

Richtlijn Houten Paalfunderingen onder gebouwen

Onderzoek en beoordeling - 3^e herziene editie

F30/SBRCURnet, Delft oktober 2016

F30-pdf

Houten heipalen zijn onderdeel van de geschiedenis en het culturele erfgoed van Nederland. Op instabiele bodems staan veel gebouwen, waaronder honderden jaren oude monumenten, op houten palen. Ook duizenden woningen zijn gefundeerd op houten palen en de laatste decennia zijn in toenemende mate eigenaren van deze panden onverwacht geconfronteerd met het resultaat van een langjarig proces van veroudering van hun fundering. Een grote kapitaalinjectie voor funderingsherstel is dan noodzakelijk om de stabiliteit van het pand te waarborgen. Daarom is een goed inzicht in de kwaliteit van een houten paalfundering noodzakelijk. Die kwaliteit kan bepaald worden door een funderingsonderzoek. Eén breed gedragen richtlijn voor het uitvoeren van funderingsonderzoek kan het vertrouwen in de kwaliteit van het onderzoek vergroten. De richtlijn kan onterechte sloop of niet noodzakelijk funderingsherstel voorkomen.

Aangezien de noodzaak voor een goede beoordeling van houten funderingen al jaren in de branche wordt gevoeld, is direct bij de oprichting van de brancheorganisatie F30 het initiatief genomen om hiervoor een richtlijn te op te stellen. Een richtlijn omdat het funderingsonderzoek vaak over een oude en niet volgens de huidige normen ontworpen constructie gaat die in vele opzichten buiten de bestaande regelgeving valt en waarvan de beoordeling een specifieke en complexe zaak is. De richtlijn is opgesteld door een interdisciplinair team van wetenschappers en praktijkmensen. Door deze samenstelling was de meeste actuele kennis beschikbaar om de complexiteit van interacties tussen houten palen, pand en bodem in een werkbare richtlijn om te zetten. Binnen het onderzoek en beoordeling van funderingen is deze richtlijn voor houten paalfunderingen onder gebouwen de eerste uit een serie. Andere relevante richtlijnen gaan over funderingen op staal en funderingen onder waterbouwkundige constructies.

Bij de totstandkoming van deze richtlijn is met een open structuur gewerkt. De commissieleden, allen lid van F30, hebben zich vrijwillig aangemeld. Onder voorzitterschap van een F30 bestuurslid heeft de commissie de richtlijn opgesteld en is deze ter goedkeuring voorgedragen aan alle leden en participanten van F30. 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.

Bij het samenstellen van de eerste publicatie was de samenstelling van de F30 commissie als volgt: René Klaassen (SHR, voorzitter), Ariën Heddes (toen Lankelma inmiddels FUGRO Ingenieursbureau), Herman Keijer (FUGRO Ingenieursbureau), Peter den Nijs (Wareco), Jan-Willem Oome (Techniek en Methode), Frans Sas (Stadsdeel Zuid-Amsterdam), Jan Stoker (Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam), Hans de Wit (Funderingswinkel). De eerste versie van deze richtlijn is alleen op de website van F30 gepubliceerd. Op basis van opmerkingen uit de branche gedurende het eerste jaar van deze richtlijn zijn in een tweede versie correcties doorgevoerd en een aantal aanpassingen aangebracht in vooral hoofdstuk 1 en 3 (Gebruik richtlijn en beoordeling). Tevens zijn de verwijzingen naar de geotechnische normen aangepast aan de Eurocode. Deze tweede versie is als CURnet-SBR publicatie in september 2012 uitgegeven.

Na drie jaar bleek dat het wenselijk was om een aantal wijzigingen door te voeren.

Deze wijzigingen hebben betrekking op de volgende zaken:

- definiëring van representatieve plaatsen waar funderingsinspecties moeten worden uitgevoerd;
- duidelijkere omschrijving wanneer houtanalyses toegevoegde waarde hebben;
- aanpassing van de classificatie waardoor deze beter bij de praktijk aansluit;
- richtlijnen voor motivering van een specifieke classificatie;
- geldigheidsduur rapportage.

Wijzigingsvoorstellen zijn aan de leden voorgelegd ter goedkeuring en na goedkeuring is de richtlijn aangepast.

Op- en aanmerkingen over de inhoud van deze richtlijn kunnen worden gemeld aan het bestuur van F3O en zullen in overweging worden genomen bij toekomstige versies. Klachten over onderzoek dat uitgevoerd is conform deze richtlijn kunnen gemeld worden aan het bestuur van F3O. Daarnaast is er ook een mogelijkheid om klachten via het klachtenloket van het KCAF in behandeling te laten nemen. Zie hiervoor www.KCAF.nl.

Samenvatting

Houten paalfunderingen onder bestaande, soms historische panden, zijn letterlijk de basis onder veel gebouwen. Een houten paalfundering is robuust en kan ook na verloop van honderden jaren nog goed functioneren. Echter er zijn diverse oorzaken die het functioneren van een houten paalfundering bedreigen en vele van deze oorzaken bouwen zich op in de loop der jaren en worden soms pas zichtbaar aan het pand als het te laat is. Een aanzienlijk deel van alle constructies op houten palen is op een of andere manier bedreigd, hetzij door overbelasting, door droogstand of door aantasting van hout onder water. De staat van een fundering heeft grote invloed op de toekomstmogelijkheden van het pand. Heeft de fundering nog maar een beperkte levensverwachting of kan de fundering de extra belasting van een opbouw aan of is funderingsherstel gewenst. Omdat de staat van de fundering meestal niet aan het pand is af te zien, is het belangrijk om een gedegen onderzoek aan de fundering uit te voeren.

Om te waarborgen dat dit onderzoek uniform en objectief wordt uitgevoerd is deze richtlijn voor onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen opgesteld. In deze richtlijn zijn de daarvoor benodigde meet- en inspectiemethoden beschreven. Bij de verschillende onderzoeksonderdelen zijn afspraken gemaakt over benamingen van waarnemingen. De beoordeling van de fundering als geheel dient te worden gemaakt door deskundig de samenhang van de verschillende te onderzoeken onderdelen te beschouwen. Beoordeling op basis van deze richtlijn geeft inzicht in het functioneren van de fundering, de kwaliteit van het funderingsmateriaal en de handhavingstermijn. De richtlijn bevat ook aanknopingspunten voor classificatie van funderingen. Deze richtlijn is opgesteld door F3O, de brancheorganisatie van onafhankelijke funderingsonderzoekers, en uitgegeven door SBRCURnet. Alle betrokken organisaties zien het belang van betrouwbaar en onafhankelijk onderzoek.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	11
1.1	Doelstelling	11
1.2	Gebruik van de richtlijn	13
<hr/>		
2.	Onderdelen funderingsonderzoek	15
2.1	Archiefonderzoek (bureaustudie)	15
2.2	Visuele inspectie pand	17
2.2.1	Inpandige inspectie	17
2.2.2	Gevelinspecties	18
2.3	Scheefstandsmetingen	19
2.3.1	Lintvoegwaterpassing	19
2.3.2	Vloerwaterpassing	21
2.3.3	Loodmeting	23
2.4	Hoogtemetingen	24
2.4.1	Peilmaatmeting	24
2.4.2	Nauwkeurigheidswaterpassing	25
2.5	Omgevingsfactoren	26
2.6	Grondwaterstandmetingen	27
2.7	Funderingsinspectie	29
2.7.1	Ontgraving	30
2.7.2	Classificatie bodemmateriaal	31
2.7.3	Kwaliteit metselwerk en beton	32
2.7.4	Visuele inspectie en het opmeten van de funderingsconstructie	34
2.7.5	Kwaliteit hout	36
2.7.6	Berekening resterende dragende doorsnede houten paal	43
2.7.7	Paal draagkracht bepaald op basis van een proefbelasting (facultatief)	46

3.	Beoordeling functioneren houten paalfundering	47
3.1	Toetsing draagkracht fundering	47
3.1.1	Stabiliteit funderingsconstructie	48
3.1.2	Draagkracht paalhout (actueel en aan het einde van de referentieperiode (bijvoorbeeld 25 jaar))	48
3.1.3	Draagkracht horizontaal toegepast funderingshout direct liggend op de paal	50
3.1.4	Geotechnische draagkracht	52
3.2	Beoordeling	54
3.3	Actualiseren rapport	57
Bijlage A	Verklarende woordenlijst	59
Bijlage B	Gebruikte normen, publicaties en richtlijnen	75
Bijlage C	Inslaghamer	79

1.1 Doelstelling

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

Houten paalfunderingen zijn vaak ruim voor de huidige regelgeving gerealiseerd. De huidige regelgeving is ongeschikt om als beoordelingsgrondslag voor de oude constructies te gebruiken. Daarom wordt een van de huidige regelgeving afwijkende systematiek gegeven om tot een funderingstechnische handhavingstermijn te komen.

Toelichting op doelstelling

Voor het beoordelen van het functioneren van een oude houten paalfundering is informatie nodig die soms moeilijk te verkrijgen en lastig te interpreteren is. Deze richtlijn geeft eenduidige benamingen voor de waarnemingen van de verschillende onderzoeksonderdelen.

Met gebruik van de onderzoeksonderdelen kan een objectieve analyse worden uitgevoerd om tot een beoordeling van een houten 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 2012 voldoet een houten paalfundering vaak niet en een beoordeling volgens het Bouwbesluit leidt dan te snel tot afkeuring, terwijl uit ervaring is gebleken dat in goede staat verkerende houten paalfunderingen een aanzienlijke handavings-

termijn hebben. De theorie van het Bouwbesluit is hierdoor niet goed bruikbaar in de praktijk van houten paalfunderingen. Belangrijke oorzaken voor de te negatieve toetsing bij gebruik van het Bouwbesluit zijn:

- Houten paalfunderingen van vóór 1950 zijn empirisch ontworpen. Er werden nog geen sonderingen uitgevoerd en geotechnische berekeningen van de draagkracht gemaakt. De benodigde paallengte werd vastgesteld door middel van proefheien, dat wil zeggen kalenderen / op stuit heien. Vaak werd de eindkalendering, zakking in cm bij 30 slagen, bepaald met een Hollandse heiformule. Er werden geen proefbelastingen uitgevoerd.
- Er werd vroeger geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleefbelasting. Pas vanaf de jaren 50 van de vorige eeuw is men begonnen met het toekennen van een geschatte negatieve kleefbelasting.
- De gebrekkige rekenkundige onderbouwing heeft tot gevolg dat houten paalfunderingen vaak doorgaande zakking vertonen, hetgeen moeilijk verenigbaar is met de huidige normen. Bij invoering van nieuwe normen is om normalisatieredenen vaak de sterkte van een houten paalfundering rekentechnisch verlaagd. Bij de invoering van de geotechnische normen in 1991 (NEN 6740, NEN 6743 en NEN 6744) verdwijnt voor de draagkrachtberekening het verschil bij de partiële onzekerheidsfactor voor hout (1,25) en andere materialen (1,4) zoals dit daarvoor werd gehanteerd door de RFG. Hierdoor werd de berekende draagkracht van houten palen 11% lager. Bij de omzetting van de NEN 6760 naar Eurocode 5 verandert de modificatiefactor van 0,6 naar 0,5 en de materiaalfactor van 1,2 naar 1,3 waardoor de rekenwaarde 25% lager werd.

In 2003 is in opdracht van VROM door een aantal branchepartijen een protocol voor de uitvoering van een funderingsinspectie opgesteld. De uitvoering van een funderingsinspectie is vaak een onderdeel van een funderingsonderzoek. In verband met een eenduidige en complete omschrijving in deze richtlijn is de inhoud van het protocol uit 2003 in deze richtlijn geïntegreerd en geactualiseerd naar de laatste stand van de kennis.

1.2 Gebruik van de richtlijn

In hoofdstuk 2 van deze richtlijn zijn alle onderdelen van een funderingsonderzoek uitgewerkt. Per onderdeel is aangegeven hoe het moet worden uitgevoerd, hoe over het onderdeel dient te worden gerapporteerd en welke benamingen daarbij gebruikt moeten worden. Door deze aanpak is uniformiteit en standaardisatie van terminologie op de onderzoeksonderdelen georganiseerd. Deze richtlijn kan niet voorzien in een voorschrift voor een onderzoeksopzet. De opzet van een onderzoek zal afhangen van de vraagstelling en kan daarom alleen worden opgesteld door ter zake deskundige adviseurs.

De beoordeling van een fundering op basis van deze richtlijn geeft de mogelijkheid om een handhavingstermijn voor de funderingsconstructie op te geven.

Tijdens het onderzoek kan blijken dat van het onderzoeksprogramma moet worden afgeweken gezien de aangetroffen situatie. In de rapportage van het onderzoek dient dan goed gemotiveerd te worden waarom onderzoeksonderdelen niet zijn uitgevoerd en welke gevolgen dit heeft voor de reikwijdte van de conclusies.

Een aparte opmerking betreft monitoring van zakkingen. Met name in beheer- en prioriterings- vraagstukken wordt veel gebruik gemaakt van het regelmatig meten van zakkingen van bebouwing. Op basis van dit type meting (zie paragraaf 2.4.2 van deze richtlijn) kunnen beslissingen over nader onderzoek of aanpak van funderingsherstel worden genomen. Binnen deze richtlijn is dit te zien als een specifieke onderzoeksopzet gericht op het ondersteunen van beslissingen over de aanpak.

Onderdelen

funderingsonderzoek

In dit hoofdstuk worden de relevante meetmethodieken 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 op 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 beschouwen gegevens.

- Oprichtingsdatum en oprichtingstekeningen van het pand of bouweenheid en indien noodzakelijk ook van de belendende panden of bouweenheden.
- Aanlegniveau begane grond vloer (bouwpeil), hoogstgelegen funderingshout of paalkop, palen: palenplan, inheidiepte (heistaat of heiregister, opzichterdagboek), houtsoort, diameter, (werkende) lengte beton oplanger.

- Langshout / kessen: houtsoort, afmeting.
- 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 gewijzigde 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 op Inpandige inspectie

Inspecties worden bij voorkeur uitgevoerd op de begane grond en (indien aanwezig) op 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 bouwfases (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 1 benoemd (conform NIVRE).

Tabel 1

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

Toelichting op 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 (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 benoemd.

Tabel 2

Rotatie	Schadetypering	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 op 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. In geval een pand aansluit op belendingen zo mogelijk ook de lintvoegmeting bij de belendingen uitvoeren en rapporteren.

Om de rotatie te kunnen bepalen dient de onderlinge afstand van de meetpunten aan de gevel te worden gemeten. De nauwkeurigheid van de meting is beperkt tot circa ± 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, vanwege de meetonnauwkeurigheid, 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. 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. Architectonische schade is schade die zichtbaar is maar de constructie niet negatief beïnvloedt, constructieve schade doet dit wel.



Figuur 2-1a, b, c lintvoegwaterpassing, lintvoegmeting en scheefstandmeting

2.3.2 Vloerwaterpassing

Doel:	vaststellen scheefstand van gefundeerde muren.
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 ± 10 mm).
Resultaat:	grafische presentatie van meetwaarden omgerekend naar zakking 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 benoemd.

Toelichting op Vloerwaterpassing

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

Bij de presentatie van de meetgegevens dient het doel (de vervorming van de bouwmuren) in het oog worden gehouden. Waar nodig zullen de meetgegevens van de verschillende vloervelden in samenhang dienen te worden beoordeeld.



Figuur 2-2 Vloerwaterpassing.

2.3.3 Loodmeting

Doel:	vaststellen voor- of achteroverhellen van de gevel.
Methode:	de gevelstandmeting kan worden uitgevoerd met een theodoliet, tachymeter of oloodinstrument (meetnauwkeurigheid ± 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 dienen eenduidig te worden aangegeven.
Beoordeling:	de scheefstand uit de verticaal wordt volgens tabel 2 benoemd.

Toelichting op Loodmeting

Deze meting wordt vaak uitgevoerd met een hiervoor geschikt waterpastaestet. 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 waterpastaestet. Afwijkingen van circa ± 10 mm zijn te verwachten. Indien de gevel hiervoor bereikbaar is kan bij helling voorover ook een meting met een schietlood of een lange waterpas (circa 2 m) 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 door middel van een waterpassing (meetnauwkeurigheid ± 5 mm). Als een hoogte ten opzichte van (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 op 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 van meetpunten met een precisie waterpasinstrument en een speciaal temperatuurgevoelige baak. De nauwkeurigheid van de metingen dient van ieder punt aantoonbaar binnen de range $\pm 0,5$ mm te vallen. Vaststellen van beweging van de vaste meetpunten. Vaste meetpunten worden krimpvrij 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 3.

Tabel 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 op 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.

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 op 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; openwaterpeilen. 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 actuele waterdekking boven het hoogste funderingshout.
Methode:	er wordt een peilbuis in de directe nabijheid van de inspectieput geplaatst. De grondwaterstand in de peilbuis wordt gemeten met een peilklokje of peilpieper (meetnauwkeurigheid ± 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. Is geen NAP hoogte beschikbaar, dan kan worden volstaan met grondwaterdekking (verschil niveau bovenste funderingshout en gemeten grondwaterstand) op een specifiek tijdstip. In de rapportage dient nadrukkelijk vermeld te worden dat een enkelvoudige meting een momentopname betreft en dat hiermee geen uitspraak mogelijk is over de grondwaterdekking over de jaren heen.
Beoordeling:	op basis van tabel 4 worden de verschillende actuele grondwaterdekkingen benoemd.

Tabel 4

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

Toelichting op Grondwaterstandmetingen

De dynamiek van het grondwatersysteem in de stad laat zich doorgaans slechts door intensief onderzoek vaststellen. Op sommige locaties kan al informatie over het grondwater beschikbaar zijn bijvoorbeeld via gemeentelijke peilbuizen in de directe omgeving van het pand die vele jaren zijn bemeten. Deze meetreeksen zijn waardevol om bij een funderingsonderzoek te betrekken. Het is niet zonder meer mogelijk om peilbuismetingen van een gemeentelijk meetnet 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 de stad zal ook, zonder specifieke grondwaterbeheer-maatregelen, groot zijn en in de toekomst mogelijk veranderingen ondergaan. Ook in het verleden kunnen veranderingen zijn opgetreden. Voorspellingen over grondwaterstanden in het verleden en grondwaterstanden in de toekomst bij een fundering zijn dan ook zonder specifiek, uitgebreid, grondwateronderzoek niet te doen.



Figuur 2.3 Grondwaterstandmeting.

2.7 Funderingsinspectie

Inspectie van de funderingsconstructie wordt uitgevoerd op een voor de fundering representatieve plaats om inzicht te krijgen in het functioneren van de funderingsconstructie en de mate van veroudering van het funderingsmateriaal 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. Representatieve plaatsen zijn die plaatsen waar de meeste zakking plaats heeft gevonden en/of waar sprake is van funderingsgerelateerde scheurvorming en waar het risico op funderingsschade het grootst is.

Hiervoor worden lintvoeg- en vloerwaterpassing, schade inventarisatie, informatie over de bodemopbouw en grondwaterstandsgegevens gebruikt. De funderingsinspectie(s) wordt bij voorkeur uitgevoerd bij een maatgevende bouwmuur. Tabel 5 geeft richting voor het aantal inspectieputten per bouweenheid.

Tabel 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 meer, minder of zelfs geen inspectieputten te graven (argumenten hiervoor opnemen in het onderzoek of onderzoeksvoorstel).

2.7.1 Ontgraving

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

Toelichting op 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 graafwerkzaamheden in de openbare ruimte (klic melding, regeling kabels en leidingen grondroerders, Veiligheids- en Gezondheidsplan, milieutechnische regelgeving).


Om een goede inspectie te kunnen uitvoeren zal ter hoogte van de bovenkant van het funderingshout de put minstens 0,7 m breed moeten zijn en de paalkoppen minstens 0,4 m zijn vrij gegraven. Het aantal te inspecteren palen is locatie-afhankelijk. Bij panden met meer dan drie bouwlagen worden minimaal drie palen (Rotterdamse fundering) of drie jukken (Amsterdamse fundering) voor onderzoek blootgelegd. Bij lagere bebouwing kan worden volstaan met twee jukken dan wel twee palen. In dat geval dient aan beide zijden van de palen (paaljukken) de afstand tot de volgende paal(juk) bepaald te worden. De funderingsconstructie dient schoon te worden gemaakt alvorens met de inspectiewerkzaamheden wordt begonnen.

2.7.2 Classificatie bodemmateriaal

Doel:	eenduidige omschrijving van bodemprofiel bij een funderingsdetail vanaf maaiveld tot 1 meter onder het bovenste funderingshout.
Methode:	beschrijving bodemprofiel met opmerkingen over eventueel aanwezige bodemvreemde stoffen.
Resultaat:	eenduidige grafische weergave van het bodemprofiel op basis van visuele waarnemingen.

Toelichting op Classificatie bodemmateriaal

Bij de beschrijving van het bodemprofiel kan gebruik worden gemaakt van de definities uit NEN 5104. Als de onderzijde van de ophooglaag dieper ligt dan 1 m onder het bovenste funderingshout, dan heeft het de voorkeur om de beschrijving van het bodemprofiel dieper door te zetten. Het bodemprofiel kan verder vrij gegraven worden of er kan een grondboring worden verricht. 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.



2.7.3 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 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 6 te worden gebruikt.

Tabel 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 op 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:

- scheuren (aantal, afmetingen patroon);
- steensoort en kwaliteit (kwalitatief) van de steen;
- voegen (kwalitatief, hard, zacht, onsamenvastend);
- 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 worden gemaakt van NEN 771.



2.7.4 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 op

Visuele inspectie en het opmeten van de funderingsconstructie

De inspectie heeft tot doel om de detaillering en de staat van het hout, onderdeel uitmakend van de fundering, in beeld te brengen, waarbij onderstaande aspecten worden behandeld:

- Paaldiameters.
- Afstanden tussen palen (Rotterdamse fundering) of paaljukken (Amsterdamse fundering);
- Paalafstanden in jukken.
- Stand palen loodrecht gemeten ten opzichte van de buitenkant van het langshout c.q. metselwerk.
- Kesp (afmeting, hoek met lengteas funderingsmuur, uitstekende deel (lengte en bij sterke vervorming of breuk de horizontale stand).
- Langshout (inclusief platen): afmeting.

- Schuifhout: afmeting en controleer bij Rotterdamse fundering op de aanwezigheid van het niet zichtbare schuifhout aan de hand van de onderste laag stenen die dan iets buiten de muur moet steken.
- Metselwerk en/of beton versnijdingen/hoogte en diepte.
- Mate van instorting van de paalkoppen: in het geval dat houten palen direct zijn opgenomen in een betonnen funderingsbalk dient, indien mogelijk, de hoogte van de instorting bepaald te worden.
- Positie van het funderingsdetail ten opzichte van een kenmerkend punt van het pand boven maaiveld (bv. woningscheidende muur; hoek van het pand).
- Diepteligging funderingshout (inclusief hoogste funderingshout) ten opzichte van NAP.

Verder kan een globale beschrijving gegeven worden van de volgende aspecten:

- Zichtbare aantasting van het hout.
- Verkleuringen van houten onderdelen.
- Vervorming langshout (platen).
- Mate van inknijping van de kesp.
- Optreden van eventuele indrukking van de palen in de kesp.
- Vervorming kesp tussen de palen.
- Kesp (gebroken, gescheurd, gespleten).
- Vermelden van overige bijzonderheden zoals aanwezigheid van spaarbogen, wisselingen in het niveau van de bovenkant van het funderingshout.

De situatie wordt vaak in tekeningen (bovenaanzicht, doorsnede, vooraanzicht) vastgelegd. Hierbij worden geen vervormingen getekend. 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.

- Bij één enkele palenrij minimaal twee detailfoto's per paal, zodanig dat de aansluiting met het bovenliggende langshout vanaf beide zijden in beeld wordt gebracht.
- Bij een dubbele palenrij of bij paaljukken minimaal twee detailfoto's per paaljuk, zodanig dat de aansluiting met de bovenliggende kesp en langshout vanaf beide zijden in beeld wordt gebracht.
- Bij een gebroken kesp moet de breuk fotografisch worden vastgelegd.
- Eventuele gebreken van de fundering moeten door middel van detailfoto's duidelijk worden vastgelegd (gebroken of sterk vervormde funderingsdelen; scheve of buiten het metselwerk staande palen).

2.7.5 Kwaliteit hout

De beoordeling van de kwaliteit van het hout bestaat uit drie onderdelen. Een visuele beoordeling zoals aangegeven in § 2.7.4, bepaling van de dikte van de zachte schil (§ 2.7.5.1). Paragraaf 2.7.5.2 geeft aan wanneer onderzoek naar de interne houtkwaliteit achterwege kan blijven, § 2.7.5.3 beschrijft de houtmonstername en § 2.7.5.4 beschrijft het houttechnisch laboratoriumonderzoek.

2.7.5.1 Bepaling van de dikte van de zachte schil van het hout

Doel:	vaststellen dikte zachte schil.
Methode:	de metingen worden uitgevoerd met een gekalibreerde inslaghamer en uitgelezen in millimeters (afleesnauwkeurigheid ± 2 mm). Alle zichtbare houten funderingselementen worden gemeten (zie toelichting).
Resultaat:	alle individuele metingen en de gemiddelden per meetring worden gerapporteerd. Afwijkingen in meetlocaties worden toegelicht.

Toelichting op Bepaling van de dikte van de zachte schil van het hout

Inslaghamers zijn speciaal ontwikkeld voor funderingsonderzoek. In bijlage C is een specificatie over de “inslaghamers” en informatie over de kalibratie opgenomen. De metingen worden gedaan met een gekalibreerde inslaghamer en het identificatienummer van het apparaat wordt in het rapport vermeld.

Bij heipalen zijn de inslagmetingen bedoeld om de zogenaamde zachte schil vast te stellen en bij het gezaagde hout zijn de metingen bedoeld om een indruk van de aantasting te krijgen. Wijze van meten:

- Houten palen worden op circa 15 cm onder langshout / kesp / betonbalk minimaal driemaal gemeten, zo veel mogelijk rondom de paal (meetring). Om een afwijkende zachte schil lager in de paal op het spoor te komen kan een tweede meetring 15 cm lager aan de paal worden uitgevoerd. Wanneer beide meetringen sterk afwijken, kan besloten worden om de inspectieput dieper te ontgraven en diepere metingen uit te voeren. Een meetring direct onder de kesp / betonbalk kan bij de palen worden uitgevoerd om een afwijkend zachte schil direct aan de paalkop te kunnen vaststellen.
- Kespen en langshout (platen, schuifhout) worden per onderdeel minimaal driemaal gemeten op minimaal 10 cm onderlinge afstand, dan wel verspreid over het zichtbare hout. Kespen en langshout worden niet binnen 20 cm vanaf de kopse kant gemeten.
- Bij het meten dient men onregelmatigheden als kwasten te vermijden.

2.7.5.2 Noodzaak houtonderzoek

Doel:	bepalen noodzaak houtonderzoek (monstername en laboratorium-onderzoek)
Methode:	<p>houtonderzoek aan boorkernmonsters kan achterwege blijven indien bij de beoordeling van de funderingconstructie zaken, anders dan hout-technologisch, worden geconstateerd die beslissend zijn voor een beoordeling en het classificeren van de fundering. Er worden ook geen houtmonsters genomen indien alleen de huidige staat van de fundering in kaart moet worden gebracht, zoals bijvoorbeeld bij onderzoek op aanschrijfniveau waarbij een restlevensduur geldt van één jaar. Direct na de diameterbepaling en de inslagmetingen wordt tijdens de inspectie in grafiek 2-5 de gemiddelde indringwaarde uitgezet tegen de paaldiameter. Op basis van de locatie in de grafiek wordt houtonderzoek en dus houtmonstername uitgesloten wanneer:</p> <ul style="list-style-type: none">- de paal in gebied I valt en de oorzaak van aantasting niet relevant is;- de paal in gebied II valt en een handhavingstermijn van ≤ 25 jaar wordt gevraagd;- de paal in gebied IV valt en de oorzaak van aantasting niet relevant is.
Resultaat:	Onderbouwing van de keuze voor geen, één of meerdere houtmonsters die mogelijk nodig zijn voor het beoordelen van het (toekomstig) functioneren van de fundering

Toelichting op Beslissing noodzaak monstername hout

Gebied I:

Bij deze combinatie van diameter en indringing wordt gesteld dat geen aantasting van constructieve betekenis aanwezig is. Het nemen van houtmonsters is hier niet noodzakelijk.

Gebied II:

Dit betreft aangetaste palen. De aantasting is beperkt waardoor geen nadelige invloed op de sterkte van de paalschacht wordt verwacht.

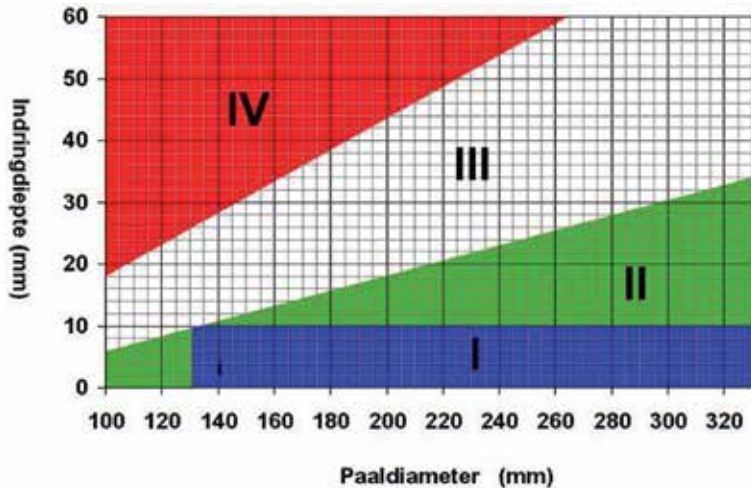
Het nemen van houtmonsters is alleen noodzakelijk om een uitspraak te kunnen doen over de oorzaak van de aantasting en de ontwikkeling van de aantasting in de tijd.

Gebied III:

Voor onderzoek naar de sterkte van de paalschacht in de toekomst is bij deze combinatie van diameter en indringingswaarde monsternamen noodzakelijk.

Gebied IV:

Dit is het gebied van relatief grote aantasting ten opzichte van de diameter danwel een te kleine paaldiameter ten opzichte van het boorgat. De sterkte van de paalschacht is hier onvoldoende. Het nemen van een houtmonster is alleen noodzakelijk indien de oorzaak van de aantasting moet worden vastgesteld.



Figuur 2-5 Beslissingsdiagram, voor het nemen van een monster, dat gebaseerd is op normaal voorkomende verhouding paaldiameter en belasting (100 mm en 30 kN; 150 mm en 60 kN; 200 mm - grotere diameters en 150 kN).

Het uitgangspunt dat droogstand tot snelle zichtbare schimmel-aantasting in hout leidt, blijkt in de praktijk niet altijd zo. Daarom wordt bij zichtbare gezonde palen met een duidelijk droogstandsrisico aangeraden middels monstername en houtonderzoek interne houtaantasting uit te sluiten en aanvullende laboratoriummetingen te doen naar het vochtgehalte op een lager niveau in de paal (zie ook § 2.7.5.3).

2.7.5.3 Monstername hout

Doel:	het nemen van monsters geschikt voor houtonderzoek (zie 2.7.5.4) nadat op basis van de criteria uit 2.7.5.2 de noodzaak hiertoe is vastgesteld.
Methode:	met een aanwasboor (interne diameter minimaal 10 mm) boorkernen op representatieve plaatsen genomen. Per funderingsput worden minimaal twee palen bemonsterd. Indien van toepassing kan ook het horizontale hout bemonsterd worden. De boorkernen moeten van goede kwaliteit zijn (samenhangend en de gehele paalradiaal (van wan tot hart) of element doorsnede (buitenkant tot hart) bevatten. Standaard worden de boorkernen in water opgeslagen. Indien het funderingshout droog staat worden de boorkernen in plastic zonder extra toevoeging van water verpakt en tot het moment van analyse gekoeld (1-8 °C) opgeslagen. Indien de situatie dit toelaat kunnen ook paalschijven genomen worden voor het doen van houtonderzoek.
Resultaat:	goede kwaliteit boorkern en een omschrijving van de plaats van monstername.

Toelichting op Monstername hout

Houtonderzoek wordt uitgevoerd ter bepaling van de houtsoort, type en oorzaak van de aangetaste zone's en het verloop van de druksterkte-gradient over de diameter. Tevens kan het toekomstig verlies aan gezonde houtdiameter worden geschat. Hierbij is monstername in de put, wijze van

analyse en relevantie van het houtonderzoek voor het funderingsonderzoek van belang. Het laatste punt is afhankelijk van de paaldiameter in relatie tot de zachte schil en van de in de put aangetroffen situatie.

Het aantal monsters zal representatief zijn voor het beeld dat in de put is aangetroffen: paaldiameter, schadebeeld en aantasting. De beste plaats van monsternamen in de palen is zo dicht mogelijk bij de locatie van de inslagmeting en op circa 0,15 m vanaf de onderzijde van het langshout / kesp / betonnen balk.



Figuur 2-4 Het nemen van monsters.

2.7.5.4 Houtonderzoek aan boorkernmonsters

Doel:	achterhalen oorzaak en voortgang aantasting, nadere inschatting zachte schil en reststerkte hout.
Methode:	de monsters worden over de volle lengte microscopisch (houtsoort, houtstructuur, type en mate van aantasting) beoordeeld, verder wordt het verloop van het vochtgehalte en de volumieke massa bepaald.
Resultaat:	de oorzaak van de houtaantasting is bekend; een voorspelling van verlies aan gezonde houtdoorsnede van de paal (of ander funderingshout) wordt gegeven; specifiek verloop over de doorsnede van de paal van de druksterkte is afgeleid.

Toelichting op Houtonderzoek aan boorkernmonsters

Het houtonderzoek wordt uitgevoerd volgens BGS 007 "Bepaling microbiologische houtaantasting".

Voor het microscopisch onderzoek worden coupes gesneden met een dikte van circa 20 µm. Onder de microscoop worden de coupes beoordeeld op houtstructuur, inhoudstoffen, patroon en mate van aantasting en het voorkomen van aantasters. De volumieke massa en het vochtgehalte van boorkernstukjes van circa 20 mm worden bepaald middels drogen en wegen. Op basis van het vochtgehalte van waterverzadigde hout wordt via een omrekenmodel [Klaassen 2008] een inschatting gemaakt van de druksterkte. Het hout wordt aangekleurd om de spintbreedte te bepalen. Bij funderingshout met kans op droogstand worden de monsters niet onder water bewaard, waarmee het actuele vochtgehalte bepaald kan worden.

2.7.6 Berekening resterende dragende doorsnede houten paal

Doel:	berekenen van de resterende dragende doorsnede van de paal om controleberekeningen op houtspanning in de doorsnede te kunnen uitvoeren.
Methode:	uit de indringwaarden, mogelijk in combinatie met resultaten hout-onderzoek (zie toelichting), wordt de gemiddelde dikte van de zachte schil bepaald. Uit de zachte schil en de paaldiameter wordt de dragende doorsnede berekend ter plaatse van de paalkop (zie vergelijking 1 en 2 of 3 en 4 uit de toelichting) en ter plaatse van het omslagpunt (zie vergelijking 5 en 6 uit de toelichting).
Resultaat:	het resterende dragende oppervlak ter plaatse van de paalkop.

Toelichting op

Berekening resterende dragende doorsnede houten heipaal

Het bepalen van de resterende dragende doorsnede met behulp van een gekalibreerde inslaghamer en vergelijking 1 en 2 is een praktijkmethode waarmee de zachte schil van funderingspalen in een ontgraving kan worden bepaald. Onderbouwing van deze methode wordt gegeven in [Den Nijs 2002].

(Vergelijking 1): $d = D - 2 \times (i + 5)$

(Vergelijking 2): $A = 0,25 \pi d^2$

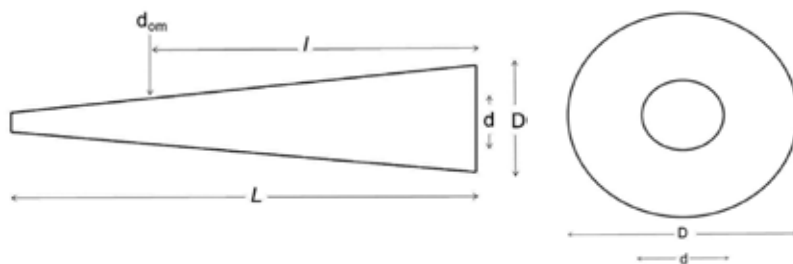
Gebruikte symbolen:

i = gemiddelde indringdiepte in het hout [mm]

D = oorspronkelijke paaldiameter [mm]

d = resterende dragende paaldiameter [mm]

A = resterend dragend oppervlak [mm²]



Figuur 2-6a (links) Doorsnede lengte van de paal met daarin aangegeven de oorspronkelijk paaldiameter, de resterende dragende paaldiameter, de paallengte en het omslagpunt. Figuur 2-6b (rechts) Kopse doorsnede paalkop met daarin aangegeven de oorspronkelijk en de resterende dragende paaldiameter.

Voor een verfijndere inschatting van de dragende diameter kunnen de vergelijkingen 3 en 4 worden gebruikt.

(Vergelijking 3): $d = D - 2 \times i$

Vergelijking 3 mag worden toegepast wanneer uit het houtonderzoek blijkt dat: de diepte van de sterke aantasting \leq gemiddelde indringwaarde.

(Vergelijking 4): $d = D - 2 \times (i - 5)$

Vergelijking 4 mag worden toegepast wanneer uit het houtonderzoek blijkt dat: de ingeschatte druksterkte $\geq 10 \text{ N/mm}^2$ ter plaatse van de gemiddelde indringwaarde.

Bij de toetsing van de draagkracht van het paalhout is de resterende dragende doorsnede op het omslagpunt (daar waar de spanning het hoogst is) van belang. Dit punt kan bij palen zonder bacteriële aantasting bepaald worden volgens vergelijking 5. Hierbij wordt uitgegaan (conform NEN 5491) van de oorspronkelijke paaldiameter en een tapsheid van 7,5 mm/m. Indien uit archiefgegevens vastgesteld kan worden dat de

tapsheid anders is dan wordt vergelijking 5 hieraan aangepast. De plaats van het omslagpunt wordt bepaald op basis van het bodemprofiel.

(Vergelijking 5): $A = 0,25 \pi (D - l \times 7,5)^2$

Aanvullend gebruikt symbool:

l = afstand tussen paalkop en omslagpunt [m]

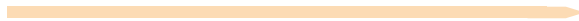
Wanneer bacteriële aantasting aan de paalkop is vastgesteld zal ook op het omslagpunt hiermee rekening moeten worden gehouden. Hoewel het verloop van bacteriële aantasting over de paallengte nog niet volledig in kaart is gebracht, wordt er hier van uitgegaan dat de dikte van de (door bacteriën veroorzaakte) zachte schil aan de paalpunt de helft is van die aan de paalkop. De dragende paaldiameter ter plaatse van het omslagpunt wordt volgens vergelijking 6 bepaald. Is de aantasting aan de paalkop een combinatie van schimmel- en bacterie-activiteit dan zal de omvang van de bacterie aantasting onder het droogstandsniveau op basis van het houtonderzoek worden ingeschat en deze inschatting wordt gebruikt in vergelijking 6.

(Vergelijking 6): $d_{om} = D - l \times 7,5 - (D - d)/2 \times (2 - l/L)$

Aanvullend gebruikte symbolen:

L = paallengte [m]

d_{om} = resterende dragende paaldiameter bij omslagpunt balk [mm²]



2.7.7 Paal draagkracht bepaald op basis van een proefbelasting (facultatief)


Doel:	bepalen draagkracht van funderingspalen.
Methode:	de test wordt uitgevoerd volgens NEN 6745-1.
Resultaat:	draagkracht in N. Beoordeling: conform NEN 6745-1.

Toelichting op

Paal draagkracht bepaald op basis van een proefbelasting (facultatief)

De proefbelasting maakt geen deel uit van het funderingsonderzoek maar is een alternatieve rekentechnische methode. Aanvullend op de eisen uit de richtlijn kan gekozen worden voor het uitvoeren van een proefbelasting.

Een proefbelasting gaat altijd samen met een inspectie maar is onvoldoende als steekproef. Mogelijk geschikt om de paallengte in te schatten en daarmee een berekening van alle palen te kunnen maken (sondering).



Beoordeling functioneren houten paalfundering

3

Het doel bij de beoordeling van een houten paalfundering is om de kwaliteit ervan in beeld te brengen en om een voorspelling over het functioneren van de fundering als geheel in de toekomst af te geven. Er zijn veel, uiteenlopende, aspecten van belang voor het afgeven van een toekomstvoorspelling.

Doorgaande zakkingen en zakkingsverschillen, dalende grondwaterstanden, de kwaliteit van de funderingsconstructie en de altijd aanwezige, maar sterk variabele, degeneratie van het houten funderingsmateriaal zijn aspecten die het functioneren van de fundering in de toekomst zullen beïnvloeden. Informatie over de verwachte toename van degeneratie van funderingshout kan alleen met houtanalyses worden bepaald. Doorgaande zakkingen kunnen alleen met lange meetreeksen van nauwkeurigheidswaterpassingen betrouwbaar worden vastgesteld.

Hoewel het uitvoeren van het onderzoeksprogramma de grootste mogelijke onderbouwing geeft van het uiteindelijk advies over de handhavingstermijn is gemotiveerd afwijken toegestaan (zie 1.2). In de rapportage van het onderzoek dient dan per onderdeel te worden aangegeven waarom het niet is onderzocht en welke specifieke beperkingen met betrekking tot de reikwijdte van de conclusie daarmee zijn ontstaan.

3.1 Toetsing draagkracht fundering

Deze toetsing bestaat uit vijf componenten (stabiliteit funderingsconstructie, draagkracht paalhout / langshout / kespen, geotechnische draagkracht).

3.1.1 Stabiliteit funderingsconstructie

Doel:	beoordelen of de constructie van de fundering voldoende stabiliteit bezit om de belastingen vanuit de bovenbouw naar de palen over te dragen.
Methode:	waardering van de resultaten van de visuele inspectie (2.7.4) gericht op kespbreuk, buiten het metselwerk geplaatste palen, onderlinge aansluiting elementen.
Resultaat:	inschatting stabiliteit.

3.1.2 Draagkracht paalhout (actueel en aan het einde van de referentieperiode (bijvoorbeeld 25 jaar))

Doel:	toetsing houtspanning in paal.
Methode:	<p>voor de constructieve beoordeling zijn enerzijds de rekenwaarde van de belasting, $\sigma_{c,d}$, en anderzijds de rekenwaarde van de druksterkte van de paal evenwijdig aan de vezel, $f_{c,d}$, benodigde invoergegevens (zie toelichting) om de toetsing volgens vergelijking 7 te kunnen uitvoeren.</p> <p><i>(Vergelijking 7):</i> $\sigma_{c,d} \leq f_{c,d}$</p> <p>Aanvullend gebruikte symbolen: $\sigma_{c,d}$ = rekenwaarde voor de drukspanning parallel aan de vezel $f_{c,d}$ = rekenwaarde druksterkte parallel aan de vezel</p>
Resultaat:	de optredende houtspanning is getoetst aan de rekenwaarde voor de druksterkte van het hout.

Toelichting op Draagkracht paalhout

De rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c,d}$ wordt bepaald door uitwerking van de in NEN-EN 1990 (Eurocode 0) gegeven combinatieformules (6.10a en 6.10b). De hierbij in rekening te brengen belastingscombinaties worden ontleend aan de betreffende delen van NEN-EN 1991 (Eurocode 1).

Indien de waarde voor $\sigma_{c,d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule (6.10a) wijzigt vergelijking 7 in vergelijking 7a. Indien de waarde voor $\sigma_{c,d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule (6.10b) wijzigt vergelijking 7 in vergelijking 7b.

(Vergelijking 7a): $\sigma_{c,d} \leq 10,8 \text{ N/mm}^2$

(Vergelijking 7b): $\sigma_{c,d} \leq 12,6 \text{ N/mm}^2$

In beide vergelijkingen 7a en 7b is de in de bij NEN-EN 1995 (Eurocode 5) gegeven $k_{sys} = 1,1$ (samenwerking tussen de palen aspect) conform NEN-EN 1995-1-1, artikel 6.6, in rekening gebracht.

De waarden voor $\sigma_{c,d}$ uit vergelijking 7a en 7b zijn gebaseerd op de, tot het invoeren van de Eurocodes op 1 april 2010, gangbare waarden. Voor de toetsing volgens de publiek-rechtelijke regelgeving wordt paragraaf 2.1.2 van het Bouwbesluit gebruikt (beoordeling volgens richtlijnen bestaande bouw). Bij significante belastingtoevoegingen of wijzigingen kan een toetsing op nieuwbouwniveau vereist zijn. Dit fenomeen is uitgewerkt in de Regeling Bouwbesluit.

Door keuze van een referentieperiode kunnen de belastingfactoren (conform de NA bij NEN-EN 1991) worden bepaald. Gebruikelijk zijn restlevensduren van 1 jaar (aanschrijfniveau), 15 jaar (observatieniveau bestaande bouw en verbouw) en 25 jaar (splittingsniveau). Formules (6.10a) en (6.10b) van NEN-EN 1990 beschrijven de in rekening te brengen belastingcombinaties. Voor funderingen zal vaak vergelijking 7a, gebruik makende van NEN-EN 1990 formule (6.10a), maatgevend zijn aangezien het eigen gewicht van het te dragen bouwwerk vaak overheerst. Voor lichte draagconstructies, bijvoorbeeld hoogbouw in hout, houtskeletbouw, kassenbouw, zal vaak een combinatie met wind of

sneeuw maatgevend zijn. In die uitzonderlijke gevallen kan vergelijking 7b, gebruik makend van NEN-EN 1990 formule (6.10b), maatgevend zijn.

3.1.3 Draagkracht horizontaal toegepast funderingshout direct liggend op de paal

Doel:	toetsing houtspanning (actueel en aan het einde van de referentieperiode).
Methode:	gebruik van deze methode kan alleen indien is aangetoond dat de gehele doorsnede van de paal bijdraagt aan de krachtoverbrenging naar het horizontale hout. Het effectief paalondersteunend oppervlak wordt berekend volgens vergelijking 8. De toetsing is volgens vergelijking 9 en hierbij mag $f_{c90,d}$ worden afgeleid uit grafiek 3.1. Hogere spanningen dan $4,5 \text{ N/mm}^2$ mogen alleen worden toegepast als voldaan wordt aan vergelijking 10 of wanneer de samendrukking van het horizontale hout minder dan $\frac{1}{3}$ van de originele dikte is.



Grafiek 3.1 op basis van de diameter van het effectief paalondersteunende oppervlak kan de rekenwaarde voor de druksterkte loodrecht op de vezel worden afgeleid.

(Vergelijking 8): $D_{\text{langshout}} = D - 2 \times (i - 10)$ en $(i - 10) \geq 5 \text{ mm}$

(Vergelijking 9): $\sigma_{c90,d} \leq f_{c90,d}$

(Vergelijking 10): $h_{\text{langshout}} - 2 \times i_{\text{langshout}} > 40 \text{ mm}$

Aanvullend gebruikte symbolen:

$D_{\text{langshout}}$ = diameter effectieve paal-ondersteunend oppervlak (contactzone) van het horizontale hout [mm]

$h_{\text{langshout}}$ = dikte horizontaal hout direct op de paalkop [mm]

$i_{\text{langshout}}$ = gemiddelde indringdiepte in het horizontale hout [mm]

$\sigma_{c90,d}$ = rekenwaarde voor de optredende drukspanning loodrecht op de vezel in de contactzone [N/mm^2]

$f_{c90,d}$ = rekenwaarde druksterkte loodrecht op de vezel [N/mm^2].

Resultaat: de optredende houtspanning is getoetst aan de rekenwaarde voor de druksterkte van het hout.

Toelichting op

Dragkracht horizontaal funderingshout direct liggend op de paal

NEN-EN 338 geeft $2,5 \text{ N}/\text{mm}^2$ als karakteristieke waarde voor de druksterkte loodrecht op de houtvezel voor het veel gebruikte naaldhout (sterkteklasse C24). Bij deze druksterkte zijn vervormingen in het horizontale hout beperkt. De praktijk en experimenten hebben aangetoond dat in een funderingsconstructie enige vervormingen van het horizontale hout acceptabel zijn. De spreiding van de spanning zorgt hierbij voor een groter effectief dragend oppervlak in het hout dat direct op de paal ligt, dan het oppervlak van de resterende paaldiameter. Dit fenomeen heeft te maken met de vezelstructuur van hout.

Om het effect van spreiding en aantasting te verdisconteren is middels vergelijking 8 een correctiefactor aangebracht. De precieze rekenwaarden

voor langshout, alsmede de dragende capaciteit van aangetast hout, zijn nog niet volledig in kaart gebracht maar onderbouwing van de hier aangegeven rekenwijze wordt in de praktijk gevonden.

Hogere waarde voor $f_{c90,d}$ ($f_{c90,k} 2,5 \text{ N/mm}^2$) uit de houtnormen mag alleen worden gebruikt wanneer de palen zodanig onder de bouwmuur zijn gepositioneerd dat het hout dat direct op de paal ligt: of niet op buiging wordt belast of deze buigspanningen aan kan. Buiging treedt op ingeval de palen in een juk te veel excentrisch ten opzichte van de bouwmuur zijn geplaatst.

3.1.4 Geotechnische draagkracht

Doel:	toetsing van de geotechnische draagkracht.
Methode:	<p>toetsing op basis van een beschouwing volgens methode 1 en indien dit niet mogelijk is dan volgens methode 2.</p> <p><i>Methode 1: Beschouwing op basis van bewezen sterkte.</i></p> <p>De bewezen geotechnische draagkracht wordt bepaald op basis van zakking, zakkingsverschillen en zakkingsnelheid.</p> <p><i>Methode 2: Beschouwing op basis van berekening van de geotechnische draagkracht.</i></p> <p>Een inschatting van de geotechnische draagkracht kan worden verkregen door berekening volgens NEN 9997-1 (hoofdstuk 7) met gebruikmaking van alle gegevens uit het funderingsonderzoek en in veel gevallen aangevuld met een sondering die aanvullend op het funderingsonderzoek moet worden uitgevoerd.</p>
Resultaat:	toetsing geotechnische draagkracht.

Toelichting op Geotechnische draagkracht

Voorschriften aangaande de aan te houden belastingen voor verbouwingen en voor beoordelingen van bestaande constructies worden gegeven door NEN 8701.

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 1.3). 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 bij 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 paal heeft ondergaan als gevolg van haar belasting. Vervormingen in de verdere funderingsconstructie dienen buiten beschouwing te blijven.

Methode 2

Bij een geotechnische toetsing via de norm NEN 9997-1 moeten de volgende aspecten in aanmerking worden genomen:

- Volgens NEN 8700 bladzijde 20 aanvullende bepalingen dienen de feitelijke zettingen in de berekening gebruikt te worden en niet de rekenkundige zettingen.

- Volgens NEN 8701 zijn de toe te passen belastingsfactoren bij de beoordeling van bestaande funderingen lager dan bij nieuwbouw of verbouw.
 - De rekenbelasting op de paalkop en de rekenbelasting van de negatieve kleeft mogen samen niet groter zijn dan de draagkracht van de paal (bepaald in 3.1.2).
 - Bij geotechnische constructies die zijn ingedeeld in GC1 en GC2 (zie NEN 9997-1 3.2.3 Onderzoek voor het ontwerp) wordt ervan uitgegaan dat de belasting uit de draagconstructie op de fundering volledig door de palen wordt opgenomen. De belasting mag niet worden verdeeld over de palen en de grond onder de funderingsbalken of de poeren, ook als die op de grond rusten.
- 

3.2 Beoordeling

De kwaliteit van een fundering wordt beoordeeld op basis van de waardering van de onderzoeksonderdelen van het funderingsonderzoek zoals beschreven in 3.1. In het rapport wordt de beoordeling van de fundering onderbouwd door de onderzoeksonderdelen in samenhang te bespreken en te wegen waarbij alleen termen uit de Bijlage A Verklarende woordenlijst worden gebruikt. Voor het beoordelen en wegen van de onderlinge samenhang van de onderzoeksonderdelen is een deskundige analyse noodzakelijk.

Deze analyse dient helder en navolgbaar in het rapport opgenomen te zijn, waarbij gebruik gemaakt moet worden van de toetsingskaders uit de richtlijn. Het wegen van het geheel aan factoren is een specialisme en algemene richtlijnen hiervoor zijn in verband met de complexiteit moeilijk te geven.

Bij het presenteren van het eindoordeel wordt tabel 7 als basis genomen. In de tabel is een kleurencodering gebruikt met de volgende betekenis:

code rood:	het onderzoek toont aan dat de kwaliteit van de fundering dusdanig is dat herstel op korte termijn urgent en onafwendbaar is.
code oranje:	het onderzoek geeft geen duidelijke conclusies (goed of slecht) over de kwaliteit van de fundering. Monitoring kan meer duidelijkheid verschaffen.
code groen:	het onderzoek toont aan dat de kwaliteit van de fundering nu en onder gelijkblijvende omgevingsomstandigheden in 25 jaar, voldoet.

Tabel 7. Resultaat funderingsonderzoek

Classificatie	Omschrijving	Handhavingstermijn
Ruim voldoende	Binnen 25 jaar zijn nauwelijks (extra) scheuren of (extra) scheefstand te verwachten, verhoging belasting mogelijk.	>25 jaar
Voldoende	Binnen 25 jaar zijn geringe onderlinge zakkingsverschillen te verwachten.	>25 jaar
Redelijk	Binnen 25 jaar zijn onderlinge zakkingsverschillen te verwachten (houd rekening met aanvullende zakkingsverschillen en extra scheuren), verhoging belasting niet mogelijk.	15 - 25 jaar
Matig	Binnen 15 jaar zijn onderlinge zakkingsverschillen te verwachten (houd rekening met aanvullende zakkingsverschillen en extra scheuren), verhoging belasting niet mogelijk.	5 - 15 jaar
Onvoldoende	Onderlinge zakkingsverschillen zijn te verwachten die leiden tot schade aan casco, funderingsherstel noodzakelijk binnen 5 jaar.	1 - 5 jaar
Slecht	Onderlinge zakkingsverschillen en/of zakkingsnelheden zijn groot tot zeer groot en (kunnen) leiden tot schade en instabiliteit aan casco, direct opstarten funderingsherstel is noodzakelijk, zo nodig stabiliserende maatregelen treffen aan het casco.	0 - 1 jaar


Toelichting op Beoordeling

Doel van de beoordeling is om tot een verantwoorde voorspelling te komen van het functioneren van de fundering als geheel in de toekomst. Veel gemeenten werken in het kader van de beoordeling van de staat van houten paalfunderingen met een classificatiesystematiek waarin handhavingstermijnen zijn opgenomen.

Tabel 7 is een standaard classificatie gebaseerd op het onderzoeksprogramma uit deze richtlijn. Hierbij kan een goede fundering een belastingverhoging van 3-5% aan. Het is niet zonder meer mogelijk om volgens een scorekaart op de onderzoeksonderdelen tot een eindoordeel te komen. Hiervoor is in de meeste gevallen een expert nodig om de juiste weging tussen de onderzoeksonderdelen aan te brengen en helder en navolgbaar te rapporteren. De basis voor de beoordeling wordt echter gevormd door de gestandaardiseerde waardering van de in 3.1 beschreven onderdelen.

In hoofdstuk 1.2 is aangegeven dat er situaties kunnen voorkomen waarbij niet alle onderdelen van het onderzoeksprogramma worden uitgevoerd. In dit soort situaties dient in ieder geval duidelijk in de rapportage te worden omschreven om welke reden van het onderzoeksprogramma is afgeweken en wat de consequenties zijn ten aanzien van de conclusies over de handhavingstermijn van de fundering.

Een handhavingstermijn van 25 of 30 jaar is in veel gemeenten gebruikelijk bij de classificatie. Indien over een langere termijn moet worden voorspeld dan zullen het onderzoek, de rapportage en de beoordeling daarop moeten zijn afgestemd.



3.3 Geldigheidsduur rapport

In verband met een mogelijk veranderende omgeving en mogelijk voortgaande kwaliteitsvermindering van funderingsmateriaal is de geldigheidsduur van een rapport op vijf jaar gesteld. Indien het onderzoek ouder is dan vijf jaar en het gewenst is om een nieuwe beoordeling te maken kunnen de resultaten uit het rapport, eventueel aangepast op verwachte uitbreiding van de aantasting, opnieuw worden gebruikt.

Er zullen echter een aantal actuele zaken opnieuw in kaart gebracht moeten worden, zoals de zakkingsnelheid, de zakkingsverschillen, grondwaterstand, de paalbelasting, de negatieve kleef en de zijwaartse paalbelasting of andere zaken die in de loop van de tijd voor de fundering zijn veranderd. Indien de actuele zaken niet sterk afwijken van de eerder vastgestelde waarden is het rapport opnieuw voor een periode van 5 jaar geldig.

Bijlage A

Verklarende woordenlijst

Aanleghoogte

Hoogte of niveau ten opzichte van NAP van de onderzijde van de gemetselde of betonnen fundering, bij paalfunderingen 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.

Amsterdamse fundering

Type houten paalfundering bestaande uit een gemetselde muur met versnijdingen, waaronder langshout en kespen. Onder een kesp staan steeds twee houten palen.

Bacteriële aantasting

Houtaantasting door bacteriën, ontstaat onderwater en kan de paal over de hele lengte aantasten.

Belending

Aangrenzend pand.

Betonopzetter

Zie oplanger.

Betonoplanger

Zie oplanger.

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.

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.

Dilatatie

Een onderbreking van de constructie waardoor de twee delen (beperkt) los van elkaar kunnen bewegen.

Dragende paaldiameter

Berekende paaldiameter waarbij rekening is gehouden met de niet dragende schil als gevolg van houtaantasting.

Droogstand

Situatie waarbij de grondwaterstand beneden de bovenkant van de

houten paalfundering ligt. Bij droogstand kan schimmelaantasting en houtrot ontstaan.

Drukspanning

Drukkracht per oppervlak.

Erosiebacterie

Type van bacteriële houtaantasting dat veel in funderingshout voorkomt.

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.

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 op houten palen dus inclusief het langshout, de kespen en de houten palen zelf.

Funderingsmuur

Muurvlak tussen het langsfunderingshout en de begane grondvloer.

Funderingsloof

Zie funderingsbalk.

Funderingsverlaging

Methode van funderingsherstel waarbij langshout, kespen en de bovenste delen van houten palen worden vervangen door metselwerk of beton.

Gemeenschappelijke bouwmuur

Één bouwmuur die door beide aangrenzende panden wordt gebruikt (scheidsmuur mandeligheid).

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 paalfundering kan leveren.

Grondmechanische paal draagkracht

De draagkracht die de paal aan de diverse grondlagen ontleent.

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.

Handhavingstermijn

De termijn waarbinnen de vervormingen van de fundering (bij gelijk-blijvende 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 N.A.P.

Houtspanning

Optredende spanning in hout.

Hybride fundering

Zie gemengde fundering.

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 keshout tussen het funderingsmetselwerk aan de bovenzijde en de houten paalkop aan de onderzijde van het horizontale funderingshout.

Inslaghamer

Apparaat waarmee op gestandaardiseerde wijze de indringingwaarde van houten heipalen, langshout en kespen wordt gemeten.

Instorting

De instorting is de maat welke de houten paal in de betonnen funderingsbalk of de betonnen oplanger steekt.

Karakteristieke waarde

Getalswaarde van een belasting, waarbij de veronderstelde onderschrijdingskans 5% bedraagt wanneer de toetsing betrekking heeft op de uiterste grenstoestand, of waarbij de veronderstelde onderschrijdingskans 50% bedraagt wanneer de toetsing betrekking heeft op de bruikbaarheidsgrenstoestand.

Kernhout

Binnenste en duurzaamste deel van stamhout omringt door spint.

Kesp

Houten balk onder een funderingsmuur, dwars op de richting van die muur.

Kleefpaal

Korte funderingspaal, 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).

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 de verticaal.

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 (bijvoorbeeld t.b.v. zakkingsmetingen).

Meetnauwkeurigheid

Combinatie van de onnauwkeurigheid van de meting en het meetapparaat.

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.

Negatieve kleeft

Extra belasting uitgeoefend op een funderingspaal door wrijving van langs de paalschacht zakkende grond.

NIVRE

Stichting Nederlands instituut van schade-experts (Nederlands Instituut Van Register Experts).

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.

Omslagpunt

De plaats in een houten heipaal waar de negatieve kleeft langs een paal omslaat in positieve kleeft en waar de paalbelasting vaak het hoogst is.

Onderkant metselwerk

Hoogte of niveau ten opzichte van NAP van de onderzijde van de gemetselde of betonnen fundering; meestal gelijk aan de bovenkant van het funderingshout of de aanleghoogte.

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.

Oploodmeting

Bepaling van de hoek tussen het verticale gevelement (zijmuur) en het horizontale vlak (vloer), hieruit kan het schranken worden bepaald.

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.

Paal

Constructie element waarbij de lengte minimaal vijf maal de kleinste afmeting van de dwarsdoorsnede bedraagt.

Paal draagkracht

De draagkracht van een paal ontleend aan de eigen sterkte van (het materiaal van) de paal of paalschacht als kolom.

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.

Paalschacht

Deel van de paal tussen paalvoet en paalkop.

Paalvoet

Geometrische vorm van het onderste deel van de paal.

Palenpest

(Ongewenste) term voor bacteriële aantasting van funderingshout.

Palenplan

Tekening waarop de plaats van de palen in bovenaanzicht staat aangegeven.

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.

Peilgebied

Gebied waarbinnen middels bemaling een stabiel open waterpeil gehandhaafd wordt.

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 waaronder één of meer palen kunnen staan.

Prikapparaat

Zie inslaghamer.

Prikken

Zie indringingswaarde.

Prikker

Zie inslaghamer.

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.

RFG

Richtlijnen voor Funderingen van Gebouwen. De voorloper van de

huidige geotechnische normen NEN 6740, NEN 6743 en NEN 6744.
De eerste RFG versie is uit 1985, de tweede verbeterde versie uit 1988.

Rollaag

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

Rotatie

Zakking gedeeld door de afstand waarover de zakking gemeten is.

Rotterdamse fundering

Type houten paalfundering bestaande uit een gemetselde muur, gewoonlijk zonder versnijdingen, waaronder langshout bestaande uit een plaat (hier ook wel kesp genoemd) met in het midden daarop een balkje (schuifhout) en een enkele rij houten palen er onder.

Scharnierpand

Pand tussen twee bouweenheden die 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.

Schranken

Resultaat van een oploodmeting [mm/m].

Schuifhout

Een op of tussen het plaathout aangebracht, rechtopstaand stuk hout, waardoor de muur zijdelings wordt gefixeerd.

Slaghamer

Zie inslaghamer.

Slangenwaterpas

Van oorsprong een waterpastoestel 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.

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. De palen staan daarbij onder de voet van de boog.

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.

Stijghoogte

Druk van het water in het 1e watervoerende pakket weergegeven in m ten opzichte van NAP.

Straatpeil

Zie officieel straatpeil.

Strokenfundering

Fundering op staal in de vorm van strookvormige elementen.

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).

Tussenbouwmuur

Inpandige bouwmuur.

Uitgiftepeil

Officieel vastgestelde hoogte ten opzichte van NAP van een uit te geven of uitgegeven terrein.

Versnijding(en)

Trapsgewijze verbreding(en) in het metselwerk aan de onderzijde van een muur.

Vijlaag

Eerste laag stenen van een fundering die op de platen is gelegd, vaak zonder specie.

Vloerhout

Onderdeel van een houten paalfundering waarop metselwerk met een groot grondoppervlak (bijvoorbeeld keldervloeren, kademuren) is aangebracht. Onder vloerhout zijn vaak kespens aanwezig.

Vloerwaterpassing

Meting van de scheefstanden (ten opzichte van een horizontaal vlak) van de vloeren in een pand. Geeft indruk van zakking aan daar vloeren horizontaal zijn aangebracht.

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 horizontaalvlak gemeten kan worden, voor de eenvoudige methode van waterpassen zie slangenwaterpas.

Zachte schil

Door bacteriën aangetaste buitenste schil van het funderingshout die niet meer bijdraagt aan de paalsterkte, 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.

Bijlage B Gebruikte normen, publicaties en richtlijnen

- EUROCODE 0 (NEN-EN 1990:2002) Grondslag voor het constructief ontwerp.
- EUROCODE 1 (NEN-EN 1991-1-1 + C1:2011) Belastingen op constructies.
- EUROCODE 5 (NEN-EN 1995-1-1 + C1+A1:2011) Ontwerp en berekening van houtconstructies. Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen.
- EUROCODE 5 (NEN-EN 1995-1-2 + C2:2011) Ontwerp en berekening van houtconstructies. Algemeen - Ontwerp en berekening van constructies bij brand.
- EUROCODE 5 (NEN-EN 1995-2 + C2:2011) Ontwerp en berekening van houtconstructies. Bruggen.
- EUROCODE 7 (NEN-EN 1997-1 + C1:2012): Geotechnisch ontwerp – deel 1: algemene regels.
- EUROCODE 7 (NEN-EN 1997-2:2007): Geotechnisch ontwerp – deel 2: grondonderzoek en beproeving.
- NEN-EN 338:2003 Hout voor constructieve toepassingen – sterkteklassen.
- NEN-EN 771-1:2005 Specificaties voor metselstenen - Deel 1: Baksteen.
- NEN 2767-1:2006 Conditiemeting van bouw- en installatiedelen - Deel 1: Methodiek.
- NEN 2767-2:2008 Conditiemeting van bouw- en installatiedelen - Deel 2: Gebrekenlijsten.
- NEN 5104:1989 Geotechniek - Classificatie van onverharde grondmonsters.
- NEN 5491:2010 Kwaliteitseisen voor hout (KvH 2010) - Heipalen - Europees naaldhout.
- NEN 6740:2006 Geotechniek - TGB 1990 - Basiseisen en belastingen
- NEN 6743:1991 Geotechniek - Berekeningsmethode voor funderingen op palen – Drukpalen (Ingetrokken).
- NEN 6744:2007 Geotechniek - Berekeningsmethode voor funderingen op staal.
- NEN 6745-1:2002 Geotechnisch – proefbelasting van funderingspalen deel 1 statische axiale belasting op druk.

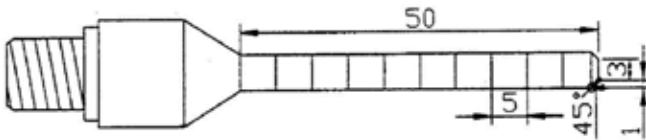
- NEN 6760:1990 Technische grondslagen voor bouwconstructies en de TGB 1990. Houtconstructies. Basiseisen. Eisen en bepalingmethoden. Ingetrokken norm.
- NEN 8700:2011 Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen.
- NEN 8701:2011 Beoordeling van de constructieve veiligheid een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren – Belastingen.
- Amsterdam stadsdeel Centrum. Maatwerk -onderzoek naar de technische staat van panden in het kader van “behoud en herstel”. Gemeente Amsterdam, 2009.
- 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).
- Bouwbesluit 2012. Staatsblad van het koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2011 416 besluit van 29 augustus 2011 houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken.
- Gemeentewerken Rotterdam. Richtlijn funderingsinspecties, 2008.
- Klaassen R.K.W.M. Bacterial decay in wooden foundation piles: patterns and causes. A study on historical pile foundations in the Netherlands. International Biodeterioration and Biodegradation 61 (1): 45-60, 2008.
- Nijs den, P.J.M. (ed.) Onderbouwing prikgegevens funderingsonderzoek”, kenmerk: K6103.020pn.rap.doc 28 juni. Uitgebracht door de werkgroep “Standaardisatie meetapparaat funderingsonderzoek” aan VROM Directoraat-Generaal van de Volkshuisvesting Bestuursdienst Beleidsinformatie en Onderzoek, 2002.
- Profound. Kalibratie van houthardheidsmeter De Specht, versie 1.00, 2009.
- Sas, F. De houten paalfundering doorgezaagd – rekenen aan een sterk verouderde houten paalfundering. Gemeente Amsterdam Stadsdeel Zuid, 2007.

- 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.
- Wattjes, J.G. Constructie van gebouwen -1ste deel: muren schoorsteenen, kelders, fundeeringen en rioleeringen, N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, Amsterdam, 1922.
- Werkgroep protocol. Protocol voor het uitvoeren van een inspectie aan houten paalfunderingen. uitgave ministerie VROM directoraat generaal wonen directie strategie, 2003.
- Zwaag, A.E.J. & J.D. de Jong. Kalibratie van houtrotprikkers voor het onderzoek van houten paalfunderingen. TNO rapport, 2003.

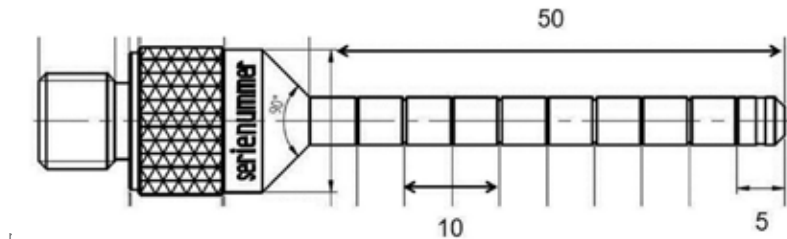
Bijlage C Inslaghamer

Inslaghamers als standaard meetapparatuur voor bepaling zachte schil. De inslaghamer moet voldoen aan eisen zoals omschreven in [Den Nijs 2002]. Op het moment van uitgave van deze richtlijn voldoen twee apparaten aan de geformuleerde eisen:

1. Pilodyn 6J-SW: serienummers beginnend met 6 en de onderwateruitvoering, De Pilodyn is niet meer in productie.
2. Specht, geproduceerd door Profound BV, Postbus 469, 2740 AL Waddinxveen.
Tel. 0182-640964 W: www.profound.nl E: info@profound.nl.



Figuur C-1 Specificatie meetpen Pilodyn, maten in mm.



Figuur C-2 specificatie meetpen Specht, maten in mm.

De te gebruiken meetpen is conform figuur C-1 of C-2 en de slijtage op frontaal oppervlak is maximaal 10%.

Het onderzoeksbureau moet voor het inzetten van het meetapparaat (inclusief meetpen) een geldig kalibratiecertificaat op aanvraag kunnen overleggen. Het certificaat zal worden verstrekt na een kalibratie conform het kalibratieprotocol [Zwaag & de Jong, 2003, Profound 2009].

Het kalibratiecertificaat heeft een geldigheidsduur van één jaar. Het onderzoeksbureau dient in de rapportage van het onderzoek de datum van ingebruikname van het meetapparaat en het bijbehorend nummer van het certificaat op te nemen.

Een kalibratierapport kan worden verkregen bij:

TNO bouw afdeling Houttoepassingen, Postbus 49, 2600 AA Delft.

Of bij: Profound BV, Postbus 469, 2740 AL Waddinxveen.

