

Felaktiga bullermätningar är farligt!

Smartphones kan inte utföra professionella ljudmätningar ...

..... och felen kan vara 10 dB eller större!

Om man ansluter en extern professionell mätmikrofon går det dock bra!

Bakgrund

Vårt team arbetar med utbildningar och expertkompetens inom ljud och buller, både nationellt och internationellt. Vi är mycket aktiva inom standardiseringar och vetenskapliga grupper inom området. I slutet av dokumentet finns lite mer information angående detta.

Som tidigare VD för ett av USAs största bolag när det gäller ljudnivåmätare samt internationellt standardiseringsarbete har vi lång erfarenhet av dessa frågor samt vad som krävs. Vi har dessutom utvecklat professionella mikrofoner som uppfyller typ-standarderna för Typ 1 samt Typ 2. Vi vet vad som kan (och inte kan) göras med t.ex. en iPhone! I vårt samarbete med Ljudombudsmannen är vi involverade i frågor som rör ljud, buller, lagstiftning samt korrekta åtgärder inom många tillämpningar. Vi vill gemensamt minska ljudnivåerna och skapa bättre ljudmiljöer.

Vi ser det som mycket viktigt att vara professionell och hålla sig till de standarder och metoder som är internationellt vedertagna när ljudmätningar enligt lagkrav utförs. Om lagen skall uppfyllas måste utrustningen vara korrekt. Det är därför som det finns standarder och en Typ-klassificering av mätinstrument. Följande brister finns när en smartphone (och den inbyggda mikrofonen) används för denna typ av mätningar (se referens 1-4 för mer information):

1. En iPhone (eller smartphone) är inte kapabel att uppfylla Typ-standarderna för ljudmätningar. Felen i en smartphone är alltför stora och bilden nedan från ljudstandarderna IEC 61672 visar vilka fel som tillåts.
2. Hur en iPhone eller iPad hålls vid mätningen spelar mycket stor roll. Standarden beskriver att mätningen skall utföras på "armlängds avstånd, minst 1.5 meter över marken och minst 1 meter från reflekterande ytor." Mikrofonen sitter i undre kanten på en iPhone och den pekar därför inåt mot kroppen vilket ger felaktiga mätresultat. Professionella ljudmätningar får inte göras på det sättet men så kommer de flesta användare av en iPhone att göra!
3. Mätfelen växer för sjunkande frekvens (och även för högre). Eftersom vi vet att det ofta är mycket lågfrekvens i dessa industriapplikationer och dessa ljud ger negativa hälsoeffekter blir det som att sätta en "bindel för ögonen" eftersom telefonen ofta gör 10 dB mätfel, oftast med lägre nivåer än de verkliga. Det är då lätt att förledas att tro att lagar och regler som finns uppfylls men i själva verket kanske mätresultatet är 10 dB från sanningen. Enligt IEC 61672 kräver man max 2 dB mätfel för den sämsta mätutrustningen!
4. Kalibrering av mätsystemet skall ske före och efter en viktig mätning:
 - a. Det går inte kalibrera en telefon med inbyggd mikrofon så att den kan användas för mätningar där lagkrav finns vilket dock är vad Arbetsmiljöverket indirekt säger. Den uppfyller ingen typ-standard alls. I bilden nedan redovisar vi de krav som anges via IEC 61672. Det är Typ 1 samt Typ 2 som används professionellt. Alla Typ-1 och Typ-2-ljudnivåmätare kan (och måste) kalibreras före och efter en mätning med en kalibrerad kalibrator som sätts på mikrofonen (ofta 1/2") (t.ex. SP kalibrerar kalibratören årligen). Det går inte att ansluta en kalibrator till en telefon varför det är inte är möjligt att referera till kalibrerade mätningar. Detta är vilseledande!
 - b. Att "alla" kan mäta själva och få bra resultat är en myt. Det är lätt att dra helt fel

slutsatser av de resultat man får om man inte är kunnig om vad dessa mätdata representerar och hur mätningen skall genomföras. Man riskerar besvärande konsekvenser när arbetsmiljölagen inte följs pga felaktiga mätningar som dock verkar vederhäftiga (decimaler i siffrorna). Arbetsmiljöverket skriver t.ex. på sin hemsida:

- i. Applikationen använder sig av mobiltelefonens inbyggda mikrofon för att mäta ljudnivån i omgivningen. Det innebär att värdena kan skilja sig åt mellan olika telefoner beroende på variationer i mikrofonernas känslighet.
 - ii. **Bullermätaren är inte likvärdig med en professionell bullermätare utan ger ungefärliga värden. Den uppfyller därmed inte internationell eller europeisk standard för ljudnivåmätare. På grund av inbyggda begränsningar i produkterna kan ljudnivån för ljud som domineras av låga frekvenser (under 200 Hz) komma att underskattas.**
 - iii. Tanken med bullermätaren är att du ska kunna få en **indikation** på bullernivån omkring dig för att vid behov kunna gå vidare och **göra mer noggranna mätningar med en professionell bullermätare**. Om du upplever besvärande ljudnivåer på din arbetsplats, kontakta i första hand din arbetsgivare och ditt skyddsombud.
- c. Appar för en smartphone kan ha stora mätfel om den inbyggda mikrofonen används, speciellt i lågfrekvensen, där standarden kräver max 1 dB (eller max 2 dB för klass/typ 2) för typgodkända mätinstrument. Till detta kommer handhavandet för alla typer av instrument. Dessa fel är ofta väl så stora. Vi har dokumenterat ca 10 dB mätfel i flera fall där vi genomfört parallella mätningar med en iPhone och ett Typ 1-instrument. **Det är därför dessa mätningar utförs av experter som genomgått nödvändig utbildning och vet hur ett mätinstrument skall hållas och var/hur man skall mäta.**
- d. En egenkontroll är inte rekommenderat när det finns lagkrav. Att mäta för att få en indikation är dock möjligt men det måste finnas en medvetenhet om de stora mätfelen. **Vi vill VARNA för all användning av appar där den inbyggda mikrofonen används för mätningar där lagkrav finns!**

Vi har nyligen genomfört en mätserie där vi har använt en iPhone samt en iPad med programvaran SPL Graph från Studio Six Digital (AudioTools). Denna går att använda med en extern professionell mätmikrofon men även med den inbyggda mikrofonen. Med den externa mikrofonen (iPrecisionMic) följer både iPhone/iPad samt programvaran standarden. Vi utrustade en iPad med en Typ-1 mätmikrofon (iPrecisionMic) som kalibrerades med en kalibrator till 94 dB (vanligast med 94 dB bland proffsen).

iPhone används ”som den är” (dvs med den inbyggda mikrofonen) men samma programvara används i båda fallen och iPhone/iPad mäter samtidigt i precis samma ljudmiljöer i en typisk industri med buller. Detta ger då en bra jämförelse hur de två systemen skiljer sig åt.

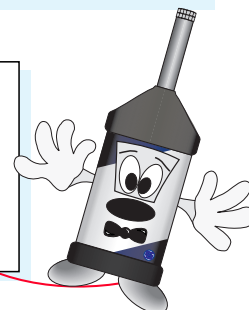
Extract from IEC 61672

The total spread of the change in sensitivity of the equipment within an angle of 30 degrees from the reference direction shall not exceed the values given in Table II.

These values are for normal use with the observer not disturbing the sound field.

Table II (dB variation)

Frequency [Hz]	Type 1	Type 2
31,5 - 1000	1	2
1000 - 2000	1	2
2000 - 4000	1,5	4
4000 - 8000	2,5	9



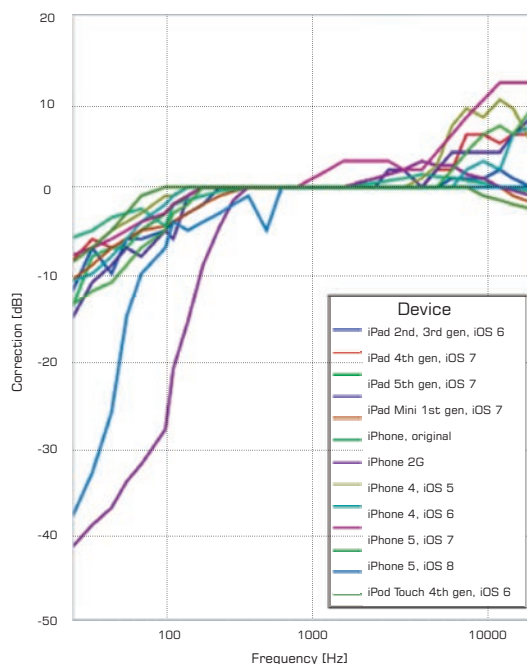
Vi har även jämfört olika sätt att använda en iPhone (som pekar in emot kroppen kontra utåt). Bilden till vänster är mätt med en iPhone och bilden höger är resultaten från en iPad. Skillnaderna är ganska stora:



iPhone redovisar 96.0 dB men iPad redovisar 101.5 dB för samma ljud. Klockslagen är desamma i bilden. Det skiljer alltså hela 5.5 dB bara på grund av hur telefonen hålls. Detta är något som experter vet men de flesta som använder en iPhone med den inbyggda mikrofonen kommer att hålla telefonen ”som man brukar”. Detta skapar stora mätfel.

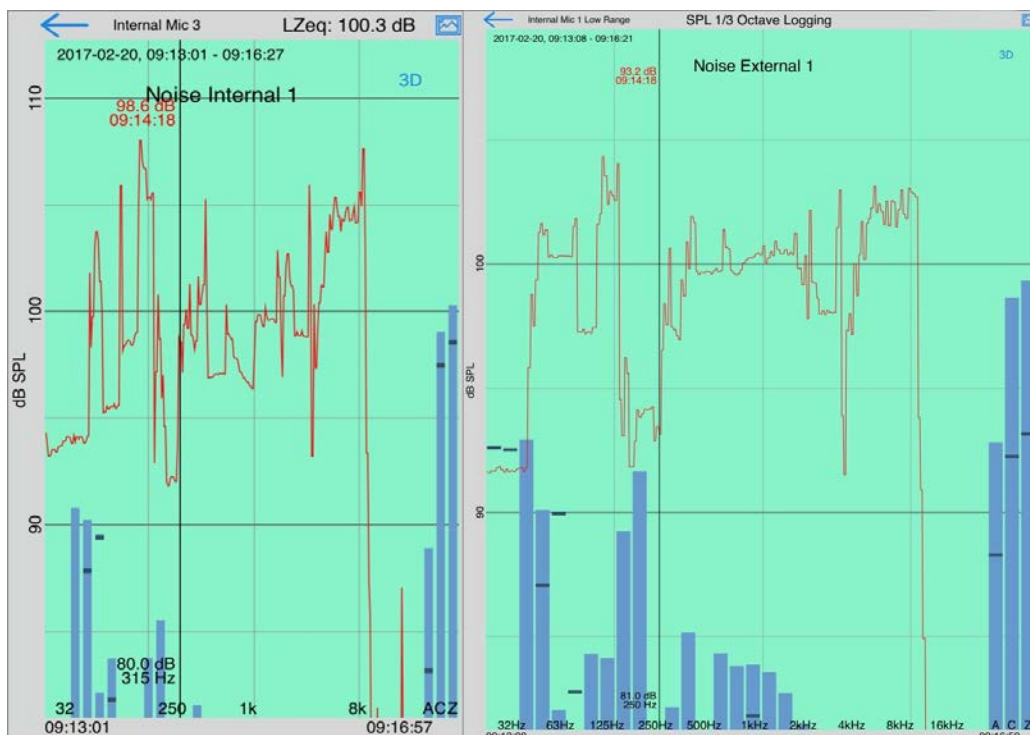
Som framgår av mätningarna så är det ganska stora skillnader och långt över den 1 dB-gräns som standarden kräver för Typ 1. Med en iPhone kan alltså inte en godkänd mätning genomföras. I bilden till höger redovisar vi de mätfel som vi har dokumenterat i en serie mätningar av olika iOS-enheter. Arbetsmiljöverket har själva genomfört liknande mätningar där de också redovisar liknande resultat. Mer info finns i ref [1][2][3]. Den senare är från Arbetsmiljöverkets egen rapport.

Vi vill varna för Arbetsmiljöverkets app och även användning av andra appar som är baserade på den inbyggda mikrofonen. De är inte avsedda för, och kan inte användas för professionella ljudmätningar! Dessa mätdata och analyser, där mätkvalitet och korrekta mät- och analysmetoder ligger till grund för åtgärdsprogram inom industrin, måste vara korrekta. De standarder som finns skall följas både när det gäller mätinstrument samt mät- och analysmetoder.



I nästa test mättes ljudet från en traktor. En iPhone jämförs med en iPad som har en Typ-1-mikrofon ansluten (iPrecisionMic). iPhone indikerar 98.6 dB och iPad mäter 93.2 dB i detta fall. Felet blir mindre om iPhonen hålls korrekt men felet är fortfarande 5.4 dB trots ett ljud som är mycket enkelt att mäta och förutsättningarna goda.

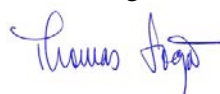
Man kan även se att ljudkurvorna över tiden ser ganska olika trots att mätutrustning var placerad intill varandra och mätningen skedde exakt samtidigt. Man kan också se från mätningen att de interna mikrofonen gör fel både uppåt och neråt i dB. Data visar tydligt att en iPhone utan en professionell mikrofon inte kan utföra korrekta mätningar. Vi har analyserat hela mätningen och felet var ofta större än 5 dB. Vi har gjort fler liknande mätningar och fel på upp till 10 dB har registrerats. Detta är alltför stora mätfel och dessa resultat får inte användas som underlag om en eventuell åtgärd enligt lagkrav skall genomföras.



Vi kan åta oss att utbilda er personal i hur professionella ljudmätningar enligt standard skall utföras samt vilka mätfel som är vanliga och hur dessa undviks. Det går att använda en smartphone typ iPhone/iPad om en professionell mätmikrofon ansluts som går att kalibrera i fält. Till detta måste kunskap om hur man mäter och dra slutsatser av dessa data läggas till. Det finns duktiga experter som hanterar detta på ett professionellt sätt. **Det är personalens hälsa det handlar om!**

Ni får gärna höra från er samt starta en dialog kring *professionella ljudmätningar för industriella applikationer* – vad krävs och hur man gör för att uppfylla lagen? Är ni intresserade?

Med vänlig hälsning



Tekn. Dr. Thomas Lagö, adj. Professor samt Ljudombudsmannen Lars Bergh

REFERENSER

1. Andrew Smith, "Using iOS Devices for Noise and Vibration Measurements," Sound and Vibration Magazine, SOUND & VIBRATION/JUNE 2016, USA.
2. Kardous, C. A., and Shaw, P. B., "Evaluation of Smartphone Sound Measurement Applications," Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 135, No. 4, EL186-192, 2013.
3. Kalibreringsmätningar - Bullerapp till mobiltelefoner <https://www.av.se/globalassets/sammanstallning-matningar-bullerapp.pdf>, Arbetsmiljöverket, February 2016, Sweden.
4. <https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/buller/mat-buller-med-din-mobiltelefon/> (avsnitt "Hur fungerar appen?")
5. IEC 61672, standard for Class 1 and Class 2 SLMs.
6. ANSI standard S1.4 for Type 1 and Type 2 SLMs.
7. IEC 60651: Specification for Sound Level Meters. This standard has been superseded by IEC 61672. Older meters meeting this standard can still be used for many applications. Originally this standard was called IEC 651, but was renamed IEC 60651. Grades in order of accuracy: Type 1, Type 2.
8. Studio Six Digital. Professionella mätmikrofoner för iOS. www.studiosixdigital.com

Bio Dr Thomas Lagö

Nedan listas några av Dr Thomas Lagös meriter:

- Är adjungerad professor inom fyra vetenskapsområden:
 - Elektroteknik
 - Maskinteknik
 - Väg och vatten
 - Fysik
 - Samtliga professurer har en gemensam nämnare i: "ljud och vibrationer, mätteknik samt åtgärd".
- Sitter i styrelsen för SAE NVH (Society for Automotive Engineering, Noise Vibration & Harshness) sedan 17 år tillbaka.
- Ordförande för SAE NVC400, "Active Noise and Vibration"
- Ordförande för SAE NVC502, "NVH Measurements Using Mobile Devices"
- Ordförande för "Chat with the Experts" i samband med SAE NVC 2017.
- Sitter i styrelsen för SAE SETC (Small Engine Technology Committee) och är bland annat ansvarig för NVH-frågor och konferenser.
- Har genomfört många utbildningar och konsultuppdrag inom ljud- och vibration för företag som NASA, Scania, Volvo, SAAB, Ericsson, Bofors, Harley Davidson, m.fl.
- Sitter i ett antal standardiseringsgrupper som AES (Audio Engineering Society, ANSII etc).
- För mer information, besök hemsidorna:
 - www.thomaslago.com
 - www.qirrasound.org/