



FYSIEK

# Praktijkonderzoek: teamtillen in de bouw

Is het tillen van 100 kg met zijn vieren zwaarder dan 50 kg met zijn tweeën?

Hoewel het tillen en verplaatsen van bouwmaterialen steeds vaker mechanisch gebeurt, blijven er altijd situaties waarbij dit, om diverse redenen (organisatorisch, technisch of bedrijfseconomisch) niet (goed) mogelijk is. Handmatig tillen van gewichten zwaarder dan 50 kg komt derhalve nog steeds voor in de dagelijkse praktijk.

**Hetty Vermeulen en Nicolien de Langen**

#### *Informatie over de auteurs:*

Drs. Hetty Vermeulen, Eur. Erg. en drs. Nicolien de Langen zijn beide werkzaam als adviseur bij vhp ergonomie. Zij voeren advies- en onderzoeksprojecten uit op het gebied van fysieke belasting en logistiek voor bedrijven in diverse markten, zoals o.a. de bouw en voedingsmiddelenindustrie. Het doel van deze projecten is het werk minder zwaar en daarnaast ook efficiënter te maken.

#### *Correspondentie:*

vhp ergonomie  
Huijgensstraat 13a  
2515 BD Den Haag  
+31 70 389 2010  
hettyvermeulen@vhp-ergonomie.nl

In diverse arbocatalogi voor de bouw en afbouw staan richtlijnen voor het handmatig tillen van (bouw)materialen beschreven:

Met de hand tillen moet zo veel mogelijk worden vermeden.

- Het maximale gewicht dat door één persoon met de hand mag worden getild is 25 kg.
- Het maximale gewicht dat door twee personen samen mag worden getild is 50 kg.
- Gewichten van zwaarder dan 50 kg moeten met een kraan of ander hulpmiddel worden getild.

In 2010 is door het Coronel instituut (Visser e.a., 2010) een onderzoek uitgevoerd naar het tillen van betonstaalmatten en -staven in teams van twee en vier personen. Een belangrijke conclusie uit dit onderzoek is dat het handmatig hanteren van betonstaalmatten en -staven van 100 kg door vier werknemers niet leidt tot een hogere rugbelasting per medewerker dan het hanteren van maximaal 50 kg door twee medewerkers.

Omdat, naast betonstaalmatten en -staven, ook andere bouwmaterialen zwaarder dan 50 kg regelmatig handmatig worden getild en verplaatst, is een vervolgonderzoek uitgevoerd. Hierin is genoemde conclusie middels een praktijkonderzoek getoetst voor drie andere bouwmaterialen.

#### **Onderzoeksvragen**

Onderzocht is of het tillen van bouwmaterialen (glas, kozijn en betonnen latei) van maximaal 100 kg door vier personen leidt tot meer (rug)belasting per persoon dan het tillen van 50 kg door twee personen.

Daarvan afgeleide vragen zijn:

- Voor welke bouwmaterialen zou een uitzondering op de huidige regel van maximaal 50 kg tillen met twee personen wenselijk zijn?

- Indien sprake is van een vergelijkbare belasting op de onderrug in de verschillende condities: onder welke randvoorwaarden zou tillen tot 100 kg met vier personen mogelijk moeten zijn?
- Wat is de ervaren belasting van de bouwvakkers met betrekking tot het tillen van bouwmaterialen in de twee verschillende condities?

## Methode

### Meetdagen

Het onderzoek is uitgevoerd op drie dagen, waarvan de eerste dag een proefdag was. Samen met deskundigen uit de praktijk (ervaring met het werken met glas, kozijn en betonnen latei) is het parcours uitgezet en zijn de gangbare til- en draagtechnieken van de verschillende materialen doorgesproken en geoefend. Op de tweede en derde dag zijn de metingen uitgevoerd.

### De proefpersonen

Vier proefpersonen (ervaren glaszetters) hebben meegedaan aan het onderzoek. Naast ervaring met het tillen van glas, hadden zij ook ervaring in het tillen van kozijnen; betonnen latei hebben ze nog niet eerder (beroepsmatig) gehanteerd. Om het tillen van betonnen latei in het onderzoek op een praktijkgerichte wijze te laten uitvoeren, zijn deskundigen uit die sector aanwezig geweest om dit nader toe te lichten.

Vanwege de huidige norm in de bouw van maximaal 50 kg tillen met twee personen (zie punt twee en drie van de inleiding) heeft geen van de proefpersonen ervaring met teamtillen.

### Het parcours

In een loods werd een parcours uitgezet met in de praktijk voorkomende situaties. Met medewerkers uit de praktijk werden vijf regelmatig voorkomende situaties gedefini-

eerd, te weten: oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen, neerleggen.

Ten behoeve van het verzamelen van de meetgegevens is het parcours zesmaal afgelegd: driemaal voor het tillen van 50 kg met twee personen en driemaal voor het tillen van 100 kg met vier personen.

Het tillen van bouwmaterialen van 50 kg werd steeds door dezelfde twee proefpersonen uitgevoerd (afbeelding 1). Het tillen van bouwmaterialen van 100 kg werd steeds door vier dezelfde proefpersonen uitgevoerd (waarvan twee van deze proefpersonen ook de 50 kg-condities deden) (afbeelding 2).

### Tilgewicht en rugbelasting

Op de vijf momenten in het parcours is (statisch) het tilgewicht op dat moment gemeten met weegschalen. Het tilgewicht is het gewicht dat de proefpersoon op dat moment tilde. Op deze manier werd inzicht verkregen in de verhouding van tilgewicht tussen de proefpersonen op het betreffende meetmoment in het parcours. De positie van de weegschalen was tijdens de proefloop bepaald.

Op de vijf meetmomenten is ook de houding vastgelegd op beeldmateriaal. Om later de rugbelasting te kunnen bepalen met behulp van Chaffin 3DSSPP, waren markers aangebracht op relevante gewrichten en was de afstand tussen de markers vastgelegd. Op deze manier kon achteraf de houding van de proefpersoon nagebootst worden in Chaffin en kon de rugbelasting worden bepaald.

Om de invloed van persoonlijke verschillen (bijvoorbeeld in tiltechniek) te verkleinen, is er gerouleerd over alle posities aan het materiaal.

### Subjectieve ervaring

Na elke conditie is de ervaring van de proefpersonen bevroegd. Onderdelen die in deze vragenlijst aan bod zijn gekomen zijn: ervaring met betrekking tot het teamtillen, ervaring met betrekking tot de positie aan het materiaal en ervaring met betrekking tot het te tillen materiaal.



Afbeelding 1. Tillen kozijn 50 kg van afstapje



Afbeelding 2. Tillen kozijn 100 kg van afstapje

**Tabel 1. Gemiddelde tilgewichten per positie aan het materiaal, per meetmoment in kg (range)**

<b>KOZIJN</b>						
<b>Tillen 4</b>	<b>Oppakken</b>	<b>Vasthouden</b>	<b>Manoeuvreren</b>	<b>Afstappen</b>	<b>Neerleggen</b>	<b>Gemiddeld</b>
Positie A	27 (23-30)	25 (14-31)	30 (22-40)	35 (29-47)	28 (16-41)	29 (14-47)
Positie B	24 (20-30)	27 (21-38)	24 (14-32)	18 (14-26)	20 (12-39)	23 (12-39)
Positie C	27 (21-35)	24 (12-34)	22 (18-28)	28 (14-37)	32 (21-51)	26 (12-51)
Positie D	22 (15-28)	24 (14-36)	24 (18-29)	19 (15-25)	20 (13-26)	22 (13-36)
<b>Tillen 2</b>	<b>Oppakken</b>	<b>Vasthouden</b>	<b>Manoeuvreren</b>	<b>Afstappen</b>	<b>Neerleggen</b>	<b>Gemiddeld</b>
Positie A	32 (30-33)	29 (28-30)	35 (34-35)	31 (30-32)	29 (27-31)	31 (27-35)
Positie B	18 (17-20)	21 (20-22)	15 (15-16)	19 (18-20)	21 (19-23)	19 (15-23)
<b>BETON</b>						
<b>Tillen 4</b>	<b>Oppakken</b>	<b>Vasthouden</b>	<b>Manoeuvreren</b>	<b>Afstappen</b>	<b>Neerleggen</b>	<b>Gemiddeld</b>
Positie A	22 (15-29)	22 (13-30)	34 (15-50)	43 (36-49)	27 (17-34)	30 (13-50)
Positie B	21 (13-30)	30 (7-52)	27 (0-48)	5 (0-10)	26 (0-33)	21 (0-52)
Positie C	32 (24-47)	26 (8-52)	17 (7-24)	45 (31-54)	24 (20-30)	29 (7-54)
Positie D	25 (15-33)	22 (11-33)	22 (13-27)	7 (0-17)	23 (20-26)	20 (0-33)
<b>Tillen 2</b>	<b>Oppakken</b>	<b>Vasthouden</b>	<b>Manoeuvreren</b>	<b>Afstappen</b>	<b>Neerleggen</b>	<b>Gemiddeld</b>
Positie A	25 (24-25)	25 (23-28)	26 (22-29)	27 (26-27)	26 (25-26)	26 (22-29)
Positie B	25 (25-26)	25 (22-27)	24 (21-28)	23 (23-24)	24 (23-25)	24 (21-28)
<b>GLAS</b>						
<b>Tillen 4</b>	<b>Oppakken</b>	<b>Vasthouden</b>	<b>Manoeuvreren</b>	<b>Op- en afstapje</b>	<b>Wegleggen</b>	<b>Gemiddeld</b>
Positie A	25 (19-31)	28 (23-33)	29 (18-36)	36 (28-42)	29 (26-32)	29 (18-42)
Positie B	28 (8-39)	25 (19-32)	25 (19-35)	16 (8-24)	25 (22-28)	24 (8-39)
Positie C	23 (12-28)	22 (19-28)	22 (15-28)	33 (27-38)	27 (24-29)	26 (12-38)
Positie D	24 (17-33)	25 (20-28)	24 (18-28)	15 (6-21)	19 (15-22)	21 (6-33)
<b>Tillen 2</b>	<b>Oppakken</b>	<b>Vasthouden</b>	<b>Manoeuvreren</b>	<b>Op- en afstapje</b>	<b>Wegleggen</b>	<b>Gemiddeld</b>
Positie A	28 (27-29)	28 (26-30)	28 (24-31)	34 (31-37)	27 (22-31)	29 (22-37)
Positie B	22 (21-23)	22 (20-24)	22 (19-26)	16 (13-19)	23 (19-28)	21 (13-28)

## Resultaten

### Gewichtsverdeling

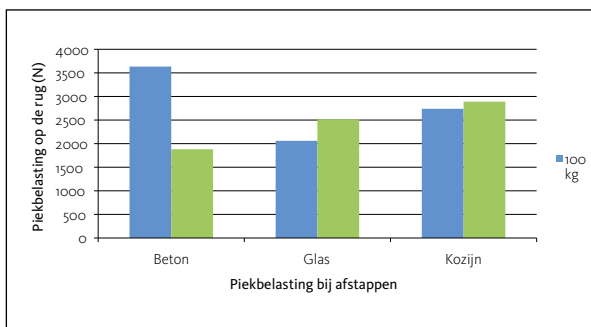
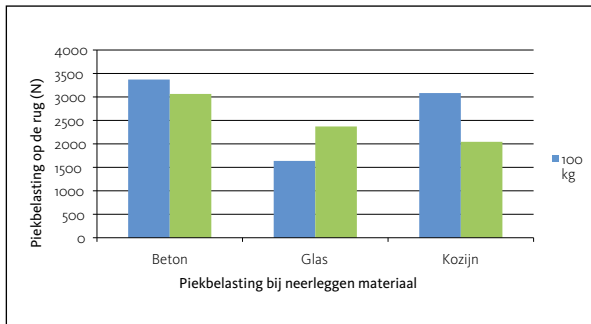
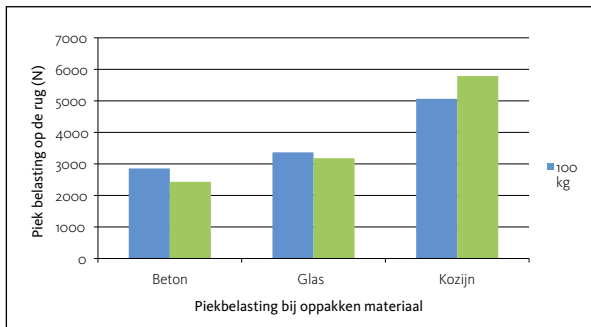
Het aantal keren dat de 25 kg-grens wordt overschreden is bij het tillen van 100 kg en bij het tillen van 50 kg vergelijkbaar. Bij het tillen van bouwmaterialen van 100 kg zijn de individuele piektilgewichten echter veel hoger dan bij het tillen van materialen van 50 kg. Er wordt soms meer dan 50 kg per persoon getild! Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grotere range (spreiding) in meetresultaten bij de 100 kg-condities.

In tabel 1 zijn de gemiddelde tilgewichten per materiaal, per positie aan het materiaal en voor de verschillende momen-

ten in het parcours weergegeven. De tilgewichten tussen de 26 en 29 kg zijn oranje gearceerd en de tilgewichten vanaf 30 kg zijn rood gearceerd. In de laatste kolom is de range over de metingen te zien.

### Rugbelasting

Voor de meest belastende houdingen (het oppakken, het afstappen en het neerzetten van het materiaal) is met behulp van Chaffin indicatief de rugbelasting op L5/S1 bepaald. Hiertoe hebben we voor één proefpersoon per meetmoment de piek rugbelasting voor de 100 kg conditie vergeleken met die van de 50 kg conditie. De piek rugbelasting was de meest belastende positie aan het materiaal.



**Afbeelding 3. Piek rugbelasting van één proefpersoon bij het oppakken, afstappen en neerleggen van materiaal**

Er is geen overtuigend en eenduidig verschil in rugbelasting gevonden tussen de 50- en de 100 kg-condities. Een uitzondering hierop is het tillen van 100 kg beton van een afstapje. In dit laatste geval was de rugbelasting bij het tillen van 100 kg veel hoger dan bij het tillen van 50 kg.

Wel zijn overschrijdingen van de gezondheidskundige grenswaarde van 3400 N op de onderrug geconstateerd. Zo leidt het oppakken van een kozijn (van 50 kg en van 100 kg) tot een rugbelasting boven de grenswaarde. Een verklaring hiervoor is de grote horizontale afstand van de proefpersoon tot het kozijn in combinatie met een gebukte en gedraaide houding. Deze ongunstige houding wordt veroorzaakt door een gebrek aan beenruimte en een niet optimale aangrijphoogte.

### Ervaren belasting

Alle proefpersonen geven aan het tillen met vier personen (100 kg) meer belastend, zwaarder en lastiger te vinden dan

het tillen met twee personen (50 kg). Het tillen van het kozijn wordt als meest belastend ervaren.

### Discussie

De hoofdvraag van het onderzoek was of het tillen van bouwmaterialen van 100 kg met vier personen meer belastend is dan het tillen van bouwmaterialen van 50 kg met twee personen. Omdat het hier een praktijkonderzoek betrof zijn, vanwege de tijdsinvestering, bepaalde keuzes gemaakt. Deze keuzes stellen we in de volgende paragrafen ter discussie.

### Keuze voor bouwmaterialen

In de voorbereiding naar het onderzoek is een afweging gemaakt welke bouwmaterialen in te zetten bij het onderzoek. Daarbij is gekeken naar materialen waarvan bekend is dat deze in de praktijk (weleens) handmatig worden getild/ge dragen, ondanks dat deze zwaarder zijn dan 50 kg. Ook is er gekozen voor een zo groot mogelijke diversiteit aan materialen wat betreft vorm en gewichtsverdeling. Er is gekozen voor kozijn, beton en glas. Dit hadden ook andere materialen kunnen zijn.

### Parcours

Het oorspronkelijke idee was om het onderzoek uit te voeren op een bouwterrein. Vanwege logistiek (het parcours moest tijdens de onderzoeksmethode in tact blijven) is ervoor gekozen om het onderzoek uit te voeren in een loods en de kenmerken van praktijksituaties hierin na te bootsen. Omdat in de voorbereiding mensen uit de praktijk zeer nauw zijn betrokken bij de samenstelling van het parcours, en het feit dat er niet continu is gemeten, maar op vaste meetmomenten, verwachten wij niet dat dit de resultaten heeft beïnvloedt.

### Proefpersonen

De proefpersonen hadden geen ervaring in het samenwerken met vier personen. De afstemming tussen vier personen, het tegelijkertijd tillen en tegelijkertijd lopen, werd door hen als moeilijk ervaren. Door de afwezigheid van ervaring in het tillen met vier personen is het mogelijk dat de rugbelasting (maar ook de ervaren belasting) minder gunstig is in vergelijking met het tillen met twee personen.

Bovendien bestond meetdag 1, waarop metingen zijn uitgevoerd met de 100 kg-materialen, uit veel meer metingen dan meetdag 2. Dit kan tevens de door de proefpersonen hoger ervaren belasting op meetdag 1 beïnvloedt hebben.

### Wijze van meten

De meetinstrumenten (weegschaal) en verwerkingsmethode (Chaffin) die gebruikt zijn in dit onderzoek, zijn alleen van toepassing op het meten van statische houdingen. Bovendien wordt in Chaffin geen rekening gehouden met de frequentie. Tijdens het uitvoeren van de metingen is duidelijk geworden dat er tijdens het lopen van het parcours zeer grote

schommelingen zijn in het te tillen gewicht en in de rugbelasting. Het 'in cadans' lopen is zelfs voor een goed op elkaar ingespeeld team niet eenvoudig. Omdat gemeten is op vaste momenten, komen deze variaties niet uit de resultaten naar voren. Mogelijk komen er tijdens de beweging dus nog hogere krachten op de rug, dan nu uit het onderzoek naar voren komt.

Zo is bijvoorbeeld het afstappen in één houding (terwijl de proefpersonen stilstaan) gemeten, terwijl tijdens de beweging afstappen waarschijnlijk grotere pieken in rugbelasting zullen ontstaan. Deze verwachting komt overeen met de ervaren belasting van de medewerkers.

Het ontbreken van de cadans betekent dat tijdens het dragen van de materialen de proefpersonen wisselend te maken hebben gehad met hogere pieken in de rugbelasting dan nu is berekend.

### Rugbelasting

Bij het presenteren van de resultaten van de rugbelasting is ervoor gekozen om slechts van één proefpersoon van de drie ongunstigste situaties de rugbelasting weer te geven. De keuze hiervoor is gemaakt op basis van efficiëntie in combinatie met het feit dat betreffende proefpersoon steeds een vergelijkbare (eigen) tiltechniek toepast. Er kan echter gediscussieerd worden over de hoogte van de rugbelasting omdat een andere persoon, met een andere tiltechniek, een andere rugbelasting zal hebben. De verhoudingen tussen de verschillende condities zullen vergelijkbaar zijn bij andere proefpersonen.

### Vermoeidheid

De twee meetdagen vonden direct achter elkaar plaats, waarbij op meetdag 1 de bouwmaterialen van 100 kg zijn getild en op meetdag 2 de bouwmaterialen van 50 kg. Aangezien twee van de proefpersonen op beide meetdagen zijn ingezet, kan vermoeidheid op dag twee van invloed zijn op de resultaten. Beide proefpersonen rapporteren namelijk aan het begin van dag 2 enige vermoeidheid (ten gevolge van de inspanningen van de dag ervoor), terwijl zij dit niet rapporteerden aan het begin van dag 1.

### Conclusie

#### Gewichtsverdeling

Het aantal keren dat de grens van 25 kg werd overschreden is bij het tillen van 100 kg en bij het tillen van 50 kg vergelijkbaar. Bij het tillen van bouwmaterialen van 100 kg is het piektilgewicht echter veel hoger dan bij het tillen van materialen van 50 kg, soms zelfs meer dan 50 kg per persoon.

#### Rugbelasting

Wat betreft de rugbelasting is er geen overtuigend en eenduidig verschil gevonden tussen de 50- en de 100 kg-condities. Een uitzondering hierop is het tillen van 100 kg beton van een afstapje. Hierbij was de rugbelasting bij het tillen van 100 kg veel hoger dan bij het tillen van 50 kg.

Wel zijn overschrijdingen van de gezondheidkundige grenswaarde van 3400 N op de onderrug geconstateerd. Vooral het oppakken van kozijn (zowel bij de 50 kg als de 100 kg) leidt tot een rugbelasting boven de grenswaarde. Dit wordt veroorzaakt door een grote horizontale afstand van de proefpersoon tot het kozijn in combinatie met een gebukte en gedraaide houding. Deze ongunstige houding wordt veroorzaakt door een gebrek aan beenruimte en een ongunstige aangrijphoogte aan het materiaal.

### Ervaren belasting

Alle proefpersonen geven aan het tillen met vier personen (100 kg) meer belastend, zwaarder en lastiger te vinden dan het tillen met twee personen (50 kg).

Op basis van dit onderzoek is het antwoord op de onderzoeksvraag 'Is het tillen van bouwmaterialen van 100 kg met vier personen meer belastend dan het tillen van bouwmaterialen van 50 kg met twee personen?': nee. Vanwege de grote spreiding van de resultaten bij de 100 kg-situaties, waarbij per persoon soms gewichten van meer dan 50 kg werden getild, blijft inzetten van hulpmiddelen de voorkeur houden. In de praktijk zijn er soms situaties waarbij inzet van een kraan of een ander tilhulpmiddel, technisch niet mogelijk en/of zelfs onveilig is. Onder strikte randvoorwaarden zou incidenteel handmatig tillen van 100 kg met vier personen mogelijk moeten zijn. De belangrijkste randvoorwaarden zijn: voldoende beenruimte, een goede grip en goede aangrijphoogte op het materiaal, en een op elkaar ingespeeld team waarbij een 'aanvoerder' de commando's geeft. Het voldoen aan de randvoorwaarden zal het lastigste te realiseren zijn voor het tillen en dragen van een kozijn.

### Referentie

Visser, S., Molen, H. van der, Kuijjer, P., Hoozemans, M. e.a. (2010). Teamtillen in de bouw. *Arbouw* 2010.

### Abstract

Uit onderzoek dat vhp heeft uitgevoerd in opdracht van Arbouw blijkt dat tillen van 100 kg met vier personen ('teamtillen') leidt tot gemiddeld veel hogere tilgewichten per persoon (tot > 50 kg p/p) in vergelijking met tillen van 50 kg met zijn tweeën. Ook de proefpersonen ervaren teamtillen als meer belastend.

Voor wat betreft rugbelasting is er geen groot verschil gevonden tussen de 50- en 100 kg-condities. Dit laatste komt doordat rugbelasting grotendeels wordt bepaald door de horizontale reikafstand van het gewicht tot het lichaam en minder door het tilgewicht zelf.

Resultaat is dat hulpmiddelen inzetten bij verplaatsen van gewichten zwaarder dan 50 kg het uitgangspunt blijft. De uitkomsten van dit onderzoek onderbouwen echter wel dat in uitzonderingssituaties teamtillen mogelijk moet zijn, zeker als daardoor efficiënter en kostenbesparend gewerkt kan worden.