

10. Fényelhajlási jelenségek vizsgálata

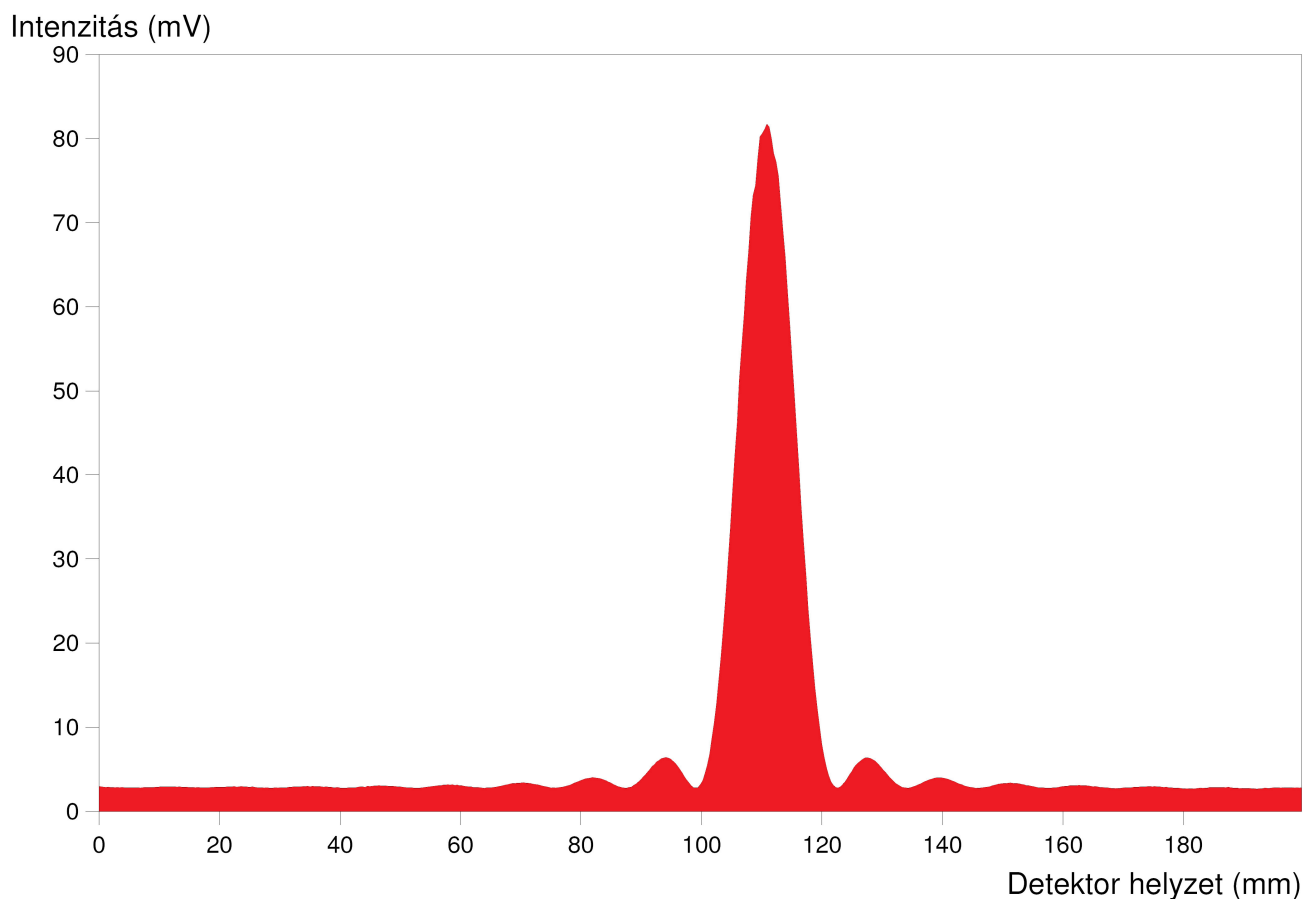
PÁPICS PÉTER ISTVÁN

csillagász, 3. évfolyam

2005.10.13.

Beadva: 2005.10.20.

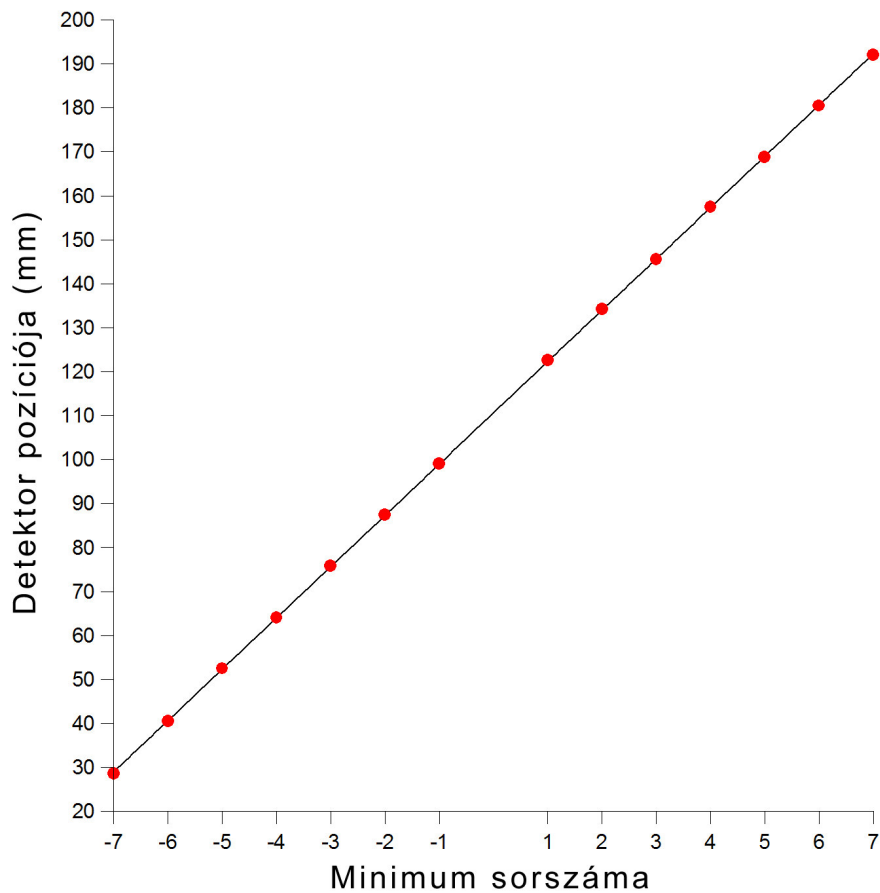
1 ELHAJLÁS RÉSEN. Először is az eszközökről: az ajtótól távolabbi összeállítással mértem Már Andrással, ugyanis a másik mérőhely nem volt használható. A rés felhelyezésénél vizuálisan állapítottam meg, mikor a leginkább megfelelő az elhajlási kép differenciáltsága a mérés elvégzéséhez, ekkor az ernyőt kivettem, majd a sötétítő függönyöket összehúztam, és a nullpontra állás után elindítottam a mérést. Ebben az esetben 0-tól 200mm-ig mértünk. A kapott intenzitásgörbe:



A minimumhelyeket megfelelő ránagyítás mellett kijelölve ezeket az értékeket kaptam:

<i>Minimum</i>	<i>Detektorhelyzet (mm)</i>
-7	28,5817
-6	40,5484
-5	52,4883
-4	64,0879
-3	75,8342
-2	87,4071
-1	99,0066
1	122,5617
2	134,2347
3	145,6140
4	157,4805
5	168,8598
6	180,4905
7	192,0901

A mért adatokra ezután *gnuplottal* illesztettem az $m \cdot x + b$ egyenest:



Itt az egyenes meredeksége $m=(11,67\pm0,01)mm$

Tengelymetszete $b=(110,66\pm0,05)mm$

A rés távolsága a detektortól (mérőszalaggal lemérve) $L=(2511\pm0,5)mm$

A használt fény hullámhossza $\lambda=(632,8\pm0,1)nm$ a hibával nem kell foglalkoznunk, mert nagyságrendekkel kisebb, mint a mérésben előforduló egyéb hibák.

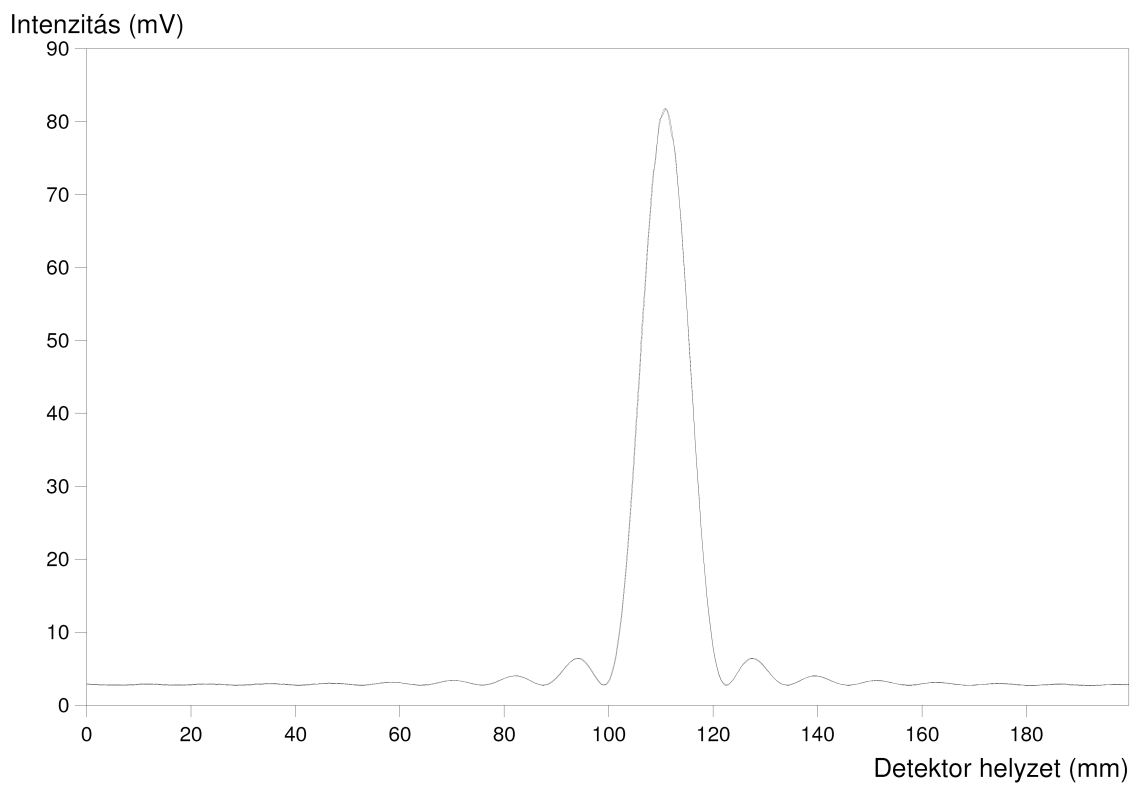
Ezekből a résszélesség és annak hibája számolható:

$$a = \frac{L\lambda}{m} = 0,136157737mm$$

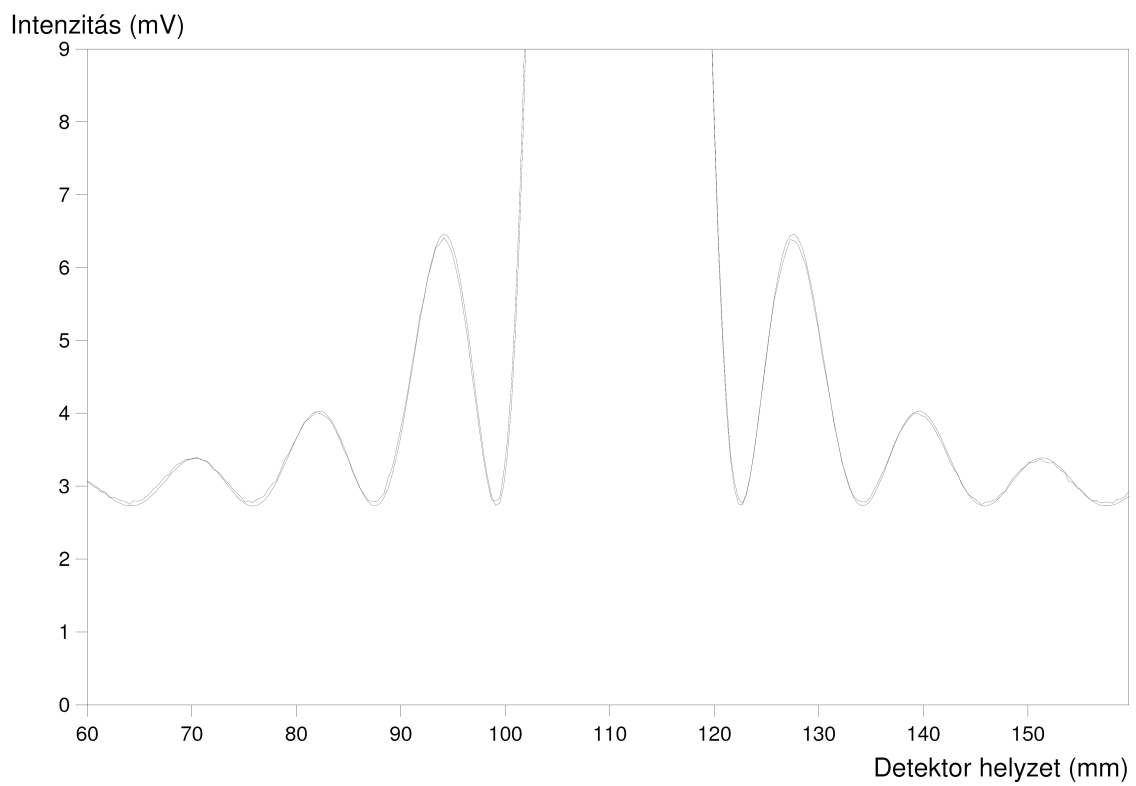
$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m} = \frac{0,5}{2511} + \frac{0,01}{11,67} = 0,001056021 \Rightarrow \Delta a = 0,000143785$$

$$a=(0,1362\pm0,0001)mm$$

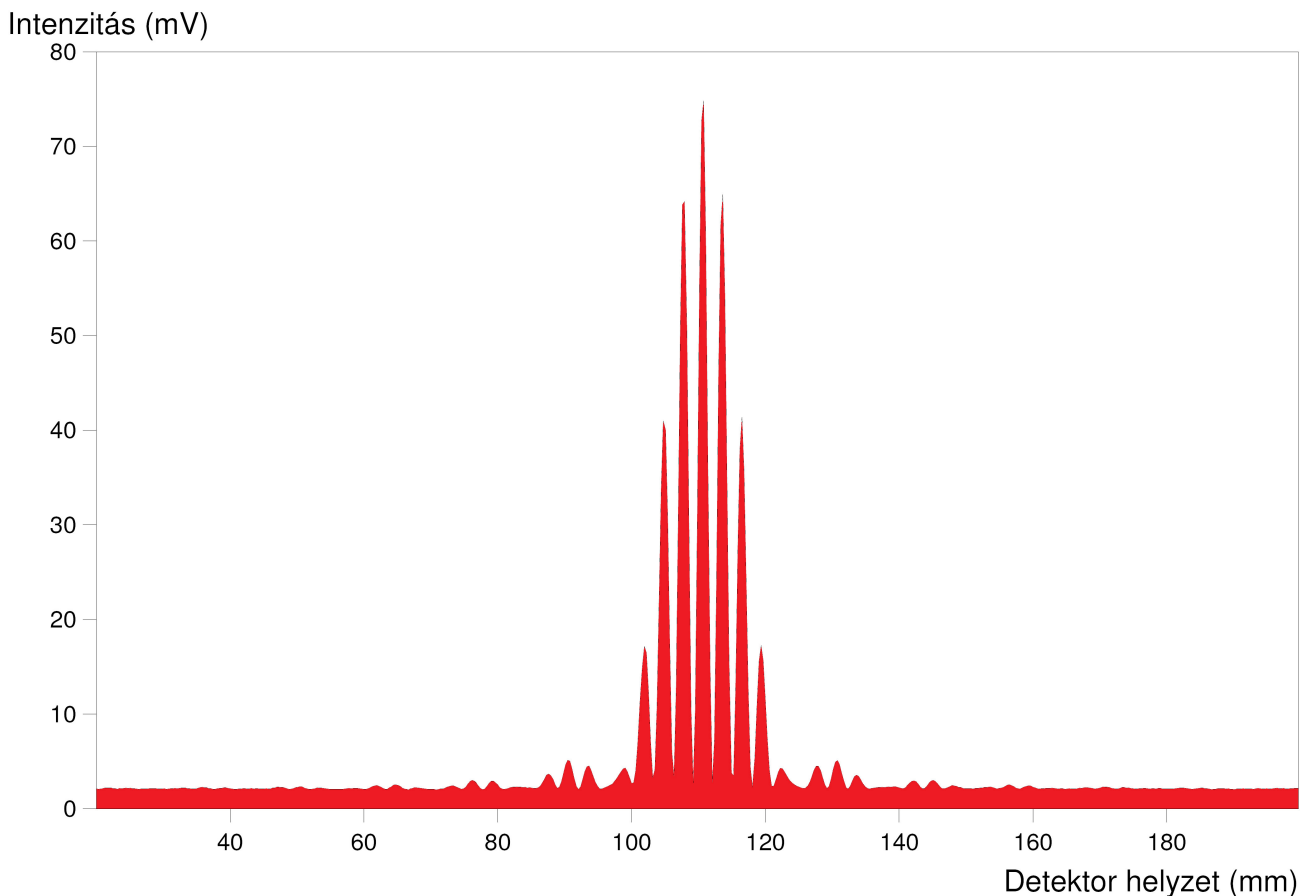
Az így nyert adatokkal meghatározott elméleti görbe a mért értékek fölé rajzolva:



Ennek egy részlete kinagyítva (jól látszik[?], hogy minimális az eltérés!):



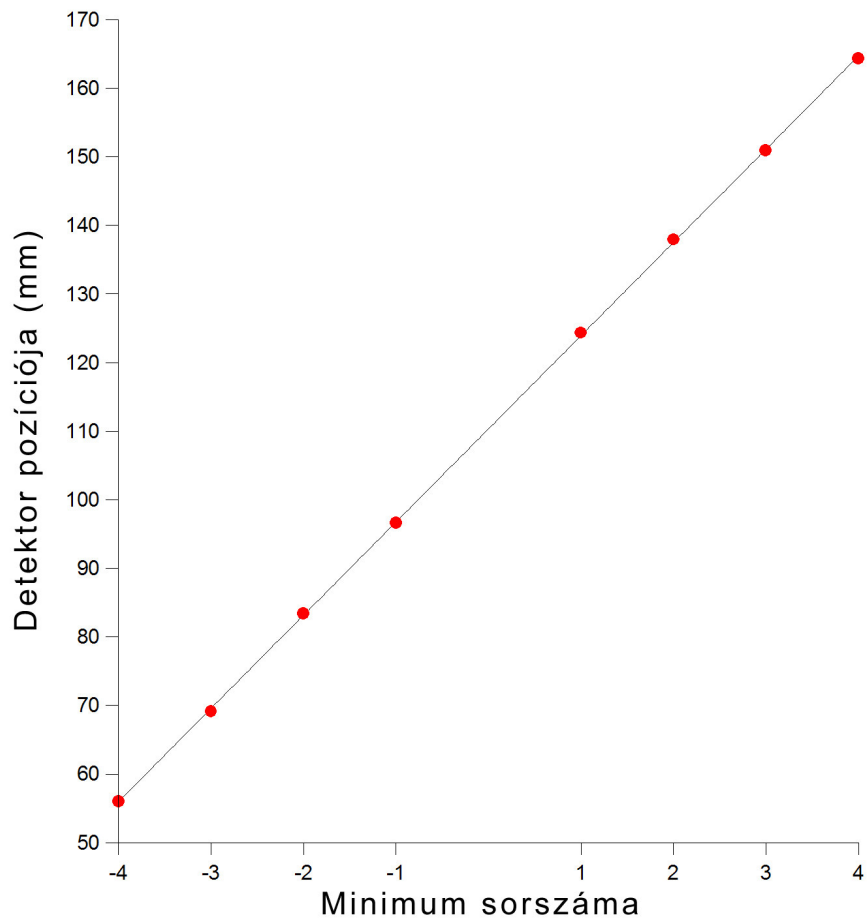
2. ELHAJLÁS KETTŐS RÉSEN. A kettős rés felhelyezésénél vizuálisan állapítottam meg, mikor a leginkább megfelelő az elhajlási kép differenciáltsága a mérés elvégzéséhez, ekkor az ernyőt kivettem, majd a sötétítő függönyöket összehúztam, és a nullpontra állás után elindítottam a mérést. Először egyben végigmértük az egészet, de a kapott eredmény nem volt túl meggyőző, ezért három részben finomabb lépésközzel lemértük az egészet, így négy adatsort kaptunk, egyenként ugyanannyi pontból: 20-200mm, 20-80mm, 80-140mm, 140-200mm. A kapott intenzitásgörbe:



Az elsőrendű minimumhelyek pozíciói:

<i>Minimum</i>	<i>Detektorhelyzet (mm)</i>
-4	55,9869
-3	69,1481
-2	83,4217
-1	96,5976
1	124,3495
2	137,9532
3	150,8992
4	164,3385

Ezen adatokra illesztettem *gnuplot*tal a szokásos paraméterezésű egyenest (lásd következő oldal)



Az egyenes meredeksége $m=(13,59\pm 0,05)mm$

Tengelymetszete $b=(110,3\pm 0,1)mm$

A kettős rés távolsága a detektortól $L=(2775\pm 0,5)mm$

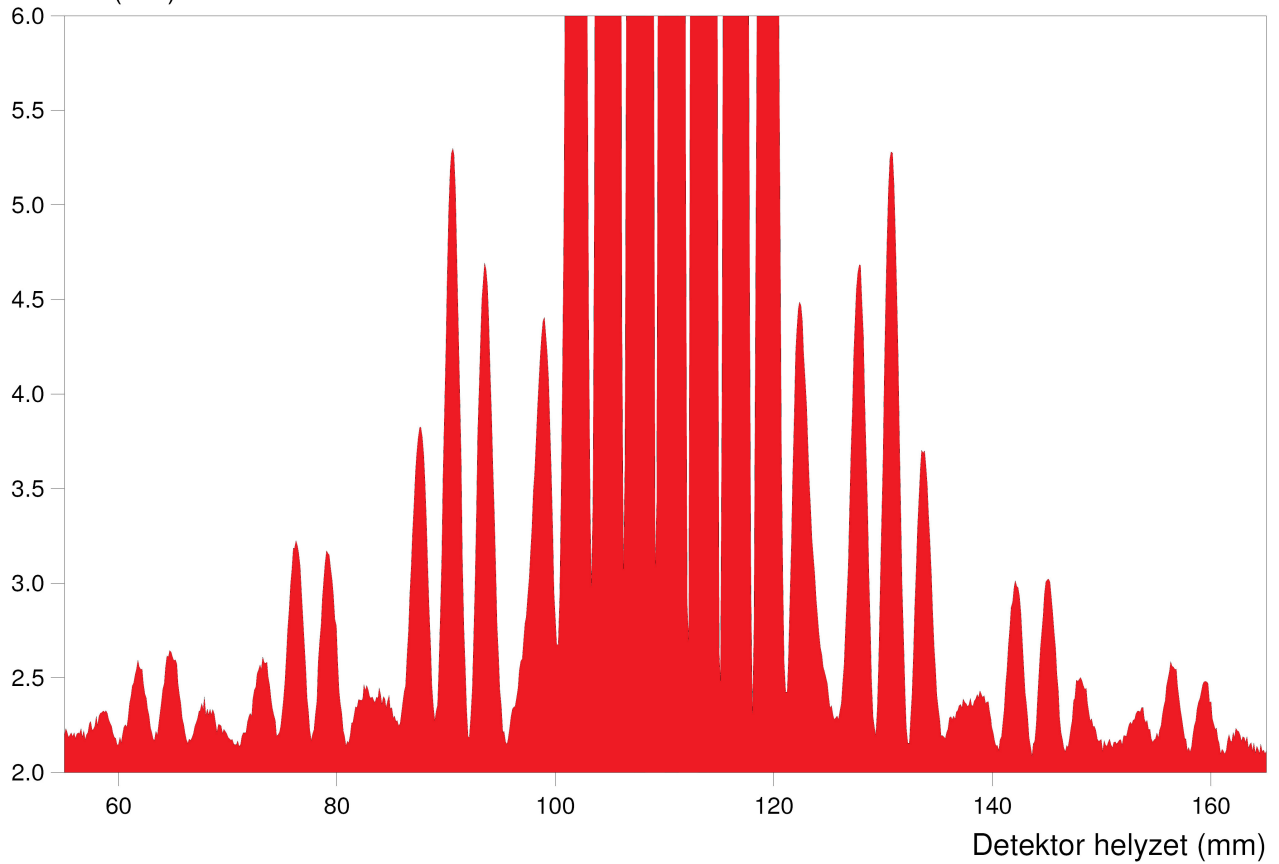
A használt fény továbbra is ugyan (632,8 nm) az, innen számolható a résszélesség és annak hibája:

$$a = \frac{L\lambda}{m} = 0,129214128mm$$

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m} = \frac{0,5}{2775} + \frac{0,05}{13,59} = 0,003859356 \Rightarrow \Delta a = 0,000498683$$

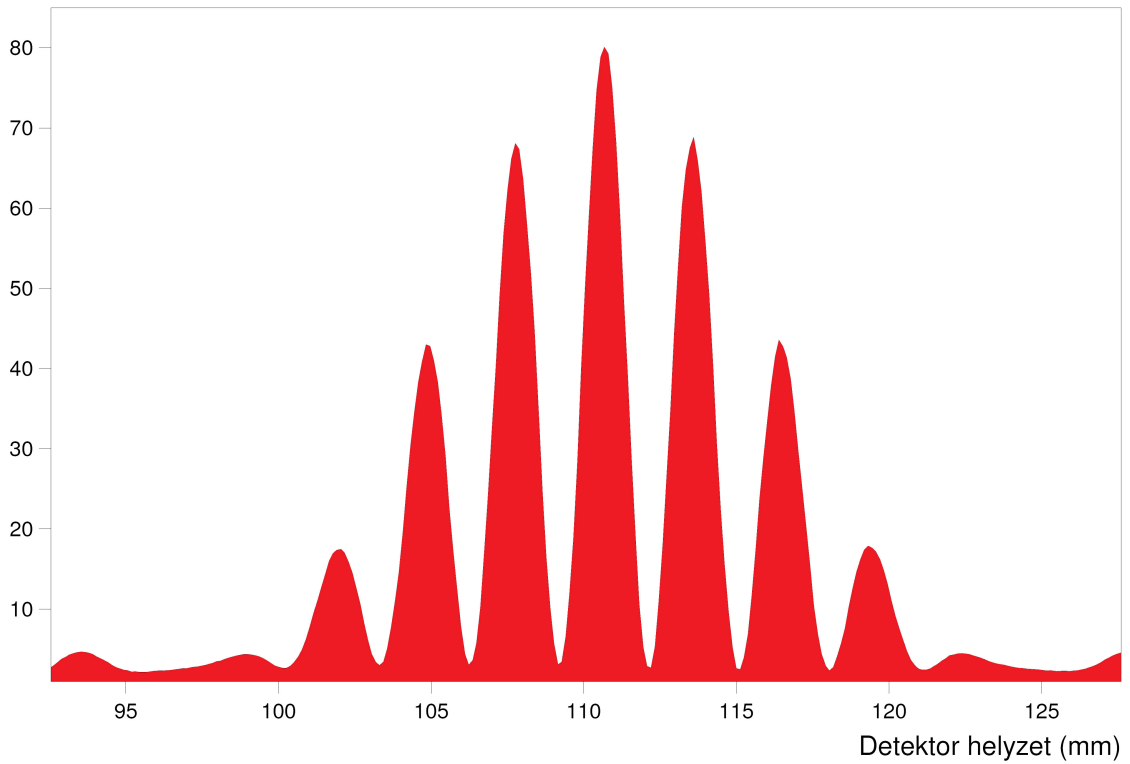
$$a=(0,1292\pm 0,0005)mm$$

Intenzitás (mV)



Az alapszínhez közelebbi részekre koncentrálnva (fent) és a középső rész (lent)

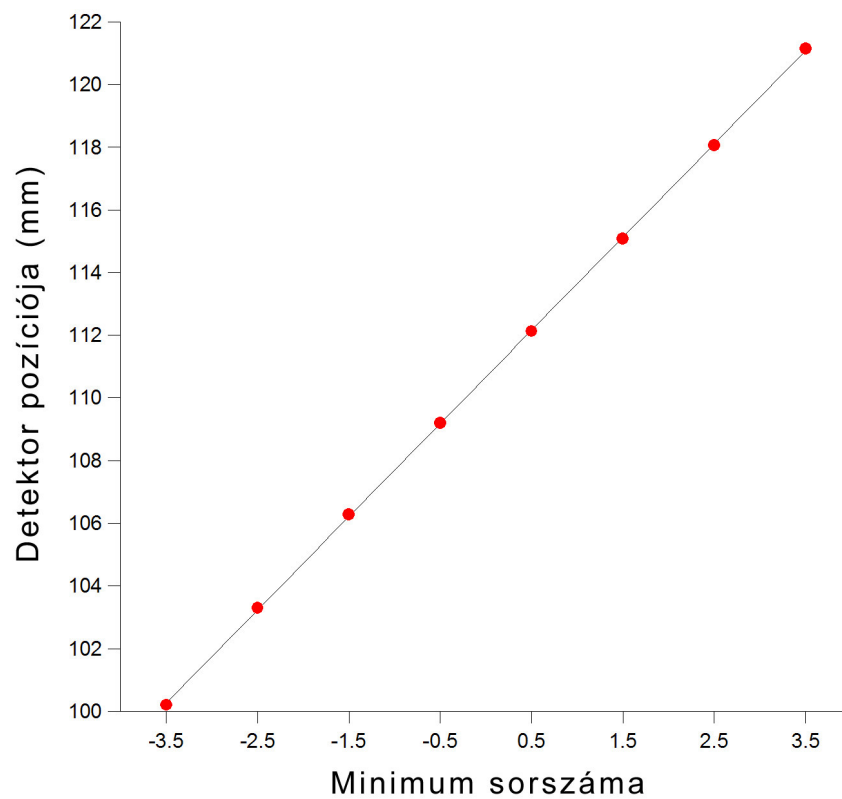
Intenzitás (mV)



A másodrendű minimumok pozíciói:

<i>Minimum</i>	<i>Detektorhelyzet (mm)</i>
-3,5	100,1984
-2,5	103,2910
-1,5	106,2723
-0,5	109,1978
0,5	112,1269
1,5	115,0803
2,5	118,0615
3,5	121,1542

Az adatokra *gnuplottal* $m \cdot x + b$ egyenest illesztve:



Az egyenes meredeksége $m=(2,975\pm 0,009)mm$

Tengelymetszete $b=(110,67\pm 0,02)mm$

A fény (632,8 nm) és a távolság (2775 mm) továbbra is ugyan az, innen számolható a rések távolsága és annak hibája:

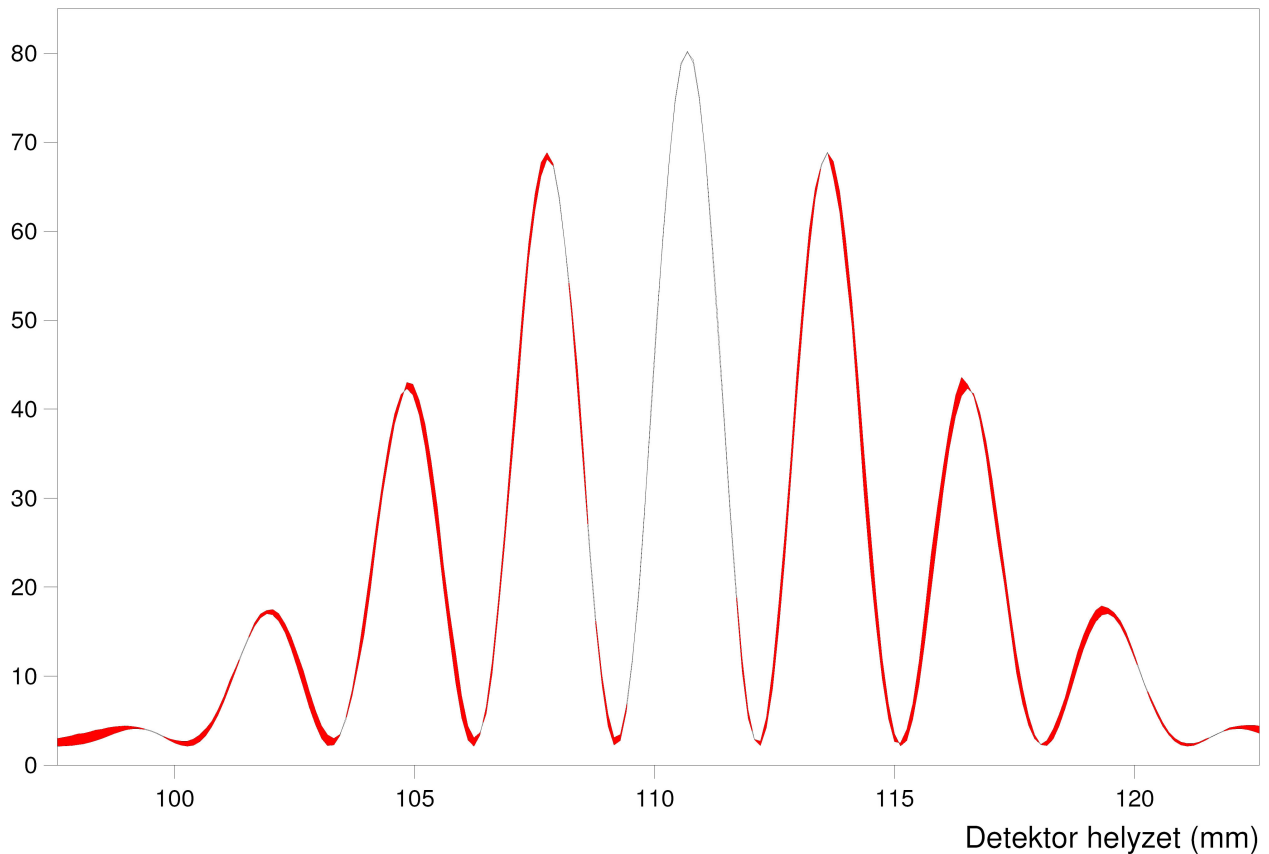
$$d = \frac{L\lambda}{m} = 0,590258823mm$$

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m} = \frac{0,5}{2775} + \frac{0,009}{2,975} = 0,00320539 \Rightarrow \Delta d = 0,001892009$$

$$d = (0,590 \pm 0,002) \text{ mm}$$

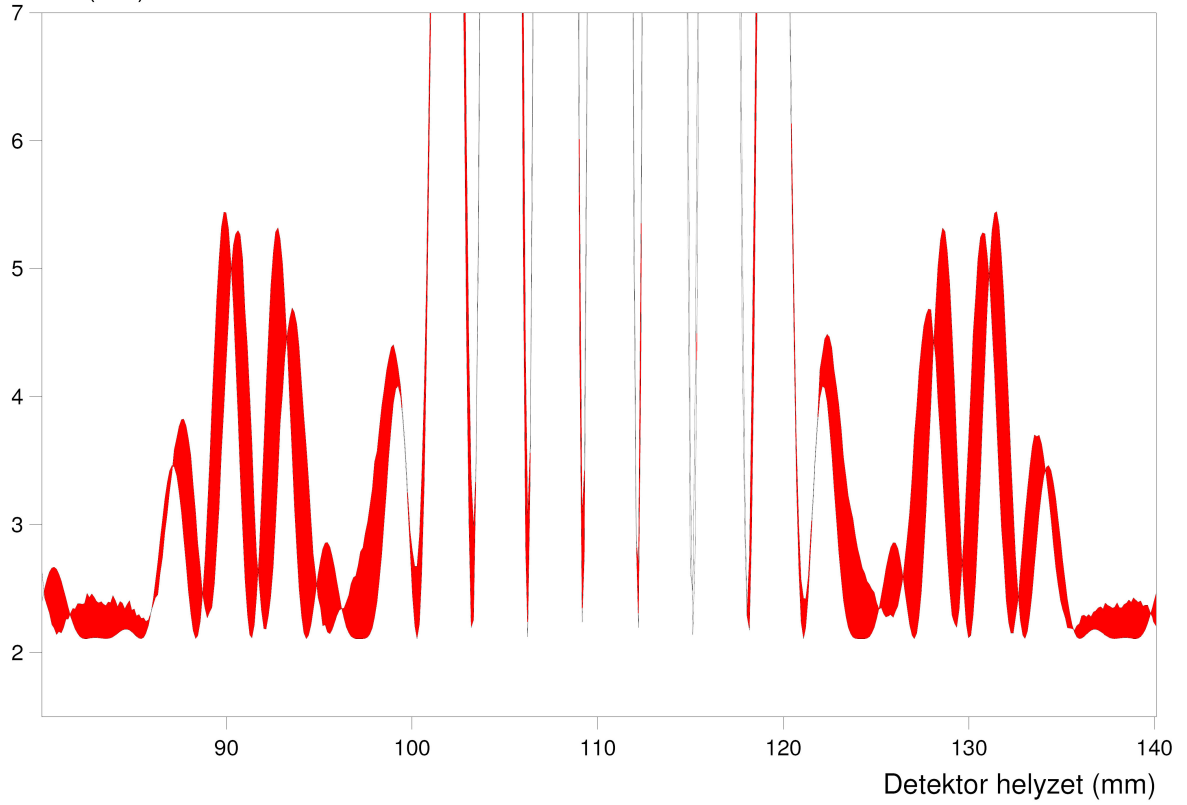
Ezekkel a paraméterekkel az elméleti görbe nagyon szépen illeszkedik az első főminimumok közötti területen (ahol a két görbe alatti terület nem fedi egymást, azt kiemeltem pirossal):

Intenzitás (mV)



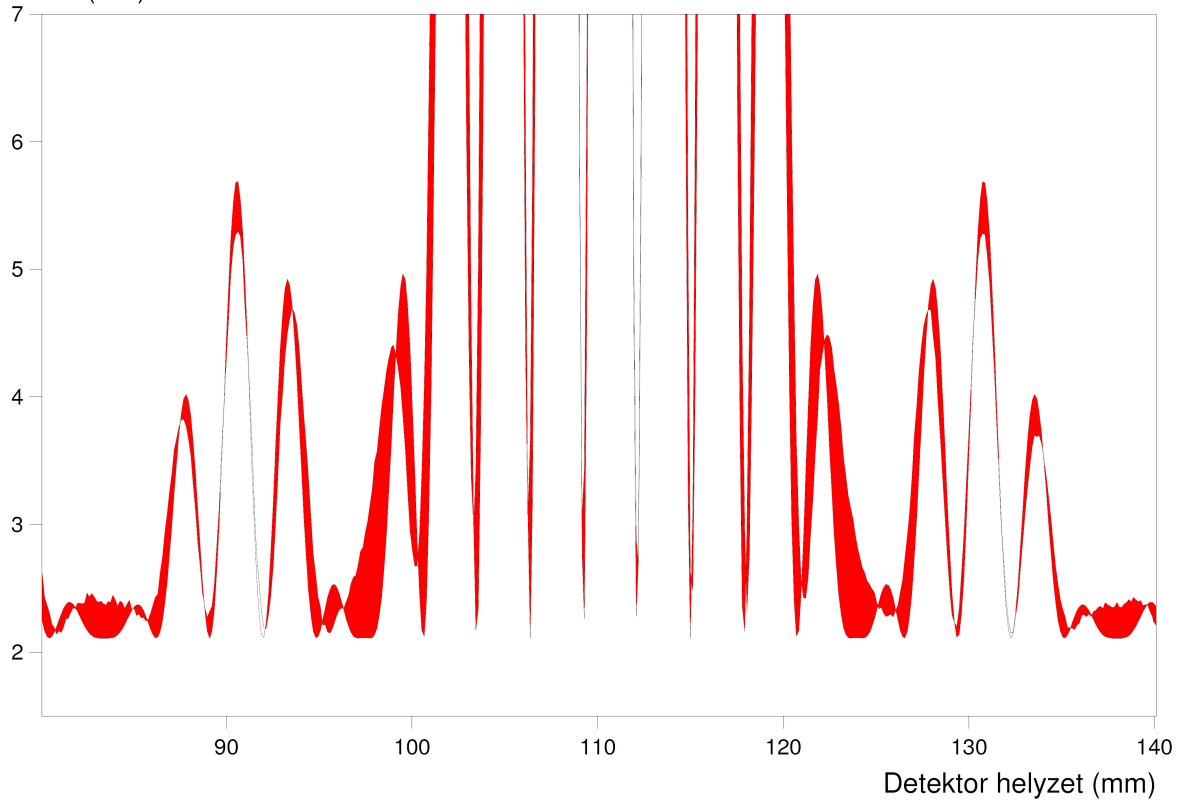
Azonban ezen kívül valamiért elcsúszik! – ábrát lásd a következő oldalon. Érdekes módon ha a „d”-t 0,61mm-re növelem, lényegében tökéletes fedés keletkezik! Ez azonban nincs összhangban a méréssel és annak kiértékelésével. Kérdés, miből származhat ez a hiba? Semmiképpen nem származhat abból, hogy összefűzött adatsorból dolgoztam (a 3 részletesebb mérés, amit az elején leírtam), mert kiszámoltam az egybe felvett adatsorból is, és közel ugyan ezt az eredményt kaptam.

Intenzitás (mV)

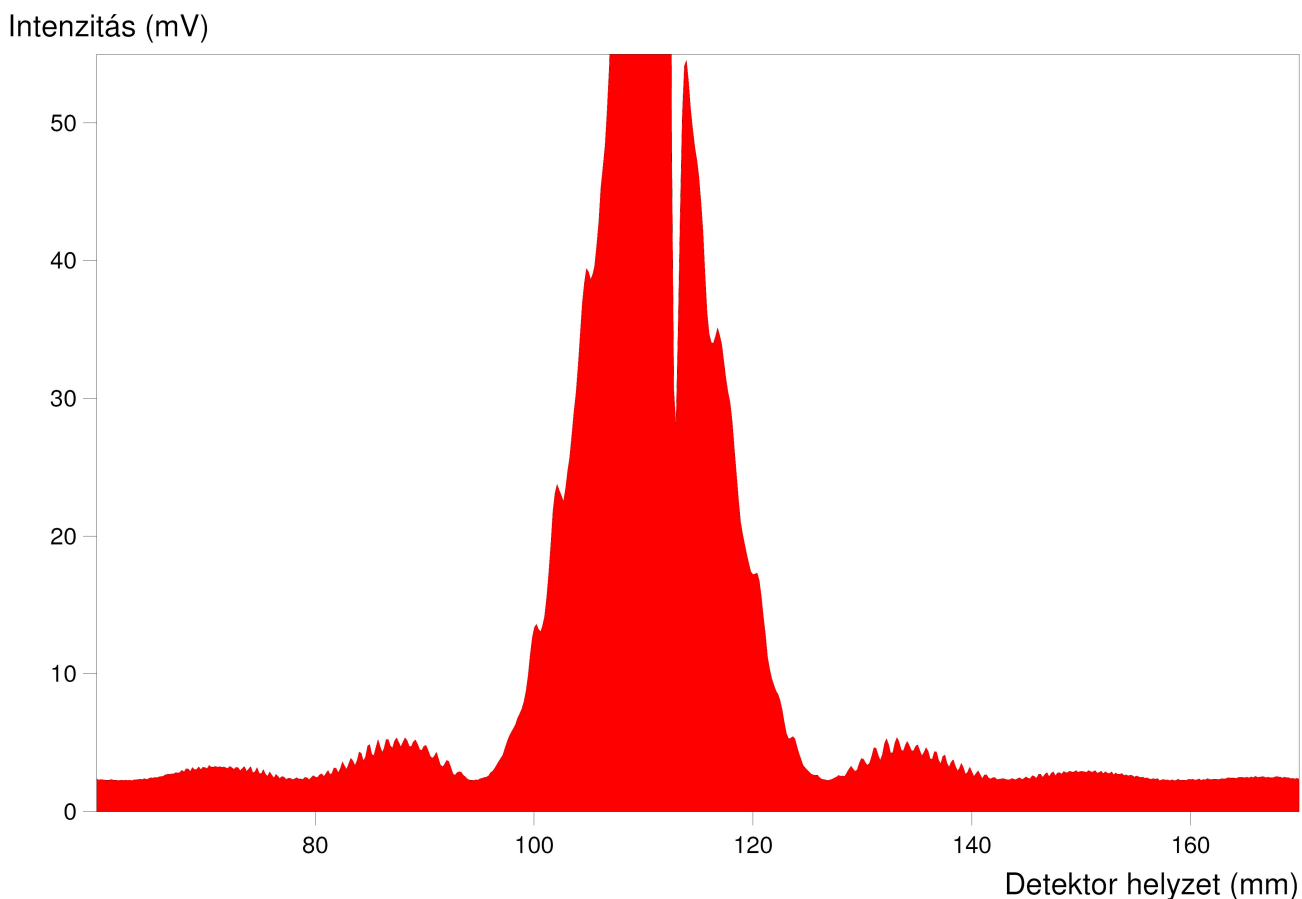
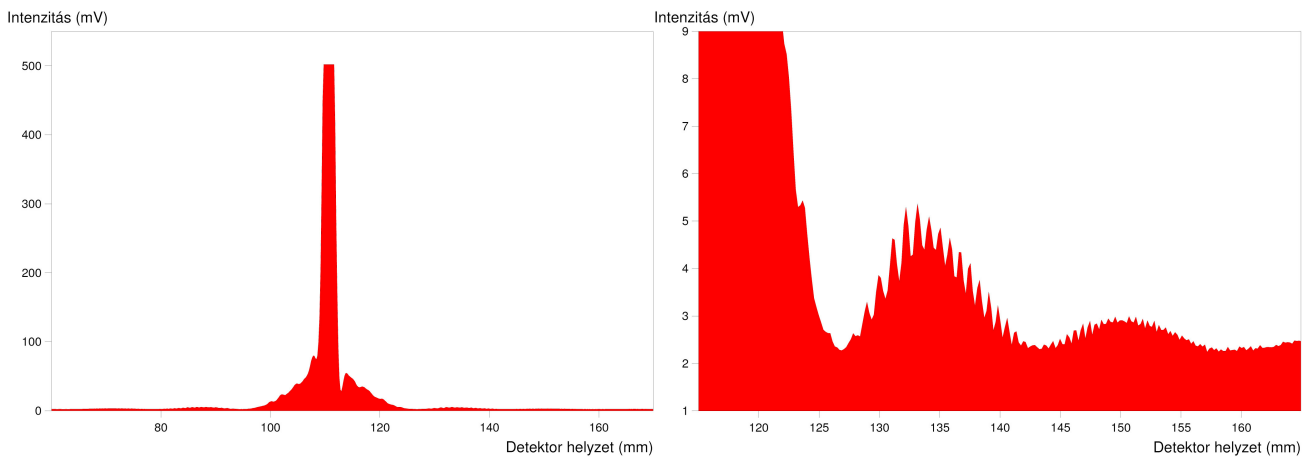


A rácscsillót 0,61mm-re növelve csökken az eltérés (kevesebb a piros):

Intenzitás (mV)



3 ELHAJLÁS HAJSZÁLON. A hajszál felhelyezésénél vizuálisan állapítottam meg, mikor a leginkább megfelelő az elhajlási kép differenciáltsága a mérés elvégzéséhez, ekkor az ernyőt kivettem, majd a sötétítő függönyöket összehúztam, és a nullpontra állás után elindítottam a mérést. 60 és 170 mm között mértünk, mert ezen kívül lényegében értékelhetetlenül gyenge az információtartalom a háttérhez képest. A kapott intenzitásgörbe (teljes, jobboldali részlet és a középső rész):

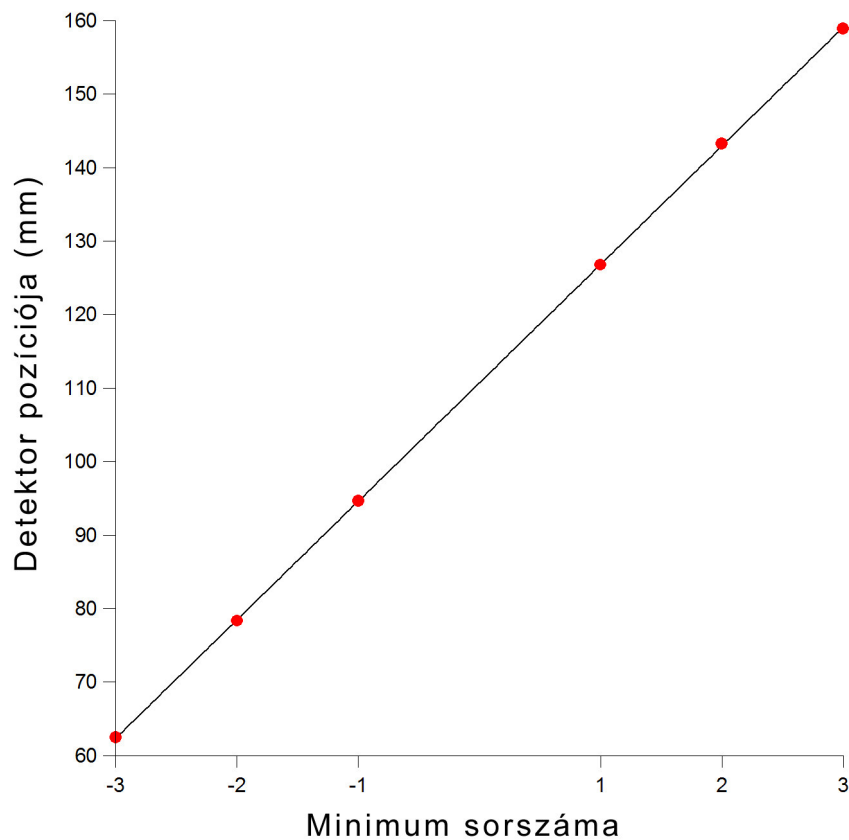


Nagyon érdekes megfigyelni, hogy az intenzitásgörbe hullámaira egy másodlagos, „jóval nagyobb frekvenciájú” hullámmás szuperponálódik – ez főleg a jobb felső képen látszik. A másik érdekes dolog, hogy a hajszál mögött olyan nagy az intenzitás, hogy az már a méréshatáron kívül esik, több mint 6-szorosa az első két esetben mértnek!

A minimumhelyek helyzete:

<i>Minimum</i>	<i>Detektorhelyzet (mm)</i>
-3,0	62,4501
-2,0	78,3273
-1,0	94,6115
1,0	126,7728
2,0	143,2606
3,0	158,9342

A mérési adatokra *gnuplottal* a szokásos illesztést elvégezve, ugyanezt GRAPHER-ben ábrázolva:



Az egyenes meredeksége $m=(16,12\pm 0,04)mm$

Tengelymetszete $b=(110,72\pm 0,08)mm$

A kettős rés távolsága a detektortól $L=(2686\pm 0,5)mm$

A használt fény továbbra is ugyan (632,8 nm) az, innen számolható a hajsál vastagsága és annak hibája:

$$d = \frac{L\lambda}{m} = 0,105440496mm$$

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta m}{m} = \frac{0,5}{2686} + \frac{0,04}{16,12} = 0,002667539 \Rightarrow \Delta d = 0,000281266$$

$$d = (0,1054 \pm 0,0002) \text{ mm}$$

Ezekkel az adatokkal a megfelelő maximum-értéket választva szépen illeszkedik a rés elméleti intenzitás görbéje a szélességével egyező vastagságú hajszál görbéjére (a főmaximum körüli részt leszámítva):

Intenzitás (mV)

