie
Opleveren risicoanalyse dossier	Opdrachtgever en gedelegeerd ontwerpend ingenieursbureau	Dit risicoanalyse dossier is onderdeel van de uitwerkingsfase (bestek, aanbesteding, contract)

Bij de risicoanalyse van het ontwerp worden de beoogde uitvoeringsactiviteiten beoordeeld voor wat betreft impact op de ondergrond (verplaatsingen, trillingen, grondwaterstandsverlaging).

Het invloedsgebied van de activiteiten (hoofdstuk 2) - dat eerder indicatief was vastgesteld - wordt nu gedetailleerd bepaald. De grens van het invloedsgebied kan worden aangehouden door uit te gaan van de lijn, waarbij de vervormingen van grond zijn berekend op 1 mm. 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 - verwaarloosbaar klein.

Van activiteiten die ongunstige effecten hebben op objecten in dat gebied dient:

1. de activiteit of techniek te worden uitgesloten, óf
2. de techniek van uitvoering te worden aangepast, óf
3. het ontwerp te worden aangepast, óf
4. een nadere analyse van het risico (de kans en de gevolgschade) te worden gemaakt op basis van berekeningen en beoordeling van deskundigen.

In het laatste geval is het aan de opdrachtgever om met de verzekeraar (voor de gemeente Amsterdam VGA) en betrokken eigenaren overeen te komen of en in welke mate dit risico wordt geaccepteerd.

5.2 Schadepredicties

Bij de risicoanalyse worden mogelijke risico's op vervormingen en trillingen rekenkundig voorspeld met behulp van ter beschikking staande voorspellingsmethodieken. Nadere informatie over beheersing van de invloed op de omgeving is te vinden in het DC-COB-rapport 'Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen in stedelijke omgeving' (F530).

De rekenkundig voorspelde grondvervormingen worden vervolgens geprojecteerd op de belendende panden, zodat schadepredictie kan plaatsvinden, rekening houdend met kwaliteit c.q. initiële schadegevoeligheid van de panden. Hiervoor wordt verwezen naar COB-rapport F530 "Aanbevelingen voor het ontwerpen van bouwkuipen in stedelijke omgeving". Voor de meeste projecten wordt maximaal schadecategorie "Esthetisch", schadeklasse "2", (COB F530, Tabel 3.1) als acceptabele grens gehanteerd. Afhankelijk van het type project en het type bouwwerk kunnen de eisen echter ook strenger worden ingevuld.

Met betrekking tot zettingen door grondwaterstandsverlagingen en verschilzakkingen wordt verwezen naar CROW-CUR-publicatie "Bemalen van bouwputten en sleuven", 2020, die mede refereert aan de rekenmethodiek uit de SBR Leidraad 273b, 1998 "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsval op de bebouwing".

Met schade-predicties worden - bij het gegeven ontwerp - de effecten van de uitvoering bepaald, alsmede bouwmethodes en mogelijke correctieve maatregelen, opdat de kans op schade wordt vermeden of tot een minimum beperkt. Het is van groot belang dat eventuele correctieve maatregelen die volgen uit de risicoanalyse worden opgenomen in de contractdocumenten (bestek).

Daarnaast wordt bij het definitieve ontwerp ook een ontwerp gemaakt van de benodigde monitoring om effecten tijdens de realisatie te kunnen volgen en te kunnen ingrijpen. Het monitoringsplan wordt daarom afgestemd op de resultaten van de risicoanalyse en bevat de noodzakelijke metingen die tijdens de uitvoering moeten plaatsvinden.

Omdat voor overige objecten – niet zijnde panden – zoals kunstwerken, kabels en leidingen, wegen en waterkeringen vaak geen eenduidige toetsingscriteria voor schade beschikbaar is, zal in eerste instantie toetsing plaatsvinden op basis van eisen van vervorming en stabiliteit die de beheerder van die objecten opgeeft.

Afhankelijk van de uitkomst van de berekeningen en afspraken met de beheerder(s) kan het nodig zijn om 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 Trillingspredicties

De effecten van trillingen worden bepaald op basis van de rekenmethoden en de grenswaarden conform de SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017 (SBRCUR-net). De praktijk wijst uit dat de kans op schade aanvaardbaar klein is (minder dan 1%), indien de resultaten van de predicties of resultaten van metingen de grenswaarden conform de SBR-A richtlijn niet overschrijden.

Bij de toelaatbare grenswaarden van trillingen uit de SBR-A wordt onderscheid gemaakt in de kwaliteit en het type bebouwing, het type trilling, soort fundering en de frequentie van de trilling. De toetsing aan grenswaarden kan dan ook alleen plaatsvinden indien er informatie is vanuit de visuele inspectie, het archiefonderzoek en/of opgave van beheerders van de belendende objecten.

De voorspelling van het verloop van de trillingen vanuit de trillingsbron naar de omgeving c.q. de belendende objecten kan worden gebaseerd op de methodieken, zoals beschreven in CUR166, Damwandconstructies.

Wanneer palen of wanden worden geschroefd/geboord of statisch gedrukt, is een rekenkundige voorspelling niet mogelijk of zinvol, aangezien deze technieken als "trillingvrij" worden beschouwd. Om die reden is het gebruikelijk om tijdens de installatie van de eerste palen steekproefsgewijs trillingsmetingen uit te voeren aan de gevels van belendende objecten om de effecten te controleren, of om desgewenst correctieve maatregelen in te zetten. Eenzelfde aanpak is aan te houden voor sloopwerkzaamheden en voor bouwverkeer dat op korte afstand van de belendende objecten passeert. Overwogen dient te worden om vooraf initiële verkeerstrillingen middels een nulmeting in beeld te brengen, dit als referentie voor het bepalen van het effect van bouwverkeer.

5.4 Monitoringsplan ontwerp

Monitoring is een cruciaal onderdeel van risicomanagement voor bouwen in grond en grondwater. Monitoring is vereist in de volgende situaties:

1. voor risico's (uit de risicoanalyse) op ongunstige effecten van vervormingen van grond en trillingen binnen het invloedsgebied, met of zonder maatregelen;
2. voor het beheersen van voorziene en onvoorziene effecten (bouwmachines) tijdens de bouw binnen het invloedsgebied van het project;
3. uit oogpunt van aantoonbaarheid bij eventuele aansprakelijkheidsstelling;
4. indien vergunningen worden verleend aan derden en dit volgt uit toestemming of vergunningsvoorwaarden (opleggen van monitoring).

Monitoring is alleen zinvol als instrument voor risicomanagement tijdens de bouw, indien signaal- en interventiewaarden zijn geformuleerd en indien volledige datasets bij interpretatie beschikbaar zijn. Wanneer interventie nodig is, omdat deze waarden zijn overschreden, dan is het noodzakelijk dat ook daadwerkelijk interventiemethoden in het ontwerp zijn opgenomen en tijdens de uitvoering zijn voorzien. Voor nadere informatie omtrent monitoring tijdens het bouwproces wordt verwezen naar SBR-CURnet rapport 'Richtlijn meten en monitoren van bouwputten' (C223), COB T540 'Monitoring in de praktijk' en SBR-CURnet 'Handreiking Observational Method'. Onderdelen van een monitoringsplan en monitoringstechnieken zijn weergegeven in bijlage VI.

Samenvattend zijn minimaal de volgende aspecten deel van het monitoringsplan:

1. De signaal- en interventiewaarden in het monitoringsplan moeten worden afgestemd op de risicoanalyse.
2. De meetmomenten (start, eind en frequentie) en nauwkeurigheid moeten worden afgestemd op de bouwactiviteit en het mechanisme (vervorming, trilling).
3. De wijze van rapporteren (datatype, vorm, frequentie) en aansturing (verantwoordelijkheid) van de monitoring moet worden vastgelegd;
4. De metingen moeten worden gerefereerd aan de situatie vóór de bouw middels 0-metingen en gecorrigeerd voor invloeden zoals temperatuur.
5. Vóór de start van de bouwwerkzaamheden dient conditie en staat van belendende objecten door middel van bouwkundige opnamen te worden vastgelegd.
6. De wijze waarop de monitoringsresultaten worden vastgelegd en gepresenteerd. Bij het interpreteren van de data dient de totale dataset beschikbaar, toegankelijk en leesbaar te zijn.
7. De metingen en opnamen moeten worden uitgevoerd door derden (zijnde 1 onafhankelijke partij, niet zijnde de hoofdaannemer of opdrachtgever) en geïnterpreteerd door een deskundige, met aantoonbare ervaring in het analyseren en beoordelen van metingen bij bouwprojecten.

5.5 De uitwerkingsfase

In de **Uitwerkingsfase** worden ontwerp en monitoringsplan vertaald in een bestek met prestatie-eisen voor de uitvoerende partij. Een controle-slag is noodzakelijk om te borgen dat de uitkomsten van de risicoanalyse ontwerp en het monitoring ontwerpplan op een correcte wijze zijn opgenomen en verwoord in het bestek of het contract. Dit geldt expliciet ook voor eventuele correctieve maatregelen die volgen uit de risicoanalyse ontwerp.

In de aanbestedingsfase – meer concreet in de toelichting, beoordeling van de technische aanbieding en de alternatieven – wordt een toetsing gedaan van de randvoorwaarden van risicomijdend bouwen uit het ontwerp en de in het bestek/het contract opgenomen maatregelen. Bij alternatieven dient de aanbiedende partij de effecten, risico's en mijdende maatregelen te berekenen en te beschrijven.

Bij de uitwerkingsfase worden de uitkomsten van de risicoanalyse en de resultaten uit het risico-dossier ontwerp verwerkt in het bestek/het contract en de bijbehorend contractstukken, worden aanbiedingen getoetst en wordt de risicoanalyse na gunning integraal onderdeel van de realisatie.

De contractvormen zijn RAW-contracten (UAV-contracten) of varianten waarbij de opdrachtnemer wordt betrokken in het ontwerp, of vindt gunning plaats op basis van criteria die worden gewogen in de vorm van een korting op de aanneemsom. Los van de contractvorm is het vroegtijdig betrekken van kennis en ervaring van uitvoerende partijen bij risicomijdend bouwen gunstig voor het risicoprofiel van het project.

In de uitwerkingsfase is het cruciaal dat:

1. de informatie uit de vorige fasen goed wordt overgedragen aan de partijen die verantwoording dragen;
2. ervaringen bij projecten tijdens voorbereiding, ontwerp en realisatie worden verzameld, en zo bijdragen aan voortdurende verbetering van het totale proces van toekomstige projecten;
3. partijen worden uitgedaagd en gestimuleerd om bij te dragen aan risicomijdend bouwen (Standaard RAW-contracten met een EMVI component – Economisch meest voordelige Inschrijving – bieden deze ruimte);
4. risicomijdende oplossingen en uitvoeringsmethoden worden toegelaten, die pas recent in de praktijk zijn geïntroduceerd en zich hebben bewezen.

6.0 Realisatie en beheer

6.1 Activiteiten risicomanagement

In de Realisatiefase is de werkvoorbereiding een belangrijk onderdeel, omdat hierbij het uitvoeringsontwerp en het werkplan van de opdrachtnemer worden vastgesteld. De uitvoeringswijze en de werkmethoden worden beschreven, alsmede de wijze waarop de opdrachtnemer (hoofdaannemer en onderaannemers) omgaan met risico's op het ontstaan van trillingen, deformaties van grond en wijzigingen van het grondwaterniveau.

Alle bouwactiviteiten worden beschreven en getoetst aan de condities die zijn gesteld in het ontwerp en bestek. Er wordt een monitoringsplan uitvoering opgesteld, waarin in detail wordt beschreven wat wordt gemeten en opgenomen en welke maatregelen achter de hand worden gehouden.

Gedurende de werkvoorbereiding stelt de uitvoerende partij een Risicodossier Uitvoering op, met evaluatie en risicomijdende maatregelen. Deze wordt door de directievoering (toezicht) met ondersteuning van een deskundige gecontroleerd. Belangrijk is dat informatie en data die bij de voorbereiding zijn verzameld, beschikbaar zijn tijdens de realisatie.

Eventuele afwijkingen in de praktijk van de uitvoering ten opzichte van het uitvoeringsontwerp en -plan worden door de opdrachtnemer gemeld en beoordeeld. Het kan bijvoorbeeld gaan om het introduceren van mogelijk onvoorziene, nieuwe risico's. Hierbij wordt continu gebruik gemaakt van resultaten van metingen en analyses van de monitoring. De opdrachtnemer hoort ervoor te zorgen dat mitigerende maatregelen zijn uitgewerkt, in de situatie waarbij een interventie waarde wordt bereikt. Maatregelen moeten snel in het werk te mobiliseren zijn, om te voorkomen dat grenswaarden overschrijden.

Bij de oplevering wordt een opname gedaan van de gerealiseerde werkzaamheden en constructies in grond en grondwater, en wordt een eindopname gedaan van de meetwaarden én de bouwkundige staat van objecten in de omgeving.

In deze fase is de opdrachtnemer als verantwoordelijke partij in beeld. Benadrukt wordt dat het (werk)plan van de opdrachtnemer minimaal gelijkwaardig moet zijn aan het bestek en de oplossing uit het ontwerp. De risico's moeten met de aanpak van de opdrachtnemer voldoende beheersbaar zijn. Dit is een belangrijke randvoorwaarde. Voor alternatieven of varianten die niet gelijkwaardig zijn aan het bestek, voert de opdrachtnemer controle berekeningen uit. Deze dienen vervolgens te worden getoetst door de geotechnisch adviseur van de opdrachtgever of de opsteller van de risicoanalyse en het ontwerp monitoringsplan.

Na positieve beoordeling volgt goedkeuring door de opdrachtgever en CAR-verzekeraars via VGA. In de uitvoeringsfase is het van belang dat in de uitvoering een Toezichthouder Bouw en Handhaving wordt aangewezen, die optreedt namens het bevoegd gezag en kan rekenen op voldoende deskundige ondersteuning.

Tabel 6.1: Onderdelen voor het opstellen **risico-dossier Uitvoering**

Activiteit		Actoren	Relevantie
Visuele inspectie bouwlocatie en omgeving - Controle op ontbrekende informatie		Uitvoerende hoofdaannemer, uitvoerend onderaannemer	Het is belangrijk dat de informatie die is verzameld in de programma en ontwerpfase eigenaarschap krijgt van de hoofdaannemer. Desgewenst wordt aanvullend onderzoek voorgesteld en uitgevoerd door de hoofdaannemer.
Aanvullend onderzoek op ontbrekende informatie		Uitvoerend opdrachtnemer	Dit kan bestaan uit: grondonderzoek, bouwkundige beoordeling, hoogte of lintvoegmetingen, grondwaterstand monitoring.
Opstellen uitvoerings-ontwerp en impact op grond en grondwater		Uitvoerend opdrachtnemer	Opdrachtnemer bepaalt de uitvoeringsmethoden en controleert de impact op grondvervormingen, verlaging grondwaterstand, trillingen. Zo nodig worden berekeningen gemaakt en wordt de risicoanalyse uit het risicodossier ontwerp aangepast. Bijvoorbeeld bij wijzigende belastingen bouw(verkeer)
Beoordeling uitvoerings-ontwerp en invloed op de omgeving		Opdrachtgever, gedelegeerd ontwerpend ingenieursbureau en VGA	De opdrachtnemer geeft aan welke varianten en alternatieven in het uitvoeringsontwerp en de uitvoering voorzien zijn. Toetsing vindt plaats door ontwerpend ingenieursbureau en goedkeuring door de opdrachtgever en CAR-verzekeraars via VGA
Monitoringsplan Uitvoering		Uitvoerend opdrachtnemer	De opdrachtnemer stelt een monitoringsplan op, gebaseerd op het monitoringsplan ontwerp. Onderdeel zijn grenswaarden, interventiewaarden en maatregelen. Zie stappenplan bijlage #
Communicatie-protocol uitvoering		Opdrachtgever, opdrachtnemer	Opdrachtgever laat communicatieprotocol opstellen door opdrachtnemer met acceptatie en vrijgave door opdrachtgever
Uitvoering monitoring		Opdrachtgever, Uitvoerend opdrachtnemer, onderaannemer	De monitoring wordt uitgevoerd door een onafhankelijke derde als onderaannemer van de opdrachtnemer. De opdrachtgever ontvangt data gelijktijdig met de opdrachtnemer
Toezicht bouw op risico's		Opdrachtgever, Uitvoerend opdrachtnemer	Toezichthouder Handhaving Bouw van gemeente stuurt monitoring aan en wordt continue op hoogte gehouden van voortgang, afwijkingen en resultaten
Interventie uitvoering		Opdrachtgever, Uitvoerend opdrachtnemer	Bij overschrijden van de grenswaarden in relatie tot 1 van de risico's; Bij een significante wijziging van de uitvoering; Bij een calamiteit
Oplevering		Uitvoerend opdrachtnemer	Oplevering van de monitoring van de uitvoering van het project aan de opdrachtgever

6.2 Uitvoering monitoring

Voor het opstellen van een monitoringsplan zijn in het kader van dit protocol 10 stappen en onderdelen gedefinieerd. Deze stappen met verwijzing naar technische informatie met betrekking tot monitoring zijn gepresenteerd in bijlage VI.

Coördinatie met alle belanghebbenden is cruciaal voor effectief risicomanagement:

- Voorafgaand aan de uitvoering heeft de aannemer de verantwoordelijkheid om een startoverleg (kick-off) voor monitoring te houden, waarbij de opdrachtnemer (incl. onderaannemers), de opdrachtgever (directievoering-toezicht, gedelegeerd ontwerpend ingenieurbureau) deelnemen.
- Belangrijke functies die inbreng hebben zijn: ontwerpmanager, communicatiemanager, risicomanager, geotechnisch adviseur, toezichthouder handhaving bouw.
- Het monitoringsplan vanuit het ontwerp + uitvoering worden doorgenomen, zodat iedereen op het werk zich bewust is van verantwoordelijkheid voor een correcte uitvoering van het monitoringsplan, en data beschikbaar en toegankelijk is voor verantwoordelijke functionarissen.
- De opdrachtgever stelt een communicatieprotocol op, waarin communicatie en acties rondom de monitoring zijn vastgesteld en de verschillende contactpersonen (aanspreekpunten) zijn vermeld. De communicatie-stappen zijn beschreven, die gelden bij (plan)afwijkingen in de uitvoering en/of overschrijdingen van de signaal- en interventiewaarden.

Interpretatie van de meetresultaten (door een deskundige van de aannemer en de opsteller van de risicoanalyse ontwerp) is belangrijk om snel te kunnen beoordelen wat de gevolgen zijn, indien signaal- en interventiewaarden uit de risicoanalyse worden benaderd. Hierbij moet het aandeel van achtergrondtrillingen, autonoom zettingsgedrag of bijvoorbeeld seizoensinvloeden in de meetresultaten worden meegenomen, zodat de prestatie van het bouwproces niet wordt afgerekend op natuurlijke of externe invloeden (verstoring van instrumenten) op de metingen. Bij het bereiken van de signaal- en interventiewaarden is het tevens van groot belang om helder en snel een uitspraak te hebben over de maatgevende oorzaak, zodat een mitigerende maatregel ook daadwerkelijk en effectief wordt ingezet.

Op deze manier wordt de ontwerp-kennis 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.

Indien, ondanks de zorgvuldige, risico beheersende aanpak alsnog door een eigenaar of beheerder, een schadeclaim wordt ingediend, dan dient vooraf een heldere procedure voorhanden te zijn voor melding en afwikkeling, die is overeengekomen tussen de opdrachtgever, opdrachtnemer en VGA.

6.3 Beheer en gebruik

In de fase van beheer wordt het gerealiseerde bouwproject overdragen en door de opdrachtgever of gebruiker in gebruik genomen.

Het Risicodossier Gebruik en Beheer omschrijft de actuele staat van het gerealiseerde project, de omgeving en mogelijke impact van de gebruiksfase op de omgeving door grondverplaatsingen, trillingen of wijzingen in de grondwaterstand.

Dit risicodossier dient te worden gebaseerd op gebruikaspecten die in het Ontwerp zijn beoordeeld en geëvalueerd. Dit dient te worden aangevuld met informatie die is verkregen in de Realisatiefase, waaronder de monitoringsdata. Eventuele beperkingen in gebruik van het gerealiseerde object – in relatie tot impact op grond en grondwater – dienen expliciet te worden gemaakt en te worden overeengekomen met de gebruiker.

De assetmanager van de eigenaar van het project is verantwoordelijk voor het handhaven van het object en beheersing van eventuele risico's tijdens het gebruik en beheer. Tijdens het gebruik kunnen wijzigingen aan de constructie of de situatie ontstaan door:

- verbouwingen;
- versterkingen door wijzigende belastingen;
- onderhoudswerkzaamheden die worden verricht aan het object;
- toekomstige sloopactiviteiten en ontmanteling.

Indien dit plaatsvindt, dan dienen risico's op invloed op grond en grondwater opnieuw te worden geïnventariseerd, geanalyseerd en geëvalueerd overeenkomstig de criteria die gelden voor Ontwerp en Realisatie.

Bijlage I CONTEXT EN RELEVANT KADER VAN HET BOUWPROTOCOL

Het door onder meer geotechnische inzichten gedreven Bouwprotocol Amsterdam kan worden geplaatst in de context van andere, voor de Amsterdamse bouwopgave, relevante documenten:

1. Landelijke Richtlijn Bouw- en Sloopveiligheid

Vergunningen, Toezicht & Handhaving (VTH) van de gemeente Amsterdam werkte in 2018 mee aan de totstandkoming van deze landelijke richtlijn. De richtlijn is als algemeen bindend aangewezen door het Bouwbesluit, en heeft daarmee feitelijk een wettelijke basis gekregen. In deze richtlijn ligt de focus op het 'vooraf inzichtelijk maken of een beoogd initiatief veilig en verantwoord wordt gerealiseerd in zijn relatie tot de directe omgeving en de openbare ruimte'. Daarbij gaat het om veiligheid van bouwwerken in de brede zin.

2. Beleidsregels onderzoek en handhaving van de voorschriften over bestaande funderingen

Deze beleidsregels zijn opgesteld door de Omgevingsdienst Noordzeekanaal-gebied. Het beleid is in november 2021 door het College van B&W vastgesteld. Ze beogen nadrukkelijk een handhavingsskader te bieden met betrekking tot bestaande funderingen.

3. Omgevingswet

Het Bouwprotocol zal in de nabije toekomst moeten worden getoetst aan de nieuwe Omgevingswet. De Omgevingswet bundelt en moderniseert het wettelijk kader voor de leefomgeving op onder meer bouwen, milieu, water, ruimtelijke ordening en natuur. Ook beoogt de nieuwe wet samenhang in de aanpak van de leefomgeving, ruimte voor lokaal maatwerk, betere en snellere besluitvorming en een grotere mate van participatie.

4. Wet kwaliteitsborging voor het bouwen

Deze wet gaat naar verwachting vanaf 1 juli 2022 in en geldt voor eenvoudige bouwwerken, zoals eengezinswoningen en kleinere bedrijfspanden, maar ook bruggen voor langzaam verkeer. Vanaf 2025 volgen andere typen of klassen van bouwwerken. De wet beoogt actiever en stringenter bouwtoezicht en een betere aansprakelijkheidsregeling. De Wet Kwaliteitsborging heeft een sterke relatie met het Bouwprotocol.

5. Handboek Binnenstedelijk Kademuren

Anders dan bovengenoemde richtlijnen en wetgeving is het Bouwprotocol Amsterdam – als richtlijn en stappenplan voor risicomanagement van bouwprojecten in grond en grondwater – vooral een inhoudelijk kader waaraan betrokken partijen zich aan horen te conformeren. Relevant voor het Bouwprotocol is eveneens het Handboek Binnenstedelijke Kademuren, opgesteld onder regie van Kennisplatform CROW¹ door deelnemers aan het platform Binnenstedelijke Kademuren. Het Ingenieursbureau Amsterdam levert hieraan

¹ Kennisplatform CROW is in 1987 opgericht door overheden en marktpartijen in de wegenbouw, verkeerstechniek en inrichting van de openbare ruimte. Doel van het platform is om door standaardisatie kosten te besparen en niet iedere keer opnieuw het wiel uit te vinden.

een inhoudelijke bijdrage, specifiek aan de update van het hoofdstuk 'Schadevrij bouwen'. Het Handboek richt zich specifiek op kademuren, daarnaast vindt binnen CROW afstemming plaats met het platform Bruggen.

6. Werken In de Openbare Ruimte – Wior-proces

Wie in de gemeentelijke openbare ruimte van Amsterdam wil werken heeft een vergunning nodig. Het nieuwe WIOR-proces zorgt dat het aanvragen, beoordelen en verlenen van die vergunning in 1 applicatie wordt geregeld. De nieuwe werkwijze maakt het eenvoudiger om werkzaamheden te plannen en te combineren, zodat effect op de omgeving wordt beperkt.

Bijlage II Technische richtlijnen en referenties

- De F3o richtlijn "Houten Paalfunderingen onder gebouwen" – 3^e herziene editie, oktober 2016.
- NEN 8707+C1 (juli 2020): Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur – Geotechnische constructies.
- DC-COB rapport - Aanbevelingen voor het ontwerp van bouwkuipen in stedelijke omgeving (F530).
- 'Building response due to ground movements – methode der grensrekken' (2009 TU Delft, promotieonderzoek H.D. Netzel).
- "Productspecificatie deformatiemeting objecten", versie 2.1 d.d. 7 mei 2020, Gemeente Amsterdam, Verkeer en Openbare Ruimte (V&OR).
- SBR Trillingsrichtlijn A - schade aan bouwwerken: 2017.
- SBR Leidraad 273 - Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing
- CROW-CUR Handboek 4 - Bemalen van bouwputten en sleuven, 2020
- CUR166, Damwandconstructies.
- SBRCURnet Praktijkrichtlijn - Omgevingsbeïnvloeding inbrengen en trekken van damwanden.
- SBRCURnet rapport - Richtlijn meten en monitoren van bouwputten (C223).
- COB rapport – Monitoring in de praktijk (T540), juni 2016.
- SBRCURnet – Handreiking Observational Method, april 2015.

Bijlage III Juridische aspecten

In diverse regelingen wordt geëist onderzoek te verrichten naar de eventuele schadelijke gevolgen van het plannen, voorbereiden en uitvoeren van bouwprojecten. Van de opdrachtgever is vereist dat informatie wordt ingewonnen die voldoet aan de bouwregelgeving van de overheid en bevoegd gezag. Van de aannemer is vereist dat zorgvuldigheid en maatregelen in acht worden genomen, waar het onderzoek betreft naar de effecten van voorgenomen bouwactiviteiten op de directe omgeving.

Wanneer er risico is op schade en dit niet aanvaardbaar klein is, dan moet geanalyseerd en met onderbouwing aangegeven worden op welke manier negatieve effecten kunnen worden gecompenseerd. Dit is een werkwijze die vraagt om inbreng van alle relevante partijen in het bouwproces, in alle bouwfasen. In dit protocol omschreven is dit als 'risicomijdend bouwen'. Risico's moeten vooraf worden onderkend om schade te voorkomen. Het optreden van schade die is veroorzaakt dient immers te worden vergoed.

Indien er tijdens de uitvoering van het bouwproject schade aan belendende objecten wordt geclaimd, dan is het niet altijd eenvoudig om vast te stellen wat de schade is en of er sprake is van een causaal verband met de bouwwerkzaamheden. Het staat niet altijd eenduidig vast of schade al voor de start van de bouwwerkzaamheden aanwezig was. Vanuit dat oogpunt en wanneer er sprake is van impact van bouwactiviteiten op grond en grondwater, dan is het nodig om vooraf een professionele bouwkundige opname te doen van de panden, die zich in het invloedsgebied bevinden. Hiermee kunnen eventuele onterechte claims worden afgewezen, anderzijds kan de omvang van de schade beter worden bepaald.

Wanneer onenigheid bestaat tussen belanghebbende partijen (bijvoorbeeld tussen de schadelijdende partij en CAR-verzekeraars) dan is het mogelijk dat een juridische procedure wordt gestart via de rechtbank. De vorderingen bij schade bestaan uit kosten voor herstel c.q. reparatie van de schade, maar ook waardevermindering van het pand kan worden geclaimd of mogelijke gevolgen van de schade (hetgeen overigens niet altijd gedekt is op de CAR-verzekering).

In de praktijk is gebleken dat bij een juridisch uitsluitsel de zorgvuldigheid van partijen wordt meegewogen, maar ook de inspanningen en mogelijkheden die partijen hebben ingezet om tijdens de uitvoering van het werk schade te vermijden. Een onderdeel hiervan is dat onderzoek is verricht om informatie en data in te winnen, beoordelingen zijn gemaakt van risico's en welke maatregelen zij hebben ingezet om die aanvaardbaar klein te houden. De rechter hanteert meestal het principe van de omgekeerde bewijslast; indien de schadelijdende partij het causale verband tussen de bouwwerkzaamheden en de schade aannemelijk heeft gemaakt, moet de vergunninghouder van het project bewijzen dat schade niet is veroorzaakt door de bouwwerkzaamheden. Indien de vergunninghouder niet voldoet aan de onderzoekplicht naar de risico's op mogelijke schade, dan kan dit als nalatigheid worden beoordeeld. Het volgen van dit Bouwprotocol Amsterdam, het vastleggen van risico's en bijhouden van een risicodossier is daarbij van vitaal belang.

Wanneer schade aan de omgeving ontstaat, dan is het bij aansprakelijkheidskwesties van belang te weten wie daarvoor in beginsel aansprakelijk is. Een opdrachtgever geeft een opdracht om een werk uit te voeren en is vaak verantwoordelijk, wanneer het gaat om de programmering, het geven van aanwijzingen, informatie en het ontwerp. De bouwer is verantwoordelijk voor de bouwactiviteiten en in beginsel aansprakelijk voor de directe schade die daarbij ontstaat, zoals scheurvorming in aangrenzende panden. Vaak wordt de opdrachtgever - naast de aannemer - ook (hoofdelijk) aansprakelijk gesteld. De teksten uit het Burgerlijk Wetboek zijn cruciaal in deze kwestie:

Artikel 6:162 BW

Dit betekent, dat als een aannemer bij het uitvoeren van werkzaamheden schade aan een ander toebrengt, hij op grond van dit artikel 6:162 BW verplicht kan zijn deze schade te vergoeden. Dit artikel is van toepassing als de aannemer een onrechtmatige daad jegens de benadeelde heeft begaan.

Artikel 6:171 BW

Naast deze aansprakelijkheid van de aannemer jegens de benadeelde staat de aansprakelijkheid van degene die de aannemer de opdracht tot het uitvoeren van de werkzaamheden heeft gegeven, dus de opdrachtgever. Die aansprakelijkheid is gebaseerd op een ander artikel uit het Burgerlijk Wetboek, namelijk op artikel 6:171 BW.

De benadeelde kan dus in beginsel zowel de aannemer als de opdrachtgever voor de schade aanspreken. Maar er is wel een voorwaarde voor hoofdelijke aansprakelijkheid: de onrechtmatige daad moet zijn begaan bij het uitvoeren van uitbestede werkzaamheden ter uitoefening van het bedrijf van de opdrachtgever.

Maar in het geval van de gemeente is er geen sprake van een gewoon bedrijf, tenminste als het gaat om het uitvoeren van typische overheidstaken zoals de aanleg van wegen, plantsoenen en riolering. Artikel 6:171 BW is dan niet op de gemeentelijke opdrachtgever van toepassing en de gemeente kan ook niet aansprakelijk zijn naast de aannemer. Soms is de overheid wel degelijk te beschouwen als een bedrijf, bijvoorbeeld bij het Havenbedrijf en het Openbaar Vervoerbedrijf of als de gemeente een nutsbedrijf heeft en er uit hoofde van de exploitatie van dat bedrijf een aannemer werkzaamheden gaat uitvoeren.

Kortom, op basis van artikel 6:171 BW zal de gemeente zelden aansprakelijk zijn voor fouten van de aannemer. Dat neemt overigens niet weg dat de gemeente wel uit anderen hoofde aansprakelijk kan zijn, veelal gebaseerd op artikel 6:162 BW. Het gaat dan om fouten van de opdrachtgever zelf, fouten die hem dus rechtstreeks zijn aan te rekenen, zoals verkeerde aanwijzingen geven of een ontwerp leveren met fouten. Maar zelfs in die gevallen gaat de aannemer lang niet altijd vrijuit; hij heeft immers altijd de plicht om vanuit zijn eigen deskundigheid de gemeente voor fouten te waarschuwen.

Zorgplicht van de gemeente en bescherming van de burger voor schade

Ondanks dat de gemeente als opdrachtgever dus zelden juridisch aansprakelijk is, zal de gemeente toch vaak als eerste door de burger worden aangesproken, omdat de gemeente wordt gezien als partij die weet wat er in de openbare ruimte gebeurt en de burger nu eenmaal het gevoel heeft dat bij de gemeente een betere afloop is te verwachten. De Gemeente heeft gemeentelijke verordeningen die de burger

beschermen, informatie verschaffen en inspraak faciliteert. De gemeentelijke zorgplicht is om condities te creëren die risico's mijdend bouwen mogelijk maken, onder meer door het bouwprotocol zelf te hanteren, dwingend aan een aannemer voor te schrijven én aantoonbaar toe te passen in het volledige bouwproces.

Bijlage IV Verzekering aspecten

Belangrijk is dat alleen onvoorzienbare schade verzekerd is; voorzienbare schade is dus niet verzekerd.

Van voorzienbare schade is sprake, als op basis van onderzoek (dit is de risicoanalyse) voorspeld kan worden, dat schade zal optreden ten gevolge van de geplande bouwwerkzaamheden. Van onvoorzienbare schade is sprake, indien achteraf blijkt dat er schade is opgetreden, terwijl uit de voorspelling in het onderzoek geen of een bepaalde mate van schade werd verwacht. Dan zal de verzekeraar overigens deze beperkte schade uitsluiten of de dekking beperken door bijvoorbeeld verhoging van het eigen risico.

Een gedegen onderzoek, een risicoanalyse, treffen van voorzieningen tijdens de bouw en de vastlegging van de effecten van de bouw middels monitoring is vaak een vereiste van de verzekeraars. Een risico-evaluatie, in het geval een risico optreedt, hoort hier ook bij.

Aansprakelijkheidsverzekering

Allereerst is het belangrijk om vast te stellen: wat is de juridische positie van de opdrachtgever. Gelet op het bovenstaande zal de opdrachtgever lang niet altijd aansprakelijk kunnen zijn. Elke opdrachtnemer heeft zelf een AVB (Aansprakelijkheidsverzekering Bedrijven), dus is het aansprakelijkheidsrisico van een werk al verzekerd. Het is mogelijk de opdrachtgever simpelweg mee laten verzekeren op de polis van de opdrachtnemer; dit moet geregeld worden via het bestek. Overigens is dit heel gebruikelijk. Ook in de UAV 1989 staat dat de opdrachtnemer de gebruikelijke verzekeringen sluit 'waarin de opdrachtgever en directie als medeverzekerden zijn opgenomen'.

De Aansprakelijkheidsverzekering van de opdrachtgever heeft bij bouwactiviteiten vaak een zeer beperkte dekking. Bovendien zijn de projecten verzekerd tot een beperkte aanneemsom, mits dit geen hei- of bemalingswerkzaamheden en dergelijke betreft. Het merendeel van de projecten komt al gauw boven dit grensbedrag uit en valt dus niet onder de AVG.

Construction All Risks (CAR)- verzekering

Voor zowel de opdrachtnemer als de opdrachtgever is het mogelijk een CAR-verzekering te sluiten. De CAR-verzekering is helemaal gericht op bouwrisico's. De CAR-verzekering geeft dekking aan diverse onderdelen zoals het bouwproject, de bestaande eigendommen van de opdrachtgever, maar ook Sectie II, zijnde de Aansprakelijkheid.

Voor de opdrachtgever zijn er veel voordelen te bedenken, waarom het goed is om zelf een CAR-verzekering te sluiten. In het kader van dit bouwprotocol zijn de de meest belangrijke:

- De opdrachtgever wordt vaak door derden als eerste aansprakelijk gesteld. Op grond van wettelijke bepalingen is het soms niet zonder meer mogelijk om de verantwoordelijkheid of de aansprakelijkheid af te wenden op de opdrachtnemer, ook al heeft deze de schade veroorzaakt.

- Het kan bovendien niet wenselijk zijn dat de opdrachtgever afhankelijk wordt van de medewerking van de opdrachtnemer en diens verzekeraars. Dit klemmt temeer als het imago van de gemeente in het geding is.
- De opdrachtgever als verzekeringnemer heeft meer invloed op en bemoeienis met de schadeafwikkeling dan wanneer de aansprakelijkheid via een andere polis is geregeld.
- Voorts leert de ervaring dat, wanneer de opdrachtgever de CAR- verzekering heeft afgesloten, in geval van faillissement van de opdrachtnemer de schade-uitkeringen ten goede komen aan de opdrachtgever en niet in de failliete boedel van de opdrachtnemer verdwijnen.
- De opdrachtgever heeft in het algemeen het beste overzicht over het werk, de betrokkenen bij de bouw en de contractuele relaties tussen de betrokkenen, zeker wanneer er met meerdere opdrachtnemers wordt gewerkt in de omgeving rondom het bouwproject.
- De opdrachtgever sluit de verzekering voor het bedrag van de totale aanneemsom van alle betrokkenen en heeft directe controle op de omvang en kwaliteit van de dekking. Zo wordt voorkomen dat er gaten vallen in de dekking, wat wel het geval kan zijn als de opdrachtnemers ieder hun eigen verzekering afsluiten.
- De bijzondere voorwaarden die van toepassing zijn op de verzekering kan de opdrachtgever zelf overeenkomen met verzekeraars. De opdrachtgever is hierbij niet afhankelijk van de opdrachtnemer.

Bijlage V Schadepredictie methoden

Uitvoering van schade-predicties kan plaatsvinden 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.

Het gebouw wordt hierbij vereenvoudigd geschematiseerd door een geavanceerd balkmodel (rekening houdend met buig- en afschuifvervormingen). Er is geen rekening gehouden interactie tussen grond en constructie, waardoor de uitkomst van de methode wordt geacht een conservatieve bovengrens van te verwachten schade.

De berekende rekken worden vervolgens gerelateerd aan empirisch, op observaties gebaseerde rekken en optredende schade. Verschillende mate van scheurvorming gerelateerd aan een schadeclassificatiesysteem van het Building Research Establishment (BRE; zie tabel 1).

Tabel IV.1: 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 (Stabiliteitsproblemen)	Zeer ernstige schade	> 0,3	> 25,0

Lichte tot verwaarloosbare esthetische schade wordt in de ontwerppraktijk als bovengrens c.q. acceptabel aangehouden. De matig tot zeer ernstige schades geven functionele en constructieve schade, die in de ontwerppraktijk als onacceptabele worden beschouwd.

Omdat 'de methode der grensrekken' geen rekening houdt met absolute gebouwszakking c.q. starre rotatie (dus zonder buiging) en heterogeniteit van de ondergrond wordt verwezen naar SBR-publicatie 273 "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstanddaling op de bebouwing".

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:

- de tijdsduur van de droogstand;
- het grondwaterniveau en bodemopbouw;
- het type fundering, houtsoort en afmetingen.

Deze invloed dient te worden getoetst aan de vuistregels conform SBR-publicatie 273. Voor op staal gefundeerde (bij)gebouwen en aanbouwen (o.a. pothuizen) levert de overgang naar een paalfundering vaak een schadebeeld op. Verschilvormingen tussen de bouwonderdelen leveren rekken op in het op staal gefundeerde gebouwdeel of in de aansluiting met het hoofdgebouw (paalfundatie). Hierdoor ontstaat scheurvorming en/of opening van de voeg tussen de bouwonderdelen.

In overleg met de opdrachtgever en VGA Verzekeringen dient in de ontwerpfase 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.

Bijlage VI Monitoringsplan en technieken

Monitoringsplan

Voor informatie met betrekking tot inbedding van monitoring in aanbesteding en contract, maar ook voor meer specifieke richtlijnen ten aanzien van meten en monitoren van bouwactiviteiten wordt verwezen naar CUR Publicatie 223:

“Richtlijn meten en monitoren van bouwputten – instrument voor kwaliteits- en risicomanagement”.

Het monitoringsplan wordt opgesteld op basis van het Ontwerp (van de opdrachtgever of het gedelegeerd ontwerpend ingenieursbureau) én gecompleteerd op basis van het Uitvoeringsontwerp (door de hoofdaannemer of gedelegeerd adviserend ingenieursbureau). Het monitoringsplan Uitvoering wordt door de hoofdaannemers ter controle en acceptatie aan de opdrachtgever aangeboden. Een monitoringsplan bevat minimaal de volgende 10 onderdelen:

Tabel VI.1 : Stappen en onderdelen monitoringsplan (ontwerp en uitvoering)

Stap	Onderdeel Monitoringsplan	Toelichting
1	Uitkomsten Risicoanalyse Ontwerp/Ontwerp +Uitvoering	Opsommen van ontwerpseisen, risico's grenswaarden, signaleringswaarden, beschikbare (meet)gegevens
2	Afbakening objecten en bouwfasen	Identificatie van objecten die onderdeel vormen van monitoring en relevante bouwfasen en -tijd
3	Beschrijven doel van monitoring en verantwoordelijkheden	Risicobeheersing - operationeel, Kwaliteit, Juridisch, Communicatie, Onderzoek. Benoem partijen, rol en leg verantwoordelijkheid vast.
4	Monitoringsstrategie	Zet verschillende monitoringsaanpakken op een rij, met indicatie kosten en benoem de waarde (imago, communicatie, kostenbesparing, tijdwinst, e.d.). Weeg strategieën af en kies meest geschikte
5	Monitoringseisen en - parameters	Bepaal eisen aan de hand van ontwerp, signaalwaarden (S) en interventiewaarden (I). Betrek eisen opdrachtgever, verzekering, andere stakeholders. Stel monitoringsparameters vast voor alle risico's uit risicodossier
6	Nauwkeurigheid, bereik, frequentie, locatie, techniek	Stel technische eisen op, betrek in deze fase leveranciers zo nodig of specialisten
7	Inventarisatie verstoring en robuustheid systeem	Bepaal verstorende aspecten zoals vandalisme, temperatuur, ruis door achtergrond trillingen, verkeer. Pas robuustheid systeem daarop aan.
8	Inwinnen van data, presenteren en rapporteren	Bepaal (digitale) format van inwinnen, en aanleveren van data, duur metingen en frequentie van rapporteren, rapportagelijn.

9	In stand houding, planning	Bepaal kalibratie van instrumenten, onderhoud en controle.
10	Interventiemaatregelen en communicatieprotocol	Bepaal op basis van risicoanalyse ontwerp en uitvoering interventie maatregelen bij overschrijden van S- en I-waarden. Geef verantwoordelijken aan en mobilisatietijd van interventie maatregelen. Bepaal communicatiewijze en betrokkenen op basis van communicatieprotocol dat is geaccepteerd/vrijgegeven door de opdrachtgever.

Monitoringstechnieken

Bouwkundige opname 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 door een gecertificeerd bedrijf. De resultaten van de opnamen worden maximaal 3 maanden voor aanvang van de werkzaamheden en absoluut vóór start van de bouw vastgelegd en beschikbaar gemaakt voor opdrachtgever en aannemer. Ook is het in de basis zinvol om een opname aan het eind van de uitvoering te organiseren, zodat eventuele claims of gebreken na de oplevering kunnen worden geverifieerd.

- Aan de belendingen die binnen het rekenkundige invloedsgebied vallen is een bouwkundige vooropnamen aan de buitenzijde voldoende. Een aanvullende vooropname aan de binnenzijde van het object kan plaatsvinden, wanneer sprake is van een verhoogd schade- of risicoprofiel of bij belendingen die in vermeende slechte staat verkeren.
- 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 (aan de buitenzijde of binnenzijde).

Deformatiemetingen (z of xyz) dienen voor het meten van de verticale (z) of horizontale (in 2 richtingen x,y) van belendende objecten. De deformaties worden bepaald door op verschillende momenten voor, tijdens en soms ook na de bouw de positie van kenmerkende punten op een object te meten. De hoogte van punten wordt gemeten met een nauwkeurigheid waterpassing ten opzichte van minimaal 1 vast referentiepunt. Zie ook "Productspecificatie deformatiemeting objecten", Versie 2.1 d.d. 7 mei 2020 van de Gemeente Amsterdam.

In de praktijk wordt ofwel gekozen voor het handmatig uitvoeren van een nauwkeurigheidswaterpassing in combinatie met tachymeter, of de toepassing van een automatisch robotic total station. De nauwkeurigheid van de metingen is zeer belangrijk. Naast de gebruikelijke technieken zijn

plaatsbepaling met GPS en laserscanning technieken die een gevel deformaties volledig in beeld kunnen brengen.

- Bij langdurige projecten dient een periode van minimaal 3 maanden voorafgaand aan het project te worden gemeten om de natuurlijke variatie te monitoren.
- In het monitoringsplan dient te worden opgenomen aan welke belendende objecten verplaatsingsmetingen uitgevoerd moeten worden.
- De te hanteren meetsystemen, de meetmomenten (karakteristieke bouwfases) met bijbehorende signaal- en interventiewaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten dienen vooraf te worden gespecificeerd.
- Voor het aanbrengen van de voorzieningen op de belendende objecten is op voorhand toestemming nodig van de betreffende beheerders c.q. eigenaar.

De tiltmeter meet veranderingen in helling van een gebouw of bouwdeel. Er zijn tiltmeters die in een vaste opstelling staan. Daarnaast zijn er draagbare tiltmeters, die op verschillende plekken waar een bepaald meetframe op het gebouw is bevestigd kunnen worden geplaatst om een meting te doen.

De lintvoegmeting is een scheefstandmeting van de gevel. Bij deze meting wordt een horizontale voeg van het metselwerk op een aantal plaatsen ingemeten met een waterpasinstrument. Deze meting geeft een beeld van de relatieve vervormingen van een pand en dient ruim voor de aanvang van de bouwwerkzaamheden uitvoeren. Uitgangspunt is dat de lintvoeg in het verleden waterpas is aangebracht). Geeft een indicatie van de huidige staat van de fundering.

Extensometers worden toegepast om continue verandering van de afstand tussen twee of meerdere meetpunten over de as van een boorgat te meten. Zo wordt de verticale verplaatsing van de grondlagen in beeld gebracht. In combinatie met hellingbuizen wordt een totaalbeeld verkregen van de vervorming van de grond. In de praktijk wordt een open buis in een boorgat geplaatst. Op verschillende dieptes worden vaste punten aangebracht. De verplaatsing tussen deze vaste punten en de kop van de extensometers aan de bovenkant van de buis wordt gemeten. De meters kunnen b.v. verplaatsingsopnemers, lineaire potentiometers zijn.

Scheurmeters zijn een andere vorm van extensometers en worden ingezet voor het meten van verschil aan verplaatsing aan een oppervlak (maaiveld of gebouw). Scheurmeters zijn in digitale vorm, waarbij achtergrond deformaties in beeld komen; bij gebouwen wordt veelal gebruik gemaakt van mechanische scheurmeters. In dat geval wordt een plastic houder gemonteerd over de scheur. Het linkerdeel van de houder is voorzien van een grid, het doorzichtige rechterdeel van de houder is voorzien van rode kruisdraden. De houder kan door middel van schroeven op de muur worden bevestigd of de houder kan worden geplakt met een epoxyhars. Op regelmatige tijden wordt van de houder een foto genomen en een schatting gemaakt van de scheurwijdte. De digitale (automatische

scheurimeters geven een completer en directer beeld van de natuurlijke werking van de betreffende scheur, inclusief effecten van variaties in temperatuur.

Inclinometingen, ook wel hellingen(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)wandconstructie en de achterliggende grond.

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 hoort 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 1,0 m 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 +/-2 mm.

De horizontale verplaatsing van grond en/of grondconstructies kan op vergelijkbare wijze worden gemeten, alleen dient dan te worden gemeten binnen een flexibele buis (hellingmeetbuis) welke direct in de grond is aangebracht (middels een (puls)boring). In principe moet de onderkant zo worden gekozen, dat deze tijdens de bouw als vast punt kan worden beschouwd. De meting wordt uitgevoerd met een elektronische waterpas (inclinometer), die in de buis naar beneden gelaten wordt. Onder in de buis wordt de eerste metingen gemaakt. Daarna wordt het instrument een halve meter omhoog gehaald en wordt de volgende meting uitgevoerd. Dit wordt herhaald tot dat de meter op maaiveldniveau is. Hierna wordt de meter 180° om de verticale as gedraaid en wordt de meetprocedure herhaald.

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. Hiervoor zijn trillingsmetingen gebruikelijk tijdens bouwactiviteiten; de noodzaak hiervoor volgt uit de risicoanalyse.

De trillingen worden met trillingsopnemers geregistreerd die op 1 of meer plekken aan de belending of op het maaiveld zijn aangebracht. De meetgegevens bestaan uit snelheden in de tijd. Hieruit kan de dominante frequentie worden bepaald:

- Aan de hand van deze waarden is met de in Nederland vigerende SBR richtlijnen te toetsen of er schade aan de bebouwing te verwachten is. In het monitoringsplan dient te worden opgenomen aan welke belendingen trillingsmetingen worden uitgevoerd.
- In het plan wordt eveneens een specificatie van de te hanteren meetsystemen, de meetfrequenties, de signaal- en interventiewaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten opgegeven.
- Trillingsmetingen dienen te worden uitgevoerd conform de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-A 'schade aan gebouwen'. Voorzien wordt in een alarmsysteem en de mogelijkheid om meetdata snel op afstand uit te lezen en te beoordelen.

Eisen aan kwaliteit van trillingsmetingen zijn beschreven in BRL 5023 "Het proces van meten van trillingen".

Grondwaterstandsmetingen

Grondwaterstanden in de omgeving worden bewaakt middels peilbuismetingen. De noodzaak voor het uitvoeren peilbuismetingen volgt uit de risicoanalyse.

Amsterdam stelt ten aanzien van peilbuizen de volgende eisen voor het plaatsen van peilbuizen type "standaard" en "diep", onder meer:

- uitvoering conform SIKB 2001 protocol;
- boorbeschrijvingen conform NEN-EN-ISO 14688-1+A1+C11:2016;
- peilbuizen worden in het trottoir geplaatst buiten de parkeervakken (op aangeven van de opdrachtgever);
- eisen aan materiaal, filterlengte, -diepte, afdekking, identificatie en rapportage;
- inmeten van de locatie volgens de Rijksdriehoeks-coördinaten;
- bovenkant peilbuis én maaiveld beide inmeten t.o.v. NAP

Daarnaast geldt voor de uitvoering van peilbuizen type "Waternet" conform de eisen van Waternet aangaande:

- toepassen van een blinde (stijg)buis van twee meter lengte met diameter 2 inch en een filter van 1 meter lengte;
- eisen ten aanzien van dubbele omstorting en opvulling ruimte tussen 2 filters;
- specificaties van filter afmetingen, dikte, materiaal, schroefdraad;
- voorafgaand aan de plaatsing opname van contact van de opdrachtnemer met Waternet over de bijzonderheden van de locatie en levering van Waternet-stratpotten;
- bij kademuren gelden extra eisen ten aanzien van locatie, kabels en leidingen en instandhouding tijdens realisatie werkzaamheden kademuren;
- plaatsing van de peilbuizen dient te gebeuren nadat de exacte locatie in x,y,z coördinaten is voorgelegd aan de adviseur water van het IB een hiervoor goedkeuring is verleend.

In het monitoringsplan dient te worden opgenomen:

- op welke locaties peilbuismetingen uitgevoerd moeten worden;
- specificatie van de te hanteren meetsystemen, de meetfrequentie met bijbehorende signaal- en interventiewaarden en de presentatie en aanlevertermijn van de meetresultaten volgt uit het monitoringsplan;
- keuze van handmatige of automatische metingen hangt af van de risico's, frequentie, duur en noodzaak van snelle beschikbaarheid.

Een "load cell" meting dient om met een proefopstelling in een fundering de aangebrachte of optredende kracht te kunnen registreren. In de load cell zitten rekstrookjes die de kracht registreren in $\mu\epsilon$ (microrek)

Akoestisch doormeten van (beton)palen al dan niet in de grond gevormd maakt het mogelijk om scheurvorming in beton te detecteren. Dit is een digitale meetmethode zoals deze door TNO is ontwikkeld. In de paal wordt, door met een kunststof hamer een klap op de paalkop te geven, een schokgolf opgewekt. De opeenvolgende reflecties worden gemeten met behulp van een versnellingsopnemer die tegen de paalkop wordt aangehouden. De resultaten van drie hamerklappen vormen tezamen het meetsignaal. De uit de gemeten versnelling berekende snelheid wordt als functie van de tijd weergegeven in een grafiek. Aan de hand van de metingen kan vastgesteld worden of zich in de palen discontinuïteiten (scheuren/insnoeringen/uitstulpingen) bevinden en een inschatting van de paallengte verkregen. De resultaten zijn zeer gevoelig voor het moment van uitvoering.