

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 315

Beoordeling van de FSC 2000 als vervanger van de Leroux-meter voor het bepalen van de stroefheid van betonnen stalvloeren

Januari 2010



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel
van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek,
2010

Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG
Veehouderij BV) aanvaardt geen aansprakelijkheid
voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik
van de resultaten van dit onderzoek of de
toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research, formeel 'ASG
Veehouderij BV', vormt samen met het Centraal
Veterinair Instituut en het Departement
Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit
de Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV
onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze
onderzoekopdrachten zijn de Algemene
Voorwaarden van de Animal Sciences Group
van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de
Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

In this study the FSC 2000 is evaluated as a substitute for the Leroux apparatus for determination of skid resistance of concrete floors of animal houses. This study shows that the FSC 2000 is well suitable for measurements of skid resistance of concrete slats and solid floors of animal houses.

Keywords

Animal house, concrete floor, skid resistance, measurement method, protocol, Leroux, Floor Slide Control, FSC 2000

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

A. Winkel
K. Blanken
S. Bokma

Titel

Beoordeling van de FSC 2000 als vervanger
van de Leroux-meter voor het bepalen van de
stroefheid van betonnen stalvloeren
Rapport 315

Samenvatting

In deze studie is beoordeeld of de FSC 2000 de Leroux-meter kan vervangen als meettechniek voor de stroefheid van betonnen stalvloeren. Uit deze studie blijkt dat de FSC 2000 geschikt is voor het bepalen van de stroefheid van betonnen stal- en roostervloeren.

Trefwoorden

Stal, beton, vloer, stroefheid, meetmethode, meetprotocol, Leroux, Floor Slide Control, FSC 2000



Rapport 315

Beoordeling van de FSC 2000 als vervanger van de Leroux-meter voor het bepalen van de stroefheid van betonnen stalvloeren

Evaluation of the FSC 2000 as substitute for the Leroux apparatus for determination of skid resistance of concrete floors of animal houses

A. Winkel
K. Blanken
S. Bokma

Januari 2010

Samenvatting

Stroefheid is voor betonnen stalvloeren een belangrijk kwaliteitscriterium dat de geschiktheid van de ondergrond karakteriseert ten behoeve van locomotie en het uitoefenen van natuurlijke gedragingen door de dieren. Om de stroefheid van betonvloeren binnen Maatlatten Duurzame Veehouderij (MDV) te bepalen wordt tot op heden het Leroux-getal gehanteerd welke met behulp van een Pedulum-methode (Leroux-meter) wordt vastgesteld.

De stroefheidbepaling met de Leroux-meter wordt binnen MDV echter als onwerkbaar ervaren omdat Leroux-meters niet meer verkrijgbaar zijn, het uitvoeren van een meting tijdrovend is en veel deskundigheid vereist, alleen schone vloeren kunnen worden bemeten, de meetresultaten niet automatisch worden vastgelegd en de meetmethode door deskundigen als grofmazig en verouderd wordt beschouwd.

Om voornoemde redenen is het gewenst om t.b.v. MDV een andere stroefheidsbepaling voor betonvloeren uit te werken die door aannemers en betonfabrikanten en door CI's kan worden gehanteerd en welke niet de nadelen kent die hierboven zijn beschreven.

De Floor Slide Control 2000 (FSC 2000) voldoet aan deze voorwaarden. Het doel van het onderhavige project was het beoordelen van de toepasbaarheid van de FSC 2000 als objectieve stroefheidsbepaling voor nieuwe en bestaande betonroosters en betonvloeren ten behoeve van de Maatlatten Duurzame Veehouderij. Hiertoe zijn stroefheidsmetingen verricht met de FSC 2000 en de Leroux-meter op verschillende soorten vloeren en onder verschillende omstandigheden.

Het apparaat wordt op het te onderzoeken oppervlak geplaatst, waarbij een voetje met speciale zool met een vaste kracht op het oppervlak wordt gedrukt. Door het apparaat over 0,30 meter voort te laten bewegen, wordt de wrijving geregistreerd die door dit voetje wordt ondervonden. De meting is volledig geautomatiseerd. De gemeten gemiddelde stroefheid wordt op het display getoond en kan indien gewenst worden geprint. De stroefheid wordt uitgedrukt in een waarde tussen 0,00 en 1,00.

Voor de stroefheidbepaling van stalvloeren is een ongeprofileerde Noratest (kunststof) zooltje toegepast. Deze is wat indrukbaarheid en stroefheid betreft goed vergelijkbaar met een runder- of varkensklauw. Het vloeroppervlak werd voorafgaand aan de meting bezemschoon gemaakt en bevochtigd. Metingen aan een oppervlak werden steeds in twee richtingen uitgevoerd: minimaal vier maal (tweemaal heen en tweemaal terug) over hetzelfde traject, en dat op drie plaatsen op de vloer. Op deze wijze werd een representatieve stroefheidswaarde van de vloer bepaald.

Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusie worden getrokken:

- metingen met de FSC 2000 zijn eenvoudig uit te voeren en goed herhaalbaar. De methode leent zich goed voor het eenduidig beoordelen van stroefheid van betonnen stal- en roostervloeren;
- het verdient aanbeveling om het toegepaste meetprotocol, gebaseerd op de NTA 7909:2003 en de wijzigingen daarop die door de werkgroep 'stroefheid voetgangersgebieden' van het Centrum voor Regelgeving en Opleiding in de Wegbouw (CROW) zijn voorgesteld te formaliseren tot het officiële meetprotocol voor stalvloeren;
- er is een beperkt lineair verband tussen het Leroux-getal en de stroefheidwaarde volgens de FSC 2000. De correlatie is niet zodanig dat een Leroux-getal eenduidig omgezet kan worden in een FSC-waarde;
- de meting met de FSC 2000 lijkt minder gevoelig voor beïnvloeding van het meetresultaat door aanhechting van vuil en verontreiniging in gebruik. Om die reden is er minder aanleiding om verschillende grenswaarden te hanteren voor nieuwe en gebruikte vloeren. Voor gebruik door dieren wordt een ondergrens van tenminste 0,60 voorgesteld, voor vloeren die overwegend door mensen worden belopen een ondergrens van 0,45;
- op vloeren met een zacht en indrukbaar oppervlak en op vloeren met speciale profilering (bv blok- of honingraatprofiel) kunnen wel stroefheidwaarden worden bepaald, maar ontbreekt het op dit moment aan inzicht in de relatie met de beloopbaarheid op dat type vloeren;
- de benodigde tijd voor het beoordelen van een vloer volgens het protocol bedraagt ca. een half uur;
- de aanschafkosten van een FSC 2000 bedragen ca. € 3240,- (exclusief BTW en verzending). Het apparaat dient elke twee te jaar te worden gekalibreerd. De kosten hiervoor bedragen ca € 150,- (excl. BTW). Afhankelijk van het gebruik zijn er beperkte kosten voor het vervangen van de voetjes.

Summary

Skid resistance is an important quality aspect of concrete floors which characterizes the suitability of these floors for locomotion and display of natural behaviour of animals. Skid resistance is used as a parameter within the Maatlatten Duurzame Veehouderij (MDV; 'integral sustainability index') and has until now been determined with the Leroux apparatus which generates a Leroux value.

Within the MDV, the Leroux apparatus is presently considered as an unsuitable measurement technique because: the apparatus is no longer available for purchase, handling the apparatus takes a lot of time and expertise, only clean floors can be measured, obtained skid resistance values are not logged or stored and finally, experts consider the technique inaccurate and outdated.

For these reasons it is desirable to work out an alternative way of skid resistance determination that can be used by contractors, concrete manufacturers and certification organizations which does not show these drawbacks.

The Floor Slide Control (FSC 2000) may meet these requirements. The aim of this study was to determine the suitability and applicability of the FSC 2000 as an alternative technique for skid resistance determination of concrete floors of animal houses, especially for new and used concrete slats and solid floors. Therefore, in this study, skid resistance measurements have been carried out with both the Leroux apparatus and the FSC 2000 on various floors and under various conditions.

The FSC 2000 is used by placing it on the floor pressing a slider to the surface with a normal force. The apparatus drives a run of 30 cm and measures the friction between slider and floor. A measurement is carried out by the apparatus fully automatic. The average skid resistance of the 30 cm run is presented on a display and details can be printed. The skid resistance is presented as a dynamic coefficient of friction, a dimensionless value between 0.00 and 1.00.

For skid resistance testing of concrete floors of animal houses a Noratest slider coating (synthetic material without profile) was used. This material is quite comparable to the claws of cattle and pigs. Floors were cleaned with a broom and moisturized before measurements. Measurements were carried out in two directions: back and forth (two times each, four times per location) and per floor this was carried out on three locations. This way, a skid resistance value was obtained representing the skid resistance of the total floor surface.

From this study, the following main conclusions can be drawn:

- the FSC 2000 is easy to operate and obtained skid resistance values are well reproducible. The technique is suitable for determination of skid resistance of concrete slats and solid floors of animal houses;
- it is recommended to generate an official measurement protocol for application of the FSC 2000 on concrete floors of animal houses using NTA 7909:2003 and the adjustments proposed by the working group 'stroefheid voetgangersgebieden' of the Centrum voor Regelgeving en Opleiding in de Wegenbouw (CROW);
- based on a small number of observations, there seems to be a moderate linear relationship between the Leroux value and the value obtained with the FSC 2000. However, correlation is insufficient to allow calculation of FSC 200 values from Leroux values;
- measurements performed with the FSC 2000 seem to be less affected by dirt on the floor and contamination of the machine than the Leroux apparatus. Results indicate that one lower boundary value can be used for both new and used floors. For floors used by animals a lower boundary value of 0,60 is proposed. For floors used by people a lower boundary value of 0,45 is proposed;
- the FSC 2000 is able to generate skid resistance values for soft, deformable surfaces and floors equipped with a texture/profile, but it is unclear whether the obtained values are true representations of the suitability for animal locomotion;
- measuring skid resistance of a certain floor with the FSC 2000 takes approximately 30 minutes;
- purchase price of the FSC 2000 is approximately € 3240,- (without taxes and shipment). The machine needs to be calibrated every two years. Costs of calibration are approximately € 150,- (without taxes). Depending on the usage there will be moderate costs for replacement of sliders.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Algemene beschrijvingen van stroefheidsmeetmethoden	2
2.1	Achtergronden van het begrip stroefheid	2
2.2	Stroefheidsmeetmethode 1: het slingertoestel van Leroux (de Leroux-meter).....	3
2.3	Stroefheidsmeetmethode 2: de Floor Slide Control (FSC 2000)	4
3	Meetmethode en meetstrategie	5
4	Resultaten van stroefheidsmetingen	7
4.1	Herhaalbaarheid FSC 2000 metingen	7
4.2	Simultaan uitgevoerde stroefheidsmetingen op betonvloeren en betonroosters.....	8
4.3	Stroefheidsmetingen op dichte, geprofileerde betonvloeren	9
4.4	Verkennde metingen FSC 2000 op een gladde vloer	10
4.5	Verkennde metingen FSC 2000 op vloeren met een zachte toplaag	10
4.6	Algemene ervaringen met de FSC 2000 tijdens de metingen	11
	Conclusies en aanbevelingen	13
	Literatuur	15
	Bijlagen	16
	Bijlage 1 Totaaloverzicht van uitgevoerde stroefheidsmetingen	17
	Bijlage 2 Meetprotocol voor de Floor Slide Control 2000 voor betonnen stalvloeren	18

1 Inleiding

De stroefheid van betonnen stalvloeren is een belangrijk kwaliteitscriterium binnen de Maatlatten Duurzame Veehouderij (MDV) dat de geschiktheid van deze ondergrond voor het dier karakteriseert ten behoeve van locomotie en het (veilig) uit kunnen oefenen van natuurlijke gedragingen. Om de stroefheid van betonvloeren binnen MDV te karakteriseren wordt tot op heden het Leroux-getal gehanteerd welke met behulp van een Pedulum-methode (Leroux-meter) wordt vastgesteld.

Volgens Braam en van den Hoorn (1996) dient het Leroux-getal van een nieuwe betonvloer in een rundvee of varkensstal tenminste 63 te bedragen om in het latere gebruik voldoende blijvende stroefheid te kunnen garanderen. Voor bestaande vloeren stellen Braam en van den Hoorn als ondergrens voor voldoende stroefheid een Leroux-getal van 45 voor.

Bij de toepassing van MDV, en meer specifiek bij de controle door de Certificerende Instellingen (CI's), wordt de controle op voldoende stroefheid via de Leroux-meting als slecht uitvoerbaar ervaren, en wel om de volgende redenen:

- het uitvoeren van een meting is tijdrovend;
- het uitvoeren van een meting vereist veel deskundigheid, waardoor de meetwaarden bij toepassing door 'leken' onnauwkeurig en slecht reproduceerbaar zijn;
- het is een analoge meetmethode waarbij de meetresultaten niet automatisch worden vastgelegd. Verder is het Pedulum-apparaat (Leroux-meter) niet meer verkrijgbaar en is de productie van nieuwe apparaten zeer kostbaar. De meetmethode wordt tegenwoordig door deskundigen als grofmazig en verouderd beschouwd.

Om voornoemde redenen is het gewenst om t.b.v. MDV een andere stroefheidsbepaling voor betonvloeren uit te werken die door aannemers en betonfabrikanten en door CI's kan worden gehanteerd en welke niet de nadelen kent die hierboven zijn beschreven. De Floor Slide Control 2000 (FSC 2000) voldoet aan deze voorwaarden. De FSC 2000 is in Duitsland ontwikkeld en meet net als de Leroux-meter de dynamische wrijvingsweerstand van een ondergrond. De FSC 2000 wordt reeds toegepast bij stroefheidsbepalingen van loopvloeren in de utiliteitsbouw (balkon- en galerijplaten).

Het doel van het onderhavige project was het beoordelen van de toepasbaarheid van de FSC 2000 als objectieve stroefheidsbepaling voor nieuwe en bestaande betonroosters en betonvloeren ten behoeve van de Maatlatten Duurzame Veehouderij. Hiertoe zijn stroefheidsmetingen verricht met de FSC 2000 en de Leroux-meter op verschillende soorten vloeren en onder verschillende omstandigheden. Op grond van de meetresultaten en meetervaringen geeft dit rapport een advies over de geschiktheid van de FSC 2000 als vervanger van de Leroux-meter als stroefheidsmeetmethode voor betonnen stalvloeren.

In hoofdstuk twee wordt een beschrijving gegeven van bovengenoemde twee technieken voor het meten van stroefheid. In hoofdstuk drie wordt beschreven hoe de stroefheidsmetingen in dit onderzoek zijn verricht. Hoofdstuk vier beschrijft de resultaten van de metingen. In hoofdstuk vijf worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2 Algemene beschrijvingen van stroefheidsmeetmethoden

2.1 Achtergronden van het begrip stroefheid

Stroefheid en wrijving

Wanneer twee oppervlakken ten opzichte van elkaar bewegen terwijl ze tegen elkaar worden gedrukt, ontstaat er een wrijvingskracht (F_w ; in Newton). Deze wrijvingskracht is tegenovergesteld aan (en werkt daarmee vertragend of remmend op) de beweging. De wrijvingskracht die ontstaat is o.a. afhankelijk van de kracht waarmee de oppervlakken tegen elkaar drukken; de zogenaamde normaalkracht (F_n ; in Newton). De stroefheid van een beproefd oppervlak kan worden uitgedrukt als de verhouding tussen de wrijvingskracht F_w die ontstaat en de normaalkracht F_n die uitgeoefend wordt. Deze verhouding wordt de wrijvingscoëfficiënt (μ_w) genoemd.

Wrijvingscoëfficiënt

De wrijvingscoëfficiënt is een dimensieloos getal dat de mate van wrijving tussen twee oppervlakken aangeeft in de range van 0 (zeer glad) tot 1 (zeer stroef).

In formulevorm:
$$\mu_w = \frac{F_w}{F_n}$$

Dynamische wrijvingscoëfficiënt

Er worden twee wrijvingscoëfficiënten onderscheiden: een statische wrijvingscoëfficiënt (μ_s) en een dynamische wrijvingscoëfficiënt (μ_d). De statische wrijvingscoëfficiënt is de verhouding tussen de optredende wrijvingskracht voordat de oppervlakken ten opzichte van elkaar gaan bewegen en de normaalkracht. De statische wrijvingscoëfficiënt wordt derhalve bepaald bij een beweging vanuit stilstand en is voor de situatie van de beloopbaarheid van stalvloeren minder geschikt.

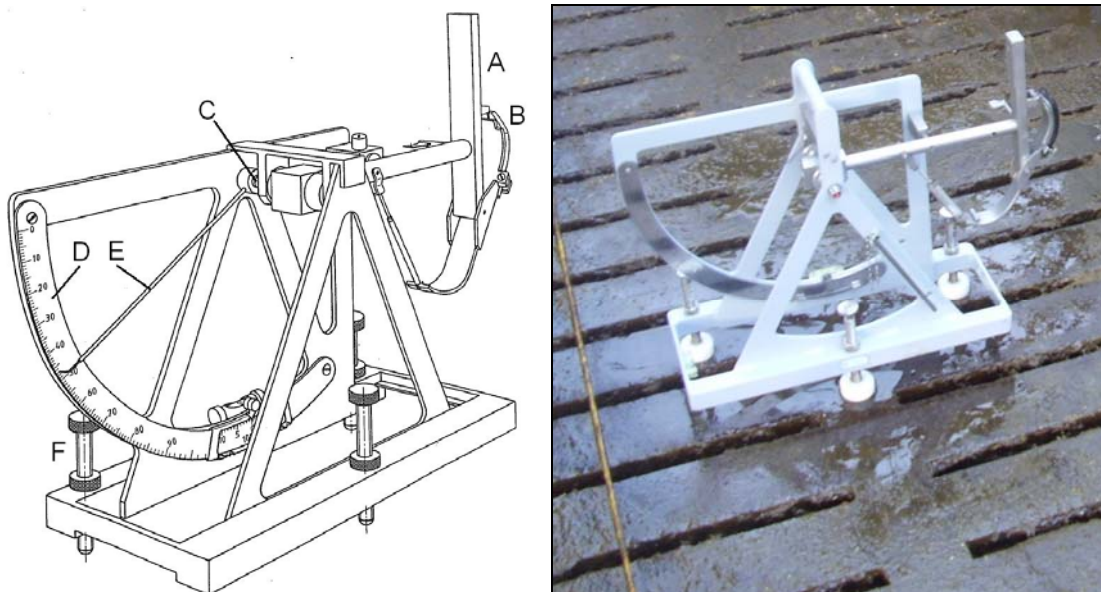
De dynamische wrijvingscoëfficiënt is de verhouding tussen de wrijvingskracht en de normaalkracht als de oppervlakken ten opzichte van elkaar bewegen. In het geval van een varkens- of koeienklauw die over een stalvloer beweegt is er sprake van een dynamische wrijving. De dynamische wrijvingscoëfficiënt van een vloer is een maat voor de slipgevoeligheid van het oppervlak en geeft daarmee inzicht in de beloopbaarheid van de vloer.

Smering

De verhouding tussen de wrijvingskracht die ontstaat en de normaalkracht die uitgeoefend wordt is ook afhankelijk van het optreden van smering tussen de oppervlakken. De aanwezigheid van een smerende vloeistof, zoals water of een mestfilm, geeft een lagere wrijvingscoëfficiënt oftewel een verminderde stroefheid en een hogere slipgevoeligheid. Stroefheidsmetingen worden daarom vaak uitgevoerd in een 'worst case' situatie, dat wil zeggen: op een natte of bevulde vloer.

2.2 Stroefheidsmeetmethode 1: het slingertoestel van Leroux (de Leroux-meter)

De Leroux-meter (zie Figuur 1) bestaat uit een stalen frame waarin een slinger hangt die voorzien is van een vallichaam (A) omkleed met een rubberen strip (B). Het frame kan met behulp van drie stelmoeren (F) waterpas worden gesteld. Op het frame zijn luchtbelwaterpassen aangebracht. Het vallichaam (A) wordt op een standaard valhoogte gefixeerd (Figuur 1). Bij de meting wordt het vallichaam losgekoppeld waardoor deze in een cirkelvormige baan om de as (C) over het te beproeven oppervlak wordt gesleept. Het vallichaam doet een naald (E) uitslaan langs een gradenboog (D). De werking van de stroefheidsmeter is erop gebaseerd dat, wanneer de valbeweging niet door wrijving wordt belemmerd, de stijghoogte gelijk is aan de valhoogte. De vermindering van de stijghoogte ten gevolge van de wrijving van het rubber over het te beproeven oppervlak is een maat voor de stroefheid daarvan en wordt uitgedrukt in het Leroux-getal (0-100). Het getal is feitelijk de procentuele vermindering van de stijghoogte t.g.v. van de stroefheid van de beproefde vloer. Het is een dynamische meetmethode.



Figuur 1 De Leroux-meter. Links: Leroux-meter met verklarende symbolen (zie tekst). Rechts: Leroux-meter tijdens een meting op een betonnen roostervloer in een melkveestal. Op beide afbeeldingen staat het apparaat weergegeven met het vallichaam omhoog.

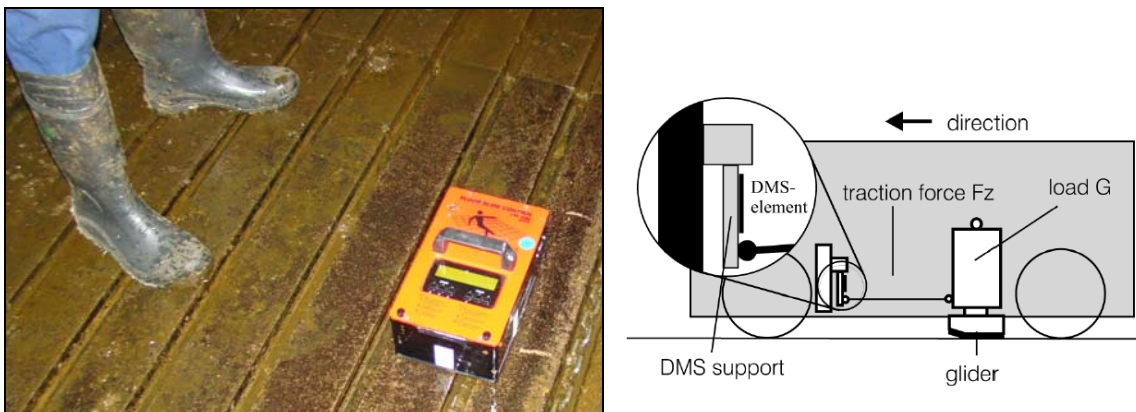
De technische uitvoering en werkwijze van de Leroux-meter wordt beschreven in beproevingsprotocol NEN 2387. De werkwijze is, in grote lijnen, als volgt:

1. controle van het toestel: regelmatig (voor elke serie metingen) dienen een viertal controles uitgevoerd te worden t.a.v. eventuele speling op de as van de slinger, wrijving van de sleepwijzer, enzovoort;
2. ijking van de veerspanning: regelmatig (voor elke serie metingen) dient de spanning op de veer tussen slinger en vallichaam/rubberen voet te worden gekalibreerd m.b.v. een ijkviel;
3. voorbereiding voor de meting: voor aanvang van elke proef dient het rubber dat in aanraking komt met het te beproeven oppervlak te worden opgeruwd met schuurpapier nr. 400 en afgeborsteld met een schone hardharen borstel en leidingwater. Het toestel dient waterpas te worden gesteld en de wrijvingsweg moet worden ingesteld. Het te beproeven oppervlak dient te worden bevochtigd met leidingwater;
4. meting: de meting wordt verricht door het vallichaam vijfmaal achter elkaar te laten vallen. De waarde die de wijzer na de vijfde valbeweging aangeeft is het Leroux-getal voor het gemeten deel van de vloer.

Volgens Braam en van den Hoorn (1996) dient het Leroux-getal van een nieuwe betonvloer voor normaal gebruik door dieren tenminste 63 te bedragen om in het latere gebruik voldoende blijvende stroefheid te kunnen garanderen. Voor gebruikte vloeren hanteren Braam en van den Hoorn een Leroux-getal van 45 als ondergrens voor voldoende stroefheid.

2.3 Stroefheidsmeetmethode 2: de Floor Slide Control (FSC 2000)

De Floor Slide Control 2000 is een in Duitsland ontwikkeld apparaat (m-ELT Ludwig Mader Electronic Solutions, München) voor het meten van de dynamische wrijving van droge en natte loopvloeren. Het apparaat bestaat uit een kleine kunststof doos (288 x 177 x 113 mm, 7,5 kg) op vier wieltjes (zie Figuur 2). Het apparaat werkt elektrisch (volledig autonoom op een 12 V accu). Aan de onderzijde van het apparaat kan een voetje worden bevestigd met een rubberen, kunststof of leren zool. Tijdens de meting wordt het voetje onder een vaste verticale normaalkracht (24 N) met een constante snelheid (0,2 m/s) over het te bemeten vloeroppervlak bewogen. Dit gebeurt over een vaste afstand (veelal 30 cm maar instelbaar tot maximaal 100 cm). Na afloop van de meting geeft de FSC 2000 op de display de gemiddelde dynamische wrijvingscoëfficiënt weer van het sleepspoor dat het voetje heeft afgelegd. Ook de afstand waarover deze is bepaald wordt op het display weergegeven. Het meetresultaat kan door de FSC ook worden uitgeprint middels een verkorte uitdraai (met de belangrijkste meetgegevens) of een volledige print (met aanvullend een grafische weergave van het verloop van de stroefheid gedurende de meting).



Figuur 2 Links: meting van een betonnen sleuenvloer in een melkveestal. Met twee witte krijtstreepjes op de vloer is het meetspoor aangegeven. Rechts: doorsnede van de FSC 2000 met wielen, voetje (glider), rijrichting (direction) en meettechniek (DMS-element)

De werkwijze van het meten met de FSC 2000 is voorsnog vastgelegd in een Nederlandse technische Afspraak: NTA 7909:2003. De werkgroep 'stroefheid voetgangersgebieden' van het Centrum voor Regelgeving en Opleiding in de Wegenbouw (CROW) stelt echter op grond van haar ervaringen met de FSC 2000 een aantal aanpassingen voor van NTA 7909:2003. Deze aanpassingen betreffen zowel het protocol volgens welke wordt gemeten als de te hanteren grenswaarden voor de beoordeling van de geschiktheid als loopvloer. De belangrijkste punten hieruit worden in hoofdstuk 3 nader toegelicht en zijn in bijlage 2 volledig verwoord.

3 Meetmethode en meetstrategie

Er zijn metingen uitgevoerd met een Leroux-meter (in eigendom van Wageningen UR Livestock Research; Figuur 1 rechts) en een FSC 2000 (Surface Cracks B.V., Apeldoorn; Figuur 2, links).

Stroefheidsbepaling met de Leroux-meter

De metingen met de Leroux-meter zijn uitgevoerd volgens NEN 2387, zoals toegelicht in paragraaf 2.2.

Stroefheidsbepaling met de FSC 2000

De FSC 2000 is ingezet volgens NTA 7909:2003, maar rekening houdend met de wijzigingen voorgesteld door de werkgroep 'stroefheid voetgangersgebieden' van het Centrum voor Regelgeving en Opleiding in de Wegenbouw (CROW). Deze werkwijze is, in grote lijnen, als volgt:

1. schoonmaken van de vloer met een handveger of bezem;
2. bevochtigen van het meetspoor met water; (NB: in het voorstel van CROW wordt voorgesteld om deze meetsporen te bevochtigen met een oplossing van Natriumdodecylsulfaat (NaDs), maar in verband met de praktische uitvoerbaarheid in veestallen is er bij dit onderzoek voor gekozen om de meetsporen te bevochtigen met water.)
3. uitvoeren van minimaal vier en maximaal tien meetruns van 30 cm over hetzelfde oppervlak (meetspoor): afwisselend heen en terug. Elke meetrun geeft een individuele waarneming. Per meetspoor wordt gemeten totdat vier achtereenvolgende waarnemingen zijn verkregen waarvan minimum en maximum ten hoogste 0,04 punten van elkaar verschillen. Het gemiddelde van deze vier waarnemingen is de wrijvingscoëfficiënt voor dit meetspoor;
4. de metingen zoals beschreven onder 3 worden uitgevoerd in drie meetsporen op de te onderzoeken meetlocatie. Het gemiddelde van de drie meetsporen is de wrijvingscoëfficiënt van de meetlocatie. Wanneer minimum en maximum van de wrijvingscoëfficiënten van de drie meetsporen meer dan 0,05 punten van elkaar verschillen, dient het aantal meetsporen te worden uitgebreid naar vijf.

Er is gekozen voor het noratest voetje (Rubber SBR 302 Noratest, dichtheid: $1,23 \pm 0,02 \text{ kg/dm}^3$, hardheid Shore-D: 49 ± 2 , volgens EN-ISO-868). Het materiaal van dit voetje heeft geen structuur en komt vrij goed overeen met de hardheid van een koeienklauw (Shore-D: 30-50; Ouweltjes, 2009; Meyer en George, 2001).

De werkgroep stelt voor humane toepassing om de volgende interpretatie van de FSC 2000 waarden te hanteren:

Tabel 1 Interpretatie van FSC 2000 waarden op vlakke vloeren en vloeren onder een helling tot 5% in termen van beloopbaarheid

FSC 2000 waarde	Beloopbaarheid
<0,30	Onveilig
0,30 - 0,44	Voorwaardelijk veilig ¹⁾
≥ 0,45	Veilig
> 0,60	Veilig (dieren) ²⁾

¹⁾ Voorwaardelijk veilig wil zeggen dat de gemeten waarde bij normaal lopen geen problemen geeft, maar voor afwijkende onverwachte bewegingen (wegspringen, scherp draaien) nog onvoldoende stroef is

²⁾ Beoordeling Wageningen UR Livestock Research en Nagelhout (2009)

Bron: CROW, 2009

Voor vloeren die onder een helling zijn aangebracht wordt een toeslag voorgesteld vanaf een hellingspercentage van 5% en hoger, en wel 0,01 per procentpunt helling. Een vloer onder 5% helling is dan voldoende stroef boven een waarde van $(0,45 + 0,05 =) 0,50$. Een vloer onder 10% helling is dan voldoende stroef boven een waarde van $(0,45 + 0,10 =) 0,55$.

Indicatieve beoordeling van de stroefheid

Naast de twee meettechnieken is een aantal vloeren indicatief beoordeeld op stroefheid door met de vlakke hand over de vloer te bewegen en de aldus ervaren stroefheid te waarden. Vloeren werden beoordeeld met de cijfers 1 (onvoldoende), 2 (redelijk), 3 (goed) en 4 (zeer goed). Er zijn geen beoordelingen uitgevoerd aan de hand van waarnemingen aan dieren.

Metingen

Er zijn op twee afzonderlijke dagen metingen uitgevoerd. Op de eerste dag (30 november 2009) zijn metingen uitgevoerd met zowel de FSC 2000 als de Leroux-meter op Praktijkcentrum de Waiboerhoeve (melkveebedrijf) te Lelystad. Op de Waiboerhoeve zijn zeven verschillende vloeren gemeten. Metingen werden uitgevoerd bij een droge, natte of met een mestfilm besmeurd vloeroppervlak (na mestschuiven). Doel van deze metingen was om ervaring met de FSC 2000 op te doen op uiteenlopende vloertypen en onder uiteenlopende omstandigheden en van hieruit mogelijkheden en beperkingen van de meetmethode te identificeren, waaronder de herhaalbaarheid.

Op de tweede dag (9 december 2009) zijn metingen uitgevoerd met de FSC 2000 op drie andere locaties: Praktijkcentrum Aver Heino (biologische melkveebedrijf) te Heino, Praktijkcentrum Raalte (biologisch varkensbedrijf) en een fabrikant (nieuw geproduceerde vloeren). Hier werden respectievelijk drie, vijf en twee verschillende soorten vloeren gemeten. Alle metingen werden nat uitgevoerd. Bij de vloerenfabrikant zijn simultaan ook metingen met de Leroux-meter uitgevoerd.

In totaal zijn 17 verschillende vloeren bemeaten: 7 dichte, vlakke betonvloeren, 5 betonnen roostervloeren, 1 betonnen sleuvenvloer en 2 betonnen roostervloeren met een rubberoppervlak.

Een totaaloverzicht van alle uitgevoerde metingen is weergegeven in bijlage 1.

4 Resultaten van stroefheidsmetingen

4.1 Herhaalbaarheid FSC 2000 metingen

Een betrouwbare meetmethode voor de bepaling van stroefheid zal bij herhaalde metingen onder dezelfde omstandigheden ongeveer dezelfde resultaten geven. Een hoge mate van herhaalbaarheid blijkt uit een kleine spreiding in de verkregen meetwaarden. Om een indruk te krijgen van de herhaalbaarheid van de FSC 2000 zijn metingen (meetruns) uitgevoerd door dezelfde persoon, met dezelfde meetmethode, met dezelfde meetapparatuur en hulpstoffen, en binnen een kort tijdsbestek (een dag). Dit betekent dat we geen uitspraken kunnen doen over de reproduceerbaarheid m.b.t. een ander FSC 2000 apparaat (optreden van apparaatverschillen) of een andere meetdag.

De stroefheidsbepaling met de FSC 2000 werd per vloer op drie verschillende plaatsen (meetsporen) uitgevoerd. Per meetspoor werden minimaal vier en maximaal tien meetruns uitgevoerd, totdat vier achtereenvolgende metingen werden verkregen waarbij minimum en maximum ten hoogste 0,04 punten van elkaar verschillen. De individuele waarnemingen van de meetruns van drie uiteenlopende typen vloeren (dus op drie plaatsen per vloer) zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Individuele waarnemingen van meetruns uitgevoerd met de FSC 2000 op drie verschillende vloeren. Vetgedrukte waarden zijn vier achtereenvolgende meetruns waarbij minimum en maximum ten hoogste 0,04 punten van elkaar verschillen, en op basis waarvan de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt van de meetplek is bepaald

	Eerste meetreeks	Tweede meetreeks	Derde meetreeks
<i>Vloer 1: nieuw gestorte betonvloer, grof afgespaand (Aannemer A, PC Waiboerhoeve, afkalfstal)</i>			
1 ^e meetrun	0.64	0.62	0.60
2 ^e meetrun	0.66	0.66	0.59
3 ^e meetrun	0.70	0.66	0.64
4 ^e meetrun	0.68	0.68	0.64
5 ^e meetrun	0.71	0.67	0.66
6 ^e meetrun	0.70	-	0.66
7 ^e meetrun	-	-	-
<i>Gemiddelde</i>	<i>0.70</i>	<i>0.67</i>	<i>0.65</i>
<i>Vloer 2: weinig gebruikte roostervloer (Betonfabrikant 1, PC Waiboerhoeve, bij uitloop melkstal)</i>			
1 ^e meetrun	0.72	0.70	0.67
2 ^e meetrun	0.71	0.69	0.67
3 ^e meetrun	0.72	0.68	0.70
4 ^e meetrun	0.72	0.68	0.69
5 ^e meetrun	-	-	-
6 ^e meetrun	-	-	-
<i>Gemiddelde</i>	<i>0.72</i>	<i>0.69</i>	<i>0.68</i>
<i>Vloer 9: intensief gebruikte roostervloer (Betonfabrikant 3, PC Aver Heino)</i>			
1 ^e meetrun	0.61	0.53	0.60
2 ^e meetrun	0.65	0.59	0.65
3 ^e meetrun	0.66	0.62	0.67
4 ^e meetrun	0.67	0.63	0.68
5 ^e meetrun	0.67	0.64	0.68
6 ^e meetrun	-	0.65	-
7 ^e meetrun	-	-	-
<i>Gemiddelde</i>	<i>0.66</i>	<i>0.64</i>	<i>0.67</i>

Uit de gegevens van Tabel 2 blijkt dat de individuele waarnemingen met de FSC 2000 op deze drie beproefde vloeren zeer herhaalbaar waren. In het algemeen weken de eerste en soms de tweede meetrun wat meer af (lagere waarden) maar werd vanaf meetrun twee of drie en verder een aantal goed herhaalbare meetwaarden verkregen. De afwijkende individuele meetwaarden worden door het protocol goed ondervangen (dit schrijft immers voor dat uitkomsten van vier achtereenvolgende meetruns maximaal 0,04 uit elkaar mogen liggen voor het bepalen van een gemiddelde

wrijvingscoëfficiënt van een meetreeks), waardoor deze afwijkende eerste meetrun-waarden buiten de beoordeling vielen.

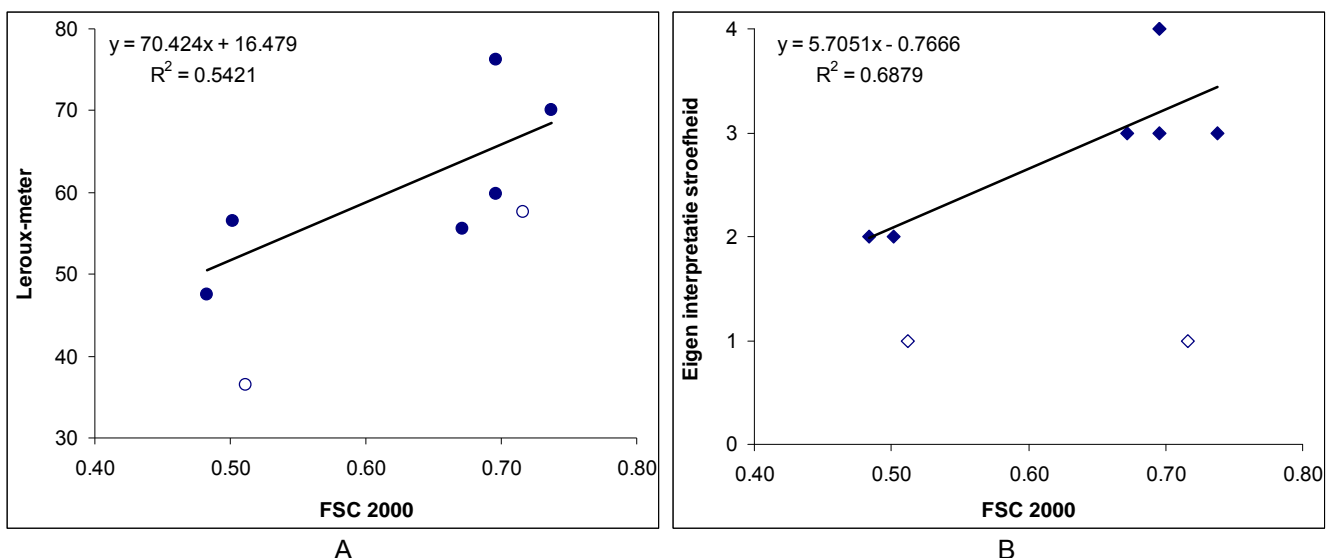
4.2 Simultaan uitgevoerde stroefheidsmetingen op betonvloeren en betonroosters

Tabel 3 en figuren 4A en 4B geven de waarnemingen weer die simultaan gemeten zijn met de FSC 2000 en de Leroux-meter en de eigen interpretatie die indicatief gescoord is op basis van een beoordeling van de stroefheid met behulp van de handpalm.

Tabel 3 Resultaten van stroefheidsbepalingen simultaan uitgevoerd met FSC 2000, Leroux-meter en volgens eigen interpretatie van de stroefheid

Vloernummer	Vloeruitvoering	Conditie			FSC 2000	Leroux-meter	Eigen interpretatie stroefheid *)
<i>Dichte, vlakke betonvloer of betonrooster</i>							
1	Betonvloer grof afgespaand	Nieuw gestort	Aannemer A	PC Waiboerhoeve, afkalfstal	0,67	55,50	3
2	Roostervloer	Weinig gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, melkstal	0,70	59,75	3
6	Gestort beton op voergang	Intensief bereiden	Aannemer B	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,50	56,50	2
6	Gestort beton op voergang	Niet bereiden	Aannemer B	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,74	70,00	3
7	Roostervloer	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,48	47,50	2
16	Roostervloer	Nieuw betonelem.	Betonfabrikant 2	Betonfabrikant 2	0,70	76,25	4
<i>Dichte betonvloer met blok- of honingraatprofilering</i>							
5	Dichte betonvloer met blok- of honingraatprofilering 1	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,51	36,50	1
17	Dichte betonvloer met blok- of honingraatprofilering 2	Nieuw betonelem.	Betonfabrikant 2	Betonfabrikant 2	0,72	57,67	1

*) 1 = onvoldoende, 2 = redelijk, 3 = goed en 4 = zeer goed



Figuur 4 Stroefheidsbepalingen van de FSC 2000 uitgezet tegen A: simultaan uitgevoerde Leroux-metingen, en B: de stroefheid volgens eigen interpretatie (range Y-as: 1 = onvoldoende, 2 = redelijk, 3 = goed en 4 = zeer goed). Gesloten/gekleurde waarnemingen: Dichte, vlakke betonvloer of betonrooster. Open/niet gekleurde waarnemingen: Sleuenvloer of dichte betonvloer met blok- of honingraatprofilering

De FSC 2000 en de Leroux-meter zijn simultaan ingezet op zes verschillende vloeren die geschikt zijn voor het meten deze technieken (dichte, vlakke betonvloer of betonrooster). Idealiter zou het vergelijken van de twee stroefheidsmeetmethoden voor deze vloeren een lineaire relatie opleveren met een hoge correlatie. Uit de simultaan verrichte waarnemingen aan deze zes vloeren (Figuur 4A, gesloten bolletjes) kan een lineair verband worden berekend met een R^2 van 0,54.

De beperkte correlatie tussen beide meetmethoden wordt waarschijnlijk veroorzaakt door tenminste vier factoren:

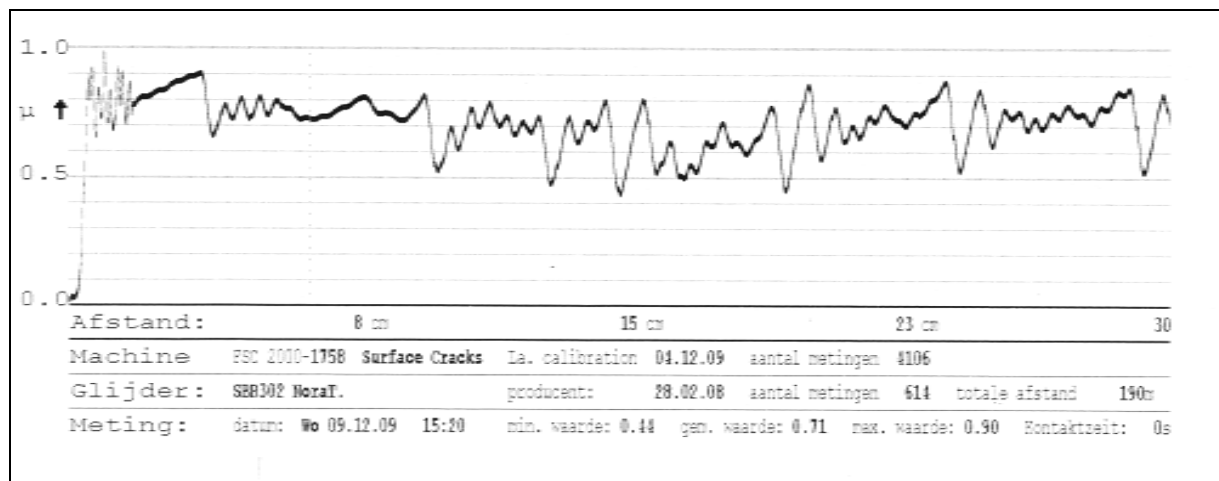
1. de dataset in deze studie is beperkt (zes waarnemingen);
2. de FSC 2000 meet tijdens het rijden van een meetrun, de Leroux-meter meet tijdens het maken van een valbeweging;
3. de FSC 2000 meet de stroefheid van een strook vloer van 30 (of 60) cm lang, de Leroux-meter meet de stroefheid van een stukje vloer waarop het voetje valt. Het beproefde oppervlak is daardoor nooit identiek tussen beide apparaten. Een gladder of stroever plekje op een vloer zal een grotere invloed hebben op de Leroux-meter dan op de FSC 2000;
4. de FSC 2000 meet de stroefheid met een elektrische techniek, de Leroux-meter met een mechanische techniek.

Verwacht mag worden dat het vergroten van het aantal waarnemingen een duidelijker beeld van de correlatie tussen beide meettechnieken zal laten zien. Ten gevolge van factoren 2, 3 en 4 is het echter niet waarschijnlijk dat een verband met een zeer hoge correlatie zal worden verkregen. Deze verwachting wordt ook door andere deskundigen onderschreven.

4.3 Stroefheidsmetingen op dichte, geprofileerde betonvloeren

De FSC 2000 en Leroux-meter zijn ook beproefd op vloeren met sleuven of een blok- of honingraatprofiel (zie: Tabel 3, Figuur 4 en bijlage 1).

De waarneming (0,51, 36,50) in Figuur 4A en de waarneming (0,51, 1) in Figuur 4B betreft een dichte, betonnen vloer op het melkveeprroefbedrijf De Waiboerhoeve voorzien van een blokkenstructuur met brede groeven (vloer 5). Het oppervlak van de blokken voelt erg glad aan (eigen interpretatie van de stroefheid is 'onvoldoende'). De Leroux-meter meet geen wrijving in een groef, waardoor een iets lager Leroux-getal dan verwacht ontstaat. De FSC 2000 meet zolang het voetje contact maakt met het blok. Hierdoor blijft met deze meettechniek de gevonden stroefheidswaarde relatief hoog. Het voetje van de FSC 2000 zakt in de groeven van de vloer en moet op het volgende blokje weer uit de groef getrokken worden. Omdat de randen van de blokken scherp zijn ontstaat even meer wrijving en een kortdurende hogere FSC 2000 waarde. Dit effect is sterk afhankelijk van de maatvoering van het blokkenpatroon.



Figuur 5 Lange print van een meetrun op vloer 17 met op de x-as de afgelegde afstand (30 cm) en op de y-as de dynamische wrijvingscoëfficiënt

De waarneming (0,72, 1) in Figuur 4B betreft een nieuw geproduceerd betonelement (vloer 17). Deze dichte vloer is aan de bovenkant zo glad mogelijk afgewerkt maar heeft veel groeven door het rechthoekprofiel van deze vloer. Het element wordt tijdens het productieproces 'andersom' in de

bekisting gestort. Dat wil zeggen: het loopoppervlak ligt in de onderzijde van de mal (bodem van de bekisting). Het oppervlak van het kort daarvoor geproduceerde element voelde dan ook glad aan en de koe moet het op deze vloer hebben van de grip die door de groeven ontstaat. De stroefheidswaarde van de FSC 2000 is hoger dan verwacht op basis van de eigen interpretatie van de stroefheid. Het voetje van de FSC 2000 schraapt over de relatief scherpe randen van de voegen. De randjes van de blokjes zijn daarbij vrij scherp. Dit levert extra weerstand op, met als gevolg een hogere gemiddelde waarde. Dit effect is ook terug te zien in de lange print van de metingen op deze vloer (Figuur 5). Uit de Figuur blijkt ook dat de blokjes in de meetrun verschillend stroef zijn en dat de gemeten dynamische wrijvingscoëfficiënt hoger is bij het begin en het eind van het rechthoek. In de groef zelf is de dynamische wrijvingscoëfficiënt lager.

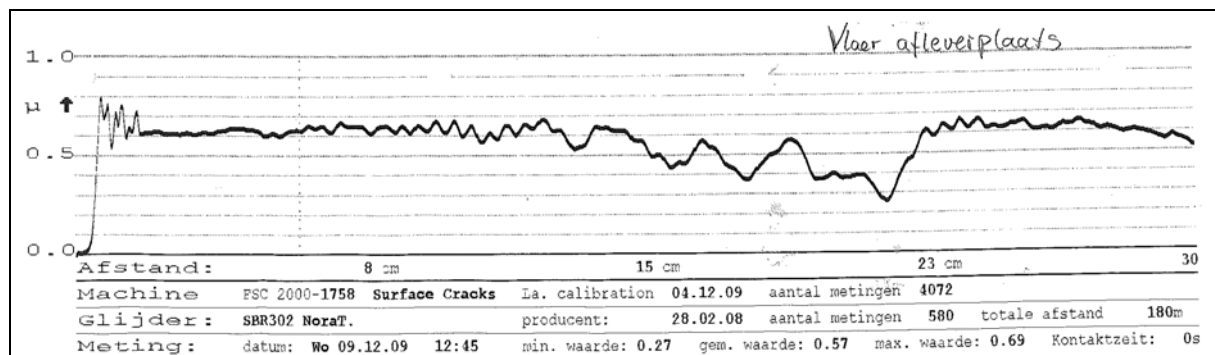
Uit deze eerste metingen aan profielvloeren kan geconcludeerd worden dat zowel met de FSC 2000 als de Leroux-meter een wrijvingsweerstand kan worden bepaald, maar dat deze niet één op één kan worden vergeleken met een wrijvingsweerstand zoals bepaald op een vlakke betonvloer. De aanvullende grip (en daarmee de verwachte verbetering van de beloopbaarheid) die de profilering biedt aan het dier, komt onvoldoende tot uiting in de gemeten dynamische wrijvingsweerstand. Omdat de FSC 2000 over een groter vlak de gemiddelde wrijvingsweerstand bepaalt, levert deze wel een betrouwbaarder waarde dan de Leroux-meter

4.4 Verkennende metingen FSC 2000 op een gladde vloer

De bedrijfsleider van Praktijkcentrum Raalte (biologisch varkensbedrijf) gaf aan dat de vloer op de afleverplaats van de vleesvarkensstal zeer glad kan zijn. Op deze vloer zijn verkennende metingen verricht met de FSC 2000, zowel op een bevuild als (gereinigd en) bevochtigd oppervlak.

In Figuur 6 worden de resultaten weergegeven van een meetrun op een niet gereinigd oppervlak (lange print). De gemiddelde waarde bedroeg weliswaar 0,57 (voldoende) maar op sommige plekken in de meetrun daalde de dynamische wrijvingscoëfficiënt naar 0,27 (slecht). De gemiddelde waarden van de metingen van de gereinigde vloer waren hoger, namelijk: 0,60 en 0,67.

Uit deze gegevens blijkt dat een vloer die gemiddeld voldoende stroef is, plaatselijk toch zeer glad kan zijn. Het zijn deze plekken waarop de dieren onvoldoende grip krijgen, waardoor de vloer vaak toch als slecht beloopbaar wordt ervaren. Het is daarom belangrijk om van elke vloer een lange print te maken om het verloop van de wrijvingsweg te kunnen beoordelen en de aanwezigheid van gladde plekken vast te kunnen stellen. Voor de bedrijfsvoering is het belangrijk om gladde vloeren goed schoon te maken om de beloopbaarheid te verhogen.



Figuur 6 Lange print van een meetrun op de afleverplaats van de vleesvarkens op PC Raalte, met op de x-as de afgelegde afstand (30 cm) en op de y-as de dynamische wrijvingscoëfficiënt

4.5 Verkennende metingen FSC 2000 op vloeren met een zachte toplaag

Naast metingen aan betonvloeren zijn twee loopvloeren met een rubber toplaag bemeten. Dit volgens het meetprotocol (bezemschoon en bevochtigd) en zoals aangetroffen in de stal (bevuild met een mestfilm). De ene vloer was een roostervloer voorzien van een losse rubberen roostermat en een dichte vloer voorzien van een vaste rubber toplaag. De losse roostermat heeft een lichte profilering in

het oppervlak, de geïntegreerde rubbertoplaag heeft een schubstructuur. De roostermat is wat harder (minder indrukbaar) dan de vaste rubber toplaag op de dichte vloer.

Bij een zacht rubber, zoals bij de dichte vloer met rubber toplaag, was de veronderstelling dat het voetje van de FSC 2000 verder in het rubber zakt, het contactoppervlak groter wordt, waardoor de wrijvingscoëfficiënt toe zal nemen. Door de geringere indrukbaarheid en het kleine contactoppervlak als gevolg van de schubstructuur werd verwacht dat de stroefheid van de losse roostermat aan de lage kant zal zijn. In Tabel 4 is de wrijvingscoëfficiënt, gemeten met de FSC 2000 weergegeven van deze twee rubbervloeren, zowel onder omstandigheden volgens het meetprotocol als onder bevulde omstandigheden zoals aangetroffen in de stal (met mestfilm).

Tabel 4 Metingen op twee rubbervloeren (nat en met mestfilm)

Vloer	Natte of vuile meting	
	Bezemschoon en nat	Met mestfilm
Rubber roostermat op roostervloer	0,40	0,38
Vaste rubbermat op dichte vloer	0,40	0,47

Uit Tabel 4 blijkt dat beide rubbervloeren na schoonmaken en bevochtigen (dus volgens het meetprotocol) eenzelfde FSC-waarde lieten zien (0,40). Met mestfilm bleek de roostermat ongeveer even stroef, terwijl de vaste rubbermat op de dichte vloer een hogere wrijvingscoëfficiënt liet zien. De ervaring op de Waiboerhoeve is echter dat de dichte vloer met vaste rubber mat een vrij gladde vloer is, terwijl de losse roostermat voor de koeien beter beloopbaar is. Dat dit niet uit de metingen naar voren komt, heeft mogelijk een oorzaak in de geringere druk die het voetje van de FSC 2000 op de ondergrond uitoefent ten opzichte van de klauw van een koe. Omdat de metingen een tegengesteld beeld geven van de ervaring van de diervverzorgers met beide vloeren, achten wij de stroefheidbepaling met de FSC 2000 vooralsnog niet geschikt voor het beoordelen van zachte indrukbare loopoppervlakken.

4.6 Algemene ervaringen met de FSC 2000 tijdens de metingen

De FSC 2000 is een handzaam apparaat met een eenvoudige bediening. Het apparaat kent meerdere meetprogramma's. Voor aanvang van de metingen dient het juiste programma te worden geselecteerd. Het meten zelf gebeurt volautomatisch. Na het activeren van de 'run-toets' start de FSC 2000 zelfstandig de meting op, legt de vereiste afstand af, beëindigt de meting en geeft het meetresultaat weer op het display.

Het apparaat vraagt weinig onderhoud. Met een gevulde accu kan meerdere uren achtereen worden gemeten. Enkel het zooltje dat onder het sleepvoetje wordt aangebracht moet voorafgaande aan een meetserie licht worden opgeruwd. Het noratest-materiaal waaruit dit zooltje is opgebouwd is duurzaam en nagenoeg niet onderhevig aan slijtage of aantasting door vocht. Het opschuren van de voetjes vereist wel enige kundigheid, omdat hiermee de grootte van het contactoppervlak wordt beïnvloed; hetgeen een directe relatie heeft met de gemeten stroefheidswaarde.

Het meten van bezemschone betonvloeren (nat) gaat de FSC 2000 goed af. Echter bij het meten op zeer vuile, met mest besmeurde oppervlakken (bijv. loopvloeren in een ligboxenstal die bemeten worden zonder vooraf bezemschoon te maken) kan mest via openingen bij de wielen in het apparaat komen en de ruimte met printplaten en elektronica bevullen. Het apparaat is slecht te reinigen. Vanwege vervuiling en mogelijk risico op aantasting van de elektronica is het niet aan te raden om met het apparaat op met vochtige mest bevulde vloeren te meten, maar vast te houden aan de meetwijze (vloer voorafgaande aan de meting bezemschoon maken en vervolgens bevochtigen) volgens het protocol dat door de CROW-werkgroep wordt voorgesteld (CROW, 2009).

Op sommige oppervlakken kan het voorkomen dat de loopwielen van de FSC 2000 gaan slippen tijdens de uitvoering van een meting. Dit wordt in de regel door het apparaat zelf geregistreerd, waarna een ongeldige meting op het display wordt weergegeven. In voorkomende gevallen kan de druk op de loopwielen worden verhoogd door een kleine jerrycan als extra gewicht op de meetbox te plaatsen. Het plaatsen van een extra gewicht op het apparaat heeft geen invloed op de grootte van de normaalkracht die op het meetvoetje wordt uitgeoefend. Deze normaalkracht wordt namelijk door een intern gewicht op het voetje overgebracht.

Het uitvoeren van een volledige meetreeks aan een vloer neemt in de regel niet meer dan een half uur tijd in beslag.

De aanschafkosten van een FSC 2000 bedragen ca. € 3240,- (exclusief BTW en verzending). Het apparaat dient elke twee te jaar te worden gekalibreerd. De kosten hiervoor bedragen ca € 150,- (excl. BTW). Afhankelijk van het gebruik zijn er beperkte kosten voor het vervangen van de voetjes.

Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De FSC 2000 is een handzaam apparaat waarmee op locatie op een eenduidige wijze de dynamische wrijvingsweerstand van een harde ondergrond kan worden bepaald. Het uitvoeren van een meting vereist in vergelijking tot de Leroux-meting, minder kundigheid. Wel blijft kundigheid in het op de juiste wijze opschuren van de meetvoetjes vereist.
- De resultaten van de metingen met de FSC 2000 zijn, onder gelijke omstandigheden gemeten, goed herhaalbaar. Voor het te hanteren meetprotocol verwijzen we naar de NTA 7909:2003, aangevuld met de verduidelijkingen en wijzigingen die zijn voorgesteld door de CROW-werkgroep 'Stroefheid voetgangersgebieden'.
- De resultaten van simultaan uitgevoerde metingen met de FSC 2000 en de Leroux-meter op verschillende vloeren laten een lineair verband zien, maar met een vrij beperkte correlatiecoëfficiënt. Dit wordt wellicht veroorzaakt door verschillen in meettechniek en meetmethoden tussen beide apparaten en het beperkte aantal waarnemingen waarop deze relatie is gebaseerd, maar houdt tevens in dat stroefheidsbepalingen uitgevoerd met de Leroux-meter met enige voorzichtigheid moeten worden vertaald naar een FSC-waarde.

Op basis van de ervaringen uit dit verkennend en vergelijkend onderzoek maken we onderscheid in drie categorieën vloeren:

1. Vlak uitgevoerde dichte betonvloeren of vlak uitgevoerde betonnen roostervloeren:
 - De Leroux-meter en de FSC 2000 zijn geschikt om de stroefheid van een vlak uitgevoerde dichte betonnen vloer of een vlak uitgevoerde betonnen roostervloer te meten.
 - Vloeren die door de beoordelaar als goed of voldoende werden gewaardeerd hadden allen een FSC-waarde hoger dan 0,60 (0,67–0,74) en een Leroux getal dat varieerde van 56 tot 76. Vloeren die door de beoordelaar als matig voor gebruik door dieren werden beoordeeld hadden een FSC-waarde van 0,48–0,50 en een Leroux-getal van 47–56.
 - Uit aanvullende FSC 2000 metingen op meerdere bedrijven kwam naar voren dat nieuwe stalvloeren een FSC-waarde rond 0,70 laten zien en goede gebruikte vloeren een waarde > 0,60.
 - Er zijn voldoende aanwijzingen om de stroefheidsbepaling volgens de Leroux-meting te kunnen vervangen door een stroefheidsbepaling met behulp van de FSC 2000.
 - Voornamelijk wordt voorgesteld om voor vloeren in diervloeren een ondergrens voor de stroefheid een FSC-waarde van 0,60 te hanteren en hierbij geen onderscheid te maken tussen nieuwe en gebruikte vloeren. Voor vloeren die in hoofdzaak worden gebruikt door personeel stellen we voor om aan te sluiten bij de richtlijnen voor stroefheid voetgangersgebieden en in alle gevallen als ondergrens een FSC-waarde van 0,45 te hanteren (beoordeling "veilig" voor humaan gebruik).
2. Betonvloeren voorzien van profilering (bv sleuven, blokken of honingraat)
 - Met de Leroux-meter en de FSC 2000 is het beide technisch mogelijk om een meting uit te voeren en een meetwaarde te genereren.
 - Omdat de FSC 2000 over een groter oppervlak de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt bepaalt, lijkt deze methode een betere voorspeller van de beloopbaarheid dan de Leroux-meting.
 - Op basis van het beperkte aantal metingen aan vloeren met profilering kunnen we geen conclusies trekken over de geschiktheid van een dynamische weerstandsbeoordeling als voorspeller van de beloopbaarheid voor de dieren. De FSC-metwaarden van drie vloeren varieerden van 0,51 tot 0,72 (nieuw), terwijl de enige vergelijkende Leroux-meting een Leroux-getal van 38 (beoordeling 'onvoldoende') ten opzichte van een FSC-waarde van 0,51 liet zien. Voor zover ons bekend zijn er geen vergelijkende gegevens bekend van stroefheidsmetingen aan profielvloeren en de beoordeling van beloopbaarheid door de dieren.
 - Nader en uitgebreider onderzoek, waarin ook de beloopbaarheid aan de dieren zelf wordt beoordeeld, moet uitwijzen of een stroefheidsbepaling een goed criterium is om de beloopbaarheid van profielvloeren voor de dieren te borgen.

3. Vloeren met indrukbare toplaag

- Oriënterende metingen aan enkele vloeren met rubber toplaag wijzen uit de het technisch mogelijk is om met de FSC 2000 metingen uit te voeren en meetwaarden te genereren.
- De FSC 2000 metingen (uitgevoerd volgens het meetprotocol) aan twee verschillende vloeren met zachte toplaag lieten meetwaarden zien van 0,40. Vergelijkende Leroux-metingen ontbreken. De beloopbaarheid werd door de dierverzorgers uiteenlopend ervaren (de ene vloer redelijk, de andere onvoldoende).
- De beloopbaarheid van een vloer met rubber toplaag wordt bepaald door de stroefheid van het oppervlak en de indrukbaarheid van het materiaal. Onze voorlopige indruk is dat het effect van de indrukbaarheid van het materiaal bij de dynamische weerstandsbepaling met de FSC 2000 wellicht onvoldoende tot uiting komt in de meetwaarde.
- Binnen MDV wordt de beoordeling van de beloopbaarheid van vloeren met een zachte toplaag ontleend aan visuele observaties aan de dieren als onderdeel van de DLG signum test. Wij adviseren om dit te handhaven.

Aanbevelingen

- Op basis van het onderhavige onderzoek achten wij voor vlak uitgevoerde dichte betonvloeren of vlak uitgevoerde betonnen roostervloeren de stroefheidsbepaling met behulp van de Floor Slide Controle 2000 een goed alternatief voor de tot dusver gehanteerde stroefheidsbepaling met behulp van de Leroux-meter.
- We stellen voor om de stroefheidsbepalingen met de FSC 2000 uit te voeren conform de NTA 7909:2003 en de wijzigingen daarop die door de werkgroep 'stroefheid voetgangersgebieden' van het Centrum voor Regelgeving en Opleiding in de Wegenbouw (CROW) zijn voorgesteld. Aangezien deze nog geen formele status hebben verdient het aanbeveling om deze te formaliseren tot een officiële NEN-norm, al dan niet specifiek voor vloeren in dierverschikkingen.
- Voor de beoordeling van de gewenste stroefheid als indicator voor de geschiktheid van een vloer als loopvloer in dierverschikkingen stellen we voor om als ondergrens voor zowel nieuwe als gebruikte vloeren een FSC waarde (gemiddelde van drie meetsporen) van tenminste 0,60 te hanteren.
- Loopvloeren buiten de dierverschikkingen, die door personeel en incidenteel door dieren worden belopen, dienen ten allen tijde een FSC 2000-waarde van tenminste 0,45 (d.w.z. een beoordeling "veilig") voor menselijk gebruik te hebben.
- Voor afwijkende vloerooppervlakken, bijvoorbeeld vloeren met een zachte toplaag en vloeren voorzien van een specifieke profilering, biedt het huidige onderzoek onvoldoende aanknopingspunten voor een eenduidige indicatie van de beloopbaarheid. Om die reden adviseren we vooralsnog om voor de beoordeling van dit type loopoppervlakken af te zien van een beoordeling op basis van bovenstaande meetmethoden (Leroux of FSC) en nader te onderzoeken of aan de hand van beloopbaarheidsbeoordelingen aan het dier en parallel hieraan metingen m.b.v. de FSC of deze meetmethode hiervoor geschikt is en hierbij andere grenswaarden gehanteerd moeten worden.
- We geven opdrachtgever mee om bij toekomstig gebruik van de FSC 2000 als stroefheidsmeetmethode voor betonnen stalvloeren aanvullend onderzoek te laten verrichten om meer inzicht te krijgen tussen de dynamische wrijvingscoëfficiënt van een vloer (zoals bepaald met de FSC 2000) in relatie tot de ouderdom/slijtage van een vloer en de beloopbaarheid ervan door de dieren en op basis hiervan de te hanteren grenswaarden zo nodig te verfijnen.

Literatuur

- Albers, S., J. ter Bogt. 2007. Stroefheid loopvlakprofilering. Afstudeerrapport in het kader van de studie Bouwkunde aan de Hogeschool Arnhem en Nijmegen, Afdeling Built Environment, Faculteit Techniek. 75 pp.
- Anonymus. 2006. Welke eisen zijn er voor stroefheid en anti-slip van vloeren? Agrabeton 2006, nr. 2, p. 23.
- Braam, C.R., C.J. van den Hoorn. 1996. Ammoniakemissie-arme betonnen stalvloeren: resultaten van experimenteel en toegepast onderzoek. IMAG-DLO Rapport 1996-12. 207 p.
- CROW, 2009. Tekstvoorstellen van de CROW-werkgroep 'Stroefheid voetgangersgebieden' t.a.v. de FSC 2000 en de NTA 7909:2003. In concept. Persoonlijke communicatie werkgroeplid ing. M. Nagelhout.
- Meyer, H., H. George. 2001. Einfluss der Laufflächengestaltung auf die Klauengesundheit von Milchkühen. Landtechnik 56 (2001), no. 4, S. 258-259.
- Nagelhout M. (2009). Persoonlijke mededelingen. Surface Cracks, Apeldoorn
- NEN 2873. Beproeving van steenachtige materialen. Stroefheidsmeter volgens Leroux en bepaling van de stroefheid van oppervlakken. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft. September 1982.
- NTA 7909:2003. Wrijvingseigenschappen van vloeren - Protocol voor beproeving en eisen. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. Mei 2003.
- Ouweltjes, W. 2009. Resultaten van hardheidsmetingen van koeienklauwen; ongepubliceerde data. Wageningen UR Livestock Research.

Bijlagen

Bijlage 1 Totaaloverzicht van uitgevoerde stroefheidsmetingen

Vloernummer	Vloeruitvoering	Conditie vloer	Fabrikant/Aannemer	Plaats meting	FSC 2000 waarde	Leroux-getal
<i>Droog uitgevoerde meting</i>						
1	Betonvloer grof afgespaand (melkvee)	Nieuw gestort	Aannemer A	PC Waiboerhoeve, afkalfstal	0,68	
<i>Nat uitgevoerde metingen (water)</i>						
1	Betonvloer grof afgespaand (melkvee)	Nieuw gestort	Aannemer A	PC Waiboerhoeve, afkalfstal	0,67	55,50
2	Roostervloer (melkvee)	Weinig gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, melkstal	0,70	59,75
3	Roostervloer met rubberoppervlak (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,40	
4	Dichte betonvloer met rubberoppervlak (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,40	
5	Dichte betonvloer met blok- of honingraatprofilering 1 (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,51	36,50
6	Gestort beton op voergang (melkvee)	Intensief bereiden	Aannemer B	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,50	56,50
6	Gestort beton op voergang (melkvee)	Niet bereiden	Aannemer B	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,74	70,00
7	Roostervloer (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,48	47,50
8	Sleuenvloer (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 3	PC Aver Heino	0,63	
9	Roostervloer (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 3	PC Aver Heino	0,66	
10	Gestort beton op voergang (melkvee)	Gebruikt	Aannemer C	PC Aver Heino	0,61	
11	Gestort beton in kraamhok (varkens)	Gebruikt	Aannemer D	PC Raalte, afd. BK 1	0,74	
12	Vloer 11 gebouchardeerd (varkens)	Gebruikt	Aannemer D	PC Raalte, afd. BK 1	0,71	
13	Roostervloer (varkens)	Gebruikt	Betonfabrikant 4	PC Raalte, afd. BK 1	0,68	
14	Vloerelement met gaatjes in strogedeelte (varkens)	Gebruikt	Betonfabrikant 4	PC Raalte, afd. BK 1	0,69	
15	Gestort beton op afleverplaats (varkens)	Gebruikt	Aannemer D	PC Raalte, afd. BK 1	0,64	
16	Roostervloer (melkvee)	Nieuw betonelement	Betonfabrikant 2	Betonfabrikant 2	0,70	76,25
17	Dichte betonvloer met blok- of honingraatprofilering 2 (melkvee)	Nieuw betonelement	Betonfabrikant 2	Betonfabrikant 2	0,72	57,67
<i>Met dunne mestfilm (na mest schuiven)</i>						
3	Roostervloer met rubberoppervlak (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,38	
4	Dichte betonvloer met rubberoppervlak (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,47	
5	Dichte betonvloer met blok- of honingraatprofilering 1 (melkvee)	Gebruikt	Betonfabrikant 1	PC Waiboerhoeve, serrestal	0,42	

Wit gekleurde vloeren: dichte, vlakke betonvloeren of betonroosters; geschikt voor meting met FSC 2000 en Leroux-meter

Grijs gekleurde vloeren: afwijkende vloeren; niet geschikt voor meting met FSC 2000 en Leroux-meter (indicatief bemeten)

Bijlage 2 Meetprotocol voor de Floor Slide Control 2000 voor betonnen stalvloeren

NTA 7909:2003 bevat reeds een beproevingsprotocol voor de FSC 2000.

Uit ervaringen van de CROW-werkgroep 'Stroefheid voetgangersgebieden' zijn diverse verbeterpunten ten aanzien van het gebruik van de FSC 2000 en de toepassing van de NTA 7909:2003 naar voren gekomen, waarvan *cursief* de aanpassingen aan de NTA zijn weergegeven die door de werkgroep worden voorgesteld.

Definities

meetrun: 1x op start drukken, 30 cm rijden en waarde van FSC (d.w.z. gemiddelde over 30 cm) uitlezen (=individuele waarneming)

meetspoor: traject (30 cm x 2,5 cm) van een meetrun. Hetzelfde meetspoor wordt een aantal malen gebruikt voor herhaalde meetruns bij een combinatie van zoolmateriaal en uitvoeringsconditie, samen meetreeks genoemd. Positietolerantie voor herhaalde meetruns op hetzelfde meetspoor: 1 cm dwarspositie en 5 cm langspositie. Een meetspoor wordt in principe niet gebruikt voor verschillende combinaties van zoolmateriaal en uitvoeringsconditie.

meetreeks: Het totaal aantal meetruns per meetspoor. Per meetspoor worden, met hetzelfde voetje en hetzelfde glijmiddel (zo nodig tussentijds bijgevuld), X meetruns uitgevoerd (telkens heen en weer) totdat de laatste 4 meetruns (d.w.z. 2 heen en 2 weer) binnen 0,04 van elkaar liggen (d.w.z. verschil tussen max. en min. ten hoogste 0,04). Voorbeeld: 0,50, 0,46, 0,50, 0,46 => gemiddeld 0,48. Per meetreeks wordt de resultaten bepaald (gemiddelde en stdev, evt. minimum).

meetlocatie: hetzelfde vloermateriaal (met nagenoeg dezelfde eigenschappen) in relatieve (max. enkele tientallen m) nabijheid.

meetcyclus: minimaal 3 meetsporen (dus meetreeksen) op dezelfde meetlocatie, met hetzelfde voetje en hetzelfde glijmiddel (zo nodig tussentijds bijgevuld). Als meetreeksgemiddelden binnen een meetcyclus meer dan 0,05 verschillen, meetcyclus uitbreiden tot minimaal 5 meetreeksen/sporen of zoveel meer als nodig voor representatief beeld.

Niet eenduidig omschreven in NTA 7909

- De FSC 2000 (versie 13) kan op vijf verschillende manieren meten (naast verschillen in meetlengte), terwijl in de NTA niet staat gespecificeerd welke manier gebruikt moet worden.
 1. Bij deze optie staat de meetvoet bij het begin van de meting al tegen de vloer, en trekt de FSC op tegen de wrijvingsweerstand in.
 2. Als 1, maar hierbij wordt in het begin eerst de statische wrijvingscoëfficiënt gemeten, en daarna de dynamische. Bij optie 1 en 2 wordt gemeten over de volledige ingeprogrammeerde afstand (30 of 60 cm volgens de NTA 7909).
 3. drie achtereenvolgende metingen van de statische wrijvingscoëfficiënt
 4. vijf achtereenvolgende metingen van de statische wrijvingscoëfficiënt
 5. In deze optie begint de FSC met rijden met de meetvoet vrij van de vloer, en wordt de meetvoet pas na ca 13 cm tegen de vloer gedrukt ('vliegende start'). Hierdoor wordt de effectieve meetlengte korter, omdat het apparaat slechts 30 of 60 cm rijdt.

Optie 1 en 2 geeft vergelijkbaar gedrag en vergelijkbare waarden, maar optie 1 geeft ook het minimum per meetrun als uitvoer en optie 2 niet. Optie 5 meet te weinig meetlengte en geeft bovendien vaak hogere (dus schijnbaar stroeve) meetwaarden.

Conclusie: keuze voor optie 1 (eerst meetvoet neerlaten en dan pas gaan rijden).
 - Los vuil wegborstelen met een zachte handstoffer, voorafgaand aan elk meetspoor. (Desgewenst meten met standaardhoeveelheid standaardvuil, zie verderop). Eventuele vastgekleefde praktijkvervuiling (zeepresten, voedselresten, honingdauw, etc.) die voor de stroefheid relevant is, laten zitten en meenemen in de meting (Desgewenst hermeten na reinigen.)
 - De NTA schrijft per meetlocatie 5 herhalingen van 30 cm meetlengte, of 3 herhalingen van 60 cm meetlengte voor. Niet beschreven wordt of die herhalingen moeten plaatsvinden op exact dezelfde positie (dus telkens in hetzelfde meetspoor, net zoals bij de SRT) of juist in verschillende meetsporen (binnen bv. ca. 1 m²)
- Per meetlocatie (zie definities) minimaal 3 meetsporen (zie definities). Keuze 30 cm runlengte=meetlengte (zowel in lab als praktijk haalbaar, elimineren onnodige vrijheid). Per meetspoor (d.w.z. binnen 1 cm dwarspositie en □}5 cm langspositie) worden, met hetzelfde voetje*

en hetzelfde glijmiddel (zo nodig tussentijds bijgevuld), zoveel meetruns uitgevoerd (telkens heen en weer) als nodig totdat de laatste 4 meetruns (d.w.z. 2 heen en 2 weer) binnen 0,04 van elkaar liggen (d.w.z. verschil tussen max. en min. ten hoogste 0,04). Voorbeeld: 0,50, 0,46; 0,50, 0,46 => gemiddeld 0,48. Alle meetruns worden geregistreerd. Tezamen vormen deze een meetreeks. Als het verschil tussen de meetwaarden in heen- en teruggaande richting consistent groter is dan 0,04, zal het niet mogelijk zijn om 4 opeenvolgende meetruns (d.w.z. 2 heen en 2 weer) binnen 0,04 van elkaar te krijgen. In dat geval moet worden doorgemeten totdat de laatste 4 meetruns per richting binnen 0,04 van elkaar liggen, en moet per richting het gemiddelde van de laatste 4 meetruns worden gerapporteerd. Als de meetwaarden een ruwweg dalende tendens vertonen, wordt ten minste gerapporteerd het gemiddelde (en standaardafwijking) van de laatste 4 meetruns. Als de meetwaarden een ruwweg stijgende tendens vertonen (dus met de eerste of tweede waarde het laagste), wordt ook het minimum gerapporteerd, tenzij dit als een uitbijter ergens na de eerste twee meetruns in de serie van de meetruns van dat meetspoor zit. Voor een goede positionering zowel heen als weer in hetzelfde meetspoor is het aan te bevelen om begin en eind van het meetspoor ca 10 cm terzijde op de verharding te markeren met vetkrijt o.i.d. Tevens is het handig om de positie van het meetvoetje te markeren op de zijkant van de FSC.

- NTA 7909 specificeert geen meetrichting. In principe in rijrichting/looprichting van het verkeer, en dan per meetspoor zowel heen als weer. Bij onderzoek naar uitglijdongeval in de richting van uitglijden, zo nodig slechts in 1 richting (dus alleen heen, niet weer). Bij hellingen groter dan ca 4% in neerwaartse richting. Bij gebrek aan informatie of variërende rij/looprichtingen naar inzicht van operator (wel registreren). Bij voegafstanden groter dan 40 cm (in meetrichting) meetspoor zonder voeg kiezen, anders met voeg. Bij voegen meetrichting $(80 \pm 5)^\circ$ (dus bijna haaks) t.o.v. de voeg kiezen, en/of $(10 \pm 5)^\circ$ (dus bijna parallel aan de voeg, haaks op $(80 \pm 5)^\circ$). Desgewenst nog extra richting tussen beide voorgaande in. Meetrichting/meetspoor altijd documenteren, bij voorkeur met foto, evt. met schets.
- De NTA stelt: "Wanneer de meting in een natte conditie wordt uitgevoerd, wordt voorafgaande aan de meting de vloer of het proefstuk bevochtigd met gedemineraliseerd water (eventueel NaLS (0,5% ww) of anders, indien afgesproken) over een spoor dat circa 5 cm breed is en circa 10 cm langer dan de beproevingsafstand." Niet aangegeven wordt op welke wijze dit bevochtigen moet plaatsvinden. In de handleiding van de FSC wordt beschreven dat het sponsje onderop de SRT moet worden verzadigd met de bijgeleverde injectiespuit van 5 ml. Die 5 ml is (ruim) voldoende om het sponsje te benatten, maar dat sponsje geeft vervolgens slechts een licht vochtig meetspoor op de vloer. Zeker voor buitentoepassingen komt dat niet overeen met de (als slipkrisch ervaren) gangbare waterhoeveelheden (bij regen). Verder zit het sponsje ruim 15 cm voor het meetvoetje, zodat het meetvoetje eerst nog een stukje droog meet voordat het in het benatte spoor komt, tenzij eerst een 'loze benattingsrun' (zonder meting) wordt gemaakt en het apparaat daarna voor de echte meting ca 15 cm voorwaarts wordt verplaatst. Ten slotte heeft benatting via een slepende spons het risico dat eventueel aanwezig vuil wordt verwijderd, zodat een andere stroefheid wordt gevonden dan in werkelijkheid aanwezig. In de praktijk gebruiken sommige operators een spons (een losse of die onderop de FSC met een 'loze' meetrun), met bovengenoemde nadelen. Anderen gebruiken een knijpfles met water. Weer anderen maken eerst met een spons een spoor en vullen dat daarna bij met een knijpfles. Waarschijnlijk kan dit tot grote verschillen in de meetwaarden leiden. In elk geval is het belangrijk dat de aandrijfwielletjes van de FSC niet in de nattigheid komen, anders is de kans groot dat ze gaan slippen, zie verderop. *Met knijpfles spoor maken (niet met spons vegen). Veel glijmiddel gebruiken (voor water: 'copiously', d.w.z. > 1 mm filmdikte), zo nodig herhaaldelijk tussentijds bijvullen tijdens inwerkingsperiode en tussen meetruns. Invloed waterhoeveelheid onderzoeken?*
- Het voorschrift om gedemineraliseerd water te gebruiken lijkt juist een geval van overspecificatie, waarmee waarschijnlijk in de meetpraktijk nog wel eens de hand wordt gelicht. Weliswaar kunnen verontreinigingen in het water een (grote, denk aan zeep) invloed hebben op de stroefheid, zodat uitsluiting hiervan in principe terecht is. De vraag is echter of met de constante leidingwaterkwaliteit in Nederland niet dezelfde reproduceerbaarheid kan worden bereikt als met demiwater. *Toch demiwater gebruiken omdat hiermee eventuele variaties simpel zijn uit te sluiten, o.a. leverbaar als accuwater bij bouwmarkt / auto-accessoirehandel in literflessen of jerrycans. (Houdt rekening met 2-5 liter per meetdag)*
- De NTA specificeert niet dat 'droge' en 'natte' FSC-metingen moeten worden uitgevoerd met verschillende (sets) meetvoetjes, opdat 'droge' voetjes ook daadwerkelijk droog blijven. Uit [13] blijkt dat bevochtigen en vervolgens weer afdrogen (met een droge doek) grote invloed heeft op de meetresultaten, voor alle drie de soorten meetvoet (leer, rubber en kunststof). Dit is in [13] weliswaar slechts op 1 ondergrond getest, maar is door de werkgroep ook op andere

- ondergronden geconstateerd. [13] geeft aan dat het wel 24 uur kan duren voordat het effect van tijdelijk bevochtigen is verdwenen. *Droge en natte voetjes gescheiden houden, en ook voetjes voor andere glijmiddelen apart houden. Desnoods mag een 'nat' voetje weer voor droge metingen gebruikt worden na ten minste 24 uur drogen. Voetjes voor andere glijmiddelen mogen eventueel weer voor 'droog' of 'waternat' gebruikt worden na afdoende reiniging (bv met alcohol) en ten minste 24 uur droging. Daarna moeten ze echter op minimaal 1 oppervlak worden vergeleken met een schoon 'droog' of 'waternat' voetje om zeker te zijn dat er geen afwijkingen ontstaan zijn.*
- Indien verschillende locaties of proefstukken moeten worden gemeten, onder verschillende omstandigheden (bv nat en droog) geeft de NTA niet aan in welke volgorde dit moet gebeuren: per locatie alle omstandigheden en meetvoetjes en pas daarna de volgend locatie? of per omstandigheid/meetvoetmateriaal alle locaties en daarna de volgende omstandigheid/meetvoetmateriaal. In de praktijk is soms het ene handiger, soms het andere. Een volgorde verschil kan echter leiden tot verschillende meetwaarden, in samenhang met de voorschriften voor schoonmaken/bijwerken van de meetvoetjes, die hierna besproken worden. *Vrij laten. Elk meetspoor slechts voor 1 meetreeks gebruiken. Metingen met glijmiddel moeten dus in andere meetsporen dan metingen zonder glijmiddel. Voor verschillende glijmiddelen moeten dus ook verschillende meetsporen worden gebruikt. Positie van meetsporen documenteren middels foto of schets.*
 - De NTA stelt dat de meetvoetjes "voor elk type stempel [=meetvoetje] en voor elke conditie" met alcohol moeten worden gereinigd, maar niet hoe vaak dit moet gebeuren. 1x voor elke meetsessie? 1x voor elke "meetlocatie" (= 3 runs van 60 cm of 5 runs van 30 cm)? 1x voor elke meetrun? Ook wordt niet aangegeven hoe lang de voetjes moeten opdrogen voordat weer gemeten mag worden. Het blijkt echter dat enige restvochtigheid grote invloed kan hebben op de meetwaarden. *Ontvetten met alcohol 1x voorafgaand aan een meetdag, minimaal 24 uur voor de eerste meting (dus praktisch beter na een meetdag, voorafgaand aan opbergen). Verder zo vaak als nodig is vanwege verontreiniging. Als verontreiniging representatief is voor praktijkomstandigheid van vloer (bv boenwas op linoleum), hoeft niet gereinigd te worden tussen meetsporen per locatie (of zelfs tussen locaties, indien deze hetzelfde vloermateriaal/coating hebben). Na elke reiniging met alcohol minimaal 24 uur wachten tot volgende meting.*
 - De NTA geeft aan dat "voor elk type stempel en voor elke conditie" de conditie van de meetvoetjes moet worden gecontroleerd en zo nodig (maar ten minste na iedere 5^e meting) moet worden bijgewerkt met schuurpapier (aluminiumoxide met korrel P180). Niet duidelijk is wat met 5 "metingen" wordt bedoeld: 5 meetruns of 5 meetlocaties (van elk 3 of 5 runs). Verder is geen hulpmiddel bijgeleverd om ervoor te zorgen dat de afrondingsstraal van de voetjes (weer) de vereiste 100 μ m 5 mm wordt. Tenslotte worden de rubber en kunststof voetjes initieel geleverd met een profiel, dat echter na verloop van tijd afslijt en op geen enkele wijze (en zeker niet middels opschuren) valt te herstellen. Bij de praktische uitvoering van opschuren blijkt bovendien dat het voetje vervuild raakt door schuurstof en losse schuurkorreltjes. De NTA geeft niet aan hoe met die vervuiling om te gaan. Opnieuw reinigen met alcohol lijkt zinnig, maar wordt niet genoemd. E-DIN 51131:2006 eist siliciumcarbide met korrel 120 voor schoonmaken en korrel 320 voor opruwen, maar geeft ook niet aan hoe vaak moet worden geschuurd. *Voetjes nooit aanraken/vastpakken aan de glijzijde. Controleren op vorm en vervuiling voorafgaand aan elk meetspoor, en zo nodig in vorm brengen middels P120 of 180 en/of grove verontreinigingen verwijderen middels P120 of 180 en/of alcohol. Voetjes vervangen zodra dikte glijdermateriaal minder dan 2 mm. Opruwen met P320 (en vervolgens ontstoffen met een schone droge nagelborstel) voorafgaand aan elk meetspoor, niet tussen meetruns per meetspoor. Per soort glijmiddel apart schuurpapier gebruiken. Droog schuurpapier maximaal 1x gebruiken (per cm² schuurpapier). Schuurpapier met glijmiddel maximaal 1x gebruiken (per cm² schuurpapier), en na maximaal 1 uur vervangen of zoveel eerder als merkbare aantasting van het schuurpapier optreedt.*
 - De ervaring van de werkgroep is dat de meetwaarden in de eerste runs na zowel alcoholreiniging als opschuren meestal hoger zijn dan eerst, en vervolgens meestal na enige tijd/meetrans weer dalen. Betwijfeld kan worden of de meetrans direct na reinigen / opruwen dan wel representatief zijn voor de praktijk (althoewel ze misschien wel beter reproduceerbaar zijn). Schoenzolen zijn immers vrijwel nooit vetvrij en zojuist opgeschuurd. Het lijkt wenselijk om na reinigen / bijwerken enkele 'loze' runs uit te voeren om de tijdelijke effecten te laten 'wegebber'. *Per meetspoor altijd eerst opruwen meetvoetje, vervolgens zoveel meetrans als nodig totdat laatste 4 meetrans binnen 0,04.*
 - NTA zegt niets over inwerktijd van glijmiddel, zoals water. E-DIN 51131:2006 eist ten minste 10 minuten inwerktijd op de glijders en ten minste 5 minuten inwerktijd op het vloermateriaal. *Ten*

minste 0,5 uur inwerken op de glijders en ten minste 5 minuten op de vloer. Voetjes voor proeven met glijmiddel bewaren/vervoeren in afgesloten doosje (bv kunststof doosje voor koelkast of diepvries) met een in glijmiddel gedrenkt kunststof sponsje, waarbij de glijzijde van de voetjes volledig in contact is met het sponsje.

- De NTA is niet helemaal duidelijk of alle genoemde typen meetvoetje en meetconditie ook altijd gebruikt moeten worden, of dat volstaan kan worden met een selectie. De werkgroep is van mening dat altijd alle genoemde typen meetvoetje en condities moeten worden afgewerkt en gerapporteerd, omdat alleen dan een representatief beeld wordt verkregen van het materiaal onder uiteenlopende omstandigheden. Voor specifieke situaties kan de 'standaard' set van meetvoetjes en condities desgewenst worden uitgebreid met andere 'zool' materialen en/of andere tussenmedia, die representatief zijn voor die specifieke situatie. *Altijd ten minste alle aangegeven standaard voetjes/condities meten en rapporteren, tenzij uitdrukkelijk anders afgesproken met de opdrachtgever. Voor specifieke situaties desgewenst uitbreiden met andere 'zool' materialen en/of andere tussenmedia.*
- De NTA houdt geen rekening met de invloed van temperatuur, terwijl bekend is dat deze een substantiële invloed kan hebben, zie hoofdstuk 2. Dit is wellicht acceptabel voor proeven in het laboratorium of in binnencondities (alhoewel er grote temperatuurverschillen kunnen zijn tussen bv. een sporthal en een bejaardentehuis of sauna). Voor buitenmetingen lijkt dit echter niet acceptabel (tenzij de invloed wegvalt in nog veel grotere afwijkingen door andere invloedsfactoren, hetgeen helaas niet onwaarschijnlijk is). *Meemeten, standaard de luchttemperatuur en optioneel ook de oppervlaktemperatuur, verder nog niets mee doen. Randvoorwaarde: tussen 5 en 40 °C luchttemperatuur. Oppervlaktemperatuur kan vooral verschillen van luchttemperatuur bij directe zonbestraling. Bij grote verschillen tussen luchttemperatuur (is ongeveer glijdertemperatuur) en oppervlaktetemperatuur is onduidelijk welke temperatuur nu bepalend is voor eventuele afwijkingen in de meting. In principe zijn enkele uren acclimatiseertijd nodig om de glijders op omgevingstemperatuur te brengen. Rapporteren als glijders niet ruwweg op omgevingstemperatuur zijn (bijv. bij overgang van metingen buiten naar binnen of omgekeerd, of bij metingen binnen terwijl glijders langdurig in een koude auto hebben gestaan.*
- De NTA houdt geen rekening met de invloed van luchtvochtigheid, terwijl bekend is dat deze een substantiële invloed kan hebben, zie hoofdstuk 2. Hiervoor geldt hetzelfde als in de vorige alinea. *Optioneel meemeten, verder nog niets mee doen.*
- NTA 7909 houdt geen rekening met de textuur van het te meten oppervlak. *Optioneel meemeten van de textuur, bijv. via zandvlekmethod, lasertextuurmeter en/of microroughnessmeter. Indien relevant (>0,1 mm textuurdiepte) macrottextuur middels zandvlek/laser. Als meetbaar (d.w.z. bij geringe macrottextuur) bij voorkeur microtextuur m.b.v. microroughnessmeter.*



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl