



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi

Hjärtljudsöverföring via mobilen, är det möjligt?

Helena Törnelius

Uppsala

2009

Examensarbete inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2009:52*

Hjärtljudsöverföring via mobilen, är det möjligt?

Helena Törnelius

*Handledare: Clarence Kvart, Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi
Examinator: Jens Häggström, Institutionen för Kliniska vetenskaper*

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2009
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi
Kurskod: EX0233, Nivå X, 30hp*

Nyckelord: Bluetooth, blåsljud, fonokardiogram, häst, mobiltelefon

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2009:52*

Sammanfattning

Blåsljud hos häst upptäcks även hos kliniskt friska hästar i samband med besiktningar och auskultation inför ingrepp som kräver att lugnande medel ges. Dessa ljud kan vara svåra att skilja från blåsljud som uppstår från ett hjärtfel, framförallt för en oerfaren veterinär. Det vore därför praktiskt om man kunde få hjälp med diagnosticeringen utan att för den skull behöva remittera hästen till en hästklinik. En tänkbar lösning vore att överföra ljudet från ett elektroniskt stetoskop via bluetooth till en telefon. Via telefonen skickas datafilen över GPRS-nätet till en dataserver. Då filen anlät till servern meddelas en erfaren veterinär med mail eller sms så att han/hon kan hämta filen till sin egen dator för att avlyssna ljudet samt rita upp ett fonokardiogram. Flera av de ingående signalvägarna finns redan och är validerade, det som behöver utvecklas är hur signalen skickas från stetoskopet till telefonen och hur den hanteras i telefonen med avseende på märkning och nedspårning. Även hantering av signalen när den hämtats från servern måste utvecklas så att det blir läsbart för granskande veterinär.

I detta examensarbete har telefonhanteringen utvecklats och validerats med hjälp av 18 privatägda hästar. Hästarna kunde delas in i tre grupper; utan hörbart blåsljud, hörbart blåsljud utan kliniskt fel samt hörbart blåsljud med hjärtfel. Resultaten har varit entydiga, hjärtljuden överförs men tekniken måste förfinas för att minska störande brus då eventuella blåsljud inte gått att höra hos någon av hästarna. Det finns flera tänkbara felkällor till den låga ljudkvaliteten men ingen har undersökts närmare då tidsfaktorn varit en del av problemet. Tidsbristen gjorde även att överföringen inte gjordes via GPRS-nätet utan togs från telefonen genom en USB-kabel till en fast dator för att analysera kvaliteten, men denna genväg torde inte ha bidragit till sämre ljudkvalitet.

Lyckas man lösa de tekniska bitarna så att en diagnostisk kvalitet erhålls på ljudfilerna kan det framtagna systemet komma till nytta hos fältpraktiserande veterinärer. De veterinärer som tagit del av examensarbetet har varit positiva till systemet och sett en nytta med att få hjälp med en snabb bedömning av kardiologispecialist. Detta också inom flera djurslag med både minskade kostnader och tidsvinster till förmån för djurägarna.

Summary

Heart murmurs are sometimes discovered in clinically normal and healthy horses during examination for purchase, insurance, or before sedativum is given. Harmless murmurs can be difficult to distinguish from murmurs that are generated from heart disease, especially for an inexperienced veterinary surgeon. For that reason, it would be convenient to get help with the diagnosis without referring the horse to an equine hospital. One solution could be to transmit the heart sounds from an electronic stethoscope to a mobile phone by using Bluetooth. The phone could then be used to send the file to a computer server using the GPRS pathway and an experienced veterinary surgeon or cardiologist could download the sound file to his/her personal computer in order to listen to the sound and watch the phonocardiogram, after having received a notification by email or sms. This system would partly use signal pathways that already exist and are validated. What needs to be developed is methods for sending the signal from the stethoscope to the mobile phone and how the signal is handled by the phone, e.g.

naming and saving the file. Also the system for downloading the file from the server and making it readable for the veterinary surgeon at the hospital needs to be developed.

In this work the management by the phone has been developed and validated by using 18 privately owned horses. The horses were divided into three different groups; one without audible murmurs, one with audible murmurs but without evidence of heart disease and one with audible murmurs and confirmed heart disease. The results are unequivocal, the heart sounds are transmitted but the technique needs to be improved in order to reduce the noise that made it impossible to hear even the loudest murmurs recorded. There are some possible sources of error responsible for the low quality of the sound, but none have been further investigated due to of lack of time which has been a problem. The lack of time was responsible for changing the transfer of the signal: instead of using the GPRS the signal was transmitted from the phone to a personal computer by using a USB cable. This technical shortcut should have little impact on the results.

If the technical problems are solved and a diagnostic quality of the sound files is reached, the suggested system can come to use for field based veterinary surgeons. The veterinary surgeons that have been presented for the ideas in this thesis have been positive to this system as it would increase the diagnostic capacity in clinical practice. It can come to use in several species and save both time and money for the clients.

1	BAKGRUND	1
1.1	NYTTA	2
1.2	STATE-OF-THE ART	3
1.3	PROBLEMSTÄLLNING, SYFTE OCH MÅL	4
2	TEORI	5
2.1	MOBILTEKNIK	5
2.1.1	<i>Mobiltelefonen</i>	5
2.1.2	<i>GPRS</i>	8
2.2	BLÅTAND (BLUETOOTH)	8
2.3	HJÄRTATS ANATOMI OCH FYSIOLOGI	11
2.4	HJÄRTLJUDENS UPPKOMST	12
2.5	FONOKARDIOGRAM	14
2.6	VAD KAN MAN EGENTLIGEN HÖRA VID AUSKULTATION?	16
2.6.1	<i>Lokalisation</i>	16
2.6.2	<i>Intensitet</i>	16
2.6.3	<i>Frekvens</i>	17
2.6.4	<i>Strålning</i>	17
2.6.5	<i>Ljudets placering i hjärtcykeln</i>	17
3	UTVECKLING AV SYSTEMET	18
3.1	SYSTEMDESIGN	18
3.2	MJUKVARA I TELEFONEN	20
3.3	UTVÄRDERING AV SYSTEMET	24
4	RESULTAT	25
5	DISKUSSION	27
6	REFERENSLISTA	31

1 Bakgrund

I samband med veterinärbesiktning eller auskultation inför sedering på hästar är det inte helt ovanligt att veterinärer ute i fält hittar blåsljud eller andra biljud, till exempel tredje och fjärde hjärttonen. Blåsljud kan vara en indikation på hjärtsjukdom, men förekommer även hos helt normala hästar. Flera undersökningar har visat att fysiologiska systoliska blåsljud kan höras i 66 % av den normala hästpopulationen. (Marr C., *Cardiology of the horse*, kapitel 6, W B Saunders, 1999, ISBN 0-7020-2240-3).

Det kan dock vara svårt att särskilja de olika blåsljuden åt, speciellt de systoliska som dessutom är vanligast. Eftersom en stor andel kliniskt friska hästar uppvisar förekomst av blåsljud och då orsaken till ljuden inte är helt säkerställd har det fått konsekvensen att de före ultraljudets tid klassificerats som signifikanta om intensiteten översteg en viss nivå, vanligen tre på den sexgradiga skalan, annars klassades de som icke signifikanta. Arbetssättet har gjort att mycket data om hur ljuden utvecklas över tid hos en viss individ samt betydelsen för prestationen har gått förlorad, men i och med möjligheten att undersöka hästarna med ultraljud har skadan börjat repareras. Ultraljudsundersökningarna har dessutom visat att noggrann auskultation har stor betydelse för att kunna ställa en korrekt diagnos. (Marr C., *Cardiology of the horse*, kapitel 6, W B Saunders, 1999, ISBN 0-7020-2240-3).

Då det är svårt att ställa rätt diagnos utifrån förekomst av de systoliska blåsljuden, såväl på häst som på människa, (Marr C., *Cardiology of the horse*, kapitel 6, W B Saunders, 1999, ISBN 0-7020-2240-3) kan detta få som konsekvens att i osäkra fall kan hästarna förbli odiagnostiserade eller remitterade till en hästklirik för utredning av biljudet. På hästkliniken arbetar veterinärer som specialiserat sig på djurslaget häst samt har tillgång till tekniska hjälpmedel som inte används i fält och kan därför bättre avgöra ljudets art och betydelse. I landets norra delar kan det vara långt till närmaste klinik vilket innebär att resan kan ta flera dagar med stora kostnader som följd, dessutom innebär det alltid en risk att transportera hästar.

Mot bakgrund av den beskrivna problematiken vore det önskvärt att veterinärer i fält kan ges möjlighet att överföra ljudet till specialister inom internmedicin eller kardiologi, för att erhålla en utvärdering av ljudet utan att behöva flytta på hästen.

En framtida lösning skulle kunna vara att stetoskopet ansluts till mobiltelefon eller liknande utrustning som möjliggör att ljudet kan skickas från stetoskopet till en server där det kan laddas ner av veterinär med specialistkunskaper varefter feedback till veterinären i fält kan ges. Ett sådant system bör kunna utvecklas utan att dyr kringutrustning krävs för ändamålet.

Mobiltelefoner och liknande lösningar är väldigt olika beroende på tillverkare och prestanda, även inom samma märke, vilket gör att utveckling av en generell lösning oberoende av mobiltelefon i dagsläget är svårt. En annan problematik är att den genomsnittliga telefonen är anpassad för överföring av frekvenser 300-3000 Hz medan de ljud som är intressanta för hjärtljudsanalys har frekvenser inom området 30-1000 Hz

(Naylor et al, *An assesment of the terminology used by diplomates and students to describe the character of equine mitral and aortic valveregurgitant murmurs: correlation with the physical properties with the sounds*, Journal of veterinary internal medicine May-Jun; 17 (3). 332-6), vilket gör att mycket information kommer att gå förlorad i överföringen. Dessutom blir det som regel mycket brus då telefonens mikrofon används som i så fall kan dölja intressant information i signalen.

Delar av tekniken finns redan idag och används i andra tillämpningar inom humanmedicinen. För att kunna tillämpa detta i fältbaserat veterinärarbete krävs att utrustningen är användarvänlig och inte upplevs som krånglig av veterinären, vilken inte helt sällan är behäftad med teknikrädsla.

1.1 Nyttä

Genom den här metoden sparas hästen en resa till en hästklirik, där såväl resan som vistelsen på kliniken innebär en stress för djuret. För djurägaren innebär detta mindre omkostnader jämfört med att ta hästen till en klinik. Pengarna det dels kostar att resa, samt kostnaden för undersökning och uppstallning på kliniken kan sparas. Även om specialisten självklart får betalt för sitt arbete torde den totala kostnaden bli lägre. Dessutom kan klinikens resurser användas till de verkligt sjuka djuren. Förhoppningen är också att de kliniker som har en specialist som kan användas som resurs har möjlighet att ta sig an fallet inom en kortare tid än vad som skulle bli fallet för ett utredningsbesök, tiden mellan upptäckten av ljudet till preliminär diagnos kan därmed minskas vilket kan vara viktigt för möjligheten till behandling. Ytterligare en positiv sida är att avståndet inte har betydelse, den närmaste kliniken måste inte användas utan den klinik som har en mer erfaren veterinär inom kardiologi kan nyttjas. Genom att ljudinspelningen sker i hästens hemmiljö är chansen större att hästen inte stressas av undersökningen utan står lugnt vilket ger en bättre kvalitet på signalen. Undersökningarna går även att utföra på platser med dålig mottagning i mobiltelefonnätet genom att ljudfilen kan sparas i telefonen och det är därför möjligt att vänta med att skicka signalen tills mottagningen blivit bättre.

Miljöfrågan är ännu en motivering till att undvika onödiga transporter. Även om användandet av mobiltelefonnätet och Internet kräver energi så är åtgången vid jämförelse försumbar och inte nödvändigtvis av fossilt ursprung. De bilar som kan dra en hästtransport drivs i dagsläget oftast av fossila bränslen vilket ger ett nettotillskott av koldioxid i atmosfären. Därtill får läggas att en bil som drar tungt ökar sin förbrukning med några tiotal procent, vilket ytterligare ökar koldioxidbelastningen. Transport med lätt eller tung lastbil innebär samma koldioxidproblematik.

Om det visar sig att det går att remittera hästars hjärtljud med hjälp av en mobiltelefon och ett elektroniskt stetoskop med blåtandsplattform, kan man se en marknad för tekniken. Tillämpningen kan även få som konsekvens att de elektroniska stetoskopens marknadsandel ökar bland stordjurspraktiserande veterinärer. Ett användningsområde som kan ses för det elektroniska stetoskopet är inom telemedicin. Detta förutsatt att tekniska lösningar utvecklas som gör det möjligt att skicka information globalt såväl inom humanmedicinen som veterinärmedicinen vilket skulle ge en stor kommersiell

potential speciellt om utrustningen blir lätt att ta med sig och billig att införskaffa för veterinärstationer och mindre kliniker.

1.2 State-of-the art

I den förstudie som genomfördes som en del av detta arbete har sökning efter liknande projekt gjorts. Sökning har gjorts med hjälp av Internet och databasen PubMed (sökord: equine heart murmur, heart murmur, equine heart, veterinary telemedicine, mobile phone/cell phone, heart sound/ murmur transmission) Förstudien visade att inga artiklar som beskriver system för mobil överföring av hjärtljud finns, varken på häst, eller något annat djurslag, inte heller på människa . Det arbete som legat närmast detta är överföring av humana fetala fonokardiogram med hjälp av en specialbyggd sändare som fästs på moderns mage i hemmet under de sista graviditetsveckorna och skickar signalen till sjukhuset via GPRS. Detta arbete är gjort i Ungern av Kovacs et al som även fått patent i USA på sändaren.

Mobiltelefonen har dock använts inom andra applikationsområden, såväl inom humanmedicinen som veterinärmedicinen, för att överföra klinisk information.

De flesta artiklar som hittats om mobiltelefonens användning inom sjukvården har beskrivit metoder för att överföra EKG-information. Ett exempel är EKG inom den svenska ambulanssjukvården som använts i Skåne sedan 2000 varefter resten av landet följt efter. Internationellt har lyckade försök gjorts med att skicka EKG via en 2,4 GHz mobil till en serverdator på ett sjukhus där informationen både kan lagras och skickas till läkarens javamobil så denne kan avläsa EKG:t oberoende av var denne befinner sig. (Iwamoto J, Yonezawa Y, Ogawa H. M., Ninomiya I, Sada K, Hamada S, Hahn A. W., Caldwell W. M., *A new mobile phone-based ECG monitoring system*, Biomedical sciences instrumentation, 2007; 43: 318-23).

För att övervaka patienter med kronisk hjärtsjukdom såsom hjärtinfarktspatienter, högt blodtryck, hjärtsvikt samt patienter med maligna arrytmier i hemmet, akut sjuka exkluderade, har WAP använts för att skicka EKG till en automatisk plattform som lagrar informationen kronologiskt i patientmappar. Därifrån kan läkaren plocka upp dem via WAP eller Internet för att utvärdera dem. Patienterna har även möjlighet att skicka sms till läkaren om de känner symptom från hjärtat för snabbt besked om vad de ska vidta för åtgärder. (Salvador C. H. , Pascual Carrasco M, Gonzalez de Mingo M. A., Muñoz Carrero A, Márquez Montes J, Sosa Martín L, Caverro M. A., Fernández Lozano I, Monteagudo J. L., *Airmed-cardio: a GSM and Internet services-based system for out-of-hospital follow-up of cardiac patients*, IEEE transactions on information technology in biomedicine, 2005 Mar; 9(1): 73-85).

En utvidgning av dagens ambulans-EKG har gjorts av forskare i Hong Kong där förutom sex-kanalers EKG, även syremättnadsgrad, blodtryck, blodglukos och kroppstemperatur har skickats till en läkares PC från en personlig digital assistent via det mobila telefontätet samt TCP/IP-nätverk. Överföringsresultaten har varit goda. (Kang J, Chun H,

Shin IH, Shin SD, Suh GJ, Kim HC, *Preliminary evaluation of the use of a CDMA-based emergency telemedicine system*, Journal of telemedicine and telecare, 2006;12(8):422-7).

En studie som har gjorts i Grekland, ett land bestående av en bergig huvuddel omgiven av flera små öar vilket gör telemedicin till ett ofta använt hjälpmedel i flera tillämpningar, jämfördes tillförlitligheten mellan det mobila och det fasta telefonnätet. Studien gjordes som en screening av unga fotbollsspelare innan träning för att hitta oupptäckta kardiovaskulära sjukdomar som kan ge obehagliga upplevelser i samband med fysisk träning. Undersökningen gjordes av den lokala läkaren och då indikation fanns skickades EKG till kardiolog vid ett sportmedicinskt specialistinstitut. Överföringarna fungerade bra utom då mottagningen var dålig, vilket kanske känns naturligt. Idén liknar vår, att en urgallring på patientens hemort görs och kvarstår frågeställningen efter expertkonsultation får undersökningen utökas med förflyttning av patienten som följd.

(Samaras T, Karavasiadou S, Kouidi E, Sahalos J. N., Deligiannis A, *Transtelephonic electrocardiographic transmission in the preparticipation screening of athletes*, International journal of telemedicine and applications, 2008:217909).

Under 1980-talet utvecklades teknik för att överföra EKG från hund och katt via det fasta telefonnätet genom att konvertera signalen till toner. Detta gjordes med en bärbar, batteridriven transistorförstärkare med elektroder, eller om den remitterande kliniken hade en EKG-apparat, en adapter som översatte signalen till toner samtidigt som apparaten ritade ut pappersremsorna. Själva överföringen gick till så att remitterande klinik ringde upp mottagande klinik och angav nödvändig information, båda sidor var då bemannade. Därefter lades den sändande sidans telefonmikrofon på avsedd plats på förstärkaren och inspelningen startades i ett i förväg överenskommet mönster, vanligen I, II, III, aVR, aVL och aVF. Mottagarsidans telefonhögtalare lades på en demodulator som gjorde om ljudet av frekvensområdet 1,2-2,1 kHz till EKG-signaler som skrevs ut som ett elektrokardiogram, vilket sedan kunde utvärderas av en kardiolog. (Tilley L.P., *Essentials of canine and feline electrocardiography: interpretation and treatment*, Lea & Febiger, Philadelphia, 2 edition, 1985, ISBN 0-8121-0920-1, Tilley L.P., *Transtelephonic analysis of cardiac arrhythmias in the dog. Diagnostic accuracy*, The Veterinary Clinics of North America, 1983 May; 13 (2): 395-408).

I USA används tekniken än idag men det är svårt att hitta källor som beskriver hur tekniken moderniserats. Googlas "cardiopet ECG" fås upp flera veterinärkliniker upp som på sin hemsida anger att de använder Cardiopet för att få hjälp att utvärdera EKG.

1.3 Problemställning, syfte och mål.

Syftet med det här examensarbetet är att utveckla en teknik som möjliggör ett specialistutlåtande av hästar med blåsljud med hästarna kvar i sin hemmiljö.

Frågeställningen är om det är möjligt att överföra hästars hjärtljud med diagnostisk kvalitet via mobiltelefon.

Målsättningen är:

- att utveckla ett användarvänligt system för insamling av stetoskopljud till mobiltelefon
- att överföra informationen från mobiltelefonen till en server
- att utveckla ett användargränssnitt för visualisering av stetoskopinformationen (lagrad på servern) grafisk och akustisk återgivning av fonokardiogramet
- att validera systemet för att undersöka dess kliniska nytta

Kommunikationen mellan blåtandsenhet och telefon samt från telefon till server tillhandahålls av IMT.

2 Teori

2.1 Mobilteknik

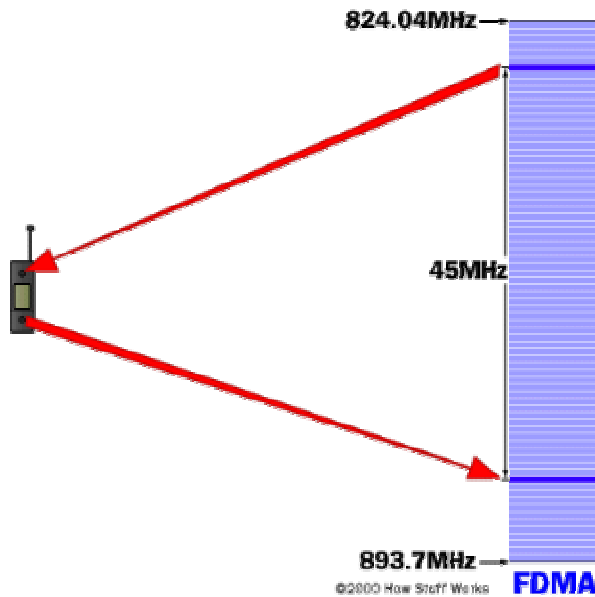
2.1.1 Mobiltelefonen

I dagens samhälle tar vi för givet att vi ska kunna nå vem som helst, när som helst och var som helst, antingen via ett samtal eller med ett textmeddelande. Dessutom finns möjligheter att skicka data i olika former och många telefoner erbjuder också olika typer av underhållning. Vet vi varför vi kan göra allt detta med vår mobiltelefon men inte med vår vanliga fasta telefon?

Den viktigaste skillnaden mellan den fasta och den mobila telefonen är att mobiltelefonen egentligen är en radio, som började med analog signal men har under årens lopp blivit digitaliserad vilket möjliggjort att inte bara ljud kan skickas utan också data.

Jämförs mobiltelefonen med en vanlig kommunikationsradio, t ex en walkie talkie, noteras snart att med en kommunikationsradio kan endast en person prata i taget eftersom samma frekvens används, kallas halv-duplex, medan det med mobiltelefonen går att prata i munnen på varandra eftersom den använder en frekvens för tal och en annan för att lyssna, så kallad full-duplex. En av anledningarna till att det går att göra så är att varje geografiskt område, till exempel en stad, är indelad i ett antal små celler som tillåter återanvändning av frekvenser. Varje cell är ca 26 km² stor och har sin egen basstation. Tack vare den cellulära approachen kan en mobiltelefonanvändare upprätthålla samma konversation medan denne förflyttar sig tiotals mil, även om det kanske inte är optimalt ur trafiksäkerhetssynpunkt. Under den resan använder telefonens sändare en effekt om max 3 watt, vanligen 0,6 watt. En kommunikationsradio som räcker en knapp mil använder en sändare på 4-5 watt. Kommunikationsradion har ett fåtal kanaler, vanligen mindre än tio medan mobiltelefonen har mer än tusen.

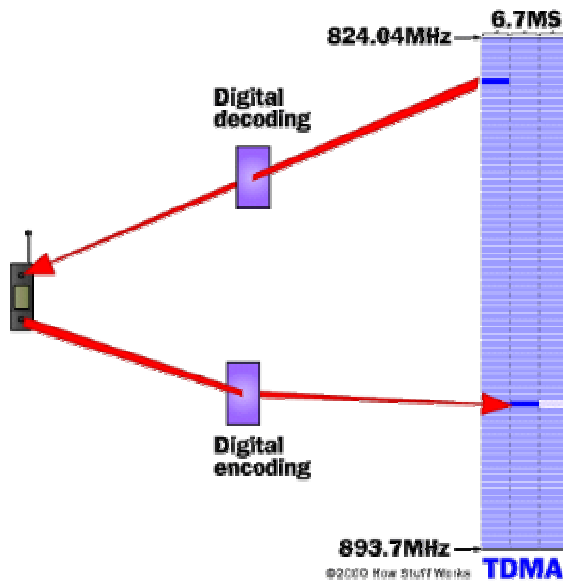
Det analoga systemet använde två frekvenser, en för sändning och en för mottagning, till varje kanal. För att minska risken för interferens mellan de två var de separerade med 45 MHz. Detta system kallas också för FDMA, frequency division multiple access och betyder att många användare delar varje cell men har ett eget frekvenspar. Bandbredden valdes till omkring 30 kHz för att ljudkvaliteten skulle bli jämförbar med fast telefoni. Den analoga telefonen är den första generationens telefon och benämns därför 1G.



Figur 2.1.1 Schematisk bild över frekvensdelningen i en 1G telefon

Sedan kom den digitala tekniken som komprimerar signalen och möjliggör att fler kanaler kan användas inom en viss bandbredd. Ljudet konverteras (A/D-omvandling) till binär information och komprimeras. Komprimeringen gör att tio digitala telefonsamtal tar samma utrymme som ett analogt. Många digitala system använder en teknik som kan kallas frekvensskiftkodning. Där används två frekvenser, en för ettor och en för nollor. När information utbytes mellan basstationen och telefonen växlas snabbt mellan de två frekvenserna. Att A/D-omvandla signalen, komprimera den, packa upp den och D/A-omvandla den kräver en stor del processorkraft av de digitala telefonerna.

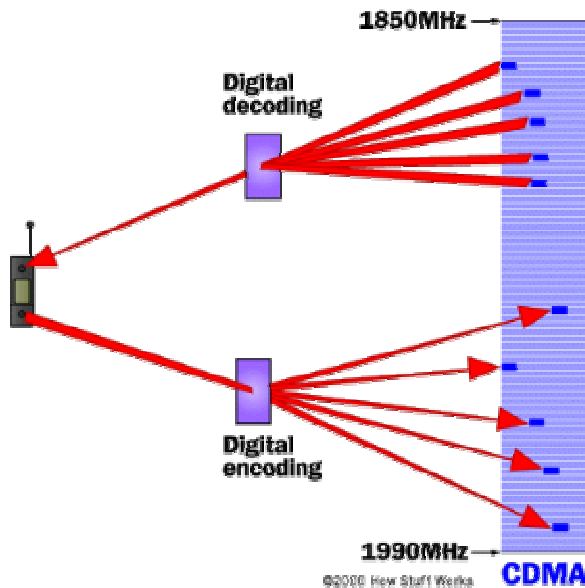
Den digitala tekniken använde till att börja med smala (30 kHz breda) frekvensband på 6,7 ms som delades i tre time slots, så kallad TDMA (time division multiple access) av vilka varje användare får en, dvs en tredjedel för sändning och en tredjedel för mottagning. Detta är möjligt eftersom signalen är komprimerad enligt ovan och resultatet är att varje kanal kan användas tre gånger så mycket jämfört med det analoga systemet. Tekniken kom att kallas andra generationens mobiltelefoner, 2G.



Figur 2.1.2 Schematisk bild över frekvensdelningen i en 2G telefon

Ytterligare ett sätt att effektivisera signalöverföringen är att koda varje samtal och sprida det över alla tillgängliga frekvenser, endast en kort stund i taget per frekvens. På engelska kallas det code division multiple access, CDMA. Den här tekniken gör att många samtal kan använda samma frekvenser och på så sätt överlappar varandra. De delas mellan frekvenserna med en sekvens- eller spridningskod som är unik för varje samtal och i mottagaränden avkodas den för att återställa signalen. För att hålla reda på signalbitarnas inbördes tidsordning används GPS-systemet. På det här viset blir kapaciteten tio gånger högre för varje kanal mot det analoga systemet.

Dagens mobiltelefoner använder ännu mer förfinad teknik med avseende på ökad bandbredd och överföringshastigheter. Det är heller inte en teknik som gäller ensam utan flera förekommer och har gjort att den potentiella överföringshastigheten uppgår till 3 Mb per sekund. I praktiken innebär det att en treminuters MP3-låt tar 15 s att ladda ned, mot i tidigare diskuterad digital teknik där den snabbaste överföringen uppgick till 144 kb per sekund och samma låt tog 8 minuter att ladda ned. Det här är tredje generationens telefoner, 3G-telefoner. (<http://electronics.howstuffworks.com/cell-phone.htm>, (sid 1 – 9) 081210)



Figur 2.1.3 Schematisk bild över frekvensdelningen i en 3G telefon

2.1.2 GPRS

GPRS står för General Packet Radio Service och är ett effektivt sätt att skicka data via mobiltelefonnätet. Data delas upp i små paket så dataöverföringen behöver inte ske kontinuerligt utan paketen byggs ihop till en helhet av mottagaren, vilket gör att kanalerna kan delas av flera användare då en kan sända medan en annan läser data på samma kanal. Jämför det med 2G-systemet där kanalen var upptagen av en användare oavsett om data överfördes eller inte vid varje given tidpunkt. Det nya sättet att använda kanalerna på blir mer kostnadseffektivt då användaren endast betalar för den volym denne använder kanalen till och inte för den tid denne är uppkopplad, dvs per kbit och inte per minut.

GPRS kan användas till alla typer av dataöverföring men överföringar som kräver viss mån av kontinuitet som till exempel rörliga bilder och ljud kan bli hackiga om överföringshastigheten är låg vilket händer när trafiken är hög. Teoretiskt sett skulle överföringshastigheten kunna vara 171,2 kbit per sekund och kanal men i verkligheten blir det 53,6 Kbps på grund av att kanalen behöver tid för kontroll samt samtalsöverföring. Varje kanal är indelad i åtta "time slots" med maximal överföringshastighet på 13,4 Kbps, där en används för kontroll, två för röstsamtal, en för uppladdning och maximalt fyra för nedladdning. (<http://www.mobilein.com/GPRS.pdf>, 081210, <http://www.geekzone.co.nz/content.asp?contentid=207>, 081210)

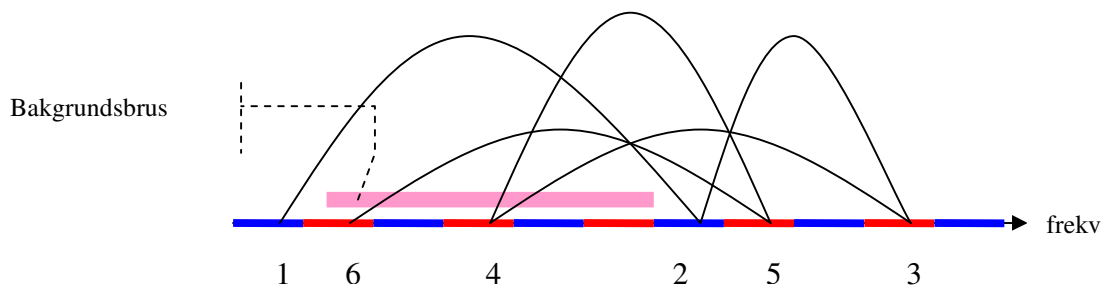
2.2 Blåtand (bluetooth)

Blåtandstekniken har utvecklats för att ge en stabil kommunikationslänk i en stökig radiofrekvensmiljö och arbetar med små datapaket och täta frekvensbyten. Frekvensbyte sker efter varje paket som överförs enligt ett speciellt mönster som parterna kommit överens om i samband med att kontakten upprättades. (<http://www.swedetrack.com/images/bluet14.htm>, 081210)

Man säger att blåttandsöverföringen sker vid 2,45 GHz, men i själva verket är det 2,40 – 2,48 GHz och inom det intervallet finns 79 radiokanaler som blåttandskomponenterna växlar mellan 1600 gånger per sekund vilket gör att varje datapaket är 625 μ s långt. (<http://www.nokia.se/A4476495>, 081210)

Komponenterna kan även komma överens om att längre datapaket kan få skickas vid behov. De kan då vara maximalt 5 gånger längre, dvs 3,125 ms. När ett längre datapaket skickas gäller det att inte frekvensen byts enligt det ordinarie schemat utan håller sig till den som var bestämd för det datapaketet. (<http://www.swedetrack.com/images/bluet12.htm>, 081210)

Tekniken med täta frekvensbyten gör överföringen mindre känslig för störningar eftersom elektromagnetiskt brus oftast uppehåller sig i ett väldigt smalt frekvensband. Då blir det ett fåtal time slots som hamnar i bruset medan de andra är utanför och överföringen kan upprätthållas, se figur 2.2.1.



Figur 2.2.1 Schematisk beskrivning av frekvenshoppet där några av frekvenserna innehåller brus

Förutom de täta frekvensbytena använder tekniken felrättande koder för att upptäcka fel och rätta till dem. Flera tekniker används för rättning då fel upptäckts, dels olika typer av forward error correction men även automatic repeat request. Den senare går ut på att mottagaren talar om för sändaren att överföringen misslyckats i nästa time slot den tillåts tala och sändaren skickar då om paketet. (<http://www.swedetrack.com/images/bluet08.htm>, 081210)

Den förstnämnda tekniken går ut på att datapaketet förses med en kontrollbit som hjälper mottagaren avgöra om datapaketet är korrekt överfört eller inte samt i det senare fallet återställa ursprungsdata. Flera olika modeller finns med det gemensamt att färre datapaket behöver sändas om. (<http://www.aero.org/publications/crosslink/winter2002/04.html>, 090204)

Vid blåttandsöverföring skickas signalen i alla riktningar och ibland över långa distanser och då är det viktigt att säkerheten kan garanteras så att inte obehöriga komponenter kan avlyssna viktiga datatransmissioner. Olika komponenter håller olika hög säkerhet efter de behov de har. Två bärbara datorer med blåttandskommunikation har högre säkerhet än till

exempel en digitalkamera och en därtill avsedd skrivare. De senare kan överföra data till i princip vilka komponenter som helst medan de förra endast har ett fåtal som är definierade som pålitliga. Överföringen mellan dem sker krypterat enligt komplicerade mönster. (<http://www.monsterguide.net/how-does-bluetooth-work.shtml>, 081210)

Blåtandsöverföringen är avsedd att nå avstånd från 10 cm och upp till 100 m under goda betingelser. Komponenterna är indelade i tre klasser, klass ett med räckvidd upp till en meter, klass två upp till tio meter och klass tre upp till hundra meter. När kontakten upprättats anpassas effekten så att den är lagom för det aktuella avståndet så att inte informationen ska gå att ta del av för komponenter längre bort. Den utsända elektromagnetiska strålningens maximala effekt är inte större än att den inte tränger längre in än 1,5 cm i den mänskliga kroppen vid användande av en handsfree eller trådlös telefon med blåtandsöverföring, jämfört med en mobiltelefon vilken tränger in 2,5 cm när den används. De i mobilsammanhang vanligast använda komponenterna återfinns i klass två och använder 2,5 mW. Även om den använda frekvensen som blåtandskomponenterna använder sig av ligger i mikrovågsområdet är inte 2,45 GHz en resonansfrekvens för vattenmolekylen och ingen temperaturstegring är påvisbar i kroppen. En mobiltelefon ökar temperaturen mindre än 0,1 grader vid användning utan handsfree. Däremot finns det personer som är överkänsliga mot elektromagnetisk strålning som mår dåligt av att ständigt vara omgiven av strålningen. Vilka konsekvenser det för med sig för gemene man med att ständigt vara omgiven av elektromagnetisk strålning kommer framtiden att utvisa. (<http://www.swedetrack.com/images/bluet05.htm>, 081210, <http://technology.solveyourproblem.com/bluetooth/how-does-bluetooth-work.shtml>, 081210, <http://www.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Basics.htm>, 090205)

Blåtandskomponenter formar sig i ett nätverk, som kallas piconät, med en huvudkomponent, master, och upp till sju aktiva slavar (slave) som delar en fysisk radiokanal. Varje komponent kan ingå i flera nätverk antingen som master eller slav och nätverket kan också innehålla komponenter som för tillfället är inaktiva i det aktuella nätverket. Masterns uppgift är att synkronisera slavar i en gemensam klocka samt algoritmen för frekvenshoppsmönstret. Mastern håller också reda på om det finns frekvenser inom kanalen som redan används av andra komponenter och därför måste exkluderas för att undvika störningar. (<http://www.sciam.com/article.cfm?id=experts-how-does-bluetooth-work>, 081210)

Själva forandet av nätverket går till så att komponenterna känner av varandras närhet och utbyter adresser om de upprättar en kontakt för första gången, annars synkroniserar de klockan och den som är master meddelar frekvenshoppsalgoritmen. Kontakten upprättas utan att människans hand behöver göra något, utan komponenterna gör detta helt själva. (<http://www.swedetrack.com/images/bluet14.htm>, 081210)

En enklare beskrivning är att man ser en gammal vän på gatan, skakar hand och utbyter adresser. Sedan pratar man om allt som hänt under de år som gått sedan man träffats senast. En viktig skillnad är dock att blåtandskomponenterna endast talar vid specifika tidpunkter när de enligt time slotmönstret får tala, människor tenderar ju att tala i munnen

på varandra. (<http://www.sciam.com/article.cfm?id=experts-how-does-bluetooth-work,081210>)

Blåtandsöverföring går att använda för såväl dataöverföring som röst- och ljudöverföring. Överföringshastigheten är 3Mbit per sekund i den nya versionen som är kompatibel med den första versionen vilken hade en överföringshastighet på 1Mbit per sekund. (<http://www.monsterguide.net/how-does-bluetooth-work.shtml>, 081210)

Det finns egentligen inga bra alternativ till blåtand, sett ur detta projekts perspektiv. De två bästa alternativen är smart cards och infraröd teknologi. Men smart cards har inget att tillföra som är bättre, allt som kan göras med dem kan också göras med blåtand. Den infraröda teknologin kräver punkt-till-punkt användning och strålar inte i alla riktningar som blåtand där komponenterna kan byta position i förhållande till varandra utan att kontakten bryts. IR kräver också fri sikt mellan komponenterna och endast två delar åt gången kan utgöra ett nätverk, jämfört med blåtandens åtta komponenter. (<http://www.swedetrack.com/images/bluet04.htm>, 081210)

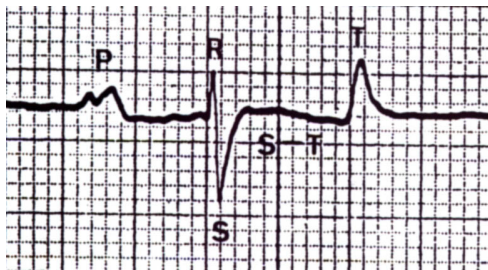
2.3 Hjärtats anatomi och fysiologi

Hjärtat är uppbyggt av två halvor, höger och vänster hjärthalva och de båda halvorna består av ett förmak och en kammare. Hjärtat består i huvudsak av hjärtmuskulatur (myocardium) som skiljer sig från vanlig skelettmuskulatur genom att vara mer elektriskt ledande, samt att fibrerna inte ligger i samma välordnade buntar utan till synes mer oorganiserat vilket dock krävs för att kunna utföra hjärtats komplicerade kontraktionsmönster. Däremot är själva kontraktionsmekanismen lika för både skelettmuskeln och hjärtmuskeln. Hjärtats vänstra sida har kraftigare väggar än den högra sidan, enkelt kan sägas att den vänstra sidan består av en mer utvecklad och stark muskel. De båda sidornas kontraktionsmönster skiljer sig också, den vänstra kammaren kontraherar radiellt medan den högra kontraherar mot den vänstra. Den vänstra sidans sätt att kontrahera är mer effektivt, men ska ju också ge kraft nog att pumpa runt blodet i hela kroppen medan den högra sidan pumpar blodet till lungorna som är ett betydligt mindre kretslopp. Mellan förmak och kammare finns ett fibröst skelett som utgör en stomme för hjärklaffarna och verkar också elektriskt isolerande vilket bidrar till att den elektriska retledningen kan ske på ett organiserat sätt. (Dyce K.M., Sack W.O., Wensing C.J.G., *Textbook of veterinary anatomy*, Saunders, Philadelphia, 3 edition, 2002)

Hjärklaffarna finns mellan förmak och kammare samt mellan kammare och de två huvudartärerna, lungartären och kroppspulsådern aorta. Klaffarna mellan förmak och kammare kallas AV-klaffar eller segelklaffar beroende på deras läge respektive utseende men de riktiga namnen är mitralis (bicuspidalis) på vänstra halvan och tricuspidalis på höger halva. Seglen är fästa i kamrarna med sentrådar (chordae tendineae) som övergår i pappillarmuskler innan infästningen i kammarväggen. Klaffarna mellan kammare och artärer kallas semilunarklaffar på grund av deras utseende och har lite mer logiska namn än segelklaffarna. På vänstra sidan som mynnar i aorta kallas klaffen aortaklaff och på högra sidan kallas pulmonalklaffen eftersom den gränsar till lungartären (arteria pulmonalis).

När blodet kommer till hjärtat från venerna är alla klaffar stängda men segelklaffarna öppnar så snart trycket i förmaken överstiger trycket i kamrarna. Fyllnadsfasen avslutas med att förmaken kontraherar för att fylla på det sista till kamrarna. Vid den kontraktionen kan blodet backa något i venerna och på hästens halsven kan en liten pulsvåg synas. När förmaket börjar relaxera kontraherar kamrarna och trycket i kamrarna blir högre än förmakens vilket gör att AV-klaffarna stängs vilket bidrar till den första hjärttonen. Klaffarna hindras från att bukta in i förmaken genom att pappillarmuskulerna också kontraherar och sentrådarna spänns. Det höga trycket i kamrarna leder till att semilunarklaffarna öppnas och blodet trycks ut i aorta respektive lungartär. När trycket i artärerna överstiger trycket i kamrarna stängs semilunarklaffarna.

Den elektriska impulsen når hjärtat via sinusknutan som är belägen i högra förmakets vägg, strax under vena cava inlopp och sprids därifrån till hela förmaket som depolariseras och kontraherar. När signalen når AV-knutan som finns mellan kammare och förmak stannar den där ett kort tag för att förmaket ska hinna kontrahera innan kamrarna gör det. Från AV-knutan går den elektriska impulsen vidare via Hisska bunt, några mycket specialiserade fibrer som kallas purkinjefibrer där den elektriska signalen leds extremt snabbt. Hisska bunt går i septumväggen mellan kamrarna i två grenar till hjärtats spets där den sedan sprids genom hela muskeln från spets mot bas och kontraktionen sker i samma riktning. Förmakens depolarisering är den som kallas P-våg i EKG, medan deras repolarisering döljs av det stora QRS-komplexet som motsvarar kamrarnas depolarisering. Däremot syns kamrarnas repolarisering som en T-våg.



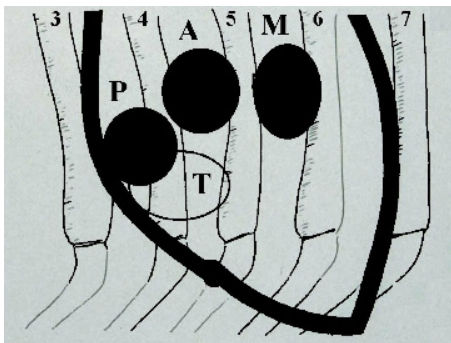
Figur 2.3.1 Ett normalt häst EKG avledning Y, (från C. Kvart SVT 1989,41,14 s. 842)

2.4 Hjärtljudens uppkomst

Uppkomsten av hjärttonerna är inte helt säkerställd utan flera teorier finns samt kombinationer av teorier. En teori är att när klaffarna stänger orsakas vibrationer i dem som ger upphov till den första (S1) och den andra hjärttonen (S2). Men ingen struktur i hjärtat kan vibrera ensam utan att påverka blodet, vilket är en inkompressibel vätska, så vibrationerna sprider sig till närliggande strukturer. Detta gav upphov till kardiohemteorin som går ut på att hjärtat och blodet utgör ett beroende system vilket vibrerar som en helhet och ger upphov till hjärtljuden. (Ahlström C., *Nonlinear phonocardiographic signal processing*, PhD thesis, Linköping, April 2008)

Det som det mänskliga örat uppfattar som ljud i stetoskopet är i själva verket vibrationer i blod, blodkärl, klaffar eller myocardium. Vibrationerna uppkommer vid förändringar av

blodflödet som orsakar turbulens samt klaffrörelser. Exempel på orsaker till turbulens är ökat flöde på grund av arbete, shuntar, förträngningar i blodbanan (stenoser), klaffinsufficiens samt minskad viskositet grund av grav anemi. Ljudet transmitteras genom kroppen där det både absorberas och reflekteras beroende dels på tätheten i den vävnad ljudet passerar och dels vilken frekvens ljudet har, låga frekvenser propagerar bättre genom vävnaden än höga frekvenser. Däremot uppfattar det mänskliga örat de höga frekvenserna bättre, vilket gör det svårt att beräkna effekten av den dämpning vävnaden orsakar på ljudet vid dess propagering. På grund av detta har specifika auskultationspunkter utvecklats där ljudet från respektive klaff hörs maximalt, punkterna skiljer sig mycket lite mellan djurslag.

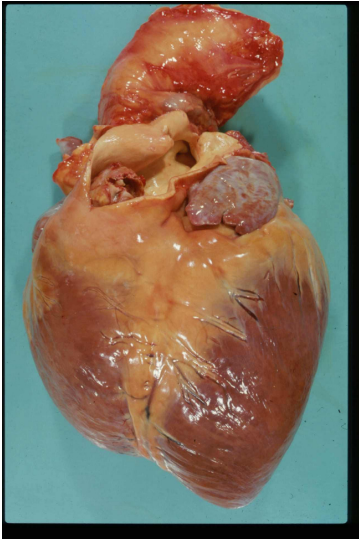


Figur 2.4.1 Schematisk bild över var på bröstkorgen puncta maxima hittas hos häst, T är ofylld för att den sitter på bröstkorgens högra sida (från C. Kwart)

Den tredje hjärtonen (S3) kan ibland höras på kliniskt friska hästar (och barn) och uppkommer då ventriklarna plötsligt slutar expandera i fyllnadsfasen och det snabba inflödet av blod bromsas upp. Även den fjärde hjärtonen (S4) kan relativt ofta höras på normala hästar och är ett resultat av vibrationerna som bildas när förmaken kontraherar. Tonen kan vara uppdelad i två komponenter varav den andra kan misstolkas som ett patologiskt presystoliskt blåsljud mellan S4 och S1 vid låg hjärtfrekvens. Både S3 och S4 hörs bäst över mitralisområdet. (Kwart C., Häggström J., *Cardiac auscultation and phonocardiography in dogs, horses and cats*, Kwart C., Uppsala, 2002)

Blåsljud kan uppkomma vid olika tidpunkter i hjärtcykeln beroende på vad som orsakar det turbulenta flödet. För redogörelse för definitionerna och exempel på patologier som orsakar de respektive ljuden hänvisas till "Cardiac auscultation and phonocardiography in dogs, horses and cats av Kwart C., Häggström J. 2002". Hästar har som tidigare nämnts relativt ofta fysiologiska blåsljud och dessa kan delas in i systoliska och diastoliska ljud. De är vanligast hos unga hästar på grund av deras hemodynamik och kan växa bort men behöver inte göra det. Bland de vuxna hästarna med fysiologiska blåsljud ses vanligen atleter som kapplöpningshästar och fälttävlanshästar. Kapplöpningshästar, och då framförallt fullblod som används till galopp, har en tunn bröstkorg vilket gör att ljuden kan höras tydligare hos dem än hästar med rundare bröstkorg. De diastoliska ljuden hörs tidigt i diastole, när ventriklarna fylls hastigt, dvs mellan S2 och S3. Detta ljud förväxlas ibland med patologiska diastoliska blåsljud. Systoliska blåsljud hörs tidigt i systole, som

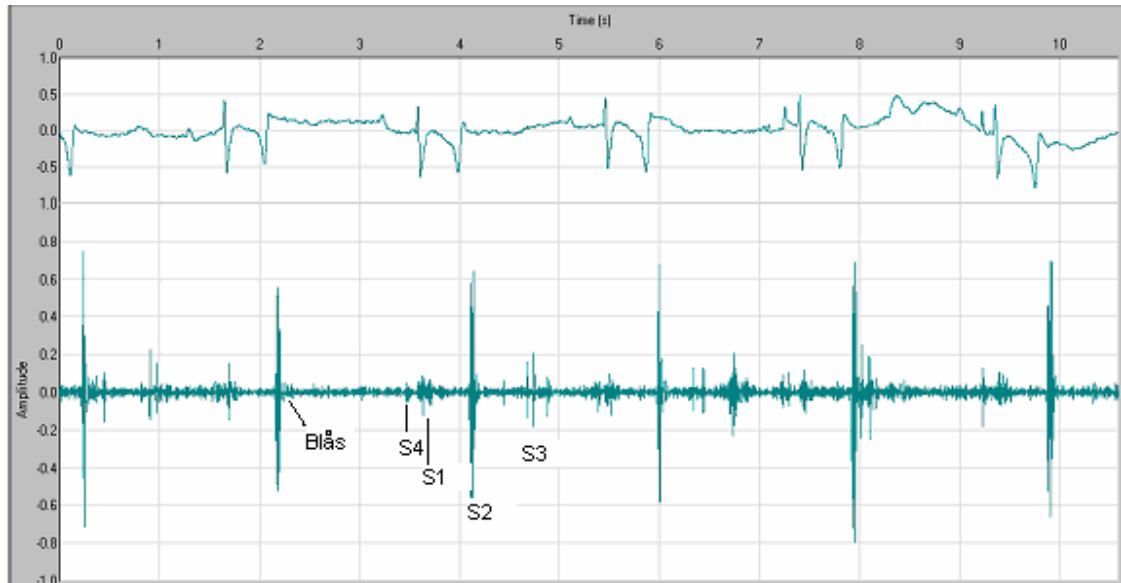
längst till mitten av systole och är en konsekvens av att flödet i aorta och/eller lungartären är turbulent till följd av en stor slagvolym i relation till kärlets/kärlens utflödesdiameter.



Figur 2.4.2 Bakteriell pulmonalisendokardit, en åkomma som orsakar en förträngning av utflödet från lungartärerna vilket hörs som ett systoliskt crescendo - decrescendo blåsljud (från C. Kvart)

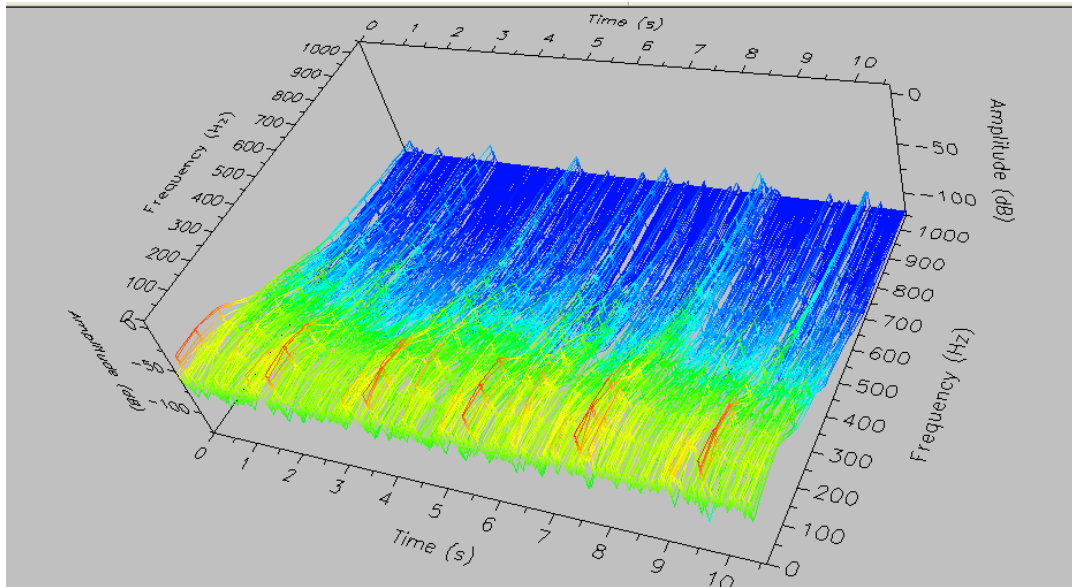
2.5 Fonokardiogram

En grafisk presentation av hjärtljud kallas fonokardiogram, där y-axeln representerar ljudvågornas tryckamplitud och x-axeln står för tiden. Ljudet tas upp av en mikrofon eller sensor (accelerometer) som placeras mot djurets bröstvägg. Tidigare ritades ljudet ut direkt på papper men idag går det genom ett antal filter i en dator och ritas ut på skärmen. Varje filter förstärker ljudet kring en specifik frekvens, nominalfrekvensen, och dämpar övriga ljud vilket gör det lättare att avgöra om ljudet innehåller låg-, mellan- eller högfrekventa komponenter samt för att ta bort störande ljud som till exempel andningsljud. Typiska nominalfrekvenser är 50, 100, 200 och 400 Hz. För att lättare kunna identifiera när i hjärtcykeln ett visst ljud hörs kan ett EKG tas på patienten simultant med ljudinspelningen.



Figur 2.5.1 Fonokardiogram från frisk häst med alla fyra hjärtoner, S1-S4, samt ett litet fysiologiskt blåsljud

Datoriseringen av fonokardiogramen har gjort att det finns möjlighet att presentera den inspelade signalen på flera olika sätt; tvådimensionellt, tredimensionellt eller spektralanalys där de ingående frekvenskomponenternas intensitet visas färgkodat. Det finns också möjlighet att spara filerna för jämförelse vid återbesök eller jämförelse mellan individer. (C., Häggström J., *Cardiac auscultation and phonocardiography in dogs, horses and cats*, Kwart C., Uppsala, 2002; Ahlström C., *Nonlinear phonocardiographic signal processing*, PhD thesis, Linköping, April 2008)



Figur 2.5.2 Samma fonokardiogram som ovan men i 3D. I denna vinkel ses endast S2 tydligt, röd intensitet samt innehållande frekvenser upp mot 1000 Hz. För att studera övriga komponenter måste bilden vridas annorlunda.

2.6 Vad kan man egentligen höra vid auskultation?

Klassificeringen av hjärtats blåsljud baseras på följande kriterier: lokalisering, intensitet, frekvens, hur ljudet strålar samt när i hjärtcykeln det hörs. Vissa ljud ändrar karaktär då vissa parametrar ändras. Till exempel kan blåsljud hos hästar med kolik höras tydligast mellan PMI för AV- och semilunarklaffar, men dessa ljud försvinner med koliken. Funktionella blåsljud kan ändras med rörelse, vissa försvinner andra blir tydligare efter en kort ansträngning. Dock brukar de flesta försvinna helt efter ett motionspass motsvarande hästens konditionsnivå. Det finns således många faktorer som spelar in för att kunna ställa en bra diagnos, där den viktigaste nyckeln är noggrannhet.

2.6.1 Lokalisation

De flesta blåsljud hos häst har sitt ursprung i klaffarna, därför är det viktigt att kunna relatera ljudet till rätt PMI. Även om klaffarna ligger tätt ihop anatomiskt sett så strålar ljudet ut olika från dem och klaffarnas PMI skiljer några centimeter från varandra, se figur 2.4.1.

2.6.2 Intensitet

Det är framförallt variationen i intensiteten som är till hjälp för diagnosticeringen. Klaffläckage är oftast konstanta medan systoliska flödesljud orsakat av en förträngning (exempelvis vegetativ endokardit) oftast ökar i intensitet och når sitt maximum ungefär mitt i systole för att sedan avta. Intensiteten graderas i 1-5 eller 1-6 där grad 4-5/5 eller 5-6/6 är associerade med "precordial thrill" och antas vara förknippade med kardiovaskulär sjukdom. Dock är signifikansen av intensiteten omdebatterad, där flera författare anser att

harmlösa blåsljud alltid har grad tre eller lägre. Däremot orsakar inte alla klaffskador högintensiva blåsljud och inte heller alla blåsljud med hög intensitet härrör från allvarliga klaffskador vilket har visats med ultraljud med doppler. Ljudets intensitet beror av blodvolymen och med vilken hastighet flödet passerar det ljudproducerande området, stetoskopets avstånd från området och hur lätt ljudet propagerar genom vävnaden mellan stetoskopet och ljudets ursprung. Musikaliska ljud hörs oftast lättare än väsande ljud för en given grad av klaffläckage. Restriktiva ventrikulära septumdefekter helt utan klinisk betydelse ger ofta upphov till ett starkt ljud, medan starka ljud från insufficienser i mitralis eller tricuspidalis vanligen indikerar kraftigt läckage. När hjärtat går i svikt till följd av mitralis- eller tricuspidalisinsufficiens avtar blåsljudets intensitet på grund av att tryckgradienten över mitralis minskar vilket gör det viktigt att ställa en korrekt diagnos för ett specifikt blåsljud innan man använder intensiteten som en indikation på hjärtfelets svårighetsgrad. Ljudets utbredning på thorax ger ofta mer information om svårighetsgraden hos hjärtfelet än intensiteten ensam.

2.6.3 Frekvens

Ljudets frekvens kan också hjälpa till i diagnosticeringen av blåsljudet. Det diastoliska ljudet som förknippas med aortainsufficiens är ofta musikaliskt, medan det diastoliska ljudet som förknippas med ventrikulär fyllnad hos unga friska hästar ofta är ett mer högfrekvent squeak.

2.6.4 Strålning

Blåsljudens strålningsriktning och utbredning på thorax kan också bidra till att lokalisera dess ursprung. Ljudet som orsakas av membranös ventrikulär septumdefekt hörs över höger hjärthalva i höjd med tricuspidalis. Det kan skiljas från klaffläckage i tricuspidalis eftersom det strålar kranialt och ventralt mot sternum. Insufficiens i aortaklaffen strålar över vänstra hjärthalvan i höjd med aortaklaffen, men när läckaget ökar blir blåsljudet även hörbart över högra hjärthalvan. Ju större yta blåsljudet strålar över desto större tenderar den kliniska signifikansen att bli. Undantaget är de musikaliska blåsljuden som strålar över en större yta än förväntat av given grad av återflöde.

2.6.5 Ljudets placering i hjärtcykeln

Systoliska blåsljud orsakas av bakåtflöde genom AV-klaffarna eller vid det kraftfulla utflödet genom semilunarklaffarna och hörs mellan S1 och S2. Läckage i AV-klaffarna är vanliga orsaker till systoliska blåsljud hos häst. Blåsljud i samband med utflöde genom semilunarklaffarna kan orsakas av stenoser i klaffarna, vilket är vanligt på hund och människa men inte på häst. Andra orsaker kan vara ökat flöde genom klaffarna eller klaffskada orsakad av infektion

Diastoliska blåsljud kan delas in i tre kategorier:

1. förmakssystoliska (presystoliska) som hörs mellan S4 och S1
2. ventrikulära fyllnadsljud som hörs mellan S2 och S3
3. läckage genom semilunarklaffarna

De första två kategorierna kan höras hos kliniskt friska hästar. Eftersom stenoser i AV-klaffarna är så ovanligt på häst är den mest sannolika orsaken till ett diastoliskt blåsljud som sträcker sig förbi S3 i tid läckande semilunarklaffar och allra troligast aortaklaffen.

Ljud som hörs kontinuerligt kommer troligen från kopplingar mellan stora kroppssystemet och lungsystemet, exempelvis patent ductus arteriosus, arteriovenösa förbindelser eller flödesstörningar i artärer och vener. Hörs ett blåsljud hos en vuxen häst genom hela systole och hela diastole kan det också röra sig om en kombination av två separata blåsljud.

Ytterligare hjälp i diagnosticeringen fås om det går att utreda när inom systole och diastole ljudet hörs. Blåsljud som härrör från det kraftiga utflödet hörs tidigt till mitten av systole och slutar innan S2, medan ljud som kommer från AVklaffs läckage oftast kan höras under hela systole och kan breda ut sig över S2 beroende på tryckförändringarna som sker i hjärtat samt de stora kärlen under hjärtcykeln. Diastoliska ljud som beror på ventriklarnas snabba fyllnad avslutas med S3 medan aortainsufficiens oftast hörs genom hela diastole. För att kunna skilja dessa ljud åt gäller det att lära sig att höra de normala hjärtljuden samt när i cykeln de normalt hörs för att kunna ställa diagnos även på de hästar där S3 och S4 inte hörs. Tidsaspekten ger även viss indikation om blåsljudets troliga signifikans. Ljud som hörs genom hela systole är troligen mer signifikanta än de som endast hörs tidigt eller bara sent i systole. (Marr C., *Cardiology of the horse*, kapitel 6, W B Saunders, 1999, ISBN 0-7020-2240-3, hela kap 2.6)

3 Utveckling av systemet

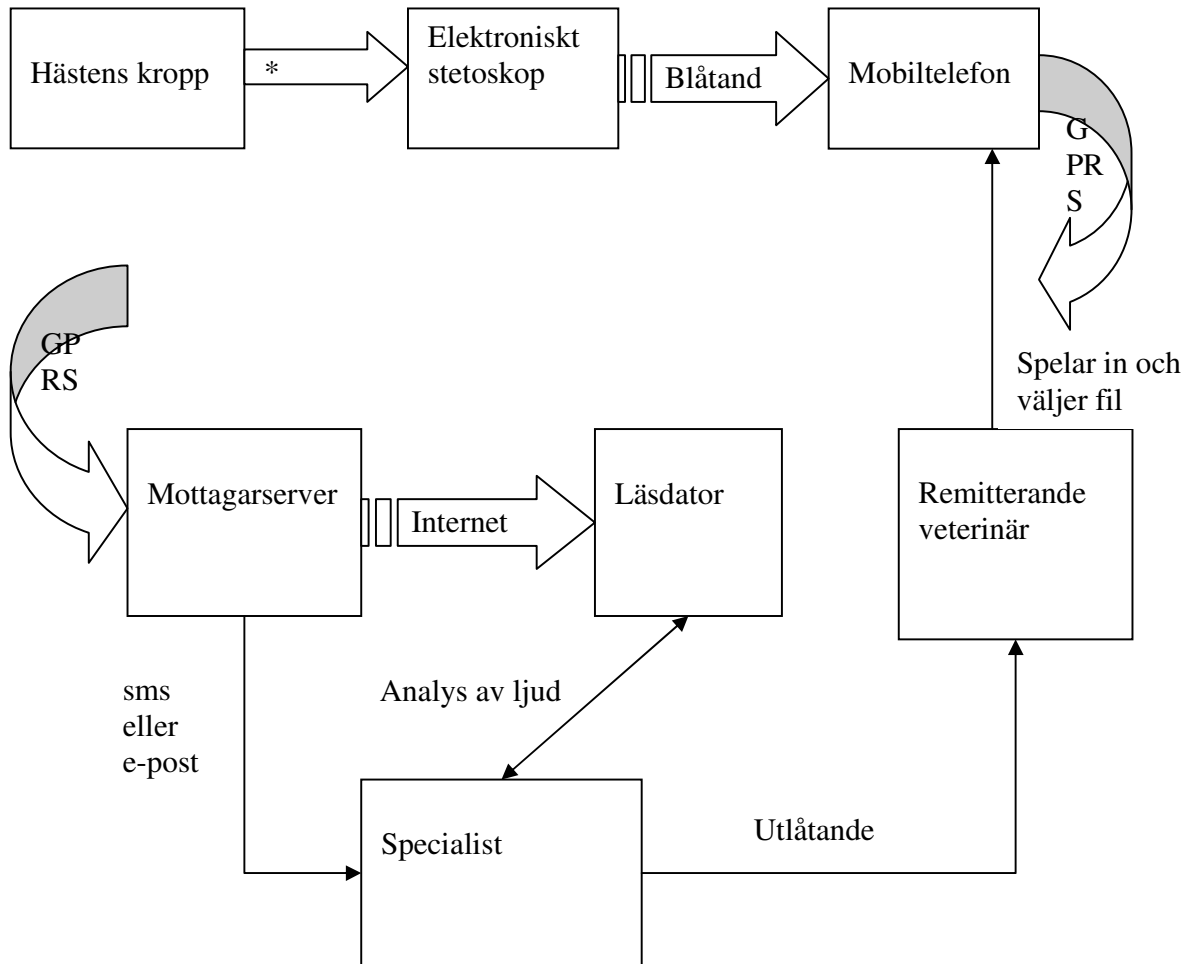
3.1 Systemdesign

Systemet är upplagt så att ett elektroniskt stetoskop (Meditron) förses med en blåtandsplattform, vilken får en ljudsignal från stetoskopets utgång som är tänkt att användas vid upptagning av fonokardiogram på dator. Programmet i telefonen startas och de nödvändiga uppgifterna för namngivning av filerna anges innan inspelning kan påbörjas. När användaren är redo att spela in kommenderas telefonen till inspelning varpå den kopplar upp sig mot blåtandfunktionen och tar emot den inspelade signalen. Signalen sparas successivt ned som en fil på telefonen i en programspecifik datafolder på det externa minneskortet i ett eget filformat som ges postfixet ”dat”.

Då användaren är nöjd med signalen stoppas inspelningen och kontakten med blåtandsplattformen bryts. Möjlighet att spela in flera filer finns och när användaren är nöjd går den vidare till steget ”skicka”. Telefonens handhavande beskrivs utförligare i kapitlet 3.2. Telefonen skickar vald fil till en server via GPRS. För detta projekt kommer endast en server att användas och de i utvärderingen ingående hästarna behöver inte ha så specifik identitet, det räcker med att de har olika namn så att filerna får olika namn.

När servern fått en eller flera filer underrättar den specialisten med ett e-mail eller ett sms. Filerna hämtas från servern och konverteras till wav-filer vilka läses av Meditrons analysprogram som både spelar upp ljudet och ritar upp ett fonokardiogram på skärmen.

De kan även sparas för jämförelse med senare inspelningar eller andra individer. Specialisten ger efter sin analys ett utlåtande till den remitterande veterinären på lämpligt sätt.



Teckenförklaring:

* Ljudvågornas propagering genom hästens bröstorg från hjärtat till stetoskopet

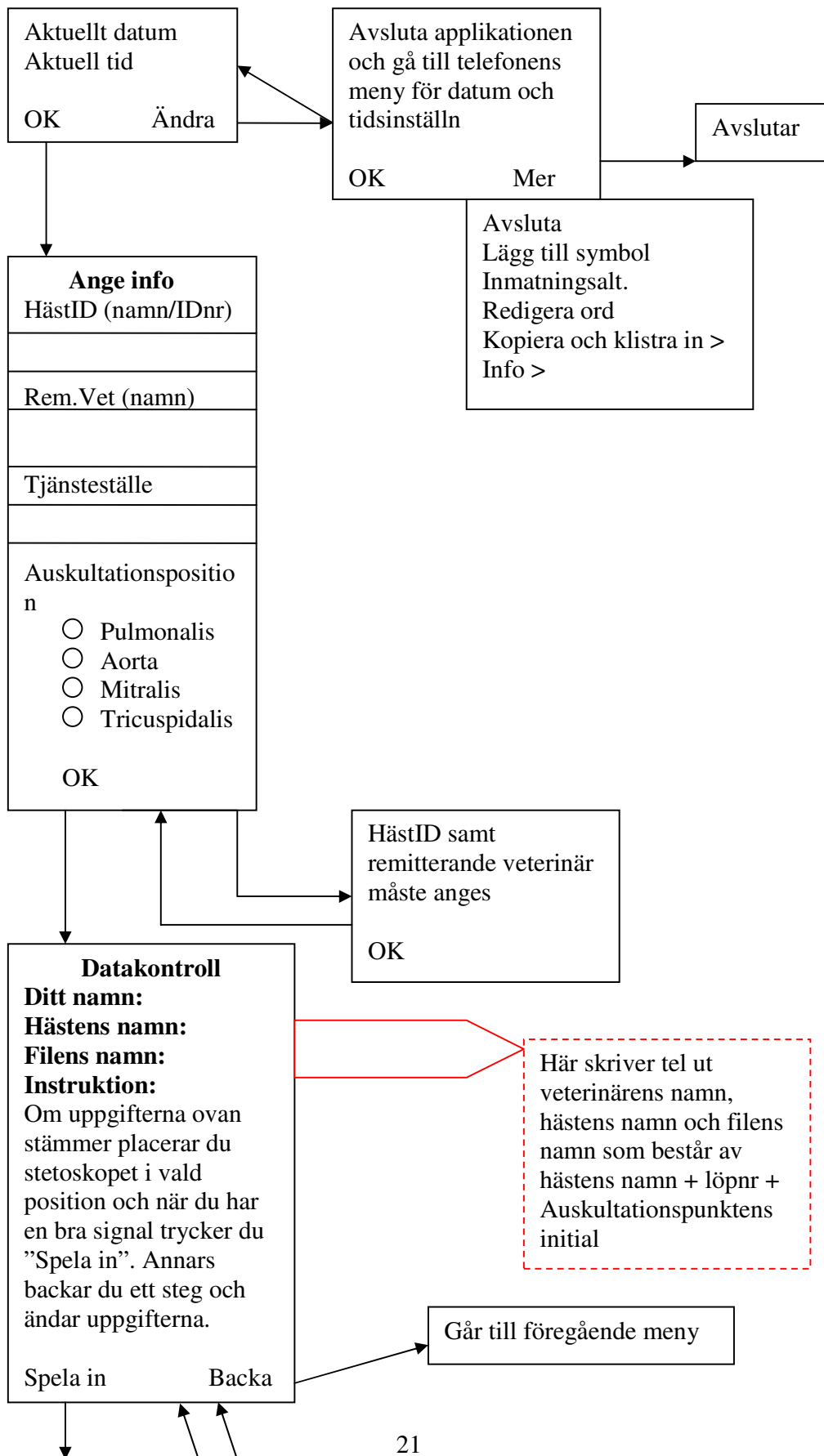
→ Männskligt agerande

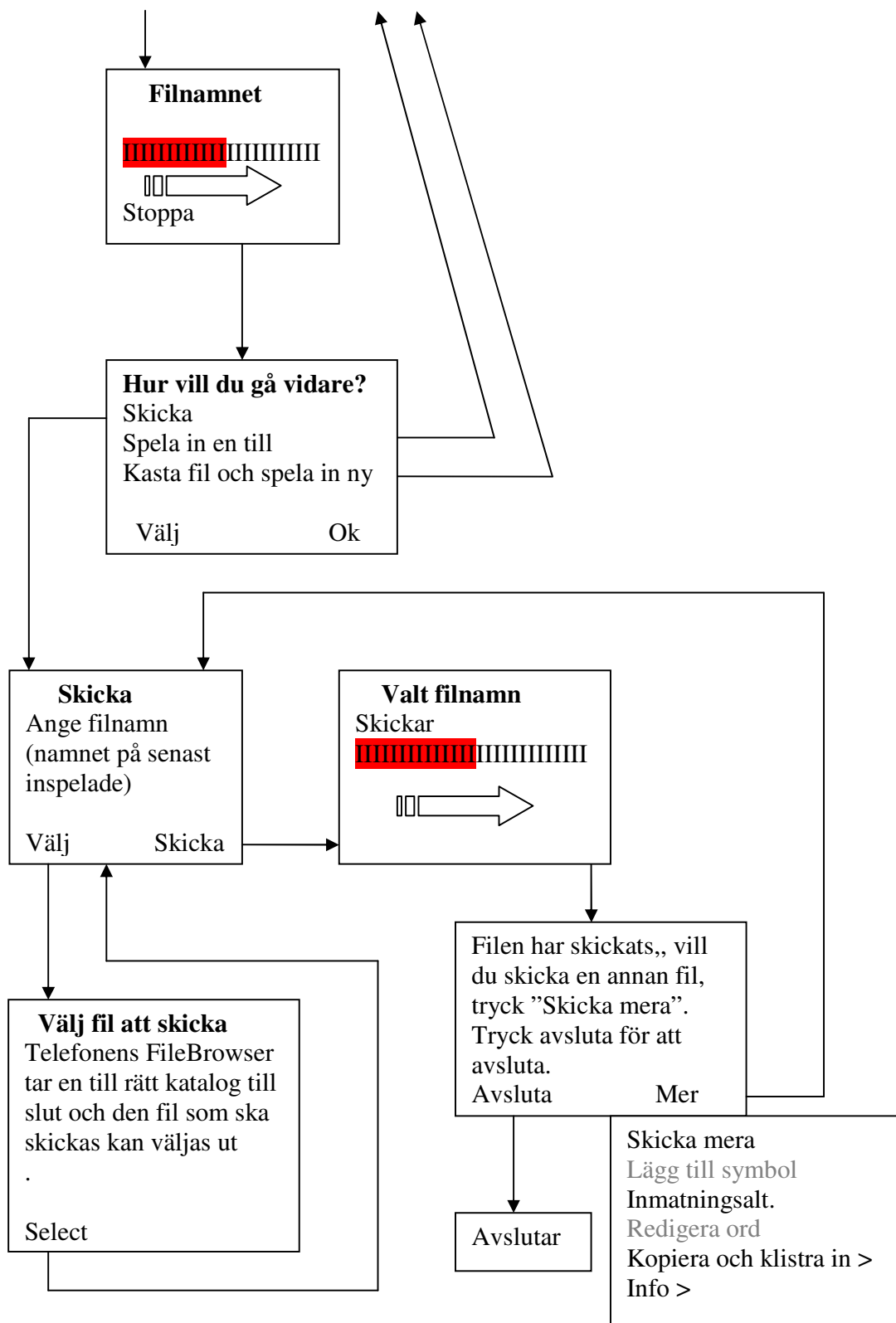
⇒ Signalens väg med tekniska hjälpmedel

Figur 3.1.1 Schematisk skiss över systemet

3.2 Mjukvara i telefonen

För utvecklingen av telefonens mjukvara användes NetBeans 6.5. Flödesschemat visas i figur 3.2.1. Språket på displayerna valdes till svenska eftersom utvecklingen sker i Sverige. Utvecklingen, av de funktioner som hanterar inspelning och datasändning utfördes av personal på IMT..





Figur 3.2.1 Schema över programmet flöde och de displayer som visas för användaren.

När programmet startas visas aktuellt datum samt tid och användaren ges möjlighet att ändra dessa om inställningen i telefonen inte stämmer. Detta för att tidpunkten ska kunna ingå som en del av filnamnet och därmed underlätta för användaren att skicka rätt fil. Vill användaren ändra inställningar poppar en informationsruta upp som ber denne avsluta programmet och gå till telefoninställningarna och därifrån åtgärda problemet. Programmet går att avsluta från informationsrutan. Stämmer tidsinställningen trycks OK så går programmet vidare.

I följande display ska hästens identitet anges samt remitterande veterinärs namn och stationeringsort. För att undvika att en fil skickas utan identitet finns en kontroll av tomt fält för Hästens ID och remitterande veterinär. Är någon av dessa inte ifyllt visas en informationsruta varpå telefonen återgår till displayen där uppgifterna fylls i. Det går inte att gå vidare med något av dessa fält tomma. Stationeringsorten saknar kontroll. För att underlätta för specialisten att tyda det inspelade ljudet och fonokardiogrammet ska inspelningsens position anges. De fyra puncta maxima som används är listade varav det som används till respektive inspelning väljs genom att trycka in knappen mellan piltangenterna innan OK trycks. När allt är ifyllt sparas filnamnet som består av hästens namn, ett löpnummer samt första bokstaven i namnet på auskultationspunkten (P, A, M, T), telefonen upprättar kontakten med blåtandsplattformen när denna display lämnas. Löpnumret ökas med ett för varje inspelning som görs med samma hästnamn.

När identitetsdisplayen lämnats kommer ett mellansteg fram. Där skriver telefonen ut hästens namn, veterinärens namn och filens namn för att det ska vara lättare att känna igen den senare bland flera filer om det finns gamla kvar på telefonen. Dessutom skrivs ett par rader information ut om tillvägagångssätt då telefonen börjar spela in när displayen lämnas. Därför gäller det att hålla stetoskopet i rätt position samt ha en bra signal innan "Spela in" väljs. Behöver något ändras finns möjlighet att backa till identitetsdisplayen.

När "Spela in" valts kommer en väntedisplay fram med en indikation på att telefonen arbetar. Detta håller på tills användaren väljer att stoppa inspelningen när en lagom lång inspelning av god kvalitet gjorts. Lagom lång är ungefär tio sekunder. Under tiden som ljudsignalen flödar från stetoskop till telefon i små datapaket, sparar telefonen successivt undan dessa till en fil, med ovan angivet namn, i en förutbestämd katalog på telefonens minneskort (memory stick).

I nästa steg får användaren en lista med tre val: Skicka, spara och spela in en till alternativt kasta och spela in en till. Om det bara är en position användaren vill skicka och lyckades direkt göra en bra inspelning eller det var den sista positionen med lyckad inspelning väljer denne "Skicka". Då kommer användaren vidare till en filhanterare där denne kan välja ut rätt fil att skicka. När rätt fil hittats kommer återgå till den första displayen i filhanteringsserien och väljer där att "Skicka". Medan filen skickas visas en liknande display som vid inspelningen så användaren vet att telefonen jobbar. Därefter kommer ytterligare ett val: Skicka fler filer eller avsluta programmet. Vill användaren skicka fler filer kommer denne åter till filhanteraren och kan ta hur många varv som helst till alla filer som ska skickas är skickade. Väljer användaren däremot att avsluta så avslutas programmet.

Vill användaren göra ytterligare en inspelning, till exempel i en annan position, väljer denne att "Spara och spela in en till". Löpnumret räknas upp och mellansteget efter identitetsdisplayen kommer fram med det nya filnamnet angivet. Därifrån måste användaren backa ett steg för att byta inspelningsposition, när det är gjort visas det nya filnamnet i mellansteget och det som inte använts försvinner. Inspelning sker på samma sätt och när användaren väljer att stoppa kommer denne åter till listan med tre val.

Vet användaren med sig att inspelningen inte blev bra, till exempel om hästen rörde sig eller veterinären gled med fingrarna på stetoskopet, väljer man att "Kasta och spela in en ny". I det fallet kastas filen från mappen med filer och löpnumret räknas inte upp vid återgången till mellansteget.

Så länge minnet och batteriet räcker kan användaren spela in så många filer denne önskar, programmet har ingen övre begränsning för hur länge eller mycket användaren får hålla på. Detsamma gäller skickandet. Det finns ännu ingen kontroll för om en fil redan skickats, så det är möjligt att sända samma fil flera gånger även om det är onödigt att belasta servern mer än nödvändigt.

Servern meddelar den specialist som ska avlyssna signalen via sms eller e-mail om att det finns filer att arbeta med och denne kan då hämta dessa till sin dator och såväl lyssna som rita upp ett fonokardiogram. Utifrån detta avgör specialisten om biljudet är fysiologiskt eller patologiskt och meddelar remitterande veterinär.

3.3 Utvärdering av systemet

Till utvärderingen av tekniken användes 18 privatägda hästar. Av dessa hade 4 diagnostiserats med patologiskt blåsljud, 7 med fysiologiskt blåsljud och 7 hade endast normala hjärtljud och inga blåsljud. Uppsalas djurförsöksetiska kommitté har gett sitt tillstånd till försöket. Inspelningarna är gjorda i respektive hästs hemmiljö med dess ägare/skötare närvarande hela tiden. Till inspelningarna användes en SonyEricsson K610i och en Dell Latitude PP011 laptop utrustad med Meditron Anlyzer 4.0V. Stetoskopet som användes var ett Meditron M30. Blåtandsplattformen är utvecklad på Institutionen för medicinsk teknik, Linköpings universitet.

Nödvändiga uppgifter som djurets identitet, namn på ägare och remitterande veterinär fylldes i, såväl i telefonens som i datorns program. När en tydlig signal letats upp startades inspelningen på datorn, som förinställts att spela in en 30 sekunder lång signal. Telefonens inspelning startades direkt efter och stetoskopets klocka fick en lätt knackning som markör för att båda inspelningarna var igång. När en ca 10 sekunder lång signal spelats in på telefonen, avbröts inspelningen på telefonen och stetoskopet lyftes ut från hästens bröstorg. På så vis kunde det område där båda inspelningarna pågick samtidigt, skiljas ut lättare på datorns inspelning. Telefonens inspelning fördes över till en fast dator via en USB-kabel och konverterades till wav-filer av konverteringsprogrammet. Därefter kunde filen analyseras med hjälp av Meditrons analysprogram, såväl ljudupptagning som fonokardiogram. Datorns signal kortades ned till att bara innehålla samma sekvens som telefonen, därefter jämförs de båda.

En erfaren kardiolog fick blint lyssna på alla inspelningar för att avgöra vilka som var fysiologiska och vilka som var patologiska. Denne hade även tillgång till de fonokardiogram från analysprogrammet som gjorts för den telefonöverförda filen.

4 Resultat

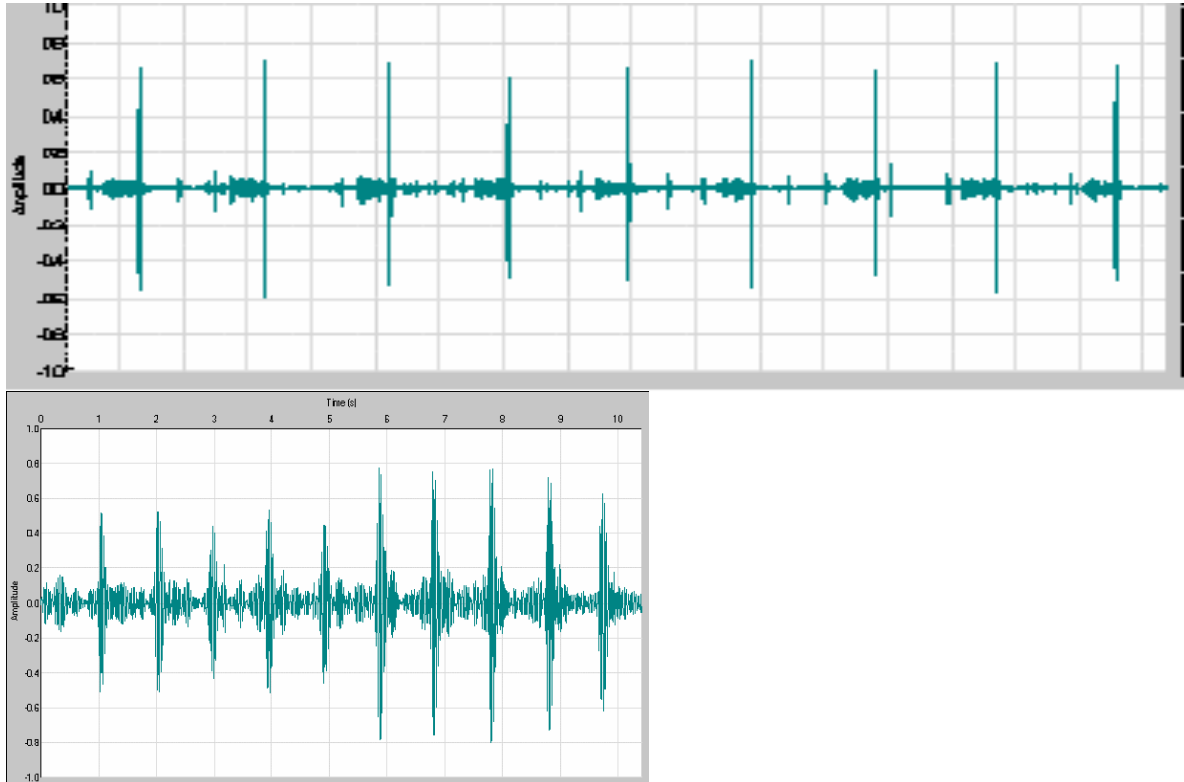
Inspelningarna påbörjades så snart telefonprogrammet ansågs fungera tillförlitligt och inga ändringar gjordes av någon programvara mellan första och sista inspelningen. De privatägda hästarna representerade flera raser och åldrar men med viss övervikt för hankön, endast en tredjedel av hästarna var ston, fördelningen visas i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Sammanställning av information om försökshästarnas bakgrund

Häst	Ålder	Kön	Ras
a	11	Valack	Svenskt halvblod
b	18	Valack	Connemarapponny
c	23	Valack	Arabkorsning
d	12	Valack	Svenskt halvblod
e	8	Valack	Varmblodig travare
f	9	Valack	Svenskt halvblod
g	4	Sto	Varmblodig travare
h	6	Sto	Svenskt halvblod
i	2	Valack	Svenskt halvblod
j	3	Sto	Svenskt halvblod
k	8	Sto	Svenskt halvblod
l	6	Valack	PRE
m	14	Valack	Arabkorsning
n	15	Valack	Svenskt halvblod
o	3	Sto	Shetlandsponny
p	9	Valack	Korsning
q	10	Sto	Korsningsponny
r	15	Valack	Svenskt halvblod

Vid inspelningarna fanns flera teknikproblem som gav upphov till störningar även på inspelningen som gjordes direkt på datorn. När filerna avlyssnades var det nödvändigt att använda filtret vilket annars inte är brukligt, men gjordes inte det blev det för mycket störningar för att kunna urskilja eventuella blåsljud. Det var även problem med kablaget som föranledde att stetoskopet för att få kontakterna tysta måste hållas på ett sätt som inte var optimalt för undvikandet av raspande ljud i samband med inspelningarna, problemen förvärrades genom inspelningsserien. Några inspelningar var dock av god kvalitet, framförallt då de tidiga. I figur 3.1 visas en jämförelse mellan telefoninspelad fil och fil inspelad direkt på datorn. Studeras de båda fonokardiogramen kan en skillnad i tidsskalan noteras. I den övre bilden representerar varje ruta i x-led en sekund och en inspelningslängd av lite drygt 17 sekunder visas under det att 9 stycken S2 representeras (hjärtslagen med högst amplitud representerar S2 i denna inspelning) vilket skulle ge en hjärtfrekvens på 32 slag per minut som är normalt för en frisk vuxen häst. I den undre bilden lockas betraktaren att tro att en tio sekunder lång sekvens spelats in under vilken tio S2 registrerats som då betyder en hjärtfrekvens på ca 60 slag per minut vilket är något högt för en häst. Då inspelningarna är simultana ska hjärtfrekvensen vara lika i båda

bilderna varför någon form av förvrängning av tidsskalan sker någonstans i telefonöverföringen eller konverteringen.



Figur 3.1 Jämförelse mellan direktinspelat (överst) och telefonöverfört fonokardiogram (underst). Inspelningarna är simultana och de som höll högst kvalitet av alla inspelningar, men telefoninspelningen är inte diagnostisk. Det går inte att se den övre bildens mönster i den undre.

För att utvärdera telefonfilerna fördes de över till dator via USB-kabel och inte via GPRS-nätet som planerat på grund av tidsbrist. Vid avlyssandet kunde hjärtljud höras svagt, men blåsljud gick inte att detektera oavsett ursprung och intensitet. Inga hästar med intensitet högre än 2/6 har använts till försöket. Fonokardiogramen innehöll mycket störningar, oftast gick dock S1 och S2 att urskilja men ibland endast den ena hjärtonen och det var svårt att avgöra vilken. Det gick inte att se blåsljuden på fonokardiogramen då störningarnas amplitud var större än förväntat blåsljud och därmed dolde det helt. Vid avlyssning av flera av de telefonöverförda filerna gjordes bedömningen att ljudet inte följde fonokardiogramet helt, då ett område med hög amplitud passerades i fonokardiogramet kom inte något starkt ljud som exempelvis S1 eller S2 som förväntats.

Tabell 3.2. Översikt över inspelningsresultatet

Häst	ausk blås	u-ljud	Beskrivning av telefonöverfört ljud relativt direktinspelat
a	1° A		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
b	1° A		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
c	1° A		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
d	1° M		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
e	2° M	X	Mycket brus, hjärtslag kan höras, blåsljud hörs inte
f	1° M	X	Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
g	1° PAMT		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte, ej heller fågelkvitter
h	Nej		Mycket brus, hjärtslag kan höras
i	1° M ton		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
j	Nej		Mycket brus, hjärtslag kan anas
k	1-2° M	X	Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
l	1-2° PAMT	X	Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
m	Nej		Mycket brus, hjärtslag kan anas
n	1° T		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
o	Nej		Mycket brus, hjärtslag kan anas
p	1° A		Mycket brus, hjärtslag kan anas, blåsljud hörs inte
q	Nej		Mycket brus, hjärtslag kan anas
r	Nej		Mycket brus, hjärtslag kan anas

Men tekniken fungerar, telefonen fungerar upprepat som det är tänkt, blåtandsplattformen gör sitt jobb varje gång och tekniken har inte hängt sig eller på annat sätt ställt till problem under inspelningarna utan har gått att lita på vilket i sammanhanget är väldigt positivt. Att sedan kvaliteten på ljudet inte riktigt räcker till ger ytterligare frågor att söka svar på då det inte står helt klart var i överföringen förlusterna sker. Flera möjliga felkällor har hittats men inte studerats vidare under tiden för projektets genomförande.

Blåtandsplattformen klarade av en samplingshastighet på 2880 Hz innan den låste sig, vilket är mindre än de 6 kHz som var tänkta men mer än de 2 kHz som utgör minimikravet för önskat frekvensområde. Däremot var inte systemet optimerat för 2880 Hz utan 6 kHz vilket kan ge upphov till brus orsakad av vikning av signalen.

5 Diskussion

Arbetet har påvisat hur ett system för auskultation av hästar på distans kan utformas för att kunna användas av veterinärer i fält. Av arbetet har det visats att den här typen av system kan bli värdefullt för de veterinärer som arbetar i fält. De veterinärer som har blivit presenterade för systemet har visat ett stort intresse för det och ser en stor nytta av detta eller liknande system. Vidare har arbetet visat att det finns vinster att göra, t.ex. genom kostnadsbesparingar och snabbare och säkrare diagnoser av hästarna. Det framtagna förslaget på system kan därför ses som ett viktigt steg i en fortsatt utveckling av system för distansmonitorering av hästar eller andra djurslag.

Avsikten med arbetet var att utveckla och validera ett fullt fungerande system. Eftersom nödvändig utrustning och mjukvara inte kunde levereras enligt planeringen blev arbetet

försenat och de avslutande testerna av systemet kunde inte utföras enligt planerad signalväg och valideringen av den överförda informationen är därför inte giltig för GPRS-överförd data.

Arbetet har dock visat hur de ljud som observeras med ett elektroniskt stetoskop trådlöst kan överföras till mobiltelefon med Bluetooth-teknik för senare analys av veterinärer på hästklinik.

De ljudsignaler som överfördes var tyvärr inte av en diagnostisk kvalitet. Orsakerna till detta är troligen flera.

Tänkbara felkällor kan vara

- 1) Överföringsproblematik i form av förlorad information, en del av de data-paket som överfördes till telefonen försvann på väg till eller i telefonen.
- 2) Externa störande ljud i omgivningen. Till exempel från andra hästar i stallet som sparkar i väggar, fågelkvitter eller röster från andra hästars skötare, vilket ställer höga krav på den som utför inspelningen att tillse en tyst omgivning för goda inspelningsresultat.
- 3) Telefonens normala kommunikation med nätet samt inkommande samtal och sms utgör också en källa till störningar som dock hörs tydligt under inspelningen.

Då validerade system som blåtandsöverföring, GPRS och Internet använts är det endast de bitar som gjorts egenhändigt som måste valideras lokalt innan test av hela systemet.

Huruvida informationsmängden per tidsenhet är för stor för telefonen är heller inte utrett, men det är inte den troligaste felkällan. Signalen till blåtandsplattformen har gått genom datorns USB-dosa via en utgång märkt "analog out" som inte testats innan användning, även det på grund av tidsbrist samt att det inte gick att få tag i förgreningskontakt så att signalen kunde delas redan vid stetoskopet. Sedan har den tänkta signalvägen brutits på grund av tidsbrist så filerna fördes över via USB-kabel till en fast dator och inte via GPRS-nätet till den tänkta servern. Det har troligen inte givit upphov till mer fel än den tänkta vägen utan snarare mindre. Konverteringsprogrammet har gjort så att de datafiler telefonen sparar har gått att läsa i Meditrons analysprogram. Analysprogrammet är redan validerat hos Meditron, men frågan är hur bra konverteringsprogrammet fungerar. Skillnaderna i tidsskalan gör det rimligt att tro att konverteringen inte riktigt fungerar som önskat.

En brist i metoden är att inte alla hästar med blåsljud varit ultraljudsundersökta. Det har störst betydelse för hästarna med fysiologiska blåsljud, vilket medför att patologier inte helt kan uteslutas trots att fonokardiogram studerats av erfaren kardiolog för de flesta av försökshästarna. Med det resultat som erhöles saknar detta betydelse, men om man i framtiden vill förfina det föreslagna systemet bör man tänka på det i valideringen.

Om den fältverksamma veterinären är osäker på om ljudinspelningen blev tillräckligt bra vore det praktiskt om det gick att spela upp ljudet från telefonen innan det skickas vidare. Då möjlighet finns att spara flera ljudsekvenser i telefonen finns det också en poäng med

att kunna lyssna innan överföringen för att säkerställa att rätt signal skickas, vilket kan vara en framtida utveckling att fundera över. Problemen med att telefonens frekvensområde generellt ligger högre än de ljud vi är intresserade av kvarstår dock, men det kan vara möjligt att backa signalen från telefonen via blåtandsplattformen till stetoskopet vars högtalare är avsedda för det intressanta frekvensområdet.

För att kunna göra en bra analys av signalen och avgöra när i hjärtsykeln de olika ljuden hörs vore det bra med ett EKG simultant med ljudsignalen även vid inspelning med telefon. Det är också en tänkbar vidareutveckling. Då EKG redan kan skickas med mobiltelefon är det inte orimligt att lyckas med det, det svåra torde vara att se till att det verkligen blir simultant vilket krävs för att det ska vara någon vinst med att addera EKG..

Som programmet fungerar idag räknas löpnumret upp vid varje ny inspelning utom då den tidigare filen kastas direkt. Det är egentligen inte nödvändigt att det sker vid byte av auskultationspunkt, men i dagens version sker uppräkningsen av löpnummer tidigare än användaren får valet att ändra punkten. Det positiva med det är att löpnumret inte missar uppräkningsen om ytterligare en inspelning ska göras vid samma position. Detta tyder kanske på att displayflödet går att göra mer logiskt och ytterligare lättare att använda. I dagsläget saknar det betydelse då telefonen inte kopplar upp mot blåtanden när en inspelning redan gjorts, utan programmet måste startas om för att göra en ny inspelning med blåtandsuppkoppling.

För tillfället är telefonens inspelningstid fix och satt till tio sekunder, tanken har dock varit att ha en fri inspelningslängd för att ge specialisten större möjligheter att redigera de intressanta områdena själv. För att undvika att flera minuter långa sekvenser skickas är en kort utbildning i samband med att systemet inhandlas att rekommendera. Vid den utbildningen kan det också vara lämpligt att köparen får övning i att göra bra inspelningar utan rasande från fingrar och dylikt vilket är ett vanligt nybörjarfel som inte kräver så lång träning för att arbeta bort, cirka två timmar är rimligt. För att undvika att dåliga inspelningar skickas till specialisten skulle det vara bra om det gick att utforma någon form av kontroll av den inkommande signalen hos kliniken som tar emot ljudet, antingen automatisk eller en upptränad djursjukvårdare som kostar mindre för kliniken än specialisten. Håller signalen inte diagnostisk kvalitet får remitterande veterinär besked om det och kan förbättra sina inspelningar innan denne hunnit lämna stallet.

I en framtida tillämpning kommer filerna att lagras med angiven identitet och då det är möjligt för flera hästar att ha samma namn behövs en bättre särskiljning. Sedan 1/1 2006 ska alla hästar ha ett hästpass och detta pass har ett unikt passnummer som kan användas. Sedan 1980 har de svenska travhästarna av varmblodig ras ett unikt frysmärkningsnummer som kan användas som identitet redan idag. Kallblodstravarna började frysmärkas med vinklar någon gång under 1970-talet men har numera också siffror. (www.travsport.se/sinfo?kommando=visaHistoria, 090305; personlig kontakt Kristina Selahn, Svenska Travsportens Centralförbund)

För ponnyer gäller att de ska vara chipmärkta vid slutmätning som sker vid 8 års ålder och gäller ponnyer som används för tävling. Ponnyer som inte ska tävla har inget krav på

märkning även om många rasföreningar har det som krav. För övriga hästar har olika rasföreningar olika rekommendationer men de flesta rekommenderar eller kräver ID-märkning av alla hästar födda senast efter 1/1 2006. Det finns ett lagförslag som kräver märkning med mikrochip för alla hästar men det har inte trätt i kraft än. Mikrochipet injiceras i muskulaturen mitt på halsens vänstra sida och har ett unikt nummer som utgör hästens motsvarighet till personnummer. Detta nummer läses med en chipavläsare som förs över hästens hals och visar numret på mikrochipet på displayen när chipet hittats av läsaren, och kunde den skicka chipnumret till telefonen skulle den remitterande veterinären slippa undan en del knapptryckningsarbete, ytterligare en framtida utveckling att fundera över.

En rimlig utvidgning av systemet är att använda det även för smådjur. Dels för de distriktsveterinärstationer eller kliniker som har en blandad praktik och vill använda systemet för häst och därmed redan har utrustningen, men även för rena smådjurskliniker som vill erbjuda sina kunder en utökad service. Många kliniker i USA som inte har tillräcklig kompetens att tolka EKG använder Cardiopet, som är telefonöverfört EKG, för att erbjuda sina kunder en bättre service än vad de skulle kunna göra utan den tekniken.

Det är heller inte orimligt att tänka sig systemet på humansidan och då framförallt inom pediatrik i situationer där datauppkoppling inte är tillämpligt. Exempel på sådana situationer är skolläkare på byskolor samt inom neonatalvården där dagens rutiner där ultraljud föreslås de nyblivna föräldrarna om ett blåsljud hörs på den nyfödda, med väntetider på tre månader och stor oro för föräldrarna som följd. Med denna teknik räcker det med en inspelning på salen där familjen ligger för att få ett grundutlåtande. De fall som är svåra att uttala sig om efter ljudanalys remitteras till ultraljudsundersökning dit kön då torde vara kortare med färre remitterade fall.

Dessa utvidgningar samt de förbättringar som föreslagits på befintligt system kan ses som intressanta områden för fortsatta studier.

6 Referenslista

Ahlström C., *Nonlinear phonocardiographic signal processing*, PhD thesis, Linköping, April 2008

Dyce K.M., Sack W.O., Wensing C.J.G., *Textbook of veterinary anatomy*, Saunders, Philadelphia, 3 edition, 2002

Iwamoto J, Yonezawa Y, Ogawa H. M., Ninomiya I, Sada K, Hamada S, Hahn A. W., Caldwell W. M., *A new mobile phone-based ECG monitoring system*, Biomedical sciences instrumentation, 2007; 43: 318-23

Kang J, Chun H, Shin IH, Shin SD, Suh GJ, Kim HC, *Preliminary evaluation of the use of a CDMA-based emergency telemedicine system*, Journal of telemedicine and telecare, 2006;12(8):422-7

Kvart C., Häggström J., *Cardiac auscultation and phonocardiography in dogs, horses and cats*, Kvart C., Uppsala, 2002

Marr C., *Cardiology of the horse*, kapitel 6, W B Saunders, 1999, ISBN 0-7020-2240-3

Naylor et al, *An assesment of the terminology used by diplomates and students to describe the character of equine mitral and aortic valveregurgitant murmurs: correlation with the physical properties with the sounds*, Journal of veterinary internal medicine May-Jun; 17 (3). 332-6

Salvador C. H. , Pascual Carrasco M, Gonzalez de Mingo M. A., Muñoz Carrero A, Márquez Montes J, Sosa Martín L, Cavero M. A., Fernández Lozano I, Monteagudo J. L., *Airmed-cardio: a GSM and Internet services-based system for out-of-hospital follow-up of cardiac patients*, IEEE transactions on information technology in biomedicine, 2005 Mar; 9(1): 73-85

Samaras T, Karavasiadiou S, Kouidi E, Sahalos J. N., Deligiannis A, *Transtelephonic electrocardiographic transmission in the preparticipation screening of athletes*, International journal of telemedicine and applications, 2008:217909

Tilley L.P., *Essentials of canine and feline electrocardiography: interpretation and treatment*, Lea & Febiger, Philadelphia, 2 edition, 1985, ISBN 0-8121-0920-1, Tilley L.P., *Transtelephonic analysis of cardiac arrhythmias in the dog. Diagnostic accuracy*, The Veterinary Clinics of North America, 1983 May; 13 (2): 395-408

<http://electronics.howstuffworks.com/cell-phone.htm>, (sid 1 – 9) 081210

<http://technology.solveyourproblem.com/bluetooth/how-does-bluetooth-work.shtml>, 081210

<http://www.aero.org/publications/crosslink/winter2002/04.html>, 090204

<http://www.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Basics.htm>, 090205

<http://www.geekzone.co.nz/content.asp?contentid=207>, 081210

<http://www.mobilein.com/GPRS.pdf>, 081210

<http://www.monsterguide.net/how-does-bluetooth-work.shtml>, 081210

<http://www.nokia.se/A4476495>, 081210

<http://www.sciam.com/article.cfm?id=experts-how-does-bluetooth-work>, 081210

<http://www.swedetrack.com/images/bluet04.htm>, 081210

<http://www.swedetrack.com/images/bluet05.htm>, 081210

<http://www.swedetrack.com/images/bluet08.htm>, 081210

<http://www.swedetrack.com/images/bluet12.htm>, 081210

<http://www.swedetrack.com/images/bluet14.htm>, 081210

www.travsport.se/sinfo?kommando=visaHistoria, 090305

personlig kontakt Kristina Selahn, Svenska Travsportens Centralförbund

personlig kontakt Daniel Söderström