

A *POLDI*-KALAPÁCSOS KÉPLETEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A vizsgált fém (például acél, öntöttvas stb.) *Poldi*-kalapáccsal meghatározott *Brinell*-keménysége (HB_{Poldi}),
ha a *Poldi*-kalapács acélgolyójának átmérője $D = 10$ mm:

$$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \kappa_{\text{Poldi}} = \alpha \times HB_{\text{etalon-névl}} \times \kappa_{\text{Poldi}}$$

- ahol: HB_{etalon} = a *Poldi* kalapács kalibrált acél-etalon rúdjának a gyártó által közölt *Brinell*-keménysége
($HB_{\text{etalon}} = \alpha \times HB_{\text{etalon-névl}}$), kp/mm², (1,0 kp/mm² = 9,81 N/mm²)
 α = az etalon rúd végébe beütött kalibráló érték
 h_{etalon} = a *Poldi* kalapács etalon rúdában keletkezett benyomódási mélység, mm
 $h_{\text{fém}}$ = a vizsgált fém (például acélban) keletkezett benyomódási mélység, mm
 d_{etalon} = a *Poldi* kalapács etalon rúdában keletkezett benyomódás átmérője, mm
 $d_{\text{fém}}$ = a vizsgált fém (például acélban) keletkezett benyomódás átmérője, mm

$$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{HB_{\text{Poldi}}}{HB_{\text{etalon}}} = \frac{h_{\text{etalon}}}{h_{\text{fém}}} = \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$$

$$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{HB_{\text{Poldi}}}{HB_{\text{etalon}}} = \frac{h_{\text{etalon}}}{h_{\text{fém}}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$$

A *Poldi*-kalapácshoz mellékelt átszámítási füzetek nemesített, edzett, továbbá edzett és megeresztett, valamint természetes állapotú és megeresztett *acélokra* vonatkozó táblázatában általában a

$$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha} = \kappa_{\text{Poldi},10} \times HB_{\text{etalon,névl}} = \kappa_{\text{Poldi}} \times 197 \text{ [kp/mm}^2\text{]} \text{ értékek szerepelnek (} 197 \text{ kp/mm}^2 = 9,81 \times 197 = 1932,6 \text{ N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{Öntöttvas esetén: } HB_{\text{etalon,névl}} = 203 \text{ [kp/mm}^2\text{]}$$

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
				Például:					
1.	Irodalom	Összefüggés	$d_{\text{etalon}} =$	1,8	2,4	2,6	3,0	3,6	4,1
2.			$d_{\text{fém}} =$	2,2	1,9	3,1	2,3	4,2	3,2
3.	Kézi művelettel kiszámított értékek	$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$	„Alap-összefüggés”	0,66667	1,60448	0,69811	1,71809	0,72503	1,67194
4.				$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha} = 197 \times \kappa_{\text{Poldi}} = 197 \times \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$	<i>Természetes és megeresztett állapotú acélok</i> esetén				
				131,33	316,08	137,53	338,46	142,83	329,37
5.	BAQ használati útmutató 5-11. oldalán lévő táblázat	Az összefüggés a BAQ használati útmutatóban nem szerepel	BAQ táblázat adatai <i>természetes és megeresztett állapotú acélokra</i> (5-11. o.)						
6.			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha}$	101	336	110	361	119	347
			A BAQ táblázatban szereplő fenti HB_{Poldi}/α adatok osztva 197-tel:						
			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha \times 197}$	0,51269	1,70558	0,55838	1,83249	0,60406	1,76142
7.	MSZ-05-83.2100:1981	$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$	A szabvány adatai <i>természetes és megeresztett állapotú acélokra</i> (M2. tábl.)						
8.			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha}$	101	336	110	361	119	347
			A szabvány M2. táblázatában szereplő fenti HB_{Poldi}/α adatok osztva 197-tel:						
			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha \times 197}$	0,51269	1,70558	0,55838	1,83249	0,60406	1,76142

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
				Például:					
1.	Irodalom	Összefüggés	$d_{\text{etalon}} =$	1,8	2,4	2,6	3,0	3,6	4,1
2.			$d_{\text{fém}} =$	2,2	1,9	3,1	2,3	4,2	3,2
9.	BAQ használati útmutató 35-41. oldalán lévő táblázat	Az összefüggés a BAQ használati útmutatóban nem szerepel	A BAQ táblázat adatai <i>öntöttvasakra</i> (35-41. oldal)						
10.			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha}$	129	345	137	367	143	353
			A BAQ táblázatban szereplő fenti HB_{Poldi}/α adatok osztva 203-mal:						
			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha \times 203}$	0,63547	1,69951	0,67488	1,80788	0,70443	1,73892
11.	MSZ-05- 83.2100:1981	$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$	A magyar ágazati szabvány adatai <i>öntöttvasakra</i> (M3. táblázat)						
12.			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha}$	129	345	137	367	143	353
			A szabvány M3. táblázatában szereplő fenti HB_{Poldi}/α adatok osztva 203-mal:						
			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha \times 203}$	0,63547	1,69951	0,67488	1,80788	0,70443	1,73892
13.	BN 4053- 01:1967 lengyel ipari szabvány	$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$	A lengyel ipari szabvány adatai <i>öntöttvasakra</i>						
14.			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha}$	129	345	137	367	143	353
			A lengyel szabvány táblázatában szereplő fenti HB_{Poldi}/α adatok osztva 203-mal:						
			$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha \times 203}$	0,63547	1,69951	0,67488	1,80788	0,70443	1,73892

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
				Például:					
1.	Irodalom	Összefüggés	$d_{\text{etalon}} =$	1,8	2,4	2,6	3,0	3,6	4,1
2.			$d_{\text{fém}} =$	2,2	1,9	3,1	2,3	4,2	3,2
15.	Gillemot (1972), Berke et al. (2001)	$\kappa_{\text{Poldi}} \cong \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2}$	Az irodalomban szereplő összefüggéssel számított κ_{Poldi} értékek:						
			$\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha \times HB_{\text{etalon, névl}}}$	0,6694 2	1,59557	0,70343	1,70132	0,73469	1,64160
			Megjegyzés: A fenti $\frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2}$ hányados a $\kappa_{\text{Poldi}} = \frac{10 - \sqrt{100 - d_{\text{etalon}}^2}}{10 - \sqrt{100 - d_{\text{fém}}^2}}$ összefüggésben szereplő $\sqrt{100 - d^2}$ kifejezések Taylor-sorba fejtésének eredményeként kapott közelítő κ_{Poldi} összefüggés.						
16.		Az irodalomban szereplő fenti összefüggéssel számított κ_{Poldi} értékek szorozva 197-tel, természetes és megeresztett állapotú acélokra :							
		$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha} = 197 \times \frac{d_{\text{etalon}}^2}{d_{\text{fém}}^2}$	131,88	314,33	138,58	335,16	144,73	323,40	
E könyvekben <i>Poldi</i> -táblázat nem található.									
17.	Gmelin et al. (1937)	$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha} = HB_{\text{etalon, névl}} \times \left(\frac{\text{Benyomódásfelület}_{\text{etalon}}}{\text{Benyomódásfelület}_{\text{fém}}} \right)^2$			A <i>Gmelin</i> -féle összefüggés ellentmond a <i>Brinell</i> -keménység fogalmának, amely a benyomódás felületére, és nem annak négyzetére vonatkoztat.				
		A <i>Gmelin</i> et al. (1937) könyvben <i>Poldi</i> -táblázat nem található. Ebben a könyvben a <i>Poldi</i> -vizsgálatot a dinamikus-képlékeny eljárások közé sorolták, amelyek a statikus eljárásokhoz nagyon hasonló eredményre vezetnek, áttételesen azonban utalnak arra, hogy <i>a szívós (Zähigkeit) fémek maradó alakváltozása dinamikus vizsgálat esetén kisebb, mint statikus vizsgálat esetén</i> (C/63 old.).							
		A <i>Gmelin</i> et al. (1937) könyvben a kalapácsos dinamikus keménységvizsgálat eredményéből a <i>Brinell</i> -keménység kiszámítására $H_{\text{Brinellmeter}} = \left(\frac{d_0}{d} \right)^x \times H_0$ alakú összefüggést is közöltek ($x = 2,8$), amellyel a http://www.betonopus.hu/szakmernoki/180-poldi.pdf weboldalon levezetett összefüggésünk egybevág.							

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
				Például:					
1.	Irodalom	Összefüggés	$d_{\text{etalon}} =$	1,8	2,4	2,6	3,0	3,6	4,1
2.			$d_{\text{fém}} =$	2,2	1,9	3,1	2,3	4,2	3,2
18.	<i>Siebel</i> (1955)	$\frac{HB_{\text{Poldi}}}{\alpha} = HB_{\text{etalon}} \times \left(\frac{d_{\text{etalon}}}{d_{\text{fém}}} \right)^n$		<p>Az összefüggés általában az ütő-keménységvizsgálatokra vonatkozik. Ha $n = 2$, akkor az összefüggés azonos a <i>Taylor</i>-sorba fejtéssel (lásd: <i>Gillemot</i>, 1972) kapható közelítő összefüggéssel.</p>					
		<p><i>Siebel</i> könyvében <i>Poldi</i>-táblázat nem található. Az ütő-keménységvizsgálatokkal kapcsolatban olvasható a könyvben, miszerint ismert, hogy azonos keménységtartományban <i>statikus kísérlet esetén nagyobb a benyomódási átmérő, mint dinamikus kísérlet esetén</i> (426. oldal).</p>							
19.	<i>Herrmann et al.</i> (2014)	$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$		<p>Azonos az „alapösszefüggésnek” tekinthető MSZ-05- 83.2100:1981 és BN 4053-01:1967 szabvány szerinti összefüggéssel.</p>					
		<p><i>Herrmann</i> könyvében (2014) <i>Poldi</i>-táblázat nem található. A könyv szerzői felhívják a figyelmet arra, hogy a <i>Poldi</i>-kalapácsos keménységvizsgálat összefüggése szigorúan véve csak statikus keménységvizsgálat esetén érvényes, dinamikus vizsgálat esetén pedig csak akkor ad elfogadható közelítő értéket, ha az etalon (összehasonlító) rúd keménysége a vizsgált fém (minta) keménységétől csak kissé tér el. Ha a vizsgált fém keménysége sokkal nagyobb, mint az etalonrúdé, akkor az ütés hatására az etalonrúd alakváltozása viszonyítottan kisebbnek, keménysége a ténylegesnél nagyobbak tűnik, és ezáltal dinamikus vizsgálatnál a vizsgált fém keménységét alábecsüljük. Megjegyzés: Értelmezésünk szerint a kisebb keménységű anyag maradó alakváltozása a teljes alakváltozáshoz viszonyítva nagyobb, mint a nagyobb keménységű anyag maradó alakváltozása a teljes alakváltozáshoz viszonyítva.</p>							

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
				Például:					
1.	Irodalom	Összefüggés	$d_{\text{etalon}} =$	1,8	2,4	2,6	3,0	3,6	4,1
2.			$d_{\text{fém}} =$	2,2	1,9	3,1	2,3	4,2	3,2
20.	Weißbach (2010)	$HB_{\text{Poldi}} = HB_{\text{etalon}} \times \frac{\sqrt{D^2 - d_{\text{etalon}}^2}}{\sqrt{D^2 - d_{\text{fém}}^2}}$		A <i>Weißbach</i> -féle összefüggés matematikailag hibás.					
		<p><i>Weißbach</i> könyvében <i>Poldi</i>-táblázat nem található.</p> <p><i>Weißbach</i> felhívja a figyelmet arra, hogy a <i>Poldi</i>-keménység nem azonos a <i>Brinell</i>-keménységgel, mert míg a <i>Brinell</i>-keménységmérő statikus nyomással, addig a <i>Poldi</i>-keménységmérő dinamikus ütéssel terheli a próbatestet. A <i>Poldi</i>-keménységmérő esetén ezen kívül a súrlódási veszteségek miatt az etalonrúdra és a vizsgált próbatestre ható erők sem azonosak.</p>							

IRODALOM

- BAQ táblázat Gebrauchsanweisung, Zahlen- und Vergleichstabellen für Schlaghärteprüfer Poldi. BAQ Automatisierung und Qualitätssicherung GmbH, Braunschweig. Napjaink alkalmazási füzet
- MSZ-05-83.2100:1981 Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Keménységmérés Poldi-kalapáccsal. Ipari Minisztérium, Kohó- és gépipari ágazati szabvány. Visszavont szabvány
- BN 4053-01:1967 Próba twardości odlewów z żeliwa sposobem porównawczym Poldi. Öntöttvasak keménységének Poldi-kalapácsos mérésére vonatkozó visszavont lengyel ipari szabvány. <http://www.bc.pollub.pl/dlibra/publication/7276/edition/6933>
- Berke P. – Györi J. – Kiss Gy.: Szerkezeti anyagok technológiája I. Szerkesztette: Györi József. Műegyetemi Kiadó. Budapest, 2001. (Hetedik utánnomás)
- Gillemot L.: Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat. Tankönyvkiadó. Budapest, 1972. (Második kiadás)
- Gmelins: Handbuch der Anorganischen Chemie. Eisen. Teil C. Lieferung 1. + 2. Härteprüfverfahren. System-Nummer 59. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, 1937.
- Herrmann, K. et al.: Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen. Grundlagen und Überblick zu moderne Verfahren. Expert Verlag. Renningen, 2014.
- Siebel, E. et al.: Handbuch der Werkstoffprüfung. Zweiter Band. Die Prüfung der metallischen Werkstoffe. Springer-Verlag. Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1955.
- Weißbach, W.: Werkstoffkunde. Strukturen, Eigenschaften, Prüfung. Studium. 17. kiadás. Vieweg + Teubner / GWV Fachverlage GmbH. Wiesbaden, 2010.