

## MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

## QUALITY ASSURANCE

### TAPASZTALATOK HORDOZHATÓ KEMÉNYSÉGMÉRŐVEL. – EGY JÁRTASSÁGI VIZSGÁLAT ÉS TANULSÁGAI EXPERIENCES WITH PORTABLE HARDNESS TESTERS - A TEST OF SKILLS AND LESSONS

FÜCSÖK FERENC

**Kulcsszavak:** jártassági vizsgálat, hordozható keménységmérő, körvizsgálat  
**Keywords:** test of skills, portable hardness tester, Round Robin Test

#### ÖSSZEFOGLALÓ

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ) harmadik jártassági vizsgálatára hordozható berendezésekkel végzett keménységmérés volt. A résztvevőknek három, különböző hőkezeléssel kezelt próbatesten kellett keménységet mérni, melyek az acél hegesztési varratok környékén előforduló keménység értékeket modellezték. A jártassági vizsgálat értékelésére 16 résztvevő adatai érkeztek.

A mérési eredményeket a kijelölt értékekhez viszonyítottuk, az eltéréssel, az eltérés százalékos kifejezésével és a Z pontszámmal. A rendelkezésre álló adatok felhasználásával vizsgáltuk a szabványos HV10 és két, különböző alapelvű hordozható mérőeszköz eredményeinek korrelációját is.

Megállapítottuk, hogy kellő tapasztalattal, körültekintéssel, és gyakorlattal az alkalmazott kétféle készülék jól használható az acél hegesztési varrainak és környezetük ellenőrzésére.

#### BEVEZETÉS

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ) harmadik éve szervez jártassági vizsgálatokat tagjai és az érdeklődő laboratóriumok részére. A jártassági vizsgálatok fontos eszközök a mérési eredmények minőségének ellenőrzésében. Az MSZ EN ISO/IEC 17025:2005 szabványnak [1] megfelelően a laboratóriumoknak rendelkezniük kell minőségirányítási eljárásokkal a végzett vizsgálatok érvényességének figyelemmel kísérésére. E feladat teljesítésének egyik módja, ha részt vesznek laboratóriumok közötti összehasonlításban, vagy felkészültségvizsgáló programokban.

A MAROVISZ Vezetősége jóváhagyta a harmadik körvizsgálat célját: keménységmérés hordozható mérőberendezéssel. A célkitűzés szerint a hordozható keménységmérés eredményeinek laboratóriumok közötti összehasonlítását az acél hegesztési varratok és azok környezetében előforduló keménységi tartományban kell elvégezni. A

Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ), a körvizsgálat koordinátora (ffucsok@maibox.hu)

Szövetség ezzel a feladattal lehetőséget nyújt a résztvevőknek a keménységmérés területén nyújtott teljesítőképességük igazolására, valamint a gyakran vitatott módszerek alkalmasságának bizonyítására a hegesztési varratok, jellemzően helyszínen végzett vizsgálatának területén.

#### A KÖRVIZSGÁLAT BEMUTATÁSA

A Szövetség a feltételek megteremtése és a próbatestek elkészítése után a keménységmérés témájú jártassági vizsgálatot 2010. december 1. - én hirdette meg. Az utolsó vizsgálat eredményének megérkezése után a körvizsgálatot 2011. november 2.-án, a tervezetthez képest két hónap késéssel fejeztük be.

A körvizsgálat célja volt, hogy megvizsgálja a nem hagyományos elven működő, és egyre több laborban használt hordozható keménységmérő eszközökkel végzett mérések összehasonlíthatóságát, a keménységmérés mérési bizonytalanságát, továbbá az értékmutatási képességét a szűrő mérési módszerrel mért értékkel összevetve. Ebben a körvizsgálatban hordozható keménységmérő berendezésen értjük a nem hagyományos elven működő, (a nem szűrő mérési módszereket alkalmazó) készülékeket.

A vizsgálat tárgya nem lehetett a hordozható mérőberendezések alkalmazhatóságának vizsgálata, ezért csak az acél hegesztési varratok és azok környezetében előforduló keménységi tartományban végeztünk összehasonlítást.

A szervezést a MAROVISZ Titkársága végezte, a Körvizsgálatok Szabályzatában előírt módon. Az adatforgalom a [korvizsgalat@marovisz.hu](mailto:korvizsgalat@marovisz.hu) elektronikus címen bonyolódott. A résztvevők a mérendő próbatestek mellé a mérési eredmények rögzítésére szolgáló üres „Keménységmérési lap.xls” nevű munkafüzetet kapták, ahol a „Mérési adatok” munkalapra kellett a keménységmérési adatokat begépelni. Továbbá a próbatesteken végzett mérés körülményeit a „Mérés körülményei” munkalapra kellett rögzíteni. Ugyancsak a mérés végrehajtását segítette az „Útmutató a körvizsgálati keménységmérés elvégzéséhez” című mérési leírás.

## A PRÓBATESTEK

Egy próbatest készletbe három, különböző keménységű darab tartozott, az acél hegesztések környezetében előforduló keménységi tartományok modellezésére. A próbatestek keménységét mindkét sík felületen HV10 módszerrel megmértük.

A próbatestek méretei és hőkezelési állapotuk:

1. feladat: Ø 80x50 mm, hengerelt, nem hőkezelt;
2. feladat: Ø 100x50 mm, nemesített;
3. feladat: Ø 85x50 mm, nemesített.

Minden próbatest mindkét mérési felületén 10 – 10 szúrással határoztuk meg a Vickers keménységet. A mért adatok átlagát, szélső értékeit és szórásait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A próbatestek HV10 keménység értékei

Próbatest jele	Átlag [HV10]	min [HV10]	max [HV10]	szórás [HV10]	Relatív szórás [%]
1/1	144	131	158	8,3	5,8
2/1	353	333	387	15,6	4,4
3/1	425	417	437	6,6	1,6
1/3	143	129	154	8,4	5,9
2/3	311	297	327	9,7	3,1
3/3	430	421	437	5,3	1,2

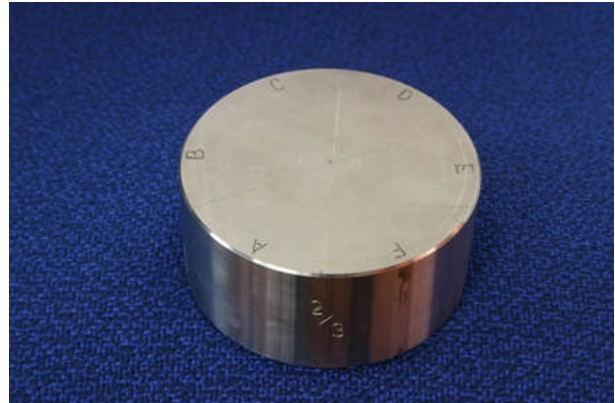
Mivel a szűrő módszerrel mért eredmények relatív szórása 10% alatt maradt, kijelenthetjük, hogy a próbatestek megfelelően homogének voltak körvizsgálat céljára. (Az alkalmazott szórás és relatív szórás számításának módját a 3.1 és 3.2. 1 pontban ismertetjük.)

A résztvevők mérési eredmények homogenitása érdekében kijelöltük azt a tartományt, ahol a mérést elvégezheték. Mindegyik próbatest sík felületén karcolással 6 – 6 körcikk területet jelöltünk ki. A mérési helyeket az egyik lapon A – F betűkkel, másik lapon G – L betűkkel azonosítottuk. Továbbá az útmutatóban előírtuk a keménységmérések legkisebb egymástól mért távolságát és az elvégezhető minimális mérési számot.

Amikor az 1/1, 2/1, 3/1 jelű próbatestek mindkét oldala betelt mérési helyekkel, akkor a készletet a körvizsgálatból kivontuk. A következő résztvevők az 1/3, 2/3 és 3/3 jelű készleten mértek. Mivel összesen 16 résztvevő jelentkezett a körvizsgálatra, a második próbatest csoport keménységét csak négyen mérték meg. Ez az eloszlás az értékelésnél nehézséget okozott.

Példaképpen a 2/3 jelű próbatest képe, a kijelölt mérési területekkel, az 1. ábrán látható. A másik

két test, az átmérőjétől eltekintve, hasonló. A mérési felületek mindegyik próbatesten finom csiszolásúak.



1. ábra. Az 2/3 jelű próbatest képe

A 2. ábra a szállításra előkészített próbatest készletet mutatja be.



2. ábra. Egy próbatest készlet fadobozban

A körvizsgálat adatainak összehasonlíthatósága szempontjából fontos, hogy minden résztvevő azonos tulajdonságú (homogén) próbatestet vizsgáljon. Ezért a próbatestek homogenitását figyelemmel kísértük. A keménységmérés szempontjából a próbatestek homogének, ha a körvizsgálat idején nem éri őket durva mechanikus, vagy legalább futtatási szint okozó hőhatás. A körvizsgálat befejezése után, szemrevételezéssel vizsgálva, a próbatestek állapota azonos volt a kezdeti állapottal, a vizsgálat tárgyának homogenitását biztosítottak tekintjük.

## A KÖRVIZSGÁLAT RÉSZTVEVŐI

A körvizsgálatban való részvétel nem volt korlátozva. Magyarországi laboratóriumokon kívül külföldi érdeklődők is részt vehettek a mérésekben, de mint az a 2. táblázatból látható, nem volt külföldi labor a jelentkezők között.

A körvizsgálatban 14 laboratórium vett részt, közülük 2 résztvevőtől még további 2 db, összesen

16 db mérési eredmény érkezett. Két labor kihasználta azt a lehetőséget, hogy a szervezők egy helyről érkező több adat értékelését is vállalták. A

részvevő laboratóriumok neve és székhelye a 2. táblázatban olvasható.

2. táblázat. A résztvevők felsorolása

Részvevő neve	Székhelye
ÁEF Anyagvizsgáló Laboratórium Kft.	1112 Budapest, Budaörsi út 45.
AIB-VINCOTTE HUNGARY Kft.	1143 Budapest, Semsey Andor u. 25.
ASG Vizsgálólaboratórium	2800 Tatabánya, Mészáros u. 4.
BIS Hungary Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium	3580 Tiszaújváros, Vegyészek útja 8.
BorsodChem Zrt. MDO Anyagvizsgáló Laboratórium	3700 Kazincbarcika, Bolyai tér 1.
CSŐSZERLABOR Kft.	1182 Budapest, Balogh Géza u. 15/2.
KŐOLAJVEZETÉKÉPÍTŐ ZRt. Anyagvizsgáló Laboratórium	8600 Siófok, Bajcsy Zsilinszky u. 207.
LECCE Műszaki és Kereskedelmi Kft.	2151 Fót, Bethlen Gábor u. 3.
MINELL Kft.	2440 Százhalombatta, Batta Ipari Park Műszerész köz 6 sz.
OLVEX Kft.	2440 Százhalombatta, Pf. 221
Paksi Atomerőmű ZRt.	7031 Paks, Pf. 71.
POWERTEST Kft.	1041 Budapest, Kassai u. 54.
R.U.M. Testing Kft.	1163 Budapest, Batsányi J. u. 55.
TVK NyRt. Műszaki Felügyelet, Műszaki Vizsgáló Laboratórium	3581 Tiszaújváros, Pf. 20.

## A JÁRTASSÁGI VIZSGÁLAT ÉRTÉKELÉSE

### AZ ÉRTÉKELÉS MÓDJAI

A keménységmérés adatainak egyszerűbben értelmezhető értékeléséhez két módszert alkalmaztunk. Ezek az eltérések a kijelölt értéktől, valamint az eltérés százalékos kifejezése a kijelölt értékhez viszonyítva.

Számításuk az alábbi képletekkel történt:

$$\text{Diff} = x - X$$

$$\text{Diff}\% = \frac{x - X}{X} * 100\%$$

ahol:

x = a résztvevő mérési eredménye

X = az adat kijelölt (valódi) értéke (meghatározását lásd a 3.2 pontban)

A fenti jellemzőknek nincs általánosan elfogadott értékelési követelménye.

A mérési adatok további értékelését a MAROVISZ Körvizsgálatok Szabályzatának **KV-SZ-01 M 01** jelű melléklete alapján készítettük. A melléklet előírása szerint számszerű mérési eredmények értékelését a **Z pontszám** (Z score)

alapján kell végezni. (Részletesen lásd az MSZ EN ISO/IEC 17043:2010 Annex B –ben. [2] )

A Z pontszám számítása:

$$Z = \frac{x - X}{S}$$

ahol:

x = a résztvevő mérési eredménye

X = az adat kijelölt (valódi) értéke (meghatározását lásd a 3.2 pontban)

S = a változékonyság mérőszáma

A képletben szereplő változékonyság mérőszámának az összes résztvevő adatainak szórás értékét alkalmaztuk. A szórás számítására alkalmazott képlet, ha a felhasznált adatok a teljes sokaságot tartalmazzák:

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - M)^2}{n}$$

ahol:

$x_i$  = mérési eredmény,

M = mérési eredmények átlaga,

n = mérési eredmények száma.

**Értékelés a Z pontszám alapján** az MSZ EN ISO/IEC 17043:2010 szerint:

$$|Z| \leq 2 \text{ megfelelő,}$$



$2 < |Z| < 3$  kérdéses,  
 $|Z| \geq 3$  nem megfelelő.

### A KIJELELT ÉRTÉKEK

A definíció szerint [2] a kijelölt érték a jártassági vizsgálat próbatestének tulajdonított sajátos tulajdonság. Ezt a tulajdonságot az eddigi szóhasználat szerint valós értéknek, vagy valódi értéknek neveztük, és ehhez hasonlítottuk a résztvevők eredményeit.

A keménységmérési próbatestek kijelölt értékeinek az összes résztvevő adatának átlagát tekintjük, ha az adatállomány homogén.

### AZ ADATOK HOMOGENITÁSA

Az adatok homogenitásának vizsgálatára a gyakorlatban a relatív szórást alkalmazzák. [3]

A relatív szórás számítása:

$$V = \frac{S}{M} * 100 \%$$

ahol:

S = szórás

M = mérési eredmények átlaga

Az adatállomány a relatív szórás értékei alapján értékelhető. Ha a relatív szórás értéke:

- 10 % alatti, akkor homogén,
- 10 – 20 % közötti, akkor közepesen változó-kony,
- 20 – 30 % közötti, akkor erősen változó-kony,
- 30 % feletti, akkor szélsőségesen változó-kony az adatállomány.

A következőkben az adatállományok homogenitását a fentiek szerint fogjuk értékelni.

### A KIJELELT ÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA

Egy próbatest kijelölt értékének az összes résztvevő adatának átlagát vettük, amennyiben az adatállomány homogén.

Az 1/1 jelű próbatest keménységméréseinek relatív szórása nagyobb volt 10%-nál (15,45%), ezért a szélső értékekből 9 - 9 adatot törölni kellett. A 2/3 jelű próbatest mérési adatai sem voltak homogének, relatív szórása 11,0 % volt. Ebből az adatállományból 2-2 adatot kellett törölni.

A 3. táblázat a próbatestek kijelölt (valódi) HV értékeit mutatja be az átlag oszlopban, továbbá tartalmazza a próbatesteken mért adatokat jellemző szélső értékeket és szórásokat.

3. táblázat. A próbatestek kijelölt HV keménység értékei

Jel	Átlag [HV]	min HV	max [HV]	szórás [HV]	Relatív szórás [%]
1/1	161	131	220	15,0	9,3
2/1	364	294	455	33,8	9,3
3/1	427	348	520	30,7	7,2
1/3	161	145	176	9,0	5,6
2/3	335	283	396	31,2	9,3
3/3	439	350	494	43,3	9,9

### A RÉSZTVEVŐ LABORATÓRIUMOK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

A résztvevők mérési eredményeinek értékelését az egyszerűbb jellemzők vizsgálatával kezdjük. A 4. táblázat a résztvevők azonosítási kódjához rendezve mutatja az eltéréseket és százalékos eltéréseket az átlagolással meghatározott kijelölt értékhez viszonyítva.

A keménység méréshez nincs általánosan elfogadott műszaki követelmény az eltérések értékelésére vonatkozóan. Ha a szakmai tapasztalatok alapján a 15 % eltérést még tűrhető értéknek tekintünk, akkor a 4. táblázatban összesen 3 résztvevő 5 mérése tér el az átlagtól. Jelentős eltérést csak két résztvevő adatai mutatnak. Ha ugyanezen résztvevők Z pontszámait keressük meg az 5. táblázatban, látható, hogy csak a legnagyobb eltérésű adatok Z értéke haladja meg a nem elfogadható  $|Z| \geq 3$  értéket.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a hordozható keménységmérőkkel mért adatok (eltekintve két szélsőséges értéktől) a hasonló eszközökkel végrehajtott mérésekhez viszonyítva jól egyező adatokat szolgáltatottak.

**4. táblázat.** Az eltérések és százalékos eltérések az átlagolással meghatározott kijelölt értékhez viszonyítva

Vizsgáló kódja	Diff [HV]	Diff% [%]	Diff [HV]	Diff% [%]	Diff [HV]	Diff% [%]
	1/1 jelű próbatest		2/1 jelű próbatest		3/1 jelű próbatest	
3010	-4	<b>-2,4</b>	10	<b>2,6</b>	27	<b>6,3</b>
3020	-8	<b>-5,1</b>	-9	<b>-2,4</b>	12	<b>2,7</b>
3030	52	<b>32,4</b>	60	<b>16,5</b>	23	<b>5,4</b>
3031	52	<b>32,4</b>	61	<b>16,6</b>	14	<b>3,2</b>
3040	-5	<b>-2,9</b>	4	<b>1,1</b>	-18	<b>-4,2</b>
3050	22	<b>13,8</b>	-38	<b>-10,4</b>	-55	<b>-12,8</b>
3060	-25	<b>-15,6</b>	16	<b>4,5</b>	10	<b>2,4</b>
3070	-18	<b>-11,1</b>	-39	<b>-10,8</b>	-20	<b>-4,6</b>
3080	-14	<b>-8,6</b>	-6	<b>-1,8</b>	12	<b>2,8</b>
3081	-11	<b>-6,6</b>	-3	<b>-0,9</b>	15	<b>3,5</b>
3090	20	<b>12,5</b>	-41	<b>-11,2</b>	-15	<b>-3,5</b>
3100	-12	<b>-7,3</b>	-9	<b>-2,4</b>	7	<b>1,6</b>
	1/1 jelű próbatest		2/1 jelű próbatest		3/1 jelű próbatest	
3110	-12	<b>-7,5</b>	-22	<b>-6,4</b>	-7	<b>-1,6</b>
3120	3	<b>1,9</b>	47	<b>13,9</b>	29	<b>6,6</b>
3130	-2	<b>-1,5</b>	-44	<b>-13,1</b>	44	<b>10,1</b>
3140	10	<b>6,3</b>	22	<b>6,4</b>	-66	<b>-15,0</b>

Az 5. táblázat a résztvevők azonosítási kódjához rendelve mutatja a Z pontszám értékeit, amit az átlagolással meghatározott kijelölt (valódi) értékekből számítottunk.

A táblázatban a cella megjelölésével feltüntetjük a  $|Z| \geq 3$ , azaz a nem megfelelő mérési eredményeket. Megállapíthatjuk, hogy 48 cellából 2 darab, azaz a résztvevők méréseinek 4,2 %-a nem felel meg a nemzetközileg elfogadott követelménynek, és nincs olyan résztvevő, aki kérdéses eredményt ért volna el. Az adatok szerint majdnem az összes résztvevő megfelelő pontossággal határozta meg mindhárom próbatest keménységét.

A 4. és az 5. táblázatban az adatok előjeles értékei szerepelnek. A pozitív értékek azt mutatják, hogy az adott mérési ponton a résztvevők a keménységet a kijelölt, valódi értékhez képest nagyobb mértékben mérték. Az ellenkező előjelű, negatív értékek pedig a valódi értékekhez képest kisebb mérési eredményekből következnek.

A 3. ábrán szemléltettük az 5. táblázat adatait. Szembetűnő, hogy a két kimagasló értékű Z pontszámokon kívül minden résztvevő mérései megfelelő értékelést kaptak, azaz a  $|Z| \leq 2$  követelményt a résztvevők többsége teljesítette.

**5. táblázat.** A résztvevők Z pontszám értékei

Vizsgáló kódja	Z pontszámok					
	1/1 jelű próbatest	2/1 jelű próbatest	3/1 jelű próbatest	1/3 jelű próbatest	2/3 jelű próbatest	3/3 jelű próbatest
3010	-0,22	0,27	0,87			
3020	-0,51	-0,27	0,37			
3030	<b>3,51</b>	1,77	0,74			
3031	<b>3,51</b>	1,78	0,44			
3040	-0,27	0,10	-0,59			
3050	1,51	-1,14	-1,79			
3060	-1,64	0,47	0,33			
3070	-1,15	-1,18	-0,65			
3080	-0,89	-0,20	0,38			
3081	-0,67	-0,11	0,48			
3090	1,38	-1,22	-0,50			
3100	-0,75	-0,27	0,22			
3110				-1,29	-0,68	-0,16
3120				0,37	1,50	0,66
3130				-0,23	-1,39	1,02
3140				1,15	0,70	-1,52

### A MÉRÉSI ADATOK HASONLÍTÁSA A SZÜRŐ KEMÉNYSÉGMÉRÉSHEZ

Jogos kíváncsiság, hogy vizsgáljuk meg, a kijelölt értékek mennyire hasonlítanak a próbatestek ellenőrzésénél mért szabványos, szűrő keménységmérési adatokhoz. A kérdés megválaszolására 1. és 3. táblázatban szereplő átlagok összehasonlítását végeztük el a 6. táblázatban.

A táblázat Diff című oszlopában a szabványos, HV10 keménységméréssel mért adatok és a hordozható módszerekkel mért és (szükség esetén) Vickersre átszámított adatok különbségei szerepelnek. Figyelemre érdemes, hogy a különbség mindenütt negatív, tehát a hordozható berendezésekkel mért adatok mindegyik próbatesten nagyobb számértéket adtak. A Diff% fejlécű oszlopban a mellettük szereplő adatok százalékos értékei láthatók, a szabványos méréshez viszonyítva. Érdekes, hogy a százalékos különbség abszolút értéke a nagyobb keménységek esetében csökken.

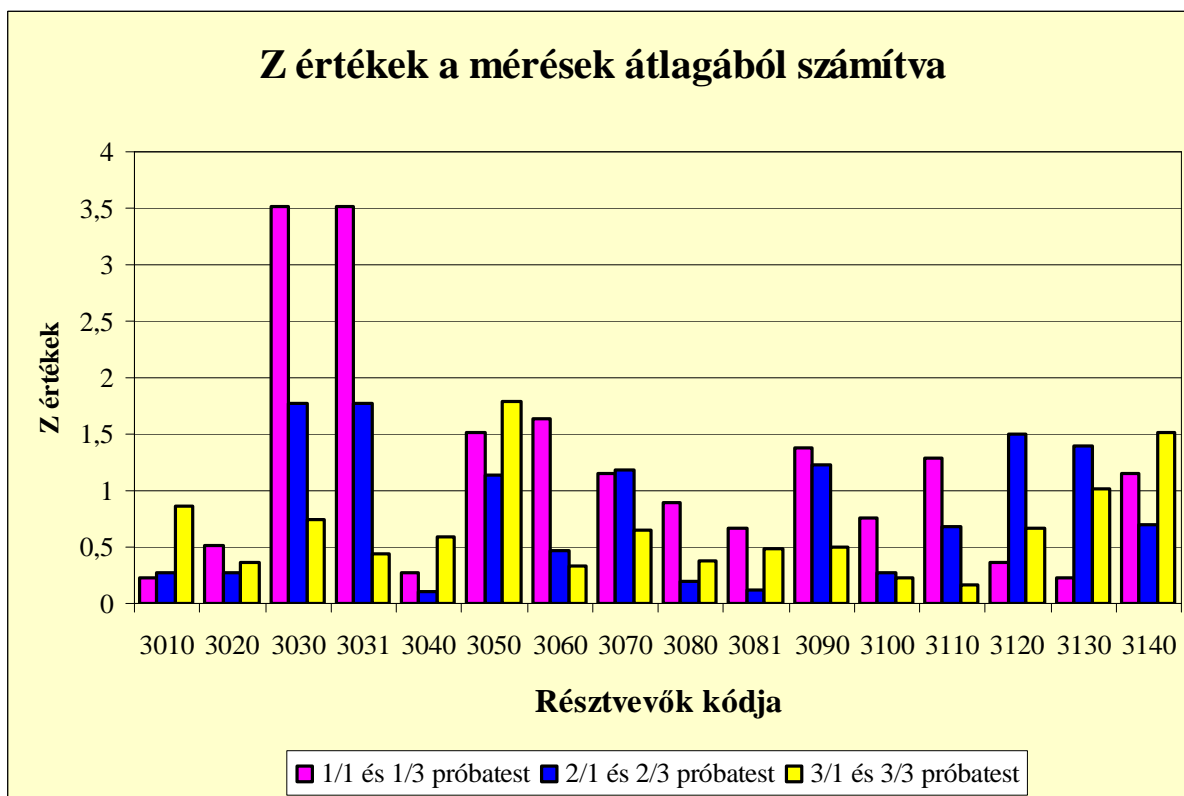
**6. táblázat.** A szabványos HV10 és a hordozható módszerekkel mért keménységértékek összehasonlítása

Próbatest jele	Szabványos módszerrel mért adat [HV10]	Hordozhatóval mért adat [HV]	Diff %szabványos - hordozható [HV]	Diff % (szabványoshoz hasonlítva) [%]
1/1	144	161	-17	-11,7
2/1	353	364	-11	-3,2
3/1	425	427	-2	-0,5
1/3	143	161	-18	-12,5
2/3	311	335	-24	-7,7
3/3	430	439	-9	-2,1

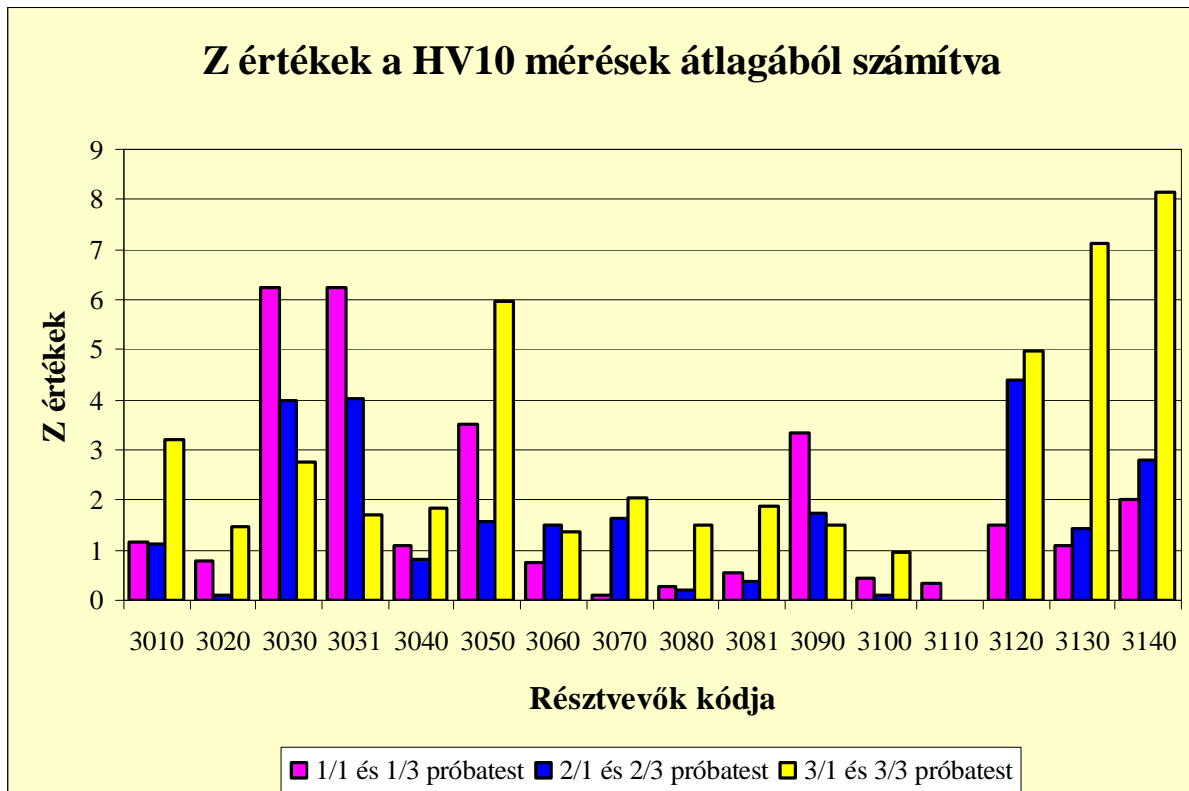
Kiszámítottuk a résztvevők mérési eredményeinek Z értékeit is, a szabványos HV10 mérések adataihoz viszonyítva. Mint várható volt, az értékek

lényegesen nagyobb eltérést mutattak, mint a saját eltérésekből számított Z pontszámok. A 4. ábra mutatja be az így kapott Z értékeket próbatestenként azonos színnel jelölve, mint a 3. ábrán.

Érdeemes a 4. ábra adatainak elemzésére némi időt szánni. Ha megszámláljuk a  $|Z| \geq 2$  Z pontszámokat, összesen 16 adatot találunk. Ezek közül 12 érték mutat  $|Z| \geq 3$  azaz nem megfelelő mérési eredményeket, a többi négyet kérdésesnek értékelhetjük. Mivel az ábra összesen 48 eredményt mutat be, (16 résztvevőtől 3 – 3 próbatest) elmondhatjuk, hogy a mérési eredmények 25 %-a nem felel meg a nemzetközileg elfogadott követelményeknek, és 8 % -a kérdéses. A  $|Z| \geq 5$  adatot öt résztvevő eredménye haladta meg, ami véleményünk szerint azt mutatja, hogy elviekben eltérő módszerrel mért mérési eredményeket hasonlítottunk össze.



**3. ábra.** A résztvevők  $|Z|$  értékei próbatestenkénti értékelésben



**4. ábra.** A résztvevők  $|Z|$  értékei próbatestenkénti értékelésben a HV10 méréshez viszonyítva alapuló készüléket a keménység meghatározására.

### A VIZSGÁLÓ KÉSZÜLÉKEK HATÁSA AZ EREDMÉNYEKRE

A résztvevők adatokat szolgáltatottak a keménységmérő eszközeikről. A működési alapelv szerint két típust alkalmaztak.

- Leeb elvű keménységmérő: a mérő elem visszapattnási sebességének és a becsapódás sebességének viszonyszámából következtetnek a keménységre. Tipikus képviselője a Proceq Equotip készülék, de más cégek is gyártanak ilyen eszközöket.
- UCI elvű (Ultrasonic Contact Impedance = ultrahangos érintkezési ellenállás) keménységmérő: a gyémánt végű vizsgálati test frekvenciájának elhangolódásából következtet a behatolás mélységére és ebből a keménységre. Tipikus képviselője a Krautkrämer MicroDur készülék.

Az adatszolgáltatásban a résztvevők a készülékek kalibrálásáról is nyilatkoztak. Majdnem az összes mérőeszköz ellenőrzött állapotban van. Nagy meglepetésünkre szolgált, hogy egy 1999 – ben gyártott Krautkrämer MIC 10 készülék tulajdonosa nem adott adatot a kalibrált állapotról.

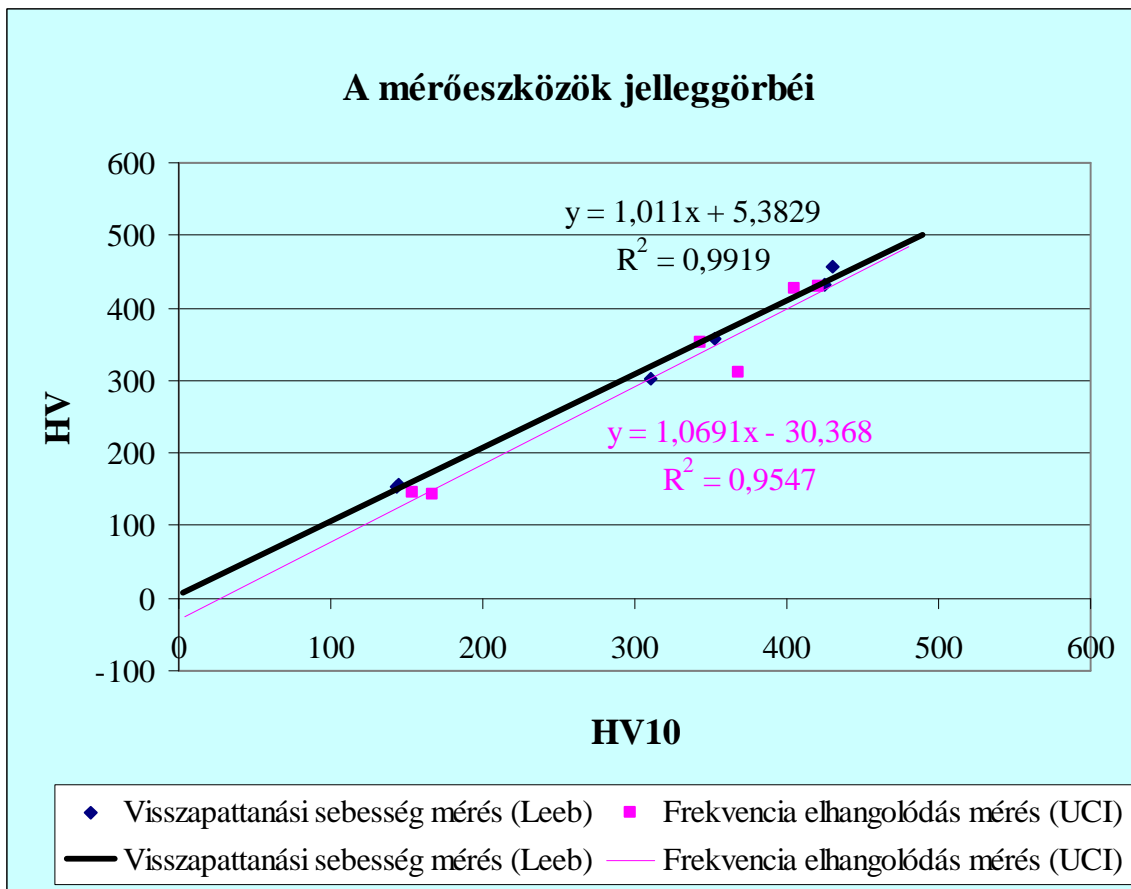
A jártassági vizsgálatban részt vett laborok közül kilenc helyen alkalmaztak Leeb alapelvű, visszapattnási sebesség mérésen alapuló, és öt helyen UCI elvű, rezgés elhangolódás mérésen

Megvizsgáltuk a kétféle keménységmérő méréseinek értékeit a szabványos Vickers adatok függvényében. Az 5. ábrán mutatjuk be a jellegzőgörbét, és azok egyenleteit.

Az ábrából leolvasható, hogy mindkét módszerrel mérő készülék eredményei lineáris kapcsolatban vannak a szűrő keménységmérés adataival, és ez a kapcsolat majdnem  $m = 1$  iránytényezőjű (azaz 45 fokos) egyenes. Az UCI alapelvű készülékek (alsó, vékonyabb, piros vonal) egy árnyalattal gyengébbek a Leeb alapelvű készülékekénél, de a különbség a gyakorlatban elhanyagolható, mint azt a korrelációs együtthatók ( $R^2$ ) kis különbsége is mutatja.

Természetesen megállapításunk szigorúan csak a méréseink tartományán belül, 140 – 430 HV10 keménységértékek között érvényesek. A regressziós vonalak meghosszabbítása az említett tartományon kívül csak informatív jellegű. Általános következtetést sem vonhatunk le az eredményekből, mert ehhez kevés mérés eredményét mutatja be az 5. ábra. A figyelembe vehető adatok számát az is csökkentette, hogy az átlagok számításánál kihagytuk a két nem megfelelőnek értékelt Z pontszámot elérő résztvevő eredményeit.





5. ábra. A kétféle keménységmérő jelleggörbéje

#### KÖVETKEZTETÉSEK

A 6. táblázatban látható összehasonlítás, a 3. és 4. ábrán bemutatott Z értékek összehasonlítása, továbbá az 5. ábra jelleggörbéi jól mutatják a hordozható módszerek korlátait. Azonban minden vizsgálati eljárást, és az általa szolgáltatott mérési eredményeket is, a maga helyén kell kezelni és értelmezni. Azaz mind a vizsgálatot végzőknek, mind pedig a vizsgálat eredményét felhasználóknak tudatában kell lenni, hogy egy adott módszertől reálisan mit várhatnak el. Teljesen világos, hogy a hordozható eszközökkel, jellemzően helyszíni vizsgálatoknál, (a technika mai állása szerint) nem lehet ugyanolyan pontossági szintű eredményt elérni, mint a telepített, hagyományos berendezésekkel.

A hagyományos keménységmérési módszerekkel mért értékek, és a hordozható berendezésekkel mért értékek különbségei két fő forrásra vezethetők vissza. A különbségekben szerepet játszik egyrészt az egyes laboratóriumok felkészültsége (beleértve, hogy megfelelő állapotú készülékekkel dolgoznak-e, milyen a személyzet gyakorlata, stb.), másrészt a hagyományos és a hordozható módszerek közötti igen jelentős elvi eltérés is. A

két ok egymást átfedi, ezért nehéz a különbség okát feltárni.

Az 5. ábrán látható eredményeket is kritikával kell alkalmaznunk. A megállapítások csak szűk tartományban érvényesek, és további ellenőrzést igényelnek, mert kevés adatból határoztuk meg a jelleggörbéket.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

A MAROVISZ által rendezett keménységmérési jártassági vizsgálat sikeres volt. Minden résztvevő értékelhető mérést végzett hordozható keménységmérő berendezésével három darab próbatesten, melyek keménységei az acél hegesztés környezetében előforduló értékek tartományában voltak. A mérések eredményei egymással összehasonlítva – két résztvevő kivételével – megfelelőnek értékelhetők a nemzetközileg elfogadott és szabványban rögzített követelménynek.

A hordozható és a szabványos, szűrő keménységmérő módszerek eredményeinek összehasonlítása megmutatta, hogy elviekben különböző berendezések adatai hasonló eredményt adhatnak, de ezek összevetése, és következtetések levonás megfelelő gyakorlati ismereteket és körültekintést



követel meg alkalmazóitól. Kellő körültekintéssel és gyakorlattal az alkalmazott kétféle készülék jól használható az acél hegesztési varratainak és környékük ellenőrzésére.

#### HIVATKOZÁSOK

[1] MSZ EN ISO/IEC 17025:2005 Vizsgáló és kalibrálólaboratóriumok felkészültségének általános követelményei

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

[3] Dr. Molnár Tamás: Egyszerűen statisztika, Kaposvári Egyetem, Perfekt ZRt. 2007