

Fälttest av en ny metod att med objektiva mätmetoder karaktärisera egenskaperna hos ridunderlag – en pilotstudie.



Josefin Hållbus

**Handledare: Marie Rhodin
Inst för kliniska vetenskaper**

**Biträdande handledare: Lars Roepstorff
Inst. för anatomi, fysiologi och biokemi, enheten för hippologutbildning**

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Bakgrund.....	1
Syfte.....	1
Genomförande.....	1
Resultat och diskussion.....	2
Summary.....	3
Background	3
Purpose	3
Material and Methods.....	3
Results and discussion.....	3
Inledning.....	5
Bakgrund till användandet av accelerometrar.....	5
Material och Metoder	8
Analys	10
Totalaccelerationer	10
Frekvensanalys	10
Resultat	12
Diskussion.....	14
Konklusion.....	16
Litteraturförteckning	18

SAMMANFATTNING

Bakgrund

Då hoppporten idag är mycket mer tekniskt och fysiskt avancerad ställs högre krav på underlaget vid tävlingar. På senare år har ett antal hästar skadats under stora mästerskap i banhoppning, där underlaget tros ha varit en bidragande orsak.

I galoppporten har många vetenskapliga studier genomförts avseende underlagets betydelse för skaderisken. Detta har gjorts bl.a. i Storbritannien och Japan, och där har man kommit fram till ett antal underlagsfaktorer som kan påverka skaderisken. I Sverige har underlagsforskningen till stor del varit inriktad på travsporten. Då kraven på underlaget skiljer sig mellan travsport och ridsport vore det önskvärt med mer forskning på ridunderlag.

Ridunderlag kan anläggas på väldigt många sätt och det finns få vetenskapligt förankrade rekommendationer om hur det ska anläggas. Orsaken till detta kan vara att det inte finns välutvecklade vetenskapliga mätmetoder för att studera underlagen. Att använda accelerometrar för att mäta hur krafter från hovsättningen varierar med olika underlag är en metod som provats i ett flertal försök på trav- och galoppsidan. I denna studie användes accelerometrar på ett mycket enkelt och non-invasivt sätt. Denna pilotstudie är en del av ett större forskningsprojekt finansierat av Internationella ridsportförbundet (FEI), Stiftelsen svensk hästforskning och World Horse Welfare (WHW) (före detta International league for the protection of horses (ILPH)).

Syfte

Att testa en enkel utrustning för kvalitativ mätning av ridunderlag under fältmässiga förhållanden.

Genomförande

Försöken utfördes på fem svenska professionella tävlingsryttares träningsanläggningar. Två hästar från varje anläggning utrustades med specialutformade benskydd försedda med accelerometrar som sattes på skenan som vanliga strykkappor. Hästarna reds ett antal gånger över de olika underlagen som fanns att tillgå på anläggningen varvid data samlades in och med hjälp av en sändare i benskydden skickades data via telemetri trådlöst till en bärbar dator. På samtliga anläggningar reds hästarna på ett referensunderlag, antingen en hårt packad grusväg eller asfalt. Asfalt eller grusväg får anses vara ett underlag som är relativt likvärdigt med avseende på ytfasthet. Alla underlag dokumenterades med avseende på hur de var anlagda.

Rådata från mätningarna bearbetades i MatLab och exporterades till Microsoft Excel[®] där vidare uppställningar och jämförelser gjordes. Analyser gjordes dels med avseende på totalaccelerationer samt andelen höga frekvenser, något som tros ha betydelse för uppkomsten av skelettskador.

För varje underlag på anläggningen jämfördes data från underlagen med referensunderlaget, antingen asfalt eller grusväg (eller både och). Genom att

använda ett likartat, ytfast underlag som referens kunde man i större utsträckning bortse från de troliga skillnader som hästarnas olika rörelsemönster utgjorde.

Resultat och diskussion

Utifrån resultaten i denna studie kan man dra slutsatsen att man sannolikt kan utläsa skillnader i underlagets ytfasthet i data från en accelerometer fäst till skenan i ett benskydd. Data från var och en av de fyra anläggningar, där data från två hästar kunde analyseras, visade likartade skillnader mellan de olika underlagen och referensunderlaget.

Den viktigaste slutsatsen om studiens upplägg är att man bör mäta hastigheten under försöken för att minimera risken att hastigheten bidrar till onödigt stor felkälla.

SUMMARY

Background

Research concerning footing and its contribution to injuries has been conducted primarily in racing Thoroughbreds. Studies in UK and Japan indicate that some specific factors could be responsible for an increase in performance-associated injuries. Researchers in Sweden have performed studies on Standardbred trotters. More research is needed to be done on equestrian sports since requirements on footing are not exactly the same in riding and trotting horses.

The lack of scientific evidence on the construction of equestrian surfaces has led to anecdotal validation of designs. The market place has boundless numbers of commercial surfaces available and each claiming to be appropriate for the athletic horse. Recently, though accelerometers have been applied to measuring surface design and interaction between the horse and surface.

In this study, accelerometers are used in a very simple and non-invasive manner. It is a pilot and is a small part of a larger international research project.

Purpose

To evaluate the use of a simple accelerometer-based measuring technique to assess ground properties under field conditions.

Material and Methods

Five professional Swedish riders (show jumping) were chosen and the trials were made at their main training camps. Two horses at each training facility were equipped with accelerometers, attached to a custom made protection boot, to all four limbs. The horses were ridden over the different riding surfaces at the camp and data was collected through a wireless system to a portable computer. Each horse was also ridden on a surface with high surface firmness, asphalt or gravel (or both if available). This data was used as reference surfaces since asphalt/gravel are surfaces that could be assumed to have similar characteristics when measuring surface hardness. All surfaces were described regarding build-up.

Raw data from the trials was processed in MatLab[®] and Microsoft Excel[®] to get presentable data. Summarized acceleration and frequency domain data on the amount of measured high frequency vibrations was performed since there are indications in previous studies that this is causing skeletal injuries in the horse.

Data from each surface was compared to the reference surface (gravel/asphalt). The use of a reference surface helps to account for the differences in data caused by the inter variability in the moving pattern of the horses.

Results and discussion

Results obtained in this minor study show that it is possible to correlate the relationship between data collected from an accelerometer attached to a protection boot and the assumed surface hardness of a riding surface. Measurements from horses within the same camp showed similar results, when compared to a reference surface (i.e. asphalt/gravel).

Concerning study design, the most important conclusion is that speed has to be controlled to minimize a major source of error.

INLEDNING

I dagsläget ger svensk hästnäring upphov till en ekonomisk omsättning på totalt ca. 45 miljarder kronor (HNS 2008). Banhoppningen har utvecklats tekniskt med högre hinder och svårare hinderavstånd. Detta ställer högre krav på underlaget och olika kombinationer av underlag har provats. Under OS i Aten 2004 reds hoppningen på gräs. Tre hästar drabbades av akuta senskador vilket skedde under laghoppningen respektive under omhoppningen i den individuella finalen.

Svenska ridsportförbundet har gett ut rekommendationer för hur underlag ska läggas. Som standard anges fyra lager av material och olika typer beroende på om underlaget är inne respektive ute samt vilket som ska vara banans huvudsakliga användningsområde (Wilken 2008). I praktiken förekommer dock många olika varianter. Idag designas underlagen till stor del av tillverkarna och många nya material och kombinationer av material tas fram. Tyvärr saknas vetenskapliga studier för hur olika underlag påverkar hästarnas hållbarhet. En orsak till detta är att det saknas vetenskapligt förankrade mätmetoder för att kunna karaktärisera underlag.

Denna pilotstudie är en del av ett större projekt där ridunderlag ska studeras.

De flesta underlag läggs med minst 2 lager: ett fastare lager under och ett lösare lager ovanpå (Back et al. 2001). Variationer i djup och typ av lager kan påverka både hästens prestation och hälsa. Hårda underlag absorberar mindre energi vilket leder till t.ex. snabbare tider i galoppsporten men har setts ha ett samband med hältor (Cheney et al. 1973, Pratt 1997). Studier har visat att vissa typer av underlag kan medföra ökad risk för skador i galoppsporten (Parkin et al. 2004).

Merparten av den internationella underlagsforskningen har gjorts inom galoppsporten. I Sverige har forskningen om underlagets betydelse ff.a. varit inriktad på travsport.

Mekanisk testning av underlag har utförts av bl.a. Zebarth et al. (1985) där man testade underlag med utrustning som på olika sätt imiterar hästens rörelser. Önskvärt vore dock att använda hästen som modell för mätmetoderna, då mekanisk utrustning aldrig kan efterlikna en hästs dynamiska rörelsemönster.

Bakgrund till användandet av accelerometrar

Tanken med att fästa accelerometrar till hästens extremiteter är för att få en bild av hästens interaktion med underlaget. En accelerometer är ett instrument som mäter accelerationer i en eller flera riktningar (Marklund, 1989). Genom att fästa en accelerometer till en kropp kan man över tid se kroppens hastighetsförändringar i olika riktningar.

Konstant hastighet eller stillastående ger således ingen acceleration. En ökning av hastigheten kallas ofta acceleration medan minskning av hastigheten kallas deceleration eller retardation. Uttrycket retardation kommer att användas nedan. Om accelerometern fästs på hästens extremitet kommer ett antal värden att registreras under hästens rörelse eftersom extremiteten ändrar hastighet kontinuerligt under stegcykeln.

Accelerometrarna används för kinetisk och kinematisk analys av hästens biomekanik. Kinetisk analys mäter krafter i rörelser (Back et al. 2001). Genom att använda sig av accelerometrar som mäter acceleration kan man få en teoretisk uppfattning om kraften eftersom kraften är en produkt av massan och accelerationen. I praktiken är detta svårare att definiera eftersom den del av hästens massa som följer med benet ner mot underlaget varierar beroende på var i stegcykeln hästen befinner sig i samt i vilken gångart och hastighet hästen rör sig i.

Enligt Clayton (2004) rör sig hoven nedåt och framåt under landningsfasen när den kommer i kontakt med underlaget. Vidare beskriver Clayton hur hoven avstannar (retarderar) och energi flyttar sig upp längs benet. Detta har potentiellt skadliga effekter på rörelseapparaten. Hästkroppen har ett flertal mekanismer; elastiska komponenter i hoven, synovialleder etc. för att reducera krafternas fortplantning upp i benet.

Akuta skador i samband med träning eller tävling är mycket mer ovanliga i ridsport än i galoppsport. Det gör det också svårare att dra direkta paralleller mellan skador och det underlag som hästen ridits på vid tidpunkten för skadan, och därmed dra slutsatsen om att underlaget till viss del direkt kan ha orsakat skadan.

Vibrationer med höga frekvenser anses kunna ha skadliga effekter på galopphästar (Rooney 1974) och detta är en viktig parameter att undersöka. Asfalt är ett underlag som får anses vara ytfast, dvs. ge en snabb retardation av hoven då den träffar underlaget. Detta har visats i en studie av Barrey et al. (1991) där ett flertal underlag testades och asfalt gav den största maximala retardationen. Här sågs också att hårda underlag ger större andel vibrationer med höga frekvenser i hoven.

Av intresse är också hur krafterna från isättningen fortplantar sig upp i benet. I en studie av Gustås et al. (2001) fästes accelerometrar dels på hästarnas hovar samt även på skenan med hjälp av stift fixerade till McIII, under allmän anestesi. Med möjligheten att ha accelerometrar fästa både till hov och till skena kunde man följa hur rörelserna fortplantade sig från hoven upp i benet. Resultaten visade att kortare tid för den horisontella uppbromsningen av hoven ger högre amplituder i den horisontella retardationen av skenan och vibrationer med högre frekvenser. Metoden i ovanstående försök är mycket invasiv och inte tillämpbar för någon rutinartad analys.

Att underlag med en fastare yta ger större andel vibrationer med höga frekvenser i skenan har visats i en mindre studie gjord av hippologstudenter på Flyinge (Bernhardt & Frihagen 2008) där samma utrustning använts som i denna studie. I studien testades ett antal underlag med tre hästar som fanns på samma anläggning på Flyinge. Alla tre hästar testades på samtliga underlag. Här sågs stora variationer i totalacceleration mellan hästarna på samma underlag. Det är inte praktiskt möjligt att använda samma hästar på alla underlag som vill studeras pga. avstånd mellan anläggningarna och därför är tanken med detta försök att se om det går att använda olika hästar, men att använda t.ex. asfalt eller grus som referensunderlag för varje häst. Asfalt eller en mycket hårt packad grusväg är det underlag som är möjligt att rida på som har likartade egenskaper. Genom att beräkna kvoter mellan underlaget som studeras och asfalt skulle man kunna

korrelera för 'hästfaktorn'– dvs. att olika hästar har olika rörelsemönster och aktion.

I detta försök är accelerometern fäst till hästen med hjälp av ett benskydd som sitter på hästens skena, istället för att som i flera tidigare studier till hästens hov. Detta medför fördelen att det går mycket lätt att fästa accelerometern och byta accelerometer vid tekniska problem. Dagens sporthästar är i mycket stor utsträckning vana att ridas med benskydd och detta ger därför minimal påverkan på hästen.

Syftet med denna studie är att testa metoden att mäta underlag med en accelerometer fäst till hästen med ett benskydd. Syftet är också att testa upplägg och design inför kommande fältstudier.

Hypotesen är att man ska kunna utläsa skillnader i underlagets ytfasthet från en accelerometer fäst till skenan i ett benskydd. Att olika hästar med olika rörelsemönster och därmed olika accelerometervärden ska visa lika stora skillnader mellan ett referensunderlag och t.ex. ett ridhusunderlag.

MATERIAL OCH METODER

Fem professionella tävlingsryttare i hoppning, rankade i Sveriges topp 100 enligt Svenska ridsportförbundets ranking, deltog i studien. De hade alla tillgång till träningsanläggningar med olika typer av underlag. Alla anläggningar hade inte tillgång till asfaltsväg och på dessa anläggningar användes istället en grusväg som referensunderlag.

Nedan följer en översiktlig beskrivning av hur underlagen på de olika anläggningarna är anlagda, beskrivet nerifrån och upp. Asfalt, gräs och grus är ej beskrivet.

Anläggning A

- **Utebana:** välldränerad vall → 10 cm 0.8 mm natursand
- **Sandbana:** bärlager (makadam) → 10 cm 0.8 mm natursand
- **Ridhus:** ca 30 cm gummidäcksbitar (20x30 cm) → fiberduk → 10 cm stenmjöl → 15 cm mosand
- Asfalt
- Grusväg

Anläggning B

- **Utebana:** 10 cm 0.8 mm grus
- **Sand:** 10 cm 0.8 mm grus
- **Ridhus:** markduk → 5 cm finsand → 30-40 cm bergkross 100 mm → ifyllt/utjämnat med 35 mm bergkross → 10 cm stenmjöl → 7-8 cm grus 0,8 mm → 7-8 cm grovt spån
- Grusväg
- Asfalt

Anläggning C

- **Utebana:** Fiberduk → 15 cm bärlager (grus/makadam) → stenmjöl → finsand 0.3 mm
- Grusväg
- Asfalt

Anläggning D

- **Ridhus:** Bärlager → stenmjöl → sand 0.4 mm

- Grusväg,
- Gräs (Vall)

Anläggning E

- **Ridhus:** Planat jordlager → ca 25 cm gummidäcksbitar (20x30 cm) → dubbla fiberdukar → 15 cm bärlager 16 mm → 10 cm sand 0.4 mm → 10-15 cm mosand + fiber
- Asfalt
- Grusväg

Tio hästar användes i försöket, två på varje anläggning. På grund av tekniska problem kunde endast data från en häst från anläggning C användas. Hästarna var 10 ± 4 år gamla och i tävlingskondition. De tävlades 2007/2008 på hinderhöjder mellan 120-150 cm. Hästarna utrustades med benskydd i vilka accelerometrar fästs i en specialgjord ficka på utsidan av skyddet på alla fyra ben (Bild 1). Hästarna fick värma upp på ett sätt som de är vana vid, först i skritt och sedan trav och galopp. Benskydden knäpps dels med dubbel kardborreknäppning och en läderrem med spänne för att sitta så stilla som möjligt på hästbenet. I övrigt var hästarna utrustade med normal träningsutrustning, engelsk sadel av hoppmodell samt trän. Samtliga hästar var skodda på alla fyra hovarna med skor utan broddar. Hästarna fick ett par minuter på sig att vänja sig vid benskydden innan mätningarna påbörjades. Mätningarna utfördes under 10 sekunder då hästen i huvudsak hästen reds på rakt spår i långsamt arbetstempo.

Bild 1. En av accelerometrarna monterad i det specialutformade benskyddet på hästens skena.



Accelerometrarna som användes mäter accelerationer i tre riktningar; X,Y och Z. Placeringen av accelerometern resulterade i att X-axeln blev längs med skenans riktning (vertikalt), Y vinkelrätt mot skenans längdsaxel (i hästens rörelseriktning) och Z i lateral-medial (horisontell) riktning från hästen sett. Mätenheten,

integrerad med a/d-omvandlare och datalogger, överför data trådlöst till en bärbar dator som även startar och avslutar mätningarna. Protokoll fördes under mätningarna så att man i efterhand kan koppla varje mätning till rätt häst och underlag.

Analys

Rådata från mätningarna offsetjusterades i förhållande till jordens dragningskraft och räknades om från utrustningens mätenhet till G. Data analyserades sedan i MatLab för att få fram numerisk data och exporterades till Microsoft Excel där vidare uppställningar och jämförelser gjordes.

Totalaccelerationer

Absolutvärdena på accelerationerna i samtliga riktningar (X,Y och Z-led) på alla 4 ben summerades per testomgång (10 sekunder). Ett medelvärde för alla mätningar på samtliga hästar på ett underlag (en anläggning) jämfördes med motsvarande på ett grus- eller asfaltunderlag (samma häst och samma anläggning).

Frekvensanalys

Data analyseras också med avseende på frekvenser. Rådata analyserades med hjälp av PSD (Power spectrum density) vilket enkelt uttryckt visar innehållet i data som mängden olika svängningar. Spektrat delades upp i tre kvoter, de två första peakarna i diagrammet motsvarar de svängningar med lägst frekvens, den första är tiden för en hel stegcykel, den andra för en halv stegcykel och sedan högre och högre frekvenser. Dessa två första peakar delas med peak 3-6 (kvot 1= q_1) med peak 7-10 (kvot 2= q_2) och med samtliga övriga peakar; alla från peak 11 och uppåt (kvot 3= q_3 dvs. kvoter över ca 14 Hz) kvot nr 3 visar på andelen höga frekvenser. I ett tidigare försök med samma utrustning (Bernhardtz och Frihagen 2008) sågs ett samband mellan ett underlags upplevda ytfasthet och q_3 i X och Y-led, vilket skulle kunna förklaras av att hårda underlag ger upphov till större andel höga frekvenser. Här räknades ett medelvärde för q_3 i X och Y led för alla mätningar på samtliga hästar på ett underlag ut på en anläggning och jämfördes med motsvarande medelvärde på grus eller asfalt (samma häst och samma anläggning).

Diagram 1. Ett exempel på rådata, totalaccelerationer (i alla riktningar) från ett hästben under 10 sekunder

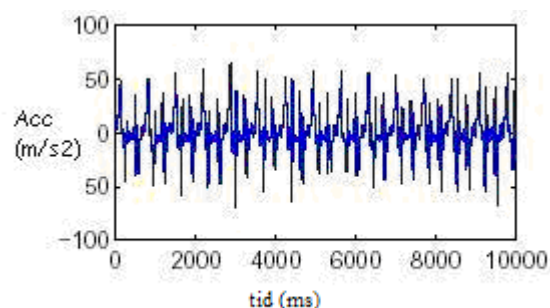
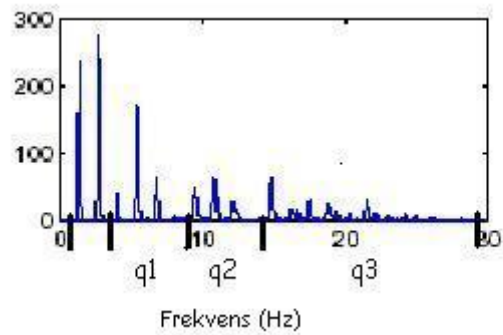


Diagram 2. Ett exempel på frekvensanalys där x-axeln visar frekvenser och y-axeln amplituder, uppdelat i de kvoter som beskrivits ovan.



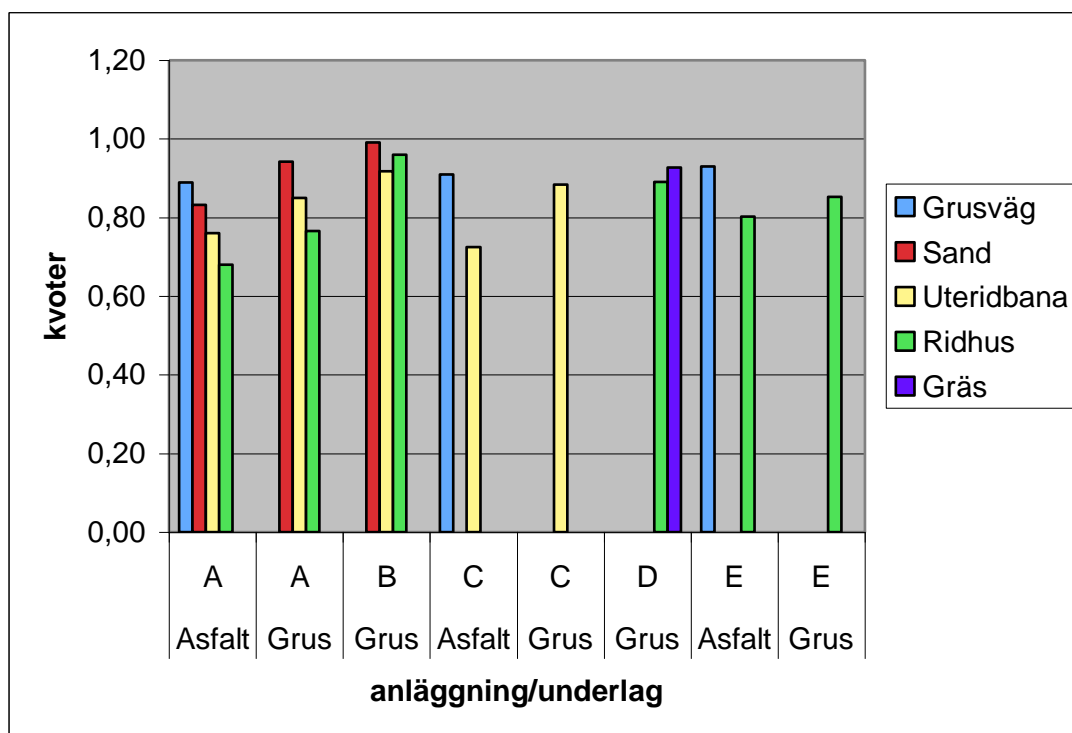
RESULTAT

Resultaten för de tre olika variabler som analyserats, totalacceleration, frekvensanalys för X-led och Y-led redovisas i tabell och diagramform. Alla värden är kvoter mellan det aktuella underlaget och referensunderlaget; grus eller asfalt. För anläggning A, C och E finns både grus och asfalt att jämföra med och på anläggning B och D endast grus. De underlag som ligger nära kvot 1,0 är alltså att betrakta som underlag som ger lika mycket totalaccelerationer respektive höga vibrationer som referensunderlaget asfalt eller grusväg. Här kan man se att referensunderlagen asfalt och grus ligger relativt nära varandra dvs. kvoten är nära 1.

Tabell 1. Jämförelse av totalaccelerationerna mellan de olika underlagen på de olika anläggningarna (medeltal av hästar på samma anläggning)

Anläggning		A	B	C	D	E
Asfalt	Uteridbana	0,76		0,73		
	Grusväg	0,89		0,91		0,93
	Sand	0,83				
	Ridhus	0,68				0,80
Grus	Uteridbana	0,57	0,97	0,88		
	Sand	0,94	0,99			
	Ridhus	0,77	0,96		0,90	0,85
	Gräs				0,93	

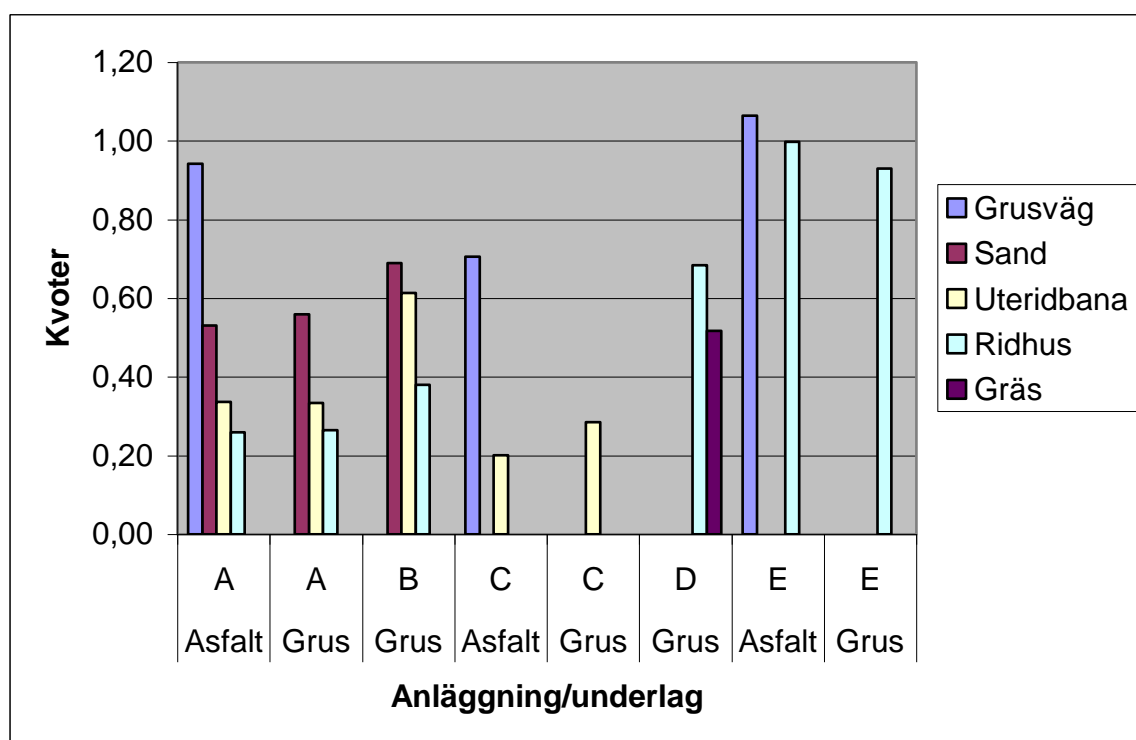
Diagram 3. Jämförelse mellan kvoter av totalaccelerationer på olika underlag på alla anläggningar



Tabell 4. Jämförelse av q_3 i X-led mellan de olika underlagen på de olika anläggningarna

X - q_3	Anläggning	A	B	C	D	E
Jmf med asfalt	Uteridbana	0,34		0,20		
	Grusväg	0,94		0,71		1,06
	Sand	0,53				
	Ridhus	0,26				1,00
Jmf med grus	Uteridbana	0,33	0,61	0,29		
	Sand	0,56	0,69			
	Ridhus	0,26	0,38		0,68	0,93
	Gräs				0,52	

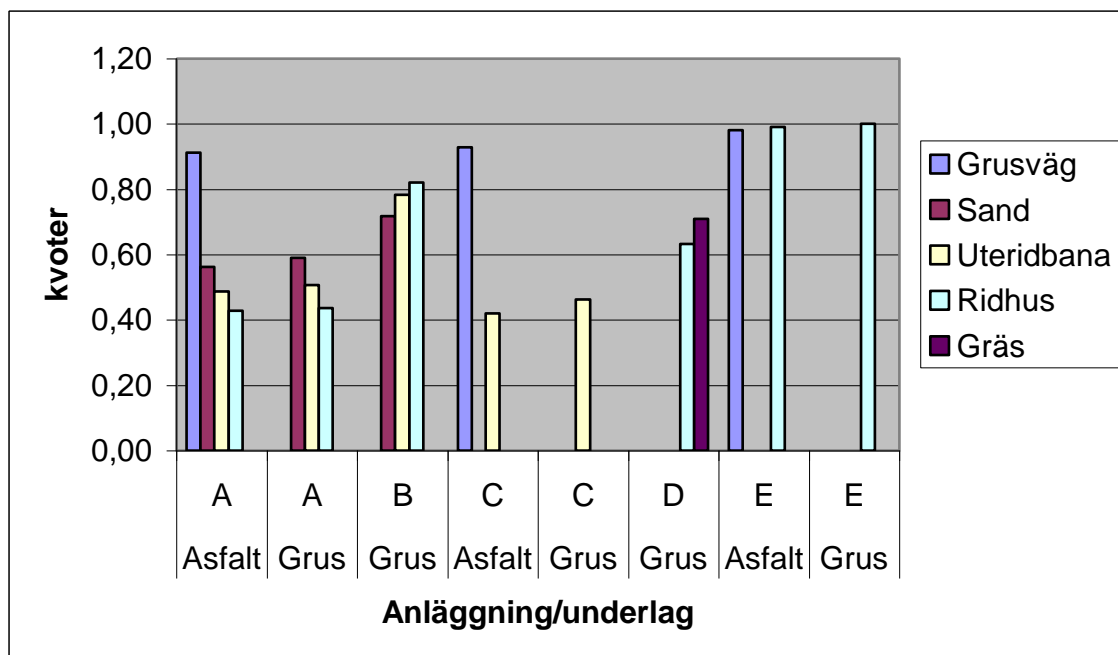
Diagram 2. Jämförelse mellan kvoter av värden på q_3 i X-led på olika underlag på alla anläggningar



Tabell 5. Jämförelse av q_3 i Y-led mellan de olika anläggningarna

Y- q_3		A	B	C	D	E
Jmf med asfalt	Uteridbana	0,49		0,42		
	Grusväg	0,91		0,93		0,98
	Sand	0,56				
	Ridhus	0,43				0,99
Jmf med grus	Uteridbana	0,51	0,78	0,46		
	Sand	0,59	0,72			
	Ridhus	0,44	0,82		0,63	1,00
	Gräs				0,71	

Tabell 3. Jämförelse av q_3 i Y-led mellan de olika anläggningarna



DISKUSSION

Presentationen av data i tabellerna och diagrammen ger endast information om landningsfasen, det som i litteraturen kallas för impact. Då sker den absolut största hastighetsförändringen som vi ser under hela stegcykeln.

För att mäta accelerationer under belastningsfasen skulle man behöva en mycket känsligare accelerometer då accelerationerna är mycket små. Man skulle också behöva fästa accelerometern till hoven, då skenan i belastningsfasen kommer att röra sig nedåt pga. genomtrampet i kotan då kotleden sträcks vilket skapar en acceleration i skenan som gör att interaktionen med underlaget blir svårare att mäta. Det är möjligt att man genom att titta närmare på frekvensspektrat i datan från mätningarna i detta projekt skulle kunna se skillnader i belastningsfasen.

Skillnaden i hur underlaget påverkar hästen i landningsfas och i belastningsfas skulle till exempel kunna beskrivas med orden ytfasthet, dvs. hur fast/löst ytlagret är, respektive dämpande förmåga, dvs. hur mycket dämpar djupare delar av underlaget kraften från maximal belastning. Dessa uttryck kommer att användas nedan.

I resultaten ovan finns ett antal intressanta observationer. Grus och asfalt ligger nära varandra i jämförelsen på samtliga anläggningar. Generellt ligger grus något under asfalt men på t.ex. anläggning D ligger grusvägen t.o.m. högre än asfalten i frekvensanalysen i X-led. Detta kan vara ett resultat av en högre hastighet, något som inte mätts i försöken. Det kan också tänka sig att just denna grusväg var

torrare och faktiskt är mer ytfast än vad en asfaltsyta är och att mätutrustningen registrerat detta.

Intressant är att se att anläggning E, som har en nyare typ av underlag i sitt ridhus med gummidäck i undre lager ligger väldigt nära asfalt/grus i både frekvensanalys och totalacceleration. Detta till skillnad från anläggning A som har en likartad typ av underlag i sitt ridhus. Dock finns en skillnad i ridhusbotten i A och E. Materialet som ligger mellan gummidäckslagret och ytlaget i anläggning E är ett bärlager med 16 mm grus medan det i anläggning A är stenmjöl vilket kan utgöra en skillnad i ytfastheten. Dessa båda underlag har troligtvis mycket bättre svikt under belastningsfasen jämfört med andra underlag, något som inte analyserats i denna studie. Underlaget i ridhuset på anläggning E är troligtvis så fast i ytlaget att isättningen liknar referensunderlaget mer.

Man kan också se skillnader i frekvensanalys i X och Y-led på anläggning B. I X-led ger ridhus (kvot 0,38) upphov till minst mängd höga vibrationer, sen kommer utebana (kvot 0,61) och sand (0,69). I Y-led däremot går värdena åt precis motsatt håll; sand ger upphov till minst andel höga vibrationer (0,72) sen kommer utebana (kvot 0,78) och sist ridhus (kvot 0,82). Att mängden vibrationer skiljer sig i de olika riktningarna är något man bör observera och ta hänsyn till i eventuell framtida användning av utrustningen.

Om man jämför data från totalaccelerationen och frekvensanalysen kan man se att kvoterna skiljer sig däremellan. Skillnaderna mellan kvoterna är större i frekvensanalysen än i totalaccelerationerna, se t.ex. anläggning A. Orsaken är sannolikt att frekvensanalysen utgör ett något mer specifikt mått på underlagets ytfasthet då den mäter höga vibrationer i skenan som troligtvis framförallt uppstår under isättningsfasen/impact, till skillnad från totalaccelerationerna som mäts under hela stegcykeln. En något högre hastighet, hos en eller båda hästarna, kan vara orsaken till högre totalaccelerationer på anläggning A. Frekvensanalysen kan vara mindre hastighetsberoende då både höga och låga frekvenser ökar vid ökad hastighet.

En felkälla kan vara att benskyddet med accelerometern är omöjligt att fästa så hårt att inga rörelser eller vibrationer bildas mellan accelerometern och hästen. Det kan också tänkas att skydden passar sämre på hästar med smalare ben och därför ger mer rörelser och bidrar till en större felkälla på vissa hästar. En annan felkälla kan vara att hästen rör sig snabbare på olika underlag trots att de rört sig i ett relativt samlat arbetstempo vid samtliga mätningar. Hästen har troligtvis mer framåtbjudning och ev. ett något högre tempo än vad ryttaren uppfattar på ett underlag den är van vid t.ex. ridhus än på ett underlag den inte är lika van vid t.ex. asfalt. Den ökade hastigheten kan vara orsaken till större totalaccelerationer eftersom acceleration per definition är beroende av hastigheten. När hästens hastighet ökar kommer detta att leda till större utslag vad gäller både acceleration och retardation av hästbenet. Detta är något som man bör ta hänsyn till i kommande försök.

Istället för att använda sig av totalaccelerationer för hela stegcykeln finns en möjlighet att titta på mätresultaten grafiskt över tidsdomänen och med ledning av kurvornas utseende dela in dem efter faserna i stegcykeln och därigenom se mer exakt hur stora accelerationer/retardationer som ses för varje exakt del av

stegcykeln. I en studie av Ryan et al (2006) kan man dels se stora skillnader i decelerationen under landningsfasen på olika underlag, utan att ha med asfalt, samt att man kan mäta tiden från isättning till maximal retardation med en relativt enkel utrustning.

Användandet av accelerometrar för att mäta underlag har använts mycket inom galoppsporten. Då hästens hastighet generellt är mycket högre i galoppsporten än i ridsporten kan man misstänka att studier av landningsfasen har större betydelse i galoppsporten än i ridsporten.

Det är relativt mer vanligt med akuta skador i galoppsporten än i ridsporten, något som kan bero på just hastigheten. Underlagets andra egenskaper, förutom just ytfasthet, blir mycket viktigare i en mer teknisk sport som t.ex. banhoppning. Ett exempel på detta är friktion. Clayton (2004) beskriver det mest typiska exemplet på ett halt underlag som ett mycket hårt underlag, där inte hoven penetrerar ytan när den decelererar; hoven glider längs ytan om det inte finns tillräckligt med friktion för att hindra hovens longitudinella hastighet som under landningsfasen är hög. Det finns dock andra typer av hala underlag, t.ex. sådana där underlagets olika lager inte har tillräckligt mycket förankring i varandra, och hoven får grepp i det övre lagret men att detta glider i förhållande till det undre lagret.

Underlagets jämnhet över banan är en annan egenskap att ta hänsyn till. En ojämn bana har egenskaper som potentiellt kan öka skaderisken (Kai et al. 1999).

Förutom hur underlaget är lagt beror underlagets egenskaper också på hur det sköts. Till exempel har underlag med högre vatteninnehåll visat sig ge mindre 'impact shock', vilket skulle kunna beskrivas som kollision i landningsfasen, (Barrey et al. 1991). Detta är ett särskilt stort problem på utebanor där väderleken kan förändra en ridbanas egenskaper från en dag till en annan.

KONKLUSION

Utifrån de resultat vi fick i denna studie kan man dra slutsatsen att man sannolikt kan utläsa skillnader i underlagets ytfasthet i data från en accelerometer fäst till skenan i ett benskydd. De två hästarna på varje anläggning, fränsett anläggning C där vi endast fick data från en av hästarna, visade liknande kvoter jämfört med referensunderlagen. Denna metod skulle därför kunna vara lämplig att vidareutveckla t.ex. genom en annan typ av fastsättning till hästbenet för att undvika onödiga felkällor som vibrationer som uppstår mellan benskydd och ben.

Rörande utformningen av försöket finns ett par lärdomar att dra från denna pilotstudie. Man bör se till att alla mätningar sker i samma hastighet, t.ex. med hjälp av att man i förväg markerar ut en bestämd sträcka för mätningen och utför tidtagning under varje mätning. För att kunna mäta accelerationer i belastningsfasen bör man använda sig av en mycket känsligare utrustning då accelerationerna är mycket små. Man skulle också behöva fästa accelerometern till hoven, då skenan i belastningsfasen kommer att röra sig nedåt pga. genomtrampet i kotan då kotleden sträcks vilket skapar en acceleration i skenan som gör att interaktionen med underlaget blir svårare att tolka.

I denna studie valdes anläggningar som fanns på ett rimligt avstånd från Uppsala samt hade ett antal olika underlag och ryttare som var villiga att ställa upp, dock fanns inte alla typer av underlag på alla anläggningar. Ett exempel på detta är gräs som endast fanns med på anläggning D. Att jag ändå valde att ta med alla underlag vi hade tillgång till beror på att det är intressant att se hur data från det kan tänkas se ut trots att det inte finns något annat gräsunderlag i våra data att jämföra med. I framtida studier bör man sträva efter att få fler underlag av samma typ för att kunna dra säkrare slutsatser. Man bör kanske också, trots att asfalt och grus låg mycket nära varandra i jämförelse, använda sig av endast asfalt som referens.

Något som också skulle kunna vara intressant att ha med är en mer strukturerad subjektiv bedömning av underlagen. Detta som ett komplement till beskrivningarna hur underlagen är lagda. Man skulle då kunna föra ett protokoll där man graderar varje underlag efter en förutbestämd skala med avseende på ytfasthet, svikt och friktion, liknande den subjektiva bedömningen som gjorts i studien av Bernhardtz & Frihagen 2008. Graderingen skulle kunna göras av en person till fots eller av en ryttare till häst. Fördelen med att en ryttare gör det är att ett underlag sannolikt känns annorlunda från hästryggen än från marken och upplevelsen från hästen är det som är mest intressant. Nackdelen är att en och samma ryttare och häst troligen inte kan vara med på samtliga anläggningar där mätningar görs, vilket är möjligt om t.ex. en person i forskningsgruppen gör bedömningen. En fortsättning är också att relatera statistik från objektiva och subjektivt uppmätta egenskaper hos ett ridunderlag med skadeutfall över tid.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Back, W., Clayton, H.M. (2001). Equine Locomotion. WB Saunders. Pp (61-69,156-157)
- Barrey, E., Landjerit B., Wolter, R. (1991) Shock and vibration during the hoof impact on different track surfaces. Equine Exercise Physiology 3, pp 97-106
- Bernhardt, A., Frihagen, J. (2008) Acceleratorer i senskydden för att karaktärisera banunderlag-en pilotstudie. Fördjupningsarbete Hippologprogrammet nr 356, 2008. ISSN 1402-2052
- Clayton, Hillary M. 2004 The Dynamic horse. Sport horse publications. Pp 113-118, 121-122, 204-206
- Cheney, J.A., Chen, C.K., Wheat J.D. (1973) Relationships of track surface to lameness in the thoroughbred racehorse. American journal of veterinary research 34, pp 1258-1289
- Gustås, P., Johnston, C., Roepstorff, L., Drevemo, S (2001) In vivo transmission of impact shock waves in the distal forelimb of the horse. Equine veterinary journal, Suppl. 33, pp 11-15
- HNS, Hästnäringens nationella stiftelse. Hemsida [Online] 2008-01-28 Ökat fokus på Hästpolitik. Tillgänglig <http://www.nshorse.se/cm/hastpolitik> [2008-12-02]
- Marklund, Kari (1989) Nationalencyklopedin. Bokförlaget Bra böcker AB, Volym 1, p 29
- Kai, M., Takahasi, T., Akoi, O., Oki, H. (1999) Influence of rough track surfaces on components of vertical forces in cantering thoroughbred horses. Equine veterinary Journal suppl. 30, pp 214-217
- Parkin, T.D.H., Clegg P.D., French, N.P., Proudman, C.J., Riggs. C.M., Singer E.R., Webbon, P.M., Morgan, K.L.(2001) Race- and course-level risk factors for fatal distal limb fracture in racing Thoroughbreds, Equine veterinary Journal (2004) 36 (6) 521-526
- Pratt, G.W. (1997) Model for injury to the foreleg of the thoroughbred racehorse. Equine veterinary journal 23 Suppl. pp 30-32.
- Ryan, C.T., Dallap Schaer B.L., Nunamaker D.M. (2006). A novel wireless data acquisition system for the measurement of hoof accelerations in the exercising horse. Equine veterinary journal 38, pp 671-674.
- Rooney J.R (1973). Biomechanics of lameness 2nd ed., Robert Krieger Publication co., Huntington N.Y.
- Wilken, Ulf (2008) Bygga för häst. Svenska ridsportförbundet, Strömsholm. Tryck: Strokirk Landströms, Lidköping 2008
- Zebarth, B.J. Sheard R.W. (1985) Impact and shear resistance of turf grass racing surfaces for thoroughbreds. American Journal of veterinary research Vol. 46, Nr 4, pp 778-783