

SM 60

Vloerreiniging met microvezels:
een technische beoordeling
(inclusief vertaling naar de praktijk)

Dit onderzoek is geïnitieerd door de commissie Techniek VSR
en vervolgens in opdracht van VSR uitgevoerd door
TNO Reinigingstechnieken.

SM 60

Vloerreiniging met microvezels:
 een technische beoordeling
 (inclusief vertaling naar de praktijk)

TNO Reinigingstechnieken

Datum	4 mei 1999
Auteur(s)	dr.ir. A.E. Duisterwinkel ir. E. van Eck dr.ir. J.H.A. Schoenmakers
Opdrachtgever(s)	Vereniging Schoonmaak Research TILBURG
Rapportnummer	SM 60
Eindverantwoording	dr. A.T.G.M. Bastein

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, 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 onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende ter zake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

©1999 TNO

Uitgegeven door Vereniging Schoonmaak Research

VSR staat voor Vereniging Schoonmaak Research, een onafhankelijk platform voor alle marktpartijen in het schoonmaakonderhoud. VSR streeft naar verhoging van het professionele niveau door onderzoek, voorlichting en opleiding.

© VSR, februari 2021

Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van VSR niets uit deze uitgave worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

SAMENVATTING

ALGEMEEN

Op de schoonmaakmarkt verschijnen nu microvezelhoudende materialen voor onderhoud van harde vloeren: pads, moppen, vlakmoppen en wisdoeken. Gezien het succes van microvezeldoeken lijkt ook toepassing in onderhoud van harde vloerooppervlakken veelbelovend, maar er zijn enkele indringende vragen te stellen:

- Hoe groot is de winst in reinigingssnelheid en weegt dit op tegen de investering?
- Droogt de vlakmop niet te snel uit en verliest daardoor zijn effectiviteit?
- Is het mogelijk in één arbeidsgang stofwissen en vuilverwijdering te combineren?
- Treedt er versnelde slijtage op van de vloer door toepassing van microvezels?

Doel van dit onderzoek is het beantwoorden van bovenstaande vragen. Het onderzoek beperkt zich tot harde vloermaterialen en gebruikt methoden en kennis uit het werk dat TNO Reinigingstechnieken in het verleden uitvoerde voor de VSR aan microvezeldoeken ^[1] en aan nat-reinigingsmethoden voor vloeren ^[2]. Ook dit onderzoek wordt financieel ondersteund door de VSR.

Ter voorbereiding van dit onderzoek is nagegaan welke vloerreinigingsproducten met microvezels op de Nederlandse markt worden gebracht en wat de eigenschappen daarvan zijn. Uit die middelen is een selectie gemaakt (Tabel S.1). Van meerdere vlakmoppen is gemeten wat de krachten zijn die op de vloer worden uitgeoefend tijdens vlakmoppen. Op basis daarvan zijn de laboratoriumtesten naar effectiviteit en materiaalaantasting aangepast aan de omstandigheden tijdens vlakmoppen. Ook zijn de resultaten van de krachtenmeting gebruikt bij de interpretatie van de resultaten van die testen.

RESULTATEN

Voor vloeronderhoud worden ten tijde van het samenstellen van dit rapport meer dan 30 microvezelhoudende materialen op de Nederlandse markt gebracht. Dit zijn vooral vlakmoppen. De documentatie die beschikbaar wordt gesteld bij deze materialen is vaak zeer beperkt. Drie microvezelhoudende vlakmoppen zijn geselecteerd om te vergelijken met een referentievlakmop (Ref), zie Tabel S. 1. Met die materialen zijn de testen uitgevoerd op grond waarvan de vier boven gestelde vragen zijn beantwoord.

Code	Samenstelling	Structuur	Reinigingsmiddel toegevoegd
Ref	100% katoen	geweven, lussen	ja
a	25% microvezel	geweven, lussen	nee
G	100% microvezel	gebreed, gesneden	nee
S	50% microvezel	geweven, gesneden	nee

Tabel S.1 Codes van de onderzochte vlakmoppen

Voorafgaand aan de experimentele bepalingen zijn eerst enkele berekeningen en metingen uitgevoerd om na te gaan hoe het vlakmoppen van vloeren goed is te simuleren. De metingen van de optredende krachten leverden enkele verrassende conclusies:

- er is geen onderscheid tussen referentievlakmop en microvezelhoudende vlakmoppen; de kracht nodig voor het verplaatsen van een doek die voor 100% uit microvezel bestaat was echter een factor 1,5 groter;
- de reinigingsdruk neemt toe met toenemend vochtgehalte van de vlakmop;
- de druk bij vlakmoppen is ongeveer 1/3 van de druk onder de gemiddelde éénschijfsmachine en een factor 7,5 kleiner dan handmatig reinigen;
- de snelheid van vlakmoppen heeft nauwelijks invloed op de reinigingsdruk.

De reinigingsnelheid en effectiviteit

Tabel S.2 vat de resultaten van de uitgevoerde reinigingstesten samen. Belangrijkste conclusie is dat de microvezelhoudende vlakmoppen (zonder gebruik van reinigingsmiddel) een vergelijkbare prestatie leveren als de referentievlakmop (met reinigingsmiddel). Afhankelijk van vuil en ondergrond zijn er in enkele gevallen kleine maar significante verschillen gevonden, maar steeds weer voor een andere vlakmop. Bijzondere vlekken (koffie, schopstrepen) worden matig of slecht verwijderd door alle onderzochte vlakmoppen. Voordeel van microvezelhoudende vlakmoppen is dat zonder reinigingsmiddel kan worden gewerkt. Zodoende kan worden voorkomen dat met een verkeerd of met te veel middel wordt gewerkt.

De invloed van het vochtgehalte

Het te reinigen oppervlak is voor vloeren veel groter dan voor interieur. De kans bestaat dat de (microvezelhoudende) vlakmop te snel uitdroogt en aan effectiviteit verliest. Uit de metingen blijkt dat het vochtverlies gedurende vlakmoppen beperkt bleef tot ca. 2 g/m². Als de vlakmop voldoende nat is bij aanvang, dan blijft het vochtgehalte boven 100%. Dan is het effect van uitdroging op de effectiviteit van de vlakmop gering (Tabel 6.2). Uitzondering is vlakmop S die na 20 m² van 100% vocht uitgedroogd is tot 50%. De effectiviteit van deze mop kan dus aanmerkelijk dalen tijdens het te reinigen oppervlak. Door een andere structuur of bijmenging van andere vezels moet dit effect echter te vermijden zijn. Ondanks het grotere vochtverlies is de droogtijd bij gebruik van vlakmop S niet langer dan bij andere vlakmoppen, doordat deze vlakmop fijnere druppeltjes achterlaat. In gebieden van grotere waterhardheid kan op donkere vloeren streepvorming optreden door het achterlaten van kalkhoudend water dat opdroogt tot witte vlekjes. Als de druppeltjes voldoende klein zijn dan blijven de kalkvlekjes zo klein dat ze niet zichtbaar zijn. Bij dergelijke omstandigheden kan het gebruik van microvezelhoudende vlakmoppen dus additionele voordelen bieden.

De 'praktijk'-benaderende experimenten tonen een negatieve invloed van (teveel) vocht; de laboratorium-experimenten tonen een positieve invloed van meer vocht (Tabel 6.2). In de praktijktesten wordt een tamelijk zwaar vervuilde vloer gebruikt. De schoonmaker gaf aan dat de optredende krachten geringer zijn als de mop natter is: wellicht dat die hoeveelheid vuil en water leidt tot een zekere 'smearing' uit vlakmop en vloer. Gevolg is dat de vlakmop het vuil voor een deel uitsmeert in plaats van verwijdert. Dit is te zien op de foto's van de praktijktesten.

vuil/ondergrond	type test ¹⁾	vochtgehalte	Ref met detergent	a	G	S	
				zonder detergent			
samenstelling: (k: katoen; mv: microvezel)			100% k	25% mv	100% mv	50% mv	
straatvuil/gepoly-meerd linoleum	praktijk	100%	80%	60%	80%	90%	
		nat ²⁾	30%	< 10%	30%	30%	
		zeer nat ²⁾					
straatvuil/gepoly-meerd linoleum	lab	nat ²⁾	80%	90%	90%	80%	
straatvuil/linoleum ³⁾	lab	nat ²⁾	90%	90%	>90%	>90%	
schopstreep/linoleum ³⁾	lab	nat ²⁾	slecht; geen onderscheid mogelijk				
schopstreep (roet)/ sanitairtegel	lab	nat ²⁾	80%	80%	80%	80%	
			100% ⁴⁾	100% ⁴⁾	100% ⁴⁾	100% ⁴⁾	
schopstreep (thermo-plast)/ sanitairtegel	lab	nat ²⁾	<10%	<10%	<10%	<10%	
			50% ⁴⁾	50% ⁴⁾	60% ⁴⁾	70% ⁴⁾	
koffie/linoleum ³⁾	lab	10%	>150	>150	>150	>150	
			50%	20	30	120	44
			100%	15	13	16	17
			nat ²⁾	10	8	6	9
koffie/PVC-vloer	lab	10%	>150	>150	>150	>150	
			50%	36	21	>125	40
			100%	12	11	18	15
			nat ²⁾	11	9	7	10
straatvuil/ sanitairtegels SCORE t.o.v. REF	lab	10%	n.v.t.	slechter	slechter	slechter	
		50%	n.v.t.	slechter	slechter	beter	
		100%	n.v.t.	vlek volledig gereinigd			

Tabel S.2: Samenvatting van de reinigingsresultaten van alle uitgevoerde testen (percentage vuilverwijdering of aantal slagen om de vlek te verwijderen)

- 1) praktijk: test volgens SM 44 op praktijkvloer van 20 m² met een gehele mop; lab: laboratoriumproef volgens SM 53 (aangepast) met een testlapje van 4 bij 9 cm
- 2) nat: uit de wringer; vochtgehalte 150 tot 200%; zeer nat: niet uitgewrongen.
- 3) linoleum 'af fabriek', grijs of zwart, zonder verdere polymeerbehandeling
- 4) test uitgevoerd bij 25 i.p.v. 2 slagen en 28,5 i.p.v. 12,5 g/cm² reinigingsdruk

In de praktijktesten is het vuil niet homogeen verdeeld. Een deel van het vuil wordt niet waargenomen door de meettechniek (foto's van UV-fluorescerende tracer) omdat er ander vuil bovenop ligt. Na 'uitsmeren' is zowel het bovenste als het onderste vuil zichtbaar. Relatief gezien lijkt daardoor het reinigingseffect bij de praktijktesten slecht. Dergelijke effecten kunnen niet optreden bij de laboratoriumtest omdat daar de mop relatief met minder vuil wordt belast en het vuil al goed verdeeld is.

In deze zin is de laboratoriumtest betrouwbaarder. Echter, het versmeren van vuil wordt in de praktijk ook waargenomen; in de praktijk is vuil immers niet altijd homogeen verdeeld! De praktijktest benadert de praktijk inderdaad beter. Kortom: de metingen tonen aan dat in principe de vuilverwijdering beter is bij nattere vlakmoppen, maar dat onder bepaalde omstandigheden juist versmering van vuil kan plaatsvinden. Het vuil heeft daarmee een belangrijke invloed op de krachten die optreden tijdens het reinigingsproces en de effectiviteit daarvan. Deze invloed moet bij toekomstige metingen worden meegenomen in de beschouwing.

Stofwissen en vuilverwijdering in één arbeidsgang

Uit het voorgaande is duidelijk dat de vuilverwijderende capaciteit van (microvezelhoudende) vlakmoppen beperkt is, en zijn er aanwijzingen dat belasting met vuil een negatieve invloed heeft op die werking. Ook is duidelijk dat er geen significante verschillen zijn tussen vlakmoppen zonder microvezels met reinigingsmiddel en vlakmoppen met microvezels zon-

der reinigingsmiddel. De verwachting is daarom dat ook de stofverwijderende eigenschappen van beide materialen niet ver uiteen zullen lopen.

Om deze redenen is bovenstaande vraag niet experimenteel beantwoord. We volstaan met de opmerking dat het antwoord afhangt van de stof- en vuilbelasting. Het valt niet te verwachten dat het gebruik van microvezels in dit opzicht grote voordelen geeft ten opzichte van conventionele materialen.

Slijtage van vloermaterialen

Experimenten hebben aangetoond dat bij vlakmoppen, zowel droog als nat, geen slijtage optreedt aan de vloermaterialen linoleum en PVC. Schade aan hardere vloermaterialen zoals tegels en natuursteen lijkt daarmee geheel uitgesloten. Deze conclusie geldt voor vlakmoppen met en zonder microvezels en is bevestigd bij drukken die vele malen hoger liggen dan drukken die in de praktijk bij vlakmoppen zullen optreden.

Discussie

Voor microvezeldoeken werd een consistent betere werking gevonden dan het conventionele systeem ondanks het feit dat geen reinigingsmiddel werd gebruikt bij de microvezeldoeken^[1]. In dit onderzoek constateren we dat microvezelhoudende vlakmoppen met gewoon water ongeveer even goed werken als een gewone vlakmop met reinigingsmiddel. De verklaring van dit verschil ligt in een twee verschillen tussen handmatig reinigen en vlakmoppen:

- 1) in de vlakmoppen wordt in het algemeen de microvezel sterk verdund met andere vezels;
- 2) bij vlakmoppen wordt een veel lagere druk toegepast dan bij andere reinigingsmethoden.

In vlakmoppen wordt maar een beperkt percentage microvezels wordt toegepast omdat anders de optredende krachten te groot worden: het vlakmoppen wordt te zwaar. Inderdaad is vlakmoppen met een microvezeldoek 1,5 maal zo zwaar als met alle andere vlakmoppen. Door het bijmengen van andere vezels is de gemiddelde druk voor microvezelhoudende vlakmoppen gelijk aan die van de referentiemop. Gevolg is dat het vlakmoppen met deze materialen ergonomisch gezien niet beter of slechter is dan vlakmoppen met de referentiemop.

Uit eerder onderzoek^[1] is duidelijk dat de invloed van 'chemie' (ofwel reinigingsmiddel) beperkt is bij interieuronderhoud, en dat de betere werking van microvezeldoeken te vinden moet zijn in verhoogde 'mechanica'. Nu voor vlakmoppen in dit opzicht geen verschillen worden gevonden tussen microvezelhoudende en conventionele materialen, zijn ook geen verschillen in reinigende werking te verwachten. Kanttekening hierbij is wel dat de krachtenmetingen uitgevoerd zijn op een schone vloer, en dat metingen aan vuile vloeren eventueel nog wel verschillen zouden kunnen tonen.

De krachten die optreden bij vlakmoppen zijn veel geringer dan bij andere reinigingsmethoden. De reiniging van een interieur-oppervlak gaat zeer snel: een vlakmop verblijft ongeveer 0,1 seconde op een bepaalde plaats op de vloer; bij textielwassen duurt de wascyclus alleen al enkele minuten; een verschil van meer dan een factor 1000! In die korte tijd kan de chemie nauwelijks inwerken en dus slechts geringe verschillen geven^[1]. De te reinigen oppervlakken zijn zo groot dat een temperatuurverhoging niet realiseerbaar is. Kortom, bij enkelvoudig vlakmoppen staat alleen de factor 'mechanica' tot onze beschikking. Echter, de bij vlakmoppen optredende krachten zijn veel geringer dan bij andere vloerreinigingsmethoden. Daarom is het begrijpelijk dat vlakmoppen (met of zonder microvezels) zo weinig effectief is^[2].

Als de optredende krachten groter zijn, worden de verschillen tussen wel of geen microvezel wel degelijk merkbaar^[1]. Microvezelhoudende materialen kunnen dus ook bij vloeronderhoud wel degelijk zinvol worden toegepast, op voorwaarde dat ze "onverdund" worden gebruikt en dat de benodigde krachten zonder probleem geleverd kunnen worden. Dit is het geval voor bijvoorbeeld pads onder éénschijfsmachines of wellicht ook kleine vlakmoppen waar de benodigde kracht door de schoonmaker met de benen wordt geleverd.

INHOUD

SAMENVATTING	5
ALGEMEEN	5
RESULTATEN	5
De reinigingssnelheid en effectiviteit	6
De invloed van het vochtgehalte	6
Stofwissen en vuilverwijdering in één arbeidsgang	7
Slijtage van vloermaterialen	8
Discussie	8
HOOFDSTUK 1 INLEIDING	13
1.1 Vooronderzoek	13
1.2 Effectiviteitstesten op praktijkschaal	14
1.3 Effectiviteitstesten op labschaal	14
1.4 Materiaalaantastingstesten	14
1.5 Discussie en conclusie	14
1.6 Dank	14
HOOFDSTUK 2 VOORONDERZOEK	17
2.1 Methode	17
2.2 Resultaten	17
2.3 Conclusies	19
HOOFDSTUK 3 PRAKTIJKTESTEN VUILVERWIJDERING	21
3.1 Uitvoering van de praktijkproeven	21
3.2 Resultaten van de praktijkproeven	22
3.3 Conclusies	25
HOOFDSTUK 4 LABORATORIUMTESTEN VUILVERWIJDERING	27
4.1 Reinigingsparameters	27
4.2 De verwijdering van licht gehecht straatvuil van linoleum in een lab-test	29
4.3 De verwijdering van schopstrepen in een laboratoriumtest	30
4.4 Invloed van vochtigheid op reinigingsprestatie: koffie en straatvuil	31
4.5 Afname van het vochtgehalte bij gebruik	34
4.6 Discussie en conclusie	36
HOOFDSTUK 5 MATERIAALAANTASTINGSTESTEN	39
5.1 Methode	39
5.2 Resultaten	39
5.3 Conclusie	40

HOOFDSTUK 6 DISCUSSIE EN CONCLUSIE	41
6.1 De reinigingssnelheid en effectiviteit	42
6.2 De invloed van het vochtgehalte	43
6.3 Stofwissen en vuilverwijdering in één arbeidsgang	44
6.4 Slijtage van vloermaterialen	45
6.5 Discussie	45
1) Het verdunnen van microvezels	45
2) Vlakmoppen in vergelijking met andere methoden	45
3) Uitdroging en vuilbelasting	46
6.6 Conclusies en aanbevelingen	46
 HOOFDSTUK 7 DE VERTALING NAAR DE PRAKTIJK	 49
 REFERENTIES	 51
 BIJLAGEN	 53
Bijlage I Overzicht van leveranciers en producten	55
Bijlage II Invultabel voor leveranciers van microvezelhoudende materialen	55
Bijlage III.1 Digitale verwerkingsprocedure	57
Bijlage III.2 Gedigitaliseerde fotografische opnames van de vloer	59
Bijlage III.3 Resultaten beeldverwerking praktijktesten	63
Bijlage III.4 Rangschikking in effectiviteit in vloerdeel	67
Bijlage IV.1 Metingen met het krachtenmeetplateau	71
De nauwkeurigheid van de krachtenmetingen	72
Resultaten van krachtenmetingen	74
Bijlage IV.2 Toegepaste testmaterialen	79

HOOFDSTUK 1 INLEIDING

Na de succesvolle introductie van microvezeldoeken voor interieuronderhoud in de schoonmaakmarkt verschijnen nu microvezelhoudende materialen voor onderhoud van harde vloeren: pads, moppen, vlakmoppen en wisdoeken. Deze toepassingen zijn niet vergelijkbaar met het interieurdoekje vanwege de verschillen in materialen, vervuiling en reinigingsmethodiek (klamvochtigheid, druk en snelheid van beweging). Gezien het succes van microvezeldoeken lijkt ook toepassing in onderhoud van harde vloeroppervlakken veelbelovend, maar er zijn enkele indringende vragen te stellen:

- Hoe groot is de winst in reinigingssnelheid? Weegt dit op tegen de investering? Worden ook bijzondere vlekken (ingedroogde koffie, schopstrepen) goed verwijderd? Is voor vloeronderhoud (inclusief herstel van coatings) niet altijd een reinigingsproduct nodig? Hoe groot is de eventuele winst door reductie in middel?
- Het te reinigen oppervlak is voor vloeren veel groter dan voor interieur. Is het mogelijk voldoende lang met een juiste klamvochtigheid te werken en hoe groot is het effect als dat niet lukt?
- Is het mogelijk in één arbeidsgang stofwissen en vuilverwijdering te combineren?
- Treedt er versnelde slijtage op van de vloer in vergelijking met traditionele vloerreinigingsmaterialen (afhankelijk van druk en klamvochtigheid)?

Doelstelling van dit onderzoek is het beantwoorden van bovenstaande vragen. Het onderzoek beperkt zich tot harde vloermaterialen (PVC, linoleum met polymeercoating) en geglaazuurde tegels. We hebben gebruik gemaakt van methoden en kennis uit het werk dat TNO Reinigings-technieken in het verleden uitvoerde voor de VSR aan microvezeldoeken (SM 53 en SM 56^[1]) en aan nat-reinigingsmethoden voor vloeren (SM 44^[2]). Ook het hier beschreven onderzoek wordt financieel ondersteund door de VSR.

Bovenstaande technische vragen zijn omgezet tot vijf deelonderzoeken, die in vier hoofdstukken worden beschreven. Hieronder volgt een korte omschrijving van deze deelonderzoeken, die uitsluitend technische vraagstukken betreffen. Uiteraard kunnen we hier niet ingaan op bedrijfsspecifieke vraagstukken zoals de invloed die het gebruik van microvezelhoudende materialen heeft op milieu, logistiek, werkmethode en kosten en baten, zoals reeds betoogd bij het onderzoek naar interieurdoeken^[1].

1.1 Vooronderzoek

Allereerst is nagegaan welke microvezelhoudende producten voor vloerreiniging op het moment van onderzoek (najaar 1998) op de Nederlandse markt voor professionele reiniging worden gebracht. Ons bekende leveranciers is gevraagd monsters beschikbaar te stellen en aan te geven wat de structuur en samenstelling, het toepassingsgebied en de voorgeschreven wijze van gebruik is van deze producten. Een selectie is gemaakt voor de testen,

waarbij gestreefd is naar een zo groot mogelijke diversificatie in producteigenschappen. Marktgegevens e.d. werden niet meegewogen. De monsters zijn anoniem verwerkt. De resultaten zijn samengevat in hoofdstuk 2.

1.2 Effectiviteitstesten op praktijkschaal

Acht testen zijn uitgevoerd volgens de methodiek ontwikkeld bij het onderzoek naar natreinigingsmethoden voor vloeren ^[2]. Er is gebruik gemaakt van een effen zwarte linoleum vloer. De resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 3.

1.3 Effectiviteitstesten op labschaal

Bovengenoemde testen op praktijkschaal benaderen de praktijk goed, maar kosten veel tijd en geld. Daarom is parallel aan deze testen een serie testen uitgevoerd op labschaal volgens methoden zoals omschreven in SM 53 (Evaluatie microvezeldoeken) ^[1]. De reinigingsdruk is gemeten met bij TNO beschikbare apparatuur. De invloed van het vochtgehalte op de gemeten effectiviteit is nagegaan met behulp van deze "laboratorium"-testen, zowel als met de "praktijk"-testen. Daarnaast is het vochtverlies bij natreinen van een vloer bepaald door weging van de mop/pad. Combinatie van deze twee gegevens maakt het mogelijk uitspraken te doen over de invloed van het vochtverlies op de prestatie van het vloerreinigingsmateriaal. De resultaten zijn verzameld in hoofdstuk 4.

In plaats van de term 'klamvochtigheid' gebruiken we hier de term 'vochtgehalte': het gewichtspercentage water per gram drooggewicht van de mop. Met klamvochtig wordt vaak aangeduid dat een mop of doek evenveel water bevat als de droge mop of doek weegt. Dit komt overeen met een vochtgehalte van 100%.

1.4 Materiaalaantastingstesten

Aantasting van linoleum, PVC en dubbelgebakken tegels is getest op laboratoriumschaal zoals eerder toegepast bij de bestudering van microvezeldoeken ^[1]. Er is vergeleken met de aantasting door de conventionele reinigingsproducten waarvoor het microvezelhoudende product als alternatief is aangeboden. De testen zijn zowel nat (zonder reinigingsmiddel) als droog uitgevoerd bij een hogere drukken dan gebruikelijk om eventuele effecten te versterken.

1.5 Discussie en conclusie

De resultaten uit de verschillende deelonderzoeken beantwoorden de bij de doelstelling gestelde vragen, maar roepen tegelijkertijd enige vragen op. Met behulp van de uitgevoerde krachtenmetingen (zie paragraaf 1.3, uitgebreid beschreven in bijlage IV.1) en een aantal gegevens uit eerdere onderzoeken voor de VSR ^[1,2] blijkt het mogelijk een bevredigende verklaring te vinden. Dat op zich geeft weer aanleiding tot aanbevelingen over het gebruik van microvezelhoudende materialen bij vloeronderhoud.

1.6 Dank

Onze dank gaat uit naar de VSR, co-financier van dit onderzoek, en naar Cor Verwaaijen van TNO die de krachtenmetingen en de rapportage daarover kundig heeft begeleid. Dit onderzoek kon in korte tijd worden afgerond door het goede werk van (alfabetisch): Ton Bastein, Jacques van der Donck, Erwin van Eck, Ineke Lans, Radu Lascae, Gerard Luijckx, Diane Martens, Joop Schaareman, Ruud Schmits, Gert-Jan Schoenmaker en Iris Weber.

HOOFDSTUK 2 VOORONDERZOEK

We hebben onderzocht welke microvezelhoudende producten voor vloerreiniging op het moment van onderzoek (najaar 1998) op de Nederlandse markt voor professionele reiniging werden gebracht. Ons bekende leveranciers is gevraagd monsters beschikbaar te stellen en aan te geven wat de structuur en samenstelling, het toepassingsgebied en de voorgeschreven wijze van gebruik is van deze producten. Een selectie is gemaakt voor de testen, waarbij gestreefd is naar een zo groot mogelijke diversificatie in producteigenschappen. Marktgegevens e.d. werden niet meegewogen. De monsters zijn anoniem verwerkt.

2.1 Methode

Alle Nederlandse leveranciers die in de InterClean '98-gids vermeld staan in de categorieën 110 (bezems/borstels/veggers en stoffers), 205 (dweilen en mops), 230 (floorpads) en 690 (stofwisgereedschap) is telefonisch gevraagd of zij microvezelhoudende vloerreinigingsmaterialen leveren. Ook op basis van eerder werk⁽¹⁾, netwerken en internet is nagegaan of nog andere leveranciers met dergelijke producten op de Nederlandse markt actief zijn.

De leveranciers die aangaven dergelijke producten te verkopen is gevraagd om een monster te sturen en een beschrijving daarvan te geven met behulp van de in bijlage II gegeven invultabel. Aangegeven is dat de monsters anoniem en zonder verder waardeoordeel zijn betrokken in een onderzoek dat zich tot doel stelt te komen tot algemene uitspraken over het nut van microvezelhoudende vloerreinigingsmaterialen.

2.2 Resultaten

Vrijwel alle benaderde leveranciers hebben meegewerkt aan dit deel van het onderzoek. De resultaten zijn verzameld in Tabel 2.1, op volgorde van binnenkomst van de materialen. Alle gegevens over structuur en samenstelling e.d. zijn afkomstig van de leveranciers.

Uit Tabel 2.1 blijkt onder andere het volgende.

- Niet altijd konden of wilden de leveranciers de gegevens ter beschikking stellen.
- Het merendeel van de aangeboden materialen betreft doeken, met name stofwisdoeken, en vlakmoppen; slechts 5 pads werden ons aangeboden.
- In een aantal gevallen wordt aangegeven dat de materialen voor 100% uit microvezels bestaan. Uit verscheidene andere, betrouwbare, bronnen is bekend dat dergelijke materialen niet voor vloerreiniging geschikt zijn vanwege de weerstand bij het bewegen over de vloer (zie ook hoofdstuk 4). In deze gevallen is enige terughoudendheid omtrent de correctheid van de verstrekte gegevens op zijn plaats.

- Voor het overige is er grote variatie in samenstelling, structuur en aangegeven toepassingsmogelijkheden. Verscheidene leveranciers geven aan dat de materialen nog niet uitontwikkeld zijn en dat de marktomvang nog (zeer) beperkt is.

Tabel 2.1
Vloerreinigingsmaterialen met microvezels op de Nederlandse markt, najaar 1998.

Code	Type en toepassing	Samenstelling ¹⁾	Structuur	Opmerkingen
A	pad	?	?	geen documentatie
B	stofwisdoek, nat	100% mv, 70% PE's, 30%PAm	non-woven	
C	stofwisdoek, nat	100% mv, 70% PE's, 30%PAm	non-woven	
D	stofwisdoek, nat	100% mv, 70% PE's, 30%PAm	non-woven	
E	stofwisdoek, nat	100% mv, 70% PE's, 30%PAm	geweven	
F1	stofwisdoek, droog	50% PE's, 50% PP	non-woven	wegwerpdoek
F3	vlakmop, nat	100% microvezel, 0,56 dtex	geweven	
G	vlakmop, nat	100% mv, 70% PE's, 30%PAm	gebreed	ook schopstrepen
H	vlakmop, droog	100% FUR microvezel	geweven	niet uitspoelen
I	vlakmop, nat	?	geweven	
J	schrob-vlakmop	?	?	nat toepassen
K	dweil/trekker, nat	?	geweven	
L	pad, droog & nat	PE's	gebreed	kan schade geven
M	vlakmop, nat	`natuurvezel'	geweven	
N	stofmop, droog	?	?	
O	vlakmop, droog & nat	20% mv, 76% PE's, 24% katoen/viscose	geweven	`chemie' toepassen
P	pad, droog & nat	50% mv, 50% PP	?	evt. met `chemie'
Q	doek, droog	100% mv	geweven	
R	vlakmop, nat	70% mv, 30% PP	geschoren	
S	vlakmop, nat	50% mv, 50% PP	geweven	
T	vlakmop, nat	50% mv, 50% PP	geweven	
U	vlakmop, ?	?	?	
V	doek, ?	?	?	
W	doek, nat	?	?	
X	doek, nat	?	?	
Y	doek, nat	?	?	
Z	doek, ?	?	?	
0	pad	?	?	
a	vlakmop, droog & nat	25% mv (PE's) op katoen/PE's	geweven	evt. met `chemie'
b	vlakmop, nat	10% PE's mv (< 1 dtex; rest 1,7 dtex	?	evt. met `chemie'
c	stofwismop, droog	?	?	
d	randenreinigingspad	?	?	met `chemie'
e	pad, nat	?	?	met `chemie'
f	stofwisdoek, droog	100% mv, Belima x	?	

1) mv: microvezel; PAm: polyamide ('nylon'); PE's: polyester; PP: polypropreen; FUR: ?; 1 dtex = ca. 12 µm
?: onbekend, niet opgegeven; met `chemie' wordt `reinigingsmiddel' aangeduid

2.3 Conclusies

Er worden slechts weinig pads aangeboden, en van die pads is vaak maar weinig bekend. Het is daarom niet opportuun nu een uitgebreid onderzoek te starten naar de pads.

Min of meer hetzelfde geldt voor de doeken. Weliswaar lijkt het aantal erg groot, maar uit de beschrijving van de leveranciers (voor zover voorhanden) valt niet op te maken wat de onderlinge verschillen zouden zijn. Bovendien zijn in eerder onderzoek ^[1] de doeken uitgebreid onderzocht, zij het voor een andere toepassing.

Besloten is daarom het onderzoek te richten op vlakmoppen, en wel in hoofdzaak de vlakmoppen a, G en S (Tabel 2.2). De structuur en samenstelling van deze vlakmoppen is tamelijk verschillend.

In het onderzoek naar de optredende krachten (zie bijlage IV.1) is een groter aantal vlakmoppen bestudeerd.

Code	Samenstelling	Structuur	Reinigingsmiddel toegevoegd
Ref	100% katoen	geweven, lussen	ja
a	25% microvezel	geweven, lussen	nee
G	100% microvezel	gebreed, gesneden	nee
S	50% microvezel	geweven, gesneden	nee

Tabel 2.2 Codes van de onderzochte vlakmoppen

HOOFDSTUK 3 PRAKTIJKTESTEN VUILVERWIJDERING

Om de reinigingseffectiviteit van de microvezelhoudende vlakmoppen te vergelijken met een referentievlakmop zijn acht testen uitgevoerd volgens de methodiek ontwikkeld bij het onderzoek naar natreinigingsmethoden voor vloeren beschreven in rapport SM 44 ^[2]. Er is gebruik gemaakt van een effen zwarte linoleum vloer met een oppervlakte van ca. 20 m² waarop een bevuilding wordt aangebracht die model staat voor straatvuil. De geteste microvezelmoppen zijn beschreven in Tabel 2.2. De microvezelmoppen zijn gebruikt bij klamvochtige condities (hierna aangeduid met de codes a-klam, G-klam en S-klam), en bij natte condities (hierna aangeduid met de codes a-nat, G-nat en S-nat). Alleen bij de katoenen referentie-mop (Ref) is een vloerreinigingsmiddel toegepast als omschreven in bijlage IV.2.

3.1 Uitvoering van de praktijkproeven

De volgende procedure is aangehouden bij de uitvoering van de praktijkproeven:

- vloer schoonmaken en *strippen*[#] en laten drogen
- vloer *polymeren*[#] en laten drogen
- fotografische opname maken (nul situatie; blanco vloer aangeduid met B)
- vloer bevuild en laten drogen
- fotografische opname maken (bevuilde situatie; vuile vloer aangeduid met V)
- vloer *reinigen*[#] en laten drogen
- fotografische opname maken (gereinigde situatie aangeduid met G)

De *met*[#] gemerkte handelingen werden uitgevoerd door een professionele schoonmaker onder toezicht van een TNO-RT medewerker. De professionele schoonmaker heeft de schoonmaakhandelingen uitgevoerd zoals beschreven in de SVS cursushandleiding "Vakgeschoold schoonmakers/-ster"^{*}. De vloer werd in twee keer gevlakmopt; de helft van de vloer werd in 35 ± 3 seconden gereinigd.

Voordat de vloer bevuild wordt is de vloer eerst gereinigd tot de uitgangstoestand. Tevens wordt op de linoleumvloer vóór iedere reinigingsmethode een nieuwe polymeerlaag aangebracht. De schone vloer, met nieuwe polymeerlaag, wordt "blanco vloer" genoemd. Het blanco maken van de vloer is uitgevoerd door de schoonmaakdienst volgens een vaste methode die beschreven is in SM 44 ^[2]. De foto's van de blanco vloer worden pas genomen wanneer de vloer volledig opgedroogd is (in verband met glansverschil tussen droge en niet droge delen).

De bevuilding bestaat hoofdzakelijk uit een commercieel verkrijgbaar standaardvuil (fijne deeltjes) en een, middels fotografie, detecteerbare tracer. Deze tracer, die door UV-licht ("Black Light") fel-oranje oplicht, maakt het vuil zichtbaar en fotografeerbaar. Het vuil heeft, als het op de vloer aangebracht is, een licht hechtend karakter. Details van het aanmaken van de bevuilding en het aanbrengen van de bevuilding staan in SM 44.

Per mop en testconditie die te onderzoeken is zijn negen fotografische opnames gemaakt:

^{*} Redactie: In de tijd dat dit onderzoek uitgevoerd werd was SVS nog een non-profit opleidingsinstituut gelieerd aan RAS en gold als de standaard opleiding voor de schoonmaak.

1. drie opnames van de schone vloer (blanco);
2. drie opnames van de bevulde vloer;
3. drie opnames van de vloer na reiniging.

De gebruikte foto-apparatuur staat beschreven in SM 44. Op basis van de drie verschillende situaties die worden gefotografeerd is een effectiviteit berekend in procenten.

$$\text{effectiviteit} = \frac{G_{\text{gem,bevuild}} - G_{\text{gem,gereinigd}}}{G_{\text{gem,bevuild}} - G_{\text{gem,blanco}}} * 100\%$$

De gemiddelde grijswaarden G_{gem} zijn met een computerprogramma berekend uit de gedigitaliseerde opnames met een methode die nader is omschreven in bijlage III.1. Ten opzichte van de oorspronkelijke methode ^[2] zijn enkele andere kleine wijzigingen doorgevoerd. De belangrijkste daarvan is dat de vloer niet is gestofwist voorafgaand aan het vlakmoppen om zo de effectiviteit van stofwissen en reinigen in één arbeidsgang te simuleren.

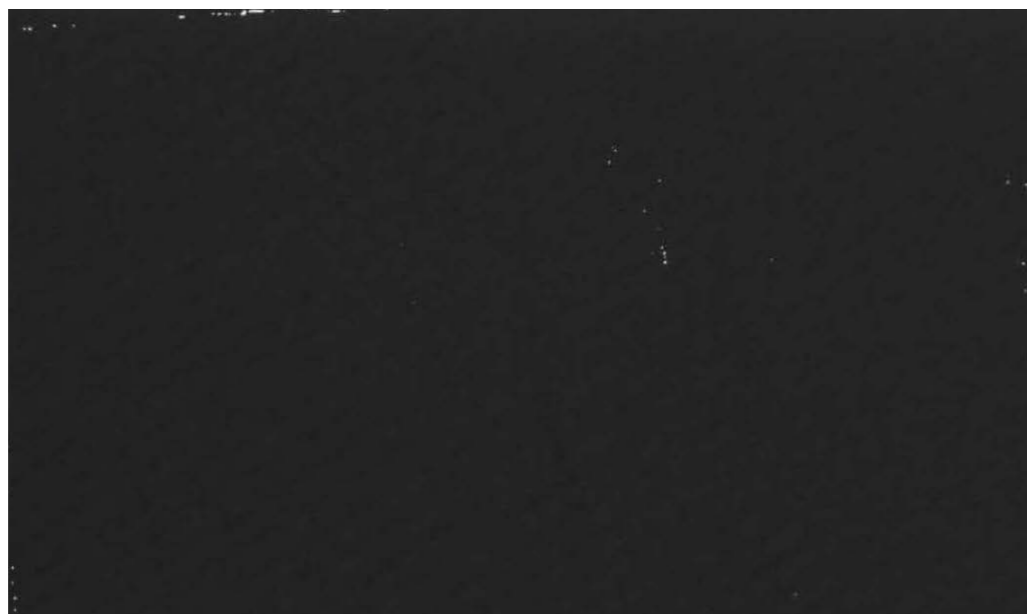
Het bevochtigen van de vlakmoppen is op twee manieren uitgevoerd:

- "Klamvochtig" maken door een hoeveelheid water op de vlakmop te gieten die gelijk is aan het gewicht van de vlakmop zelf, ofwel een vochtgehalte van 100%;
- "Nat" maken door de vlakmop in zijn geheel onder te dompelen en met een normale wringer één keer uit te wringen; in hoofdstuk 4 zal blijken dat dit meestal overeenkomt met een vochtgehalte van 150 tot 200%.

3.2 Resultaten van de praktijkproeven

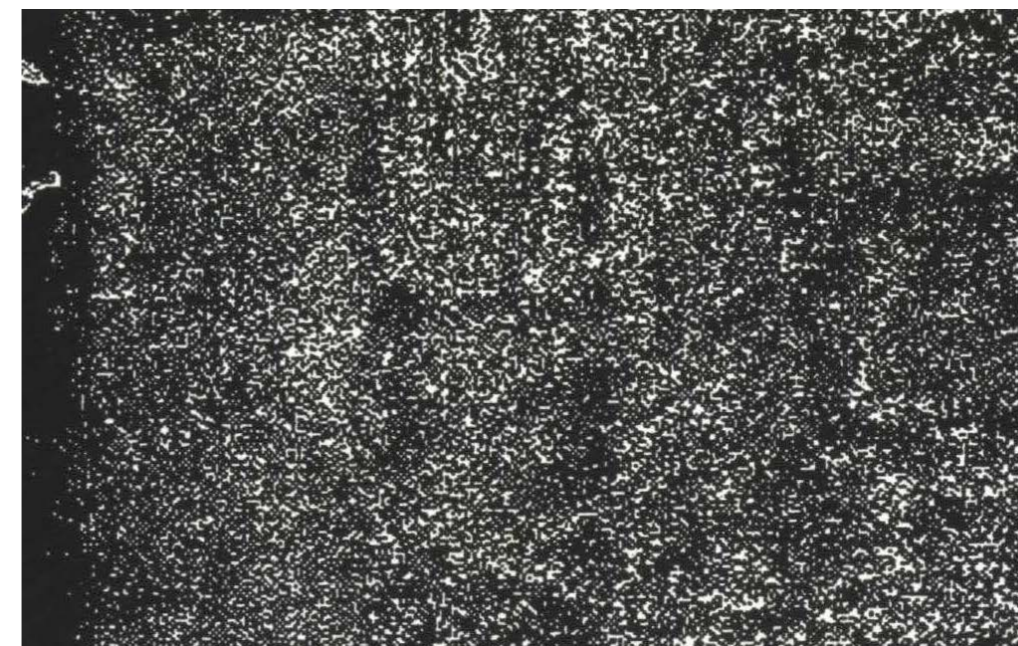
Figuur 3.1 toont typische fotografische opnames zoals die verkregen zijn bij de praktijkproeven: a) opname van de vloer in "blanco staat", b) opname van de bevulde vloer en c) een opname van de vloer na één keer vlakmoppen. Opnames van één keer gemopte vloeren staan in bijlage III.2. Gemiddelde grijswaarden van de gemaakte opnames staan in bijlage III.3. De gemiddelde grijswaarden zijn berekend voor de linkerhelft van de vloer. Dit is het gedeelte dat als eerste gevlakmopt is. De resultaten van het rechterdeel zijn niet gebruikt omdat uit de gedigitaliseerde gegevens bleek dat daar artefacten* in de meting optraden.

Figuur 3.1a: Gedigitaliseerde fotografische opname van de vloer in "blanco staat" (beeld nummer 3; zie bijlage III.3)

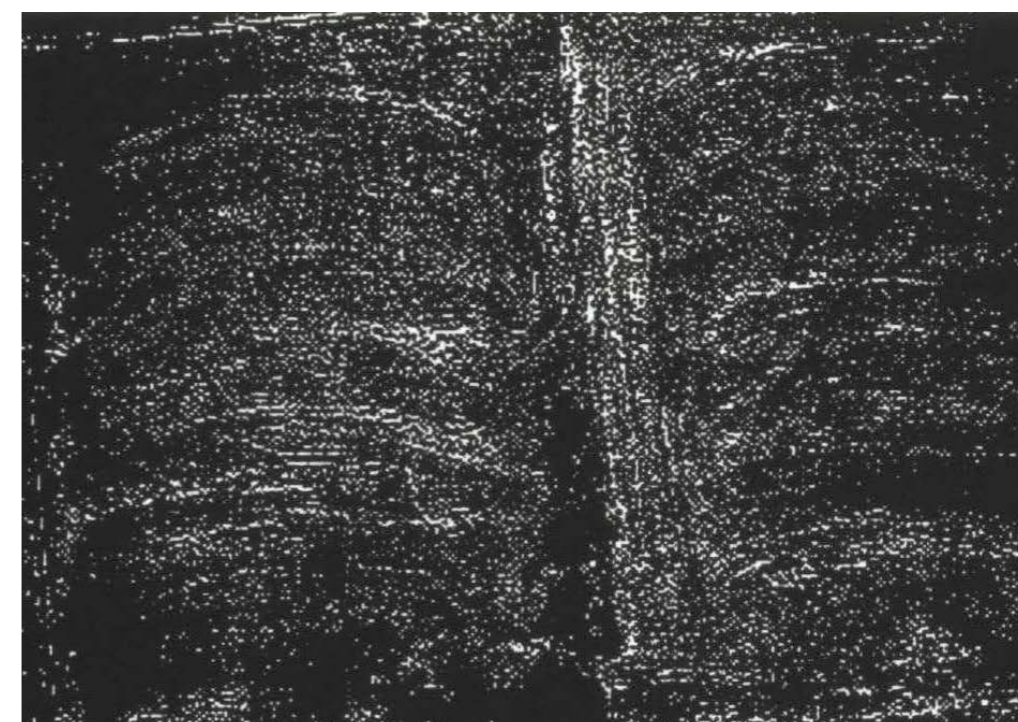


* Resultaat van een experiment dat niet voortkomt uit het onderzochte verschijnsel maar uit de onderzoeksofzet

Uit de getallen zoals die gegeven zijn in bijlage III.3 is de effectiviteit berekend voor de geteste vlakmoppen. Een overzicht van de effectiviteit die uit de proeven is verkregen staat in Tabel 3.1.



Figuur 3.1b: Gedigitaliseerde fotografische opname van de bevulde vloer (beeld nummer 5; zie bijlage III.3)



Figuur 3.1c: Gedigitaliseerde fotografische opname van de vloer na één keer vlakmoppen met de zeer natte referentiemop. (beeld nummer 8; zie bijlage III.3)

Uit Tabel 3.1 blijkt dat klamvochtig reinigen een betere vuilverwijdering geeft dan nat reinigen. De tracer, die net als het vuil in druppels op de vloer aanwezig is, is na de zeer natte reiniging in feite beter verdeeld over het oppervlak. Op de foto's (zie bijlage III.2) is dat uitsmeren ook waar te nemen. Weliswaar is een deel verwijderd (zoals ook blijkt uit de vuilgraad van de vlakmop), maar ook visueel is het reinigingseffect beperkt. De professionele schoonmakers gaven aan dat het moppen bij de natte vlakmoppen lichter ging en minder kracht kostte. Dit houdt in dat de reinigingsdruk ook minder is geweest. Ook dit kan het gemeten effect verklaren (zie SM53/56 ^[1]).

Tabel 3.1: Overzicht van de verkregen effectiviteit in procenten.

mop	klam	nat
Ref	81 *	33 *
a	64	5
G	84	29
S	90	34

* Klam betekent voor de microvezelhoudende vlakmoppen (a, G en S) dat het vochtgehalte 100% bedraagt. Voor de referentiemop betekent klam dat deze door de wringer gehaald is. Nat betekent voor de microvezelhoudende vlakmoppen dat deze door de wringer gehaald zijn. Voor de referentiemop betekent nat dat deze na onderdomping direct op de vloer gebruikt is. In het algemeen geldt: "nat" is natter dan "klam"

Om een beter inzicht te verkrijgen in de vlakverdeling van reiniging op de vloer, is de linkerhelft van de gedigitaliseerde opnames in meer detail bekeken. Deze is daartoe in negen gelijke delen gesplitst, waarna de digitale beeldverwerking per deel is toegepast. De verdeling wordt geïllustreerd in Figuur 3.2.

Figuur 3.2: Vlakverdeling van de linkerhelft van de vloer

A	B	C
D	E	F
G	H	I

Per gebied is een gemiddelde effectiviteit verkregen uit de gedigitaliseerde opnames. Op basis van deze getallen is een rangschikking gemaakt van 1 tot en met 9, waarbij 1 de hoogste effectiviteit aangeeft en 9 de laagste effectiviteit aangeeft. Een voorbeeld van een verkregen resultaat staat in Figuur 3.3. De gemiddelde effectiviteit per vloerdeel en rangschikking staan voor elke geteste vlakmop in bijlage III.4

Op basis van de resultaten per test is een gemiddelde rangschikking van de effectiviteit van reinigen gemaakt (Figuur 3.4). De linkerrand van de linkerhelft van de vloer wordt het meest effectief gereinigd wordt bij de gevolgde wijze van vlakmoppen, en dat het midden van de vloer (de rechterkant van de linkerhelft) het minst effectief gereinigd wordt. Kortom: het stuk van de vloer dat als eerste gemopt wordt, wordt het beste gereinigd. Uit de individuele resultaten (bijlage III.4) volgt dat dit verschil maximaal 10% bedraagt voor de linkerrand en de rechterrand van deze vloerhelft.

Vlakmop ref 1	4 (33.08)	5 (26.36)	7 (23.94)	Gemiddelde effectiviteit: 31
	6 (25.91)	8 (21.30)	9 (20.15)	Standaarddeviatie effectiviteit: 9
	1 (45.67)	2 (41.33)	3 (37.63)	

Figuur 3.3: Gemiddelde effectiviteit per vloerdeel (tussen haakjes) en rangschikking (vet) voor de eerste meting met de referentiemop.

2	4	7
3	6	9
1	5	8

Figuur 3.4: Score van vlakmoppen; vlakverdeling van de linkerhelft van de vloer (1 is meest effectief, 9 minst effectief)

3.3 Conclusies

Klamvochtig vlakmoppen (vochtgehalte 100%) geeft een betere vuilverwijdering te zien dan nat reinigen (vochtgehalte meer dan 150%). Bij nat reinigen wordt het vuil uitgesmeerd over de vloer; naast vuilverwijdering treedt vuilverplaatsing op. Het onderscheid tussen de microvezelhoudende vlakmoppen is gering; de referentievlakmop vertoont zeker geen lagere reinigingseffectiviteit dan de microvezelvlakmoppen.

De linkerrand van de vloer, die als eerste gemopt werd, wordt het meest effectief gereinigd bij de gevolgde wijze van vlakmoppen. Het midden van de vloer (de rechterkant van de linkerhelft), het gedeelte van de vloer dat per gemopte vloer als laatste aan bod komt, wordt het minst effectief gereinigd.

Er is slechts in één geval een noemenswaardig verschil tussen ongewassen en gewassen microvezeldoekjes. In dat geval werd met de gewassen microvezeldoek een kortere reinigingsduur verkregen. De doekjes zijn in dit opzicht duurzaam.

HOOFDSTUK 4 LABORATORIUMTESTEN VUILVERWIJDERING

Bij de beantwoording van de vraag hoe effectief microvezelhoudende materialen zijn bij onderhoud van harde vloeroppervlakken is gebruik gemaakt van praktijktesten (zie hoofdstuk 3). Deze testen benaderen de praktijk goed, maar kosten veel tijd en geld en zijn beperkt tot één vlek op één vloer. Daarom is ook een serie testen uitgevoerd op labschaal volgens methoden zoals omschreven in SM 53 (Evaluatie microvezeldoeken). Het is belangrijk dergelijke testen zo realistisch mogelijk uit te voeren qua snelheid, druk, slaglengte en -frequentie en klamvochtigheid. Paragraaf 4.1 omschrijft de definitie van die testomstandigheden op basis van meting van de optredende krachten. In paragraaf 4.2 worden de reinigingstesten op labschaal omschreven en de resultaten daarvan vergeleken met de praktijktesten om te verifiëren dat de labtesten relevante resultaten opleveren. In paragraaf 4.3 worden vergelijkbare testen met andere vlekken en vloermaterialen beschreven. In paragraaf 4.4 wordt de invloed van de klamvochtigheid op de reinigingseffectiviteit beschreven. Paragraaf 4.5 beschrijft het vochtverlies tijdens vlakmoppen. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een discussie en conclusie (4.6).

4.1 Reinigingsparameters

De effectiviteit van vlakmoppen wordt bepaald door:

- het gebruikte type vlakmop
- de klamvochtigheid van de mop
- de dosering en samenstelling van het reinigingsmiddel
- de voorwaartse snelheid van moppen
- de druk op de vloer tijdens het moppen
- het aantal keren dat een plek 'geraakt' wordt
- de manier van bewegen (zie SM 53)
- de temperatuur

Code	Samenstelling	Structuur	Reinigingsmiddel toegevoegd
Ref	100% katoen	geweven, lussen	ja
a	25% microvezel	geweven, lussen	nee
G	100% microvezel	gebreed, gesneden	nee
S	50% microvezel	geweven, gesneden	nee

Tabel 4.1 Codes van de onderzochte vlakmoppen

In een test moeten we deze parameters goed vastleggen op waarden die de praktijk zo dicht mogelijk benaderen. Die waarden kunnen worden gekozen, berekend en gemeten.

De volgende parameters zijn vastgelegd op basis van het vooronderzoek en kennis omtrent de reinigingsmethodiek.

- de *gebruikte typen vlakmop* zijn gegeven in Tabel 4.1.
- de te gebruiken *vochtigheid* is omschreven bij individuele experimenten en is veelal ingesteld door proeflapjes of gehele moppen door een wringer te halen; deze toestand wordt omschreven als 'nat'; is een lagere vochtigheid ingesteld door beperkt water te doseren dan spreken we van 'klamvochtig';
- de *dosering van reinigingsmiddel* was 5 ml/L voor de referentiemop en geen voor de microvezelhoudende vlakmoppen
- iedere plek op de vloer wordt 1 maal, hooguit 2 maal 'geraakt' door de vlakmop; in de testen was het soms handiger om dit aantal te vergroten om zo een beter onderscheidend vermogen te verkrijgen
- de *manier van bewegen* beschouwen we als lineair
- de *temperatuur* is kamertemperatuur.

De *voorwaartse snelheid* bij enkelvoudig vlakmoppen is berekend uit de streefproductiviteit: 20,3 m² in 60 seconden, kortom: 0,34 m²/s [2]. Er wordt daarbij een vlakmop met een werkbreedte van 40 cm gebruikt. Vanwege het feit dat de vlakmop bij de wand onder een hoek wordt gebruikt en vanwege de noodzakelijke overlap van de gebruikte banen wordt de effectieve werkbreedte geschat op 34 cm = 0,34 m. Dan volgt als schatting voor de loopsnelheid: $V_{loop} = 0,34 \text{ (m}^2/\text{s)} / 0,34 \text{ (m)} = 1 \text{ m/s}$.

Deze snelheid is te hoog om in de Braive washability tester te kunnen simuleren. Bij gebruikelijke instellingen is de snelheid in de Braive 0,25 m/s.

De reinigingsdruk is vastgesteld met behulp van een krachtenmeetplateau (Kistler). Deze metingen en de uitwerking daarvan zijn uitgebreid beschreven in bijlage IV.1 Het betreft hier oriënterende metingen uitgevoerd door één schoonmaker op één, schone, vloer. De metingen zijn behept met een tamelijk grote meetfout door de ongevoeligheid van de meetplaat en door variaties in de handmatige belasting. De resultaten geven een indicatie van de reinigingsdruk bij vlakmoppen en maken een vergelijking tussen referentiemop en andere moppen mogelijk. De metingen zijn uitgevoerd met drie typen beweging:

- 'uit stilstand' (een rechte lijnige beweging vanuit stilstand)
- 'lineair' (een eenparige rechte lijnige beweging over de meetplaat)
- 'draaiend' (een simulatie van de 8-beweging die tijdens vlakmoppen wordt gemaakt)

De metingen zijn uitgevoerd met acht reinigingsmaterialen met verschillende graden van natheid, snelheid van vlakmoppen en hoek tussen steel en vloer. De belangrijkste conclusies uit die metingen zijn:

- er is geen onderscheid in gemeten reinigingsdruk (kracht per eenheid oppervlak) tussen referentievlakmop en de gemiddelde microvezelhoudende vlakmoppen; bij een volledig uit microvezel bestaande doek is de benodigde druk 1,5 maal zo groot.
- de reinigingsdruk neemt sterk toe met het vochtgehalte van de vlakmop, van 3 g/cm² voor droge materialen tot 9 g/cm² voor natte (uitgewrongen) vlakmoppen; deze gegevens gelden voor meting 'uit stilstand'.
- deze waarden zijn erg laag vergeleken met eenschijfsmachines (27 g/cm²) en handmatig reinigen (65 g/cm²); dit verklaart de geringe effectiviteit van vlakmoppen in vergelijking met andere vloerreinigingsmethoden [2].

- de kracht die wordt opgenomen bij beweging 'uit stilstand' is aanmerkelijk groter dan de kracht bij een vloeiende beweging 'lineair' en 'draaiend'; bij het draaien is de kracht zelfs nog geringer doordat de (onervaren) schoonmaker in de bochten de vlakmop iets optilde; het zou moeten worden geverifieerd of dit ook geldt voor meer ervaren schoonmakers.
- de snelheid van vlakmoppen heeft invloed op de opgenomen krachten, maar bij praktische snelheden (van 0,5 tot 1 m/s) is de toename slechts 5%.
- theoretisch gesproken moet er een verband zijn tussen de verticale kracht (waaruit de druk wordt berekend) en de horizontale kracht; dit verband zou uitsluitend moeten afhangen van de hoek tussen steel en vloer. De fout in de metingen van de horizontale kracht is te groot om tot definitieve conclusies te komen, maar de meetresultaten geven aanwijzingen dat dit verband inderdaad klopt.

Voor onze laboratoriummetingen hebben deze resultaten twee consequenties:

- de praktijk is redelijk goed te simuleren met de minimale reinigingsdruk die haalbaar is in de meetapparatuur, namelijk 12,5 g/cm².
- de praktijk is goed te simuleren met de maximale snelheid die haalbaar is in de test-apparatuur, 0,5 m/s; ook bij de hier toegepaste snelheid van 0,25 m/s is de invloed gering. Hiermee zijn de simulatie-omstandigheden volledig vastgelegd.

4.2 De verwijdering van licht gehecht straatvuil van linoleum in een lab-test

Methode

Proefstukken van zwart linoleum (bijlage IV.2) van 15 bij 30 cm zijn op triplex gelijmd en gedroogd. Er is zowel linoleum 'af fabriek' gebruikt, als linoleum dat gestript was en opnieuw 'gepolymeerd' op de wijze waarop dat ook voor de praktijkvloer is uitgevoerd. Midden op het proefstuk is met een air-brush een strook van 7 cm van de standaard-straatvuiloplossing^[2] gebracht waarbij de rest van het proefstuk was afgeplakt. Na drogen zijn de proefstukken in de Braive geplaatst en gereinigd met proeflapjes van 4 bij 9 cm van de onderzochte vlakmoppen (Tabel 4.1). Deze proeflapjes zijn gedompeld in water (eventueel met reinigingsmiddel) en door een wringer gehaald. De reinigingstesten in de Braive zijn uitgevoerd onder de volgende condities:

- slaglengte 21 cm en slagfrequentie 37 slagen/minuut (dus snelheid 0,25 m/s)
- 2 slagen (heen en weer)
- druk: 12,5 g/cm²

De beoordeling vond plaats door middel van spectrofotometrische kleurmeting (D65, specular excluded, geen UV cut off) van de grijzige vlek op een zwarte ondergrond. De effectiviteit is op dezelfde manier berekend als bij de praktijktesten uit de kleurwaarden voor de blanco vloer B, de vuile vloer V, en de gereinigde vloer G:

$$\text{Effectiviteit} = (V-G)/(V-B) * 100\%$$

De test wijkt in een aantal opzichten af van de praktijktest (hoofdstuk 2). Het vuil is op een andere wijze aangebracht; de reiniging gebeurt met kleine proefstukjes onder een wat hogere, vaststaande, druk en lagere snelheid en wat meer slagen. De beoordeling is niet gebaseerd op het oplichten van de tracer onder UV-licht, maar op de grijzige kleur van de vlek als geheel. Belangrijk verschil is verder dat niet een gehele vloer wordt gereinigd, maar slechts een beperkt gedeelte met een nog schone en natte mop.

Resultaten

Alle metingen zijn in viervoud uitgevoerd, met uitzondering van de eerste meetserie (Referentiemop op 'gepolymeerd' linoleum) die in achtvoud is uitgevoerd. Resultaat van die serie was een gemiddelde reinigingseffektiviteit van $78,4 \pm 6,9$ %. In alle latere series van 4 metingen bleef de berekende standaarddeviatie echter daaronder, variërend van 0,8 tot 3,5%. Nadere validatie van de testmethode is gewenst.

mop	Ref	a	G	S
'gepolymeerd' als in praktijktest	$78,4 \pm 6,9$	$91,1 \pm 1,2$	$93,0 \pm 0,8$	$80,9 \pm 1,7$
'af fabriek'	$91,0 \pm 2,7$	$87,3 \pm 3,5$	$97,2 \pm 0,9$	$96,9 \pm 1,0$

Tabel 4.2
Reinigingseffektiviteit (%) van licht aangehecht straatvuil van twee soorten linoleum, laboratoriumtest

De testresultaten zijn verzameld in Tabel 4.2 voor beide soorten linoleum. Met een standaard statistische techniek (de t-test) is per soort linoleum nagegaan welke verschillen in reinigingseffect tussen de moppen significant zijn met 98% betrouwbaarheid. Voor het gepolymeerde linoleum zijn vlakmop a en G significant beter dan S en Ref; voor het linoleum 'af fabriek' zijn vlakmop G en S significant beter dan a en Ref.

Voor de vlakmoppen Ref, G en S geldt dat de vlek significant beter wordt verwijderd van het linoleum 'af fabriek' dan van het gepolymeerde linoleum.

Al deze verschillen zijn echter gering en daarom voor de praktijk nauwelijks betekenisvol. De correlatie met de resultaten in de praktijktesten wordt in hoofdstuk 6 besproken.

4.3 De verwijdering van schopstrepen in een laboratoriumtest

Methode

Verscheidene deskundigen hebben aangegeven dat er twee oorzaken zijn waardoor rubber schoenzolen strepen kunnen achterlaten op vloeren: (1) doordat de rubber zeer veel roet als vulstof bevat en dat dus achterlaat; en (2) doordat het rubber thermoplastisch is en dus smelt als het warm wordt door beweging over een stroeve vloer. De verwachting is dat die laatste vlekken het moeilijkst zijn te verwijderen.

Daarom zijn twee typen rubber gebruikt om schopstrepen te simuleren op grijs linoleum, en sanitairtegel: roetafgevend rubber (RR) en een thermoplastische rubber (TP). De materialen worden beschreven in bijlage IV.2. Met de rubberplakken zijn handmatig 4 strepen aangebracht op proefstukken van het linoleum (gelijmd op triplex) en de tegel. Voor iedere streep werd de rubberplak opgewarmd door het enkele malen over een ruw oppervlak te halen. Alle strepen zijn steeds van boven naar beneden aangebracht. Door het handmatig opbrengen neemt de intensiteit van de strepen vaak iets toe naar 'beneden'. Er is zorg voor gedragen dat met alle mops even vaak de bovenste als de onderste baan is gereinigd. De waargenomen reinigingsefficiëntie bleek niet significant af te wijken voor boven en onder. De reinigingstesten in de Braive zijn uitgevoerd met natte, uitgewrongen proeflapjes van vier soorten moppen (zie Tabel 4.1) onder de volgende condities:

* slaglengte 21 cm en frequentie 37 slagen/minuut (dus snelheid 0,25 m/s)

* 2 slagen (heen en weer) bij $12,5 \text{ g/cm}^2$ of 25 slagen bij $28,5 \text{ g/cm}^2$.

De beoordeling van het reinigingseffect vond plaats door een panel van vier onafhankelijke personen. Beoordeeld is in hoeverre een streep was verwijderd door vergelijking met dat deel van de streep dat niet was verwijderd, gebruik makend van de volgende schaal: 0%: niet verwijderd; 25%: enigszins verwijderd; 50%: ongeveer half verwijderd; 75%: grotendeels verwijderd; en 100%: geheel verwijderd. De beoordeling vond plaats door 4 personen op ieder van de 4 strepen op 2 of 4 proefplaten.

Resultaten

Voor roetafgevend rubber (RR) op grijs linoleum is gevonden dat na 2 slagen ca. 80% van het rubber is verwijderd, waar alleen het verschil tussen de vlakmop a en G significant is (Tabel 4.3). Het thermoplastische rubber (TP) werd door geen van de vlakmoppen verwijderd. Daarom zijn deze proefstukken vervolgens 25 keer gepoetst bij verhoogde druk. Uiteraard wordt de schopstreep van roetafgevend rubber dan geheel verwijderd, maar zelfs onder deze extreme omstandigheden wordt de schopstreep van thermoplastisch rubber onvolledig verwijderd. Hoewel S het zeer significant beter doet dan de drie andere moppen (die niet onderscheidbaar zijn) is ook voor die mop dit reinigingsresultaat in praktische zin ontoereikend.

soort rubber	aantal slagen	Ref	a	G	S
RR	2; $12,5 \text{ g/cm}^2$	80 ± 18	85 ± 18	76 ± 27	83 ± 17
TP	2; $12,5 \text{ g/cm}^2$	6 ± 13	4 ± 11	5 ± 13	7 ± 19
TP	25; $28,5 \text{ g/cm}^2$	54 ± 17	53 ± 17	59 ± 19	74 ± 17

Tabel 4.3
Reinigingseffektiviteit (%) van schopstrepen van sanitairtegel voor vier verschillende vlakmoppen

De verwijdering van schopstrepen van grijs linoleum ('af fabriek') is uitsluitend getest bij de zware reinigingsomstandigheden, 25 slagen bij $28,5 \text{ g/cm}^2$, omdat de schopstrepen intensiever waren op dit stroeve materiaal. Bovendien is bekend dat schopstrepen op linoleum een reinigingsprobleem zijn.

De beoordeling van de verwijdering van schopstrepen bleek niet eenvoudig; de beoordelaars gaven behoorlijk uiteenlopende waarden op. Voor roetafgevend rubber (RR) varieerden de beoordelingen tussen 0 en 72% verwijdering, voor de thermoplastische rubber (TP) varieerde dit tussen 6 en 50%. Kortom, zelfs onder voor vlakmoppen extreme omstandigheden wordt een onvolledige, respectievelijk zeer onvolledige verwijdering van de schopstreep gevonden. In het algemeen vinden de beoordelaars ieder voor zich geen significante verschillen tussen de verschillende vlakmoppen; de microvezelhoudende vlakmoppen doen het dus niet beter dan de referentie. Sterker nog, voor TP-rubber beoordeelden alle beoordelaars het resultaat van mop G als slechtste. Of dit verschil significant is, is moeilijk na te gaan.

4.4 Invloed van vochtigheid op reinigingsprestatie: koffie en straatvuil

Om de invloed van het vochtgehalte van de vlakmop op de reinigingsprestatie te meten, is de verwijdering van koffievlekken (op linoleum en PVC) en licht gehecht straatvuil (op sanitairtegels) onderzocht.

Methode

Het licht gehechte straatvuil is aangebracht als beschreven in paragraaf 4.2 en op dezelfde wijze getest. Er zijn echter lagere vochtgehalten ingesteld door een afgemeten hoeveelheid water op te brengen. De beoordeling kon niet plaatsvinden met de spectrofotometrische methode vanwege het geringe contrast tussen het lichtgrijze vuil en de witte tegels. Daarom is visueel beoordeeld, uitsluitend door vergelijking van het reinigingsresultaat met dat van de referentiemop. In deze paarsgewijze vergelijking krijgt de mop de score 1 als het reinigingsresultaat van een bepaalde mop beter is dan dat van de referentiemop. Bij gelijke prestatie krijgt de mop een 0, bij slechtere prestatie een -1. De bepaling is in duplo uitgevoerd en de gemiddelde score is gebruikt als eindresultaat. Deze methode is niet nader gevalideerd omdat de methode niet geschikt bleek om effecten te meten bij hoog vochtgehalte. De koffievlek is aangebracht door koffie met melk en suiker te maken volgens het standaardre-

cept^[1]. In een geconditioneerde ruimte (20±2°C en 65±5% RV) werden voor iedere reinigingstest 3 druppels van 1 ml naast elkaar gelegd en drie druppels ter referentie daarnaast. Na 24 uur wordt daarbovenop nog een druppel van 1 ml gebracht, die weer 24 uur droogt. Vervolgens worden de vlekken verouderd bij verhoogde temperatuur en weer geconditioneerd bij 20±2°C en 65±5% RV. Dit geeft een sterk hechtende, reproduceerbare koffievlek. De reinigingstesten in de Braive zijn uitgevoerd met proeflapjes van vier soorten moppen (zie tabel 4.1) onder de volgende condities:

* slaglengte 21 cm en frequentie 37 slagen/ minuut (dus snelheid 0,25 m/s)

* 12,5 g/cm²

en reinigen totdat visueel werd waargenomen dat alle drie vlekken volledig zijn verwijderd. Het aantal slagen tot volledige verwijdering is automatisch geteld. Een maximum van 150 slagen is gebruikt om de duur van de experimenten te beperken. Deze testen zijn uitgevoerd in triplo op grijs linoleum en op marmoleum door een experimentator. Verschillende waarden van het vochtgehalte zijn toegepast: het vochtgehalte bij 10, 50 en 100% is ingesteld door opbrengen van een nauwkeurig bepaalde hoeveelheid water; 'natte' proeflapjes zijn gemaakt door onderdompelen en uitwringing met een wringer, om de praktijksituatie te simuleren.

De meetmethode die gebruik maakt van een koffievlek op linoleum is gevalideerd (bij een vochtigheid van 100%) met vlekken van 7 dagen oud. Daaruit bleek dat de standaarddeviatie voor de meeste vlakmoppen tussen 1 en 2 slagen ligt, terwijl die 5 slagen bedraagt voor mop G. Meting bij het zelfde vochtgehalte aan verse vlekken (in triplo) gaven binnen de foutenmarge dezelfde resultaten (volgens de Standard-t-test). De meting is goed reproduceerbaar en niet gevoelig voor veroudering van de vlek; het onderscheidend vermogen is echter beperkt. Uit Tabel 4.4 en 4.5 blijkt dat de standaarddeviatie toeneemt met het aantal benodigde slagen en meestal tussen 10 en 20% daarvan ligt.

Tabel 4.4 Resultaten van reiniging voor koffievlek op linoleum: aantal slagen tot schoon

Vlakmop	Vochtgehalte					
	10%	50%	100%	150±12%	185±7%	220±17%
Ref	>150	20±2,6	15±5,3	10±0,6		
a	>150	28±6,6	13±1,7			8±0,0
G	>150	118±19	16±2,1		6±0,0	
S	>150	44±12	17±7,6	9±1,0		

Tabel 4.5 Resultaten van reiniging voor koffievlek op PVC: aantal slagen tot schoon

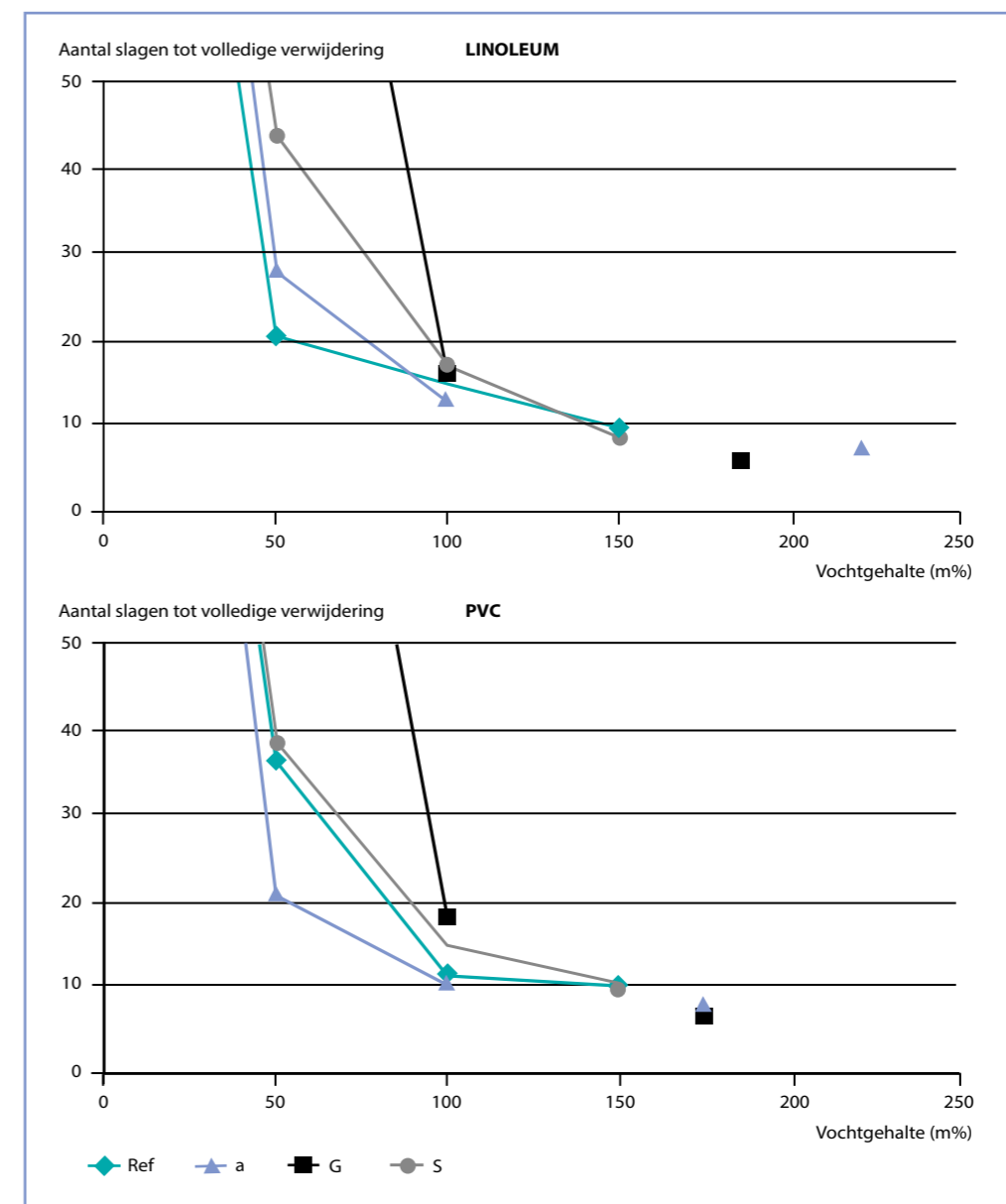
Vlakmop	Vochtgehalte				
	10%	50%	100%	150±10%	100±13%
Ref	>150	36±4,9	12±1,5	11±1,5	
a	>150	21±4,2	11±2,0		9±1,5
G	>150	>125	18±7,6		7±1,5
S	>150	39±8,4	15±1,7	10±0,6	

Resultaten

Bij laag vochtgehalte is de koffieverwijdering door alle vlakmoppen erg slecht (Tabel 4.4 en 4.5 en Figuur 4.1), maar wordt zeer sterk beïnvloed door een stijging in het vochtgehalte. Bij 50% vochtgehalte is een groot aantal slagen nodig maar kan de koffievlek verwijderd worden. Er zijn significante verschillen te vinden tussen de vlakmoppen: op linoleum en op PVC presteert mop G significant slechter dan de overige moppen; op linoleum scoort mop a significant beter dan de overige moppen (Student t-test bij 95% betrouwbaarheid).

Bij een vochtigheid van 100% presteren alle vlakmoppen goed; de vlek wordt verwijderd in 10 tot 20 slagen. Alle vlakmoppen presteren even goed: er zijn geen significante verschillen. Bij het 'praktische' vochtgehalte, ingesteld door de proeflapjes door de wringer te halen, lopen de vochtgehalten in de vlakmoppen sterk uiteen. De prestaties van de vlakmoppen op de koffievlek zijn daarom moeilijk te vergelijken maar vertonen slechts geringe verschillen. Bovendien is de invloed van het vochtgehalte (gaande van 100% tot 220%) zeer beperkt, met uitzondering van mop G, die bij de gebruiksvochtigheid op linoleum en op PVC significant het beste presteert. Dit is geheel in tegenstelling tot de metingen bij een vochtgehalte van 50%.

Het aantal benodigde slagen om de koffievlek geheel te verwijderen varieert bij de praktische omstandigheden van 6 tot 11. Voor vlekverwijdering in de praktijk lijkt dit veel, maar hierbij tekenen we aan dat de testvlek een extra sterke vlek is (vlek op vlek en uitgehard bij verhoogde temperatuur). In de praktijk zijn de vlakmoppen waarschijnlijk wel geschikt voor het verwijderen van tamelijk verse vlekken als met iets verhoogde druk de plek enige malen wordt geraakt. In dit opzicht is er echter geen verschil tussen referentie en microvezelhoudende vlakmoppen.



Figuur 4.1: Het aantal slagen dat nodig was om een sterk gehechte koffievlek te verwijderen met behulp van vlakmoppen van verschillend vochtgehalte

De resultaten van de proeven op de licht aangehechte straatvuilvlek op sanitairtegels (Tabel 4.6) tonen dat bij een vochtgehalte van 10% de vlakmop Ref de vlek beter verwijderd dan de andere moppen. Bij een vochtgehalte van 50% en één slag met de Braive presteert mop S beter dan de referentiemop, die weer iets beter scoorde dan vlakmop a en G. Bij een vochtgehalte van 100% verwijderen alle moppen de vlek volledig in 1 slag; er is dus geen onderscheid meer mogelijk tussen de vlakmoppen, waardoor alle scores 0 zijn. De waarde van deze testresultaten is helaas beperkt; duidelijk is wel dat een goede verwijdering van de licht aangehechte vlek van een sanitairtegel probleemloos is bij voldoende hoog vochtgehalte. Ook hierin is geen verschil tussen referentie en microvezelhoudende vlakmoppen gevonden.

Tabel 4.6 Resultaten van reiniging van de straatvuilvlek op tegels: score t. o. v. Ref

vochtigheid	10%	50%	100%
aantal slagen	2	1	1
a	-1	-0.5	0
G	-1	-0.5	0
S	-1	1	0

4.5 Afname van het vochtgehalte bij gebruik

Tijdens gebruik laten vlakmoppen water achter op de vloer en het vochtgehalte van de vlakmop daalt dus. In paragraaf 4.4 is aangetoond dat die daling invloed kan hebben op de reinigingsresultaten, vooral als het vochtgehalte beduidend onder de 100% komt. We hebben daarom onderzocht wat de afname is van het vochtgehalte in de vlakmop door gebruik.

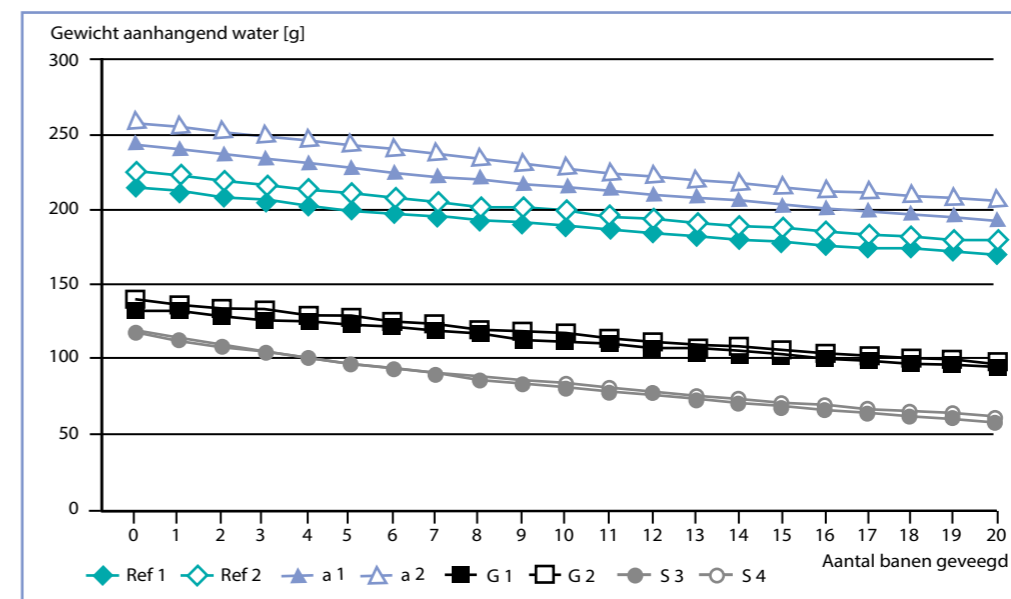
Methode

Aan de vlakmoppen zijn gewichtsmetingen uitgevoerd tijdens gebruik door een professionele schoonmaker op een linoleum vloer. Voor aanvang werd het vochtverlies door 'handling' van de vlakmop vastgesteld. De vlakmop werd, na dopen in water en uitwringen met een wringer gewogen en vervolgens op de vlakmophouder geïnstalleerd en weer losgemaakt en weer gewogen. Het zo gemeten vochtverlies door 'handling' bleek niet groter te zijn dan de natuurlijke verdamping van water uit de vlakmoppen. Voor die verdamping is, waar nodig, gecorrigeerd.

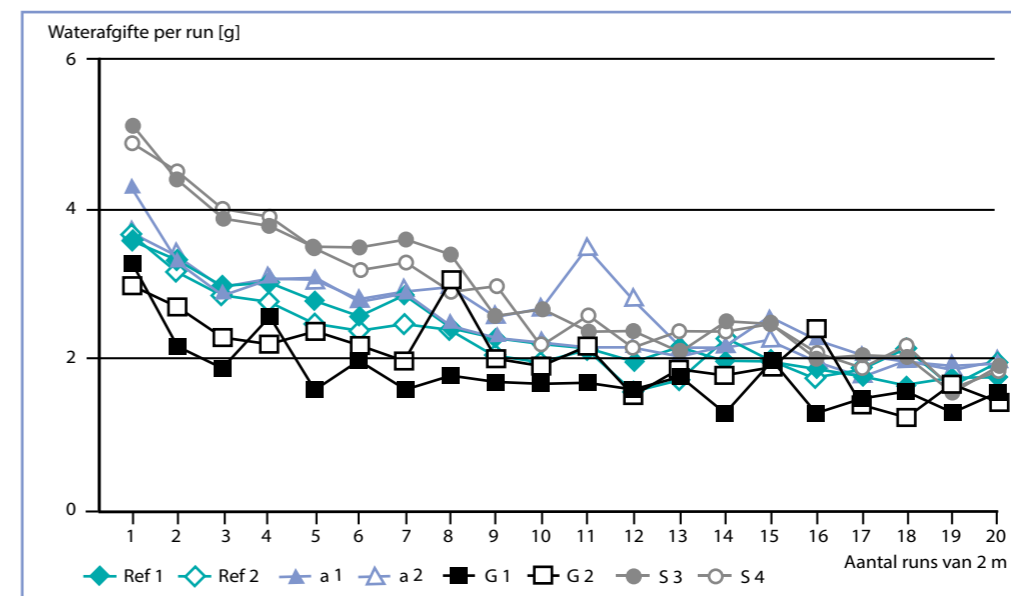
Met de vochtige vlakmop (dompelen in een emmer en uitwringen met een wringer) werden banen gevlakmopt op een schone, droge linoleum vloer van 2 meter lengte. Na elke baan werd de vlakmop gewogen. Er werden 20 banen gevlakmopt met elke vlakmop en de hele proef werd voor elk type vlakmop twee keer uitgevoerd door een professionele schoonmaker. Met een werkbreedte van ca. 45 cm voor de onderzochte vlakmoppen komt iedere baan ongeveer met 1 m² overeen.

Resultaten

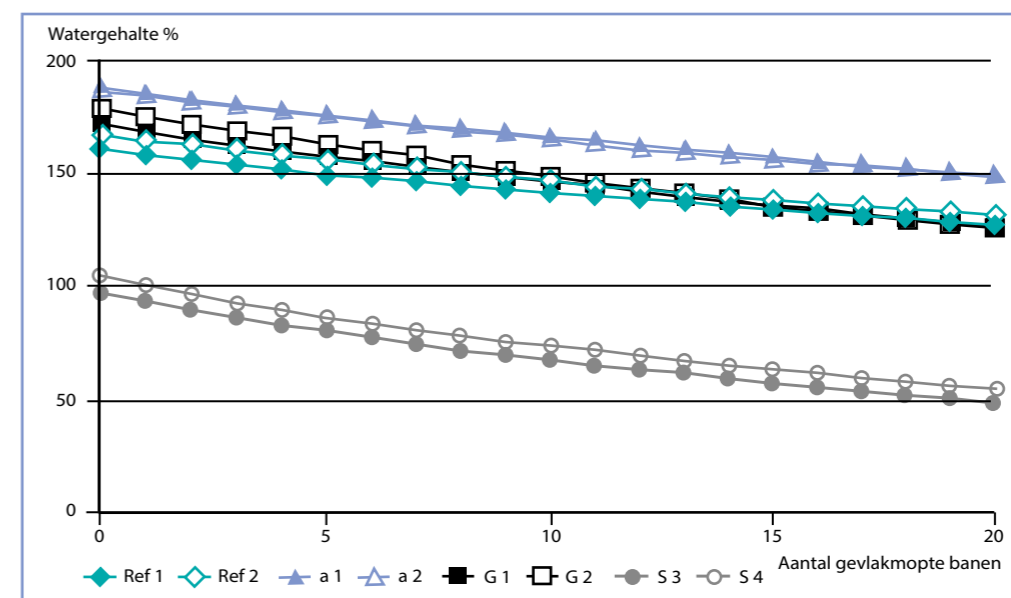
Figuur 4.2 geeft de afname weer van de absolute hoeveelheid water in de vlakmop als functie van het aantal banen dat werd gevlakmopt. De duplo's van de metingen komen goed overeen. De vlakmops Ref en a nemen in absolute zin meer dan 1,5 keer zoveel vocht op als de vlakmops G en S en zijn wat waterafgifte bij gebruik betreft ongeveer gelijk. Initieel is de waterafgifte van de vlakmop G het laagst is en die van S het hoogst (Figuur 4.3), uiteindelijk wordt na 10 à 12 gevlakmopte banen (ca. 10 m²) de vochtafgifte per baan voor alle vlakmops constant (ca. 2 g/m²). Hoewel vlakmop S initieel meer water afgeeft dan vlakmops Ref en a, zijn de droogtijden van de vloer na vlakmoppen vergelijkbaar, omdat het water door vlakmop S in kleinere druppeltjes wordt opgebracht; hierdoor is het verdampingsoppervlak groter.



Figuur 4.2: Het gewicht van het aanhangend water aan 4 vlakmoppen als functie van het aantal gevlakmopte banen van 2 m bij ca. 45 cm.



Figuur 4.3: De waterafgifte per baan van 4 vlakmoppen als functie van het aantal gevlakmopte banen van 2 m bij ca. 45 cm.



Figuur 4.4: Het vochtgehalte van 4 vlakmoppen als functie van het aantal gevlakmopte banen van 2 m bij ca. 45 cm.

Het vochtgehalte (Figuur 4.4) is voor de moppen Ref, a en G ongeveer 175%, in redelijke overeenstemming met wat was gevonden voor de proeflapjes (zie Tabel 4.4 en 4.5; de waarden van boven de 100% zijn ingesteld door wringen). Mop S heeft initieel een veel lager vochtgehalte dat bovendien slecht overeenkomt met de proeflapjes (Tabel 4.4 en 4.5). Gecombineerd met het relatief grote waterverlies (Figuur 4.3) is het logisch dat na 20 banen (ca. 20 m²) vlakmop S de helft van het vocht kwijt is. Waar bij de andere vlakmoppen het vochtgehalte ruim boven de 100% blijft en de reinigende werking dus nauwelijks beïnvloed wordt door vochtverlies, moet voor vlakmop S verwacht worden dat het vochtverlies een duidelijk waarneembaar negatief effect zal hebben op de reinigingseffectiviteit tijdens het moppen van ca. 20 m².

4.6 Discussie en conclusie

We hebben vastgesteld wat de waarden zijn van de relevante parameters bij het vlakmoppen:

- voorwaartse snelheid: ca. 1 m/s
- reinigingsdruk: ca. 9 g/cm², maar sterk afhankelijk van het vochtgehalte
- vochtgehalte: meer dan 150% water per gewichtseenheid droge vlakmop.

De Braive washability tester die voor dit onderzoek is gebruikt in de laboratoriumtesten werkt met grotere proeflapjes (4 bij 9 cm) dan het Gardner-apparaat dat in eerder onderzoek is gebruikt (1,7 bij 1,7 cm)^[1]. Ook is de beheersing van de druk aanmerkelijk beter en is de plaatsing van de houders voor de proeflapjes eenvoudiger en nauwkeuriger. Een en ander komt tot uiting in een betere reproduceerbaarheid van resultaten die in de Braive zijn behaald ten opzichte van de resultaten die in de Gardner zijn behaald. In de Braive is het bovendien mogelijk slaglengte en -frequentie, en daarmee de bewegingssnelheid te variëren. Helaas is het echter niet mogelijk om de praktisch realistische snelheid (1 m/s) te bereiken, maar moeten we een lagere snelheid instellen (0,25 m/s). Overigens is aangetoond dat die snelheid geen invloed heeft op de gemeten druk. Tegelijkertijd de minimale druk die instelbaar is (voor de meeste moppen: 12,5 g/cm²) groter dan de praktische druk. In tegenstelling tot de praktijk, waar het vochtgehalte een nadrukkelijke invloed heeft op de uitgeoefende krachten en dus de druk, is in de laboratoriumtesten de druk in alle gevallen gelijk gesteld. De invloed van de reinigingsdruk, de snelheid en het aantal slagen op de testresultaten zou nader moeten worden onderzocht.

De meting van de tijdens vlakmoppen optredende krachten, uitgewerkt in Bijlage IV.1, leveren naast bovengenoemde reinigingsdruk zeer interessante en zinvolle resultaten. Deze metingen zijn echter uitgevoerd op een meetplateau dat ingericht is op metingen aan andere zaken op een ander schaal. De gebruikte resultaten zijn weliswaar nuttig en betrouwbaar, maar de metingen dienen nauwkeuriger en uitgebreider te worden onderzocht, waarbij de effecten van vloertype en vervuiling van de vloer meegenomen dienen te worden.

De resultaten van de reinigingsexperimenten tonen vaak geen verschil in prestatie of eigenschappen van de verschillende mops. De verschillen die wel worden waargenomen zijn gering en vertonen geen patroon:

* straatvuil op linoleum 'af fabriek':	G en S iets beter dan a en Ref
* straatvuil op gepolymeerd linoleum:	a en G iets beter dan S en Ref
* roet-afgevend rubber op sanitairtegel:	G enigszins slechter dan a, S en Ref
* thermoplastisch rubber op sanitairtegel:	bij hoge druk S iets beter dan a, G, Ref
* rubber op grijs linoleum 'af fabriek':	niet effectief; geen onderscheid
* koffie op PVC en linoleum (50% vocht):	G is significant slechter dan a, S, Ref
(>150% vocht):	G is significant beter dan a, S, Ref
* straatvuil op sanitairtegels: (10% vocht):	Ref beter dan de overige moppen
(50% vocht):	S beter dan Ref, die beter is dan a en G
(100% vocht):	geen onderscheid mogelijk

Verder zien we dat

- de optredende krachten bij vlakmoppen met alle moppen zijn voor de microvezel-houdende vlakmop vergelijkbaar met de referentiemop. Alleen als een doek die 100% uit microvezelmateriaal bestaat wordt gebruikt loopt de druk op tot 1,5 maal de druk;
- de vochtcapaciteit (het initiële vochtgehalte na uitwringen) ligt in de zelfde orde-grootte voor alle moppen met uitzondering van vlakmop S, die aanmerkelijk droger is;
- het vochtverlies ten gevolge van moppen is voor alle moppen vergelijkbaar, hoewel voor mop S initieel wellicht iets groter;
- alleen vlakmop S zal na een normaal te reinigen oppervlak door het vochtverlies minder effectief zal zijn. Het vochtgehalte heeft namelijk een merkbare invloed op het reinigingsresultaat als het vochtgehalte lager dan 100% wordt. Hierbij zij opgemerkt dat uit de krachtenmetingen naar voren is gekomen dat de optredende krachten geringer zijn bij drogere vlakmops. De testen zijn echter alle uitgevoerd bij de zelfde, relatief hoge, druk. Aangezien verwacht mag worden dat de effectiviteit afneemt met afnemende druk^[1] zou het gemeten effect nog versterkt kunnen worden.

De invloed van de vervuiling van de mop op het reinigingsresultaat is niet bestudeerd.

Kortom, uit de eigenschappen van de vlakmoppen valt af te lezen dat het niet te verwachten is dat microvezelhoudende vlakmoppen wezenlijk verschillen van de referentievlakmop; de uitgevoerde reinigingsexperimenten bevestigen deze conclusie.

HOOFDSTUK 5

MATERIAALAANTASTINGSTESTEN

Aantasting van linoleum en PVC is getest op laboratoriumschaal met een methode die vergelijkbaar is aan de methode die is gebruikt bij de bestudering van microvezeldoeken (SM 53^[1]). De aantasting van de vloermaterialen door reiniging met vlakmoppen is onderzocht met behulp van de Braive Washability Tester. De testen zijn zonder reinigingsmiddel uitgevoerd, zowel onder droge omstandigheden als onder klamvochtige omstandigheden.

5.1 Methode

De geteste microvezelmoppen zijn mop a, G en S (zie Tabel 4.1). Als referentiemop, Ref, is de conventionele mop voor de klamvochtige omstandigheden, en een conventionele geïmpregneerde stofwisdoek voor de droge omstandigheden, gebruikt. De testen zijn uitgevoerd bij twee reinigingsdrukken:

- een druk van 6.7 g/cm², representatief voor de druk bij moppen zoals die uit de metingen op het krachtenmeetplateau naar voren is gekomen;
- een druk van 67 g/cm², representatief voor handmatig reinigen en een factor 7,5 groter dan de druk bij moppen.

De eerste testen gaven geen materiaalaantasting te zien op linoleum, waarop gekozen is voor een tienmaal zo grote druk.

Per vloermateriaal zijn zes proefstukken aan belasting onderworpen. Per proefstuk zijn twee moppen 250 keer heen en weer bewogen. Daarmee is gesimuleerd dat het testoppervlak in een dagelijks onderhoudsprogramma gedurende een jaar gereinigd wordt, steeds met één haal heen, en één haal weer. De behandelde proefstukken zijn visueel beoordeeld door een panel van 4 personen in een beoordelingkast bij kunstmatig daglicht. Er is beoordeeld op visuele verschillen tussen behandeld proefstuk en referentie zoals krassen, glans, kleur en materiaalverwijdering. Er is geen vuil op de oppervlakken aangebracht. In Tabel 5.1 is weergegeven welke experimenten zijn uitgevoerd per testconditie. Dit testschema is uitgevoerd voor zowel de droge als de klamvochtige omstandigheden en voor een reinigingsdruk van 67 g/cm².

5.2 Resultaten

Zowel onder droge als onder klamvochtige omstandigheden werd geen materiaalaantasting waargenomen voor de geteste vlakmoppen bij een druk van 67 g/cm².

5.3 Conclusie

Microvezelhoudende vlakmoppen evenals de conventionele mop c.q. stofwisdoek veroorzaken geen aantasting van de onderzochte oppervlakken. Dit geldt zowel bij representatieve drukken als bij drukken die een factor 7,5 groter liggen dan die druk.

Tabel 5.1: Uitgevoerde experimenten per testconditie

materiaal substraat	mop I	mop II
linoleum	Ref	a
	Ref	G
	Ref	S
	a	G
	a	S
sanitairtegel	S	G
	Ref	a
	Ref	G
	Ref	S
	a	G
PVC	a	S
	S	G
	Ref	a
	Ref	G
	Ref	S
	a	G
	a	S
	S	G

HOOFDSTUK 6 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

Voor vloeronderhoud worden ten tijde van het samenstellen van dit rapport meer dan 30 microvezelhoudende materialen op de Nederlandse markt gebracht (zie Tabel 2.1). Dit zijn vooral vlakmoppen en daarnaast enkele pads, doeken en andere materialen. De documentatie die beschikbaar is of beschikbaar wordt gesteld bij deze materialen is vaak zeer beperkt. Op grond van deze gegevens zijn een drietal microvezelhoudende vlakmoppen geselecteerd om te vergelijken met een referentievlakmop (Ref), zie Tabel 6.1.

Code	Samenstelling	Structuur	Reinigingsmiddel toegevoegd
Ref	100% katoen	geweven, lussen	ja
a	25% microvezel	geweven, lussen	nee
G	100% microvezel	gebreed, gesneden	nee
S	50% microvezel	geweven, gesneden	nee

Tabel 6.1: Codes van de onderzochte vlakmoppen

Dit onderzoek in opdracht van de VSR dient antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Hoe groot is de winst in reinigingsnelheid? Weegt dit op tegen de investering? Worden ook bijzondere vlekken (ingedroogde koffie, schopstrepen) goed verwijderd? Is voor vloeronderhoud (inclusief herstel van coatings) niet altijd een reinigingsproduct nodig? Hoe groot is de eventuele winst door reductie in middel?
2. Het te reinigen oppervlak is voor vloeren veel groter dan voor interieur. Is het mogelijk voldoende lang met een juist vochtigheid te werken en hoe groot is het effect als dat niet lukt?
3. Is het mogelijk in één arbeidsgang stofwissen en vuilverwijdering te combineren?
4. Treedt er versnelde slijtage op van de vloer in vergelijking met traditionele vloerreinigingsmaterialen (afhankelijk van druk en klamvochtigheid)?

Door middel van experimenten is een antwoord gevonden op deze vragen. De onderzoeksmethoden zijn gebaseerd op methoden die eerder gebruikt zijn voor onderzoek in opdracht van de VSR aan natreinigingsmethoden voor vloeronderhoud^[2] en aan microvezeldoeken^[1]. Aanpassingen waren nodig in verband met de typische eigenschappen van vlakmop en in verband met de gestelde vragen. Niet altijd konden de meetmethoden volledig worden gevalideerd in het kader van dit onderzoek. Combinatie en vergelijking van de resultaten van een aantal onderzoeken kon echter dienen als interne validatie. Voorafgaand aan de experimentele bepalingen zijn eerst enkele berekeningen en metingen uitgevoerd om na te gaan hoe het vlakmoppen van vloeren goed is te simuleren. Zoals samengevat in paragraaf 4.1 leverden de metingen van de optredende krachten enkele verrassende conclusies:

- er is geen onderscheid tussen referentievlakmop en microvezelhoudende vlakmoppen; de kracht nodig voor het verplaatsen van een doek die voor 100% uit microvezel bestaat was echter een factor 1,5 groter;
- de reinigingsdruk neemt toe bij een toenemend vochtgehalte van de vlakmop;
- de druk bij vlakmoppen is ongeveer 1/3 van de druk onder de gemiddelde éénschijfs-machine en een factor 7,5 kleiner dan handmatig reinigen;
- de snelheid van vlakmoppen heeft nauwelijks invloed op de reinigingsdruk.

Op basis van deze conclusies is een laboratorium-simulatie van de reiniging opgezet om de gestelde vragen (1 -4) te kunnen beantwoorden (zie paragraaf 6.1 - 6.4).

Tabel 6.2 Samenvatting van de reinigingsresultaten van alle uitgevoerde testen (percentage vuilverwijdering of het aantal slagen om de vlek te verwijderen)

vuil / ondergrond	type test ¹⁾	vochtgehalte	Ref	a	G	S
samenstelling: (k: katoen; mv: microvezel)			100% k	25% mv	100% mv	50% mv
straatvuil /gepolymeerd linoleum	praktijk	100% nat ²⁾	80%	60%	80%	90%
		zeer nat ²⁾	30%	< 10%	30%	30%
straatvuil /gepolymeerd linoleum	lab	nat ²⁾	80%	90%	90%	90%
straatvuil / linoleum ³⁾	lab	nat ²⁾	90%	90%	>90%	>90%
schopstreep / linoleum ³⁾	lab	nat ²⁾	slecht; geen onderscheid mogelijk			
schopstreep (roet) / sanitairtegel	lab	nat ²⁾	80%	80%	80%	80%
			100% ⁴⁾	100% ⁴⁾	100% ⁴⁾	100% ⁴⁾
schopstreep (thermo-plast) / sanitairtegel	lab	nat ²⁾	<10%	<10%	<10%	<10%
			50% ⁴⁾	50% ⁴⁾	60% ⁴⁾	70% ⁴⁾
koffie / linoleum ³⁾	lab	nat ²⁾	10%	>150	>150	>150
			50%	20	30	120
			100%	15	13	16
			nat ²⁾	10	8	6
AANTAL SLAGEN TOT SCHOON						
koffie / PVC-vloer	lab	nat ²⁾	10%	>150	>150	>150
			50%	36	21	>125
			100%	12	11	18
			nat ²⁾	11	9	7
AANTAL SLAGEN TOT SCHOON						
straatvuil / sanitairtegels SCORE t.o.v. REF	lab	10%	n.v.t.	slechter	slechter	slechter.
		50%	n.v.t.	slechter	slechter	beter
		100%	n.v.t.	vlek	volledig	gereinigd

- 1) praktijk: test volgens SM 44 op praktijkvloer van 20 m² met een gehele mop; lab: laboratoriumproef volgens SM 53 (aangepast) met een testlapje van 4 bij 9 cm
- 2) nat: uit de wringer; vochtgehalte 150 tot 200%; zeer nat: niet uitgewrongen.
- 3) linoleum 'af fabriek', grijs of zwart, zonder verdere polymeerbehandeling
- 4) test uitgevoerd bij 25 i.p.v. 2 slagen en 28,5 i.p.v. 12,5 g/cm² reinigingsdruk

6.1 De reinigingssnelheid en effectiviteit

Tabel 6.2 vat de resultaten van de uitgevoerde reinigingstesten samen. Belangrijkste conclusie is dat de microvezelhoudende vlakmoppen (zonder reinigingsmiddel) een vergelijkbare prestatie leveren als de referentievlakmop (met reinigingsmiddel). Afhankelijk van vuil en ondergrond zijn er in enkele gevallen kleine maar significante verschillen gevonden, maar steeds weer voor een andere vlakmop.

Kortom, netto gesproken is er geen winst in reinigingssnelheid. De belangrijkste tegenwaarde voor de investering ligt in het feit dat zonder reinigingsmiddel kan worden gewerkt. Dit kan van belang zijn voor vloeren waar residuen van oppervlakte-actieve stoffen voor ongewenste effecten kunnen zorgen (gladheid, vuilaantrekking, onhygiënische toestanden). In dergelijke uitzonderingssituaties hebben de microvezelhoudende vlakmoppen een duidelijke meerwaarde.

Bijzondere vlekken (ingedroogde koffie, schopstrepen) worden matig of niet goed verwijderd door vlakmoppen; er is daarbij geen noemenswaardig onderscheid tussen vlakmoppen met of zonder microvezels.

Inpassing van het gebruik van microvezelhoudende vlakmoppen in een reinigingssysteem (waarin nog altijd speciale reinigingsmiddelen voor vloeronderhoud en vlekverwijdering nodig zullen zijn) is te overwegen voor die panden waar de logistieke gevolgen van de invoering van microvezeldoeken goed zijn uitgewerkt. Voordeel van de microvezelhoudende vlakmoppen is dat geen reinigingsmiddel nodig is.

6.2 De invloed van het vochtgehalte

Het te reinigen oppervlak is voor vloeren veel groter dan voor interieur. De vraag is daarom gesteld of het mogelijk is voldoende lang met een juist vochtgehalte te werken en hoe groot is het effect is als dat niet lukt. Uit de metingen blijkt dat het vochtverlies gedurende vlakmoppen beperkt bleef tot ca. 2 g/m². Als de vlakmop voldoende nat is bij aanvang, dan blijft het vochtgehalte boven 100%. Volgens laboratoriummetingen (zie ook Tabel 6.2) is het effect van uitdroging op de effectiviteit van de vlakmop gering boven 100% vocht. Uitzondering op deze conclusie is vlakmop S die na 20 m² van een toch al vrij laag vochtgehalte van 100% uitgedroogd is tot 50%, ook doordat het vochtverlies met name in de eerste vierkante meters vrij groot is (tot 6 g/m²). De effectiviteit van deze mop kan dus aanmerkelijk dalen tijdens het te reinigen oppervlak. Door een andere structuur of bijmenging van andere vezels moet dit effect echter te vermijden zijn. Ondanks het grotere vochtverlies is de droogtijd bij gebruik van vlakmop S niet langer dan bij andere vlakmoppen, doordat deze vlakmop fijnere druppeltjes achterlaat. In gebieden van grotere waterhardheid kan op donkere vloeren streepvorming optreden door het achterlaten van kalkhoudend water dat opdroogt tot witte vlekjes. Als de druppeltjes voldoende klein zijn dan blijven de kalkvlekjes zo klein dat ze niet zichtbaar zijn. Bij dergelijke omstandigheden kan het gebruik van microvezelhoudende vlakmoppen dus additionele voordelen bieden.

Over de invloed van het vochtgehalte op de reinigende werking zijn tegenstrijdige resultaten behaald. De 'praktijk'-benaderende experimenten tonen een negatieve invloed van (teveel) vocht; de laboratorium-experimenten tonen een positieve invloed van meer vocht (Tabel 6.2).

Er zijn drie belangrijke verschillen tussen deze testen:

- in de praktijktesten wordt een groot oppervlak gereinigd, waarbij vervuiling van de mop op kan treden
- op dat oppervlak is het vuil niet-homogeen, in 'druppels' verdeeld, terwijl het vuil in de laboratoriumproeven veel homogener is verdeeld
- in de labtest is gewerkt met constante druk; in de praktijktesten is de druk niet beheerst, maar uit de opmerking van de professionele schoonmakers dat de 'natte' vlakmoppen gemakkelijker werkten valt op te maken dat de druk in dat geval lager was.

Dit is op zich weer een opmerkelijk gegeven, aangezien de krachtenmetingen voor vijf soorten vlakmoppen een significante stijging van de optredende krachten te zien gaf bij stijgend

vochtgehalte. Grotere krachten leiden tot grotere effectiviteit (zie ook 6.5), dus is het logisch dat een hoger vochtgehalte leidt tot een beter reinigingseffect, zoals waargenomen is in de laboratoriumtesten.

Zowel de krachtenmetingen als de laboratoriummetingen negeren echter het effect van het vuil. In de praktijktesten, waarin een tamelijk zwaar vervuilde vloer is gebruikt, merkt de schoonmaker dat de optredende krachten geringer zijn als de mop natter is: wellicht dat die hoeveelheid vuil en water leidt tot een zekere 'smering' uit vlakmop en vloer. Gevolg is dat de vlakmop het vuil voor een deel uitsmeert in plaats van verwijdert.

Dit is te zien op de foto's van de praktijktesten. In de praktijktesten is het vuil niet homogeen verdeeld. Een deel van het vuil wordt niet waargenomen door de meettechniek (foto's van UV-fluorescerende tracer) omdat er ander vuil bovenop ligt. Na 'uitsmeren' is zowel het bovenste als het onderste vuil zichtbaar. Relatief gezien lijkt daardoor het reinigingseffect bij de praktijktesten slecht. Dergelijke effecten kunnen niet optreden bij de laboratoriumtest omdat daar de mop relatief met minder vuil wordt belast en het vuil al goed verdeeld is.

In deze zin is de laboratoriumtest betrouwbaarder. Echter, het versmeren van vuil wordt in de praktijk ook waargenomen; in de praktijk is vuil immers niet altijd homogeen verdeeld! De praktijktest benadert de praktijk inderdaad beter.

Kortom: de metingen tonen aan dat in principe de vuilverwijdering beter is bij nattere vlakmoppen, maar dat onder bepaalde omstandigheden juist versmering van vuil kan plaatsvinden. Het vuil heeft daarmee een belangrijke invloed op de krachten die optreden tijdens het reinigingsproces en de effectiviteit daarvan. Deze invloed moet bij toekomstige metingen worden meegenomen in de beschouwing.

6.3 Stofwissen en vuilverwijdering in één arbeidsgang

"Is het mogelijk in één arbeidsgang stofwissen en vuilverwijdering te combineren?" was een van de vooraf gestelde vragen. Uit het voorgaande is duidelijk dat de vuilverwijderende capaciteit van (microvezelhoudende) vlakmoppen beperkt is, en zijn er aanwijzingen dat belasting met vuil een negatieve invloed heeft op die werking. Ook is duidelijk dat er geen significante verschillen zijn tussen vlakmoppen zonder microvezels met reinigingsmiddel en vlakmoppen met microvezels zonder reinigingsmiddel. De verwachting is daarom dat ook de stofverwijderende eigenschappen van beide materialen niet ver uiteen zullen lopen.

Om deze redenen is bovenstaande vraag niet experimenteel beantwoord. We volstaan met de opmerking dat het antwoord afhangt van de stof- en vuilbelasting. Het valt niet te verwachten dat het gebruik van microvezels in dit opzicht grote voordelen geeft ten opzichte van conventionele materialen.

6.4 Slijtage van vloermaterialen

Experimenten hebben aangetoond dat bij vlakmoppen, zowel droog als nat, geen slijtage optreedt aan de vloermaterialen linoleum en PVC. Schade aan hardere vloermaterialen zoals tegels en natuursteen lijkt daarmee geheel uitgesloten. Deze conclusie geldt voor vlakmoppen met en zonder microvezels en is bevestigd bij drukken die vele malen hoger liggen dan drukken die in de praktijk bij vlakmoppen zullen optreden.

6.5 Discussie

Voor microvezeldoeken werd eenduidig een betere werking gevonden dan het conventionele systeem ondanks het feit dat geen reinigingsmiddel werd gebruikt bij de microvezeldoeken^[1]. In dit onderzoek constateren we dat microvezelhoudende vlakmoppen met gewoon water ongeveer even goed werken als een gewone vlakmop met reinigingsmiddel. De verklaring van dit fenomeen kan liggen in een aantal belangrijke verschillen tussen handmatig reinigen en vlakmoppen:

- 1) in de vlakmoppen wordt in het algemeen de microvezel sterk verdund met andere vezels;
- 2) bij vlakmoppen wordt een veel lagere druk toegepast dan bij andere reinigingsmethoden;
- 3) bij vlakmoppen wordt een groter oppervlak gereinigd; dit leidt tot uitdroging en vervuiling van de vlakmop.

We gaan hier nader in op deze verschillen.

1 Het verdunnen van microvezels

Uit gesprekken met leveranciers bleek dat bij vlakmoppen en andere vloerreinigingsmaterialen maar een beperkt percentage microvezels wordt toegepast omdat anders de optredende krachten te groot worden: het vlakmoppen wordt te zwaar. Om die reden is bij de aanvang van dit onderzoek ook de vraag gesteld of vlakmoppen met microvezelhoudende materialen uit ergonomisch oogpunt ook verantwoord is.

Dit rapport geeft experimentele onderbouwing voor de stelling dat vlakmoppen met een microvezeldoek erg zwaar is. Vlakmop Q is een groot formaat microvezeldoek voor interieuronderhoud. De gemeten druk (op een schone vloer) is 1,5 maal zo groot als de gemiddelde druk voor alle vlakmoppen (zie bijlage IV.1, Tabel IV.1.2).

Als gevolg van het bijmengen van andere vezels is de gemiddelde druk voor microvezelhoudende vlakmoppen gelijk aan die van de referentiemop. Gevolg is dat het vlakmoppen met deze materialen ergonomisch gezien niet beter of slechter is dan vlakmoppen met de referentiemop. Tegelijkertijd geldt dat het reinigingseffect stijgt met toenemende reinigingsdruk^[1]. Als voor vlakmoppen met microvezelhoudende materialen even veel kracht nodig is als voor vlakmoppen met de referentiemop valt dus geen groot verschil in reinigingseffect te verwachten. Uit eerder onderzoek^[1] is duidelijk de invloed van 'chemie' (ofwel reinigingsmiddel) beperkt is bij interieuronderhoud, en dat de betere werking van microvezeldoeken te vinden moet zijn in verhoogde 'mechanica'. Nu voor vlakmoppen in dit opzicht geen verschillen worden gevonden tussen microvezelhoudende en conventionele materialen, zijn ook geen verschillen in reinigende werking te verwachten.

Kanttekening hierbij is wel dat de krachtenmetingen uitgevoerd zijn op een schone vloer, en dat metingen aan vuile vloeren eventueel nog wel verschillen zouden kunnen tonen.

2) Vlakmoppen in vergelijking met andere methoden

De krachtenmetingen toonden ondubbelzinnig aan dat de krachten die optreden bij vlakmoppen veel geringer zijn dan bij andere reinigingsmethoden. Volgens de cirkel van

Sinner spelen vier factoren een rol bij reiniging: de tijd, de temperatuur, de chemie en de mechanica (ofwel de uitgeoefende krachten).

De reiniging van een interieur-oppervlak gaat zeer snel: een vlakmop verblijft ongeveer 0,1 seconde op een bepaalde plaats op de vloer; bij textielwassen duurt de wascyclus alleen al enkele minuten; een verschil van meer dan een factor 1000! In die korte tijd kan de chemie nauwelijks inwerken en dus slechts geringe verschillen geven (zie SM 53). De te reinigen oppervlakken en objecten zijn zo groot dat een temperatuurverhoging niet realiseerbaar is. Kortom, in feite staat -bij enkelvoudig vlakmoppen- alleen de factor 'mechanica' tot onze beschikking. Als het dan zo is dat bij vlakmoppen de optredende krachten veel geringer zijn dan bij andere vloerreinigingsmethoden, dan is het weinig verwonderlijk dat vlakmoppen zo weinig effectief is^[2]; zowel met als zonder microvezels.

Tegelijkertijd zien we dat als de optredende krachten groter zijn, de verschillen tussen wel of geen microvezel wel degelijk merkbaar worden^[1]. Microvezelhoudende materialen kunnen dus ook bij vloeronderhoud wel degelijk zinvol worden toegepast, op voorwaarde dat ze "onverdund" worden gebruikt en dat de benodigde krachten zonder probleem geleverd kunnen worden. Dit is het geval voor bijvoorbeeld pads onder éénschijfsmachines of wellicht ook kleine vlakmoppen waar de benodigde kracht door de schoonmaker met de benen wordt geleverd.

3) Uitdroging en vuilbelasting

In paragraaf 6.3 is aangetoond dat voor bepaalde vlakmoppen uitdroging bij het reinigen van een groot oppervlak een negatief effect kan hebben op de effectiviteit. Ook vuilbelasting kan een negatief effect hebben. Echter, de conclusie dat vlakmoppen met microvezels niet beter reinigen dan vlakmoppen zonder microvezels is voornamelijk gebaseerd op laboratoriumtesten waar met natte en schone proeflapjes van de vlakmoppen is gewerkt. De genoemde effecten kunnen dus geen betrekking hebben op de conclusie. Overigens zien we ook hier dat de uitdroging van de vlakmop niet verschillend hoeft te zijn voor microvezelhoudende en conventionele vlakmoppen.

6.6 Conclusies en aanbevelingen

De metingen wijzen uit dat bij vlakmoppen een schoonmaker maar een geringe kracht uitoefent. Daardoor is het reinigingseffect gering, en blijft de toegevoegde waarde van microvezels beperkt tot een vermindering in verbruik van reinigingsmiddel. Toepassing van microvezels in reinigingsmaterialen is vooral zinvol als grotere krachten geleverd kunnen worden. Dan kunnen microvezels zonder bijmenging van andere vezels worden toegepast en zo optimaal bijdragen aan de reinigingseffectiviteit. Concrete voorbeelden zijn microvezeldoekjes, pads en voetmoppen.

Vlakmoppen met microvezels hebben als voordeel dat geen reinigingsmiddel hoeft te worden gebruikt, zodat overdosering of het gebruik van verkeerde middelen vermeden wordt. Ook kan vlakmoppen met microvezels voordelen hebben om te voorkomen dat streepvorming optreedt als met hard water gewerkt wordt op donkere vloeren. Of die toegevoegde waarde in economische zin toereikend is hangt o.a. af van de aanwezige infrastructuur in verband met het wassen van de vlakmoppen. Op deze vraag kan dus geen algemeen antwoord worden gegeven.

Uitdroging hoeft bij vlakmoppen geen probleem te zijn, al bestaan er aanzienlijke verschillen tussen de verschillende microvezelhoudende vlakmoppen in dit opzicht. Oppervlakken tot 20 m² kunnen worden gereinigd zonder verlies aan effectiviteit. Kanttekening is wel dat die effectiviteit beperkt is in vergelijking tot andere vloerreinigingsmethoden vanwege de

geringe reinigingsdruk en verblijftijd bij enkelvoudig vlakmoppen. De invloed van de vuilbelasting op effectiviteit en op de gemeten krachten tijdens vlakmoppen verdienen nadere aandacht. Overigens zijn die metingen van de krachten zeer verhelderend voor het begrip van de waargenomen effecten op reinigingseffectiviteit. Nauwkeurigere metingen zijn echter gewenst.

Vlakmoppen met en zonder microvezels leidt voor de onderzochte vloermaterialen niet tot materiaalaantasting hetgeen weer goed te verklaren is uit de relatief geringe druk bij vlakmoppen.

HOOFDSTUK 7 DE VERTALING NAAR DE PRAKTIJK

Dit afsluitende hoofdstuk is oorspronkelijk als een begeleidende en introducerende tekst toegevoegd aan het onderzoek.

Er is geen significant verschil met "gewoon" vloeronderhoud; je gebruikt alleen minder reinigende chemie!!!

Dit is een belangrijke conclusie uit het onderzoek naar vloerreiniging met microvezels dat in opdracht van de commissie Techniek is uitgevoerd.

Essentiële aspecten bij vloerreiniging met microvezelhoudende vlakmoppen zijn de vochtigheidsgraad en het percentage microvezel in de mop. Want bij een te droge mop is de vuilverwijdering onvoldoende en wanneer het percentage microvezel in de mop te hoog is, moet te veel kracht worden gezet om de doek te verplaatsen. Microvezelhoudende vlakmoppen leveren efficiencyvoordeel op bij een combinatie met stofwissen, maar dan mag de vloer niet te vuil zijn en luistert de mate van vochtigheid van de mop heel nauw.

In het bijgaande onderzoek van VSR zijn onderstaande zaken nader onderzocht:

- Hoe groot is de winst in reinigingssnelheid en weegt dit op tegen de investering?
- Droogt de vlakmop niet te snel uit en verliest daardoor zijn effectiviteit?
- Is het mogelijk in één arbeidsgang stofwissen en vuilverwijdering te combineren?
- Treedt er versnelde slijtage op van de vloer door het gebruik van microvezels?

Voor vloeronderhoud worden ten tijde van het samenstellen van bijgaand rapport meer dan 30 microvezelhoudende materialen op de Nederlandse markt gebracht. Voor de testen zijn drie microvezelhoudende vlakmoppen geselecteerd. Deze moppen worden vergeleken met een traditionele vlakmop als referentie.

De reinigingssnelheid

Het onderzoek heeft aangetoond dat microvezelhoudende vlakmoppen een vergelijkbare prestatie leveren als de referentievlakmop. Voordeel van microvezelhoudende vlakmoppen is dat zonder reinigingsmiddel kan worden gewerkt, waardoor kan worden voorkomen dat met een verkeerd of met teveel reinigingsmiddel wordt gewerkt. Het gaat hierbij om de reinigende chemie. Zeepfilm en spraymethoden blijft men nodig houden.

De vochtigheidsgraad

De vochtigheidsgraad van de microvezelhoudende mop is bepalend voor het resultaat. De mop moet voldoende nat zijn, maar ook weer niet te droog. Een te droge vlakmop heeft een beperkte reinigende werking, terwijl een te natte vlakmop het vuil versmeert.

Bepalend voor een goede werking van de vlakmop is niet alleen de begin vochtigheidsgraad maar ook het vochtverlies. De mate van vochtverlies heeft te maken met de samenstelling van de doek. Bij de meeste onderzochte moppen is het effect van uitdroging op de effectiviteit van de vlakmop gering. In het rapport wordt geconcludeerd dat de vuilverwijderend capaciteit van (microvezel-houdende) vlakmoppen beperkt is. Dit heeft te maken met de druk / kracht die kan worden gezet. De kracht om een mop die voor 100% uit microvezel bestaat te verplaatsen, blijkt anderhalf keer zo groot te zijn als bij een traditionele mop. Een ideale reiniging zou de combinatie van het traditionele stofwissen en vloerreiniging met microvezels kunnen zijn. Maar dan mag de vloer niet te vuil zijn.

Stofwissen en vuilverwijdering

Uit het onderzoek is duidelijk geworden dat er geen significante verschillen zijn in vuilverwijdering tussen vlakmoppen zonder microvezels met reinigingsmiddel en vlakmoppen met microvezels zonder reinigingsmiddel. Verwacht mag worden dat ook de stofverwijderende eigenschappen van beide materialen niet ver uiteen zullen lopen. Dit punt is verder niet meer onderzocht.

Slijtage van de vloer

Experimenten hebben aangetoond dat bij vlakmoppen, zowel droog als nat, geen slijtage optreedt aan de vloermaterialen linoleum en PVC. Schade aan hardere vloermaterialen zoals tegels en natuursteen lijkt daarmee geheel uitgesloten. Dit geldt voor vlakmoppen met en zonder microvezels en is getest bij drukken die vele malen hoger liggen dan drukken die in de praktijk bij vlakmoppen zullen optreden.

Redactie: De paragraaf "Consequenties" is verwijderd omdat deze door de acceptatie van microvezel in de markt als achterhaald beschouwd kan worden.

REFERENTIES

- 1 A.E. Duisterwinkel, *Evaluatie microvezeldoekjes*, rapport SM 53 van IR-TNO voor de VSR, Delft, oktober 1997 en
A.E. Duisterwinkel, *Evaluatie microvezeldoekjes: aanvulling op onderzoek SM 53*, rapport SM 56 van TNO Reinigingstechnieken voor de VSR, Delft, januari 1998
- 2 A.E. Duisterwinkel, *De effectiviteit van zeven methoden van natreinigen voor dagelijks onderhoud toegepast op drie verschillende harde vloeroppervlakken*, rapport SM 44 van IR-TNO voor de VSR, Delft, mei 1996
- 3 Anoniem, *Marktoverzicht van vloerreinigingsmachines*, ServiceManagement, April 1998 (bijlage, pagina 2-5)

BIJLAGE I OVERZICHT VAN LEVERANCIERS EN PRODUCTEN

Redactioneel: Omwille van onafhankelijkheid en het vermijden van vormen van vergelijkend warenonderzoek is deze bijlage niet opgenomen in de publicatie van het rapport.

BIJLAGE II INVULTABEL VOOR LEVERANCIERS VAN MICROVEZEL- HOUDENDE MATERIALEN

Firmanaam:

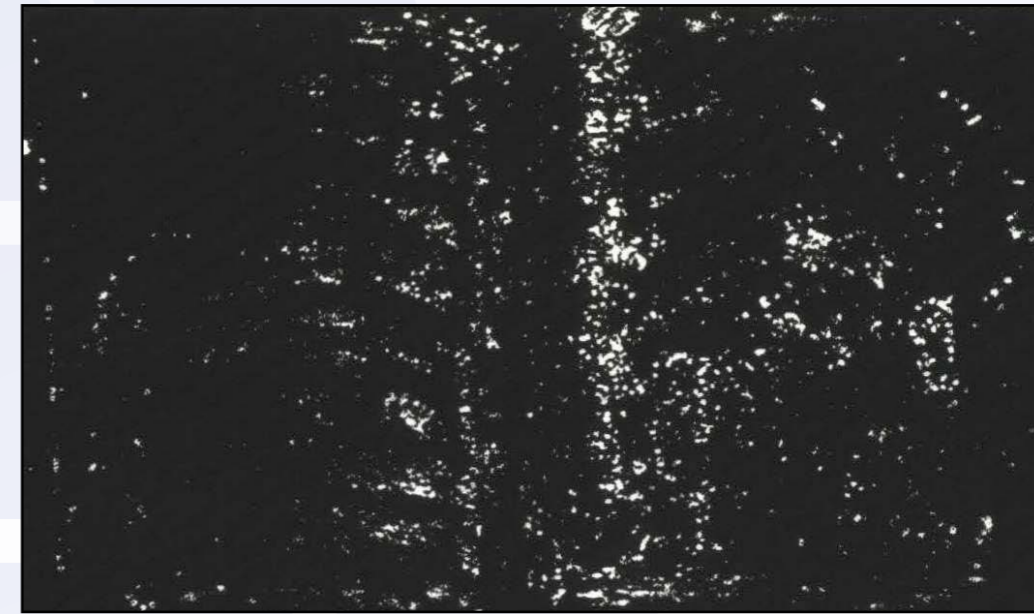
microvezel vloerreinigings hulpmateriaal:

gebruik	institutioneel	
	huishoudelijk	
	nat	
	droog	
	stofwissen	
	schrobben	
	reinigingsmiddel	ja / nee
	zo ja: welk middel dosering	
toepassingsgebied: vloer	alle gesloten vloeroppervlakken	
	anders, nl.:	
Vervuiling	stof/vuil	
	schopstrepen	
	anders, nl.:	
Samenstelling	percentage microvezel	
	type microvezel	
	type non-microvezel	
	vezeldikte	
structuur	gebreed	
	geweven	
	non-woven	
reiniging	wassen vooraf	
	wassen na gebruik	
	uitspoelen na gebruik	

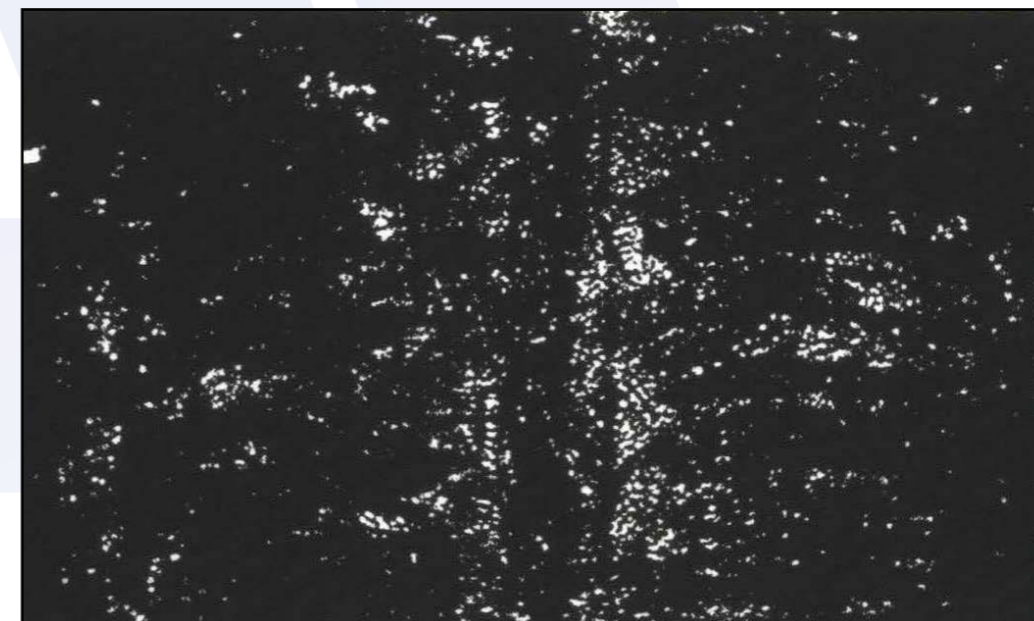
BIJLAGE III.1 DIGITALE VERWERKINGSPROCEDURE

De opnames van de effectiviteitsmeting op de praktijkvloer zijn op een digitale manier verwerkt, hetgeen per opname resulteert in een gemiddelde grijswaarde. De gemiddelde grijswaarde is een maat voor de "lichtheid" van een foto. Een volledig zwarte vloer heeft een grijswaarde van 0. Een volledig witte vloer heeft een grijswaarde van 255. De fotorolletjes zijn ontwikkeld en vervolgens in een digitaal beeldformaat op een CD-ROM gezet. Ieder digitaal beeld heeft een formaat van 768 bij 512 beeldpunten, en het aantal kleuren per beeldpunt bedraagt 16 miljoen (24 bits kleuren resolutie). Om digitale beeldverwerking mogelijk te maken zijn de beelden geconverteerd van 24 bits kleur naar 8 bits grijswaarden. Per opname is de gemiddelde grijswaarde G_{gem} berekend door het optellen van de grijswaarden voor alle beeldpunten en dit getal te delen door het totale aantal beeldpunten. Ter voorkoming van fouten door randeffecten is rondom het gehele beeld een rand ter grootte van vijftig beeldpunten genegeerd bij de middeling. De gemiddelde grijswaarde is dus gebaseerd op $3 \times (768-50) \times (512-50) = 995.148$ beeldpunten.

BIJLAGE III.2 GEDIGITALISEERDE FOTOGRAFISCHE OPNAMEN VAN DE VLOER

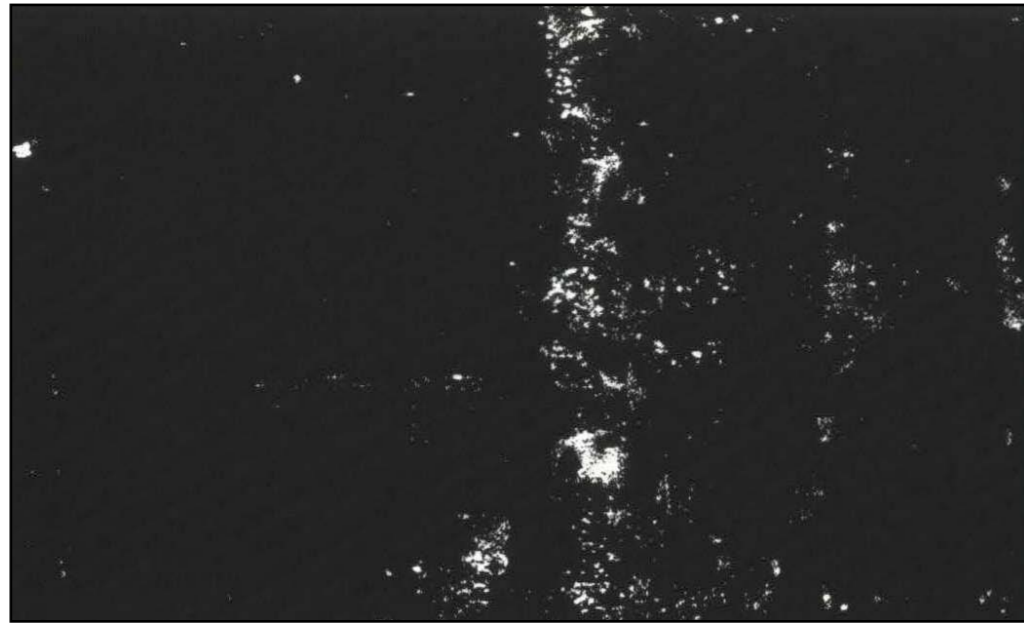


Figuur III.2.a: De vloer na reinigen met vlakmop a-klam



Figuur III.2.b: De vloer na reinigen met vlakmop S-klam

Figuur III.2.c: De vloer na reinigen met vlakmop G-klam



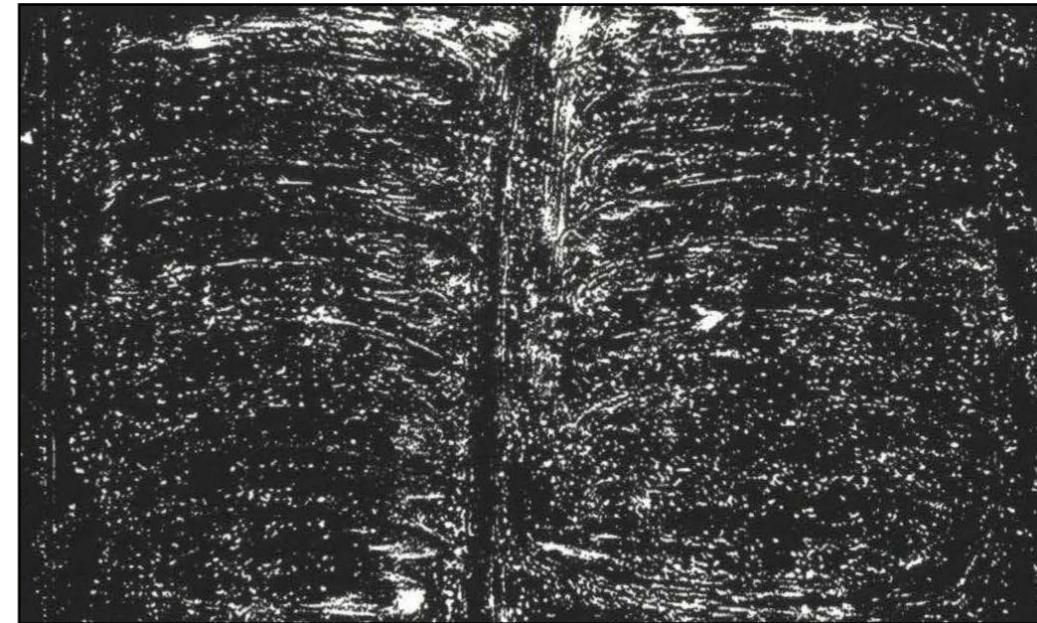
Figuur III.2.d: De vloer na reinigen met vlakmop a-nat



Figuur III.2.e: De vloer na reinigen met vlakmop S-nat



Figuur III.2.f: De vloer na reinigen met vlakmop G-nat



BIJLAGE III.3 RESULTATEN BEELD- VERWERKING PRAKTIJKTESTEN

Gemiddelde grijswaarden per beeld met afmetingen 712 bij 512 beeldpunten, waarbij een rand van 50 beeldpunten rondom genegeerd is. De code opname is gereinigde vloer G, blanco vloer B en vuile vloer V.

Beeld nummer op CD-ROM	Code mop	Code opname	Gemiddelde grijswaarde
1	ref	V	95.5
2	ref	B	57.4
3	ref	B	58.4
4	ref	B	58.4
5	ref	V	90.7
6	ref	V	94.4
7	ref	G	78.9
8	ref	G	82.0
9	ref	G	84.7
10	S	B	54.1
11	S	B	53.8
12	*****	Nieuw rolletje!!	*****
13	S	B	58.2
14	S	B	58.3
15	S	V	103.6
16	S	V	99.8
17	S	V	105.6
18	S	G	60.2
19	S	G	61.2
20	S	G	61.6
21	G	B	58.1
22	G	B	58.3
23	G	B	58.3
24	G	V	111.8
25	G	V	117.6
26	G	V	115.2
27	G	G	64.3
28	G	G	68.2
29	G	G	68.7
30	ref	B	58.4

Tabel III.3.1: Gemiddelde grijs-
waarden per opname

Beeld nummer op CD-ROM	Code mop	Code opname	Gemiddelde grijswaarde
31	ref	B	58.5
32	ref	B	58.6
33	ref	v	109.8
34	ref	v	106.5
35	ref	G	67.3
36	ref	G	68.3
37	*****	Nieuw rolletje!!	*****
38	a	B	51.7
39	a	B	49.7
40	a	B	47.1
41	a	v	113.0
42	a	v	109.9
43	a	v	117.0
44	a	G	68.4
45	a	G	72.9
46	a	G	75.5
47	S-nat	B	57.8
48	S-nat	B	51.2
49	S-nat	B	50.6
50	S-nat	v	103.4
51	S-nat	v	112.0
52	S-nat	v	111.9
53	S-nat	G	88.2
54	S-nat	G	89.4
55	S-nat	G	92.6
56	G-nat	B	51.6
57	G-nat	B	52.3
58	G-nat	B	54.7
59	G-nat	v	112.2
60	G-nat	v	110.8
61	G-nat	v	110.7
62	G-nat	G	87.3
63	*****	Nieuw rolletje!!	*****
64	G-nat	G	100.9
65	G-nat	G	94.5
66	a-nat	B	51.0
67	a-nat	B	52.5
68	a-nat	B	52.9
69	a-nat	V	95.8
70	a-nat	V	94.9
71	a-nat	V	106.2
72	a-nat	G	95.0
73	a-nat	G	96.5
74	a-nat	G	98.5

De gemiddeldes per proef staan in Tabel III.3.2. Deze zijn verkregen uit het gemiddelde van de drie waarden per proef zoals die in Tabel III.3.1 gegeven zijn.

Code mop	G _{gem, gereinigd} [-]	G _{gem, blanco} [-]	G _{gem, bevuild} [-]
Ref	81.9	58.1	93.5
S-klam	61.0	56.1	103.0
G-klam	67.1	58.2	114.9
Ref	67.8	58.5	108.2
a-klam	72.3	49.5	113.3
S-nat	90.1	53.2	109.1
G-nat	94.2	52.9	111.2
a-nat	96.7	52.1	99.0

Tabel III.3.2: Overzicht van de verkregen gemiddelde grijswaarden uit de experimenten

BIJLAGE III.4 RANGSCHIKKING IN EFFECTIVITEIT IN VLOERDEEL

De eerste kolom vermeld welke vlakmop is getest. De laatste kolom geeft de gemiddelde effectiviteit over 9 vloerdelen, en de standaarddeviatie van de effectiviteit. De vetgedrukte cijfers geven de plaats op de ranglijst aan, waarbij 1 de hoogste effectiviteit aangeeft en 9 de laagste effectiviteit. Tussen haakjes staat de effectiviteit van het vloerdeel gegeven.

Vlakmop ref 1	4 (33.08)	5 (26.36)	7 (23.94)	Gemiddelde effectiviteit: 31
	6 (25.91)	8 (21.30)	9 (20.15)	Standaarddeviatie effectiviteit: 9
	1 (45.67)	2 (41.33)	3 (37.63)	
Vlakmop S-klam	1 (90.91)	4 (85.81)	7 (80.42)	Gemiddelde effectiviteit: 83
	3 (86.25)	6 (80.56)	9 (75.06)	Standaarddeviatie effectiviteit: 6
	2 (89.85)	5 (84.01)	8 (76.62)	

Tabel III.4.1: Gemiddelde effectiviteit per vloerdeel (tussen haakjes) en rangschikking

Vlakmop G-klam	2 (84.48)	4 (82.56)	7 (78.42)	Gemiddelde effectiviteit: 81
	5 (81.35)	6 (79.89)	9 (74.73)	Standaarddeviatie effectiviteit: 3
	1 (84.78)	3 (83.23)	8 (77.58)	

Vlakmop Ref 2	2 (80.73)	5 (76.03)	8 (70.30)	Gemiddelde effectiviteit: 76
	3 (78.72)	6 (73.78)	9 (68.56)	Standaarddeviatie effectiviteit: 5
	1 (82.94)	4 (78.23)	7 (73.14)	

Vlakmop a-klam	1 (64.39)	2 (61.90)	6 (57.88)	Gemiddelde effectiviteit: 83
	3 (60.86)	5 (58.59)	8 (54.39)	Standaarddeviatie effectiviteit: 6
	4 (58.59)	7 (57.21)	9 (52.45)	

Vlakmop S-nat	1 (34.02)	3 (30.90)	2 (31.43)	Gemiddelde effectiviteit: 83
	4 (26.30)	6 (24.21)	5 (25.13)	Standaarddeviatie effectiviteit: 6
	7 (22.22)	9 (21.37)	8 (21.93)	

Vlakmop G-nat	5 (29.09)	7 (26.37)	9 (21.21)	Gemiddelde effectiviteit: 29
	3 (30.80)	6 (27.53)	8 (21.74)	Standaarddeviatie effectiviteit: 6
	1 (39.07)	2 (34.69)	4 (29.41)	

Vlakmop a-nat	2 (4.92)	4 (4.82)	8 (2.27)	Gemiddelde effectiviteit: 4
	7 (2.57)	6 (2.83)	9 (0.19)	Standaarddeviatie effectiviteit: 2
	1 (5.92)	4 (4.70)	3 (4.88)	

Vak	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	3	3	0	1	1	0	0	0	0
B	0	1	1	3	2	0	1	0	0
C	0	1	0	0	0	1	3	2	1
D	0	0	4	1	1	1	1	0	0
E	0	0	0	0	1	6	0	1	0
F	0	0	0	0	1	0	0	2	5
G	5	1	0	1	0	0	1	0	0
H	0	2	1	1	2	0	1	0	1
I	0	0	2	1	0	0	1	3	1

Tabel III.4.2: Frequentie van de scores van de rangschikking voor de linkerhelft van de vloer

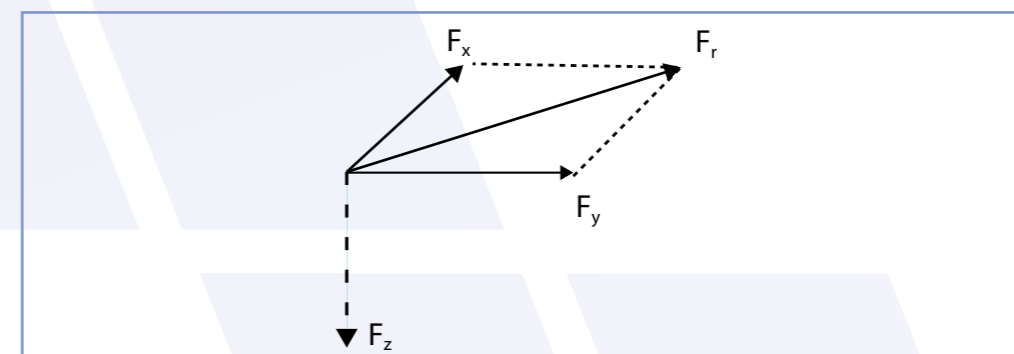
BIJLAGE IV.1 METINGEN MET HET KRACHTENMEETPLATEAU

Om de reinigingsdruk vast te stellen zijn de krachten die tijdens vlakmoppen optreden op de vloer gemeten met een krachtenmeetplateau. Dit plateau is bij TNO Industrie, afdeling Mensgerichte Product Ontwikkeling in gebruik om de krachten te meten die worden uitgeoefend tijdens het lopen. Dit zijn zowel de verticale krachten loodrecht op de vloer als de horizontale krachten in het vloeroppervlak. Met behulp van dergelijke meetgegevens gaat men o.a. na wat er gebeurt tijdens uitglijden. Het meetplateau is ingebouwd in een vloer en is in principe geschikt om de krachten tijdens vlakmoppen op te nemen. Er zijn echter beperkingen:

- de maten van het plateau (40 bij 60 cm) beperken de mopbewegingen;
- de kleine gevoeligheid (kleinste bereik 100 N terwijl de optredende krachten in de orde van enkele N zijn bij vlakmoppen) en relatief grote ruis veroorzaken een laag onderscheidend vermogen;
- er is één vloermateriaal ter beschikking dat niet nauwkeurig omschreven is.

Om die reden zijn oriënterende metingen uitgevoerd door één, niet ervaren, schoonmaker en slechts op een schone vloer. De metingen geven een goede indicatie van de krachten die optreden tijdens vlakmoppen (zie volgende paragraaf). De meetresultaten kunnen worden gebruikt om:

- na te gaan wat een representatieve druk is tijdens een test. Met 'druk' bedoelen we hier de reinigingsdruk in g/cm^2 . Deze wordt berekend uit de verticale kracht, gedeeld door de valversnelling en het oppervlak waarover de verticale kracht werkt. Die druk is dus een maat voor de kracht per eenheid oppervlak. De druk wordt veroorzaakt door (i) de massa van mop en steel; (ii) de kracht die de schoonmaker uitoefent;
- na te gaan wat de effectiviteit is van de omzetting van verticale kracht naar de horizontale krachten die daadwerkelijk het vuil verwijderen (dus: inzicht te verschaffen in het reinigingsmechanisme);
- na te gaan of de krachten die nodig zijn tot ergonomische problemen kunnen leiden.



Figuur IV.1.1: De richtingen van de krachten F_x , F_y en F_z , zoals ze door het krachtenmeetplateau worden opgenomen en de richting van de resulterende horizontale kracht in het vloeroppervlak F_r

De nauwkeurigheid van de krachtenmetingen

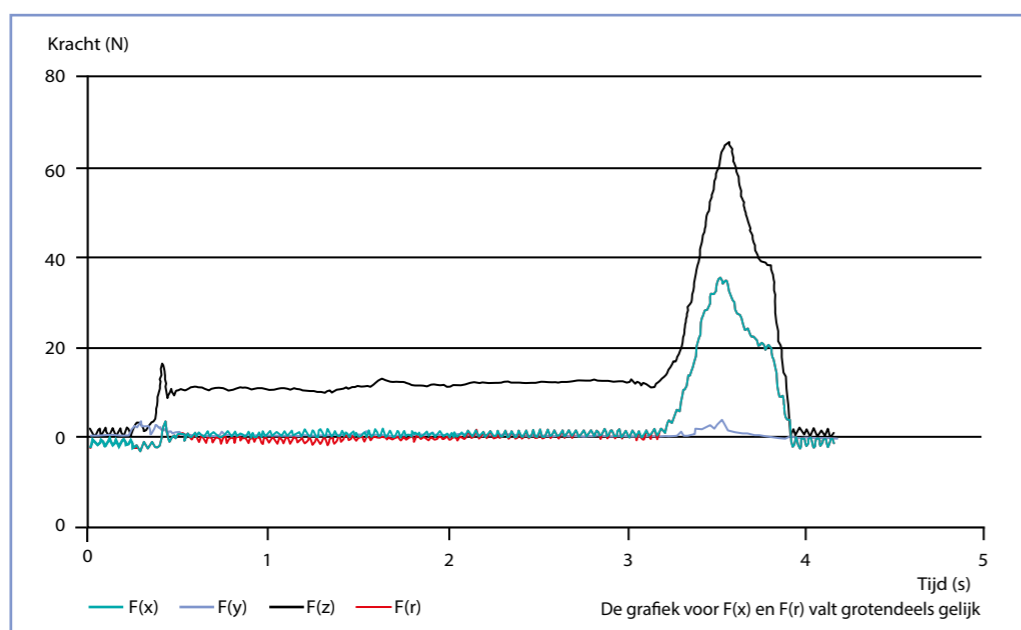
Het krachtenmeetplateau meet de krachten in drie richtingen: x, y en z. De x- en de y-richting bevinden zich in het vloeroppervlak (Figuur IV.1.1), loodrecht op elkaar. De z-richting staat loodrecht op het vloeroppervlak naar beneden. Bij het vlakmoppen zijn we geïnteresseerd in de kracht in de laatste richting (die evenredig is met de reinigingsdruk) en in de resulterende kracht in het oppervlak zelf. Het maakt daarbij niet uit of die kracht in de x- of in de y-richting staat, of daar tussen. Daarom hebben we uit de x- en y-kracht (F_x en F_y) de grootte van de resultante kracht F_r berekend uit:

$$F_r = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Beide signalen kennen een sterke ruis rondom het nulpunt (Figuur IV.1.2; uiterst links). Door de kwadratische optelling is F_r altijd groter dan nul. Het gemiddelde 'nulsignaal' van F_r bedraagt 1,3N en de gemiddelde standaarddeviatie van het 'nulsignaal' bedraagt 0,6N (61 metingen). Dit betekent dat zelfs na correctie door aftrekken van het nulsignaal een toevallige fout van minstens 0,6N resteert. F_r is meestal gecorrigeerd voor het nulsignaal van de specifieke meting; als dat niet mogelijk was, dan is bovenstaand gemiddeld gebruikt. De toevallige fout ten gevolge van de ruis is geminimaliseerd door de krachten te middelen over een geheel aantal volledige trillingen.

Naast de toevallige fouten in het signaal zelf en in de correctie voor het 'nulsignaal' ligt een andere foutenbron in het feit dat de kracht handmatig en dus niet geheel gelijkmatig wordt aangebracht. Met behulp van de foutenleer kunnen we deze drie bronnen voor toevallige fouten 'optellen' en komen dan tot een schatting van de totale toevallige fout in F_r voor mop S (50%) en voor mop Ref en de overige moppen (25%).

Figuur IV.1.2: Gemeten krachten (F_x , F_y en F_z) en berekende resulterende horizontale kracht (F_r) voor mop Ref, 'uit stilstand'; nat; het begin (tot 0,2 sec) wordt gebruikt om het nulsignaal te berekenen; het plateau tussen ca. 0,5 en 3 sec wordt veroorzaakt door de stilstaande mop + steel; de daaropvolgende piek door de beweging met de mop



Het gemiddelde nulsignaal in F_z , de neerwaartse kracht op de vloer, bedraagt slechts 0,1 N; de gemiddelde standaarddeviatie in het nulsignaal bedraagt ook 0,1 N (24 metingen). De totale toevallige fout in F_z is op dezelfde wijze geschat als voor F_r en bedraagt ruim 15% (61 metingen). De belangrijkste oorzaak is het niet gelijkmatig aanbrengen van de kracht.

Bij alle metingen is de kracht gemiddeld over de tijd in horizontale en verticale richting uitgerekend, evenals de standaarddeviatie daarin. De meetapparatuur registreert 200 meetwaarden per seconde; zelfs voor de snelste meting (0,1 sec) is dus gemiddeld over 20 meetwaarden maar meestal zijn aanmerkelijk meer meetwaarden gebruikt.

De snelheid van moppen is geschat uit de afstand (30 cm voor metingen 'uit stilstand' en 40 cm voor 'lineaire' metingen zoals hieronder gedefinieerd) en de duur van de meting. De verhouding F_z/F_r is berekend om hieronder uitgelegde redenen. Onderscheid wordt gemaakt naar F_z/F_{rc} waar alleen voor het nulsignaal in F_r is gecorrigeerd en $(F_z/F_r)c$ waar F_z is gecorrigeerd voor het nulsignaal en voor het gewicht van mop en steel. Deze parameter is de inverse van de wrijvingscoëfficiënt.

grootheid1	$F_z \pm s(F_z)$	$F_r \pm s(F_r)$	$(F_z/F_r)c$	F_z/F_{rc}	v
eenheid	[N]	[N]	[N]	[N]	[m/s]
droge mop, lineair met normale snelheid	10,3±1,2	4,1±0,8	3,4	3,0	1,7
	11,1±1,9	3,5±1,0	2,4	4,5	1,9
	12,1±1,9	4,1±1,3	3,0	4,0	2,0
natte mop (100%), lineair en langzaam	13,3±1,1	8,6±1,1	7,1	1,9	0,2
	16,1±0,3	8,6±1,0	7,5	2,1	0,5
	14,1±1,6	9,6±1,2	8,0	1,8	0,5
klamvochtig (20%), lineair, normale snelheid	11,9±1,3	5,5±1,8	4,7	2,5	1,1
	12,0±1,1	5,6±1,7	4,8	2,5	1,1
	12,5±2,2	5,7±1,7	4,8	2,6	1,7
nat (100%), draaiend met normale snelheid	15,3±3,0	8,0±1,9	6,1	2,5	niet gemeten
	16,3±2,8	8,6±1,8	6,9	2,4	niet gemeten
	13,0±3,3	6,3±2,0	4,8	2,7	niet gemeten

Tabel IV.1.1: Triplo metingen van de krachten bij het vlakmoppen met mop S

1) F_z : kracht in verticale richting; F_r : resultante kracht in horizontale richting; $s(x)$: standaarddeviatie in grootheid x; $(x)c$: gecorrigeerde waarde van x; v: geschatte snelheid

De metingen zijn uitgevoerd met drie typen beweging:

- uit stilstand (een rechte lijnige beweging vanuit stilstand)
- lineair (een eenparige rechte lijnige beweging over de meetplaat, soms enigszins gestoord door kleine niveauverschillen tussen meetplaat en omgeving)
- draaiend (een simulatie van de 8-beweging die tijdens vlakmoppen wordt gemaakt en die zo eenparig mogelijk wordt gesimuleerd).

De metingen zijn uitgevoerd met een stofwisdoek en zeven verschillende vlakmoppen met verschillende graden van natheid (droog, enigszins klam en nat). Door weging met behulp van het meetplateau is een schatting gemaakt van het vochtgehalte.

De meeste metingen zijn uitgevoerd met een normale snelheid van vlakmoppen (ca. 1 m/s) en onder een normale hoek tussen steel en vloer (ca. 60°); deze parameters zijn voor twee moppen (S en Ref) gevarieerd.

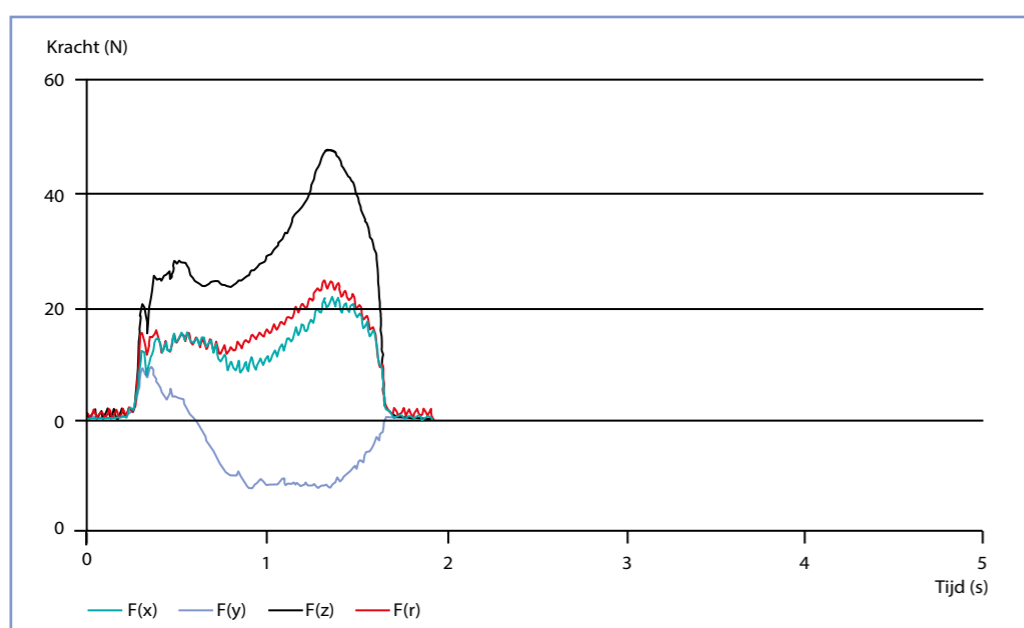
Bij enkele meetomstandigheden voor mop S zijn de metingen in triplo uitgevoerd en uitgewerkt. Deze resultaten zijn vermeld in Tabel IV.1.1. Deze resultaten bevestigen bovenstaande conclusies omtrent de nauwkeurigheid van de metingen, die met name voor F_r beperkt is.

Resultaten van krachtenmetingen

Figuur IV.1.2 geeft een indruk van de verkregen meetresultaten. F_z , de verticale kracht loodrecht op de vloer is in deze meting 'uit stilstand' eerst vrijwel nul (0 tot 0,2 sec) en neemt dan toe tot een constante waarde (0,5 tot 3 sec) doordat de schoonmaker de vlakmop met steel op de meetplaat zet. F_r , de resulterende kracht in de horizontale richting, blijft daarbij gelijk aan de beginwaarde, die zoals hierboven aangegeven, vanwege de ruis rondom 1 N schommelt.

De piek aan het eind van de meting (Figuur IV.1.2; 3,3 tot 3,8 sec) is in feite de werkelijke meting van de optredende krachten bij het voortbewegen van de mop over de vloer. De gemiddelde kracht is berekend over die gehele piek. Opvallend is dat de kracht in de z-richting (loodrecht op het oppervlak) en die in de r-richting (parallel aan het vloeroppervlak) een zelfde patroon doorlopen.

Figuur IV.1.3: Gemeten krachten (F_x , F_y en F_z) en berekende resulterende horizontale kracht (F_r) voor mop Ref, 'draaiend', nat; opvallend is de dip in F_z en in F_r op het moment van draaiing



Dit is ook goed te zien in Figuur IV.1.3, waar tijdens het vlakmoppen een draaiende beweging is gemaakt. Daardoor neemt de kracht in de x-richting soms plotseling af en de kracht in de y-richting tegelijkertijd toe. De resultante kracht (in de r-richting) blijft min of meer constant, maar vertoont een kleine dip tijdens de draaiing. Tegelijkertijd vertoont ook de z-kracht een kleine dip. Kennelijk heeft de schoonmaker die bij deze tests betrokken was de vlakmop in de draaiing iets opgetild.

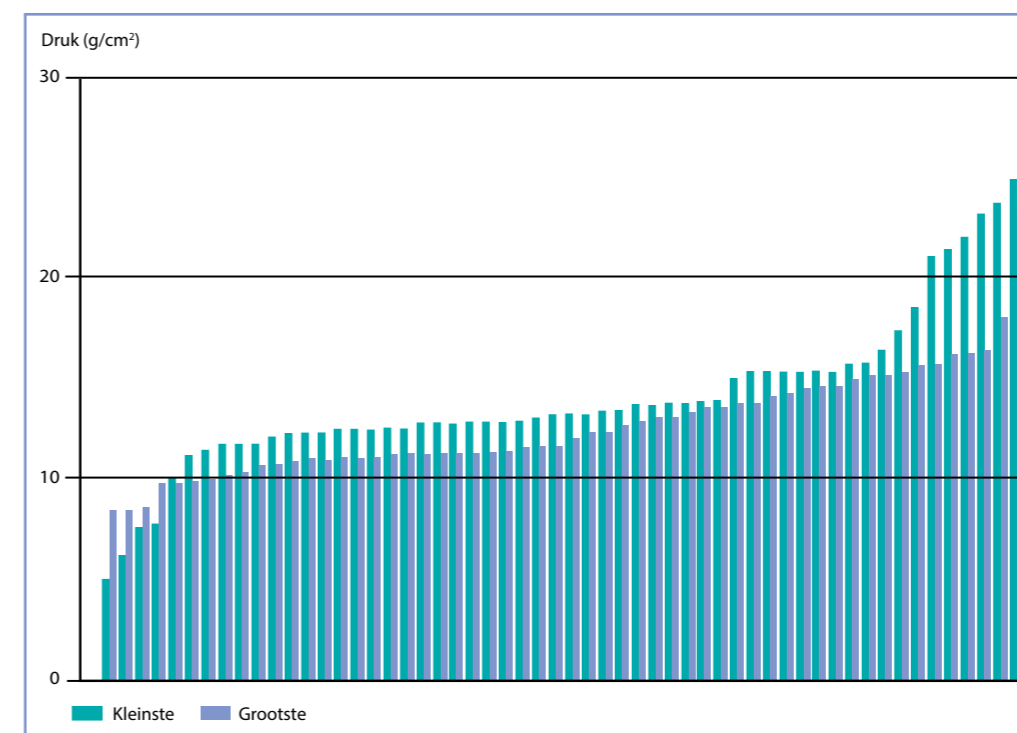
Tabel IV.1.2 geeft de gemiddelde verticale kracht voor metingen vanuit stilstand voor de acht onderzochte vlakmoppen en wisdoeken bij enkele vochtigheden. De druk is uitgerekend uit de verticale kracht en het totale vlakmop-oppervlak. Het blijkt dat de druk voor deze materialen, die sterk uiteenlopen in samenstelling en structuur in alle gevallen sterk vergelijkbaar is. Ook de referentievlakmop geeft hetzelfde beeld te zien. Een relevante meetdruk voor natte vlakmoppen is dus 9 g/cm^2 , onafhankelijk van de gebruikte vlakmop. In dit opzicht is er geen onderscheid tussen vlakmop en referentiemop.

Tabel IV.1.2: Verticale kracht F_z en druk voor verscheidene vlakmoppen

Mop code	Fz standaarddeviatie (N)			Druk (g/cm ²) en (vochtpercentage)		
	droog	klam	nat	droog	klam	nat
F1	12,5±2,3	-	-	2,8 (0%)	-	-
F3	-	14,0±1,9	-	-	3,4 (10%)	-
H	-	23,4±2,6	35,0±6,9	-	3,7 (27%)	5,6 (200%)
K	13,0±1,6	35,9±4,2	-	2,2 (0%)	6,0 (26%)	-
Q	24,3±4,5	-	93,1±8,7	3,8 (0%)	-	14,4 (128%)
R	-	-	54,5±13,4	-	-	11,1 (71%)
S	18,0±1,2	21,3±0,9	26,9±4,7	3,8 (0%)	4,5 (20%)	5,7 (100%)
gemiddelde druk (microvezelhoudende mops)				3,1 (0%)	4,4 (≈20%)	9,2 (>100%)
Ref	15,8±1,1	-	49,2±10,4	2,6 (0%)	-	8,2 (125%)

Deze druk is opvallend laag. De druk bij eenschijfsmachines bedraagt $27 \pm 7 \text{ g/cm}^2$ (Figuur IV.1.4)*; handmatig reinigen wordt gesimuleerd met een druk van 65 g/cm^2 (zie SM53)^[1]. De lage druk is een goede verklaring voor de matige reinigingsprestatie van vlakmoppen zoals die in eerder onderzoek voor de VSR^[2] is vastgesteld: des te geringer de werkdruk, des te geringer de reinigingsprestatie^[1].

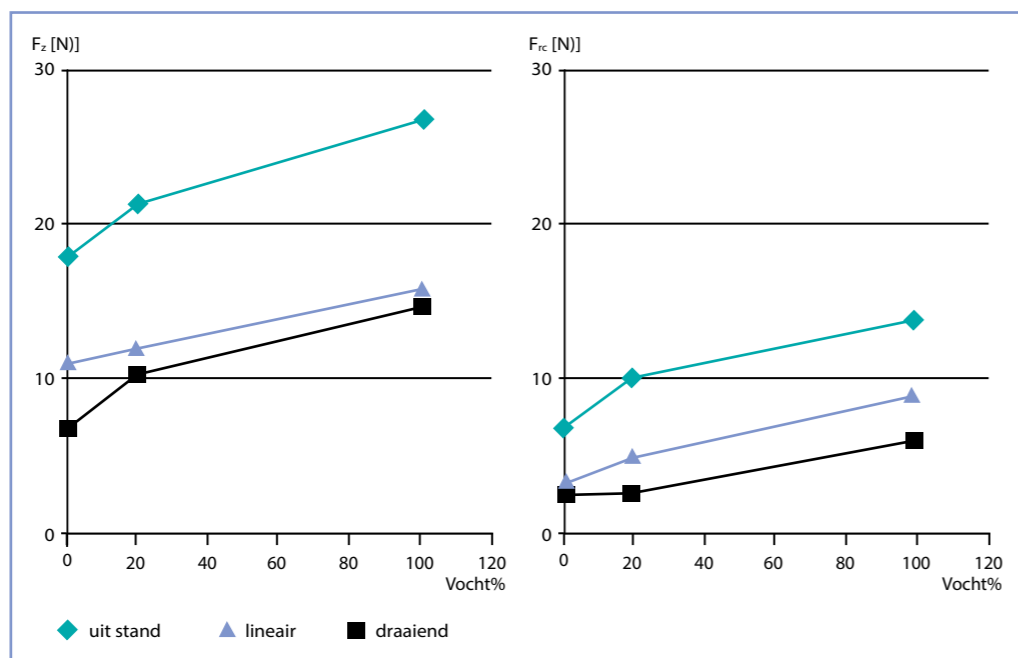
In alle gevallen neemt de benodigde druk toe met het vochtpercentage (Tabel IV.1.2). Dit verband is voor vlakmop S grafisch weergegeven (Figuur IV.1.5) en wordt gevonden voor metingen uit stilstand, maar ook voor lineaire (eenparige) beweging en voor draaiende beweging. Het verband geldt ook voor de gecorrigeerde waarden van F_r (Figuur IV.1.5).



Figuur IV.1.4: De druk onder eenschijfsmachines (het kleinste en grootste model uit de op de Nederlandse markt gebrachte series machines) berekend uit door Service Management verzamelde waarden van diameter en gewicht^[3]. De machines zijn gerangschikt op volgorde van toenemende druk

* Dit is een gemiddelde van de minimale en maximale druk bij eenschijfsmachines die in Nederland op de markt worden gebracht. De druk per machine is berekend uit gegevens van diameter en gewicht die door Service Management zijn verzameld^[3].

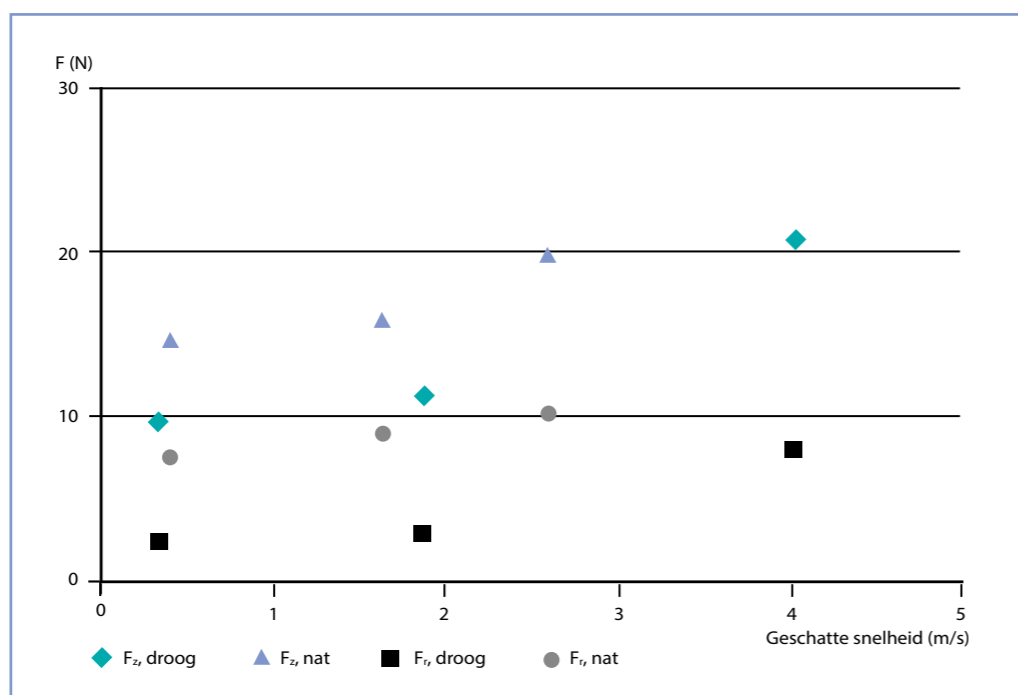
Figuur IV.1.5: De invloed van het vochtgehalte op de gemeten krachten bij vlakmoppen met mop S in verschillende bewegingswijzen



De kracht die nodig is om de mop op gang te brengen ('uit stilstand') is aanmerkelijk groter dan de kracht die nodig is om de mop op gang te houden ('lineair' en 'draaiend'). De iets lagere waarden voor 'draaiende' metingen ten opzichte van 'lineaire' metingen zijn te verklaren uit het eerder geconstateerde optillen bij de draaibeweging. Dit kan een artefact* zijn, veroorzaakt door een onervaren schoonmaker.

Uit Figuur IV.1.6 blijkt dat de benodigde krachten bij vlakmoppen vooral bij hogere snelheden sterk toenemen met de snelheid. De gevonden resultaten kunnen goed worden beschreven met een kwadratisch verband in de vorm van $F = F_0 + a \cdot v^2$ wat kan worden gebruikt om uit te rekenen dat bij praktisch relevante waarden van de snelheid (rond 1 m/s) de krachten slechts weinig afhangen van de snelheid. Het verschil in (berekende) kracht bij 0,5 en 1 m/s bedraagt slechts zo'n 5%.

Figuur IV.1.6: De invloed van de snelheid van vlakmoppen met mop S op de gemeten krachten (lineair eenparig vlakmoppen)

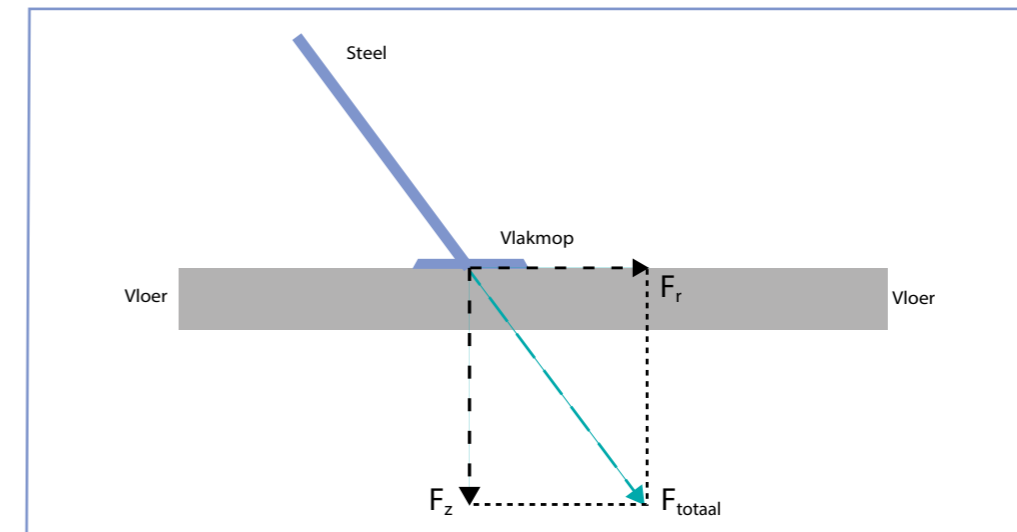


* Resultaat van een experiment dat niet voortkomt uit het onderzochte verschijnsel maar uit de onderzoeksopzet

Bij de metingen is ook de hoek tussen vlakmopsteel en vloer gevarieerd van ongeveer 45°, via ongeveer 60° (standaard) tot en met ongeveer 75°. Theoretisch verwachten we dat F_z en F_r bij vlakmoppen in relatie tot elkaar staan (Figuur IV.1.7). De totale kracht die door de mopsteel naar de vloer wordt geleid is te splitsen in de verticale bijdrage (F_z) en in een horizontale bijdrage (F_r). De verhouding daartussen (F_z/F_r) hangt dus alleen af van de hoek waaronder de steel van de vlakmop staat met de vloer. Die verhouding is dus te voorspellen en mag niet afhangen van het type mop, de snelheid van moppen, de beweging of welke andere parameter dan ook.

We moeten ons daarbij realiseren dat de verticale kracht is opgebouwd uit twee componenten: (i) de massa van mop en steel; (ii) de kracht die de schoonmaker uitoefent. Alleen de laatste bijdrage is hier van belang.

De bijdrage van de massa van de vlakmop en steel oefenen is te zien in het plateau in de metingen 'uit stilstand' (Figuur IV.1.2) waarbij F_z gemiddeld over 7 metingen ongeveer 8 ± 1 N bedraagt, enigszins afhankelijk van het vochtgehalte van de vlakmop. Als we de bewering willen controleren dat (F_z/F_r) te berekenen is uit de hoek van vlakmoppen moeten we de gemeten waarde voor F_z corrigeren voor de massa van mop en steel. In deze correctie zit een toevallige fout van ruim 12%. Toegevoegd aan de al aanzienlijke toevallige fouten in F_z (16%) en in F_r (50% voor mop S) kan de toevallige fout in (F_z/F_r)c oplopen tot rond de 75%. Daar komt nog bij dat ook de hoek niet nauwkeurig is ingesteld. Het is daarom niet verwonderlijk dat de gevonden waarden voor (F_z/F_r)c weliswaar een correct verband vertonen met de hoek tussen steel en vloer, maar dat de actuele waarden niet goed overeenkomen met de theoretische waarden (Tabel IV.1.3).



Figuur IV.1.7: Schets van de bij vlakmoppen optredende krachten en de verhouding die daartussen moet bestaan ten gevolge van de hoek tussen steel en vloer

Na correctie voor het gewicht van steel en mop vinden we bij de draaiende metingen negatieve waarden voor F_z en dus ook voor (F_z/F_r). Dit is waarschijnlijk weer een gevolg van het optillen van de vlakmop bij de draaiing. Deze fysisch onmogelijke waarden zijn dan ook genegeerd bij het berekenen van het gemiddelde.

Over negen metingen bij 60° aan de 6 andere onderzochte vlakmoppen (dus niet S en Ref) bedroeg de gemiddelde waarde van de gecorrigeerde (F_z/F_r): $2,3 \pm 0,8$, hetgeen binnen de (ruime) foutenmarge overeenkomt met de voorspelde waarde van 1,7. Nauwkeuriger beheerste metingen op een platform dat preciezer kan meten met minder bias en ruis is nodig om de conclusie te bevestigen, maar er bestaan duidelijke aanwijzingen dat de waarde van de gecorrigeerde verhouding ((F_z/F_r)) goed te voorspellen is. Dit is van groot belang, omdat F_z veel eenvoudiger te meten is (namelijk met een balans) dan de horizontale kracht.

Tabel IV.1.3: Waarden van $(F/F)_c$ na correcties voor meetfouten en de massa van mop en steel, als functie van de hoek tussen steel en vloer, en als functie van de reinigingscondities

mop en testomstandigheden	circa 45°	circa 60°	circa 75°
mop S, droog, uit stilstand	1,4	1,6	1,8
mop S, droog, lineair	0,5	1,2	1,7
mop S, droog, draaiend	-0,6	-0,3	1,9
mop S, 20% vocht, uit stilstand	1,2	1,3	1,6
mop S, 20% vocht, draaiend	0,3	1,1	0,4
mop Ref, droog, uit stilstand	0,8	2,2	0,4
mop Ref, droog, lineair	0,4	1,1	1,3
gemiddelde ± standaarddeviatie ¹⁾	1,1±0,5	1,4±0,2	1,7±0,1
theoretische waarde	1	1,7	3,7

1) berekend over de metingen voor mop S 'uit stilstand' en 'lineair'; de correctie voor het gewicht van steel en mop is bij de 'draaiende' metingen waarschijnlijk te groot

BIJLAGE IV.2 TOEGEPASTE TESTMATERIALEN

Reinigingsmiddel: SIGLA R 600; 5 ml per liter water (alleen voor de Referentievlakmop)

Stripper: R20+ (DiverseyLever, Maarssen, Nederland)

Polymeer: Interpol (Forbo, Krommenie, NI)

Vloermaterialen: linoleum (Marmoleum Walton, Forbo, Krommenie, NL); zwart, grijs PVC-vloer (Mipolam; Dynamit Nobel, Troisdorf, Dld); beige gevlekt witte sanitairtegels (Gamma, Spaans fabriek)

Bevuilingen: "straatvuil", bestaande uit lanoline, stearinezuur en glycolmonostearaat (Wippolder Apotheek, Delft, Nederland);

triëthanolamine (Merck-Schuchardt, Hohenbrunn, Duitsland);

demiwater;

tracer (Arc Yellow T16, Day-glo Color Corp., Cleveland, Ohio, USA) en straatvuil (WFK Testgewebe, Krefeld, Duitsland).

"koffie", bestaande uit 15 gram Douwe Egberts Roodmerk koffie; 300 ml Delfts kraanwater; 13,5 gram suiker (suikerklontjes CSM) en 10 ml Friese Vlag koffiemelk.

"schopstrepen", gemaakt met twee soorten rubber:

- roetafgevend rubber, (Schneeganz, Dld)
- thermoplastisch rubber voor klmschoenen (Van der Sluis, Rotterdam)

VSR is het onafhankelijke platform voor professioneel schoonmaken en kennisinstituut voor alle marktpartijen binnen de schoonmaakdienstverlening.

VSR streeft naar professionalisering en objectivering van het schoonmaakvak door middel van onderzoek, voorlichting en opleiding.



Vereniging Schoonmaak Research
Postbus 4076, 5004 JB Tilburg
T 013 - 594 4346 | E info@vsr-schoonmaak.nl