

MAATREGELENCATALOGUS ONDIEPE FUNDERING

Inventarisatie van
maatregelen &
ontwikkeling van schade



augustus 2026

Opdrachtgever: RVO Nederland

INHOUDSOPGAVE

Aanleiding.....	3
-----------------	---

Deel A - Maatregelen

A.1 Maatregelen – technisch overzicht.....	6
A.2 Afwegingskader te nemen maatregel.....	18
A.3 Vergunningverlening.....	20
A.4 Maatregelenmatrix.....	26

Deel B - Schadeontwikkeling

B.1 Mechanismen van schadeontwikkeling.....	28
B.2 Van schade waarnemen naar de oorzaak begrijpen	34
B.3 Monitoring en kennisontwikkeling	37

Opdrachtgever	RVO Nederland
Opdrachtnemer	Adaptatieadvies B.V.
In afstemming met	KCAF, KBF, NVAf, TNO, Deltares, Aveco de Bondt, gemeente Arnhem, Cock Blom (www.wonenopklei.nl)
Foto voorpagina	<i>A.J. van der Wal, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, documentnummer 293.092</i>

AANLEIDING

Meer dan de helft van de gebouwen in Nederland heeft een ondiepe fundering. Bij een deel van deze gebouwen ontstaat schade die direct of indirect samenhangt met de funderingswijze. Eigenaren kunnen ervoor kiezen de schade te accepteren, te volgen of te herstellen. Ook kunnen preventieve maatregelen worden genomen om schade te voorkomen of te vertragen.

Een samenhangend overzicht van mogelijke maatregelen voor gebouwen met een ondiepe fundering ontbreekt. Deze catalogus beschrijft verschillende maatregelen waarmee schade kan worden voorkomen, beperkt of hersteld. Per maatregel wordt toegelicht wat deze beoogt, hoe de uitvoering plaatsvindt en in welke situaties zij meer of minder geschikt is.

Welke maatregel het meest effectief is, hangt onder meer af van de oorzaak en ernst van de schade, het type fundering, de bodemopbouw en de verwachte toekomstige ontwikkeling. Deel A beschrijft de maatregelen en het bijbehorende afwegingskader. Deel B gaat in op de mechanismen van schadeontwikkeling en de wijze waarop mogelijke oorzaken kunnen worden herkend en onderzocht.

UITDAGING ONDIEPE FUNDERINGEN

Bij een ondiepe fundering draagt de bodem direct onder het gebouw de constructie. Hierdoor kunnen gebouwen met dit type fundering reageren op veranderingen in de bodem of de waterhuishouding. De laatste decennia neemt het aantal meldingen en schadegevallen bij ondiepe funderingen toe. Veel gebouwen zijn ontworpen op basis van de destijds bekende bodem- en grondwatercondities. Door ruimtelijke ontwikkelingen, aanpassingen aan gebouwen, bodemdaling en extremere weersomstandigheden kunnen deze condities in de loop van de tijd veranderen. Deze veranderingen kunnen bewegingen in de bodem en daarmee schade aan gebouwen veroorzaken.

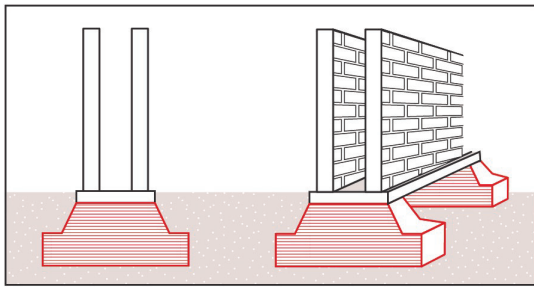
De optredende verandering leiden tot niet alleen technische schade. Het gaat gepaard met een afnemen van de vastgoedwaarde en kosten voor herstel. Ook leidt dit tot maatschappelijk onrust en zorgen. De kosten voor herstel lopen sterk uiteen en kunnen oplopen tot tienduizenden euro's per gebouw, terwijl er soms ook onzekerheid is over effectiviteit van maatregelen.

TYPE EN KENMERKEN ONDIEPE FUNDERINGEN

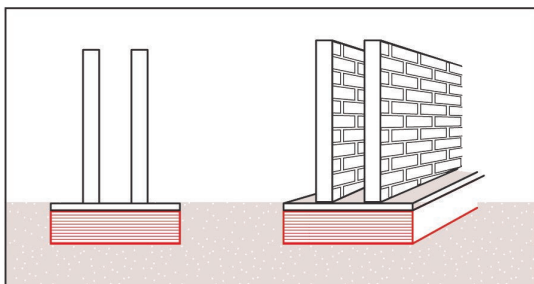
In Nederland komen verschillende varianten van ondiepe funderingen voor, waaronder gemetselde of betonnen funderingsstroken, poerenfunderingen en funderingen op een betonplaat, al dan niet met wapening. De funderingen liggen meestal rond één meter onder maaiveld op een draagkrachtige bodem.

Een **fundering met poeren** is een fundering met losse blokken in de bodem om de puntlasten van kolommen over te brengen op de ondergrond. Op de poeren steunen vaak balken om de belasting van de muren over te brengen naar de poeren. Bij een **strokenfundering** wordt een verbrede zone (strook) gerealiseerd onder alle dragende muren. Op deze strook – veelal 60 tot 90 cm breed – worden de muren gebouwd. Bij een **plaatfundering** is er over het oppervlak van het gebouw een funderingsplaat (vloer) aangebracht die de belasting draagt van de bovenbouw. Belastingen worden over het totale oppervlak van de vloer verdeeld. Bij een plaatfundering ontbreekt doorgaans een traditionele kruipruimte. Ondiepe funderingen worden tegenwoordig meestal uitgevoerd in gewapend beton. Bij oudere gebouwen bestaan zij vaak geheel of gedeeltelijk uit metselwerk.

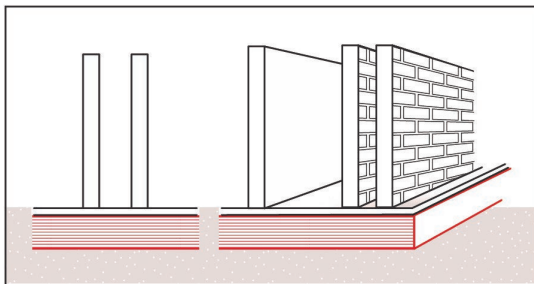
Daarnaast is er nog een aantal bijzondere ondiepe funderingen, zoals slietenfundering (veel dunne houten paaltjes van zo'n 2 meter lengte) of een puttenfundering (soort poerfundering; ondiepe uitgravingen tot een draagkrachtige met een opbouw tot steunpunt).



Fundering met poeren



Fundering met stroken



Funderingsplaat

Historisch gezien zijn veel funderingen ontworpen op basis van aannames over draagkrachtige lagen en stabiele grondwatercondities. Uiteindelijk is een ondiepe fundering een balans tussen de draagkracht van de grond en het gewicht van de constructie. In gebieden met klei en veen in de ondergrond zijn aannames over de draagkracht vanuit het verleden niet altijd houdbaar richting de toekomst. Ook een toename van het gewicht van de constructie (en de belasting door de omgeving) kan een reden zijn dat de balans uit evenwicht raakt. Daarnaast zijn er nog processen zoals mijnbouwactiviteiten of trillingen door verkeer die een onvoorziene belasting op de constructie en, of de ondergrond geven.

De variatie in funderingsopbouw leidt tot een grote diversiteit in kwetsbaarheid. Oudere gebouwen met smalle strokenfunderingen reageren anders dan nieuwere constructies met bredere funderingsstroken op dezelfde ondergrond. Ook de homogeniteit in de ondergrond is in Nederland verschillend; er zijn gebieden met een voorspelbare bodemopbouw en gebieden waar de bodemopbouw over een afstand van enkele meters sterk kan variëren. Ook het vaker optreden van langdurige droogte, mede in combinatie met lagere rivierwaterstanden en grondwateronttrekkingen, zorgt veelal voor een afname van het vocht in de bodem. Op gebouwniveau en op regionale schaal kan dit zorgen voor processen in de bodem die niet eerder zijn voorgekomen.

DEEL A - Maatregelen

A.1| MAATREGELEN – TECHNISCH OVERZICHT

In dit deel volgt een overzicht van mogelijke maatregelen om schade te herstellen of te voorkomen bij ondiepe funderingen. Per maatregel volgt een korte beschrijving van de maatregelen en vervolgens de wijze van uitvoering. Bij de beschrijving van de maatregelen is uitgegaan van een strokenfundering of poerenfundering. Bij een plaatfundering zijn sommige maatregelen complexer of niet mogelijk vanwege de aanwezigheid van de constructie tussen de ondergrond en het bovenliggende gebouw. Aangegeven is in welke situaties een maatregel meer of minder geschikt is. Het is een beschrijving van een type maatregel, waarbij er vaak meerdere varianten zijn in uitvoering of materiaalgebruik.

De typen maatregelen op de volgende pagina's zijn:

- Funderingsplaat of betonplaat
- Onderblokken of onderstorten
- Lichtgewicht ophooglaag
- Verankeren of koppelen constructie
- Onderheien of nafunderen
 - Tafelfundering
 - In de muur geplaatste palen
 - Langs de muur geplaatste palen
- Vijzelen (in combinatie met andere maatregel)
- Injecteren van de grond
- Bodemvocht en waterhuishouding
- Reduceren van de belastingen

FUNDERINGSPLAAT OF BETONPLAAT

Een funderingsplaat (ook wel betonvloer of funderingsvloer) is een constructieve maatregel waarbij een relatief stijve plaat onder of op de bestaande fundering wordt aangebracht. Het doel is om de belasting van het gebouw over een groter oppervlak te verdelen, waardoor spanningen in de ondergrond afnemen en differentiële zettingen worden beperkt. De plaat fungeert als een “verdelende schijf” die lokale zwakke plekken in de bodem overbrugt. Deze maatregel wordt vaak toegepast bij lichte tot middelzware schade, met name wanneer de bodem onvoldoende homogeen is of wanneer bestaande strokenfunderingen te smal zijn.

Het effect is primair constructief: de stijfheid van het gebouw neemt toe en vervormingen worden beter opgevangen. De maatregel heeft echter geen directe invloed op bodemdaling of grondwaterstanden. Wanneer sprake is van actieve bodemprocessen, zoals kleikrimp en veeninklinking, kan schadeontwikkeling zich alsnog voortzetten, maar wordt deze vaak minder zichtbaar. Een aandachtspunt is dat de maatregel leidt tot een extra belasting op de ondergrond.

UITVOERING

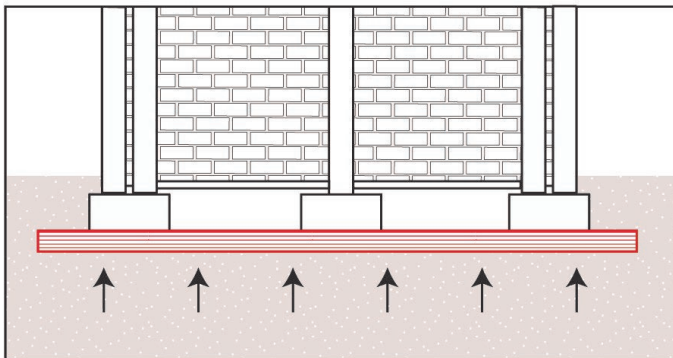
De uitvoering bestaat meestal uit het verwijderen van de bestaande begane grondvloer, waarna een gewapende betonplaat wordt aangebracht die rust op de ondergrond of deels op de bestaande fundering. In sommige gevallen wordt eerst de ondergrond geëgaliseerd of licht verbeterd. De plaat wordt vaak gekoppeld aan de bestaande constructie om krachten goed over te dragen. De werkzaamheden vinden grotendeels binnen plaats en hebben impact op gebruik van het gebouw.

Vooraf toepasbaar bij:

- strokenfunderingen van metselwerk of ongewapend beton
- gebouwen met beperkte breedte van funderingsstroken
- situaties met ongelijkmatige maar niet extreme zetting

Beperkt toepasbaar bij:

- zeer slappe ondergrond (veen) met doorgaande bodemdaling
- situaties waar grondwaterproblematiek dominant is
- gebouwen waar geen ingreep in de vloer mogelijk is



ONDERBLOKKEN OF ONDERSTORTEN

Onderblokken of onderstorten houdt in dat delen van de bestaande fundering lokaal worden versterkt door extra beton of metselwerk aan te brengen onder de funderingsstroken. Dit gebeurt vaak gefaseerd, zodat de stabiliteit van het gebouw behouden blijft tijdens de uitvoering. Het doel is om de draagkracht van de fundering te vergroten en de belasting beter te verdelen naar de ondergrond. Deze techniek wordt toegepast bij situaties waar de fundering plaatselijk onvoldoende draagvermogen heeft, bijvoorbeeld door lokale uitspoeling, verzakking of heterogene bodemopbouw. Het effect is vooral constructief: de fundering wordt robuuster en minder gevoelig voor lokale vervormingen. De maatregel heeft geen directe invloed op grondwater of bodemvocht, maar kan wel de gevoeligheid voor zetting verminderen. Het blijft echter belangrijk dat de onderliggende oorzaak (bijvoorbeeld dalend grondwater) wordt meegenomen, omdat anders nieuwe schade kan optreden. De uitvoering is arbeidsintensief en vraagt vaak om werkzaamheden in kruipruimtes of onder het gebouw.

UITVOERING

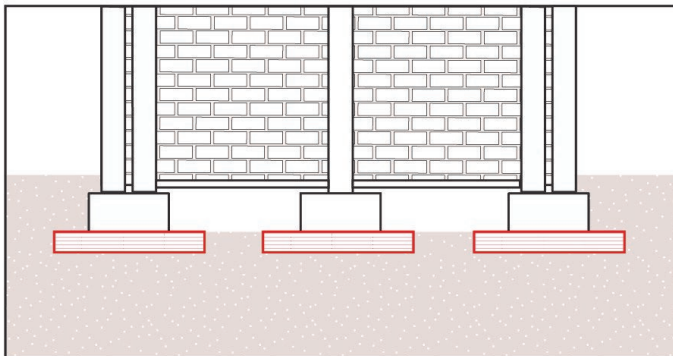
De fundering wordt gefaseerd vrijgegraven in kleine segmenten, waarna onder de bestaande fundering beton wordt aangebracht (onderstorten) of prefab blokken worden geplaatst. Dit gebeurt in stappen om de stabiliteit van het gebouw te waarborgen. Vaak wordt gewerkt vanuit kruipruimte of kleine ontgravingen langs de gevel.

Vooraf toepasbaar bij:

- gemetselde strokenfunderingen
- lokale schade of verzwakking
- relatief ondiepe funderingen met voldoende bereikbaarheid

Beperkt toepasbaar bij:

- zetting door diepe bodemprocessen (veen, grondwaterdaling)
- brede plaatfunderingen
- situaties met beperkte werkruimte



LICHTGEWICHT OPHOOGLAAG

Bij deze maatregel wordt een deel van de bestaande grond vervangen door lichtgewicht materiaal of wordt de kruipruimte hiermee geheel of gedeeltelijk gevuld. Bijvoorbeeld schuimbeton bestaat uit een mengsel van cement, water en schuimvormers, waardoor een relatief licht maar drukvast materiaal ontstaat. Het doel van deze maatregel is het verminderen van de belasting op de ondergrond, terwijl tegelijkertijd een stabiele en homogene onderlaag wordt gecreëerd. Door grond te vervangen door licht materiaal neemt de totale belasting op de ondergrond af, wat leidt tot een afname van zetting en vervorming. Naast belastingreductie kan het ook zorgen voor een homogenisering van de ondergrond, waardoor lokale verschillen in draagkracht en vervorming minder worden. Dit draagt bij aan het beperken van zettingsverschillen. De maatregel heeft geen directe invloed op grondwaterstanden, maar kan wel de vochtbalans rond het gebouw beïnvloeden doordat de kruipruimte deels verdwijnt.

UITVOERING

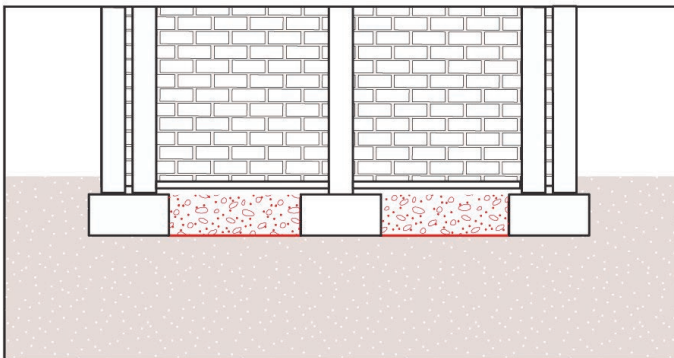
De uitvoeringswijze hangt af van de toegankelijkheid onder het gebouw. Bij een goed toegankelijke kruipruimte kan het materiaal rechtstreeks worden aangebracht. In andere situaties moet de beganegrondvloer (gedeeltelijk) worden verwijderd om grond te ontgraven en het lichtgewicht materiaal aan te brengen. Eventuele leidingen worden aangepast of opgenomen in het ontwerp. Vervolgens wordt het materiaal aangebracht en verspreid over het oppervlak. Afhankelijk van het vulmateriaal kan op het materiaal een nieuwe vloerconstructie gemaakt worden. De uitvoering is relatief snel en goed controleerbaar.

Vooraf toepasbaar bij:

- gebouwen met ondiepe strokenfunderingen
- situaties met beperkte draagkracht of heterogene ondergrond
- gebieden met relatief hoge grondwaterstanden, waar belastingreductie effectief bijdraagt aan een stabiel evenwicht tussen belasting en opwaartse waterdruk

Beperkt toepasbaar bij:

- veengebieden met doorgaande bodemdaling
- situaties met structurele of langdurige grondwaterdaling
- funderingen met ernstige constructieve schade of onvoldoende draagvermogen
- gebouwen waar behoud van kruipruimte noodzakelijk is



VERANKEREN OF KOPPELEN VAN DE CONSTRUCTIE

Bij het verankeren of koppelen van de constructie worden verschillende delen van een gebouw constructief met elkaar verbonden, bijvoorbeeld door trekstangen, ankers of stijve verbindingen aan te brengen. Het doel is om het gebouw als één samenhangend geheel te laten functioneren, zodat vervormingen gelijkmatiger worden verdeeld. Deze maatregel is met name effectief bij gebouwen waar verschillen in stijfheid of bouwfasen aanwezig zijn, zoals bij aanbouwen of gedeeltelijke renovaties. Door het koppelen van bouwdelen wordt scheurvorming vaak beperkt, omdat spanningen niet lokaal worden geconcentreerd maar over het geheel worden verdeeld. De maatregel beperkt vooral de gevolgen, maar neemt de oorzaak niet weg. Zettingen in de bodem blijven optreden, maar worden minder zichtbaar of schadelijk. De maatregel heeft geen invloed op bodemdaling of waterhuishouding. In de praktijk wordt deze techniek vaak toegepast als aanvullende maatregel naast andere ingrepen.

UITVOERING

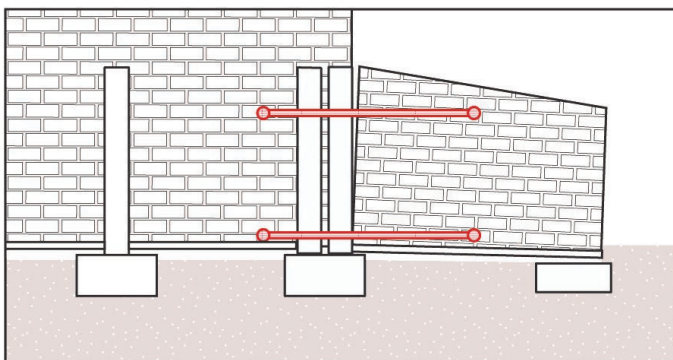
Constructiedelen worden verbonden met stalen trekstangen, ankers of koppelingen in muren en vloeren. Dit gebeurt vaak door boren en inlijmen van ankers of het aanbrengen van stalen profielen. De ingreep is relatief beperkt en kan vaak zonder grootschalige ontgraving worden uitgevoerd.

Vooraf toepasbaar bij:

- gebouwen met aanbouwen of gefaseerde bouw
- constructies met verschillende stijfheden
- scheurvorming zonder extreme zetting

Beperkt toepasbaar bij:

- funderingsproblemen door sterke bodemdaling
- situaties waar zetting actief blijft optreden
- funderingen met onvoldoende draagvermogen



ONDERHEIEN OF NAFUNDEREN

Nafunderen is een ingrijpende maar effectieve maatregel waarbij een nieuwe fundering wordt aangebracht, vaak met palen die de belasting afdragen naar diepere, draagkrachtige lagen. Dit kan gebeuren door het aanbrengen van stalen buispalen, schroefpalen of micropalen onder de bestaande constructie. De belasting van het gebouw wordt via de draagconstructie overgebracht op de nieuwe palen. Deze maatregel wordt toegepast bij ernstige schade of wanneer de ondergrond structureel onvoldoende draagkracht biedt, zoals bij veengebieden met voortdurende bodemdaling. Het effect is groot: de constructie wordt hierdoor vrijwel onafhankelijk van bewegingen in de bovenste bodemlagen. Daarmee is het een duurzame oplossing. De maatregel heeft geen directe invloed op bodemvocht of grondwater, maar maakt de constructie minder afhankelijk daarvan. Nadelen zijn de hoge kosten, technische complexiteit en grote impact op bewoners.

UITVOERING

Palen worden onder of naast de bestaande fundering aangebracht. Vervolgens wordt de belasting van de bestaande fundering overgebracht op deze palen via een nieuwe draagconstructie. Dit gebeurt vaak van binnenuit of via beperkte ontgravingen. Soms wordt het gebouw tijdelijk ondersteund. Bij de uitvoering van deze maatregel moet de begane grondvloer (deels) worden verwijderd.

Er zijn verschillende manieren van nafunderen. Op de volgende pagina's volgt informatie over een tafelfundering, in de muur geplaatste palen en langs de muur geplaatste palen.

Vooraf toepasbaar bij:

- gebieden met veen (structurele bodemdaling)
- situaties met blijvende grondwaterdaling
- ernstige of voortgaande schade

Beperkt toepasbaar bij:

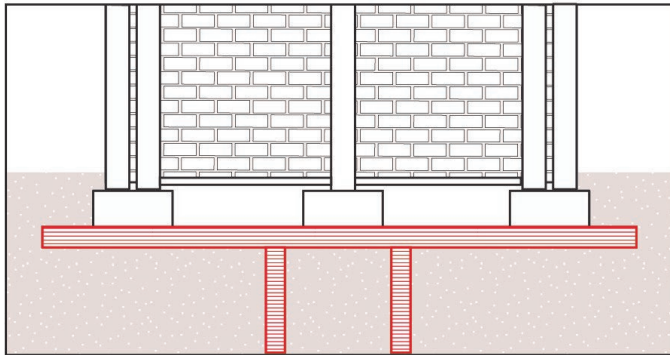
- lichte schade waar lichtere maatregelen volstaan
- gebouwen waar uitvoering technisch niet mogelijk is

TAFELFUNDERING

Tafelfundering is de meest ingrijpende vorm van funderingsherstel. Deze methode brengt doorgaans de meeste overlast voor bewoners met zich mee en gaat gepaard met hoge uitvoeringskosten. Daar staat tegenover dat het een zeer duurzame en betrouwbare oplossing is, waarbij een onderheide betonnen tafelconstructie wordt gerealiseerd die de belasting van het gebouw volledig overneemt.

De werkzaamheden vinden grotendeels binnen het gebouw plaats, waardoor de hinder aanzienlijk kan zijn. Bij de uitvoering wordt de bestaande vloer verwijderd en worden inkassingen in de muren aangebracht. Vervolgens wordt een gewapende betonplaat gestort die fungeert als nieuwe draagconstructie (de tafel). De funderingspalen worden via sparingen in de vloer aangebracht. Bij toepassing van geheide palen worden doorgaans eerst de palen geplaatst, waarna de betonvloer wordt gestort.

Wanneer het funderingsherstel betrekking heeft op een bouwblok, kan om de overlast en kosten te beperken gebruik worden gemaakt van de zogenoemde dambordmethode. Hierbij worden vloerdelen om en om verwijderd en hersteld, zodat niet de gehele vloerconstructie gelijktijdig hoeft te worden opgebroken. Deze methode is vooral in bouwbloksituaties praktisch toepasbaar en kan een aanzienlijke kostenbesparing opleveren.

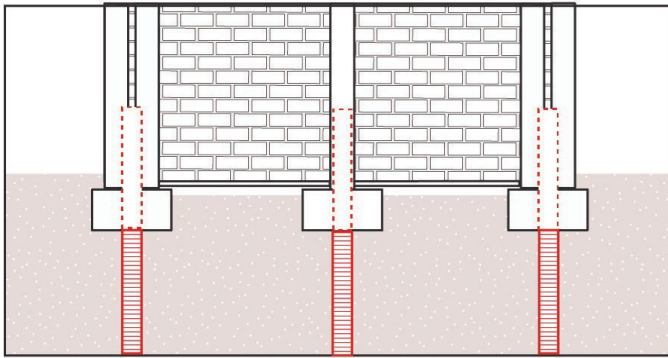


IN DE MUUR GEPLAATSTE PALEN

Bij deze methode van funderingsherstel worden nieuwe funderingspalen in de bestaande muren geplaatst. Een belangrijk voordeel hiervan is dat de bestaande vloeren vaak behouden kunnen blijven, waardoor de werkzaamheden minder ingrijpend zijn dan bij de tafelmethode. Dit zorgt doorgaans voor minder overlast voor bewoners en een kortere uitvoeringsduur.

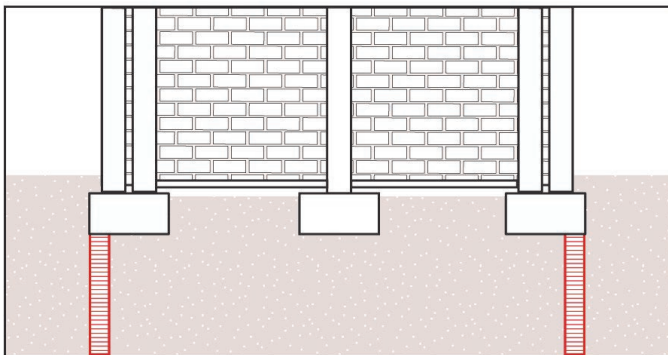
Het systeem kan zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde van het gebouw worden toegepast, afhankelijk van de situatie en de beschikbare werkruimte. De belasting van het gebouw wordt via de bestaande muren overgedragen op de nieuw aangebrachte palen, waardoor een stabiele en duurzame funderingsconstructie ontstaat.

Voor een goede toepassing van deze methode is het van belang dat het bestaande muur, veelal van beton of metselwerk, kwalitatief goed genoeg is om de krachten goed over te brengen.



LANGS DE MUUR GEPLAATSTE PALEN

Bij langs de muur geplaatste palen worden nieuwe funderingspalen naast de bestaande muren aangebracht, terwijl de vloeren grotendeels behouden kunnen blijven. Vanaf de palen wordt een verbinding gemaakt met de muren of funderingsbalken om de belasting op te vangen. Met deze wijze van funderingsherstel blijft de overlast voor bewoners vaak beperkt. Het systeem kan zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde van het gebouw worden toegepast, afhankelijk van de beschikbare ruimte en de constructieve situatie. Voor een succesvolle toepassing van deze methode is het belangrijk dat het bestaande metselwerk van goede kwaliteit is en minimaal één steens dik is.



VIJZELN, IN COMBINATIE MET ANDERE MAATREGELEN

Vijzelen is een techniek waarbij een gebouw of deel daarvan gecontroleerd wordt opgehoogd met behulp van hydraulische vijzels. Dit wordt vaak toegepast in combinatie met nafunderen of funderingsversterking. Het doel is om bestaande zetting (gedeeltelijk) te corrigeren en de oorspronkelijke positie van het gebouw te herstellen. Het effect is direct zichtbaar in de constructie: scheefstand kan worden verminderd en bestaande scheuren kunnen kleiner worden. Vijzelen heeft echter geen zelfstandig stabiliserend effect op de bodem en wordt daarom vrijwel altijd gecombineerd met een structurele maatregel. Zonder aanvullende maatregelen bestaat het risico dat het gebouw opnieuw zakt. De techniek vraagt nauwkeurige monitoring tijdens de uitvoering om schade te voorkomen.

UITVOERING

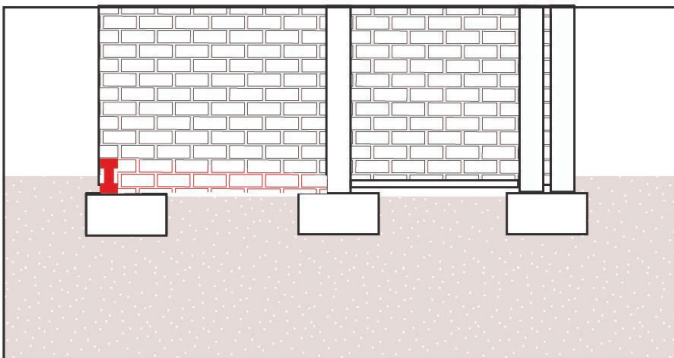
Hydraulische vijzels worden onder dragende delen geplaatst om het gebouw gecontroleerd op te tillen. Dit gebeurt stapsgewijs en onder continue monitoring om schade te voorkomen. Vaak wordt dit gecombineerd met nafunderen of funderingsversterking, waarna de nieuwe situatie wordt “vastgezet”. De impact op het gebouw verschilt; lokaal stabiliseren en versterken van de fundering heeft beperkte impact. Er zijn ook combinaties van funderingsmaatregelen mogelijk waarbij de beganegrondvloer geheel of gedeeltelijk eruit moet.

Vooraf toepasbaar bij:

- scheefstand van gebouwen
- situaties waar zetting is gestopt of wordt gestopt
- combinatie met paalfundering of injectie

Beperkt toepasbaar bij:

- actieve zetting zonder aanvullende maatregel
- zeer kwetsbare constructies



INJECTEREN VAN DE GROND

Bij grondinjectie wordt een materiaal (zoals polyurethaanhars of cementgebonden grout) onder de fundering in de bodem geïnjecteerd. Afhankelijk van de techniek vult het injectiemateriaal holtes, verdringt of verdicht het de aanwezige grond of vormt stijvere zones in de ondergrond. De maatregel wordt veel toegepast bij lichte tot middelzware zettingen en heeft als voordeel dat deze relatief snel en met beperkte overlast kan worden uitgevoerd. Het effect is zowel bodemkundig als constructief: de bodem wordt minder samendrukbaar en kan belasting beter dragen. Bij sommige injectietechnieken kan ook een beperkte opwaartse verplaatsing van het gebouw worden gerealiseerd. De effectiviteit is sterk afhankelijk van de bodemopbouw; in heterogene of slappe lagen kan het resultaat variabel zijn. De maatregel is niet gericht op het veranderen van de grondwaterstand, maar kan lokaal wel de grondwaterstroming en waterdoorlatendheid beïnvloeden.

UITVOERING

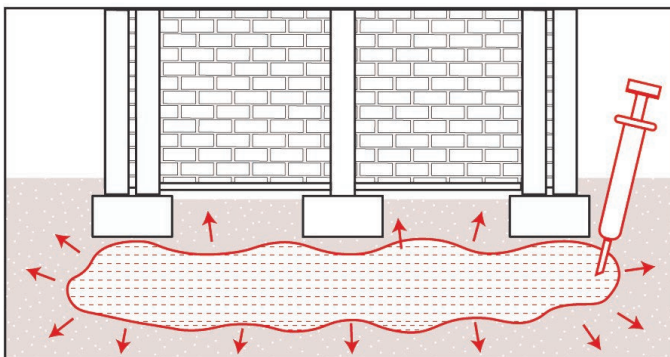
Via kleine boorgaten wordt injectiemateriaal onder druk in de bodem gebracht. Het materiaal verspreidt zich in de ondergrond, vult holtes en verdringt losse grond. De uitvoering gebeurt meestal van binnenuit of direct naast de fundering en is relatief snel.

Vooraf toepasbaar bij:

- zandige of relatief homogene bodems
- kleine tot middelgrote zettingen
- funderingen op staal met beperkte schade

Beperkt toepasbaar bij:

- slappe klei- of veenlagen
- heterogene bodemopbouw
- situaties met voortdurende grondwaterdynamiek



BODEMVOCHT EN WATERHUISHOUDING

Maatregelen gericht op bodemvocht en waterhuishouding hebben als doel om de vochtbalans rondom de fundering te stabiliseren. Dit kan onder andere door infiltratie van regenwater, het beperken van verharding, aanpassen van drainage en infiltratie of het aanbrengen van vochtbarrières. Deze maatregelen zijn vooral effectief in klei- en veengebieden waar volumeveranderingen sterk afhankelijk zijn van het vochtgehalte. Door uitdroging te beperken wordt krimp van klei en oxidatie van veen geremd, wat zetting kan verminderen, vertragen of minimaliseren. Het effect is indirect maar potentieel groot, omdat de oorzaak van schade wordt aangepakt. De effectiviteit van maatregelen hangt sterk af van de lokale waterhuishouding en bodemopbouw.

UITVOERING

Maatregelen variëren van het afkoppelen en infiltreren van regenwater, aanpassen van verharding, verwijderen van drainage tot het aanbrengen van vochtbarrières rondom de fundering. Vaak zijn het maatregelen op perceelniveau.

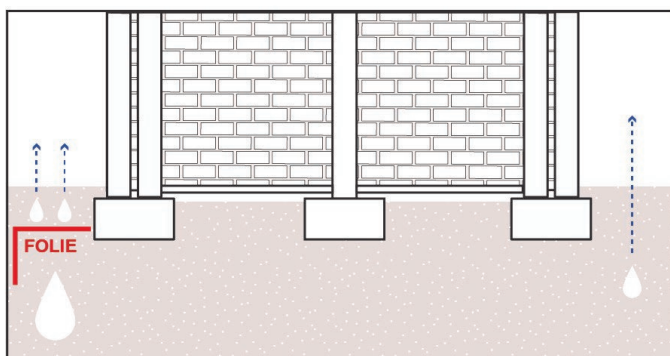
Op het niveau van een buurt of wijk zijn ook maatregelen mogelijk als het gaat om het aanvullen van bodemvocht of verhogen van grondwater of waterpeilen. In deze gevallen is samenwerking met de gemeente en, of het waterschap noodzakelijk.

Vooraf toepasbaar bij:

- kleigronden (krimpen en zwel van klei)
- gebieden met sterke seizoensinvloeden
- situaties waar schade samenhangt met droogte

Beperkt toepasbaar bij:

- diepe zettingsprocessen
- stedelijke gebieden zonder ruimte voor infiltratie
- las beïnvloeding van de waterhuishouding buiten het perceel noodzakelijk is



REDUCEREN VAN BELASTINGEN

Het verminderen van de belasting op de fundering is een relatief eenvoudige maatregel. Dit kan door het verwijderen van zware elementen (bijvoorbeeld betonvloeren, zware dakconstructies of massieve afwerkingen) of door het aanpassen van het gebruik van het gebouw. Het doel is om de spanningen in de ondergrond te verlagen, waardoor verdere zetting wordt beperkt. Deze maatregel is vooral relevant bij situaties waar de belasting recent is toegenomen, bijvoorbeeld na verbouwingen of functiewijzigingen. Het effect is direct: lagere belasting betekent minder consolidatie en minder vervorming van de bodem. Wanneer overbelasting een belangrijke oorzaak is, kan belastingreductie verdere zetting en schadeontwikkeling vertragen of stoppen. De maatregel heeft geen invloed op grondwater of bodemvocht, en kan in combinatie met andere maatregelen schade definitief herstellen.

UITVOERING

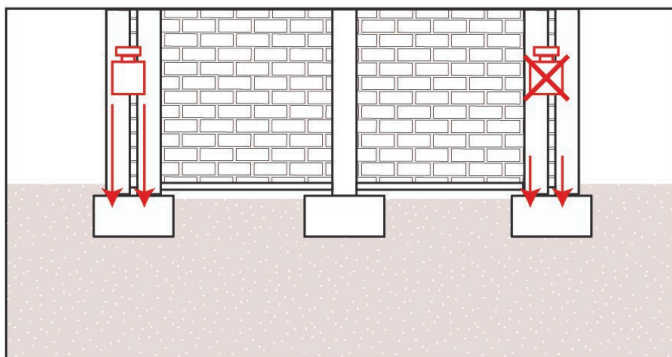
Belasting wordt verminderd door verwijderen of vervangen van zware constructieonderdelen, zoals betonvloeren, zware dakbedekking of massieve afwerkingen. Dit gebeurt vaak in combinatie met renovatie.

Vooraf toepasbaar bij:

- gebouwen waar recent extra belasting is toegevoegd
- funderingen met beperkte draagkracht
- lichte tot middelmatige schade

Beperkt toepasbaar bij:

- autonome bodemdaling
- situaties waar belasting al laag is
- ernstige constructieve schade



A.2| AFWEGINGSKADER TE NEMEN MAATREGEL

Een weloverwogen keuze voor een maatregel begint met een goede diagnose. Daarvoor is inzicht nodig in de oorzaak van de schade, de mogelijke gevolgen en de verwachte toekomstige ontwikkeling. Schade aan ondiepe funderingen ontstaat vaak door een combinatie van factoren. Zonder voldoende inzicht in deze factoren bestaat het risico dat een maatregel alleen de zichtbare schade herstelt, terwijl de achterliggende oorzaak blijft bestaan.

Vervolgens worden de mogelijke technische oplossingen beoordeeld op effectiviteit, risico's, uitvoerbaarheid en kosten. Daarbij gaat het niet alleen om de investering, maar ook om de verwachte levensduur, het benodigde onderhoud en de gevolgen voor de waarde, bruikbaarheid en toegankelijkheid van het gebouw.

Ook de gevolgen op langere termijn wegen mee. Sommige maatregelen zijn moeilijk omkeerbaar of beperken de mogelijkheden om later andere ingrepen uit te voeren. Een voorbeeld is het opvullen van de ruimte onder een gebouw met een uithardend materiaal, zoals schuimbeton. Dit kan op korte termijn bijdragen aan stabiliteit en het verminderen van problemen, maar maakt de fundering en ondergrond minder toegankelijk. Latere ingrepen, zoals onderstorten of nafunderen, kunnen daardoor technisch ingewikkelder en duurder worden.

Andere maatregelen bieden een meer structurele oplossing. Nafunderen is daarvan het duidelijkste voorbeeld. Hierbij wordt de belasting van het gebouw overgebracht naar diepere, draagkrachtige bodemlagen. Het gebouw wordt daarmee in belangrijke mate onafhankelijk van processen in de bovenste bodemlagen, zoals krimp, zetting en fluctuaties van de grondwaterstand. Daar staan hogere kosten en een grotere impact van de uitvoering tegenover.

Niet iedere situatie vraagt echter om een maximale of definitieve oplossing. Een eigenaar kan er bewust voor kiezen de restlevensduur van het gebouw tegen acceptabele kosten te verlengen. Een relatief goedkope maatregel kan voldoende zijn om de schade gedurende enkele decennia te stabiliseren of verdere schade te vertragen. Het accepteren van een restrisico kan passend zijn wanneer een gebouw naar verwachting voor langere tijd zonder grote problemen kan worden gebruikt. Een ingrijpende maatregel is dan niet altijd proportioneel.

Bij het nemen van een maatregel is het ook van belang te beoordelen of de onderliggende oorzaak van schade zich verder ontwikkelt. Als een maatregel deze oorzaak onvoldoende beïnvloedt, kan later alsnog een zwaardere ingreep nodig zijn. Die moet mogelijk worden uitgevoerd bij een verder verslechterde constructie of een minder goed toegankelijke ondergrond. De afweging gaat daarom niet alleen over de werking en kosten van de maatregel van vandaag, maar ook over de toekomstige handelingsmogelijkheden.

Sommige processen kunnen niet op perceelniveau worden gestopt. Voorbeelden zijn bodemdaling door veenoxidatie, structurele grondwaterdaling en grootschalige zetting van de ondergrond. In dergelijke situaties blijft ook na het treffen van een maatregel een restrisico bestaan. Het beheersen daarvan vraagt om monitoring en mogelijk om samenwerking tussen eigenaren, gemeente, waterschap en andere betrokken partijen op straat-, bouwblok-, wijk- of gebiedsniveau.

Het type bebouwing is eveneens van belang. Bij een vrijstaand gebouw kunnen maatregelen meestal individueel worden uitgevoerd. Bij geschakelde gebouwen, appartementencomplexen en bouwblokken zijn funderingen en constructies vaak onderling verbonden. Verschillen in funderingswijze of zettingsgedrag kunnen dan nieuwe schade veroorzaken. De keuze voor een

maatregel wordt bovendien een collectieve opgave wanneer meerdere eigenaren bij één bouwkundige eenheid betrokken zijn. Individuele wensen, financiële mogelijkheden en planningen moeten dan op elkaar worden afgestemd. Werkzaamheden nabij de perceelgrens kunnen daarnaast overleg of toestemming vereisen van aangrenzende eigenaren of de beheerder van de openbare ruimte.

Wanneer niet alleen gebouwen, maar ook straten, riolering en het maaiveld verzakken, is een bredere afweging nodig. Als de openbare ruimte in de toekomst wordt opgehoogd, kan het wenselijk zijn om bij funderingsherstel rekening te houden met het toekomstige maaiveldniveau. Anders kan het gebouw op termijn relatief laag komen te liggen, met gevolgen voor wateroverlast, toegankelijkheid en gebruik. De gemeente heeft in dergelijke gebieden een belangrijke rol bij het ontwikkelen en communiceren van een langetermijnstrategie voor bodemdaling en maaiveldontwikkeling.

De keuze voor een maatregel vraagt daarmee om een integrale én proportionele afweging. Niet automatisch de meest ingrijpende oplossing, maar de maatregel die past bij de oorzaak van de schade, de gewenste restlevensduur, het beschikbare budget, de uitvoeringsmogelijkheden en het aanvaardbare restrisico heeft de voorkeur. Door ook de toekomstige handelingsmogelijkheden en de schaal van het probleem mee te wegen, kan worden voorkomen dat een oplossing op korte termijn later onnodig tot complexere of kostbaardere ingrepen leidt.



A.3| VERGUNNINGVERLENING

VERGUNNINGVERLENING BIJ MAATREGELEN AAN ONDIEPE FUNDERINGEN

Bij maatregelen aan ondiepe funderingen moet vooraf worden vastgesteld welke wettelijke regels van toepassing zijn. Niet iedere maatregel is vergunningplichtig. De benodigde procedure hangt af van de aard en omvang van de werkzaamheden, de gevolgen voor de draagconstructie en de mogelijke effecten op de bodem, het grondwater, omliggende bebouwing en andere onderdelen van de fysieke leefomgeving.

Sinds de inwerkingtreding van de Omgevingswet op 1 januari 2024 staan de landelijke bouwtechnische regels in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl). Daarnaast kunnen regels gelden uit het gemeentelijke omgevingsplan, het Besluit activiteiten leefomgeving, de waterschapsverordening en de provinciale omgevingsverordening.

Binnen één funderingsproject kunnen verschillende activiteiten en procedures samenkomen. Naast een technische bouwactiviteit kan bijvoorbeeld sprake zijn van een omgevingsplanactiviteit, grondverzet, een tijdelijke bemaling, het lozen van grondwater of werkzaamheden aan een monument. Ook de ligging nabij een waterkering, leiding, archeologische vindplaats of openbaar gebied kan tot aanvullende voorwaarden leiden. Dat een maatregel voor de bouwactiviteit vergunningvrij is, betekent daarom niet automatisch dat ook voor de bodem-, water- of monumentenregels geen vergunning, melding, onderzoek of andere toestemming nodig is.

BOUWTECHNISCHE REGELS VOOR FUNDERINGSMAATREGELEN

Het Bbl maakt onderscheid tussen de vraag of een omgevingsvergunning nodig is en de technische eisen waaraan het werk moet voldoen. Ook vergunningvrije werkzaamheden moeten voldoen aan de toepasselijke bouwtechnische regels en zorgplichten.

Werkzaamheden aan een bestaande fundering worden doorgaans beschouwd als het verbouwen van een bouwwerk. Daarbij zijn vooral de regels voor de technische bouwactiviteit, de algemene verbouwregels, de eisen aan de constructieve veiligheid en de veiligheidsregels voor de uitvoering van belang.

Een technische bouwactiviteit is bij verbouw in beginsel vergunningplichtig wanneer de draagconstructie wordt gewijzigd. De fundering maakt deel uit van de draagconstructie. Maatregelen zoals nafunderen, onderstorten, het vervangen of vergroten van funderingsonderdelen, het aanbrengen van een dragende funderingsplaat en het constructief koppelen van funderingen zijn daarom doorgaans vergunningplichtig.

Bij de aanvraag moet met constructieve tekeningen en berekeningen aannemelijk worden gemaakt dat het gebouw tijdens en na de werkzaamheden voldoende veilig en stabiel is. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de vernieuwde fundering, maar ook naar de bestaande bovenbouw, de overdracht van belastingen en de aansluiting tussen bestaande en nieuwe funderingsdelen. Ook tijdelijke situaties tijdens de uitvoering, mogelijke ongelijkmatige vervormingen en de invloed op aangrenzende gebouwen en gemeenschappelijke bouwmuren moeten worden beschouwd. Hetzelfde geldt voor de mogelijke gevolgen van trillingen, ontgravingen, injecties en bemaling.

De gemeente is doorgaans het bevoegd gezag voor de technische bouwactiviteit. Zij beoordeelt of voldoende aannemelijk is gemaakt dat het bouwplan aan de bouwtechnische eisen voldoet.

CONSTRUCTIEVE VEILIGHEID BIJ VERBOUW

Artikel 5.9 van het Bbl bepaalt dat de constructieve veiligheid na verbouwing moet voldoen aan het verbouwniveau zoals uitgewerkt in NEN 8700. Daarmee moet worden aangetoond dat de constructie voldoende bestand is tegen de belastingen die tijdens het gebruik en in relevante tijdelijke situaties kunnen optreden.

Wanneer door de verbouwing de belasting op bestaande constructiedelen toeneemt, moeten ook deze delen opnieuw worden beschouwd. Een maatregel aan de fundering mag er bijvoorbeeld niet toe leiden dat hogere belastingen op bestaande muren, balken of andere funderingsdelen worden afgedragen zonder dat is aangetoond dat deze daartegen bestand zijn.

Het verbouwniveau is niet automatisch gelijk aan het nieuwbouwniveau. Voor veel bouwtechnische aspecten geldt het reeds verkregen niveau, met het niveau voor bestaande bouw als ondergrens. Voor constructieve veiligheid verwijst het Bbl specifiek naar NEN 8700.

VERGUNNINGVRIJE WERKZAAMHEDEN

Werkzaamheden aan of rond een fundering kunnen voor de technische bouwactiviteit vergunningvrij zijn wanneer de draagconstructie niet wordt gewijzigd. Dit kan bijvoorbeeld gelden voor inspectie en monitoring, herstel van niet-constructieve onderdelen en beperkte maatregelen gericht op drainage of bodemvocht. Ook bodeminjectie, het aanbrengen van lichtgewicht materialen, belastingreductie en vochtschermen kunnen onder voorwaarden vergunningvrij zijn. Bepalend is steeds de feitelijke uitvoering en de invloed van de maatregel op de draagconstructie, bodem en waterhuishouding.

Bij bodeminjectie is niet altijd direct duidelijk of sprake is van een wijziging van de draagconstructie. Wanneer uitsluitend de eigenschappen van de bodem worden verbeterd en de bestaande funderingsconstructie zelf niet wordt gewijzigd, is de maatregel voor de technische bouwactiviteit in veel gevallen vergunningvrij. Dit kan bijvoorbeeld gelden voor injectie die tot doel heeft de ondergrond plaatselijk te verdichten of verdere zetting te beperken.

De beoordeling kan anders uitvallen wanneer de geïnjecteerde bodem een dragende of stabiliserende functie krijgt binnen het constructieve ontwerp. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer de belastingafdracht van de fundering wezenlijk verandert of de injectie nodig is om de constructieve veiligheid aan te tonen. Een constructeur moet dan beoordelen of feitelijk sprake is van een wijziging van de draagconstructie. In dat geval kan een omgevingsvergunning voor een technische bouwactiviteit nodig zijn.

Een vergelijkbare afweging geldt voor lichtgewicht constructies en materialen. Het vervangen van zware grond, een vloer of een andere belasting door lichtgewicht materiaal, zoals EPS of schuimbeton, kan de belasting op de ondergrond en fundering verminderen. Wanneer het materiaal alleen als ophoging, vulling of niet-constructieve vloerondersteuning wordt toegepast en de draagconstructie niet wordt gewijzigd, kan de maatregel voor de technische bouwactiviteit vergunningvrij zijn.

Wanneer met lichtgewicht materiaal een nieuwe dragende vloer of funderingsconstructie wordt gemaakt, kan wel sprake zijn van een wijziging van de draagconstructie. Ook het vullen van de ruimte onder een gebouw met schuimbeton kan de belastingafdracht veranderen, bijvoorbeeld wanneer het materiaal contact maakt met de bestaande vloer of fundering en hieraan ondersteuning biedt. In dat geval is een constructieve beoordeling nodig en kan een omgevingsvergunning vereist zijn.

Belastingreductie kan eveneens vergunningvrij zijn wanneer deze uitsluitend bestaat uit het verwijderen of vervangen van niet-constructieve materialen. Voorbeelden zijn het verwijderen van een zware ophooglaag of het vervangen daarvan door een lichter materiaal. De maatregel wordt mogelijk vergunningplichtig wanneer dragende vloeren, wanden, balken of andere onderdelen van de draagconstructie worden verwijderd, vervangen of aangepast. Dit geldt ook wanneer de gewijzigde belastingverdeling gevolgen kan hebben voor de stabiliteit of samenhang van het gebouw. Dat een maatregel de fundering ontlast en daarmee in beginsel gunstig is, betekent dus niet automatisch dat deze vergunningvrij is.

Vochtschermen of verticale vochtbarrières worden aangebracht om vocht in de bodem rond een fundering vast te houden of ongewenste horizontale afstroming te beperken. Wanneer een vochtscherm kleinschalig op het eigen perceel wordt aangebracht, de fundering niet wordt gewijzigd en geen relevante effecten buiten het perceel worden verwacht, is de maatregel voor de technische bouwactiviteit doorgaans vergunningvrij.

Voor een vochtscherm kunnen echter wel andere regels gelden. Dit is met name het geval wanneer verontreinigde grond vrijkomt, de grondwaterstroming merkbaar verandert of het scherm nabij een perceelgrens, waterkering, kabel of leiding wordt geplaatst. Afhankelijk van de locatie en effecten kan daarom een melding, bodemonderzoek, omgevingsvergunning voor wateractiviteit of toestemming van een eigenaar of beheerder nodig zijn.

Vergunningvrij voor de technische bouwactiviteit betekent niet dat de werkzaamheden volledig regelvrij zijn. Naast het Bbl kunnen regels gelden uit het Besluit activiteiten leefomgeving, het gemeentelijke omgevingsplan, de waterschapsverordening en de provinciale omgevingsverordening. Ook vergunningvrije werkzaamheden moeten constructief veilig en zorgvuldig worden uitgevoerd en mogen geen onaanvaardbare schade of hinder voor de omgeving veroorzaken. Bij twijfel over de constructieve werking of de gevolgen voor bodem en grondwater is voorafgaande beoordeling door een constructeur of geotechnisch deskundige en afstemming met het bevoegd gezag wenselijk.

VEILIGHEID EN MONITORING TIJDENS DE UITVOERING

Bij funderingsherstel is de veiligheid tijdens de uitvoering een belangrijk aandachtspunt. Tijdens de werkzaamheden kunnen delen van de draagconstructie tijdelijk worden ontgraven, verwijderd, ondersteund of anderszins worden belast. Het Bbl stelt daarom niet alleen eisen aan het eindresultaat, maar ook aan het veilig uitvoeren van bouw- en sloopwerkzaamheden.

Afhankelijk van de aard en risico's van het werk kan een uitvoerings- en faseringsplan, een stempelplan of een bouwveiligheidsplan nodig zijn. Daarin wordt beschreven hoe de constructieve veiligheid tijdens de verschillende uitvoeringsfasen wordt geborgd en hoe risico's voor gebruikers, uitvoerders, omwonenden, aangrenzende bebouwing en de openbare ruimte worden beheerst. Bij werkzaamheden met tijdelijke bemaling kan daarnaast een bemalings- en monitoringsplan nodig zijn.

Monitoring kan bestaan uit het meten van vervormingen, hoogteligging, scheurvorming, trillingen en grondwaterstanden. Bij risicovolle werkzaamheden kunnen vooraf grenswaarden worden vastgesteld. Wanneer deze worden overschreden, moeten de werkzaamheden worden aangepast of tijdelijk stilgelegd. Het bevoegd gezag kan dergelijke monitoring als voorwaarde aan een vergunning verbinden. Ook wanneer monitoring niet verplicht is, kan monitoring wenselijk zijn om tijdig ongewenste effecten vast te stellen en discussies over schade achteraf te beperken.

BODEMREGELS

Bij ontgraving, grondvervanging, grondinjectie of het aanbrengen van materialen in de bodem kunnen regels uit het Besluit activiteiten leefomgeving en het gemeentelijke omgevingsplan gelden. Welke regels van toepassing zijn, hangt onder andere af van de hoeveelheid grond waarin wordt gegraven, de bodemkwaliteit, de diepte en omvang van de ingreep en de wijze waarop vrijkomende grond wordt afgevoerd, opgeslagen of teruggeplaatst.

Voor het graven in een bodemvolume van meer dan 25 m³ gelden specifieke rijksregels. Afhankelijk van de bodemkwaliteit kan voorafgaand bodemonderzoek, een melding of het verstrekken van gegevens verplicht zijn. Ook bij kleinere hoeveelheden kunnen lokale regels of beperkingen gelden, bijvoorbeeld wanneer sprake is van een bekende of vermoede bodemverontreiniging.

Bij grondinjectie moet worden nagegaan of de gebruikte injectiemiddelen in de bodem mogen worden gebracht en welke effecten zij kunnen hebben op de bodemkwaliteit, de grondwaterstroming en de mogelijkheid om later andere funderingsmaatregelen uit te voeren. Hetzelfde geldt voor het aanbrengen van schuimbeton of andere materialen in of onder een gebouw.

GRONDWATER, BEMALING EN BODEMVOCHT

De perceel- en gebouweigenaar is in beginsel verantwoordelijk voor de goede staat van het eigen perceel en gebouw. Van een eigenaar mag worden verwacht dat deze redelijkerwijs mogelijke maatregelen treft om grondwateroverlast, vochtproblemen en funderingsschade te voorkomen of te beperken.

Dit betekent niet dat de eigenaar de grondwaterstand zelfstandig kan bepalen of in alle gevallen aansprakelijk is voor schade als gevolg van een hoge of lage grondwaterstand. De grondwatersituatie wordt mede beïnvloed door neerslag, oppervlaktewaterpeilen, bodemopbouw, riolering, drainage, verdamping en ingrepen in de omgeving. De verantwoordelijkheid bij schade hangt daardoor mede af van de oorzaak van de grondwaterverandering, de voorzienbaarheid daarvan en de vraag welke partij redelijkerwijs maatregelen had kunnen nemen.

De gemeente heeft op grond van artikel 2.16 van de Omgevingswet een taak om in het openbare gebied maatregelen te treffen tegen structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand, voor zover deze maatregelen doelmatig zijn en niet redelijkerwijs van de perceeleigenaar kunnen worden gevraagd. Het waterschap is verantwoordelijk voor het beheer van het regionale watersysteem. De provincie kan een rol hebben bij onder meer grondwaterbescherming en bepaalde grote grondwateronttrekkingen.

Kleinschalige, passieve maatregelen om regenwater of bodemvocht op het eigen terrein vast te houden, kunnen veelal zonder vergunning worden uitgevoerd. Voorwaarde is dat hierdoor geen nadelige gevolgen ontstaan voor aangrenzende percelen, gebouwen, de bodemkwaliteit of het watersysteem.

Voor actieve ingrepen, zoals tijdelijke grondwateronttrekking, bouwputbemaling, drainage, het gericht in de bodem brengen van water en het lozen van opgepompt grondwater, kunnen wel regels gelden. Afhankelijk van de locatie, het debiet, de duur en de mogelijke effecten kan sprake zijn van een vergunning-, meld-, informatie-, meet- of registratieplicht. Deze regels staan vooral in de waterschapsverordening en soms in het gemeentelijke omgevingsplan of de provinciale omgevingsverordening.

Bij bemaling moet specifiek worden gekeken naar de risico's op zettingen, het droogvallen van houten paalfunderingen, verspreiding van bodemverontreiniging en effecten op groen en oppervlaktewater. Ook de afvoer of lozing van het opgepompte grondwater moet afzonderlijk worden beoordeeld.

LOCATIEGEBONDEN REGELS EN BEPERKINGEN

De locatie kan ertoe leiden dat voor een relatief beperkte maatregel toch aanvullend onderzoek of een vergunning nodig is. Dit kan spelen bij een rijks-, provinciaal of gemeentelijk monument, een beschermd stads- of dorpsgezicht of een gebied met archeologische waarden. Ook een grondwaterbeschermingsgebied, bekende bodemverontreiniging, mogelijke aanwezigheid van niet-gesprongen explosieven of de nabijheid van een waterkering, kabel of leiding kan gevolgen hebben voor de voorbereiding en uitvoering.

Werkzaamheden op of onder gemeentegrond vereisen doorgaans afzonderlijke afstemming of toestemming. Ook kan toestemming nodig zijn wanneer de uitvoering vanaf een aangrenzend perceel plaatsvindt of wanneer constructies over de perceelgrens worden aangebracht.

Niet ieder aandachtspunt leidt automatisch tot een vergunningplicht. Wel kunnen aanvullend onderzoek, toestemming van een eigenaar of beheerder, een melding, bijzondere veiligheidsmaatregelen of aanpassing van de uitvoering nodig zijn.

SAMENHANG MET AANGRENZENDE BEBOUWING

Bij geschakelde gebouwen en bouwblokken kan een funderingsmaatregel aan één gebouw gevolgen hebben voor andere gebouwen. Door een verandering van de funderingsstijfheid, belastingafdracht, bodemopbouw of grondwaterstand kunnen verschillen in zettingsgedrag ontstaan. Dit kan leiden tot nieuwe schade, ook wanneer de maatregel voor het afzonderlijke gebouw technisch goed functioneert.

Bij de vergunningaanvraag kan daarom een constructieve beschouwing van de aangrenzende bebouwing nodig zijn. Het bevoegd gezag kan daarnaast voorwaarden stellen aan de uitvoering en monitoring. Een omgevingsvergunning geeft niet automatisch toestemming om eigendom van anderen te betreden, werkzaamheden aan gemeenschappelijke bouwdelen uit te voeren of constructies op of over de perceelgrens aan te brengen. Daarvoor kunnen afzonderlijke privaatrechtelijke afspraken nodig zijn.

ONZEKERHEID OVER DE VERGUNNINGPLICHT

Bij maatregelen aan ondiepe funderingen is niet altijd vooraf duidelijk welke procedure nodig is. Dit komt doordat één maatregel uit verschillende activiteiten kan bestaan en lokale regels per gemeente, waterschap en provincie kunnen verschillen. Ook nieuwe(re) of gecombineerde technieken passen niet altijd eenvoudig binnen de categorieën die in de regelgeving of het Omgevingsloket worden gebruikt.

De Vergunningcheck in het Omgevingsloket geeft een eerste indicatie, maar biedt bij bepaalde funderingsmaatregelen niet altijd een eenduidige uitkomst. Bij twijfel is daarom, mede afhankelijk van de maatregelen, vroegtijdig vooroverleg met de gemeente, het waterschap en, of zo nodig de omgevingsdienst of provincie wenselijk.

Voor dit overleg is een concrete beschrijving van de maatregel nodig. Daarin moet duidelijk worden welke constructiedelen worden gewijzigd, hoe de belastingafdracht verandert en hoeveel en hoe diep wordt ontgraven. Ook moet worden aangegeven welke materialen in de bodem worden gebracht, of grondwater wordt onttrokken of water wordt geïnfiltreerd of geloosd en welke effecten op aangrenzende gebouwen en percelen mogelijk zijn. Ten slotte moet aandacht worden besteed aan tijdelijke uitvoeringsrisico's en de voorgenomen monitoring.

Het is verstandig de uitkomst van het vooroverleg schriftelijk vast te leggen. Daarmee wordt het risico beperkt dat pas tijdens de uitvoering blijkt dat een vergunning, melding, bodemonderzoek of andere toestemming ontbreekt. Het bevoegd gezag bepaalt uiteindelijk of sprake is van een vergunning-, meld- of informatieplicht.

BESTAANDE SITUATIES EN EERDER UITGEVOERDE MAATREGELEN

Bij het voorbereiden van een nieuwe ingreep moet ook worden onderzocht welke maatregelen in het verleden zijn uitgevoerd. Deze zijn niet altijd gedocumenteerd of volgens de huidige regels en technische inzichten aangebracht. Eerdere ingrepen kunnen de constructieve werking, de toegankelijkheid van de fundering en de mogelijkheden voor herstel beïnvloeden.

Wanneer niet kan worden vastgesteld of voor een bestaande maatregel destijds de vereiste vergunning of toestemming is verkregen, betekent dit niet automatisch dat deze maatregel alsnog moet worden vergund. Wel kan nader onderzoek nodig zijn en kan de bestaande situatie invloed hebben op de beoordeling van de nieuwe maatregel. Het is daarom belangrijk eerder uitgevoerde ingrepen zo goed mogelijk vast te leggen en bij twijfel met het bevoegd gezag te bespreken.

A.4 | MAATREGELENMATRIX

Elke maatregel heeft verschillende kenmerken. Deze kenmerken zijn in een maatregelenmatrix samengebracht. Onderstaand is dit overzicht gegeven. Het overzicht geeft een indicatie van de eigenschappen van de maatregelen en de verschillen tussen maatregelen.

Maatregel	Funderingsplaat	Onderstorten	Lichtgewicht ophooglaag	Verankeren constructie	Nafunderen	Vijzelen	Injecteren	Beheer bodemvocht	Belastingreductie
Type maatregel	Constructief	Constructief	Constructief/ bodem	Constructief	Constructief	Constructief	Bodem	Water	Constructief/ bodem
Primair doel	Belasting spreiden	Draagkracht vergroten	Belasting reduceren	Spanningen verdelen	Belasting naar diepere laag	Scheefstand corrigeren	Bodemverbetering	Beperken oorzaak/ gevolg	Minder belasting
Draagkracht vergroten of spreiden	Ja	Beperkt	Nee	Beperkt	Ja	Nee	Beperkt	Nee	Nee
Belasting reduceren	Nee	Nee	Beperkt	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
Schade corrigeren	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Beperkt	Beperkt	Nee
Schade fixeren	Ja	Beperkt	Beperkt	Beperkt	Ja	Nee	Beperkt	Beperkt	Beperkt
Preventieve maatregel	Beperkt	Nee	Ja	Beperkt	Ja	Nee	Beperkt	Ja	Ja
Herstel maatregel	Ja	ja	Beperkt	Beperkt	Ja	Ja	Ja	Beperkt	Nee
Structurele oplossing	Beperkt	Beperkt	Beperkt	Nee	Ja	Nee	Beperkt	Mogelijk	Beperkt
Indicatieve levensduur	25-50 jaar	25-50 jaar	25-50 jaar	5-25 jaar	25-50 jaar	2-50 jaar	10-30 jaar	10-30 jaar	permanent
Restrisico	Middel	Middel	Middel	Hoog	Laag	Hoog	Middel	Middel	Middel
Impact binnenwerk	Ja	Beperkt	Ja	Ja	Ja	Afhankelijk	Beperkt	Nee	Afhankelijk
Impact buitenwerk	Beperkt	Ja	Nee	Nee	Ja	Afhankelijk	Beperkt	Ja	Nee
Vloer eruit	Ja	Soms	Soms	Nee	Vaak	Soms	Nee	Nee	Nee
Kruipruimte nodig	Nee	Vaak	Nee	Nee	Niet noodzakelijk	Soms	Nee	Nee	Nee
Tijdelijke verhuizing	Regelmatig	Soms	Vaak	Nee	Regelmatig	Soms	Nee	Nee	Nee
Overlast bewoner	Hoog	Middel	Hoog	Laag	Zeer hoog	Middel	Laag	Laag	Laag
Vergunning gemeente funderingswerk *	Ja	Ja	Mogelijk	Soms	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Toegankelijkheid voor inspectie fundering	Beperkt	Goed	Sterk beperkt	Goed	Goed	Goed	Beperkt	Goed	Goed
Toekomstige maatregelen fundering mogelijk	Ja, maar duurder	Ja	Moeilijk	Ja	Niet meer nodig	Ja	Ja	Ja	Ja
Effect op openbare ruimte (direct aangrenzend)	Nee	Beperkt	Nee/ beperkt**	Nee/ beperkt**	Nee/ beperkt**	Nee	Beperkt	Ja	Nee
Effect op openbare ruimte (enkele meters afstand)	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Beperkt	Nee
Indicatieve investeringskosten	€€€ - €€€€€	€€€ - €€€€	€€ - €€€€	€ - €€€	€€€€ - €€€€€	€€ - €€€€	€€ - €€€€	€ - €€€	€ - €€€

* alleen uitvoering funderingswerk en geen vergunningen vanuit omgevingsaspecten

** afhankelijk van de techniek is er geen of een beperkt effect op de openbare ruimte

DEEL B - Schadeontwikkeling

B.1| MECHANISMEN VAN SCHADEONTWIKKELING

Schade aan gebouwen ontstaat wanneer vervormingen leiden tot spanningen die de constructie niet zonder schade kan opnemen. Bij gebouwen met een ondiepe fundering worden deze vervormingen vaak veroorzaakt door ongelijkmatige bewegingen van de bodem en fundering. Het ene deel van het gebouw zakt, stijgt of beweegt dan meer dan het andere deel. Hierdoor kunnen trek-, druk- en schuifspanningen ontstaan in muren, vloeren, gevels en aansluitingen tussen bouwdeelen. Als deze spanningen groter worden dan het vervormingsvermogen van de gebruikte materialen, ontstaan scheuren, klemmende ramen en deuren, scheefstand of schade aan leidingen en afwerkingen.

Ongelijkmatige zetting is een belangrijk schademechanisme, maar niet de enige oorzaak. Ook veranderingen in de belasting van het gebouw, trillingen, bewegingen vanuit de omgeving en temperatuurverschillen kunnen spanningen veroorzaken. Materialen zetten uit bij opwarming en krimpen bij afkoeling. Bij onvoldoende bewegingsruimte of grote temperatuurverschillen binnen een constructie kan hierdoor eveneens scheurvorming ontstaan. Temperatuurscheuren hoeven geen verband te houden met de fundering, maar kunnen bestaande funderingsschade wel versterken of het schadebeeld moeilijker te interpreteren maken.

Niet iedere beweging van een gebouw leidt direct tot constructieve schade. Een gebouw met een ondiepe fundering kan over een langere periode relatief gelijkmatig met de bodem meezakken zonder dat grote verschilspanningen of scheuren ontstaan. Ook een dergelijke gelijkmatige zakking kan op termijn echter tot problemen leiden. Het gebouw kan lager komen te liggen dan straten, tuinen en aangrenzende percelen, waardoor de kans op wateroverlast bij hevige neerslag toeneemt. Daarnaast kan de afstand tussen de begane grond, kruipruimte of vloerbalken en het grondwater kleiner worden. Dit vergroot de kans op vocht in de kruipruimte, aantasting van houten vloeren, optrekkend vocht, schimmel en een ongezond binnenklimaat. Ook aansluitingen op riolering, kabels, leidingen en de openbare ruimte kunnen door een doorgaande zakking onder spanning komen te staan.

Schade ontstaat meestal niet door één afzonderlijke oorzaak, maar door een combinatie of opeenvolging van veranderingen. Een verbouwing kan de belasting vergroten, terwijl de draagkracht van de bodem tegelijkertijd afneemt door droogte of een lagere grondwaterstand. Een nabijgelegen ophoging kan zetting veroorzaken die door trillingen van werkzaamheden wordt versneld. Voor een goede diagnose moet daarom niet alleen naar de zichtbare schade worden gekeken, maar ook naar het gebouw, de fundering, de bodemopbouw, de waterhuishouding en veranderingen in de omgeving.

HET GEBOUW EN DE FUNDERING

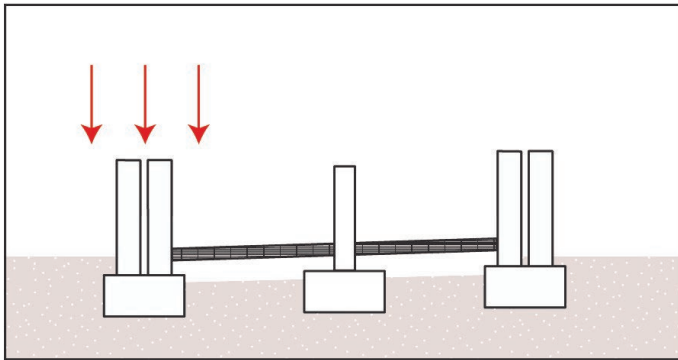
De belasting die een gebouw op de fundering en ondergrond uitoefent, kan in de loop van de tijd veranderen. Een dakopbouw, aanbouw, nieuwe gevel, zwaar geïsoleerd dak of een andere indeling kan leiden tot een hogere of anders verdeelde belasting. Ook het aanbrengen van zware dekvloeren, tegelvloeren, installaties of plaatselijk geconcentreerde lasten kan van invloed zijn. Zware meubels vormen bij normaal gebruik meestal geen probleem, maar kunnen bij een al kwetsbare fundering of in combinatie met andere belastingveranderingen wel bijdragen aan lokale vervorming.

Niet alleen een toename, maar vooral een verandering in de verdeling van de belasting is relevant. Het verwijderen of verplaatsen van dragende wanden, het maken van grote doorbraken en het realiseren van een kelder kunnen de wijze veranderen waarop krachten naar de fundering worden

overgebracht. Hierdoor kunnen sommige funderingsdelen zwaarder en andere juist minder zwaar worden belast. Wanneer de fundering of ondergrond deze nieuwe belastingverdeling niet kan opnemen, kan ongelijkmatige zetting of rotatie van het gebouw ontstaan.

Ook verschillen binnen de oorspronkelijke constructie spelen een rol. Een gebouw kan in verschillende fasen zijn gebouwd, waarbij oude en nieuwe bouwdelen een andere funderingswijze, stijfheid of belasting hebben. Een aanbouw kan bijvoorbeeld anders zakken dan het hoofdgebouw. Ook eerdere funderingsmaatregelen, plaatselijke reparaties en verschillen in de diepte of breedte van de fundering kunnen leiden tot ongelijke vervormingen.

Daarnaast kan de technische staat van het gebouw het vermogen om bewegingen op te nemen beïnvloeden. Bestaande scheuren, aangetast metselwerk, verzwakte houten vloeren en onvoldoende samenhang tussen gevels en binnenwanden maken een gebouw gevoeliger voor verdere vervorming. Andersom kan een stijf gebouw kleine verschilzettingen moeilijk opnemen, waardoor relatief snel scheurvorming ontstaat. De mate van schade wordt dus niet alleen bepaald door de bodembeweging, maar ook door de constructieve opbouw, de staat en het vervormingsvermogen van het gebouw.



DE ONDIEPE BODEM EN HET BODEMVOCHT

Een ondiepe fundering draagt de belasting van het gebouw rechtstreeks over aan de bovenste bodemlagen. De eigenschappen en bewegingen van deze lagen zijn daarom direct van invloed op het gebouw. In gebieden met klei, veen of afwisselende lagen van zand, klei en veen kunnen verschillen in samendrukbaarheid en vochtgehalte leiden tot ongelijkmatige zettingen.

Bij extra belasting worden slappe bodemlagen samengedrukt. Dit proces heet consolidatie. Door de belasting neemt de waterspanning in de bodem aanvankelijk toe. Naarmate water uit de poriën wordt geperst, wordt de belasting steeds meer door het korrelskelet gedragen en neemt het volume van de bodem af. Dit proces kan lang doorgaan. Ook nadat een groot deel van de consolidatie heeft plaatsgevonden, kan de bodem nog langzaam verder vervormen. Dit wordt kruip genoemd. De snelheid en omvang hangen onder meer af van de bodemopbouw, laagdikte, belasting en ontwateringsmogelijkheden.

Het vochtgehalte speelt vooral bij veen en bepaalde kleisoorten een belangrijke rol. Wanneer veen boven de grondwaterstand komt en voldoende uitdroogt, kan het krimpen. Zodra zuurstof tot het organische materiaal doordringt, kan daarnaast oxidatie optreden. Hierbij wordt het veen afgebroken en gaat bodemmateriaal blijvend verloren. Dit leidt tot bodemdaling die niet wordt teruggedraaid wanneer de bodem later opnieuw nat wordt.

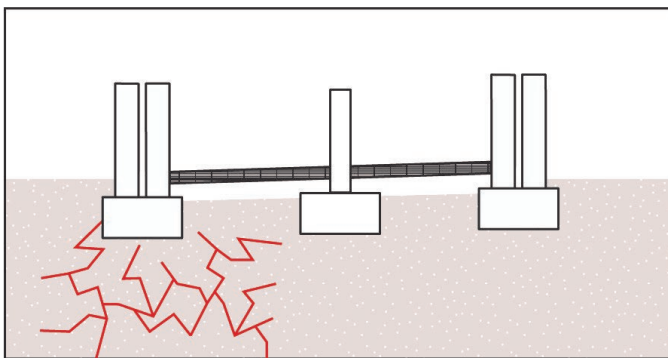
Klei kan bij uitdroging krimpen. Wanneer daarna opnieuw water wordt opgenomen, kan de klei geheel of gedeeltelijk zwellen. De mate waarin dit gebeurt verschilt sterk per kleisoort en hangt onder andere af van de mineralogische samenstelling, bodemstructuur, dichtheid en eerdere droogtegeschiedenis. Niet iedere Nederlandse klei is in dezelfde mate gevoelig voor krimp en zwel.

Het opnieuw zwellen van klei betekent niet dat eerder ontstane schade aan een gebouw vanzelf verdwijnt. Scheuren in de bodem kunnen kleiner worden of sluiten, maar scheuren en vervormingen in het gebouw kunnen aanwezig blijven. Bovendien kan de zwel ongelijkmatig plaatsvinden, bijvoorbeeld doordat de bodem aan de ene zijde van het gebouw natter is dan aan de andere zijde. Hierdoor kunnen nieuwe bewegingen en spanningen ontstaan. Bij opeenvolgende perioden van krimp en zwel kan de schade zich daardoor stapsgewijs ontwikkelen.

Het bodemvocht rond een gebouw wordt bepaald door een lokale waterbalans. Neerslag, infiltratie, grondwateraanvoer en lekkage kunnen vocht toevoegen, terwijl bodemverdamping, transpiratie door beplanting, drainage en afstroming vocht afvoeren. De omstandigheden kunnen rond één gebouw sterk verschillen. Een zonnige en onbegroeide zijde gedraagt zich anders dan een beschaduwde zijde. Ook de afstand tot gevels, verharding, bomen en ondergrondse constructies is van belang. Aan een zonnige zijde is de potentiële verdamping doorgaans groter, maar de feitelijke uitdroging hangt ook af van begroeiing, beschaduwing, wind, bodemopbouw en de beschikbaarheid van water.

Bomen en grote struiken kunnen in droge perioden aanzienlijke hoeveelheden vocht aan de bodem onttrekken. Vooral bij krimpgevoelige klei kan hierdoor plaatselijk extra krimp optreden. De invloed hangt af van de boomsoort, omvang, afstand tot het gebouw, bewortelingsdiepte en bodemgesteldheid. Het verwijderen van een grote boom kan omgekeerd leiden tot een geleidelijke toename van het bodemvocht en bij zwelgevoelige klei tot lokale bodemstijging. De aanwezigheid of verwijdering van beplanting moet daarom worden meegenomen in de analyse van het schadeverloop.

Ook graafwerkzaamheden, bodemverbetering, het aanbrengen van verharding en wijzigingen van drainage beïnvloeden het bodemvocht. Verharding kan infiltratie verminderen, maar kan plaatselijk ook verdamping tegengaan. Het effect is daardoor afhankelijk van de wijze waarop regenwater wordt afgevoerd. Een lekke drinkwaterleiding kan lokaal voor vernatting zorgen, terwijl een lekkend riool onder de grondwaterstand juist als drainage kan werken en grondwater afvoeren. Beschadigde leidingen kunnen daarnaast grond uitspoelen, waardoor holle ruimten en lokaal verlies van draagkracht ontstaan.



OPPERVLAKTEWATERPEILEN EN GRONDWATERSTANDEN

De grondwaterstand en het bodemvocht hangen met elkaar samen, maar zijn niet hetzelfde. De grondwaterstand geeft de bovenzijde van de verzadigde zone aan. Daarboven bevindt zich een onverzadigde zone waarin zowel water als lucht aanwezig is. Ook wanneer de grondwaterstand relatief diep ligt, kan door capillaire opstijging nog vocht naar de hogere bodemlagen worden aangevoerd. Omgekeerd kan de bodem rond een fundering door verdamping uitdrogen zonder dat de grondwaterstand in dezelfde mate verandert.

De relatie tussen het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand verschilt per gebied. In goed doorlatende zandbodems kan een watergang de grondwaterstand in de omgeving relatief sterk beïnvloeden. Bij slecht doorlatende klei- en veenlagen is deze invloed vaak kleiner, trager en ruimtelijk beperkter. Ook de afstand tot de watergang, de bodemopbouw, drainage, riolering en ondergrondse constructies zijn bepalend.

Een verlaging van de grondwaterstand kan verschillende processen in gang zetten. Door de afname van de waterdruk neemt de effectieve belasting op het korrelskelet van de bodem toe. In samendrukbare lagen kan hierdoor consolidatie en zetting optreden. Daarnaast kan een lagere grondwaterstand uitdroging en krimp van klei bevorderen en veen aan zuurstof blootstellen, waardoor krimp en oxidatie kunnen optreden. De omvang van deze effecten hangt af van de duur en diepte van de verlaging en van de aanwezige bodemlagen.

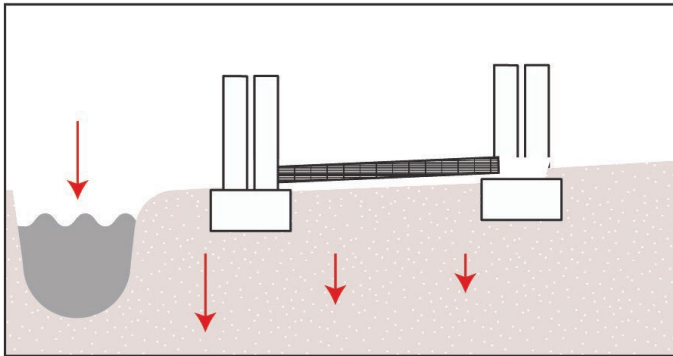
Veranderingen van de grondwaterstand kunnen natuurlijke en menselijke oorzaken hebben. Langdurige perioden met weinig neerslag en hoge verdamping leiden tot minder grondwateraanvulling en een grotere watervraag van vegetatie. Door klimaatverandering kunnen dergelijke droge perioden vaker of intenser voorkomen. Tegelijkertijd kunnen natte perioden, hoge oppervlaktewaterpeilen en een beperkte ontwatering leiden tot hoge grondwaterstanden en vochtproblemen.

In laaggelegen delen van Nederland wordt het oppervlaktewaterpeil actief beheerd. Hierdoor kan de daling of stijging van de grondwaterstand worden beperkt, maar het oppervlaktewaterpeil bepaalt de grondwaterstand onder gebouwen niet één op één. In vrij afwaterende of hellende gebieden is minder sprake van een vast peil en kunnen grondwaterstanden tijdens droge perioden verder uitzakken.

Verstedelijking kan de grondwateraanvulling veranderen. Daken en verhardingen verminderen de rechtstreekse infiltratie wanneer regenwater via riolering of oppervlaktewater wordt afgevoerd. Het effect hangt echter af van de inrichting. Wanneer regenwater lokaal wordt geïnfiltreerd, hoeft verharding niet tot minder grondwateraanvulling te leiden. In hellende gebieden kunnen veranderingen in infiltratie en afvoer ook doorwerken naar lager gelegen delen van het grondwatersysteem.

Tunnels, kelders, damwanden, oeverconstructies en andere ondergrondse werken kunnen de grondwaterstroming beïnvloeden. Wanneer een constructie een watervoerende laag geheel of gedeeltelijk doorsnijdt, kan aan de toestromende zijde opstuwing ontstaan en aan de andere zijde een verlaging. Grondwater kan echter ook om of onder de constructie heen stromen. De richting en omvang van het effect moeten daarom per locatie worden onderzocht en kunnen niet alleen uit de aanwezigheid van een ondergrondse constructie worden afgeleid.

Grondwateronttrekkingen voor drinkwater, industrie, landbouw, bodemenergie of tijdelijke bemaling kunnen eveneens invloed hebben op grondwaterstanden en stijghoogten. Een onttrekking uit een diep watervoerend pakket heeft echter niet automatisch een merkbaar effect op de ondiepe, freatische grondwaterstand. Dit hangt af van de omvang en duur van de onttrekking, de diepte van het filter, de doorlatendheid van de bodem en de aanwezigheid van afsluitende klei- of veenlagen. Bij tijdelijke bemaling nabij bebouwing kan een lokale grondwaterverlaging wel snel tot zetting of uitdroging leiden. Daarom zijn voorafgaande effectbeoordeling en monitoring bij risicovolle bemalingen van belang.



TRILLINGEN EN VERANDERINGEN IN DE OMGEVING

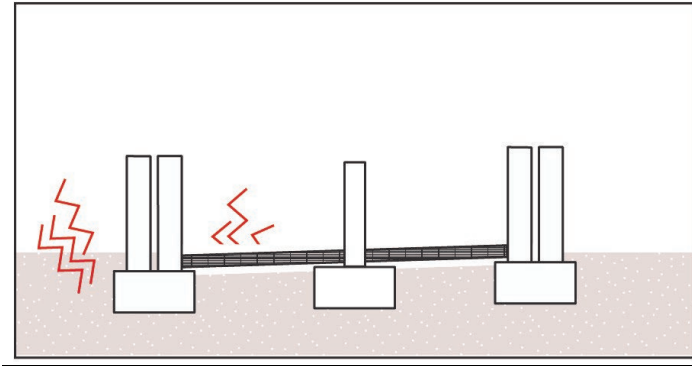
Activiteiten in de omgeving kunnen rechtstreeks of via de bodem schade aan een gebouw veroorzaken. Trillingen kunnen afkomstig zijn van weg- en spoorverkeer, heiwerk, sloopwerkzaamheden, grondverdichting of zwaar bouwmaterieel. Sterke trillingen kunnen direct spanningen en scheurvorming in een kwetsbaar gebouw veroorzaken. In los gepakte of gevoelige bodem kunnen herhaalde trillingen daarnaast leiden tot verdichting en zetting. Of trillingen daadwerkelijk schade veroorzaken, hangt af van de trillingssterkte, frequentie en duur, de afstand tot de bron, de bodemopbouw en de staat en constructiewijze van het gebouw.

Ook ontgravingen nabij een gebouw kunnen bodembeweging veroorzaken. Door het verwijderen van grond neemt de zijdelingse steun af en kan grond naar de ontgraving toe bewegen. Bemaling van een bouwput kan de grondwaterstand verlagen en daarmee aanvullende zetting veroorzaken. Damwanden en bouwkuipen beperken deze bewegingen, maar kunnen tijdens het aanbrengen of verwijderen zelf trillingen en vervormingen veroorzaken.

Het ophogen van straten, terreinen of waterkeringen leidt tot een extra belasting van de ondergrond. In slappe klei- en veenlagen veroorzaakt deze belasting consolidatie en kruip. Naast verticale zetting onder de ophoging kunnen ook horizontale vervormingen optreden, waardoor de bodem onder of naast een aangrenzend gebouw beweegt. Soms wordt de zetting bewust versneld met voorbelasting, verticale drainage of tijdelijke verlaging van de grondwaterstand.

Omdat ophogingen, ontgravingen en nieuwe infrastructuur vaak aan één zijde van een gebouw plaatsvinden, is de invloed op de fundering meestal niet gelijkmatig verdeeld. Hierdoor kan het gebouw scheefzakken of kunnen verschillen ontstaan tussen het deel van de fundering nabij de werkzaamheden en het verder weg gelegen deel. Ook kan schade optreden aan de overgang tussen gebouwen die verschillend zijn gefundeerd.

Het oorzakelijke verband tussen een omgevingsactiviteit en schade is niet altijd eenvoudig vast te stellen. De schade kan mede worden beïnvloed door bestaande gebreken, autonome bodemdaling, weersomstandigheden en eerdere werkzaamheden. Een goede nulmeting en registratie van de werkzaamheden, trillingen, grondwaterstanden en gebouwbewegingen zijn daarom belangrijk wanneer risicovolle activiteiten nabij kwetsbare bebouwing plaatsvinden.

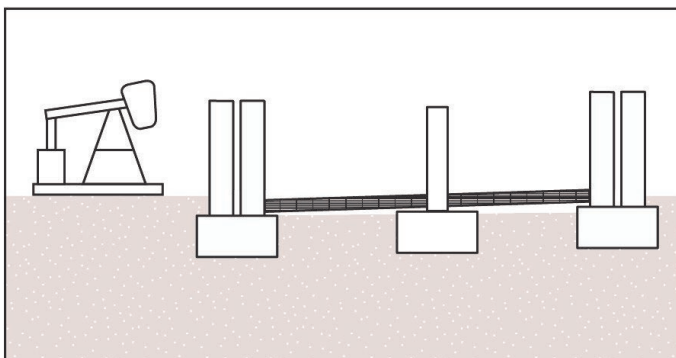


MIJNBOWACTIVITEITEN EN GROOTSCHALIGE BODEMBEWEGINGEN

In verschillende delen van Nederland vinden of vonden mijnbouwactiviteiten plaats, zoals de winning van aardgas, zout en steenkool. Het onttrekken van delfstoffen op grote diepte kan leiden tot compactie, vervorming of instorting van ondergrondse lagen. Aan het maaiveld kan dit zichtbaar worden als bodemdaling, bodemstijging, een plotselinge beving of lokale vervorming.

Geleidelijke bodemdaling over een groot gebied hoeft niet automatisch tot schade aan een gebouw te leiden wanneer gebouw en omgeving vrijwel gelijkmatig meebewegen. Schade ontstaat vooral wanneer sprake is van ruimtelijke verschillen in bodembeweging, horizontale vervorming, een plotselinge beweging of trillingen door geïnduceerde aardbevingen. Ook veranderingen in de waterhuishouding die samenhangen met bodemdaling kunnen indirect gevolgen hebben voor ondiep gefundeerde gebouwen.

De aard van het mechanisme verschilt per type mijnbouw en per regio. Bij voormalige steenkoolwinning kunnen bijvoorbeeld na-ijlende bodembewegingen en lokale verzakkingen optreden, terwijl bij gas- of zoutwinning andere vormen en ruimtelijke patronen van bodembeweging voorkomen. Om de bijdrage van mijnbouw aan gebouwschade te beoordelen, zijn daarom gegevens nodig over de winning, de geologische opbouw, gemeten bodembeweging en het concrete schadebeeld.



B.2| VAN SCHADE WAARNEMEN NAAR DE OORZAAK BEGRIJPEN

Veel processen die tot schade leiden, zoals consolidatie, kruip, bodemdaling, uitdroging en veranderingen van de grondwaterstand, verlopen langzaam. Schade wordt daardoor soms pas jaren na een ingreep zichtbaar. Bovendien ontstaat schade meestal niet door één afzonderlijke gebeurtenis. Vaak is sprake van een combinatie of opeenvolging van oorzaken. Een gebouw kan bijvoorbeeld zwaarder zijn belast door een verbouwing, terwijl geleidelijk de draagkracht of het volume van de bodem verandert. Alleen bij een duidelijke gebeurtenis, zoals een ontgraving, lekkage, sterke trilling of constructieve ingreep, is de relatie tussen oorzaak en schade soms relatief direct herkenbaar.

De eerste signalen zijn veelal scheuren in gevels, binnenwanden of vloeren, klemmende ramen en deuren, scheeflopende vloeren of loskomende aansluitingen. Aanvankelijk worden deze verschijnselen vaak als afzonderlijke onderhoudsproblemen behandeld. Een scheur wordt dichtgezet of een deur wordt opnieuw afgehangen. Pas wanneer de schade terugkeert, zich uitbreidt of sneller toeneemt, ontstaat het vermoeden dat sprake is van een doorgaand proces.

Een cosmetisch of functioneel herstel is niet per definitie verkeerd. Een oude, stabiele scheur kan zonder bezwaar worden hersteld. Wanneer de achterliggende beweging nog actief is, zal de schade waarschijnlijk terugkeren. Daarom is het belangrijk om vóór herstel vast te leggen waar de schade zit, hoe groot deze is en of aanwijzingen bestaan voor verdere beweging.

Vragen voor een eerste duiding

De volgende vragen helpen om mogelijke oorzaken van schade te verkennen. Een afzonderlijk antwoord is zelden voldoende voor een diagnose. Het gaat om de combinatie van het schadebeeld, het verloop in de tijd en veranderingen aan het gebouw of in de omgeving.

1. Welke schade is zichtbaar en waar bevindt deze zich?

De plaats en vorm van scheuren geven informatie over de manier waarop het gebouw vervormt. Schuine of trapsgewijze scheuren kunnen samenhangen met verschilzetting. Verticale of horizontale scheuren kunnen ook ontstaan door materiaalwerking, doorbuiging of aansluitingen tussen bouw delen. De scheurrichting alleen is onvoldoende om de oorzaak vast te stellen. Ook scheeflopende vloeren, klemmende ramen en deuren en vervormingen bij aanbouwen of andere aansluitingen zijn relevant.

2. Wanneer is de schade voor het eerst waargenomen?

Het moment waarop schade zichtbaar wordt, kan helpen om een relatie te leggen met een verbouwing, droge periode, lekkage of activiteit in de omgeving. Plotseling ontstane schade past eerder bij een directe verandering. Schade die zich geleidelijk zichtbaar maakt, kan samenhangen met langzame processen in de bodem of fundering. Het moment van waarnemen hoeft niet gelijk te zijn aan het moment waarop de schade is ontstaan.

3. Hoe ontwikkelt de schade zich in de tijd?

Schade die toeneemt, wijst op een actief vervormingsproces. Wanneer schade gedurende langere tijd niet verandert, kan sprake zijn van stabilisatie. Voorwaarde is dat de waarnemingsperiode lang genoeg is om dit te concluderen. Scheuren die periodiek breder en smaller worden, kunnen samenhangen met temperatuurwerking of seizoensmatige veranderingen van het bodemvocht.

4. Staat het gebouw als geheel scheef of zijn vooral plaatselijke vervormingen zichtbaar?

Scheefstand van het hele gebouw kan wijzen op een ruimtelijk verschil in bodemopbouw, draagkracht of belasting. Plaatselijke vervorming nabij een aanbouw, kelder, zware wand of watergang kan duiden op een lokaal verschil. Een zichtbare scheefstand kan al oud en gestabiliseerd zijn en betekent niet automatisch dat nog steeds beweging plaatsvindt.

5. Welk funderingstype is aanwezig en zijn er verschillen tussen bouwdelen?

De diepte, breedte en opbouw van de fundering bepalen hoe het gebouw reageert op bewegingen van de bodem. Binnen één gebouw kunnen verschillende funderingstypen voorkomen, bijvoorbeeld bij een aanbouw, kelder of hersteld gedeelte. Vooral bij de overgang tussen verschillend gefundeerde bouwdelen kan schade ontstaan.

6. Zijn verbouwingen of veranderingen in de belasting uitgevoerd?

Een dakopbouw, aanbouw, zware vloer of andere toevoeging kan de belasting op de fundering vergroten. Het verwijderen van dragende wanden of maken van doorbraken kan de verdeling van de belasting veranderen. Ook oudere verbouwingen zijn relevant, omdat de gevolgen zich geleidelijk kunnen ontwikkelen.

7. Is de vocht- of watersituatie rond het gebouw veranderd?

Verharding, drainage, bomen, aangepaste regenwaterafvoer en lekkende leidingen kunnen de verdeling van bodemvocht beïnvloeden. Ook veranderingen van het oppervlaktewaterpeil of de grondwaterstand kunnen leiden tot zetting, krimp van klei of uitdroging van veen. De invloed hangt af van de bodemopbouw, omvang en duur van de verandering en de afstand tot het gebouw.

8. Zijn werkzaamheden of andere veranderingen in de omgeving uitgevoerd?

Ophogingen, ontgravingen, bouwputten, bemalingen en nieuwe infrastructuur kunnen bewegingen in de ondergrond veroorzaken. Ook trillingen door heien, damwanden, sloopwerk of zwaar verkeer kunnen een gebouw met een ondiepe fundering negatief beïnvloeden. Ondergrondse constructies kunnen daarnaast de grondwatersituatie veranderen.

9. Komt vergelijkbare schade voor bij andere gebouwen?

Vergelijkbare schade bij meerdere gebouwen in de omgeving kan wijzen op een gedeelde oorzaak, zoals droogte, bodemdaling, bemaling of een andere omgevingsverandering. Schade aan één gebouw wijst eerder op een lokale oorzaak, maar ook verschillen in fundering, constructie en verbouwingen kunnen verklaren waarom het ene gebouw eerder reageert dan het andere. Bij geschakelde bebouwing moet naar de gehele bouwkundige eenheid worden gekeken.

10. Is sprake van mijnbouw of geregistreerde bodembeweging?

Mijnbouwactiviteiten zoals het winnen van gas, zout of steenkool kunnen in bepaalde regio's leiden tot bodemdaling, bevingen of andere bodembewegingen. De gevolgen kunnen ook na beëindiging van activiteiten optreden. Of deze processen bijdragen aan de schade moet worden beoordeeld aan de hand van de locatie, geregistreerde bodembeweging en het schadebeeld. Ook in mijnbouwgebieden kunnen lokale gebouw-, bodem- en grondwaterfactoren een rol spelen.

Van waarnemingen naar vervolgonderzoek

De vragen leveren afzonderlijk geen diagnose op. Juist de combinatie van antwoorden helpt om één of meer mogelijke schadeoorzaken te formuleren. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen de aanleiding, het onderliggende proces en de kwetsbaarheid van het gebouw. Een droge periode kan bijvoorbeeld de aanleiding zijn, krimp van klei het bodemproces en een verschil in funderingsopbouw de reden waarom juist op één plaats schade ontstaat.

Om het verloop te kunnen beoordelen, is het belangrijk de schade en relevante veranderingen systematisch vast te leggen. Dat kan beginnen met gedateerde foto's en een eenvoudige aanduiding van de schade op een plattegrond. Bij terugkerende of toenemende schade kunnen scheurmetingen, hoogtemetingen en gegevens over grondwaterstanden, bodemvocht of werkzaamheden in de omgeving nodig zijn. Oude foto's, bouwtekeningen, verbouwingsgegevens en informatie van aangrenzende eigenaren kunnen het beeld aanvullen.

Wanneer schade plotseling ontstaat, snel toeneemt of samengaat met meerdere vervormingen, is beoordeling door een constructeur of funderingsdeskundige aan te raden. Deze deskundige beoordeelt de ernst en urgentie en bepaalt welk vervolgonderzoek nodig is.



B.3| MONITORING EN KENNISONTWIKKELING

Een belangrijk knelpunt bij de aanpak van funderingsproblematiek is het beperkte inzicht in de effectiviteit van maatregelen op langere termijn. Er zijn relatief weinig vergelijkbare en langjarige meetgegevens beschikbaar over de invloed van maatregelen op bodembeweging, grondwaterstanden en schadeontwikkeling. Daardoor is niet altijd duidelijk welke maatregelen onder welke omstandigheden effectief zijn, hoe lang het effect aanhoudt en welke neveneffecten kunnen optreden.

Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen monitoring binnen een afzonderlijk uitvoeringsproject en monitoring voor bredere kennisontwikkeling. De monitoring tijdens en direct na de uitvoering is eerder in dit rapport beschreven. Deze is bedoeld om de veiligheid te bewaken, de kwaliteit van het werk te controleren en vast te stellen of de maatregel volgens ontwerp is uitgevoerd. Deze projectgebonden monitoring behoort in beginsel tot de verantwoordelijkheid van opdrachtgever en uitvoerder.

Monitoring om generieke kennis te ontwikkelen heeft een ander doel en vraagt om een andere aanpak. Daarbij gaat het niet alleen om de vraag of een maatregel bij één gebouw naar behoren functioneert, maar om het aantonen van de effectiviteit, levensduur, randvoorwaarden en mogelijke neveneffecten van een techniek. Hiervoor zijn langjarige metingen, een gestandaardiseerde onderzoeksopzet en vergelijking tussen verschillende situaties nodig. Vaak zijn ook aanvullende metingen buiten het betreffende perceel of bij vergelijkbare gebouwen zonder maatregel nodig.

De kosten van deze aanvullende monitoring kunnen daarom niet zonder meer bij de particuliere opdrachtgever of aannemer worden neergelegd. De eigenaar investeert al in de maatregel en heeft doorgaans geen direct belang bij een langdurig onderzoeksprogramma dat vooral toekomstige projecten en andere eigenaren ten goede komt. Ook van een uitvoerende partij kan niet worden verwacht dat zij zelfstandig langjarige, onafhankelijke en landelijk vergelijkbare monitoring financiert.

De verantwoordelijkheid voor programmatische monitoring en kennisontwikkeling ligt daarom vooral bij overheden en landelijke of regionale kennisorganisaties. Gemeenten kunnen praktijklocaties aandragen, lokale gegevens beschikbaar stellen en regionale meetprogramma's ondersteunen. Vanuit de Nationale Aanpak Funderingen kan worden gezorgd voor landelijke regie, financiering en een gemeenschappelijke onderzoeksopzet. Kennisorganisaties kunnen bijdragen aan het ontwikkelen van meetprotocollen, het bundelen van resultaten en het vertalen daarvan naar praktisch toepasbare kennis. Ook onderzoeksinstituten, universiteiten en hogescholen kunnen worden betrokken bij de onafhankelijke analyse.

Eigenaren en uitvoerders blijven binnen dergelijke programma's belangrijke partners. Zij kunnen toestemming geven voor metingen, informatie verstrekken over de uitgangssituatie en uitvoering en praktijkervaringen delen. Hun medewerking maakt kennisontwikkeling mogelijk, maar betekent niet automatisch dat zij ook de aanvullende onderzoeksinspanning en kosten moeten dragen. Vooraf moeten duidelijke afspraken worden gemaakt over financiering, toegang tot het gebouw, eigendom en gebruik van gegevens, privacy en de terugkoppeling van resultaten.

Een landelijk of regionaal monitoringsprogramma begint bij een goede selectie van doelen en bijbehorende casussen. Voor iedere casus is een goede nulmeting nodig. Daarin worden de bestaande schade, de beweging en vervorming van het gebouw, relevante grondwaterstanden en de toestand van bodem en fundering vastgelegd. Ook moeten vooraf de verwachte werking en de criteria voor

een succesvolle maatregel worden bepaald. Zonder een nulmeting en heldere beoordelingscriteria is achteraf moeilijk vast te stellen of veranderingen daadwerkelijk door de maatregel zijn veroorzaakt.

De monitoring moet vervolgens voldoende lang worden voortgezet om verschillende gebeurtenissen, zoals droge en natte perioden, mee te nemen. Veel processen in bodem en fundering verlopen langzaam, terwijl het effect van klimaatvariatie groot kan zijn. Het uitblijven van schade gedurende enkele jaren is daarom nog geen bewijs dat een maatregel ook op langere termijn effectief is. Omgekeerd hoeft een beperkte beweging niet direct te betekenen dat een maatregel onvoldoende functioneert. De meetresultaten moeten steeds worden beoordeeld in relatie tot de vooraf bepaalde doelstelling en het geaccepteerde restrisico.

Niet alleen succesvolle maatregelen verdienen aandacht. Juist maatregelen die minder effectief blijken, onderhoud vragen of onverwachte neveneffecten veroorzaken, leveren belangrijke kennis op. Daarvoor moet vooraf worden afgesproken dat ook ongunstige of tegenvallende resultaten worden vastgelegd en gedeeld.

Door resultaten volgens een gemeenschappelijke systematiek vast te leggen, kunnen casussen onderling worden vergeleken. Programmatische monitoring is een publieke en collectieve kennisopgave. De opgedane kennis draagt bij aan betere richtlijnen, realistischer verwachtingen en een doelmatiger inzet van private en publieke middelen. Het uiteindelijke doel is om beter te kunnen bepalen welke maatregel onder welke omstandigheden effectief en proportioneel is. Door ervaringen en meetresultaten systematisch te verzamelen en te delen, ontstaat een steeds betere basis voor keuzes van eigenaren, overheden en uitvoerende partijen.