

**Protocol voor het uitvoeren van een inspectie aan
houten paalfunderingen
versie 2003**

Datum 23 juni 2003

1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave	2
2	Inleiding	3
2.1	Opbouw van het Protocol Inspectie Houten Paalfunderingen	3
2.2	Plaats van het protocol in een funderingsonderzoek	3
3	Protocol voor een funderingsinspectie	5
3.1	Ontgraving	5
3.2	Classificatie bodemmateriaal	5
3.3	Inmeten fundering	5
3.4	Kwaliteit metselwerk en beton	6
3.5	Het prikken van funderingshout	6
3.6	Foto's	7
3.7	Monsternamen funderingshout	7
3.8	Mate van instorting van de paalkoppen	8
3.9	Bepalen grondwaterstand	8
4	Laboratoriumonderzoek	10
4.1	Microscopisch onderzoek	10
4.2	Inschatten van de druksterkte in het boormonster	10
4.3	Bepaling van het kernhoutaandeel	10
4.4	Voorspelling ontwikkeling aantasting	10
5	Rapportage	11
5.1	Inmeten fundering	11
5.2	Kwaliteit metselwerk	11
5.3	Het prikken van het funderingshout	11
5.4	Foto's	11
5.5	Mate van instorting van de paalkoppen	11
5.6	Grondwaterstand	11
5.7	Laboratoriumonderzoek	11
5.8	Bepaling van de dragende doorsnede van de funderingspalen	12
6	Bijlage: Meetapparaat	13
6.1	Pilodyn 6J-SW	13
6.2	Kalibratie	13
7	Literatuur	14
8	Colofon	15

2 Inleiding

Dit document beschrijft het protocol voor de inspectie van houten paalfunderingen en geeft richtlijnen wanneer en hoe ondersteunend laboratoriumonderzoek aan houtmonsters moet worden uitgevoerd.

2.1 Opbouw van het Protocol Inspectie Houten Paalfunderingen

Het Protocol bestaat uit de volgende hoofdstukken.

- Hoofdstuk 3: Bepaling van de staat van de fundering

Dit is de eigenlijke funderingsinspectie, zoals die ter plaatse wordt uitgevoerd.

- Hoofdstuk 4: Onderzoek in het laboratorium

Hierin wordt het noodzakelijke laboratoriumonderzoek aangegeven.

- Hoofdstuk 5: Rapportage

In dit hoofdstuk wordt de presentatie van de resultaten omschreven.

2.2 Plaats van het protocol in een funderingsonderzoek

Een funderingsinspectie kan deel uitmaken van een uitgebreider funderingsonderzoek. In alle gevallen is het wenselijk dat een inspectie conform het protocol wordt uitgevoerd.

In deze paragraaf wordt aangegeven welke aspecten voor een uitgebreider funderingsonderzoek nog van belang kunnen zijn.

Voordat met funderingsinspecties wordt begonnen kunnen aan de hand van een bureaustudie de volgende activiteiten zijn ondernomen.

- Objectbeschrijving

Omschrijving van het gebouw, ouderdom, funderingsgegevens (o.m. palenplan, houtsoort(en), bodemgegevens, historie van palen, grondwater).

- Omschrijving van symptomen en schade

Omschrijving van de verschijnselen, relatie met funderingsgegevens, verwijzing naar beschikbare gegevens uit eerder onderzoek, ontwikkeling van de schade in de tijd, schade aan naburige objecten.

- Onderbouwing van het onderzoek

Onderbouwen van de noodzaak tot uitvoering inspecties. Bijvoorbeeld op basis van eerder uitgevoerde onderzoeken zoals:

- lintvoegmetingen
- nauwkeurigheidswaterpassingen
- visuele inspectie constructie
- archiefonderzoek
- sonderen
- grondwaterstanden
- etc.

– Vaststellen van (kandidaat)-plaatsen voor funderingsinspecties

Vaststellen van toegankelijkheid van de fundering: mogelijkheden voor ontgraving, gewenste/benodigde aantal putten en palen. Beoordelen van de mate waarin het toegankelijke gebied representatief is voor het te onderzoeken object. In geval proefbelastingen in de opzet van het funderingsonderzoek zijn opgenomen zullen de locaties ook beoordeeld moeten worden op de uitvoering van proefbelastingen.

3 Protocol voor een funderingsinspectie

Een funderingsinspectie volgens het protocol bestaat uit de volgende stappen.

Werkzaamheden in de inspectieput

1. Ontgraving
2. Classificatie bodemmateriaal
3. Inmeten fundering
4. Vaststelling van de kwaliteit van metselwerk en beton
5. Het prikken van funderingshout
6. Maken van foto's
7. Monsternamen funderingshout
8. Vaststelling van de mate van instorting van de paalkoppen
9. Bepalen van de grondwaterstand

3.1 Ontgraving

Funderingsinspectieputten kunnen aan de buitenzijde en inpandig gegraven worden. Met betrekking, tot de veiligheid wordt verwezen naar de Arbo-informatiebladen AI-5 "Besloten ruimten" en AI 22 "Werken met verontreinigde grond". De Arbo-informatiebladen worden uitgegeven door het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Opgemerkt wordt dat voor het vervallen P-blad 25 "Putten en sleuven" nog geen AI blad is opgesteld; vooralsnog dient van P-blad 25 te worden uitgegaan. De put moet ter hoogte van de bovenkant van het funderingshout minstens 1 m breed zijn en uitgegraven zijn tot minstens 0,5 m onder de bovenkant van het funderingshout, zodat de palen of de paaljukken goed zichtbaar en bereikbaar zijn.

3.2 Classificatie bodemmateriaal

Het ontgraven bodemmateriaal naast de fundering moet bij voorkeur worden geclassificeerd volgens NEN 5104. Tenminste moet onderscheid worden gemaakt tussen de hoofdgrondsoorten zand, klei, veen, leem, grind of kunstmatige stoffen als puin, asfalt, slakken, etc. Indien mogelijk moet de gleyzone worden vastgesteld. Dit is de zone waarbinnen de grondwaterstand heeft gevarieerd. Het maaiveldniveau, de laagscheidingen en de gleyzone moeten worden ingemeten ten opzichte van het NAP.

3.3 Inmeten fundering

De bedoeling is dat de toestand waarin de fundering zich bevindt in kaart wordt gebracht, zodat aan de hand van deze vaststelling een beeld kan worden gevormd van de aangetroffen kwaliteit. Daarnaast dienen, voor zover van toepassing, de afmetingen van de diverse onderdelen te worden vastgelegd. Als referentie dient te worden uitgedaan van een vast punt waarvan de NAP hoogte bekend is.

De volgende onderdelen dienen te worden ingemeten:

1. De paaldiameters
2. De paalafstanden onder de paaljukken
3. De jukafstanden; paalafstanden
4. De stand van de palen ten opzichte van de buitenkant van het langshout c.q. metselwerk
5. De kespafmeting:
6. Dikte en breedte van de kesp

7. De hoek die de kesp maakt met de lengtes van de funderingsmuur
8. De lengte van het uitstekende deel van de kesp
9. Dikte en breedte van het langshout
10. Afmeting schuifhout
11. De metselwerk en/of beton versnijdingen/hoogte en diepte
12. De positie van het funderingsdetail ten opzichte van een kenmerkend punt van het pand boven maaiveld (bv. Woningscheidende muur; hoek van het pand etc).
13. Diepteligging funderingshout ten opzichte van NAP
14. De grondwaterstand ten opzichte van NAP. Deze kan zijn verkregen uit gegevens uit naburige peilbuizen, of ter plekke zijn gemeten op zodanige wijze dat de metingen niet door de (graaf- en pomp-)werkzaamheden zijn verstoord.

Verder dient men een globale beschrijving te geven van de volgende aspecten:

15. De vervorming van het langshout tussen de paaljukken
16. De mate van inknijping van de kespen
17. Het optreden van eventuele indrukking van de palen in de kesp
18. Het vervormen van de kesp tussen de palen en het vermelden van het wel of niet gebroken zijn hiervan
19. Eventuele scheefstand van de palen in kaart brengen. Vermelden van bijzonderheden zoals aanwezigheid van spaarbogen, wisselingen in het niveau van de bovenkant van het funderingshout.

3.4 Kwaliteit metselwerk en beton

Geef een globale beschrijving van de toestand waarin het metselwerk en beton in de funderingsput wordt aangetroffen. Er worden geen monsters genomen voor het vaststellen van de kwaliteit van het metselwerk of beton.

Van de volgende aspecten wordt, op basis van visuele beoordeling, een globale indicatie gegeven:

1. Optredende scheurvorming
2. Vervorming van het metselwerk of beton
3. De hardheid van de stenen en de kwaliteit van het voegwerk.

3.5 Het prikken van funderingshout

Het verzamelen van prikgegevens van houten onderdelen van een fundering dient te geschieden met een gekalibreerd meetapparaat (zie bijlage).

- Bij de houten palen dient op circa 0,15 m onder langshout/ kesp/betonbalk ten minste driemaal te worden geprikt (radiaal verspreid).
- Controleprikken direct onder de kesp/betonbalk of langshout uitvoeren om de aantasting bovenin de paalkoppen vast te stellen.
- Het is wenselijk (bijvoorbeeld in geval van onduidelijkheid over de optredende grondwaterstand of mogelijke droogstand) ook circa 0,15 m lager prikgegevens te verzamelen (en mogelijk nog lager in verticale richting om de 0,15 m). Hiermee kan een indruk worden verkregen van de relatie tussen aantasting en diepte onder maaiveld.
- Bij kespen, langshout of schuifhout dient per onderdeel minimaal driemaal te worden geprikt op minimaal 0,10 m onderlinge afstand dan wel verspreid over het zichtbare hout.
- Bij het prikken dient men onregelmatigheden als kwasten en noesten te vermijden. Prikresultaten afkomstig van dergelijke plaatsen (onregelmatigheden) moeten niet in de beoordeling worden meegenomen.
- Ander funderingshout, niet zijnde palen, dient niet binnen 0,2 m vanaf de kopse kant worden geprikt.

Opmerking

Indien blijkt dat de aantasting zo diep is dat de meetpen van de prikker over het hele meetbereik in het hout dringt (50 mm), dient men de bepaling als volgt aan te passen:

- noteer de resultaten van de eerste meting (volledig meetbereik), waarde X1
- verwijder ter plaatse van de meting met een beitel het hout tot een diepte die overeenkomt met het meetbereik van de prikker. Voer in het zo gemaakte gat nogmaals een prikmeting uit: waarde X2.
- Noteer de waarde voor de meting als de som van X1 en X2.

3.6 Foto's

De fundering moet op de volgende wijze door middel van kleurenfoto's worden vastgelegd:

1. Tenminste één overzichtsfoto van de gehele inspectieput.
2. Bij een enkele palenrij minimaal twee detailfoto's per paal, zodanig dat de aansluiting met het bovenliggende langshout vanaf beide zijden in beeld wordt gebracht.
3. 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 middels foto's de staat worden vastgelegd.
4. 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).

3.7 Monstername funderinghout

Het aantal genomen monsters dient representatief te zijn voor het beeld dat in de put wordt aangetroffen: paaldikte, shadebeeld en aantasting.

Voor de monstername van paalhout kan het volgende beslissingsmodel worden gebruikt. In onderstaande grafiek worden vier verschillende gebieden onderscheiden in relatie tot de gemeten diameter en de indringingswaarde.

Gebied I

Bij deze combinatie van diameter en indringing wordt gesteld dat geen aantasting aanwezig is. Het is niet noodzakelijk een houtmonster te nemen.

Gebied II

Dit betreft aangetaste palen. De aantasting is echter nog zo gering dat geen nadelige invloed op de sterkte van de paalschacht wordt verwacht. Monstername is ten behoeve van de onderzoeksvraag naar de sterkte van de schacht niet noodzakelijk.

Om een uitspraak te kunnen doen over de oorzaak van de aantasting en over de ontwikkeling in de tijd van de aantasting is monstername noodzakelijk.

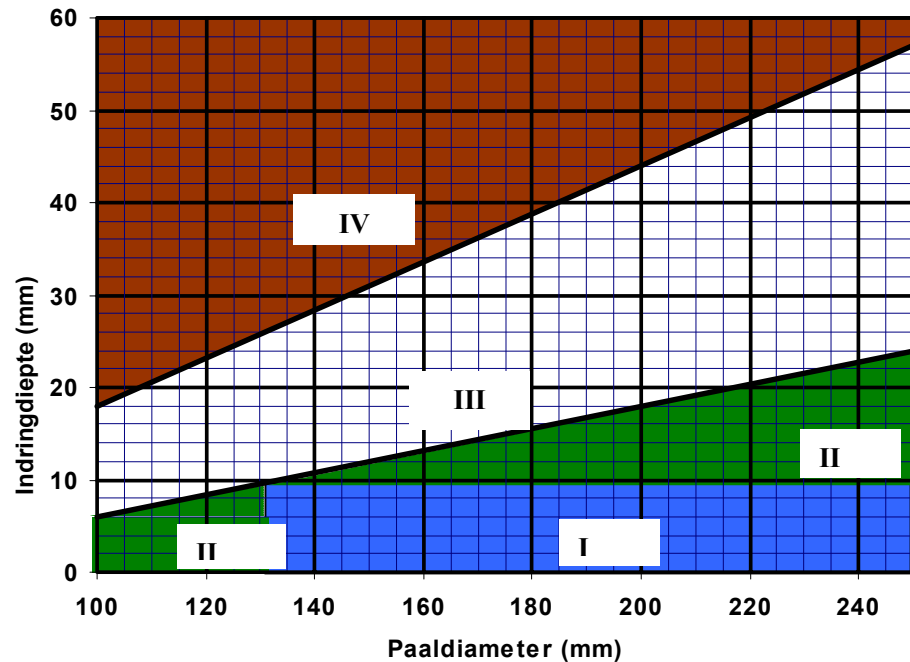
Gebied III

Voor onderzoek naar de sterkte van de paalschacht is bij deze combinatie van diameter en indringingswaarde laboratoriumonderzoek aan boorkernmonsters noodzakelijk. Er dienen dan ook in dit gebied boorkernmonsters genomen te worden.

Gebied IV

Dit is het gebied van relatief grote aantasting ten opzichte van de diameter. De sterkte van de paalschacht is hier onvoldoende. Monstername is alleen dan noodzakelijk indien de oorzaak van de aantasting moet worden vastgesteld.

Beslissingsdiagram monstername



De weergegeven resultaten van berekeningen zijn gebaseerd op normaal voorkomende situaties met betrekking tot de verhouding paaldiameter en belasting (100 mm en 30 kN rekenwaarde; 150 mm en 60 kN; 200 mm en 110 kN en 250 mm en 160 kN)

Een boorkernmonster wordt genomen met behulp van een holle boor met een interne diameter van 10 mm en dient bij voorkeur tot in het hart van de paal te worden uitgevoerd.

De plaats van monstername dient zo dicht mogelijk bij de priklocatie en op circa 0,15 m vanaf de onderzijde van het langshout/ kesp / betonnenbalk. De boormonsters dienen onmiddellijk ondergedompeld in water worden verpakt en zo snel mogelijk gekoeld (1-8°C) worden opgeslagen.

3.8 Mate van instorting van de paalkoppen

Ingeval houten palen direct zijn opgenomen in een betonnen funderingsbalk dient, zo mogelijk, de hoogte van de instorting bepaald te worden. Hiervoor kan een stalen pen/priem of iets dergelijks worden gebruikt.

3.9 Bepalen grondwaterstand

Tenzij voldoende betrouwbare gegevens over de grondwaterstand ter beschikking staan, dient deze apart te worden bepaald. Plaats een peilbuis in of in de directe nabijheid van de inspectieput of -putten. *

* Opmerking

Men dient hierbij te bedenken dat de grondwaterstand geen constante grootte is maar varieert in de tijd. Bovendien is, bijvoorbeeld bij een slecht doorlatende grondsamenstelling,

pas na zekere tijd (dagen of weken) na plaatsing van een peilbuis een betrouwbare aflezing van het grondwaterpeil mogelijk.

4 Laboratoriumonderzoek

De onderzoeker bepaalt, op basis van onderzoeksvraag, beschikbare gegevens, waarnemingen tijdens de inspectie en prikgegevens óf, en in welke mate laboratoriumonderzoek van de geboorde monsters noodzakelijk is.

Laboratoriumonderzoek aan een boormonster is noodzakelijk om informatie te krijgen over de aantasting en de reststerkte in de paalschacht. Daarnaast is op basis van laboratorium onderzoek aan boorkernen informatie te verkrijgen over de ontwikkeling van de aantasting in de tijd.

4.1 Microscopisch onderzoek

Van het boormonster worden over de gehele radiaal, coupes gesneden met een dikte van circa 20 µm. Onder het microscoop worden de coupes beoordeeld op houtstructuur, patroon van aantasting en het voorkomen van aantasters. Op grond van de waarnemingen kan de houtsoort achterhaald worden en kan onderscheid worden gemaakt tussen primaire, secundaire aantasters en koloniserende organismen.

4.2 Inschatten van de druksterkte in het boormonster

De volumieke massa en het vochtgehalte wordt in stukjes van circa 20 mm over het boormonster bepaald. Op grond van onderstaande formule kan uit beide parameters een inschatting gemaakt worden van de druksterkte*.

Voorbeeld: de druksterkte voor grenenhout kan worden afgeleid uit onderstaande betrekking:

$$\sigma_c = e^{4,43 - 0,3 \cdot \frac{V}{100} - 354,3 \cdot \frac{1}{\rho} - 0,0009 \cdot \frac{V \cdot \rho}{100}}$$

waarin: σ_c is de druksterkte in [N/mm²]
 V is het vochtgehalte in [% vocht ten opzichte van droge stof]
 ρ is de volumieke massa van het droge hout in [kg/m³]

* het model dat de druksterkte afleidt uit de volumieke massa en het vochtgehalte is opgesteld voor grenen palen in het VROM onderzoek ("Onderbouwing prikgegevens funderingsonderzoek").

4.3 Bepaling van het kernhoutaandeel

Bij naaldhoutsoorten met zichtbaar kernhout moet het kernhoutaandeel in het boormonster worden vastgesteld.

4.4 Voorspelling ontwikkeling aantasting

De voorspelling moet worden gebaseerd op de meest actuele kennis van houtaantasting en alle hierna volgende parameters moeten erin zijn meegewogen: leeftijd paal; houtsoort; mate en type aantasting; kernhoutaandeel; druksterkteverloop over de paalkopdiameter.

5 Rapportage

De bevindingen uit de hiervoor beschreven activiteiten dienen te worden beschreven in een rapport dat de volgende gegevens bevat:

5.1 Inmeten fundering

In de rapportage van de funderingsinspectie dienen de hierboven gemaakte inmetingen en aangetroffen bijzonderheden in een tekening te worden weergegeven. Hiertoe dient een bovenaanzicht; een vooraanzicht en een doorsnede van de fundering te worden gemaakt. In het bovenaanzicht worden tevens de plaats, het fotonummer en invalshoek van de gemaakte foto's aangegeven (zie ook 4.5.).

Per locatie dienen de volgende gegevens te worden vermeld:

Locatie :

Referentiepunt voor inmetingen : NAP niveau

Maaiveld niveau : NAP+ of -m

Grondwaterniveau in put : NAP+ of - ... m

Onderkant metselwerk c.q.

Bovenkant funderingshout : NAP+ of -m

5.2 Kwaliteit metselwerk

Vermeld de toestand waarin het metselwerk in de inspectieput wordt aangetroffen en eventuele bijzonderheden zoals scheurvorming, vervorming en dergelijke.

5.3 Het prikken van het funderingshout

Alle prikgegevens van de palen, kespen, langshout en dergelijke inclusief het gemiddelde per meetniveau, dienen te worden vermeld.

Bij de rapportage van de prikgegevens dient het serienummer van de prikker te worden vermeld.

5.4 Foto's

De foto's moeten zodanig in de rapportage worden opgenomen, dat duidelijk is te herkennen welk gedeelte van de fundering op de foto zichtbaar is.

5.5 Mate van instorting van de paalkoppen

Vermeld (indien van toepassing) per paalkop de mate van instorting.

5.6 Grondwaterstand

Vermeld indien is gepeild, de grondwaterstand t.o.v. NAP, de meetlocatie en de datum van bepaling.

5.7 Laboratoriumonderzoek

Vermeld per monster de resultaten van het laboratoriumonderzoek:

Ter illustratie kunnen foto's van de coupes in het rapport worden opgenomen.

5.8 Bepaling van de dragende doorsnede van de funderingspalen

Uit de prik- en inspectiegegevens kunnen voor constructieve beschouwingen de volgende grootheden worden afgeleid:

- rekenwaarde resterende diameter (in mm):
 $d = D - 2 * (I + 5)$
- rekenwaarde resterende doorsnede (in mm²)
 $A = 0,25 \pi d^2$

Gebruikte symbolen:

- I = gemiddelde indringdiepte prikpen in het hout (mm)
- D = oorspronkelijke paaldiameter (mm)
- d = rekenwaarde resterende paaldiameter (mm)
- A = rekenwaarde resterende doorsnede (mm²)

Opmerkingen

- De resterende doorsnede dient als basis voor de berekening van de resterende draagkracht van de paalschacht van de betreffende funderingspaal.
- De constructieve beoordeling van de paalschacht wordt berekend met methoden zoals die worden gegeven in NEN 6760, “Technische grondslagen voor bouwconstructies” en de TGB 1990. “Houtconstructies. Basiseisen. Eisen en bepalingsmethoden”. In aanvulling hierop kunnen inzichten beschreven in het rapport “Onderbouwing prikgegevens funderingsonderzoek”, kenmerk K6103.018pn.rap.doc, versie d.d. 28 juni 2002 worden gebruikt.

6 Bijlage: Meetapparaat

Het meetapparaat, inclusief de kalibratie, moet voldoen aan eisen, vastgelegd in de rapportage van de werkgroep “Standaardisatie meetapparaat funderingsonderzoek” (“Onderbouwing prikgegevens funderingsonderzoek”, kenmerk: K6103.020pn.rap.doc 28 juni 2002)

uitgebracht aan:

VROM

Directoraat-Generaal van de Volkshuisvesting

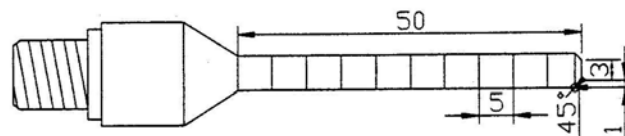
Bestuursdienst

Beleidsinformatie en Onderzoek

Het volgende apparaat voldoet aan de geformuleerde eisen:

6.1 Pilodyn 6J-SW

De prikmetingen aan het funderingshout kunnen worden uitgevoerd met de Pilodyn 6J-SW, onderwateruitvoering (serienummer beginnend met 6), of een gelijkwaardig apparaat, voorzien van een meetpen conform onderstaande specificatie. Tekening niet op schaal; maten in mm.



Naam verkoopadres Pilodyn in Nederland:

Newa bv

Penningweg 52

4879 AG Etten-Leur

telefoon: 076-5015900

telefax: 076-5014029

email: info@newa.com

6.2 Kalibratie

Het meetapparaat (inclusief de speciale meetpen) mag slechts dan voor metingen aan funderingen worden gebruikt indien een geldend kalibratierapport beschikbaar is. De kalibratie wordt uitgevoerd conform het kalibratieprotocol, omschreven in het TNO rapport "Kalibratie van Houtrotprikkers voor het onderzoek van houten paalfunderingen", versie 2003.

Een geldig kalibratierapport is niet ouder dan een jaar. De datum van uitbrengen van het kalibratierapport is maatgevend.

Een kalibratierapport kan worden verkregen bij:

TNO bouw afdeling Houttoepassingen

Postbus 49

2600 AA Delft

7 Literatuur

1. NEN 6760 "Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Houtconstructies - Basiseisen - Eisen en bepalingsmethoden"
2. "Schimmelaantasting in houten paalfunderingen", een literatuurstudie en inventarisatie van de Nederlandse situatie, d.d. januari 2000, rapport van TNO, TU Delft en Wareco Amsterdam, in samenwerking met SHR Hout Research, LUW, IFCO en Fugro.
3. "Bacteriele aantasting van houten paalfunderingen", literatuurstudie en inventarisatie van de Nederlandse situatie, d.d. maart 2000, rapport van SHR Hout Research, Wareco Amsterdam, TNO, in samenwerking met UW, IFCO, FUGRO en TNO Bouw.
4. "Aantasting houten paalfunderingen van woningen", samenvatting onderzoek literatuurstudie en funderingsinspecties, d.d. juli 2000, Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
5. "Onderbouwing prikgegevens funderingsonderzoek" definitief, d.d. 28 juni 2002, kenmerk: K6103.020pn.rap.doc, Wareco Amsterdam, SHR Hout Research, Fugro, TNO, IFCO, UvA.
6. "Standaardisatie meetapparaat funderingsonderzoek bij houten palen" definitief, d.d. 1 juli 2002, kenmerk: K6102.039pn.rap.doc, Wareco Amsterdam, TNO, Fugro en IFCO.

8 Colofon

Het Protocol voor de Inspectie van Houten Paalfunderingen is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.

De volgende partijen hebben deelgenomen aan de totstandkoming van de versie 2003 van dit protocol:

- Fugro - Ingenieursbureau BV, Amsterdam: de heer H.J.R. Keijer en J.P. Nelemans
- Gemeentewerken Rotterdam: de heren C.A.S Raghoenath en M. Brusse
- IFCO Funderingsexpertise BV, Waddinxveen: de heer T.K. Muller
- SHR Hout Research te Wageningen: de heer R.K.W.M. Klaassen
- Dienst Mlieu en Bouwtoezicht Amsterdam: de heer M.J. Oversteegen
- TNO Bouw, Afdeling Bouwsystemen, Delft: de heren J.D. de Jong en A.E.J. Zwaag
- Wareco Amsterdam BV: de heer P.J.M. den Nijs