

**TNO-rapport**

**R12079/051-02068**

**Fysieke belasting van handmatig en  
mechanisch straatmaken**

**Behavioural and Societal  
Sciences**

Polarisavenue 151  
2132 JJ Hoofddorp  
Postbus 718  
2130 AS Hoofddorp

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 61 00

F +31 88 866 87 95

[infodesk@tno.nl](mailto:infodesk@tno.nl)

Datum	14 juni 2012
Auteur(s)	E.A.P. Koningsveld Eur.Erg. H. de Kraker L.F.M. Kuijt-Evers R. Könemann F. Krause Eur.Erg.

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2012 TNO

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>i</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Doelstelling van het project</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Vraagstelling</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Het werkproces van (her)straten</b> .....	<b>5</b>
<b>5 Opzet van het onderzoek</b> .....	<b>6</b>
5.1 De werkzaamheden, locatie, de weg, het onderzoek.....	6
5.2 De fysieke belasting.....	7
5.3 De dataverwerking.....	7
<b>6 Resultaten</b> .....	<b>9</b>
6.1 Werkstijl .....	9
6.2 Werkorganisatie.....	10
6.3 Beoordeling van de werkmethoden op basis van een volledige werkdag.....	10
6.3.1 Handmatig straten .....	10
6.3.2 Machines met mechanische klemmen .....	10
6.3.3 Machines met vacuümunits .....	11
6.3.4 Formateermachine.....	11
6.3.5 Palletteermachines .....	11
<b>7 Conclusies</b> .....	<b>12</b>
<b>8 Aanbevelingen</b> .....	<b>13</b>
<b>Referenties</b> .....	<b>14</b>
<b>Bijlage 1 De standaard weg, conform CROW</b> .....	<b>15</b>
<b>Bijlage 2 De materialenstaat</b> .....	<b>16</b>
<b>Bijlage 3 Resultaten van de metingen</b> .....	<b>17</b>

## Samenvatting

Straatmaken is fysiek belastend werk. Relatief zware materialen worden in grote hoeveelheden met repetitieve werkmethoden aangebracht in of op een zandbed op zoolhoogte van de werknemers. Tillen en verplaatsen van materialen, bukken, knielen en andere werkhoudingen die algemeen als minder gunstig worden aangemerkt en repeterende bewegingen kenmerken het vak van zowel straatmaker als opperman bestratingen.

In de afgelopen dertig jaar heeft de branche veel aandacht besteed aan de fysieke belasting. Er zijn richtlijnen gekomen, een aantal mechanische hulpmiddelen en machines zijn ontwikkeld en op de markt gekomen, waarmee een deel van de werkzaamheden gemechaniseerd kan worden uitgevoerd.

Gebleden is dat er behoefte is aan een objectivering of de mechanisering in de praktijk tot een reductie van de fysieke belasting leidt. Dit was de aanleiding voor het Kenniscentrum Bestratingen om een onderzoek naar de fysieke belasting te laten uitvoeren van verschillende methoden van bestraten.

In het onderzoek zijn 9 verschillende methoden onderzocht, die zich in de rapportage laten clusteren tot vier groepen:

- handmatig bestraten;
- mechanisch bestraten met mechanische klemmen of vacuümunits;
- formatteermachine;
- palletteermachines.

Het onderzoek leert dat de fysieke belasting in alle gevallen hoog is. Wel komen er verschillen voor in aard en mate van de fysieke belasting. De verschillen in fysieke belasting tussen deze vier groepen komen deels voort uit de functionaliteit. Daarnaast worden aard en mate van fysieke belasting sterk beïnvloed door individuele en ploegkeuzes in werkstijl, taakverdeling en werkorganisatie. De effecten van die keuzes zijn zo groot, dat er geen generieke uitspraak kan worden gedaan dat de inzet van mechanische hulpmiddelen en machines vanzelf leidt tot een duidelijke reductie van de fysieke belasting.

In alle gevallen is aandacht voor werkhoudingen, werkstijl, werkorganisatie en werkduur vereist om tot zo verantwoord mogelijke werkomstandigheden te komen.

# 1 Inleiding

Straatmaken is fysiek belastend werk. Relatief zware materialen worden in grote hoeveelheden met repetitieve werkmethoden aangebracht in of op een zandbed op zoolhoogte van de werknemers. Tillen en verplaatsen van materialen, bukken, geknield werken, het werken in andere houdingen die algemeen als minder gunstig worden aangemerkt en repeterende bewegingen kenmerken het vak van zowel straatmaker als opperman bestratingen (hierna 'opperman').

In de afgelopen dertig jaar heeft de branche hier veel aandacht aan besteed. Belangrijke veranderingen traden op; met het oog op de fysieke belasting kunnen vooral worden genoemd:

- de beperking van de gewichten van bestratingmaterialen die handmatig worden verwerkt en
- de introductie van diverse mechanische hulpmiddelen en machines om taken in het bestraten te mechaniseren.

De Arbocatalogus Bestratingen (2009) stelt de volgende grenswaarden aan het handmatig tillen:

- één persoon mag maximaal 25 kg handmatig tillen;
- twee personen mogen maximaal 50 kg handmatig tillen (als de bewegingsruimte dit toelaat);
- straatstenen die handmatig worden verwerkt, mogen niet zwaarder zijn dan 4 kg per stuk;
- tegels die handmatig worden verwerkt, mogen niet zwaarder zijn dan 9,5 kg per stuk.

De mechanisatie in het opperen wordt op relatief grote schaal toegepast. Mechanisch aanbrengen van stenen is de afgelopen jaren duidelijk toegenomen, maar in de praktijk zijn er nog belemmeringen. Argumenten waarom werkgevers niet tot mechanisch werken overgaan, zijn bijvoorbeeld:

- praktisch: het te bestraten oppervlak is te klein of te divers naar vorm of materiaalkuize; mechanische hulpmiddelen/machines waren/zijn storingsgevoelig;
- economisch: het is bedrijfseconomisch te onvoordelig om mechanisch te werken; de inzetbaarheid voor een eigen mechanisch hulpmiddel/machine is voor veel bedrijven te klein om ze bedrijfseconomisch rendabel te laten zijn.

Echter, in 2006 is een brancheafsprake gemaakt met de Inspectie SZW<sup>1</sup>, die onder meer inhield dat er mechanisch bestraat moest worden bij oppervlakken van meer dan 1500 m<sup>2</sup> waar nieuwe bestratingmaterialen worden aangebracht.

De ontwikkelingen zijn snel gegaan; ook herstraten of straten met sierelementen is in veel gevallen technisch haalbaar met mechanische hulpmiddelen/machines.

Mede hierdoor is de brancheafsprake weer ongedaan gemaakt, met als directe aanleiding de Arbocatalogus Bestratingen en de CROW - Publicatie 'Mechanisch aanbrengen elementenverharding' (2010). Beide geven een praktische oplossing voor de intensieve fysieke belasting van straatmakers. Uitgangspunt is een keuze voor mechanisch straten, tenzij de omstandigheden van het werk dit onmogelijk maken en de context van het werk handmatig straten tot gevolg heeft.

---

<sup>1</sup> Toen: Arbeidsinspectie.

De Inspectie SZW stelt zich op het standpunt dat de techniek van mechanisch werken is verbeterd en de ervaring is toegenomen. Op basis van de huidige stand van de techniek ziet de Inspectiedienst dan ook geen reden om zonder mechanische hulpmiddelen te werken. In de Arbocatalogus Bestratingen (2009) wordt het volgende aangegeven:

- daar waar mogelijk zal bestrating mechanisch worden aangebracht om de fysieke belasting te verminderen. Voor een concrete invulling hiervan zie de “Instructiekaart Mechanisch aanbrengen elementenverharding”. Nuttige informatie hierover is terug te vinden in CROW - Publicatie 282 ‘Mechanisch aanbrengen elementenverharding - Verantwoorde afweging tussen handmatig en mechanisch straatwerk’;
- maak voorafgaande aan het werk een ‘Straatwerkplan’ en maak daarin altijd de afweging tussen mechanisch straten en handmatig straten;
- houdt u aan de afspraken zoals vastgelegd in het A - blad Bestratingsmateriaal.

Binnen het Kenniscentrum Bestratingen leeft al langere tijd de vraag hoe de fysieke belasting bij mechanisch werken zich verhoudt tot die bij handmatig werken. In de jaren tachtig zijn wel onderzoeken gedaan naar de fysieke belasting bij handmatig werken, onder meer om de verschillende methoden van handmatig straten te vergelijken (Koningsveld, 1983).

In 2002 is een onderzoek uitgevoerd waarin handmatig aanbrengen van elementen is vergeleken met mechanisch aanbrengen van elementen (met mechanische klem respectievelijk vacuümeenheid) (Burdorf et al., 2003). Dit onderzoek richtte zich dus niet op handmatig straten (intikken van de stenen) en op slechts twee manieren van aanbrengen van elementen.

Een zuivere vergelijking van de fysieke belasting bij mechanisch werken respectievelijk handmatig straten is nooit gemaakt. Daar ligt dan ook de achtergrond voor dit onderzoek. De uitkomst van dit onderzoek zal in objectieve zin bijdragen aan de discussie over regels en afspraken over hoe er gewerkt moet worden.

## 2 Doelstelling van het project

Het onderzoek maakt deel uit van een aantal activiteiten die leiden tot het voeren van een maatschappelijke discussie over de fysieke en psychische belasting van de straatmaker in relatie tot het gebruik van mechanische hulpmiddelen in de branche, teneinde werkgevers en werknemers gezamenlijke kaders te laten bepalen voor het arbeidsomstandighedenbeleid ten aanzien van het gebruik van mechanische hulpmiddelen.

### 3 Vraagstelling

De vraagstelling voor het onderzoek is:

*Breng de fysieke belasting in beeld van verschillende methoden om straten te maken en vergelijk deze onderling.*

## 4 Het werkproces van (her)straten

Deze procesbeschrijving is bedoeld om helder te maken welke taken en werkmethoden straatmakers, oppermannen en machinebedieners uitvoeren, en welke in het onderzoek worden betrokken; de taken/methoden met **(x)** zijn *niet* in het onderzoek betrokken, omdat die onafhankelijk van de keuze om mechanisch of handmatig te straten worden uitgevoerd.

### *Vorbereidende werkzaamheden*

- Uitbreken oude materialen **(x)**.
- Stenen/tegels reinigen **(x)**.
- Zand aanvoeren en verdelen **(x)**.
- Putten stellen **(x)**.
- Trottoirband stellen **(x)**.
- Afreien
  - 'Grof' → straten **(x)**.
  - 'Fijn' → aanbrengen **(x)**.
- Opperen **(x)**.

### *Aanbrengen elementverharding*

Tabel 4.1 Het aanbrengen van stenen en tegels (N.B.: vooraf was bepaald dat 6 methoden van mechanisch werken zouden worden vergeleken; uiteindelijk zijn er meer methoden in het onderzoek betrokken; zie § 5.1)

aanbrengen		straten
handmatig	mechanisch	handmatig met de hamer
• gebukt aanbrengen <b>(x)</b>	• methode 1	• gebukt <b>(x)</b>
• formatteren van stenen ten behoeve van mechanisch aanbrengen <b>(x)</b>	• methode 2	• geknield
	• methode 3	• zittend <b>(x)</b>
	• methode 4	
	• methode 5	
	• methode 6	

### *Nawerk*

- Uitvullen (handmatig stenen toevoegen).
- Zand opbrengen **(x)** en Afrillen **(x)**.

Mede bepalend voor de fysieke belasting en daarom onderdeel van de analyses:

- taakverdeling/de mate van roulatie;
- type materiaal: stenen/tegels/overige materialen.



## 5 Opzet van het onderzoek

### 5.1 De werkzaamheden, locatie, de weg, het onderzoek

In het onderzoek zijn negen werkmethodeën vergeleken (tabel 5.1).

Tabel 5.1 De vergeleken werkmethodeën

methode	rijweg	tegels	parkeervak
1. handmatig straten	✓	✓	✓
2. mechanische klem 1	✓	✓	✓
3. vacuümunit 1	✓	✓	✓
4. zelfformatterende/vacuümmachine	✓	–	–
5. formatteermachine	✓	–	–
6. palletteermachine 1	–	–	–
7. vacuümunit 2	✓	✓	✓
8. mechanische klem 2	✓	✓	✓
9. palletteermachine 2	–	–	–

De combinaties van methode en wegonderdeel zijn in dit onderzoek ‘shifts’ genoemd. Plan was elke shift 3 keer te onderzoeken, waar mogelijk steeds met een andere ploeg. De ploegen hadden voldoende ervaring met de werkzaamheden en methode waar ze op ingezet zijn. Enkele ploegen hadden erg weinig ervaring met de machine in die shift; die metingen zijn **niet** in de dataverwerking betrokken, maar opvallende punten zijn als aanvullende informatie wel in beschouwing genomen; in de praktijk zullen dat soort situaties zich immers ook voordoen.

Palletteermachine 2 is op de meetlocatie alleen toegepast door de ontwikkelaar/leverancier en de meting is daarmee niet representatief. Hierover doen we daarom geen gedetailleerde uitspraken.

De proefpersonen voor de diverse ploegen zijn als volgt geworven.

Binnen de branche is tijdens diverse bijeenkomsten een inleiding gehouden over het op te starten onderzoek en zijn de aanwezigen opgeroepen om personen met ervaring met de diverse mechanische hulpmiddelen en machines aan te melden. Ook is er via de leveranciers van de mechanische hulpmiddelen/machines een oproep gedaan om ploegen te werven binnen de bedrijven aan wie geleverd is. Hiernaast zijn straatmakers benaderd, die ervaring hebben met straten onder de hamer. Op deze wijze is een voor de dagelijkse praktijk representatieve groep proefpersonen samengesteld.

De onderzoeken vonden plaats in de Examenhal van het Bouw- en Infrapark te Harderwijk. In deze hal worden ook de bestratingsexamens afgenomen. De ‘vloer’ bestaat uit een zandbed. Omdat het een hal is en de metingen gecompriëerd in iets meer dan twee werkweken zijn uitgevoerd, is bereikt dat de omstandigheden tijdens het onderzoek voldoende constant waren. Enkele metingen zijn buiten uitgevoerd in zacht zonnig maartweer.

Er is gewerkt aan een ‘standaard’ weg, conform Richtlijnen van het CROW<sup>2</sup>. Deze weg bestaat uit een rijweg van 4.400 mm breed, parkeervak (1.800 mm) met inrit,

<sup>2</sup> Het nationale kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte.

en trottoir (1.500 mm) (bijlage 1). Naast elkaar in de hal is in twee 'vakken' gewerkt: in vak A een complete weg, in vak B alleen een rijweg. In het tracé van de rijweg zijn twee putten opgenomen die al voor de werkzaamheden zijn gesteld. De materialenstaat is opgenomen als bijlage 2.

Per shift is een halve dag besteed en per dagdeel zijn 2 shifts parallel gemeten. Na instructie en aanbrengen van meetapparatuur waren circa 2 uur beschikbaar voor metingen. Aansluitend werd het aangebrachte materiaal uitgebrouwen, gereinigd en weer beschikbaar gesteld voor de volgende shift.

## 5.2 De fysieke belasting

Ter voorbereiding is in de BedrijfstakAtlas van Arbouw (2011) nagegaan of er specifieke klachten aan het bewegingsapparaat naar voren komen in de beroepsgroepen straatmakers respectievelijk opperman-bestratingen. Straatmakers hebben relatief veel gezondheidsklachten die ze in verband met hun werk brengen. Ze vinden hun werk lichamelijk inspannend en geven aan in ongemakkelijke houdingen te werken. Voor de opperlieden komen geen significante verschillen naar voren in vergelijking met de bouw als geheel.

Deze gegevens uit 2011, die uit de periodieke gezondheidsonderzoeken bij de arbodienst voortkomen, geven geen verdere specificaties van de aard van gezondheidsklachten.

De versie van de BedrijfstakAtlas uit 1997 geeft wel een duiding van de aard van de klachten; straatmakers hebben relatief veel rugklachten en klachten aan de benen. In hoeverre deze gegevens nog representatief zijn voor de huidige situatie, is niet duidelijk.

De mate en aard van de fysieke belasting tijdens de werkzaamheden zijn bepaald met een team van drie onderzoekers: twee op de shift op de complete weg en één op de shift op de aparte rijweg. De ene onderzoeker scoorde werkhoudingen en fysieke belasting door gestandaardiseerde observaties, de andere volgde per shift één werknemer met een speciaal pak dat houdingen registreert (Xsens). Laatstgenoemde metingen zijn continue metingen van gewrichtstanden en tijdsduren. Alle situaties zijn op video vastgelegd.

Tijdens de observaties is specifiek gekeken naar houdingen en bewegingen van de nek, de schouders en de romp. Daarnaast is gelet op piekbelastingen die tijdens de werkzaamheden voorkomen. Aan het eind van de shift is een kort interview gehouden over tijdsaspecten, lichaamsklachten, de zwaarte van het werk en vragen over het werktempo.

## 5.3 De dataverwerking

Bij de analyse van de onderzoeksgegevens zijn de objectieve metingen van het Xsens-pak leidend geweest. De observaties, aangevuld met videobeelden, zijn gebruikt om de meetgegevens waar nodig op hun waarde te beoordelen. Het uitsluitend gebruiken van de meetgegevens zou namelijk tot verkeerde conclusies kunnen leiden. Als uit de meetgegevens bijvoorbeeld blijkt dat er regelmatig sprake is van een geheven bovenarm, is hieruit niet direct duidelijk of er ook sprake is van

een belastende situatie. Komt deze armheffing voor bij het uitvullen, dan is dit een belasting voor de schouders; als de armheffing voorkomt bij het vasthouden van de klem, is dit niet belastend omdat er sprake is van een ondersteunde arm.

De gemeten belastingen zijn beoordeeld met de TNO-richtlijnen fysieke belasting (Van der Grinten, 2004), die breed gedragen worden, onder andere door Stichting Arbow. De fysieke belasting is beoordeeld naar de belasting voor de nek, rug, schouders, armen respectievelijk knieën.

Er is globaal gekeken naar de mentale belasting en veiligheidsaspecten. De werkorganisatie en werkstijl zijn van invloed op de mate van fysieke belasting en worden waar nodig meegenomen in de resultaten.

Conform het stoplichtmodel dat in de richtlijnen wordt gebruikt, worden de beoordelingen gegeven op drie niveaus:

- a. een **'groen'** gebied: geen verhoogd risico op gezondheidsschade voor  $\geq 90\%$  van de mannen (P90♂);
- b. een **'geel'** gebied: verhoogd risico op gezondheidsschade; **maatregelen opnemen in plan van aanpak; bij voorkeur direct maatregelen nemen**. Bij de richtlijnen ten aanzien van uitwendige krachtoefening (in kilogram bij een gewicht of in kilogramforce bij een kracht) zoals voor tillen, duwen/trekken, dragen en repeterend handelen (kracht) geeft het gebied aan, dat tussen de 25% en 90% van de mannen (P25♂-P90♂) een bepaalde uitwendige kracht kan leveren. Houdingen en repeterende bewegingen met een verhoogd risico op gezondheidsschade zijn bij taakduren tussen 1 en 4 uur ook in dit gele gebied opgenomen;
- c. een **'rood'** gebied: sterk verhoogd risico op gezondheidsschade; **direct maatregelen nemen**. Bij de richtlijnen ten aanzien van uitwendige krachtoefening (in kilogram bij een gewicht of in kilogramforce bij een kracht), zoals tillen, duwen/trekken, dragen en repeterend handelen (kracht), geeft het gebied aan, dat  $\leq 25\%$  van de mannen (P25♂) een bepaalde uitwendige kracht kan leveren. Houdingen en repeterende bewegingen met een verhoogd risico op gezondheidsschade zijn bij taakduren van meer dan 4 uur ook in dit rode gebied opgenomen.

In een aantal expertsessies zijn de resultaten van de Xsens-metingen samen met de videobeelden besproken en is per werkmethode een eindoordeel gegeven. Daar waar sprake was van gecombineerde belasting of belasting rondom grenswaarden, is de beoordeling op basis van consensus gedaan.

## 6 Resultaten

De centrale vraagstelling van dit onderzoek is:

*“Breng de fysieke belasting in beeld van verschillende methoden om straten te maken en vergelijk deze onderling.”*

Zoals in de onderzoeksopzet aangegeven, zou een aantal van drie metingen per “shift” voldoende zijn om tot een oordeel te komen. In dit praktijkonderzoek bleken de ploegen soms grote verschillen in hun manier van werken te hanteren. Als dat zo is, kan en mag je die situaties niet simpelweg middelen. Waar er altijd al een expertoordeel over metingen geveld wordt, is die expertbeoordeling in dit onderzoek zeker ook belangrijk geweest.

In bijlage 3 geven we de beoordeling van de negen methoden zoals die daadwerkelijk zijn gemeten in Harderwijk. Die tabellen geven de objectieve metingen plus een expertoordeel van die specifieke situatie.

In een finale beoordeling is afgewogen of de waargenomen werkwijze als representatief kan worden aangemerkt, en waar dat niet of onvoldoende het geval is, hebben we de meest reële praktijksituatie als uitgangspunt genomen.

De resultaten zoals gepresenteerd in bijlage 3 worden hier dus wegens de soms grote verschillen tussen ploegen verder genuanceerd. De argumenten voor deze nuancering geven we in paragrafen 6.1 en 6.2.

In paragraaf 6.3 geven we het oordeel over de fysieke belasting van de verschillende methoden; hierbij zijn mechanische hulpmiddelen/machines gegroepeerd in vier groepen.

### 6.1 Werkstijl

De individuele werkstijl en die van de ploeg beïnvloeden de fysieke belasting in belangrijke mate. Bij het uitvullen met stenen kan men bijvoorbeeld kiezen om dat geknield of gebukt te doen.

De verschillen in werkstijl hebben te maken met ervaring, handigheid en vaak ook onbewuste keuzes. Belangrijke aspecten van werkstijl zijn:

- al dan niet duwen en trekken aan de klem/vacuümunit bij het mechanisch leggen van pakketten stenen;
- de keuze om geknield dan wel staand/gebukt stenen uit te vullen, of tussen die houdingen te variëren;
- keuzes om onregelmatigheden met de hand te corrigeren (aantikken met een steen of hamer in de hand), de voet (trappen, duwen) en/of gereedschap (wrikken met spade);
- de handigheid om stenen te tillen of te verslepen.

Ervaringen, kritisch durven en willen zijn op de eigen werkmethode, goed naar je lichaam luisteren en elkaar feedback geven kunnen zeker helpen de fysieke belasting te beperken.

## 6.2 Werkorganisatie

Straatmaken is kort cyclisch repetitief werk, dat daarmee al snel leidt tot eenzijdige fysieke belasting. Op zich zou taakrotatie binnen de ploeg een goede oplossing zijn om de eenzijdigheid te reduceren en om specifieke fysieke belastingen te verdelen over de dag en over de ploeg.<sup>3</sup> In de praktijk blijkt dit nauwelijks te gebeuren. Er zijn duidelijke redenen waarom taakrotatie niet of nauwelijks wordt toegepast: opleidingseisen en vakmanschap verschillen tussen machinist, straatmaker en opperman en in lijn hiermee de honorering. Hoewel taakrotatie in theorie dus wel kansen biedt om de fysieke belasting te verminderen, zijn de mogelijkheden in de praktijk sterk beperkt. We houden in ons eindoordeel daarom geen rekening met taakrotatie.

Een ander aspect dat de fysieke belasting beïnvloedt is productiedruk. Uit de interviews met de proefpersonen ontstaat het beeld dat, zodra er een mechanisch hulpmiddel of machine wordt ingezet, de prestatiedruk toeneemt: “de dure machine mag niet stilstaan”. Of dat bedrijfseconomisch ook klopt, is niet zeker.

De resultaten en conclusies in dit onderzoek zijn gebaseerd op de door het Kenniscentrum Bestratingen aangeleverde taakduren en de in de proefopstellingen waargenomen werktempo's.

## 6.3 Beoordeling van de werkmethoden op basis van een volledige werkdag

### 6.3.1 *Handmatig straten*

Handmatig straten levert een statische belasting op van de nek en de knieën die ‘rood’ is. De rugbelasting is ‘geel’, vooral door de statische houding van de bovenrug. De dynamische belasting van de schouders is ‘geel’, vooral door repeterende handelingen met de hamer. Het tillen van stenen wordt vooral slepend gedaan en is een trainbare handeling die aanvaardbaar is.

Gunstig bij handmatig straten is, dat er een hoge mate van taakautonomie is: de straatmaker en opperman worden niet opgejaagd door het tempo van het mechanisch hulpmiddel of de machine en kunnen op elk moment een ‘mini break’ nemen om de spieren en gewrichten even tot rust te laten komen of de houding te variëren.

### 6.3.2 *Machines met mechanische klemmen*

Er zijn relatief kleine verschillen gevonden tussen de hulpmiddelen die gebruik maken van mechanische klemmen en vacuümunits. Een deel van de resultaten is voor deze methoden dus gelijk.

De fysieke belasting die optreedt bij het werken met een mechanische klem varieert naar de werkstijl. We zien overwegend een zeer sterke taakdeling die zelden wordt afgewisseld. Daardoor is de fysieke belasting van de ene medewerker (vooral degene die de open gaten uitvult) veel hoger dan die van de andere (bijvoorbeeld de machinist).

---

<sup>3</sup> Het onderzoek van Burdorf et al. (2003) geeft ook al aan, dat bij mechanisch vlijen ten opzichte van handmatig *vlijen* (dus niet *straten*) er zowel positieve als negatieve invloeden op de fysieke belasting zijn. “De effecten van mechanisatie zijn positief als er een perfecte taakrotatie plaatsvindt. Als de taakrotatie gering is of helemaal niet wordt toegepast zijn de effecten negatief voor degene die de klem bedient (straatmaker) en gunstig voor de opperman die de machine bedient.” Overigens is in het aangehaalde onderzoek vooral naar de belasting van de rug en die door hurken/knielen gekeken en niet naar de nek, schouders en armen.

De nekbelasting is 'geel'; vooral een statische nekstand gedurende een substantieel deel van de werktijd ligt daaraan ten grondslag. Doordat de straatmaker veel afwisselt in kijkrichting, is de nekbelasting overigens 'geel' en niet 'rood'.

De straatmakers vertonen de neiging om de klem met de hand te willen bijsturen<sup>4</sup>; maar met een goede machinist is dat niet nodig. Als dat wel gebeurt, is er sprake van een 'rode' belasting van de rug; dit is dus vooral een gevolg van de werkstijl.

Het handmatig uitvullen, dat fysiek belastend is, is relatief veel werk bij het leggen van elleboogpakketten in keperverband. Bij keper-keper verband leggen speelt dit minder.

### 6.3.3 *Machines met vacuümunits*

Net als bij de mechanische klem varieert de fysieke belasting die optreedt bij het werken met een vacuümunit met de werkstijl. Ook hier zien we overwegend een zeer sterke taakdeling die zelden wordt afgewisseld. Daardoor is de fysieke belasting van de ene medewerker (vooral degene die de open gaten uitvult) veel hoger dan die van de andere (bijvoorbeeld de machinist).

Uit de metingen bestaat de indruk dat de vacuümunits minder aanleiding geven tot handmatig bijsturen, maar dit kan ook een effect zijn van het vakmanschap van de machinist. Bij de zelfformatterende vacuümmachine waar de straatmaker zelf de machine bedient, gebeurt het handmatig bijsturen weinig tot niet.

In alle gevallen is de nekbelasting 'geel'; vooral een statische nekstand gedurende een substantieel deel van de werktijd ligt daaraan ten grondslag. Doordat de straatmaker veel afwisselt in kijkrichting, is de nekbelasting overigens 'geel' en niet 'rood'.

Met de zelfformatterende vacuümmachine is er bovendien beter zicht op het werk, doordat de straatmaker-machinist naast het pakket staat. De fysieke belasting is bij deze machine relatief gunstig, omdat er weinig (handmatig) uitgevuld hoeft te worden, omdat de pakketten al keperverband hebben. Nadelen van deze machine zijn dat hij ongeschikt is voor het leggen van parkeervakken en trottoirs, en dat de man die de stenen in de machine 'voorsorteert' sterk eenzijdig repetitief werk heeft.

### 6.3.4 *Formatteermachine*

De fysieke belasting bij deze machine is 'rood' voor de nek en de schouders. De stand van de nek is statisch met een ongunstige hoek gedurende twee derde van de werktijd. De schouders worden te zwaar belast door de houding van de schouders en door het tillen van de straatstenen over een richel heen.

### 6.3.5 *Palletteermachines*

Beide palletteermachines, die uitgebroken stenen in een voor mechanisch herleggen geschikt patroon ordenen, konden niet binnen de voorwaarden van dit onderzoek worden gemeten. Bij één machine waren geen ervaren medewerkers beschikbaar en bij de andere was alleen de ontwikkelaar/leverancier beschikbaar. Daarom wordt hier volstaan met alleen een indruk van de fysieke belasting.

Beide machines leiden tot zeer eenzijdig repetitief werk, waarbij nek en schouders zwaar worden belast. We hebben geen beeld van de taakduur van deze werkzaamheden; de beoordeling heeft plaatsgevonden voor een volledige werkdag. De globale beoordeling leidt tot de conclusie dat dit werk niet langer dan enkele uren per dag gedaan mag worden.

---

<sup>4</sup> Dit gebeurt ook, omdat het ontwerp van de beugel bij bepaalde mechanische hulpmiddelen en machines daartoe uitnodigt.

## 7 Conclusies

De hoofdconclusie uit dit onderzoek is, dat de fysieke belasting bij straatmaken hoog is, of dat nu handmatig gebeurt of mechanisch.

Zowel bij handmatig straten als bij mechanisch werken komen er grote verschillen voor in fysieke belasting tussen de medewerkers van een ploeg. Het onderzoek leert dat de fysieke belasting in alle werkmethoden voor tenminste één man in de ploeg hoog is, vaak te hoog.

Er komen wel verschillen voor in de aard en mate van de fysieke belasting.

De aard en de mate van fysieke belasting worden sterk beïnvloed door individuele keuzes en afspraken binnen de ploeg voor werkstijl, taakverdeling en werkorganisatie.

Deze invloeden zijn zo groot dat er geen generieke uitspraak kan worden gedaan dat de inzet van mechanische hulpmiddelen en machines vanzelf leidt tot een duidelijke reductie van de fysieke belasting.

Een deel van de mechanische hulpmiddelen en machines kan bepaalde werkzaamheden niet aan, waardoor er handwerk overblijft, met name geldt dat voor parkeervakken en trottoirs. Mechanisch werken is bovendien niet op alle werken mogelijk. Die beperkingen aan de toepassing van mechanische hulpmiddelen en machines brengen met zich mee, dat de kans om een hulpmiddel kosteneffectief in te zetten beperkt is. Die beperking kan leiden tot een hoge tempo- en prestatiedruk op de ploeg bij mechanisch werken.

Handwerk dat verbonden is met mechanisch werken, is in elk geval het uitvullen met stenen waar het mechanisch hulpmiddel gaten doet ontstaan. Het handmatig uitvullen is relatief veel werk bij het leggen met mechanische klemmen of vacuümunits van elleboogpakketten in keperverband. Het uitvullen gebeurt geknield of gebukt en gaat vooral bij geknield werken gepaard met een hoge fysieke belasting van knieën en nek.

De palletteermachines en de formatteermachine brengen sterk eenzijdig werk met zich mee en daarmee een eenzijdige fysieke belasting. Met name het palletteren mag niet meer dan enkele uren per dag worden gedaan.

## 8 Aanbevelingen

In alle werkmethoden is aandacht vereist voor werkhoudingen, werkstijl, werkorganisatie en werkduur om tot zo verantwoord mogelijke werkomstandigheden te komen. Het gaat dan met name om scholing, training en instructie.

Het is belangrijk dat de medewerkers zich goed bewust zijn dat straatmaken fysiek belastend werk is en dat ze de mogelijkheden kennen die er zijn om hun fysieke belasting te beperken en die mogelijkheden ook zo veel mogelijk toepassen. Deze zijn:

- voorkom langdurige eenzijdige belasting:
  - neem regelmatig korte momenten rust;
  - ga regelmatig staan en wat lopen als je geknield werkt;
  - wissel geknield en staand werken bij uitvullen af;
- duw of trek niet aan klemmen of vacuümunits: zorg voor een ervaren machinist en laat de machinist met de machine het werk doen;
- zorg voor heldere en ook uit gezondheidsoogpunt reële dagproducties;
- voorkomen moet worden dat bij mechanisch werken de hoge machinekosten aanleiding geven tot productie-eisen die alleen met te grote fysieke belasting bereikt kunnen worden;
- aan opdrachtgevers is het om te voorkomen dat de tempodruk door onredelijke prijsstelling te hoog wordt.

Uitvoerders en collega's kunnen met toezicht en feedback helpen de werkomstandigheden te bewaken.



## Referenties

Anon. A-blad Bestratingsmateriaal. Harderwijk: Arbouw, 2010.

Anon. Arbeidsrisico's in de bestrating - Gerichte inspecties in uw branche. Den Haag: Arbeidsinspectie, 2010.

Anon. Arbocatalogus Bestratingen. Harderwijk: Arbouw, 2009.  
<http://www.arbocatalogus-bestratingen.nl/>

Anon. Bedrijfstatlas 1997. Amsterdam: Arbouw, 1997.

Anon. Bedrijfstatlas 2011. Harderwijk: Arbouw, 2011.

Anon. Instructiekaart Mechanisch aanbrengen elementenverharding.  
[www.arbocatalogus-bestratingen.nl/pdf/Instructiekaart%20Mechanisch%20aanbrengen%20elementenverharding.pdf](http://www.arbocatalogus-bestratingen.nl/pdf/Instructiekaart%20Mechanisch%20aanbrengen%20elementenverharding.pdf)

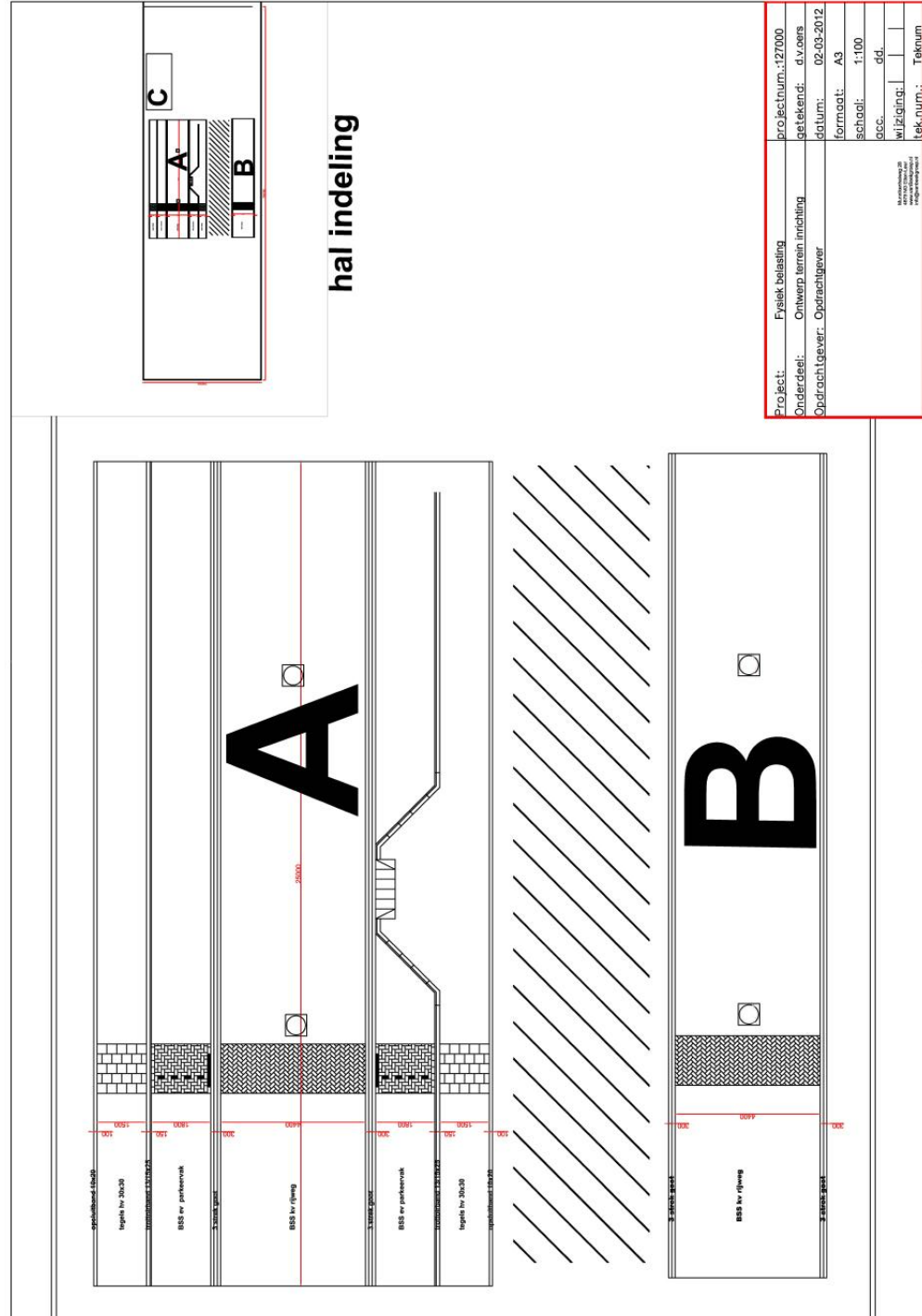
Anon. Mechanisch aanbrengen elementenverharding – Verantwoorde afweging tussen handmatig en mechanisch straatwerk. Publicatie 282. Ede: CROW, 2010.

Burdorf A, Windhorst J, Meerding WJ. Effecten op arbeid en bedrijfsvoering van de introductie van arbovriendelijke hulpmiddelen bij straatmaken en vloerleggen. Rotterdam: Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg, Erasmus MC, 2003.

Grinten MP van der, Douwes M, Korte EM de, Commissaris DACM, Bosch T. TNO-richtlijnen fysieke belasting. Hoofddorp: TNO Arbeid, 2004. Vertrouwelijk rapport voor intern gebruik.

Koningsveld EAP. Werk en werkomstandigheden van de straatmaker, deel 2: werkhoudingen. Amsterdam: BGBouw, 1983.

# Bijlage 1 De standaard weg, conform CROW



## Bijlage 2 De materialenstaat

### Vak A

omschrijving	hoeveelheid	eenheid
opsluitband 10x20	50	m
trottoirband 13/15x25	50	m
trottoirband 13/15 inwendig 135 gr	2	stuks
trottoirband 13/15 uitwendig 135 gr	2	stuks
inritblok 60x20x30 links	1	stuks
inritblok 60x20x30 rechts	1	stuks
inritblok 60x20x30 tussen	4	stuks
tegels 30x30 halfsteensverband	83	m <sup>2</sup>
tegels 15-30	200	stuks
BSS zwart elleboogverband	85	m <sup>2</sup>
kopjes zwart	250	stuks
BSS grijs elleboogverband	110	m <sup>2</sup>
BSS grijs normaal	750	stuks
BSS wit normaal	170	stuks
putafdekking	2	stuks

### Vak B

omschrijving	hoeveelheid	eenheid
BSS grijs elleboogverband	110	m <sup>2</sup>
BSS grijs normaal	750	stuks

## Bijlage 3 Resultaten van de metingen

<b>Handmatig straten</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Vooraf statisch, inw. nekhoek 40°. 60% van de tijd >25° Dynamisch is OK.
rug	Vooraf statisch, grote hoek, vooral uit bovenrug, 50°. 40 % van de tijd >20°. Dynamisch verwaarloosbaar t.o.v. statisch.
schouders	Vooraf dynamisch, frequentie (tikarm) 18x/min. Andere 13x/min. Hoeken tussen 20 en 60°. Helft van de bewegingen met andere arm is met klinker in de hand (tillen/slepen). Trainbaar. Knijpen van de klinkers/tegels (4 kg en 9 kg). Trainbaar.
knieën	Continu op knieën.
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	+++ de straatmaker en de opperman kunnen op elk moment een kort rust-moment nemen.
<i>Overig</i>	
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	n.v.t.
vallende objecten	n.v.t.
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slepen versus tillen van klinkers.</li> <li>• Geknield versus staand (komt niet veel voor).</li> <li>• Invloed opperman: waar ligt het materiaal.</li> </ul>
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	<p>Handmatig straten brengt een sterk verhoogd risico op klachten aan het bewegingsapparaat met zich mee. Dit wordt vooral veroorzaakt door de houding waarin gewerkt wordt. De belangrijkste knelpunten hierbij zijn de nek en de knieën.</p> <p>De nek wordt met een relatief grote inwendige nekhoek gedurende een groot deel van de werktijd statisch belast. De knieën worden vrijwel continue belast doordat er op de knieën gezeten/gekropen wordt.</p> <p>De rug en schouders worden flink belast, maar in mindere mate dan nek en knieën. Selectie en training on the job maken deze belasting minder ernstig.</p> <p>Gunstig is de taakautonomie: werk kan op elk moment worden onderbroken voor rustmomenten.</p>

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.

<b>Mechanische klem 1</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Vooral statisch, inw. nekhoek 40°. 30% van de tijd >25° Dynamisch: 45°, frequentie 5x/min. Met veel afwisseling in richting en hoek is het OK.
rug	Vooral statisch, grote hoek, vooral uit bovenrug, 50°. 5 % van de tijd >20° (verwaarloosbaar). Dynamische hoek 60°, 8x/min. Expertoordeel: veel rust tussendoor, frequentie in praktijk lager.
schouders	Vooral dynamisch, 48°, frequentie 12x/min. Hoeken tussen 20 en 60°. Frequentie is incl. afgesteunde armen en bewegingen die onder 'gezonde afwisseling' vallen.
knieën	Beïnvloed door werkstijlkeuzes. Continu op knieën/ continue staand. Afwisseling is mogelijk
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	+
<i>Overig</i>	
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	Ja
vallende objecten	Kan, risico groter bij mechanisch ten opzichte van vacuüm. Afhankelijk van afstelling van de klem en kwaliteit stenen.
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duwen/ trekken aan machine-arm: gebeurt in de praktijk wel, is niet nodig. Voorkombare belasting.</li> <li>• Geknield versus staand.</li> </ul>
	Mechanische klem: legt pakket niet heel netjes neer: regelmatig wrikken/ duwen/ schoppen etc.
opperman	Materiaal voor randen en gaten vullen moet klaargezet worden. Springt in bij uitvullen/knippen etc. Verpakking van pakketten afhalen. Meer taken dan bij handmatig. Vergt meer afstemming met straatmaker/machinist.
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	Bij het werken met deze mechanische klem is er sprake van een verhoogd risico op klachten. De belangrijkste risico's worden veroorzaakt door de houding van de nek, rug en knieën. De nek wordt statisch belast met een relatief grote inwendige nekhoek. De duur van deze belasting is aanzienlijk kleiner dan bij handmatig straten. De rug wordt belast door de frequente diepe buigingen die gemaakt worden. Voor het uitvullen wordt veel op de knieën gewerkt wat een risico op klachten vormt.

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.

<b>Vacuümunit 1</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Vooral statisch, inw. nekhoek 35°. 40% van de tijd >25° Dynamisch: 45°, frequentie 5x/min. Met veel afwisseling in richting en hoek is het OK..
rug	Vooral statisch, grote hoek door staand werken: statisch 70°, 12%>60°, 8% 20-60°. Dynamisch eind 80°, 6x/min.
schouders	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
knieën	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	+
<i>Overig</i>	
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	Ja
vallende objecten	Beperkt risico.
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	Veel straatmakers die staand werken, bij uitvullen, daardoor grote rughoek. Rughoeken en fysieke belasting volledig bepaald door afwijkende werkstijl (nl staand werken).
opperman	
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	Het werken met deze vacuümunit brengt een sterk verhoogd risico op rugklachten met zich mee . De geobserveerde stratenmakers die deze unit gebruikten, deden de werkzaamheden (positioneren, uitvullen) staand, waardoor de rug langdurig zeer sterk gebogen was. Dit gebeurde statisch maar ook tijdens bewegingen. Bij de nek was ook sprake van een belastende statische nekhoek, hoewel deze wat kleiner was dan die bij handmatig straten.  Opgemerkt moet worden dat de fysieke belasting in dit geval grotendeels bepaald wordt door de werkstijl (staand werken in plaats van op de knieën). Deze werkstijl wordt niet opgelegd door de machine.

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.

<b>Zelfformatterende vacuümmachine</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Vooraf statisch, inw. nekhoek 40°. 50% van de tijd >25° Dynamisch: 40°, frequentie 4x/min.
rug	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
schouders	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
knieën	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	++ omdat de straatmaker tevens machinebediener is.
<i>Overig</i>	
	<i>Alleen geschikt</i> voor keper-keper gelegd; Beter zicht op het werk doordat machinist naast het pakket staat. Hierdoor gaat keper-keper leggen makkelijker dan met andere machines. <i>Niet geschikt</i> voor parkeervakken, trottoir.
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	Ja
vallende objecten	Beperkt risico.
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	
opperman	Continu repetitief en saai werk voor de medewerker aan de zijkant van de machine.
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	Het werken met deze vacuümmachine brengt een verhoogd risico op klachten aan de nek met zich mee. Dit wordt veroorzaakt door het langdurig naar beneden kijken, waarbij een grote inwendige nekhoek gedurende aaneengesloten periodes voor komt.

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.

<b>Formatteermachine</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Vooral statisch, inw. nekhoek 40°. 66% van de tijd >25° Dynamisch: 47°, frequentie 2x/min.
rug	Piekhoeck 28°, frequentie 7x/min
schouders	Gem. piekhoeck 40°, frequentie (li/re) 25x/min (gewicht van klinker 4 kg wordt getild over richel heen)
knieën	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	- Tempo wordt bepaald door machine
<i>Overig</i>	
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	
vallende objecten	Reëel risico op vallende stenen bij vullen van de voorraadbak.
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	
opperman	
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	Het werken aan deze machine leidt tot een sterk verhoogd risico op klachten aan de nek en de schouders. Doordat de stenen met een hoog tempo en op grote reikafstand gepakt moeten worden, worden de schouders belast door een combinatie van bovenarmhoek en hoge frequentie. De nek wordt statisch belast omdat gedurende lange periodes naar beneden gekeken wordt (vooral bij het wegleggen van de stenen wat vlak voor de buik wordt gedaan).

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.



<b>Palletteermachine 1</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Statische hoek 32°; 55% >25° Gem. piekhoek 36°; freq. 2x/min >25°
rug	Statische hoek 23°; 3%>25° Dynamisch 30°; 8x/min
schouders	Gem. piekhoek 46°/23°, 4%/1% Statische hoek rechts; 29° 15/min>20°, 2/min>60° Statische hoek links 27° 17/min>20°, 2/min>60°
knieën	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden	
autonomie	
<i>Overig</i>	
	Geen ervaren palletteerders gemeten.
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	
vallende objecten	Reëel risico op vallende stenen bij vullen van de voorraadbak.
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	
opperman	
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	De palletteermachine leidt tot een sterk verhoogd risico op nek- en schouderklachten. De stenen worden met een hoog tempo weggelegd en op afstand neergelegd. De statische inwendige nekhoek is groot en komt gedurende aaneengesloten periodes voor. Werktempo is wel zelf te regelen door middel van aan/uitknop.

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.

<b>Vacuüunit 2</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Vooral statisch, inw. nekhoek 35°. 20% van de tijd >25° Dynamisch: 45°, frequentie 7x/min. Met veel afwisseling in richting en hoek is het OK.
rug	Vooral statisch, grote hoek, vooral uit bovenrug, 50°. 4 % van de tijd >20° (verwaarloosbaar). Dynamische hoek 56°, 11x/min. Expertoordeel: veel rust tussendoor, frequentie in praktijk kleiner. Mogelijkheid om af te steunen op de handen.
schouders	Vooral dynamisch, 47°, frequentie 14x/min. Hoeken tussen 20 en 60°. Frequentie is incl. afgesteunde armen en bewegingen die onder 'gezonde afwisseling' vallen.
knieën	Continu op knieën bij uitvullen.
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	+
<i>Overig</i>	
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	Ja
vallende objecten	
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	Machine is sterk vergelijkbaar met andere vacuüunit maar de werkstijl die we bij beide machines gezien hebben was afwijkend: bij deze werd bij uitvullen het meest geknield gewerkt in plaats van staand. Dat is van grote invloed op de fysieke belasting.
opperman	
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	Bij het werken met deze vacuüunit is er sprake van een verhoogd risico op klachten. De belangrijkste risico's worden veroorzaakt door de houding van de nek, rug en knieën. De nek wordt statisch belast met een relatief grote inwendige nekhoek. De duur van deze belasting is aanzienlijk lager dan bij handmatig straten. De rug wordt belast door de frequente diepe buigingen die gemaakt moeten worden. Bij het werken met deze klem wordt ook veel op de knieën gewerkt wat een risico op klachten vormt.

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.

<b>Mechanische klem 2</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Vooral statisch, inw nekhoek 46°; 20% van de tijd > 25°. Dynamisch, 55°, 8x/min Met veel afwisseling in richting en hoek is het OK.
rug	Voor statisch, 46° gemiddeld gedurende 20% van de tijd > 20°. Dynamisch 55°, 8x/min.
schouders	Vooral dynamisch: Rechts, 41°, 15x/min 20-60°. Links 42° 12x/min. Natuurlijk rustperiodes tussendoor en inclusief afgesteunde armen.
knieën	Continu op knieën bij uitvullen.
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	+
<i>Overig</i>	
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	Ja
vallende objecten	
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	Machine is sterk vergelijkbaar met vacuümunits; weinig tot geen vasthouden van de klem gezien.
opperman	
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	Het werken met deze mechanische klem leidt tot een verhoogd risico op klachten aan de nek, rug en knieën. Ook bij deze klem wordt het risico veroorzaakt door de werkhouding. De nek wordt langdurig statisch belast en de rug wordt vooral belast door de frequente buigingen. Doordat er vrijwel continu op de knieën gewerkt wordt is ook het risico op knieklachten sterk verhoogd.

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.

<b>Palleteermachine 2</b>	
<i>Fysieke belasting</i>	
nek	Statische hoek 30°; 65% >25° Gem. piekhoek 35°; freq. 12x/min >25°
rug	Statische hoek 23°; 3%>25° Dynamisch 30°; 8x/min
schouders	Gem. piekhoek 28°/27° 11/min>20° 14/min>20°
knieën	Geen verhoogd risico voor gezondheidsschade
<i>Mentale belasting</i>	
regelmogelijkheden autonomie	+/- Geen ervaren werknemers gemeten, sterker nog: de enige proefpersoon was de ontwikkelaar/verhuurder.
<i>Overig</i>	Ontwikkelaar/verhuurder was proefpersoon en is niet representatief voor de gemiddelde gebruiker van de machine.
<i>Veiligheid</i>	
werken met machines	Ja
vallende objecten	
<i>Werkstijl en organisatie</i>	
ervaring/kunde, zelf gekozen houdingen, teamwork	
opperman	
<b>TOTAAL FYSIEKE BELASTING</b>	Het werken met de formatteermachine brengt een sterk verhoogd risico op klachten aan de nek en schouders met zich mee. De stenen worden met een hoog tempo weggelegd iets voor de romp. De statische inwendige nekhoek is niet heel groot maar komt gedurende lange aaneengesloten periodes voor.

Bovenstaande beoordeling betreft het werken zoals waargenomen in de meetopstelling. Dit kan zowel gunstiger als ongunstiger zijn ten opzichte van wat de experts in de praktijk verwachten. In het hoofdstuk conclusies geven we het expertoordeel van wat in de praktijk verwacht mag worden.