



Onderzoeksverslag

Het effect op de technische prestaties van cementgebonden dekvloeren indien deze vervaardigd worden met een mechanische rei.

1 augustus 2015

Inhoudsopgave

1. Voorwoord.....	3
2. Inleiding	4
2.1. Belang van het onderzoek.....	4
2.2. Probleemstelling.....	4
2.3. Te beantwoorden vragen.....	4
3. Samenvatting onderzoek.....	5
4. Technisch onderzoek.....	6
4.1. Uitgangssituatie.....	6
4.1.1. Fase 1.....	6
4.1.2. Fase 2.....	7
4.2. Meetresultaten met conclusies.....	8
4.2.1. Meetresultaten Fase 1.....	8
4.2.2. Conclusies Fase 1.....	9
4.2.2.1. Hechtend aangebrachte dekvloeren.....	9
4.2.2.2. Verend opgelegde dekvloeren.....	10
4.2.2.3. Algemene conclusies.....	11
4.2.3. Meetresultaten Fase 2.....	12
4.2.4. Conclusies Fase 2.....	13
4.2.4.1. Hechtend aangebrachte dekvloeren.....	13
4.2.4.2. Verend opgelegde dekvloeren.....	15
4.2.4.3. Algemene conclusies.....	16
5. Beeldmateriaal	17

1. Voorwoord

Sinds 1 januari 2015 dient het uitvoeren van traditionele cementgebonden dekvloeren van enig oppervlak van formaat van overheidswege verplicht met een mechanische rei te worden uitgevoerd. Vanzelfsprekend vanuit arbo-technisch oogpunt een zeer goede zaak. Vanuit het perspectief van prestatieverplichtingen is het echter wel van belang om vast te stellen of een aangepaste wijze van uitvoering tenminste een vergelijkbare technische kwaliteit van de producten oplevert.

Om die reden heeft het Technisch Bureau Afbouw gemeend dat het nuttig zou zijn om een vergelijkend onderzoek uit te voeren naar de kwaliteit van dekvloeren welke handmatig zijn aangebracht in vergelijking met dekvloeren welke met diverse typen mechanische reien worden vervaardigd zoals deze thans op de markt beschikbaar zijn of op korte termijn zullen komen.

Aanvullend op dit onderzoek is besloten om het onderzoek in een tweede fase te richten op de toepassing van hulpstoffen welke aan cementgebonden dekvloeren kunnen worden toegevoegd en daarvan de verwerkbaarheid en technische prestaties zouden moeten verbeteren. Enerzijds om een eventuele vaststelling van een negatieve invloed op de technische kwaliteit door de nieuwe productietechniek te kunnen compenseren en anderzijds omdat de invloed van dergelijke hulpstoffen nog niet eerder uitgebreid werd onderzocht.

Het Technisch Bureau Afbouw heeft bij het tot stand komen van dit onderzoek een zeer coöperatieve houding van de leveranciers van zowel mechanische reien als hulpstoffen mogen ervaren. Wij zijn verheugd dat het belang van dit onderzoek zo breed in de markt wordt herkend.

Tenslotte willen wij nog opmerken dat de waarden zoals bij dit onderzoek gemeten zijn gebaseerd op het specifieke toegepaste speciemenngsel en de daarbij aanwezige omgevingscondities. Indien in de praktijk wordt gewerkt zouden omgevingscondities de prestaties (voor alle producten) negatief kunnen beïnvloeden, maar zou bij voorbeeld het hanteren van specifieke mengselvoorschriften van leveranciers de prestatie nog aanzienlijk positief kunnen beïnvloeden. De gemeten waarden zijn daarom strikt indicatief voor een praktijksituatie en geven vooral onderling verschil aan ten opzichte van een referentievloer.

Namens Technisch Bureau Afbouw,

Onno de Vries, *projectleider*

2. Inleiding

2.1. Belang van het onderzoek

Vanzelfsprekend is arbotechnisch verantwoord werken van groot belang voor de afbouwsector. De ontwikkeling van alternatieve, minder lichamelijk belastende applicatiemethoden voor het aanbrengen van bijvoorbeeld cementgebonden dekvloeren ligt dan ook voor de hand. Vooralsnog is echter onbekend wat de gevolgen van een aangepaste wijze van uitvoering zijn op de technische kwaliteit van het werk. Indien het zo zou zijn dat door het wijzigen van de applicatiemethode wel een arbotechnische verbetering wordt gerealiseerd maar gelijktijdig een technisch minder resultaat mogelijk wordt, zal, zeker na verplichte invoering van de applicatiewijze, een groot aantal geschillen met aanzienlijke economische gevolgen kunnen ontstaan. Om dit risico te onderkennen en zo mogelijk bij voorbaat al van een oplossing te kunnen voorzien is dit onderzoek bedoeld.

2.2. Probleemstelling

Onderzocht worden zowel hechtend aangebrachte als verend opgelegde (op isolatie aangebrachte) dekvloeren. Inzichtelijk zal moeten worden of de technische kwaliteit van een dekvloer vervaardigd met een mechanische rei al dan niet een technisch vergelijkbaar resultaat oplevert ten opzichte van een 'traditioneel' handmatig vervaardigde dekvloer. Dit vergelijk zal worden gemaakt in fase 1 van dit onderzoek.

Gezien het grote belang van het realiseren van een ten minste gelijkwaardig resultaat is bij voorbaat besloten om ook de toepassing van hulpstoffen in een dekvloermortel te onderzoeken. Bekend is dat met dergelijke materialen de kwaliteit van een dekvloer aanzienlijk kan worden beïnvloed door de mate van verdichting van de specie. Met name dit laatste zou bij toepassing van een mechanische rei een probleem kunnen zijn. In fase 2 van het onderzoek worden de proefvloeren daarom allemaal afgewerkt met eenzelfde mechanische rei, waarbij een vergelijk wordt gemaakt met een dekvloer die niet is voorzien van een hulpstof. Mocht de verdichting bij toepassing van een mechanische rei geen probleem vormen, wordt met de tweede fase inzichtelijk gemaakt hoeveel meerwaarde de toepassing van hulpstoffen in dekvloeren al dan niet kan hebben.

2.3. Te beantwoorden vragen

Na het onderzoek zal een conclusie moeten kunnen worden getrokken ten aanzien van de volgende onderdelen:

- Levert een mechanische afgewerkte dekvloer ten minste een gelijkwaardige kwaliteit ten opzichte van een handmatig vervaardigde dekvloer?
- Levert de toevoeging van hulpstoffen een meerwaarde op?

3. Samenvatting onderzoek

Vastgesteld kan worden dat het onderzoek van de dekvloeren in fase 1 duidelijk heeft gemaakt dat de dekvloeren door applicatie met een mechanische rei niet aan kwaliteit verliezen, en bepaalde eigenschappen zelfs verbeteren. Dit geldt voor zowel de hechtend aangebrachte als de verend opgelegde dekvloeren.

➔ Een mechanisch afgewerkte dekvloer levert ten minste een gelijkwaardige kwaliteit ten opzichte van een handmatig vervaardigde dekvloer op.

Wel is van belang om hierbij oog te houden voor de continue behoefte aan verdichting van de onderste specielaag, aangezien het merendeel van de geteste mechanische reien vooral de top van de dekvloer verdichten. Zou, bij voorbeeld door vermoeidheid, de verdichting van de onderste specielaag minder zorgvuldig plaatsvinden, dan zijn aanzienlijk lagere meetwaarden te verwachten. Tijdens het onderzoek kon deze invloed door het noodzakelijkerwijs beperkte formaat van de proefvloeren niet beoordeeld worden.

Daarnaast is in fase 2 komen vast te staan dat de toevoeging van hulpstoffen weliswaar niet noodzakelijk is om een voldoende kwaliteit te leveren, maar dat dergelijke hulpstoffen de kwaliteit van de met een mechanische rei aangebrachte dekvloer nog wel aanzienlijk kunnen verhogen. Door de plastificerende werking van dergelijke stoffen is bovendien het verdichten van de onderste specielaag veel minder kritisch.

➔ De toepassing van plastificerende hulpstoffen levert zeker een meerwaarde op.

Daarnaast kennen dergelijke hulpstoffen vaak mooie neveneffecten, zoals een bekorte droog- respectievelijk verhardingstijd, minder materiaalkrimp en een hogere huidtreksterkte.

De kortere droogtijd is van belang bij de gewenste applicatie van relatief dampdichte vloerafwerkingen op een zo kort mogelijke termijn, de immer aanwezige wens in het steeds korter wordende bouwproces. De geringe materiaalkrimp levert minder zichtbare scheurtjes in het vloeroppervlak op, hetgeen voor vloerafwerkingen zoals kunststof gietvloeren, marmoleum en PVC van belang is vanwege het doortekenen van dergelijke scheurtjes in het uiteindelijke vloeroppervlak (adervorming). Een hogere huidtreksterkte is dan weer van belang indien bijvoorbeeld parket op de dekvloer gelijmd zou moeten worden.

De toevoeging van hulpstoffen is dan weliswaar niet per definitie noodzakelijk, maar zowel applicatie als verdere vloerafwerking kan hier toch erg bij gebaat zijn. Voor de goede orde wijs ik er nogmaals op dat de gemeten waarden voor de hulpstoffen mogelijk te laag zijn, ondanks dat duidelijk meerwaarde werd vastgesteld.

Indien specifiek door de betreffende leveranciers voorgestelde mengselsamenstellingen van toepassing zijn en worden gebruikt, dan kunnen waarschijnlijk nóg betere resultaten worden verkregen. Dit onderzoek is nadrukkelijk niet bedoeld als vergelijk tussen de werkzaamheid van specifieke producten en daar dus ook niet op ingericht.

4. Technisch onderzoek

4.1. Uitgangssituatie.

Om de aan te brengen proefvloeren onderling goed te kunnen vergelijken, zal een uitgangssituatie moeten worden gecreëerd waarbij de proefvloeren in ieder geval niet belemmerd worden in hun sterkteontwikkeling.

Op een bestaande (rein op te leveren) betonvloer is een folielaag aangebracht en vervolgens een hoogwaardige cementgebonden gietdekvloer met een dikte van tenminste 30mm en een oppervlak van circa 120m².

Deze basisvloer is verdeeld in twee hoofdvakken van 60m², één deel voor aan te brengen hechtende dekvloeren en het andere deel is voorzien van een 20mm dikke EPS100 isolatielaag met daarop een scheidingsfolie met een dikte van 0,2mm. Per hoofdvak is een binnenkist geplaatst welke deze in 6 proefvakken verdeelt, resulterend in totaal 12 proefvakken van elk 10m².

4.1.1. Fase 1.

In de proefvakken zijn circa 70 mm dikke cementgebonden dekvloeren aangebracht met behulp van een 'standaard' specie zoals deze normaal met een mobiele centrale wordt aangeleverd. Toegepast is een specie met (receptuur). Per hoofdvak is één proefvak voorzien van een handmatig aangebrachte dekvloer. Daarnaast zijn telkens (in beide hoofdvakken één) twee proefvloeren aangebracht met de volgende mechanische reien:

- **MAI® 2FLOORMASTER XL**, fabricaat MAI, distributie Bremaat Holland BV
- **Screed Roller**, fabr. en distributie Van de Haterd Zand en cementhandel BV
- **AirOne NL**, fabr. en distributie Omtzigt Bouwmaterialen BV
- **Lomar 106**, fabricaat Lomar, distributie Lantink Service
- **Floormach Prototype**, fabricaat Kroezen, distributie nog niet van toepassing

Ten aanzien van de laatste rei moet worden opgemerkt dat deze rei nog niet geheel inzet-gereed was, maar vanwege het veelbelovend en innovatief ontwerp (volledig mechanische verwerking en verdeling van specie) is deze rei toch in dit onderzoek opgenomen.

Aansluitend aan de applicatie zijn de dekvloeren afgedekt met plastic folie, welke 28 dagen is blijven liggen. Gedurende deze volledige periode heeft klimaatcontrole ten aanzien van luchtvochtigheid en temperatuur plaatsgevonden. De dekvloeren zijn in deze periode volledig onbelast gebleven.

Na het verstrijken van 28 dagen zijn de dekvloeren in-situ beoordeeld op gebruikswaarde (conform NEN 2741:2008 met een valgewicht van 4kg op de hechtende vloeren en een valgewicht van 2kg op de verend opgelegde vloeren) en huidtreksterkte (na circa 2mm inboren) en zijn balkjes uit de proefvloeren gezaagd

(3 per proefvloer) met een formaat van 40x40x200mm die vervolgens in een extern laboratorium zijn beproefd op buigtreksterkte en druksterkte (2x per balkje).

4.1.2. Fase 2.

Na afloop van fase 1 zijn de proefvakken voorzien van een verhoogde bekisting. Op de in fase 1 vervaardigde verend opgelegde dekvloeren worden nu de hechtende dekvloeren vervaardigd. Op de hechtende dekvloer wordt nu een isolatielaag aangebracht bestaande uit 20mm EPS100 isolatie en vervolgens een scheidingsfolie met een dikte van 0,2mm. Vervolgens zijn wederom 2x6 proefvloeren aangebracht, te weten een vloer met een standaardspecie (i.v.m. toe te voegen hulpstoffen in een samenstelling van 200kg zand:40kg cement en water naar behoefte, gemiddeld circa 11 liter; voor de referentievloer zonder (plastificerende) hulpstof 20 liter per mengsel). Hierbij zijn de volgende hulpstoffen toegepast:

- *Chemsta Plus PP*, fabricaat Chemsta, distributie 1 Group Solution
- *Chemsta Plus*, fabricaat Chemsta, distributie 1 Group Solution
- *Contopp® Duremit 50*, fabricaat Knopp Chemische Produkte GmbH
- *PCI Estrifix*, fabricaat en distributie PCI Nederland
- *SpeedScreed*, fabricaat en distributie Flomix

Ook voor deze proefvloeren geldt dat deze aansluitend aan de applicatie zijn afgedekt met plastic folie, welke 28 dagen is blijven liggen. Gedurende deze volledige periode heeft klimaatcontrole ten aanzien van luchtvochtigheid en temperatuur plaatsgevonden. De dekvloeren zijn in deze periode volledig onbelast gebleven.

Na het verstrijken van 28 dagen zijn de dekvloeren weer in-situ beoordeeld op gebruikswaarde (conform NEN 2741:2008 met een valgewicht van 4kg op de hechtende vloeren en een valgewicht van 2kg op de verend opgelegde vloeren) en huidtreksterkte (na circa 2mm inboren) en zijn balkjes uit de proefvloeren gezaagd (3 per proefvloer) met een formaat van 40x40x200mm die vervolgens in een extern laboratorium zijn beproefd op buigtreksterkte en druksterkte (2x per balkje).

4.2. Meetresultaten met conclusies

4.2.1. Meetresultaten Fase 1

Hechtend aangebrachte dekvloeren:

Proef	Gebruikswaarde		Huidtreksterkte		Buigtreksterkte		Druksterkte			Uitvoeringswijze
	meetw	gem	meetw	gem	meetw	gem	meetw	meetw	gem	
1	1,88	1,96	0,26	0,443	2,31	2,59	3,74	12,01	10,01	MAI 2 Floormaster XL Hechtende uitvoering
2	2,85		0,87		2,43		9,01	9,22		
3	1,14		0,20		3,02		14,90	11,19		
1	1,54	1,44	1,21	0,975	2,77	2,74	7,77	7,46	10,57	Trilrei Omtzigt Hechtende uitvoering
2	1,22		0,70		3,17		13,55	14,19		
3	1,55		1,02		2,27		10,67	9,79		
1	1,34	1,48	1,17	0,985	1,76	2,50	12,87	8,35	11,52	Prototype Hechtende uitvoering
2	1,79		0,92		3,12		14,11	12,05		
3	1,32		0,86		2,63		10,28	11,47		
1	1,42	2,17	0,62	0,409	2,90	2,70	11,97	9,47	11,75	Lomar 106 Hechtende uitvoering
2	2,53		0,10		2,98		11,56	12,91		
3	2,55		0,51		2,23		12,64	11,94		
1	1,37	1,94	0,24	0,400	2,53	2,61	7,54	7,74	9,52	Handmatig aangebr. Hechtende uitvoering
2	1,51		0,70		2,30		9,72	8,87		
3	2,93		0,25		2,99		11,70	11,57		
1	1,71	1,82	0,75	0,815	1,80	2,58	3,91	5,43	8,00	Screed Roller Hechtende uitvoering
2	2,30		0,93		3,26		10,80	10,37		
3	1,44		0,77		2,69		8,45	9,03		

Verend opgelegde dekvloeren:

Proef	Gebruikswaarde		Huidtreksterkte		Buigtreksterkte		Druksterkte			Uitvoeringswijze
	meetw	gem	meetw	gem	meetw	gem	meetw	meetw	gem	
1	0,33	0,80	1,36	0,878	2,92	2,70	6,14	6,82	8,21	Trilrei Omtzigt Verend opgelegd
2	1,42		0,41		3,09		9,89	11,21		
3	0,64		0,86		2,09		7,08	8,10		
1	0,78	2x PONS	0,56	0,477	2,70	2,56	11,45	11,42	9,64	Handmatig aangebr. Verend opgelegd
2	Pons 4		0,62		2,18		7,21	5,77		
3	Pons 4		0,25		2,81		10,99	11,01		
1	0,51	0,73	0,93	0,786	2,45	2,24	10,04	8,13	7,31	Screed Roller Verend opgelegd
2	0,84		0,86		2,37		7,16	7,73		
3	0,84		0,57		1,89		4,09	6,73		
1	0,99	0,95	1,25	0,689	2,75	2,61	10,49	8,87	10,13	Lomar 106 Verend opgelegd
2	1,24		0,32		2,63		11,83	11,91		
3	0,61		0,49		2,44		8,93	8,77		
1	Pons 4	2x PONS	1,42	1,240	2,11	1,99	7,98	8,09	8,56	MAI 2 Floormaster XL Verend opgelegd
2	Pons 4		1,62		1,55		6,05	10,78		
3	0,93		0,68		2,32		9,08	9,39		
1	0,61	0,65	1,43	1,297	2,53	2,53	9,47	9,39	9,77	Prototype Verend opgelegd
2	0,78		1,09		2,64		10,71	10,59		
3	0,55		1,37		2,42		9,21	9,25		

4.2.2. Conclusies Fase 1

4.2.2.1. Hechtend aangebrachte dekvloeren

Gebruikswaarde:

Alle applicatiewijzen leveren een gelijkwaardige gebruikswaarde op. De referentievloer scoort ten opzichte van de diverse toegepaste mechanische reien gemiddeld. Alle waarden zijn kleiner dan 3mm, hetgeen maakt dat zij voldoen aan de strengste klasse volgens NEN 2741.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van specie met een mechanische rei geen negatieve invloed heeft op de te realiseren gebruikswaarde van een dekvloer.

Huidtreksterkte:

De huidtreksterkte van de met mechanische rei aangebrachte dekvloeren is in alle gevallen hoger dan de huidtreksterkte van de referentievloer. Onderling zijn wel significante verschillen aanwezig.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een mechanische rei een positieve invloed heeft op de te realiseren huidtreksterkte van een dekvloer.

Buigtreksterkte:

De gemeten waarden zijn voor cementgebonden dekvloeren hoog te noemen. Voor een gebruikelijk toegepaste en goed verdichte specie worden normaliter waarden van 1 tot 1,5N/mm² gevonden, terwijl hier waarden van 2,5 tot 2,8N/mm² worden gemeten. Dit verschil zal waarschijnlijk zijn ontstaan door de optimale conditionering van de proefvloeren; de vloeren zijn gedurende de gehele uithardingsperiode afgedekt gebleven met plastic folie en niet door gebruiksverkeer belast, terwijl de klimatologische omstandigheden waaronder deze uitharding plaatsvond vrijwel ideaal waren. Tussen de met een mechanische rei en de traditioneel vervaardigde proefvlakken is geen significant verschil aangetroffen. Het aanlopen van de specie is kennelijk gelijkwaardig aan de traditionele wijze van verdichten.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een mechanische rei geen negatieve invloed heeft op de te realiseren buigtreksterkte van een dekvloer.

Druksterkte:

Op één uitzondering na is de druksterkte van de met een mechanische rei vervaardigde proefvloeren hoger dan die van de vervaardigde referentievloer, doch niet significant.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een mechanische rei geen negatieve invloed heeft op de te realiseren druksterkte van een dekvloer.

4.2.2.2. Verend opgelegde dekvloeren

Gebruikswaarde:

De referentievloer ondervond pons bij beproeving, hetgeen bij een dekvloer op een slappe isolatie als hier toegepast niet ongewoon is. Slechts één van de met een mechanische rei vervaardigde dekvloeren kende ook pons, terwijl de overige vloeren in algemeenheid zeer goede scores realiseerden (<1mm indrukking, waar 3mm indrukking volstaat om te voldoen aan de strengste klasse volgens NEN 2741. (Let wel: bij een hechtende dekvloer wordt een valgewicht van 4kg toegepast, terwijl bij een verend opgelegde dekvloer een valgewicht van 2kg wordt toegepast).

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van specie met een mechanische rei geen negatieve invloed heeft op de te realiseren gebruikswaarde van een dekvloer, maar zelfs een verbetering lijkt op te leveren.

Huidtreksterkte:

De huidtreksterkte van een verend opgelegde dekvloer wordt niet bepaald door het al dan niet aanwezig zijn van een isolatielaag onder de dekvloer. De gevonden waarde voor de verend opgelegde referentievloer komt vrijwel overeen met die van de hechtend uitgevoerde referentievloer. Ook hier geldt dat de huidtreksterkte van de met mechanische rei aangebrachte dekvloeren in alle gevallen hoger is dan de huidtreksterkte van de referentievloer, terwijl onderling wel significante verschillen aanwezig zijn.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een mechanische rei een positieve invloed heeft op de te realiseren huidtreksterkte van een dekvloer.

Buigtreksterkte:

Ook bij de verend opgelegde dekvloeren worden vrij hoge waarden aangetroffen, welke eveneens zullen kunnen worden toegeschreven aan de omstandigheden waaronder deze proefvloeren hebben mogen uitharden. Tussen de met een mechanische rei en de traditioneel vervaardigde proefvlakken is geen significant verschil aangetroffen, terwijl de referentievloer niet de laagst gemeten waarde heeft opgeleverd. Het aanlopen van de specie is kennelijk gelijkwaardig aan de traditionele wijze van verdichten, maar blijft zeker bij dekvloeren op een slappe isolatie om een zeer constante en zorgvuldige verdichting vragen, wil een optimaal resultaat worden verkregen.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een mechanische rei geen negatieve invloed heeft op de te realiseren buigtreksterkte van een dekvloer, maar dat de verdichting van de specie zeker voor verend opgelegde dekvloeren wel kritisch is voor het te bereiken resultaat.

Druksterkte:

De druksterkte van de verend opgelegde dekvloeren ligt duidelijk lager dan bij de hechtende dekvloeren, terwijl deze van een gelijk samengestelde specie werden vervaardigd en onder identieke omstandigheden zijn uitgehard. Een moeizame verdichting op een relatief slappe isolatie zal hier de reden voor zijn. Er is geen significant verschil tussen de referentievloer en de met mechanische rei vervaardigde proefvloeren.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een mechanische rei geen negatieve invloed heeft op de te realiseren druksterkte van een dekvloer.

4.2.2.3. Algemene conclusies

- ➔ Toepassing van een mechanische rei in plaats van traditionele applicatie heeft geen negatieve effecten op de kwaliteit welke uit een specie kan worden verkregen.
- ➔ Verdichting van de specie blijft bij traditioneel samengestelde species het meest kritieke onderdeel. Gebruikswaarde, buigtreksterkte en druksterkte zouden aanmerkelijk kunnen verhogen indien dit meer optimaal zou plaatsvinden.

4.2.3. Meetresultaten Fase 2

Hechtend aangebrachte vloeren:

Proef	Gebruikswaarde		Huidtreksterkte		Buigtreksterkte		Druksterkte			Uitvoeringswijze
	meetw	gem	meetw	gem	meetw	gem	meetw	meetw	gem	
1	1,03	1,39	2,040	1,66	4,94	4,77	20,29	28,12	22,19	PCI Estrifix Hechtende uitvoering
2	2,05		1,280		4,32		20,16	23,30		
3	1,10		1,670		5,06		20,86	20,41		
1	1,29	0,71	1,410	0,93	3,96	4,56	28,04	29,56	29,54	Chemsta Plus PP Hechtende uitvoering
2	0,20		0,830		5,22		36,86	32,91		
3	0,64		0,560		4,50		23,97	25,89		
1	1,08	0,85	1,950	1,54	4,09	5,01	31,59	26,29	28,57	Speed Screed Hechtende uitvoering
2	0,41		1,650		3,79		25,44	25,11		
3	1,07		1,030		7,16		29,24	33,74		
1	0,90	0,94	1,140	0,91	5,36	4,38	29,05	41,40	24,96	Chemsta Plus Hechtende uitvoering
2	0,87		0,810		3,88		18,67	19,95		
3	1,06		0,770		3,91		21,06	19,64		
1	1,40	0,87	1,690	1,62	4,08	4,74	13,21	17,70	21,70	Duramit 50 Hechtende uitvoering
2	0,73		1,810		4,20		19,48	23,40		
3	0,48		1,360		5,95		17,76	38,63		
1	1,23	1,06	0,850	0,91	3,68	4,22	14,94	20,28	17,88	Standaardspecie Hechtende uitvoering
2	0,99		1,000		4,74		14,07	16,42		
3	0,95		0,890		4,25		23,63	17,96		

Verend opgelegde vloeren:

Proef	Gebruikswaarde		Huidtreksterkte		Buigtreksterkte		Druksterkte			Uitvoeringswijze
	meetw	gem	meetw	gem	meetw	gem	meetw	meetw	gem	
1	0,24	0,38	1,770	0,97	4,06	4,29	12,97	20,04	19,78	PCI Estrifix Verend opgelegd
2	0,53		0,690		4,32		20,50	19,53		
3	0,38		0,460		4,49		22,10	23,53		
1	0,38	0,29	1,140	0,99	4,12	4,01	22,70	25,63	21,44	Chemsta Plus PP Verend opgelegd
2	0,25		1,050		3,69		24,17	18,54		
3	0,24		0,780		4,21		19,24	18,35		
1	0,13	0,20	2,120	1,60	4,09	4,55	20,97	27,13	26,58	Speed Screed Verend opgelegd
2	0,21		1,450		4,25		26,94	26,96		
3	0,25		1,220		5,31		30,82	26,64		
1	0,20	0,15	1,600	1,31	4,16	4,11	12,60	19,79	20,30	Chemsta Plus Verend opgelegd
2	0,07		0,660		4,22		23,89	22,55		
3	0,17		1,660		3,94		22,95	20,00		
1	1,28	1,12	0,620	0,75	4,82	4,32	21,40	20,59	19,23	Duramit 50 Verend opgelegd
2	1,02		0,840		4,51		18,12	18,43		
3	1,07		0,780		3,62		17,91	18,95		
1	0,37	0,32	1,040	0,82	4,49	4,21	22,67	15,49	13,98	Standaardspecie Verend opgelegd
2	0,45		0,540		2,91		10,51	5,80		
3	0,14		0,880		5,24		16,75	12,68		

4.2.4. Conclusies Fase 2

Opmerking vooraf:

Vanwege de toepassing van een 'standaard' mengsel voor de proefvloeren om een zo zuiver mogelijk vergelijk van de van plastificerende hulpstof voorziene proefvloeren ten opzichte van een referentievloer zonder hulpstof mogelijk te maken in plaats van een bij de betreffende hulpstof voorgeschreven specifieke receptuur is het zeker mogelijk dat de diverse hulpstoffen een aanzienlijk hoger resultaat kunnen opleveren indien deze specifieke receptuur wel wordt toegepast! De vastgestelde waarden moeten daarom geenszins als maximaal bereikbaar resultaat voor de betreffende hulpstof worden gelezen.

4.2.4.1. Hechtend aangebrachte dekvloeren

Gebruikswaarde:

Alle applicatiewijzen leveren een zeer goede gebruikswaarde op. De van hulpstoffen voorziene proefvloeren scoren in vrijwel alle gevallen beter dan de referentievloer.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van specie met een plastificerende hulpstof een positieve invloed heeft op de te realiseren gebruikswaarde van een dekvloer.

Huidtreksterkte:

De huidtreksterkte van de met hulpstof verbeterde proefvloeren zijn duidelijk verhoogd ten opzichte van de referentievloer. Hierop is één uitzondering, waarbij een gelijk resultaat aan de referentievloer werd vastgesteld. Tussen de diverse hulpstoffen onderling zijn wel significante verschillen aanwezig.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een plastificerende hulpstof een positieve invloed heeft op de te realiseren huidtreksterkte van een dekvloer.

Buigtreksterkte:

De gemeten waarden zijn voor cementgebonden dekvloeren hoog te noemen. Naast de eerder aangehaalde ideale omstandigheden tijdens uitharding is voor deze van hulpstof voorziene dekvloeren ook een hoger cementgehalte toegepast, hetgeen aan de gemeten buigtreksterkte zal hebben bijgedragen. Desalniettemin kan worden vastgesteld dat zeer hoge waarden zijn vastgesteld, waarbij alle proefvloeren met plastificerende hulpstof nóg hoger scoren dan de al hoog scorende referentievloer.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een plastificerende hulpstof een positieve invloed heeft op de te realiseren buigtreksterkte van een dekvloer.

Druksterkte:

Alle van plastificerende hulpstof voorziene proefvloeren scoren duidelijk (tot zelfs 12N/mm^2 ofwel 65%) hoger dan de referentievloer zonder plastificerende hulpstof,

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een plastificerende hulpstof een zeer positieve invloed heeft op de te realiseren druksterkte van een dekvloer.

4.2.4.2. Verend opgelegde dekvloeren

Gebruikswaarde:

Pons komt bij deze vloeren niet meer voor. Het verhoogde cementgehalte en de toevoeging van plastificerende hulpstoffen maken een duidelijk verschil: Op één uitzondering na scoren alle proefvloeren (incl. referentievloer) ruim onder de strengste klasse volgens NEN 2741, waarbij 3mm indrukking is toegestaan. Slechts twee proefvloeren met plastificerende hulpstof scoren lager dan de referentievloer, en slechts één proefvloer kent een indrukking van meer dan 0,5mm (en blijft desondanks ruim binnen de gestelde 3mm). De waarden zijn zó laag, dat geen significante verbetering meer opvallend aanwezig is.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van specie met een plastificerende hulpstof geen negatieve invloed heeft op de te realiseren gebruikswaarde van een dekvloer, maar zelfs een verbetering lijkt op te leveren.

Huidtreksterkte:

De huidtreksterkte van de van plastificerende hulpstof voorziene dekvloeren ligt duidelijk hoger dan bij de referentievloer zonder hulpstof. Ook in deze fase van het onderzoek blijkt geen verschil tussen een hechtend aangebrachte en een verend opgelegde dekvloer. Een tweetal zeer hoge waarden werden bij de van plastificerende hulpstof voorziene proefvloeren vastgesteld: huidtreksterktes ruim boven 1N/mm^2 , waar NEN 2741 aangeeft dat een normale huidtreksterkte van een traditioneel samengestelde dekvloer 0,3 tot $0,8\text{N/mm}^2$ bedraagt. Ook hier geldt dat de huidtreksterkte van de van plastificerende hulpstof voorziene dekvloeren in vrijwel alle gevallen hoger is dan de huidtreksterkte van de referentievloer, terwijl onderling wel significante verschillen aanwezig zijn.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van specie met een plastificerende hulpstof een positieve invloed heeft op de te realiseren huidtreksterkte van een dekvloer.

Buigtreksterkte:

De gemeten buigtreksterkte van de referentie- en proefvloeren zijn duidelijk hoger dan bij vloeren zonder plastificerende hulpstof wordt gemeten. De waarden van de verend opgelegde vloeren met plastificerende hulpstof zijn vergelijkbaar met de waarden zoals deze bij de hechtend uitgevoerde vloeren met plastificerende hulpstof werden aangetroffen.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met daarin een plastificerende hulpstof een positieve invloed heeft op de te realiseren buigtreksterkte van een dekvloer.
- ➔ De toepassing van een plastificerende hulpstof volstaat om de wisselende meetresultaten ten gevolge van handmatige verdichting te compenseren en

maakt dat verend opgelegde dekvloeren niet of nauwelijks anders dan hechtend aangebrachte dekvloeren presteren.

Druksterkte:

De druksterkte van de verend opgelegde referentievloer ligt lager dan die van de proefvloeren met plastificerende hulpstof. De aanwezigheid van een slappe isolatielaag onder de specie vraagt duidelijk zijn tol. Voor de proefvloeren met plastificerende hulpstof geldt weer dat vergelijkbare waarden worden gevonden ten opzichte van de hechtend uitgevoerde proefvloeren. Daaruit kan worden geconcludeerd dat de plastificerende hulpstof zorgt voor een goede verdichting van de specie, zodat de aanwezigheid van een slappe isolatielaag veel minder belangrijk wordt voor de gerealiseerde kwaliteit na verharding.

- ➔ Op basis van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de verwerking van een specie met een plastificerende hulpstof een duidelijk positieve invloed heeft op de te realiseren druksterkte van een verend opgelegde dekvloer.

4.2.4.3. Algemene conclusies

- ➔ Toepassing van een plastificerende hulpstof heeft vaak zeer positieve effecten op de kwaliteit welke uit een specie kan worden verkregen.
- ➔ Verdichting van de specie is bij toepassing van een plastificerende hulpstof vrijwel geen probleem meer, ook niet als de vloer verend opgelegd moet worden aangebracht. De gebruikswaarde, buigtreksterkte en druksterkte worden bij toepassing van een plastificerende hulpstof aanmerkelijk verhoogd

Noot: Niet in dit onderzoek onderzocht, maar vanwege een lagere waterbindmiddelfactor zou ook een meer geringe drogingskrimp mogen worden verwacht, waardoor krimpscheuren in mindere mate (zowel ten aanzien van aantal als scheurbreedte) zouden moeten ontstaan.

5. Beeldmateriaal

Vorbereiding project



Figuur 1 Bestaande constructievloer is voorzien van scheidingsfolie.



Figuur 2 Op scheidingsfolie is een zeer sterke cementgebonden gietvloer aangebracht als ondergrond voor de proefvloeren.



Figuur 3 De helft van het oppervlak is voorzien van een (slappe) isolatielaag ten behoeve van verend opgelegde proefvloeren, de andere helft is bedoeld voor de hechtend aan te brengen proefvloeren.



Figuur 4 Op het geïsoleerde vloerdeel is een scheidingsfolie aangebracht.

Aanbrengen proefvloeren fase 1



Figuur 5 Proefvloer (zowel hechtend als verend opgelegd) vervaardigd met MAI 2Floormaster XL.



Figuur 6 Proefvloer (zowel hechtend als verend opgelegd) vervaardigd met Screed Roller.



Figuur 7 Proefvloer (zowel hechtend als verend opgelegd) vervaardigd met AirOne NL.



Figuur 8 Proefvloer (zowel hechtend als verend opgelegd) vervaardigd met Lomar 106/107.



Figuur 9 Proefvloer (zowel hechtend als verend opgelegd) vervaardigd met FloorMach Prototype.



Figuur 10 Proefvloer (zowel hechtend als verend opgelegd) vervaardigd op traditionele wijze.



Figuur 11 Proefvloeren gereed.



Figuur 12 Proefvloeren worden aansluitend direct onder folie geplaatst tot aan het moment van beproeving.

Beproeven proefvloeren fase 1



Figuur 13 Bij beproeving zijn vloeren nog altijd netjes afgedekt.



Figuur 14 Aanzicht gerealiseerde dekvloeren na verwijderen folie.



Figuur 15 Uit de dekvloeren worden monsters gezaagd ten behoeve van laboratoriumbeproeving op druk- en buigtreksterkte.



Figuur 16 Representatief monster van met mechanische rei vervaardigde, verend opgelegde dekvloer. Verdichting oogt zonder meer goed en over de laagdikte constant.



Figuur 17 Resultaat na enig zaagwerk: monsters kunnen worden gecodeerd en naar het laboratorium.



Figuur 18 Ruim langs de zaaglijn worden trekkoppen voor huidtreksterktemetingen op de proefvloeren gelijmd en vervolgens afgetrokken.



Figuur 19 Op enige afstand van de huidtreksterktebeproevingen zijn ook gebruikswaardebepalingen uitgevoerd.

Aanbrengen proefvloeren fase 2



Figuur 20 Op de verende dekvloeren wordt nu een hechtende dekvloer aangebracht, waarbij de eerste dekvloer als constructievloer gaat functioneren. Op de voormalige hechtende proefvloeren is weer een isolatielaag en een scheidingsfolie aangebracht en komen nu de verend opgelegde proefvloeren van fase 2.



Figuur 21 Proefvloeren fase 2 in uitvoering.



Figuur 22 Na gereedkomen proefvloer werd deze telkens afgewerkt met een vlindermachine om de eventuele laatste onregelmatigheden in het oppervlak te verwijderen.



Figuur 23 Proefvloeren fase 2 gereed.



Figuur 24 Ook dit keer wordt tot het moment van beproeven een folielaag aangebracht om voortijdige of te snelle droging te voorkomen.

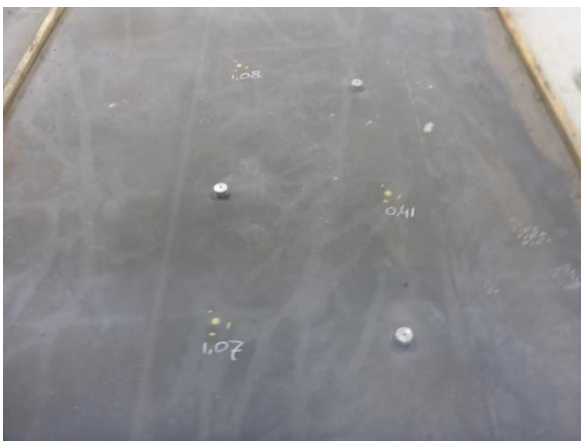
Beproeven proefvloeren fase 2



Figuur 25 Bij beproeving van de proefvloeren fase 2 is de folielaag nog netjes intact aanwezig.



Figuur 26 Aanzicht van de proefvloeren na verwijderen folie. Proefvloeren hebben wel enige variatie in uiterlijk, afhankelijk van de toegepaste hulpstof.



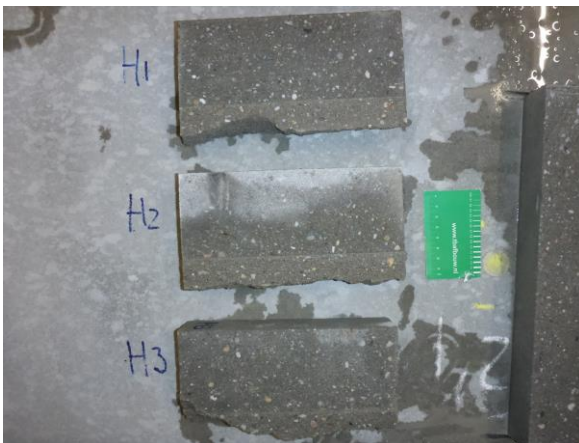
Figuur 27 Trekkoppen voor huidtreksterktebepaling zijn weer verlijmd en gebruikswaarde beproevingen uitgevoerd.



Figuur 28 Proefmonsters zijn uitgezaagd.



Figuur 29 Verdichting verend opgelegde dekvloer is uitzonderlijk goed en constant, zeker indien daarbij de zeer slappe isolatielaag wordt overwogen.



Figuur 30 Ook voor de hechtend uitgevoerde, soms zeer dikke, proefvloeren is een zeer goede verdichting tot in de onderste laag goed herkenbaar. (Het zichtbare referentiekaartje heeft een lengte van 84mm).