

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

6. MÉRÉS – ATOMI ERŐMIKROSKÓPIA

LABORVEZETŐ: SZABÓ BÁLINT

SZILVÁSI ÁDÁM, FIZIKUS MSC
MÉRŐTÁRSAK: MÁRTON ISTVÁN,
ANGLER GÁBOR
MÉRÉS DÁTUMA: 2010. DECEMBER 9.
LEADÁS DÁTUMA: 2010. DECEMBER

1) A MÉRÉS CÉLJA

A mérés célja az atomi erőmikroszkópiával, mint pásztázó szondás mérési módszerrel való megismerkedés. A gyakorlat során egy szilícium kalibrációs rácson végeztünk méréseket kontakt módban, szabad levegőn, és meghatároztuk a rács különböző területein a rácsállandót és a rácsmélységet, valamint a pásztázó tű nyílásszögét.

2) A MÉRÉSI MÓDSZER

A mérést egy Topometrix Explorer típusú AFM-mel végeztük kontakt módban, ami azt jelenti, hogy a tű és a minta felülete közötti Van der Waals erő taszító törzsén tartózkodtunk, és az így fellépő taszító erőt tartjuk állandó szinten negatív visszacsatolással. Így pásztáztuk végig a vizsgálandó felületet, közben mértük a tű függőleges pozícióját, feltérképezve a felület topográfiáját. A letapogatott terület négyzet alakú volt minden esetben, és úgy igazítottuk a területet és a letapogatási sebességet, hogy nagyjából 5 Hz legyen a frekvencia. Az így készült felvételeket digitálisan feldolgoztuk, és kiszámoltuk belőle a rácsállandót, a rács mélységét és a tű nyílásszögét.

A szilícium kalibrációs minta felülete négy tartományból állt, amelyeknek különböztek a paraméterei. Mindhárman lemértünk egy-egy területet, és a készített képen felvettünk három metszetet, egyet a szkennelés irányában (vízszintes, x), kettőt pedig arra merőlegesen (függőleges, y), és az így kapott profilok alapján elvégeztük a számolásokat.

3) A MÉRÉS KIÉRTÉKELÉSE

Az általam lemerített terület a 2-3. ábrán látható, az első egy elhajlási kép, a második pedig a topografikus kép három dimenzióban. Az innen származó metszetek a 4-7. ábrán találhatóak. A következő eredmények születtek:

A) RÁCSÁLLANDÓ MEGHATÁROZÁSA

A kapott metszetekben a periódusok hosszát leosztva a periódusok számával megkapjuk a rácsállandót. A vízszintes metszetenél kilenc periódust tudtam leolvasni, és a csúcsok távolságát mértem, a függőleges metszeteknél a felfutó él végét néztem, és nyolc periódust számoltam le. A három metszetre a következő jön ki:

Metszet	Rácsállandó [μm]
x irányú	1,975
1. y irányú	2,325
2. y irányú	2,265

Ezek átlaga $2,2 \pm 0,2\ \mu\text{m}$ lett.

B) RÁCSMÉLYSÉG MEGHATÁROZÁSA

A rácsmélységet úgy határoztam meg, hogy az adott metszeten vettem az összes periódust, és kivontam a lokális maximumokból a lokális minimumokat. Az így kapott magasságokat átlagolva, az adott metszetre meghatároztam a magasságot. Az eredmények a következők lettek:

Metszet	Rácsmélység [nm]
x irányú	149 ± 9
1. y irányú	174 ± 15
2. y irányú	169 ± 17

Ezek átlaga $164 \pm 14\text{ nm}$ lett.

C) TŰ NYÍLÁSSZÖGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

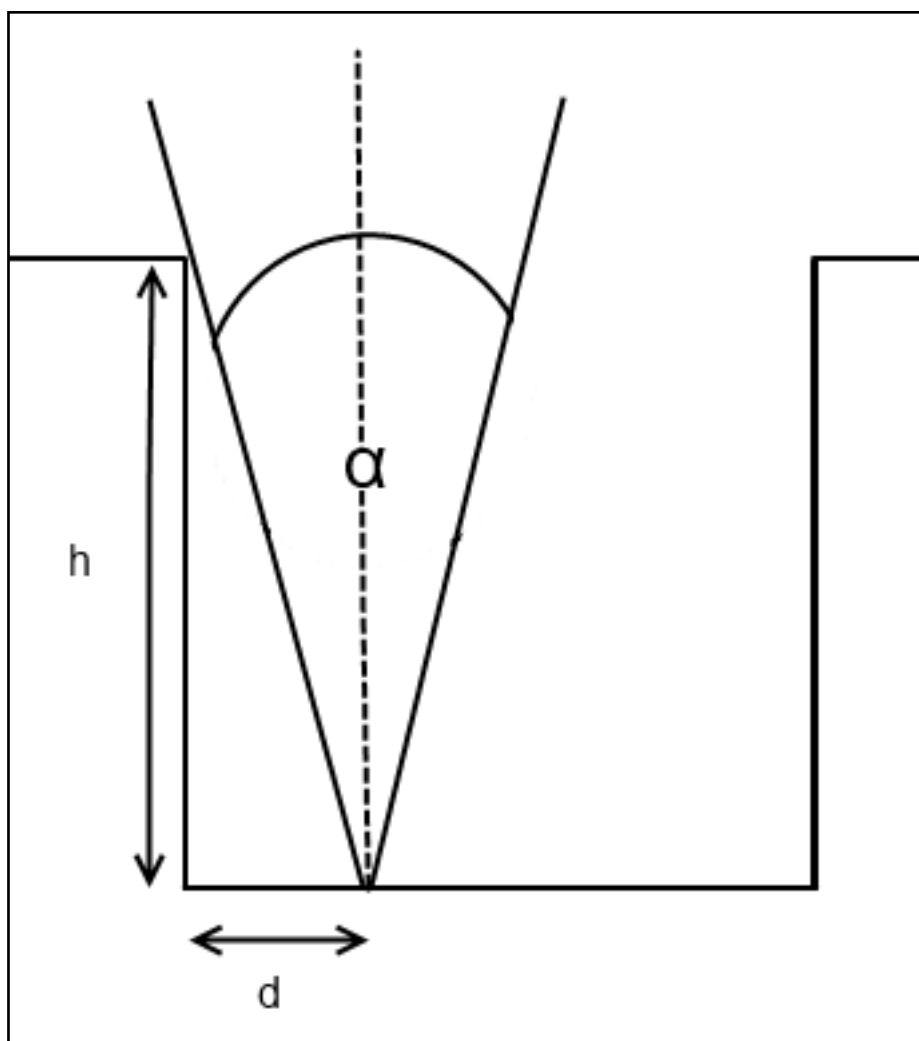
A nyílásszöget abból a feltételezésből tudjuk megbecsülni, hogy a metszetek ideális négyszögjelek, és a négyszögjel magassága és a tű által érzett első minimum távolsága az 1. ábra szerinti összefüggés szerint $\text{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{h}$. Ez a feltételezés nem bizonyul helytállónak a vízszintes metszetre, így ezt erre nem számoltam ki. A számoláshoz minden metszetenél a lefutó élhez balról legközelebb eső maximum és a tőle jobbra eső első minimum közti magasság és távolságértékeket használtam fel.

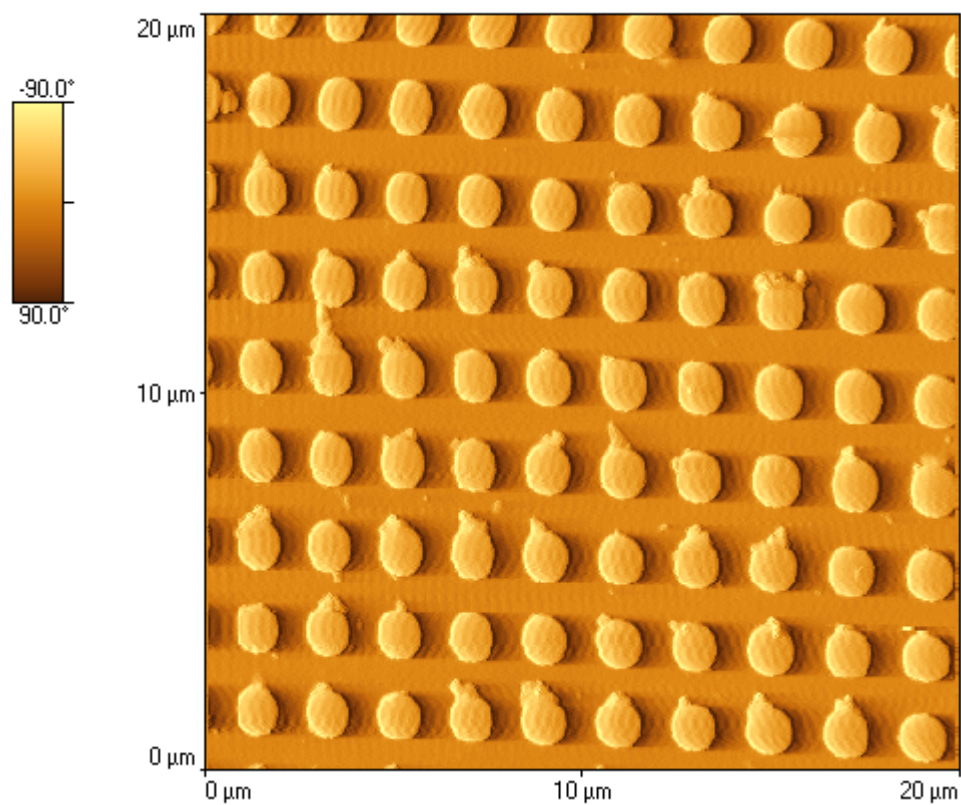
Az eredmények a következők lettek:

Metszet	Tű nyílásszöge [fok]
1. y irányú	65 ± 10
2. y irányú	63 ± 12

Ebből a tű nyílásszögére adott becslésem $64^\circ \pm 11^\circ$.

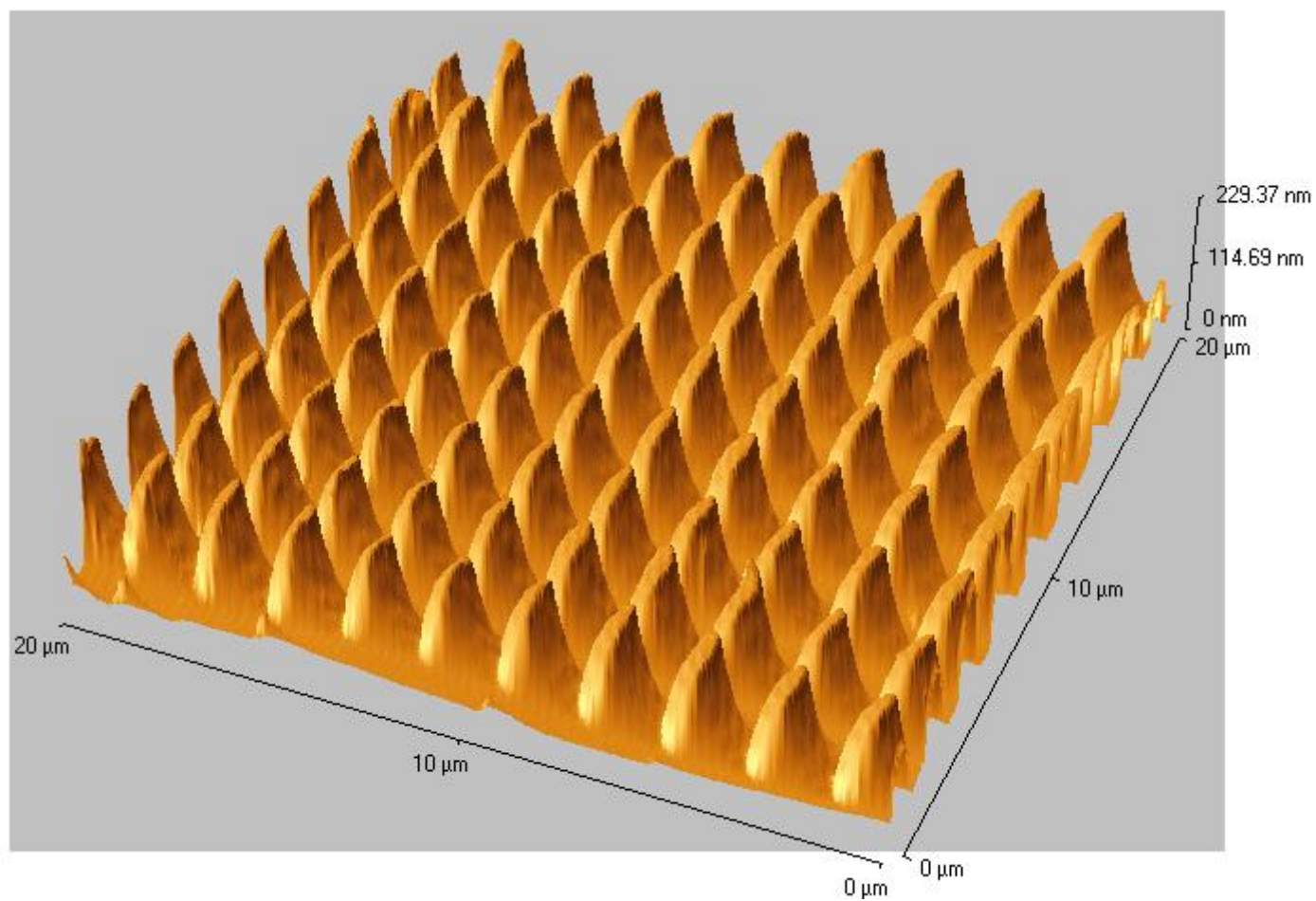
1. ábra – A tű nyílásszögének meghatározása

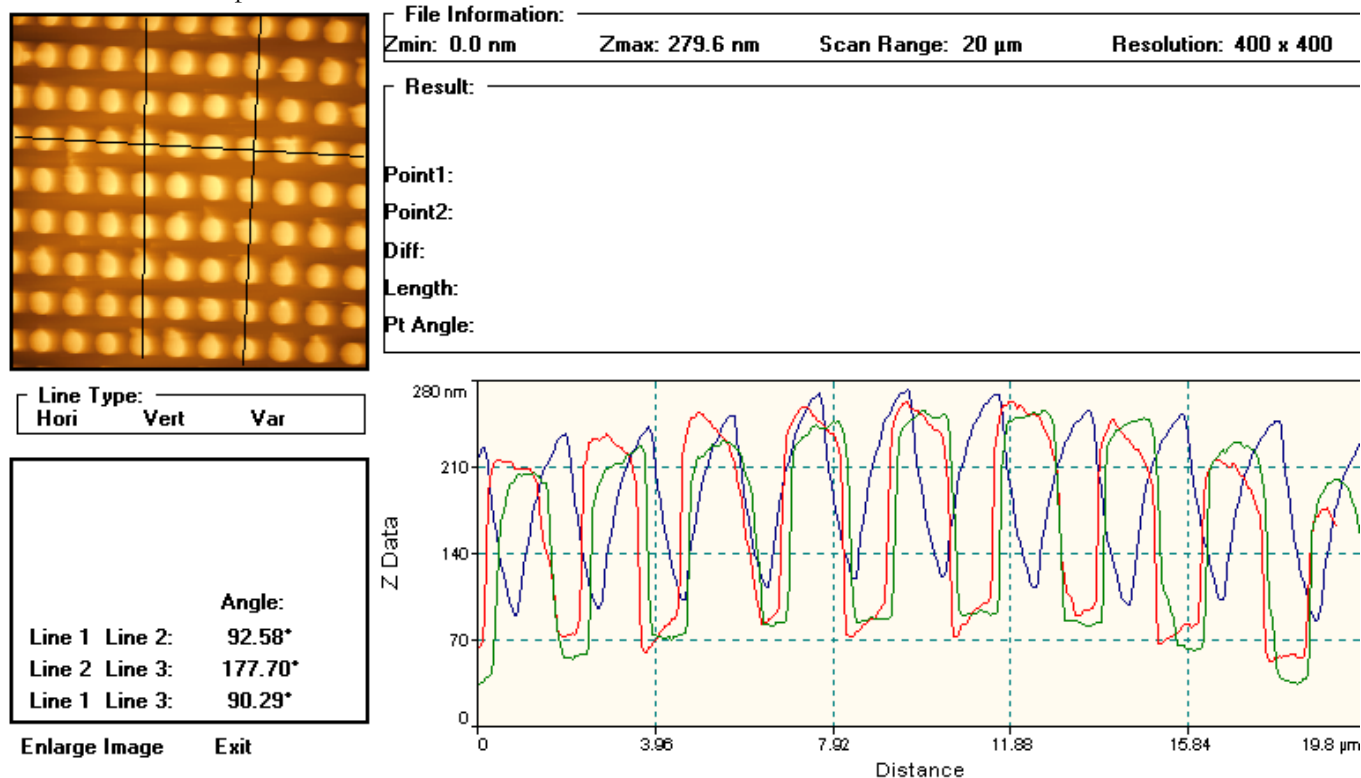




2. ábra – Elhajlási kép

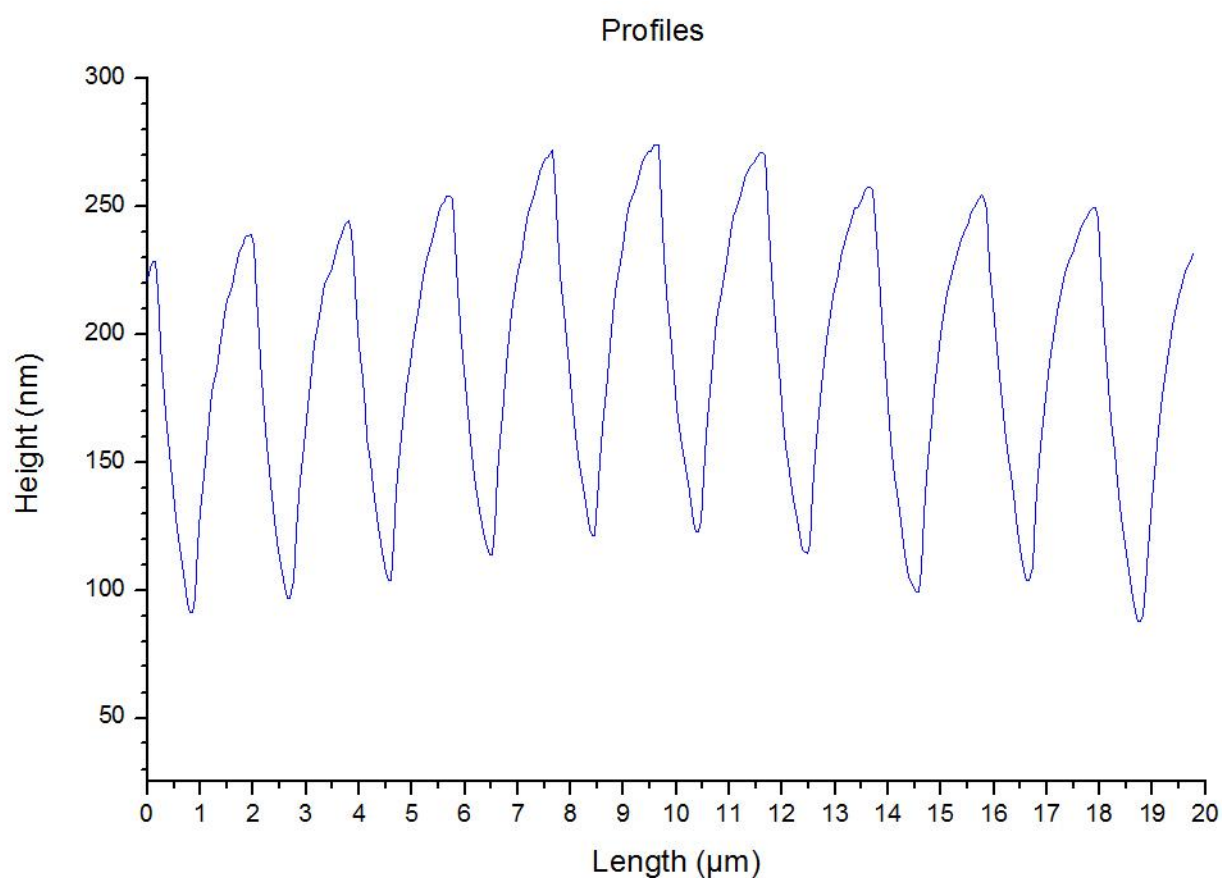
3. ábra – Topografikus kép

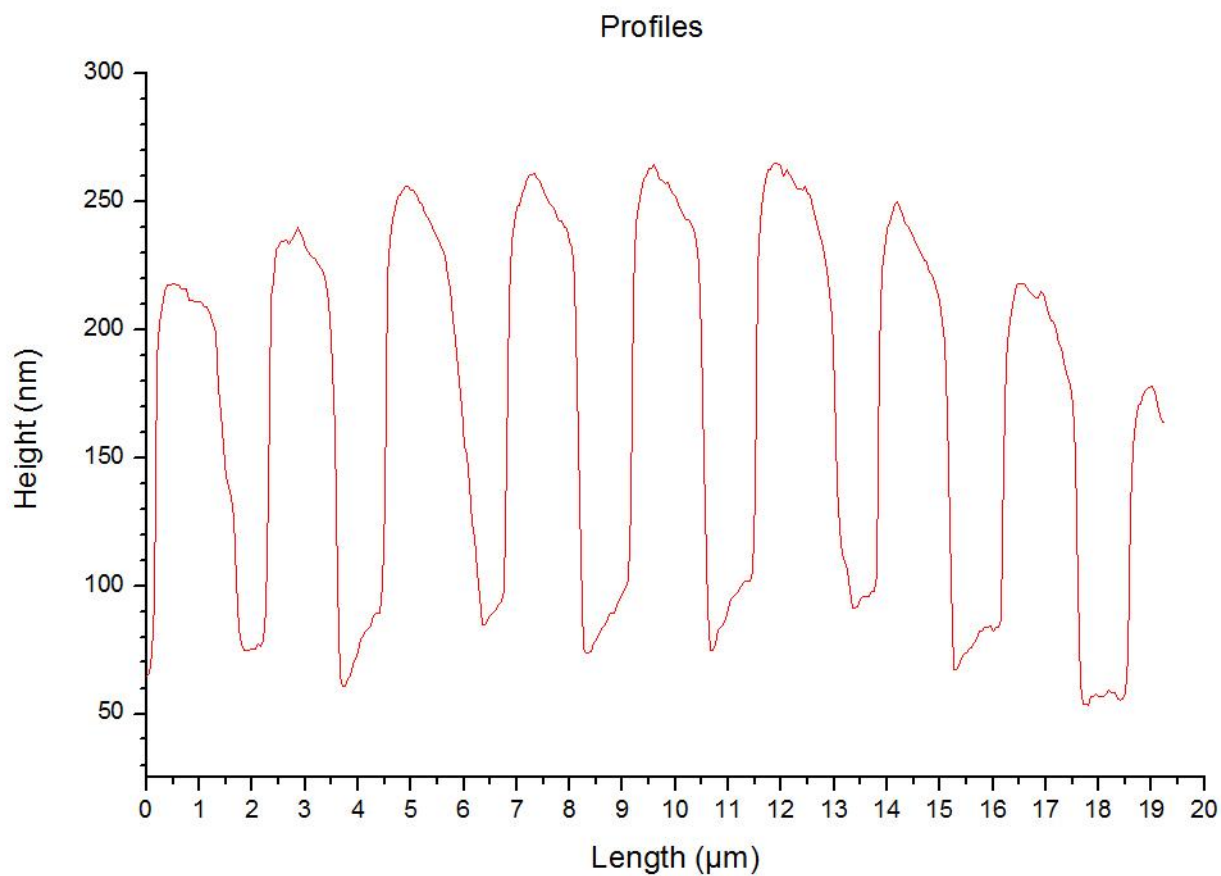




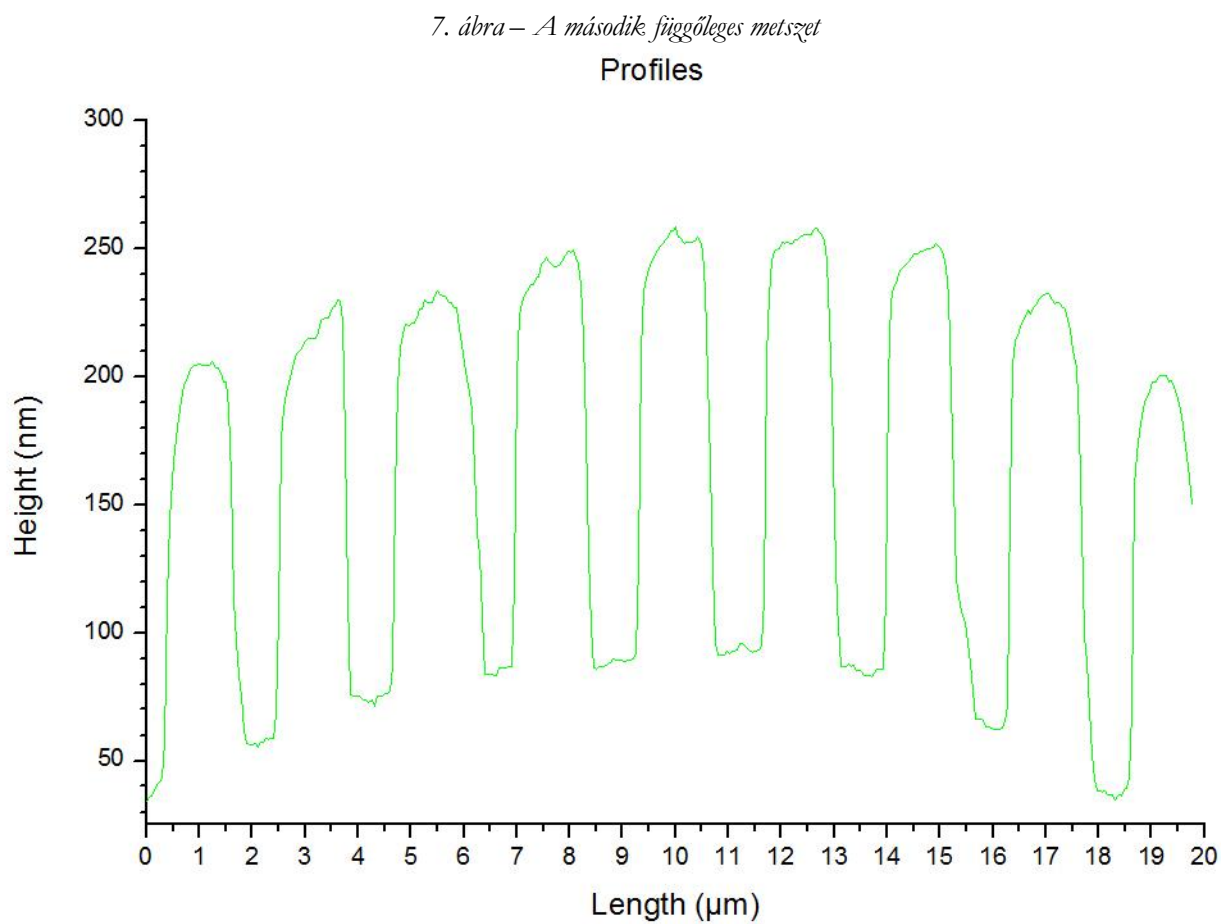
4. ábra – A készített metszetek

5. ábra – A vízszintes metszet





6. ábra – A_z első függőleges metszet



7. ábra – A második függőleges metszet