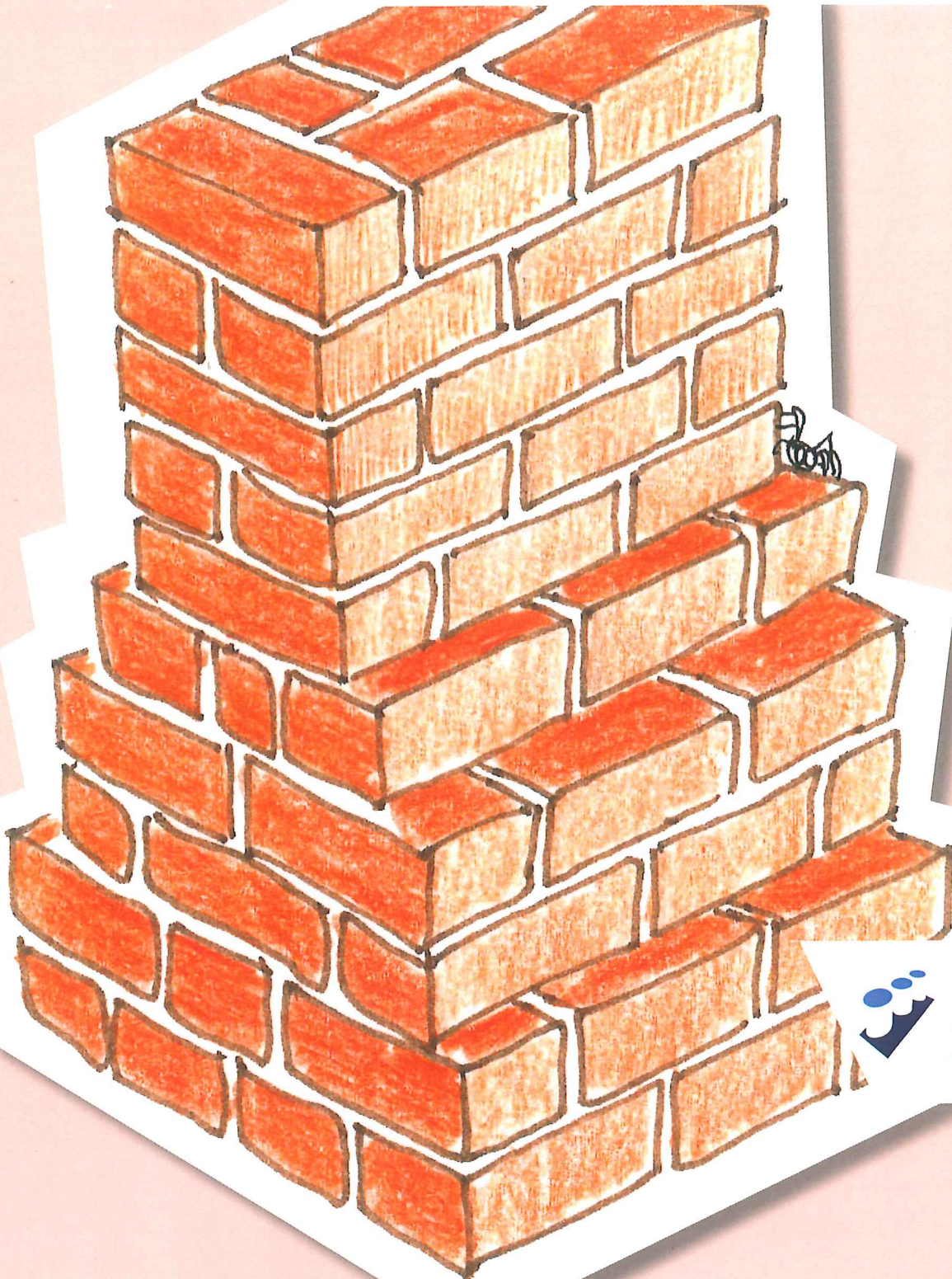


# Onderzoek en beoordeling van funderingen op staal (ondiepe funderingen)



**F30**

ORGANISATIE ONAFHANKELIJK ONDERZOEK FUNDERINGEN

## Aansprakelijkheid

SBRCURnet en degenen die aan dit product hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze publicatie. Toch kan niet worden uitgesloten dat de inhoud onjuistheden bevat. De gebruiker van dit product aanvaardt daarvoor het risico. SBRCURnet sluit, mede ten behoeve van de auteurs, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van informatie uit dit product.

## © SBRCURnet

Alle rechten voorbehouden. Niets van deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, getransformeerd tot software of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 in verbinding met het Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient u zich te richten tot: SBRCURnet, Postbus 1819, 3000 BV Rotterdam.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, stored in a database or retrieval system, or any other means without written permission from the SBRCURnet.

## Colofon

### SBRCURnet-projectmanagers

Ruud Geerligts

Fred Jonker

### Vormgeving

Kasja de Jong, SBRCURnet

### Druk

Scan Laser bv, Zaandam

### Foto omslag

Ed Werkhoven, Techniek en Methode

Rotterdam, februari 2014

Artikelnummer: 648.14

## Relevante SBRCURnet-producten

- 628.12 Handboek Funderingsherstel  
Op palen en "op staal"
- 631.12 Onderzoek en beoordeling van houten  
paalfunderingen onder gebouwen

## Meer informatie

U vindt meer informatie over alle SBRCURnet-producten en -projecten op [www.sbrcurnet.nl](http://www.sbrcurnet.nl).

*Wilt u op de hoogte blijven van onze activiteiten?*

Meld u dan via [www.sbrcurnet.nl](http://www.sbrcurnet.nl) aan voor onze gratis e-mail-nieuwsbrief.

*Heeft u meer vragen over deze publicatie?*

Bel met de afdeling verkoop via (010) 411 4111 of stuur een mail naar [verkoop@sbrcurnet.nl](mailto:verkoop@sbrcurnet.nl).

# **Onderzoek en beoordeling van funderingen op staal (ondiepe funderingen)**

SBRCURNET/F30, Rotterdam februari 2014

# Voorwoord

De fundering is het deel van een constructie dat de belasting vanuit een bouwwerk overdraagt aan de ondergrond. Deze constructie kan ondiep zijn aangelegd (op geringe diepte onder het maaiveld) of op een lager niveau zijn uitgevoerd (bijvoorbeeld met palen). Tot het einde van de 13e eeuw werd er uitsluitend ondiep gefundeerd. Aan het eind van de 13e eeuw werden er roosterfunderingen met korte houten paaltjes toegepast, welke ook tot de ondiepe funderingen gerekend kunnen worden. In de 16e eeuw werden de eerste paalfunderingen "op stuit" toegepast.

In deze richtlijn worden de ondiepe funderingen (op staal) behandeld, zoals (zie bijlage A):

- Funderingen op staal, strook of plaatfundering / poeren (stiepen).
- Roosterwerken met of zonder slieten.

Het onderzoek en beoordeling van paalfunderingen worden in de F3O richtlijn *Onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen behandeld*.

Bij een fundering op staal kan de funderingsconstructie direct op de ontgraven grond zijn aangebracht of op een *grondverbetering* (verdicht grondpakket - zie bijlage A afb. A1 t/m A3), al dan niet voorzien van een *werkvloer*. In deze richtlijn worden de onderzoeksmethoden en beoordelingen van deze funderingen op staal belicht, waarbij het niet alleen van belang is inzicht te krijgen over de bodemopbouw (samenstelling van de grond waarop is gefundeerd) en waterhuishouding, maar ook van de samenstelling van de funderingsconstructie zelf (is er bijvoorbeeld alleen metselwerk toegepast of is er ook een houten laag in de fundering aanwezig).

Schade aan gebouwen met een fundering op staal kan ook veroorzaakt worden door natuurlijke zetting of invloeden van buitenaf, zoals bewegingen van grondlagen door bouwkuipen, terreinophogingen en/of beïnvloeding van de grondwaterstand. Een funderingsherstel is dan vaak noodzakelijk. Een dergelijk herstel is kostbaar en kan grote (financiële) consequenties hebben voor de eigenaar van een bouwwerk.

Het is daarom van belang om de opbouw (de afmetingen) en de kwaliteit (het materiaal) van een fundering te kennen, ook als er in de omgeving van een bouwwerk werkzaamheden in de grond worden uitgevoerd, welke invloed kunnen hebben op de fundering of grond. Een dergelijk onderzoek met beoordeling van de materialen kan worden uitgevoerd aan de hand van deze richtlijn.

Gebouwen met een fundering op staal komen in Nederland veelvuldig voor. Naast de richtlijn over onderzoek naar funderingen met houten heipalen geeft ook deze richtlijn een objectieve beoordelingssystematiek. De brancheorganisatie F3O heeft het initiatief genomen deze richtlijn uit te brengen, omdat het funderingsonderzoek vaak over constructies gaat die thans minder gangbaar zijn en buiten de bestaande regelgeving valt en waarvan de beoordeling een specifieke en complexe zaak is.

Deze richtlijn is opgesteld en getoetst door een interdisciplinair team van wetenschappers en praktijkmensen. Door deze samenstelling is de meeste actuele kennis beschikbaar gekomen om het complex van interacties tussen bouwwerk, fundering en bodem in een werkbaar richtlijn om te zetten. Binnen het onderzoek en beoordeling van funderingen is deze richtlijn (voor funderingen op staal onder gebouwen) de tweede uit een serie van richtlijnen voor funderingsonderzoek. Bij de samenstelling van deze richtlijn zijn er diverse voorbeelden uit de praktijk van "afwijkende" funderingsgevallen ter sprake gekomen. Voor enkele voorbeelden van uitgevoerde funderingsonderzoeken wordt verwezen naar de website van F3O: [www.F3O.nl/voorbeelden](http://www.F3O.nl/voorbeelden).

Bij de totstandkoming van deze richtlijn is met een open structuur gewerkt. De commissieleden hebben zich vrijwillig aangemeld uit de leden van F3O. Onder voorzitterschap van een F3O bestuurslid heeft de commissie de richtlijn opgesteld en is deze ter goedkeuring voorgedragen aan alle leden en participanten van F3O. Na verwerking van de kritiek is de richtlijn bekrachtigd door het bestuur. Jaarlijks wordt de richtlijn geëvalueerd door de commissie. Wijzigingsvoorstellen worden aan de ledenvergadering voorgelegd ter goedkeuring. Na goedkeuring wordt de richtlijn aangepast.

Namens de F3O commissie,

- André Opstal, Ingenieursbureau Gemeente Rotterdam (voorzitter)
- Jan-Willem Oome, Techniek en Methode
- Jasper Vosdingh Bessem, Fugro GeoServices
- André de Prouw, Constructiebureau de Prouw

# Inhoud

---

<b>1</b>	<b>Doelstelling</b>	<b>7</b>
----------	---------------------	----------

---

<b>2</b>	<b>Onderdelen funderingsonderzoek</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Archiefonderzoek (bureaustudie)</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Visuele inspectie pand</b>	<b>9</b>
2.2.1	Inpandige inspectie	9
2.2.2	Gevelinspecties	10
<b>2.3</b>	<b>Scheefstandsmetingen</b>	<b>10</b>
2.3.1	Lintvoegwaterpassing	10
2.3.2	Vloerwaterpassing	11
2.3.3	Loodmeting	12
<b>2.4</b>	<b>Hoogtemetingen</b>	<b>12</b>
2.4.1	Peilmaatmeting	12
2.4.2	Nauwkeurigheidswaterpassing	12
<b>2.5</b>	<b>Omgevingsfactoren</b>	<b>13</b>
<b>2.6</b>	<b>Grondwaterstandmetingen</b>	<b>14</b>
<b>2.7</b>	<b>Funderingsinspectie</b>	<b>14</b>
2.7.1	Inspectieputten	14
2.7.2	Ontgraving	15
2.7.3	Classificatie bodemmateriaal	16
2.7.4	Kwaliteit metselwerk en beton	16
2.7.5	Visuele inspectie en het opmeten van de funderingsconstructie	17

---

<b>3</b>	<b>Beoordeling functioneren fundering op staal (ondiepe fundering)</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Toetsing draagkracht fundering</b>	<b>19</b>
3.1.1	Stabiliteit funderingsconstructie	19
3.1.2	Geotechnische draagkracht	19
<b>3.2</b>	<b>Beoordeling</b>	<b>20</b>

---

<b>4</b>	<b>Verklarende woordenlijst</b>	<b>23</b>
----------	---------------------------------	-----------

---

<b>5</b>	<b>Gebruikte normen, publicaties, en richtlijnen</b>	<b>27</b>
----------	------------------------------------------------------	-----------

---

Bijlage A	Voorbeelden funderingstypen	29
-----------	-----------------------------	----

Deze richtlijn heeft tot doel de uniformiteit en objectiviteit van het onderzoek aan funderingen op staal onder bebouwing te waarborgen. Hiermee wordt ook de uniformiteit van kwaliteitsbeoordeling en toetsing van funderingen in Nederland vergroot. Hiertoe zijn beschikbare technieken beschreven voor het uitvoeren van funderingsonderzoek aan gebouwen en zijn criteria gegeven om tot eenduidige benamingen van waarnemingen en een kwaliteitsbeoordeling te komen. Aangegeven wordt hoe een vertaling gemaakt kan worden naar de funderingstechnische handhavingstermijn.

Funderingen op staal zijn vaak ruim voor de huidige regelgeving gerealiseerd. Daarom wordt een van de huidige regelgeving afwijkende systematiek gegeven om tot een funderingstechnische handhavingstermijn te komen.

Deze richtlijn voorziet in de beoordeling van het functioneren van de fundering. De beoordeling voor het gebruik van het bouwwerk valt niet onder deze richtlijn.

## **TOELICHTING Doelstelling**

Voor het beoordelen van het functioneren van een bestaande fundering is informatie nodig die soms moeilijk te verkrijgen en lastig te interpreteren is. Deze richtlijn geeft eenduidige benamingen voor de noodzakelijke informatieonderdelen waardoor een objectieve analyse kan worden uitgevoerd om tot een beoordeling van een fundering te komen. Een deel van de informatie is direct toetsbaar aan geldende normen. Een ander deel echter niet omdat deze funderingsconstructies aangelegd zijn in een periode dat er nog geen regelgeving en toetsing bestond. Op basis van het Bouwbesluit – Bestaande Bouw (VROM 2005) voldoet een fundering vaak niet en een beoordeling volgens Bouwbesluit leidt dan te snel tot afkeur, terwijl uit ervaring is gebleken dat in goede staat verkerende funderingen een aanzienlijke handhavingstermijn hebben. De theorie van het Bouwbesluit is hierdoor niet goed bruikbaar in de praktijk. Funderingen van vóór 1900 zijn vaak empirisch ontworpen, waarbij nog geen sonderingen, grondboringen en geotechnische berekeningen van de draagkracht werden gemaakt. De vorm (funderingsbreedte en aanlegdiepte) werd vastgesteld op basis van ervaring in de directe omgeving en beperking in diepte door toestromend water. Als de grond waarop gefundeerd werd te slap was, kon er een grondverbetering worden uitgevoerd of werd de grond aangestampt. Een drukverdelende constructie, veelal bestaand uit een of meer lagen houten balken, werd gebruikt om de basis van de fundering te leggen. De gebrekkige rekenkundige onderbouw heeft tot gevolg dat oude funderingen vaak zakking vertonen, hetgeen moeilijk verenigbaar is met de huidige normen.

In dit hoofdstuk worden de relevante onderzoeksmethodieken voor het doen van funderingsonderzoek beschreven en de resultaten worden zoveel mogelijk in klassen benoemd.

## 2.1 Archiefonderzoek (bureaustudie)

- Doel:** verzamelen beschikbare relevante informatie over het casco, de fundering, andere bouwkundige elementen (inclusief eventueel belendende panden).
- Methode:** gegevens (zie toelichting) verzamelen uit archieven.
- Resultaat:** relevant materiaal opnemen onder bronvermelding in de rapportage. Bespreking van conclusies op basis van verzameld materiaal in rapportage opnemen.

### TOELICHTING Archiefonderzoek (bureaustudie)

Het archiefonderzoek wordt gedaan door een ter zake deskundige onderzoeker die in staat is (oude) bouwtekeningen te interpreteren. Bronnen voor het archiefonderzoek zijn gemeentelijke bouwarchieven, streek- of stadsarchieven en mogelijk private archieven (bijvoorbeeld van woningbouwverenigingen en adviesbureaus). Hieronder volgt een opsomming van minimaal te behandelen gegevens.

- Oprichtingsdatum en oprichtingstekeningen van het pand of bouweenheid en indien noodzakelijk ook van de belendende panden of bouweenheden.
- Aanlegniveau begane grond vloer (bouwpeil), aanlegniveau fundering.
- Eventuele omschrijving houten fundering van langshout en roosterhout: houtsoort en afmeting.
- Eventuele omschrijving van de slietenfundering.
- Historische bodemgegevens (opbouw, ophogingen).
- Historische grondwaterstand gegevens.
- Constructieve gegevens: stabiliteit (afmetingen van elementen die de standzekerheid van het pand verzorgen (gevels, binnenmuren en vloeren), opvangconstructies, beschikbare berekeningen.
- Constructieve wijzigingen na oprichting: vergund en uitgevoerd (notities inspecteur), herstelwerkzaamheden, wat betreft indeling en gebruik.
- Gegevens over belendingen en gemeenschappelijke bouwdelen (bouwmuren, funderingen, onderdeel bouweenheid, funderingsherstel, stabiliteitsverbetering).
- Resultaten eerdere inspecties en onderzoeken.

## 2.2 Visuele inspectie pand

### 2.2.1 Inpandige inspectie

- Doel:** inventariseren zichtbare aspecten die duiden op verminderd functioneren van de fundering of belastingafdracht naar de fundering.
- Methode:** inpandige inspectie uitvoeren en gebreken vastleggen.
- Resultaat:** fotorapportage van geconstateerde gebreken (inclusief eenduidige weergave van de locatie van de gebreken). Er wordt aangegeven welke schade waarom verband heeft met het functioneren van de fundering.

### TOELICHTING Inpandige inspectie

Inspecties worden bij voorkeur uitgevoerd op de begane grond en (indien aanwezig) kelder en souterrainniveau. Indien hiervoor aanleiding is worden hogere verdiepingen geïnspecteerd. Speciale aandacht wordt gegeven aan constructieve wijzigingen in het pand of aansluitingen op latere bouwfasen (vergelijking gegevens archiefonderzoek). Bij de inpandige inspectie is het de bedoeling dat een inventarisatie plaatsvindt van signalen die een relatie hebben met de vervormingen van het pand en daarmee met de prestaties van de fundering. Signalen die bijvoorbeeld kunnen worden opgemerkt zijn: actuele en herstelde scheuren, metselwerk dat bol staat of wijkt van kozijnen, scheefstand van onder- en bovendorpels.

## 2.2.2 Gevelinspecties

**Doel:** inventariseren signalen die duiden op verminderd functioneren van de fundering of belastingafdracht naar de fundering.

**Methode:** gevelschouw uitvoeren en gebreken vastleggen. De scheurgrootte wordt visueel bepaald (met een meetnauwkeurigheid  $\pm 0,5$  mm).

**Resultaat:** fotorapportage van geconstateerde gebreken (inclusief eenduidige weergave van de locatie van de gebreken). Er wordt aangegeven welke schade waarom verband heeft met het functioneren van de fundering.

**Beoordeling:** breedte van de scheuren wordt volgens tabel 2.1 benoemd (conform NIVRE).

Tabel 2.1

Scheuren	Benaming
Haarscheuren	Zeer klein
0,5 – 1 mm	Klein
1 – 3 mm	Matig
> 3 mm	Groot

### TOELICHTING Gevelinspecties

Gevelinspecties worden uitgevoerd aan de vrij bereikbare gevels. Wanneer het pand deel uit maakt van een bouwblok of bouwstroom wordt ook de gevel van de direct belendende panden geïnspecteerd.

Bij de gevelinspectie is het de bedoeling dat een inventarisatie plaatsvindt van signalen die een relatie hebben met de vervormingen van het pand en daarmee met de prestatie van de fundering. Signalen die bijvoorbeeld kunnen worden opgemerkt zijn (herstelde) scheuren (wigvorming bij aansluiting belendingen), metselwerk (bol staan, wijkt van kozijnen), niet haaks zijn van kozijnen (scheefstand van onder- en bovendorpels), deuren en ramen.

## 2.3 Scheefstandsmetingen

### 2.3.1 Lintvoegwaterpassing

**Doel:** vaststellen van de vervormingen aan het pand en eventuele aangesloten belendingen (gehele pand en rotaties).

**Methode:** inmeten van gevelelementen die horizontaal zijn aangelegd door middel van waterpassing (meetnauwkeurigheid  $\pm 2,5$  mm).

**Resultaat:** grafische presentatie van de meting als relatieve zakkingen ten opzichte van het hoogst gemeten punt. Er dient specifiek te worden vermeld welke geveldetails gemeten zijn. De presentatie van de



metingen dient grafisch langs de gemeten gevels te worden weergegeven. De onderlinge afstand van de metingen dient gemeten en weergegeven te worden.

**Beoordeling:** de scheefstand wordt volgens tabel 2.2 benoemd.

Tabel 2.2

Rotatie	Schade typering	Benaming
< 1:300	Geen	Nihil
1:300 tot 1:200	Architectonisch	Klein
1:200 tot 1:100	Architectonisch	Matig
1:100 tot 1:75	Constructief	Groot
> 1:75	Constructief	Zeer groot

#### TOELICHTING Lintvoegwaterpassing

Bij voorkeur wordt een lintvoeg (bovenzijde van de steen) in het metselwerk gemeten rondom het gehele pand. Bij gepleisterde gevels kan ervoor gekozen worden om bijvoorbeeld de bovenzijde van kozijnen en versnijdingen in het metselwerk in te meten. Hiervan dient duidelijk notitie te worden gemaakt. Om de rotatie te kunnen bepalen dient de onderlinge afstand van de meetpunten aan de gevel te worden gemeten. Bij de bouwmuren met maximale onderlinge afstand van 5 m. De nauwkeurigheid van de meting is beperkt tot circa  $\pm 2.5$  mm als gevolg van maatafwijkingen in stenen en het metselproces en de meetmethode.

De gemeten vervormingen geven uitsluitend een beeld van de vervormingen over de periode tussen de meting en de oprichting van het metselwerk. Uitgangspunt is dat de lintvoegen horizontaal zijn aangelegd. De lintvoegwaterpassing is niet geschikt om actuele zakkingsnelheden vast te stellen.

Uit de zakkingsverschillen en de afstanden tussen de meetpunten kan worden herleid in welke mate het metselwerk van de gevels vervormd is; de vervormingen of rotaties geleid hebben tot scheurvorming. Bij welke rotaties scheurvorming begint op te treden, is afhankelijk van de geometrie en de samenhang van de constructie, de gebruikte bouwmaterialen en het tijdsverloop van de zakkingsverschillen. Esthetische schade is schade die zichtbaar is maar de constructie niet negatief beïnvloedt, constructieve schade doet dit wel.

### 2.3.2 Vloerwaterpassing

**Doel:** vaststellen scheefstand van vloeren.

**Methode:** bepalen welke vloervelden de originele vervormingen weergeven. Inmeten van vloeren nabij de balkopleggingen in de gefundeerde muur ten opzichte van een horizontaal vlak. De meting wordt middels een waterpassing uitgevoerd (meetnauwkeurigheid  $\pm 10$  mm).

**Resultaat:** grafische presentatie van meetwaarden omgerekend naar zakkings ten opzichte van het hoogste punt van het vloerveld. De locatie van de meting op het vloerveld dient eenduidig te worden aangegeven. De representativiteit van de meting voor de originele vervormingen moet worden aangegeven.

**Beoordeling:** de scheefstand en zakkingsverschillen worden volgens tabel 2.2 benoemd.

#### TOELICHTING Vloerwaterpassing

Deze metingen worden vaak uitgevoerd bij vloervelden waarvan verwacht mag worden dat de originele balklaag wordt gemeten. Bij een vloerwaterpassing wordt van de vloer ter plaatse van de balkopleggingen in de muren het niveauverschil tussen een aantal punten gemeten (bij voorkeur op de 1ste etage). De aanwezigheid van mogelijk verschillende vloerafwerkingen vereist aandacht bij de uitvoering van de metingen en mogelijk correcties van de meetwaarden. Per vloerveld kan de afwijking ten opzichte van een horizontaal vlak worden gemeten. Maatafwijkingen in vloerafwerking beperken de meetnauwkeurigheid.

### 2.3.3 Loodmeting

- Doel:** vaststellen voor- of achteroverhellen van de gevel.
- Methode:** de gevelstandmeting kan worden uitgevoerd met een Theodoliet, Tachymeter of Oploodinstrument (meetnauwkeurigheid  $\pm 10$  mm) en maakt de helling van een gevel ten opzichte van de verticaal inzichtelijk.
- Resultaat:** presentatie van meetwaarden over de hoogte van de gevel. De methode en de locatie van de meting op de gevel dient eenduidig te worden aangegeven.
- Beoordeling:** de scheefstand uit de verticaal wordt volgens tabel 2.2 benoemd.

#### TOELICHTING Loodmeting

Deze meting wordt vaak uitgevoerd met een hiervoor geschikt waterpasoestel. Hierbij wordt met de afleesdraden en projectie op markante geveldelen, de onderlinge verticale afwijking vastgesteld. De nauwkeurigheid van deze meting is afhankelijk van hoogte van de gevel en de afstand tot het waterpasoestel. Afwijkingen van circa  $\pm 10$  mm zijn te verwachten. Indien de gevel hiervoor bereikbaar is kan bij helling voorover ook een meting met een schietlood worden uitgevoerd.

## 2.4 Hoogtemetingen

### 2.4.1 Peilmaatmeting

- Doel:** relateren historisch bouwpeil met actuele hoogte bouwpeil. Methode: het vastleggen van bovenkant begane grondvloer ten opzichte van NAP middels een waterpassing (meetnauwkeurigheid  $\pm 5$  mm). Als een hoogte t.o.v. (N)AP bekend is uit de archiefstukken kan hiermee een globale absolute zakking worden bepaald.
- Resultaat:** een afgeleide absolute zakking van de constructie. In de rapportage dient de herkomst van het historisch bouwpeil te zijn beschreven.
- Beoordeling:** er is geen benaming voor de mate van zakking voorhanden.

#### TOELICHTING Peilmaatmeting

Een geringe absolute zakking is een indicatie voor een goede geotechnische draagkracht. Bij de beoordeling moet worden bedacht dat bouwpeilen tijdens de uitvoering kunnen zijn aangepast, dat (N)AP hoogten in de loop van de tijd zijn aangepast en het vloerpeil kan zijn gewijzigd.

### 2.4.2 Nauwkeurigheidswaterpassing

- Doel:** vaststellen zakkingsnelheid van een constructie.
- Methode:** door middel van het herhaald meten (met een precisie waterpasinstrument en een speciaal temperatuurongevoelige baak, de nauwkeurigheid is  $\pm 0,5$  mm) van meetpunten, vaststellen van beweging van die vaste meetpunten. Vaste meetpunten worden krimp vrij aan de constructie vastgemaakt en met een hoge nauwkeurigheid ten opzichte van een vast referentiepunt ingemeten. Herhalingsmetingen geven informatie over de zakking van de constructie.

**Resultaat:** zakking van meetpunten (met duidelijke plaatsbepaling) over een bepaalde meetperiode en omgerekend naar zakking per jaar. Bij meerdere metingen van eenzelfde meetpunt dient naast de maximale zakking/jaar ook grafische de zakking in de tijd te worden gegeven.

**Beoordeling:** beoordeling van de zakkingsnelheid wordt gedaan volgens tabel 2.3.

Tabel 2.3

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

#### TOELICHTING Nauwkeurigheidswaterpassing

Vaste meetpunten (bijvoorbeeld ingelijmde roestvast stalen of messing meetbouten in gevels of andere dragende muren) worden ingemeten (nulmeting) ten opzichte van referentiemeetpunten (in nabijgelegen niet aan zakking onderhevige constructies).

De intensiteit van de metingen zal afhankelijk zijn van de vraagstelling. Voor beheer van onroerend goed is bijvoorbeeld een jaarlijkse cyclus gebruikelijk. Wordt bij een onderzoek een mogelijk instabiele situatie verwacht dan kunnen de metingen frequenter worden uitgevoerd (bijvoorbeeld metingen om de 3 - 6 maanden). Bij bepaling van de invloed van nabijgelegen bouwactiviteiten op de zakking wordt vaak volgens een, met de verschillende bouwfases meelopend schema, gemeten. Bij de interpretatie van de data zal rekening gehouden moeten worden met de meetnauwkeurigheid die vooral beperkend is bij korte meetintervallen (< 3 maanden) en geringe verplaatsingen. Bij de beoordeling van de zakkingsnelheid volgens tabel 2.3 betreft dit de zakkingsnelheid van de fundering ten opzichte van de ondergrond. De zakkingsnelheid van de ondergrond zal zodoende verdisconteerd dienen te worden in de totaalzakkingmeting.

## 2.5 Omgevingsfactoren

**Doel:** verkrijgen van informatie over de directe omgevingsfactoren die van belang kunnen zijn voor het functioneren van de funderingsconstructie.

**Methode:** visuele inspectie van de locatie.

**Resultaat:** de waarnemingen worden schriftelijk en fotografisch vastgelegd en indien een verband wordt verondersteld met het functioneren van de fundering dan wordt hiervan expliciet melding gemaakt.

#### TOELICHTING Omgevingsfactoren

De visuele inspectie wordt uitgevoerd met in achtname van de voorinformatie uit het archiefonderzoek. Belangrijke aspecten om op te letten zijn belendende nieuwbouw; effecten van herprofilering straat; effecten van straatophoging; zakking ten opzichte van straatniveau; verzakte bestrating; bouwputten; bodemsaneringen; open waterpeilen. Uit dit soort waarnemingen kunnen aanwijzingen in de directe omgeving van het pand gevonden worden die invloed hebben of hebben gehad op het functioneren van de fundering.

## 2.6 Grondwaterstandmetingen

**Doel:** verkrijgen indicatie van de grondwaterstand ten opzichte van het funderingsaanlegniveau.

**Methode:** er wordt een peilbuis in de directe nabijheid van het te onderzoeken object geplaatst. De grondwaterstand in de peilbuis wordt gemeten met een peilklokje of peilpieper (meetnauwkeurigheid  $\pm 10$  mm) op een moment dat er geen verstoring van de grondwaterstand (meer) is als gevolg van de inspectiewerkzaamheden.

**Resultaat:** grondwaterstand op een specifiek tijdstip ten opzichte van NAP. In de rapportage dient nadrukkelijk vermeld te worden dat een enkelvoudige meting een momentopname betreft en dat hiermee geen uitspraak mogelijk is over de grondwaterstand over de jaren heen.

**Beoordeling:** indien er hout in de funderingsconstructie is aangetroffen, worden op basis van tabel 2.4 de verschillende, momentane, grondwaterdekkingen ten opzichte van de bovenzijde van het funderingshout benoemd.

Tabel 2.4

Grondwaterdekking [cm]	Benaming
> 20	Voldoende
20 tot 5	Klein
< 5	Onvoldoende

### TOELICHTING Grondwaterstandmeting

De dynamiek van het grondwatersysteem in de bebouwde omgeving laat zich doorgaans slechts door intensief onderzoek vaststellen. Op sommige locaties kan al informatie over het grondwater beschikbaar zijn bijvoorbeeld vanwege gemeentelijke peilbuizen die vele jaren zijn bemeten. Deze meetreeksen zijn waardevol om bij een funderingsonderzoek te betrekken. Het is niet zonder meer mogelijk om peilbuismetingen te gebruiken in termen van grondwaterdekking, tenzij deze peilbuis tegen de gevelmuur ter plaatse van de inspectie is aangebracht. De dynamiek van het grondwater in het stedelijk gebied zal ook, zonder specifieke grondwaterbeheermaatregelen, in de toekomst aan veranderingen onderhevig zijn. Voorspellingen aangaande de grondwaterstanden bij een fundering zijn dan ook zonder onderzoek niet te doen. Het is niet altijd noodzakelijk een grondwaterstandmeting uit te voeren, bijvoorbeeld in gevallen waar de stand van het grondwater geen invloed heeft op de funderingsconstructie. Grondwater, lekwater en optrekkend vocht kan een steeds groter wordend probleem opleveren voor het gebruik van een zakkend bouwwerk, waarbij er geen significante schade aan de constructie optreedt. Hierbij dient men tevens rekening te houden met de mogelijkheid van opvriezen van de constructie.

## 2.7 Funderingsinspectie

### 2.7.1 Inspectieputten

Inspectie van de fundering wordt uitgevoerd in een voor de fundering representatieve inspectieput(ten) om inzicht te krijgen in het functioneren ervan en de mate van veroudering die heeft plaats gevonden. Het aantal inspectieputten en de plaats waar ze gegraven moeten worden, wordt bepaald op basis van het archiefonderzoek, de waterpassingen en de visuele beoordeling. Tabel 2.5 geeft richting voor het aantal inspectieputten per bouweenheden.

Tabel 2.5

Omschrijving	Aantal putten
Bouweenheid tot en met 5 panden	2*
Bouweenheid > 5 panden	3*

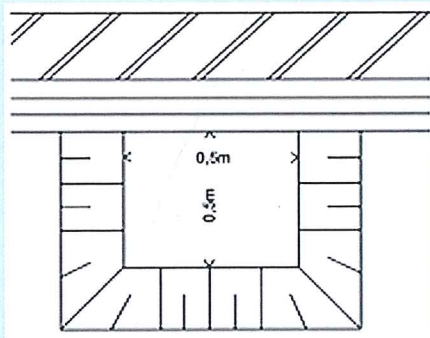
\* op basis van locatie-specifieke kennis kan besloten worden om minder of zelfs geen inspectieputten te graven (argumenten hiervoor opnemen in het onderzoek of onderzoeksvoorstel).

## 2.7.2 Ontgraving

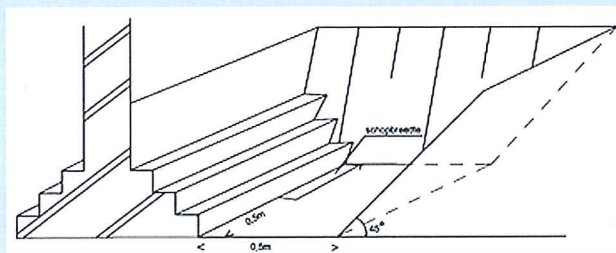
- Doel:** het in beeld brengen van de funderingsconstructie onder maaiveld.  
**Methode:** het vrijgraven van de fundering en het zo nodig tijdelijk afvoeren van grondwater.  
**Resultaat:** een veilige en verantwoorde inspectieput waarin metingen kunnen worden verricht.

### TOELICHTING Ontgraving

Een ontgraving van de fundering kan zowel aan de buitenzijde als inpandig plaatsvinden. Veiligheid bij de ontgraving is belangrijk en moet een toegankelijke inspectieruimte opleveren. Met betrekking tot de veiligheid wordt verwezen naar Arbo-informatieblad 5 "Besloten ruimten", Arbo-informatieblad 22 "Werken met verontreinigde grond" en P-blad 25 "Putten en sleuven". Bij de ontgraving moet men zich houden aan de wetgeving met betrekking tot openbare ruimte (KLIC-melding, regeling kabels en leidingen grondroeders, Veiligheids- en Gezondheidsplan). Een indicatie voor het aantal inspectieputten wordt in tabel 2.5 gegeven, afhankelijk van de locatie kan dit aantal groter zijn. De funderingsconstructie dient schoon te worden gemaakt alvorens met de inspectiewerkzaamheden wordt begonnen.



Figuur 2.7-a.



Figuur 2.7-b.

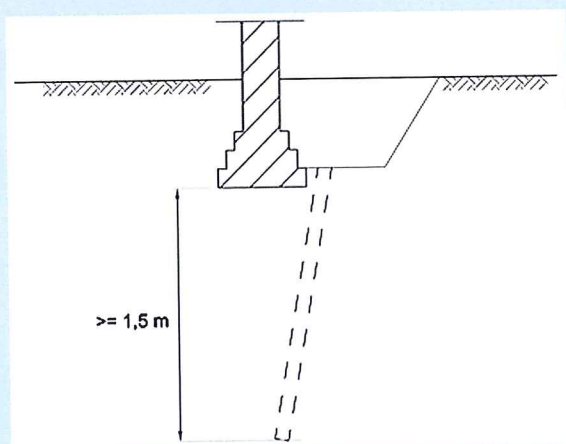
Bij het graven van de inspectieput dient de breedte ervan beperkt te blijven tot ca. 0,5 m x 0,5 m op het constructief aanlegniveau (zie figuur 2.7-a en 2.7-b), om een afname van het draagvermogen te beperken. Om de breedte van de ontgraving op maaiveldniveau te beperken, kan een grondkerende constructie wenselijk zijn. De noodzaak hiertoe is afhankelijk van de diepte van de ontgraving en de bodemgesteldheid en grondwaterstand. Bij de ontgraving dient men te voorkomen dat de grond onder of nabij de funderingsaanleg gaat wegspoelen of afkalven. De ontgraving dient **niet** dieper plaats te vinden dan het aanlegniveau van de fundering. Om toch inzicht te verkrijgen in wat zich bevindt onder de fundering, kan steekproefsgewijs (maximaal een schopbreedte) onder het funderingsniveau worden gegraven. Na afloop van de inspectie dient bodemmateriaal wat eventueel onder de fundering is verwijderd in omgekeerde volgorde terug te worden gebracht waarbij een dichtheid vergelijkbaar met de oorspronkelijke situatie gerealiseerd wordt.

### 2.7.3 Classificatie bodemmateriaal

- Doel:** eenduidige omschrijving van bodemprofiel bij een funderingsdetail vanaf maaiveld tot minimaal constructief aanlegniveau van de fundering en de funderingsgrondslag.
- Methode:** beschrijving bodemprofiel met opmerkingen over eventueel aanwezige bodemvreemde stoffen.
- Resultaat:** eenduidige grafische weergave van het bodemprofiel op basis van visuele waarnemingen.

#### TOELICHTING Classificatie bodemmateriaal

Bij de beschrijving van het bodemprofiel kan gebruik worden gemaakt van de definities uit NEN 5104. Om de samenstelling van de bodem te bepalen onder het aanlegniveau van de fundering is het aan te bevelen om vanuit de inspectieput een grondboring uit te voeren, eventueel in combinatie met een handsondering. Om variatie in de bodemopbouw in kaart te brengen kunnen meerdere grondboringen op verschillende locaties worden uitgevoerd. Bodemvreemde stoffen als puin, asphalt of slakken dienen eveneens in de beschrijving van het bodemprofiel te zijn opgenomen. Het maaiveldniveau en de laagscheidingen moeten worden ingemeten ten opzichte van NAP. Op basis van archiefonderzoek kan worden nagegaan of er mogelijk samendrukbare lagen onder de fundering te verwachten zijn. Het is aan te bevelen om zeker in deze gevallen, een handboring uit te voeren tot minimaal 1,5 meter onder de funderingsaanleghoogte (zie figuur 2.7.3), om te onderzoeken of de samendrukbare laag onder de fundering aanwezig is of dat deze door middel van een grondverbetering is verwijderd.



Figuur 2.7.3 Boring onder fundering.

### 2.7.4 Kwaliteit metselwerk en beton

- Doel:** inzicht krijgen in de kwaliteit van de steenachtige onderdelen van de fundering onder het maaiveld.
- Methode:** visuele inspectie van het steenwerk (zie toelichting) en visuele beoordeling van onderdelen (klinker, voegen, beton) op hardheid en samenhang.
- Resultaat:** de waarnemingen worden schriftelijk en fotografisch vastgelegd waarbij de locatie van eventuele scheuren herleidbaar is, zowel ten opzichte van het funderingsdetail als een boven het maaiveld herkenbaar deel van de constructie.
- Beoordeling:** voor de kwalitatieve benaming van metselwerk en beton dient tabel 2.6 te worden gebruikt.

Tabel 2.6 Kwalitatieve benaming invloed op functioneren fundering.

Beton	Metselwerk	Benaming schade
Hard, geen scheuren of scholvorming	Stenen en voegen hard, geen scheuren	Nihil
Weinig scheuren of scholvorming	Stenen hard, voegen zacht, weinig scheuren	Klein
Scheuren, scholvorming of grindnesten	Stenen en voegen zacht, scheuren	Matig
Ernstige scheuren of scholvorming, corroderende wapening zichtbaar	Losse en verbrokkelde stenen, ernstige scheuren	Groot

#### TOELICHTING Kwaliteit metselwerk en beton

De staat van het metselwerk en beton in de funderingsconstructie (onder maaiveld) wordt geïnspecteerd om mogelijke verbanden met vervormingen en stabiliteit te kunnen onderbouwen. Aspecten bij de inspectie van het ontgraven en schoongemaakte muurvlak zijn de volgende:

- Scheuren (aantal, afmetingen patroon);
- Steensoort en kwaliteit (kwalitatief) van de steen;
- Voegen (kwalitatief, hard, zacht, onsamenhangend);
- In geval betonwerk aanwezig wordt de afmeting opgenomen en het betonwerk kwalitatief geïnspecteerd op dichtheid van het oppervlak, zichtbaarheid en corrosie van wapeningstaal. Bij de beoordeling kan gebruik gemaakt worden van NEN 2005 en NEN-EN 771.

Indien de opbouw van de funderingsconstructie niet zeker is, kan een kernboring meer duidelijkheid geven.

Oude - meestal dikkere - metselwerkconstructies kunnen zijn uitgevoerd in zogenaamd "kistwerk", waarbij de buitenste constructie bestaat uit metselwerk, gevuld met puin, al dan niet vermengd met mortel. Bij dikkere metselwerkconstructies dient men hierop bedacht te zijn.

Bij de beoordeling van de kwaliteit van de voegen dient men onderscheid te maken in voegwerk dat zich aan de buitenkant van de constructie bevindt en voegwerk dat dieper is gelegen. Bij oude mortels (vaak luchtkalkmortels) kunnen de voegen aan het oppervlak ernstig aangetast zijn door aantasting van water, wortelgroei en/of ongedierte, maar kan het dieper gelegen metselwerk van betere kwaliteit zijn. Bij de opname van de kwaliteit van de voegmortel dient men dus ook dieper in de constructie onderzoek te plegen.

Deformatie (schade) in funderingsmetselwerk impliceert niet dat de funderingsconstructie slecht functioneert. Het is van belang om te weten of de schade aan het metselwerk recent is opgetreden (bijvoorbeeld door veranderde omstandigheden) of dat de schade al geruime tijd geleden is ontstaan, waarna de fundering zich weer opnieuw heeft "gezet". Monitoring volgens 2.2, 2.3 en 2.4 is daarbij belangrijk, om te kunnen constateren of vervormingen van het bouwwerk actief zijn.

Schade aan ongewapende betonnen funderingen kunnen beoordeeld worden als gemetselde funderingen. Bij gewapende betonnen funderingen zal men de mate van corrosie van de wapening in de beoordeling moeten betrekken, omdat door het roesten van de wapening vervolgschade kan ontstaan. De prognose van deze schade dient meegenomen te worden in de beoordeling.

## 2.7.5 Visuele inspectie en het opmeten van de funderingsconstructie

- Doel:** het inzichtelijk maken van de constructieve opbouw van het aangetroffen funderingsdetail waarbij vervormingen en uiterlijke aantasting eveneens overzichtelijk moeten zijn beschreven.
- Methode:** inmeten van de onderdelen (zie toelichting) van de fundering ten opzichte van referentiepunten. De afmetingen van de onderdelen worden opgemeten. Voor de vervormingen dient gebruik gemaakt te worden van metingen en detailfoto's van de aangetroffen situatie. Visueel aanwezige aantasting dient te worden beschreven en fotografisch (in kleur) te worden vastgelegd.

**Resultaat:** een schriftelijke rapportage met de constructieve opbouw van de fundering (in tekeningen op schaal), een fotorapportage (inclusief detailfoto's, van alle zichtbare onderdelen), beschrijving vervormingen (inclusief foto's), beschrijving zichtbare aantasting (inclusief foto's).

#### TOELICHTING Visuele inspectie en het opmeten van de fundering

De inspectie wordt uitgevoerd om de detaillering en de staat van de fundering in beeld te brengen, waarbij de volgende aspecten - voor zover van toepassing - worden behandeld:	zonder hout	met hout
Inmeten van het doorsnede-profiel (versnijdingen/hoogte) en diepte (ten opzichte van NAP)	x	x
Aangeven positie van het doorsnede-profiel ten opzichte van een kenmerkend punt van het bouwwerk boven maaiveld	x	x
Vermelden van bijzonderheden, zoals aanwezigheid van spaarbogen en/of wisselingen van funderingsaanlegniveau	x	x
Vermelden van eventuele gebreken	x	x
Fotografisch vastleggen van de aangetroffen fundering <sup>1)</sup>	x	x
Opname met afmetingen van de houten delen		x
Globale omschrijving van eventuele aantasting van het hout, eventueel onderzoek met een inslaghamer <sup>2)</sup>		x
Vermelding van verkleuringen van houten onderdelen		x
Aangeven van vervormingen (bijvoorbeeld indrukking of breuk) van de houten delen		x

<sup>1)</sup> Gebreken en vervormingen kunnen eenduidig in een fotorapportage (kleur, goede beschrijving locatie) worden weergegeven. Voor het beschrijven van het algemene beeld van de fundering kan uitgegaan worden van een fotorapportage met de volgende aspecten: Eén overzichtsfoto van de gehele inspectieput. Eventuele gebreken van de fundering moeten door middel van detailfoto's duidelijk worden vastgelegd (gebroken of sterk vervormde funderingsdelen).

<sup>2)</sup> Zie voor de beschrijving over houtonderzoek en houtinspectie de 1e F30 richtlijn.



# Beoordeling functioneren fundering op staal (ondiepe fundering)

Het doel bij de beoordeling van een fundering op staal (ondiepe fundering) is om de kwaliteit ervan in beeld te brengen en een handhavingstermijn (bruikbaarheidsperiode) te kunnen geven voor de komende decennia. Een goed oordeel kan alleen verkregen worden op basis van een volledig onderzoeksprogramma (zie hoofdstuk 2). Gemotiveerd afwijken van het volledige onderzoeksprogramma is onder voorwaarden mogelijk (zie 3.2: beoordeling). In de rapportage van het onderzoek wordt per onderdeel aangegeven waarom het niet is onderzocht en welke specifieke beperkingen met betrekking tot de reikwijdte van de conclusie zijn ontstaan.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek kan blijken dat het niet doelmatig is om alle voorgenomen onderzoeksonderdelen uit te voeren. In de rapportage dient toegelicht te worden welke omstandigheden er toe hebben geleid dat onderzoeksonderdelen niet zijn uitgevoerd. Ook in dit geval dienen de consequenties met betrekking tot de eindbeoordeling te worden aangegeven.

## 3.1 Toetsing draagkracht fundering

Deze toetsing bestaat uit drie componenten (stabiliteit funderingsconstructie, geotechnische draagkracht, kwaliteit eventueel aanwezig hout).

### 3.1.1 Stabiliteit funderingsconstructie

- Doel:** beoordelen of de constructie van de fundering voldoende stabiliteit bezit om de belastingen vanuit de bovenbouw naar de ondergrond over te dragen.
- Methode:** waardering van de resultaten gericht op scheurvorming, vervormingen, scheefstand en onderlinge aansluiting elementen.
- Resultaat:** inschatting stabiliteit.

### 3.1.2 Geotechnische draagkracht

- Doel:** toetsing van de geotechnische draagkracht.
- Methode:** toetsing op basis van een beschouwing volgens methode 1 en indien dit niet mogelijk is dan volgens methode 2.

*Methode 1: Beschouwing op basis van bewezen sterkte.*

De bewezen geotechnische draagkracht wordt bepaald op basis van zakking, zakkingsverschillen en zakkingsnelheid.

*Methode 2: Beschouwing op basis van berekening van de geotechnische draagkracht.*

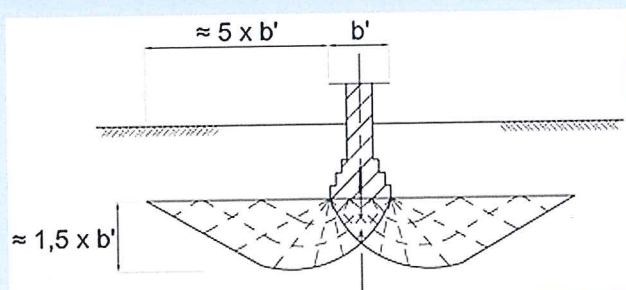
Een inschatting van de geotechnische draagkracht kan worden verkregen door berekening volgens EUROCODE 1997-2 met gebruikmaking van alle gegevens uit het funderingsonderzoek en in veel gevallen aangevuld met een sondering en/of boring die aanvullend op het funderingsonderzoek moet worden uitgevoerd.

- Resultaat:** toetsing geotechnische draagkracht van de fundering, waarbij ook meegenomen dient te worden of er wel of geen grondverbetering is toegepast (zie ook 2.7.3).

## TOELICHTING Geotechnische draagkracht

### Methode 1

Volgens NEN 8700 is het toegestaan om via metingen meer over een bouwconstructie te weten te komen. Dit sluit aan bij de gelijkwaardigheidsbepaling van het Bouwbesluit (artikel 1.5 van paragraaf 1.3). Dit maakt toetsing op basis van bewezen sterkte van de fundering mogelijk. Een lintvoeg- en vloerwaterpassing worden dan beschouwd als het resultaat van een proefbelasting van de gehele fundering van het bouwwerk sinds de oprichting. Deze metingen geven een betrouwbaar beeld vooral als relatie tot aansluitende bebouwing mogelijk is (gaat wel om momentane belastingen, grenstoestand 2). Ook kan een peilmaatmeting informatie verschaffen over de absolute zakking sinds de oprichting van het pand. Aanvullend kan door een nauwkeurigheidswaterpassing, informatie worden verkregen over de actuele zakkingsnelheid van de fundering. Algemene criteria op basis waarvan vastgesteld kan worden of de methode kan worden ingezet met betrekking tot de zakkingsverschillen, absolute zakking en zakkingsnelheden zijn niet te geven. De lokale omstandigheden met betrekking tot de bodemopbouw en het toegepaste funderingstype zijn hiervoor te bepalend. Belangrijk aandachtspunt bij deze methode is de verplaatsing die de fundering heeft ondergaan als gevolg van haar belasting.



Figuur 3.1.2 Invloedsbreedte en -diepte bij fundering op staal.

### Methode 2

Bij een geotechnische toetsing volgens het Bouwbesluit moeten de volgende aspecten in aanmerking worden genomen: In de berekening moet rekening gehouden worden met de algemene eisen voor een fundering op staal, zie EUROCODE 1997-2 (voorheen NEN 6740, NEN 6744 en NEN 8700). Als de toetsing van de draagkracht bij rekenwaarden niet voldoet kan een beschouwing gemaakt worden in representatieve waarden. Op basis hiervan kan een veiligheidsniveau van de bestaande fundering bepaald worden. Hierbij kan onder andere de restlevensduur en de aard van de bebouwing in ogenschouw genomen worden.

## 3.2 Beoordeling

De beoordeling van de kwaliteit van een fundering wordt gedaan op basis van de waardering van alle onderdelen van het funderingsonderzoek zoals beschreven in hoofdstuk 2. In een rapport wordt de beoordeling van een fundering onderbouwd door alle onderzoekonderdelen in samenhang te bespreken en te wegen waarbij alleen termen uit de verklarende woordenlijst worden gebruikt. Voor het beoordelen van het functioneren van de funderingsconstructie, is voor een aantal onderdelen een toetsingskader gegeven, voor andere aspecten is een deskundige analyse noodzakelijk. Het wegen van het geheel aan factoren is een specialisme en algemene richtlijnen hiervoor zijn in verband met de complexiteit moeilijk te geven.

Wanneer een bouwwerk voldoende draagkracht, geen scheuren, geringe zakking, rotaties  $< 1:300$ , een stabiele funderingsconstructie heeft en in het geval van de aanwezigheid van hout beperkt is aangetast, dan is de beoordeling positief (ruim voldoende volgens tabel 3.1). Heeft een bouwwerk onvoldoende draagkracht en/of een instabiele funderingsconstructie en/of een rotatie van  $> 1:75$  en/of een zakkingsnelheid van  $> 4$  mm/jaar, dan is de beoordeling negatief (onvoldoende volgens tabel 3.1). Vaak zijn de onderzoekresultaten minder eenduidig en kan alleen op basis van funderingsexpertise en -ervaring tot een goede beoordeling worden gekomen. Tabel 3.1 wordt gebruikt om vanuit de resultaten van het funderingsonderzoek in alle gevallen tot een classificatie te komen.

Tabel 3.1 Resultaat funderingsonderzoek.

Classificatie	Omschrijving	Handhavingstermijn
Ruim voldoende	Binnen 25 jaar is nauwelijks (extra) scheurvorming of (extra) scheefstand te verwachten, verhoging belasting mogelijk (wel rekentechnisch onderbouwen).	>25 jaar
Voldoende	Binnen 25 jaar zijn geringe onderlinge zakkingsverschillen te verwachten, geringe verhoging belasting van 3% tot maximaal 5% mogelijk.	>25 jaar
Matig	Binnen 25 jaar zijn onderlinge zakkingsverschillen te verwachten (hou rekening met aanvullende zakkingsverschillen en scheurvorming), verhoging belasting niet mogelijk.	10 - 15 jaar
Onvoldoende	Onderlinge zakkingsverschillen zijn te verwachten die leiden tot schade aan casco, herstel noodzakelijk.	0 - 5 jaar

#### TOELICHTING Beoordeling

Er kunnen omstandigheden aanwezig zijn waaronder afgeweken wordt van het volledige onderzoeksprogramma. Er zijn bijvoorbeeld vraagstellingen mogelijk die kunnen leiden tot vooraf te bepalen beperktere onderzoeksinspanning, zoals:

- Is er een indicatie voor toekomstige funderingsproblemen?
- Wat is de beoordeling van een funderingsdetail op basis van een funderingsinspectie?
- Volddoet de actuele staat van de fundering aan het Bouwbesluit?
- Wat is een juridisch houdbare klasse-indeling van de fundering, op basis van de classificatie volgens Bouwbesluit of een andere door een opdrachtgever opgegeven classificatie?
- Wat is de handhavingstermijn?
- Wat is de oorzaak en de toekomstverwachting van een fundering bij vermoedelijke funderingsschade?
- Kan een opbouw geplaatst worden?

Het volgende (beperkte) onderzoeksprogramma kan dan minimaal nodig zijn om tot een goede beantwoording te komen:

- archiefonderzoek (2.1), visuele inspectie (2.2), omgevingsfactoren (2.5);
- archiefonderzoek (2.1), funderingsinspectie (2.7);
- archiefonderzoek (2.1), visuele inspectie (2.2), scheefstandmetingen (2.3), funderingsinspectie (2.7), houtonderzoek (2.8), draagkracht-berekening (3.1);
- volledig onderzoek;
- volledig onderzoek;
- volledig onderzoek;
- volledig onderzoek.

## A

**Aanleghoogte:** hoogte of niveau ten opzichte van NAP van de onderzijde van de gemetselde of betonnen fundering, bij funderingen met hout meestal gelijk aan de bovenkant van het funderingshout.

**Aanwasboor:** holle boor (binnendiameter 10 mm) voor het nemen van houtmonsters.

**Absolute zakking:** zakking ten opzichte van vast punt.

**Actieve of recente scheuren:** scheuren die nog steeds in beweging zijn, recent zijn ontstaan of recent in beweging zijn geweest.

## B

**Bacteriële aantasting:** houtaantasting door bacteriën, ontstaat onder water en kan een paal over de gehele lengte aantasten.

**Belending:** aangrenzend pand. Bouwblok: een door straten of maaiveld omgeven aantal panden.

**Bouweenheid:** groep panden, als één ontwerp gemaakt en uitgevoerd, waardoor ze constructief onlosmakelijk aan elkaar zijn verbonden met een gezamenlijke fundering. De panden zijn per definitie tegelijkertijd gebouwd.

**Bouwmuur:** een constructieve muur met daaronder een fundering geen voor- of achtergevel zijnde. Bouwmuren dragen meestal ook balklagen en mogen balk-eindigend zijn. Vaak een pandscheidende muur of buitenmuur van een pand.

**Bouwstroom:** meerdere bouweenheden die aansluitend na elkaar gebouwd worden. Soms ook één ontwerp.

**Bovenkant fundering:** hoogte of niveau ten opzichte van NAP van het hoogste punt of gedeelte van het funderingshout of bovenkant paal/oplanger bij betonbalken. Wordt ook wel aanleghoogte genoemd.

## C

**Casco:** het geheel van alle constructieve delen van een pand en de delen om het wind- en waterdicht te maken. Inrichting zoals: keuken, badkamer, verwarmingsinstallatie, leidingen en afwerkingen zoals pleisterwerk en plafonds behoren niet tot het casco.

## D

**Dilatatie:** een onderbreking van de constructie waardoor de twee delen (beperkt) los van elkaar kunnen bewegen.

**Droogstand:** situatie waarbij de grondwaterstand beneden de bovenkant van de houten (paal)fundering ligt. Bij droogstand kan schimmelaantasting en houtrot ontstaan.

## E

**Erosiebacterie:** type van bacteriële houtaantasting dat veel in funderingshout voorkomt.

## F

**Freatische grondwaterstand:** grondwaterstand in het bovenste pakket van de bodem waarboven de waterstand de gewone luchtdruk heeft.

**Fundering op staal:** fundering zonder palen waarbij gemetselde of betonnen funderingsstroken of platen direct op de onderliggende grond rust, alsmede houten roosterwerken of roosterwerken met korte palen of slieten. Ook aangeduid als "ondiepe fundering".

**Funderingsbalk:** balk van beton of hout, waaronder gewoonlijk een enkele rij (houten) palen (al dan niet met beton oplangers).

**Funderingshout:** het geheel van alle houten onderdelen van een fundering.

**Funderingsmuur:** muurvlak tussen het langsfunderingshout en de begane grondvloer.

## G

**Gemeenschappelijke bouwmuur:** één bouwmuur die door beide aangrenzende panden wordt gebruikt.

**Gemengde fundering:** fundering op staal, waaronder ook palen aanwezig zijn, of pand dat deels op staal is gefundeerd (bijvoorbeeld ter plaatse van de kelder) en deels op palen staat. Wordt ook wel hybride fundering genoemd.

**Geotechnische draagkracht:** de draagkracht, die de bodem aan een fundering kan leveren.

**Grondverbetering:** methode ter verbetering van de draagkracht voor funderingen op staal. Slappe en weinig draagkrachtige lagen worden hierbij afgegraven tot aan een draagkrachtig niveau. Dit wordt opgevuld met bijvoorbeeld zand.

**Grondwaterdekking:** maat voor het hoogteverschil tussen de bovenkant van het funderingshout en de freatische grondwaterstand.

**Grondwaterniveau:** zie grondwaterstand. Grondwaterpeil: zie grondwaterstand. Grondwaterspiegel: zie grondwaterstand.

**Grondwaterstand:** hoogte ten opzichte van NAP van de bovenkant van het grondwater. Vermijd "gemiddelde grondwaterstand" omdat lokale droogstand tot problemen leidt en het niet om een gemiddelde gaat.

## H

**Handhavingstermijn:** De termijn waarbinnen de vervormingen van de fundering (bij gelijkblijvende omstandigheden) zodanig beperkt blijven dat geen verlies van gebruikswaarde van het bouwwerk zal optreden.

**Hardheidshamer:** zie inslaghamer.

**Heipaal:** paal (stamhout, beton, staal met beton) die in de grond is gebracht of gemaakt.

**Hoogtemeting:** de hoogte van het object wordt bepaald ten opzichte van NAP

**Houtspanning:** optredende spanning in hout.

**Hybride fundering:** zie gemengde fundering.

## I

**Inbalken:** muur of fundering van een reeds bestaand pand gebruiken bij de bouw van een naastgelegen pand.

**Inbinten:** zie inbalken.

**Indringingswaarde:** de afstand in mm waarover de pen van een inslaghamer het funderingshout binnendringt bij een beproeving. Deze afstand is een maat voor de kwaliteit en aantasting van het funderingshout.

**Inknijping:** het samengeperst worden van langshout en of kesphout tussen het funderingsmetselwerk aan de bovenzijde en de houten paalkop aan de onderzijde van het horizontale funderingshout.

**Inslaghamer:** apparaat waarmee op gestandaardiseerde wijze de indringingswaarde van houten delen wordt gemeten.

**Instorting:** de instorting is de maat welke de houten paal in de betonnen funderingsbalk of de betonnen oplanger steekt.

## K

**Kesp:** houten balk onder een funderingsmuur, dwars op de richting van die muur.

**Kleefpaal:** funderingspaal, vaak niet geslagen tot in de diepere drachtkrachtige zandlaag, welke draagkracht genereert uit de wrijving (kleef) met de omringende grondlagen.

**Kopgevel:** eerste en laatste vrijstaande gevel van een bouweenheid (huizenrij).

## L

**Langshout:** één of meerdere zware houten planken of balken onder gehele onderzijde van een gemetselde funderingsmuur.

**Latei:** soort balk (van bv. beton, staal of hout) of gemetselde rollaag in muur boven deur- en raamkozijnen en andere openingen.

**Lintvoeg:** doorgaande horizontale voeg in metselwerk. Wordt ook wel langsvoeg of strekvoeg genoemd.

**Lintvoegmeting:** zie lintvoegwaterpassing.

**Lintvoegwaterpassing:** meting van de hoogteligging ter plaatse van de bovenkant van de steen van de horizontaal aangelegde voeg.

**Loodmeting:** bepalen van scheefstand ten opzichte van verticaal.

## M

**Maaiveld:** het vlak gevormd door de bovenkant van de grond of de bestrating.

**Maaiveldhoogte:** hoogte waarop het maaiveld zich bevindt ten opzichte van NAP.

**Meetbout:** een in een gevel van een gebouw geplaatste bout voor het uitvoeren van hoogtemetingen (bv. t.b.v. zakkingmetingen).

**Meetnauwkeurigheid:** combinatie van de onnauwkeurigheid van de meting en het meetapparaat.

## N

**NAP of N.A.P. (Normaal Amsterdams Peil):** vaste hoogte, die geldt voor geheel Nederland en is vastgelegd door middel van officiële hoogtemerken. Alle hoogtes, niveaus en peilen worden aangegeven ten opzichte van NAP.

**NIVRE:** Stichting Nederlands Instituut Van Register-Experts.

## O

**Officieel straatpeil:** de hoogte ten opzichte van NAP waarop een straat(of openbaar gebied) wordt aangelegd en wordt onderhouden. Wordt ook wel aangeduid met streefpeil of stadspeil en is in principe gelijk aan het uitgiftepeil. Het werkelijke of actuele straatpeil kan ten gevolge van zakking afwijken van het officiële straatpeil.

Ondiepe fundering: zie fundering op staal.

**Oplanger:** geprefabriceerd betonnen opzetstuk, dat op een houten paal wordt gezet om deze vervolgens dieper weg te heien. Op deze wijze komt de kop van de houten paal verder onder de grondwaterstand te zitten, worden sinds 1920 toegepast.

**Oploodinstrument:** een landmeetkundig meetinstrument, waarmee horizontale verplaatsingen van een oorspronkelijk verticaal object kunnen worden gemeten.

**Opvangconstructie:** tijdelijke constructie welk dient om bouwdelen of elementen te ondersteunen en de belasting hiervan af te dragen.

**Opzetter:** zie oplanger.

**Overstek:** het deel dat overhangt of uitsteekt ten opzichte van de ondersteunende / draagconstructie.

## P

**Paal:** constructie element waarbij de lengte minimaal vijf maal de kleinste afmeting van de dwarsdoorsnede bedraagt.

**Paaljuk:** het geheel van een kesp met daaronder twee houten palen. Paalkop: bovenste gedeelte van een funderingspaal.

**Paalpunt:** onderste volle doorsnede van de paalvoet.

**Paalrot:** (ongewenste) term voor schimmelaantasting van funderingshout door droogstand.

**Peil:** niveau in de bouw meestal bovenkant vloer afgewerkte begane grondvloer, waaraan op bouwtekeningen alle hoogtematen in een bouwwerk worden gerelateerd.

**Peilbuis:** in de grond geplaatste (pvc) buis met een filter aan de onderzijde om de grondwaterstand te kunnen meten.

**Peilklokje:** koperen cilinder, hol van onder, dat via een draad in een peilbuis tot op het waterniveau wordt gebracht en daar een klokkend geluid geeft.

**Peilmaatmeting:** een meting van de huidige hoogte van het constructiedeel dat bij de bouw als peil werd gehanteerd. Meestal was dat de begane grondvloer. Uit vergelijking van de huidige hoogte met het aanlegniveau kan de absolute zakking worden herleid.

**Peilpieper:** instrument dat via een draad in een peilbuis tot op het waterniveau wordt gebracht en daar een piepend geluid geeft.

**Penant:** (smal) deel van een muur of gevel naast of tussen deuren, ramen en hoeken van panden.

**Pilodyn:** type inslaghamer.

**Poer:** blokvormig (betonnen of metselwerk) deel van een fundering.

**Prikapparaat:** zie inslaghamer.

**Prikken:** zie indringingswaarde.

**Prikker:** zie inslaghamer

## R

**Rekenwaarde:** de getalswaarde van een belasting die bij de toetsing van een constructie moet zijn aangehouden, en die wordt bepaald door de karakteristieke waarde te vermenigvuldigen met een modificatiefactor en vervolgens te delen door een materiaalfactor.

**Rollaag:** een in het verband van een muur gewerkte laag van op hun kant of kop gemetselde stenen.

**Roosterfundering:** fundering op staal in de vorm van een houten rooster.

**Rotatie:** zakking gedeeld door de afstand waarover de zakking gemeten is.

## S

**Scharnierpand:** pand tussen twee bouweenheden die beide ongelijkmatig zakken. Hierdoor toont het pand een scheefstand ten opzichte van de horizontaal.

**Scheefstand:** zakking uitgedrukt in mm scheefstand per m hoogte. Wordt ook wel uit het lood staan genoemd.

**Scheefstand t.o.v. de horizontaal:** scheefstand ten opzichte van de horizontaal, wordt uitgedrukt in het aantal mm hoogteverschil over een afstand van 1 meter.

**Scheurvorming:** het geheel (en het patroon) van alle aanwezige scheuren in een pand.

**Scholvorming:** het loskomen van platte stukken of delen.

**Schuifhout:** een op of tussen het plaathout aangebracht, rechtopstaand stuk hout, waardoor de muur zijdelings wordt gefixeerd.

**Slaghamer:** zie inslaghamer.

**Slangenwaterpas:** van oorsprong een waterpasoestel waarmee via een slang, met aan beide uiteinden een glazen buis met maatverdeling en gevuld met water, het mogelijk is om het hoogteverschil tussen twee punten te meten. De tegenwoordige moderne variant wordt digitaal afgelezen.

**Slieten:** houten staken

**Sondering:** onderzoeksmethode om de aard en vastheid van grondlagen vast te stellen.

**Spaarbogen:** gemetselde fundering waarbij het onderste gedeelte van de funderingsmuur uit gemetselde bogen bestaat om materiaal en gewicht te besparen.

**Spanning:** kracht per oppervlak.

**Specht:** type inslaghamer.

**Spint:** buitenste en in dikte variërende schil hout in een stam, is weinig duurzaam en gevoelig voor bacteriële aantasting.

**Stabiliteit:** zie standzekerheid. Standzekerheid: hebben van voldoende stijfheid in een bouwwerk ter voorkoming van niet toelaatbare horizontale en verticale vervormingen.

**Stiepen:** poeren Straatpeil: zie officieel straatpeil. Strokenfundering: fundering op staal in de vorm van strookvormige elementen.

## T

**Tachymeter:** een landmeetkundig meetinstrument, waarmee horizontale en verticale hoeken en afstanden met hoge nauwkeurigheid worden gemeten.

**Theodoliet:** een landmeetkundig meetinstrument, waarmee horizontale en verticale hoeken met hoge nauwkeurigheid worden gemeten.

**Trasraam:** het waterdichte metselwerk in muren tegen het optrekken van grondvocht (ook wel cementraam genoemd).

## V

**Versnijding(en):** trapsgewijze verbreding(en) in het metselwerk aan de onderzijde van een muur.

**Vloerhout:** onderdeel van een houten fundering waarop metselwerk is aangebracht.

**Vloerwaterpassing:** meting van de scheefstanden (ten opzichte van een horizontaal vlak) van de vloeren in een pand. Geeft mate van zakking aan daar vloeren horizontaal zijn aangebracht.

## W

**Wan:** (wankant) het laatste gevormde hout, bij een paal direct onder de bast.

**Waterpassing:** het opmeten van hoogteverschillen tussen twee of meerdere punten met behulp van een waterpasinstrument en een baak.

**Waterpastroestel:** optisch instrument op statief waarmee heel nauwkeurig in een horizontaal vlak gemeten kan worden, voor de eenvoudige methode van waterpassen zie slangenwaterpas.

## Z

**Zachte schil:** aangetaste buitenste schil van het funderingshout dat niet meer bijdraagt aan de sterkte of draagkracht, de dikte ervan wordt bepaald door meting met een inslaghamer.

**Zakking:** afstand waarover een bouwelement is gezakt ten opzichte van een eerdere of oorspronkelijke positie.

**Zakkingsverschillen:** verschillen in zakking tussen of binnen panden.

**Zetting:** vervorming van de grond onder belasting (geotechnische term).

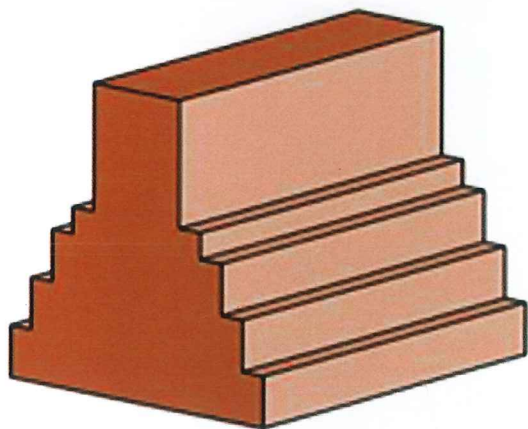
**Zettingsverschillen:** verschillen in zakking tussen of binnen panden die uitsluitend door bodemvervorming worden veroorzaakt.

- Info: tot medio 2012 mogen de NEN normen en Eurocodes beide gebruikt worden. Eind 2012 is er meer zekerheid welke Eurocodes met nationale bijlagen gebruikt gaan worden.
- Arbo-informatieblad AI-5 "Besloten ruimten" Uitgave Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
- Arbo-informatieblad AI 22 "Werken met verontreinigde grond". Uitgave Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
- Arbo-informatieblad P-blad 25 "Putten en sleuven" (is vervallen maar nog geen alternatief voorhanden)
- EUROCODE 0 (NEN-EN 1990) Grondslag voor het constructief ontwerp
- EUROCODE 1 (NEN-EN 1991-1-1) Belastingen op constructies
- EUROCODE 7 (NEN-EN 1997-1): Geotechnisch ontwerp – deel 1: algemene regels
- EUROCODE 7 (NEN-EN 1997-2): Geotechnisch ontwerp – deel 2: grondonderzoek en beproeving
- GEMEENTEWERKEN ROTTERDAM 2008. Richtlijn funderingsinspecties
- NEN 2005 NEN-EN 771-1 Specificaties voor metselstenen - Deel 1: Baksteen
- NEN 2006 NEN 2767-1 Conditie meting van bouw- en installatiedelen - Deel 1: Methodiek
- NEN 2008 NEN 2767-2 Conditie meting van bouw- en installatiedelen - Deel 2: Gebrekenlijsten
- NEN 1989. NEN 5104 Geotechniek - Classificatie van onverharde grondmonsters
- NEN 2006 NEN 6740 Geotechniek - TGB 1990 - Basiseisen en belastingen
- NEN 2007 NEN 6744 Geotechniek - Berekeningsmethode voor funderingen op staal
- NEN 2002. NEN 6745-1: Geotechnisch – proefbelasting van funderingspalen deel 1 statische axiale belasting op druk.
- NEN 2009 NEN 8700 Grondslagen van de beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk - Gebouwen - Het minimumveiligheidsniveau
- SBR 2007 Handboek funderingen digitale versie deel A: theorie en praktijk, deel B: systemen, deel C: leveranciers en deel D: projecten.
- SBR 2010 Handboek funderingen deel B auteur E. Smienk.
- VROM 2005. Praktijkboek Bouwbesluit 2003.

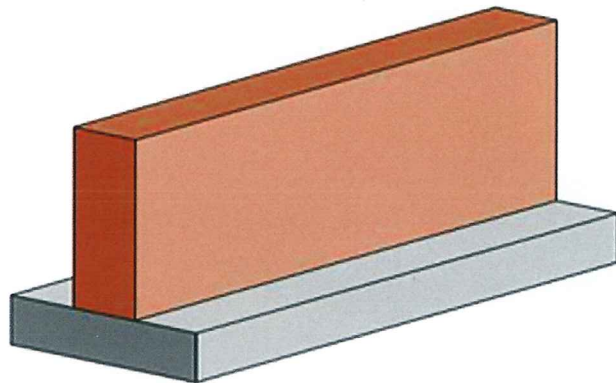


# Bijlage A Voorbeelden funderingstypen

## Veel voorkomende funderingen:



Figuur A1 Gemetselde fundering op staal met versnijding.



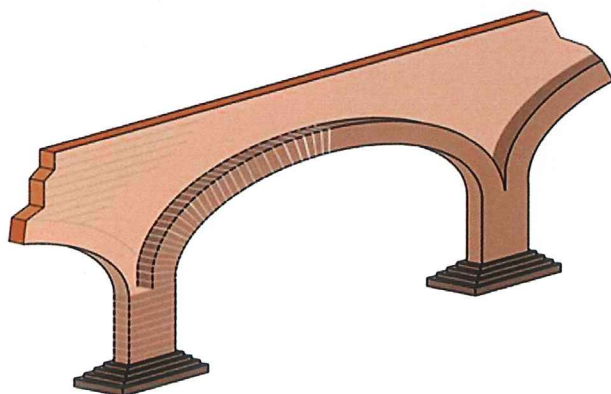
Figuur A2 Betonnen strokenfundering.

Een variant van de gemetselde fundering met versnijding is de strokenfundering. Behalve stroken worden ook vloeren (platen) als fundering gebruikt. De grond onder de funderingsconstructie wordt hierbij verdicht. Er kan ook een grondverbetering worden toegepast - eventueel in combinatie met een voldoende draagkrachtige tussenlaag.



Figuur A3 Plaatfundering (met vorstrand).

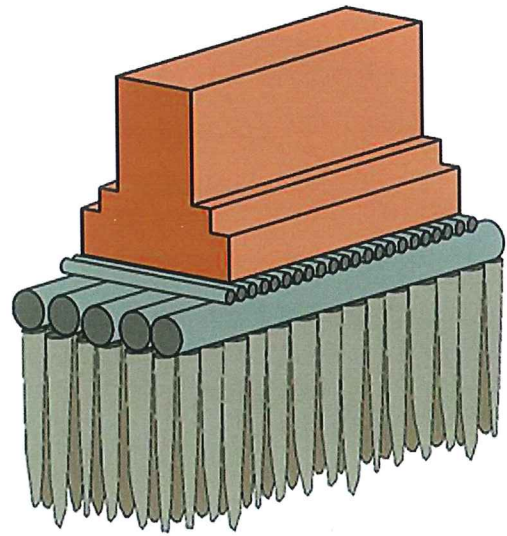
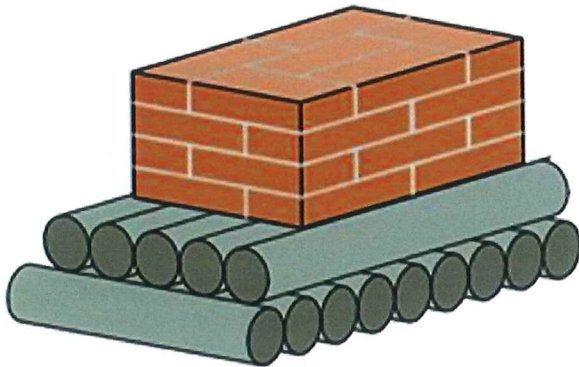
## Minder vaak voorkomende funderingen:



Figuur A4 Fundering met spaarbogen.

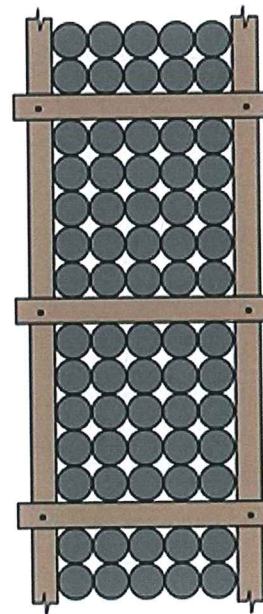
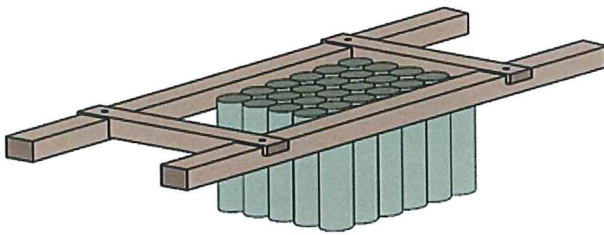
Een latere variant van de fundering met spaarbogen is de poeren- of puttenfundering. Hierbij wordt een poer gemetseld op de draagkrachtige grondlaag waarover balken zijn aangebracht, zoals bij een fundering op palen. In plaats van poeren zijn ook betonnen putringen toegepast, welke door aan de binnenzijde te ontgraven op diepte zijn gebracht en vervolgens de putring is gevuld met grond of beton.

**Bijzondere funderingen:**



Figuur A5 Houten roosterwerk vanaf 2e helft 13e eeuw.

Figuur A6 Slieten fundering vanaf 2e helft 13e eeuw.



Figuur A7 Perspectief roosterwerk met korte houten palen.

Figuur A8 Bovenaanzicht roosterwerk met korte houten palen.

Het roosterwerk werd vanaf het eind van de 13e eeuw uitgevoerd in rondhout. Vanaf de tweede helft van de 14e eeuw is gekantrecht hout toegepast. Bij belangrijke gebouwen is het roosterwerk vaak van eikenhout. De korte paaltjes waarmee de roostervakken zijn opgevuld, zijn vaak lokale houtsoorten als populier, els en berk met verschillende diameters.

## **SBRCURnet**

SBRCURnet is een onafhankelijk kennisnetwerk voor de gehele bouwsector. Wij zorgen er voor dat professionals in de Burgerlijke en Utiliteitsbouw en in de Grond-Weg- en Waterbouw hun werk beter kunnen doen.

Wij brengen partijen uit de bouwsector met elkaar in contact voor het ontwikkelen van nieuwe vakkennis over actuele vraagstukken. Wij voorzien de sector van betrouwbare, bruikbare vakkennis. Dat doen we door kennis uit te geven in een breed scala aan producten en diensten. Bovendien helpen we bij het implementeren van kennis.

**ARTIKELNUMMER** 648.14  
**ISBN** 978-90-5367-575-5