

## A-blad Geluid en trillingen bij funderingswerken



Arbouw is hét kennis- en service-instituut op het gebied van arbeidsomstandigheden in de bouwnijverheid. Arbouw biedt praktische informatie, instrumenten en richtlijnen op basis van onderzoek naar arbovriendelijke werkmethoden, risico's, ongevallen en beroepsziekten. Arbouw organiseert ook de uitvoering van het cao-pakket preventiezorg. Dit alles met het doel de gezondheid, veiligheid en duurzame inzetbaarheid van werknemers in de bouw te verbeteren en het ziekteverzuim te verminderen. In het bestuur zijn vertegenwoordigd: Bouwend Nederland, Stichting FOSAG-NOA, FNV Bouw en CNV Vakmensen.

© Stichting Arbouw 2011. Alle rechten voorbehouden.

De producten, informatie, tekst, afbeeldingen, foto's, illustraties, lay-out, grafische vormgeving, technische voorzieningen en overige werken van Stichting Arbouw ("de werken"), waarin substantieel is geïnvesteerd, zijn beschermd onder de Auteurswet, de Benelux Merkenwet, de Databankenwet en andere toepasselijke wet- en regelgeving. Behoudens wettelijke uitzonderingen mag niets daarvan worden verveelvoudigd, aan derden ter beschikking gesteld of openbaar gemaakt, zonder voorafgaande toestemming van Stichting Arbouw. Het bekijken van de werken en het maken van kopieën voor eigen individueel gebruik is toegestaan voorzover binnen de toepasselijke wet- en regelgeving aangegeven grenzen.

De woord- en beeldmerken op de werken zijn van Stichting Arbouw en/of haar licentiegever(s). Het is niet toegestaan één of meerdere van deze merken en logo's te gebruiken zonder voorafgaande toestemming van Stichting Arbouw of de betrokken licentiegever(s).

Stichting Arbouw is niet aansprakelijk voor (de inhoud van) haar (informatie)producten, software daaronder mede begrepen, noch voor het (her)gebruik daarvan door derden. Stichting Arbouw is niet aansprakelijk voor fouten in (de inhoud van) haar (informatie)producten noch voor eventuele (gevolg)schade, van welke aard dan ook, die voortvloeit uit het (her)gebruik daarvan door derden.



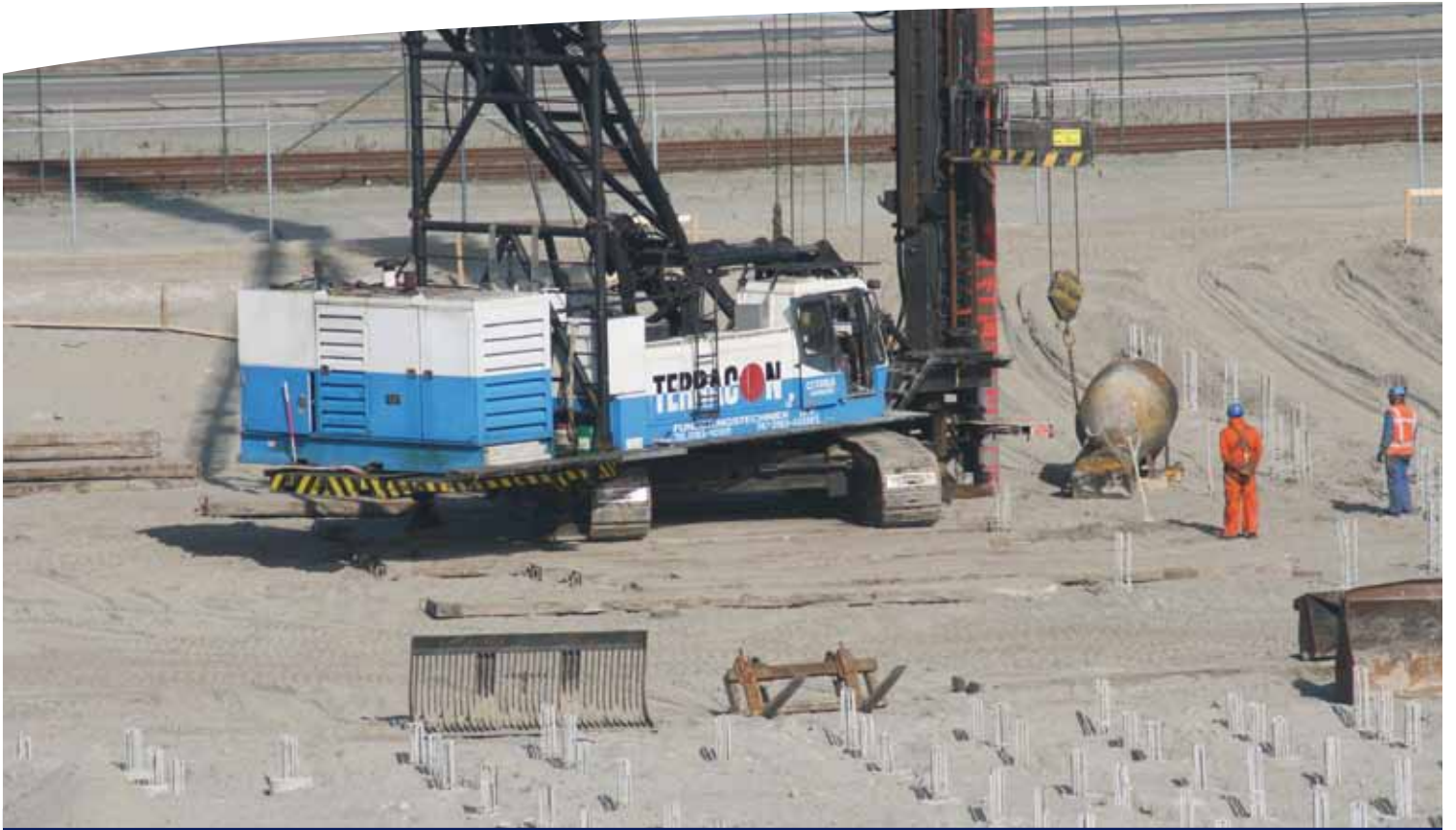
# **A-blad Geluid en trillingen bij funderingswerken**

Arbouw, juni 2011



# Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2 Regelgeving</b>	<b>10</b>
2.1 Arbeidshygiënische strategie	11
2.2 Actiewaarden/grenswaarden voor geluid	11
2.3 Actiewaarden/grenswaarden voor lichaamstrillingen	11
2.4 Regelgeving geluid in het kader van het milieu	12
<b>3 Funderingsmethoden en de blootstelling aan geluid en lichaamstrillingen</b>	<b>14</b>
3.1 Geheide paalsystemen	15
3.2 Getrilde technieken	16
3.3 Geboorde paalsystemen	17
3.4 Gedrukte technieken	18
3.5 Ankers	18
3.6 Grondverbeteringen	18
3.7 Gegraven technieken	18
<b>4 Maatregelen om de blootstelling aan geluid en lichaamstrillingen bij funderingswerken te verminderen</b>	<b>20</b>
4.1 Algemene maatregelen	21
4.2 Gebruik van geluids- en trillingsarme funderingstechnieken	21
4.3 Geluids- en trillingsgedempt materieel	22
4.4 Maatregelen bij geheide paalsystemen en getrilde technieken	22
4.5 Maatregelen bij geboorde paalsystemen	23
4.6 Maatregelen bij gedrukte technieken	23
4.7 Maatregelen bij ankers	23
4.8 Maatregelen bij grondverbeteringen	24
4.9 Maatregelen bij gegraven technieken	24
<b>5 Bedrijfstakafspraken</b>	<b>26</b>
<b>Literatuur</b>	<b>28</b>
<b>Adressen</b>	<b>30</b>



# 1 Inleiding

De blootstelling aan geluid is bij funderingswerken geregeld te hoog en er zijn veel klachten over lichaamstrillingen. Maatregelen om de blootstelling aan geluid en lichaamstrillingen te verminderen zijn dus belangrijk. In dit A-blad staan oplossingen en aanbevelingen die daaraan bijdragen. Afspraken die werknemers en werkgevers samen hebben gemaakt, rekening houdend met de gebruikelijke manier van werken en de stand van de techniek.

## Doelgroep

In dit A-blad worden werknemers in het funderingsbedrijf die actief werkzaam zijn rond de funderingsmachine omschreven als funderingswerkers. De persoon die de funderingsmachine bedient is de machinist. In de praktijk worden natuurlijk meer functies onderscheiden, vaak horend bij specifieke funderingstechnieken, zoals boormeester palen en heibaas.

Arbouw verzamelt per beroepsgroep gegevens over onder andere gezondheidsklachten (Bedrijfstatlas 2010).

Wat betreft funderingswerkers is de beroepsgroep "Heier" van belang. De gegevens van de beroepsgroep "Heier" zijn naar verwachting representatief voor het werk en de werkomstandigheden van de funderingswerker. Uit deze gegevens blijkt dat, in vergelijking met het gemiddelde van alle bouwberoepen, er relatief veel klachten zijn over hinderlijk lawaai en trillingen (vooral lichaamstrillingen).

## Geluid

Gehoorklachten en lawaaislechthorendheid komen bij funderingswerkers niet vaker voor dan gemiddeld in de bouw. Gehooronderzoek wijst wel uit dat bij een deel van de funderingswerkers het gehoor door lawaai blootstelling is aangetast. Dit is een gevolg van hoge geluidsniveaus en onvoldoende bescherming in het verleden. Bescherming wordt tegenwoordig consequent toegepast. Bij onderzoek uitgevoerd door de Arbeidsinspectie (Project Fundering 2009) werd vastgesteld dat gehoorbescherming altijd werd gedragen en dat nagenoeg iedere werknemer was voorgelicht en geïnstrueerd.

Geluidsmetingen bij in de funderingsbranche veel gebruikte funderingsmachines met een dieselblok of hydraulisch blok (zonder geluiddemping), geven vaak waarden aan van 100 dB(A) of hoger. De grenswaarde voor geluid van 87 dB(A) wordt daarbij ver overschreden. Door geluiddempende voorzieningen kan het niveau worden verlaagd maar ook dan ligt het niveau nog vaak boven de grenswaarde.

Volgens de Arbeidsinspectie<sup>1)</sup> is er op een aantal vlakken zeker verbetering mogelijk. Er wordt nog te weinig voor geluidsarme technieken gekozen door de opdrachtgever. Daarnaast worden er te weinig organisatorische maatregelen genomen om geluid te beperken (zoals bijvoorbeeld het vergroten van de afstand tot de bron of het gesloten houden van de cabine).

Funderingsbedrijven moeten bij de aanschaf en het gebruik van funderingsmachines rekening houden met de emissie van geluid. De constructeur schrijft

### Klachten/hinder volgens de Bedrijfstatlas 2010 bij de beroepsgroep "Heier" in vergelijking met het gemiddelde van het bouwplaatspersoneel.

Klacht	Heier (N=162)	Bouwplaatspersoneel (N=28584)
Hinderlijk lawaai	71 %	42 %
Gehoorklachten	19 %	22 %
Last van lawaaislechthorendheid	17 %	18 %
Lichaamstrillingen	48 %	18 %
Hand-/armtrillingen	30 %	21 %

De beroepsgroep "Machinist mobiele kraan en mobiele heistelling" is in dit vergelijk buiten beschouwing gelaten, aangezien het merendeel van die groep niet op een funderingsmachine werkt.

1) Project Fundering 2009

een type fundering voor en bepaalt hierdoor indirect ook de te gebruiken funderingsmachine. De mogelijkheden die het funderingsbedrijf heeft om de funderingstechniek te bepalen, zijn daardoor beperkt. Ook zijn van sommige soorten funderingsmachines nog geen gedempte versies verkrijgbaar. Het toepassen van geluiddempende voorzieningen leidt vaak tot extra kosten voor het funderingsbedrijf en heeft daardoor invloed op de concurrentiepositie. Het is daarom van essentieel belang dat opdrachtgevers bereid zijn om het toepassen van technieken en funderingsmachines met een geringe geluidemissie voor te schrijven en eventueel hogere bouwkosten voor hun rekening te nemen.

De resultaten van de door werkgevers-, werknemersorganisaties en de overheid gemaakte afspraken over geluid en begaanbaarheid van terreinen in het kader van het arboconvenant voor de funderingsbranche (2002-2006), zijn in dit A-blad verwerkt.

## Trillingen

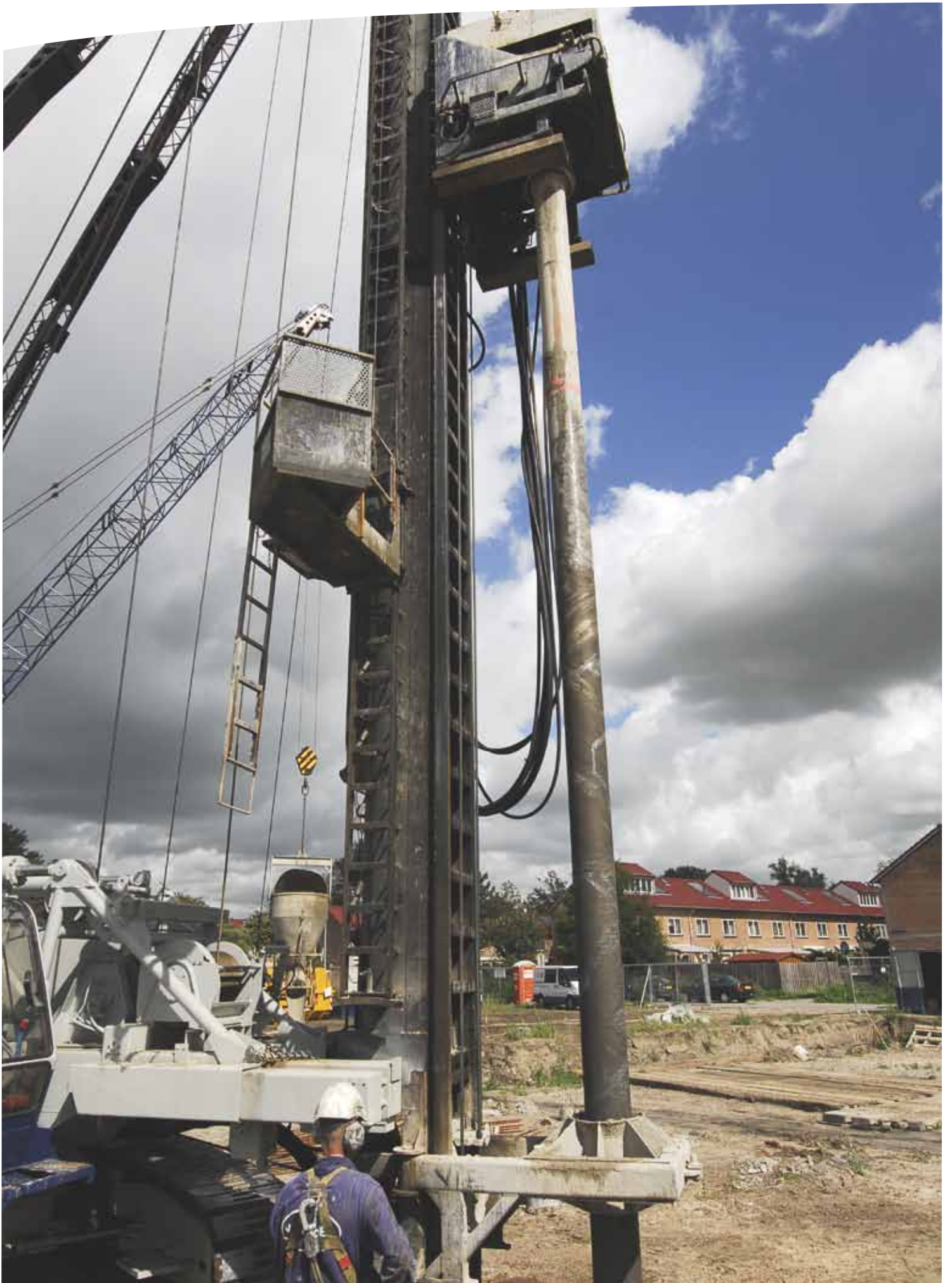
Funderingswerkers worden blootgesteld aan lichaamstrillingen of schokken. Een te hoge blootstelling aan trillingen kan tot gezondheidsklachten leiden, zoals rugklachten. In Nederland zijn als onderdeel van het opstellen van dit A-blad trillingsmetingen uitgevoerd bij funderingswerkzaamheden. Ook in Duitsland is de trillingsblootstelling door funderingsmaterieel gemeten (BG BAU). De blootstelling aan lichaamstrillingen op en rond de funderingsmachine was lager dan de voor lichaamstrillingen geldende grenswaarde / actiewaarde. Bij ander materieel (o.a. minigraafmachine) bleek wel overschrijding mogelijk. De kans op gezondheidsaandoeningen door lichaamstrillingen bij het werk op en rond de funderingsmachine is gering. Toch blijkt uit de Nederlandse<sup>2)</sup> en ook de Duitse onderzoeksresultaten dat lichaamstrillingen en/of schokken door werknemers in de funderingsbranche als hinderlijk worden ervaren.

Werkgevers en werknemers hebben besloten dat zij er gezamenlijk naar willen streven de blootstelling aan geluid en lichaamstrillingen te verminderen.

Dat levert niet alleen gezondere werknemers maar ook gezondere bedrijven op. Ook de hinder voor de overige werknemers op de bouwplaats en mensen die in de omgeving van de funderingswerkzaamheden werken of wonen, zal hierdoor worden beperkt.

Naast geluid en trillingen zijn er meer factoren in het werk en de werkomgeving die de gezondheid van de funderingswerker kunnen schaden, zoals ongevallen, werken in weer en wind, dieseluitlaatgassen en lichamelijke belasting. Deze factoren zijn in dit A-blad buiten beschouwing gelaten. Informatie hierover vindt u onder andere in de arbocatalogus. ([www.arbocatalogus-funderingen.nl](http://www.arbocatalogus-funderingen.nl))

2) BedrijfstakAtlas 2010





## 2 Regelgeving

In het kader van de risico-inventarisatie en -evaluatie moeten de geluidniveaus en trillingsniveaus waaraan de werknemers zijn blootgesteld worden beoordeeld, om te bepalen waar en in welke mate werknemers aan schadelijk lawaai of lichaamstrillingen worden blootgesteld. Die verplichting geldt ook voor de uit te voeren risico-inventarisatie in de ontwerpfase. In het Arbobesluit zijn voor blootstelling aan geluid en trillingen actiewaarden en grenswaarden vastgelegd. Die waarden zijn gekoppeld aan een reeks maatregelen die moeten worden getroffen indien de actiewaarde of grenswaarde wordt overschreden. Maatregelen gericht op een reductie van de blootstelling kunnen worden onderscheiden in een aantal soorten, waaraan in de regelgeving een verschillende prioriteit wordt toegekend.

## 2.1 Arbeidshygiënische strategie

De volgorde waarin de werkgever maatregelen moet nemen is in het Arbobesluit vastgelegd en wordt de arbeidshygiënische strategie genoemd.

Eerst moeten maatregelen aan de bron worden getroffen, bijvoorbeeld de keuze van een andere funderingstechniek die minder geluid veroorzaakt. Indien dat niet haalbaar is of onvoldoende resultaat oplevert, is de volgende stap het nemen van collectieve maatregelen: het beperken van de overdracht van bron naar mens. Dit kan bijvoorbeeld door isolatie of door het aanbrengen van geluidwerende schermen. Vervolgens kunnen organisatorische maatregelen worden genomen: het vergroten van de afstand tot de bron, het beperken van de blootstellingsduur of het beperken van het aantal blootgestelden. Pas in laatste instantie mag gekozen worden voor de individuele maatregel persoonlijke bescherming.

### Volgorde van maatregelen volgens de arbeidshygiënische strategie

- 1 Bronmaatregelen
- 2 Collectief: beperking van de overdracht van bron naar mens
- 3 Individueel: organisatorische maatregelen
- 4 Persoonlijke bescherming

## 2.2 Actiewaarden/grenswaarden voor geluid

In het Arbobesluit worden actiewaarden onderscheiden voor de blootstelling aan geluid. Deze gelden voor een gemiddelde over een werkdag en ook voor geluidspieken. Het niveau van de gemiddelde waarde wordt gemeten in decibel (dB(A)) en van de pieken in Pascal (Pa). Bij overschrijding van de onderste actiewaarde (80 dB(A)) is er kans op het ontstaan van gehoorschade. Bij overschrijding moeten aan de werknemer passende, goed aangemeten, individuele gehoorbeschermers ter beschikking worden gesteld. Ook moet aan de werknemers voorlichting en instructie over het gebruik van gehoorbeschermingsmiddelen worden gegeven en moet een gehooronderzoek worden aangeboden. Bij overschrijding van de bovenste actiewaarde (85 dB(A)) moet de werkgever in aanvulling op de hiervoor genoemde maatregelen technische of organisatorische maatregelen doorvoeren, om de blootstelling tot een minimum te beperken. Ook moet de gevarenzone door middel van passende signaleringen worden afgebakend en moet waar nodig en mogelijk de toegang ertoe worden beperkt. De werknemer is daarbij verplicht om gehoorbescherming te dragen. Naast de actiewaarden is een grenswaarde vastgesteld van 87 dB(A). De dagelijkse blootstelling aan geluid, rekening houdend met de dempende werking van de gehoorbeschermers, mag in geen geval hoger zijn dan 87 dB(A).

### Actiewaarden en grenswaarden voor geluid

Waarden	Gemiddeld	Geluidspieken
Onderste actiewaarde	80 dB(A)	112 Pa
Bovenste actiewaarde	85 dB(A)	140 Pa
Grenswaarde <sup>*)</sup>	87 dB(A) <sup>*)</sup>	200 Pa <sup>*)</sup>

<sup>\*)</sup> Geldt voor geluidblootstelling waarbij rekening is gehouden met de dempende werking van de gehoorbescherming

## 2.3 Actiewaarden/grenswaarden voor lichaamstrillingen

In het Arbobesluit wordt één actiewaarde onderscheiden voor de blootstelling aan lichaamstrillingen. Deze geldt voor een gemiddelde

blootstelling over een werkdag en bedraagt  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Bij overschrijding ervan is er kans op gezondheidsaandoeningen, met name aan de lage rug en beschadigingen van de wervelkolom. Bij overschrijding moet worden nagegaan of het mogelijk is de blootstelling te verlagen. Dit kan bijvoorbeeld door andere werkmethoden of arbeidsmiddelen of door het verstrekken van hulpmiddelen zoals een trillingdempende stoel. Er kunnen ook organisatorische maatregelen genomen worden zoals afwisseling in de werkzaamheden, taakrotatie of rustpauzes. Ook instructie over werkmethoden kan bijdragen aan het beperken van de blootstelling. Verder moet aan werknemers voorlichting over risico's en maatregelen worden gegeven. Naast de actiewaarde is een grenswaarde vastgesteld. De dagelijkse blootstelling aan lichaamstrillingen mag gemiddeld over acht uur niet hoger zijn dan  $1,15 \text{ m/s}^2$ . Indien de grenswaarde wordt overschreden, moeten direct maatregelen worden genomen om de blootstelling te verlagen.

#### Actiewaarde en grenswaarde voor lichaamstrillingen

Actiewaarde	$0,5 \text{ m/s}^2$	Bij overschrijden maatregelen treffen
Grenswaarde	$1,15 \text{ m/s}^2$	Mag niet worden overschreden

## 2.4 Regelgeving geluid in het kader van het milieu

Door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu is de Circulaire Bouwlawaai 2010 uitgegeven. Daarin staan advieswaarden voor bouwlawaai ten behoeve van gemeenten in het kader van het verlenen van ontheffingen van de Algemene plaatselijke verordening. De in de circulaire opgenomen toetswaarden gelden voor de 'dagwaarde'. Deze waarde is het equivalente geluidniveau van 7.00 uur

tot 19.00 uur (12 uur). De dagwaarde wordt bepaald op de gevel van woningen/gebouwen en op de grens van geluidsgevoelige terreinen.

In de circulaire is een 'voorkeurswaarde' aangegeven van 60 dB(A). Het in de circulaire opgenomen beoordelingskader is weergegeven in de tabel hieronder.

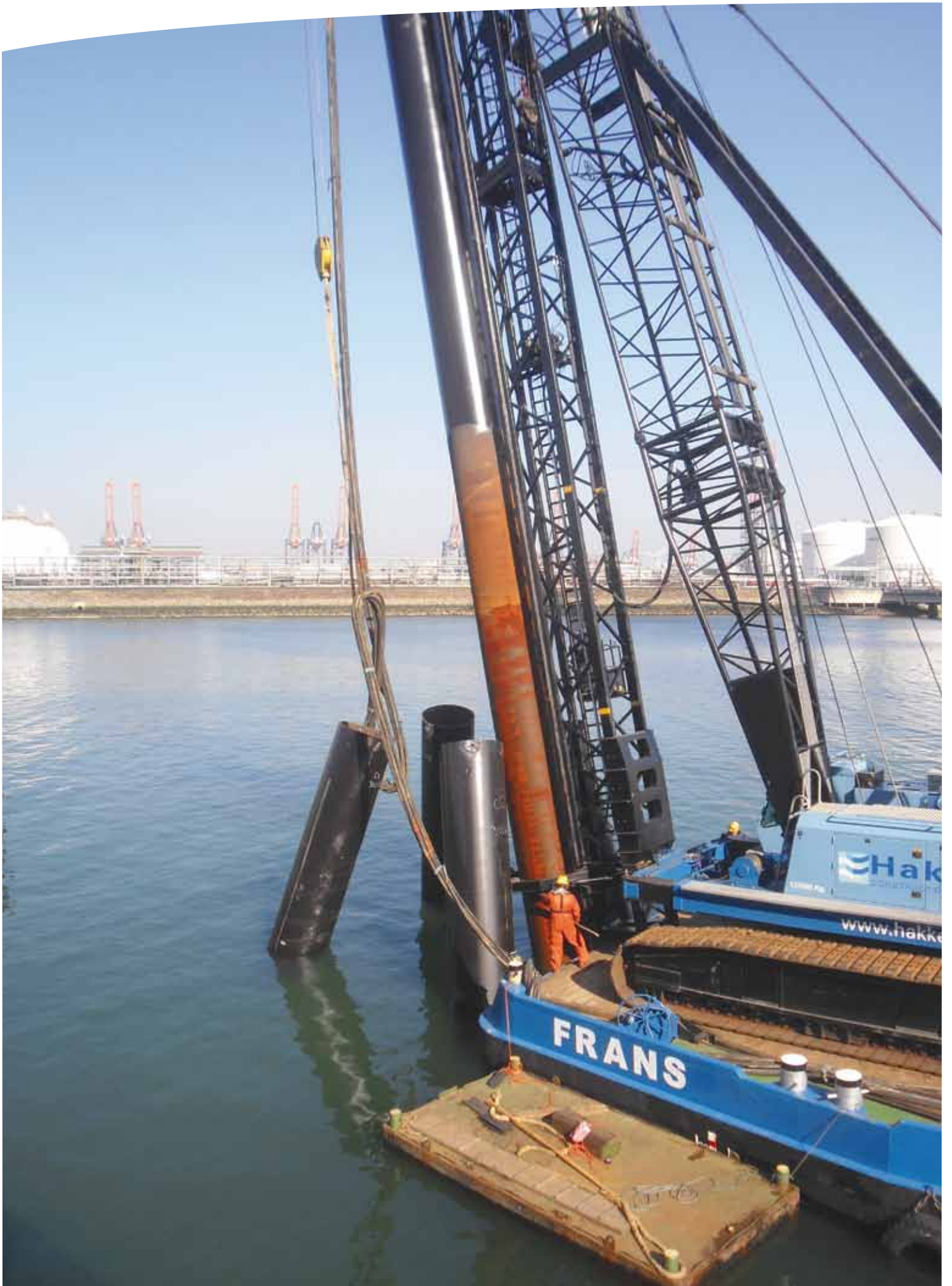
Verder geldt voor lawaai met een impuls karakter (zoals heilawaai) een 'straf toeslag' van 5 dB(A). Dat houdt in dat voorafgaand aan toetsing de gemeten of berekende dagwaarden met 5 dB(A) moeten worden verhoogd.

Voor de milieutoetsing is de plaats waar de funderingswerkzaamheden worden uitgevoerd relevant. Is dit bijvoorbeeld in stedelijk gebied of op een industrieterrein? Bij gevoelige objecten zoals een ziekenhuis kunnen door de desbetreffende gemeente aanvullende eisen worden gesteld. Ook voor werk dat wordt uitgevoerd op tijdstippen waarop het beoordelingskader niet van toepassing is (werk in de avond, nacht of weekend) zullen door de desbetreffende gemeente vaak aanvullende en verdergaande eisen worden gesteld voordat ontheffing wordt verleend.

Zonder aanvullende geluidsreducerende maatregelen voldoen geheide en getrilde technieken vaak niet aan de criteria in het beoordelingskader, doordat de dagwaarde (rekening houdend met de straf toeslag van 5 dB(A)) de toetswaarde overschrijdt.

#### Beoordelingskader van bouwlawaai

Dagwaarde	Tot 60 dB(A)	Boven 60 dB(A)	Boven 65 dB(A)	Boven 70 dB(A)	Boven 75 dB(A)	Boven 80 dB(A)
Max. duur blootstelling (dagen)	Geen beperking	Ten hoogste 50 dagen	Ten hoogste 30 dagen	Ten hoogste 15 dagen	Ten hoogste 5 dagen	0 dagen





### 3 Funderingsmethoden en de blootstelling aan geluid en lichaamstrillingen

Funderingsmethoden kunnen globaal worden onderscheiden in de volgende technieken:

- Geheide paalsystemen
- Getrilde technieken
- Geboorde paalsystemen
- Gedrukte technieken
- Ankers
- Grondverbeteringen
- Gegraven technieken

In de volgende paragrafen wordt met name ingegaan op geluid en lichaamstrillingen bij het werken met funderingsmachines. Er kunnen echter ook andere bronnen van geluid of trillingen aanwezig zijn. Soms wordt gebruik gemaakt van materieel, zoals een wiellader of een kleine graafmachine, om grond of materialen te verplaatsen of de bodem te egaliseren. De blootstelling aan lichaamstrillingen op dergelijk materieel overschrijdt vaak de actiewaarde van  $0,5 \text{ m/s}^2$  (gemiddeld over een 8-urige werkdag). Verder treedt soms ook blootstelling aan hand-armtrillingen op. Dat geldt vooral bij het werken met een handtriller die wordt gebruikt bij het aanbrengen van wapeningskorven bij in de grond gevormde palen. De grenswaarde voor hand-armtrillingen van  $5 \text{ m/s}^2$  (gemiddeld over een 8-urige werkdag) kan daarbij ver worden overschreden.

### 3.1 Geheide paalsystemen

Bij geheide paalsystemen wordt meestal een hydraulisch blok of een dieselblok toegepast. Funderingselementen zijn van prefab beton, staal (buizen) of hout.

### Geluid

De belangrijkste bron van geluid bij geheide paalsystemen is de slag van het blok op de paal en bij stalen buizen (vibro) het geluid dat wordt afgestraald door de buis. In de praktijk zijn bij geheide paalsystemen aanzienlijke verschillen in geluidniveaus mogelijk bij verschillende soorten funderingsmachines, blokken en paaltypes. Een verdubbeling van de slagenergie betekent een toename van het geluidniveau met 3 dB(A). Verder geldt meestal dat hoe meer palen er per dag worden geheid, hoe hoger het gemiddelde niveau over de dag is.

Het geluidniveau waaraan funderingswerkers tijdens het heien worden blootgesteld ligt meestal tussen 100 en 108 dB(A). Voor de machinist is dat 85 tot 95 dB(A). Het gemiddelde over een werkdag ligt echter lager doordat heiwerk wordt afgewisseld met minder lawaaiige werkzaamheden. Voor funderingswerkers ligt dit meestal tussen 94 en 102 dB(A) en voor de machinist tussen 80 en 90 dB(A). In een gesloten en geïsoleerde cabine is de blootstelling van de machinist 80 dB(A) of lager. In de praktijk komt het regelmatig voor dat de machinist tijdens het heien de cabine verlaat of een raam of deur opent in verband met de communicatie met collega's. Zijn blootstelling is dan hoger en soms gelijk aan die van de funderingswerker.

Een bijzondere vorm van heien is het inwendig heien van stalen buizen, waarbij het heiblok zich in de buis bevindt. Daar komt minder geluid bij vrij. Bij een meting met een valblok werd tijdens het heien bij de funderingswerker een geluidniveau gemeten van 90 dB(A), de dagdosis bedroeg circa 84 dB(A).

Geluidniveaus bij geheide paalsystemen zonder toepassing van geluiddempende voorzieningen <sup>*)</sup>		
	niveau dB(A) / gemiddeld (range)	
	prefabbeton	stalen buis
Op 15 meter afstand	95 (93-96)	98 (95-100)
Funderingswerker (tijdens heien)	103 (97-105)	107 (105-108)
Funderingswerker (dagdosis)	97 (92-101)	101 (99-102)
Machinist <sup>**) (tijdens heien; cabine open)</sup>	90 (85-95)	87 (85-88)
Machinist <sup>**) (tijdens heien; cabine open) (dagdosis)</sup>	85 (<80-90)	82 (<80-84)
Machinist (geïsoleerde cabine; gesloten)	< 80	< 80

<sup>\*)</sup> Onderzoek naar het geluid op de arbeidsplaatsen binnen de funderingsbranche; DGMR, 2001

<sup>\*\*)</sup> indien de machinist tijdens het heien de cabine verlaat zijn hogere niveaus te verwachten.

Voor de verspreiding van het geluid in de omgeving kan worden geschat dat zonder geluiddempende maatregelen de voorkeurswaarde waarbij geen beperkingen gelden (gemiddeld 60 dB(A) over 12 uur) binnen een cirkel van 500 meter afstand wordt overschreden en binnen een cirkel van 1000 meter indien rekening wordt gehouden met de 'strafvoeslag' in verband met impulsachtig geluid. (Circulaire Bouwlawaaai 2010).

Door geluiddempende maatregelen kunnen de hiervoor beschreven niveaus worden verlaagd. Met relatief eenvoudige maatregelen (bijv. goed onderhoud, slagdemping, geluiddempende muts) kan het niveau met enkele dB(A) omlaag worden gebracht. Voor een sterkere reductie (4 tot maximaal circa 10-12 dB(A)) zijn meer ingrijpende maatregelen noodzakelijk, zoals een dicht blok, geïsoleerd blok, polypenco prop, geluidsabsorberende kap over aansluiting muts/ paal en bij stalen buizen een mantel om de buis. Voor de funderingswerker kan naar verwachting met een combinatie van alle beschikbare maatregelen de dagdosis worden verlaagd tot een niveau van 85-87 dB(A) voor prefab betonnen palen en tot ongeveer 90 dB(A) bij vibropalen. Voor de machinist ligt de dagdosis zonder maatregelen rond de bovenste actiewaarde (85 dB(A)), mits hij de cabine gesloten houdt. Met een deel van de hiervoor genoemde maatregelen en het gesloten houden van de cabine ligt de dagdosis voor de machinist meestal rond of onder de onderste actiewaarde (80 dB(A)).

### Trillingen

Bij geheide paalsystemen ligt de trillingsbelasting in verticale richting op de stoel van de machinist in het algemeen op 0,1 – 0,2 m/s<sup>2</sup>. Dat is ruim onder

de actiewaarde van 0,5 m/s<sup>2</sup> gemiddeld over een 8-urige werkdag.

In de omgeving van de funderingsmachine werd tijdens het heien een trillingsbelasting in verticale richting (staand, vanuit de bodem) gemeten van 0,1 tot 0,3 m/s<sup>2</sup>.

Ook hier wordt de actiewaarde dus niet overschreden. De lichaamstrillingen worden door de funderingswerkers wel als zeer hinderlijk ervaren. Dat komt vermoedelijk doordat de piekbelasting veel hoger ligt dan de gemiddelde blootstelling over 8 uur.

## 3.2 Getrilde technieken

Bij het trillen wordt gebruik gemaakt van een trilblok waarmee funderingselementen zoals damwanden of palen van hout of staal in de grond worden gebracht.

### Geluid

Bij het trillen van stalen damwanden is meestal sprake van hoge geluidniveaus vergelijkbaar met het heien van vibropalen. Bij het trillen van stalen damwanden is de damwand zelf de belangrijkste geluidsbron. De funderingswerker kan daardoor worden blootgesteld aan een niveau van 100 tot 108 dB(A).

Het geluidniveau wordt sterk bepaald door het type funderingselement. De hoogste niveaus worden gemeten bij stalen elementen. Bij houten planken en bij het trillen van stalen buizen is het geluidniveau veel lager dan bij het trillen van stalen damwanden.

Bij getrilde technieken zijn er geen maatregelen in de vorm van een geïsoleerd blok of afscherming beschikbaar. Wel kan de blootstelling door een aantal andere maatregelen worden beperkt. Bij het

Geluidniveaus bij getrilde technieken <sup>*)</sup>		
	Niveau dB(A)	
	Stalen damwand	Stalen buis
Op 15 meter afstand	93 - 93	80 - 83
Funderingswerker (tijdens trillen)	100 - 108	80 - 92
Funderingswerker (dagdosis)	91 - 98	67 - 84
Machinist (tijdens trillen)	92 - 101	81 - 82
Machinist (dagdosis)	83 - 92	69 - 77

<sup>\*)</sup> Onderzoek naar het geluid op de arbeidsplaatsen binnen de funderingsbranche; DGMR, 2001

trillen van stalen damwanden kan door gebruik van een extra zwaar blok het geluid sterk worden verlaagd. Bovendien is er dan sprake van sneller werken en daardoor een kortere blootstellingduur. De gemiddelde blootstelling over een werkdag van de funderingswerker en de machinist kan daardoor met circa 10 dB(A) omlaag worden gebracht. Andere mogelijkheden om het niveau of de blootstellingduur te verlagen zijn o.a. spuiten of fluïderen. Die oplossingen zijn wegens technische redenen echter niet altijd toegestaan.

### Trillingen

In Nederland en ook in Duitsland is onderzoek uitgevoerd naar lichaamstrillingen die optreden bij getrilde technieken. De trillingsbelasting in verticale richting op de stoel van de machinist (0,1 – 0,2 m/s<sup>2</sup>) lag in het algemeen onder de actiewaarde (0,5 m/s<sup>2</sup> gemiddeld over een 8-urige werkdag).

In de omgeving van de funderingsmachine werd een trillingsbelasting in verticale richting (staand, vanuit de bodem) gemeten van 0,1 tot 0,3 m/s<sup>2</sup>.

De actiewaarde wordt dus niet overschreden. De lichaamstrillingen worden door de funderingswerkers wel als zeer hinderlijk ervaren. Dat komt vermoedelijk doordat de piekbelasting veel hoger ligt dan de gemiddelde blootstelling over 8 uur.

## 3.3 Geboorde paalsystemen

Bij dit type paalsystemen wordt de paal door boren of schroeven in de grond gebracht, waarbij gebruik wordt gemaakt van grondverwijdering of grondverdringing. Bij de palen gaat het meestal om in de grond gevormde palen.

### Geluid

Bij geboorde paalsystemen ontstaat, in vergelijking met andere funderingstechnieken, relatief weinig lawaai. De belangrijkste bronnen van geluid zijn het materieel dat wordt ingezet zoals

funderingsmachines, aggregaat en betonpomp. Bij ouder materieel worden de funderingswerkers naar verwachting blootgesteld aan geluidniveaus rond de bovenste actiewaarde (85 dB(A)). Een hoger niveau (90-92 dB(A)) werd gemeten bij de machinist bij boren in combinatie met cementinjectie. Bij gebruik van geïsoleerd materieel ligt bij het boren het geluidniveau naar verwachting rond de onderste actiewaarde (80 dB(A)) of lager.

### Trillingen

Bij onderzoek naar lichaamstrillingen die optreden bij geboorde paalsystemen was de trillingsbelasting in verticale richting op de stoel van de machinist gemiddeld 0,15 m/s<sup>2</sup>. Dit ligt onder de actiewaarde (0,5 m/s<sup>2</sup> gemiddeld over een 8-urige werkdag).

#### Blootstelling aan lichaamstrillingen bij diverse funderingstechnieken

	Niveau in m/s <sup>2</sup>	
	Nederland <sup>*)</sup>	Duitsland <sup>**)</sup>
Geheide systemen; machinist	0,1 – 0,2	0,24
Geheide systemen; funderingswerker <sup>***)</sup>	0,2 – 0,3	0,3
Getrilde technieken; machinist	0,1	0,24
Geboorde paalsystemen	0,1	0,1

\*) Meetresultaten van onderzoek vibrations@work 2011

\*\*) Meetresultaten Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft; 2008

\*\*\*) Gemeten op de bodem

### 3.4 Gedrukte technieken

Bij dit type funderingstechniek wordt het element (damwand of paal, vaak van beton of staal) door hydraulisch drukken in de grond gebracht. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van elementsegmenten die door lassen met elkaar worden verbonden.

#### Geluid en trillingen

Bij hydraulisch drukken ontstaat, in vergelijking met andere funderingstechnieken, relatief weinig lawaai en treedt ook weinig blootstelling aan lichaamstrillingen op. De belangrijkste bron van geluid is het materieel dat wordt ingezet, zoals een aggregaat. Hoge geluidniveaus zijn ook mogelijk bij het bewerken van stalen elementen door bijvoorbeeld slijpen of lassen. In het algemeen ligt het gemiddelde geluidniveau over een werkdag bij gedrukte technieken onder de onderste actiewaarde (80 dB(A)). Er zijn hogere niveaus te verwachten wanneer als onderdeel van het werk regelmatig stalen elementen moeten worden bewerkt.

### 3.5 Ankers

Ankers (meestal van staal) kunnen worden ingebracht door slaan, trillen of boren. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van een mantelbuis die na het inbrengen van het anker weer wordt uitgetrokken. Vaak wordt het inbrengen van het anker gecombineerd met het onder druk inspuiten van grout dat na uitharden en hechten aan het element voor voldoende trek-/drukweerstand zorgt en daardoor als een anker functioneert. Het anker (meestal een stalen buis of streng) wordt in zijn geheel of in de vorm van aan elkaar gekoppelde segmenten ingebracht.

#### Geluid en trillingen

Bij het inbrengen door boren of schroeven ontstaat relatief weinig lawaai (zie geboorde paalsystemen). Het materieel is dan de belangrijkste bron van geluid.

Bij inbrengen door slaan of trillen ontstaat wel veel lawaai en kan ook blootstelling optreden aan lichaamstrillingen. Voor geluids- en trillingsniveaus zie geheide paalsystemen of getrilde technieken. Het geluidniveau bij inbrengen door slaan of trillen

kan worden beperkt door het onder druk inspuiten van water (fluïderen) of grout waardoor de inbrengweerstand sterk wordt verlaagd.

### 3.6 Grondverbeteringen

Grondverbetering kan worden gerealiseerd door injectie. Bij een zanderige bodem kan worden geïnjecteerd met gel/waterglas dat na uitharden een versterkte laag vormt.

Verder wordt gebruik gemaakt van jetgrouten. Daarbij wordt onder hoge druk een water- / groutmengsel, eventueel nog met toevoer van perslucht, via een roterende lans in de bodem geïnjecteerd, waardoor na het uitharden een stevige laag of kolom ontstaat die als water- of grondkering of als tijdelijke fundering kan dienen.

#### Geluid en trillingen

Bij injectie van waterglas kunnen de injectieslangen worden ingebracht door intrillen met een damwandelement, wat leidt tot hoge geluidniveaus en ook tot blootstelling aan lichaamstrillingen (zie getrilde technieken).

Inbrengen is ook mogelijk door indrukken van een spuitlans met materieel of met behulp van een boorvloeistof. Daarbij is het geluidniveau veel lager, afhankelijk van het materieel.

Bij het jetgrouten zijn de geluidniveaus relatief laag en vergelijkbaar met boren of schroeven (zie geboorde paalsystemen). Ook wat de blootstelling aan lichaamstrillingen betreft zijn de niveaus naar verwachting laag.

### 3.7 Gegraven technieken

Wanden of diepwanden worden aangebracht door het graven van een sleuf met een draadgrijper, het aanbrengen van een mengsel van bentoniet/cement of het eventueel later vullen van de sleuf met beton en zo nodig wapening. Ook worden soms voorgespannen betonnen elementen (panelen) aangebracht.

Wanden kunnen ook worden gerealiseerd door het aaneengesloten aanbrengen van boor-/schroefpalen (zie geboorde paalsystemen) of door aaneengesloten injectie of jetgrouten (zie grondverbetering).

### Geluid en trillingen

Bij het aanbrengen van wanden of diepwanden zijn de geluidniveaus relatief laag, afhankelijk van het type materieel dat is ingezet. Afhankelijk van de leeftijd van het materieel en al of niet aanwezige voorzieningen voor geluiddemping zal het niveau meestal tussen de onderste (80 dB(A)) en de bovenste actiewaarde (85 dB(A)) liggen.

Van de blootstelling aan lichaamstrillingen door deze technieken zijn geen gegevens bekend.





## 4 Maatregelen om de blootstelling aan geluid en lichaamstrillingen bij funderingswerken te verminderen

De keuze van de funderingsmethode wordt bepaald bij het ontwerp. Bij het ontwerpen van een fundering moeten opdrachtgever en constructeur of architect rekening houden met de arbeidsomstandigheden bij de uitvoering. Een inventarisatie van de risico's is noodzakelijk. Door een goed ontwerp moeten deze zo veel mogelijk worden voorkomen.

Er zijn diverse maatregelen om geluid- en trillingsniveaus bij funderingswerken te verlagen. Er zijn maatregelen die relatief eenvoudig kunnen worden doorgevoerd en waarvan de kosten beperkt zijn en er zijn maatregelen die meer ingrijpend zijn en die alleen tegen aanzienlijke kosten kunnen worden doorgevoerd. In het laatste geval zijn diverse oplossingen voorhanden, maar in de praktijk zijn deze alleen uitvoerbaar indien de opdrachtgever er voor kiest. Dat is vaak nog niet het geval. Hieronder volgt een overzicht van mogelijke maatregelen.

## 4.1 Algemene maatregelen

### Onderhoud van materieel:

- Regelmatig onderhoud van materieel helpt de geluidsniveaus en ook de trillingsbelasting door funderingsmachines zo laag mogelijk te houden. Daarbij is het belangrijk om tijdens het in bedrijf zijn van de machine geluidsbronnen op te sporen die door onderhoud kunnen worden verholpen. Voorbeelden daarvan zijn rammelende kabels of kettingen, loszittende en rammelende panelen en aanlopende of onvoldoende gesmeerde draaiende delen.

Met dit type maatregelen is een geluidsreductie van enkele dB(A) vaak al mogelijk.

- Voor de trillingsbelasting zijn o.a. een trillingdempende stoel en een goede instelling van de demping op het lichaamsgewicht van de machinist van belang.

Een goede afstelling van de stoel is erg belangrijk omdat een slechte afstelling de trillingsbelasting kan vergroten.

### Instructie van werknemers:

- Instrueer werknemers om zo veel mogelijk afstand tot belangrijke geluidsbronnen te houden, tenzij een kortere afstand noodzakelijk is voor het werk: door een verdubbeling van de afstand kan het geluidniveau met circa 6 dB(A)

worden verlaagd.

- Instrueer de machinist dat hij tijdens het heien of trillen in de cabine moet blijven en de cabine gesloten moet houden.
- Instrueer de machinist hoe hij zijn stoel op de juiste wijze in moet stellen zodat lichaamstrillingen zoveel mogelijk worden gedempt.
- Zorg voor toezicht op het naleven van de afspraken.

### Beschikbaar stellen van hulpmiddelen/persoonlijke bescherming:

- Stel een afstandsbediening ter beschikking, zodat de werknemer tijdens de werkzaamheden de afstand tot de belangrijke geluidsbronnen zo groot mogelijk kan houden.
- Door het inzetten van communicatiemiddelen (geïntegreerd in de persoonlijke bescherming) kan de machinist zijn cabine gesloten houden.
- Stel alleen gehoorbeschermingsmiddelen ter beschikking die voldoende bescherming garanderen.
- Zorg voor toezicht op het naleven van de voorschriften.

### Maatregelen bij het opstellen van het materieel / inrichting van het terrein:

- Zorg voor een zo groot mogelijke afstand tussen geluidsbron en werknemers; een verdubbeling van de afstand tot de geluidsbron geeft vaak een daling van het geluidniveau met 6 dB(A).
- Zet de generator op een zo groot mogelijke afstand en slim neer. Het geluid straalt vooral naar één richting af.
- Maak bij het inzetten van meerdere funderingsmachines de onderlinge afstand zo groot mogelijk.
- Zorg voor geëgaliseerde rijroutes om de trillingsbelasting van machinisten te beperken.

## 4.2 Gebruik van geluids- en trillingsarme funderingstechnieken

Door gebruik van geluidsarme funderingstechnieken kan de blootstelling sterk worden beperkt.

Voorbeelden van geluidsarme technieken zijn boren, schroeven en drukken. Bij deze technieken wordt geen gebruik gemaakt van een blok om het element in de grond te slaan of te trillen, waardoor het geluidniveau veel lager is. Ook bij geluidsarme

funderingstechnieken komt nog geluid vrij door het materieel dat wordt ingezet: funderingsmachines, generatoren, shovels, e.d.

Als ouder materieel wordt gebruikt zijn bij het toepassen van geluidsarme funderingstechnieken geluidniveaus te verwachten rond de bovenste actiewaarde (85 dB(A)). Bij het werken met nieuw en/of geluidgedempt materieel liggen de geluidniveaus naar verwachting onder de onderste actiewaarde (80 dB(A)).

Geluidsarme funderingstechnieken veroorzaken weinig of geen trillingen in de bodem. Daardoor is er minder kans op schade aan aangrenzende bebouwing, wat een extra argument kan zijn om voor een geluidsarme techniek te kiezen. Verder is ook de blootstelling aan lichaamstrillingen voor de machinist over het algemeen laag: onder de actiewaarde (van 0,5 m/s<sup>2</sup> gemiddeld over een 8-urige werkdag).

In de praktijk wordt echter door opdrachtgever en ontwerper nog vaak gekozen voor het aanbrengen van funderingen door heien of trillen, omdat dit goedkoper is en omdat de ontwerper een voorkeur heeft voor deze technieken.

### 4.3 Geluids- en trillingsgedempt materieel

#### Gedempte funderingsmachine:

- Met een geluidgeïsoleerde cabine is het mogelijk het geluidniveau waaraan de machinist door heien of trillen wordt blootgesteld te verlagen tot onder de bovenste actiewaarde (85 dB(A)). Daarbij moet de cabine wel gesloten zijn.
- Voorzie de funderingsmachine van een trillingdempende stoel.
- Voorzie de cabine van geluidisolatie en klimaatbeheersing. Daardoor kan de machinist zijn werk verrichten in een gesloten cabine, zonder dat hij voor frisse lucht deur of ramen open moet zetten. Hiermee kan de blootstelling van de machinist tot onder 80 dB(A) worden verlaagd, zelfs bij de meest lawaaiige funderingstechnieken.
- Zorg voor communicatieapparatuur. Daardoor kan de machinist zijn werk verrichten in een gesloten cabine, zonder dat hij voor communicatie met collega's deur of raam open moet zetten.

#### Geluidgedempte generatoren:

- Geluidgedempte generatoren kunnen een aanzienlijke bijdrage leveren aan de vermindering van het geluidniveau.

#### Isolatie van materieel:

- Het isoleren van reeds aanwezig materieel is vaak moeilijk en bovendien duur. Kies daarom bij voorkeur voor nieuw en geïsoleerd materieel.

## 4.4 Maatregelen bij geheide paalsystemen en getrilde technieken

Bij deze funderingsmethoden is meestal sprake van een hoog geluidniveau door het gebruik van een blok, meestal diesel, hydraulisch of elektrisch (trilblok).

Geluidbeperkende maatregelen zijn daarom vooral gericht op de geluidemissie van het blok; op de overdracht van energie van het blok op het funderingselement en – vooral bij stalen funderingselementen – op de afstraling van het element.

Verder kan de geluidemissie worden gereduceerd door de inbrengselheid van de elementen te vergroten. Dat kan o.a. door gebruik van een zwaarder blok en/of maatregelen om de weerstand die het element ondervindt te verkleinen (fluideren, voorboren).

#### Geluidgedempt blok:

- Met een geluidgedempt hydraulisch blok kan een goede geluidsreductie worden gerealiseerd. Bij stalen elementen is het voor een goede geluidsreductie noodzakelijk dat het element wordt afgeschermd of van een mantel wordt voorzien.
- Met een prototype van een geluidgedempt dieselblok is een reductie van 9 dB(A) gerealiseerd. Het maken van een goede omkasting bij het dieselblok levert echter problemen op in verband met doorvoeren van leidingen, verbrandingsgassen en de warmteafvoer. Door opbouw van warmte wordt de capaciteit van het blok met 50% gereduceerd. Daardoor worden geluidgedempte dieselblokken nog niet in de praktijk toegepast.

#### **Gedempte adapter en muts:**

- Gebruik een geluiddempende adapter en muts om het vrijkomen van geluid bij de slag op de paal te beperken.

#### **Geluiddempende balg of mantel:**

- Met een balg of mantel kan het geluidniveau worden gereduceerd. Een balg of mantel kan de uitvoering van het werk echter hinderen en ook onveiliger maken. Zorg dus dat deze goed zijn afgestemd op de machine en de lengte van de palen. Een goede toepassing van een balg en kalenderen gaan vaak niet samen. Gebruik van een balg of mantel is vooral van belang bij stalen funderingselementen waarbij veel geluid wordt afgestraald door het element.

#### **Damwanden:**

- Bij het inbrengen van damwanden moet worden uitgegaan van een zakking van tenminste 3 meter per minuut. Om dit te realiseren moet voldoende zwaar materieel gebruikt worden.
- Las of pons sloten tussen de onderdelen van de damwand zo dat het rammelen van de planken beperkt wordt.
- Onderzoek per werk of het inbrengen van damwanden geluidsarmer kan worden gemaakt door te spuiten, te fluïderen of voor te boren.
- Dimensioneer damwanden conform CUR 166.

#### **Prefab betonpalen:**

- Maak bij het inbrengen van palen gebruik van een geluiddempende adapter en muts.
- Het gewicht van het vallichaam moet ten minste de helft van het paalgewicht bedragen.
- Gebruik bij het inbrengen met een dieselhamer een geluidsisolerende mantel, tenzij dit om technische, zwaarwegende bedrijfseconomische redenen of veiligheidsoverwegingen niet mogelijk is.
- Verlaag het geluidniveau door spuiten, fluïderen of voorboren.
- Als voor zware palen een ongedempt dieselblok noodzakelijk is, kies dan, indien mogelijk, voor een groter aantal lichtere palen die met een geluidgedempt hydraulisch blok kunnen worden geheid.

#### **Vibropalen:**

- Zorg voor slagdemping (kunststofdemping tussen paal en blok).
- Zorg voor een geluidsisolerende mantel die

tijdens het heien het blok en de paal omsluit.

- Zorg voor een geluidsisolerende rubber balg, die de geluidsafstraling van de stalen buis afschermt.
- Zet voldoende zwaar materieel in, waardoor de vibropaal snel de gewenste diepte bereikt.
- Inwendig heien. Deze techniek heeft echter beperkingen, zeker waar het gaat om grotere paallengtes.

## **4.5 Maatregelen bij geboorde paalsystemen**

Het inbrengen van funderingselementen door boren of schroeven is een geluidsarme funderingstechniek. Door gebruik van verouderd of slecht onderhouden materieel kan het geluidniveau oplopen tot 85 dB(A)

- Pas geïsoleerd/gedempt materieel toe.
- Vervang verouderd materieel door nieuw (gedempt) materieel.
- Zorg voor goed onderhoud en zet rammelende onderdelen vast of vervang deze.
- Voorzie materieel van een trillingdempende stoel.

## **4.6 Maatregelen bij gedrukte technieken**

Het inbrengen van funderingselementen door hydraulisch drukken is een geluidsarme funderingstechniek. Door gebruik van verouderd of slecht onderhouden materieel kan het geluidniveau oplopen tot 85 dB(A).

- Pas geïsoleerd/gedempt materieel toe.
- Vervang verouderd materieel door nieuw (gedempt) materieel.
- Plaats lawaaibronnen (generator) op afstand.
- Voorzie materieel van een trillingdempende stoel.

## **4.7 Maatregelen bij ankers**

Ankers (meestal van staal) kunnen worden ingebracht door slaan, trillen of boren.

- Voor maatregelen bij boren of schroeven, zie geboorde paalsystemen.
- Voor maatregelen bij inbrengen door slaan of trillen, zie geheide paalsystemen of getrilde technieken.

- Het geluidniveau bij het inbrengen kan worden beperkt door het onder druk inspuiten van water (fluïderen) of grout waardoor de inbrengweerstand sterk wordt verlaagd.

#### **4.8 Maatregelen bij grondverbeteringen**

Grondverbetering kan worden gerealiseerd door injectie via injectieslangen met een spuitlans of door jetgrouten.

- Voor maatregelen bij indrukken van een spuitlans met materieel of bij jetgrouten, zie geboorde paalsystemen.
- Voor maatregelen bij het inbrengen van injectieslangen door het intrillen met een damwandelement, zie geheide paalsystemen of getrilde technieken.

#### **4.9 Maatregelen bij gegraven technieken**

Wanden of diepwanden worden aangebracht door het graven van een sleuf en het vullen met een mengsel van bentoniet/cement, beton, of voorgespannen betonelementen. Wanden kunnen ook worden gerealiseerd door het aaneengesloten aanbrengen van boor-/schroefpalen of door aaneengesloten injectie of jetgrouten. Door gebruik van verouderd of slecht onderhouden materieel kunnen geluidniveaus oplopen tot 85 dB(A).

- Pas geïsoleerd/gedempt materieel toe.
- Vervang verouderd materieel door nieuw (gedempt) materieel.
- Zorg voor goed onderhoud en zet rammelende onderdelen vast of vervang deze.
- Voorzie materieel van een trillingdempende stoel.





## 5 Bedrijfstakafspraken

## Bedrijfstakafspraken

- De bedrijfstak wil het bewustzijn over gezondheidsrisico's als gevolg van blootstelling aan schadelijk geluid en schadelijke lichaamstrillingen verder vergroten, zodat alle werkgevers en werknemers op de hoogte zijn van de risico's en oplossingen.
- De bedrijfstak wil de blootstelling aan geluid en lichaamstrillingen van funderingswerkers verlagen door het toepassen van (een combinatie van) de maatregelen die in dit A-blad staan.
- De bedrijfstak vindt het noodzakelijk dat alle werknemers adequate gehoorbescherming dragen bij overschrijding van de blootstellingsgrens van voor het gehoor schadelijk geluid van 80 dB(A).
- Bij vervanging van materieel zal worden gekozen voor geluidgedempte oplossingen, tenzij aannemelijk kan worden gemaakt dat dit om technische of zwaarwegende bedrijfseconomische redenen niet mogelijk is.
- De bedrijfstak stimuleert het voorschrijven / toepassen van geluidsarme funderingstechnieken door opdrachtgevers en ontwerpers.
- De bedrijfstak stimuleert het toepassen van stoelen (op materieel) waarmee lichaamstrillingen adequaat kunnen worden gedempt.
- De bedrijfstak informeert werkgevers en machinisten over het belang van een goede instelling van de stoel en de wijze waarop dit kan worden gerealiseerd om de blootstelling aan lichaamstrillingen te beperken.

# Literatuur

- Bedrijfstatlas, overzicht van gegevens volgend uit het Periodiek Arbeids Gezondheidskundig Onderzoek, Arbouw, Harderwijk, 2010.
- Inventarisatie geluidniveaus bij funderingstechnieken, Arbouw, Harderwijk, 1999.
- Technische mogelijkheden ter reductie van het lawaai op de arbeidsplaats: funderingswerkers, Arbouw, Harderwijk, 2003.
- Geluid in Cabines, Arbouw, Harderwijk, 2005.
- Geluidsonderzoek Dieselheihamer, Arbouw, Harderwijk, 2002.
- Arboconvenant Funderingsbranche; eindevaluatie. Rapport EIB, drs. G. Blomsma, Den Haag, 2006.
- Onderzoek naar het geluid op de arbeidsplaatsen binnen de funderingsbranche - eindrapportage Rapport W.00.1213.C dgmr. Den Haag, 2001.
- Circulaire bouwlawaai 2010. Ministerie van infrastructuur en milieu, Den Haag, 2010.
- Humanschwingungen beim Arbeiten mit Maschinen des Spezialtiefbaus, Artikel in Tiefbau september 2008, Dipl. Ing. Wolfgang Kummer.
- Lichaamstrillingen en -schokken in de funderingsbranche,rapport Vibrations@work BV, Zaltbommel, 2011.

## **Praktische informatie**

- Handboek Arbeidsmiddelen voor de bouwnijverheid. Bevat keuringslijsten van de meest gebruikte arbeidsmiddelen, waarmee een passend keuringssysteem kan worden gevoerd. Het handboek is in boekvorm en op CD-Rom verkrijgbaar, Arbouw, Harderwijk, 2005.
- Arbouw V&G-planner (software); voor het opstellen van een veiligheids- en gezondheidsplan in de ontwerp- en uitvoeringsfase, Arbouw, Harderwijk, 2008.
- Arbocatalogus funderingen: [www.arbocatalogus-funderingen.nl](http://www.arbocatalogus-funderingen.nl)
- Arbocatalogus Bouw en Infra: [www.arbocatalogus-bouweninfra.nl](http://www.arbocatalogus-bouweninfra.nl)



# Adressen



Postbus 213  
3840 AE Harderwijk  
T (0341) 46 62 00  
F (0341) 46 62 11  
Infolijn (0341) 46 62 22  
info@arbouw.nl  
www.arbouw.nl



Vakvereniging Het Zwarte Corps (HZC)  
Postbus 2060  
3430 CH Nieuwegein  
T (030) 6006070  
F (030) 6067044  
info@hzc.nl  
www.hzc.nl



Postbus 2525  
3500 GM Utrecht  
T (030) 751 15 00  
F (030) 751 18 59  
CNV Info (030) 751 10 01  
info@cnvvakmensen.nl  
www.cnvvakmensen.nl



Nederlandse Vereniging Aannemers  
Funderingswerken (NVAF)  
Postbus 440  
3840 AK Harderwijk  
T (0341) 456191  
F (0341) 456208  
secretariaat@nvaf.nl  
www.funderingsbedrijf.nl



Postbus 520  
3440 AM Woerden  
T (088) 575 70 00  
F (088) 575 70 03  
Infolijn 0900 36 82 689 (€ 0,10 / min)  
info@fnvbouw.nl  
www.fnvbouw.nl

## Arbouw

Postbus 213  
3840 AE Harderwijk

T 0341 46 62 00  
F 0341 46 62 11  
[info@arbouw.nl](mailto:info@arbouw.nl)  
[www.arbouw.nl](http://www.arbouw.nl)

Voor vragen over  
arbeidsomstandigheden:  
Arbouw Infolijn 0341 46 62 22