

embedded
ACOUSTICS



www.embeddedacoustics.com
info@embeddedacoustics.com
+31 88 8770700

Meranie zrozumiteľnosti reči v praxi Získanie presných a spoľahlivých výsledkov použitím meracích prístrojov STIPA

Biela kniha Embedded Acoustics EA-WP-2014-199-1
November 2014



Sound, science, solutions

Názov

Meranie zrozumiteľnosti reči v praxi;
Získanie presných a spoľahlivých výsledkov použitím
meracích prístrojov STIPA

Číslo dokumentu EA-WP-2014-199-1

Autori Dr. Sander J. van Wijngaarden Embedded Acoustics BV
Jan A. Verhave Molengraaffsingel 12
2629 JD Delft
The Netherlands
Email: support@embeddedacoustics.com T: +31 88 8770700
www.embeddedacoustics.com

Dátum November 2014

Klasifikácia -

Slovenský preklad Ing. Vladimír Krajčírovič AVET s.r.o.
Hlučínska 6
E-mail: avet@avet.sk 831 03 Bratislava
Tel.: 02 2086 1981
www.avet.sk

© 2014 Embedded Acoustics BV

Dit rapport is auteursrechtelijk beschermd. Het is niet toegestaan dit rapport geheel of gedeeltelijk te kopiëren of op enigerlei wijze openbaar te maken, te verspreiden of te verveelvoudigen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Embedded Acoustics BV.

All material in this report is, unless otherwise stated, the property of Embedded Acoustics BV. Copyright and other intellectual property laws protect these materials. Reproduction or retransmission of the materials, in whole or in part, in any manner, without the prior written consent of the copyright holder, is a violation of copyright law.

Všetky materiály v tomto článku, pokiaľ nie je uvedené inak, sú vlastníctvom spoločnosti Embedded Acoustics BV. Tieto materiály sú chránené autorským právom a inými právami duševného vlastníctva. Rozmnožovanie alebo verejný prenos diela, celého alebo jeho časti, akýmikoľvek technickými prostriedkami, je bez predchádzajúceho písomného súhlasu autorov porušením autorského zákona.

1. Úvod

Meranie zrozumiteľnosti reči pomocou metódy STIPA nie je obzvlášť zložitú. Pomocou vhodných prístrojov a malou praxou je možné získať rýchlo výsledky merania, ktoré sú najpresnejšie zo všetkých meracích metód merania zrozumiteľnosti. Avšak aj skúsení technickí pracovníci, vykonávajúci merania si musia dať pozor na množstvo neočakávaných vecí a vyskytujúcich sa chýb, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú presnosť meraní. Existuje množstvo článkov a iných informačných zdrojov, týkajúcich sa Indexu prenosu reči STI (Speech Transmission Index) [1, 2], ale väčšinou sú určené pre odborníkov v tejto oblasti. Týka sa to predovšetkým článkov a kníh publikovaných autormi tohto dokumentu. Našou snahou je napraviť tento nedostatok a vytvoriť návod so základnými inštrukciami na vykonanie merania STIPA. Vopred sa ospravedlňujeme, ak sa Vám budú zdať niektoré opísané postupy pri meraní triviálne. Na dosiahnutie zámeru tohto článku uprednostňujeme opakovanie zrejmych vecí, aby sme nezabudli na zásadné kroky.

Nasledujúca časť sa zaoberá definíciou metódy STIPA a jej použitím na meranie zrozumiteľnosti reči. V časti 3 sa nachádza prehľad zariadení, potrebných na uskutočnenia meraní STIPA. V časti 4 sú uvedené štandardné postupy merania STIPA. Časť 5 je venovaná špecifickým detailom postupov podľa NFPA72 – časť D. V časti 6 sú opísané obmedzenia meracej metódy STIPA a v časti 7 je uvedených niekoľko vylepšených metód spracovania nameraných dát.

Tento článok obsahuje základné informácie o meraní zrozumiteľnosti reči metódou STIPA. Podrobnosti o fyzikálnych základoch a matematických vzťahoch súvisiacich s Indexom prenosu reči STI (Speech Transmission Index) sú uvedené v referenčnej literatúre k tomuto článku, predovšetkým v knihe "Past, Present and Future of the Speech Transmission Index." Táto kniha je voľne prístupná na stiahnutie na stránke spoločnosti Embedded Acoustics: www.embeddedacoustics.com [2]

2. Čo je presne STIPA a ako sa používa

STIPA je skratka pre "Speech Transmission Index for Public Address systems" (Index prenosu reči pre ozvučovací systémy). STIPA je špecifické využitie modelu Indexu prenosu reči STI, ktorý vynašiel Steeneken and Houtgast v sedemdesiatych rokoch minulého storočia [3].

STIPA je objektívna metóda merania zrozumiteľnosti reči, ktorá používa špecifický merací signál (STIPA signál) v kombinácii so špecifickým meracím prístrojom (analyzátor STIPA).

V teórii existuje niekoľko verzií STI, ktoré sú určené pre rôzne aplikácie [1]. V praxi STIPA takmer úplne nahradila všetky verzie STI jednoducho preto, že poskytuje rovnaké alebo lepšie výsledky v porovnaní s inými verziami a zvyčajne meranie STIPA vyžaduje podstatne kratší čas merania [4]. Aj keď sa zdá, že sa STIPA stáva synonymom pre STI, je dobré si uvedomiť niektoré obmedzenia metódy STIPA, napriek tomu, že sa v praxi vyskytujú len zriedka. Obmedzenia metódy STIPA sú popísané v časti 6 tohto článku.

Staršie verzie meracej metódy STI sú špecifikované v niektorých štandardoch, ako je STITEL a RASTI. Tieto metódy sú v súčasnosti zastaralé a sú nahradené metódou STIPA. Ak je špecifikované meranie STI (bez podrobnejšej špecifikácie meracieho signálu alebo verzie merania), pozrite si odporúčania v časti 6 tohto článku, či je možné použiť metódu STIPA. Zvyčajne metódu STIPA možno použiť, ale existujú aj výnimky.

Každé meranie STIPA trvá 25 sekúnd a výsledkom je číselná hodnota v rozsahu 0 až 1: Index prenosu reči STI.

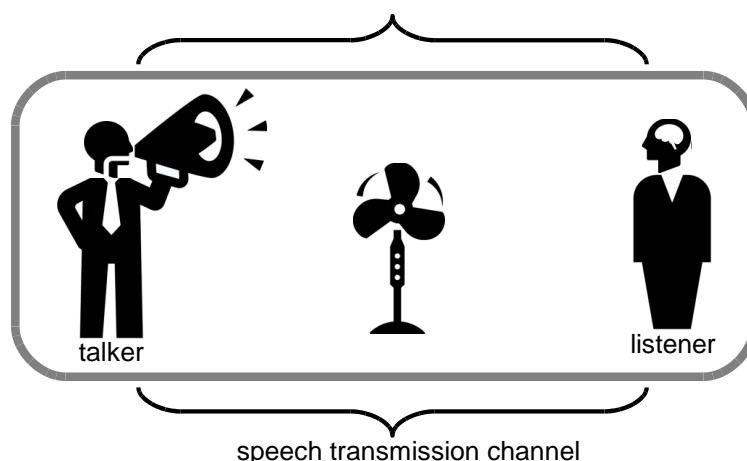
V písomných meracích protokoloch sa majú správne udávať hodnoty STI ako výsledky merania STIPA, a nie hodnoty STIPA. STIPA je metóda, používaná na získanie výsledkov STI.

2.1. STIPA charakterizuje kanály na prenos reči

Aj keď sa dnes všeobecne akceptuje nazývať STIPA merania ako „merania zrozumiteľnosti reči“, nie je to úplne správne. Index prenosu reči STI vyjadruje, ako prenosový kanál ovplyvňuje zrozumiteľnosť reči; je to čiste fyzikálny parameter, ktorý nezávisí od poslucháča alebo rečníka, ale charakterizuje iba prenosový kanál. To znamená, že faktory, ako porucha sluchu, zlá artikulácia a iné (ľudské) obmedzenia sa neberú do úvahy. V praxi je to zvyčajne dobrá vec. Ak ste dodávateľom ozvučovacieho systému (PA), ktorý je certifikovaný použitím meracej metódy STIPA, nemusíte sa zaujímať o spôsob rečového prejavu rečníka alebo vlastnosti sluchu osoby, vyhodnocujúcej meranie (alebo iné faktory mimo kontroly), ktoré by ovplyvňovali výsledky merania.

Štandardy na báze merania STI zvyčajne prepokladajú, že poslucháči a rečníci majú štandardné rečové a sluchové vlastnosti. Toto má jednu nevýhodu: Znamená to, že výsledky merania STIPA môžu byť príliš optimistické, ak sa má v praxi adresovať hlásenie väčšej skupine osôb s poruchami sluchu, alebo má rečník vady reči, alebo používa nevhodný štýl reči. V takýchto prípadoch je potrebné uvažovať s vyššími hraničnými hodnotami STI, aby bola zaručená dostatočná zrozumiteľnosť.

Inými slovami: Merania STIPA Vám povedia len to, čo urobí prenosový kanál s prenášaným rečovým signálom z hľadiska zrozumiteľnosti. V prvom rade musíte zobrať do úvahy, čo obsahuje rečový prenosový kanál, ktorý chcete merať. Pojem „rečový prenosový kanál“ pri meraní STIPA sa požíva v širšom zmysle ako napr. v oblasti telekomunikácií. Pojem „kanál“ naznačuje, že na prenos sa používa elektronické zariadenie (napr. s rádiovým prenosom), ale nie je to vždy tak. Obr. 1 ukazuje definíciu rečového prenosového kanála: Kanál zahŕňa všetko, čo ovplyvňuje zrozumiteľnosť, s výnimkou samotného rečníka a poslucháča.



Obr. 1. Schematické zobrazenie definície rečového prenosového kanála. Kanál zahŕňa všetko medzi rečníkom a poslucháčom, čo ovplyvňuje zrozumiteľnosť – zdroje hluku, akustiku okolia, okrem samotného rečníka a poslucháča

Na obr. 1 ventilátor symbolizuje zdroj hluku, ktorý ovplyvňuje reč produkovanú rečníkom. Rečník a poslucháč sú v jednom priestore, ktorého akustické vlastnosti (určené materiálmi stien, stropov, atď.) ovplyvňujú zrozumiteľnosť. Metóda STI tieto vplyvy zahŕňa. Megafón používaný rečníkom reprezentuje elektroakustické zariadenia. Tieto zariadenia, ak sú prítomné v prenosovom kanále, môžu pridávať prvky nelineárneho skreslenia, ktoré meranie STI tiež zahŕňa.

Prenosové kanály, merané metódou STIPA, môžu zahŕňať kombináciu nasledovných faktorov, ovplyvňujúcich zrozumiteľnosť: hluk okolitého prostredia, akustiku priestoru (odrazy), elektronický šum, nelineárne skreslenie, zosilnenie, filtráciu (ovplyvňujúcu frekvenčnú prenosovú charakteristiku). Vo výsledkoch merania nie sú zahrnuté žiadne faktory, týkajúce sa rečníkov a poslucháčov (spôsob hovorenia, poruchy sluchu, atď.)

2.2. Zrozumiteľnosť reči a kvalita reči

Zrozumiteľnosť reči je mierou efektívnosti rečovej komunikácie. Zrozumiteľnosť reči je zvyčajne definovaná ako percentuálny pomer jednotiek reči (slabík, slov alebo viet), ktoré poslucháči správne vyhodnotili.

Formálne merania zrozumiteľnosti reči sa obyčajne uskutočňujú prostredníctvom skupiny poslucháčov s použitím kalibrovaných rečových signálov. Pri meraní účastníci (poslucháči) presne opakujú, čo počuli. Výsledky posluchu sa porovnávajú so zdrojovým signálom a vypočíta sa percentuálny podiel správne vyhodnotených jednotiek reči. Ak je toto subjektívne meranie dôkladne vykonané, je takéto meranie zrozumiteľnosti ďaleko najpresnejšie, pretože sa pri ňom nepoužívajú žiadne predpoklady: Zrozumiteľnosť reči je meraná priamo podľa jej definície. Napriek tomu, subjektívne meranie zrozumiteľnosti sú dnes ťažko uskutočniteľné z jednoduchého dôvodu, že ekvivalent 25-sekundového merania metódou STIPA by zahrňoval najmenej 2 hodiny posluchového testu a približne 30 minút záznamu vzoriek rečového signálu z meraného kanála. Zatiaľ čo metóda STIPA poskytuje výsledky merania okamžite (hodnotu STI), subjektívne merania musia byť kompletne vykonané, aby sa následne mohli vyhodnotiť. Vyhodnotenie výsledkov subjektívneho merania môže trvať aj niekoľko týždňov.

Často sa vyskytuje nesprávny názor na meranie zrozumiteľnosti, že vyškolený poslucháč vie vyhodnotiť zrozumiteľnosť reči posluchom niekoľkých viet. Presné vyhodnotenie výsledkov merania pri použití náhodných testovacích prvkov po dobu niekoľkých minút nie je možné. Možno získať názor, týkajúci sa degradácie reči, avšak tento nehovorí ihneď o výsledku zrozumiteľnosti reči.

Pri posluchu reči hrá dôležitú úlohu kvalita rečového signálu. Kvalita rečového signálu ("Ako dobre to znie?") a zrozumiteľnosť reči ("Ako veľa rozumiem?") nie sú tie isté miery. Rozdiel medzi nimi nie je len akademický. Takmer všetky formy nelineárnej degradácie, ako je napr. orezanie signálu pri prebudení, majú škodlivý vplyv na kvalitu reči, zatiaľ čo zrozumiteľnosť reči sa v niektorých prípadoch môže dokonca zvýšiť!

Získanie spoľahlivého subjektívneho posúdenia zrozumiteľnosti reči na mieste, nezávisle od merania STI, nie je obyčajne možné. Treba si uvedomiť, že poslucháči opakujú slová rýchlo a zoznam slov sa nedá opätovne použiť. Tento efekt je oveľa horší pri vetách, ktorých použitie na praktické meranie zrozumiteľnosti nie je vhodné.

Komentáre o zrozumiteľnosti reči na báze osobného vnímania by mali byť interpretované ako názory na kvalitu reči.

2.3. Ako sa používa STIPA na meranie zrozumiteľnosti? Prečo merací signál STIPA reprezentuje reč?

Doteraz sme definovali, čo je prenosový kanál a vysvetlili rozdiel medzi zrozumiteľnosťou reči a kvalitou reči. Nasledujúcou otázkou je: Ako sa používa STIPA na meranie zrozumiteľnosti a ako prenosový kanál ovplyvňuje zrozumiteľnosť reči?

Meranie STIPA pozostáva z 3 krokov:

- Nahraď (ľudského) rečníka zdrojom s meracím signálom STIPA. Prirodzenú ľudskú reč nemožno všeobecne použiť na meranie; musí sa použiť STIPA signál. Merací signál STIPA sa použije rovnakým spôsobom, ako by bola použitá ľudská reč (napr. použitím rovnakého mikrofónu, rovnakej vzdialenosti, atď.).
- Skontrolovať, či je prenosový kanál stabilný a nastavený na štandardné podmienky, pri ktorých ho chcete merať. Napr. pri meraní ozvučovacieho systému v nákupnom stredisku nastaviť ozvučovací systém na normálnu prevádzku s reprezentatívnou úrovňou hluku okolia.
- Nahraď ľudského poslucháča mikrofónom analyzátora STIPA. V praxi sa STIPA analyzátor bude presúvať na rôzne miesta v meranom objekte na získanie viacerých výsledkov merania. Pretože jedno meranie trvá len 25 sekúnd, na každom mieste možno vykonať niekoľko meraní (aby bolo možné neskôr analyzovať štatistiku) a celkovo uskutočniť až niekoľko stoviek meraní v celom objekte.

STIPA signál je šumový signál, ktorý obsahuje všetky frekvencie prítomné v ľudskej reči, od približne 80 Hz do 11 kHz. Podľa starej koncepcie používanej v telekomunikáciách, bola ľudská reč obmedzená na rozsah 300 Hz až 3400 Hz. Aktuálny rozsah je oveľa širší a na meranie sa používa celé rozšírené frekvenčné pásmo.

STIPA signál neznie ako reč. I keď je podobný reči, obsahuje modulácie (zmeny intenzity) v rozsahu od 0,6 Hz až 12,5 Hz. V reálnej reči zmeny intenzity tvoria základný mód používaný na kódovanie informácie. Pokles hĺbky modulácií znamená stratu informácií. Toto je základný princíp metódy STI: Meria sa pokles hĺbky týchto modulácií. Namiesto pseudo-náhodných modulačných vzoriek sa používajú deterministické vzorky, ktoré umožňujú analyzátoru ľahko merať hĺbku modulácie. Metóda STIPA používa 2 modulačné frekvencie na jedno oktávové pásmo.

V reálnej reči je informácia kódovaná zmenami veľkosti signálu. Strata hĺbky modulácie znamená stratu informácie, ktorá sa prejavuje znížením zrozumiteľnosti. Tento princíp používa STI: Umelý merací signál (STIPA) obsahuje špeciálne navrhnuté vzorky modulačných frekvencií. Analyzátor STIPA meria, ako prenosový kanál znižuje hĺbku modulácie. Meria sa vo viacerých frekvenčných pásmach (v celkovom rozsahu (125 Hz – 8 kHz), pri rôznych modulačných frekvenciách v rozsahu (0.6 Hz – 12.5 Hz).

2.4. Interpretácia hodnôt STIPA

Index prenosu reči STI je číslo v rozsahu 0,00 a 1,00. Hodnota 0,00 zodpovedá úplne žiadnej zrozumiteľnosti; hodnota 1,00 znamená perfektnú zrozumiteľnosť. I keď by bola hodnota STI rovná 1,00, kvalita reči môže byť vnímaná horšie.

Otázka je: Ako môžeme interpretovať stupnicu medzi 0 a 1? Vynálezcovia metódy STI, Steeneken a Houtgast [3], zaviedli nasledovnú tabuľku na prevod hodnôt STI do významových kategórií.

Tabuľka 1. Označenie kategórií STI

<i>Kategória zrozumiteľnosti</i>	<i>Rozsah STI</i>
zlá	0,00 – 0,29
slabá	0,30 – 0,44
uspokojivá	0,45 – 0,59
dobrá	0,60 – 0,74
výborná	0,75 – 1,00

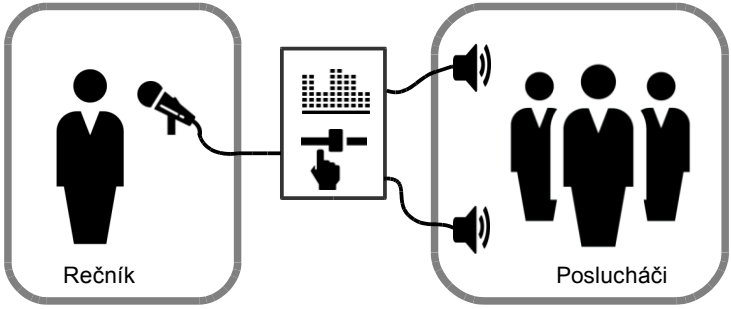
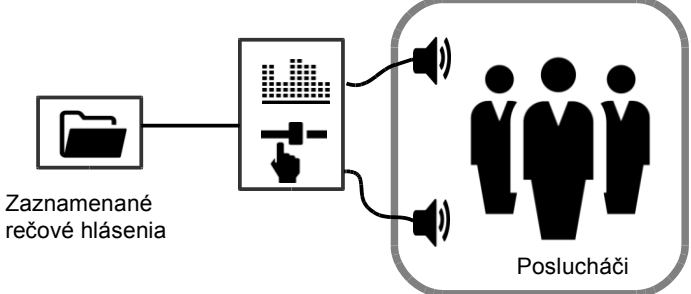
Aplikačné štandardy zavádzajú akceptované hranice v súlade s tabuľkou 1. Minimálne hodnoty bežne požadované aplikačnými štandardami sú 0,45 a 0,50. V praxi je prenosový kanál s hodnotou STI pod 0,35 nepoužiteľný. Voľba vhodnej hranice závisí na použití rečového prenosového kanála. Hranice sa zvyčajne zvyšujú, ak sa predpokladá v objekte výskyt väčšej skupiny ľudí s poruchami sluchu alebo výskyt väčšieho počtu cudzincov.

STI hodnoty sa vždy zaokrúhľujú na 2 desatinné miesta. Tolerancia pre jedno meranie STIPA je v rozsahu 0,02 až 0,03. Vyššiu presnosť možno dosiahnuť, ak sa uvažuje priemerná hodnota z viacerých meraní.

2.5. Príklady meraní rôznych typov prenosových kanálov metódou STIPA

Najčastejšou aplikáciou merania STIPA je meranie ozvučovacího systému PA (Public Address) – odkiaľ pochádza aj názov meracej metódy („PA“ v názve STIPA).

Ďalej uvádzame niekoľko častých prípadov merania STIPA, u ktorých definujeme prenosový kanál, ktorý sa má merať, čo považujeme za rečníka a poslucháča, a ktoré faktory by mohli ovplyvňovať hodnotu STI. Pamätajte, že pri meraní STIPA bude rečník nahradený meracím signálom STIPA a poslucháči (a posluchové miesta) budú pozície, na ktorých bude použitý analyzátor STIPA.

<p>Scenár 1. PA systém so „živým“ rečníkom</p> 	
<i>Rečník</i>	Rečník je obyčajne jedna osoba uskutočňujúca hlásenie, ktorá môže (ale nemusí) byť na túto činnosť vyškolená. Rečník je obyčajne mimo dosahu PA systému a svoje hlásenie nepočuje.
<i>Poslucháči</i>	Poslucháči sú všetci ľudia, nachádzajúci v ozvučovanom priestore, pre ktorých je určené hlásenie. Posluchové miesta zahŕňujú všetky priestory, kde majú poslucháči prístup.
<i>Rečový prenosový kanál, ktorý sa meria</i>	Všetko od mikrofónu rečníka (v akustickom prostredí) po posluchové miesta poslucháčov. Kanál zahŕňa elektroniku PA systému.
<i>Faktory ovplyvňujúce STI</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hluk a ozveny v mieste rečníka • Charakteristika mikrofónu a vzdialenosť úst rečníka od mikrofónu • Frekvenčné prenosové pásmo a skreslenie spôsobené PA systémom • Hluk a ozveny na mieste poslucháča • Celková úroveň akustického tlaku vytvorená PA systémom
<p>Scenár 2. PA systém s hláseniami zo záznamu</p> 	
<i>Rečník</i>	Namiesto živého rečníka sú použité zaznamenané rečové hlásenia (obyčajne vysokej kvality, nahovorené profesionálnym hlásateľom).
<i>Poslucháči</i>	Poslucháči sú všetci ľudia, nachádzajúci v ozvučovanom priestore, pre ktorých je určené hlásenie. Posluchové miesta zahŕňujú všetky priestory, kde majú poslucháči prístup.
<i>Rečový prenosový kanál, ktorý sa meria</i>	Všetko od digitálneho záznamníka a prehrávača rečových správ (správy zvyčajne nahovorené profesionálnymi hlásateľmi) po posluchové miesta poslucháčov. Kanál zahŕňa elektroniku PA systému.
<i>Faktory ovplyvňujúce STI</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Frekvenčné prenosové pásmo a skreslenie spôsobené PA systémom • Hluk a ozveny na mieste poslucháča • Celková úroveň akustického tlaku vytvorená PA systémom

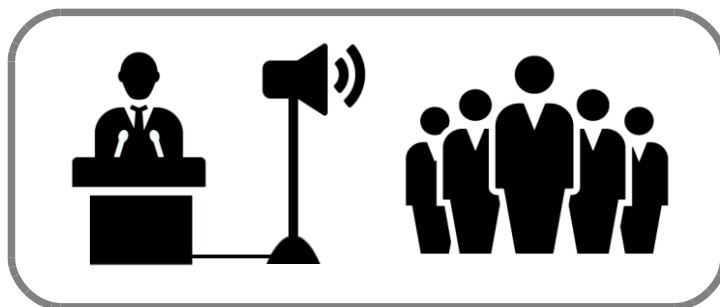
Scenár 1 a scenár 2 reprezentujú najčastejšie sa vyskytujúce príklady ozvučovacích systémov PA a systémov hlasovej signalizácie požiaru HSP. Ďalej sú uvedené ďalšie scenáre. Scenár 3 je klasická aplikácia STI na akustiku miestnosti, bez elektroniky na prenos zvuku. Meranie STIPA môže byť veľmi užitočné na identifikáciu faktorov ovplyvňujúcich akustiku miestnosti (napr. nedostatok absorbčných materiálov) a vplyvu hluku okolia (napr. spôsobeného klimatizáciou) na zrozumiteľnosť reči. Scenár 4 je typický príklad prednáškovej miestnosti, kde jeden prednášajúci hovorí skupine poslucháčov v tej istej miestnosti.

Scenár 3.
“Živé” konferencie a diskusie



<i>Rečník/poslucháči</i>	Pri konferenciách a diskusiách sú tí istí ľudia vo funkciách rečníkov a poslucháčov. Všetky miesta okolo konferenčného stola sa uvažujú ako pozície rečníkov a súčasne aj poslucháčov.
<i>Rečový prenosový kanál, ktorý sa meria</i>	Každá pozícia individuálneho rečníka a poslucháča je zahrnutá do prenosového kanála.
<i>Faktory ovplyvňujúce STI</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vzdialenosť medzi rečníkom a poslucháčom • Doba dozvuku konferenčnej miestnosti (ozvena v miestnosti) • Rušivý hluk v konferenčnej miestnosti; rušivý rečový signál prenikajúci zo susedných miestností • Hlasový prejav; hlasitosť a spôsob reči (tichý / zvýšený hlas)

Scenár 4.
Prednáška



<i>Rečník</i>	Jeden prednášajúci obyčajne hovorí v miestnosti plnej poslucháčov. Pozícia rečníka je pri rečníckom pulte s pevným mikrofónom alebo je oblasť prezentácie väčšia pri používaní bezdrôtového mikrofónu.
<i>Poslucháči</i>	Všetky miesta na sedenie sa uvažujú ako posluchové miesta. Všeobecne je v miestnosti viac miest, ako sa dá reálne zmerať metódou STIPA. Je potrebné vybrať reprezentatívne miesta (ktoré musia vždy zahrňovať miesta s najhorším posluhom).
<i>Rečový prenosový kanál, ktorý sa meria</i>	Všetko od mikrofónu po všetky posluchové miesta v miestnosti.
<i>Faktory ovplyvňujúce STI</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Rušivý hluk a doba dozvuku prednáškovej miestnosti • Charakteristiky mikrofónu a vzdialenosť rečníka od mikrofónu • Frekvenčná prenosová charakteristika a skreslenie spôsobené ozvučovací systémom; možnosť vzniku spätnej väzby • Celková úroveň akustického tlaku vytvorená ozvučovací systémom, ktorá bude rôzna na každom posluchovom mieste

Štyri uvedené scenáre sú najčastejšie príklady na použitie merania STIPA, ale tento zoznam aplikácií samozrejme nie je úplný. Napr. metódu STI (a STIPA) možno použiť aj na meranie častí prenosového kanála (v uvedených aplikáciách), ako je meranie reproduktora alebo mikrofónu.

3. Prístroje a zdroje na meranie STIPA

3.1. Prenosový kanál

Na vykonanie merania STIPA je nutné mať prístup k prenosovému kanálu, ktorý chcete merať. Nie je to vždy jednoduché, pretože pravdepodobne budete musieť prehrávať STIPA merací signál s vysokou úrovňou akustického tlaku po dobu niekoľkých hodín. V nákupnom centre (príklad, ktorý sme použili v scenári 1 a 2) uskutočnenie merania počas otváracích hodín neprichádza do úvahy. Merací signál STIPA nie je príjemný na počúvanie. Meranie je preto vykonať v čase, keď je nákupné centrum prázdne. Avšak v tomto prípade úroveň hluku, ktorá je spôsobená hlavne množstvom ľudí prítomných v nákupnom centre, nebude realistická. Inými slovami: Nemáte prístup k prenosovému kanálu s realistickými podmienkami. Riešením tohto problému je vykonanie merania hluku počas dňa a vykonanie merania STIPA v noci. Úroveň hluku sa potom numericky pridá do výpočtu STI. Postup je vysvetlený v časti 7 tohto článku.

3.2. Zdroj meracieho signálu STIPA

Bez zdroja meracieho signálu STIPA nie je možné vykonať meranie STIPA.

Na merania STIPA sa musí použiť merací signál STIPA podľa štandardu IEC060268-16 rev. 3 alebo jeho novšieho znenia [5]. Prirodzená ľudská reč alebo iný merací signál sa nedá použiť.

Meracie signály STIPA podľa IEC štandardu sú k dispozícii u všetkých výrobcov meracích zariadení STIPA. Merací signál poskytuje spoločnosť Embedded Acoustics na svojej stránke www.bedrock-audio.com ako WAV alebo MP3 súbor. Merací signál možno použiť bezplatne vo všetkých aplikáciách, s výnimkou ďalšej distribúcie.

V ideálnom prípade by sa reálny ľudský rečník správal ako zdroj meracieho signálu STIPA. Pretože to v súčasnosti nie je možné, existujú 4 spôsoby použitia meracieho signálu STIPA.

Zdroj meracieho signálu STIPA – 1. možnosť Priame použitie súboru STIPA



Kedy je tento spôsob najlepšia voľba?

Ak meraný prenosový kanál používa digitálne zaznamenané rečové hlásenia, potom nahradenie zaznamenaných rečových súborov meracím signálom STIPA je najlepším a najreprezentatívnejším riešením (scenár 2)

Výhody

Nie je potrebný žiadny ďalší hardvér na prehrávanie meracieho signálu.

Nevýhody

Ak sa má merať prenosový kanál pri funkcii prehrávania zaznamenaných rečových hlásení, neexistujú žiadne nevýhody.

Upozornenia

Je potrebné zabezpečiť, aby bol merací signál STIPA prehrávaný s primeranou úrovňou signálu. Je možné, že bude treba nastaviť úroveň štandardného STIPA súboru pomocou Wave Editoru a/alebo nastaviť zisk ozvučovacího systému.

Zdroj meracieho signálu STIPA – 2. možnosť Elektrický vstup signálu



Kedy je tento spôsob najlepšia voľba?

Ak je treba zmerať prenosový kanál s elektronickou reprodukciou zvuku, ale bez vplyvu mikrofónov.

Výhody

Pri meraní prenosového kanála nie je merací signál na vstupe počuteľný; meranie je všeobecne pohodlnejšie ako akustické meranie pomocou jednotky TalkBox.

Nedostatky

Ak má mikrofón vplyv na zrozumiteľnosť (čo je všeobecne častý prípad), jeho vplyv na STI je ignorovaný. Je potrebné venovať pozornosť kalibrácii úrovne signálu.

Upozornenia

Úroveň signálu zdroja meracieho signálu sa musí prispôsobiť úrovni signálu, ktorá je za normálnych okolností generovaná mikrofónom meraného systému ozvučenia.

Zdroj meracieho signálu STIPA – 3. možnosť TalkBox



(Obrázok: Bedrock BTB65 TalkBox.
Poznámka: Toto zariadenie má aj symetrický XLR výstup na použitie ako elektrický zdroj meracieho signálu opísaného v možnosti 2)

Kedy je tento spôsob najlepšia voľba?

Vždy, keď je potrebné použiť kalibrovaný akustický zdroj meracieho signálu STIPA, ale zdroj signálu nemusí mať tvar reálnej ľudskej hlavy. Tento spôsob zodpovedá scenárom 1, 3 a 4 (opísaným skôr), a takmer každej inej aplikácii merania STIPA.

Výhody

Ak sa používa nakalibrovaný TalkBox, potom je nastavenie ľahké, a nie je potrebné nastavenie úrovne signálu. Jednoducho sa TalkBox umiestni do vhodnej vzdialenosti od mikrofónu, kde by za normálnych okolností boli ústa rečníka.

Nevýhody

Podomácky vyrobené talkboxy, najlacnejšie zariadenia použiteľné ako zdroje signálu STIPA, sa dajú ťažko nakalibrovať. Signál musí zodpovedať IEC štandardu nielen z hľadiska referenčnej úrovne, ale aj z hľadiska spektra signálu.

Upozornenia

Presné nastavenie vzdialenosti a pozície mikrofónu vzhľadom na talkbox je veľmi dôležité, zvlášť ak použitý mikrofón je určený na hovorenie z malej vzdialenosti. Rozdiel medzi vzdialenosťou 20 mm a 40 mm je 6 dB, čo môže spôsobiť veľký rozdiel STI.

Zdroj meracieho signálu STIPA – 4. možnosť Head and Torso Simulator (HATS)

(Obrázok: Embedded Acoustics STIPAhats,
špeciálne zariadenie na meranie STI
s tvárovou maskou SCBA)



Kedy je tento spôsob najlepšia voľba?

Vždy, keď má tvar ľudskej hlavy vplyv na výsledky merania STIPA. Týka sa to prípadov merania masiek na tvár a určitých druhov náhlavných súprav.

Výhody

Najvernejší technicky dosiahnuteľný model reálneho (ľudského) rečníka.

Nedostatky

Vysoká cena, veľká hmotnosť, náročná kalibrácia.

Upozornenia

Uistite sa, či HATS zodpovedá požadovanej aplikácii.
Ak áno, postupujte presne podľa návodu na použitie HATS (zvyčajne je podrobný návod uvedený v aplikačnom štandarde).

Pri zdrojoch meracieho signálu 1 a 2 je dôležitá správna kalibrácia úrovne meracieho signálu. Pri zdrojoch meracieho signálu 3 (Talkbox) a 4 (HATS) má úroveň signálu korešpondovať normálnej úrovni ľudskej reči. Pri zdrojoch meracieho signálu 1 (súbor s meracím signálom STIPA) a 2 (elektronický prehrávač meracieho signálu STIPA) je potrebné prispôsobiť úroveň signálu tak, aby zodpovedala štandardnej úrovni prehrávanej reči zo záznamu.

Postup nastavenia úrovne meracieho signálu na úroveň rečových správ je vo všeobecnosti nasledovný:

- Zmerajte A-váňovaný ekvivalent úrovne akustického tlaku SPL reprezentatívneho súboru hlasových správ. Takéto meranie, označené ako LAeq a niekedy nazývané ako priemerná A-váňovaná úroveň, možno vykonať pomocou každého analyzátora STIPA.
- Pri výbere hlasových správ pre meranie na získanie úrovne LAeq dbajte na to, aby správy obsahovali prirodzené pauzy medzi slovami, a aby neobsahovali neprirodzené dlhé pauzy medzi vetami.
- LAeq je v podstate úroveň hovorených správ, ku ktorej sa má prispôsobiť merací signál STIPA. Avšak je tu jedna komplikácia: STIPA signál je úplne spojitý, zatiaľ čo reálny rečový signál obsahuje prirodzené pauzy, ako bolo zmienené vyššie. Jednoduché prispôbenie úrovne meracieho signálu STIPA k úrovni rečového signálu vedie k tomu, že úroveň je príliš nízka – je potrebné jeho nastavenie s ohľadom na pauzy. Štandard IEC60268-16 rev.4 (časť 5.1) [5] konštatuje, že je potrebné aplikovať korekčný faktor 3 dB. Inými slovami: Úroveň LAeq meracieho signálu STIPA má byť väčšia o 3 dB ako úroveň LAeq, ktorá bola nameraná použitím reprezentatívneho výberu hovorených správ.

V prípadoch, kedy je merací signál STIPA generovaný elektricky alebo prehrávaný zo súboru, je prispôbenie úrovne meracieho signálu predpokladanej úrovni rečového signálu absolútne podstatné. Prispôbenie úrovne sa vykoná na základe ekvivalentnej spojitej (časovo priemerovanej) A-váňovanej úrovne SPL. Úroveň LAeq meracieho signálu STIPA musí byť nastavená o 3 dB väčšia, ako je priemerná úroveň LAeq reprezentatívneho súboru hovorených správ.

Ak sa používa kalibrovaný talkbox alebo HATS, tento druh kalibrácie vo všeobecnosti nie je potrebný. Tieto zariadenia sú nakalibrované, aby signál zodpovedal z hľadiska veľkosti a smerových vlastností ľudskému rečníkovi. Avšak je dobrým zvykom z času na čas si overiť, či talkbox produkuje správnu úroveň signálu.

Úroveň signálu produkovaná ľudskými rečníkmi sa môže trochu meniť – ľudia hovoria o niečo hlasnejšie pri vystúpení ako pri uvoľnenej konverzácii v tichom prostredí. Pojem “vocal effort” sa používa na označenie A-váňovanej úrovne zvukového signálu vo vzdialenosti 1 m od úst. Štandardizované hodnoty pre „vocal effort“, ako sú použité v STI štandarde IEC-60268-16 [5], sú definované v ISO-9921 [6]. Tento štandard

definuje, že "normálna" reč korešponduje „vocal effort“ hodnote 60 dB(A) meranej vo vzdialenosti 1 m. Uvoľnená konverzácia má definovanú úroveň 54 dB(A), a „zvýšená“ úroveň má hodnotu 66 dB(A). Ďalšie úrovne sú definované v 6dB krokoch, až po maximálnu úroveň kriku s úrovňou 90 dB(A).

Podľa štandardov ISO-9921 a IEC-60268-16 rev. 4 je stanovená referenčná úroveň reči z talkboxu na 60 dB(A) pri vzdialenosti 1 m. Túto hodnotu je potrebné vždy dodržiavať, okrem aplikačných prípadov, ktoré výslovne vyžadujú inú referenčnú úroveň (ako napr. NFPA72). V praxi je dobré preskúmať vplyv zmeny úrovne „vocal effort“ pri zmene úrovne v 6 dB krokoch, od 54 dB(A) do 72 dB(A). Úrovne (merané v 1 m vzdialenosti) vyššie ako 72 dB(A) alebo max. 78 dB(A) nie sú vo väčšine prípadov realistické.

Zvyčajne nie je vhodné overovať úroveň signálu talkboxu vo vzdialenosti 1 m. Pri tejto vzdialenosti akustika miestnosti môže nepriaznivo ovplyvňovať merania úrovne „vocal effort“. Úroveň signálu talkboxu sa odporúča kontrolovať v menšej vzdialenosti 0,50 m a/alebo 0,25 m s korigovaním úrovne v závislosti od vzdialenosti.

Referenčná úroveň 60 dB(A) v 1 m vzdialenosti korešponduje úrovni 66 dB(A) meranej vo vzdialenosti 0,50 m a 72 dB(A) vo vzdialenosti 0,25 m. Úroveň klesá o 6 dB pri dvojnásobnej vzdialenosti.

3.3. STIPA analyzátor

V predchádzajúcich častiach tohto článku sme vysvetlili, ako zdroj signálu STIPA nahradzuje rečníka. Podobne STIPA analyzátor nahradzuje poslucháča. Rozdiel je, že obyčajne býva len jeden rečník s fixnou pozíciou a poslucháčov býva veľa s voľnosťou pohybu. To znamená, že je potrebné vykonať veľa meraní na rôznych miestach, pri ktorých je potrebné premiestňovať STIPA analyzátor z miesta na miesto.

Našťastie sú dnešné STIPA analyzátory kompaktné a ľahké zariadenia, napájané z batérií.



Obr. 2. Bedrock SM50 STIPA meter [7]. Prístroj vyvinutý ako STIPA meter na základné aj vyspelejšie meranie STIPA, obsahuje aj moduly pre ďalšie akustické merania, ako je real-time analyzátor spektra a merač akustického tlaku.

STIPA analyzátor obsahuje všeobecne tieto časti:

- Mikrofón. Podľa STI štandardu musí mikrofón zodpovedať špecifikácii podľa triedy 2 alebo lepšej.
- Interný predzosilňovač pre signál z mikrofónu.
- Centrálnu procesorovú jednotku, ktorá vypočíta STI z akustických signálov.
- Zobrazovací displej
- Tlačidlá a/alebo dotyková obrazovka na ovládanie zariadenia.

- Batérie alebo externý napájací zdroj.
- USB alebo sériový port na prenos dát do PC

Všeobecný postup pri meraní STIPA je uvedený v návode na obsluhu analyzátoru. Postup merania je rôzny pri rôznych analyzátoroch od rôznych výrobcov. Základné princípy merania sú rovnaké pri všetkých meracích prístrojoch STIPA.

Pri kúpe STIPA analyzátoru je podstatné, aby tento zodpovedal posledným štandardom. Aktuálne platný štandard je IEC-60268-16 rev. 4 (2011). Ďalšie dôležité vlastnosti sú ľahká obsluha (niektoré užívateľské interfejsy sú veľmi komplikované) a pokročilé možnosti spracovania výsledkov (ako je pridanie hluku okolia do merania STIPA).

4. Všeobecné postupy pri STIPA meraniach

4.1. Plán postupu pri meraní

Prvým krokom pri STIPA meraní je vytvorenie hrubého plánu postupu merania. Pri tvorení plánu pred samotným meraním sa vyhneme možnosti, že by sme na niečo zabudli a ohraničíme potrebný čas na vykonanie merania. Vyberieme tiež metódy merania pre našu aplikáciu, ak meraný prenosový kanál má špeciálne vlastnosti, alebo ak je jeho špecifikácia neznáma alebo nejasná.

Vstupné údaje pre plán postupu merania pochádzajú z nasledovných zdrojov:

- Zoznam požiadaviek na meraný rečový prenosový kanál: Načo je prenosový kanál určený a aké vlastnosti sú požadované?
- Použitie štandardy, ktoré sú citované v zozname požiadaviek, prípadne priamo vyplývajú zo zákona. IEC-60268-16 aplikuje STIPA merania, ale opisuje len metodiku samotného merania. Aplikčné štandardy, často na národných úrovniach, ďalej presne definujú, ako a kde je potrebné vykonať STIPA merania. Príklady týchto štandardov sú NFPA72 - príloha D (USA) a NEN2575 (Holandsko). Opis všetkých aplikačných štandardov je nad rámec tohto článku, pretože existuje veľa rôznych štandardov, ktoré sa tiež často menia.
- Doplnkové (miestne) predpisy. Žiaľ, často sa používajú veľmi špecifické predpisy na úrovni samotných miest. Pre každý projekt je potrebné urobiť zoznam aktuálnych predpisov, ktoré sa ho týkajú.
- Špecifikácia a opis (elektronických) zariadení, ktoré sú súčasťou meraného prenosového kanála: Špecifikačné listy reproduktorov, manuály zariadení, atď.
- Informácie o meranom prostredí: Výkresy miestností, údaje o predpokladanom počte poslucháčov, predpokladané úrovne okolitého hluku, rozmiestnenie reproduktorov, atď.
- Rozhovory s užívateľmi a orgánmi, ktoré kontrolujú dodržiavanie platnej legislatívy (v prípade systémov hlasovej evakuácie). Niekedy stačí krátky telefonický hovor pred finalizáciou plánu postupu merania, aby sme predišli nepríjemným prekvapeniam pri diskusii o výsledkoch meracieho protokolu.
- Pri zložitých projektoch môže byť užitočná návšteva miesta, kde sa má vykonať meranie, na získanie informácií, ktoré nie je možné zistiť zo stavebných výkresov a ostatnej dokumentácie.

Informácie z uvedených rôznych zdrojov je potrebné zahrnúť do plánu postupu merania, ktoré má často formu podrobného výpisu:

- Aké zariadenia budú použité.
- Umiestnenie meracieho zariadenia a jeho kalibrácia.
- Ktoré miestnosti/priestory sa budú merať; koľko bude meracích bodov na miestnosť a ich približná poloha; počet opakovaní merania v meracích bodoch.
- Spôsob spracovania nameraných výsledkov.
- Iné merania a záznamy okrem STIPA meraní, ako sú merania hluku prostredia.

Mnohé štandardy vyžadujú, aby sa všetky výsledky meraní zaznamenávali. Niekedy sú plány merania spracované v tabuľkovom formáte, ktorý umožňuje zapisovať merané výsledky priamo do dokumentu, ktorý následne slúži aj ako merací protokol.

Vypracovanie plánu postupu merania je dôležité, ale je potrebné poznamenať, že aj najlepšie vypracovaný plán je potrebné obvyčajne zmeniť v okamihu, keď vstúpite do meraného objektu. Plán merania však v každom prípade pomáha pri udržiavaní správneho postupu pri neočakávaných okolnostiach.

4.2. Príprava a kalibrácia meracieho zariadenia

Pred samotným meraním sa musia skontrolovať všetky zariadenia, nabiť batérie a nakalibrovať. Potom je potrebné zariadenia nastaviť a pripraviť na meranie.

- Talkbox sa musí umiestniť pred mikrofón v správnej vzdialenosti a starostlivo nastaviť jeho polohu. Úroveň zvukového signálu talkboxu sa musí overiť voči referenčnej úrovni rečového signálu (obvyčajne 60 dB(A)).
- V aplikáciách s priamym použitím STIPA súboru alebo pri použití elektronického vstupu STIPA signálu je potrebné prispôbiť jeho úroveň úrovni hovorenej správy. Toto vyžaduje LAeq merania reči na reprezentatívnych meracích miestach, po ktorých nasledujú merania so signálom STIPA. Úroveň meracieho signálu STIPA sa potom nastaví vyššia o 3 dB ako bola nameraná úroveň rečového signálu.
- STIPA analyzátor sa kontroluje pomocou kalibrátora zvukovej úrovne (ak je k dispozícii) a podľa potreby sa nastaví na správnu úroveň podľa úrovne kalibrátora.
- STIPA analyzátor je pripravený na meranie (napr. nainštalovaný na stojane a nastavený v správnej výške).
- Pred každým meraním by sa malo vykonať kontrolné meranie, tzv. „back-to-back“ meranie. Meranie trvá len niekoľko minút a umožňuje zistiť, či je meracie zariadenie v poriadku.

Pri meraní „back-to-back“ sa umiestni STIPA analyzátor tesne pred talkbox a vykoná sa meranie STIPA a meranie úrovne signálu. Pri meraní musí byť talkbox a STIPA analyzátor vzdialený najmenej 1 m od plôch spôsobujúcich odrazy signálu a mikrofón má byť umiestnený vo vzdialenosti 0,25 m od reproduktora talkboxu. Signál talkboxu sa nastaví na 60 dB(A) vo vzdialenosti 1 m a spustí sa STIPA meranie. Skontroluje sa nameraná úroveň SPL, ktorá má byť 72 dB(A) (+ 1 dB) a hodnota STI, ktorá má byť $STI > 0.96$.

Ak úroveň SPL alebo hodnota STI nedosahuje uvedené hodnoty, skontrolujte nastavenie zariadenia, aby ste dosiahli požadované výsledky. Zaznamenajte si dosiahnuté výsledky merania „bak-to-back“ a uložte ich vo Vašom STIPA analyzátore.

4.3. Vzdialenosť meracích bodov a zber nameraných údajov

Hlavne pri veľkých priestoroch môže byť počet individuálnych STIPA meraní veľmi veľký, v závislosti od použitého aplikačného štandardu. V týchto prípadoch pomôže vyznačenie meracích bodov na výkrese, prípadne fyzické označenie meracích miest na podlahe.

Umiestnenie STIPA analyzátora na stojane sa odporúča z dvoch dôvodov: Umožňuje dodržať predpísanú výšku (obvyčajne 1,50 m) a umožňuje stabilnejšie merania. Po spustení merania sa odporúča vzdialiť od meracieho zariadenia krok dozadu, aby sa minimalizovalo ovplyvnenie merania.

V tejto fáze je potrebné vykonať veľa práce na vykonanie merania, štandardný postup je však obvyčajne celkom jednoduchý. Problémy s prenosovým kanálom a meracím zariadením sa dajú odhaliť veľmi skoro. Vždy je potrebné vykonávať merania podľa správneho postupu a pri meraní dodržiavať tieto zásady:

- Dodržiavať minimálnu vzdialenosť 1 m od povrchov spôsobujúcich odrazy

- Pri meraní držať prístroj vzdialený od tela alebo ustúpiť o krok dozadu, ak je prístroj na stojane
- Všímať si rušivé impulzné zvuky (ako je buchnutie dverí) a prerušenia signálu. Tieto udalosti spôsobia, že meranie bude chybné, aj keby analyzátor negeneroval varovný signál. Ak nastane takáto situácia, zrušte toto meranie a spustíte nové meranie.
- Neustále kontrolujte, či výsledky merania sú v súlade s očakávaním, a či STIPA analyzátor pracuje normálne, bez varovných signálov (napr. stavu batérie).

Odporúča sa zakončiť meranie záverečným testovacím meraním „back-to-back“. Týmto meraním vylúčite možnosť, že sa v polovici merania vyskytla porucha meracieho prístroja.

4.4. Merací protokol

Niektoré aplikačné štandardy vyžadujú špecifické spracovanie dát. Štandardný postup po ukončení merania je uložiť dáta zo STIPA analyzátoru do PC. Po importovaní dát do štandardného tabuľkového procesora, ako je Microsoft Excel, možno dáta usporiadať (napr. vypočítať priemernú hodnotu a štandardnú odchýlku) a ďalej spracovať.

V tejto fáze možno vykonať ďalšie následné výpočty. Napríklad možno výpočtom pridať k meraniu vykonanom bez hluku hodnotu nameraného hluku pri reálnych podmienkach. Viac je uvedené v časti 7.

5. Špecifické požiadavky NFPA72 (2013) – príloha D

Ako príklad aplikačného štandardu, ktorý používa merania STIPA, uvádzame špecifické požiadavky a údaje štandardu NFPA72 (2013) [8] vo vzťahu k STIPA. Štandard NFPA - príloha D uvádza postup merania zrozumiteľnosti reči systému HSP pri meraní STIPA. Tento popis neobsahuje kompletný popis a požiadavky štandardu NFPA72 - príloha D a nedá sa použiť ako jediný zdroj informácií, keď je potrebné vykonať merania podľa tohto štandardu. Táto časť slúži len ako zhrnutie prílohy D s ohľadom na informácie súvisiace s meraním STIPA.

Vo všeobecnosti meranie podľa štandardu NFPA má rovnaký postup ako bol uvedený v predchádzajúcich častiach tohto článku. Avšak existuje niekoľko ďalších požiadaviek a niekoľko odchýliek od štandardných postupov.

5.1. Akusticky rozlíšiteľné priestory (Acoustically Distinguishable Spaces – ADS)

NFPA72 používa koncepciu akusticky rozlíšiteľných priestorov (Acoustically Distinguishable Space - ADS). ADS je priestor (ktorým môže byť celá zóna alebo len jej časť), ktorý je jasne identifikovateľný jeho akustickými vlastnosťami. ADS môže byť jedna miestnosť alebo vo väčšej miestnosti jej časť. Ak sú priestory (takmer) identické z hľadiska hluku prostredia a akustiky priestoru, potom sú uvažované ako rovnaké ADS a nie je potrebné ich opakovane merať. Samozrejme, ak nie je potrebné merať každý priestor, vo veľkých projektoch to znamená veľkú časovú úsporu

5.2. Kritériá akceptácie

NFPA72 používa dve kritériá akceptácie: Priemerná hodnota STI v každom ADS musí byť najmenej 0,50 a najmenej 90% jednotlivých meracích bodov v ADS musí mať hodnotu STI minimálne 0,45 (časť D.2.4.6). Táto požiadavka necháva do 10% „slabých miest“ v každom ADS.

Tieto kritériá sú podobné vo väčšine iných (mezinárodných a národných) štandardov pre evakuačné systémy.

Ak je požadované v ADS len jedno meranie (pozri tiež ďalej), potom STI v tomto mieste musí mať hodnotu minimálne 0,50. Ak je výsledok merania STI < 0,50, merania je potrebné opakovať, pretože sa očakáva štatistický rozptyl výsledkov merania. Ak je priemerná hodnota meraní minimálne 0,50, potom sa výsledok akceptuje.

5.3. Výber meracích miest a podmienky merania

NFPA72 príloha D pripúšťa, že meranie zrozumiteľnosti reči nie je nutné vykonať v každom priestore. Uvedené dôvody, pri ktorých nie je nutné vykonať STIPA meranie sú: Malé rozmery miestnosti (< 9 x 9 m), vzdialenosť k reproduktorom je malá (< 9 m), výška miestnosti je malá a nie sú v miestnosti tvrdé povrchy - ako je mramor alebo dlaždice. Aj v náročnejších podmienkach štandard NFPA72 hovorí, že meranie STIPA nie nutné vykonať, ak systém hlasovej signalizácie požiaru je naprojektovaný skúseným projektantom s použitím akustického simulačného softvéru. Vo všetkých ostatných prípadoch (väčšie miestnosti, tvrdé povrchy, vysoké miestnosti) je nutné meranie STIPA vykonať.

Pre každý priestor ADS, ktorý vyžaduje meranie zrozumiteľnosti, je potrebné vybrať miesto merania. Základné pravidlá sú nasledovné:

- Meracie body sú vzdialené od seba cca 12 m. V menších miestnostiach tak stačí vykonať jedno meranie.
- Menej ako 1/3 meracích bodov môže byť v osi reproduktora.
- Miesta zvláštneho významu je potrebné zahrnúť do meracích bodov. Špeciálnu pozornosť je potrebné venovať miestam s predpokladanou zlou zrozumiteľnosťou (pri zdrojoch hluku) a únikovým cestám.
- V každom meracom bode sa vykonajú 3 merania.

Výška merania (meracieho mikrofónu) je vždy 1,5 m. Meracie body je potrebné označiť na výkresovej dokumentácii, ktorú treba priložiť k výsledkom merania (na použitie v budúcnosti).

Aby bol v meraní zahrnutý vplyv hluku prostredia, štandard NFPA72 dovoľuje vykonať meranie v prostredí s aktuálnou prevádzkou (keď je prítomný charakteristický hluk prostredia) alebo meranie priestoru v čase pokoja (bez prevádzky) – v tomto prípade sa hluk prostredia nameraný samostatne pridá výpočtovo k výsledkom merania. Druhý spôsob je pohodlnejší a zvyčajný; pozri časť 7 s opisom tohto spôsobu merania.

5.4. Nastavenie a kalibrácia

NFPA72 udáva 2 možnosti kalibrácie talkboxu: Relatívne zložitý postup opísaný v časti D4 štandardu alebo podľa postupu, ktorý udáva výrobca zariadenia. Odporúčame druhý spôsob. Pre talkbox Bedrock BTB65 TalkBox je tento postup uvedený v časti 4.2 tohto článku. Jednoducho sa skontroluje úroveň signálu vo vzdialenosti 0,25 m (ktorá má byť o 12 dB väčšia ako referenčná úroveň rečového signálu) a vykoná sa meranie STI back-to-back (nameraná hodnota STI má byť > 0.96).

Postup prispôsobenia úrovne signálu STIPA úrovni referenčného rečového signálu (pre aplikáciu s elektrickým signálovým vstupom STIPA) je rovnaký ako ako všeobecný postup, ktorý je opísaný v časti 3 tohto článku. Dovoľená je široká tolerancia úrovne signálu; referenčná úroveň rečového signálu a úroveň STIPA signálu sa môžu líšiť o max. + 3 dB.

NFPA72 používa úroveň referenčného rečového signálu 65 dB(A) namiesto úrovne 60 dB(A). Toto je pozoruhodná a nezvyčajná voľba. Racionálny dôvod na použitie vyššej úrovne je úplne opodstatnený: Ľudia obyčajne hovoria pri hlásení hlasnejšie, zvlášť pri evakuačnej situácii. Avšak v súvislosti s inými štandardami by sa dala predpokladať hodnota 66 dB(A), pretože úroveň signálu je obyčajne špecifikovaná na stupnici so 6 dB krokmi. Tento fakt môže byť problémom pri použití niektorých talkboxov a generátorov signálu, pretože aktuálne nastavenia sú zvyčajne na úrovniach so 6 dB krokmi.

V štandarde NFPA72 je potrebné použiť talkbox na nastavenie inej úrovne ako je normálna referenčná úroveň. Referenčná hodnota podľa NFPA72 je 65 dB(A). Na zistenie vplyvu rozdielnej úrovne signálu odporúča štandard vykonať merania s úrovňou 60 dB(A) a 70 dB(A) aspoň na jednom meracom mieste.

5.5. Spracovanie výsledkov merania a merací protokol

V meracom protokole majú byť zahrnuté zvyčajné informácie, štandard udáva podrobný zoznam:

- Adresa budovy a ďalšie identifikačné údaje
- Mená, funkcie a kontaktné informácie osôb, ktoré vykonávali merania
- Dátumy a časy, kedy boli vykonávané merania
- Zoznam meracích zariadení, vrátane mena výrobcu, typu zariadení, výrobného čísla a dátumu poslednej kalibrácie
- Technický opis komunikácie zariadenia pri evakuácii
- Identifikácia priestorov ADS (akusticky rozlíšiteľných priestorov)
- Pozície meracích bodov (opis jednotlivých pozícií alebo výkresová dokumentácia s vyznačením meracích bodov)
- Definícia úrovni hluku v jednotlivých miestach
- STI/STIPA merania v každom meracom bode
- Výsledné korigované STI/STIPA hodnoty pri metóde s oddeleným meraním hluku prostredia
- Vyjadrenie, či meranie splnilo/nesplnilo požadované kritériá
- Záznam o vrátení systému do pôvodného prevádzkového stavu po vykonaní meraní
- Iné užitočné informácie pre budúce meranie systému

Výsledok merania v každom meracom bode sa vypočíta ako priemer z troch vykonaných meraní, korigovaný hlukom prostredia (pri použití metódy s oddeleným meraním hluku). Pre každý priestor ADS (akusticky rozlíšiteľný priestor) údaje zo všetkých meracích bodov vytvárajú výsledky s konečným záverom vyhovuje/nehovuje.

6. Obmedzenia metódy STIPA

Model STI (Speech Transmission Index) má zo svojej podstaty a návrhu niektoré obmedzenia, ktoré sa prejavujú v špecifických situáciách nepresnosťou merania alebo aj praktickou nepoužiteľnosťou. Takéto situácie sa v praxi vyskytujú zriedkavo, ale je vždy dobré mať na pamäti tieto obmedzenia:

- Pokročilé systémy hlasového digitálneho kódovania s nízkou prenosovou rýchlosťou reprodujú STI signály nepresne. STI signály nie sú skutočné rečové signály ale modulovaný šum; digitálne hlasové kóдеры s nízkym bitovým prenosom (ako sú vojenské komunikačné systémy) v skutočnosti STI signály pri prenose potláčajú. Mobilné telefóny sa obvyčajne dajú merať, avšak nie vždy – výsledky merania by sa mali vždy starostlivo preveriť z dôvodu nestálosti prenosu.
- Agresívne algoritmy na redukciu šumu neumožňujú použitie testovacieho signálu na báze šumu.
- Meranie STI je nepresné pri meraní systémov s vlastnosťou prebudzovania (orezávania) signálu. Tento typ skreslenia bol typický pre uhlíkové mikrofóny, ktoré sa už dnes používajú veľmi zriedkavo.

STIPA je realizácia meracej metódy STI s menším počtom modulačných frekvencií v oktávovom pásme ako používa štandardná („Full“) STI. Vďaka dômyselnej schéme, kde sa striedajú modulačné frekvencie v jednotlivých oktávových pásmach, obsahuje výsledný signál celé modulačné spektrum (celé modulačné spektrum však nie je obsiahnuté v jednotlivých oktávových frekvenčných pásmach). Táto skutočnosť bola vedecky overená a bolo dokázané, že metóda je presná takmer vo všetkých aplikáciách verejného (PA) ozvučenia (a prakticky tiež v každej inej aplikácii). Jedinou výnimkou sú priestory so silnými, samostane rozlíšiteľnými ozvenami, ako sú niektoré katedrály a veľmi veľké haly.

Jediným obmedzením metódy STIPA (a všeobecne aj metódy STI), ktoré vyžaduje trvalú pozornosť, je fakt, že STI nesprávne vyhodnocuje rušivé zvukové impulzy a prerušenia signálu.

V prípade rušivých zvukových impulzov, ktoré sa vyskytnú v priebehu merania STIPA (ako je buchnutie dverami alebo náhodné ťuknutie na mikrofón), bude výsledok merania veľmi nepresný. Rovnako tomu bude v prípade, ak sa v priebehu merania preruší merací signál (aj na krátku dobu). Niektoré meracie prístroje (ako Bedrock SM50) sú schopné detekovať mnohé, avšak nie všetky prípady, kedy je meranie neplatné. Aj keď merací prístroj negeneruje varovný signál, vyradte meranie z databázy platných meraní, ak ste zaregistrovali rušivý zvukový impulz alebo prerušenie meracieho signálu.

7. Pokročilé možnosti merania STIPA

7.1. Pridanie hluku prostredia do výslednej kalkulácie

Možnosť prídania hluku prostredia do výsledného výpočtu merania bola už niekoľkokrát zmienená. Táto možnosť je jednou z mnohých pokročilých volieb, ktoré ponúka model STI. Väčšina pokročilých možností je nad rámec tohto článku, ale výpočtové prídanie hluku do výsledku merania je také bežné (a užitočné), že preto tu uvádzame tento postup.

Ak je hluk prostredia prítomný počas STIPA merania, je jeho vplyv na zrozumiteľnosť započítaný automaticky. Hluk znižuje modulačnú hĺbku meracieho STIPA signálu, ktorá je detekovaná analyzátorom. Ale aj v prípade, ak sa meranie vykonáva bez hluku prostredia (v čase pokoja), možno ho do výsledku merania STI pridať výpočtom, ak poznáme jeho oktávové spektrum. Z oktávového spektra signálu hluku prostredia v kombinácii s meraním STIPA bez hluku, možno vypočítať vplyv hluku prostredia na STI podľa skutočnosti. Ak bude oktávové spektrum signálu hluku prostredia presne zmerané, je táto metóda rovnako presná (a výpočtovo ekvivalentná) ako meranie STI s prítomným hlukom prostredia (počas prevádzky). Výpočet tejto operácie vychádza priamo zo štandardu STI [5].

V praxi existujú 2 alternatívne spôsoby na prídanie hluku prostredia:

Spôsob 1. Na STIPA analyzátore	Spôsob 2. Pomocou súboru MS Excel
<ul style="list-style-type: none">• Zmerajte oktávové spektrum hluku pri typických podmienkach. Pri meraní neprehrávajte STIPA signál.• Niektoré STIPA analyzátory (ako je Bedrock SM50) umožňujú vložiť oktávové spektrum hluku priamo do analyzátora.• Teraz zmerajte STI v podmienkach bez hluku prostredia. STIPA analyzátor poskytne dve rôzne STI hodnoty pre každé meranie: S prídanim hluku a bez prídania hluku (pridaného výpočtom).	<ul style="list-style-type: none">• Zmerajte STI v podmienkach bez hluku vo všetkých meracích bodoch. Uložte namerané výsledky.• Pred alebo po STI meraní zmerajte oktávové spektrum hluku pri typických podmienkach. Pri meraní neprehrávajte STIPA signál.• Po skončení STI meraní sa použije aplikačný program na báze MS Excel (dodávaný zvyčajne výrobcom STIPA analyzátorom) na prídanie hluku ku každému STI meraniu.

Voľba použitého spôsobu závisí od situácie. Spôsob 1 je obvyčajne pohodlnejší a umožňuje vyhodnotiť vplyv hluku prostredia pri vykonávaní merania. V prípade potreby umožňuje prispôsobiť plán merania vplyvu hluku prostredia podľa aktuálnej situácii.

Avšak nie všetky STIPA analyzátory majú túto možnosť. Tiež v niektorých prípadoch nemusíme mať k dispozícii namerané spektrum hluku pred vykonávaním merania STIPA. Napr. nemusíte mať možnosť vykonať časovo náročné merania pred otvorením nákupného centra a môžete len vykonať meranie hluku v aktuálnom prevádzkovom stave po jeho otvorení pre verejnosť.

7.2. Maskovanie v závislosti od úrovne signálu

Zrozumiteľnosť reči čiastočne závisí na absolútnej úrovni rečového signálu. Pri veľmi nízkych úrovniach a tiež vysokých úrovniach signálu zrozumiteľnosť klesá. Dôvodom je nedokonalosť ľudského sluchu spôsobeného efektom maskovania zvuku pri vyšších úrovniach. Tento efekt, známy ako „maskovanie v závislosti od úrovne“, model STI zahrňuje do výpočtu STI.

Avšak v niektorých prípadoch nemusí byť aktuálna úroveň signálu známa vopred. Napr., STI je zvlášť vhodná na meranie vlastností elektroniky ozvučovacieho (PA) systému. Avšak elektronika sa môže používať v širokom rozsahu úrovni zvuku (od veľmi vysokých po veľmi nízke). Vloženie vplyvu maskovania nemá v tomto prípade význam. Pre tento prípad STIPA analyzátory majú často voľbu na vypnutie vplyvu maskovania.

Táto vlastnosť je niekedy užitočná pri kontrolnom meraní back-to-back: Aj keď nie je žiadne skreslenie signálu, pri vysokých úrovniach signálu (>75 dB(A)) hodnota STI nikdy nedosiahne teoretické maximum 1,00. Pri vypnutom efekte maskovania možno namerať STI hodnotu >0,97 pri rôznych úrovniach signálu (ak je prenosový kanál bez akéhokoľvek rušenia).

Vypnutie vplyvu „maskovania závislého od úrovne“ vedie k zvýšeniu hodnoty STI pri vyšších aj veľmi nízkych úrovniach signálu. Vypnutie tejto funkcie má opodstatnenie iba v prípade, ak nie je známa akustická referenčná úroveň alebo ak sa meria len samotná meracia zostava. Vypnutie tejto funkcie pri ostatných meraniach vedie k nesprávnym, príliš optimistickým výsledkom.

8. Záver a diskusia

STIPA ponúka pohodlný, relatívne ľahký a spoľahlivý spôsob na získanie objektívnych výsledkov merania zrozumiteľnosti reči. Tento článok je pokusom o úvodný prehľad postupov týkajúcich sa STIPA merania.

Model STI otvára široké spektrum možností pri diagnostickej analýze rečových prenosových kanálov. Tento článok prináša len základné informácie o tejto problematike. Ďalšie dostupné literárne zdroje ukazujú, ako STI pomáha pri odstraňovaní problémov systému zistením príčin, ktoré spôsobujú zhoršenie zrozumiteľnosti.

Výpočtové spracovanie výsledkov merania možno použiť na oveľa širší rozsah aplikácií, ako len na uvedené prídanie hluku prostredia.

Literatúra

- [1] Sander J. van Wijngaarden, Ed.(2002) “Past Present and Future of the Speech Transmission Index,” TNO Human Factors, Soesterberg. Možnosť stiahnutia z www.embeddedacoustics.com
- [2] Rôzne články na www.embeddedacoustics.com
- [3] Steeneken, H.J.M. and Houtgast, T. (1980), “A physical method for measuring speech transmission quality”, J. Acoust. Soc. Amer. 67, 31, p.318-326
- [4] Steeneken, H.J.M., Verhave, J.A., McManus, S., and Jacob, K.D., (2001) “Development of an Accurate, Handheld, Simple-to-use Meter for the Prediction of Speech Intelligibility”, Proceedings IoA 2001, Reproduced sound (17). Stratford-upon-Avon, UK.
- [5] IEC 60268-16 (2011) rev. 4. “Sound system equipment — Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index,” International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- [6] ISO 9921 (2003) “Ergonomics – Assessment of speech communication.” International Standards Organisation, Geneva, Switzerland
- [7] Informácie o meracích prístrojoch Bedrock SM50 a BTB65 Talkbox na www.bedrock-audio.com
- [8] NFPA72 (2013) “National Fire Alarm and Signaling Code,” National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, USA.