

Cementgebonden gietvloersysteem voor de woning- en utiliteitsbouw

Citation for published version (APA):

Gassel, van, F. J. M., & Schaefer, W. F. (1996). *Cementgebonden gietvloersysteem voor de woning- en utiliteitsbouw: produkt- en proceskenmerken*. Universitair Centrum voor Bouwproductie.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1996

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

CEMENTGEBONDEN GIETVLOERSYSTEEM VOOR DE WONING- EN UTILITEITSBOUW

produkt- en proceskenmerken

ir F.J.M. van Gassel

Dr ir W.F. Schaefer



UCB
RAPPORT

**Universitair Centrum
voor
Bouwproductie**

Den Dolech 2
Postbus 513
5600 MB Eindhoven
Telefoon 040-2472688
Fax 040-2434248

CEMENTGEBONDEN GIETVLOERSYSTEEM VOOR DE WONING- EN UTILITEITSBOUW

produkt- en proceskenmerken

ir F.J.M. van Gassel

Dr ir W.F. Schaefer

De Stichting Universitair Centrum voor Bouwproductie stimuleert uitwisseling van kennis tussen bedrijven en universiteit.

Uitgave: UCB (201U) - TU Eindhoven, 040 247 2688

© 1996 Universitair Centrum voor Bouwproductie

De stichting Universitaircentrum voor Bouwproductie sluit iedere aansprakelijkheid uit die mocht voortvloeien uit het gebruik van informatie in deze publicatie.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de stichting Universitair Centrum voor Bouwproductie.

INHOUD

1	Inleiding	1
2	Produktkenmerken	2
	2.1 Toepassingen	
	2.2 Sterkte	
	2.3 Krimp	
	2.4 Vochtinwerking	
	2.5 Vloerbedekking	
	2.6 Materiaal hergebruik	
3	Proceskenmerken	3
	3.1 Verwerkingscondities	
	3.2 Prepareren applicatieruimte	
	3.3 Aanmaken vloeibare mortel	
	3.4 Aanbrengen vloeibare mortel	
	3.5 Nazorg gietvloer	
	3.6 Reiniging apparatuur	
4	Productiviteit	8
	4.1 Werkzaamheden	
	4.2 Dagproductie	
5	Arbeidsomstandigheden	8
6	Conclusies	9
7	Literatuur	9
Bijlage 1:	Arbeidstechnisch en ergonomisch onderzoek SAOB	
Bijlage 2:	Beoordeling op vlakheid gietvloer in woongebouwen	

1 INLEIDING

Door het samenwerkingsverband van BEAMIX Mortelprodukten BV, ENCI Nederland BV, MEBIN BV en de Vereniging Nederlandse Cementindustrie (VNC) is met de begeleiding van het Universitair Centrum voor Bouwproductie (UCB) een cementgebonden gietvloersysteem ontwikkeld, waardoor belangrijke verbeteringen van de arbeidsomstandigheden zijn bereikt en een constante hoge kwaliteit, met behoud van de goede eigenschappen van de traditionele cementgebonden dekvloer.



Ten aanzien van de arbeidsomstandigheden waaronder de traditionele cementgebonden dekvloer wordt geproduceerd bestaan er echter ernstige tekortkomingen. Het op traditionele wijze mengen en aanbrengen van cementgebonden dekvloeren vereist van vloerenleggers een zeer zware lichamelijke arbeid. Belastende factoren zijn onder meer: werken in een gebogen en geknieelde houding, vaak in kou en tocht en op een altijd natte vloer. Rug, knieën, schouders, heupen, enkels en tenen worden zwaar belast. Andere gezondheidsproblemen zijn de zogenaamde werkstersknie en cementeczeem. Lichamelijke klachten zijn voor de vloerenleggers de oorzaak van hun vaak vroegtijdige uitval (WAO) en van het hoge ziekteverzuim.[1]

Belangrijke conclusies uit het door de Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek Bouwnijverheid (SAOB) uitgevoerde arbeidstechnisch en ergonomisch onderzoek aan cementgebonden gietvloeren zijn (zie bijlage 1 en [2]):

- een hoge dagproductie is met de gietvloer mogelijk;
- de werkzaamheden van gieten en afwerken zullen niet gauw tot gezondheidsproblemen leiden en mogen dagelijks onafgebroken worden uitgevoerd;
- gezondheidsproblemen als gevolg van het uitvoeren van de voorbereidende werkzaamheden, gieten en afwerken kunnen eenvoudig worden voorkomen door dagelijks de voorbereidende werkzaamheden af te wisselen met het gieten en vlakken van de gietvloeren.

Zand en cement zijn bouwstoffen die in ruime mate voorhanden zijn en de cementgebonden gietvloer is dan ook gezien vanuit dit gezichtspunt een aantrekkelijk produkt. Het heeft voorts enkele aantrekkelijke functionele eigenschappen, zoals een goede hechting op betonnen draagvloeren, bestendigheid tegen vocht en goed bestand tegen drukbelasting.

Bij het slopen van het cementgebonden gietvloersysteem hoeft de gietvloer niet van de draagvloer te worden gescheiden. De gesloopte gietvloer kan als toeslagmateriaal dienen voor beton.

In dit rapport worden voor opdrachtgevers en aannemers de kenmerken van zowel het produkt als het proces kort toegelicht in de hoofdstukken twee en drie. In hoofdstuk vier wordt nader ingegaan op de produktiviteit van het leggen van de cementgebonden gietvloer.

2 PRODUKTENMERKEN

2.1 Toepassingen

- Het hechtende cementgebonden gietvloersysteem is ontwikkeld voor toepassing in de woningbouw en in de “eenvoudige” utiliteitsbouw, zoals kantoren en dergelijke waarbij op de gietvloer een harde of zachte vloerbedekking wordt aangebracht. Andere typen cementgebonden gietvloersystemen, bijvoorbeeld zwevende dekvloeren, zijn onder voorbehoud mogelijk.
- De cementgebonden gietvloer kan op alle gangbare betonnen draagvloeren in de woning- en utiliteitsbouw hechtend worden aangebracht.
- De gietvloer kan onder vochtige omstandigheden worden aangebracht en is als gereed produkt vochtbestendig.
- Het systeem is geschikt voor het maken van een cementgebonden gietvloer met een dikte van circa 30-50 mm.
- De gietvloer is als ondergrond geschikt voor het leggen van harde en zachte vloerbedekkingen en voor het aanbrengen van tegelwerk.

2.2 Sterkte

Uit proeven op basis van controles tijdens de uitvoering is gebleken dat de cementgebonden gietvloer voldoet aan de sterkteklasse GD 12 volgens CUR-Aanbeveling 34 [3].

De sterkteklasse GD 12 heeft de volgende sterkten:

- laagste waarde druksterkte \geq 12 N/mm²
- gemiddelde waarde druksterkte \geq 15 N/mm²
- gemiddelde waarde buigtreksterkte \geq 3 N/mm²

De gietvloer is na circa 24 uur beloopbaar en na circa 48 uur toegankelijk voor licht verkeer.

2.3 Krimp

In principe is de cementgebonden gietvloer krimparm. Onder extreme omstandigheden kunnen scheuren met beperkte scheurwijdte ontstaan. Door de hechting op de draagvloer en het feit dat de cementgebonden gietvloer krimparm is, heeft deze incidenteel optredende scheurvorming geen invloed op de gebruikskwaliteit.

2.4 Vochtinwerking

De cementgebonden gietvloer is tegen vochtinwerking bestand. Toepassingen in vochtige omgevingen zoals douchecellen en kelders hebben geen invloed op de levensduur.

2.5 Vloerbedekking

Alle soorten vloerbedekkingen die op de traditionele cementgebonden dekvloer toegepast worden, zijn ook toepasbaar op de cementgebonden

gietvloer.

Voor het aanbrengen van de vloerbedekking mag de gietvloer een bepaalde maximale hoeveelheid restvocht bevatten. Hoe groot de hoeveelheid restvocht mag zijn hangt af van de dampremmende eigenschappen van de aan te brengen vloerbedekking.

Het borstelen en schuren van de verharde gietvloer ter voorbereiding van het aanbrengen van de vloerbedekking is niet nodig.

Om een gelijkmatige hechting te krijgen van een te verlijmen vloerbedekking op de cementgebonden gietvloer, is het noodzakelijk om het oppervlak van de gietvloer te reinigen van stof en vuil dat daarop door bouwwerkzaamheden terecht is gekomen.

2.6 Materiaal hergebruik

Tijdens het slopen hoeft de cementgebonden gietvloer niet van de draagvloer te worden gescheiden. De gesloopte gietvloer kan bijvoorbeeld als toeslagmateriaal dienen voor beton.

3 PROCESKENMERKEN

3.1 Verwerkingscondities

Enkele karakteristieke verwerkingscondities van de cementgebonden gietvloer zijn:

- De droge mortel wordt in een silo aangevoerd, met een doorstroommenger wordt er een vloeibare mortel aangemaakt en een silo-mengpomp zorgt voor het transport via een slang naar de verwerkingsplek. Dit silo-mengpompsysteem (SMP-systeem) wordt door een silo-afzetwagen aangevoerd. Het SMP-systeem levert circa 6 m³ vloeibare mortel per uur. Bediening van het systeem op afstand is mogelijk.
- De Vrije vloeimaat (10) van de vloeibare mortel ligt tussen de 240 en 280 mm. De Vrije vloeimaat (10) is de spreidmaat gemeten 10 minuten na aanmaak. De consistentie van de vloeibare mortel ten behoeve van de gietvloer wordt gemeten volgens de spreidmaatproef beschreven in Ontwerpnorm NEN 3534 [4] en is gebaseerd op DIN 1060. Tijdens de meting wordt de mortel niet geschud op de Haegermann tafel.
- Tijdens het aanbrengen van de vloeibare mortel treedt geen bleeding op.
- Na het aanbrengen van de vloeibare mortel moet de gietvloer afhankelijk van de omgevingscondities binnen 30 minuten afgewerkt worden.
- De vloeibare mortel is geschikt om met een drijfrei vlak af te werken. Bij uitvoering door deskundig personeel kan makkelijk worden voldaan aan de eisen met betrekking tot de vlakheid conform de Ontwerpnorm NEN 2892. In bijlage 2 is een uittreksel van Bijlage C van de norm opgenomen.
- Afhankelijk van de omgevingscondities is na circa 24 uur de cementgebonden gietvloer te belopen en na circa 48 uur toegankelijk voor licht verkeer.



3.2 Prepareren applicatieruimte

Prepareren betekent het treffen van voorzieningen aan de werkomgeving en aan de bouw delen, zodat de ruimten gereed zijn voor het verrichten van arbeid en verwerking van het produkt kan plaatsvinden.

3.2.1 Applicatieruimte afschermen

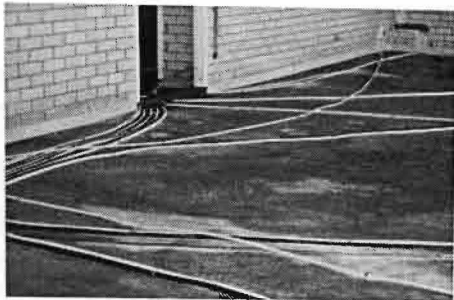
Om te snelle droging te voorkomen moet de ruimte waar de cementgebonden gietvloer wordt aangebracht wind- en waterdicht zijn.



3.2.2 Primer aanbrengen

Vóór het aanbrengen van primer op de ondergrond dienen alle losse delen, zoals stukjes isolatieschuim, hout, papier en zand te worden verwijderd om een optimale hechting van de dekvloer met de ondergrond te verkrijgen.

De draagvloer dient tweemaal met een speciale primer te worden voorbehandeld. De primer kan worden aangebracht met een bezem of door middel van een handbediende compacte spuitinstallatie en moet vóór het aanbrengen van de vloeibare mortel minimaal 30 minuten drogen.



3.2.3 Kantstroken en openingen

Rondom tegen de muur dient een kantstrook van gesloten cellenband van minimaal 5 mm dik en 100 mm hoog aangebracht te worden om de cementgebonden gietvloer een randvoeg te geven.

In verband met de hoge vloeibaarheid van de vloeibare mortel is het noodzakelijk om openingen $> 50 \text{ mm}^2$ ($> \varnothing 8 \text{ mm}$) en spleten $> 50 \text{ mm}^2/\text{cm}$ af te dichten.

Ook is het nodig om bij (trap)gaten opstanden aan te brengen en bij vloerluiken en convectorsputten de nodige montageramen lek dicht te monteren.

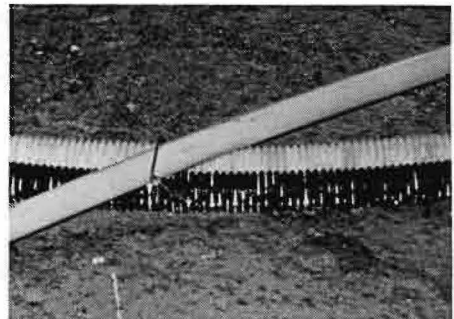


3.2.4 Installatieleidingen

De installatieleidingen dienen op een afstand van maximaal 500 mm deugdelijk te worden vastgezet aan de draagvloer.

Bij warmwaterleidingen moeten de leidingen in een flexibele mantelbuis worden aangebracht. Om opdrijven te voorkomen dienen de centrale verwarmingsleidingen vóór het aanbrengen van de vloer te worden afgevuld.

Bij het kruisen van installatieleidingen moet de dekking minimaal 15 mm bedragen. Kruisingen dienen zoveel mogelijk te worden vermeden.



3.2.5 Opstelplaats SMP-systeem

De droge mortel wordt met behulp van een SMP-systeem (silo, doorstroommenger en pomp) per silo-afzetwagen op de bouwplaats aangevoerd. De wagen is voorzien van een hydraulisch afzetsysteem waarmee aan de achterzijde het SMP-systeem door de chauffeur kan worden afgezet en opgepakt. De opstelplaats van het SMP-systeem



dient goed bereikbaar en vlak te zijn. De silo-afzetwagen heeft aan beide zijden ruimte nodig om de stempels te kunnen uitschuiven. De silo met SMP-systeem wordt geplaatst op rijplaten, stelconplaten of dragline schotten en neemt op de grond een oppervlakte in van 3,0 x 3,0 meter.

De plaats van het SMP-systeem moet dusdanig zijn dat de slanglengte minimaal is. De silo met SMP-systeem bevat bij levering 20 ton droge mortel.

De silo kan na leegmelding met 25 ton droge mortel worden bijgevuld.

De nutsaansluitingen van het SMP-systeem zijn:

- Stroomtoevoer.

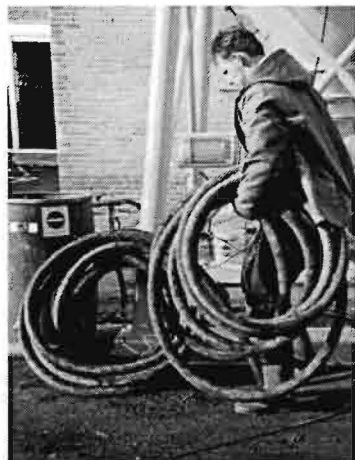
De installatie vraagt een elektrische aansluiting van minimaal 25 Ampère traag; 220/380 Volt. Indien deze voeding niet aanwezig is zal een aggregaat moeten worden ingezet.

- Watertoevoer.

De installatie vraagt een waterdebiet van circa 2.100 liter per uur. Omdat deze hoeveelheid niet constant nodig is, kunnen met behulp van een buffervat kleine afwijkingen worden opgevangen.

- Afstandsbediening.

De installatie kan vanaf de verwerkingsplek op afstand bediend worden.



3.2.6 Kleding vloerenleggers

De vloerenleggers dienen laarzen te dragen. Soms is het nodig dat ze door de vloeibare mortel moeten lopen.

Om de handen tegen de mortel te beschermen is het wenselijk handschoenen te dragen.

3.3. Aanmaken vloeibare mortel

3.3.1 Afstellen waterdebiet

Het waterdebiet om een Vrije vloeimaat (10) te krijgen tussen de 240 en 280 mm bedraagt circa 2.100 liter per uur.

Vóór het aanbrengen van de vloeibare mortel dient de Vrije vloeimaat (10) te worden gecontroleerd.

3.3.2 Smeren van de mortelslangen

De mortelslang dient vóór het verpompen van de mortel met een smeerbebedmortel op "yoghurtdikte" te worden gesmeerd. Het smeren van de mortelslangen is nodig om de wrijvingsweerstand te verlagen en vochtonttrekking uit de vloeibare mortel tegen te gaan.

Per vijftien meter slanglengte is circa tien liter smeerbebedmortel nodig. Na het smeren van de mortelslangen dient de smeerbebedmortel te worden opgevangen en van de bouwplaats te worden afgevoerd.





3.4 Aanbrengen vloeibare mortel

3.4.1 Hoogtemaat cementgebonden gietvloer

Op de begane grond en op elke verdieping dient vóór het aanbrengen van de vloeibare mortel de gewenste hoogte van de cementgebonden gietvloer te worden aangegeven.

3.4.2 Hoogtemaat vloeibare mortel

De hoogte van de vloeibare mortel bij het aanbrengen van de gietvloer wordt bij voorkeur bepaald door een roterende laser en een verplaatsbare laserbaak.

- Roterende laser.

In de ruimte waar de gietvloer aangebracht wordt kan een roterende laser worden opgesteld. De roterende laser kan op een statief worden geplaatst. Het is echter handiger een wandstatief te gebruiken zodat de vloer vrij blijft van obstakels.

- Verplaatsbare laserbaak.

Om snel op elke plaats in de ruimte de gewenste hoogtemaat te kunnen zien van de te leggen gietvloer is een verplaatsbare laserbaak ontwikkeld. Met behulp van een laserontvanger die op een driepoot is gemonteerd kan een niveauplaatje nauwkeurig op de gewenste vloerhoogte worden ingesteld. Het verplaatsen en bijstellen van de verplaatsbare laserbaak wordt door de slangenvoerder gedaan. Deze zet de laserbaak neer op de plaats waar behoefte is aan een referentie. Aanbevolen wordt om in een raster van circa één bij één meter de laserbaak te plaatsen en de hoogte van de aangebrachte cementgebonden gietvloer te controleren.

- Intensieve hoogtesysteem (IH-systeem)

Voor het leggen van een cementgebonden gietvloer met zeer grote vlakheid (bijvoorbeeld noodzakelijk bij het verleggen van dunne vloerbedekkingen) kan het IH-systeem worden toegepast, waarbij 15 verstelbare hoogtepootjes in een raster van circa één bij één meter worden geplaatst. De vloeibare mortel moet steeds tot de onderkant van het hoogtepootje worden gegoten.



3.4.3 Het gieten van de mortel

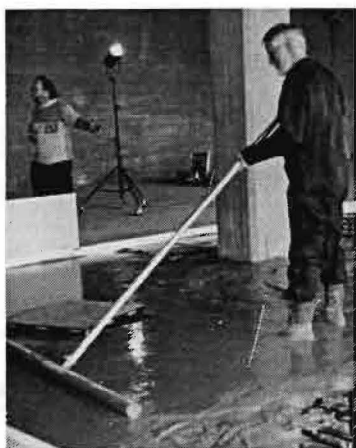
Er wordt zoveel mortel aangebracht dat de bovenkant gelijk komt met het referentieplaatje van de verplaatsbare laserbaak. De slangenvoerder kan de installatie met behulp van de afstandsbediening aan- en uitzetten. Gaten of spleten die men vergeten heeft te dicht, kunnen in noodgevallen worden dichtgestopt met wat droge mortel.

3.4.4 Vlak afwerken gietvloer

Voor het vlak afwerken van de gelegde gietvloer wordt gebruik gemaakt van aluminium drijfreien van $\varnothing 60$ mm. De breedte van de rei is afhankelijk van de grootte van de ruimte waar de gietvloer wordt gelegd.

Om de vloeibare mortel vlak af te werken is een lichte op en neer gaande beweging van de drijfrei nodig. De drijfrei wordt handmatig bewogen.





Het is nodig de gietvloer in twee op elkaar loodrecht staande richtingen af te reien.

3.5 Nazorg gietvloer

Er moet een aantal maatregelen worden getroffen om tijdens de verhardingsduur van de mortel de gietvloer in optimale conditie te houden.

De gietvloer moet gelijkmatig kunnen verharden zonder extreme verdamping van het water aan het oppervlak.

Daarom wordt sterk aangeraden de ruimten waar de gietvloeren zijn gelegd tocht- en regenvrij te houden.

Bij toepassing van vloerverwarming dient het opstookprotocol voor dit type cementgebonden gietvloer in acht te worden genomen.

3.6. Reiniging apparatuur

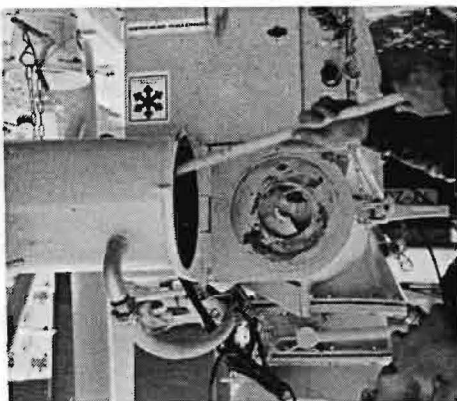
3.6.1 Schoonsoelen mortelslangen

Na gebruik dienen de mortelslangen schoongespoeld te worden. Dit gebeurt door middel van sponsballen met de juiste afmeting, die met waterkracht door de mortelslang worden gedreven. Het doorspoelen van de mortelslang dient te worden herhaald tot dat alleen helder water uit de slang komt.

3.6.2 Reinigen SMP-systeem

Het natte gedeelte van de doorstroommenger en pomp dienen met water te worden gereinigd. Het systeem is dusdanig ontworpen dat de plaatsen waar gereinigd moet worden snel en gemakkelijk bereikbaar zijn.

Overtollige vloeibare mortel dient te worden opgevangen zodat afvoer naar een (puin)afvalcontainer mogelijk is.



4 PRODUKTIVITEIT

4.1 Werkzaamheden

Vóór het aanbrengen van de vloeibare mortel dienen de volgende voorbereidende werkzaamheden te worden uitgevoerd:

- draagvloer ontdoen van zand en drijvende verontreinigingen
- afdichten spleten en gaten
- aanbrengen primer
- aanbrengen kantstroken
- uitzetten hoogte gietvloer

Het aanbrengen van de vloeibare mortel bestaat uit de volgende werkzaamheden:

- opstarten installatie
- opstellen laser
- aanvoeren vloeibare mortel
- vlak maken vloeibare mortel
- overgang naar andere woning
- opruimen en schoonmaken

4.2 Dagproductie

Wat betreft deze laatste groep werkzaamheden kunnen twee vloerenleggers op een werkdag in vier woningen van circa 125 m² een gietvloer aanbrengen van 50 mm dikte.

Bij vloeren in de utiliteitsbouw is een grotere dagproductie mogelijk. Als indicatie van de dagproductie van een ingewerkte werkploeg kan worden aangehouden dat twee man op een dag circa 500 - 1.000 m² kunnen leggen.

5 ARBEIDSOMSTANDIGHEDEN

Een belangrijke randvoorwaarde bij de ontwikkeling van het nieuwe cementgebonden gietvloersysteem was de verbetering van de arbeidsomstandigheden van de vloerenlegger.

De verbeteringen van de arbeidsomstandigheden met dit systeem in vergelijking met de traditionele aangebrachte cementgebonden dekvloer zijn door de Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek Bouwnijverheid (SAOB) onderzocht.

Bij het aanbrengen van zowel de traditionele cementgebonden dekvloer als de cementgebonden gietvloer in een woningbouwproject te Gorinchem is door de SAOB de energetische belasting van de vloerenleggers onderzocht door middel van de SDS-methode. De rapportage van dit onderzoek is exclusief de bijlagen in bijlage 1 van dit rapport opgenomen.

6 CONCLUSIES

De hechtende cementgebonden gietvloersysteem is uitermate geschikt voor toepassing in de woningbouw en in de “eenvoudige” utiliteitsbouw.

Het produkt heeft goede eigenschappen met betrekking tot sterkte, krimp, vochtinwerking en materiaal hergebruik. Alle soorten vloerbedekkingen die op de traditionele cementgebonden dekvloer toegepast worden, zijn ook toepasbaar op de cementgebonden gietvloer.

Voor het aanbrengen van de cementgebonden gietvloer is een optimaal verwerkingssysteem ontwikkeld om een hoge dagproductie te halen.

De conclusies van de ergonomische berekeningen, gemaakt door de SAOB, toonden aan dat het aanbrengen van de traditionele cementgebonden dekvloer wordt beoordeeld als “extreem zwaar”. De werkzaamheden gieten en vlak maken van de vloeibare mortel bij de nieuw ontwikkelde cementgebonden gietvloer, worden beoordeeld als “middel zwaar”. Deze werkzaamheden zullen niet gauw tot gezondheidsproblemen leiden.

7 LITERATUUR

1. “De vloerenlegger. Een beschrijving van arbeid en arbeidsomstandigheden in relatie tot de gezondheid”, Werkgroep vloerenleggers, Stichting Arbouw Amsterdam, mei 1984, 64 p.
2. SAOB, “Cementgebonden gietvloeren - Arbeidstechnisch en ergonomisch onderzoek”, SAOB, september 1995, 15 p. en 8 bijlagen.
3. CUR-Aanbeveling 34, “Gietvloeren met calciumsulfaat als bindmiddel”, CUR Gouda, december 1993, 32 p.
4. Ontwerpnorm NEN 3534, “Hulpstoffen voor mortel en beton - Onderzoekmethoden”, NNI Delft, oktober 1979, 47 p.
5. NEN 2741, “Met cement gebonden dekvloeren. Kwaliteit en uitvoering”, NNI Delft, juni 1982, 23 p.
6. NEN 2892, “Vlakheid en evenwijdigheid van bouwdeeloppervlakken. Berekeningsmethode voor maximaal toelaatbare maatafwijkingen, meting en toetsing” NNI Delft, januari 1994, 8 p.

Bijlage 1

Arbeidstechnisch en ergonomisch onderzoek SAOB
(exclusief bijlagen)

The logo for SAOB, consisting of the letters 's', 'a', 'o', and 'b' in a bold, lowercase, sans-serif font. The letters are closely spaced and have a slightly irregular, hand-drawn appearance.

Cementgebonden gietdekvloeren

Arbeidstechnisch en ergonomisch onderzoek

G.J. Meijer
Th.J.A. Paap

Ede, december 1995

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding tot het onderzoek	1
1.2	Vraagstelling	1
1.3	Aanpak van het onderzoek	2
2	Resultaten van het onderzoek	3
2.1	Doelmatigheid van de organisatie en tijdbesteding van het productiepersoneel	3
2.2	Tijdnormen	8
2.3	Ergonomische bevindingen	9
2.4	Bevindingen omtrent houdingen	10
3	Conclusies	13
3.1	Conclusies ten aanzien van de produktienormen	13
3.2	Conclusies inzake ergonomische berekeningen	14
3.3	Conclusies inzake houdingsanalyses	14
	Literatuur	16
	Bijlagen	
	1. Beschrijving van het project	
	2. Fotoreportage	
	3. Waargenomen handelingen	
	4. Tijdbestedingsoverzichten per man	
	5. Toeslagoverzichten per ploeg	
	6. Afleiding tijdformules per woning	
	7. Ergonomische resultaten	
	8. Waargenomen houdingen	

1 Inleiding

Dit rapport bevat de resultaten van een arbeidstechnisch en ergonomisch onderzoek naar het aanbrengen van cementgebonden gietdekvloeren. Het onderzoek heeft plaatsgevonden op een groot woningbouwproject in Gorinchem.

De arbeidstechnische en ergonomische studie is uitgevoerd op 9 en 12 juni 1995. Zowel de voorbereidende werkzaamheden als het gieten zelf is uitgevoerd door Vloerenbedrijf Bijleveld. In Bijlage 1 is een beschrijving van het project opgenomen.

Het onderzoek is verricht in opdracht van:

- Beamix Mortel Produkten B.V. Eindhoven
- Eerste Nederlandse Cement Industrie (ENCI) N.V. 's Hertogenbosch
- Maatschappij tot Exploitatie van Betonmortelbedrijven in Nederland (Mebin) B.V. 's-Hertogenbosch
- Vereniging Nederlandse Cementindustrie (VNC) 's-Hertogenbosch.

1.1 Aanleiding tot het onderzoek

In toenemende mate wordt de zand/cementgebonden smeerdekvloer vervangen door anhydrietgebonden gietdekvloeren. Een produkt op basis van cement wordt vervangen door een produkt op basis van calciumsulfaat.

Kortgeleden is een gietvloer op basis van cement op de markt geïntroduceerd.

1.2 Vraagstelling

De opdrachtgevers hebben aan SAOB gevraagd of zij het gieten van een cementgebonden gietdekvloer kan onderzoeken en uitwerken tot productie-normen en kan toetsen aan ergonomische normen.

Bovendien is de vraag of SAOB de arbeidstechnische en ergonomische verschillen kan aangeven tussen de cementgebonden smeerdekvloer en de gietvloer op basis van cement?

1.3 Aanpak van het onderzoek

Door de waarnemer is gedurende twee dagen een combinatie van een arbeids-technische studie en een ergonomische studie uitgevoerd naar het voorbereiden en gieten van een cementgebonden gietvloer. Hierbij zijn alle houdingen en handelingen van de ploegleden gedetailleerd vastgelegd.

De waarnemingen zijn verricht op de begane grond en de twee verdiepingen van de eengezinswoningen. De aan- en afvoleidingen van de centrale verwarming zijn gelegd op de constructievloer. Om deze leidingen voldoende te kunnen afdekken is een hechtende (primer) gietvloer van 50 mm dikte aangebracht.

Als werkverdeling tussen de ploegleden is waargenomen tijdens de voorbereidende werkzaamheden:

- man 1; gaten dichten en aanbrengen kantstrook
- man 2; spuiten hechtlaag.

Tijdens het aanbrengen van de gietvloer is als werkverdeling tussen de ploegleden waargenomen:

- man 1; vlakken van de gietvloer
- man 2; gieten van de gietvloer.

Door de twee ploegleden zijn de volgende zand/cementgebonden gietdekvloeren aangebracht:

- woning 1 volledig	107 m ²
- woning 2 (excl. b.g.)	57 m ² +
Totaal	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 164 m ²

2 Resultaten van het onderzoek

De resultaten van het onderzoek zijn in dit hoofdstuk in de volgende vier delen gerapporteerd:

- doelmatigheid van de organisatie en de tijdbesteding van het productiepersoneel
- tijdnormen voor cementgebonden smeerdekvloeren
- ergonomische bevindingen
- bevindingen omtrent houdingen.

Voorts is in bijlage 2 een fotoreportage opgenomen.

2.1 Doelmatigheid van de organisatie en tijdbesteding van het productiepersoneel

Tijdens de twee waarnemingsdagen zijn de twee ploegleden van het vloerenbedrijf individueel waargenomen. De verrichte metingen geven inzicht in de produktiviteit van de ploeg die werkzaam was in de twee eengezinswoningen. Hoewel het op dit project een proefnemering betrof met een tweetal woningen bleek uit het handelenpatroon dat de ploeg voldoende ervaring had met het aanbrengen van gietdekvloeren.

2.1.1 PRODUKTIVITEIT VAN DE PLOEG

Op de eerste waarnemingsdag zijn de voorbereidende werkzaamheden door de ploeg uitgevoerd. Op de tweede waarnemingsdag is het gieten zelf van de cementgebonden gietdekvloer waargenomen.

De gemaakte arbeidstechnische studies zijn verwerkt in tijdbestedingsoverzichten die in bijlage 4 zijn opgenomen. De tijdbestedingsoverzichten geven aan welke werkzaamheden de ploegleden gedurende de waarnemingsdagen hebben verricht.

De waargenomen tijdbesteding is verdeeld in:

- directe werkzaamheden
- indirecte werkzaamheden
- rust en persoonlijke verzorging
- aan- en afloop.

De voorbereidende werkzaamheden op de eerste waarnemingsdag zijn gestart om 08.30 uur en waren om 10.30 uur uitgevoerd. Het gieten van de vloeren is aangevangen om 07.50 uur. Om 11.15 uur waren de vijf vloeren in de twee woningen gereed. Op beide dagen is dus geen volledige dagtaak waargenomen.

De percentages waargenomen directe werkzaamheden per ploeglid van de voorbereidende werkzaamheden zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Waargenomen directe voorbereidende werkzaamheden per man

Ploeglid	Percentage
Man die primer aanbrengt	58,9
Man die kantstroken aanbrengt	47,2

Alvorens te starten met het primeren heeft de primerman een aantal kantstroken gelijmd en geniet.

De percentages waargenomen directe werkzaamheden tijdens het gieten zijn vermeld in tabel 2.

Tabel 2. Waargenomen directe werkzaamheden tijdens het gieten per man

Ploeglid	Percentage
Man die specievloer giet	57,8
Man die vloer afwerkt	53,9

Uit de bijlage blijkt dat de twee ploegleden de nodige tijd hebben besteed aan het in- en buitengebruik stellen van de installatie. Wanneer er dagelijks meerdere vloeren kunnen worden gegoten, zal dit in- en buitengebruik stellen van de installatie procentueel belangrijk afnemen.

Door de tijdbesteding van de twee ploegleden samen te voegen, wordt de tijdbesteding van de ploeg bepaald. In bijlage 5 is berekend dat het gemiddelde percentage directe werkzaamheden tijdens de voorbereidende activiteiten van de ploeg uitkomt op 68% (zie tabel 3).

Tabel 3. Procentuele verdeling waarnemingsperiode voorbereidende werkzaamheden

Directe werkzaamheden	Indirecte werkzaamheden	Rust en persoonlijke verzorging	Aan- en afloop
68%	29%	3%	0%

Tot de indirecte werkzaamheden behoren onder andere de volgende werkzaamheden:

- wachten op derden
- gereedschap opruimen
- overleg met collega
- overleg met derden
- kleine overgangen.

De indirecte werkzaamheden zijn nodig om de directe werkzaamheden te kunnen uitvoeren. Het hoge percentage voor wachten op derden is veroorzaakt door het feit dat de tweede woning nog niet geheel was schoongemaakt.

Tijdens het gieten heeft de ploeg 69% tijd besteed aan directe werkzaamheden. Bij de berekening van dit percentage is het wachten op het oprichten van de voorraadsilo buiten beschouwing gelaten (zie tabel 4).

Tabel 4. Procentuele verdeling waarnemingsperiode gieten speciedekvloer

Directe werkzaamheden	Indirecte werkzaamheden	Rust en persoonlijke verzorging	Aan- en afloop
69%	25%	6%	0%

Tot de indirecte werkzaamheden tijdens het gieten behoren de volgende werkzaamheden:

- onderhoud gereedschap
- gereedschap opruimen
- storing aan laserapparatuur
- overleg met derden
- overleg met collega
- kleine overgangen.

De storing aan de laserapparatuur heeft relatief lang geduurd. Deze storing bepaalde voor 50% het percentage indirecte werkzaamheden.

Gezien de korte waarnemingsperioden zijn de waargenomen percentages voor rust en persoonlijke verzorging en aan- en afloop niet representatief voor de ploegen.

2.1.2 AANVAARBARE TOESLAGFACTOREN

Uit de directe werkzaamheden zijn netto tijdnormen afgeleid voor de voorbereidende werkzaamheden en het gieten van de cementgebonden gietdekvloeren.

Toeslagfactoren verhogen de netto tijdnormen met de tijd die besteed wordt aan:

- indirecte werkzaamheden
- rust en persoonlijke verzorging
- aan- en afloop.

Met aanvaardbare toeslagfactoren worden de normen berekend die met een normale inspanning van de vloerenploeg gehaald kunnen worden.

In tabel 5 is de samenvatting opgenomen van de toeslagpercentages en de bijbehorende toeslagfactoren zoals die zijn berekend in bijlage 5.

Tabel 5. Samenvatting toeslagen en toeslagfactoren

	Vorbereidende werkzaamheden		Gieten en afwerken dekvloer	
	Waargenomen	Aanvaardbaar	Waargenomen	Aanvaardbaar
Directe werkzaamheden	100%	100%	100%	100%
Indirecte werkzaamheden	43%	17%	36%	21%
Rust en persoonlijke verzorging	3%	18%	6%	16%
Aan- en afloop	0%	5%	0%	5%
Toeslagfactor	1,47	1,45	1,44	1,47

Om tot aanvaardbare percentages te komen voor indirecte werkzaamheden zijn de percentages voor de waargenomen indirecte werkzaamheden kritisch beoordeeld. Zo is het wachten op het schoonmaken van de tweede woning slechts voor 5% aanvaard. Bij de gietwerkzaamheden is de storing aan de laserapparatuur voor slechts 2% aanvaard. De overige indirecte werkzaamheden zijn allemaal aanvaard al zijnde normaal.

Voor rust en persoonlijke verzorging is tijdens de voorbereidende werkzaamheden 18% aangehouden, omdat alle werkzaamheden gebukt en op de knieën moeten worden uitgevoerd. Tijdens het gieten en het afwerken kunnen de ploegleden blijven staan. Daarom is hier een percentage van slechts 16% voor rust en persoonlijke verzorging aangehouden. Het percentage rust wordt berekend over de directe en indirecte werkzaamheden.

Het normatieve percentage van 5% voor aan- en afloop wordt berekend over de indirecte werkzaamheden en over de rust en persoonlijke verzorging.

De verschillende aanpassingen hebben tot gevolg dat de waargenomen toeslagfactoren nagenoeg overeenkomen met de aanvaardbare toeslagfactoren.

2.2 Tijdnormen

Tijdens de waarnemingsdagen zijn in twee woningen gietvloeren aangebracht. Tijdens de uitwerking bleken er geen verschillen te zitten tussen de meetresultaten van de drie afzonderlijke bouwlagen. Bij de uitwerking is dan ook geen verschil gemaakt tussen de verschillende bouwlagen.

De metingen hebben zowel voor de voorbereidende werkzaamheden als de gietwerkzaamheden geleid tot normaaltijden voor 15 verschillende handelingen. Normaaltijden zijn netto tijdnormen dus exclusief de toeslagen voor indirecte werkzaamheden, rust en persoonlijke verzorging en aan- en afloop. De 30 waargenomen handelingen met normaaltijden zijn in bijlage 3 vermeld. Iedere handeling is voorzien van een extra toelichting.

De handelingen zijn zodanig opgezet dat de consequenties van kleine en grote woningen kunnen worden bepaald.

In bijlage 6 zijn de handelingen uit bijlage 4 verzameld in twee formules voor de voorbereidende werkzaamheden respectievelijk de gieten-afwerkwerkzaamheden. Deze formules gelden voor woningen met drie bouwlagen. In deze woningen mogen nog geen scheidingswanden zijn geplaatst. In verband met voldoende dekking op de leidingen van de centrale verwarming is tijdens het gieten een vloerdikte van 50 mm aangehouden. Met behulp van de afgeleide formules kunnen de volgende normen voor kleine en grote woningen worden afgeleid.

Tabel 6. Normtijden voor cementgebonden gietdekvloeren

Te gieten oppervlakte per woning	Normtijd in manuren per m2		Normtijd in m2/ploeg/dag	
	Vorbereidende werkzaamheden	Gieten en afwerken	Vorbereidende werkzaamheden	Gieten en afwerken
60	0,026	0,047	610	340
80	0,022	0,042	730	380
100	0,019	0,040	830	410
120	0,017	0,038	920	430
140	0,016	0,036	990	440
160	0,015	0,035	1050	460
200	0,014	0,034	1150	470

2.3 Ergonomische bevindingen

Middels een energetische berekening kan per handeling het energieverbruik in kJ/ minuut worden berekend. Van elke handeling wordt eerst bepaald welk de representatieve houding is en wat de belasting van het lichaam is. De belasting bestaat enerzijds uit het lichaamsgewicht van de persoon zelf en anderzijds uit de belastingen welke hij moet dragen of welke krachten hij moet uitoefenen. Van elke houding en belasting is de standaard energiebehoefte in kJ/kg/min bekend. Via de frequentie van voorkomen in het waargenomen proces is vervolgens het aantal kJ van dat proces te bepalen. Het energieverbruik per minuut is dan een eenvoudige deelsom.

De berekening is gebaseerd op de SDS-methode welke is uitgewerkt in het rapport "Ergonomische meetmethoden" van SAOB, april 1986.

In bijlage 7 zijn zowel voor de voorbereidende werkzaamheden als voor de werkzaamheden van het gieten en vlakken de ergonomische belasting van de ploegleden afgeleid. Het resultaat is samengevat in tabel 7.

Tabel 7. Resultaat energetische berekeningen

	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN	GIETEN EN VLAKKEN
Energieverbruik alle handelingen in kJ	1955	3185
Bestede tijd in manminuten	99	217
Energieverbruik in kJ/ minuut	19,77	14,66

In iedere handeling is het basaal metabolisme verwerkt. Dit is de hoeveelheid energie die het lichaam minimaal in ruststand nodig heeft.

Aan de hand van de referentietabel uit het genoemde SDS-rapport kan de berekende waarde worden beoordeeld.

Tabel 8. Beoordeling energetische belasting

kJ/minuut	Beoordeling
0-8	zeer licht
8-12	licht
12-16	middel zwaar
16-20	middel zwaar tot zwaar
20-23	zwaar
23-25	zeer zwaar
> 25	extreem zwaar

De waargenomen situatie bij de voorbereidende werkzaamheden wordt beoordeeld als zijnde "middel zwaar tot zwaar" en de situatie tijdens de werkzaamheden van het gieten en vlakken wordt beoordeeld als "middel zwaar". Hieruit volgt dat de werkzaamheden tijdens het gieten en afwerken niet tot problemen met de

gezondheid behoeven te leiden. Zij mogen dagelijks onafgebroken worden uitgevoerd.

De voorbereidende werkzaamheden vergen enige aandacht. Deze aandacht betreft de zorg om deze werkzaamheden regelmatig af te wisselen met het gieten en vlakken van de vloeren.

2.4 Bevindingen omtrent houdingen

Tijdens de arbeidstechnische metingen op de bouwplaats zijn bij elke waargenomen handeling gelijktijdig de lichaamshoudingen vastgelegd. Van elke lichaamshouding is bepaald hoeveel procent de houding tijdens de waarnemingsperiode is voorgekomen. Een samenvatting van deze inventarisatie is vastgelegd in bijlage 8.

Vooralsnog wordt bij fysieke belastingen uitgegaan van normering zoals die is voorgesteld door Delleman (Maandblad voor Arbeidsomstandigheden 70 (1994), nr. 5, blz. 259 e.v. en Hildebrand en Vink (MaO 70 (1994), nr. 7/8, blz. 401 e.v.). Bij fysieke belasting is er sprake van een verhoogd risico, wanneer in een bepaalde lichaamsdeel bepaalde houdingen cumulatief meer dan twee uur per werkdag voorkomen. Deze houdingen zijn:

- het hoofd meer dan 25° gebogen
- een of beide armen meer dan 60° opgetild (c.q. boven schouderhoogte)
- de romp meer dan 20° voorover gebogen
- de romp gedraaid (torsie)
- de romp zowel gedraaid als voorover gebogen.

Wanneer de genoemde lichaamshoudingen meer dan één uur (cumulatieve waarde) voorkomen moeten deze houdingen extra aandacht krijgen.

Voor de benen gelden vooralsnog geen normen. Doch als een van de beenhoudingen cumulatief meer dan vier uur voorkomt, geldt dit als een bijzonder aandachtspunt.

In bijlage 8 zijn de houdingen in procenten gegeven. De verhoogde risico's zijn dus aanwezig wanneer de genoemde houdingen meer dan 25% van de acht-urige werkdag voorkomen of verdienen bijzondere aandacht wanneer genoemde houdingen meer dan 12,5% voorkomen.

Hierbij is aangenomen dat de waarnemingsperiode van enkele uren representatief is voor het de gehele dag aanbrengen van cementgebonden gietdekvloeren.

Gemeten naar deze normen geeft het langdurig omlaag buigen van het hoofd voor alle vloerenleggers een verhoogd risico. Tevens geeft het hoog optillen van de arm en het voorover buigen van de romp verhoogde risico's voor de man die de gietvloer vlakkt. Extra aandacht vragen bij de primerman en de kantstrokenaanbrenger het hoog optillen van de twee armen en het voorover buigen bij de primerman, de man die kantstroken aanbrengt en de man die giet.

Extra aandacht zou ook nodig zijn voor het rechtop staan van de primerman en de man die giet. Naar verwachting zullen door meer gevarieerde werkzaamheden deze percentage bij een volle dagtaak lager zijn. De extra aandacht is dan niet nodig.

Aan de hand van de norm NF X 35-106 kan worden afgeleid dat de stampende beweging van de man die vlakkt bij meer dan 50% van gezonde vloerenleggers tot problemen kan leiden.

Wanneer de voorbereidende werkzaamheden dagelijks worden afgewisseld met het gieten en vlakken van de cementgebonden gietvloer dan volgt, uit vergelijking van de verschillende kolommen van tabel 12 in bijlage 8, dat bijna alle kritische lichaamshoudingen vervallen. Alleen het hoofd buigen bij alle werkzaamheden blijft de gestelde norm overschrijden.

3 Conclusies

De opdrachtgevers hebben aan SAOB gevraagd welke dagproducties mogelijk zijn bij het aanbrengen van cementgebonden gietdekvloeren. Wat zijn de bevindingen van SAOB wanneer de werkzaamheden worden getoetst aan ergonomische normen?

Tegelijk met dit onderzoek is ook een onderzoek uitgevoerd naar zand/cementgebonden smeerdekvloeren. De onderzoeksresultaten zijn vermeld in een afzonderlijke rapport. Conclusies uit de vergelijking van beide rapportages zijn eveneens hieronder verwerkt.

3.1 Conclusies ten aanzien van de produktienormen

Hierna volgen onze conclusies inzake de dagelijks te halen producties:

- Het aanbrengen van zand/cementgebonden smeerdekvloeren en cementgebonden gietvloeren vergen vakbekwaam personeel dat dagelijks een goede productie kan realiseren. Zulke vloerenleggers zijn op de waargenomen projecten aangetroffen.
- In tegenstelling tot vele andere bouwwerkzaamheden vergen beide vloertypen weinig indirecte werkzaamheden waardoor dagelijks hoger producties zijn te realiseren.
- Bij eenvoudige woningen zonder scheidingswanden en andere obstakels zijn bij cementgebonden smeerdekvloeren producties mogelijk van 150 tot 170 m² per ploeg van twee man per dag.
- De dagelijkse productie bij cementgebonden gietdekvloeren ligt bij dezelfde woningtypen belangrijk hoger. Bij de voorbereidende werkzaamheden kunnen producties van 600 tot 1100 m² per ploeg van twee man per dag worden gemaakt. Bij het gieten en afwerken kan een productie van 350 tot 470 m² per ploeg van twee man per dag worden gerealiseerd (zie tabel 6 op pagina 9)..

3.2 Conclusies inzake ergonomische berekeningen

Onze conclusies uit ergonomische berekeningen zijn:

- De werkzaamheden bij het aanbrengen van een zand/cement smeerdek vloer worden beoordeeld als "extreem zwaar". Op basis hiervan dient deze werkmethode op korte termijn vervangen te worden door een meer arbeidsvriendelijke werkmethode.
- De voorbereidende werkzaamheden bij het aanbrengen van cementgebonden gietdekvloeren worden beoordeeld als middel zwaar. Deze beoordeling geeft aan dat er enige extra aandacht nodig is. Deze aandacht betreft de zorg om deze werkzaamheden regelmatig af te wisselen met bijvoorbeeld het gieten en vlakken van de vloeren. De werkzaamheden van het gieten en vlakken worden beoordeeld als "middel zwaar". Deze werkzaamheden zullen niet gauw tot gezondheidsproblemen leiden. Zij mogen dagelijks onafgebroken worden uitgevoerd.

3.3 Conclusies inzake houdingsanalyses

Onze conclusies uit de waargenomen houdingen tijdens het aanbrengen van de twee vloertypen zijn:

- Getoetst aan de voorstellen van Delleman zijn er bij het aanbrengen van cementgebonden smeerdekvloeren voor de opperman geen houdingen met een verhoogd risico. Bij de vloerensmeerder worden bij twee lichaamshoudingen de voorgestelde normen overschreden. Het ver voorover buigen tijdens het smeren is een houding die de norm zelfs met 100% overschrijdt.
- Tevens is bij een drietal lichaamshoudingen zowel bij de opperman als bij de vloerensmeerder extra aandacht noodzakelijk. Het bij smeervloeren zeer frequent scheppen van zand kan bij 35% van gezonde opperlieden tot problemen leiden. De dynamische belasting bij het smeren van de vloer kan zelfs bij 90% van de vloersmeeders tot klachten leiden.
- Bij cementgebonden gietdekvloeren wordt de voorgestelde norm overschreden bij het buigen van het hoofd en het optillen van een arm van de man die vlakkt. Extra aandacht is nodig voor enkele andere lichaamshoudingen tijdens de voorbereidende werkzaamheden en gieten en vlakken.

- Bijna alle gezondheidsproblemen kunnen bij het gieten van cementgebonden dekvloeren eenvoudig worden voorkomen door dagelijks de voorbereidende werkzaamheden af te wisselen met het gieten en vlakken van de gietvloeren.

Literatuurlijst

- Spekkink: "Ergonomische meetmethoden voor de bouw", SAOB, Ede, april 1986.
- Delleman: "Gezondheidskundige normen fysieke belasting moeten breed toepasbaar zijn", Maandblad voor Arbeidsomstandigheden 70 (1994) nr. 5, blz. 259 e.v.
- Hildebrand en Vink: "RI&E op gebied van fysieke belasting vereist grote aandacht", Maandblad voor Arbeidsomstandigheden 70 (1994) nr. 7/8, blz. 401 e.v.
- Franse Norm: "NF X 35 - 106"

Bijlage 2

Beoordeling op vlakheid gietvloer in woongebouwen

Uittreksel van Bijlage C “Vlakheid van met cement gebonden dekvloeren. Kwaliteitseisen en kwaliteitsbeoordeling”.

Uit:

Ontwerp NEN 2892 “Vlakheid en evenwijdigheid van bouwdeelloppervlakken - Berekeningsmethode voor maximaal toelaatbare maatafwijkingen, meting en toetsing”. Bijlage C bevat een voorstel voor de herziening alleen van de paragrafen 5.3 en 8.3 van NEN 2741 “Met cement gebonden dekvloeren. Kwaliteit en uitvoering” [5].

Vlakheid

Zolang ten aanzien van vlakheid van met cement gebonden dekvloeren geen eisen worden vermeld in een aparte norm tot vlakheid van vloeren, moeten deze voldoen aan het gestelde in tabel 13. Voor niet dynamisch gebruik van een vloer is het voldoende de oppervlakte eisen uit te drukken in evenwijdigheid.

Tabel 13 Eisen aan evenwijdigheid van vloeren in woongebouwen. (maten in mm) .

Afstand tussen de meetpunten	Maximaal toelaatbare afwijking	Minimale meetprecisie	Toets laag (95%)	Toets hoog (100%)
500	4	1,0	4,5	7,0
1000	5	1,2	5,5	8,5
2000	7	1,4	7,5	11,5

Opmerking: Uit de toelaatbare afwijkingen in tabel 13 over een afstand van 0,5 m volgt een toelaatbare scheefstand van 16 mm voor kasten met een hoogte van 2 m.

Meetrooster voor kleine ruimten

De meetpunten moeten punten zijn van een rechthoekig meetrooster met een interval van 0,5 m en een breedte van 2 m. Dit meetrooster moet aan een zijde aansluiten op een wand.

Meetinstrumenten

De metingen mogen worden uitgevoerd met instrumenten en hulpmiddelen indien wordt aangetoond dat de precisie hiervan kleiner is dan of gelijk is aan de minimale meetprecisie gegeven in de bovenstaande tabel 13.

Toets op vlakheid

De toets op vlakheid moet worden uitgevoerd overeenkomstig NEN 2892 [6]. Van elke kolom van het meetformulier moet het verschil van elke combinatie van twee rijen over 0,5 m, 1,0 m en 2,0 m worden berekend. Van alle meetwaarden over 0,5 m mag hoogstens 5% de waarde toets laag overschrijden. Dit geldt ook voor de meetwaarden over 1 m en 2 m afstand. Geen enkele meetwaarde mag de bijbehorende waarde toets hoog overschrijden.