

> TEST RAPPORT

Strømtræk fra høreapparater

Væsentlige parametre for strømforbruget i et høreapparat i 2020

> INDHOLD

1	Baggrund	3
2	Testopstilling.....	3
3	De testede høreapparater	4
4	Indledende målinger	5
5	Data præsentation	7
6	Konklusion.....	9

1 Baggrund

Uanset hvor smart et høreapparat man bruger, er det ikke noget bevidt uden en energikilde i form af et batteri. Disse kan være genopladelige, såvel som de traditionelle engangsbatterier af Zink/luft typen. For begge typer gælder dog at energien bruges, og når batteriet er tomt, skal det udskiftes eller genoplades. Belastningen af batteriet i et høreapparat er meget dynamisk, det skal designes så der kan leveres strøm når der er behov for det, men samtidig holde længst mulig på strømmen, i perioder hvor belastningen er mindre. Med den stigende funktionalitet i moderne høreapparater, er det blevet mindre gennemskueligt hvilke processer der belaster batteriet mest.

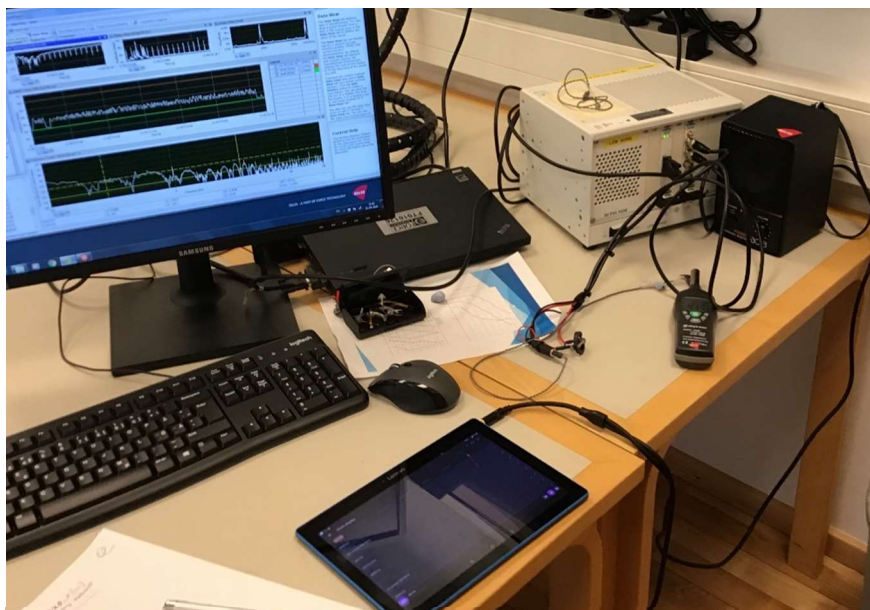
Ved at måle på hvor meget strøm et givent høreapparat trækker i forskellige situationer, og det tilhørende spændingsfald over batteriet, kan man danne sig et billede af, hvilke af apparatets funktioner der belaster batteriet mest, og derved er med til at forkorte batteriets levetid.

Denne rapport er skrevet på baggrund af en række målinger af strømforbruget i høreapparater under forskellige funktionsbetingelser. Målingerne har givet anledning til en hypotese om, at forbruget styres af tre hovedvariable: Den indstillede forstærkning, som igen afhænger af det høretab, høreapparatet er indstillet til at kompensere for, mængden af sigalbehandling i høreapparatet, og sidst men ikke mindst streaming til høreapparatet. Streaming er trådløs overførsel af lyd til høreapparatet, oftest etableret med en Bluetooth eller Bluetooth lignende protokol.

2 Testopstilling

Strøm og spænding over en batteriadapter måles via et LabVIEW program og et National instrument NI-DAQ signal acquisition card. Batteriadaptoren placeres i et kommercielt høreapparat, hvorved belastningen af batteriet kan måles som funktion af ændringer i indstillingen og brugen af høreapparatet.

Billedet viser testopstillingen til spændingsmålingerne. Udstyr til høreapparatprogrammering er ikke vist på billedet.

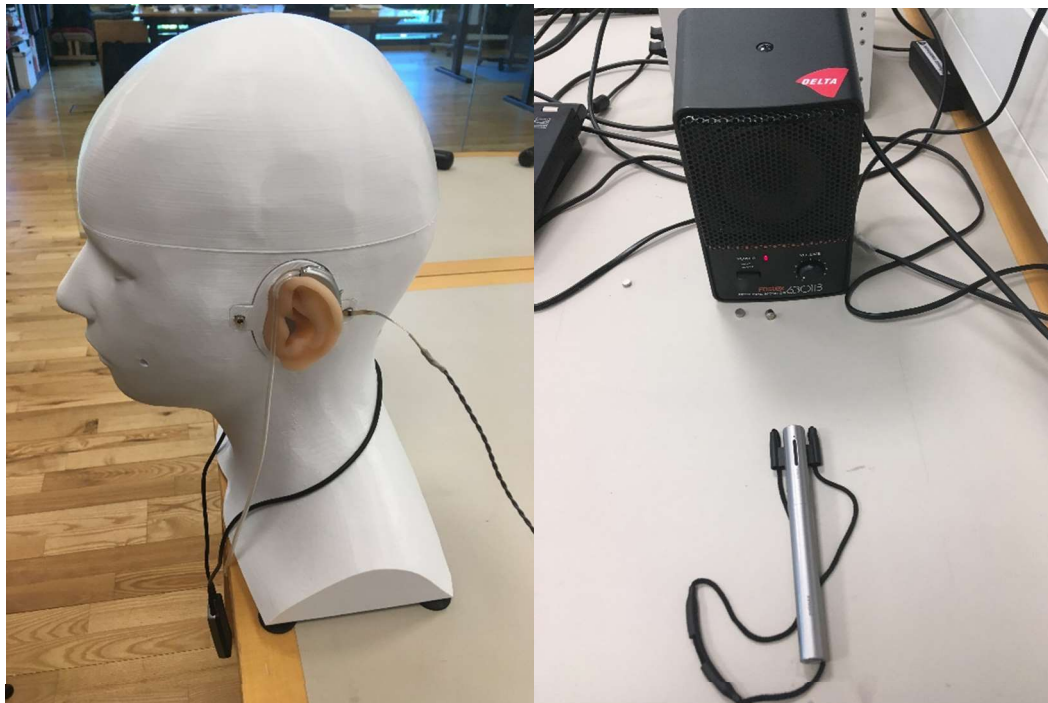


Figur 1: Strømtrækket er målt som en midling af strømsamples over 30 ms.

Lydmiljøet er skabt af en højttaler forbundet til en mp3 afspiller (tablet). Lydniveauet er justeret efter en måling med en lydsmålertæt på høreapparatets mikrofon.

En iPad parret med høreapparatet er anvendt til at streame lyd til høreapparatet. Bluetooth forbindelsen etableres enten via made for iPhone forbindelsen i "indstillinger/tilgængelighed/høreapparater", eller via en traditionel bluetooth forbindelse. For enkelte høreapparater blev der anvendt en teleslynge/telespole som den trådløse forbindelse.

Som teleslynge blev anvendt en Phonak Roger Pen med halsslyngen placeret om halsen på mannekinen CARL. Billederne nedenfor viser teleslyngeopsætningen.



Figur 2: Opstilling til måling af teleslynge/telespole forbindelse

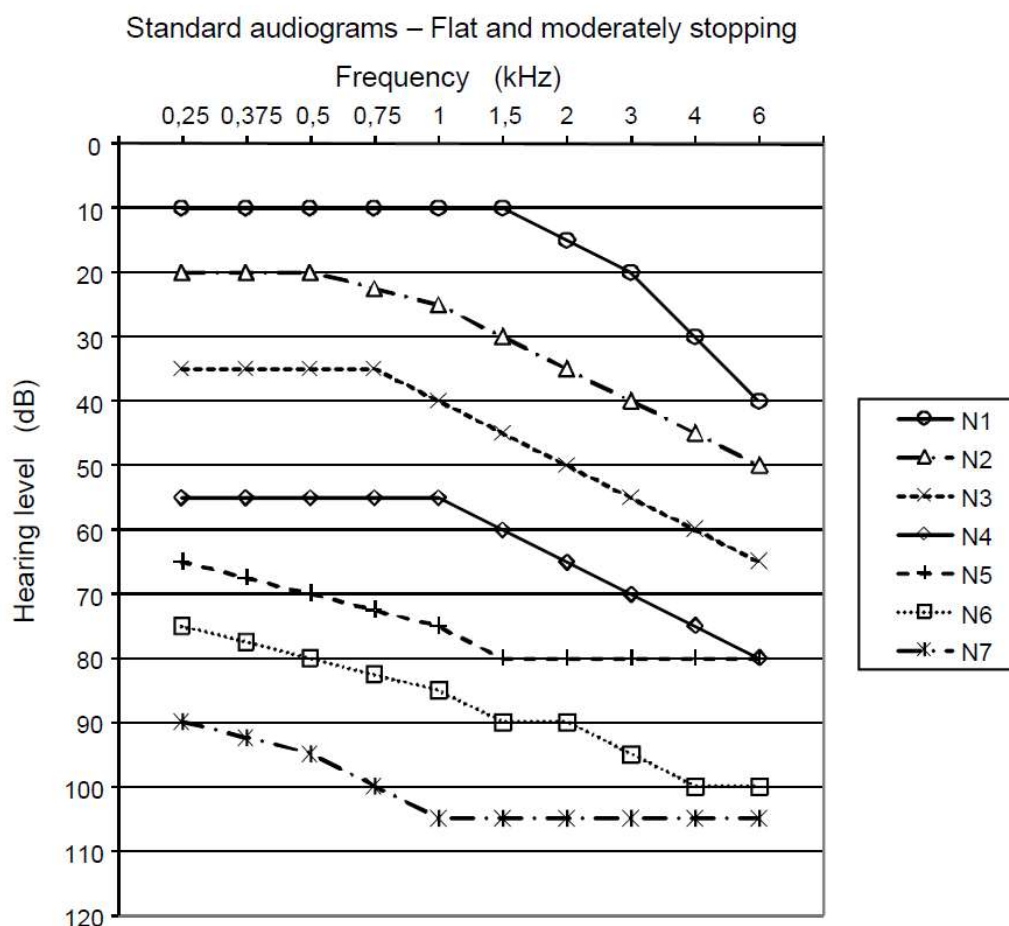
3 De testede høreapparater

De testede høreapparater repræsenterer de fleste af de store høreapparatproducenter (Starkey undtaget). Modellerne er almindeligt tilgængelige høreapparater i prisklassen middel til høj. Et par modeller er fra 2020, ligesom et par modeller ældre end 3 år også indgår i testen. Alle apparaterne benytter 312 eller 13 batterier, og er BTE (med hook) eller RITE modeller. RITE modellerne blev testet med en medium receiver uanset audiogrammet.

Høreapparaterne blev justeret til en "First-fit" tilpasning ud fra de i IEC60118-15 standarden beskrevne audiogrammer N2-N7 (Se figur). Høreapparatets tilpasningssoftware justerer høreapparatets forstærkning og vælger funktioner, primært ud fra informationer fra audiogrammet. En del tests blev udført med et ekstra program i høreapparatet, hvor mest mulig signalbehandling blev tilvalgt. Volumenkontrollen blev frakoblet i softwaren for alle høreapparaterne.

For mange af høreapparaterne var N7 audiogrammet over deres, i softwaren angivne, tilpasningsområde. Ved alligevel at anvende dette svære høretab til tilpasningen, antages det, at softwaren indstiller apparatet til maksimalt gain. Flertallet af apparaterne blev også testet med 1-2 andre audiogrammer mellem N2 og N7, for at undersøge deres opførsel med forstærkningsniveauer indenfor fittingområdet. Under tilpasningen med N7 høretabet blev feedbackmåling udført på et lukket output, simulerende en helt lukket prop for at sikre at softwaren tillod indstilling til maksimalt gain.

For nogen høreapparater kunne observeres et relativt større strømtræk, når audiogrammet var N7, sammenlignet med når audiogrammet lå indenfor maksimalgrænsen af det angivne tilpasningsområde for høreapparatet.



IEC 224/12

Figur 3: Standardaudiogrammer fra IEC 60118-15

Der blev etableret en Bluetooth forbindelse med en iPad, enten via made for iPhone forbindelsen i "indstillinger/tilgængelighed/høreapparater", eller via en traditionel bluetooth forbindelse.

På nogle høreapparater blev strømtrækket fra batteriet målt, mens høreapparatet gengav et input fra telespolen. I nogle af apparaterne var telespolen et alternativ til teleslynge løsningen, I et enkelt af de ældre apparater var telespolen den eneste trådløse transmissionsmulighed.

Desuden blev der testet med bluetooth sendere som fx Phonak TV-connector, som alternativ til den direkte iPad streaming.

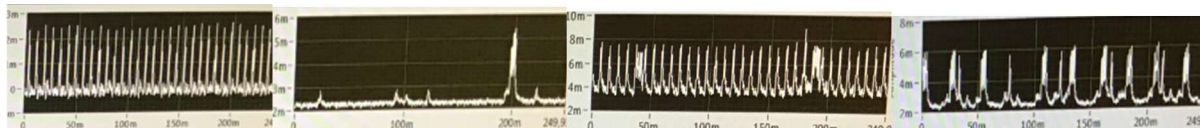
4 Indledende målinger

For at danne et overblik over betydningen af de mange parametre som kan have indflydelse på strømforbruget blev med udvalgte apparater udført en række målinger med forskellige indstillinger og under forskellige betingelser. Resultatet af de erfaringer bringes i nedenstående afsnit.

Både inputniveau og type blev varieret i målinger med udvalgte høreapparater og specielle indstillinger. Dette blev blandt andet gjort for at teste en hypotese om at signalbehandling i høreapparatet krævede mere strøm ved bestemte kombinationer af signaltyper og niveau (ex. tale i støj ved middelkraftige niveauer). Ud fra disse undersøgelser viste det sig at den dominerende parameter for disse lyd miljøer var lydtrykket.

Det er tydeligt at se ud fra målingerne, at strømtrækket i høreapparatet ændres som funktion af tiden. Det ses både af det mønster der dannes af korttids samplinger, og af det midlede strømtræk over længere perioder. Man kan sammenholde mønsteret i høreapparatets strømtræk, med en række stadier i høreapparatet som f.eks. opstart, parring med bluetooth enheder (telefon), streaming, søgen efter partner-høreapparat osv

Nedenstående figur 4 viser eksempler af fire forskellige korttids "effektprofiler" der karakteriserer forskellige høreapparater i forskellige stadier.



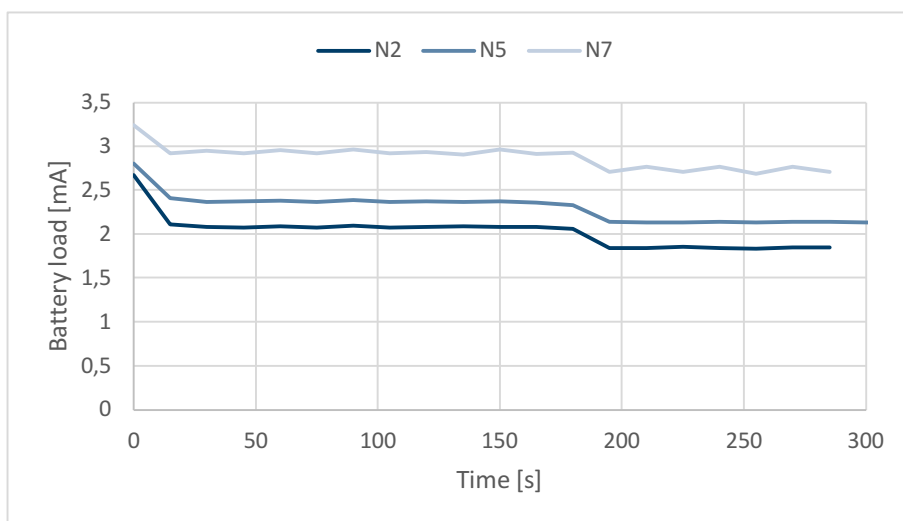
Figur 4: Forskellige "effektprofiler" fra målingerne

Det tager typisk mellem 2-4 minutter fra høreapparatet er tændt, til det når det vi kunne kalde "drifts stadiet". Eksempler på endnu længere perioder med forhøjet strømtræk blev også observeret under målingerne.

I teorien vil mange opstarter af et høreapparat gennem en dag, eller megen søgen efter partner-høreapparat, resultere i et væsentligt større strømtræk over tid.

Figur 5 viser to eksempler på strømtræk som funktion af tid. Den første viser en firetrins sænkning af strømtrækket, hvor det ses at timingen af de fire stadier er uafhængig af tilpasnings-audiogrammet. Første trin er et kortvarigt stort, men faldende strømtræk, fra opstart og til knap 20 sekunder, hvorefter trin to et mere stabilt strømtræk opnås.

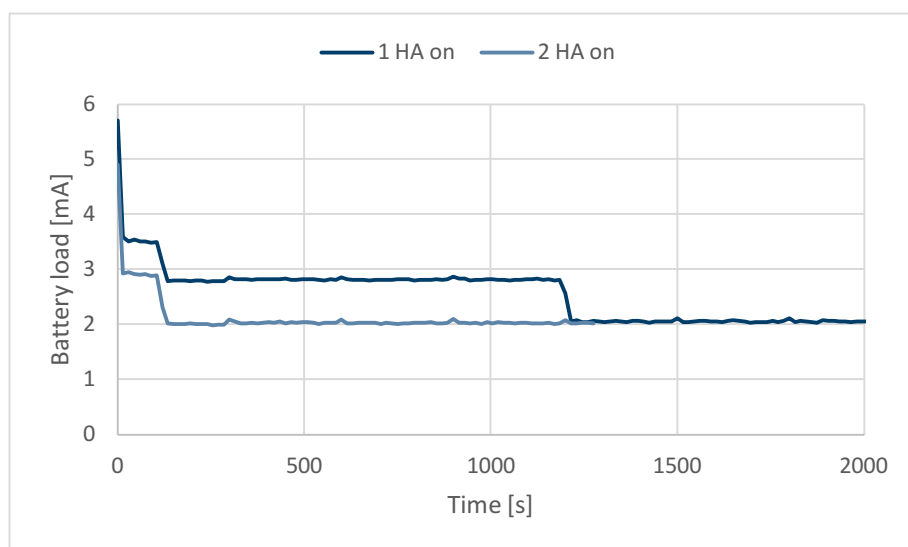
Trin to er sandsynligvis den periode hvor bluetooth radioen scanner omgivelserne for mulige tilslutninger. Herefter leder et kort trin tre med faldende strømtræk til det langtidstable strømtræk i trin 4. Dette nås 195 sekunder efter opstart.



Figur 5: Eksempel på forskellige stadier af strømtræk (grafnen er lavet med en midlingstid på 15 sek.)

Figur 6 illustrerer to forløb af høreapparatets strømtræk mens det søger efter sin partner. En flertrinsproces kan ses i begge situationer, men i den hvor høreapparaterne er tilpasset binauralt i software, men kun det ene høreapparat er tændt, kan man se, at det "ensomme" høreapparat i 20 minutter bruger ca. 0,8 mA mere strøm, i sin søgen efter sin forsvundne partner. Indledningsvist ses i begge situationer en periode på lidt mindre end 2 minutter med højere

strømtræk, som formodentlig er den afkortede tid bluetooth radioen er aktivt søgende efter enheder, når den har sin partner på plads.



Figur 6: Andet eksempel på Strømtræks stadier- partnersøgning ((grafen er lavet med en midlingstid på 15 sek.)

De indledende målinger ledte til følgende protokol som blev anvendt ved de nedenfor præsenterede strømtræks målinger.

Først tilpasses høreapparaterne til et givent høretab, beskrevet ved et af audiogrammerne N2-N7 i IEC 60118-15:2012. Der foretages feedbackmåling på N7 høretabene. Volumenkontrol slås fra. Efter tilpasningen af høreapparaterne blev strømtrækket målt på følgende vis:

Tænd for apparatet og vent ca. 4 minutter. Mønstreret for strømtrækket er løbende observeret og ingen målinger blev foretaget før stabile operationsbetingelser var opnået.

Mål strømtræk fra batteriet med ISTS talesignalet ved lyd niveauer mellem 55 og 85 dB SPL, varieret i 10dB spring. Lydniveauet måles ved høreapparats mikrofonindgang.

Derefter etableres en Bluetooth forbindelse og strømtrækket ved streaming ved lav, medium og høj lydstyrke på afsenderenheden måles. Programmateriale der blev streamet var ISTS signalet.

Der blev målt strømtræk med høreapparatet i et program med megen aktiv signalbehandling (Primært støjreduktion og feedbackundertrykkelse). Input: ISTS @55, 65, 75 og 85 dB.

5 Data præsentation

I den nedenstående tabel er vist det målte strømtræk for en række høreapparater programmeret med henholdsvis N2 og N7 audiogrammer. Målingerne er foretaget med et ISTS signal på henholdsvis ca. 55 dB SPL (Base) og 85 dB SPL (Max). Generelt forholder det sig sådan at jo større høretab og jo højere inputniveauer jo større strømtræk. Dog ser strømtrækket for N2 høretabet ikke ud til at variere betydeligt med inputniveauet, hvorfor N2 målingen ved 55 dB SPL kan opfattes som basisstrømtrækket for det aktuelle apparat.

Det er værd at bemærke høreapparatet i første række i tabellen med det laveste generelle strømtræk. Det er et lidt ældre høreapparat, sandsynligvis af en ældre generation end de andre. Det har ikke mulighed for digital streaming, så stream-værdierne kommer som de eneste i tabellen fra en teleslynge/telespole.

Gennemsnits-basis strømtrækket for de målte høreapparater er, som det ses i tabellen, 1,9 mA med en forholdsvis lille variation imellem dem. Det ses at strømtrækket stiger 0,3 mA, når høretabet er af en størrelse der kræver mere gain, mens det stiger med hele 1,2 mA til 3,1 mA ved kombinationen af både stort forstærkningsbehov og kraftige input. Her bemærkes også en betydelig større spredning mellem apparaterne.

Generelt ses det at gennemsnitsværdierne for streaming ligger noget over værdierne for forstærkning af mikrofonsignalet.

De sidste 4 kolonner i lysegrå, viser forhold mellem de målte størrelser. Man kan se at strømtrækket stiger en anelse i gennemsnit, når der streames med et N2 høretab, mens det næsten fordobles ved streaming, når høretabet er N7. som det ses af tabellen, dækker gennemsnitsforholdet over store variationer for de enkelte høreapparater.

HA	Batteri	N2 Base	N2 Max	N7 Base	N7 Max	N2 stream	N2 Stream Max	N7 Stream	N7 stream max	Ratio Base N7/N2	Ratio Stream N7/N2	Ratio N2 Stream/bas e	Ratio N7 Stream/Bas e
1	13	1,4	1,4	1,4	1,7	1,3	1,3	1,4	2,6	1,0	1,1	0,9	1,0
2	13	1,9	1,9	2,4	2,7	4,5	4,5	4,7	5,1	1,3	1,0	2,4	2,0
3	312	1,9	1,9	2,4	3,3	3,5	3,5	3,5	4,4	1,2	1,0	1,8	1,5
4	13	1,9	2,0	2,3	3,2	3,5	3,7	3,5	4,9	1,2	1,0	1,8	1,5
5	13	1,9	1,9	2,0	4,2	3,4	3,5	3,4	5,0	1,1	1,0	1,8	1,7
6	13	1,8	1,8	1,9	2,3	3,3	3,3	3,8	3,8	1,1	1,2	1,9	2,0
7	312	1,7	1,7	1,9	2,2	3,3	3,3	3,2	3,7	1,1	1,0	1,9	1,7
8	312	2,0	2,0	2,9	5,0	4,6	5,0	5,0	7,1	1,4	1,1	2,3	1,7
9	13	2,0	2,0	2,5	4,3	4,7	4,7	4,8	7,7	1,2	1,0	2,4	2,0
10	13	1,7	1,7	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	3,7	1,6	1,0	1,5	1,0
11	13	1,6	3,8	1,9	4,0	1,6	3,8	5,0	6,0	1,2	3,1	2,4	2,6
12	312	2,2	2,2	2,0	2,6	4,5	4,7	4,3	4,9	0,9	1,0	1,0	2,2
13	312	2,1	2,2	2,2	2,6	3,4	3,5	3,4	3,9	1,0	1,0	1,0	1,5
14	312	1,9	1,9	2,9	2,9	3,9	3,9	3,9	3,9	1,5	1,0	1,0	1,3
	Gennemsnit:	1,9	2,0	2,2	3,1	3,4	3,7	3,7	4,8	1,2	1,1	1,1	1,7

De udførte målinger inkluderede som nævnt også variation af input signaler og høreapparater med mere signalbehandling aktiveret. Med mere signalbehandling aktiveret, kunne der spores en anelse højere strømtræk, mens

der ikke kunne fides betydelige ændringer af strømtræk med andre inputsignaler. Hovedeffekten er dog som allerede nævnt beskrevet ved variation af høretab og ved streaming.

6 Konklusion

Hovedvariablerne til at beskrive strømtræk i et høreapparat af i dag er: Streamning, høreapparatets forstærkning (størrelsen af høretabet) og lydniveauet af det lyd miljø høreapparatet befinder sig i. Som en tommelfingerregel fordobles strømtrækket ved brug af streaming, en effekt der ses tydeligere ved større høretab.

Da der må formodes en tæt sammenhæng mellem strømtræk og batteri levetid, vil regelmæssig brug af streaming forkorte et batteris levetid mærkbart.

I lighed med mobiltelefoner ses forskellige trådløse aktiviteter på strømtrækket. Hyppig opstart, parring og søgen efter slukkede eller forsvundne partner høreapparater vil resultere i øget strømforbrug.