



We help ideas meet the real world

# Teleslyngeinstallationer i det offentlige rum

---

## Faktorer af betydning for god brug af teleslynges

Page 1 of 23

Marts 2014

### **DELTA**

Dansk Elektronik, Lys og  
Akustik

Edisonsvej 24  
5000 Odense C  
Danmark

Tel. (+45) 72 19 41 00

Fax (+45) 72 19 41 01

[www.delta.dk](http://www.delta.dk)

[www.audiologi.dk](http://www.audiologi.dk)

	<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
<b>1.</b>	<b>Formål</b>	<b>3</b>
1.1	Afgrænsning	3
1.2	Problemstilling	3
<b>2.</b>	<b>Beskrivelse af teleslyngen</b>	<b>5</b>
2.1	Teori/opbygning	5
2.2	Teleslyngens teknologiske begrænsninger	6
2.3	Teoretiske overvejelser omkring feltstyrken	6
2.4	Verificering af teleslynger	7
2.4.1	Baggrundsstøjniveauet	8
2.4.2	Måling af slyngens feltstyrke i dækningsområdet	8
2.4.3	Frekvensrespons	8
2.4.4	Dækningsareal	8
2.4.5	Skiltning	8
2.4.6	Opsummering	9
<b>3.</b>	<b>Måling på eksisterende installationer</b>	<b>10</b>
3.1	Valg af installationer, geografisk afgrænsning	10
3.2	Testudstyr	11
3.3	Testforløb	11
3.4	Resultat af test	12
3.4.1	Baggrundsstøj	12
3.4.2	Feltstyrkevariationen	13
3.4.3	Basis frekvenstest	14
3.4.4	Feltstyrkeniveau	15
3.5	Opsummering på måling af teleslyngeanlæg i Odense	16
<b>4.</b>	<b>Laboratoriemålinger på teleslyngeforstærkere</b>	<b>17</b>
4.1	DS/EN62489-1:2010	17
4.2	Simpel målemetode	18
4.3	Systematisk kontrol af opstilling	19
4.4	Opsummering/konklusion	19
<b>5.</b>	<b>Brugerne og telespolen</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>Konklusion</b>	<b>23</b>
6.1	Sammenfatning af problem / hvor opstår problemet	23
6.2	Hvordan sikres størst mulig glæde af teleslynginstallationer ?	23

## 1. Formål

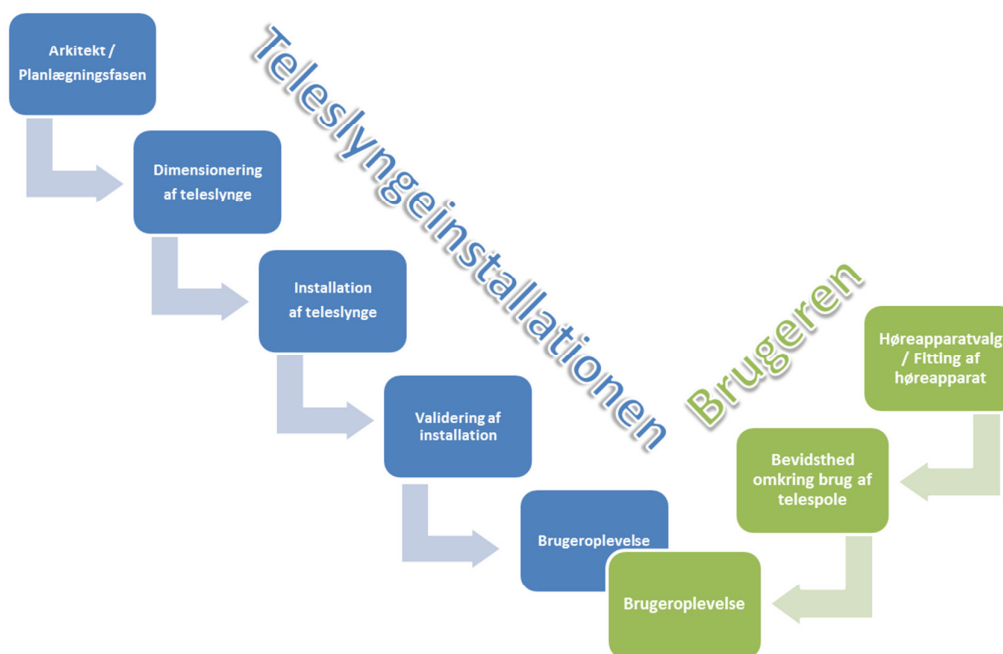
Teleslyngeteknologien er langt fra nogen ny landevinding. Nogle af de første telespoler dukkede op i høreapparater så langt tilbage som i 1947. Siden da er spolerne blevet mindre og transmissionsteknikken blevet forfinet, så det i dag er muligt at imødekomme mange af de i teknologien indbyggede udfordringer, som for eksempel feltfordeling og afsmitning. Selvom trådløs overførsel af lyd til høreapparatet i dag understøttes af mange andre teknologier end teleslyngen så er teleslyngen stadig udbredt i Danmark. Teleslyngen er også den eneste teknik som tilbyder ”en til mange kommunikation” (Public address, PA) via en standard komponent indbygget i høreapparatet. Udbredelsen i Danmark er yderligere fremmet ved at bygningsreglementet kræver trådløs (tele) installation i alle nybyggede, og væsentligt renoverede offentlige bygninger. Det er dog den almindelige opfattelse at disse installationer ofte ikke virker. Denne rapport beskriver tekniske målinger af installationer der indikerer at denne opfattelse kan have sin berettigelse. Det er dog vanskeligt at pege på en bestemt part i den ofte aktør-rige proces en opstilling af en teleslynge kan være. Arbejdet med kvaliteten på teleslyngeinstallationer har også vist at der på modtagersiden er behov for mere information om at der findes en trådløs teknologi, der er tilgængelig i mange høreapparater, hvor man kan forvente den findes, og hvad den kan gøre for lydoplevelsen. Således beskriver denne rapport nogle af udfordringerne i de mange led der skal være velsmurte i den kæde som til sidst kan give problemfri, enkel modtagelse af det trådløse signal fra signalkilden gennem modtagerens høreapparat til trommehinden.

### 1.1 Afgrænsning

Idet teleslyngen er en passiv, forholdsvis lille og billig komponent, har den fundet udbredelse til flertallet af høreapparater der udleveres. Dermed bliver den også nemt omdrejningspunktet for den trådløse transmission op i høreapparatet. Der findes f.eks. en række produkter der benytter halsslynger, eller andre lokale slynger til at overføre et signal til høreapparatet som modtages via forskellige teknologier som Bluetooth fra en telefon, FM fra mikrofoner mm. Denne rapport omhandler ikke de mindre teleslyngeløsninger, men fokuserer på kvaliteten af de ruminstallerede teleslynger som tilbyder diskret trådløs overførsel af lyd til mange brugere på en gang (public adress, PA) såfremt installation og høreapparat er ordentligt sat op til brugen af teleslynge.

### 1.2 Problemstilling

Forklaringen på de mange historier om dårlige teleslyngoplevelser skal sandsynligvis findes i den ofte aktør-rige proces fra beslutningen om at installere en teleslynge til den er opstillet, verificeret og kan anvendes tilfredsstillende af brugeren. Ideelt set starter processen når nye byggerier eller større ombygninger planlægges. Her er det vigtigt at den trådløse løsning tænkes ind fra starten, specielt slyngerne kan med fordel lægges ud i forbindelse med byggefasen. Før en slyngeledning skal trækkes, skal slyngen imidlertid dimensioneres. Dimensioneringen skal sikre at den valgte løsning overholder de krav der er bl.a. med hensyn til feltets homogenitet og begrænsning, mens installationen skal udføres sådan at slyngen er lagt ud på en måde så disse krav sikres. Når slyngen er installeret skal den valideres så det sikres at slyngen leverer det felt der blev specificeret i forbindelse med dimensioneringen. En tilfredsstillende brug af slyngen kræver imidlertid også at høreapparatet er forsynet med en spole der kan opsamle slyngens induktive signal, samt at denne spole er aktiveret og at brugeren er opmærksom på hvor og hvordan de bedst kan benytte teleslyngeinstallationer. Processen kan beskrives i figur 1, hvor den blå del repræsenterer forløbet af opsætningen og den grønne del den proces der er vigtig for at også brugeren er klædt på til den bedst mulige oplevelse af teleslyngeinstallationer.



Figur 1: beskrivelse af processen ved opstilling af en teleslynge. Mange led i processen er afhængige af hinanden, ligesom det også er vigtigt at brugeren selv er opmærksom på at teleslyngene findes samt at få sit apparat indstillet til at modtage signalet tilfredsstillende

## 2. Beskrivelse af teleslyngen

I 1821 opdager den danske fysiker H. C. Ørsted ved et tilfælde, at man kunne frembringe magnetisme ved hjælp af elektriske strømme. Der skal yderligere gå 10 år inden, at den engelske fysiker Michael Faraday, påviser at H. C. Ørsteds opdagelse også gælder den modsatte vej: Fra magnetisme til elektrisk strøm. Disse to opdagelser blev benævnt som elektromagnetisme og induktion. Kombinationen af disse to opfindelser, ligger til grundlag for en række opfindelser, bl.a. transformatoren, hvor man driver elektrisk strøm igennem den ene spole, hvorefter det elektromagnetiske felt der derved opstår opfanges og omdannes til en elektrisk strøm i den anden spole. Også teleslyngestallationer bygger på det induktive princip, hvor slyngen er "afsenderen" af det magnetiske felt der dannes når der løber en strøm gennem ledningen og modtageren er spolen i høreapparatet der opfanger magnetfeltsændringerne og omdanner dem til strøm.

### 2.1 Teori/opbygning

Idéen med teleslyngeanlæggene er at lade tale og andre akustiske signaler nå gennem rummet til høreapparatet via magnetfelter, i stedet for, at overføre signalet akustisk frem til høreapparatbrugeren. Senderdelen er som nævnt slyngespolen, der består af en ledningssløjfe forsynet af en slyngeforstærker, der omsætter signalet fra talerens mikrofon til en slyngestrøm. Ledningen er typisk lagt i gulvet eller trukket langs panelerne i rummet. Mikrofonen sender også normalt trådløst til en lille modtager der er tilsluttet slyngeforstærkeren. Mikrofonen bruger normalt FM som sendeteknik.

Strømmen i teleslyngeledningen giver altså et induktivt felt i rummet. Feltstyrken et givent sted i rummet er bestemt af den strøm (ampere), der gennemløbes i lederen, samt slyngens udformning. Dvs. jo kraftigere lydsignaler til mikrofonen, jo mere strøm, des kraftigere magnetfelt. Det er altså strømmen genereret i slyngeforstærkeren, der benyttes til at variere magnetfeltet. Feltstyrken i magnetfeltet måles i enheden: Ampere pr. meter. Der er altså en direkte sammenhæng mellem lydtrykket ved mikrofonen, den forstærkede strøm i slyngeforstærkeren og styrken på det magnetiske felt, der dannes omkring slyngen. Er der stilhed ved mikrofonen, så løber der ingen strøm igennem slyngen og der vil ikke opstå et magnetfelt. Opfanger mikrofonen lyd, så vil der opstå et felt, som udbredes vinkelret på slyngeledningen. Feltlinjernes retning (der svarer til magnetens nord- og sydpol), vil skifte afhængig af lydens over- og undertryk. Hvis ledningen er placeret langs panelerne vil udbredelsen af feltet fra ledningen altså være lige stort ind i rummet som ud i væggen.

For at kunne høre signalet, så skal det magnetiske signal omsættes til lyd igen. Omsætningen sker ved at det magnetiske felt påvirker en spole som derved genererer en strøm (induktion). Denne strøm er ret svag, så en forstærker er nødvendig for at kunne forstærke strømmen, så den kan benyttes til at drive en højttaler. I høreapparatet er det telespolen der opfanger det magnetiske signal, og høreapparatets forstærker der forstærker signalet op ligesom det sker med mikrofonsignalet i høreapparatet. Derfor har feltstyrken i teleslyngen stor betydning for den inducerede strømstyrke og dermed for hvor kraftigt et signal der modtages i høreapparatet. Da det magnetiske felt vil svækkes med afstanden fra slyngeledningen, vil man normalt sørge for at der er en acceptabel feltstyrke i midten af rummet, vel vidende at dette normalt er det svageste sted for en teleslynge traditionelt udlagt langs væggen. Fra fysikken ved vi, at det kraftigste signal modtages når feltlinierne går direkte gennem spolen, mens signalet forsvinder helt hvis feltlinierne er vinkelret på spolen. Det kan altså forekomme at uheldig placering af hovedet - eller spolen i apparatet - bevirker at signalet svækkes, eller endda forsvinder helt. I dag er der dog mere avancerede opstillinger af teleslynger som kan gøre feltfordelingen mere ensartet i det ønskede dækningsområde samt begrænse afsmitningen betydeligt. Disse vil blive omtalt i næste afsnit.

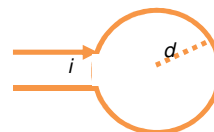
## 2.2 Teleslyngens teknologiske begrænsninger

Teleslynge teknologien har nogle grundlæggende uheldige egenskaber, som vil blive ridset op i det nedenstående. I det foregående afsnit er allerede nævnt at placering af hovedet og dermed telespolen kan være afgørende for hvor godt signalet modtages. Teleslynge systemet er ikke afgrænset af rummets fysiske afgrænsning, da magnetfeltet kan trænge igennem vægge, gulv og lofter af ikke-jernholdige materialer. Da styrken aftager med afstanden til slyngen vil tykke mure dog stadig virke afgrænsende. Fænomenet, som kaldes afsmitning kan i begrænses ved at lægge to slynger i et "C" et 8-tal, eller lignende formation, i gulvet i stedet for rundt langs væggen. Benytter man 2 forstærkere, der er faseforskudte, til at drive slyngerne, kan man skabe et homogent felt, der ikke rækker meget længere end til væggen af rummet. Løsninger med to slynger kræver to slyngeforstærkere og muligheden for at kunne komme til at lægge slynger under hele gulvet- eller gulvtæppet. En anden problematik man oplever med teleslynge installationer er at jern i vægge og gulve kan give problemer med homogeniteten af feltet, da jern samler magnetfeltet og dermed ødelægger magnetfeltets ensartede styrke i rummet. Det er også sådan at høreapparats telespole uheldigvis kun vanskeligt kan kende forskel på slyngespøls magnetfelt og dén magnetiske støj, der kommer fra elektronisk udstyr som f.eks. tv-apparatet, eller strømmen i boligens el installationer. Derfor vil man ofte opleve steder hvor der er støj på telespolen som ikke kommer fra teleslynge anlægget, men derimod omgivelserne.

## 2.3 Teoretiske overvejelser omkring feltstyrken

Der findes forskellige måder, at foretage en teleslynge installation på. Forudsætningen er naturligvis, at man har sat krav om, hvad systemet skal anvendes til og om systemet skal være en fast- eller mobil installation. Som før beskrevet, så lider teleslynge systemet af en række uønskede egenskaber, der kun kan løses med omhyggelige installationer, der kan omfatte to slynger med tilhørende sammenkoblede, faseforskudte forstærkere. Selv med de simple installationer kan man dog nå langt hvis man udfører dem omhyggeligt og laver lige så omhyggelige kontrolmålinger. Et opsat slynge anlæg bør udmåles og evt. justeres, for at sikre, at systemet overholder de tekniske krav. Primært krav til styrken og fordelingen af teleslyngens magnetiske felt i rummet. Inden værktøjet findes frem, så er det praktisk at danne sig et teoretisk overblik over, hvilken feltstyrke man kan forvente i den kommende installation. Slyngens felt vil ikke være ensartet, derfor tager man hensyn til de svageste signalstyrker (der normalt vil være i midten af slyngen). Her bør feltet ikke være mindre end 100 mA/m målt på et langtidsmidlet sinus signal, i henhold til IEC 60118-4 standarden. Den magnetiske feltstyrke,  $H$  (målt i Ampere pr meter) i centrum af en cirkulær slynge, er angivet som:

$$H = i * \frac{n}{d}$$



hvor  $i$  er den gennemløbende strøm,  $n$  er viklingstallet og  $d$  er diameteren på slyngen. Ofte anvendes der (af naturlige årsager) firkantede slynger i rum installationer, her kan relationen skrives som:

$$H = \frac{0,64 * d * i * n}{S}$$



, hvor  $d$  er rummets diagonal og  $S$  er overfladearealet. Det ses af ligningerne at feltet falder når diameter/diagonal øges svarende til afstanden til ledningen øges. Til gengæld kan man øge feltet ved at øge antallet af viklinger, altså antallet af gange ledningen lægges rundt i rummet.

Strømmen  $i$ , som løber i slyngen kommer fra slyngeforstærkeren. Da denne godt kan være forholdsvis kraftig og er underlagt Ohms lov om sammenhæng mellem modstand spænding og strøm, er det ikke ligegyldigt hvor tyk kobberet i ledningen er, ligesom flere vindinger vil ændre den komplekse belastning på forstærkeren. Det er altså vigtigt at den rigtige kombination af slyngeforstærker, ledning og slyngeform findes for at installationen skal leve op til forventningerne. Ovenstående betragtninger er baseret på en antagelse om at der ikke er materialer der påvirker det magnetiske felts udbredelse. Dette er desværre ikke tilfældet i den virkelige verden. Alle materialer påvirker magnetfelterne, Jern som ofte bruges i bygninger, er et såkaldt ferromagnetisk materiale, som koncentrerer feltet. Dette er en fin egenskab når jernet sidder som en kerne mellem to spoler i en transformator, men det kan give en uheldig fordeling af feltet i en teleslynge installation. Sammenhængen mellem den magnetiske feltstyrke,  $H$  og fluxtæthed  $B$ , er permeabilitetskonstanten  $\mu$ , som kan siges at være magnetiserbarheden af et materiale:

$$H = \frac{B}{\mu}$$

I praksis er  $\mu$  ikke en konstant men afhænger af materialets placering, frekvens, klimatiske forhold mm. Derfor bliver en beregning af feltstyrken i en ny teleslynge hurtig en kompliceret opgave. Ordentlige leverandører af teleslynger sørger derfor at benytte et simulerings-værktøj som med mere komplekse beregninger af ovenstående forhold kan finde den rette løsning i det pågældende rum.

For at sikre at beregninger og simuleringer også passer med virkeligheden skal der efter installationen, ske en finjustering af feltet ved en kontrolmåling. Til dette benyttes en feltprobe, der kan udmåle styrken af det magnetiske felt, når slyngen er aktiv. Selve proben består af en spole, hvis funktionalitet er lig telespolen i et høreapparat. Forskellighederne ligger i, at man ved probespolen har velkendte mål for, hvor høj spænding man vil opnå ved et givent magnetfelt; en viden der benyttes til, at bestemme magnetfeltets styrke ved at aflæse probens genererede spænding. Feltproben ses ofte integreret i et feltstyrkemeter (FSM) Feltstyrkemeteret vil typisk vise feltstyrken i dB relativt til en fast feltstyrke givet i A/m. Ofte ses referencen 100 mA/m benyttet. 0 dB er da 100 mA/m og en firedobling til 400 mA/m er + 12 dB. Denne reference benyttes oftest når der måles med en såkaldt langtidsmidling på signalet.

I IEC60118-4 ed. 2 standarden bruger man referencen 400mA/m og anbefaler at måle med 125 ms midlingstid. Derved vil et talesignal med korrekt feltstyrke producere netop 0dB=400 mA/m., Da forskellen mellem et langtidsmidlet og korttidsmidlet talesignal er ca. 12 dB, svarer dette altså til et langtidsmidlet talesignal på 100 mA/m. Med et feltstyrkemeter i hånden kan de fleste krav i IEC 60118-4 standarden for teleslyngeanlæg efterprøves. Kontrolmålingen skal naturligvis normalt foregå med feltproben i vertikal position, med mindre andet indikerer en mere passende position.

## 2.4 Verificering af teleslynger

I forbindelse med kontrolmåling af teleslynger er der en række feltstyrke- og frekvens målinger der kan foretages såvel som observationer af tilgængeligheden af telespolesignalet. Disse beskrives i de efterfølgende afsnit.

### 2.4.1 Baggrundsstøjniveauet

Støjniveauet måles først uden rummets teleslyngeanlæg er tilkoblet. Derved kan man danne sig et billede af, hvor den baggrundsstøj, der genereres udenom teleslyngesystemet, f.eks. påvirkninger fra stærkstrømsinstallationer i rummet. Denne måles med feltproben, der placeres i en passende højde over gulvet. Hvis slyngen forventes brugt af siddende personer i 1,2 m's højde, hvis brugerne er stående, skal der måles i en højde af 1,7 m. der skal måles i en række forskellige positioner i rummet. Ideelt set bør signal-støjforholdet være mellem 32 og 47 dB ifølge IEC 60118-4. Hvis signalstyrken kalibreres op til 0 dB re 400 mA/m vil det bedste altså være et støjniveau under -47 dB re 400 mA/m, men at niveauer op til -32 dB kan accepteres hvis talen ikke er æstetisk vigtig. Faktisk nævner standarden at niveauer helt op til -22dB re 400 mA/m kan accepteres, men så skal det overvejes at tage yderligere foranstaltninger mod støjen.

Efter at baggrundsstøjen er udmålt startes teleslynge-anlægget op til almindelig brug, blot uden påført signal. Her må støjniveauet ikke øges mere end 3 dB fra niveauet i rummet uden slyngen var aktiv. Er baggrundsstøjen under -47 dB, må anlæggets egenstøj ikke overstige -47 dB re.400 mA/m. Er baggrundsstøjen højere end de -47 dB må det at tænde for telelslyngeanlægget ikke øge baggrundsstøjen med mere end 1 dB.

### 2.4.2 Måling af slyngens feltstyrke i dækningsområdet

Til måling af de elektriske signalniveauer, er det nødvendigt, at man sørger for at input til slyngesystemet er så realistisk som muligt, f. eks, med talere i den rette afstand fra mikrofonen, og CD afspillere og andre kilder ved det rette niveau. Bedst er det at benytte en test CD (eller tilsvarende filer på et andet medie) med måletekniske signaler incl. tale eller tale lignende signaler. Herefter kontrolleres med feltstyrkemåleren at et niveau på 400 mA/m opnås i hele teleslyngens dækningsområde. Hvis det er belejligt, vil det være en fordel hvis et antal høreapparaturbrugere kan deltage i kontrolmålingen af systemet. I almindelig drift skal den teleslynge-ansvarlige have adgang til en teleslyngemodtager, således at vedkommende kan konstatere, om systemet overhovedet virker. I praksis vil det være en god ide om man simpelt hen benytter et høreapparat til regelmæssige rutine check.

### 2.4.3 Frekvensrespons

Formålet med frekvensrespons-målingen er, at sikre, at feltet ikke afviger signifikant i frekvensområdet: 100Hz-5kHz. Afviger feltet så frekvensgangen ikke er flad farves lyden, hvilket ikke er ønskeligt for lyd kvaliteten og måske endda for taleforståeligheden. Der skal mindst foretages målinger ved 100, 1000 og 5000 Hz og frekvensresponsen laves med 1 kHz-målingen som reference. Frekvensgangen bør ligge indenfor  $\pm 3$  dB ved alle målepunkter.

### 2.4.4 Dækningsareal

Det område hvori standardens øvrige krav er opfyldt skal angives. Dette kan gøres som en procentdel af det samlede areal, med beskrivelse af eventuelle døde områder, eller ved markering af dækningsarealet på en plantegning af lokalet. Som kontrol måles niveauet af feltstyrken på udvalgte områder indenfor dækningsarealet. Dette kan gøres relativt til et (centralt) målepunkt.

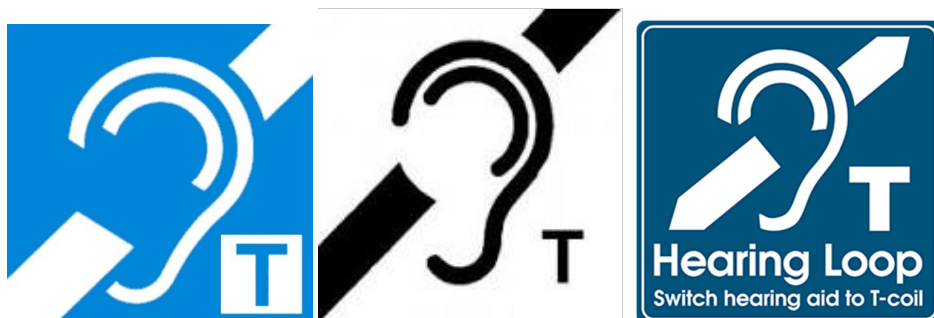
### 2.4.5 Skiltning

Tilstedeværelse af teleslynge i et lokale bør markeres med skiltning. IEC standarden anbefaler det stiliserede øre med T i nederste højre hjørne som bruges internationalt. Eksempler på piktogram-





met kan ses i figur 2. Såfremt der er områder af lokalet hvor dækningen af teleslyngen ikke er i henhold til kravene bør dette markeres på en skitse ved siden af piktogrammet. Ved kontrol bør det sikres at dette skilt er til stede.



Figur 2: Eksempler på skiltning med det internationale teleslynge piktogram.

#### 2.4.6 Opsummering

Teleslyngeteknikken er en velkendt teknik, der har fået stor udbredelse i både høreapparater og i de rum, som kunne få behov for trådløst overført signal fra nogle få centrale lydkilder til den hørehæmmede. Succesfuld brug af teleslyngeanlæg kræver en omhyggelig installation og løbende efterkontrol, så det sikres at udstyret er funktionelt når der er behov for det. Til at sikre denne funktionalitet bør man udmåle rummet i henhold til de parametre der er givet i standarden IEC60118-4 ed. 3, som er omtalt i denne rapport. IEC60118-4 målingerne omfatter kontrol af elektromagnetisk baggrundsstøj, feltstyrke niveauet på en eller flere udvalgte positioner inden for dækningsarealet, samt generel ensartethed af feltstyrken inden for dette område. Desuden stilles krav til frekvensgangen af det opstillede system. I næste kapitel gennemgås resultatet af en række målinger på eksisterende teleslyngeanlæg i Odense.

### 3. Måling på eksisterende installationer

I foråret 2013 gennemførte teknisk audiologi studerende Stine Søe Pedersen i samarbejde med DELTA et projekt med at kontrolmåle teleslynger i Odense. Formålet var at kontrollere kvaliteten af de opstillede teleslynger i et geografisk afgrænset område. Dette kapitel er i høj grad bygget på Stines afsluttende rapport. Denne kan ses i sin uredigerede form på [www.audiologi.dk](http://www.audiologi.dk)

#### 3.1 Valg af installationer, geografisk afgrænsning

For at kunne undersøge de offentlige tilgængelige teleslyngeinstallationer i Odense kommune var det først nødvendigt at lokalisere teleslyngeinstallationerne. Derefter blev installationerne prioriteret i forhold til hvilke installationer det var ønskeligt og muligt at nå at måle indenfor projektets tidsbegrænsning. For at finde frem til offentlige tilgængelige teleslynger i Odense kommune, blev der først søgt på Odense kommunes hjemmeside, som intet resultat gav. Herefter blev der taget kontakt til lokalformanden for Høreforeningen i Odense, og yderligere er der søgt på kirkesogne i Odense kommune.

Der blev fundet 36 kirker i Odense kommune, hvor det antages at der er teleslyngeinstallationer i dem alle. Udover de 36 kirker er der teleslyngeinstallationer i 3 biografer i Odense (dog kun udvalgte sale), Byrådssalen, Kulturmaskinen, Koncertsalen, Centralbiblioteket, Seniorhuset og Odense kommunes ældrecenter i Bolbro. Det vil sige, at der er fundet kendskab til omkring 45 offentlige tilgængelige teleslyngeinstallationer i Odense kommune.

På grund af projektets tidsbegrænsning var det nødvendigt med udvælgelse af teleslyngeinstallationerne. Udvælgelsen blev baseret på geografi, idet at spredningen af bygninger med teleslynger ville gøre, at det ville tage længere tid at komme frem til de udvalgte steder. Derfor udvalgte de teleslyngeinstallationer der fandtes i postnummeret 5000 (Odense centrum). Her var 6 kirker, og yderligere lå to biografer, Byrådssalen, Kulturmaskinen, Koncertsalen, Centralbiblioteket og Seniorhuset indenfor det valgte postnummer. Det vil sige, at der var 13 steder, som havde teleslyngeinstallationer, der kunne udmåles, hvad angik deres funktionalitet, jævnfør tidligere gennemgået teori.

Stederne med teleslyngeinstallationerne blev inddelt i tre grupper. De tre grupper blev: "kirker", "underholdning" og "information". Under gruppen "kirker" findes kirkerne. I gruppen "underholdning" er biografer, Kulturmaskinen og Koncertsalen, da det antages at man her ofte bliver underholdt af musik, film eller lignende, mens den sidste gruppe "information" består af Byrådssalen, Centralbiblioteket, Seniorhuset og eventuelle menighedssale som havde en teleslyngeinstallation. Denne gruppe kaldes "information", da det antages, at der oftest er foredrag og andre informationsmøder, som afholdes her.

Efter at have taget kontakt til de 13 steder, som har offentlige tilgængelige teleslynger, var der ti steder som gerne ville have målt deres teleslyngeanlæg. Heriblandt var der fire ud af de i alt seks kirker, hvormed denne gruppe indeholder 4 teleslyngeinstallationer. I gruppen "underholdning" var der tre steder, som fik målt deres teleslyngeinstallation, hvoraf ét af stederne havde to teleslyngeinstallationer, og derfor indeholder denne gruppe 4 installationer. Til sidst var det alle fra gruppen "information", der meldte tilbage. Derudover var der én kirke, som havde et menighedslokale med tre teleslyngeinstallationer og ét af stederne var der to rum med teleslyngeinstallationer, hvormed at gruppen "information" indeholder syv installationer. Det vil sige, at der i alt er 15 teleslyngeinstallationer, som vil indgå i denne opgave. Af de tre steder som ikke er med i denne opgave, var der to der ikke ønskede at deltage og ét sted der ikke meldte tilbage. Af disse tre steder var der to steder inden for gruppen "kirker" og et sted fra gruppen "underholdning".

De fire teleslyngeinstallationer som tilhører gruppen "kirker" er sted 1, 6, 7 og 8. Gruppen "underholdning" indeholder stederne 5, 9, 10 og 12, hvormed at de resterende steder, sted 2, 3, 4, 11, 13, 14 og 15 tilhører gruppen "information".



Alle steder, som blev målt, blev målt i højden 1,2 meter, idet alle rum var egnet til siddende lyttere. Derudover var seks af installationerne, som blev målt i 1,7 meters højde, da det blev antaget, at disse rum blev brugt til både siddende og stående publikum. Disse steder var sted 1, 6, 7, 8, 13 og 14. Ved sted 5, 8, 12 og 15 blev der ikke målt baggrundsstøj uden slukket teleslyngeanlæg og derfor indeholder disse målinger 11 steder, da det ikke var muligt at slukke for teleslyngeanlægget. Til gengæld fik alle 15 steder målt baggrundsstøjen med tændt teleslyngeanlæg

### 3.2 Testudstyr

Målingerne blev foretaget i henhold til IEC 60118-4 (ed. 3) standarden, som blev beskrevet tidligere. Herudover blev der ved hver teleslyngestation taget stilling til, om der skulle måles i en højde af 1,2 eller 1,7 meter, afhængig af hvad rummet var indrettet til, og om signalstyrken var tilpas. Under målingen var det vigtigt, at måleudstyret blev holdt i en vertikal position, grundet telespolens placering i feltet, da det har betydning for lydsignalets kvalitet.

Måleudstyret var en feltstyrkemåler, Univox® FSM 2.0, som er udarbejdet i henhold til IEC 60118-4 standarden, hvor referencen er 0 dB ved 400mA/m. Signalerne der blev brugt ved målingerne, var forskellige alt afhængig af hvad der skulle måles. De signaler der kræves til feltstyrkemåleren er rene sinussignaler og multitonesignaler. Signalerne som blev medbragt til målingerne var en 1 kHz sinustone, en 1 kHz puls sinustone hvor signalet blev afspillet i 1,5 sekunder efterfulgt af 3 sekunder uden signal og en multitone bestående af de tre frekvenser, 100 Hz, 1 kHz og 5 kHz. Samtidig var der også talesignaler, der kunne bruges, hvis man ønskede et reelt billede af, hvordan feltstyrken var ved tale. Her blev pulstonen også brugt som et signal, der skulle minde om tale(www.univox.eu). Signalerne blev i dette projekt afspillet af en Ipod.

En Univox® FSM 2.0 har 5 programmer:

1. Første program er en måling af baggrundsstøjen.
2. Andet program måler feltstyrkevariationen ved et sinussignal.
3. Tredje program er en basis frekvenstest af frekvenserne 100 Hz, 1 kHz og 5 kHz.
4. Fjerde program er en omfattende frekvensmåling som indebærer en måling af frekvenser fra 100 Hz til 10 kHz.
5. Femte program er en måling af feltstyrkeniveauet ved et pulssignal.

I disse målinger benyttes ikke program 4, da dette ikke kræves i IEC 60118-4 standarden, og der fokuseres derfor på målingerne dækket af de resterende 4 programmer.

### 3.3 Testforløb

Ved hver teleslyngestation blev der lavet en skitse af rummet, hvorpå målepunkter blev tegnet ind. Der blev alt efter størrelse af rummet udvalgt 4-6 målepunkter. Måden der blev målt på bygges på Univox® FSM 2.0 programopbygning, som er beskrevet ovenover. Ved hvert skift af måleprogram, kontrolleredes signalstyrken, for at se at niveauet ikke var for lavt eller højt. Dette blev gjort for at sikre, at den signalstyrke der blev afspillet ved teleslyngeanlægget, ikke overbelastede anlægget eller gjorde, at slyngesignalet blev for svagt. Samtidig noteredes ved hver måling i hvilken højde der blev målt Det var her 1,2 meter for siddende lyttere og 1,7 meter for stående lyttere.

Til første måling blev teleslyngeanlægget slukket, da første program var en måling af baggrundsstøjen. Støjniveauet blev målt A-vægtet(dBA) for alle valgte målepunkter. Her målte feltstyrkemåleren cirka én måling per sekund. Yderligere blev der foretaget en måling, hvor teleslyngeanlægget var tændt og her noteredes igen det A-vægtede støjniveau for alle målepunkter. Denne måling blev kun foretaget i en højde af 1,2 meter.

Til de efterfølgende målinger blev testsignalet afspillet fra en Ipod tilsluttet en linieindgang. Signálniveauet bliver typisk justeret af en AGC på indgangen af slyngeforstærkeren, og blev kontrolleret ved aflytning af et talesignal. Under den anden måling blev feltstyrkevariationen målt. Til denne måling blev en 1 kHz sinustone brugt som signal. Her målte feltstyrkemåleren cirka tre målinger per sekund. Gennemsnitlig feltstyrke for hvert målepunkt blev noteret. Ved tredje måling blev brugt en multitone, som bestod af de tre frekvenser 100 Hz, 1 kHz og 5 kHz, hvor referencen er 0 dB 1 kHz. Det var altså i denne måling der blev foretaget en basis frekvenstest, og her noteredes værdierne for frekvenserne 100 Hz og 5 kHz ved alle målepunkter. Her målte feltstyrkemåleren cirka 1.1 måling per sekund. Den fjerde og sidste måling var af feltstyrkeniveauet i rummet i alle de givne målepunkter med en 1 kHz puls sinustone. Her noteredes det højeste lydniveau efter cirka 10 sekunder. Feltstyrkemåleren målte her cirka 3 målinger per sekund.

### 3.4 Resultat af test

#### 3.4.1 Baggrundsstøj

Første måling var baggrundsstøjen, hvor der både blev målt med slukket og tændt teleslyngeanlæg. Her blev noteret to støjniveauer, hvoraf det ene er A-vægtet og det andet et lineært støjniveau. Baggrundsstøjen skal her ideelt set ligge under -47 dBA. Dog kan det accepteres at baggrundsstøjen stiger op til -32 dBA afhængig af indholdet af nyttesignalet. Ved høje baggrundsstøjniveauer afhjælpende foranstaltninger til at sænke baggrundsstøjen overvejes. Tabel 1 viser variationen for baggrundsstøjen med slukket teleslyngeanlæg for alle målepunkter, for de 11 steder, hvor det var muligt at måle baggrundsstøj med slukket anlæg. Tabel 2 viser variationen for baggrundsstøjen med tændt teleslyngeanlæg for alle målepunkter for alle 15 steder. Derudover lyder det i henhold til teori afsnittet, at støjniveauet ikke må øges mere end 3 dB op til -47 dBA med anlægget tændt. Tabel 3 viser afvigelsen mellem baggrundsstøj med slukket og tændt teleslyngeanlæg for alle målepunkter ved de steder, som havde en baggrundsstøj, der var lavere end -47 dBA. Dette kunne ikke gøres for de steder, som ikke fik målt deres baggrundsstøj med slukket udstyr, det vil sige sted 5, 8, 12 og 15.

Sted	Baggrundsstøj (dBA)
1	-52 til -50
2	-52
3	-52
4	-52
6	-52
7	-52
9	-43 til -41
10	-46 til -44
11	-40 til -35
13	-36 til -32
14	-41 til -37

*Tabel 1: Variation for baggrundsstøjen med slukket teleslyngeanlæg for alle målepunkter.*

Når teleslyngeanlægget var slukket viser det sig, at seks ud af de elleve målte rum havde en A-vægtet baggrundsstøj, som var lavere end -47 dBA. De øvrige fem steder havde en A-vægtning, som var højere end -47 dBA, men lå alle lavere end -32 dBA, og var altså OK.

Når teleslyngeanlægget blev tændt, viste det sig at syv steder havde en A-vægtning som var lavere end -47 dBA. Seks steder havde støjniveauer med tændt teleslyngeanlæg som lå mellem -47 og -32 dBA, mens sted 11 som det eneste viser baggrundsstøjsværdier væsentligt højere end de -32 dBA. Sted 13 viser, at der er målepunkter, hvor støjniveauet er lige over de -32 dBA, som er det maksimalt tilladte støjniveau.

Sted	Baggrundsstøj (dBA)
1	-52 til -47
2	-52
3	-52
4	-52
5	-44 til -41
6	-52 til -51
7	-52
8	-52 til -50
9	-42 til -41
10	-43 til -41
11	-29 til -20
12	-46 til -43
13	-35 til -31
14	-41 til -36
15	-51 til -44

*Tabel 2: Variation for baggrundsstøjen med tændt teleslyngeanlæg i alle målepunkter.*

### 3.4.2 Feltstyrkevariationen

Anden måling var målingen af feltstyrkevariationen i målepunkterne i rummet med en 1 kHz sinustone. Ved denne måling kunne der måles i to højder, hvis brugen af rummet lagde op til både siddende og stående brug. Den tilladte feltstyrkevariation er  $\pm 3$  dB. Tabel 3 viser feltstyrken og variationen for begge målehøjder for alle målepunkter. Når der blev målt i en højde af 1,2 meter viser det sig, at feltstyrkevariationen ved sted 12, 14 og 15 havde en variation, der var over 5 dB større end de  $\pm 3$  dB. Imens havde de resterende tolv steder en feltstyrkevariation, som lå indenfor variationen på  $\pm 3$  dB. Ved målingerne der blev foretaget i en højde af 1,7 meter indgik seks steder. Ud af disse steder ses, sted 14 at have en feltstyrkevariation, som var større end de  $\pm 3$  dB. Hvorimod de andre fem steder havde en feltstyrkevariation, som lå indenfor variationen på  $\pm 3$  dB.

Sted	Feltstyrke 1,2 meter (dB)	Variation 1,2 meter(dB)	Feltstyrke 1,7 meter (dB)	Variation 1,7 meter(dB)
1	-20 til -16	4	-22 til -17	5
2	-14 til -11	3	Måltes ej	Måltes ej
3	-16 til -13	4	Måltes ej	Måltes ej
4	-13 til -11	3	Måltes ej	Måltes ej
5	-13 til -11	3	Måltes ej	Måltes ej
6	-25 til -20	5	-24 til -20	4
7	-18 til -16	2	-18 til -16	2
8	-10 til -6	2	-10 til -6	4

9	-16 til -15	1	Måltes ej	Måltes ej
10	-24 til -20	4	Måltes ej	Måltes ej
11	-15 til -13	2	Måltes ej	Måltes ej
12	-24 til -12	12	Måltes ej	Måltes ej
13	-16 til -13	3	-16 til -12	4
14	-22 til -14	8	-22 til -13	9
15	-19 til -10	9	Måltes ej	Måltes ej

Tabel 3: Feltstyrken og variationen i rummet for målehøjderne 1,2 meter og 1,7 meter

For de seks steder som blev målt i begge højder ses, at feltstyrkevariationen for fem af stederne alle havde en variation, der lå mellem de  $\pm 3$  dB. Undtagelsen er sted 14, hvor hverken målingerne i 1,2 meter eller 1,7 meter ligger indenfor en variation på  $\pm 3$  dB.

### 3.4.3 Basis frekvenstest

Tredje måling var af frekvenslineariteten, hvor der blev brugt en multitone. Ved denne måling blev der målt i begge højder. Referencen for denne måling er 0 dB ved 1 kHz, hvor de to frekvenser, 100 Hz og 5 kHz, må variere med  $\pm 3$  dB. Tabel 4 viser frekvensvariationen for målinger i højden 1,2 meter for alle målepunkter, mens tabel 6 viser frekvensvariationen for målinger i højden 1,7 meter for alle målepunkter. Ved disse målinger var der ikke på noget tidspunkt, at måleresultaterne var konstante, og derfor er disse resultater taget ud fra det som feltstyrkemåleren viste oftest.

Sted	100 Hz (dB)	1000 Hz (dB)	5000Hz (dB)
1	-10 til -7	0	-4 til -2
2	-7 til -3	0	0 til 6
3	-4 til -1	0	-7 til -4
4	-6 til -4	0	-6 til 0
5	-2 til 0	0	-6 til -3
6	-17 til -14	0	-7 til -5
7	-12 til -9	0	-4 til -2
8	-4 til -3	0	-3 til -1
9	-11 til -10	0	-3 til -2
10	0 til 7	0	-10 til -3
11	-5 til -1	0	-11 til -8
12	-5 til 2	0	-9 til -4
13	-2 til 0	0	-7 til -4
14	-1 til 4	0	-12 til -4
15	-5 til 1	0	-15 til -12

Tabel 4: Frekvensvariation for målinger ved højden 1,2 meter for alle målepunkter.

Ved målingerne i en højde af 1,2 meter ses det for 100 Hz, at fire steder havde målinger der klart overstiger  $\pm 3$  dB. Ni steder havde målinger, hvor størstedelen af måleusikkerheden er indenfor de  $\pm 3$  dB. De to sidste steder, sted 5 og 13, lå begge indenfor variationen på  $\pm 3$  dB ved de 100 Hz. Ved 5 kHz og 1,2 m's højde ligger 6 steder helt udenfor variationen  $\pm 3$  dB, Andre 6 steder har en måleusikkerhed der delvist går ud over de  $\pm 3$  dB, mens sted 8 og 9, begge lå indenfor variationen  $\pm 3$  dB inklusive måleusikkerheden. Kigger man på hele frekvensgangen kan man af ovenstående se at ingen af de 15 steder, lå indenfor en frekvensvariation på  $\pm 3$  dB. Det ses dog, at sted 8 kun lå

1 dB fra variationen på  $\pm 3$  dB ved 5 kHz, og lå inden for variationen ved 100 Hz, og var derfor den der var tættest på den tilladte variation.

For de seks rum hvor målingen også blev foretaget i højden 1,7 meter, ses det, ved frekvensen 100 Hz, at målepunkterne for 3 steder lå mere end 5 dB udenfor variationen  $\pm 3$  dB. To steder lå indenfor variationen  $\pm 3$  dB med en måleusikkerhed der delvist lå udenfor den tilladte variation. Endelig lå sted 13 indenfor de tilladte  $\pm 3$  dB. Ses der på frekvensen 5 kHz er det kun sted 8, som holdt sig indenfor variationen  $\pm 3$  dB, hvorimod 3 steder havde målepunkter hvor måleusikkerheden delvist lå udenfor variationen  $\pm 3$  dB. Endelig var der to steder, som begge havde en variation der slet ikke overholdt den krævede variation. Der var altså ingen af de seks steder der har et fladt frekvensrespons indenfor variationen  $\pm 3$  dB med referencen til 0 dB ved 1 kHz.

Sted	100 Hz (dB)	1000Hz (dB)	5000Hz (dB)
1	- 10 til -8	0	-4 til -2
6	-16 til -12	0	-7 til -5
7	-13 til -10	0	-4 til -2
8	-4 til -3	0	-3 til -1
13	-2 til 1	0	-7 til -5
14	-2 til 4	0	-12 til -3

Tabel 5: Frekvensvariationen for målinger ved højden 1,7 meter for alle målepunkter.

For de seks steder som blev målt i begge højder ses det, at forskellen mellem målingerne i de to højder var lille ( $\pm 1$ dB), det er altså tilsyneladende ikke i højden den store feltvariation findes. Ved sted 8, var frekvensen 100 Hz én dB over variationen  $\pm 3$  dB, mens den ved 5 kHz var indenfor  $\pm 3$  dB, og derfor det eneste sted der næsten lå indenfor variationen på  $\pm 3$  dB i begge målehøjder.

#### 3.4.4 Feltstyrkeniveau

Fjerde og sidste måling var målingen af feltstyrkeniveauet i de forskellige referencepunkter i rummet med en 1 kHz pulstone. Her blev der igen målt i begge højder, når brugen af rummet lagde op til det. Referencen for denne måling var 0 dB relativt til 400 mA/m med en variation på  $\pm 3$  dB. Tabel 6 viser feltstyrkeniveauets variation ved 1,2 og 1,7 meter for alle målepunkter. Her står feltstyrkemåleren og svinger, og der er her aflæst den højeste værdi, som har vist sig tre gange. Her ses det, at i en højde af 1,2 meter var der ingen af de udmålte teleslyngeinstallationer, som inklusive måleusikkerheden lå indenfor variationen  $\pm 3$  dB med reference til 0 dB (400 mA/m).

Sted	Feltstyrke 1,2 meter (dB)	Feltstyrke 1,7 meter (dB)
1	-13 til -9	-13 til -10
2	-14 til -10	Måltes ej
3	-16 til -12	Måltes ej
4	-16 til -10	Måltes ej
5	-12 til -9	Måltes ej
6	-18 til -15	-18 til -15
7	-16 til -15	-16 til -15
8	-6 til -1	-7 til -1
9	-15 til -14	Måltes ej
10	-22 til -18	Måltes ej

11	-15 til -11	Måltes ej
12	-25 til -3	Måltes ej
13	-11 til -9	-12 til -9
14	-16 til -14	-16 til -12
15	-23 til -11	Måltes ej

*Tabel 6: Variation af feltstyrkeniveauet ved 1,2 og 1,7 meter i alle målepunkter.*

Ses der på målingerne for målehighden 1,7 meter, ses det at ét ud af de målte steder viser målinger som delvist leverer feltstyrkeniveauer på 0 dB re 400 mA/m variationen på  $\pm 3$  dB. De resterende 5 steder havde alle et niveau som incl. måleusikkerheder ligger noget lavere end 0 dB  $\pm 3$  dB. For stederne, som blev målt i begge højder, ses at deres feltstyrkeniveauer varierede med  $\pm 2$  dB alt afhængig af, hvilken målehighde der ses på. Derudover var det ene sted som indeholdt målepunkter indenfor variationen  $\pm 3$  dB i highden 1,2 meter, også det sted som indeholdt målepunkter indenfor variationen ved 1,7 meter.

### 3.5 Opsummering på måling af teleslyngeanlæg i Odense

De målinger Stine har foretaget på udvalgte teleslyngeinstallationer i Odense er ikke komplicerede og med det rette udstyr indkøbt, bør de kunne foretages regelmæssigt af enhver med lidt teknisk forståelse. Det indkøbte måleudstyr er designet til præcis denne type målinger og selvom den primære kilde normalt er tale, burde det ikke volde komplikationer at tilslutte en normal signalkilde til teleslyngeanlægget. Anlæggene er sat op af anerkendte firmaer i pænt besøgte offentlige rum i en af Danmarks største provinsbyer. Det kan derfor overraske at så stor en del af anlæggene på et eller flere punkter ikke lever op til IEC 60118-4 standardens krav. Kontrollytninger i forbindelse med målingerne efterlader ikke det indtryk at anlæggene er i en meget ringe forfatning, men på den anden side er nøjagtigheden af feltmåleren nøje kontrolleret og betjeningen så ligetil at der ikke er grund til at tvivle på målingernes validitet.

Projektet efterlader os derfor med en bekymring for kvaliteten af teleslyngeinstallationer, som måske allerede på forhånd var forventet, men på den anden side også en spirende tvivl om den løbende brug, og i sidste ende den praktiske anvendelighed af de kontrolmålinger som standarden beskriver.



## 4. Laboratoriemålinger på teleslyngeforstærkere

Som det tidligere er beskrevet er hjertet i et teleslyngeanlæg forstærkeren. Det er naturligt og relevant at bedømme ydelsen af teleslyngeanlægget på målinger af feltstyrken i rummet med slyngen lagt, men årsagen til manglende feltstyrke kan ofte findes i underdimensionering af forstærkeren. Det er derfor relevant at se på ydelsen af forstærkerne. For at en teleslynge installation i sidste ende kan leve op til kravene i IEC standarden 60118-4. For at opnå dette, skal teleslyngeforstærkeren kunne levere tilstrækkelig med strøm til et givent dækningsareal, målt i den aktuelle lyttehøjde. Eftersom både slyngens form, dækningsarealets størrelse og ledningens opbygning påvirker belastningen på forstærkeren er det som udgangspunkt kompliceret at vurdere forstærkeren alene. Ikke desto mindre er det som nævnt forstærkerens kræfter der i sidste ende er afgørende for om den nødvendige feltstyrke kan leveres. Derfor beskrives i dette kapitel forslag til test af helt basale elektriske karakteristika for teleslyngeforstærkere.

### 4.1 DS/EN62489-1:2010

Der findes to relevante standarder på teleslyngeområdet, den allerede præsenterede IEC 60118-4 omhandlede ydelsen af et installeret teleslynagesystem og DS/EN62489-1:2010 som omhandler elektriske karakteristika på slyngeforstærkere. Den fulde titel på sidstnævnte standard er : ”Elektroakustik – Teleslynagesystemer til høreapparater- Del 1: Metoder til specifikation og måling af systemkomponenters egenskaber.” Den sigter således på at definere en række elektriske parametre som kan beskrive en slyngeforstærker. Parametrene må man forvente opgives af producenten i henhold til nærmere specificerede målebelastninger, og er således ikke altid umiddelbart sammenlignelige mellem fabrikater. Den følgende tabel redegør for de parametre der er defineret under standardens punkt 5.4 (Rated betyder at det er fabrikanten der angiver disse størrelser)

5.4.1	<b>Rated</b> Source impedance	Det angivende område af signalkildens impedans
5.4.2	<b>Rated</b> source emf (electromotive force)	Den angivende elektromotoriske kraft af signalkilden, når den producerer den angivne udgangsstrøm i den angivne belastningsimpedans
5.4.3	<b>Rated</b> Load	Den angivende belastning (induktans+resistans) forstærkeren skal tilsluttes under målinger.
5.4.4	<b>Rated</b> temperature – limited output current	Den angivende maksimale konstante strøm forstærkeren kan levere ”uden uacceptable effekter”
5.4.5	<b>Rated</b> time for delivery of rated distortion-limited output current	Den angivende maksimale tidsperiode den angivende strøm kan leveres i belastningen ”uden uacceptable effekter”
5.4.6	<b>Rated</b> total harmonic distortion of the output current	Det angivende maksimale niveau af forvrængning når det maksimale strømtræk leveres i belastningen
5.4.7	Maximum (distortion limited) output current	Den maksimale strøm der kan leveres med et input på 1 kHz sinus i 10 sek., uden at den i 5.4.6 angivende forvrængning overstiges.
5.4.8	Compliance Voltage	Gennemsnittet af den maksimale positive og negative spændingsspids divideret med kvadratrods 2. signalet er et (angivet) lyserød støj signal.

5.4.9	Noise	Niveauet af et 1 kHz sinussignal der ækvivalerer den strøm forstærkerens støj producerer
5.4.10	Magnetic field strength	RMS(125 ms) værdien af feltstyrken målt mindst et sted indenfor det brugbare dækningsområde
5.4.11	Loop Dimensions	Størrelsen på en kvadratisk, samt en 3:1 slynge hvor feltstyrken er 400mA/m
5.4.12	Frequency response	Variationen af strømmen over frekvensområdet 50Hz til 8 kHz
5.4.13	AGC and compression	Steady state forholdet mellem udgangsstrømmen og signalkildens emf (elektromotoriske kraft..
5.4.14	Phase error of quadrature networks for phased loop arrays	Maksimalafvigelsen af fasen (fra 90 grader) mellem slyngestrømmene i de to slynger.
5.4.15	Installation	Der skal medfølge omfattende installationsdokumentation
5.4.16	Physical characteristics	Vægt, dimensioner og temperaturkrav for forstærkeren

Som det fremgår af ovenstående tabel, er dette en ret kompliceret standard og ikke velegnet til løbende kontrolmålinger af forstærkerens ydelse. En simplere, lettere tilgængelig målemetode må beskrives hvis det skal være muligt at måle og sammenligne ydelse på forskellige måleforstærkere uden større simuleringprogrammer.

## 4.2 Simpel målemetode

Som nævnt er udgangspunktet for testparametrene til disse målinger simplicitet. Input til måleforstærkerne er et moduleret signal med en sinus tone på hhv. 500 Hz og 1000 Hz (se figur 1) moduleringen, 125 ms on og 2 sek. Off, er valgt for at simulere et talesignals modulation fremfor det noget mere effektkrævende umodulerede sinussignal. Frekvensen 500 Hz er medtaget da den ligger i området med grundfrekvenser for tale, mens 1000 Hz er valgt som en typisk måle frekvens.

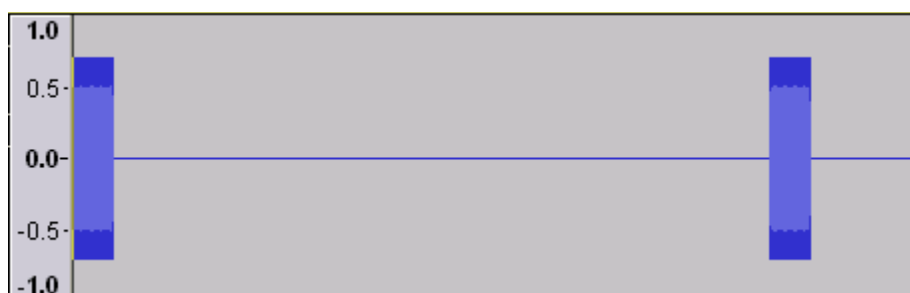


Fig. 1 Modulationen af testsignalet

Forstærkerne skal testes ved 3 rent ohmske belastninger; 0.1 ohm, 1 ohm og 20 ohm. Den laveste belastning giver mulighed for at måle den kraftigste strøm forstærkeren kan levere, mens den maksimale spænding leveret af forstærkeren måles med belastningen på 20 ohm. Alle målinger skal foretages uden at forstærkeren klipper signalet. For at finde det maksimale outputniveau laves ved hver kombination af frekvens og load et I/O sweep fra 100 mV til 1000 mV.

Den foreslåede simple målemetode mødes med den kritik at den er for simpel. Den er for langt væk fra virkelighedens komplekse induktive belastning af forstærkeren og der er alligevel så mange andre dele af installationen som er afgørende, at udtænkning af en målemetode til forstærkerens ydelse alene er nyttesløs.

### 4.3 Systematisk kontrol af opstilling

I stedet for en slyngeforstærker test foreslås i stedet en protokol baseret på IEC118-4 standarden. I denne protokol kontrolleres følgende 8 punkter:

1. Skiltning med Telespole
2. Trænet personale der kan betjene teleslyngen
3. Lave "Live signal" udstyrstest, kontrollere om en signalindikator viser at der findes et signal.
4. Lave "Live signal" lyttetest efter baggrundsstøj, dårlig signalkvalitet (støj og klarhed), signalniveau og signalkvalitet forskellige steder i på dækningsarealet.
5. Baggrundsstøjtest er der områder med højere niveau end -22dB.
6. Feltstyrketest: Størstedelen af arealet er over -3 dB og 0 dB malinger kan findes.
7. Frekvensrespons størstedelen af arealet er indenfor  $\pm 3$ dB relativt til 1kHz.
8. Genstart af teleslyngeanlægget: med signal på anlægget igen måles mindst signalniveauet på -6dB med peaks op til 0 dB på hele dækningsarealet.

Overholdes de 8 punkter er systemet "i orden". Er der 1-2 punkter der ikke helt lever op til kravene er systemet "i orden med begrænsninger". En "systemfejl" genereres under hvis bare en af følgende forudsætninger er til stede:

1. Ingen skiltning om at en teleslynge findes.
2. Personalet ikke trænet i at betjene systemet.
4. Signalet er uacceptabelt støjfyldt eller forvrænget ved en live signal lyttetest.
5. Store dele af slyngeområdet har støjniveauet  $> -22$ dB.
6. Det meste af slyngearealet har feltstyrker  $< -3$ dB og 0dB nås ingen steder
7. De største dele af arealet overholder ikke en linearitet på  $\pm 3$ dB i forhold til 1kHz.
8. Efter genstart af teleslyngeanlægget ligger størstedelen af feltniveauerne lavere end -6dB.

Denne protokol lægger sig således forholdsvis tæt op af de målinger der blev gennemført på installationerne i Odense dog med tilføjelse af et par ekstra checkpunkter omhandlende skiltning og operation af anlægget. Der beskrives også en hurtigere procedure der omfatter punkt 1-3 samt en feltstyrketest.

### 4.4 Opsummering/konklusion

Det er vanskeligt at blive enige om en målestandard for slyngeforstærkeren alene. Forløbet af opsætningen fra dimensionering til kontrolmåling er kompliceret, da de enkelte processer er stærkt afhængige af hinanden. Det er muligvis nødvendigt at acceptere at anlæggets samlede ydelse må evalueres fremfor de enkelte led i kæden, men kapitel 3 viste at også tolkningen af kontrolmålin-



gen kan være kompliceret. Dertil kommer at teleslyngeanlæggets tilstand kan ændres over tid, kontroller kan drejes på, forstærkere gå i stykker og ledninger kan rives over.

Vi mener at der er behov for løbende, kompetent kontrol af installationerne, evt. ved at benytte den foreslåede hurtig protokol, men også at brugerne løbende forholder sig til kvaliteten og tilgængeligheden af disse installationer, så de ikke bare installeres og efterfølgende falder hen, men bruges og løbende tilrettes nye betingelser og behov.

## 5. Brugere og telespolen

Det er naturligvis vigtigt at teleslyngeinstallationen planlægges, installeres og vedligeholdes tilfredsstillende. Men reel tilgængelighed ved hjælp af teleslyngeinstallationer kræver for det første at brugerne har en modtager i form af en telespole installeret i deres høreapparater. Det er også nødvendigt at telespolen er aktiveret i programvælgeren, og at brugeren er bevidst om mulighederne og begrænsningerne ved at benytte teleslynge. Reel tilgængelighed kræver at man kan finde information en teleslynge findes, i form af skiltning i rummet og i form af tilgængelig information fx om slyngens placering og beskaffenhed hos personalet og gerne også på internettet. På den lange bane kræver det nok også at brugerne aktivt deler viden om teleslyngernes eksistens og spørger efter teleslyngen, hvis de ikke lige kan se om den er der eller ikke kan få den til at fungere.

I modsætning til opstilling og verificering af teleslyngen, findes der få undersøgelser de kan kaste lys over problematikkerne på brugersiden. Man hører jævnligt om brugere hvor teleslyngen ikke virker tilfredsstillende og et tal omkring 10-20 % af brugerne som ikke rigtigt er bekendt med anvendelsen og mulighederne i teleslyngen, men det er kun gisninger når det gælder Danmark. EuroTrak UK 2010 viser at 61% af de adspurgte ikke vidste at deres høreapparater havde telespole, samt at ud af de 15 % der vidste det, brugte ca. 50% dem ikke.

Anette Lykke Hinhede har analyseret hvordan en tilpasning typisk foregår og har i sit oplæg til **Socialstyrelsens temadag om rehabilitering** groft skitseret at ved en typisk 45 min. tilpasning går ca. 3 min til præsentation af programmuligheder fx telespole, og ca. 2 min til pjecer og supplerende undervisning, mens hovedparten af tiden går med instruktion i brug- og programmering af høreapparatet. Dette scenarie sandsynliggør at den tid der er til at formidle viden om teleslyngen i det første møde med teknologien til øret er meget begrænset.

Målet må være at brugeren oplyses om teleslyngen, så denne bliver en naturlig valgmulighed når muligheden byder sig. Dette omfatter bla. at vide hvordan telespolen aktiveres i høreapparatet, hvordan man kan se/finde ud af at en slynge er installeret, blive oplyst om teleslyngens fordel for signal/støjforholdet, og forstå præmisserne for teleslyngens funktion. Midlet må umiddelbart være oplysning og uddannelse af tilpasseren så denne kan uddanne brugeren, men set i lyset af de begrænsede ressourcer ikke mindst tiden i tilpasningen ligger det mere lige for med trykte oplysninger til brugerne fx i æskerne til høreapparater og som trykte pjecer. Ligeledes kunne brugerorganisationer og andre faggrupper inddrages i oplysningsbestrebelsene i det rehabiliteringsforløb som følger efter selve udleveringen af høreapparatet. Vigtigt er det dog at budskabet bliver klart og enslydende : Telespolen er lige ved hånden, og med signalet fra teleslyngen giver den bedre taleforståelighed i støj der hvor den er installeret og virker efter hensigten.

En hel del kommentarer på teleslynge-temadagen som DELTA afholdte den 29 November 2013, peger da også i retning af at oplysning om teleslyngens muligheder(og begrænsninger) skal udbredes blandt brugere og tilpassere så flere bliver opmærksom på de muligheder der ligger i at bruge teleslyngen i forskellige situationer, men naturligvis også på de begrænsninger teleslyngen har, og hvornår de kan forventes at være dominerende. Der er tilsyneladende en del brugere der forvirres over at der skal skiftes program til teleslynge, og muligvis at dette program ikke leverer brugbar lyd hvis ikke der er en aktiv teleslynge i rummet.

Der er altså tilsyneladende et stort behov for enkel og klar oplysning på brugersiden. Dette kan eventuelt effektueres ved lettere tilgængelighed til praktiske teleslyngedemoer så alle brugere får demonstreret potentialet af en teleslynge i forbindelse med udleveringen.

Det er naturligvis også oplagt at undervisningen på diverse audiologiske uddannelser sikrer at de professionelle er bekendt med teleslyngernes muligheder og begrænsninger på et niveau så de kan demonstrere og videreformidle dem. Endelig kunne man forestille sig enkelt, overskuelig skriftlig information om teleslynger som brugerne kunne have glæde af.

Man kunne også forestille sig at brugerne i højere grad efterspurgte og omtalte steder med teleslynger eller anden trådløs kommunikation. Udarbejdelsen af lister med hørevenlige teatre, biografteatre, museer mv, skaber dels info om muligheden for at få hjælp til at høre dels et mildt pres på de steder som ikke har orden i deres høreinstallationer. Høreforeningen opfordrer på deres hjemmeside til at registrere gode høre oplevelser, i Aarhus har de udarbejdet en pænt omfattende positivliste.

## 6. Konklusion

Teleslyngesystemet er det teknologisk simpleste system til trådløs overførsel af lyd til høreapparater. Det kræver blot en lille spole i høreapparatet og et programskift for at kunne fungere. Det findes i mange offentlige lokaler, og mange andre steder i den vestlige verden fx. taxier i London, elevatorer, skranke, togstationer osv. I støjende omgivelser kan det give op til 15-20 dB forbedring af signal/støjforholdet ved at skifte til T-programmet. Der er aspekter af teleslyngeteknikken som kan give alvorlige udfordringer for signalkvaliteten men teleslyngesystemer forbedres løbende, så fx afsmitningsproblemer til andre rum nu kan undgås med den rette installation.

Der findes andre trådløse systemer som kan levere bedre lyd kvalitet og teknologisk imødekomme nogle af teleslyngens problemer. Ingen af dem har i dag den udbredelse og lette tilgang til det trådløse signal som teleslyngen. Der arbejdes på et nyt fælles system der skal afløse teleslyngen, være baseret på mere moderne teknologi og tilbyde en ligeså enkel tilkobling, men det eksisterer ikke i dag, og indtil det kommer, vil teleslyngen være det lettest tilgængelige system, og en meget ligefrem løsning til forbedring af signal/støj forholdet.

### 6.1 Sammenfatning af problem / hvor opstår problemet

Sammenfattende er oplevelsen af teleslyngeinstallationer at de er et enkelt og godt hjælpemiddel, når de ellers virker efter hensigten. Der kan være mange årsager til at brugeroplevelsen ikke er optimal, ofte skal årsagen findes i manglende viden om brugen eller eksistensen af teleslyngen, der resulterer i at denne mulighed simpelthen ikke tilvælges, eller at anvendelsen er for besværlig og udbyttet for dårligt, til at teleslyngen bruges. Tilsvarende findes en del mangelfulde eller ikke-vedligeholdte installationer, som ofte også bundet i uvidenhed om de fysiske love teleslyngesystemet er underlagt.

### 6.2 Hvordan sikres størst mulig glæde af teleslyngeinstallationer ?

Ud fra de erfaringer der blev opsamlet på DELTAs teleslynge-temadag i november 2013, er den umiddelbare løsning til at få teleslyngen til at nå sit fulde potentiale, mere information. Praktisk og letforståelig information til brugeren om fordelene af trådløse systemer generelt. Information til professionelle om trådløse systemer og opfordring til praktisk demonstration af deres styrke til at fremhæve tale i støj. Information om muligheden for teleslynge de steder den er installeret, information om hvor i lokalet den er og virker tilfredsstillende. Information til de institutioner der har teleslyngerne om krav til installation, kontrol og vedligehold. Etablering af kontrolordning for teleslyngeinstallationer. Sidst men ikke mindst bør muligheden for trådløs overførsel af lyd altid nævnes som en måde at forbedre høreapparatets evne til at fremhæve tale i støj, med øget brugertilfredshed som følge.