

EGY ÉRDEKES JÁRTASSÁGI VIZSGÁLAT. – AKUSZTIKUS EMISSZIÓS HELYMEGHATÁROZÁS AN INTERESTING ROUND ROBIN TEST – DETERMINATION OF POSITION BY ACOUSTIC EMISSION

FÜCSÖK FERENC, GERÉB JÁNOS

Kulcsszavak: Akusztikus emisszió, jártassági vizsgálat, hely meghatározás
Keywords: Acoustic emission, Round Robin Test, determination of position

ÖSSZEFOGLALÁS

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgáló Szövetség és a Dunaújvárosi Főiskola Magyar Akusztikai és Ipari Diagnosztikai Vizsgálólaboratóriuma által közösen rendezett II. Akusztikus Emissziós Vizsgálatok Nyomástartó Edényeken című szimpóziumon a résztvevő laboratóriumok jártassági vizsgálaton vettek részt. A résztvevők egy 4,85 m³ űrtartalmú, 15,6 bar üzemi nyomású, cseppfolyós PB gáz tárolására használt, üzemből kivont tartályon végeztek nyomáspróbát, annak felszakadásáig. A nyomáspróba előtt 64 lokalizációs mérést végeztek a tartály felületén. A helymeghatározás eredményét a lokalizáció hibájával jellemeztük és a Z pontszám segítségével értékeltük, melynek alapján mind az öt résztvevő eredményét megfelelően minősítettük.

BEVEZETÉS

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgáló Szövetség 2011 nyarán meghirdette a negyedik körvizsgálatát, mesterséges forrásból származó hangimpulzus koordináták meghatározását akusztikus emisszióval. A körvizsgálat szervezésének megkezdése előtt nem sokkal lépett hatályba az ISO/IEC Guide 43-1:1997 jelű dokumentumot leváltó MSZ EN ISO/IEC 17043:2010 szabvány [1], amelyik egyértelművé tette a szóhasználatot is. Mivel a laboratóriumok közti összehasonlítást a MAROVISZ a lehető legkorszerűbb és nemzetközileg elismert módszerek szerint kívánja szervezni, ennek a szabványnak a követelményeit alkalmaztuk az akusztikus emisszió eredményeinek értékelése során. Az említett szabványnak megfelelően a következőkben az egyértelmű jártassági vizsgálat (proficiency testing) kifejezést fogjuk alkalmazni a körvizsgálat helyett.

A JÁRTASSÁGI VIZSGÁLAT BEMUTATÁSA

Vizsgálat koordinátora (ffucsook@maibox.hu), Magyar Roncsolásmentes Vizsgáló Szövetség Vizsgálat koordinátora, (janos.gereb@sensophone.hu), Geréb és Társa Műszaki Fejlesztő Kft.

A II. Akusztikus Emissziós Vizsgálatok Nyomástartó Edényeken című szimpózium előkészítése közben merült fel az ötlet, hogy a közösen végzett tartályvizsgálat eredményeit egy jártassági vizsgálat követelményeinek megfelelően kellene értékelni. Az akusztikus emissziós vizsgálat sok jellemzője közül nehéz volt olyan mérendő mennyiséget kiválasztani, melynek értékelése egyszerű és könnyen összehasonlítható. A szervezők, némi vita után, a gyakorlat számára fontos helymeghatározást választották az összehasonlítás tárgyának. Ennek nem elhanyagolható előnye, hogy a helymeghatározáshoz használt mesterséges hangforrások helyét ismerjük, és egyszerű hossz-méréssel előre meghatározhatjuk koordinátáit. Így ismertek lesznek a vizsgálat valódi értékei, amit az új szabványnak megfelelően kijelölt értéknek (assigned value) nevezünk.

Fentiek alapján a jártassági vizsgálat tárgya a mesterséges forrásból származó hangimpulzus koordinátáinak meghatározása, és az akusztikus emissziós értékelés helymeghatározási pontosságának felmérése volt. E cél megvalósításához a résztvevők számára ismeretlen számú mesterséges akusztikus-emissziós jelforrást hoztunk létre egy tartály felületén. A mérés egyalkalmas feladat (single occasion exercise) körülményei között, azaz egyidejű, közös feladat egyszeri megoldásával volt teljesíthető.

A jártassági vizsgálat mérését a II. Akusztikus Emissziós Vizsgálatok Nyomástartó Edényeken című kétnapos szimpózium keretei között, 2011. október 18.-án rendeztük. A vizsgálat helyszíne a Dunaújvárosi Főiskola Magyar Akusztikai és Ipari Diagnosztikai Vizsgálólaboratóriuma volt, ahol az időjárás is kegyes volt a résztvevőkhöz, és kellemes őszi időben lehetett a méréseket előkészíteni és elvégezni.

A szimpóziumon a résztvevők egy 4,85 m³ űrtartalmú, 15,6 bar üzemi nyomású, cseppfolyós PB gáz tárolására használt, üzemből kivont tartályon végeztek nyomáspróbát, annak felszakadásáig. A nyomáspróba a mérést végző csapatok a szokásos módon készültek fel, majd az elvégzett beállítások után a jártassági vizsgálat szervezői több

mint hatvan mesterséges akusztikus jelet hoztak létre a tartály felületén.

A jártassági vizsgálatban való részvétel nem volt korlátozva, magyarországi és külföldi érdeklődők is részt vehettek a mérésekben. Mint az 1.

táblázatból látható, a vizsgálatban öt laboratórium vett részt, és az előzetes jelzések ellenére, nem volt külföldi labor a jelentkezők között. A résztvevő laboratóriumok neve és székhelye a 1. táblázatban olvasható.

1. táblázat. A résztvevők felsorolása

Résztvevő neve	Székhelye
ÁEF Anyagvizsgáló Laboratórium Kft	1112 Budapest, Budaörsi út 45.
AETA Mérnökiroda Kft.	1118 Budapest, Háromszék utca. 32-34.
Dunaújvárosi Főiskola MAID Vizsgálólaboratórium	2401 Dunaújváros, Táncsics Mihály út. 1/A
R.U.M. Testing Kft.	1163 Budapest, Batsányi János út. 55.
TVK Műszaki Felügyelet Műszaki Vizsgáló Laboratórium	3581 Tiszaújváros, Pf. 20.

A szimpóziumot a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség valamint a Dunaújvárosi Főiskola Magyar Akusztikai és Ipari Diagnosztikai Vizsgálólaboratóriuma szervezte, szponzorok aktív támogatásával. A jártassági vizsgálat nélkülözhetetlen

szponzora a Pébé-Coop Gázipari Fejlesztő, Forgalmazó és Gyártó Kft. (Hajdúszoboszló) volt, aki a vizsgálatához felhasznált tartály adományozta. A tartály fényképe, a felszerelt érzékelőkkel, az 1. ábrán látható.



1. ábra. A tartály a nyomáspróba előtt

A MÉRÉS VÉGREHAJTÁSA

Mint az 1. ábrán látható, a mérés kezdetén a vizsgálat résztvevői rögzítették érzékelő szondáikat a tartály letisztított négy felületén, és egy közösen használt mérőszalaggal ellenőrizték szondáik koordinátáit. Minden résztvevőnek lehetősége volt, hogy zajtalan tartályon ellenőrizze mérőrendszere megfelelő működését.

Az előkészületek után, és a tartály nyomáspróbája előtt, a jártassági vizsgálat szervezői mesterséges hangjeleket hoztak létre a tartály felületén. A mesterséges hangjeleket gerjesztett szondával és ceruzahegy-töréssel, véletlenszerű sorrendben, szabálytalan időközökben adták. Az impulzusok helye, száma és sorrendje a résztvevők számára ismeretlen volt. A jelek helyzetét a jeladás sorrendjében a rendezők rögzítették, ezeket tekintjük a körvizsgálat kijelölt (valós) értékeinek.

Mint később, az értékelés közben kiderült, a gerjesztett szondák közül az egyik csatolása nem volt megfelelő. A gerjesztett jelek közül néhányat, kis amplitúdóval, csak egy résztvevő tudta érzékelni, ezért ennek a szondának a jeleit törölni kellett az értékelendő adatok közül.

A résztvevőknek a lokalizált koordinátákat (x,y) , a mérés kezdetétől eltelt időt (s) , és a hozzá tartozó amplitúdót (dB) kellett rögzíteni, továbbá meg kellett adni néhány adatot a mérés körülményeiből is. Ezeket az adatokat a rendezők a mérés után egy hónapon belül várták.

AZ ÉRTÉKELÉS MÓDJA

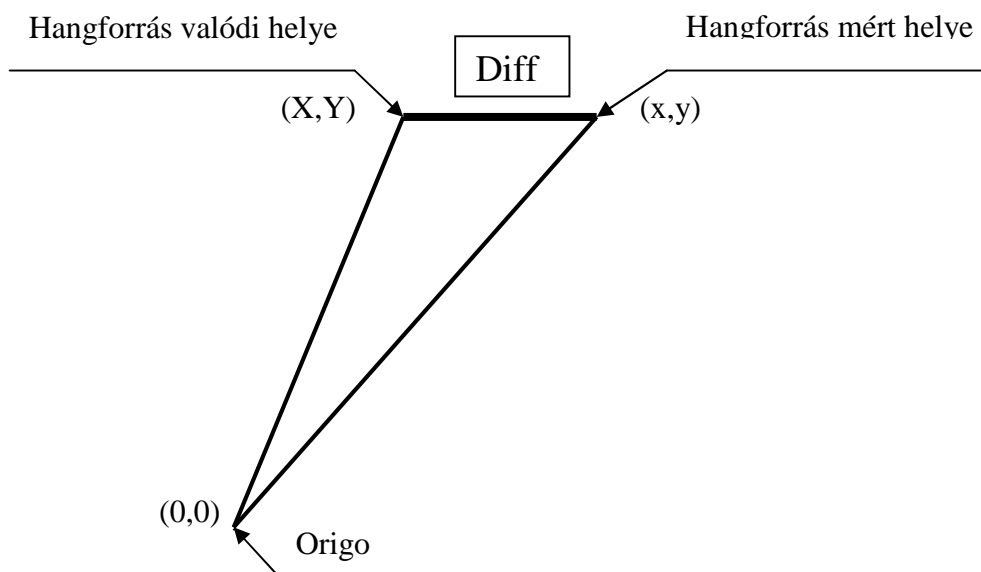
A helymeghatározás adatainak értékelését az említett szabvány [1] B mellékletében található ajánlásnak megfelelően, az eltérések számításával kezdtük. Kiszámítottuk azt a távolságot, aminek két végpontját a résztvevő mért koordinátái és a kijelölt érték koordinátái határoztak meg. Ez a távolság jellemzi a résztvevő helymeghatározási pontosságát. Az eltérés számítása az alábbi képlettel történt:

$$(\text{Diff})^2 = (x - X)^2 + (y - Y)^2$$

ahol:

Diff = a koordináták által meghatározott pontok távolsága,
 x, y = a résztvevő által megadott koordináták,
 X, Y = az adat *kijelölt* (valós) értéke (meghatározását lásd később).

Az Diff jelű eltérés értelmezését a 2. ábra magyarázza.



2. ábra. Az eltérés értelmezése a koordináta rendszerben

A számított eltérésnek nincs általánosan elfogadott értékelési követelménye.

Az eltérések százalékos értékeit nem számítottuk ki, mert ennek értéke függ a bázis értékétől, ezért nem jellemző a mérés hibájára.

A szabvány B melléklet ajánlása szerint számszerű mérési eredmények értékelését a Z pontszám (Z score) alapján lehet végezni. A Z pontszám számítása:

$$Z = \frac{D}{S}$$

ahol:

D = az előző lépésben meghatározott, Diff -el jelölt eltérések átlaga,

S = a változékonyság mérőszáma.

Az értékelést az alábbi, általánosan elismert követelmények alapján végeztük:

$|Z| \leq 2$ megfelelő,

$2 < |Z| < 3$ kérdéses,

$|Z| \geq 3$ nem megfelelő.

Amikor a Z számra vonatkozó követelményt az összes, Diff -el jelölt lokalizáció eltérésre külön-külön alkalmaztuk, a nagyobb eltérések esetén a Z pontszám extrém értékeket (>20) vett fel. Ez az eredmény mutatta meg, hogy rosszul alkalmaztuk a Z pontszámot.

Az eredmények akkor lettek értelmezhetőek, amikor a Z pontszám meghatározásához az összes helymeghatározást egy mérési sorozatnak tekintettük. Ezt az értelmezést az indokolja, hogy a mérés elindulása után az akusztikus emissziós detektorok elhelyezésén, a csatolás minőségén, az AE berendezés érzékelési paraméterein nem lehet változtatni. Ezért résztvevőnként egy Z pontszámmal jellemezzük a vizsgálók teljesítményét.

Mivel a résztvevők mérési eredményeit egy mérésnek értelmeztük, a Z pontszám számlájába az eltérésnek átlagát kell behelyettesíteni. A képlet nevezőjében szereplő változékonysági mérőszámot az MSZ EN ISO/IEC 17043:2010 szabvány [1] B függelékének B 3.1.3 pontja alapján, szakértői vélemény szerint, mint előírt értéket határoztuk meg.

Az előírt szórás értékét a körvizsgálat szakértői, a koordinátorokkal egyetértésben,

$$S = 30 \text{ mm}$$

értékben határozták meg. Az érték előírásánál figyelembe vett hatások:

- az általában használt detektorok átmérője,
- a detektorok rezonancia frekvenciája és a hangsebesség,
- a vizsgálattal szemben elvárt gyakorlati követelmények,
- a detektorok elrendezése és egymástól mért távolságuk,
- a vizsgálati darab geometriája.

A KIJELÖLT ÉRTÉKEK

A definíció szerint [2] a *kijelölt érték* a jártassági vizsgálat próbatestének tulajdonított sajátos tulajdonság. Jártassági vizsgálatunknál ez a tulajdonság az akusztikus jeladó kijelölt helyének koordinátái. Ezt a tulajdonságot korábbi szóhasználat szerint valós értéknek, vagy valódi értéknek neveztük. A résztvevők eredményeit a kijelölt értékeknek tekintett, a mért koordináták által meghatározott ponthoz hasonlítottuk. A koordináták kijelölt értékeit a tartály palástjának szélén felvett kezdőponttól (origó), mérőszalaggal mértük meg. Ettől az origótól mérték a résztvevők a szenzorok koordinátáit is, ugyanazzal a mérőszalaggal.

Összesen 64 mesterséges impulzust kellett a résztvevőknek azonosítaniuk. Ezek közül 18 impulzus szondából indult, a többi ceruzahegy törésből. A pontszerűnek tekintett impulzusok helye ceruzahegy törés esetén a megadott pontban van. Hangimpulzusok adására használt gerjesztett szenzorok esetén a jeladás helyének a szenzor köralakú felületét tekintettük, melynek helyét a középpontja koordinátaival jellemeztük. A ceruzahegy törések helyei és a jeladó detektorok a tartályrepszítés vizsgálatára felszerelt szenzorok által kijelölt négyeszőgön belül helyezkedtek el. A résztvevők utólag, az értékelést tartalmazó összefoglaló jelentésben, táblázatos formában, megkapták a jeladások kijelölt értékeit. A mérés indításától eltelt idő adatával kapcsoltuk össze a résztvevők koordináta adatát a jeladó adatával.

A RÉSZTVEVŐ LABORATÓRIUMOK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

A résztvevők eredményeinek teljes ismertetésére itt nem érdemes kitérni, csak az összesített eredményeket ismertetjük. A kijelölt értékeket a résztvevők mért értékeivel a mérés indítása óta eltelt idő segítségével kötöttük össze. Azonban az összetartozó adatok kiválasztásához be kellett vezetni a korrigált idő adatát is. Ezeket az adatokat a résztvevő idő adataiból kisebb-nagyobb elcsúsztatással kaptuk, annak függvényében, hogy melyik mérőcsoport mekkora késéssel indította mérést. Az összetartozó adatok azonosításánál kiderült, hogy jelentős számú impulzust nem észleltek a berendezések. A hiányzó adatok feltüntetésére az eredmények összehasonlíthatósága miatt van szükség. A hiány oka az, hogy a mérőberendezés az adott teszimpulzust nem érzékelte, vagy érzékelte ugyan, de nem tudta lokalizálni.

A 2. táblázatban összefoglaltuk az elvégzett AE mérések lokalizálási teljesítményének jellemzőit. Az értékelés alapja a mesterséges impulzus valódi helye és számított helye közti különbség mm -ben kifejezett távolsága. A táblázatban láthatóak a résztvevők kódja

szerinti oszlopokban a különbségek minimális és maximális értékei, átlaga és szórása. A nincs adat sorokban látható továbbá, hogy hány hangimpulzust nem vett észre a mérőbe-
rendezés, és ez a 64 db impulzus hány százaléka.

2. táblázat. Az eltérések statisztikai jellemzői és Z értékei

Résztvevő kódja	4010	4020	4030	4050	4070
Minimum [mm]	0,8	1,4	9,9	1,4	1,0
Maximum [mm]	262,6	54,1	223,5	70,9	232,4
Átlag: D [mm]	26,7	16,5	67,9	35,6	13,2
Szórás [mm]	44,6	11,6	40,3	18,4	29,0
Nincs adat [db]	2	13	16	13	3
Nincs adat [%]	3,1	20,3	25	20,3	4,7
Z szám	0,89	0,55	2,26	1,19	0,44

Az adatok értékelése:

- Az egy mérésenként értékelt helymeghatározási feladatot a résztvevők jól teljesítették. A Z pontszám, egy kivétellel, megfelelő értékelést ért el, a kérdéses értékelésű 2,26 érték is az akusztikus emissziós mérés esetén elfogadhatónak mondható.
- Hangimpulzusok lokalizálásának elmulasztása a 2 – 3 darabtól a 16 impulzusig terjed. A legnagyobb adat az összes impulzus negyed részét jelenti, ami valós vizsgálati körülmények között még elfogadható érték.

A szervezők és értékelők szerint sikeres volt a körvizsgálat. A résztvevők teljesítették a követelményeket, többségében lokalizálták a mesterségesen keltett hangimpulzusokat. A lokalizálások pontosságát a Z pontszám követelményei alapján megfelelőnek értékeltük.

ÖSSZEFOGLALÁS

A meghirdetett akusztikus emissziós helymeghatározó jártassági vizsgálaton öt laboratórium vett részt. A lokalizációs feladat egyalkalmas jártassági vizsgálaton, egyidejű, közös feladat egyszeri megoldásával volt teljesíthető. A jártassági vizsgálat során 64 mesterséges hangjelzést kellett észlelni és lokalizálni egy tartály felületén. A mesterséges, jól definiált hangimpulzusok száma és elhelyezkedése ismeretlen volt a résztvevők előtt.

Az összes beküldött mérési eredmény értékelhető volt. A mérési adatok elemzése alapján kijelenthetjük, hogy a résztvevők a mérési feladatot megfelelően oldották meg.

HIVATKOZÁS

- [1] MSZ EN ISO/IEC 17043:2010
Megfelelőségértékelés. Jártassági vizsgálatok általános követelményei.
(ISO/IEC17043:2010)