



**Examensarbete inom Lantmästarprogrammet**

# **KARAKTÄRISERING AV HÄSTENS GÅNGARTER MED ACCELEROMETERTEKNIK**

## **CHARACTERISATION OF GAITS IN HORSES BY USE OF ACCELEROMETER TECHNIQUE**

**Annelie Johansson**

**Examinator: Vet med dr Per Michanek**

**Sveriges lantbruksuniversitet  
LTJ-fakulteten**

**Alnarp 2007**

# FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en tvåårig högskoleutbildning vilken omfattar minst 80 p. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t ex ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 5 veckors heltidsstudier (5 p).

Studien har genomförts på uppdrag av JBT, Alnarp som en del av projektet *Hästars rörelsemönster samt banunderlag för träning och tävling – biomekaniska och epidemiologiska fältundersökningar samt metodutveckling*.

Ett varmt tack riktas till de hästar, hästägare och medhjälpare som medverkat vid insamling av data.

Ett tack riktas även till Lars Roepstorff som lånat ut mätutrustningen för den praktiska delen av arbetet.

Alnarp maj 2007

Annelie Johansson

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING .....	2
SAMMANFATTNING .....	3
SUMMARY .....	4
1 INLEDNING .....	5
1.1 BAKGRUND .....	5
1.2 MÅL .....	5
1.3 SYFTE .....	5
1.4 FRÅGESTÄLLNING .....	6
1.5 AVGRÄNSNING .....	6
2 HÄSTENS GÅNGARTER .....	7
2.1 SKRITT .....	7
2.2 TRAV .....	8
2.3 GALOPP .....	8
3 ACCELEROMETERTEKNIK .....	10
3.1 VAD ÄR EN ACCELEROMETER? .....	10
3.2 ACCELEROMETERNS ANVÄNDBARHET .....	10
3.3 ACCELEROMETERTEKNIK INOM HÄSTVÄRLDEN .....	10
3.3.1 <i>Analysera hopp teknik med accelerometer</i> .....	10
3.3.2 <i>Upptäcka hältor med accelerometerteknik</i> .....	11
4 MATERIAL OCH METOD .....	12
4.1 MÄTNINGENS/DATAINSAMLINGENS UTFÖRANDE .....	12
5 RESULTAT .....	15
5.1 DE OLIKA GÅNGARTERNAS MAX- OCH MINVÄRDEN .....	15
5.2 DE OLIKA GÅNGARTERNAS SIGNALMÖNSTER .....	17
6 DISKUSSION .....	18
7 REFERENSER .....	20
7.1 SKRIFTLIGA .....	20
7.2 MUNTliga .....	20
8 BILAGOR .....	21

## SAMMANFATTNING

Detta arbete ingår som pilotstudie i projektet, *Hästars rörelsemönster samt banunderlag för träning och tävling – biomekaniska och epidemiologiska fältundersökningar samt metodutveckling*, som är ett samarbetsprojekt mellan Hippologiska enheten vid SLU Ultuna och JBT, SLU Alnarp.

I dagens hästhållning har man mer och mer blivit medveten om vikten av rörelse och aktivitet för hästens välbefinnande och hållbarhet, samtidigt som traditionen säger att hästar skall hållas i box och små rasthagar.

För att kunna utforma inhysningssystem dvs. stall och hagar som uppfyller och optimerar hästens behov av rörelse och aktivitet behöver man utveckla metoder för att mäta hur frigående hästar rör sig. Ett första steg är att automatiskt kunna detektera gångarter från accelerometerdata.

I denna pilotstudie används befintlig accelerometerteknik för att karaktärisera hästens olika gångarter genom att ta reda på hur/om signalmönstret för de olika gångarterna skritt, trav och galopp skiljer sig åt samt om signalmönstret skiljer sig för olika storlekar på hästar. Accelerometern som använts i detta arbete mäter rörelsen i tre olika plan; horisontalplan lateralplan dvs. sidled och vertikalplan.

Det insamlade materialet har analyserats dels genom att jämföra de olika gångarternas typiska amplituder (styrkan i de olika krafterna) dels genom att studera andra egenskaper i deras signalmönster. Frekvensen, det vill säga antal steg/sekund, korrigerade max- och minvärden samt det sätt på vilket krafter i olika plan varierar, uppvisar tydliga skillnader mellan skritt, trav och galopp och torde vara bra utgångspunkter för att gå vidare i arbetet med att automatiskt kunna detektera gångarter från accelerometerdata.

## SUMMARY

This work is included as a pilot study in the project, *The horses movement patterns and track foundation for training and competition – biomedical and epidemiological field investigations plus method deployments*, a joint project between the Department of Equine Studies, SLU Ultuna and JBT, SLU Alnarp.

In today's horse keeping, there is an increasing awareness of the importance of movement and activity for the horses comfort and tenability, while tradition has it that horses should be kept in boxes and small paddocks. In order to develop housing systems that fulfils and optimizes the horses needs regarding movement and activity, we need to know more about factors that influence the activity patterns of horses. A first step is to be able to record and analyze the gaits in horses with an automated system. This could be done by use of accelerometer data.

In this pilot study, existing accelerometer technique was used to characterize the different gaits in horses (walk, trot and canter) by studying how their respective signal patterns differ and how this is influenced by the size of the horse.

The accelerometers being used in this study measures the movement in three different spaces; horizontal, lateral and vertical. The collected data have been analyzed by comparing the typical amplitudes (signal strengths) for the different gaits and by studying other qualities in their signal patterns. Stride frequency, corrected values of maximum and minimum and the way that forces in different planes variate, show clear differences between walk, trot and canter and should be good starting-points to proceed the work with automatic detection of gaits in horses, using accelerometer data.

# 1 INLEDNING

Detta arbete ingår som en praktisk del av projektet, *Hästars rörelsemönster samt banunderlag för träning och tävling – biomekaniska och epidemiologiska fältundersökningar samt metodutveckling*, som är en samordning av tre olika projekt.

## 1.1 BAKGRUND

Hästen är en stäpplevande gräsätare som i frihet tillbringar största delen av dygnet i rörelse för att bland annat söka föda. Dess rörelseapparat är anpassad till detta liv och om den inte får röra sig tillräckligt, särskilt under uppväxten, kan det leda till bland annat dålig hållbarhet.

I dagens hästhållning har man mer och mer blivit medveten om vikten av rörelse och aktivitet för hästens välbefinnande och hållbarhet, samtidigt som traditionen säger att hästar skall hållas i box och små rasthagar. Genom att kartlägga i vilket tempo och över vilka sträckor hästar i relativ frihet rör sig, skulle man bättre kunna utforma inhysningssystem dvs. stall och hagar som uppfyller och optimerar hästens behov av rörelse och aktivitet.

För denna kartläggning krävs att man utvecklar passande mätmetoder och som en första studie karakteriserar hästens olika gångarter. I denna pilotstudie används befintlig accelerometerteknik för att karakterisera hästens olika gångarter.

## 1.2 MÅL

Målet med detta arbete är att med hjälp av befintlig accelerometerteknik ta reda på hur/om signalmönstret för de olika gångarterna skritt, trav och galopp på häst skiljer sig åt.

## 1.3 SYFTE

Syftet med arbetet är att samla in och i viss mån analysera data från hästar i ovan nämnda gångarter. Med mitt arbete vill jag bidra till utvecklingen av lämpliga signalanalytiska funktioner för att automatiskt detektera gångarter från accelerometerdata.

## **1.4 FRÅGESTÄLLNING**

Hur ser signalmönstret för gångarterna skritt, trav och galopp ut?  
Skiljer signalmönstret sig för olika storlekar på hästar?

## **1.5 AVGRÄNSNING**

I detta arbete har insamling av data begränsats till tre hästar av olika storlek; shetlandsponnyn mäter 102 cm, fjordhästen 143 cm och fullblodet 166 cm.

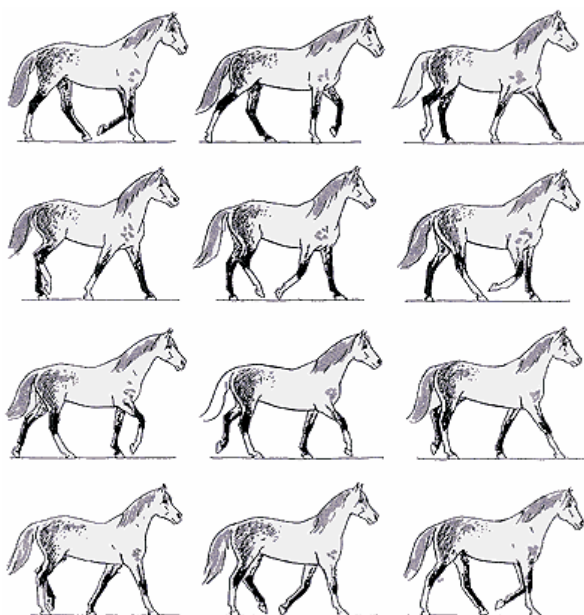
I litteraturen används accelerometerteknik ofta tillsammans med gyroskopmätningar. I detta arbete kommer jag inte att närmare beröra gyroskopmätningar, ej heller tekniken bakom accelerometern.

## 2 HÄSTENS GÅNGARTER

De tre grundgångarterna hos våra hästar är skritt, trav och galopp. Gångarterna skiljer sig åt genom att extremiteternas rörelser samordnas på olika sätt och genom att tempot är olika. Tempo är den hastighet som hästen förflyttar sig i. Steget är den enskilda extremitetens grundläggande rörelse. Ett steg varar från det hoven sätts i marken tills det den landar nästa gång. Steget kan delas in i två delar, understödsperioden och svävningsperioden. Understödsperioden påbörjas när hoven tar kontakt med marken och avslutas när den lyfts upp. Svävningsperioden omfattar den tid då extremiteten böjs ihop, förs framåt och sträcks ut inför landningen. Kraften mellan hov och underlag – och därmed belastningen i extremiteten – beror på tempo, gångart, underlag mm [1]. Ju snabbare tempo desto högre belastning

### 2.1 SKRITT

Skritt är den långsammaste gångarten. Den är fyrtaktig, varje hov sätts i för sig och man hör fyra hovisättningar för varje fullbordad stegcykel. Hästen har två eller tre hovar i marken samtidigt och rör sig relativt bredbent för att få en bred understödsyta. Vanligen sätts bakhoven i framför den samsidiga framhovens tramp. *Se figur 1.* I skritt arbetar hästen med aktiv ryggverksamhet och taktmässiga huvud- och halsrörelser. Huvudet sänks varje gång ett framben lyfts upp och pendlar även i sidled. Hos en normalstor varmblodshäst är steglängden 1,8-2 m. Med cirka 60 steg per minut tar varje steg cirka 1 sek. [1].



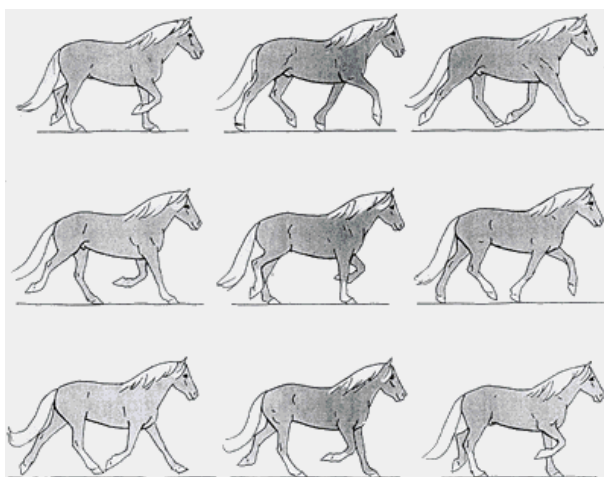
Figur 1. Skrittande häst. I skritt har hästen omväxlande tre eller två ben i markkontakt. Varje steg tar cirka en sekund [1]. (Bo Furugren, 1994, med tecknarens tillstånd)



## 2.2 TRAV

Trav karakteriseras av att de diagonala benparen rör sig synkroniserade. Trav är en tvåtaktig gångart och hästen har antingen två eller ingen hov i marken. Hästen fixerar rygg, hals och huvud. Extremiteterna böjs ihop mer än i skritt och hoven beskriver således en högre bana. *Se figur 2*. Den kraftigare genomtrampningen i kotlederna visar att belastningen är större än i skritt. Allteftersom tempot ökar visar hästen tilltagande linjegång, dvs. den sätter i hovarna allt längre in mot kroppens mittplan för att undvika en vaggande och kraftödande gång. Med snabba tempon följer också ett ökat övertramp, det vill säga att bakhoven sätts i allt längre framför avtrycket efter samma sidas framhov.

En varmblodig ridhäst har steglängder från strax över 2 m i samlad trav till närmare 4 m i ökad trav. I arbetstrav tar hästen 80-100 steg per minut och varje steg tar då 0,6-0,8 sekunder [1].

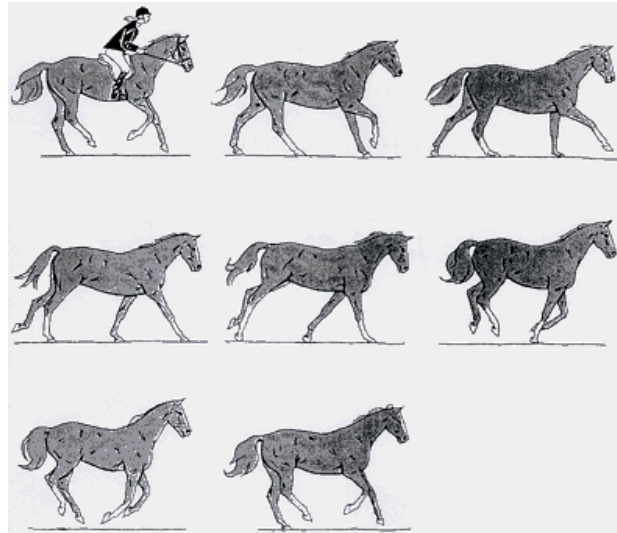


Figur 2. Travande häst, arbetstrav. I trav har hästen antingen två eller ingen hov i marken [1]. Varje steg tar cirka 0,6- 0,8 sekunder. (Bo Furugren, 1994, med tecknarens tillstånd)

## 2.3 GALOPP

Galopp är hästens snabbaste gångart. Hästen har två grundtyper av galopp, dels tretaktsgalopp eller ”canter”, dels fyrtaktsgalopp eller fyrsprång. Tretaktsgalopp används i lägre tempon och har en mycket aktiv och taktmässig rygg- och halsaktivitet. Andningen är vanligen samordnad med rörelserna med ett andetag per stegcykel. Galoppen benämns höger eller vänster galopp efter vilket framben som sist lämnar marken, det ledande frambenet. Man hör tre hovslag per stegcykel och hästen kommer omväxlande ha: en, tre, två, tre, en och ingen hov i marken. I tretaktsgalopp i tempot 350 m per minut är steglängden cirka 3,5 m och varje steg dvs. galoppsprång tar cirka 0,6 sekunder. *Se figur 3*.

Fyrsprång är den snabba galoppen, hals och rygg arbetar mycket aktivt med böjning - sträckning och hästen sätter under sig ordentligt med bakbenen. Rörelsen blir språngartad och påminner mer om hundens och kattens galopp än vad tretaktsgaloppen gör [1].



Figur 3. Galopperande häst, tretaktsgalopp eller "canter" i högergalopp. I tretaktsgalopp har hästen omväxlande: en, tre, två, tre, en och ingen hov i marken. Varje steg dvs. galoppsprång tar cirka 0,6 sekunder [1]. (Bo Furugren, 1994, med tecknarens tillstånd)

## 3 ACCELEROMETERTEKNIK

### 3.1 VAD ÄR EN ACCELEROMETER?

En accelerometer är en elektromekanisk anordning som mäter accelerationskrafter. Dessa krafter kan vara statiska som gravitationskraften eller dynamiska och framkallas då accelerometern flyttas [3].

### 3.2 ACCELEROMETERNS ANVÄNDBARHET

Accelerometern hjälper till att förstå omgivningen bättre. Går det uppför? Fallor det vid nästa steg? Flyger det horisontellt eller dyker det nedåt?

Genom att mäta mängden statisk acceleration i förhållande till gravitationen, kan man finna vinklarna som apparaten lutar åt med hänsyn tagen till Jorden. Genom att avläsa mängden dynamisk acceleration kan man analysera i vilken riktning apparaten rört sig.

Accelerometern kan t.ex. hitta fel i bilmotorer via vibrationstester. I datorns värld har man börjat använda accelerometrar i bärbara datorer, om man råkar tappa datorn detekterar accelerometern det ”plötsliga fria fallet” och stänger av hårddisken så läshuvudena inte gräver sig ner i skivmediet som annars totalförstörs [3].

När hårddisken stängs av går läshuvudena tillbaka till ett säkert ställe en så kallad landing zone [2]. Inom bilindustrin används accelerometern i simulerade situationer för att detektera bilkrockar så krockkuddarna löser ut i precis rätt ögonblick [3].

### 3.3 ACCELEROMETERTEKNIK INOM HÄSTVÄRLDEN

#### 3.3.1 Analysera hopptechnik med accelerometer

Accelerometern används även inom hästforskningen. Man har bland annat analyserat hopptechniken hos enskilda hästar och i en studie [4] demonstrerade man förhållandet mellan hopptechnik och accelerationen mätt vid undersidan av hästens bröstorg.

Man mätte frambenens och bakbenens acceleration var för sig och räknade ut förhållandet dem emellan. Hästarna med sämre hopptechnik hade en lägre stegfrekvens och därmed var ansatshastigheten för låg för att producera tillräckligt med kinematisk energi för att lätt hoppa över hindret.

Studien visade också att hästar med sämre hopptechnik har ett högre förhållande mellan frambenens och bakbenens acceleration än hästar med bra hopptechnik.

Frambensaccelerationen var då högre hos hästarna med sämre hopptechnik vilket gav en lägre accelerationsimpuls till bakbenet vid avsprånget vilket leder till fler rivningar.

### ***3.3.2 Upptäcka hältor med accelerometerteknik***

I denna studie [5] användes två enaxlade accelerometrar dvs. rörelsen mäts i ett plan och två gyroskopomvandlare för att identifiera och kvantifiera graden av hälta på fram- och bakben. Hur hästen pendlar med huvud och hals hör specifikt ihop med hur hästen flyttar sina ben. Vertikala huvud och halsrörelser konverterades till flyttningar - hältor är kvantifierade från tidigare utvecklade algoritmer och det affekterade benet fastställdes genom korrelationen mellan huvud- och halssignalerna samt gyroskopsignalerna från höger fram- och bakhov. Hästarna skoddes med speciella beslag som framkallade en tillfällig hälta, ett affekterat ben.

När hästarna travade på löparband detekterade systemet alla hältor och identifierade det affekterade benet till 100 %. När samma mätning gjordes utomhus på asfalt fann man ibland svårigheter att plocka ut hältkompenten för vidare analys. Detta kopplades till att hästen helt naturligt rör mer på huvud och hals utomhus än inne på löparbandet. Det var dessutom svårare att få hästen att hålla samma hastighet utomhus, på löparbandet ställer man in hastigheten.

## 4 MATERIAL OCH METOD

Under arbetets gång har en litteraturstudie genomförts på engelsk text som min handledare väglett om samt svensk text och artiklar jag funnit på Internet. Insamling av data med accelerometerteknik har utförts på tre hästar av olika storlek, shetlandsponny, fjordhäst samt fullblod.

Sammanställning och enklare analys av insamlade data har också gjorts.

### 4.1 MÄTNINGENS/DATAINSAMLINGENS UTFÖRANDE

Accelerometern placerades i en ficka mellan däckelputorna på en överrullningsgjord och gjorden knäpptes fast på hästen. *Se figur 4.*



Figur 4. Shetlandsponnyhingsten Dirk v.d Achterdijk RS 312 med överrullningsgjord. Den röda pilen visar var accelerometern sitter. (Ahlén, 2007)

Accelerometern och datorn startades och en trådlös förbindelse upprättades mellan accelerometern och en till datorn kabelansluten mottagare.

Mätningen - Datainsamlingen startades från datorn (i detta moment fungerar mottagaren som sändare). Via datorn ser man att signalerna från accelerometern går fram till mottagaren. *Se figur 5.*



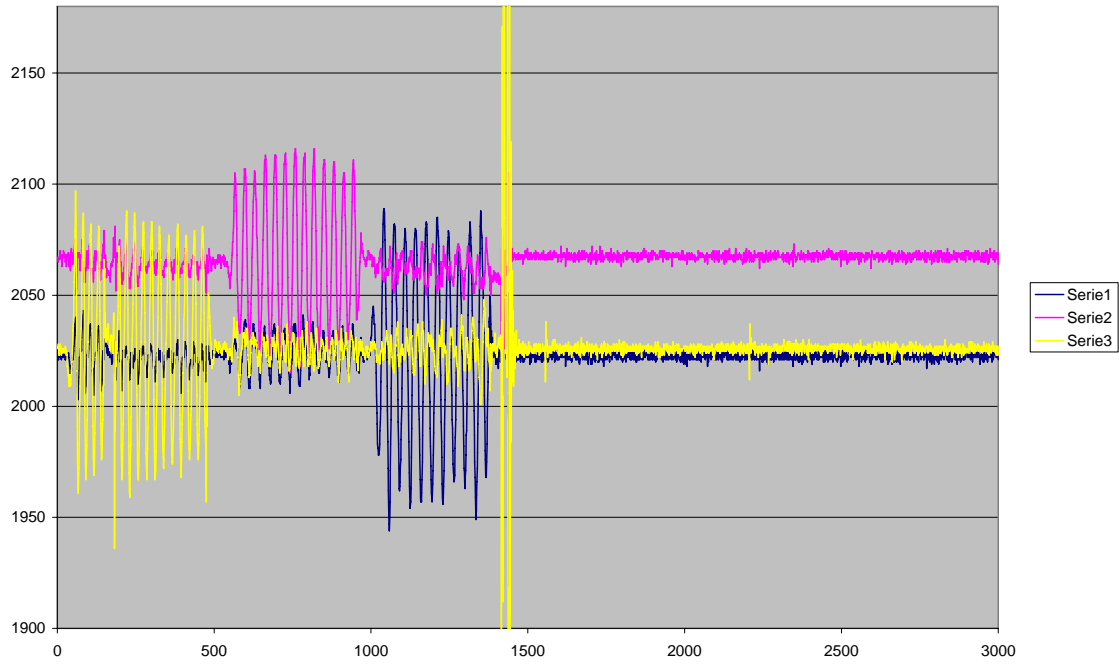
Figur 5. Dator, mottagare, signal, papper och penna – klart för start! (Ahldén, 2007)

Shetlandsponnyn och fullblodet visades vid hand i gångarterna skritt, trav och galopp. Fjordhästen visades vid hand i gångarterna skritt och trav samt lös i ridhus. Vid lösvisningen uppvisades ovan nämnda tre gångarter. Alla mätningar har gjorts på plan mark, dock ej på samma underlag. En mätning med enbart skritt samt en mätning med enbart trav gjordes på varje häst för att få referenser att jämföra övriga mätserier med. *Se bilaga 1.*

Accelerometern känner av och lagrar variationen i hastigheten dvs. accelerationen som signaler. Accelerationen mäts i tre olika plan i rörelseriktningen; horisontalplan lateralplan dvs. sidled och vertikalplan. Signaler från accelerometern överförs trådlöst till datorn via en kabelansluten mottagare. Datorn visar det antal sekunder datainsamlingen varar. Antal signaler/sekund samt antal sekunder kan varieras men har i detta arbete varit förutbestämt till 100 signaler/sekund i 30 sekunder vilket ger en mätserie bestående av 3000 signaler.

Efter avslutad mätning kabelansluts accelerometern direkt till datorn och informationen som lagrats i accelerometern överförs samt omvandlas till talserier på ett excelark i dataprogrammet Excel. Talserierna görs om, i detta arbete förutbestämt, till linjeformade punktdiagram med tre olika serier. Varje serie beskriver sitt signalmönster. Serie 1, blå linje beskriver rörelsen i horisontalplan dvs. fram – bak, Serie 2, rosa linje beskriver rörelsen i lateralplan dvs. höger – vänster och Serie 3, gul linje beskriver rörelsen i vertikalplan dvs. upp – ner. *Se bilaga 1.*

För att ta reda på vilken serie som beskriver vilken rörelse gjordes först en mätning med accelerometern i handen där man först flyttade den i vertikalplan därefter i lateralplan och sedan i horisontalplan. *Se figur 6.* Den vertikala gula linjen som når både toppen och botten mitt i diagrammet, är rörelsen för när accelerometern lades ner på plan yta. Därefter ligger accelerometern stilla på plan yta.



Figur 6. Accelerometerdata i diagram. Serie 3, gul linje motsvarar rörelsen i vertikalplan, Serie 2, rosa linje motsvarar rörelsen i lateralplan och Serie 1, blå linje motsvarar rörelsen i horisontalplan.

## 5 RESULTAT

### 5.1 DE OLIKA GÅNGARTERNAS MAX- OCH MINVÄRDEN

Skritten är den gångart som har lägst skillnad mellan max - och minvärden uträknat från talserierna. I *tabell 1* ges en sammanställning av skillnaden mellan max - och minvärden från talserierna med skritt, trav och galopp från shetlandsponnyn, fjordhästen och fullblodet.

Tabell 1. Skillnaden mellan max- och minvärden från mätserierna. Serie 1 motsvarar rörelsen i horisontalplan, Serie 2 motsvarar rörelsen i lateralplan och Serie 3 motsvarar rörelsen i vertikalplan.

	Skritt			Trav			Galopp		
	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 1	Serie 2	Serie 3
<b>Shetlandsponny</b>	54	36	28	140	79	127	288	166	139
	86	63	31	124	57	105	191	149	144
	76	59	28	117	70	120	225	163	145
	93	49	37	122	65	111			
				127	86	127			
			164	84	125				
<b>Fjordhäst</b>	77	57	33	171	86	134	219	227	186
	93	65	48	131	51	81	217	251	235
	53	45	37	195	90	153	222	271	259
	84	47	50	267	134	150	223	226	225
	75	52	33	328	149	176			
	36	42	29	191	78	111			
				166	73	103			
				225	79	159			
			273	202	181				
			211	75	86				
<b>Fullblod</b>	31	29	25	112	86	83	177	158	125
	51	40	29	125	116	94	122	90	92
	57	51	40	107	82	90			
	32	43	27	111	86	83			
	46	46	30	110	97	95			

Värdet från Serie 1 är högre än Serie 2 och 3 oberoende av gångart och storlek på häst. Serie 1 beskriver rörelsen i horisontalplan (fram- bak).

Då max och minvärden endast tar hänsyn till högsta och lägsta värde i talserien skulle man behöva korrigera för detta eftersom det kan bli väldigt fel utslag om hästen t.ex.



skulle ta ett snabbt hopp till sidan eller tvärbromsa för att sedan gasa för fullt igen, vilket ju hästar faktiskt gör ganska ofta.

I *tabell 2* ges en liknande sammanställning av skillnaden mellan max- och minvärden, korrigerad för 10 % av de högsta respektive lägsta värdena från talserierna med skritt, trav och galopp från shetlandsponnyn, fjordhästen och fullblodet.

Tabell 2. Skillnader mellan max- och minvärden från mätserierna korrigerad för 10 % av de högsta respektive lägsta värdena. Serie 1 motsvarar rörelsen i horisontalplan, Serie 2 motsvarar rörelsen i lateralplan och Serie 3 motsvarar rörelsen i vertikalplan.

	Skritt			Trav			Galopp		
	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 1	Serie 2	Serie 3
<b>Shetlandsponny</b>	28	21	10	69	22	67	77	54	65
	41	26	16	67	20	60	96	64	78
	27	22	12	60	23	65	74	57	66
	42	26	15	72	21	67			
				66	39	79			
			76	25	74				
<b>Fjordhäst</b>	25	27	14	62	26	65	62	55	83
	15	18	11	62	24	54	74	106	91
	16	21	12	66	36	72	71	110	89
	25	25	14	67	38	73	68	118	80
	32	27	15	72	39	76			
	16	20	10	66	27	64			
				68	25	53			
				93	29	67			
			90	34	71				
			73	27	57				
<b>Fullblod</b>	11	16	10	38	28	57	61	44	68
	23	18	10	42	40	64	51	38	58
	27	21	17	43	33	57			
	14	19	13	43	32	59			
	25	25	15	42	37	61			

Även här är skritten den gångart som har lägst skillnad mellan max - och minvärden uträknat från talserierna. Värde för Serie 2 i trav är genomgående lägre än för Serie 1 och 3. Serie 2 beskriver rörelsen i lateralplan (vänster – höger). Vilken procentsats man ska använda vid eventuell korrigering av max- och minvärden behöver dock granskas mer.

## 5.2 DE OLIKA GÅNGARTERNAS SIGNALMÖNSTER

Signalmönstret för de olika gångarterna kan ses i diagrammen i *bilaga 1, 2 och 3*. Att skritt är en fyrtaktig rörelse, trav en tvåtaktig och galopp i lägre tempo tretaktig [4] ses också som tydliga skillnader i signalmönstret.

Serie 1 (rörelsen fram – bak) och 3 (rörelsen upp- ner) i travdiagrammen i *bilaga 2 och 3, figur 13, 16, 19, 22, 25 och 28*, visar en tätare frekvens dvs. fler antal steg/sekund än vad Serie 1 och 3 i galoppdiagrammen i *bilaga 2 och 3, figur 14, 17, 20, 23, 26 och 29*, gör. Skritten särskiljs genom att Serie 2 (rörelsen vänster – höger) ligger lite ovanför och mer ”för sig själv” än Serie 1 och 3.

Diagrammen för trav i *bilaga 1 och 2, figur 13, 16, 19, 22, 25 och 28* visar att topparna i Serie 1 (rörelsen fram - bak) följs av en successivt sjunkande linje, då linjen nått botten går den i stort sett rakt upp till toppen. Serie 3 (rörelsen upp – ner) har sitt bottenläge på ungefär samma ställe som Serie 1 men går istället snett uppåt, har en planare topp och lite brantare ner till botten. Serie 1 och 3 har sina toppar mittemellan varandra. Serie 2 (rörelsen vänster – höger) beskriver en mer utfasad linje med mindre svängningar.

Diagrammen för galopp i *bilaga 2 och 3, figur 14, 17, 20, 23, 26 och 29* visar att dalarna för Serie 3 (rörelsen upp – ner) följs av att linjen går snett uppåt, har en längre och planare topp än i traven för att sedan gå ner i botten.

Frekvensen för bottenvärdena (min. värdena) är lägre i galopp än i trav.

## 6 DISKUSSION

De högsta topparna och de lägsta dalarna man kan utläsa ur diagrammen i *bilaga 2 och 3* skulle kunna förklaras med att hästarna som användes vid mätningarna har olika kropps-konstitution dvs. kroppsform. Det gör att accelerometern inte hamnar i exakt horisontellt läge. Den tippas bakåt, hur mycket beror bland annat på hur välutvecklad hästens manke är – läget strax framför där accelerometern placerades, *se figur 1*. När accelerometern tippas bakåt delas rörelsen i vertikalplan så den även ger utslag för horisontalplan, *se figur 7*. (Observera att *figur 7* endast vill visa rörelsens (kraftens) uppdelning då accelerometern tippas och gör inte anspråk på skalenslighet.)



Figur 7a. Med accelerometern i horisontellt läge går rörelsen (kraften) i vertikalplan. Figur 7b. Om accelerometern tippas delas rörelsen (kraften) mellan vertikalplan och horisontalplan.

Det skulle i så fall betyda att Serie 1, (rörelsen fram – bak) skulle ge högre utslag på bekostnad av Serie 3, (rörelsen upp – ner). Ett gyroskop inbyggt i accelerometern hade korrigerat för detta problem. Ett sådant borde därför vara att föredra vid framtida mätningar.

I *bilaga 3, figur 26*, visas fjordhäst i galopp. Värdena för Serie 2 och 3 är markant högre än vad man kan utläsa för motsvarande värden för *figur 23*, shetlandsponny i galopp samt för *figur 29*, fullblod i galopp. Fjordhästen visades lös i ridhus under den mätningen medan de andra två visades vid hand på rakt spår. Värdenas skillnad skulle kunna förklaras med att fjordhästen dels höll högre tempo eftersom den var lös och delvis galopperade på böjt spår. Det högre tempot ger en snabbare rörelse och refererat till *figur 7* borde även accelerometern till viss del tippa i sidled på böjt spår.

Intressant att notera är trots att hästarna ej har visats på samma underlag och med tanke på att hästens rörelser påverkas av olika underlag, visar diagrammen i *bilaga 2 och 3* tydliga likheter mellan gångarterna för de olika hästarna.

Det tillsammans med som tidigare nämnts, att skritt är en fyrtaktig rörelse, trav en tvåtaktig och galopp i långsammare tempon en tretaktig rörelse gör att jag drar slutsatsen att signalmönstret i stort ser likadant ut oberoende av hästens storlek.

Galopp i snabbare tempon dvs. fyrsprång har inte ingått i någon mätserie i denna studie. Fyrsprång är förvisso en fyrtaktig rörelse liksom skritt men med tanke på skillnaden i

både stegländ och hastighet för de båda gångarterna, borde det inte råda något tvivel om vilket signalmönster som visar skritt respektive galopp vid en eventuell mätning.

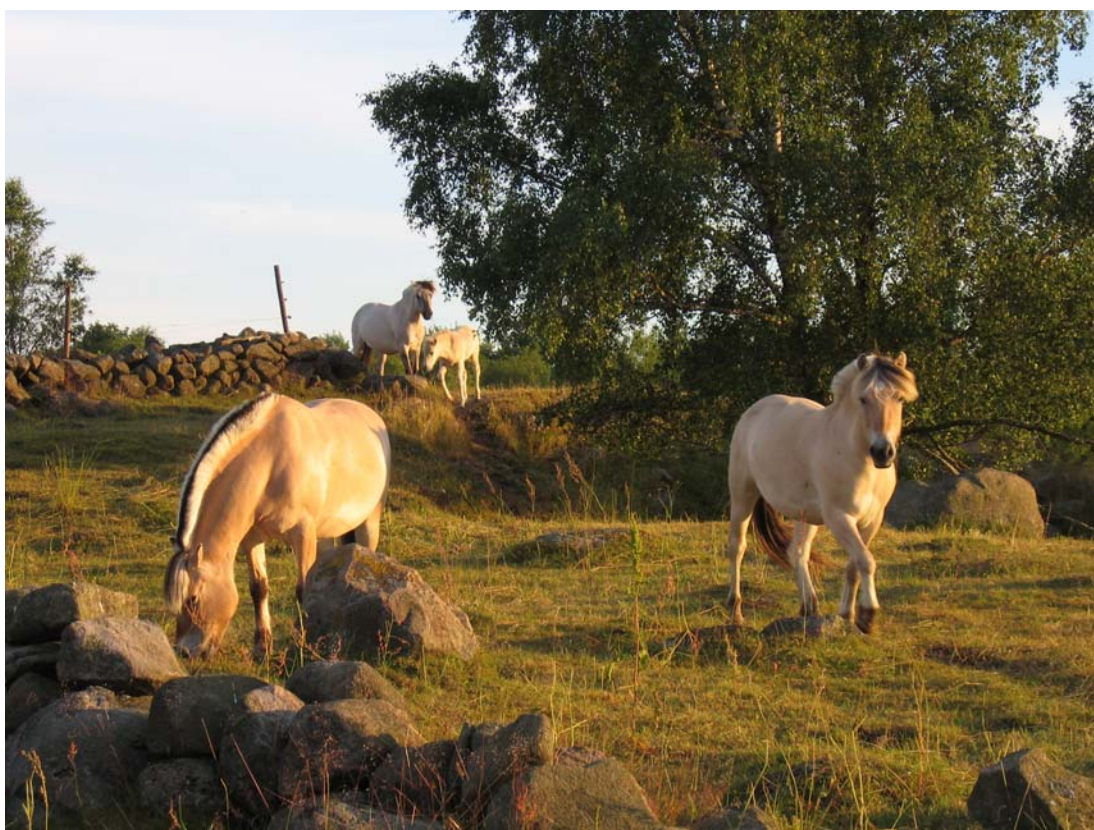
Frekvensen dvs. antal steg/sekund tillsammans med de korrigerade max- och minvärdena samt de olika seriernas specifika förhållande till varandra torde vara en bra utgångspunkt för att automatiskt kunna detektera gångarter från accelerometerdata.

Vilken procentsats man ska använda vid korrigering av max- och minvärden behöver dock granskas mer. I *tabell 2* använde jag 10 %, vilket verkar vara för högt då det här var svårare att se några direkta samband eller olikheter mellan serierna än i *tabell 1*.

Efter alla ”bestämda mätningar” som gjorts hade det varit intressant att se hur signalmönstret över en häst som ”bara” går och betar ser ut.

Det är intressant att veta hur hästen rör sig över dygnet, både vad gäller sträckor och gångarter för att kunna planera inhysningssystem som tar hänsyn till hästens behov så den kan utvecklas till en frisk, stark och hållbar individ och få förbli det också!

Genom att även mäta hästens rörelser med GPS, ett navigeringssystem, kan man därtill få reda på var hästen befinner sig och i vilket tempo den förflyttar sig. Då är det kanske inte ens nödvändigt att veta vilken gångart hästen har, det kanske är mer intressant att veta vilket tempo och sträckor hästen håller över dygnet? *Se figur 8*. Accelerometerdata kan dock ge en mer exakt bild av vilka krafter hästens rörelseapparat utsätts för.



Figur 8. Fjordhästar på sommarbete. Damen längst till höger, Wilma 24-02-1081, har varit vänlig nog att medverka vid insamling av data.

## 7 REFERENSER

### 7.1 SKRIFTLIGA

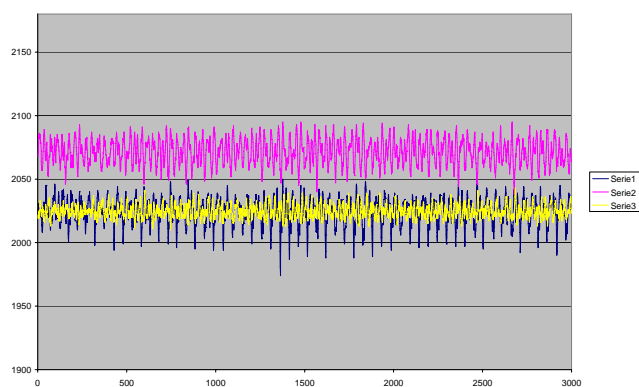
- [1] Attrell, B., Björnhag, G., Dalin, G., Furugren, B., Philipsson, J., Planck, C., Rundgren, M. 1994. Hästens biologi, utfodring och avel. Natur och kultur/LT's förlag. Falköping.
- [3] DimensionEngineering.  
<http://.dimensionengineering.com/accelerometers.htm> (070512)
- [4] Barrey, E., Galloux, P. 1997. Analysis of the equine jumping technique by accelerometry. *Equine Veterinary Journal Suppl.* **23**, 45-49.
- [5] Keegan, K., Yonezawa, Y., Pai, F., Wilson, D. 2002. Accelerometer-Based System for the Detection of Lameness in Horses. *Biomedical Sciences Instrumentation.* **38**, 107-112.
- [6] Dejnabadi, H., Jolles, B., Aminian, K. 2005. A New Approach to Accurate Measurement of Uniaxial Joint Angles Based on a Combination of Accelerometers and Gyroscopes. *IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING.* **52**, 1478-1484.
- [7] Ungar, E., Henkin, Z., Gutman, M., Dolev, A., Genizi, A., Granskopp, D. 2005. Inference of Animal Activity From GPS Collar Data on Free-Ranging Cattle. *Rangeland Ecology Management* **58**, 256-266
- [8] Roepstorff, L., Egenvall, A., Lönnell, C., Michanek, P., Wu, P. Hästars rörelsemönster samt banunderlag för träning och tävling – biomekaniska och epidemiologiska fältundersökningar samt metodutveckling. 2007. Ansökningshandling till SLF, Svensk Lantbruksforskning.

### 7.2 MUNTliga

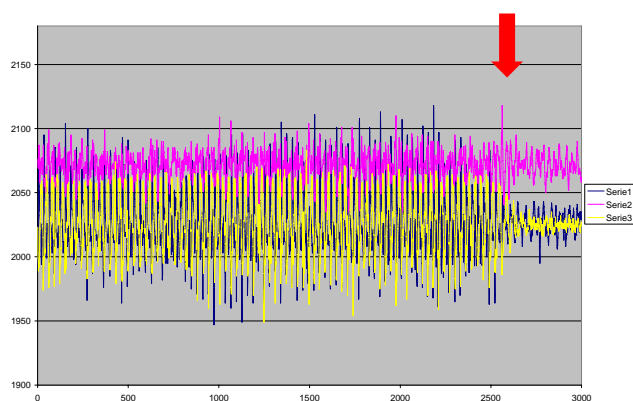
- [2] Mattsson, Andreas, blivande dataingenjör, maj 2007

## 8 BILAGOR

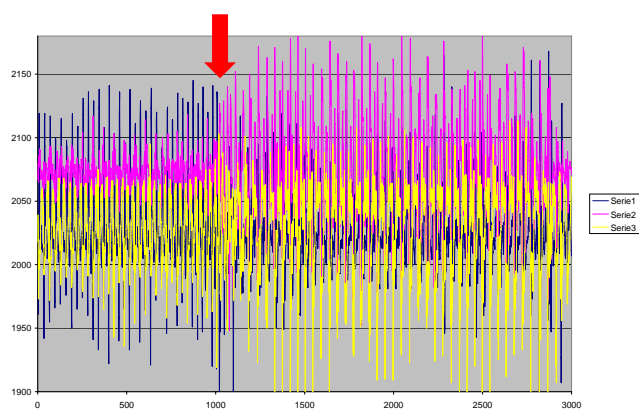
30 sekunders mätserie som visar signalmönstret för fjordhäst i skritt, trav och galopp.



Figur 9. Fjordhäst i skritt.

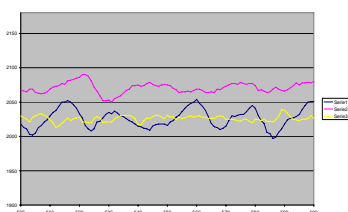


Figur 10. Fjordhäst i trav som saktar ner till skritt vid pilen.

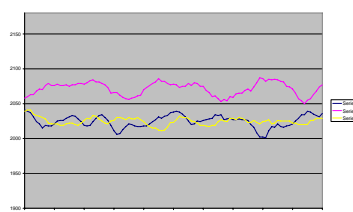


Figur 11. Fjordhäst i trav som slår över i galopp vid pilen.

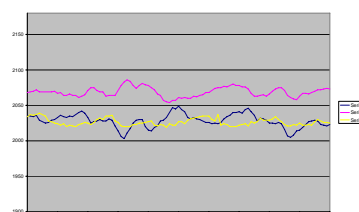
De olika gångarternas  
signalmönster under  
1 sekunds mätserie.



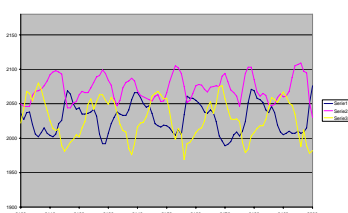
Figur 12. Shetlandsponny i skritt.



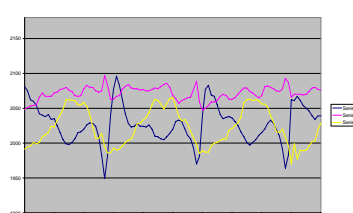
Figur 15. Fjordhäst i skritt.



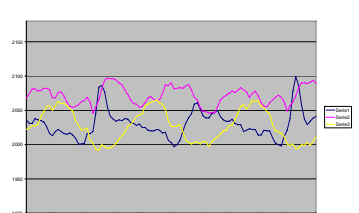
Figur 18. Fullblod i skritt.



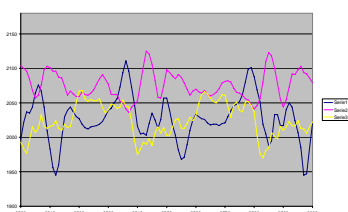
Figur 13. Shetlandsponny i trav.



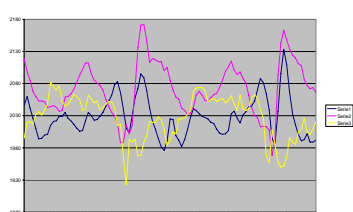
Figur 16. Fjordhäst i trav.



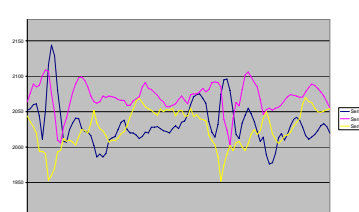
Figur 19. Fullblod i trav.



Figur 14. Shetlandsponny i galopp.

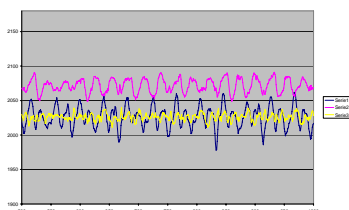


Figur 17. Fjordhäst i galopp.

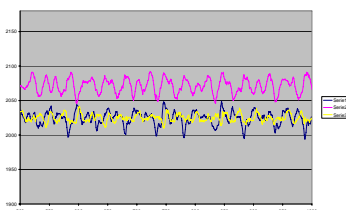


Figur 20. Fullblod i galopp.

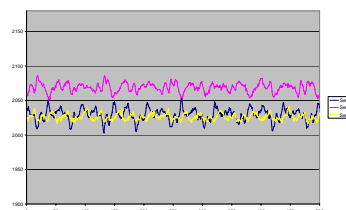
De olika gångarternas  
signalmönster under  
5 sekunders mätserie.



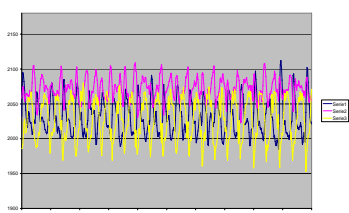
Figur 21. Shetlandsponny i skritt.



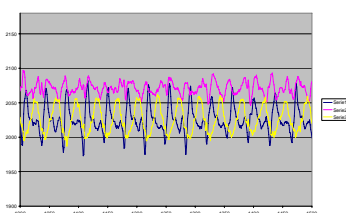
Figur 24. Fjordhäst i skritt.



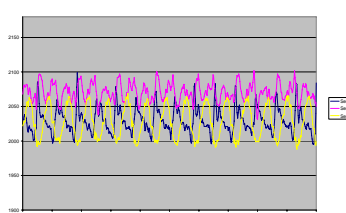
Figur 27. Fullblod i skritt.



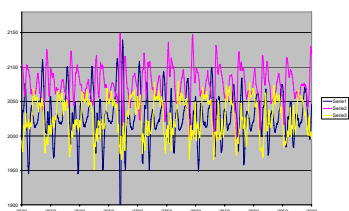
Figur 22. Shetlandsponny i trav.



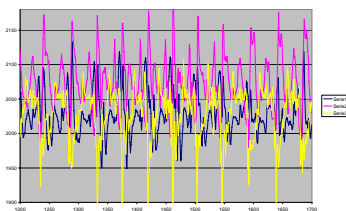
Figur 25. Fjordhäst i trav.



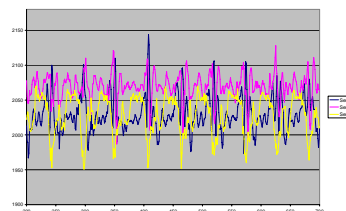
Figur 28. Fullblod i trav.



Figur 23. Shetlandsponny i galopp.



Figur 26. Fjordhäst i galopp.



Figur 29. Fullblod i galopp.