



We help ideas meet the real world

# Rapport

---

## Elektroniske stetoskoper for brugere med hørenedsættelse

### Udført for AMGROS

Sagsnr.: A900306

Side 1 af 20

August 2010

**DELTA**  
Dansk Elektronik,  
Lys & Akustik

Teknisk-Audiologisk  
Laboratorium  
Edisonsvej 24  
5000 Odense C  
Danmark

Tlf. +45 72 19 41 00  
Fax +45 72 19 41 01  
[www.delta.dk](http://www.delta.dk)  
CVR nr. 12275110

**Titel**

Elektroniske stetoskoper for brugere med hørenedsættelse

**Sagsnr.**  
A900306

**Vores ref.**  
SLJ/CD/slj

**Rekvirent**  
AMGROS

**Resumé**

Der findes forskellige muligheder for at kombinere brugen af høreapparat og stetoskop. En grundlæggende fysisk begrænsning er at de lyde et stetoskop skal fremhæve ligger i et så lavt frekvensområde at mange høreapparater ikke kan forstærke dem. En grundlæggende praktisk begrænsning ligger i at stetoskopi ofte foretages samtidig med kommunikation med patienten. Der er altså behov for at stetoskop og høreapparat skal fungere på samme tid.

Nærværende rapport beskriver den grundlæggende problemstilling samt forskellige løsninger, som kan virke afhængig af høretabets størrelse og personlige præferencer.

DELTA, august 2010

Teknisk- Audiologisk Laboratorium



## Indholdsfortegnelse

<b>1. Forord.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Problemstilling.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Stetoskopets akustiske egenskaber .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Stetoskoper og høreapparatsystemer .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Produkter .....</b>	<b>10</b>
5.1 Forstærkning af frekvensbånd .....	13
<b>6. Specialløsninger .....</b>	<b>13</b>
6.1 Hovedtelefoner.....	13
6.2 Specialtilpasset løsning.....	15
<b>7. Trådløs forbindelse mellem elektronisk stetoskop og høreapparat.....</b>	<b>17</b>
7.1 Bluetooth.....	17
7.2 Understøttelse af Bluetooth .....	18
<b>8. Konkluderende bemærkninger .....</b>	<b>19</b>
<b>9. Henvisninger .....</b>	<b>19</b>

## 1. Forord

Formålet med denne rapport er, at undersøge hvorvidt elektroniske stetoskoper med fordel kan anvendes af personer med en hørenedsættelse. Undersøgelsens formål har været at udarbejde en vejledning for hørehæmmede læger, sygeplejersker og jordmødre der kan orientere om de produkter de findes på markedet. Rapporten er en opdatering af den tilsvarende rapport DELTA lavede i 2003.

DELTA, Teknisk- Audiologisk Laboratorium vil gerne rette en speciel tak til Bjørn Knud Andersen, Bang & Olufsen Medicom.



## 2. Problemstilling

I teorien er et elektronisk stetoskop ideelt for en bruger med hørenedsættelse, idet det kan forstærke lyd og dermed lette auskultation (primært aflytning af hjerte og lunger). I praksis er anvendeligheden af elektroniske stetoskoper for brugere med hørenedsættelse imidlertid ikke altid så lige til, hvis høretabet er så stort, at det kræver brug af et høreapparat.

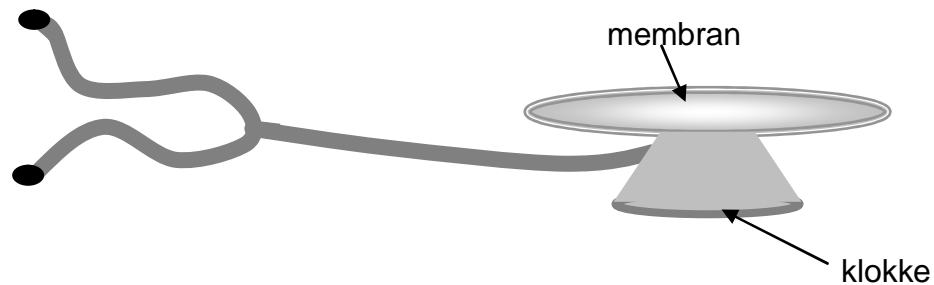
Når stetoskoplyden skal føres fra stetoskopets membran og ind i øret, opstår der problemer afhængigt af hvilken type høreapparat og prop, der benyttes. Såfremt brugeren benytter sig af et elektronisk stetoskop med de normale clips, overføres stetoskoplyden oftest ikke ordentligt til øret med høreapparatet eller proppen placeret i øret, og stetoskopclipsene må indføres i øregangen efter at apparatet/øreproppen er fjernet. I dette tilfælde skal stetoskopets forstærkning derfor være tilstrækkelig til at kunne kompensere for brugerens hørenedsættelse.

Denne løsning er ikke særligt hensigtsmæssig, eftersom brugerens kommunikation med patienten forsinkes af, at øreproppen skal ud og ind af øret ved hver lytning. Desuden bryder nogle patienter sig ikke om, at se eventuel ørevoks på sin læges ørepropper.

## 3. Stetoskopets akustiske egenskaber

For at give et bedre indtryk af stetoskopet som forstærker af hjerte- og åndedrætslyde, er det nødvendigt at forstå dets akustiske egenskaber. Et almindeligt stetoskop forstærker lyden ved at skabe resonans mellem de vibrationer, som kropslydene forårsager på overfladen af kroppen, og luftsøjlen i de slanger, der leder lyden til øret. Skal denne lyd forstærkes yderligere, gøres det elektronisk som f.eks. i et elektronisk stetoskop.

Som vist på Figur 1 har hovedet på de fleste akustiske stetoskoper to sider. På den ene side findes en tynd membran, der kan opfange høje frekvenser såsom mislyde på åndedræt og lunger, og på den anden en klokke, der opfanger dybe frekvenser såsom hjertelyde.

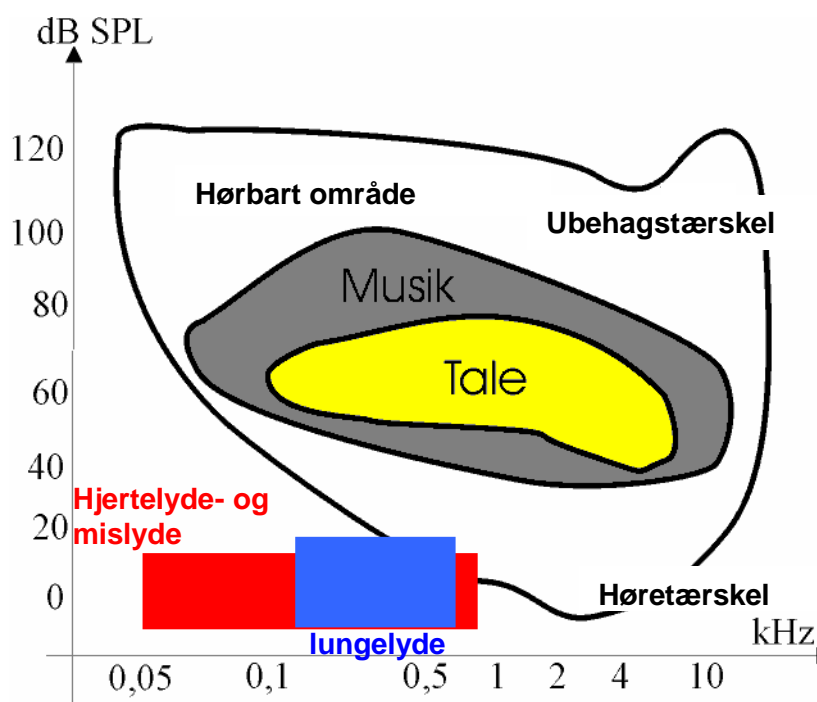


***Figur 1. De fleste akustiske stetoskoper to sider på hovedet. På den ene side findes en tynd membran, der kan opfange høje frekvenser såsom mislyde på åndedræt og lunger, og på den anden, en klokke der opfanger dybe frekvenser såsom hjertelyde.***

Idet stetoskopet trykkes mod huden, opfanger dets membran eller klokke lyde fra kroppen, og disse svingninger sætter luften i stetoskopets rør i bevægelse. Svingningerne bevæger sig til slangernes ender og via stetoclipsene videre ind i øregangen.

Når man lytter med membransiden, sættes den tynde membran i svingninger af de lyde, der rammer den. Membranens store areal (ø ca. 4 cm) og forholdsvis lille masse gør, at den kan sættes i svingninger af meget høje frekvenser såsom åndedrætslyde. Når man anvender hovedets anden side, klokken, resonerer luftrummet mellem hud og klokkens inderside derimod og opfanger de dybe frekvenser, f.eks. hjertelyde.

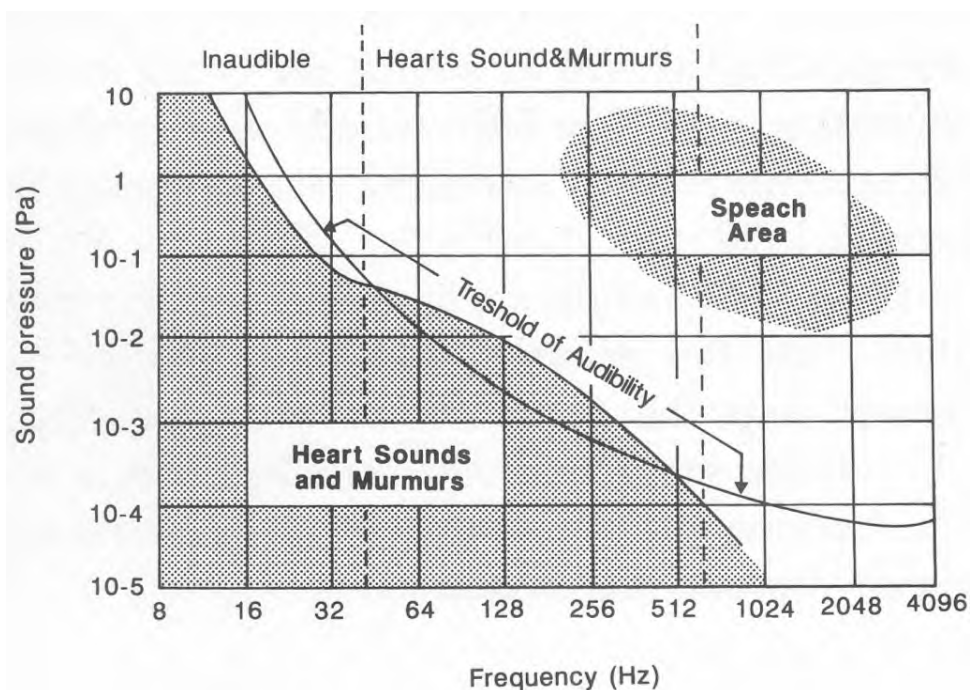
Ligesom akustiske stetoskoper er de fleste elektroniske stetoskoper designet med en membran- og en klokkeindstilling. Derudover tilbyder en del fabrikater ligeledes en kombineret membran- og klokkeindstilling, der dækker begge frekvensområder samtidigt.



**Figur 2. Figuren skitserer hvilke frekvenser og hvilket niveau hjerte- og lungelyde har i forhold til høretærsklen og menneskelig tale/musik.**

Det menneskelige øre kan opfatte frekvenser mellem ca. 20 Hz og 20 kHz. Til sammenligning hermed forekommer de fleste kropsllyde i et ret begrænset frekvensområde, nemlig frekvenser under 1 kHz. Ydermere frembringer kroppen lyde med frekvenser under 20 Hz, om end disse, da de jo ikke kan opfattes af øret, opfattes som vibrationer.

Figur 2 skitserer, hvilke frekvenser hjertelyde har i forhold til høretærsklen og menneskelig tale/musik. Som markeret med den røde firkant er mange hjertelyde lavfrekvente og skal forstærkes en del for at komme ind i det hørbare dynamikområde.



**Figur 3. Figuren viser i detaljer dynamik- og frekvensindholdet af hjertelyde og hjertemislyde.**

Figur 3 viser i lidt større detalje dynamik- og frekvensindholdet af hjertelyde og hjertemislyde<sup>1</sup>. Ligeledes skal en del mislyde på åndedrættet (markeret med blå på Figur 2) også forstærkes for at kunne høres. Stetoskopet fungerer som en mekanisk forstærker og kan dermed bringe lyde, der ellers ikke kan høres, ind i det hørbare område.

Til eksempel kan det nævnes, at første og andet hjerteslag ligger i frekvensområdet 20-150 Hz, åndedrætslyde mellem 200 og 750 Hz mens hjerteklapfejl typisk ligger mellem 170-900 Hz og mitral stenose mellem 25 og 80 Hz. Et stetoskop skal derfor kunne gengive og forstærke lyde i dette ret begrænsede frekvensområde.

#### 4. Stetoskoper og høreapparatsystemer

Når man vil benytte et stetoskop sammen med et høreapparat, er der nogle forhold, man skal have for øje.

<sup>1</sup> Figuren er gengivet fra Hans Nygaard: Evaluation of Heart Sounds and Murmurs – a Review with Special Reference to Aortic Valve Stenosis, Skejby Sygehus, Århus Teknikum, p. 20.

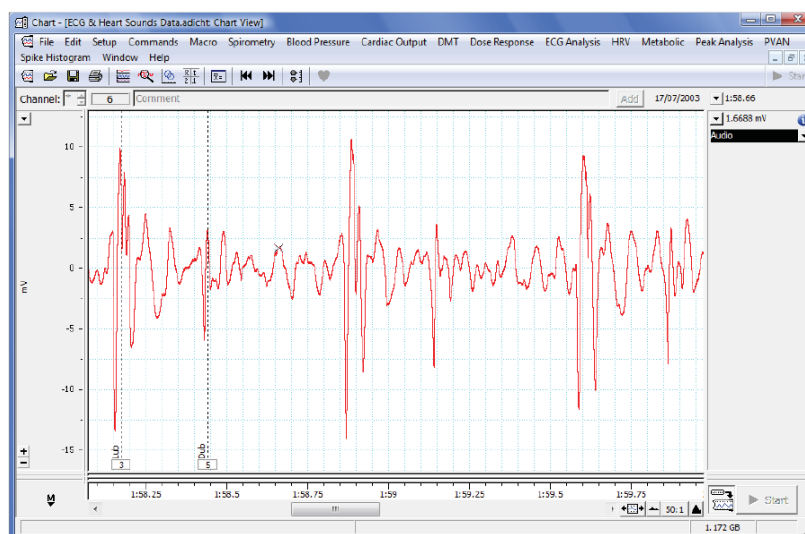
Ved at lave et audiogram, kan man undersøge, hvordan en persons høretærskel ligger i forhold til en normalthørende. Dette undersøges ved nogle specifikke frekvenser i området fra 125 Hz til 8 kHz. Uden for dette frekvensområde ved man reelt set ikke noget om, hvordan personen hører. Audiogrammets begrænsede frekvensområde kan være en af grundene til, at høreapparater normalt ikke forstærker ved lavere frekvenser. Desuden ved man at forstærkning af dybe toner kan gå ud over taleforståeligheden for den hørehæmmede, samt at f.eks. vindstøj og andre dybe lyde vil blive forstærket og genere høreapparatbrugeren. Dette bør man holde sig for øje, hvis man påtænker at forstærke lydene fra et stetoskop gennem et høreapparat. Det ikke-forstærkede område under 125 Hz er vigtigt for især hjertelyde, hvor den primære information ligger.

En anden grund til, at høreapparater ikke forstærker ved lave frekvenser, er de akustiske forhold i øret ved samspillet med høreapparatets prop eller – for i-øret-apparater – høreapparatets skal. Når man sætter et høreapparat eller en prop til et høreapparat i øret på en person opstår der to problemer; okklusion og fysisk ubehag, f.eks. varme. Derfor laver man ofte en åbning i proppen; en ventilationskanal. Denne kan gøre proppen mere eller mindre åben. Ventilationskanalen giver mange fordele, men i forhold til akustikken i øret betyder den også, at det bliver sværere at forstærke de dybe lyde. Især med mange moderne høreapparaters helt åbne tilpasninger, hvor høreapparatbrugeren kun får en åben, blød siliconeprop i øret, beregnet til at centrere lydslangen.. Hvis man skal gøre sig forhåbninger om at benytte et høreapparat sammen med et stetoskop og få forstærket lyden i høreapparatet, kræver det derfor et tæt samarbejde med høreapparattilpasseren og sandsynligvis en meget lukket og tæt prop. Selv med en tæt prop betyder høreapparatets forstærkningskarakteristik meget, og under 125 Hz er den sjældent særlig kraftig.

Hvis man benytter et CIC apparat eller et bag-øret apparat med åben prop kan man muligvis benytte et stetoskop i øret samtidig med høreapparatet; Sidder høreapparatet bag øret benytter man ikke høreapparatets forstærkning til at forstærke lydene fra stetoskopet. Med kombinationen af høreapparat og stetoskop skal man sikre sig, at høreapparatets anti-feedback-system er effektivt nok til at høreapparatet ikke begynder at hyle, når stetoskopet sættes i ørerne, samt at stetoskopets forstærkning er kraftig nok til at kompensere for et eventuelt høretab ved lavere frekvenser. Dette må være en vurdering, som skal tages i samarbejde med høreapparattilpasseren. Hvis en person har et diskant høretab er det ikke sikkert, at der er behov for væsentlig forstærkning ved lave frekvenser, hvor stetoskoperingslydene findes. De akustiske forhold i øret betyder, analogt til ovennævnte diskussion om ventilationskanalen i en øreprop, at stetoskopet skal slutte tæt til ørerne, hvis de mørke lyde fra stetoskopet skal kunne høres. Dette kan være vanskeligt at opnå uden hyl, eller tab af lyd ved at klemme høreapparatets slange, som stadig skal gå ind i øret.

## 5. Produkter

Udover forstærkning af lyd, markedsføres hovedparten af de stetoskoper de findes på markedet, på features såsom optagelse og lagring af lyd til arkivering. Ligeledes kan nogle stetoskoper overføre lyd til en PC hvor det kan studeres nøjere som et oscillogram som vist på Figur 4, som kendt fra elektrokardiogrammer.<sup>2</sup> Den grafiske visning kan eventuelt være til hjælp for en person med en hørenedsættelse.



**Figur 4. Nogle stetoskoper kan overføre lyd til en PC, hvor den kan studeres nøjere som et oscillogram, kendt fra elektrokardiogrammer.**

I skrivende stund er der adskillige elektroniske stetoskoper på markedet, og der kommer stadig flere til.<sup>3</sup> Af denne grund, vil dette afsnit vil ikke forsøge at give en oversigt over alle apparater på markedet, men i stedet give en mere detaljeret beskrivelse af et mindre antal elektroniske stetoskoper – som ikke specifikt er henvendt til personer med hørenedsættelse – for at give læseren en større indsigt i, hvordan et elektronisk stetoskop virker, og dermed gøre vedkommende i stand til at træffe en bedre afgørelse ved valg af stetoskop.

Forsøger man at finde information om elektroniske stetoskoper på Internettet, er det vanskeligt at danne sig et overblik over deres faktiske egenskaber. Ønsker man fx at oplysning

<sup>2</sup> Figuren er taget fra <http://www.adinstruments.com/products/product.php?id=MLT206>

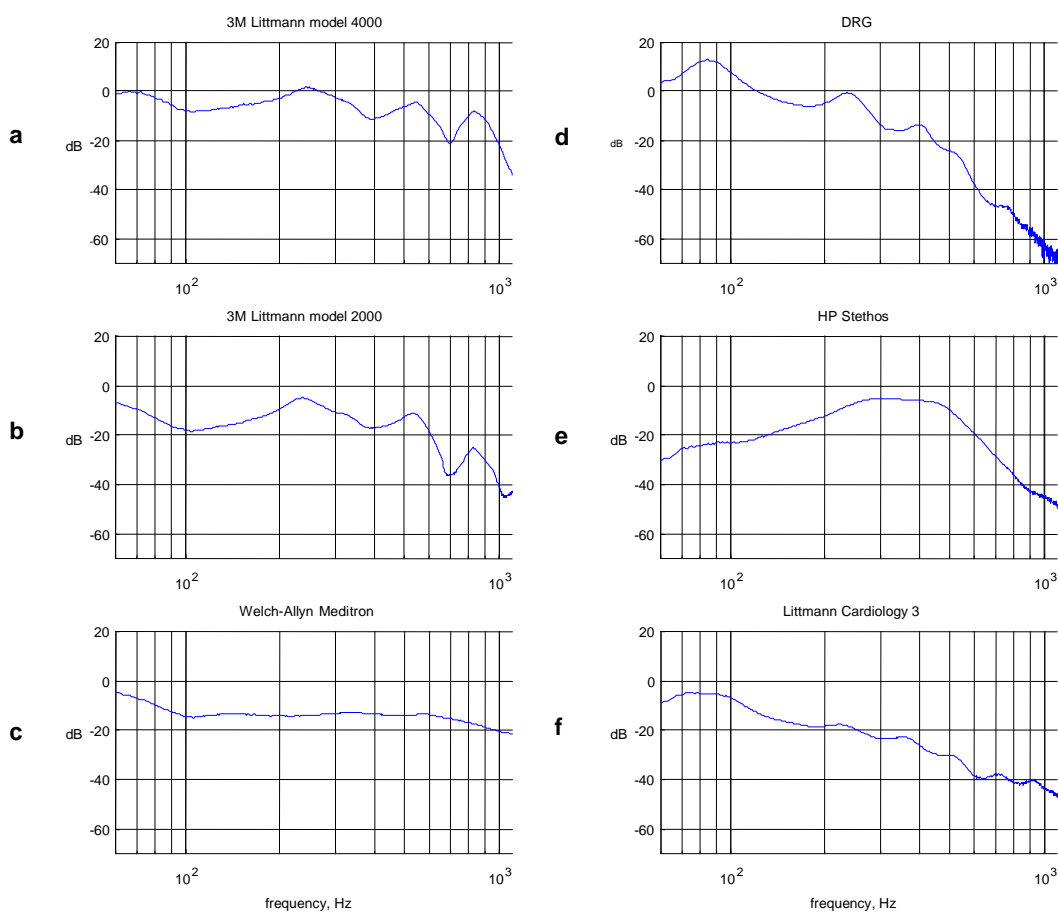
<sup>3</sup> Links til hjemmesider vedr. elektroniske stetoskoper, ørepropper til stetoskop samt patch-cords til cochlear implants er f.eks. beskrevet på <http://www.amphl.org/>.

om graden af forstærkning, er det svært at finde konkrete oplysninger om hvilke frekvensområder stetoskopet forstærker, samt hvor stor denne forstærkning er.

Såfremt man ønsker at gå bagom produktbeskrivelsen og se på stetoskopets faktiske forstærkning, er man nødt til at foretage målinger på stetoskoperne under forhold, der simulerer en klinisk stetoskopering, dvs. hvor stetoskopet bliver udsat for lyde i de frekvens- og dynamikområder, som er relevante for stetoskopering. Det kræver dog udstyr, f.eks. en brystkassesimulator, som de færreste har til rådighed.

Når man forstærker en lyd hvad enten det er mekanisk eller elektronisk, vil de enkelte komponenters, f.eks. klokke, slanger, forstærker, højttaler, ledninger etc., specifikke akustiske eller elektriske egenskaber forstærke nogle frekvenser mere end andre. En del af denne farvning er lavet helt bevidst fornetop at fremhæve de frekvenser man ønsker at lytte efter. Eftersom et stetoskop er beregnet til at forstærke lavfrekvente lyde, bør frekvenskarakteristikken så vidt muligt tilpasses således, at den ikke påvirker de frekvenser som er interessante for stetoskoperingen.

Selvom det i praksis er umuligt at opnå en helt flad frekvenskarakteristik, er det dog muligt at opnå en tilnærmelsesvis retvisende frekvenskarakteristik i nogle frekvensområder. Figur 5 viser den frekvensafhængige forstærkning for seks elektroniske stetoskoper indstillet til en kombination af klokke- og membran.



**Figur 5. Figuren viser den frekvensafhængige forstærkning for seks elektroniske stetoskoper (a – f) indstillet til en kombination af klokke- og membran<sup>4</sup>.**

Welch-Allyn stetoskopet på Figur 5 c har den fladeste frekvenskarakteristik i området op til 1 kHz og dermed i det frekvensområde hvori de fleste kropslyde af betydning for auskultation forekommer. De resterende stetoskoper har en relativt flad frekvenskarakteristik op til omkr. 2-300 Hz, hvorefter forstærkningen falder, i b, d, e og f endog ret markant op mod 1 kHz. Til sammenligning kan oplyses at akustiske stetoskopers lyd dæmpes allerede fra 100 Hz og at de ydermere dæmpes mere i membranindstilling. Der opnås altså en højere forstærkning i den høje del af det interessante frekvensområde med et elektronisk stetoskop, fremfor et akustisk.

<sup>4</sup> Målingerne er stillet til rådighed af B&O Medicom. De er udført på en brystkassesimulator for at efterligne den forstærkning og dæmpning af lyd som den menneskelige krop ville forårsage.

## 5.1 Forstærkning af frekvensbånd

Udover frekvenskarakteristikken er det ydermere vigtigt at se på de elektroniske stetoskopers båndforstærkning. Klokke- og membraninstillingerne på et akustisk stetoskop fungerer som et lavpas- eller højpasfilter, der dæmper høje hhv. lave frekvenser, og dermed assisterer brugeren i at fokusere på de lyde, som er vigtigst for auskultation af hjerte og lunger/åndedræt.

Eftersom de fleste auskulære lyde, der kan anvendes til diagnosticering, ligger i et temmelig begrænset frekvensområde, vil det være formålstjenligt at yderligere kunne "zoome" ind på en evt. hjertemislyd og dermed reducere den forstyrrende effekt af andre lyde som f.eks. støj fra stetoskopmembranens berøring med kropshår eller susen fra blodomløbet. Af denne grund reklamerer hovedparten af de elektroniske stetoskoper med forstærkning af forskellige frekvensbånd.

Da en person med hørenedsættelse ofte har sværere ved at skelne forskellige lyde fra hinanden, kan man med fordel benytte de elektroniske stetoskopers forskellige filterfunktioner under stetoskoperingen.

## 6. Specialløsninger

Udover de ovenfor beskrevne løsninger, beskriver dette afsnit nogle andre systemer og ideer, der kan anvendes af læger eller sygeplejersker med hørenedsættelse.

### 6.1 Hovedtelefoner

På deres hjemmeside annoncerer firmaet Cardionics, Inc. med et elektronisk stetoskop, E-Scope, der findes i en version til hørehæmmede som enten er forbundet med et par hovedtelefoner, der fremhæver de dybe frekvenser (se Figur 6), eller med ledninger til en audiosko eller telespole. Ifølge hjemmesiden, forstærker stetoskopet op til 30 gange mere end et akustisk stetoskop. Det bruger et AAA batteri, og kan køre i ca. 4½ måneder på et batteri (ved brug på 30 minutter om dagen, 5 dage om ugen). Ligesom på akustiske stetoskoper, har E-Scope to indstillinger, en der forstærker hjertelyde og en der forstærker lunge- og åndedrætslyde. Stetoskopet er desuden forsynet med en volumenkontrol.





**Figur 6. På deres hjemmeside annoncerer firmaet Cardionics, Inc. med et elektronisk stetoskop, E-Scope, der findes i en version til hørehæmmede.**

Producenten anbefaler at stetoskopet anvendes med ITE- eller BTE-apparater med en åben fitting. For hørehæmmede med Cochlear Implant kan stetoskopet forbindes med implanta-tets processor ved hjælp af audioskoen. Desuden skriver producenten på sin hjemmeside, at det anbefales at samspillet mellem stetoskop og høreapparat tilpasses i tæt samarbejde med audiologen/audiologiassistenten.



**Figur 7. Stetoskopet ES-1000 fra Res-Q Products forstærker, så man kan høre med en baggrundsstøj på op til 100 dB (beregnet til ambulancer og nødsituationer med megen baggrundsstøj).**

Om end det ikke markedsføres som et stetoskop for hørehæmmede, Stetoskopet ES-1000 fra Res-Q Products forstærker så man kan høre med en baggrundsstøj på op til 100 dB (be-regnet til ambulancer og andre nødsituationer med megen baggrundsstøj). Stetoskopet er forsynet med nogle avancerede filtre der kan justeres så de dæmper uønskede lyde samt et dæmpende lag udenpå stetoskophovedet som blokerer indtrængen af støj udefra. ES-1000 gør det ydermere muligt at måle blodtryk.

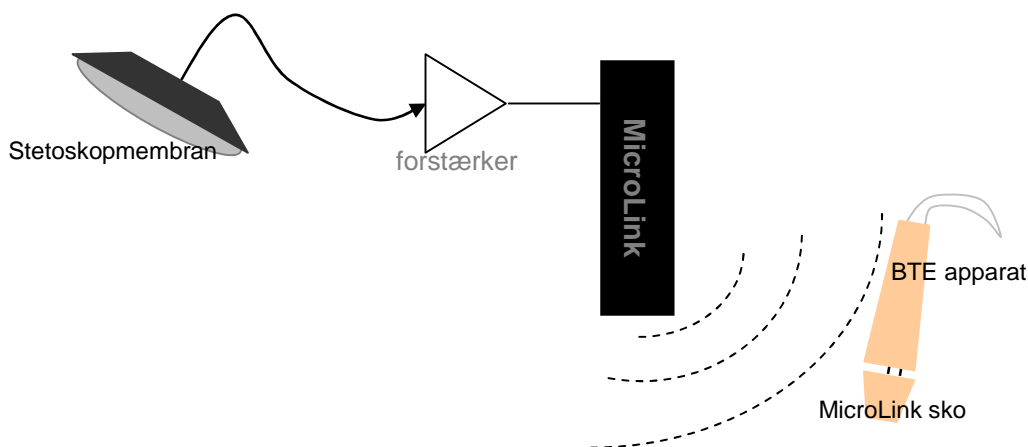
## 6.2 Specialtilpasset løsning

En mulighed er også at få lavet en specialtilpasset stetoskopløsning baseret på et elektronisk stetoskop, hvorfra lyden kan transmitteres elektrisk til et høreapparat.

En høreapparatbruger har f.eks. fået lavet en løsning baseret på et stetoskop produceret af Meditron A/S. Modellen hedder "theStethoscope." Stetoskopet er blevet specialtilpasset af Jan Calundan, Calundan Høreteknik. Calundan har erstattet stetoskopets "steto-clips" med en udgang til et MicroLink FM system (MicroLink produceres af Phonak og Widex). Som vist på Figur 8 bliver stetoskopets signal sendt til en forstærker som via en ledning er forbundet med en MicroLink-modtager, der sender et FM signal til en MicroLink sko, der er påmonteret BTE apparatet. Høreapparatet skal være indstillet til "T" eller "MT". Stetoskopet har en afbryderknap, og er tændt så længe denne er trykket ind.

Meditron stetoskopet har tre indstillinger, en som forstærker de høje frekvenser der karakteriserer åndedræts- og lungelyde (den såkaldte membranindstilling) og en der forstærker de dybe frekvenser som anvendes ved hjerteauskultation (klokkeindstilling) samt en indstilling der kombinerer disse, og dermed dækker samtlige stetoskopets frekvenser. Disse indstillinger vælges v.h.a. en knap på membranstykkets underside. Her findes ligeledes en knap til at kontrollere lydstyrken. Stetoskopet forstærker i frekvensområdet fra 20 – 20 kHz.

MicroLink giver en flad frekvenskarakteristik, og i kombinationen med Meditron stetoskopet udgør det derfor et system, der er specielt velegnet til brugere med stort høretab uafhængigt af deres specifikke hørekurve. Udover signalforstærkning kan man fra Meditrons elektroniske stetoskop overføre signalet til en PC (Windows) hvor det kan ses som et modificeret oscillogram, der grafisk kan vise evt. mislyde på hjertet.



**Figur 8. Et Meditron A/S stetoskop, "theStethoscope" er blevet specialtilpasset af Ca-lundand Høreteknik. Stetoskopets "steto-clips" er erstattet med en udgang til et Micro-Link FM system (MicroLink produceres af Phonak og Widex).**

Det er nogle år siden, at den specifikke høreapparaturer, DELTA kender til, har fået la-vet sit specialstetoskop. Siden er der kommet andre elektroniske stetoskoper på markedet, som evt. kan bruges som udgangspunkt for specialtilpassede løsninger.

Thinklabs ds32a Digital Electronic Stethoscope er et elektronisk stetoskop, som har en ud-gang, som er beregnet til at man kan optage hjerte- og lungelyde (se Figur 9). Desuden er der udviklet software til produkterne, iPod touch og iPhone, fra Apple, som kan bruges til at visualisere og optage lydene fra stetoskopet. Stetoskopet har en analog linjeudgang, som kan tilsluttes et trådløst høreapparat system med en tilsvarende linieindgang på samme måde som beskrevet ovenfor. Stetoskopet har indbygget volumenkontrol.



**Figur 9. Thinklabs ds32a Digital Electronic Stethoscope (t.v.) og deres software til Apple iPhone, Stethoscope App (t.h.).**

Et andet elektronisk stetoskop, som kunne benyttes til specialtilpassede løsninger er ADInstruments MLT206 (se Figur 10). Dette stetoskop har en signaludgang til andre må-leinstrumenter, men hjemmesiden oplyser ikke umiddelbart tekniske detaljer om den.



*Figur 10. ADInstruments MLT206 er et elektronisk stetoskop med mulighed for at forbinde det til deres eget PowerLab udstyr. Denne forbindelse kan muligvis tilpasses som udgang til et høreapparat.*

## 7. Trådløs forbindelse mellem elektronisk stetoskop og høreapparat

En nyere udvikling inden for elektroniske stetoskoper er trådløs tilkoblingsmulighed over den trådløse forbindelsesstandard Bluetooth. Dette findes f.eks. i 3M Littmanns elektroniske stetoskop model 3200 (som er udviklet af Bang & Olufsen Medcom), som dog i skrivende stund (juli 2010) ikke er lanceret på det danske marked.

### 7.1 Bluetooth

Bluetooth er en trådløs kommunikationsstandard med mange forskellige anvendelser, bl.a. inden for computere, PDA'er, trådløse headsets og mobiltelefoner<sup>5</sup>. Den benyttes til at overføre digitale data mellem forskellige enheder, som befinder sig inden for en kortere afstand fra hinanden (normalt maksimalt 10 m). Bluetooth er nok mest kendt for at overføre lydsignaler på digital form mellem en mobiltelefon og et trådløst headset, men dataene, som sendes, kan have mange andre formater, f.eks. billeder eller tekstdokumenter.

For at sikre, at forskellige enheder kan snakke sammen over den generelle Bluetooth-standard, er der lavet nogle profiler, som kan benyttes. For eksempel findes der en profil til trådløst headset (Headset Profile, HSP), som sikrer, at hvis en mobiltelefon og et headset begge understøtter den, kan de "snakke sammen".

<sup>5</sup> Kilde: <http://en.wikipedia.org>, <http://da.wikipedia.org>

Det er også muligt at lave mere proprietære overførelsesmetoder via Bluetooth, hvis et produkt har specielle krav eller egenskaber, som ikke understøttes af de generelle Bluetooth-profiler. I så fald kræves det, at begge de enheder, som forbindes med Bluetooth, forstår det specielle format til overførsel af data.

## 7.2 Understøttelse af Bluetooth

Understøttelsen af Bluetooth i forbindelse med høreapparater er blevet mere udbredt på det seneste. Bluetooth understøttes nu mere eller mindre direkte i flere høreapparater evt. gennem høretekniske hjælpemidler, f.eks. som halsslynger eller produktspecifikke konverterboks brugeren bærer i en rem om halsen.

Høreapparatfabrikanterne er ikke alle lige tydelige i deres tekniske specifikationer vedrørende hvilke Bluetooth-profiler, som understøttes, men det indikeres flere steder, at de sandsynligvis understøtter en eller flere af profilerne Advanced Audio Distribution Profile (A2DP), Hands-Free Profile (HFP) eller Headset Profile (HSP). Dette gælder f.eks. Oticon Streamer, som understøtter Advanced Audio Distribution Profile (A2DP)<sup>6</sup>.

3M Littmanns model 3200 elektroniske stetoskop indeholder Bluetooth og kan ved hjælp af software på en PC overføre målinger, så de bl.a. kan visualiseres på computerskærmen. Det er derfor nærliggende, når nu stetoskopet indeholder Bluetooth-funktionalitet, at ønske sig lyden fra det elektroniske stetoskop sendt direkte trådløst til et høreapparat, så en person med høretab kunne stetoskopere uden at tage høreapparaterne ud af ørerne.

Det forholder sig imidlertid sådan, at 3M Littmann model 3200 elektronisk stetoskop af tekniske årsager ikke benytter en af de tre Bluetooth-profiler Advanced Audio Distribution Profile (A2DP), Hands-Free Profile (HFP) eller Headset Profile (HSP), til at overføre lyden til computeren, men forbindes med en speciel profil til dataoverførsel. Det er derfor ikke umiddelbart muligt at koble et elektronisk stetoskop af model 3200-typen sammen med et høreapparat og overføre lyden.

Når nu de fysiske komponenter er til stede i både det elektroniske stetoskop og i forbindelse med høreapparatet i form af Bluetooth-forbindelselektronikken er det en nærliggende overvejelse, om man med en softwareændring i det elektroniske stetoskop kunne implementere en Bluetooth-profil, så sammenkobling med lydoverførelse mellem apparaterne er mulig. Selv med denne ændring er en løsning dog ikke fundet. Som nævnt tidligere er hjerte- og lungelyde relativt lavfrekvente lyde og den primære energi indenfor det hørbare område ligger for hjertelyde under ca. 500 Hz (ifølge Figur 3). Dette frekvensområde er, som nævnt tidligere, ikke der, hvor høreapparater normalt har sin primære forstærkning. Det

<sup>6</sup> Kilde: [www.oticon.dk](http://www.oticon.dk)

skyldes bla. at høreapparater primært er optimeret til høj taleforståelighed, og der kan dybe toner ligefrem være forstyrrende.

Mange af de høreapparater, som benyttes i dag, har desuden en tilpasning, hvor proppen i øret er åben, så man både hører den direkte lyd i øret og lyden fra høreapparatet. Ved denne løsning har høreapparatets højttaler svært ved at opretholde et højt lydtryk ved dybe toner, og man vil ikke få noget som helst ud af at have lyde fra et elektronisk stetoskop sendt til øret via Bluetooth. Selv med en mere traditionel støbt lukket prop, benytter man oftest en ventilationskanal i proppen for at den ikke skal blive for ubehagelig at have på. Det kan også påvirke gengivelsen af dybe toner i øret. Det er derfor umiddelbart ikke let at garantere, at selv hvis man laver en trådløs overførsel af lyde fra et elektronisk stetoskop til et høreapparat via Bluetooth, så kan høreapparatbrugeren høre signalet. Dette giver grund til nogle sikkerhedsmæssige overvejelser ved brug af løsningen til medicinske formål. Derfor er løsningen ikke umiddelbart så let realiserbar, som man skulle tro med mindre stetoskopet og høreapparatet nøje tilpasses sammen og hvis høreapparatet evt. laves med et program, som forstærker dybe toner – modsat normal praksis.

## 8. Konkluderende bemærkninger

Som det fremgår af ovenstående rapport er der mange mulige løsninger på problemet. Ingen af dem kan siges at være de vises sten, og det er således op til den enkelte bruger at søge den løsning der bibringer mindst mulige gener.

Ydermere kan der opstå problemer fordi stetoskopets frekvens-output ikke specifikt kan tilpasses et givet høretab. De fleste fabrikater af elektroniske stetoskoper tilbyder forstærkning af adskillige frekvensbånd, dog kan disse bånd ikke altid med succes tilpasses til en given høretabskurve.

Et yderligere problem med de elektroniske stetoskoper er brugervenligheden. Det lader til at de elektroniske stetoskoper, som har mest succes, er dem, der minder mest om akustiske stetoskoper. Det er her interessant at erfare at de features, såsom visualisering og lydoptagelse vha. en computer, som de elektroniske stetoskoper tilbyder, ikke er af nævneværdig betydning i den hørehæmmede læges valg af stetoskop.

## 9. Henvisninger

ADInstruments: <http://www.adinstruments.com/>

B&O Medicom / 3M Littmann: [www.medicomnordic.dk](http://www.medicomnordic.dk) / <http://www.littmann.dk>



Calundan Høreteknik: <http://www.calundan.com/>

Cardionics, Inc: <http://www.cardionics.com/>

Res-Q Products: <http://www.hypothermia-ca.com/stethoscope.htm>

Thinklabs: <http://www.thinklabsmedical.com/>

Welch-Allyn: <http://www.welchallyn.com/>

