

Användar- och marknads-  
undersökning samt utvärdering av  
ultraljudsutrustningar för  
smådjursdiagnostik

av

Åsa Strömberg

Uppsala 2003



**Användar- och marknadsundersökning samt  
utvärdering av ultraljudsutrustningar för  
smådjursdiagnostik**

**Åsa Strömberg**

Handledare Kerstin Hansson, leg vet, Cert VR  
Institutionen för klinisk radiologi

Biträdande handledare Estelle Ågren, leg vet, Cert VR  
Institutionen för klinisk radiologi

Examensarbete 2003:36  
Veterinärprogrammet  
Veterinärmedicinska fakulteten  
SLU

ISSN 1650-7045  
Uppsala 2003



<b>INTRODUKTION.....</b>	<b>4</b>
<b>MATERIAL OCH METODER .....</b>	<b>5</b>
ENKÄTUNDERSÖKNING .....	5
MARKNADSINVENTERING.....	5
UTVÄRDERING AV ULTRALJUDSUTRUSTNINGAR.....	6
<i>Testfantom</i> .....	7
<i>Utvärdering in vivo på hund</i> .....	8
<b>RESULTAT .....</b>	<b>9</b>
ENKÄTUNDERSÖKNING .....	9
<i>Svarsfrekvens</i> .....	9
<i>Utrustningar i bruk</i> .....	9
<i>Förekommande transducers</i> .....	10
<i>Dokumentationsmöjligheter</i> .....	11
<i>Användarfrekvens och undersökningstyper</i> .....	12
<i>Orsaker till lågt användande</i> .....	13
<i>Utbildningsgrad</i> .....	13
<i>Krav på utrustningen</i> .....	14
MARKNADSINVENTERING SAMT UTVÄRDERING AV ULTRALJUDSUTRUSTNINGAR	14
<b>DISKUSSION .....</b>	<b>15</b>
ENKÄTUNDERSÖKNING .....	15
<i>Utvärdering av enkäten</i> .....	15
<i>Utrustningar som finns i bruk</i> .....	15
<i>Förekommande transducers</i> .....	16
<i>Dokumentationsmöjligheter</i> .....	16
<i>Användarfrekvens och undersökningstyper</i> .....	17
<i>Orsaker till lågt användande</i> .....	17
<i>Utbildningsgrad</i> .....	17
<i>Krav på utrustningen</i> .....	18
<i>Krav på leverantören</i> .....	18
MARKNADSINVENTERING.....	18
<i>Marknaden idag</i> .....	19
<i>Vilka utrustningar provades?</i> .....	20
UTVÄRDERING AV ULTRALJUDSUTRUSTNINGAR.....	21
<i>Pie Medical</i> .....	22
<i>Interspec</i> .....	22
<i>Aloka</i> .....	23
<i>Honda</i> .....	23
<i>Philips</i> .....	24
<i>Acuson</i> .....	24
<b>INFORMATIONSSKRIFT FÖR INSTITUTIONEN FÖR KLINISK RADIOLOGI .....</b>	<b>26</b>
MATERIAL.....	26
GENOMFÖRANDE .....	26
UTFORMNING .....	26

<b>SUMMARY .....</b>	<b>27</b>
<b>TACK TILL.....</b>	<b>28</b>
<b>KÄLLFÖRTECKNING .....</b>	<b>28</b>
<b>BILAGOR.....</b>	<b>29</b>

## Introduktion

Diagnostiskt ultraljud har använts inom smådjursjukvården i Sverige sedan mitten av 1980-talet. Utvecklingen har gått fort framåt och utbildningen måste följa efter. 1989 hölls den första större kursen i bukdiagnostik. Därefter tog användandet fart och under första delen av 90-talet utvecklades diagnostiken på landets större djursjukhus. Från 1995 och framåt har man också sett en ökning av antalet små kliniker som skaffat egen ultraljudsutrustning, varvid antalet användare stiger stadigt.

Idag är situationen sådan, att såväl djurägare som veterinärer ställer allt högre krav på diagnostikmöjligheter och vård. Därmed har ett ökat intresse för ultraljud och dess möjligheter noterats. De veterinärer som examineras idag är dessutom mer benägna att använda ultraljud för diagnostik, då denna metod demonstreras inom ramen för grundutbildningen. Det finns därför anledning att tro att ultraljud kommer att användas i större utsträckning i framtiden på alla typer av veterinära inrättningar.

Institutionen för klinisk radiologi vid SLU i Uppsala, får varje år många förfrågningar från veterinärer och veterinära inrättningar runt om i landet, vilken ultraljudsutrustning som passar att köpa till deras klinik. Dessa frågor är oftast näst intill omöjliga att besvara utan kunskaper dels om den enskilda klinikens behov och dels om vad som finns att tillgå på marknaden. Man saknar även till viss del kännedom om hur utbildade dagens veterinärer är inom ultraljudsdiagnostik och om vilka typer av undersökningar som utförs på landets veterinärinrättningar. Då olika användare kommer att ha varierande kompetens och behov, blir det genast svårigheter vid rekommendationer av nyinköp.

Ju högre krav som ställs på användandet av ultraljud inom smådjursdiagnostiken, desto viktigare blir det att nyblivna veterinärer har med sig en god kunskap om denna typ av bildiagnostik från grundutbildningen. Likaså är det viktigt att de veterinärer i landet, som använder ultraljud, har möjlighet till kvalificerad vidareutbildning.

SLUs policy, att ansvara för kunskapsbyggnad och kompetensförsörjning inom kompetensområdet veterinärmedicin, är kanske inte helt lätt att tillmötesgå. Att undervisa i en färdighet som många gånger är lika praktiskt betingad som exempelvis kirurgi, är inget man löser med pappersfall eller demonstrationer. Det kräver tid och individuell träning. Behovet av utbildning är stort, men hur man praktiskt bemöter detta behov är inte helt enkelt att se.

Med bakgrund i detta sågs behovet av en sammanställande undersökning av hur användandet av ultraljud inom smådjursdiagnostiken verkligen ser ut idag. Inventeringen borde också omfatta kompetensläget bland veterinärerna samt vilka utrustningar som används. Av intresse vore också att klarlägga vilka önskemål användarna har idag och vilka önskemål man har inför framtiden med avseende på ultraljudsdiagnostik och -utrustningar.

Sammanställningen borde sedan kompletteras med en utvärdering av de utrustningar som finns på marknaden idag och som kan anses lämpliga för bruk på medelstora veterinära inrättningar.

Syftet med examensarbetet har således varit att med hjälp av en enkät sammanställa hur ofta, på vilket sätt samt med vilken utrustning diagnostiskt ultraljud används för undersökning av smådjur i Sverige. Enkäten har även syftat till att ge en fingervisning inför framtiden med avseende på behovet av utbildning samt rådgivning vid köp av ultraljudsutrustning. För att få ett underlag till en rådgivande skrift, har 12 ultraljudsutrustningar testats med inriktning på användbarhet för bukdiagnostik på en medelstor veterinärinrättning. I skriften har också inkluderats en sammanställning av basal ultraljudsfysik och teknik, samt en checklista att utgå från för den som önskar utvärdera en ultraljudsutrustning.

## **Material och metoder**

### **Enkätundersökning**

Efter en inledande litteraturstudie samt genomgång av de parametrar som kunde tänkas vara intressanta att klarlägga, sammanställdes en enkät under våren 2002.

Enkätformuläret bestod av frågor gällande utrustning, användningsområden, användarfrequens, utbildning, vidareutbildning samt önskemål eller krav på en eventuell ny utrustning. Frågorna var utformade som ja/nej-frågor, som multiple choice-frågor eller som frågor vilka besvaras med egen text. (Bilaga 1)

Enkäten skickades under våren 2002 ut till 95 olika veterinära inrättningar i Sverige. Urvalet av de inrättningar enkäten skickades till gjordes delvis slumpvis med tanke på deras geografiska placering, men i viss mån togs hänsyn till om inrättningen i fråga kunde tänkas använda ultraljud för diagnostik. Utskicken fördelades någorlunda jämnt över landet, med en övervikt för södra Sverige då veterinärantalet är högre i dessa delar av landet.

Under hösten har sedan ett antal av de redan tillfrågade kontaktats igen, i de fall svar på enkäten ej erhållits. Kontakt togs denna gång via telefon, brev eller e-post. Ytterligare några av de större djursjukhusen i landet, vilka ej kontaktats i det första utskicket, tillfrågades också i efterhand om utrustning och användande.

Totalt tillfrågades 102 veterinärinrättningar.

### **Marknadsinventering**

För att få en uppfattning om vad som finns att tillgå på marknaden kontaktades ett antal återförsäljare och tillverkare av ultraljudsutrustningar. För att kunna vägleda eventuella nyinköp av utrustningar, ansågs det av vikt att praktiskt jämföra ett antal olika utrustningar av lämplig storlek och prisklass. Enkätsvaren användes för att bestämma vilka utrustningar som skulle testas praktiskt. De mest förekommande utrustningarna listades och de modeller som kunde anses ligga i det prisintervall vi tänkt oss inventera, valdes ut för praktisk utvärdering.



Prisintervallet sattes till mellan 100 000 och 500 000:-, då de allra billigaste utrustningarna troligen har för låg prestanda för att kunna användas med behållning på en smådjursklinik, och då de som ligger över 500 000:- är för dyra för många medelstora kliniker. Slutligen valdes 12 utrustningar ut (Tabell 1).

Tabell 1. Lista över de utrustningar som utvärderades praktiskt.

<i>Tillverkare</i>	<i>Modell</i>	<i>Återförsäljare</i>
Pie Medical	Parus 240	Kruuse Svenska AB
“	300S Pandion Vet	”
Aloka	SSD 500	Bröderna Berner HAB
”	SSD 900	”
”	SSD 1000	”
”	SSD 1400	”
Honda	HS-2000	Scandivet AB
“	HS-4000	”
Interspec	Apogee CX 100	(endast som beg utrustn)
Philips AB	Philips HDI 1500	Philips AB Division of Medical Systems
Acuson / Siemens AB	Sonoline G60S	Siemens Med Solutions
“	Sonoline Adara	”

## Utvärdering av ultraljudsutrustningar

Ett testprotokoll sattes upp, vilket redovisas i bilaga 2. De parametrar som ansågs lämpliga att redogöra för, valdes ut med avseende på relevans ur basal användarsynvinkel. Mindre tyngd lades vid avancerade tekniska specifikationer.

Grundtanken med det praktiska testet, har varit att under likartade betingelser kunna jämföra utrustningarna med avseende på bl a detaljupplösning, penetrans och subjektiv bildupplevelse.

Vi valde att i första hand prova transducers med sektorformad bildåtergivning, dvs annular array-, mekaniska sektor- och elektroniska sektor /vektor respektive curvilinear transducers. Om möjligt användes frekvenserna 5 respektive 7,5 MHz. Djupen sattes till 5, 10 respektive 15 cm. Vid undersökningen användes endast en fokuspunkt och fokuseringen lades på det objekt som skulle studeras. Det var inte möjligt att använda samma typ av transducers och frekvenser vid alla utvärderingar, då återförsäljarna inte hade sådana transducers tillgängliga för demonstration vid testillfället.

För att kunna standardisera och objektivisera mätningarna så långt som möjligt gällande upplösning och penetrans, utfördes mätningarna i de flesta fall på en sk fantom, vilken beskrivs nedan. Sex av utrustningarna testades även i ”in vivo-studier” på olika hundar. Vi valde att fokusera på bukundersökningar, då det inom ramen för detta examensarbete ej fanns utrymme att utvärdera den teknik som används vid hjärtundersökningar.

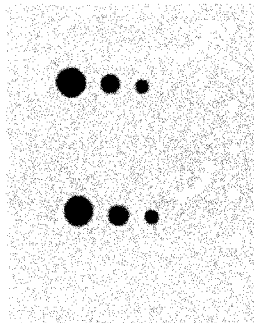
Beskrivningarna återges i så neutrala termer som möjligt, men bedömningar av bildupplevelse kan aldrig bli annat än subjektiva.

Det praktiska testet utfördes i samarbete med återförsäljarna i de flesta fall. Sex av utrustningarna provades på plats hos försäljare i Stockholmstrakten, en demonstrerades i Institutionens för klinisk radiologi lokaler, två stycken testades på en föreläsningkväll med flera andra veterinärer i Västerås. De tre modeller som fanns tillgängliga på Klinikcentrum, SLU (Uppsala) har endast utvärderats av EEF-studenten tillsammans med handledaren. (Observera att de utrustningar, vilka används för klinisk ultraljudsdiagnostik på Institutionen för klinisk radiologi, ej har utvärderats praktiskt eller på annat sätt inkluderats i den här studien.)

### *Testfantom*

En "fantom" är ett slags simulerad vävnad innehållande vissa standardiserade och dokumenterade strukturer. Fantomer används oftast av tillverkare och applikatorer för att testa de egna utrustningarna, för att justera inställningar etc. Olika fantomer ser olika ut, beroende på vad man vill använda dem till för typ av test.

I vårt test användes fantomen framförallt till att bedöma upplösning och penetrans, och var en s k multifunktionell fantom av modell Gammex RMI 403GS. Principen för en fantom av detta slag illustreras i fig 1.



*Fig 1.* Testfantom. Svarta områden simulerar cystor ( $\varnothing$  2-6 mm). Vita områden används för att bedöma upplösning och penetrans.

Vi tittade på fantomen enligt nedanstående:

- De tre cystorna i fallande storlek har använts för att bestämma om det alls går att uppfatta en rund struktur på ett visst djup vid en viss frekvens. Den översta raden "cystor" är oftast relativt lätt att se och bedöma, även den med minst diameter. Med ökat djup försämras penetransen, varför de djupare liggande cystorna blir svårare att se.
- Djupmarkeringarna, dvs punkterna med två cm mellanrum i djupled, används för att bestämma till vilket djup det går att uppfatta en punktformig struktur och om man vid det djupet kan identifiera omgivande vävnad. Man får alltså ett mått på penetransen vid en viss frekvens. Dessutom kan man avgöra om, och i så fall vid vilket djup, punkterna flyter ut och upplevs som linjer i stället, dvs vid vilket djup den laterala upplösningen brister.

· De välvda strukturerna uppbyggda av fem olika nylontrådar på samma avstånd från varandra i ett horisontellt plan, men på ökande avstånd i det vertikala planet, används för att bestämma både lateral och axiell upplösning. Om man tydligt kan urskilja de fem punkterna från varandra har man god upplösning i båda plan. Börjar de djupast liggande punkterna flyta ihop och bilda en linje, brister utrustningen främst i lateral upplösning, men även i det axiella planet, eftersom man ej kan säga att det är två punkter på olika djup.

#### *Utvärdering in vivo på hund*

Även om en utrustning kan testas med en fantom, så är det ändå hur väl utrustningen fungerar i en verklig undersökning, som spelar störst roll för användaren.

Vi försökte därför använda så många av utrustningarna som möjligt på levande material, med någon tillgänglig hund. Vid alla testtillfällen var det, av olika orsaker, inte möjligt att utvärdera apparaterna på hund. Testet uteslöts vid dessa tillfällen ur protokollet.

En greyhound användes vid tre tillfällen (Interspec Apogee CX100, Pie Medical Parus 240 respektive 300S Pandion vet), vid ett tillfälle en beagle (Philips HDI 1500) och vid ett annat en dvärgpudel samt en kerry blue terrier (HS-2000 resp 4000).

## Resultat

### Enkätundersökning

#### Svarsfrekvens

Totalt har 102 veterinära inrättningar kontaktats, varav svar erhöles från 63 st (61,8%). Av det totala antalet var 35 st distriktveterinärstationer, där 19 st svarade, 25 st var djursjukhus med 18 svarande och 42 st var smådjurskliniker eller veterinärmottagningar, av vilka 24 svarade på enkäten.

Två av de svarande nämnde ej vilken klinik de tillhörde och får därför betraktas som okända (Fig 2).

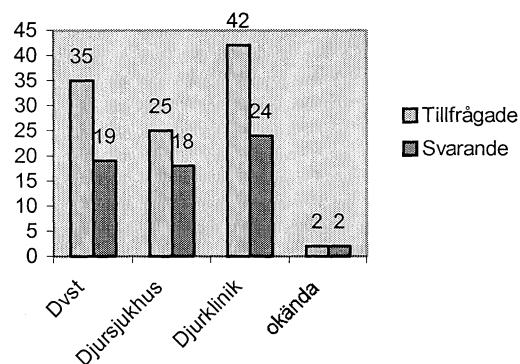


Fig 2. Fördelning över olika typer av veterinära inrättningar som kontaktades i undersökningen, samt antal av dessa som svarade på enkäten.

#### Utrustningar i bruk

Av de 63 svarande uppgav 40 st att de hade egen utrustning. Bland dessa 40 utrustningar finns 9 olika fabrikat representerade samt en utrustning av okänt ursprung (Tabell 2). De olika tillverkarna har i vissa fall flera modeller bland de 40 angivna. Den vanligaste enskilda modellen var Interspec Apogee CX 100 (5 st). Flera andra Interspec-modeller finns också namngivna i enkäten. Den mest representerade tillverkaren är Pie Medical (11 st), med Parus 240 som den mest förekommande modellen (4 st).

Tjugotre av 63 svarande kliniker saknar egen utrustning, men 15 av dessa uppger att de har behov av att använda ultraljud. Flera möjligheter att lösa problemet nämndes i enkäten.

Tolv av de som anser att behov av att utrustning finns, remitterar i stället till närliggande klinik. Ett par kliniker anger att de får besök av en ambulering ultraljudsexpert, som på regelbunden basis kommer och utför undersökningar med sin egen utrustning.

Tre av de ovan nämnda anger att man ej tycker sig ha tillräckligt stort patientunderlag för att motivera inköp av en utrustning.

En klinik säger uttryckligen att behovet finns, men att pengarna saknas.

Tabell 2. Lista över de utrustningar som angivits finnas i bruk på svenska veterinärinrättningar, totalt 40 st. Listan är sammanställd m a p tillverkare, modellerna har slagits samman gruppvis.

<i>Tillverkare</i>	<i>Modell</i>	<i>Antal</i>
Acuson	128XP	1 st
	Aspen	2 st
	Ospecificerade modeller	2 st
Aloka	SSD 500	1 st
	SSD 2200	1 st
ATL / Philips	HDI 1500	1 st
	HDI 3500	2 st
Interspec	Apogee CX100	5 st
	Apogee, övriga	5 st
Dynamic Imaging	C/MCV	1 st
Esaote	Megas	1 st
	AU3 Scanner	1 st
Pie Medical	Parus 240	4 st
	Övriga modeller	7 st
	Ospecificerad modell	1 st
Kretzteknik	Echotonoscope	1 st
Hewlett Packard	Image Point Hx	1 st
	Sonar 100 CF	2 st
Okänd tillverkare	Okänd modell	1 st

De flesta utrustningar i bruk är inköpta/tillverkade från 1995 till 1998. Interspec-utrustningarna är de som är äldst, ca 10-12 år gamla.

#### *Förekommande transducers*

Av de som svarade på frågorna angående transducers, har de flesta (25 av 40 st) angivit vilka transducers man använder. Drygt tre fjärdedelar av användarna har någon sorts elektroniska transducers.

Endast ett fåtal (5 st) anger att de använder mekaniska transducers. De som förekommer används oftast ihop med äldre Interspec Apogee-utrustningar.

Annular array-teknik är av enkätsvaren att tolka relativt ovanlig. Endast två användare anger att man har sådana transducers. Dessa används dels till en äldre Interspec och dels till en nyare Esaote-utrustning. (Fig 3)

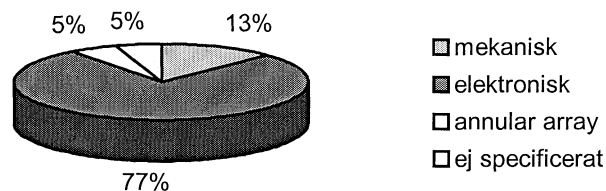


Fig 3. Fördelning över de typer av transducers som förekommer bland modeller listade i tabell 2.

Nio av de svarande anger att de endast har en transducer kopplad till sin utrustning. Övriga svarande anger att man har fler transducers inkopplade samtidigt.

De vanligaste fasta frekvenser som används är 5 resp 7,5 MHz. Spannet sträcker sig dock från 3,5 – 12 MHz. Av de 32 som svarade på frågan om det gick att byta frekvens på transducern, sk multihertz, angav 22 st att funktionen fanns. Tio av de svarande hade inte möjlighet att byta frekvens på transducern. Fjorton av de svarande angav inte vilka frekvenser man använder.

#### Dokumentationsmöjligheter

Många kliniker har en eller flera olika apparater för dokumentation av undersökningarna. De flesta (18 st) har analog printer, ofta i kombination med video. Kombinationen förekommer främst bland de äldre maskinerna. Många av de nyare utrustningarna har inbyggd diskettstation eller annan möjlighet till digital bildlagring (10 av de svarande).

Endast 4 av de svarande anger att man inte har någon möjlighet att dokumentera sina undersökningar. Fem stycken svarade inte på frågan.

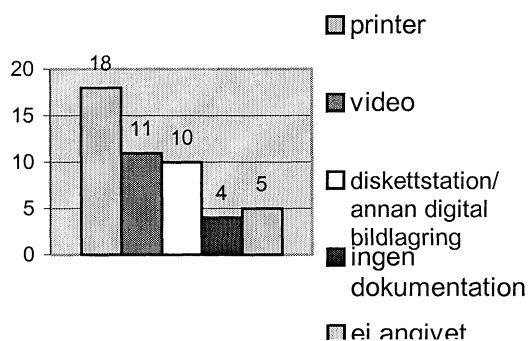


Fig 4. Diagram över vilken utrustning som används för att dokumentera undersökningar. Observera att en klinik kan ha flera dokumentationsmöjligheter kopplade till sin enhet.

### Användarfrekvens och undersökningstyper

Av svaren att döma används ultraljud för diagnostik relativt ofta på svenska veterinärinrättningar. På ungefär hälften av de 40 svarande inrättningarna med egen ultraljudsutrustning använder man utrustningen dagligen. Denna kategori utgjordes främst av djursjukhus och djurkliniker i, eller i närheten av, större städer. Ytterligare 30% använder sin utrustning 1-3 gånger i veckan. Resterande anger att de använder utrustningen från 1-3 gånger per månad till säsongsvist. I dessa grupper hittar man de mindre djurkliniker och distriktsveterinärstationerna (Fig 5).

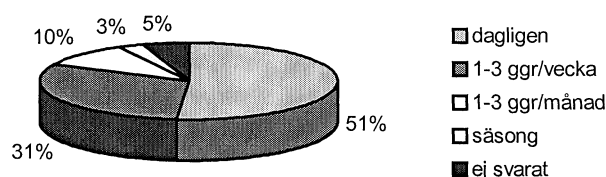


Fig 5. Hur ofta ultraljud används på de 40 kliniker som har egen utrustning.

De största djursjukhusen och djurkliniker har generellt sett kompetens att undersöka alla typer av organsystem.

Mindre kliniker varierar stort gällande användande. Ett fåtal ställen utför endast dräktighetskontroller, medan ungefär en fjärdedel utför mer eller mindre fullständiga bukundersökningar. Lika många har även specialiserat sig på hjärtundersökningar. Alla som utför hjärtundersökning (19 st) har också möjlighet att utföra - och utför aktivt - någon form av bukundersökning (Fig 6).

Endast de större remissinstanserna anser sig klara av ögonundersökningar. Dessa ställen utför även undersökningar av rörelseapparaten, vilket endast ett fåtal andra gör.

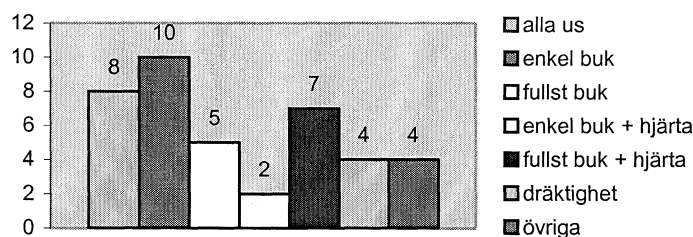


Fig 6. Fördelning över vilka sorters undersökningar som rapporterats utföras på de 40 svarande inrättningarna. De svarande kan ha angivit olika kombinationer av undersökningar som de vanligaste. Observera att kategorin "dräktighet" innebär att man där enbart utför dräktighetsundersökningar, samt att "övriga" innebär exv bukundersökning plus muskuloskeletala undersökningar eller hjärta plus dito, respektive ospecificerade svar från enkäten.

### Orsaker till lågt användande

I enkäten ombads de svarande ange om de trodde att utrustningen skulle användas oftare om vissa problem eller svårigheter avhjälpes, och de ombads även att ange dessa svårigheter.

De allra flesta angav att det främst brast i kompetensen, och att man helt klart skulle använda utrustningen mer om man hade bättre utbildning.

Annars angav man också att det ibland var brist på personal som kunde hjälpa till att hålla i, eller att det var svårt att utföra undersökningen då ett särskilt rum för detta saknades. Några angav att det helt enkelt var tidsbrist som gjorde att utrustningen inte användes så ofta.

Ytterligare några tyckte att den utrustning de hade var för enkel och att man med en mer avancerad utrustning skulle utföra fler undersökningar. Dessa användare var också enligt enkäten relativt välutbildade inom området (Fig 7).

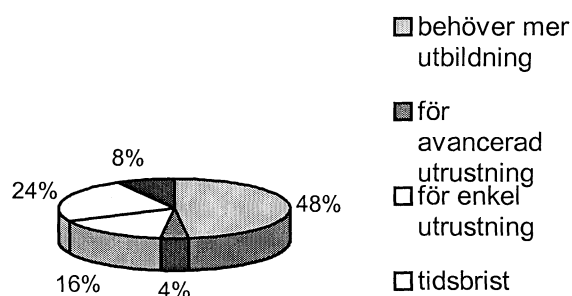


Fig 7. I enkäten angivna orsaker till lågt användande av befintliga ultraljudsutrustningar.

### Utbildningsgrad

Av de totalt 63 svarande angav endast de 40 med egen utrustning något om utbildningsläget bland klinikens veterinärer. Av dessa har 28 uppgivit att de genomgått utbildning inom ultraljudsdiagnostik, medan nio säger att de helt saknar utbildning. Av de senare är det dock flera som anger att de ändå skaffat sig erfarenhet genom egen träning ("learning by doing"). Tre av de svarande angav att man hade något slags utbildning, men specificerade inte hur man erhållit denna.

De flesta som skaffat sig utbildning har gjort detta genom kurser i Sverige, men det är också flera som gått kurs utomlands. En liten andel har fått utbildning från konsulter eller via försäljaren av utrustningen. De som fått utbildning från försäljaren fick ett visst antal (2-4) fortbildningsdagar inkluderade vid köpet. Ungefär hälften av de svarande säger att ingen demonstration gavs från leverantören vid inköp.

En tredjedel av de svarande uppger att de lärt sig via intern utbildning. Det är framförallt på de större klinikerna, med välutrustad ultraljudsavdelning och där det finns specialutbildade veterinärer, som internutbildning sker. (Fig 8)



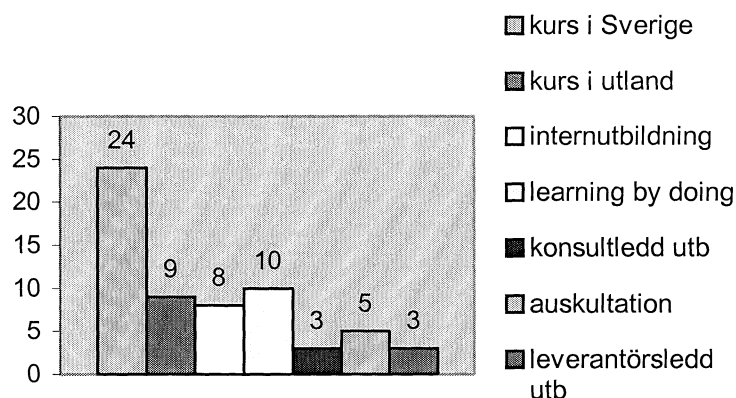


Fig 8. Översikt över de sätt svenska veterinärer erhållit kunskap om ultraljudsdiagnostik.

Fortlöpande utbildning förekommer i liten utsträckning. Ungefär två tredjedelar av de svarande säger att ingen fortlöpande utbildning sker. Resterande delas ungefär jämnt mellan vidareutbildning från leverantör eller konsult och genom kurser eller internutbildning.

De flesta uppger att anledningen främst är brist på tid och pengar som gör att man ej fortsatt att utbilda sig inom området.

#### *Krav på utrustningen*

Endast 8 st av de svarande angav vad man skulle kräva av en utrustning om man var i stånd att köpa en ny. De flesta övriga svarande har dock uppgivit att de känner att de saknar kunskaper att avgöra vad man egentligen behöver.

Merparten av de svarande anger att de vill ha en utrustning med bra upplösning. Många anger också att de vill ha en apparat som är lätthanterlig med enkel "knappologi". Det är också viktigt att apparaten går snabbt att starta upp och att den är liten och smidig att flytta. Man vill även ha god service och support från leverantören och man vill helst förses med en användarvänlig manual på svenska. Rent tekniskt önskar sig många doppler, helst färgdoppler. Några vill ha möjlighet till inspelning av bildsekvenser och cine loop (rörligt bildminne). Ytterligare några vill ha stor kapacitet för lagring av bilder.

### **Marknadsinventering samt utvärdering av ultraljudsutrustningar**

Tolv olika ultraljudsutrustningar utvärderades. Dessa representerar sex olika fabriker. Från *Aloka* testades fyra olika modeller, *Siemens/Acuson*, *Honda* och *Pie Medical* fick med två modeller vardera i testet, medan en modell testades från vardera *Interspec* respektive *Philips*.

Av dessa utrustningar var två portabla, två semiportabla och åtta var stationära utrustningar. Tio av utrustningarna var utrustade med elektroniska transducers, varav en (*Aloka SSD 900*) kunde kompletteras med en mekanisk transducer. En utrustning (*Interspec Apogee CX 100*) hade enbart mekaniska transducers, och en

annan (Pie Medical 300 S Pandion Vet) hade enbart annular array transducers. Samtliga utrustningar hade transducers i frekvensområdet 3,5-7,5 MHz, med variationer både uppåt och nedåt. För specifik information rekommenderas kontakt med återförsäljare, då förändringar kan ha gjorts sedan detta skrivits. Det kompletta testresultatet redovisas i bilaga 3.

## Diskussion

### Enkätundersökning

Enkäten utformades för att i första hand vända sig till de kliniker som kunnat tänkas ha mindre utrustningar. Senare konstaterades att även de större klinikerna och djursjukhusen borde inkluderas, för att få en mer heltäckande information om hur ultraljud används i Sverige. Detta då de större inrättningarna i många fall fungerar som remissinstans med stort patientupptagningsområde, samt har större resurser - både ekonomiskt och kompetensmässigt sett - än en klinik av mindre storlek.

Vid tolkning av svaren bör man betänka att urvalet i viss mån varit styrt, då de veterinära inrättningar som erhållit enkäten delvis har valts ut med tanke på att de kunde tänkas använda ultraljud. Svaren kan därför inte anses vara helt representativa för den genomsnittliga veterinärinrättningen.

#### *Utvärdering av enkäten*

Svarsfrekvensen har varit förhållandevis hög (61,8 %), men med tanke på att studien är gjord på basis av ett urval av troliga ultraljudsanvändare, så bör inte resultaten betraktas som heltäckande. För att kunna kalla detta för en komplett studie, borde en mer omfattande förfrågan ha utförts, så att alla i Sverige befintliga veterinära inrättningar skulle ha inkluderats i enkäten. Detta bedömdes inte som praktiskt genomförbart. Enkätens kvalitet har i efterhand upplevts som otillräcklig, då man kunnat konstatera att en del frågor varit otydligt ställda eller att de svarande ej uppfattat vikten av att tillföra all information, alternativt inte haft kunskap nog att besvara frågorna.

Trots detta kan resultatet användas för att få en uppfattning om hur användandet av ultraljud för smådjursdiagnostik ser ut idag och även till viss del för att definiera de behov av att kunna använda ultraljudsdiagnostik, som anses föreligga bland smådjurspraktikerna.

Man har också kunnat konstatera ett visst mönster i användande samt kunnat få en uppfattning om utbildningsläget. Likaså har en lista kunnat upprättas med exempel på utrustningar som används idag. Listan kan troligen anses som representativ för läget i landet.

#### *Utrustningar som finns i bruk*

Priset på de 40 utrustningar som angivits finnas i bruk varierar mycket. Som förväntat återfinns de största och dyraste utrustningarna på större kliniker och djursjukhus. Flertalet apparater uppges vara inköpta under mitten på 1990-talet,

vilket kan uppfattas som relativt nyligen. Med tanke på senare års snabba tekniska utveckling är många av dessa utrustningar ändå att betrakta som relativt gammalmodiga. Därmed inte sagt att en äldre utrustning behöver betraktas som dålig.

Jämfört med veterinärutbildningen för 10 år sedan, är dagens studenter väl förtrogna med värdet av ultraljudsdiagnostik som en viktig del i den kliniska diagnostiken. Detta tillsammans med omstrukturering av distriktsveterinärernas roll, mot ökad andel smådjurspraktik, samt ett ständigt tillskott av nya kliniker, gör att det är mycket troligt att behovet av antalet ultraljudsutrustningar kommer att öka i framtiden. Med detta följer med stor sannolikhet även en ökad efterfrågan på kurser på olika nivåer.

### *Förekommande transducers*

Tyvärr har frågorna om vilka transducers som används troligen varit otydligt formulerade och kanske inte understrukt vikten av att ange typ av transducer och frekvensintervall. Det skall dock noteras att det ofta råder stor oklarhet bland användarna vad deras respektive transducers egentligen är för typ, modell etc.

För de svarande har det troligen också inneburit en del extra besvär att leta reda på produktbeskrivningar av de transducers som används. Är man inte helt säker på vilken utrustning man har, kan detta vara en orsak till att frågorna ej besvarats helt uttömmande.

Enkäten borde även ha förtydligats när det gäller frågan om hur många transducers man använder till sin utrustning. Där antalet transducers anges, är det oklart om svaret betyder att man bara har ett visst antal transducers totalt, eller om man endast kan ha en enda inkopplad i taget.

De flesta operatörer arbetar med ungefär samma frekvenser, 5 och 7,5 MHz. De som använder transducers med fasta frekvenser anger dessa två frekvenser som de vanligaste. Merparten angav dock att man har något slags multihertz-funktion i systemet, men intervallet är ändå ungefär detsamma.

Frekvensintervall angavs ej av 14 svaranden, men det finns anledning att tro att ovanstående intervall används även på dessa utrustningar. Även här borde enkäten ha varit tydligare formulerad.

### *Dokumentationsmöjligheter*

Det varierar mycket runt vilka dokumentationsmöjligheter som används. Det är än så länge ganska ovanligt att man använder utrustningar med digitala lagringsmöjligheter i form av inbyggd diskettstation, hårddisk, lagring på magnetoptisk disk eller nätverksanslutning. Dessa tekniker finns dock som standard på de flesta moderna apparater. Mer vanligt är att man använder konventionell printer eller videobandspelare för att dokumentera undersökningarna. Video används idag huvudsakligen till att dokumentera hjärtundersökningar. Enkäten innehöll en del oklara svar på den här punkten, vilket kunde ha avhjälpats om fler tydligt definierade svarsalternativ hade presenterats.

### *Användarfrekvens och undersökningstyper*

Det föreligger stora skillnader mellan de olika klinikerna, med avseende på vilka undersökningar man utför. Stora djursjukhus gör "allt", såsom fullständiga buk- och hjärtutredningar, muskuloskeletala undersökningar, ögonundersökningar etc, medan en mindre klinik kanske bara utför dräktighetskontroller. Detta bör rimligen vara kopplat till kompetens och olika typer av utrustningar.

Intressant att notera är att några utför undersökning på hjärtan, men att man endast gör enklare bukundersökningar. Av enkäten framgår givetvis inte om dessa hjärtundersökningar är av enklare slag, eller om man utför fullständiga hjärtutredningar. Ingen definition av hjärtundersökningarnas omfattning angavs i enkäten.

Skillnader mellan en enkel och en fullständig bukundersökning nämndes däremot, men uppenbarligen något oklart i enkäten. I enkäten angavs sådant som kontroll av urinblåsa, dräktighetsundersökningar och större pyometror som exempel på enklare bukundersökningar. Exakt vad som ingår i en fullständig bukundersökning definierades inte, men flera av de svarande angav att man då ska kunna utvärdera hela buken med alla ingående organ, inkluderande magtarmkanal och binjurar.

### *Orsaker till lågt användande*

Bristande kunskap anges som den viktigaste orsaken till att man inte använder sin utrustning så mycket. Om detta åtgärdades skulle man använda den mer, vilket naturligtvis är helt logiskt. Kompetens kan med mer tid och utbildning arbetas upp, men vad gör man om det inte finns vare sig plats eller personal som kan hjälpa till vid en undersökning? De två sistnämnda omnämns nämligen också som vanliga orsaker till låg användarfrekvens. Kanske är man inte medveten om att sedering kan vara ett effektivt hjälpmedel. Möjligen är det dags att i grundutbildningen och från leverantörers sida ge råd och hjälp om hur man hanterar sådant.

Har man ingen utrustning tycks det enligt enkäten ändå vara så att man gärna vill använda ultraljud som diagnostiskt hjälpmedel. Det mest logiska tycks vara att man remitterar till närmaste större klinik, vilket också de flesta gör.

En intressant lösning är att man har konsultbaserad undersökning, där man får besök av en ultraljudsoperatör med egen utrustning. Än så länge tycks det bara vara ett fåtal personer som fungerar som ambulerande operatörer, men kanske det blir vanligare ju längre utvecklingen går. Den omnikompetenta veterinären, som även behärskar ultraljud, kanske inte är så frekvent om 10 år.

### *Utbildningsgrad*

Av svaren på enkäten att döma skulle en mer omfattande utbildning av nytutexaminerade veterinärer och nyblivna användare troligen öka användandet av ultraljud inom smådjursdiagnostiken.

Tyvärr finns många svårigheter med att undervisa i ultraljudsdiagnostik. Då detta främst är en praktisk färdighet, krävs mycket egen tid med transducern i handen, där man själv får pröva olika tekniker och lära sig tolka bilderna. Idealiskt är ju självklart att samtidigt få vägledning och råd av en erfaren operatör. I grundutbildningen är det svårt att hitta den tiden för varje enskild student, varför ingen systematisk praktisk ultraljudsträning kan bedrivas. Utbildningen inom

ultraljud blir i stället mest auskultatorisk. För den legitimerade veterinären med ambitioner om bättre kompetens inom ultraljud är det också framförallt tid som krävs, vilket sällan finns i en smådjurspraktikers vardag.

Att undervisa i ultraljudsdiagnostik medför vissa svårigheter. Det är alltid svårt att demonstrera och träna praktiska moment i större grupp. Kurser för många deltagare kommer därför till stor del att bestå av föreläsningar, medan praktisk undervisning kommer att behöva förläggas till mindre grupper. Dessutom varierar kompetens och utbildningsgrad så mycket mellan enskilda veterinärer, att det ofta blir svårt att hitta en lämplig nivå på kurserna.

Således finns många hinder att övervinna för att uppnå en högre utbildningsgrad i ultraljudsdiagnostik bland svenska veterinärer.

Många veterinärer får hitta egna lösningar för att komma vidare.

På de större djursjukhusen är utbildningsläget gott och de flesta satsar på internutbildning av nya veterinärer. De mindre klinikerna har dock problem med kompetensen och ofta är det bara någon veterinär på varje ställe som har skaffat sig något slags utbildning.

I enkäten uppgav de flesta svaranden att de verkligen skulle behöva eller åtminstone önska mer utbildning. Endast en tredjedel av de som svarat har verkligen gått vidare med något slags vidareutbildning.

#### *Krav på utrustningen*

De flesta anger att de vill ha en utrustning med bra upplösning. Detta skulle kunna indikera att det i vissa fall är så att användarna inte är helt insatta i hur man åstadkommer en bra och tydlig bild på sin utrustning. Möjligt är också givetvis att man helt enkelt har en dålig apparat, med gammal bildskärm och slitna transducers.

#### *Krav på leverantören*

Många skulle uppskatta att få en ordentlig genomgång av apparaten vid inköp och sedan möjlighet till fortlöpande utbildning. Det uttrycks stort missnöje bland dem som ej fått någon demonstration och/eller dålig support från leverantören.

### **Marknadsinventering**

Den lista som gjordes upp på de mest förekommande modellerna avslöjade att Interspec-utrustningar, tätt följda av Pie Medical's olika modeller, är de vanligaste. Likaså finns en del Acuson-modeller och Aloka-apparater i bruk bland svenska veterinärer.

Det skulle således vara önskvärt att inkludera dessa utrustningar i testet. Då man kan anta att en del utrustningar kommer att cirkulera på marknaden i begagnat skick av såväl de nyare som av de äldre modellerna, kan ett jämförande test vara av värde.

Man kan också betänka att många av de apparater som finns på veterinärkliniker i landet kan betraktas som omoderna och att det rimligen bör ske ett större antal nyinköp inom en snar framtid. Detta då tekniken går framåt samtidigt som kraven på diagnostikens kvalitet ökar.

Det var viktigt att välja ut de utrustningar som ligger i låg- och mellanprisklass, eftersom den medelstora veterinärpraktiken sällan har några stora medel att tillgå för inköp av större apparater. Alla har givetvis egna åsikter om vad som ska definieras som ”dyrt” eller ”mindre dyrt”, men till den här undersökningen valdes utrustningar mellan ca 100 000 – 500 000 kr. Några av de utrustningar som slutligen inkluderades i testet hamnade en bit utanför den ramen, främst då de har ny och mer avancerad teknik och därmed betingar ett högre pris på marknaden. Dessa apparater ansågs ändå tillräckligt intressanta för veterinärt bruk, för att inkluderas i testet. Möjligen kan man pressa ned priset på dessa modeller om enklare kringutrustning väljs. Alternativt kan också vara att köpa en utrustning som använts för demonstrationer eller att sluta ett leasingavtal.

Olika tillverkare erbjuder olika typer av leasing- och serviceavtal, vilket gör att även en dyrare utrustning skulle kunna bli intressant också för små kliniker. Att leasa en apparat innebär att man betalar en viss procentsats av köpesumman varje månad, som en ”hyra”. En fördel med detta kan vara att man inte förbundet sig till att köpa en utrustning, utan kan uppgradera sitt system när nyare modeller kommer. Serviceavtal tecknas med återförsäljaren, där man gör upp om vad som ska ingå i den avgift man betalar för tjänsten. Det kan vara ett ”full-service”-avtal, där man inom en viss tid ska ha en ny utrustning tillgänglig om den ordinarie går sönder. Det kan också vara ett avtal där man har en servicedag per år eller liknande. Många avtal kan dock bli ganska dyra för den mindre kliniken, varför många ändå väljer att betala den kostnad som uppstår om och när något behöver åtgärdas. Serviceavtalet kan liknas vid ett slags ”funktionsförsäkring”.

### *Marknaden idag*

Det pågår ständiga strukturförändringar inom marknaden. Många företag går samman, större bolag köper upp mindre firmor etc. Detta kan göra det svårt att veta vart man ska vända sig när man söker efter ett visst fabrikat. Det innebär också att de nya bolagskonstellationerna ibland väljer att lägga ned vissa befintliga produkter. Ibland väljer man också att arbeta vidare utifrån olika ”typmodeller”. Företagen riktar sig också mot olika delar av marknaden. Ett exempel är Acuson som tidigare inte arbetat med produkter i låg- eller mellanprisklass, men efter samgåendet med Siemens har man fått en helt ny produktlinje att arbeta med. Nedan redovisas några av de omstruktureringar som setts på marknaden på senare tid.

- *Acuson* ligger numer under *Siemens* och de nyare utrustningarna kommer därför att heta så. Produktlinjen kallas *Sonoline* om den stammar från *Siemens*, medan *Acusons* gamla produkter fortfarande har *Acuson* som prefix.
- *Philips* har köpt *ATL*, som tidigare köpt *Interspec*, varför båda dessa tillverkare numer får anpassa sina produkter till *Philips* koncept. *Hewlett Packard (HP)* har också hamnat under *Philips* paraply.
- *Pie Medical*, som har ett stort antal utrustningar ute på marknaden, ingår nu i *Esaote*-koncernen, varför man kan se att deras senaste utrustningar skiljer sig en del från tidigare modeller.

De mindre tillverkarna arbetar ofta fortfarande mer eller mindre ensamma, men har också följaktligen svårare att slå sig in på marknaden.

#### *Vilka utrustningar provades?*

Vi sökte efter de utrustningar som enligt enkäten är de mest använda och vände oss till återförsäljarna av dessa för information och eventuell demonstration. De apparater som slutligen kom att inkluderas i testet redovisas nedan.

**Interspec Apogee CX100**, en vanlig modell hos svenska veterinärer, tillverkas tyvärr inte längre. Det fanns dock en sådan apparat att tillgå på nära håll och med tanke på hur många som använder den i landet ville vi gärna inkludera modellen i testet.

**Pie Medical** ställde en liten, och på marknaden vanligt förekommande, modell till längre tids förfogande genom att låna ut en utrustning till Institutionen för klinisk radiologi. En av deras nyare modeller som utvecklats i samarbete med Esaote fanns också tillgänglig i lokalerna. Båda modellerna föll väl in i vår önskade storleks- och priskategori och togs med i utvärderingen.

**Aloka** är väl etablerade i Sverige och har ett antal olika modeller, från en liten enklare portabel apparat till stora, avancerade och dyra utrustningar. Fyra av deras mindre utrustningar valdes därför ut till testet, då några av dessa dessutom finns hos veterinärer i landet.

**Acuson** tillverkar framförallt stora och dyra utrustningar, vilka främst återfinns på de djursjukhus där man har ekonomiska medel och kompetens nog att kunna utnyttja sådana apparater. Dessa modeller föll helt utanför vår testram, främst pga priset.

I Siemens sortiment finns sedan tidigare en liten sk ”bedside”-apparat, som skulle kunna vara lämplig för veterinärt bruk. I samarbete med Siemens har Acuson nyligen kommit med en ganska avancerad, men mindre dyr, modell som tycktes vara intressant att prova. Dessa två utrustningar är dock helt okända bland svenska veterinärer, men ansågs lämpliga att ta med i testet.

**Philips AB** har också gjort sig gällande på den veterinärmedicinska marknaden och har nyligen sålt ett par större utrustningar till ledande djursjukhus i landet. Återigen är dessa apparater dyra, men återfinns i enklare och billigare varianter. En av dessa tycktes kunna passa in i det spektrum vi ville undersöka.

**Honda** har nyligen inlett ett samarbete med en svensk veterinärmedicinskt specialiserad återförsäljare och försöker därmed vinna svenska marknadsandelar. Deras två modeller är av nyare och modernare snitt och liknar till viss del de välkända stora märkena. Pris- och storleksmässigt verkade utrustningarna också väl falla in i den priskategori vi önskade, varför även dessa inkluderades i testet.

Syftet med undersökningen var inte att utse någon utrustning till ”Bäst i test” utan resultatet skall ses som ett hjälpmedel för den som funderar på att införskaffa en ny utrustning och är främst tänkt att redovisas i en informationsskrift, vilken kommer att kunna tillhandahållas från Institutionen för klinisk radiologi, SLU.

## Utvärdering av ultraljudsutrustningar

Allmänt kan sägas om den praktiska utvärderingen att det hade varit bättre att kunna jämföra alla utrustningar samtidigt, i samma lokaler och på samma testmaterial. Av förklarliga skäl var detta inte praktiskt genomförbart.

Det var från början tänkt att använda samma hund till alla utvärderingar in vivo, vilket även det föll på de praktiska arrangemangen. Vid något tillfälle fanns ej heller testfantomen tillgänglig.

Det hade också varit av värde om de transducers som användes hade varit av samma typ och med samma frekvensintervall. Då det förekommer variationer mellan tillverkarna var detta inte möjligt att åstadkomma.

Testprotokollet kunde tyckas vara en aning banalt, då väldigt lite togs upp som rör teknisk prestanda etc. Detta var ett medvetet val, då vi ville skapa ett så enkelt och lättillgängligt dokument som möjligt. Målet var att skapa ett annat slags sammanställning än en ren kopiering av tekniska data. Sådan information kan lätt erhållas från leverantören. Tekniska specifikationer ska dessutom betraktas som färskvara, då den tekniska utvecklingen ständigt går framåt, särskilt då det gäller mjukvara.

Här nedan presenteras en sammanfattning av de praktiska testerna, med en individuell beskrivning av varje modell. I beskrivningen finns ett antal subjektiva omdömen om bildens utseende vid test på fantom och/eller hund. Upplevelsen av en bild är subjektiv och personlig, men för att underlätta förståelsen följer en kort beskrivning av de termer som används.

*Kontrast* – en bild med hög kontrast är svart-vit med få gråskalesteg.

*Gråskala* – med nyanserad (lång) gråskala avses en bild med många gråskalesteg.

*Kornighet* – här avses hur bilden upplevs med avseende på om ljuspunkterna på bildskärmen uppfattas som stora eller små, samt om de ses som distinkta punkter klart skilda från varandra, alternativt övergår i intilliggande punkt. Med en grovkornig bild avses en bild med stora distinkta punkter, klart skilda från varandra.

*Upplösning* – här avses hur väl olika ekotäta punkter i testfantomen gick att skilja från varandra. Vid försämrad upplösning kommer exv fem intilliggande punkter att ses som tre större avlånga objekt eller liknande.

*Detaljskärpa* – med detta menas hur väl kanter, form och storlek på mindre objekt uppfattas. Detaljskärpan beror ofta på de ovan nämnda faktorerna, men också på inställningar och frekvens.

*Penetrans* – hur djupt i vävnad eller i testfantomen ultraljudet når. Beror mycket på frekvens, men också på vilken transducer som används och varierar dessutom mellan olika apparater. Med större djup avses avstånd från transducern på mer än 7-8 cm.

Många av ovanstående parametrar går naturligtvis att påverka med olika typer av bildbearbetning. Vid testen valde vi dock att använda standardinställningar för



bukundersökning, vilka förprogrammerats i utrustningen av tillverkarens applikatorer.

### *Pie Medical*

Tillverkningen ligger numer under Esaote-koncernen, med huvudsäte i Holland. Pie Medicals apparater återförsäljs i Sverige av Kruuse AB. De två testade apparaterna var av ganska olika typ, där den enklare, Parus 240, är från Pie Medicals ursprungssortiment och den lite mer avancerade, 300S Pandion Vet, stammar från samarbetet med Esaote.

- *Parus 240* är liten och kompakt, semi-portabel, med diskettstation, samt möjlighet att koppla analog printer och video. Elektroniska transducers är standard, frekvensområde 3,5-8 MHz. Robust och funktionell, men med lite invecklad knappologi och menysystem. Bilden är bra med lagom kontrast, god penetrans och acceptabel upplösning. Måttlig kornighet, bra detaljskärpa men något kort gråskala. Cine loop (minne för rörliga bilder) samt hjärtberäkningsprogram inkluderas i baspaketet. Förprogrammering för olika sorters undersökningar eller användare möjlig. Kan fungera bra på den mindre kliniken med lite lägre ställda krav.
- *300 S Pandion Vet* är större, stationär, med diskettstation och möjlighet att koppla analog printer och video. En av de få utrustningar som erbjuder annular array-transducers som standard, frekvensområde 2,5-10 MHz. Användarvänligt system och knappologi, med bra menyer och snabbval. Möjlighet att förprogrammera för användare eller olika undersökningar. Hjärtberäkningsprogram, cine loop samt färg- och spektraldoppler ingår. Ger trevlig bild med nyanserad gråskala och finkornig bild med mycket god detaljskärpa. Brister en del gällande upplösning när det kommer till lägre frekvenser och större djup. Förvånansvärt dålig penetrans upplevs också vid högre frekvenser även om upplösningen är mycket bra.

### *Interspec*

Under 1990-talet köptes Interspec av ATL, vilka numer ingår i Philips. Samtliga Interspecs modeller har utgått ur produktionen, men finns dock väl representerade i Sverige, varför en modell inkluderades i testet.

De apparater som finns till salu på marknaden lär utgöras av begagnade exemplar och inget säkert kan därför sägas om försäljningsvillkor eller pris.

- *Interspec Apogee CX100* är stationär och har endast analoga lagrings- och dokumentationsmöjligheter. Mekaniska transducers används utslutande, frekvenser från 3,5 till 7,5 MHz. Menysystem och reglage är enkelt men mycket funktionellt utformade och gör apparaten lättanvänd. Bilden presenteras med ganska kort gråskala, vilket ger en bild med hög kontrast av ganska grovkornig typ med dålig detaljskärpa. Apparaten är mycket användbar för mindre kliniker som ej önskar utföra avancerade undersökningar. Apparaten har god penetrans och god upplösning ned till lite större djup. Cine loop inkluderas, liksom hjärtberäkningsprogram.

### *Aloka*

Aloka saluförs i Sverige av Bröderna Berner HAB. Den europeiska huvudorganisationen ligger i Schweiz. Aloka har funnits länge på den svenska marknaden och erbjuder flera utrustningar av olika storlek. Fyra av deras mindre utrustningar provades. Det går att flytta transducers mellan utrustningarna, dock ej från eller till den minsta (SSD 500).

- *SSD 500* är en liten portabel utrustning, med endast en transducer inkopplad i taget. Systemet är mycket kompakt och användarvänligt. Elektroniska transducers, med frekvensintervall 3,5-8 MHz. Bildmässigt känns utrustningen enkel med nyanserad gråskala, men med väl grovkornig bild. Upplösningen fungerar relativt bra ned till ganska stora djup. Detaljtydligheten brister dock tidigt pga grovkornigheten. Cine loop eller doppler finns ej, men ett hjärtberäkningsprogram finns inlagt. Möjlighet finns att koppla till ett stort extraminne med plats för 122 bilder. Passar kanske bäst för stordjurspraktiken eller för enklare smådjursdiagnostik.
- *SSD 900* är semiportabel, med möjlighet att ha två transducers inkopplade samtidigt. Elektroniska transducers med frekvenser mellan 3,5 och 7,5 MHz. Kompakt modell med många funktioner och knappar, vilket tyvärr gör systemet plottrigt och svåröverskådligt. Bra bild med lagom kontrast, samt god penetrans och mycket god upplösning även på stora djup. Gråskalan är nyanserad och bilden finkornig, vilket ger en relativt god detaljtydlighet. Ingen minnesfunktion finns för bildlagring. Cine loop ingår inte, ej heller doppler. Hjärtberäkningsprogram finns.
- *SSD 1000* är stationär, med stor monitor och tydlig kontrollpanel. Samma transducers som SSD 900. Användarvänligt system, men med invecklat inställningsförfarande. Bra bildpresentation, med bra penetrans och upplösning. Lagom kontrast. Den nyanserade gråskalan och finkorniga bilden ger god detaljtydlighet, men bilden upplevs som lite statisk utan djup. Cine loop finns som tillval. Doppler finns ej.
- *SSD 1400* är också stationär, lite större. Liknar SSD1000 i mycket, men har cine loop som standard och spektraldoppler som tillval. (Inte färgdoppler.)

### *Honda*

Välkänt företag, med Scandivet AB som återförsäljare i Sverige. Nya på svenska marknaden, men ganska stora i Europa.

Två modeller testades, den ena portabel, den andra stationär. Överflyttningsbara transducers mellan modellerna. Elektroniska transducers med frekvensintervall 2,8 – 10 MHz.

- *HS-2000* är portabel och mycket kompakt, hårddiskbaserat minne. Kan kopplas till PC via kabel. Systemet är användarvänligt, med många snabbvalsknappar. Har nyanserad gråskala men mycket finkornig bild och låg kontrast. Mindre bra detaljtydlighet. God penetrans. Upplösning svårbedömd. Cine loop kommer snart som standard.

Hjärtberäkningsprogram finns inte. Bra apparat för stordjurspraktik, men troligen otillräcklig för smådjursdiagnostik.

- *HS-4000*, stationär med hårddisk, diskettstation samt anpassning till nätverksuppkoppling. Windows-baserat program, med lite krånglig uppbyggnad, men med många möjligheter gällande bildlagring och patientdata-hantering. Menysystem och knappologi lätthanterliga. Bildmässigt grovkornig med relativt nyanserad gråskala och medelgod kontrast. Acceptabel penetrans. Ger relativt lättolkade undersökningar. Cine loop standard, liksom spektraldoppler. Hjärtberäkningsprogram finns, liksom många andra beräkningsfunktioner.

### *Philips*

I koncernen ingår numer bl a ATL och Hewlett Packard. Presenterar avancerade apparater av modernt snitt. Har flera stora utrustningar på marknaden, men tillverkar även några mindre modeller, såsom den nedan angivna.

- *HDI 1500*. Stationär, pc-baserad och nätverksanpassad modell. Mycket användarvänligt system med lättlästa menyer. Stora möjligheter till personlig programmering och inställning av olika undersökningstyper. Elektroniska transducers med frekvenser från 3-12 MHz. Bilden har nyanserad gråskala, med lagom kontrast. God penetrans, och mestadels god upplösning även om det brister något vid högre frekvenser och ökat djup. Beror dock mycket på vilken transducer som används. Cine loop är standard, liksom färg- och spektraldoppler. Beräkningsprogram finns. "Obegränsat" minne. Har efter utvärderingen utgått ur produktion. Har enligt uppgift från försäljaren ersatts av liknande utrustning ur en annan produktlinje.

### *Acuson*

Liksom Philips är Acuson främst kända för sina stora avancerade utrustningar. Sedan man köpts av Siemens har sortimentet breddats med fler mindre modeller i produktlinjen.

- *Sonoline G60S* (och *G50S*) är stationära mindre enheter, pc-baserade och nätverksanpassade. Användarvänligt Windows-baserat system med mycket teknik bakom. Elektroniska transducers, frekvensintervall mellan 3 och 13 MHz. Bilden är mycket finkornig med nyanserad gråskala och relativt låg kontrast. Detta gör att bilden kan uppfattas som svårläst, tekniken till trots. Har dock mycket god upplösning och penetrans. Cine loop, stort minne, färg- och spektraldoppler samt printer är standard. Mycket stora programmeringsmöjligheter. *G50S* ej provad, men enligt uppgift något enklare än *G60S*, med större flexibilitet vad gäller tillval. Priset blir därmed väsentligt lägre och ligger ca 250 000:- under priset för *G60S*.
- *Sonoline Adara* är en mindre stationär enhet, som inom humanvården framförallt används till gynekologiska undersökningar. Diskettstation, samt analog printer och video finns för bildlagring. Mycket användarvänlig med avseende på knappologi och menyer. Förprogrammering möjlig. Ganska grovkornig bild, men med nyanserad

gråskala och medelgod kontrast. God penetrans för vissa transducers, relativt bra detaljskärpa. Cine loop finns, men ej doppler. Kan vara ett alternativ för veterinärt bruk, om fler och andra transducers kan kopplas till utrustningen. De som fanns tillgängliga vid utvärderingen är framförallt anpassade till humana OB- och gynekologikrav, och fungerar inte särskilt bra annat än till översiktliga bukundersökningar på större hundar. Enligt senare uppgifter lär det dock även finnas en sk mikrosektor (5-7,5 MHz), vilken skulle kunna passa för bukundersökning på smådjur.

Från teknisk synpunkt har tillverkare och återförsäljare insett vikten av att göra sina utrustningar mer användarvänliga. Man ser en tydlig tendens att man numer utformar apparaterna till att likna de persondatorsystem som de flesta är vana att använda och man nätverksanpassar också utrustningarna för att kunna öka bildlagringsutrymmet samt underlätta informationsutbytet mellan instanser.

Många tillverkare förser också apparaterna med förprogrammerade inställningar som skräddarsys efter kliniken behov, samt bifogar "lathundar" på svenska med de vanligaste inställningarna som kan behöva justeras.

De flesta tillverkare och återförsäljare erbjuder i dag också olika former av leasingavtal och nivåanpassade serviceavtal. Detta möjliggör för en mindre klinik att skaffa en mer avancerad utrustning, men kan också erbjuda möjligheter för den större kliniken som önskar uppdatera sitt system oftare.

# Informationsskrift för Institutionen för klinisk radiologi

Institutionen för klinisk radiologi får varje år många förfrågningar från veterinärer och kliniker runt om i landet, om vilken utrustning som egentligen är bäst att skaffa för den mindre eller mellanstora kliniken.

Då marknaden ständigt uppdateras och då såväl veterinärer som djurägare ställer allt högre krav på undersökningar och utrustningar, är det svårt för institutionen att ge råd som passar den enskilda klinikens behov.

Man har därför sett ett behov av ett slags informationsskrift att sprida till de kliniker som behöver råd, varför det i ramen för detta examensarbete även låg att förfärdiga en dylik information.

Informationsskriften är tänkt att vara ett verktyg i denna rådgivning. Där ska presenteras mer handfasta råd och tips till den veterinär eller klink som funderar på att skaffa en ny ultraljudsutrustning, samt även kunna fungera som ett slags vägledning till att bättre kunna utnyttja sin befintliga utrustning.

## Material

Både enkäten och det praktiska testet, vilka legat till grund för examensarbetet, har använts som underlag till informationsskriften.

## Genomförande

Med tanke på att informationen i skriften skall vara lättillgänglig för den ovane ultraljudsanvändaren, så har också nivån på information och beskrivningar lagts därefter. Djupa fysikaliska analyser och långtgående beskrivningar av tekniska funktioner har undvikits och tyngd har i stället lagts på att ge information av mer användarbetonad karaktär.

I slutet av skriften presenteras en sammanfattad version av den utvärdering av 12 utrustningar som genomfördes i samband med detta examensarbete. Däri sammanställs också information om en del grundläggande funktioner och inställningar. Det ges även kortfattade beskrivningar av de vanligaste tillbehören. En checklista avslutar skriften som ett hjälpmedel för den som ska testa en ultraljudsutrustning.

Information har inhämtats från litteratur, vilken redovisas i en lista över rekommenderad läsning, samt via personlig kontakt med expertis på området, främst veterinärer vid Institutionen för klinisk radiologi och återförsäljare av ultraljudsutrustningar. Tekniska specifikationer och användarmanualer till de olika modellerna har också granskats för sammanställningen av utvärderingen.

Enkäten har endast använts som ett hjälpmedel till att utforma skriften och presenteras inte närmare.

## Utformning

Den färdiga skriften presenteras i bilaga 4.

## Summary

The aim of this study has been to investigate to what extent diagnostic ultrasound is used by Swedish small animal practitioners, what kind of equipment they use, and what kind of examinations they perform. It was also of interest to find out how much and what kind of education Swedish small animal veterinarians have in diagnostic ultrasound. The information was collected by a questionnaire sent out to 102 Swedish small animal clinics. The questionnaire consisted of several yes/no questions, some multiple-choice questions and some questions, which asked the veterinarian to give his/her personal opinion on some matters.

63 of the 102 clinics (61,8%) answered the questionnaire. Forty of these had their own equipment, from nine different manufacturers. Of the 40 with their own equipment, more than 50% used it daily and another 30% used it at least a few times a week. Only eight of these 40 clinics stated that they performed all kinds of ultrasonographic examinations. Of the rest, most clinics could at least perform a simple abdominal examination and about 30% could perform more thorough abdominal examinations and also cardiac diagnostic ultrasound. Only a few used their equipment only for pregnancy checks in bitches.

The remaining 23 of those answering the questionnaire had no equipment, but 15 of these stated that they had the need for diagnostic ultrasound in their practice. These clinics presented several different solutions to compensate for having no equipment, such as referral to a larger clinic or the use of an ambulatory veterinarian visiting the clinic with his own ultrasound equipment.

Only the 40 clinics with their own equipment mentioned anything about the degree of education of their veterinarians. Almost all claimed that they thought they needed more education and training in diagnostic ultrasound. 28 had gone through some kind of education on this area. Nine stated that they had no education at all other than their own "learning by doing". Only the larger clinics or animal hospitals have some internal ultrasound training for new veterinarians.

The information gathered from the questionnaire concerning the equipment, was used to set up a survey about the equipments available on the market. From this, twelve ultrasound machines from six different manufacturers were selected to be evaluated in practice. Two of these machines were portable, two were semi-portable and the rest were stationary machines. Ten of the twelve tested machines had only electronic transducers, and one of these machines could be equipped with a mechanical transducer as well. The remaining two machines had no electronic transducers at all, where one machine had mechanical transducers and the other was equipped with annular array transducers. All the equipments had transducers in the frequency range 3,5 –7,5 MHz, with individual variations both upwards and downwards.

The results from the practical evaluation of these equipments were collected from a test sheet, consisting of parameters mostly concerning the "user friendliness" of the machines.

## Tack till...

Ett stort tack vill jag ge till alla anställda vid Institutionen för klinisk radiologi för all hjälp, råd och information, trots att jag vimsat runt och varit i vägen. Jag är mycket glad att jag fått förmånen att umgås med er den här tiden!

Ett annat stort tack till alla de applikatorer och återförsäljare jag varit i kontakt med för information och demonstrationer, för att ni har varit så oerhört generösa med er tid och kunskap.

Särskilt tack till applikatorerna på Siemens / Acuson som lånat ut testfantomen till oss i flera omgångar. Jag är mycket tacksam för att ni har klarat er utan den, för det hade jag inte gjort!

Sist men störst – tusen tack till min handledare Kerstin Hansson, för all ovärderlig hjälp, information, mindre pekpinnar och större stöd, underhållning, sällskap, skjuts och god glass.

Jag hoppas du fått ut något av det här arbetet – det har nämligen jag...

## Källförteckning

- Nyland T G, Mattoon J S. *Veterinary diagnostic ultrasound*, WB Saunders Company, 1:a resp 2:a upplagan, 1995 resp 2002
- Goddard *et al.* *Veterinary Ultrasonography*, CAB International, 1995
- Green *et al.* *Small animal ultrasound*, Lippincott-Raven Publishers, 1996
- Barr F. *Diagnostic ultrasound in the dog and cat*, Blackwell Scientific Publications, 1990
- Holmer, Nils-Gunnar *et al.* *Diagnostiskt ultraljud – grunderna*. Bokförlaget Teknikinformation, 1986
- Kerstin Hansson, SLU, *personligt meddelande*, 2002
- Susanne Stieger, SLU, *personligt meddelande*, 2002
- Freddy Persson, Bröderna Berner HAB, *personligt meddelande*, 2002
- Terry Bärlin, Philips AB, *personligt meddelande*, 2002
- Petter Olofsson, Philips AB, *personligt meddelande*, 2002
- Monika Axberg, Siemens AB, *personligt meddelande*, 2002
- Jan Bärlin, Siemens AB, *personligt meddelande*, 2002
- Ulla-Britt Orrestedt, Siemens AB, *personligt meddelande*, 2002
- Lennart Grandell, Scandivet AB, *personligt meddelande*, 2002
- Erik Fornander, Kruuse Svenska AB, *personligt meddelande*, 2002
- Teknisk specifikation samt produktbeskrivning för följande modeller:
  - Aloka SSD 500, SSD 900, SSD 1000, SSD 1400
  - Pie Medical Parus 240, 300S Pandion vet
  - Honda HS-2000, HS-4000
  - Philips HDI 1500
  - Sonoline G50S, G60S, Adara

- Alasareela, E & Koivukangas, J. 1990. Evaluation of image quality of ultrasound scanners in medical diagnosis. *Journal of ultrasound medicine* 9:23-34
- Hansson, K. 2002. *Abstracts från ultraljudskurs sept 2002*. Institutionen för klinisk radiologi, SLU.
- Hansson, K. 1993. *Ultrasound in veterinary medicine*. Kravspecifikation för Siemens.
- Hansson, K. 1994. *Kravspecifikation ultraljudsapparat*. Sammanställd inför inköp av ny utrustning till Institutionen för klinisk radiologi, SLU.
- Hansson, K. 1997. *Memorandum on ecco-machines*. Helsingfors Universitet.
- Pini, R *et al.* 1987 Two-dimensional echocardiographic imaging: *in vitro* comparison of conventional and dynamically focused annular array transducers. *Ultrasound in medicine and biology – vol 13, nr 10, sid 643-650*.
- Reef, V. B. 1991. Advances in diagnostic ultrasonography. *Veterinary clinics of North America: Equine practice – vol 7, nr 2, sid 451-463*
- Uhlhorn, M. *Ultraljudets hemligheter*, kompendium för undervisning vid Institutionen för klinisk radiologi, SLU.
- Zagzebski, J. A, Madsen, E. L. & Frank, G. R. 1991. A teaching phantom for sonographers. *Journal of clinical ultrasound* 19:27-38.

## Bilagor

Följande bilagor bifogas examensarbetet:

**Bilaga 1.** Enkätundersökning utsänd under våren 2002 till ca 100 veterinära inrättningar i Sverige.

**Bilaga 2.** Parametrar använda i testformulär för praktisk utvärdering av ultraljudsutrustningar.

**Bilaga 3.** Sammanställning av information samt test av 12 olika ultraljudsutrustningar.

**Bilaga 4.** Informationsskrift för institutionen för klinisk radiologi.



## Bilaga 1

Enkätundersökning utsänd under våren 2002 till ca 100 veterinära inrättningar i Sverige.

---

**Klinikens / stationens namn och adress:**

**Kontaktperson samt tel nr till vederbörande:**

1) Använder kliniken ultraljud för diagnostik? **JA/NEJ**

**Om "NEJ":**

1a) Varför inte? Finns behovet?

**Om "JA":**

1b) Finns egen ultraljudsutrustning? **JA/NEJ**

**Om "JA" – gå vidare till fråga 3.**

**Om "NEJ" på 1b:**

2) Hur löses undersökningen praktiskt? (kryssa för/stryk under)

- Utrustning inlånas vid behov
- Undersökningar utförs av gästande veterinär med portabel utrustning
- Patient remitteras till närmaste klinik med ultraljudsapparat
- Annat, nämligen:

3) Vilken utrustning används? (Tillverkare, modell, tillverkningsår)

4) Vilket år inköptes utrustningen?

4a) Finns flera typer av transducers ("prober") kopplade till utrustningen? **JA/NEJ**

I så fall vilka?(kryssa för/stryk under)

- Mekaniska sektortransducers (ofta märkt S)
- Elektroniska transducers (t ex L – linjär, CL-curvilinjär, V-vektor, S-sektor)
- Annular array (ofta betecknad AA)
- Annan, nämligen:

4b) Finns möjlighet att ändra frekvens på transducern? **JA/NEJ**

4c) Finns möjligheter för dokumentation av undersökning kopplad till utrustningen? Hur?  
(Exv printer, video, digitalt..)

5) Är någon i personalen specialutbildad för att använda utrustning? **JA/NEJ**

**Om "JA":**

5a) Hur erhöles denna utbildning? (t ex "learning by doing", internutbildning, kurs i Sverige, kurs utomlands..)

5b) Gav leverantören något slags demonstration av utrustningen vid inköp? **JA/NEJ**

5c) Förekommer det någon form av fortlöpande utbildning? Hur? Av vem? (internt, från leverantören..)

6) Hur ofta används utrustningen? (Dagligen, ca tre ggr/vecka, en gång/vecka...)

**Om mer sällan:**

6a) Vilken är den främsta orsaken till att utrustningen inte används så ofta?

- Utrustningen är för svår att hantera
- Utrustningen är inte tillräckligt avancerad (ange gärna vad ni ytterligare skulle önska!)
- De som använder utrustningen saknar tillräckliga kunskaper i ultraljudsdiagnostik för att göra undersökningen meningsfull
- Personalbrist, dvs ont om folk som kan hålla i etc
- "Allmän tidsbrist"
- Utrustningen används tillsammans med exv hästavdelning eller liknande

- Annan orsak (ange vilken/vilka)

**6b) Finns särskilt rum där undersökningar utförs? JA/NEJ**

**6c) Skulle utrustningen användas oftare om ovanstående brister uppfylldes? JA/NEJ**

**7) Vilken typ av undersökningar används utrustningen till? (kryssa för de aktuella alternativen)**

- hjärtundersökningar
- enkla bukundersökningar (dräktighetsctrl, pyo, blåsa el likn – stryk gärna under!)
- Fullständiga bukundersökningar
- Övriga organsystem (ögon, rörelseapparat etc)
- Annat, nämligen:

**7a) Skulle ni önska att utrustningen kunde användas till fler sorters undersökningar? Vilka?**

**8) Oavsett vilken sorts utrustning ni nu använder – vilka krav skulle ni ställa på en ultraljudsutrustning?**

**9) Skulle ni uppskatta om något slags samlad information/ vägledning/ ”guide” fanns vid valet av utrustning om sådan skulle införskaffas? Motivera – hur skulle en dylik vara utformad?**

**Bilaga 2.** Parametrar använda i testformulär för praktisk utvärdering av ultraljudsutrustningar.

<b>Modell</b>
Säljs i Sverige av
Huvudkontor i Europa
Serviceorganisation
Servicekontrakt
Fortfarande i produktion?
Leasingmöjligheter
Prisuppgift
Demo vid köp?
Efterutbildning
<b>Typ av apparat</b>
semiport/portabel/stationär
<b>Tillbehör</b>
Manualer /dokumentation
<b>Transducers, standard</b>
Antal inkopplade samtidigt
Testade transducers:
<b>Keyboard, intryck</b>
Text/symboler
Knappdisposition
Joystick/trackball
Registrering/ID
Transducerbyte
Förprogrammerade inställn
Menysystem/select
Möjlighet byta frame rate
Persistence / frame average

<b>Utformning av:</b>
Power
Djup
Frekvens
Fokus
Zoom
Image angle
Overall gain
TGC
Freeze
Mätningar
Mode-display
Byte B-M-mode
Bildlagringsmöjligheter
Textinläggning
Cine loop
<b>Bildskärm</b>
Bildpresentation
Axiell upplösning
Lateral upplösning
Min/Max djup
<b>In vivo studie, intryck</b>
<b>Doppler</b>
Färgdoppler
Spektraldoppler
Kardiologiska beräkningsprogram

De listade parametrarna användes i utvärderingen som stödord.

För fullständig förklaring hänvisas till huvudtext i examensarbetet, samt till bilaga 3 – *Sammanställning av information samt praktisk utvärdering av ultraljudsutrustningar* och till bilaga 4 – *Råd och tips vid utvärdering av ultraljudsutrustning samt praktisk utvärdering av tolv ultraljudsutrustningar*



Bilaga 3, del 1 Sammanställning av information samt test av 12 olika ultraljudsapparater

	Pie Medical Parus 240	Pie Medical 300 S Pandion Vet	Interspec Apogee CX100	Honda HS 2000	Honda HS 4000
<b>Svensk återförsäljare</b>	Kruuse Svenska AB	Kruuse Svenska AB	Endast begagnade utrustningar finns	Scandivet AB	Scandivet AB
<b>Huvudkontor i Europa</b>	Esaote, Genua, Italien	Se Parus 240	"	Uppgift saknas	Uppgift saknas
<b>Serviceavtal</b>	Avtal för olika nivåer	Se Parus 240	"	"	"
<b>Leasingmöjligheter</b>	Ja	Ja	"	Troligen	Troligen
<b>Utbildning för köpare</b>	Kurser erbjuds som efterutbildn, demo vid köp	Se Parus 240	"	Uppgift saknas	Uppgift saknas
<b>Manualer</b>	Pedagogisk, lätt att förstå Inga svenska manualer	Ej kontrollerad	Fanns ej tillgänglig	Ganska svårläst. Lathund på svenska	Ganska svårläst. Lathund på svenska
<b>Prisuppgift</b>	125 000:- inkl en transducer	Ca 250 000:- m doppler	"	Ca 95 000:- m en transducer	Ca 165 000:- med en transducer
<b>Transducers</b> (för detaljer gällande förkortningar – se appendix 1)	Elektroniska transducers L 3 st, 3.5-8 MHz, 40-120 mm CL 1 st, 3.5-5 MHz Mikrokonvex 1 st, 5-7.5 MHz AA 3 st, 3.5-7.5 MHz	Annular Array AA 4 st, 2.5-10 MHz	Mekaniska sektor transducers Beroende på tillg på begagnad marknad	Elektroniska transducers L 2 st, 3.5-10 MHz, 30-80 mm CL 1 st, 3-4 MHz, 60mm Mikrokonvex 2st, 3.5-7 MHz, 20mm	Se HS-2000 "
<b>Frekvensintervall</b>	3.5-8 MHz	2.5-10 MHz	3.5-7.5 MHz	3.5-10 MHz	3.5-10 MHz
<b>Antal inkopplade samtidigt</b>	2 st	2 st	4 st	1 st	2 st
<b>Testade transducers</b>	3.5-5 MHz CL + 5-7.5 MHz mikrokonvex	3.5 – 5 MHz AA + 7.5-10 MHz AA	Mek sektor 5 resp 7,5 MHz	3-5-7MHz CL	Se HS-2000

Typ av apparat/teknik	Semiportabel	Stationär	Stationär	Portabel	Stationär
<b>Kringutrustning samt bildlagringsmöjligheter</b>	Printer och videobandspelare. Diskettstation finns.	Printer och videobandspelare. Diskettstation finns.	Printer och videobandspelare	Via kabel till PC	Printer och videobandspelare, diskettstation finns, nätverkskoppling möjlig
<b>Tangentbord mm allmänt intryck</b>	Inbyggt, litet, välidponerat. Upplysta knappar.	Inbyggt, överskådligt, logiskt m många snabbval. Upplysta knappar.	Stort, logiskt. Bra snabbval. Ingen upplysning.	Kompakt och inbyggt. Ingen upplysning	Stort och logiskt, vissa funktioner lite otydliga. Upplysta knappar
<b>Menysystem</b>	Huvudmeny med undermenyer. Lite krångligt, krävs många knapptryck. Val via set eller startknapp	Få menyer, många snabbval, enkelt att manövrera i menyer. Val via "enter"-knapp.	Viss menyfunktion, val med select/värde-ratt	Många snabbval, viss menyfunktion	Windows-baserat lätthanterligt menysystem
<b>Knappologi - allmänt</b>	Många symboler, delvis svårtydda Ofta behövs två knappar för att aktivera/avaktivera en funktion Programmerbara knappar Ett fåtal möjligheter att förprogrammera för olika undersökningstyper eller olika användare. Är beroende av vilken transducer som används Patient ID registreras med separat knapp, 29 tecken Särskild knapp för byte av transducer	Text och symboler, tydligt. Funktioner av- och påaktiveras samt värden regleras med samma knapp. Möjligheter förprogrammera för olika undersökningar och användare. Patient ID visas automatiskt vid igångsättning, 30 tecken Särskild knapp för transducerbyte.	Tydliga knappar, text. Av/på i samma knapp, värde väljs m egen ratt Möjligt att förprogrammera för olika användare etc. Patient ID via egen knapp, 33 tecken. Transducer väljs via egen knapp + meny	Text på knappar Återgår ej till grundinställning utan börjar vid senaste inställningar vid ny us. Patient ID via egen knapp, 30 tecken. Transducer byts manuellt	Knappar m symboler Kan förprogrammeras för 9 olika användare eller program. Levereras med 6 förinställda veterinära program. Patient ID via egen knapp. Stora möjligheter för lagring och hantering av data. Transducer byts m egen knapp för varje transducer.

<p><b>Knappologi – specifikt</b></p>	<p>Knapp för justering av Power saknas</p> <p>Undersökningsfrekvens väljs via meny, två olika frekvenser per transducer</p> <p>Undersökningsdjup väljs med min/max knappar, min/max 3-24 cm ober av transducer.</p> <p>Vridratt för Overall Gain</p> <p>Två vridrattar för ytlig respektive djup gainjustering</p> <p>Autofokus, 1-4 fokuspunkter kan användas. Deras position är förinställd</p> <p>Zoom aktiveras/avaktiveras via två knappar. Svårjusterad storlek</p> <p>Automatisk frysning av bilden vid mätning, sker momentant</p> <p>Enkel textmarkering med tangentbord el knapp</p> <p>Lätt att välja olika typer av mätningar.</p> <p>Cine loop finns</p> <p>Två bilder per undersökning kan lagras i</p>	<p>Ratt m 8 steg för power-justering</p> <p>Frekvens väljs via meny, 2 möjliga / transducer</p> <p>Djup justeras m egen knapp min/max. 4-27 cm oberoende av transducer</p> <p>Två olika rattar för gain vid B/M-mode resp doppler</p> <p>TGC justeras med 7 steglösa skjutreglage</p> <p>Snabbmeny för fokus, 1-4 fokuspunkter samtidigt, steglös placering</p> <p>Lättmanövrerad zoom, en knapp. Kan kombineras med B-mode.</p> <p>Momentan frysning vid mätning. Bra display av resultat.</p> <p>Textmarkering via enkel knapp och meny.</p> <p>Cine loop finns</p> <p>Diskettstation för bildlagring</p>	<p>Power justeras via steglös ratt (%)</p> <p>Frekvens via meny, multihertz</p> <p>Djup justeras via meny och värderatten, viss fördröjning vid varje justering. Min/max 3-28 cm.</p> <p>Overall gain kan ej justeras!</p> <p>TGC via 8 st skjutreglage</p> <p>1 fokus flyttas steglöst m trackball</p> <p>Zoom lättjusterad i storlek, egen knapp</p> <p>Frysning sker aut vid mätning. Momentant.</p> <p>Textinläggning lättstyrd m knapp och trackball</p> <p>Cine loop finns</p> <p>Lagring möjligt i minne. Analog printer.</p>	<p>Power kallas "acoustic power" justeras m egen ratt</p> <p>Frekvens byts via egen knapp, transducers har tre olika inbyggda</p> <p>Djup max/min beror på transducer 4-24 cm</p> <p>Gain justeras steglöst via egen ratt</p> <p>TGC justeras m 6 st skjutreglage</p> <p>1-4 fokus samtidigt, egen knapp + trackball</p> <p>Zoom finns ej, förstorar bara bilden och kan flytta den i djupled.</p> <p>Frysning sker momentant, ej autom på vid mätning</p> <p>Textinläggning lätt via knapp + trackball</p> <p>Cine loop kommer i senare modeller.</p>	<p>Power kallas "acoustic power", justeras steglöst m egen ratt</p> <p>Frekvens och djup som på HS-2000</p> <p>Gain justeras steglöst m egen ratt.</p> <p>TGC ställs in m 6 skjutreglage</p> <p>1-4 fokus samtidigt, egen knapp + trackball</p> <p>Zoom finns ej, bara förstoring, kan visas tillsammans m B-mode</p> <p>Momentan frysning. Mätningssval visas vid frysning</p> <p>Enkel textinläggning via snabbknapp, går att lägga upp egen ordlista</p>
--------------------------------------	---	---	--	--	---





Bilaga 3, del 2 Sammanställning av information samt test av 12 olika ultraljudsapparater

	Aloka SSD 500	Aloka SSD 900	Aloka SSD 1000	Aloka SSD 1400
<b>Svensk återförsäljare</b>	Bröderna Berner HAB	Se SSD 500	Se SSD 500	SSD 500
<b>Huvudkontor i Europa</b>	Aloka, Zug, Schweiz	”	”	”
<b>Serviceavtal</b>	2 års garanti, på plats inom 24 för rep. Olika avtal i olika nivåer.	”	”	”
<b>Leasingmöjligheter</b>	Ja	”	”	”
<b>Utbildning för köpare</b>	Demo vid inköp, besök av applikator	”	”	”
<b>Manualer</b>	Lättlästa, eng huvudversion, med svensk kortare version samt lathund	”	”	”
<b>Prisuppgift</b>	100-120 000:- inkl en transducer	170-250 000:- beroende på transducer	230-300 000:- beroende på transducer. Cine loop 25 000:- tillkommer.	255-320 000:- beroende på transducer. Cine loop +25 000:-, spektral Doppler +40000:-
<b>Typ av apparat / teknik</b>	Portabel	Semi-portabel	Stationär	Stationär

<b>Transducers</b> (för detaljer gällande de olika förkortningarna – se appendix 1)	L 2 st, 5-7.5 MHz, 38-64 mm CL 2 st, 3.5-5 MHz, 60 mm Mikrokonvexa 4 st, 3.5-7.5 MHz, 14-20 mm	L 6 st, 3.5-7 MHz, 9-80 mm CL 6st, 3.5-7.5 MHz, 20-60 mm Mikrokonvexa 2 st, 3.5 MHz 14-20 mm Mek sektor 4 st, 3-10 MHz AA 1 st, 10 MHz	L 7 st, 3.5-7.5 MHz, 9-80 mm CL 7 st, 3.5-7.5 MHz, 20-60 mm Mikrokonvexa 3 st, 3.5 MHz 14-20 mm Mek sektor samt AA – se SSD 900	Se SSD 1000
Frekvensintervall (MHz)	3,5 – 7,5 MHz	3,5-10 MHz	Se SSD 900	Se SSD 900
Antal inkopplade samtidigt	1 st, möjlighet koppla en till som tillval	1 st, möjlighet koppla en till som tillval	2 st	2 st
Testade transducers	CL 3,5 MHz	L & CL 7,5MHz	CL 5 resp 7,5 MHz	CL 5 resp 7,5 MHz
<b>Kringutrustning samt bildlagringsmöjligheter</b>	Printer och video	Printer och video	Printer och video, MO-disk som tillval, samt kabel till PC	Printer och video, diskettstation finns, nätverkskoppling möjl
<b>Tangentbord mm allmänt intryck</b>	Inbyggd, kompakt, upplysta knappar i olika färger	Inbyggd, plottrigt, upplysta knappar i olika färger	Stort och tydligt. Upplysta knappar i olika färger	Stort och tydligt, Upplysta knappar i olika färger.
<b>Menysystem</b>	Val via meny-knapp, sen många val via knappar på monitorn. Få snabbval.	Val via meny-knapp och många val via knappar på monitorn. Många olika funktioner på tangentbordets knappar.	Snabbval, viss menyfunktion, exv ändras inställningar via menyer.	Se SSD 1000

<p><b>Knappologi – specifikt</b></p>	<p>Power kallas "contrast", regleras via knapp på monitorn</p> <p>Frekvens bestäms av vilken transducer som används.</p> <p>Djup regleras m egen knapp, 6-24 cm</p> <p>Gain: ja, egen knapp. Även AGC, sk <i>automatic gain compensation</i>, separerar närliggande strukturer.</p> <p>TGC – via 2 st skjutreglage</p> <p>Fokus – 1-4 st samtidigt. Egen knapp samt val via monitor.</p> <p>Zoom finns ej, kan flytta bilden i djupled.</p> <p>Frysning sker momentant.</p> <p>Textinläggning med snabbval</p> <p>Mätning via snabbval, 3 st</p> <p>Cine loop finns inte.</p> <p>Upp till 122 bilder kan lagras om extraminne installeras (tillval).</p>	<p>Power kallas "contrast", regleras via egen knapp.</p> <p>Frekvens: varje transducer har en huvudfrekvens, kan sedan justeras uppåt, kallas "resolution", eller nedåt, kallas "penetration".</p> <p>Djup regleras m egen knapp, 3-21 cm, betror på transducer</p> <p>Gain: se SSD 500</p> <p>TGC – via 8 skjutreglage</p> <p>Fokus 1-4 samtidigt, egen knapp via monitorn</p> <p>Zoom finns, men markerar ej området för zoomen.</p> <p>Frysning sker momentant.</p> <p>Textinläggning med snabbknapp, ordlista finns.</p> <p>Mätningar via snabbknapp.</p> <p>Cine loop finns ej.</p> <p>Inga möjligheter att lagra bilder!</p>	<p>Power kallas "acoustic power", egen knapp</p> <p>Frekvens: se SSD 9000</p> <p>Djup: se SSD 900</p> <p>Gain: se SSD 500</p> <p>TGC, fokus, mätningar och text– se SSD 900</p> <p>Zoom finns, men markerar ej zoom-området. Bilden kan flyttas i djupled.</p> <p>Cine loop finns som tillval.</p> <p>Max 8 bilder går att lagra i tillfälligt minne.</p>	<p>Power kallas "acoustic power", egen knapp</p> <p>Frekvens: se SSD 900</p> <p>Djup: se SSD 900</p> <p>Gain: se SSD 500</p> <p>TGC, fokus, mätningar, text och zoom – se SSD 1000.</p> <p>Cine loop finns som tillval.</p> <p>Max 32 bilder kan lagras i tillfälligt minne</p>
--------------------------------------	--	--	---	---

<p><b>Knappologi - allmänt</b></p>	<p>Symboler och text, få snabbval, många val via meny och knapp på monitorn. Återgår ej till grundinställning utan börjar vid senaste anv inställning Ej programmerbar för olika anv el us-typer. Patient ID via egen knapp, 20 tecken Transducer byts manuellt</p>	<p>Text på funktioner, rörigt. Många snabbval och menyer / monitorval. Möjlighet att förprogrammera 15 olika undersökningsprogram / användare Patient ID via egen knapp, 14+23 tecken Transducer byts manuellt</p>	<p>Text på knappar, tydligt. Snabbval enkla. Möjlighet att progr för 15 olika användare / undersökningstyper. Patient ID via egen knapp 14 tecken Transducer byts via egen knapp</p>	<p>Tydlig textning av knappar. Snabbval enkla och tydliga. Möjlighet att förprogrammera 15 olika användare / undersökningstyper Patient ID via egen knapp 14+23 tecken Transducer byts via egen knapp</p>
<p><b>Bildpresentation</b> (för detaljer om upplösning – se appendix 1)</p>	<p>Kompakt men tydlig bildskärm. Lite väl liten text. Ganska grovkornig bild, men nyanserad gråskala. Axiell upplösning god vid mindre djup, bra även vid låga frekvenser och större djup. Lateral upplösning brister vid ökat djup.</p>	<p>Kompakt men tydlig Finkornig bild med nyanserad gråskala. Både axiell och lateral upplösning är mkt god vid alla frekvenser och djup.</p>	<p>Stor och tydlig, bra upplagd Finkornig bild med nyanserad gråskala. Upplösning – se SSD 900.</p>	<p>Se SSD 1000</p>
<p><b>Möjligheter för hjärtundersökning samt Doppler</b></p>	<p>Byte B-M-mode momentant. Hjärtberäkningsprogram finns Doppler finns ej</p>	<p>Byte B-M-mode sker momentant. Hjärtberäkningsprogram finns Doppler finns ej.</p>	<p>Byte B-M-mode sker momentant. Hjärtberäkningsprogram finns. Doppler finns ej.</p>	<p>Byte B-M-mode sker momentant Hjärtberäkningsprogram finns. Spektraldoppler finns, men ej färgdoppler</p>

Bilaga 3, del 3 Sammanställning av information samt test av 12 olika ultraljudsapparater

	Sonoline Adara	Sonoline G60S	HDI 1500
<b>Svensk återförsäljare</b>	Siemens Medical Solutions, Siemens AB	Se Sonoline Adara	Philips AB
<b>Huvudkontor i Europa</b>	Erlangen, Tyskland	”	München, Tyskland
<b>Serviceavtal</b>	Avtal för olika nivåer av service	”	Finns ej längre i produktion
<b>Leasingmöjligheter</b>	Ja	”	”
<b>Utbildning för köpare</b>	Demo vid köp, besök av applikationer, specialkurser ordnas efter önskemål	”	Demo vid köp, besök av applikator, fäddagskurser anordnas om efterfrågan finns
<b>Manualer</b>	Ej studerade, lathund skräddarsys för kundens behov	Engelsk manual, finns svensk översättning. Lathund konstrueras för varje kund.	Eng huvudversion, fullängdsöversättning på sv. Lathund på svenska ordnas för varje kund
<b>Prisuppgift</b>	Ca 200 000:- inkl en transducer	Ca 600 000:- inkl en transducer	Ca 300 –350 000:- inkl en transducer
<b>Typ av apparat / teknik</b>	Stationär	Stationär	Stationär
<b>Transducers</b> (för detaljer gällande förkortningar – se appendix 1)	Elektroniska transducers L 2 st, 5-7.5 MHz, 45-77 mm CL 1 st, 2.6-5 MHz, 77 mm	Elektroniska transducers L 4 st, 5-13 MHz, 35-70mm CL 2 st, 2-5 MHz, 55-58 mm PA 1 st, 2-3.5 MHz	Elektroniska transducers L 2 st, 4-12 MHz, 38-? mm CL 2 st, 2-7 MHz, ca 60 mm PA 4 st, 2-12 MHz
<b>Frekvensintervall (MHz)</b>	3,5-10 MHz	3,5-13 MHz	2-12 MHz

Antal inkopplade samtidigt	2 st	3 st	3 st
Testade transducers	L 4,5-7,5 MHz, CL 3,5-7-10 MHz.	L 5-10MHz, CL 4-7 MHz, CL 2-5 MHz	CL 4-7MHz, CL 2-5 MHz, L 5-12 MHz
Kringutrustning samt bildlagringsmöjligheter	Printer och video, diskettstation finns.	Printer standard. Video och nätverkskoppling möjlig. MO-disk- och diskettstation finns.	Printer och video. Nätverksuppkoppling möjlig.
Tangentbord mm allmänt intryck	Logiskt, grupperat, stort. Upplysta knappar	Logiskt och stort. Knappar grupperade. Upplysta knappar. Extramonitor för inställningar och val finns. Den alfanumeriska delen kan skjutas in vid behov.	Stort, tydlig uppdelning, upplysta knappar.
Menysystem	Värderatt samt selectratt finns, ganska få menyer, många snabbval, som justeras m värde/storlek etc.	PC-baserat system. Liten sidomonitor visar aktuella val. Inställningar kan där justeras. Programmet visas på huvudskärmen.	Windows-baserat system, väldigt lätthanterligt. Tydligt och enkelt menysystem på skärmen.
Möjligheter för hjärtundersökning samt Doppler	Byte B-M-mode momentant. Hjärtberäkningsprogram finns Doppler finns inte.	Byte B-M-mode momentant. Hjärtberäkningsprogram finns, avancerat. Spektral- och färgdoppler finns.	Byte B-M-mode sker momentant. Hjärtberäkningsprogram finns Spektral- och färgdoppler finns.

<p><b>Knappologi - allmänt</b></p>	<p>Text och symboler på tangentbord, enkelt justerade snabbval Förprogrammering möjlig Egen knapp för Patient ID, stor startbild med många lagringsplatser. Transducer byts m egen knapp och sedan meny.</p>	<p>Text och symboler på knapp. Många snabbval, extra monitor med knappar för val i undermenyer. Finns stora möjligheter för programmering för särskilda användare el undersökningstyper. Levereras m färdiga undersökningsprogram PatientID registreras via stor startsida, gör det lätt att leta i gamla data eller hitta patienter Transducer byts via egen knapp.</p>	<p>Text och symboler på knappar, snabbval för de flesta funktioner. Ganska många rattar. Goda möjligheter att förprogrammera för användare eller us-typet. Patient ID via pc-baserad startsida, lätt att söka patientuppgifter Transducer byts med särskilda knappar, en per transducer.</p>
<p><b>Knappologi – specifikt</b></p>	<p>Power kallas ”output”, justeras via meny. Frekvens – multihertz, regleras m vippknapp. Djup regleras m egen knapp, 3-28 cm. Gain – egen ratt TGC – 8 st skjutreglage 1-4 fokus samtidigt, egen knapp upp /ned. Zoom finns ej, förstorar bara objektet. Frysning slås ej aut på vid mätningar. Text via snabbvalsknapp</p>	<p>Power justeras automatiskt, reglage saknas. Frekvens – multihertz, regleras m vippknapp Djup beror på transducer 2-28 cm, egen knapp. Gain regleras m steglös ratt, olika för doppler el 2D-bild TGC – 8 st skjutreglage 1-4 fokuspunkter samtidigt, styrs m knapp och trackball. Zoom finns, men förstorar bara om zooming sker på fryst bild. Frysning slås ej automatiskt</p>	<p>Power har eget reglage, samt via meny. Frekvens – ligger tre olika i varje transducer. Justeras upp el ned med enkel knapp. Djup beror på transducer, en knapp uppåt/nedåt. 3-28 cm Gain justeras m steglös ratt. TGC regleras via 8 skjutreglage. Fokus – upp till 8 fokuspunkter samtidigt. Styrs m knapp och</p>

	Cine loop standard. Goda lagringsmöjligheter, diskett, hårddisk.	på vid mätningar. Text via snabbknapp samt ordlista, ordval visas på lilla monitorn Mätningar – egen knapp, många valmöjligheter Cine loop standard Mycket stor lagringsmöjlighet av bilder CD, MO-disk, nätverk el hårddisk.	meny Zoom finns, lättstyrd. Textinläggning enkelt via snabbknapp. Mätningar med flera olika calipers, tydlig display Cine loop standard Mycket stora lagringsmöjligheter av bilder på hårddisk, nätverk, CD-ROM etc.
<b>Bildpresentation</b> (för detaljer gällande upplösning – se appendix 1)	Tydlig och stor bildskärm. Enkel display av resultat etc. Finkornig bild, men med väl avgränsade punkter. Nyanserad gråskala, låg kontrast, gör bilden ibland lite svåräst. Axiell upplösning god vid alla frekvenser, mkt god vid lägre frekvenser även på större djup. Lateral upplösning brister vid högre frekvenser och större djup. God penetrans, bra detaljskärpa	Egen monitor för menyer och val, huvudskärmen visar bara undersökningen. Finkornig bild, men med väl avgränsade punkter. Nyanserad gråskala, låg kontrast, gör bilden ibland lite svåräst. Axiell upplösning god vid alla frekvenser, mkt god vid lägre frekvenser även på större djup. Lateral upplösning brister vid högre frekvenser och större djup. God penetrans, bra detaljskärpa	Stor och tydlig monitor, med menysystem placerat vid sidan av. Finkornig bild, med medelgod kontrast. Nyanserad gråskala. Axiell upplösning god vid alla frekvenser, mkt god vid lägre frekvenser även på större djup. Lateral upplösning brister vid högre frekvenser och större djup. God penetrans, bra detaljskärpa



### Appendix 1 till bilaga 3.

#### Förkortningar, transducers:

- L = linjär /linear transducer
- CL = kurvilinear/ *curvilinear* transducer
- Mikrokonvex = starkt välvd kurvilinear transducer med liten radie
- PA = phased array transducer
- AA= annular array transducer
- Mek sektor = mekanisk sektor transducer

Måttangivelser efter en transducertyp betecknar antingen längden på en linjär transducers anläggningsyta eller angivet mått för 2x radien på en kurvilinear eller mikrokonvex transducer.

#### Förkortning under rubrik ”knappologi”:

TGC = time gain compensation

#### Detaljförklaringar, bildupplösning:

*Kontrast* – en bild med hög kontrast är svart-vit med få gråskalesteg.

*Gråskala* – med nyanserad (lång) gråskala avses en bild med många gråskalesteg.

*Kornighet* – här avses hur bilden upplevs med avseende på om ljuspunkterna på bildskärmen uppfattas som stora eller små, samt om de ses som distinkta punkter klart skilda från varandra, alternativt övergår i intilliggande punkt. Med en grovkornig bild avses en bild med stora distinkta punkter, klart skilda från varandra.

*Upplösning* – här avses hur väl olika ekoöta punkter i testfantomen gick att skilja från varandra. Vid försämrad upplösning kommer exv fem intilliggande punkter att ses som tre större avlånga objekt eller liknande.

*Detaljskärpna* – med detta menas hur väl kanter, form och storlek på mindre objekt uppfattas. Detaljskärpnan beror ofta på de ovan nämnda faktorerna, men också på inställningar och frekvens.

*Penetrans* – hur djupt i vävnad eller i testfantomen ultraljudet når. Beror mycket på frekvens, men också på vilken transducer som används och varierar dessutom mellan olika apparater. Med större djup avses avstånd från transducern på mer än 7-8 cm.



**Bilaga 4** Informationsskrift för Institutionen för klinisk radiologi

**Råd och tips vid utvärdering av  
ultraljudutrustning  
samt  
sammanställning av utvärdering av tolv  
ultraljudsutrustningar för smådjursdiagnostik**

**Åsa Strömberg**

Utformad på Institutionen för klinisk radiologi, SLU  
Handledare Kerstin Hansson, leg vet, CertVR  
Bifogad som bilaga till examensarbete 2003:36  
Veterinärprogrammet  
Veterinärmedicinska fakulteten  
SLU  
Uppsala, 2003





**Institutionen för klinisk radiologi**  
Examensarbete, Veterinärprogrammet 2003

**Råd och tips vid utvärdering  
samt sammanställning av  
praktisk utvärdering av tolv  
ultraljudsutrustningar**

**Åsa Strömberg**

**Utformad vid samt utgiven av  
Institutionen för klinisk radiologi, SLU  
Handledare Kerstin Hansson  
leg vet, Cert VR**



<b>INTRODUKTION.....</b>	<b>3</b>
<b>ATT KÖPA ULTRALJUDSUTRUSTNING.....</b>	<b>4</b>
VAD FÅR MAN FÖR PENGARNA? .....	4
VILKA SUMMOR RÖR DET SIG OM? .....	4
<i>Leasing- och serviceavtal</i> .....	4
TILLVERKARE OCH ÅTERFÖRSÄLJARE.....	5
<b>ATT BEDÖMA EN ULTRALJUDSUTRUSTNING.....</b>	<b>5</b>
1. TRANSDUCERS .....	5
1.1 <i>Teknik</i> .....	6
1.2 <i>Form</i> .....	6
1.3 <i>Frekvens</i> .....	8
1.4 <i>Vilken transducer ska man välja?</i> .....	9
2. TANGENTBORD OCH KONTROLLPANEL.....	9
3. INSTÄLLNINGAR OCH FUNKTIONER .....	10
3.1 <i>Registrering / ny patient</i> .....	10
3.2 <i>Transducerbyte</i> .....	11
3.3 <i>Förprogrammerade inställningar</i> .....	11
3.4 <i>Power</i> .....	11
3.5 <i>Djup</i> .....	12
3.6 <i>Gain och TGC</i> .....	12
3.7 <i>Pre- och postprocessing</i> .....	13
3.8 <i>Dynamic range</i> .....	14
3.9 <i>Frame rate</i> .....	14
3.10 <i>Frame average / persistence / frame correlation</i> .....	14
3.11 <i>Zoom</i> .....	14
3.12 <i>Image angle / sector area</i> .....	15
3.13 <i>Fokus</i> .....	15
3.14 <i>Freeze</i> .....	15
3.15 <i>Cine loop</i> .....	15
<i>Några tips och råd om hur man påbörjar en undersökning</i> .....	16
5. BILDENS UPPLÖSNING .....	17
<i>Bedömning av upplösning</i> .....	18
<b>PRAKTISK UTVÄRDERING AV ULTRALJUDSUTRUSTNINGAR .....</b>	<b>19</b>
URVALSKRITERIER.....	19
<i>Prisklass</i> .....	19
UTFÖRANDE.....	20
<i>Testfantom</i> .....	20
<i>Utvärdering in vivo på hund</i> .....	21
<i>Testade parametrar</i> .....	22
<i>Tolkning av resultaten</i> .....	22
<b>SAMMANSTÄLLNING AV PRAKTISK UTVÄRDERING AV 12 OLIKA</b>	
<b>UTRUSTNINGAR .....</b>	<b>23</b>
<i>Pie Medical</i> .....	24
<i>Interspec</i> .....	24

<i>Aloka</i> .....	25
<i>Honda</i> .....	25
<i>Philips</i> .....	26
<i>Acuson</i> .....	26
<b>”CHECKLISTA” FÖR UTVÄRDERING AV ULTRALJUDSUTRUSTNING</b> .....	<b>28</b>
<b>REKOMMENDERAD LÄSNING</b> .....	<b>29</b>



## Introduktion

Den här skriften är inte tänkt att vara någon beskrivning om hur man blir en fullständig ultraljudsoperatör. För det krävs mer ingående studier och framför allt mycket praktisk övning. Sådan information hittar man lämpligast i någon av de läroböcker som finns skrivna inom området.

Här ska istället ges tips om vad man bör tänka på när man skaffar en ultraljudsutrustning och kanske även hur man får ut mesta möjliga ur den utrustning man redan har.

För att förstå varför vissa inställningar och parametrar är viktigare än andra när det kommer till teknisk prestanda, behöver man en del grundläggande kunskaper om ultraljudsfysik och tekniken bakom.

Ofta tror man att man som nybörjare behöver den mest avancerade utrustning som finns att tillgå för att kunna se någonting. Jag tror dock att man med mycket träning och med kunskaper om hur man bäst utnyttjar sin apparat kan komma långt även med en enklare utrustning. Kvaliteten skiftar mellan apparater i olika prisklasser och vissa utrustningar är därför bättre lämpade för smådjursdiagnostik än andra.

Den vane ultraljudsoperatören som jobbar med ultraljudsdiagnostik dagligen, är ofta en person som har gått många kurser och som har stor erfarenhet av olika undersökningar och utrustningar. En sådan person är också ofta en sån som har tillgång till de stora, dyra och mest avancerade utrustningarna. Den personen kommer inte att ha så stor nytta av den här informationen.

En nybörjare däremot kan behöva något vägledande till vad som är viktigt att tänka på. Det är ofta bra med något slags "lathund" där man snabbt och enkelt kan leta fram den information man behöver för att kunna gå vidare.

Syftet med den här informationsskriften är att reda ut begreppen kring ultraljudsanvändandet, samt att ge en översikt över de utrustningar som kan vara lämpliga för en medelstor veterinärinrättning. Studien har begränsats till att gälla enbart smådjur och enbart bukundersökningar. Det senare då ekokardiografiska undersökningar kräver tillgång till och kunskap om Dopplerteknik, vilket skulle bli alltför omfattande att ta med i en redovisning som denna.

I skriften sammanfattas sådan information som är relevant vid inköp av ultraljudsutrustning. En del av de vanligare tekniska begreppen kommer att beskrivas på ett mer lättfattligt sätt och likaså kommer en del sägas om olika typer av utrustningar och tillbehör.

Dessutom inkluderas ett test av några vanliga utrustningar i "mellanprisklass" som finns tillgängliga på den svenska marknaden. Testet är utformat så, att ingen utrustning pekas ut som "Bäst i test". Man får som operatör bestämma sig för vad man behöver och därefter leta i resultatet från testet och få en fingervisning om vilken typ av utrustning som kan tänkas passa.

Informationen är att betrakta som färskvara, då tekniken hela tiden går framåt och tillverkarna kommer med nya modeller. En viss tid kan man dock troligen använda resultaten, då många modeller tillverkas i flera år eller kommer åter på marknaden i begagnat skick.

## Att köpa ultraljudsutrustning

Man bör noga tänka igenom vilka de egna behoven är och den egna kompetensen innan ett köp av ultraljudsutrustning. Likaså bör framtidsplaner och önskemål tas med i beräkningen. Tyvärr måste man självklart också beakta vilka ekonomiska medel man har.

Finns det gott om pengar och intresse, köper man kanske en dyrare apparat. Annars får det kanske i stället bli ett demonstrationsexemplar eller någon annan typ av begagnad apparat. I vissa fall kan ett leasingavtal vara praktiskt, där man kanske kan uppgradera sitt system med ökad egen kompetens.

### Vad får man för pengarna?

Grovt kan man indela innehållet i ett paket så här:

- Alla utrustningar säljs med en basenhet, inkluderande monitor, tangentbord och kontrollpanel, inkopplingsport(-ar) för transducers, viss mjukvara och användarmanual.
- För att kunna använda utrustningen behöver man också en transducer eller flera. De kostar alltid extra.
- Ibland vill man också ha möjlighet att dokumentera och kanske kunna göra bilder från olika undersökningar. Då behövs kanske ett extra minne, en printer eller en videobandspelare vilket naturligtvis också kostar extra.

### Vilka summor rör det sig om?

En nyttillverkad liten portabel enhet kostar från ca 60 000:- för basenheten. En större stationär basenhet kan kosta mellan 150–250 000:-, lite beroende på fabrikat och vilka finesser man vill ha med i paketet. Självklart finns det utrustningar i alla prisklasser därutöver, upp mot 1,5–2 miljoner för de största på marknaden. Transducers varierar i pris, beroende på tekniken bakom. En elektronisk är dyrare än en mekanisk, priserna ligger från 45 till 120 000:- för en elektronisk transducer.

Vissa utrustningar är ganska mycket dyrare än andra, även om man också får mer för pengarna. Möjligen kan man pressa ned priset på dessa modeller om enklare kringutrustning väljs. Alternativt kan också vara att köpa en utrustning som använts för demonstrationer eller att sluta ett leasingavtal.

#### *Leasing- och serviceavtal*

Olika tillverkare erbjuder olika typer av leasing- och serviceavtal, vilket gör att även en dyrare utrustning skulle kunna bli intressant också för små kliniker. Att leasa en apparat innebär att man betalar en viss procentsats av köpesumman varje månad, som en ”hyra”. En fördel med detta kan vara att man inte förbundet sig till att köpa en utrustning, utan kan uppgradera sitt system när nyare modeller kommer.

Serviceavtal tecknas med återförsäljaren, där man gör upp om vad som ska ingå i den avgift man betalar för tjänsten. Det kan vara ett ”full-service”-avtal, där man inom en viss tid ska ha en ny utrustning tillgänglig om den ordinarie går sönder.

Det kan också vara ett avtal där man har en servicedag per år eller liknande. Många avtal kan dock bli ganska dyra för den mindre kliniken, varför många ändå väljer att betala den kostnad som uppstår om och när något behöver åtgärdas. Serviceavtalet kan liknas vid ett slags "funktionsförsäkring".

## **Tillverkare och återförsäljare**

Har man väl tagit hänsyn till ekonomin är det dags att titta på de olika tillverkarna och vad de kan erbjuda.

Nästan alla större tillverkare har en återförsäljare i Sverige. Det är ganska vanligt att man kopplat försäljningen till ett företag som kanske specialiserat sig på veterinär utrustning. Söker man en särskild återförsäljare är det lämpligt att söka på tillverkarens hemsida för att kunna komma i kontakt med det lokala ombudet.

Man ska alltid begära av en säljare att de kommer och demonstrerar utrustningen. Man ska kunna få se olika utrustningar och det är också lämpligt att få se hur de funktioner som demonstreras presenteras i apparatens manualer.

## **Att bedöma en ultraljudsutrustning**

Att sälla ut vad som egentligen är basalt och vad som kan tyckas vara överkurs för de egna behoven, kan vara svårt för den som inte är så påläst.

För att veta vad man egentligen ska titta på, kommer här att presenteras basfakta om vad som kan vara bra att veta, när man presenteras för en ny utrustning.

För att inte göra beskrivningen för invecklad med avancerad fysik och märkliga termer som används av tillverkare och applikatörer, har sådana saker skalats av i denna skrift och funktioner och teknik presenteras med en mer användarvänlig terminologi. Vill man ha mer utförliga beskrivningar, hänvisas till den utmärkta litteratur som listas i "Rekommenderad läsning".

Man ska dock komma ihåg att de flesta bedömningar alltid blir mer eller mindre subjektiva. Att en person föredrar en viss typ av bildåtergivning, innebär inte alls att andra tycker sig se lika bra vid samma inställning.

Den som använder den här skriften uppmanas därför att söka efter sådana utrustningar som har de funktioner och möjligheter man känner att man behöver. Sen väljer man apparat efter hur den känns att använda, hur bra man tycker man ser på bilden och hur väl den fungerar i praktiken. Prova apparaten på en verklig patient! Sitt och knappa och prova olika inställningar! Jämför!

### **1. Transducers**

En transducer, "probe", "scanner", "givare" eller "sändare" är den del av ultraljudsutrustningen som utsänder ljudvågor och sedan tar emot det återvändande ekot. Valet av transducer får ofta baseras på vilka typer av undersökningar man vill utföra.

En utrustning kan bara ha ett visst antal transducers inkopplade samtidigt. Man måste inte utnyttja alla ingångar, men oftast är det snarare bristen på inkopplingsmöjligheter som är besvärande. Alla utrustningar har inte heller alla sorters transducers tillgängliga i sortimentet, vilket man bör kontrollera innan köp.

### *1.1 Teknik*

Det finns två huvudtyper av transducers, mekaniska och elektroniska. Oavsett typ av transducer så alstras ultraljud på samma sätt, nämligen genom att en kristall aktiveras och utsänder ljud av en bestämd frekvens, vilken bestäms av kristallens individuella egenskaper. Varje kristall utsänder ljud längs endast en linje. För att bygga upp en bild måste man lägga flera linjer intill varandra. För att åstadkomma detta kan man göra på två sätt. Antingen låter man kristallen svänga under det att den aktiveras flera gånger. Då utsänds ljud i olika riktningar beroende på kristallens läge. Det andra sättet är att lägga flera kristaller bredvid varandra och aktivera, eller "avfyra", dem i en bestämd ordning. I båda fallen får man en samling linjer av ljud som bygger upp en bild.

Att låta kristallen svänga innebär att den rent mekaniskt måste flyttas i transducerhuvudet, varför sådana transducers kallas just mekaniska. Man har där upp till tre kristaller som skiftar plats i transducern för att bygga upp bilden. Dessa transducers är ganska billiga i inköp pga den relativt enkla tekniken, men utsätts för slitage pga de rörliga delarna.

Den elektroniska transducern är uppbyggd av flera fasta kristaller placerade efter varandra i rad. När de avfyras utsänder de ljud längs med raden och en bild byggs då upp. Den avancerade tekniken gör elektroniska transducers dyrare, men de är å andra sidan mer beständiga då de inte har några rörliga delar som utsätts för slitage.

Många nyare utrustningar säljs numer med elektroniska transducers som standard. På vissa av dessa utrustningar kan man, genom att ha en särskild inkopplingsanordning, även använda mekaniska transducers.

### *1.2 Form*

Olika utformningar av transducerhuvudet ger olika stor kontaktyta med huden och ger följaktligen olika undersökningsmöjligheter. Kontaktytan, eller anläggningsytan, kallas ofta för *footprint* efter det avtryck den gör mot huden. Det ska också finnas en referenspunkt på transducern så att man vet åt vilket håll den är vänd och därmed kan orientera sig på bildskärmen. Referenspunkten är ofta utformad som en skåra, en liten lampa eller liknande.

Mekaniska transducers har ofta en halvklotsformad topp, vilket ger en relativt liten anläggningsyta och en sektorformad bild (fig 1). Detta passar till många olika typer av undersökningar. Tack vare den lilla anläggningsytan kan man t ex göra intercostala undersökningar samt undersökningar av levern, där man behöver vinkla transducern in under revbensbågen. De mekaniska sektorproberna är dock mindre lämpade för undersökningar av rörelseapparaten pga sin utformning. Dessutom får man ofta störningar i närområdet med dessa transducers, vilket

försvårar bedömningen av ytligt liggande strukturer, såsom senor, ligament, ledkapslar och liknande.

En elektronisk transducer kan vara utformad i princip hur som helst. Ofta klassificeras de efter uppbyggnadsteknik, där hänsyn tas till hur transducerhuvudets anläggningsyta är formad, samt till hur kristallerna är placerade och hur dessa avfyras. Man väljer elektronisk transducer efter vilken typ av undersökning man vill göra och därmed i vilken form man vill få bilden presenterad på skärmen.

De olika transducertyperna benämns med avseende på anläggningsytans utseende (fig 1).

En linjär (*linear*) transducer har en plan anläggningsyta, med kristallerna placerade efter varandra på ett rakt band i ett plan. Anläggningsytan varierar i längd, men vanligt är runt 40 mm. Med en linjär transducer får man en rektangulär bild på skärmen. De flesta linjära transducers har ganska högt frekvensintervall, från 7,5 till 10 MHz. Sådana transducers fungerar utmärkt för undersökningar av rörelseapparaten och andra små och ytligt liggande strukturer på smådjur, samt bukundersökningar ned till 5-7 cm djup.

Den kurvilinear (*curved array, curvilinear*) transducern är egentligen en linjär transducer, där man har välvt anläggningsytan. Detta för att göra den mer lämpad för bukundersökningar och liknande, men även för att bredda synfältet då en välvd yta sänder ut ljud över ett större område. Man erhåller en bild på skärmen som liknar den klassiska sektor bilden. Oftast används en sådan transducer för översiktliga undersökningar, då de vanligen har ett lägre frekvensområde, från 3,5 till 5 MHz, varför detaljupplösningen inte alltid blir så bra.

För att ytterligare närma sig den mekaniska transducers sektorformade bild, har man i vissa kurvilinear transducers packat kristallerna längs en mindre radie, varvid man får en kraftigare välvd yta. Dessa kallas ofta "mikrokonvexa" och har ungefär samma användningsområden som en mekanisk sektortransducer.

Numer används ofta phased array teknik, där kristallerna "avfyras" med en viss bestämd fördröjning beroende på deras inbördes placering. Man kan kalla en sådan transducer för en "elektronisk sektor" med liten anläggningsyta. Även här får man en bild som liknar den klassiska sektor bilden. Phased array teknik förekommer vid alla frekvensintervall, varför de är mycket lämpade för alla sorters undersökningar där sektor bild är önskvärd, inkluderande ekokardiografi.

En annan typ av transducerteknik är annular array, vilket kan sägas vara en hybridform mellan den mekaniska och den elektroniska transducern. Kristallerna är arrangerade i koncentriska rörliga ringar vilket gör att ultraljudet kan utsändas längs en välvd yta, varvid en sektor bild återges på skärmen.

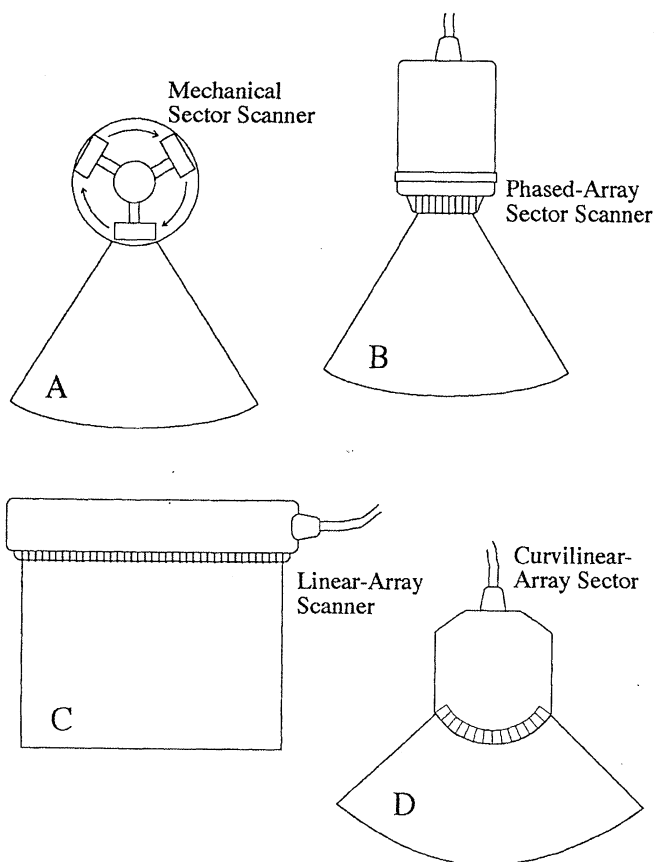


Fig 1. Exempel på utformning av och den bild som presenteras för olika transducers. A) är en mekanisk sektortransducer, med tre roterande kristaller i transducerhuvudet. B) ger exempel på hur en phased array transducer kan se ut. Notera den sektorformade bilden. C) visar den rektangulära bild som fås med en linjär transducer. I detta fall har transducern sladden vid ena sidan, för smådjursundersökningar är sladden nästan alltid placerad på ovansidan. D) visar en kurvilinear transducer. En mikrokonvex transducer ger en ännu mer sektorformad bild.

### 1.3 Frekvens

Det vanligaste frekvensintervallet för smådjursdiagnostik ligger mellan 5 och 10 MHz. De flesta transducers som används har frekvenser på 3-8,5 MHz.

Transducern kan ha en fast frekvens på exempelvis 3, 5 eller 7,5 MHz eller vara en sk multifrekvent transducer, "multihertz", där man kan ställa in önskad frekvens inom ett specifikt intervall.

Ljudet utsänds aldrig enbart vid en enda frekvens utan det kommer alltid att finnas med ljudvågor av närliggande frekvens, enligt en normalfördelningskurva. De ljudvågor som härrör från huvudfrekvensen, alltså den frekvens ljudet utsänds vid, kommer att utgöra centrum av kurvan och alltså innehålla flest ekon.

Multihertz-funktionen kan åstadkommas på två olika sätt. Det ena sättet är sk "äkta" multihertz, då en och samma transducer kan utsända ljud vid exempelvis tre

frekvenser, 3, 5 och 7 MHz. Varje gång man byter frekvens, skickas ljudet ut med den nya frekvensen enligt en ny normalfördelningskurva och därefter lyssnas ekot för den inställda frekvensen av. Man får då en lika stark signal från ekot som för den frekvens som sändes ut, eftersom ekot från huvudfrekvensen utgör störst del av normalfördelningskurvan. Det andra sättet är en enklare variant, med en transducer som utsänder ljud vid en viss frekvens, t ex 5 MHz, men när en annan frekvens väljs, t ex 7 MHz, sänds inte den nya frekvensen ut, utan transducern lyssnar istället bara av de ekon under normalfördelningskurvan som motsvarar de från den nya frekvensen. Dessa kommer då utgöra en mycket mindre del av de utsända ljuden och därmed får man en motsvarande kvalitetssänkning i den uppbyggda bilden.

Man ska försöka välja högsta möjliga frekvens som kan nå det djup man vill undersöka. Grovt kan sägas att för katt och hund < 10kg fungerar en frekvens på ca 7,5 MHz, för medelstor hund används ca 5 MHz och för riktigt stora hundar ca 3 MHz. Man kan behöva justera frekvensen under en och samma undersökning beroende på vilket djup undersökningen utförs på. Till exempel kan man behöva sänka frekvensen för att nå hela levern på en hund med djup bröstorg, medan man får återgå till en högre frekvens vid undersökning av ytligare strukturer som mjälte och urinblåsa.

En lägre frekvens medför att man använder ljud med längre våglängd, vilka då når längre i vävnaden under samma tidsperiod.

Man ska vara medveten om att man med sänkt frekvens också får sämre detaljupplösning. Mer om detta i avsnittet "Upplösning".

#### *1.4 Vilken transducer ska man välja?*

Man kan inte utföra alla sorters undersökningar med en enda transducer. Ofta behöver man under en och samma undersökning använda flera olika transducers för att fullständigt kunna utvärdera ett område. Det är därför svårt att lyfta ut en speciell transducer som den bästa att införskaffa. Grova riktlinjer kan ges, men valet av transducer måste göras efter vad man egentligen vill utföra med sin utrustning.

För den normala smådjurspraktiken kan det vara lämpligt att främst ha en transducer som ger en sektorformad bild och har frekvenser mellan 5 och 7,5 MHz. En sektortransducer kan vara antingen mekanisk, annular array, phased array eller mikrokonvex. Som komplement till sektorn, kan man sedan välja en curvilinear med lägre frekvens runt 3,5-5 MHz och en linjär transducer med högt frekvensintervall. För den som önskar utföra ekokardiografi inkluderande Dopplerundersökningar, bör man även ha en sektortransducer med lägre frekvensintervall.

## **2. Tangentbord och kontrollpanel**

Nästan alla utrustningar som säljs idag har ett multifunktionellt tangentbord samt en intelligande kontrollpanel, som är mer eller mindre inbyggda i apparaten. Man bör hålla i minnet att olika tillverkare ofta kallar samma funktioner och inställningar för olika saker.

Det finns alltid någon form av alfanumerisk del, som används för att skriva in patientdata, lägga in text i bilden etc. Vissa utrustningar har fler funktioner inlagda under de vanliga alfanumeriska knapparna och det är inte heller ovanligt att man kan förprogrammera vissa knappar efter eget val.

Kontrollpanelen är oftast kopplad till tangentbordet och styr de funktioner som apparaten kan utföra. Ofta finns det snabbval för olika funktioner, dvs en knapp med på/av för en viss funktion, kanske med olika steg för olika värden. Ett annat sätt att komma åt funktioner kan vara att man använder ett menysystem, som man sedan får knappa sig fram genom för att hitta den funktion man vill ha. Väljer gör man sedan antingen genom en särskild "select"- eller "set"-knapp eller genom att trycka på knappar på monitorn som visar de olika valen under varje rubrik i menyn. Det senare systemet är ganska vanligt på mindre portabla apparater.

Det är ofta en fördel att ha många snabbval, men det finns risk för att kontrollpanelen blir plottrig och svåröverskådlig.

Många uppskattar att jobba med "rubriker" på kontrollpanelen och sedan få upp menyer med olika val på monitorn.

Det varierar mellan tillverkarna om man använder text eller symboler på kontrollerna. Det kan ibland vara otydligt vad de olika symbolerna eller förkortningarna står för, vilket man givetvis lär sig med tiden. Anmärkningsvärt ofta är det också svårt att hitta uppgifter i manualerna om vad de olika symbolerna och förkortningarna verkligen står för. Se till att leverantören tydligt visar och förklarar, speciellt om utrustningen ska hanteras av flera olika personer.

Styrfunktion på kontrollpanelen utgörs så gott som alltid av en sk trackball, "styrkula". Med den styr man ofta något slags markör, var text ska stå, var en mätning ska börja etc. Ofta kan man med styrkulan också välja värden, djup eller fokus. Det är viktigt att styrkulan hålls ren från gel och annat skräp, då dess funktion annars kraftigt försämras. Kom ihåg att det är en förvånansvärt dyr åtgärd att behöva byta ut styrkulan.

### **3. Inställningar och funktioner**

Nedan diskuteras ett antal olika funktioner som brukar ställas in i början av en undersökning, samt något om deras olika utformningar på olika utrustningar. Sedan följer en del inställningar som ofta får ställas in och justeras under undersökningens gång. Sammanställningen avslutas med en kort genomgång av hur man börjar en ny undersökning.

#### *3.1 Registrering / ny patient*

För att påbörja en undersökning är det viktigt att kunna registrera patientens uppgifter, särskilt om man för något slags journal över sina ultraljudsundersökningar eller använder video eller printer för dokumentation.

På de flesta utrustningar finns en särskild knapp för ID-registrering. Dock varierar mängden data som kan sparas för varje patient kraftigt mellan olika utrustningar. Kanske är det inte någon riktigt avgörande detalj vid valet, men det kan ofta vara en källa till irritation om utrymmet är för begränsat.



### 3.2 Transducerbyte

När en ny undersökning påbörjas presenteras oftast ett val av antingen transducer och/eller förprogrammerade inställningar. I vissa fall är valet av undersökningstyp direkt kopplat till en viss transducer, t ex för bukundersökning av liten hund används transducer X med frekvens 7,5 MHz, för stor hund transducer Y med frekvens 5 MHz och liknande. Detta beror givetvis på om det går att ha fler än en transducer inkopplade samtidigt. Notering bör finnas på skärmen vilken transducer som är aktiv vid tillfället. Likaså bör det anges på skärmen i vilken riktning transducern är orienterad.

För att byta transducer under pågående undersökning finns ofta en snabbknapp, men det kan krävas en del hoppande i menyer.

### 3.3 Förprogrammerade inställningar

För den ovane operatören är det ofta mycket bekvämt att ha ett antal förinställda program att använda, exempelvis ett program med inställningar för bukundersökning på hund, ett annat för hjärta på katt etc. Detta är praktiskt och sparar ofta mycket tid, särskilt om man kanske inte är helt säker på vilka parametrar som styr bildens utseende. De allra minsta portabla apparaterna har sällan denna funktion. Ofta börjar de nästa undersökning med de inställningar som användes då den senaste undersökningen avslutades. Detta kan ställa till problem för den ovane, då det blir alltmer komplicerat att hitta rätt i inställningarna.

Större utrustningar har nästan alltid möjlighet att lägga in ett antal färdiga program. Vissa har också funktionen att programmera för vissa specifika användares preferenser.

En mycket bra funktion är vad som kallas "default settings", dvs en grundinställning som apparaten utgår från varje gång den slås på. Sedan kan man välja sina egna inställningar utan att behöva vara rädd för att förstöra något, då apparaten kommer att återgå till grundinställningen om man avslutar undersökningen genom att välja "ny patient" eller genom att stänga av apparaten.

Vissa säljare levererar apparaten med några olika lämpliga undersökningsprogram redan inlagda i apparaten. Annars bör man kunna få hjälp av leverantören med tips om lämpliga inställningar för olika undersökningar.

### 3.4 Power

Kallas också ibland för "acoustic power" och på någon utrustning "contrast". Betecknar intensiteten i det utskickade ljudet och kan normalt ställas in mellan 0 och 100%, mer eller mindre steglöst.

Det är ganska vanligt att man ställt in power för lågt, varvid man får alltför kraftig försvagning av det utsända ljudet med ökat djup. Bilden blir då mörk och är svår att justera med exempelvis overall gain. (Se punkt 3.6)

Med alltför hög intensitet på ljudet kan man å andra sidan få störande brus i bilden vilket gör den svårtolkad. Lagom är bäst!

Vissa utrustningar saknar den här funktionen och använder något slags medelvärde på det utskickade ljudet vid olika frekvenser. Andra kallar – som ovan nämnts – power för något annat och funktionen blir då till något som i stället anses styra

upplösningen i bilden. Rätt eller fel kan diskuteras, det är nog närmast en definitionsfråga.

Reglaget är ofta utformad som en ratt för steglös inställning, eller ligger under en meny.

### 3.5 Djup

Man bör betänka vad det är man vill titta på i patienten och i så fall om den transducer man använder kan sända ljud till det aktuella djupet. Detta avgörs av vilken frekvens man använder. Som en rekommendation kan sägas att man ska använda minsta möjliga djup, så att objektet man tittar på fyller minst 2/3 av bilden.

Ofta justeras djupet med en speciell snabbvalsknapp upp eller ned och anges i cm eller mm någonstans på skärmen. Samtidigt brukar man ha en skala med avståndsmarkeringar inlagd i kanten av bilden så att man lätt kan uppskatta djupet.

En del utrustningar kallar detta för att man förstörar bilden i stället och anger därmed inte vilket djup man befinner sig på. Återigen en definitionsfråga, då objektet ju faktiskt blir större om man minskar djupet, under förutsättning att det befinner sig i närfältet på bilden.

Vill man se ett objekt som ligger djupare i större förstoring får man i stället använda zoom-funktionen (se punkt 3.11).

De tillverkare som väljer att kalla minskat djup för förstoring har i vissa fall löst problemet med att man kan flytta bilden i djupled, dvs man väljer att börja titta en viss distans inåt i kroppen. Man ser då strukturer som ligger längre in i samma förstoring som de som ligger i närfältet.

Ofta förlorar man ganska mycket i upplösning i samband med ökad förstoring av djupt belägna objekt.

Naturligtvis kan – och bör – man ändra djupinställningarna under undersökningens gång.

### 3.6 Gain och TGC

När transducern tar emot ekon, visas dessa på skärmen som en bild, uppbyggd av ett stort antal olika ljusstarka punkter.

Även om power, djup och frekvens är lämpligt inställda kan man ibland få en bild som är för mörk, så att detaljer är svåra att urskilja. Man kan då förstärka alla invändande ekon så att hela bilden blir ljusare, vilket man brukar kalla gain. Man får dock då fortfarande en gradvis mörkare bild när djupet ökar, på grund av den gradvisa försvagningen av ljudet som fås ju längre det har färdats. Gain justeras ofta genom en egen ratt.

Ofta vill man i stället justera de återvändande ekona så att hela bilden blir homogent presenterad, t ex att hela levern har samma ekogenicitet, trots ökat djup. Man kan i andra lägen behöva förstärka en viss del av bilden för att bättre åskådliggöra objektet eller området man vill studera. Man använder då en funktion kallad *time gain compensation* (TGC). Detta baseras på att den tid det tar för ekona att återvända till transducern är direkt relaterad till det djup den reflekterande strukturen befinner sig på. Förstärker man ekona successivt i takt med ökad

återvändandetid kompenseras man för den naturliga försvagning som sker av ekon från större djup och bilden blir mer homogen (fig 2).

Ofta är TGC utformad som en rad skjutreglage (*slide rods*), där man kan öka eller minska förstärkningen i olika områden steglöst. En annan variant är där man kan justera gain i antingen närfältet eller i det djupare liggande fältet (*near-* eller *far field*).

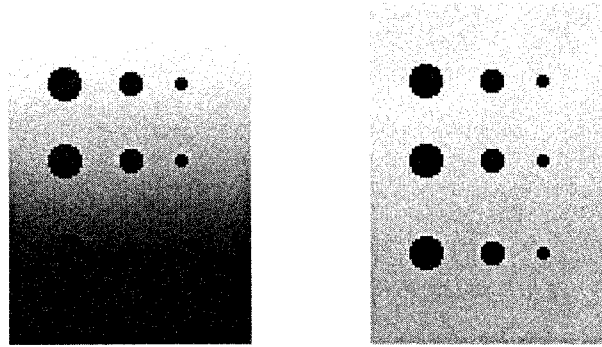


Fig 2. Illustration av TGC (*time gain compensation*). Den vänstra bilden motsvarar grundinställningen, utan justering för ökat djup. Nedre delen av bilden är så mörk att den nedersta radens cystor inte kan uppfattas. Efter justering av TGC har bilden blivit mer homogen och ekon från djupare delar har förstärkts, varvid man kan se även den nedersta raden.

### 3.7 Pre- och postprocessing

Bildens presentation kan manipuleras på olika sätt, något som brukar inkluderas i förinställningarna.

*Preprocessing* brukar det kallas då man bestämmer hur ljudet ska skickas ut ur transducern. Korrelerar ofta med *dynamic range* (se punkt 3.8) vilket innebär hur gråskalan påverkas. Ofta finns här med något slags reglage som kan styra kontrast, kantkontrast och liknande. Vad detta kallas på de olika utrustningarna varierar mycket. Preprocessing kan aldrig justeras i efterhand på en fryst eller lagrad bild.

*Postprocessing* är hur det återvändande ljudet översätts till en bild, som man sedan kan läsa och tolka. Man påverkar gråskalan genom att justera vilka amplituder i det återvändande ljudet man vill förändra. Ofta finns ett antal förinställda "kurvor" som illustrerar hur ljudet förstärks eller undertrycks. Dessa presenteras antingen i manualen eller under egen meny på skärmen. Postprocessing kan man påverka även på en fryst eller lagrad bild.

Både pre- och postprocessing finns ofta programmerade i de olika undersökningsprogram som finns i apparaten så att presentationen av bilden passar undersökningstypen. Sen kan man förstås alltid justera efter egen smak.

### 3.8 *Dynamic range*

En ultraljudsbild byggs upp av många punkter med olika ljusstyrka, där varje punkt representerar ekot från en viss struktur. Punktens ljusstyrka korrelerar med den styrka det återvändande ekot har. Med den kraftiga variationen i ekonans styrka krävs det i teorin många olika ljusstyrkor för att rätt kunna avbilda det som ljudet studsar i och emot. De flesta apparater har idag maximalt 256 olika grå nyanser i en bild. (Det mänskliga ögat lär dock inte kunna särskilja fler än 16 - 32 nyanser.) I vissa lägen är det mer önskvärt att ha en mer eller mindre nyanserad eller kontrasterad bild. Då kan man minska eller öka antalet gråskalesteg som används för att bygga upp bilden.

Detta kallas för att man justerar dynamic range (bildens dynamik), vilket mäts i decibel (dB). Ett kort dB-intervall ger utrymme för färre gråtoner och ett längre kan inrymma många fler. Intervallet bestäms redan när ljudet skickas ut, varför dynamic range ofta är synonymt med preprocessing-begreppet.

Ofta finns ett antal steg inlagda och man får helt enkelt ratta sig fram till den inställning som man tycker bäst representerar det man vill se.

### 3.9 *Frame rate*

När ljudet skapas i transducern sänds det ut i sekvenser. Varje bild lagras ovanpå nästa så att en kontinuerligt förnyad bild visas på skärmen. Den hastighet med vilken en bildsekvens ersätter nästa kallas för frame rate. Normalt sett används högsta möjliga frame rate, men då bilden manipuleras på något sätt, t ex genom ökat antal fokuspunkter, ändrad dynamik eller djup och i viss mån beroende på transducer, klarar inte apparaten att lika snabbt ersätta den föregående bilden. Man får då ett slags fördröjning i bilden, en viss ryckighet, vilket i vissa lägen är mycket irriterande.

### 3.10 *Frame average / persistence / frame correlation*

För att skapa en mjukare bild låter man två bilder i följd lagras ovanpå varandra och en "genomsnittsbild" skapas. Ovanpå denna snittbild läggs sedan nästa snittbild och ovanpå den ytterligare nästa, osv. Vid t ex bukundersökningar i realtid är det ofta att föredra att ha en mjukare bild, medan man vid hjärtundersökning hellre vill ha en snabb uppdatering av bilden, där varje enskild bild visas. Man skulle annars riskera att förlora detaljer i t ex klaffarnas rörelser. Frame average är alltså en förinställning man lägger in i ett visst program, beroende på vad man ska undersöka.

### 3.11 *Zoom*

Tanken med zoom är naturligtvis att förstora upp en viss vald del av bilden. För att ha mesta möjliga nytta av funktionen vill man ha en sk äkta zoom, dvs där bilden inte bara uppförstoras utan ursprungsbildens alla linjer komprimeras i den ruta som zoomen omfattar. Den ökade linjetätheten i området gör då att man får en bättre upplösning av de detaljer som man förstorat upp.

En "falsk zoom" kopierar egentligen bara den markerade delen av bilden och visar den i större format. Den linjetäthet som fanns i ursprungsbilden behålles även i förstoringen, varför man förlorar en del i detaljskärpa även om detaljerna är större.

Har utrustningen ingen zoomfunktion justerar man förstöringsgraden med hjälp av djupinställningen och eventuellt med ovan nämnda djupledsförflyttning av bilden.

### *3.12 Image angle / sector area*

På vissa utrustningar kan man minska vinkeln på den bild som visas. I den smalare sektor som bildas komprimeras då alla linjer i bilden och med den ökade linjetätheten får man bättre upplösning, men naturligtvis sämre översikt.

Ofta finns också möjligheten att bredda vinkeln från normalläget, varvid man får in mera i en bild, men detaljskärpan försämras följaktligen.

Sektorbildens storlek påverkar också frame rate. Om man väljer en så stor bild som möjligt finns risk för att frame rate sjunker så mycket att man av den anledningen får rörelseoskärpa i bilden.

### *3.13 Fokus*

För många är det kanske självklart att man måste kunna fokusera på det man tittar på, precis som i en kamera där man justerar linsen så att maximal skärpa erhålles på det objekt man vill avbilda. Samma sak gäller i en ultraljudsapparat. I det här fallet är det det utsända ljudets spridning man vill begränsa. Om man tänker sig att ljudet skickas ut från transducern ungefär som ett knippe ljusstrålar från en lampa, så förstår man att det sprids, divergerar, med ökat avstånd från källan. Fokuseringen går ut på att man samlar ljudstrålarna på ett visst bestämt avstånd från transducern och får därmed en ökad skärpa, en bättre upplösning, i det området.

Det vanligaste är att man har ett grundinställt sk dynamiskt autofokus, vilket innebär att man automatiskt har justerat ljudstrålens divergens längs med hela linjen. Hade man inte detta skulle bilden förmodligen förlora väldigt mycket i skärpa med ökat djup. Som tillägg kan man ofta välja en eller flera fokuspunkter. Ofta kan man flytta fokus steglöst eller välja i vilken zon av bilden man vill ha fokuseringen. Man kan också ha flera fokuspunkter samtidigt, för att öka upplösningen i hela bilden. Man kommer dock då att förlora mycket i frame rate, vilket tidigare förklarats.

### *3.14 Freeze*

Alla utrustningar har en funktion för att frysa bilden. Detta för att t ex kunna utföra mätningar, titta närmare på något eller för att spara bilden. Bilden bör frysas momentant då man trycker på knappen. I vissa fall fryses bilden också då man trycker på någon av de knappar som styr mätfunktioner.

Ibland förlorar bilden i skärpa då den fryses. Problemet är vanligare på äldre apparater, men är något man bör se upp med.

### *3.15 Cine loop*

En mycket användbar funktion är cine loop, vilket är en kort inspelad slinga som föregår de sekvenser som avbildats strax innan freeze-funktionen aktiverats. Med styrkulan kan man sedan flytta sig framåt och bakåt i slingan för att kanske hitta en

bättre bild än den som visades när man tryckte på freeze. Handen är ju sällan snabbare än ögat...

De flesta nyare utrustningar har den här funktionen, men den kan ibland få installeras i efterhand som extrautrustning.

### *Några tips och råd om hur man påbörjar en undersökning*

När man ska börja en undersökning finns det vissa grundläggande saker man bör komma ihåg att kontrollera eller ställa in.

Först måste man *få igång apparaten*. Man lär sig naturligtvis var på/av-knappen sitter på sin egen apparat, men på en okänd utrustning kan det vara svårt att finna knappen. Det sitter ofta ett slags huvudströmbrytare på baksidan eller i golvhöjd och sedan finns vanligen en "power"-knapp längre upp, som sätter på bildskärm, tangentbord och kontrollpanel.

Som första steg i undersökningen är det lämpligt att *registrera patienten* med namn, ID-nr, vem som utför undersökningen och liknande.

Man bör därefter leta bland *förprogrammerade inställningar* och hitta det undersökningsprogram som passar bäst för det man vill utföra. Ofta föreslår programmet vilken *transducer* och vilken *frekvens* man ska använda, men annars får man ställa in detta själv. Ibland får man också reglera *power* i det här stadiet.

Så långt kommen är det dags att sätta transducern på patienten. Tänk efter hur du håller transducern och leta på skärmen efter den markering som visar åt vilket håll i bilden du har *riktningsmarkeringen* på transducern. Normalt brukar man ha kranialt eller patientens högra sida åt vänster på bildskärmen, beroende på om man håller transducern longitudinellt eller transversalt. Detta är en överenskommelse för att det ska vara lättare för en annan person att tolka bilder från olika undersökningar. Du väljer själv hur du har markeringen på transducern i förhållande till patienten, bara du kan orientera dig i bilden. Det finns nästan alltid ett reglage på kontrollpanelen där man kan *spegelvända bilden* för att det ska passa bättre med hur man håller transducern.

Man bestämmer sig för vilket område man vill börja orientera sig i och justerar därefter *djupet* så att lagom mycket av bildskärmen fylls av objektet man tittar på. Sedan lägger man *fokuspunkten* över det område man vill studera och ställer därefter in *overall gain* och/eller *TGC* för att få fram objektet eller området så tydligt som möjligt.

Så – nu är det bara att fortsätta att metodiskt gå igenom patienten och fortlöpande justera inställningarna djup, fokus samt gain/TGC för varje nytt område som scannas över. Kom ihåg att det ibland kan krävas att du byter frekvens eller transducer för att få så bra bild och upplösning som möjligt! Zoom, cine loop och freeze är funktioner man tillämpar i de situationer där man anser det nödvändigt och kan ofta komplettera undersökningen.

## 5. Bildens upplösning

När man utför en ultraljudsundersökning vill man ha "en god upplösning".

Med detta menar nog de flesta att man vill kunna se alla detaljer tydligt i den struktur man undersöker, helst på alla djup och vid alla frekvenser.

Det är dock en något mer komplex bakgrund till en god upplösning än en enskild parameter.

Vi har tidigare diskuterat hur man påverkar bildpresentationen dels genom att ställa in det utgående ljudet och dels genom att justera hur apparaten återger de återvändande ekona.

En grundförutsättning för att man ska få optimal upplösning är att man alltid har ljudets infallsvinkel i 90° mot det objekt man vill titta på. Då får man mesta möjliga antal ekon tillbaka till transducern. Har man också korrekta inställningar för att optimera bildmottagningen i övrigt, kan man sedan bedöma vilken upplösning man har i bilden, dvs hur väl kan man uppfatta detaljer.

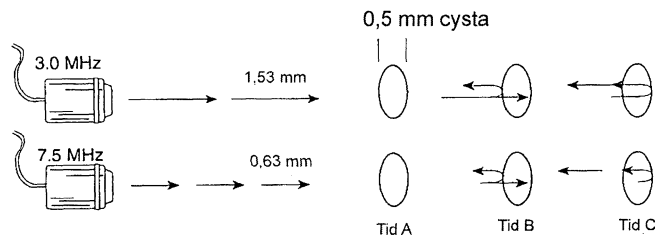
Vid sådana bedömningar bör man ha formeln nedan i minnet.

$$\text{Ljudhastigheten} = \text{frekvensen} \times \text{våglängden}$$

Ljudhastigheten i mjukdelar kan anses vara relativt konstant, ca 1540 m/s, varför man förstår att t ex en sänkning av frekvensen måste innebära längre våglängd och omvänt. (En mer detaljerad beskrivning av fysiken bakom utsändandet av ultraljud kan man läsa om i de flesta läroböcker i ultraljudsdiagnostik, se lista över rekommenderad läsning.)

Ultraljud sänds ut pulsvis, där pulslängden motsvarar ca 3 x våglängden vid den aktuella frekvensen. Man aldrig kan få bättre upplösning än halva pulslängden, eftersom de återvändande ekona annars sammanfaller. Man kan därför inte särskilja strukturer som ligger närmare varandra än detta avstånd. (Fig 3)

## Axiell Upplösning



Transducer	Våglängd	Spatial pulslängd*	Maximal axiell upplösning
3.0 MHz	0.51 mm	1.53 mm	0.765 mm
7.5 MHz	0.21 mm	0.63 mm	0.315 mm

\* Förutsätter 3 våglängder / puls

Fig 3. Transducers med högre frekvens skapar kortare pulser än transducers med lägre frekvens, eftersom våglängden på det utskickade ljudet är kortare. Pulslängden bestämmer således den axiella upplösningen, men är direkt beroende av ljudets våglängd. I det här schematiska exemplet visas hur den främre resp. borte väggen av en cysta kan uppfattas om ekot från de olika väggarna kan åtskiljas. Ekot från den främre väggen måste ha hunnit börja återvända innan ekot från den borte väggen har "hunnit ikapp" det. Annars uppfattas båda ekona som om de kom från en och samma struktur. Förmågan att uppfatta cystan är därför beroende av både pulslängden och cystans storlek mellan väggarna. Axiell upplösning kan aldrig vara bättre än halva pulslängden. I exemplet visas hur cystans båda väggar kan uppfattas med en 7,5 MHz transducer, men inte av en 3 MHz transducer, där båda väggarnas ekon sammanfaller till en enda struktur.

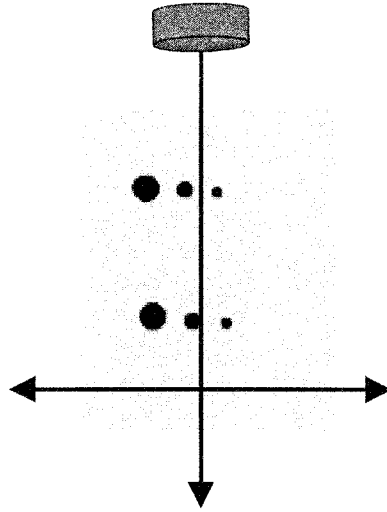
### Bedömning av upplösning

Upplösning bedöms i främst två plan (Fig 4).

- Det axiella planet (axiell upplösning) ligger längs med ljudstrålen, dvs i djupled i den bild som presenteras på skärmen. Med god axiell upplösning menar man således att närliggande strukturer kan särskiljas i djupled, såsom t ex den främre och den borte väggen i en cysta av en viss storlek. Här spelar givetvis frekvensen roll enligt ovanstående resonemang.

- Den laterala upplösningen ligger vinkelrätt mot det axiella planet. Där handlar det mycket om med vilken linjetäthet bilden presenteras. Med ökad linjetäthet ges större möjlighet att två närliggande punkter i horisontalplanet kan skiljas från varandra. Den laterala upplösningen beror av ljudvågens bredd (diameter) och avståndet från transducern. Man får alltid bäst lateral upplösning i det område som är fokuserat, eftersom man där har minst spridning på ljudvågens strålar, dvs linjetätheten är hög varmed ljudvågens bredd blir liten. Vissa tillverkare har en speciell applikation på sina utrustningar som sägs öka upplösningen i lateralplanet genom att separera linjerna från varandra, sk "space-time control" eller AGC. Ett enkelt sätt att förbättra den laterala upplösningen är ofta att sänka "gain". Man tar då bort något av ljusstyrkan i punkterna på bildskärmen och två närliggande strukturers ekon kanske inte längre flyter samman.





*Fig 4.* En schematisk tvådimensionell skiss av axiell och lateral upplösning över en testfantom. Transducern motsvaras av cylindern högst upp i bilden. Den axiella upplösningen ligger längs med ljudvågen (lodrätt i bilden) och beror av pulslängden. Den lateral upplösningen ligger vinkelrätt mot den axiella och beror av ljudvågens bredd.

## Praktisk utvärdering av ultraljudsutrustningar

### Urvalskriterier

För att kunna göra en praktisk marknadsinventering krävs att man har definierat vilken typ av utrustningar man vill studera. Urvalskriterierna sattes dels med tanke på de ekonomiska tillgångar en medelstor klinik oftast har och dels med tanke på vad en ultraljudsutrustning används till på en sådan klinik. Denna inventering utfördes under hösten 2002 och de tillverkare som kontaktades representerar framförallt de som har flest utrustningar i bruk ute bland svenska veterinärer, men även sådana tillverkare som ansågs ha modeller intressanta för en redovisning med dessa kriterier.

### *Prisklass*

Det var viktigt att välja utrustningar i låg- och mellanprisklass, eftersom den medelstora veterinärpraktiken sällan har några stora medel att tillgå för inköp av större apparater. Alla har givetvis egna åsikter om vad som ska definieras som "dyrt" eller "mindre dyrt", men till den här undersökningen valdes utrustningar mellan ca 100 000 – 500 000 kr. En av de utrustningar som slutligen inkluderades i testet hamnade en bit utanför den ramen, då den har ny och mer avancerad teknik och därmed betingar ett högre pris på marknaden. Den apparaten ansågs ändå tillräckligt intressant för veterinärt bruk, för att inkluderas i testet.

## Utförande

Grundtanken med det praktiska testet, har varit att under likartade betingelser kunna jämföra utrustningarna med avseende på bl a detaljupplösning, penetrans och subjektiv bildupplevelse.

Vi valde att i första hand prova transducers med sektorformad bildåtergivning, dvs annular array-, mekaniska sektor- och elektroniska sektor /vektor respektive kurvlinjära transducers. Om möjligt användes frekvenserna 5 respektive 7,5 MHz. Djupen sattes till 5, 10 respektive 15 cm. Vid undersökningen användes endast en fokuspunkt och fokuseringen lades på det objekt som skulle studeras. Det var inte möjligt att använda samma typ av transducers och frekvenser vid alla utvärderingar, då återförsäljarna inte hade sådana transducers tillgängliga för demonstration vid testtillfället.

För att kunna standardisera och objektivisera mätningarna så långt som möjligt gällande upplösning och penetrans, utfördes mätningarna i de flesta fall på en sk fantom, vilken beskrivs nedan. Sex av utrustningarna testades även i "in vivo-studier" på olika hundar. Vi valde att fokusera på bukundersökningar, då det inom ramen för detta examensarbete ej fanns utrymme att utvärdera den teknik som används vid hjärtundersökningar.

Beskrivningarna återges i så neutrala termer som möjligt, men bedömningar av bildupplevelse kan aldrig bli annat än subjektiva.

### *Testfantom*

En "fantom" är ett slags simulerad vävnad innehållande vissa standardiserade och dokumenterade strukturer. Fantomer används oftast av tillverkare och applikatorer för att testa de egna utrustningarna, för att justera inställningar etc. Olika fantomer ser olika ut, beroende på vad man vill använda dem till för typ av test.

De består oftast av ett plasthölje, omslutande en gel innehållande homogent fördelade partiklar. Gelen ska då motsvara en viss vävnadsdensitet.

I denna gel är olika strukturer inlagda på vissa angivna djup. För att med ultraljud kunna se ned i fantomen är en del av höljet utformat som en kammare, skål eller liknande i vilken man kan applicera ultraljudsgel eller vatten för att uppnå bästa möjliga kontakt med fantomen.

Strukturerna i fantomen kan t ex vara runda utan innehåll och med tunn vägg, simulerande t ex cystor. Det kan finnas nylontrådar uppspända som i tvärsnitt visas som ekogena punkter på olika djup och avstånd från varandra. Det kan också finnas områden med ökad resp minskad ekogenicitet jämfört med varandra och med den omgivande vävnaden, vilka kan simulera andra organ, nybildningar, blödningar etc. I vissa fantomer hittar man också strukturer med skarpa vinklar.

Den fantom som användes i det här testet var en sk multifunktionell fantom av modell Gammex RMI 403GS. Principen för en sådan fantom visas i fig 5.

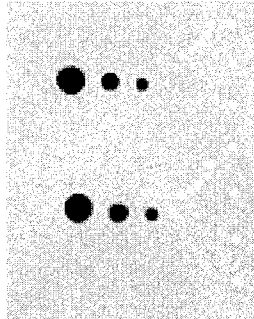


Fig 5. Principskiss för testfantom. Svarta områden simulerar cystor. Vita områden används för att bedöma upplösning och penetrans.

Vi tittade på fantomen enligt nedanstående:

- De tre cystorna i fallande storlek har använts för att bestämma om det alls går att uppfatta en rund struktur på ett visst djup vid en viss frekvens. Den översta raden "cystor" är oftast relativt lätt att se och bedöma, även den med minst diameter. Med ökat djup försämras penetransen, varför de djupare liggande cystorna blir svårare att se. Med sänkt frekvens för bättre penetrans, följer ökad våglängd och den minsta cystan "försvinner" på vissa utrustningar.

- Djupmarkeringarna, dvs punkterna med två cm mellanrum i djupled, används för att bestämma till vilket djup det går att uppfatta en punktformig struktur och om man vid det djupet kan identifiera omgivande vävnad. Man får alltså ett mått på penetransen vid en viss frekvens. Dessutom kan man avgöra om, och i så fall vid vilket djup, punkterna flyter ut och upplevs som linjer i stället, dvs vid vilket djup den laterala upplösningen brister.

- De välvda strukturerna uppbyggda av fem olika nylontrådar på samma avstånd från varandra i ett horisontellt plan, men på ökande avstånd i det vertikala planet, används för att bestämma både lateral och axiell upplösning. Om man tydligt kan urskilja de fem punkterna från varandra har man god upplösning i båda plan. Börjar de djupast liggande punkterna flyta ihop och bilda en linje, brister utrustningen främst i lateral upplösning, men även i det axiella planet, eftersom man ej kan säga att det är två punkter på olika djup.

#### *Utvärdering in vivo på hund*

Även om en utrustning kan testas med en fantom, så är det ändå hur väl utrustningen fungerar i en verklig undersökning, som spelar störst roll för användaren.

Vi försökte därför använda så många av utrustningarna som möjligt på levande material, med någon tillgänglig hund. Vid alla testtillfällen var det, av olika

orsaker, inte möjligt att utvärdera apparaterna på hund. Testet uteslöts vid dessa tillfällen ur protokollet.

En greyhound användes vid tre tillfällen (Interspec Apogee CX100, Pie Medical Parus 240 respektive 300S Pandion vet), vid ett tillfälle en beagle (Philips HDI 1500) och vid ett annat en dvärgpudel samt en kerry blue terrier (HS-2000 resp 4000).

#### *Testade parametrar*

Testet har lagts upp i olika delar; tillverkare / återförsäljare / service , typ av utrustning / tillbehör, knappologi och praktisk bedömning.

Ungefärligt pris har rapporterats efter angivna listpriser alternativt offererade priser från återförsäljarna.

Det testprotokoll som användes för den praktiska utvärderingen har sammanfattats i ett slags "checklista", vilken är tänkt att kunna användas av den som ska utvärdera en utrustning inför t ex köp. Checklistan återfinns innan "Rekommenderad läsning" i slutet av den här skriften.

#### *Tolkning av resultaten*

Testet är inte avsett att utse en utrustning som den bästa, utan resultaten ska tolkas efter vad den enskilda kliniken behöver. Resultaten skall endast användas som ett slags sammanställning av vad som erbjuds från de olika tillverkarna.

## Sammanställning av praktisk utvärdering av 12 olika utrustningar

I tabell 1 nedan presenteras de utrustningar som togs med i den praktiska utvärderingen.

Tabell 1. Lista över de utrustningar som utvärderades praktiskt.

<i>Tillverkare</i>	<i>Modell</i>	<i>Återförsäljare</i>
Pie Medical	Parus 240	Kruuse Svenska AB
“	300S Pandion Vet	”
Aloka	SSD 500	Bröderna Berner HAB
”	SSD 900	”
”	SSD 1000	”
”	SSD 1400	”
Honda	HS-2000	Scandivet AB
“	HS-4000	”
Interspec	Apogee CX 100	(endast som beg utrustn)
Philips AB	Philips HDI 1500	Philips AB Division of Medical Systems
Acuson / Siemens AB	Sonoline G60S	Siemens Med Solutions
“	Sonoline Adara	”

Nedan presenteras en sammanfattning av den praktiska utvärderingen, med en individuell beskrivning av varje modell. I beskrivningen finns ett antal subjektiva omdömen om bildens utseende vid test på fantom och/eller hund. Upplevelsen av en bild är subjektiv och personlig, men för att underlätta förståelsen följer en kort beskrivning av de termer som används.

*Kontrast* – en bild med hög kontrast är svart-vit med få gråskalesteg.

*Gråskala* – med nyanserad (lång) gråskala avses en bild med många gråskalesteg.

*Kornighet* – här avses hur bilden upplevs med avseende på om ljuspunkterna på bildskärmen uppfattas som stora eller små, samt om de ses som distinkta punkter klart skilda från varandra, alternativt övergår i intilliggande punkt. Med en grovkornig bild avses en bild med stora distinkta punkter, klart skilda från varandra.

*Upplösning* – här avses hur väl olika ekotäta punkter i testfantomen gick att skilja från varandra. Vid försämrad upplösning kommer exv fem intilliggande punkter att ses som tre större avlånga objekt eller liknande.

*Detaljskärpa* – med detta menas hur väl kanter, form och storlek på mindre objekt uppfattas. Detaljskärpan beror ofta på de ovan nämnda faktorerna, men också på inställningar och frekvens.

*Penetrans* – hur djupt i vävnad eller i testfantomen ultraljudet når. Beror mycket på frekvens, men också på vilken transducer som används och varierar dessutom mellan olika apparater. Med större djup avses avstånd från transducern på mer än 7-8 cm.

Många av ovanstående parametrar går naturligtvis att påverka med olika typer av bildbearbetning. Vid testen användes dock standardinställningar för bukundersökning, vilka förprogrammerats i apparater av tillverkarens applikationer.

### *Pie Medical*

Tillverkningen ligger numer under Esaote-koncernen, med huvudsäte i Holland. Pie Medicals apparater återförsäljs i Sverige av Kruuse AB. De två testade apparaterna var av ganska olika typ, där den enklare, Parus 240, är från Pie Medicals ursprungssortiment och den lite mer avancerade, 300S Pandion Vet, stammar från samarbetet med Esaote.

- *Parus 240* är liten och kompakt, semi-portabel, med diskettstation, samt möjlighet att koppla analog printer och video. Elektroniska transducers är standard, frekvensområde 3,5-8 MHz. Robust och funktionell, men med lite invecklad knappologi och menysystem. Bilden är bra med lagom kontrast, god penetrans och acceptabel upplösning. Måttlig kornighet, bra detaljskärpa men något kort gråskala. Cine loop (minne för rörliga bilder) samt hjärtberäkningsprogram inkluderas i baspaketet. Förprogrammering för olika sorters undersökningar eller användare möjlig. Kan fungera bra på den mindre kliniken med lite lägre ställda krav.
- *300 S Pandion Vet* är större, stationär, med diskettstation och möjlighet att koppla analog printer och video. En av de få utrustningar som erbjuder annular array-transducers som standard, frekvensområde 2,5-10 MHz. Användarvänligt system och knappologi, med bra menyer och snabbval. Möjlighet att förprogrammera för användare eller olika undersökningar. Hjärtberäkningsprogram, cine loop samt färg- och spektraldoppler ingår. Ger trevlig bild med nyanserad gråskala och finkornig bild med mycket god detaljskärpa. Brister en del gällande upplösning när det kommer till lägre frekvenser och större djup. Förvånansvärt dålig penetrans upplevs också vid högre frekvenser även om upplösningen är mycket bra.

### *Interspec*

Under 1990-talet köptes Interspec av ATL, vilka numer ingår i Philips. Samtliga Interspecs modeller har utgått ur produktionen, men finns dock väl representerade i Sverige, varför en modell inkluderades i testet.

De apparater som finns till salu på marknaden lär utgöras av begagnade exemplar och inget säkert kan därför sägas om försäljningsvillkor eller pris.

- *Interspec Apogee CX100* är stationär och har endast analoga lagrings- och dokumentationsmöjligheter. Mekaniska transducers används uteslutande, frekvenser från 3,5 till 7,5 MHz. Menysystem och reglage är enkelt men mycket funktionellt utformade och gör apparaten lättanvänd. Bilden presenteras med ganska kort gråskala, vilket ger en bild med hög kontrast

av ganska grovkornig typ med dålig detaljskärpa. Apparaten är mycket användbar för mindre kliniker som ej önskar utföra avancerade undersökningar. Apparaten har god penetrans och god upplösning ned till lite större djup. Cine loop inkluderas, liksom hjärtberäkningsprogram.

### *Aloka*

Aloka saluförs i Sverige av Bröderna Berner HAB. Den europeiska huvudorganisationen ligger i Schweiz. Aloka har funnits länge på den svenska marknaden och erbjuder flera utrustningar av olika storlek. Fyra av deras mindre utrustningar provades. Det går att flytta transducers mellan utrustningarna, dock ej från eller till den minsta (SSD 500).

- *SSD 500* är en liten portabel utrustning, med endast en transducer inkopplad i taget. Systemet är mycket kompakt och användarvänligt. Elektroniska transducers, med frekvensintervall 3,5-8 MHz. Bildmässigt känns utrustningen enkel med nyanserad gråskala, men med väl grovkornig bild. Upplösningen fungerar relativt bra ned till ganska stora djup. Detaljtydligheten brister dock tidigt pga grovkornigheten. Cine loop eller doppler finns ej, men ett hjärtberäkningsprogram finns inlagt. Möjlighet finns att koppla till ett stort extraminne med plats för 122 bilder. Passar kanske bäst för stordjurspraktiken eller för enklare smådjursdiagnostik.
- *SSD 900* är semiportabel, med möjlighet att ha två transducers inkopplade samtidigt. Elektroniska transducers med frekvenser mellan 3,5 och 7,5 MHz. Kompakt modell med många funktioner och knappar, vilket tyvärr gör systemet plottrigt och svåröverskådligt. Bra bild med lagom kontrast, samt god penetrans och mycket god upplösning även på stora djup. Gråskalan är nyanserad och bilden finkornig, vilket ger en relativt god detaljtydlighet. Ingen minnesfunktion finns för bildlagring. Cine loop ingår inte, ej heller doppler. Hjärtberäkningsprogram finns.
- *SSD 1000* är stationär, med stor monitor och tydlig kontrollpanel. Samma transducers som SSD 900. Användarvänligt system, men med invecklat inställningsförfarande. Bra bildpresentation, med bra penetrans och upplösning. Lagom kontrast. Den nyanserade gråskalan och finkorniga bilden ger god detaljtydlighet, men bilden upplevs som lite statisk utan djup. Cine loop finns som tillval. Doppler finns ej.
- *SSD 1400* är också stationär, lite större. Liknar SSD1000 i mycket, men har cine loop som standard och spektraldoppler som tillval. (Inte färgdoppler.)

### *Honda*

Välkänt företag, med Scandivet AB som återförsäljare i Sverige. Nya på svenska marknaden, men ganska stora i Europa.

Två modeller testades, den ena portabel, den andra stationär. Överflyttningsbara transducers mellan modellerna. Elektroniska transducers med frekvensintervall 2,8 – 10 MHz.

- *HS-2000* är portabel och mycket kompakt, hårddiskbaserat minne. Kan kopplas till PC via kabel. Systemet är användarvänligt, med många snabbvalsknappar. Har nyanserad gråskala men mycket finkornig bild och låg kontrast. Mindre bra detaljtydlighet. God penetrans. Upplösning svårbedömd. Cine loop kommer snart som standard. Hjärtberäkningsprogram finns inte. Bra apparat för stordjurspraktik, men troligen otillräcklig för smådjursdiagnostik.
- *HS-4000*, stationär med hårddisk, diskettstation samt anpassning till nätverksuppkoppling. Windows-baserat program, med lite krånglig uppbyggnad, men med många möjligheter gällande bildlagring och patientdata-hantering. Menysystem och knappologi lätthanterliga. Bildmässigt grovkornig med relativt nyanserad gråskala och medelgod kontrast. Acceptabel penetrans. Ger relativt lättolkade undersökningar. Cine loop standard, liksom spektraldoppler. Hjärtberäkningsprogram finns, liksom många andra beräkningsfunktioner.

### *Philips*

I koncernen ingår numer bl a ATL och Hewlett Packard. Presenterar avancerade apparater av modernt snitt. Har flera stora utrustningar på marknaden, men tillverkar även några mindre modeller, såsom den nedan angivna.

- *HDI 1500*. Stationär, pc-baserad och nätverksanpassad modell. Mycket användarvänligt system med lättlästa menyer. Stora möjligheter till personlig programmering och inställning av olika undersökningstyper. Elektroniska transducers med frekvenser från 3-12 MHz. Bilden har nyanserad gråskala, med lagom kontrast. God penetrans, och mestadels god upplösning även om det brister något vid högre frekvenser och ökat djup. Beror dock mycket på vilken transducer som används. Cine loop är standard, liksom färg- och spektraldoppler. Beräkningsprogram finns. "Obegränsat" minne. Har efter utvärderingen utgått ur produktion. Har enligt uppgift från försäljaren ersatts av liknande utrustning ur en annan produktlinje.

### *Acuson*

Liksom Philips är Acuson främst kända för sina stora avancerade utrustningar. Sedan man köpts av Siemens har sortimentet breddats med fler mindre modeller i produktlinjen.

- *Sonoline G60S* (och *G50S*) är stationära mindre enheter, pc-baserade och nätverksanpassade. Användarvänligt Windows-baserat system med mycket teknik bakom. Elektroniska transducers, frekvensintervall mellan 3 och 13 MHz. Bilden är mycket finkornig med nyanserad gråskala och relativt låg kontrast. Detta gör att bilden kan uppfattas som svåräst, tekniken till trots. Har dock mycket god upplösning och penetrans. Cine loop, stort minne, färg- och spektraldoppler samt printer är standard. Mycket stora programmeringsmöjligheter. *G50S* ej provad, men enligt uppgift något enklare än *G60S*, med större flexibilitet vad gäller tillval.



Priset blir därmed väsentligt lägre och ligger ca 250 000:- under priset för G60S.

- *Sonoline Adara* är en mindre stationär enhet, som inom humanvården framförallt används till gynekologiska undersökningar. Diskettstation, samt analog printer och video finns för bildlagring. Mycket användarvänlig med avseende på knappologi och menyer. Förprogrammering möjlig. Ganska grovkornig bild, men med nyanserad gråskala och medelgod kontrast. God penetrans för vissa transducers, relativt bra detaljskärpa. Cine loop finns, men ej doppler. Kan vara ett alternativ för veterinärt bruk, om fler och andra transducers kan kopplas till utrustningen. De som fanns tillgängliga vid utvärderingen är framförallt anpassade till humana OB- och gynekologikrav, och fungerar inte särskilt bra annat än till översiktliga bukundersökningar på större hundar. Enligt senare uppgifter lär det dock även finnas en sk mikrosektor (5-7,5 MHz), vilken skulle kunna passa för bukundersökning på smådjur.

## **”Checklista” för utvärdering av ultraljudsutrustning**

### **Del 1 – tillverkning och försäljning**

- 1) Tillverkare, fabrikat/modell. Tillverkas apparaten fortfarande eller är den begagnad?
- 2) Återförsäljare i Sverige
- 3) Serviceorganisation
  - Finns servicekontrakt av olika nivåer? Vad inkluderas? Kostnad?
  - Demonstreras utrustningen vid leverans?
  - Finns möjlighet till efterutbildning?
- 4) Prisuppgift
  - basenhet
  - transducers
  - dokumentationsmöjligheter och annan kringutrustning
- 5) Leasingmöjligheter

### **Del 2 – apparaten och dess tillbehör**

- 1) Typ av apparat – portabel/stationär
- 2) Tillbehör – transducers (Vilka? Hur många inkopplade samtidigt? Vilka frekvenser? Form och storlek?), dokumentationsmöjligheter (printer, video, nätverkskoppling, hårddisk, magnetoptisk disk, CD, diskett etc), vagnar, extra minne etc.
- 3) Manualer – lättbegripliga? På svenska? Finns ”lathund” med vanliga funktioner?

### **Del 3 – utformning och program**

- 1) Keyboard – uppbyggnad, disposition, ”knappologi”
- 2) Registrering och lagring av patientdata
- 3) Möjligheter till förprogrammering av undersökningsprogram
- 4) Bildskärm – storlek, tydlighet, disposition

### **Del 4 – knappar och inställningar**

- 1) Inställning av frekvens
- 2) Djup
- 3) Power
- 4) Fokus – hur många samtidigt?
- 5) Zoom – äkta zoom? Lättmanövrerad?

- 6) Gain och TGC
- 7) Frysfunktion
- 8) Mätningar
- 9) Textinläggning
- 10) Finns cine loop?

**Del 5 – minnesfunktion/lagring av bilder**

- 1) Finns minnesfunktion?
- 2) Hur lagras bilder? (se del 2, punkt 2)
- 3) Hur stor minneskapacitet?

**Del 6 – bildpresentation**

- 1) Upplösning och penetrans. Testa praktiskt på levande patient!

## **Rekommenderad läsning**

- Nyland T G, Mattoon J S. *Veterinary diagnostic ultrasound*, WB Saunders Company, 1:a resp 2:a upplagan, 1995 resp 2002
- Goddard *et al.* *Veterinary Ultrasonography*, CAB International, 1995
- Green *et al.* *Small animal ultrasound*, Lippincott-Raven Publishers, 1996
- Barr F. *Diagnostic ultrasound in the dog and cat*, Blackwell Scientific Publications, 1990
- Holmer, Nils-Gunnar *et al.* *Diagnostiskt ultraljud – grunderna*. Bokförlaget Teknikinformation, 1986