Mérési jegyzőkönyv

10. számú mérés

Fényelhajlási jelenségek vizsgálata

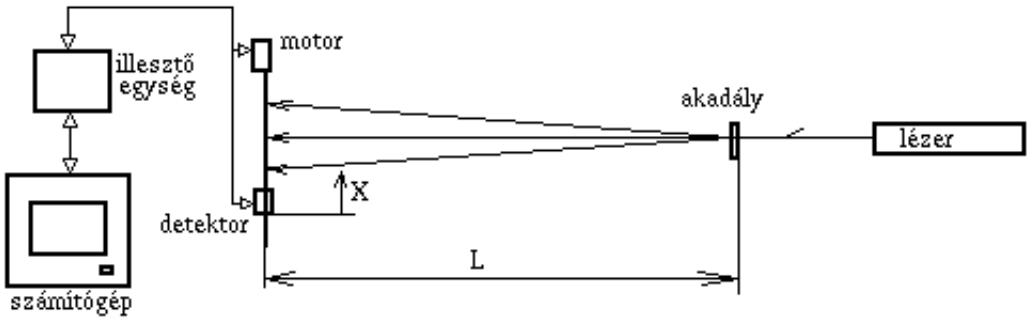
Mérést végezte : Nagy Ágnes és Kulyassa Róbert
Jegyzőkönyvet készítette : Kulyassa Róbert
Mérés tervezett időpontja : 2000. május. 15. (hétfő délelőtt)
Mérés időpontja : 2000. március. 9. (csütörtök délután)

1 Mérés elve

A mérés során a fény hullámtermészetéből adódó jelenségeket fogunk vizsgálni. Lézersugár utjába tett akadályok elhajlási képéből próbáljuk meghatározni az akadályok geometriai jellemzőit. Akadályként rést, kettősrést, valamint egy hajszálat fogunk vizsgálni.

2 Mérés leírása

A minnél jobb elhajlási kép érdekében lézert használunk. Egyrészt mert monochromatikus, és így csak egy hullámhosszat kell vizsgálnunk, másrészt, mert közel párhuzamosak a sugarai, amely egyszerűbb számolást eredményez, mint a gömbhullámok.



ábra 1: A mérési elrendezés

2.1 Rés

Elsőként egy rés elhajlási képét rögzítettük a detektorral (46991-A minta), majd erre próbáltam illeszteni a

$$I = a\frac{sin^2((x+c)b)}{((x+c)b)^2} + d$$

(ahol

- I : a detektor által mért intenzitás
- a : az intenzitás maximuma
- $b = \frac{\pi A}{\lambda L}$, Itt:
  - A : a rés szélessége,
  - L : a rés és a detektor (vagy ernyő) távolsága ($L = 2465 \pm 0.5mm$),
  - λ : a fény hullámhossza. ($\lambda = 632.8nm$)
- c : a detektor nullpozíciójának eltolása az intenzitás maximumához képest
- d : az intenzitás nulla szintje
- x : a detektor pozicioja (mm))

függvényt, amelyet a résen diffraktálódó fény elméleti intenzitáseloszlásából kaptunk. Így:

$a = 120.88 \pm 0.123$, $b = 0.26731 \pm 0.00027$, $c = -92.0813 \pm 0.0051$, $d = 3.70586 \pm 0.0268$

Az illesztett függvény nullhelyeit egyszerű meghatározni. Ezekről pedig tudjuk, hogy igaz rájuk $x_n = \pm n\frac{\pi}{b} - c$ (n : az elhajlás rendje). Ennek az egyenesnek a meredeksége : $m = \frac{\pi}{b}$. Ebből a rés szélessége :

$$A = \frac{\lambda L}{m} = \frac{\lambda L b}{\pi}$$

2.1.1 Eredmény

$$A = 132.72\mu m$$

2.1.2 A mérés hibái

$$\Delta A = a(\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta b}{b})$$
$$\Delta A = 0.16\mu m$$

2.1.3 A végeredmény

$$A = 132.72 \pm 0.16\mu m$$

2.2 Kettős rés

Most egy kettősrésen elhajló fény intenzitáseloszlását vizsgáljuk (a 46992-B minta segítségével). Ismert, hogy a fényintenzitás a következők szerint oszlik el az ernyőn :

$$I = acos^2((x+c)be)\frac{sin^2((x+c)b)}{((x+c)b)^2} + d$$

(ahol

- I : a detektor által mért intenzitás
- a : az intenzitás maximuma
- $b = \frac{\pi A}{\lambda L}$, Itt:
  - A : a rés szélessége,
  - L : a rés és a detektor (vagy ernyő) távolsága ($L = 2465 \pm 0.5mm$),
  - λ : a fény hullámhossza. ($\lambda = 632.8nm$)
- c : a detektor nullpozíciójának eltolása az intenzitás maximumához képest
- d : az intenzitás nulla szintje
- $e = \frac{D}{A}$, ebben A a már ismert résszélesség, D pedig a rések távosága,
- x : a detektor pozicioja (mm))

A mért értékekre ezt az egyenletet illesztjük.
Így kapjuk, hogy

$$a = 236.92 \pm 0.3 \ , \quad b = 0.54057 \pm 0.0007$$

$$c = -74.2314 \pm 0.00077 \ , \quad d = 2.384 \pm 0.0228$$

$$e = 2.2458 \pm 0.0031$$

b értékéből a résszélesség (A), ennek ismeretében pedig e-ből a rések távolsága meghatározható.

$$A = \frac{\pi b}{\lambda L} = 1.088mm$$

$$D = eA = 2.445mm$$

2.2.1 A mérés hibái

$$\Delta A = A(\frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta L}{L}) = 0.0016mm$$

$$\Delta D = D(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta e}{e}) = 0.0073mm$$

2.2.2 A végeredmény

$$A = 1.088 \pm 0.0016mm$$

$$D = 2.445 \pm 0.0073mm$$

2.3 Hajszál

Végül feladatul tűztük ki egy hajszál átmérőjének mérését a diffrakció segítségével (itt mérőtársam, Nagy Ágnes egy hajszálát használtuk).

Itt is a résnél hasznélt egyenletet illesztjük a mért adatokra.

$$I = a\frac{sin^2((x+c)b)}{((x+c)b)^2} + d$$

Habár ez fizikailag nem helyes, számunkra, csak a minimumok távolsága a fontos, ezért elég ha ezek esnek egybe. A minimumok (ugyan ugy mint a résnél) azonos távolságra vannak egymástól. Így b-ből a hajszálvastagság meghatározható.
Az illesztésnél problémát okozott, hogy az illesztőprogram figyelembe vette a mérési eredmények azon szakaszát is ahol az intenzitás nagyon nagy, és ezért rossz illesztést csinált. Ez a hiba éppen b-ben okozott nagy eltéréseket, ami számunkra a legfontosabb lenne.
Ennek kiküszöbölésére kivágtam a mért adatokból ezt a tartományt. Így az illesztés a kritikus helyeken már jó lett, bár a maximumnál jelentősek az eltérések, de ez nem befolyásolja az eredményeket.

Az illesztett görbe paraméterei :

$$a = 25.22 \pm 0.31\ , \quad b = 0.1169 \pm 0.00016\ , \quad c = -92.07 \pm 0.047\ , \quad d = 2.624 \pm 0.0058$$

b jelentése az első méréshez hasonló, most azonban A nem résszélességet, hanem a hajszál vastagságát jelenti.

$$A = \frac{\lambda L b}{\pi}$$

2.3.1 Eredmény

$$A = 58.04 \mu m$$

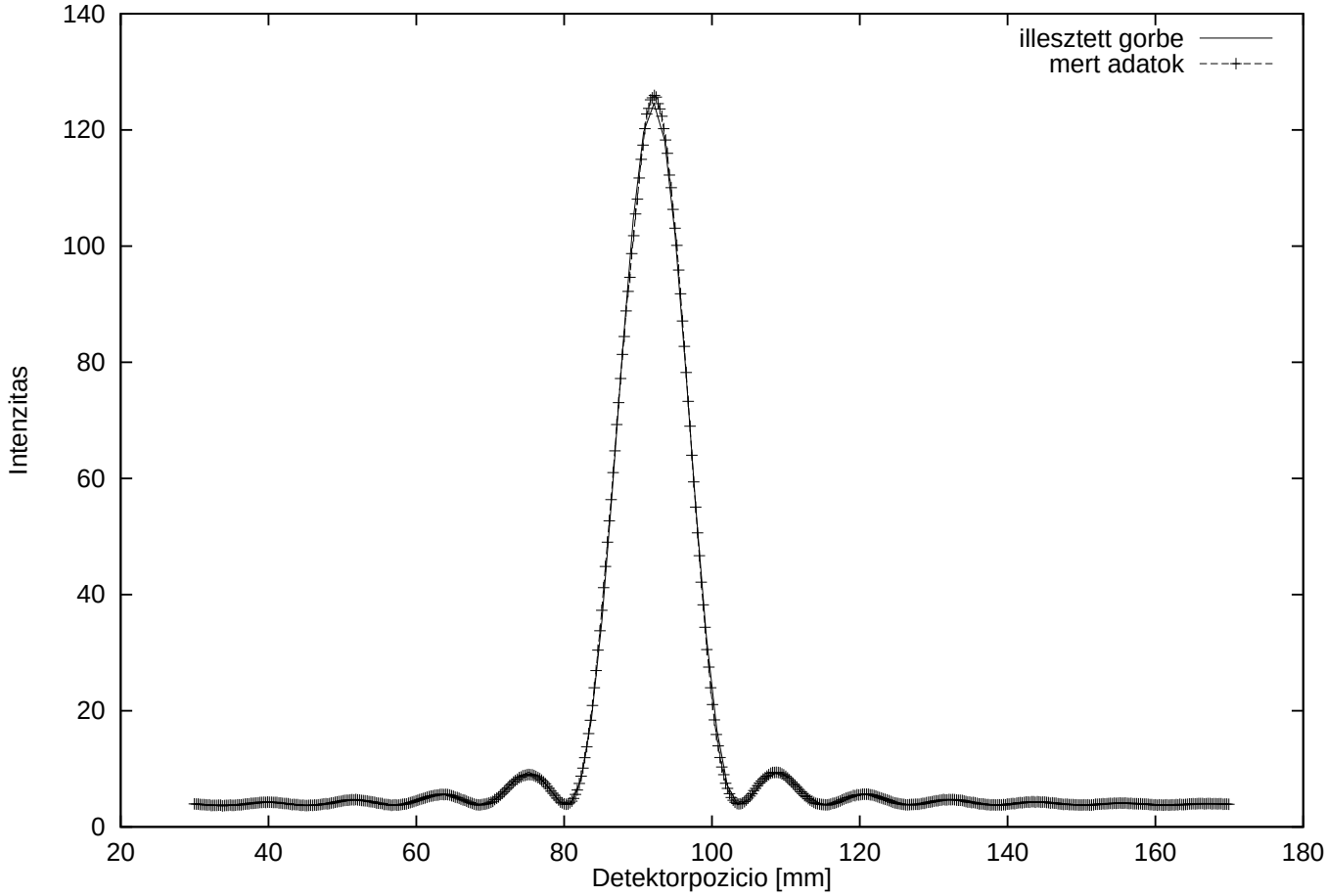
2.3.2 A mérés hibái

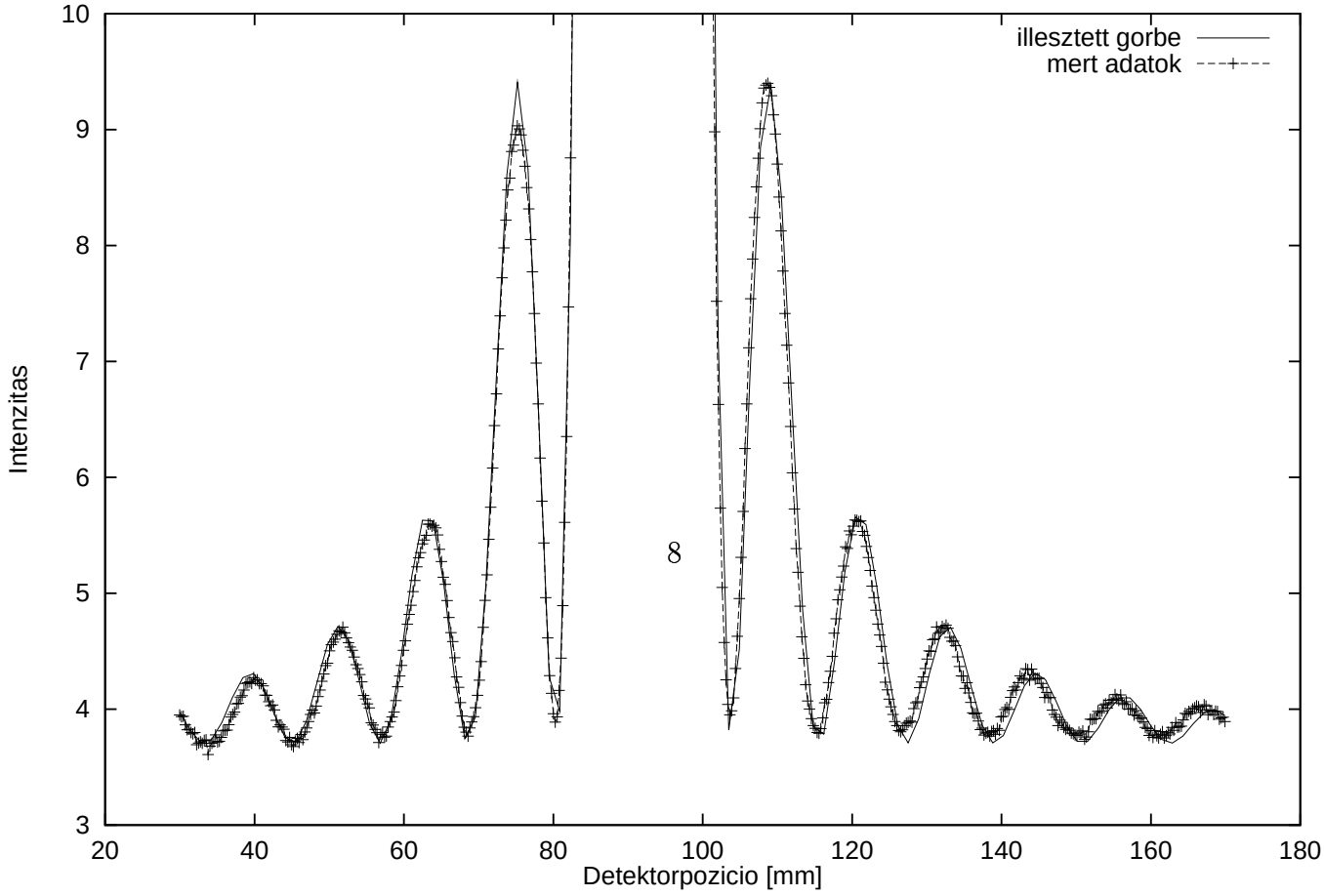
$$\Delta A = a(\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta b}{b})$$

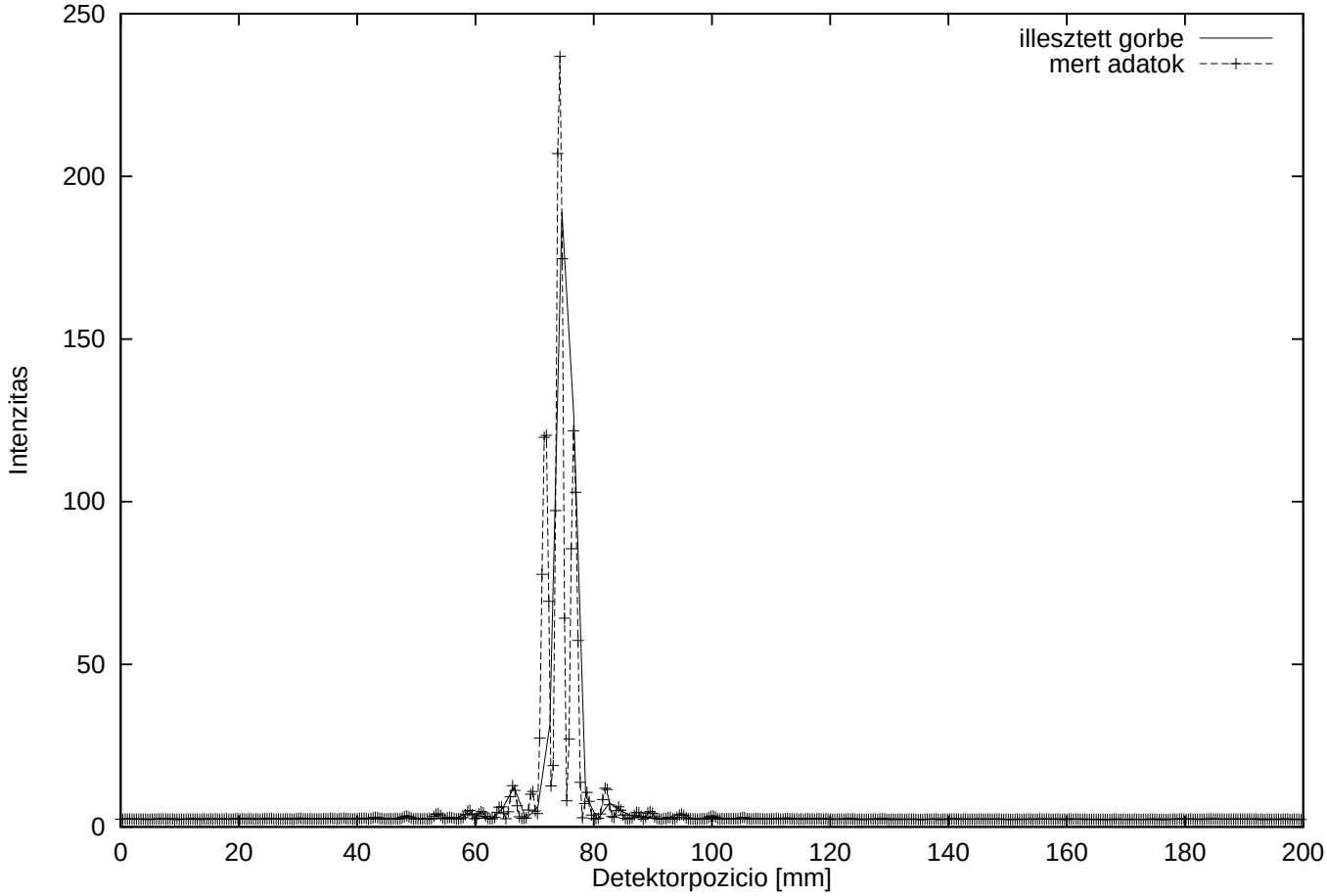
$$\Delta A = 1.57 \mu m$$

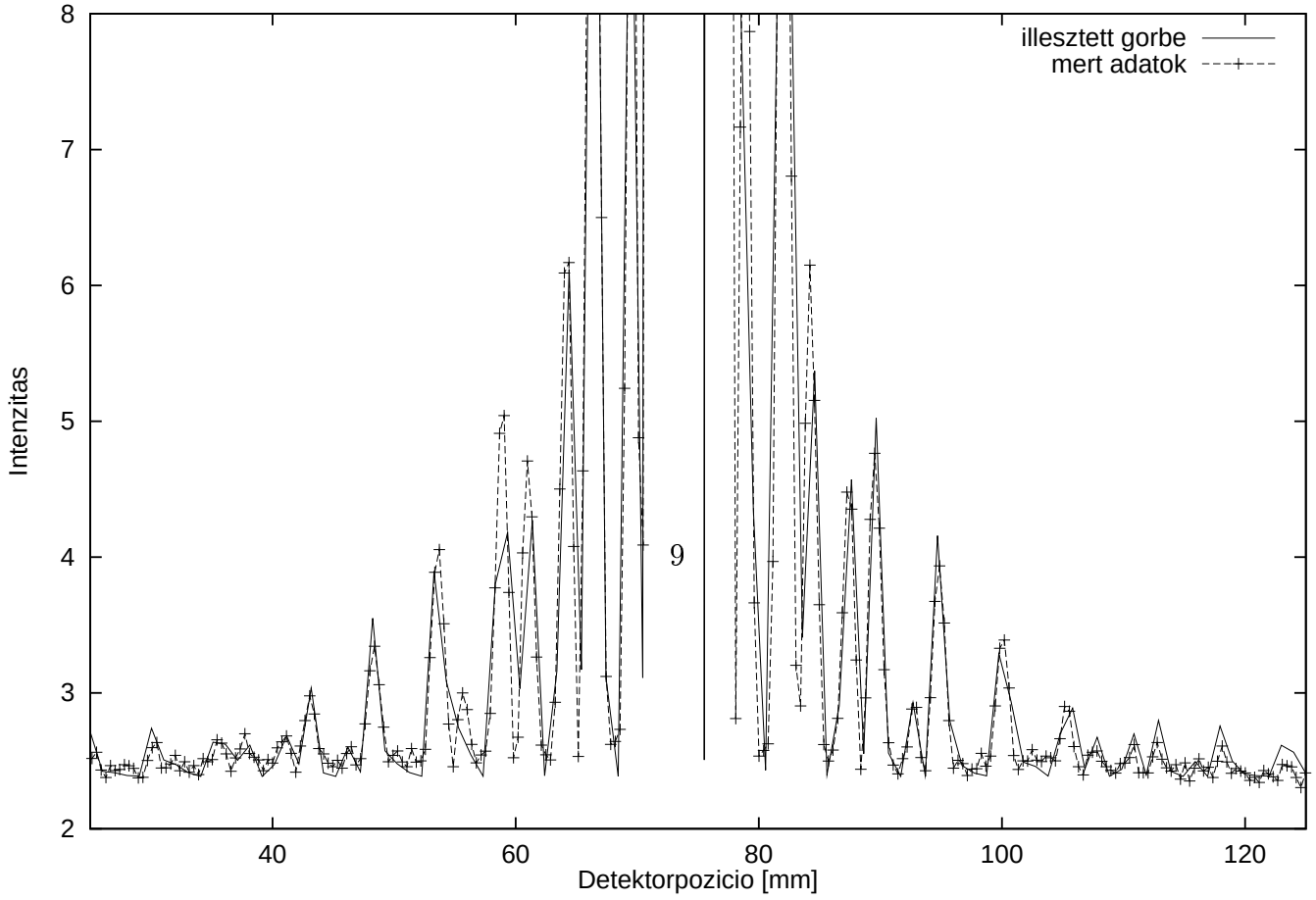
2.3.3 A végeredmény

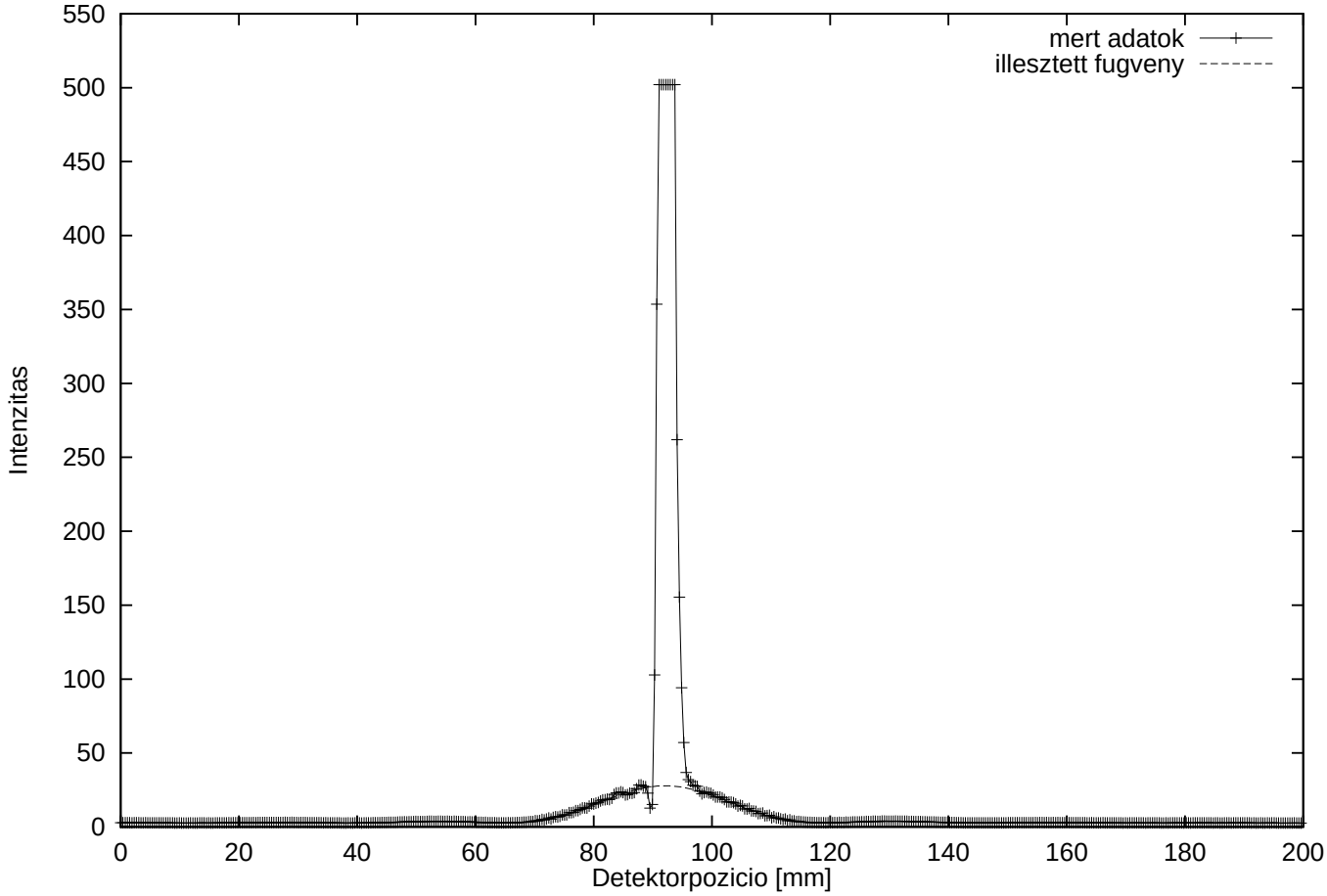
$$A = 58.04 \pm 1.57 \mu m$$

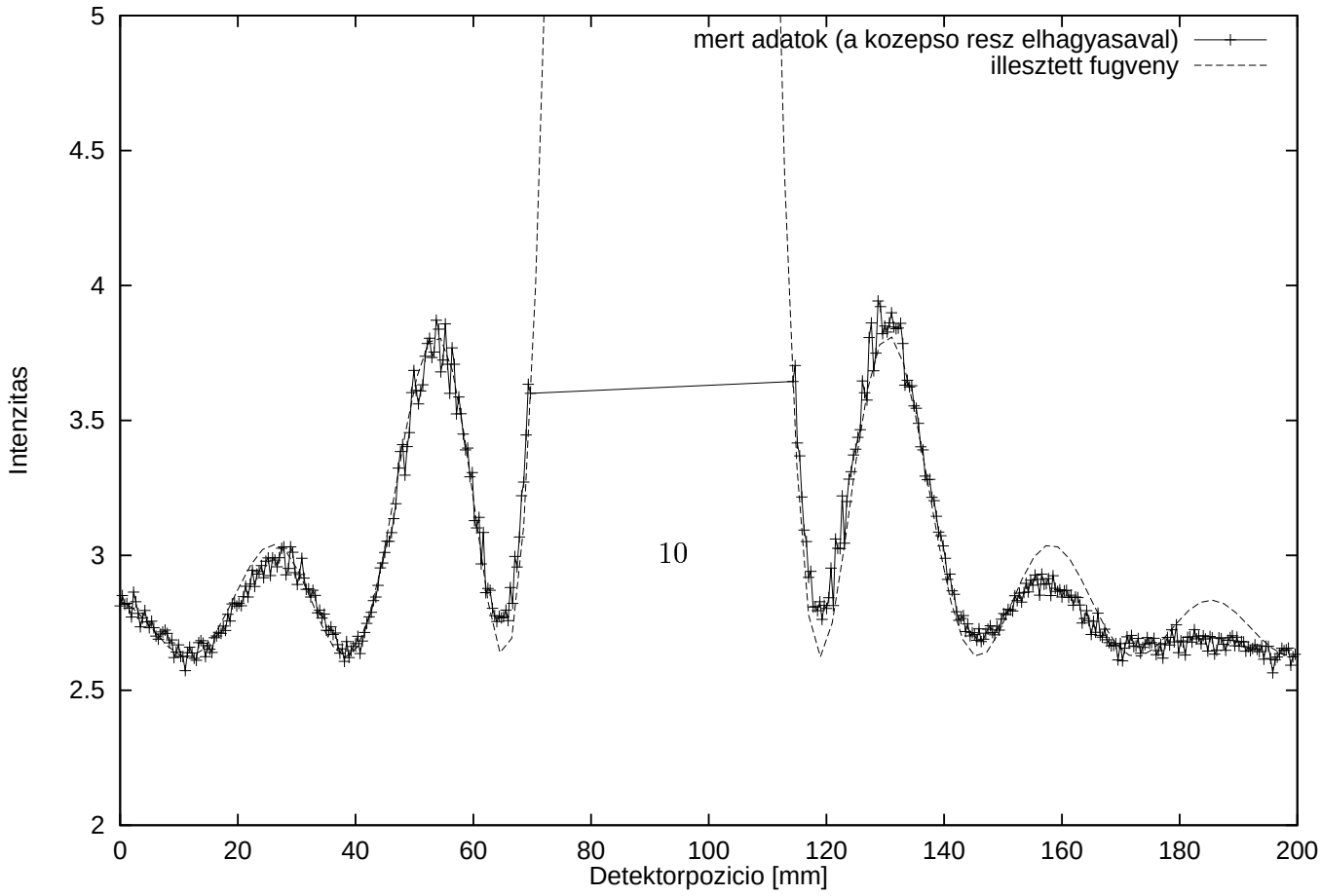

illesztett gorbe
mert adatok
Intenzitas
Detektorpozicio [mm]
0
20
40
60
80
100
120
140
20
40
60
80
100
120
140
160
180


illesztett gorbe
mert adatok
Intenzitas
Detektorpozicio [mm]
3
4
5
6
7
8
9
10
20
40
60
80
100
120
140
160
180


illesztett gorbe
mert adatok
Intenzitas
Detektorpozicio [mm]
0
50
100
150
200
250
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200


illesztett gorbe
mert adatok
Intenzitas
Detektorpozicio [mm]
2
3
4
5
6
7
8
40
60
80
100
120


mert adatok
illesztett fugveny
Intenzitas
Detektorpozicio [mm]
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200


mert adatok (a kozepso resz elhagyasaval)
illesztett fugveny
Intenzitas
Detektorpozicio [mm]
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200