

Voorwoord

Uit ervaring en ook onderzoeken is bekend dat er veel problemen zijn met paardenbodems. De problemen hebben vooral betrekking op de prestatie van het paard, op het ontstaan van blessures en op de bruikbaarheid van de paardenbodems. De problemen gelden zowel voor de indoor bodems als de outdoor bodems en komen voor in alle disciplines van de paardensport.

Deze problemen komen voort uit het onbekend zijn van wat een goede paardenbodem is. Door deze onbekendheid doen zich niet alleen vele problemen voor maar stagneert tevens de ontwikkeling van bodems. Als onbekend is waar een paardenbodem aan dient te voldoen en dit derhalve ook niet objectief inzichtelijk is te maken komt er geen verandering in de situatie.

De Koninklijke Nederlandse Hippische Sportfederatie heeft deze problematiek onderkend en teneinde deze problematiek op te lossen is het project "Paardenbodem" tot stand gekomen.

Het project heeft ten doel om criteria dat wil zeggen normen voor paardenbodems op te stellen en wel zodanig dat indien bodems aan deze normen voldoen de bodems een goede prestatie van het paard mogelijk maken met een geringe kans op blessures. Voorts dient het gebruik van de bodems onder voorkomende normale omstandigheden gegarandeerd te zijn.

0 Samenvatting

Doel van dit project is om normen te formuleren voor paardenbodems. De norm dient te voorzien in de prestatie van de bodem opdat een paard een goede prestatie kan leveren en dit kan doen met een geringe kans op blessures.

De prestatie van een bodem wordt ontleend aan de bodemeigenschappen welke bepalend zijn voor de interactie tussen paard en bodem.

Vandaar dat in eerste instantie onderzoek is gedaan naar de interactie tussen paard en bodem.

Met behulp van een zogenaamd meetijzer dat is geplaatst onder de hoef van een paard is inzicht verkregen in de krachten welke optreden tijdens de gang van een paard over een bodem.

Daarbij zijn alle disciplines aan bod gekomen zoals dressuur, sprong, draf en ren. Opmerkelijk is dat ongeacht de discipline de optredende krachten op het beenwerk van een paard bij een gelijke bodem sterk overeenkomend zijn. Bij een goede stevige grasbodem voorzien van een dichte graszode treden krachten op van circa 4 kN.

Tijdens de interactie vervormt de bodem onder de kracht welke door het paard op de bodem wordt uitgeoefend. De relatie tussen de vervorming van de bodem en de belasting door het paard is de stabiliteit van de bodem welke een belangrijke bodem parameter is.

Bij een zeer stabiele bodem, bijvoorbeeld beton, is de optredende maximale kracht tijdens de gang van het paard over een dergelijke bodem zeer hoog. Het paard wordt derhalve zeer hoog belast. Een belangrijke parameter is derhalve de optredende maximale kracht welke in relatie kan worden gebracht met de kracht welke optreedt op beton. Zo ontstaat inzicht in het schokabsorberend vermogen van een bodem, hetgeen als een belangrijke parameter kan worden beschouwd.

Tijdens de interactie kan de bodem energie opnemen en gedeeltelijk dan wel nagenoeg geheel weer teruggeven. Deze teruggave van energie kan worden uitgedrukt als energierestitutie.

De belangrijke bodemparameters of wel eigenschappen zijn derhalve:

- stabiliteit;
- schokabsorberend vermogen;
- energierestitutie.

Via een theoretische benadering is onderzocht op welke wijze de interactie tussen een paard en een bodem kan worden gesimuleerd.

Het paard kan worden beschouwd als een massa veersysteem dat neerkomt op een bodem.

Dit systeem zal tijdens de interactie met een bodem reactiekrachten moeten laten zien welke overeenkomen met de in werkelijkheid optredende krachten.

De simulatie kan worden bereikt middels een valproefopstelling waarbij een massa voorzien van een slagkop met de configuratie van een paardenhoef vanaf een bepaalde valhoogte de bodem treft.

De massa dient voorzien te zijn van een verend element teneinde de veer karakteristiek van een paard te simuleren. Een paard is immers geen starre massa maar is zelf in staat via zijn motoriek zich aan de omstandigheden aan te passen.

Het is met name in kritische situaties dat de bodem de prestatie moet leveren. In een kritische situatie zal de vering van het paard gering zijn en dientengevolge kan ook in een valproefopstelling met een tamelijk stijve veer worden volstaan.

Zowel het praktijkonderzoek met een meetijzer als de theoretische benadering hebben geleid tot het ontwerp en de uiteindelijke realisatie van een valproefopstelling genaamd "**paardenbodemtester**".

In de tester zijn een versnellingsopnemer en een massa locatie bepaler geplaatst teneinde tijdens de interactie tussen vallichaam en bodem, de optredende krachten, de vervorming van de bodem en het terug veren van het vallichaam elektronisch te kunnen registreren. De data worden automatisch in een computer opgeslagen en verwerkt opdat als resultante de stabiliteit, het schokabsorberend vermogen en de energierestitutie worden weergegeven.

Met de paarden bodem tester zijn vervolgens een 4-tal bodems onderzocht en de resultaten zijn vergeleken met de resultaten verkregen via het meetijzer onder een paardenhoef.

Gebleken is dat de resultaten zeer goed overeenkomen en dat derhalve mag worden geconcludeerd dat de paarden bodem tester een goede simulatie is van de werkelijke interactie tussen paard en bodem in relatie tot de relevante aangehaalde bodem eigenschappen.

Op basis van beschouwing en de overeenkomende interactie tussen paard en bodem ongeacht de discipline is een onderscheid gemaakt naar paardenbodems indoor, paardenbodems outdoor en draf- en renbanen. Met de gegevens van een natuurlijke bodem zijn voor de te onderscheiden bodems normen geformuleerd.

Deze normen betreffen de prestatie welke een bodem dient te leveren en omvatten derhalve eigenschappen welke een relatie hebben tot functionaliteit, veiligheid, bruikbaarheid en duurzaamheid.

De normen zijn:

- **normen voor een paardenbodem indoor code ISA-NHS1-15, december 2002;**
- **normen voor een paardenbodem outdoor code ISA-NHS2-15.1, december 2002;**
- **normen voor draf- en renbanen code ISA-NHS2-15.2, december 2002.**

Met behulp van deze normen kunnen paardenbodems op hun kwaliteit valide worden onderzocht en beoordeeld. Op basis van deze normen kunnen paardenbodems worden ontwikkeld en worden onderzocht. Met de normen heeft het project aan zijn doel beantwoord.

0.1 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt, ter completering van de normen, om een valide methode te ontwikkelen voor de grip van een paard op een bodem. Teneinde het inzicht in de kwaliteit van bestaande bodems te vergroten is het raadzaam om een doorsnee van deze bodems aan een onderzoek te onderwerpen. De resultaten van dit onderzoek kunnen verdere verbeteringen en ontwikkelingen van bodems stimuleren.

INHOUDSOPGAVE:

VOORWOORD

0	SAMENVATTING.....	1
	0.1 AANBEVELINGEN.....	2
1	INLEIDING.....	4
2	PROJECT UITVOERING	4
3	INTERACTIE PAARD – BODEM	4
	3.1 PRAKTIJK.....	5
	3.2 THEORIE.....	8
4	BODEM EIGENSCHAPPEN	12
5	ONTWERP APPARATUUR	13
6	REALISATIE VAN DE APPARATUUR	16
7	NORMERING.....	19

BIJLAGEN:

- BIJLAGE 1: TESTMETHODE STABILITEIT**
- BIJLAGE 2: TESTMETHODE SCHOKABSORBEREND VERMOGEN**
- BIJLAGE 3: TESTMETHODE ENERGIERESTITUTIE**
- BIJLAGE 4: NORMEN**

1 Inleiding

Al een aantal jaren wordt onderzoek gedaan naar de kwaliteit van paardenbodems. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen dat de huidige paardenbodems niet zijn gebaseerd op fundamentele kennis betrekking hebbend op de interactie paardbodem. Bodems worden vooral beschouwd op basis van materialen en opbouw welke een redelijk continu gebruik garanderen en waarvan op basis van ervaring gebleken is dat het paard er zich op bewegen kan hetzij in stap hetzij in draf dan wel galop of ren galop. Er is in de praktijk derhalve sprake van zogenaamde trial and error bodems. Dit geldt zowel voor indoor- als outdoor bodems en voor alle disciplines van de paardensport.

Bodems kunnen afbreuk doen aan de prestatie van het paard en kunnen aanleiding geven tot blessures.

Doel van onderhavig project is derhalve om op basis van de feitelijke interactie van paard en bodem de eigenschappen van een bodem te concretiseren opdat een bodem welke over deze eigenschappen beschikt gebruiksmatig beantwoordt aan datgene wat ervan verlangd mag worden.

Bodems met eigenschappen gebaseerd op de interactie paard bodem zijn geschikt voor de paardensport.

Doel van onderhavig project is derhalve het normeren van paardenbodems op basis van de functionaliteit.

Liggen de eigenschappen van een paardenbodem eenmaal vast in de zogenaamde "normen voor een paardenbodem" (zowel indoor als outdoor) dan kunnen deze het uitgangspunt vormen voor de ontwikkeling van goede paardenbodems.

2 Project Uitvoering

Teneinde de normen voor een paardenbodem te kunnen bepalen zal eerst inzicht moeten worden verkregen in de interactie tussen een paard en een bodem. Op basis van deze interactie kunnen de eigenschappen van de bodem worden geconcretiseerd. Vervolgens dient een methode te worden ontwikkeld welke het mogelijk maakt de eigenschappen op een valide manier te registreren. Liggen eenmaal de eigenschappen vast en de methode waarop deze worden bepaald dan kunnen vervolgens de grenzen worden aangegeven waaraan de eigenschappen dienen te voldoen. Daarmee is de nommering een feit.

3 Interactie Paard – Bodem

De interactie tussen een paard en een bodem kan zowel praktisch (3.1) als ook theoretisch (3.2) worden benaderd.

In het geval van stap zijn duidelijk twee krachtpieken zichtbaar. De eerste piek is de maximale kracht welke optreedt tijdens het neerkomen van het paardenbeen op de bodem terwijl de tweede piek de maximale kracht weergeeft welke optreedt bij het afzetten van het been. Het neerkomen van het been wordt wel de passieve fase van de interactie genoemd en het afzetten de actieve fase.

Deze twee fasen zijn bij stap te onderscheiden. Neemt echter de snelheid van de gang van het paard toe dan treedt tijdens de gehele interactie slechts één maximale reactiekracht op. Dit laat ook het grafische beeld van het verloop van de reactiekracht zien bij draf en galop. De optredende reactiekracht bij draf en galop is beduidend hoger dan bij stap en dat is eveneens bij sprong het geval.

Het is juist bij de grotere snelheden, in ieder geval een snelheid welke boven stap uitgaat, waarbij van het paard een zekere prestatie wordt verlangd welke ook geen aanleiding moet geven tot blessures. Interessant, in het kader van onderhavig project, is derhalve het verloop van de optredende kracht tijdens de interactie tussen het paardenbeen en de bodem bij grotere snelheden dus bij galop of draf.

Het representatieve verloop van de kracht in de tijd is derhalve die grafiek waarbij één krachtpiek optreedt.

De interactie tussen een paardenbeen en de bodem wordt representatief weergegeven door een krachtverloop in de tijd met één optredende krachtpiek.

Kenmerkend voor de grafiek en dus de interactie zijn:

De maximaal optredende kracht en de tijdsduur van de gehele interactie.

De tijdsduur is de duur vanaf het eerste contact van het been met de bodem op het moment van het neerkomen tot het moment waarop de afzet is beëindigd en dus het paardenbeen geen contact meer heeft met de bodem. Samengevat is de tijdsduur de totale contacttijd.

In onderstaande tabel 1 zijn de resultaten van het Nederlandse onderzoek beknopt samengevat weergegeven.

Tabel 1

Bodem	Reactiekracht (kN)		Contacttijd (ms)	
	draf	galop	draf	galop
natuurgras	3.9	3.6	291	231
gestab. natuurgras	4.8	3.8	287	213
zand/hout	3.1	3.0	298	234
zand/kunststof	3.5	3.2	298	225

Verklaring:

- de natuurgras bodem is uit cultuurtechnisch oogpunt in optimale conditie en voorzien van een goede dichte grasmat;
- gestab. natuurgras is een natuurgras bodem welke gestabiliseerd is met kunststofvezels;
- zand/hout is een bodem welke is samengesteld uit een mengsel van zand en houtsnippers;
- zand/kunststof is een bodem welke is samengesteld uit zand en kunststofdelen.

De resultaten zijn een samenvatting van een uitgebreid onderzoek waarbij meerdere bodems van hetzelfde type en verschillende paarden zijn gebruikt. De samenvatting kan als representatief voor de interactie tussen paard en bodem worden beschouwd. De resultaten van het Nederlandse onderzoek uitgevoerd door ISA Sport geven een beeld te zien dat overeenkomend is met bevindingen uit buitenlands onderzoek.

Voor de reactiekracht geldt dat deze per bodemtype duidelijk verschilt en dat dit verschil wel kan oplopen tot 40%. Voor de contacttijd geldt dat deze wel per discipline verschilt maar nauwelijks per bodemtype. De bodem heeft een belangrijke invloed op de reactiekracht maar nauwelijks op de contacttijd. De sprong is tot op heden alleen oriënterend onderzocht. Daaruit bleek wel een overeenkomend beeld. Opmerkelijk is dat over het algemeen de orde van grootte van reactiekrachten overeenkomen ongeacht de discipline. De relatie tussen de kracht en de tijd tijdens de interactie is ongeacht de discipline nagenoeg hetzelfde. Zoals gesteld heeft de bodem weinig of geen invloed op de contacttijd. Dit impliceert dat wanneer voor bodem onderzoek modelmatig de reactiekracht valt te simuleren met de reactiekrachten welke werkelijk optreden tijdens de interactie tussen paard en bodem deze simulatie kan worden gebruikt voor alle disciplines.

Ongeacht de discipline van de paardensport is de interactie paard bodem overeenkomend. Één methode kan derhalve de interactie tussen paard en bodem simuleren.

De methode om de interactie te simuleren zal met name een overeenkomend reactiekracht moeten tonen op de natuurgras en andere bodems. Dit betekent dat indien met de methode de maximale reactie kracht wordt bepaald op een natuurgras bodem de reactiekracht een orde van grootte van 4 kN behoort te bedragen.

Kenmerkend voor de interactie tussen een paard en een natuurgras bodem is een maximale reactiekracht van ca. 4 kN.

Het praktijkonderzoek heeft inzichtelijk gemaakt welke krachten gedurende het contact met een been van het paard met de bodem optreden. Dit praktisch inzicht is onontbeerlijk om een modelmatige simulatie van de interactie tussen paard en de bodem te bewerkstelligen. Voorts geven de meetresultaten invulling aan de theorie.

3.2 Theorie

Bij de gang van een paard over een bodem treden krachten op tussen het beenwerk van het paard en de bodem. De optredende kracht is het gevolg van het aanstoten van de bodem door het paardenbeen. De meetresultaten bevestigen dit.

De kracht welke optreedt tijdens de gang van een paard over een bodem is mede het gevolg van het schokabsorberend vermogen van een bodem.

Het schokabsorberend vermogen van een paardenbodem dient om de stoot op te vangen tijdens de interactie tussen paard en bodem, zowel uit functioneel oogpunt als ter voorkoming van blessures. De analyse van de interactie van een paard en een bodem uit oogpunt van schokabsorptie kan modelmatig geschieden.

Het paard kan worden beschouwd als een massa (m) met een veersysteem (c). Het paard heeft de mogelijkheid het veersysteem middels zijn biomechanische motoriek in te stellen. Deze instelling wordt sterk bepaald door de beweging. Daarbij spelen ervaring, geoefendheid, en fysieke mogelijkheden een belangrijke rol.

Ook de ervaring met het type bodem is van belang. Sommige verschillen zijn zeer evident, bijvoorbeeld het onderscheid tussen een asfalt weg en een grasmat. In geval van kleinere verschillen zullen de aanpassingsmogelijkheden en dus de instellingsmogelijkheden afnemen.

De bodem kan eveneens beschouwd worden als een massa (m_{vloer}) met een veersysteem (c_{vloer}). De meewerkende massa van de vloer is in de meeste gevallen vele malen kleiner dan de massa van het paard en kan vanuit dat gezichtspunt als verwaarloosbaar worden beschouwd. Het veersysteem van de bodem kenmerkt zich door een niet of nauwelijks variabele veerconstante.

De interactie tussen een paard en de bodem kan als een botsing worden gezien tussen twee massa veersystemen.

Het contact tussen het paard en de bodem kan worden gezien als een botsing. Tijdens deze botsing zal het paard zich op basis van instinct en ervaring zo instellen, door bijvoorbeeld zijn benen in te veren, dat deze bij het neerkomen vanaf een bepaalde hoogte de stoot opvangt. De mogelijkheden van vering van een bodem staan in geen verhouding tot de veringsmogelijkheden van het paard. De vering, aan te duiden met de veer karakteristiek c , is voor een bodem tamelijk constant, terwijl een paard nagenoeg iedere veer karakteristiek kan instellen.

De schok wordt dientengevolge, onafhankelijk van het type paardenbodem, voornamelijk door het paard zelf opgevangen.

Het schokabsorberend vermogen van een paardenbodem speelt een ondergeschikte rol bij een beweging van een paard indien het paard zich op de beweging kan instellen.

Hoewel de rol ondergeschikt is valt deze niet te verwaarlozen. Bij sommige bewegingen kunnen de instelmogelijkheden van het paard beperkt zijn. Het schokabsorberend vermogen van de bodem wordt dan wel bepalend. Voorts heeft het bewegingsmechanisme van een paard ook zijn grenzen.

Het schokabsorberend vermogen van de bodem zal een bijdrage leveren aan het totale benodigde schokabsorberende vermogen van paard en bodem te samen.

In geval van onervarenheid met bodems of in geval dat het paard verrast wordt zijn de instelmogelijkheden van het paard beperkt en dan speelt het schokabsorberend vermogen van de bodem wel degelijk een belangrijke rol

Het schokabsorberend vermogen van een bodem speelt bij een beweging van het paard een rol welke belangrijker wordt naarmate de instelmogelijkheden van het paard beperkter zijn.

Kenmerkend voor de interactie tussen een paard en een bodem is de grote variabiliteit van de veer karakteristiek van het paard. Het schokabsorberend vermogen van de bodem speelt bij een bekende beweging door de grote verscheidenheid in veer karakteristiek van het paard voornamelijk een functionele rol en bij de onbekende beweging, in geval van bijvoorbeeld een verrassing, een blessurepreventieve rol.

Vanuit de modelmatige benadering kan het paard zoals al eerder gesteld worden beschouwd als een massa – veer systeem met een massa (m) en met een veer (veer karakteristiek c). De veer karakteristiek (c) is de kracht, welke op het paard of op het paardenbeen wordt uitgeoefend gedeeld door de indrukking van het paardenbeen onder die kracht. Bij een gecontroleerde beweging is dat bijvoorbeeld de kracht op de benen gedeeld door de inverting daarvan.

Komt het massaveersysteem in aanraking met de bodem ofwel valt dit massaveersysteem van een bepaalde hoogte (h) op een volledig starre bodem, die niets meegeeft, dan treedt het volgende tijdens de botsing op:

Voor het paardenbeen geldt:

- de maximale vertraging tijdens de botsing is: $a_{\max} = \sqrt{2ghc/m}$
- voor de maximale stootkracht geldt: $F_{\max} = \sqrt{2ghcm}$
- voor de maximale indrukking van het paardenbeen geldt: $x_{\max} = \sqrt{2ghm/c}$
- voor de lengte van de contactperiode geldt: $t = \pi\sqrt{m/c}$

g is de versnelling door de zwaartekracht.

Vermeld dient nog te worden dat de impact sinusvormig verloopt waarbij geldt:

de vertraging $a = a_{\max} \omega t$, de stootkracht $F = F_{\max} \sin \omega t$ met $\omega = \sqrt{c/m}$.

Valt het massaveersysteem op een bodem welke meegeeft dan zijn er twee veer karakteristieken in het spel. De veer karakteristiek voor het paard, dan wel het paardenbeen, is c_1 en de veer karakteristiek van de bodem is c_2 . De twee veren kunnen vervangen worden door een veer met veer karakteristiek c_{veer} waarvoor geldt: $1/c_{\text{veer}} = 1/c_1 + 1/c_2$. Deze vervangende veer wordt bij een zelfde kracht even ver ingedrukt als de twee veren c_1 en c_2 die achter elkaar geschakeld zijn, hetgeen zich in geval van een botsing voordoet.

Bij een grote massa van het paard ten opzichte van de meewerkende massa van de bodem kan deze laatste worden verwaarloosd. Is de meewerkende massa van de bodem niet gering ten opzichte van het paard of paardenbeen dan dient de massa van het gehele systeem m te worden vervangen door $m = m_1/(m_1 + m_2)$, waarbij $m_1 =$ massa paard dan wel paardenbeen en $m_2 =$ meewerkende massa van de bodem.

Voor het paard dan wel het paardenbeen geldt nu in geval van een botsing met de meegevende bodem dat de maximale vertraging, de maximale stootkracht, de indrukking van het paardenbeen en de lengte van de contactperiode weer overeenkomen met die in geval van een niet meegevende bodem.

De in het voorgaande aangegeven formules zijn wederom van toepassing en geven derhalve in alle gevallen weer hetgeen optreedt tijdens het neerkomen van het paardenbeen op de bodem.

De interactie tussen een paard en de bodem valt te beschouwen als een botsing tussen een massaveersysteem en een bodem.

Tijdens de botsing bereikt de stootkracht een maximale waarde welke een maat is voor het schokabsorberend vermogen van de bodem.

De botsing heeft een bepaalde duur waarvoor de contacttijd met de bodem een maat is. De contacttijd wordt bepaald door de massa en de veerconstante van het gecombineerde systeem van massaveersystemen van paard en bodem. De meewerkende massa van de bodem valt in het niet ten opzichte van de massa van het paard. De veerconstante van de bodem is velen malen groter dan die van het paard. Dit betekent dat de veerconstante van het systeem nagenoeg overeenkomt met de veerconstante van het paard. Het resultaat hiervan is dat de contacttijd bijna uitsluitend door het paard wordt bepaald en de bodem er nauwelijks of geen rol in speelt. Dit komt overeen met de bevindingen in de praktijk. Indien de bodem van invloed zou zijn op de contacttijd dan heeft dit tot gevolg dat de bodem aanzienlijke vervormingen zou moeten ondergaan waardoor de stabiliteit van de bodem in het geding komt. Door grenzen te stellen aan de vervormbaarheid van de bodem dient tevens voorkomen te worden dat de bodem van invloed is op de contacttijd. De norm voor de vervormbaarheid kan dan tevens dienen als norm voor de contacttijd zodat deze op zich niet hoeft te worden genormeerd.

De vervormbaarheid is een belangrijke parameter.

De contacttijd is geen relevante bodemparameter.

Tijdens de botsing treedt onder invloed van de stootkracht een vervorming van de bodem op.

De vervorming van de bodem is een maat voor de stabiliteit van de bodem.

Een bodem dient voldoende draagvermogen aan een paard te bieden en vanuit dat oogpunt al een zekere stabiliteit te bezitten. Indien bij een bepaalde kracht ofwel belasting een bodem sterk vervormt dan heeft deze bodem een lage stabiliteit bijvoorbeeld vergeleken met een bodem welke nauwelijks onder dezelfde belasting vervormt.

Indien een paardenbeen de bodem raakt dan bezit dit been een bepaalde hoeveelheid energie welke tijdens de botsing wordt omgezet in o.a. vervormingsenergie van de bodem. Van de oorspronkelijk hoeveelheid energie zal een bepaalde hoeveelheid energie tijdens de interactie verloren gaan. Een deel van de energie zal echter in het paardenbeen blijven. De hoeveelheid energie welke resteert ten opzichte van de oorspronkelijke hoeveelheid energie is de energierestitutie.

In het gebruik van bodems wordt regelmatig aangegeven dat bodems zwaar zijn. Bedoeld wordt dan dat de gang van het paard moeizaam maar vooral ook vermoeiend is. De bodem wordt sterk vervormd zoals bijvoorbeeld tijdens de gang van een paard over een zandbodem. De bodem neemt veel energie op waardoor veel energieverlies optreedt. Kortom door het grote energieverlies is de energierestitutie laag en de bodem dientengevolge zwaar.

De hoeveelheid energie welke resteert in het paard na de interactie met de bodem is een maat voor de energierestitutie van de bodem.

De theorie geeft aan dat de stabiliteit, het schokabsorberend vermogen en de energierestitutie van de bodem bepalend zijn voor de interactie tussen paard en bodem en dus bepalend zijn voor de gang van het paard.

Deze bodemeigenschappen manifesteren zich bij de belasting van de bodem door het paard.

4 Bodem eigenschappen

Uit het onderzoek en de theorie blijkt dat de interactie tussen een paard en een bodem vooral wordt bepaald door de volgende aspecten:

- **stabiliteit;**
- **schokabsorberend vermogen;**
- **energie**restitutie.

Vanuit de bodem gezien kan deze inderdaad een bijdrage leveren aan de stabiliteit. Een bodem kan nauwelijks of niet vervormen en kent derhalve dan een hoge stabiliteit ofwel de bodem vertoont onder de belasting van het paard een grote vervorming. De bodem heeft dan een lage stabiliteit. Hele grote vervormingen leiden tot instabiliteit en de vervormbaarheid van een bodem is dan ook aan grenzen gebonden. Uit onderzoek met paarden is wel gebleken dat bodems kunnen vervormen tot circa 50 mm. Dergelijke bodems werden al als tamelijk instabiel beschouwd.

De bodem kan een bijdrage leveren aan het schokabsorberend vermogen. Zo zal een betonnen bodem geen schokabsorberend vermogen bezitten en een grasbodem een aanzienlijk schokabsorberend vermogen.

De contacttijd zo blijkt ook uit het praktijkonderzoek verschilt per bodem type nauwelijks. In tegenstelling tot optredende krachten waar verschillen tot 40% zijn gevonden. De contacttijd is derhalve een minder interessante parameter om paardenbodems op te beoordelen. Op basis van de theorie blijkt dat wil een bodem een werkelijke bijdrage leveren aan bijvoorbeeld het verlengen van een contacttijd de bodem een aanzienlijke vervorming zal moeten ondergaan welke in de orde van grote van meer dan 100 mm zou moeten liggen. De stabiliteit van de bodem komt dan in het geding. De bijdrage van de bodem aan de contacttijd is niet alleen gering, maar deze moet ook gering zijn. De contacttijd wordt gedurende de interactie voornamelijk door het paard bepaald. De contacttijd kan dientengevolge als onbelangrijke bodem parameter worden beschouwd. De energierestitutie wordt voornamelijk door de bodem bepaald en is dientengevolge een belangrijke bodem parameter.

In geval van een algemene gang (draf dan wel galop) op een natuurgras bodem bedraagt de **reactiekracht ongeveer 4 kN**.

De reactie kracht is afhankelijk van de actie van het paard op de bodem.
Een grote verscheidenheid aan belastingen kan derhalve optreden.

5 Ontwerp apparatuur

De apparatuur benodigd om de eigenschappen van bodems te meten dient de interactie tussen paard en bodem zo goed mogelijk te simuleren. Het paard dan wel het paardenbeen in het bijzonder kan, als eerder aangegeven, worden beschouwd als een massa – veersysteem. De apparatuur dient te voorzien in een massa – veersysteem dat in botsing komt met de bodem.

De interactie van het paard met de bodem wordt geëffectueerd door het paardenbeen, dat in relatie met het paard een bepaalde massa heeft. Indien het neerkomen van het paardenbeen op de bodem wordt beschouwd als het neerkomen van een massa – veersysteem dan zal in het apparaat een massa dienen te worden gehanteerd welke zoveel mogelijk met de werkelijkheid overeenkomt. Dit impliceert dat een tamelijke grote massa moet worden gebruikt in een zogenaamde valproefopstelling opdat de massa losgelaten van een bepaalde valhoogte een reactiekracht registreert welke zo goed mogelijk overeenkomt met de werkelijkheid.

Deze reactiekracht is op een grasbodem circa 4 kN en deze reactiekracht zal dus met de meetopstelling moeten worden bereikt en geregistreerd. Uit praktisch oogpunt zijn proefopstellingen met hoge gewichten niet hanteerbaar. Vandaar dat bezien dient te worden of met een hanteerbare massa welke weliswaar afwijkt van de werkelijke massa toch dezelfde interactie kan worden bereikt.

In het apparaat wordt uitgegaan van een hanteerbare massa van 27,5 kg.

Het veersysteem van het paard heeft een zeer sterk variërende veer karakteristiek.
In het geval van een bekende beweging waarbij het paardenbeen zelf een aanzienlijke vervorming kan ondergaan speelt, als eerder aangegeven, het schokabsorberend vermogen van de bodem een ondergeschikte rol.

Dit biedt pragmatisch gezien enige ruimte in de simulatie van de interactie met apparatuur.
Immers die veer karakteristiek is van belang in de simulatie, waar enerzijds het schokabsorberend vermogen van de bodem een rol speelt en anderzijds de reactie overeenkomend is met de werkelijkheid. Zoals eerder aangegeven wordt de tijdsduur als minder relevant beschouwd voor het onderzoek naar de kwaliteit van een paardenbodem.

Teneinde de kwaliteit van een bodem te kunnen bepalen is het van belang de kritische situatie te benaderen. In het geval dat het paard minder mogelijkheden heeft om via de motoriek zelf schokken op te vangen dan is het juist van belang dat de bodem dit hiaat invult.

In geval van een kritische situatie is de vering van het paard gering en dus de veer karakteristiek hoog. Dit betekent dat ook de veer gekoppeld aan de valmassa een hoge veer karakteristiek kan kennen. Voorts heeft een veer met een hoge veer karakteristiek (dus een stijve veer) het voordeel dat de vervorming van de veer onder relatief hoge belastingen redelijk gering kan zijn.

Volstaan kan derhalve worden met een veer van tamelijk geringe afmetingen hetgeen de configuratie van de meetopstelling ten goede komt. Van belang bij de keuze van de veer is dat overeenkomende reactiekrachten optreden bij het meten van paardenbodems.

Uit het praktijkonderzoek met paarden is het volgende gebleken (zie tevens hoofdstuk 3.a, pagina 5):

bodem	optredende kracht;
natuurgras	circa 4 kN;
gestabiliseerd natuurgras	circa 4,5 kN;
zand/hout	circa 3 kN;
zand/kunststof	circa 3,3 kN.

Met de meetopstelling dient dit te worden geverifieerd.

In werkelijkheid zullen verschillende reactie krachten optreden. Dit valt te simuleren door het massa –veersysteem vanaf verschillende hoogtes te laten neerkomen op de bodem.

Het apparaat dient te voorzien in verschillende valhoogtes van het massa – veersysteem.

Het apparaat zal de interactie paard – bodem simuleren als een massa – veersysteem dat de bodem vanaf variabele valhoogtes treft.

De vertraging, welke tijdens de botsing optreedt, wordt bepaald door de valhoogte (h), de veer karakteristiek (c) en de massa (m). Indien een kleinere massa in het apparaat wordt gehanteerd is deze vertraging overeenkomend te maken met de vertraging van een grotere massa door een juiste valhoogte te kiezen.

De optredende reactiekracht (F) wordt door dezelfde factoren bepaald. Ook nu geldt dat een juiste keuze van de valhoogte (h) in relatie met de massa leidt tot een realistische benadering.

Voor de vervorming (x) geldt hetzelfde.

Van belang daarbij is dat de grootte van de massa in het apparaat beduidend groter is dan de meewerkende massa van de vloer. Is dit niet het geval dan zal de massa de vloer niet in beweging kunnen brengen, hetgeen in tegenstelling kan zijn tot de praktijk.

Dit impliceert tevens dat de vervorming (x) van de vloer, onder invloed van de proefopstelling, in orde van grootte overeen dient te komen met de werkelijk optredende vervorming.

Bij een massa van 27,5 kg zal in den regel deze massa beduidend groter zijn dan de meewerkende massa van de bodem en dientengevolge mag worden verwacht dat realistische vervormingen optreden.

Ten opzichte van de gekozen massa van 27,5 kg kan worden geconcludeerd, dat de keuze weliswaar door pragmatische argumenten is bepaald, maar dat de werkelijkheid daar dicht mee kan worden benaderd. Het ontwerp dient tot apparatuur te leiden dat voorziet in:

- massa – veersysteem;
- massa 27,5 kg;
- veer karakteristiek (welke leidt tot een reactiekracht van circa 4 kN op een grasbodem en een met de praktijk overeenkomende vervorming);
- variabele valhoogte.

Met deze apparatuur kan de interactie tussen paard en bodem worden gesimuleerd en kunnen de belangrijke eigenschappen van de bodem worden bepaald als:

- stabiliteit;
- schokabsorberend vermogen;
- energierestitutie.

Het apparaat dient te voorzien in het bepalen van de vervorming van de bodem tijdens de botsing tussen het massa – veersysteem en de bodem. De vervorming van de bodem is de maat voor de stabiliteit.

De stabiliteit van de bodem wordt bepaald door de vervorming van de bodem.

Het schokabsorberende vermogen valt te definiëren als het verschil in belasting dat het paard ondergaat bij het neerkomen op een volledig starre vloer (bijvoorbeeld beton) en een bodem. In geval van het neerkomen op een volledig starre vloer is de maximale belasting van het paard F_{max1} en bij het neerkomen op een bodem F_{max2} .

Het schokabsorberend vermogen van de bodem is: $(F_{max1} - F_{max2}) / F_{max1} \cdot 100\%$.

Het apparaat dient derhalve de maximale reactiekracht te kunnen bepalen. Daarmee is dan tevens het schokabsorberend vermogen bepaald.

Het massa – veersysteem valt vanaf een bepaalde hoogte op de paardenbodem. De opstuit van het massa – veersysteem na de botsing is een maat voor de energierestitutie.

De opstuit hoogte van het massa – veersysteem wordt bepaald en is de maat voor de energierestitutie.

De energierestitutie is $H2/H1 \times 100\%$,

met: H1 valhoogte
H2 opstuithoogte

6 Realisatie van de apparatuur

In het apparaat dient een massa van 27,5 kg van variabele valhoogtes neer te kunnen komen op de bodem. Een stalen massa van 27,5 kg zal via geleide stangen tot verschillende hoogtes kunnen worden opgeheven. De massa zal vervolgens op de benodigde valhoogte worden gefixeerd middels een elektromagneet. Door uitschakeling van de elektromagneet wordt het vallichaam losgelaten.

De massa zal worden voorzien van een veer ter effectuering van het massa – veersysteem. Als veer wordt gekozen voor een kwalitatief hoogwaardige kunststof. Deze kunststof heeft de vorm van een ring en dient te voorzien in een veer karakteristiek, welke op een natuurgras bodem tijdens de interactie een reactiekracht van ca. 4 kN geeft met een vervorming van ca 15 mm. De veer is vormgegeven als een ring met de volgende afmetingen: dikte van 30 +/- 2 mm; binnendiameter van respectievelijk 60 +/- 2 mm en een buitendiameter van 90 +/- 2 mm; veerconstante van 2000 +/- 60 N/mm over het bereik van 0,1 tot 10 kN. De specificaties van het rubber zijn: hardheid 55° Shore A tol. 3, veerkracht 35% tol. 3.

In het vallichaam zal een versnellingsopnemer worden gemonteerd, welke versnellingen dan wel vertragingen kan registreren tot maximaal 50 g. Met een massa van 27,5 kg kan derhalve een maximale reactiekracht op een bodem worden bepaald volgens de wet van Newton van 13.750 N. Uit onderzoek is bekend dat tijdens de gang van een paard over een natuurlijke bodem krachten tot circa 5.000 N kunnen optreden. Het apparaat voorziet derhalve ruimschoots aan de registratie vereisten. De versnellingsopnemer dient gedurende de gehele actie van het vallichaam de versnelling dan wel de vertraging te registreren. Daarmee wordt het verloop van de versnelling dan wel vertraging in de tijd zichtbaar. Via de wet van Newton wordt dan tevens het verloop van de reactiekracht (de belasting van het vallichaam, het gesimuleerde paardenbeen) in de tijd inzichtelijk. Uit dit verloop kan dan de maximaal optredende belasting (F_{max}) worden bepaald.

De botsing tussen vallichaam en bodem is van relatief korte duur. De botsingstijd kan in de orde van milliseconden liggen. Dit betekent dat de versnellingsopnemer een zeer hoge frequentie dient te bezitten van circa 2.000 metingen per seconde ofwel 2.000Hz. De versnellingsopnemer wordt rechtstreeks gekoppeld aan een computer ter opname van de data. Softwarematig zullen de data zo worden verwerkt dat het verloop van de versnelling dan wel vertraging in de tijd inzichtelijk wordt en grafisch wordt weergegeven. Voorts wordt uit dit verloop de maximale reactiekracht bepaald en wordt automatisch het schokabsorberend vermogen van de bodem berekend.

Het vallichaam wordt voorzien van een stalen slagkop in de vorm van een hoef voorzien van een gestandaardiseerd ijzer. Het verend element zal tussen de slagkop en het vallichaam worden geplaatst. De slagkop dient de vervorming van de vloer te kunnen volgen opdat deze kan worden bepaald. Van belang is verder de vorm met name van de onderzijde van de slagvoet. Als uitgangspunt is gekozen voor een hoefijzer vorm welke zeer algemeen gangbaar is. De vorm van de slagkop en het ijzer komen daarmee sterk overeen met een beslagen hoef van een paard en dus met de werkelijkheid.

De opstelling van het apparaat op de bodem geschiedt via een statief, waaraan de geleidestangen van het vallichaam zijn bevestigd.

Een natuurgras bodem, zo is ook uit eerder onderzoek gebleken, wordt zeker vanuit de aspecten stabiliteit, schokabsorberend vermogen en energierestitutie als optimaal beschouwd. Deze eigenschappen van natuurgras hebben dan ook de basis gevormd voor de normering van paardenbodems.

7 Normering

De normering van een paardenbodem bestaat in eerste instantie uit een norm voor de bepaling van de afzonderlijke eigenschappen. In de bijlagen 1, 2 en 3 is de bepaling van de eigenschappen weergegeven in het Engels conform een standaard Europees norm formaat.

Bijlage 1 betreft de testmethode voor het schokabsorberend vermogen.

Bijlage 2 betreft de testmethode voor de stabiliteit (vervorming).

Bijlage 3 betreft de testmethode voor de energierestitutie.

Zoals uit eerder onderzoek al is gebleken zijn de interacties tussen paard en bodem ongeacht de discipline niet sterk verschillend. Gelet op een duidelijk onderscheid tussen de disciplines draven, rennen en overigen is hier een onderscheid op zijn plaats. Hetzelfde kan gesteld worden met betrekking tot het indoor en outdoor gebruik van bodems. Vandaar dat ter normering van de bodems een onderscheid is gemaakt naar:

- **normen voor paardenbodems indoor gecodeerd ISA-NHS1-15, december 2002;**
- **normen voor paardenbodems outdoor gecodeerd ISA-NHS2-15.1, december 2002;**
- **normen voor draf – en renbanen gecodeerd ISA-NHS2-15.2, december 2002.**

Deze normen zijn in bijlage IV weergegeven.

De normen zijn als te doen gebruikelijk voor sportvloeren opgesteld als NOC*NSF-normen. De normen zijn voorzien van een code en een datum. In geval van wijzigingen wordt de datum naar maand en jaar aangepast. Inhoudelijk zijn de volgende eigenschappen weergegeven:

Algemeen

Hier zijn algemene aspecten betreffende de bodem met name betrekking hebbend op de constructieve opbouw weergegeven. De opbouw van een bodem is bepalend voor de eigenschappen van de bodem. Deze eigenschappen dienen over de gehele bodem hetzelfde te zijn. Wisselende eigenschappen binnen één bodem zijn zeer slecht en doen afbreuk aan de prestatie en geven grote aanleiding tot blessures.

Hoogteligging

De hoogteligging geeft de macro ligging van de bodem weer.

Een bodem dient waterpas te liggen. Waterafvoer dient verticaal te worden geregeld.

Vlakheid

De vlakheid betreft de micro ligging van de bodem.
Een bodem dient geen oneffenheden te kennen. Een zekere oneffenheid is acceptabel. Ook onder het gebruik zeker in het geval van ongebonden vervormbare toplagen zullen oneffenheden ontstaan welke ook geen bezwaar zijn.

Stabiliteit

De stabiliteit omvat de vervorming van de bodem onder een verticale dynamische belasting.
De grenzen van de vervorming zijn gebaseerd op een natuurlijke bodem. De motoriek van het paard zal hier op afgestemd zijn en derhalve lijkt het gekozen uitgangspunt juist.

Schokabsorberend vermogen

Het schokabsorberend vermogen geeft weer welk gedeelte van een dynamische belasting door de bodem wordt opgenomen. Natuurlijke bodems kennen over het algemeen een hoge schokabsorptie hetgeen het voorkomen van blessures ten goede komt.

Energierestitutie

Deze eigenschap geeft weer het gedeelte van de energie dat door de bodem wordt teruggegeven na een dynamische belasting. Een natuurlijke bodem zeker een grasbodem heeft een tamelijk lage energierestitutie. Het paard zal hier op aangepast zijn. Deze van nature aanwezige eigenschap zal de gang van het paard ten goede komen. Een lage energierestitutie doet wel afbreuk aan de snelheid van het paard. Zeker in het geval van draf- en renbanen speelt snelheid een belangrijke rol en vandaar dat in deze norm alleen een ondergrens is aangegeven.

Grip

De grip is slechts omschreven. Een valide testmethode ontbreekt.
Wenselijk is om voor deze belangrijke eigenschap een onderzoeksmethode te ontwikkelen.

Rolweerstand

De rolweerstand geeft weer de weerstand welke een sulky ondervindt bij het rijden over een bodem.
Deze eigenschap is in feite optioneel en is alleen van belang indien een bodem ook bereden wordt met een sulky.

Glans

De glans heeft betrekking op de lichtreflectie van de bodem.
Bodems dienen niet te glanzen dan wel te schitteren. Glans en schittering zijn hinderlijk zowel voor ruiter als dier.

Oppervlaktetextuur

De textuur heeft betrekking op de aard van het oppervlak.
Het oppervlak dient hoof vriendelijk en dus niet scherp te zijn en open van aard ten behoeve van de waterhuishouding.

Druksterkte

De druksterkte heeft betrekking op de sterkte van de bodem onder een statische druk.
De bodem dient bestand te zijn tegen grote belastingen.

Slagsterkte

De slagsterkte heeft betrekking op de sterkte van een bodem onder een dynamische belasting.
De bodem dient bestand te zijn tegen hoge dynamische belastingen.

Brandbestendigheid

De brandbestendigheid geeft weer de mate van ontbrandbaar zijn van een bodem.
Een bodem dient zwaar ontvlambaar te zijn.

Uniformiteit

De uniformiteit geeft weer het uniform zijn van eigenschappen over het gehele oppervlak van een bodem. Wellicht de belangrijkste eigenschap van een bodem.

Duurzaamheid

De duurzaamheid geeft weer de periode waarover de eigenschappen, en dus de kwaliteit van de bodem, dienen te blijven voldoen onder de weergegeven condities van klimatologische omstandigheden en gebruik.

De eigenschappen algemeen, hoogteligging, vlakheid, glans, oppervlaktetextuur, druksterkte, brandbestendigheid en uniformiteit worden volgens Europese NEN-EN normen of NEN-EN drafts onderzocht.

De rolweerstand wordt bepaald door een gestandaardiseerd wagentje voort te trekken over de bodem.
De kracht welke benodigd is om het karretje voort te trekken wordt geregistreerd.

De eigenschappen stabiliteit, schokabsorberend vermogen en energierestitutie worden via de nieuw ontwikkelde methodes onderzocht welke in de bijlagen 1 t/m 3 zijn weergegeven.
De slagsterkte wordt eveneens met de paardenbodem tester onderzocht, waarbij de hoeveelheid energie gehaald wordt uit de massa van het vallichaam en de valhoogte.

De duurzaamheid wordt aan een proefbodem in een praktijk situatie onderzocht.
De bodem wordt door paarden gebruikt onder de voorkomende wisselende klimatologische omstandigheden.

BIJLAGE 1

English Version

**Sports Surfaces – Test Method for the
Determination of Force Reduction
of Horse Floors**

December 2002

Foreword

This standard was prepared by ISA Sport.

1. Scope

This standard specifies a test method for the determination of the Force Reduction characteristics of horse floors.

2. Normative references

This standard incorporates by dated or undated reference provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications will apply to this standard only when incorporated into it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

ISO 6487 Road Vehicles – Measurement techniques in impact tests – Instrumentation

3. Principle

A mass provided with a spring is allowed to fall directly on the test specimen and the maximum force is calculated from the recorded deceleration. The difference between this force and the maximum force on a hard surface is reported as the 'Force Reduction'.

4. Test piece

A test piece of surface of minimum size 1000 mm by 1000 mm, in combination with the supporting layers to be used in service and using the recommended method of attachment in accordance with the manufacturer's instructions.

5. Conditioning and Test Temperature

For tests in the laboratory, condition the test piece for a minimum for 40h at the test temperature. Where the material is known to be very sensitive to humidity, condition for a minimum of 88 h at 50 +/- 10% RH at the test temperature. Unless otherwise specified the test temperature shall be 23 +/- 2°C.

Tests on site shall be made at the prevailing ambient temperature and humidity, which shall be recorded and reported.

6. Test report

The test report shall provide the following information;

- a. a reference to this test method;
- b. complete identification of the surface tested, a statement of the manufacturer's reference, type of supporting layers and method of attachment, the dimensions of the test piece;
- c. the ambient temperature and relative humidity;
- d. the Force Reduction;
- e. the condition of the surface at the time of test, i.e. wet or dry.

7. Force Reduction –Horse Floor Tester (HFT)

7.1 Apparatus

The principle of the apparatus is shown in Figure 1 and consists of the following essential components.

- 7.1.1 Falling mass of 27,5 kg \pm 0,1 kg, provided with a spring guided so it is allowed to fall smoothly and vertically with minimum friction.
- 7.1.2 A synthetic spring plate, which is mounted between the falling mass and the hoof shape drop head. The hoof shape drop head is shown in Figure 2. The dimensions and the specifications of the synthetic plate are: ring shape with outer diameter 90 \pm 2 mm and inner diameter 60 \pm 2 mm; thickness 30 mm tol. 2; spring rate of 2000 \pm 60 N/mm over the range 0,1 to 10,0 kN; Rubber specifications : hardness Shore A 55 tolerance 3, resilience 35% tol. 3.
 - 7.1.3.1 The adjustable supporting feet must be no less than 250 mm from the point of application of the load.
- 7.1.4 Deceleration-sensing device with a capacity of min. 50 g \pm 1g.
- 7.1.5 A means of supporting the mass of allowing the mass to be set to the falling height with an uncertainty no greater than \pm 0,25 mm.
- 7.1.6 A means of conditioning and recording the signal from the deceleration sensing device and a means of displaying the record.

The ISO 6487 Channel frequency Class of the conditioning amplifier shall be 1 kHz or greater.

The system should be able to record the peak value of single deceleration pulse signals of duration 1 ms with an uncertainty of no greater than \pm 0,2%.

Where digital recording techniques are employed, the word length shall be no less than 12 bits. The amplitude of the signal shall be no less than 25% of the equipment full scale and the sampling frequency shall be no less than 2 kHz or twice the upper frequency response limit of the amplifier/filter system preceding the digital system, whichever is the greater.

7.1.7 A rigid non vibrating smooth and even concrete floor which achieves a F_{max} in accordance with 7.2.3.

7.2 Measurement of Reference Force F_{max} (concrete)

7.2.1 Set the apparatus up on the concrete floor so it is vertical.

7.2.2 Determine the drop height to get a F_{max} (concrete) value of $10,0 \pm 0,5$ kN, which still has to be determined. Repeat this procedure till at a certain reference drop height three consecutive F_{max} (concrete) values are $10,0 \pm 0,5$ kN.

After a test series with the same drop height on sports floors determine F_{max} (concrete) three times again. The average value should be in the range of $10,0 \pm 0,5$ kN.

7.2.3 The value of F_{max} (concrete) must lie in the range of $10,0 \pm 0,5$ kN. If the value lies outside this range the results will be considered as invalid.

7.2.4 The reference drop height to get the value of F_{max} (concrete) should not deviate more than 10% from the average of the first ten reference drop heights.

7.3 Test procedure

7.3.1 Set up the apparatus so it is vertically positioned on the test sample.

7.3.2 Set the under side of the falling mass onto the surface with a pre load of the surface of $0,020 \text{ N/mm}^2 \pm 0,002 \text{ N/mm}^2$ and a deformation of the surface accordingly. This is the zero positioning. Set the under site of the falling mass at the reference drop height. Allow the mass to fall on the test piece

7.3.3 Record the peak deceleration applied to the surface in the course of the impact. After the impact (within 5 seconds) lift and re-attach the impact mass to its support mechanics so, that the surface may recover before the following impact.

7.3.4 If otherwise not stated repeat the procedure of 7.3.2 twice at intervals of 1 minute ± 10 seconds giving a total of three impacts. Record the value of peak deceleration from the second and third impact and calculate F_{max} (test piece) = weight falling mass x max. deceleration.

If further tests are to be carried out on the same sample, each must be carried out at a new location, no test position being less than 100 mm from any other.

7.4. Expression of the results

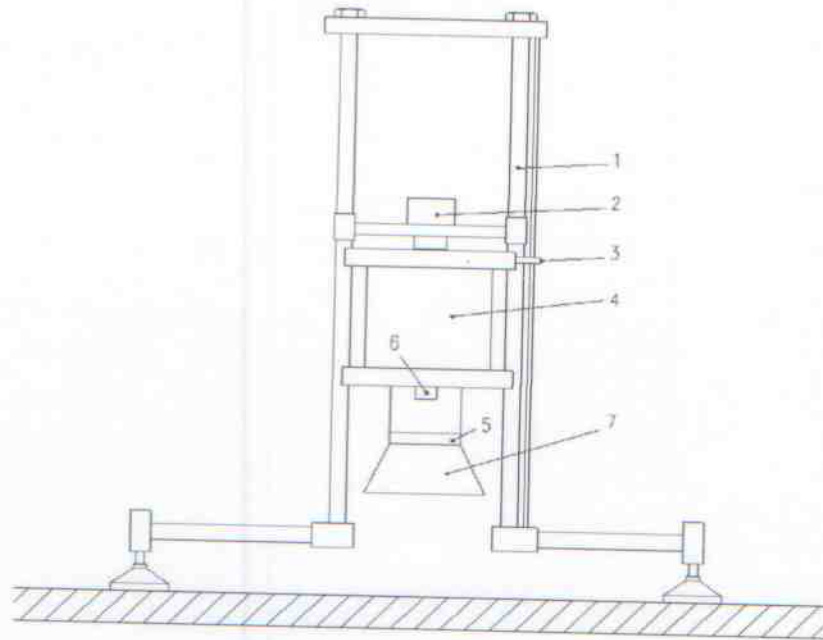
7.4.1 Calculate the Force Reduction from the expression.

$$FR = \left(1 - \frac{F_{\max(\text{test piece})}}{F_{\max(\text{concrete})}} \right) \times 100 (\%)$$

7.4.2 Calculate the force reduction of a single testing spot as the average of the force reduction results of the second and third impact and report the result to the nearest whole percentage number.

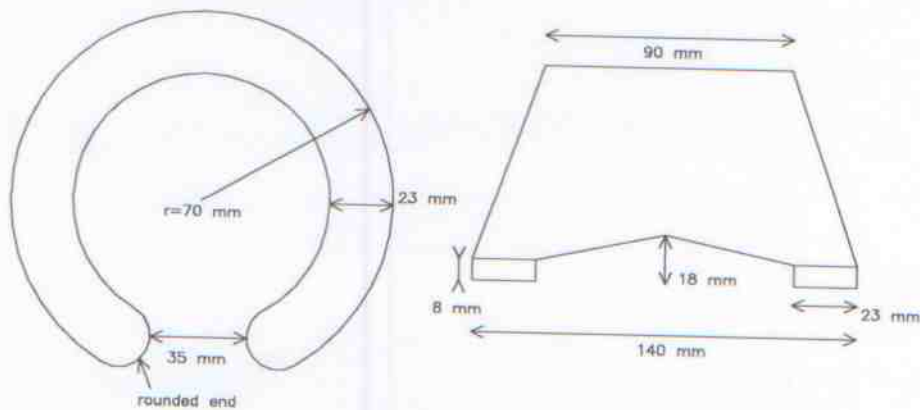
Force Reduction

Figure 1. Horse Floor Tester



- 1 guide of the falling weight;
- 2 electric magnet;
- 3 falling weight;
- 4 location sensing device;
- 5 spring;
- 6 deceleration sensing device;
- 7 hoof shape drop head.

Figure 2. Dimensions drop head



BIJLAGE 2

English Version

**Sports Surfaces – Test Method for the
Vertical Deformation
of Horse Floors**

December 2002

Foreword

This standard was prepared by ISA Sport

1. Scope

This standard specifies a method of test for the determination of the vertical deformation characteristics of horse floors

2. Normative references

This standard incorporates by dated or undated reference provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications will apply to this standard only when incorporated into it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

ISO 6487 Road Vehicles – Measurement techniques in impact tests – Instrumentation

3. Principle

A mass provided with a spring is allowed to fall directly on the test specimen. The maximum deformation applied is recorded.

4. Test piece

A test piece of surface of minimum size 1000 mm by 1000 mm, in combination with the supporting layers to be used in service and using the recommended method of attachment in accordance with the manufacturer's instructions.

5. Conditioning and Test Temperature

For tests in the laboratory, condition the test piece for a minimum of 40h at the test temperature. Where the material is known to be very sensitive to humidity, condition for a minimum of 88 h at 50 +/- 10% RH at the test temperature. Unless otherwise specified the test temperature shall be 23 +/- 2°C.

Tests on site shall be made at the prevailing ambient temperature and humidity, which shall be recorded and reported.

6. Test report

The test report shall provide the following information;

- a) a reference to this test method;
- b) complete identification of the surface tested, a statement of the manufacturer's reference, type of supporting layers and method of attachment, the dimensions of the test piece;
- c) the ambient temperature and relative humidity;
- d) the deformation;
- e) the condition of the surface at the time of test, i.e. wet or dry.

Vertical Deformation – Horse Floor Tester (HFT)

7.1 Apparatus

The principle of the apparatus is shown in Figure 1 and consists of the following essential components.

- 7.1.1 Falling mass of 27,5 +/- 0,1 kg, provided with a spring guided so it is allowed to fall smoothly and vertically with minimum friction.
- 7.1.2 A synthetic spring plate, which is mounted between the falling mass and the hoof shape drop head. The hoof shape drop head is shown in Figure 2. The dimensions and the specifications of the synthetic plate are: ring shape with outer diameter 90 +/- 2 mm and inner diameter 60 +/- 2 mm; thickness 30 mm tol. 2; spring rate of 2000 +/- 60 N/mm over the range 0,1 to 10,0 kN;
Rubber specifications : hardness Shore A 55 tolerance 3, resilience 35% tol. 3.
- 7.1.3 Deceleration –sensing device with a capacity of min. 50 g +/- 1g.
- 7.1.4 1 steel rod for the sensor attached to the falling mass. 1 sensor (e.g. electronical pick-up with a measuring range of +/- 500mm accuracy 0.01 mm, min 5 kHz) to register the location of the falling mass.
- 7.1.5 A means of the supporting the mass and allowing the mass to be set to the falling height with an uncertainty no greater than +/- 0,25 mm.
- 7.1.6 A means of conditioning and recording the signal from the deceleration sensing device and the sensors and a means of displaying the record.
- 7.2 Test procedure
 - 7.2.1 Set up the apparatus so it is vertically positioned on the test sample.
 - 7.2.2 Activate the recording device before releasing the falling weight.
 - 7.2.3 Set the under site of the falling mass onto the surface with a pre load of the surface of 0,020 N/mm² +/- 0,002 N/mm² and a deformation of the surface accordingly.

This is the zero positioning Set the under side of the falling mass at the reference drop height. Allow the mass to fall on the test piece. The reference drop height is derived from a reference impact force on a concrete floor of 10,0 +/- 0,5 kN.

- 7.2.4 Record the force applied to the surface and the resulting deformation in the course of the impact. After the impact (within 5 seconds) lift and re-attach the impact mass to its support mechanics so that the surface may recover before the following impact.
- 7.2.5 If otherwise not stated repeat the procedure of 7.2.2 to 7.2.4 twice at intervals of 1 minute giving a total of three impacts. Record the average value of deformation from the second and third impact. If further tests are to be carried out on the same sample, each must be carried out at a different location, no test position being less than 100 mm from any other.

7.3 Expression of results

- 7.3.1 Calculate the Vertical Deformation from the expression.

$$VD = VD1_{max} - VD2_{max}$$

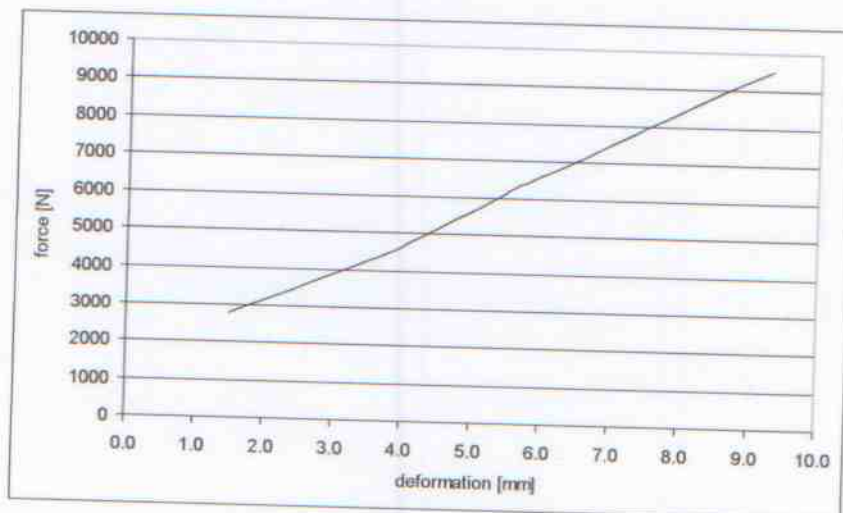
VD = Vertical Deformation in mm

VD1_{max} = maximum deformation of the horse floor due to the falling mass in mm

VD2_{max} = maximum deformation of the spring in mm (determined by graph 1).

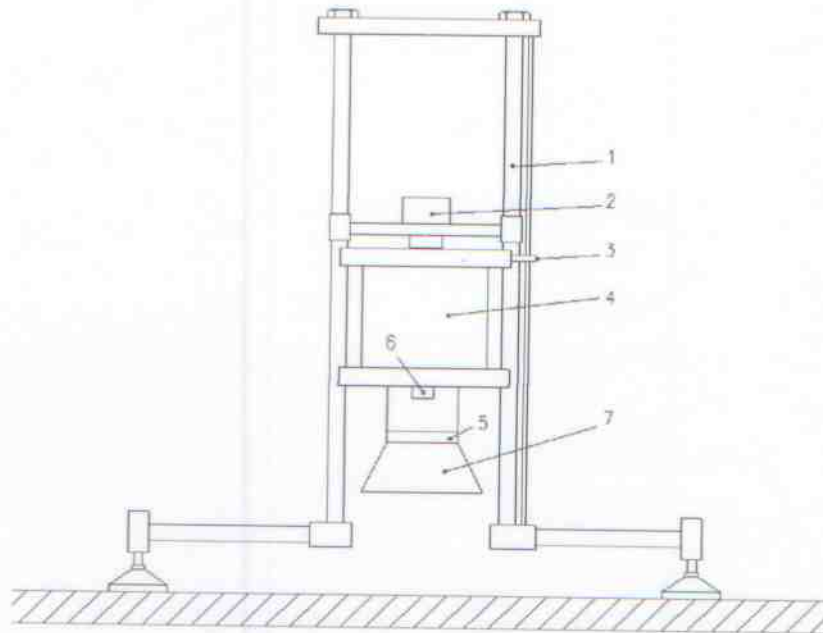
- 7.3.2 Calculate the vertical deformation of a single testing spot as the average of the vertical deformation results of the last two impacts if otherwise not stated and report the result to the nearest 0,1 mm.

Graph 1. Force-deformation diagram spring



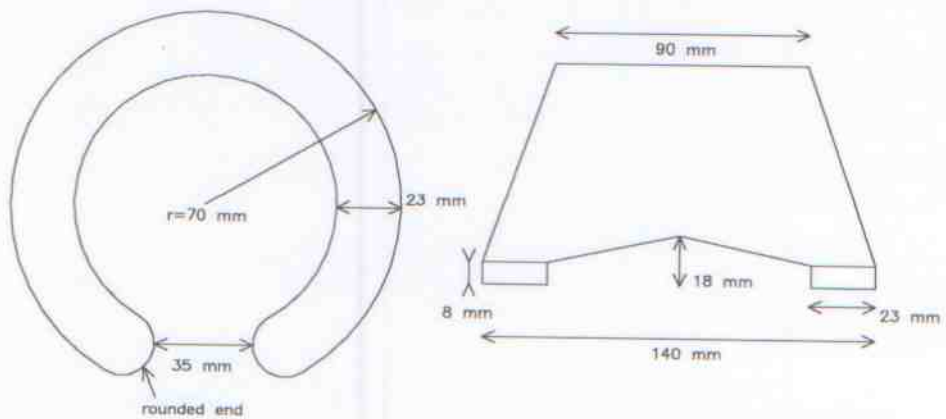
Vertical Deformation

Figure 1. Horse Floor Tester



- 1 guide of the falling weight;
- 2 electric magnet;
- 3 falling weight;
- 4 location sensing device;
- 5 spring;
- 6 deceleration sensing device;
- 7 hoof shape drop head.

Figure 2. Dimensions drop head



BIJLAGE 3

English Version

**Sports Surfaces – Test Method for the
Determination of Energy Restitution
of Horse Floors**

December 2002

Foreword

This standard was prepared by ISA Sport.

1. Scope

This standard specifies a test method for the determination of the energy restitution characteristics of horse floors.

2. Normative references

This standard incorporates by dated or undated reference provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications will apply to this standard only when incorporated into it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

ISO 6487 Road Vehicles – Measurement techniques in impact tests – Instrumentation

3. Principle

A mass is allowed to fall from a reference height on the test specimen. The energy after impact expressed in percentage of the energy before impact is the energy restitution.

4. Test piece

A test piece of surface of minimum size 1000 mm by 1000 mm, in combination with the supporting layers to be used in service and using the recommended method of attachment in accordance with the manufacturer's instructions.

5. Conditioning and Test Temperature

For tests in the laboratory, condition the test piece for a minimum for 40h at the test temperature. Where the material is known to be very sensitive to humidity, condition for a minimum of 88 h at 50 +/- 10% RH at the test temperature. Unless otherwise specified the test temperature shall be 23 +/- 2°C.

Tests on site shall be made at the prevailing ambient temperature and humidity, which shall be recorded and reported.

6. Test report

The test report shall provide the following information;

- a) a reference to this test method;
- b) complete identification of the surface tested; a statement of the manufacturer's reference; type of supporting layers and method of attachment; the dimensions of the test piece;
- c) the ambient temperature and relative humidity;
- d) the energy restitution;
- e) the condition of the surface at the time of test, i.e. wet or dry;

7. Energy Restitution – Horse Floor Tester (HFT)

7.1 Apparatus

The principle of the apparatus is shown in Figure 1 and consists of the following essential components.

- 7.1.1 Falling mass of 27,5 +/- 0,1, provided with a spring, guided so it is allowed to fall smoothly and vertically with minimum friction.
- 7.1.2 A synthetic spring plate, which is mounted between the falling mass and the hoof shape drop head. The hoof shape drop head is shown in Figure 2. The dimensions and the specifications of the synthetic plate are: ring shape with outer diameter 90 +/- 2 mm and inner diameter 60 +/- 2 mm; thickness 30 mm tol. 2; spring rate of 2000 +/- 60 N/mm over the range 0,1 to 10,0 kN;
Rubber specifications : hardness Shore A 55 tolerance 3, resilience 35% tol. 3.
- 7.1.3 Deceleration-sensing device with a capacity of min. 50 g +/- 1g
- 7.1.4 1 steel rod for the sensor attached to the falling mass.
- 7.1.5 1 sensor (.e.g. electronical pick-up with a measuring range of +/- 500 mm accuracy 0,01 mm, min 5 kHz) to register the location of the falling mass.
- 7.1.6 A means of supporting the mass of allowing the mass to be set to the falling height with an uncertainty no greater than +/- 0,25 mm.
- 7.1.7 A means of conditioning and recording the signal from the deceleration sensing device and the sensor and a means of displaying the record.
- 7.2 Test procedure
 - 7.2.1 Set up the apparatus so it is vertically positioned on the test sample.

- 7.2.2 Activate the recording device before releasing the falling weight.
- 7.2.3 Set the under site of the falling mass onto the surface with a pre load of the surface of $0,020 \text{ N/mm}^2 \pm 0,002 \text{ N/mm}^2$ and a deformation of the surface accordingly. This is the zero positioning. Set the under site of the falling mass at the reference drop height. Allow the mass to fall on the test piece.

The reference drop height is derived from a reference impact force on a concrete floor of $10,0 \pm 0,5 \text{ kN}$.

- 7.2.4 Record the peak-rebound height of the falling mass after the impact. After the impact (within 5 seconds) lift and re-attach the impact mass to its support mechanics so that the surface may recover before the following impact.
- 7.2.5 If otherwise not stated repeat the procedure of 7.2.3 twice at intervals of 1 minute giving a total of three impacts. Record the average value of rebound height from the second and third impact.

If further tests are to be carried out on the same sample, each must be carried out at a new location, no test position being less than 100 mm from any other.

7.3 Expression of the results

- 7.3.1 Calculate the Energy Restitution from the expression.

$$E = \frac{E_2}{E_1} \cdot 100\%$$

E_2 = energy after impact

E_1 = energy before impact

$$E_2 = mg H_2$$

$$E_1 = mg H_1$$

H_2 = maximum rebound height

H_1 = reference drop height

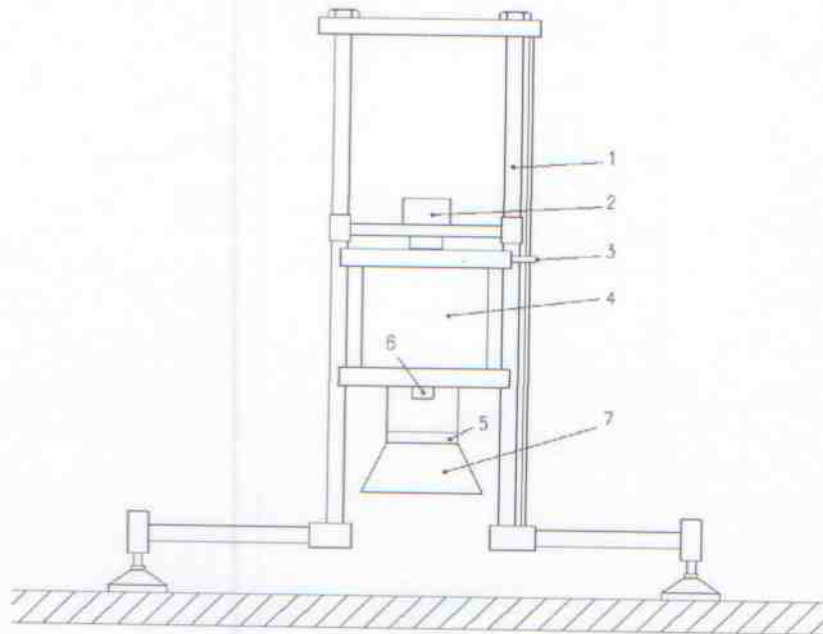
M = mass

$$E = \frac{H_2}{H_1} \cdot 100\%$$

- 7.3.2 Calculate the Energy Restitution of a single testing spot as the average of the Energy Restitution results of the last two impacts if otherwise not stated and report the result to the nearest 0,1%.

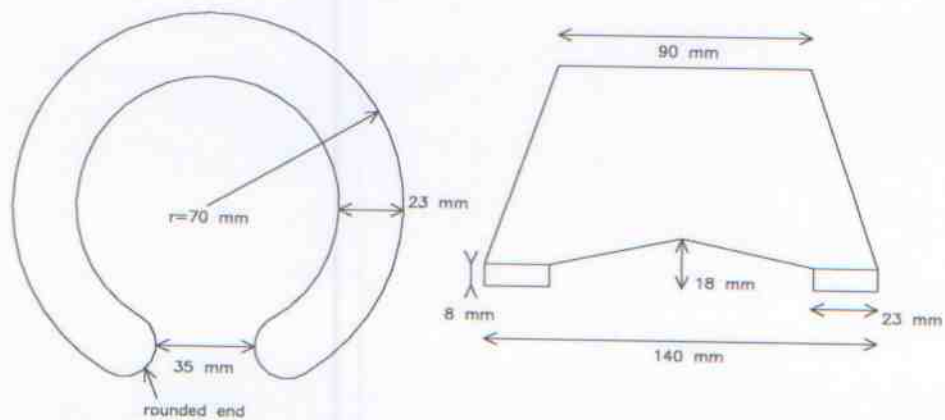
Energy Restitution

Figure 1. Horse Floor Tester



- 1 guide of the falling weight;
- 2 electric magnet;
- 3 falling weight;
- 4 location sensing device;
- 5 spring;
- 6 deceleration sensing device;
- 7 hoof shape drop head.

Figure 2. Dimensions drop head



BIJLAGE 4

Code norm

ISA-NHS2-15.2

Normblad 1/3
december 2002**NORMEN****DRAF- EN RENBAAN**

Deze norm is opgesteld door ISA Sport en aangenomen door de Nederlandse Hippische Sportbond.

Deze sporttechnische norm is gebruikgebonden. Voorts zijn van toepassing al die maatgevende materiaaltechnische normen die constructiegebonden zijn.

<u>Testmethode</u>	<u>Eigenschap</u>	
CN/C1.1	Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> - de bodem dient uitgevoerd te worden in één en dezelfde constructie - de constructie dient uniform in opbouw en samenstelling te zijn over het gehele oppervlak
CN/C2.1	Hoogteligging	<ul style="list-style-type: none"> - de bodem dient geen afschot te bezitten - de afzonderlijke hoogteliggingen mogen niet meer dan 30 mm afwijken van de gemiddelde hoogteligging
CN/C3.1	Vlakheid	<ul style="list-style-type: none"> - een maximale onvlakheid van 30 mm is nog juist toegestaan (principeel) - incidenteel mag een onvlakke van 50 mm voorkomen - scherpe overgangen (zgn. drempels) mogen niet voorkomen
N/F2.5	Stabiliteit Vervorming	≤ 20 mm

CN/C1.1

Algemeen

- de bodem dient uitgevoerd te worden in één en dezelfde constructie
- de constructie dient uniform in opbouw en samenstelling te zijn over het gehele oppervlak

CN/C2.1

Hoogteligging

- de bodem dient geen afschot te bezitten
- de afzonderlijke hoogteliggingen mogen niet meer dan 30 mm afwijken van de gemiddelde hoogteligging

CN/C3.1

Vlakheid

- een maximale onvlakheid van 30 mm is nog juist toegestaan (principeel)
- incidenteel mag een onvlakke van 50 mm voorkomen
- scherpe overgangen (zgn. drempels) mogen niet voorkomen

N/F2.5

Stabiliteit
Vervorming

≤ 20 mm

Code norm

ISA-NHS2-15.2

Normblad 2/3
december 2002

NORMEN

DRAF- EN RENBAAN



Testmethode Eigenschap

N/F1.2	Schokabsorberend vermogen	40 - 80%
N/F4.1	Energierestitutie	25-50%
	Grip	de bodem dient standvastig te zijn en geen aanleiding te geven tot glijden danwel blokkering van het beenwerk
	Rolweerstand	≤ 40 N
N/F10.1	Glans	het oppervlak dient niet glanzend te zijn danwel schittering te vertonen
	Glansgraad	$< 15\%$
N/F12.1	Oppervlaktetextuur	gepolijst, open
N/S1.1	Druksterkte	≥ 4 N/mm ²
N/S3.3	Slagsterkte	> 150 Nm
N/B1.1	Brandbestendigheid	zwaar ontvlambaar

Code norm

ISA-NHS2-15.2

Normblad 3/3
december 2002

NORMEN

DRAF- EN RENBAAN



Testmethode Eigenschap

CN/C1.2	Uniformiteit (toleranties t.o.v. gemiddelde waarden)	
	- constructieopbouw	geen
	- constructiesamenstelling	geen
	- oppervlaktetextuur	geen
	- schokabsorberend vermogen	+/- 5% (absoluut)

Methode Eigenschap

N/C0.3	Duurzaamheid	≥ 5 jaar
--------	---------------------	----------

Methode Conditie

N/C0.1	Klimaat bij een temperatuur van + 0°C tot + 40°C en onder droge danwel natte omstandigheid neerslag < 5 mm/2 uur < 15 mm/12 uur bij een temperatuur van - 10°C tot -0°C, uitgezonderd regen en opdooi	alle eigenschappen dienen aan de normen te voldoen
--------	---	---

N/C0.2	Gebruik continu	alle eigenschappen dienen aan de normen te voldoen
--------	---------------------------	---

Code norm

ISA-NHS2-15.1

Normblad 1/3
december 2002**NORMEN****PAARDENBODEM**

OUTDOOR



Deze norm is opgesteld door ISA Sport en aangenomen door de Nederlandse Hippische Sportbond.

Deze sporttechnische norm is gebruikgebonden. Voorts zijn van toepassing al die maatgevende materiaaltechnische normen die constructiegebonden zijn.

Testmethode Eigenschap

CN/C1.1

Algemeen

- de bodem dient uitgevoerd te worden in één en dezelfde constructie
- de constructie dient uniform in opbouw en samenstelling te zijn over het gehele oppervlak

CN/C2.1

Hoogteligging

- de bodem dient geen afschot te bezitten
- de afzonderlijke hoogteliggingen mogen niet meer dan 30 mm afwijken van de gemiddelde hoogteligging

CN/C3.1

Vlakheid

- een maximale onvlakheid van 30 mm is nog juist toegestaan (principeel)
- incidenteel mag een onvlakke van 50 mm voorkomen
- scherpe overgangen (zgn. drempels) mogen niet voorkomen

N/F2.5

**Stabiliteit
Vervorming**

≤ 25 mm

Code norm

ISA-NHS2-15.1

Normblad 2/3
december 2002

NORMEN

PAARDENBODEM

OUTDOOR



Testmethode Eigenschap

N/F1.2	Schokabsorberend vermogen	40 - 80%
N/F4.1	Energierestitutie	15-45%
	Grip	de bodem dient standvastig te zijn en geen aanleiding te geven tot glijden danwel blokkering van het beenwerk
N/F10.1	Glans	het oppervlak dient niet glanzend te zijn danwel schittering te vertonen
	Glansgraad	< 15%
N/F12.1	Oppervlaketextuur	gepolijst, open
N/S1.1	Druksterkte	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$
N/S3.3	Slagsterkte	> 150 Nm
N/B1.1	Brandbestendigheid	zwaar ontvlambaar

Code norm

ISA-NHS2-15.1

Normblad 3/3
december 2002

NORMEN

PAARDENBODEM

OUTDOOR



Testmethode Eigenschap

CN/C1.2

Uniformiteit

(toleranties t.o.v. gemiddelde waarden)

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| - constructieopbouw | geen |
| - constructiesamenstelling | geen |
| - oppervlaktetextuur | geen |
| - schokabsorberend vermogen | +/- 5% (absoluut) |

Methode

Eigenschap

N/C0.3

Duurzaamheid

≥ 5 jaar

Methode

Conditie

N/C0.1

Klimaat

bij een temperatuur van
+ 0°C tot + 40°C en onder
droge danwel natte omstandigheid
neerslag
< 5 mm/2 uur
< 15 mm/12 uur
bij een temperatuur van
- 10°C tot -0°C, uitgezonderd
regen en opdooi

alle eigenschappen dienen
aan de normen te voldoen

N/C0.2

Gebruik
continu

alle eigenschappen dienen
aan de normen te voldoen

Code norm

ISA-NHS1-15

Normblad 1/3
december 2002**NORMEN****PAARDENBODEM**

INDOOR



Deze norm is opgesteld door ISA Sport en aangenomen door de Nederlandse Hippische Sportbond.

Deze sporttechnische norm is gebruikgebonden. Voorts zijn van toepassing al die maatgevende materiaaltechnische normen die constructiegebonden zijn.

<u>Testmethode</u>	<u>Eigenschap</u>	
CN/C1.1	Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> - de bodem dient uitgevoerd te worden in één en dezelfde constructie - de constructie dient uniform in opbouw en samenstelling te zijn over het gehele oppervlak
CN/C2.1	Hoogteligging	<ul style="list-style-type: none"> - de bodem dient geen afschot te bezitten - de afzonderlijke hoogteliggingen mogen niet meer dan 30 mm afwijken van de gemiddelde hoogteligging
CN/C3.1	Vlakheid	<ul style="list-style-type: none"> - een maximale onvlakheid van 30 mm is nog juist toegestaan (principeel) - incidenteel mag een onvlakte van 50 mm voorkomen - scherpe overgangen (zgn. drempels) mogen niet voorkomen
N/F2.5	Stabiliteit Vervorming	≤ 25 mm

CN/C1.1

Algemeen

- de bodem dient uitgevoerd te worden in één en dezelfde constructie
- de constructie dient uniform in opbouw en samenstelling te zijn over het gehele oppervlak

CN/C2.1

Hoogteligging

- de bodem dient geen afschot te bezitten
- de afzonderlijke hoogteliggingen mogen niet meer dan 30 mm afwijken van de gemiddelde hoogteligging

CN/C3.1

Vlakheid

- een maximale onvlakheid van 30 mm is nog juist toegestaan (principeel)
- incidenteel mag een onvlakte van 50 mm voorkomen
- scherpe overgangen (zgn. drempels) mogen niet voorkomen

N/F2.5

Stabiliteit
Vervorming

≤ 25 mm

Code norm

ISA-NHS1-15

Normblad 2/3
december 2002

NORMEN

PAARDENBODEM

INDOOR



<u>Testmethode</u>	<u>Eigenschap</u>	
--------------------	-------------------	--

N/F1.2	Schokabsorberend vermogen	40 - 80%
N/F4.1	Energierestitutie	15-45%
	Grip	de bodem dient standvastig te zijn en geen aanleiding te geven tot glijden danwel blokkering van het beenwerk
N/F10.1	Glans	het oppervlak dient niet glanzend te zijn danwel schittering te vertonen
	Glansgraad	< 15%
N/F12.1	Oppervlaktetextuur	gepolijst, open
N/S1.1	Druksterkte	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$
N/S3.3	Slagsterkte	> 150 Nm
N/B1.1	Brandbestendigheid	zwaar ontvlambaar

Code norm

ISA-NHS1-15

Normblad 3/3
december 2002

NORMEN

PAARDENBODEM

INDOOR



Testmethode Eigenschap

CN/C1.2

Uniformiteit

(toleranties t.o.v. gemiddelde waarden)

- constructieopbouw geen
- constructiesamenstelling geen
- oppervlaktetextuur geen
- schokabsorberend vermogen +/- 5% (absoluut)

Methode

Eigenschap

N/C0.3

Duurzaamheid

≥ 5 jaar

Methode

Conditie

N/C0.1

Klimaat

alle eigenschappen dienen
aan de normen te voldoen

N/C0.2

Gebruik
continu

alle eigenschappen dienen
aan de normen te voldoen