

POLITECHNIKA POZNAŃSKA



# WSTĘP DO NANTOECHNOLOGII SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM

Mikołaj Pietraszkiewicz

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej

Kierunek: Edukacja Techniczno-Informatyczna

Rok II, Semestr 4

**PROWADZĄCY: DR MACIEJ KAMIŃSKI**  
**ZAKŁAD SPEKTROSKOPII CIAŁA STAŁEGO**  
**POLITECHNIKAPOZNAŃSKA**

Poznań, 2017

## Spis treści

1.	SKANINGOWY MIKROSKOP TUNELOWY STM	2
1.1.	HISTORIA STM	2
1.2.	BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA	3
1.3.	ZJAWISKO TUNELOWE W STM	3
1.4.	UJEMNE SPRZĘŻENIE ZWROTNE	3
1.5.	OSTRZE STM	4
1.6.	TRYBY PRACY STM	5
1.6.1.	TRYB STAŁEJ WYSOKOŚCI	5
1.6.2.	TRYB STAŁEGO PRĄDU	5
1.7.	ZALETY I WADY STM	6
1.8.	ARTEFAKTY	6
2.	MIKROSKOP SIŁ ATOMOWYCH AFM	7
2.1.	HISTORIA AFM	7
2.2.	BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA	7
2.3.	TRYBY PRACY	8
2.3.1.	TRYB KONTAKTOWY	8
2.3.2.	TRYB BEZKONTAKTOWY	8
2.3.3.	TRYB KONTAKTU PRZERWANEGO	8
2.4.	SONDY I OSTRZA POMIAROWE	9
2.5.	WADY I ZALETY AFM	9
2.6.	ZASTOSOWANIE AFM	9
3.	GRAFIT – PODSTAWOWE INFORMACJE	10
3.1.	WŁAŚCIWOŚCI GRAFITU	11
4.	OBRÓBKA OBRAZÓW STM	12
4.1.	ATOMÓWKA	12
4.1.1.	OBRAZ OTRZYMANY PRZY UŻYCIU MIKROSKOPU, PRZED OBRÓBKĄ	12
4.1.2.	OBRAZ PO OBRÓBCE	12
4.2.	USKOK	13
4.2.1.	OBRAZ OTRZYMANY PRZY UŻYCIU MIKROSKOPU, PRZED OBRÓBKĄ	13
4.2.2.	OBRAZ PO OBRÓBCE	13
4.3.	KRZYWA NAPIĘCIE NATĘŻENIE	14
5.	OBRÓBKA OBRAZÓW AFM	15
5.1.	PŁYTA	15
5.1.1.	OBRAZ OTRZYMANY PRZY UŻYCIU MIKROSKOPU, PRZED OBRÓBKĄ	15
5.1.2.	OBRAZY PO OBRÓBCE	15
5.1.3.	POMIAR ODLEGŁOŚCI MIĘDZY ROWKAMI PŁYTY	16
5.1.4.	ŚREDNIA WARTOŚĆ POMIARÓW	16
5.2.	MATRYCA LCD	18
5.2.1.	ZDJĘCIE MATRYCY LCD	18
5.2.1.	OBRAZ PRZED OBRÓBKĄ	18
5.2.2.	OBRAZ PO OBRÓBCE	19
6.	WNIOSKI	20
7.	OPROGRAMOWANIE UŻYTE DO WYKONANIA OBRÓBKI UZYSKANYCH WYNIKÓW	21
	SPIS RYSUNKÓW	22
	SPIS TABEL	22
	SPIS WYKRESÓW	22
8.	Literatura oraz Bibliografia	23

# 1. Skaningowy mikroskop tunelowy STM



## 1.1. Historia STM



## 1.2. Budowa i zasada działania



RYSUNEK 1-3 BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA STM

## 1.3. Zjawisko tunelowe w STM



## 1.4. Ujemne sprzężenie zwrotne



## 1.5. Ostrze STM



## 1.6. Tryby pracy STM

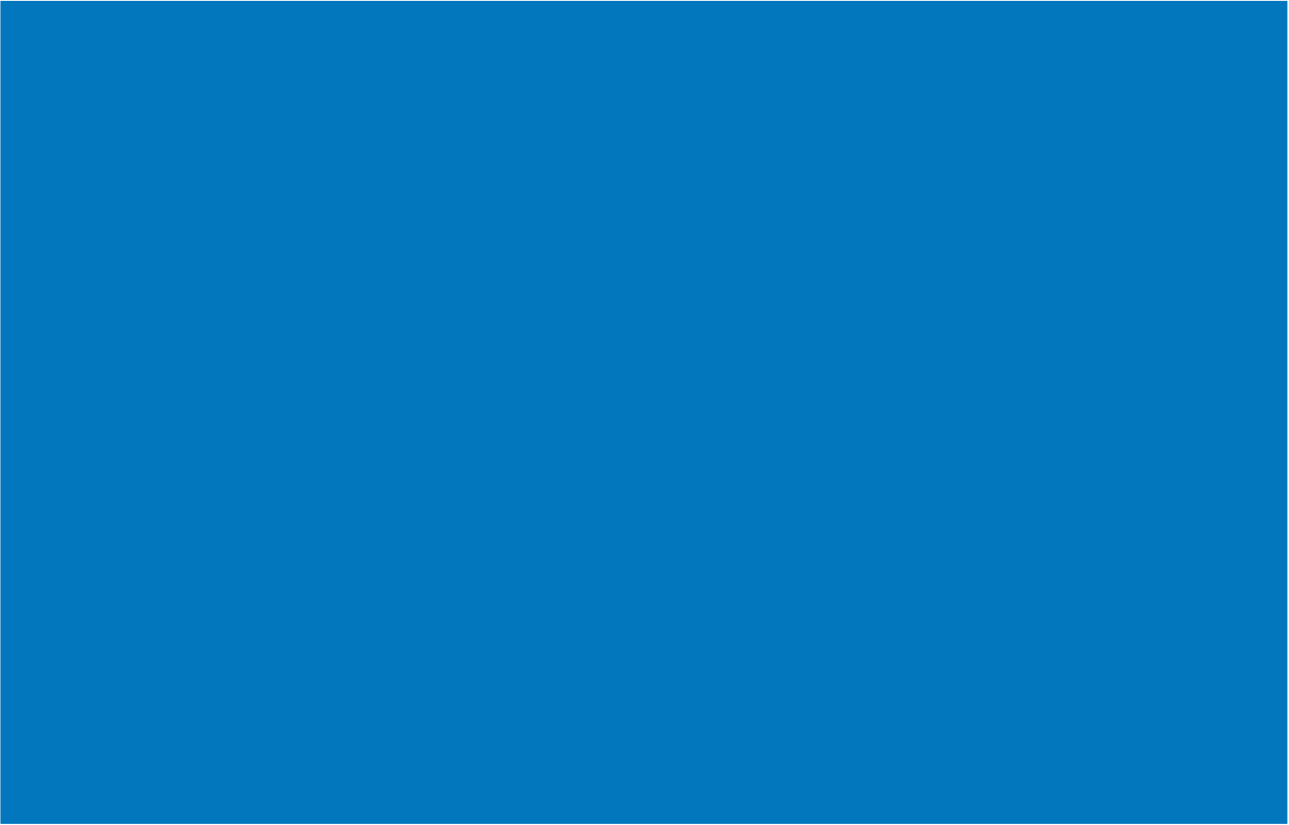
### 1.6.1. Tryb stałej wysokości



### 1.6.2. Tryb stałego prądu



## 1.7. Zalety i wady STM.



## 1.8. Artefakty



## 2. Mikroskop sił atomowych AFM

### 2.1. Historia AFM

### 2.2. Budowa i zasada działania



## 2.3. Tryby pracy

### 2.3.1. Tryb kontaktowy



### 2.3.2. Tryb bezkontaktowy



### 2.3.3. Tryb kontaktu przerwane



## 2.4. Sondy i ostrza pomiarowe



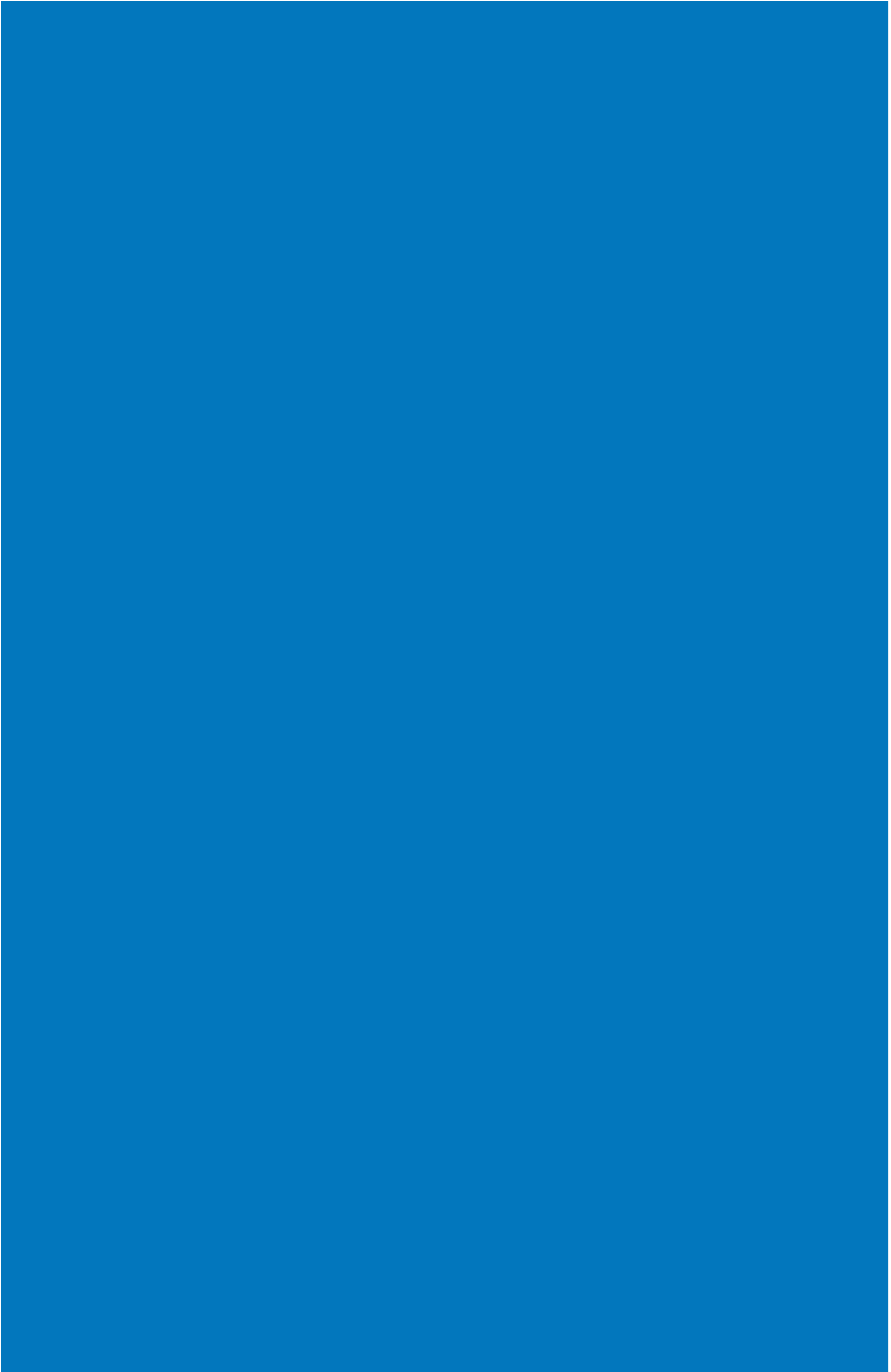
## 2.5. Wady i zalety AFM



## 2.6. Zastosowanie AFM

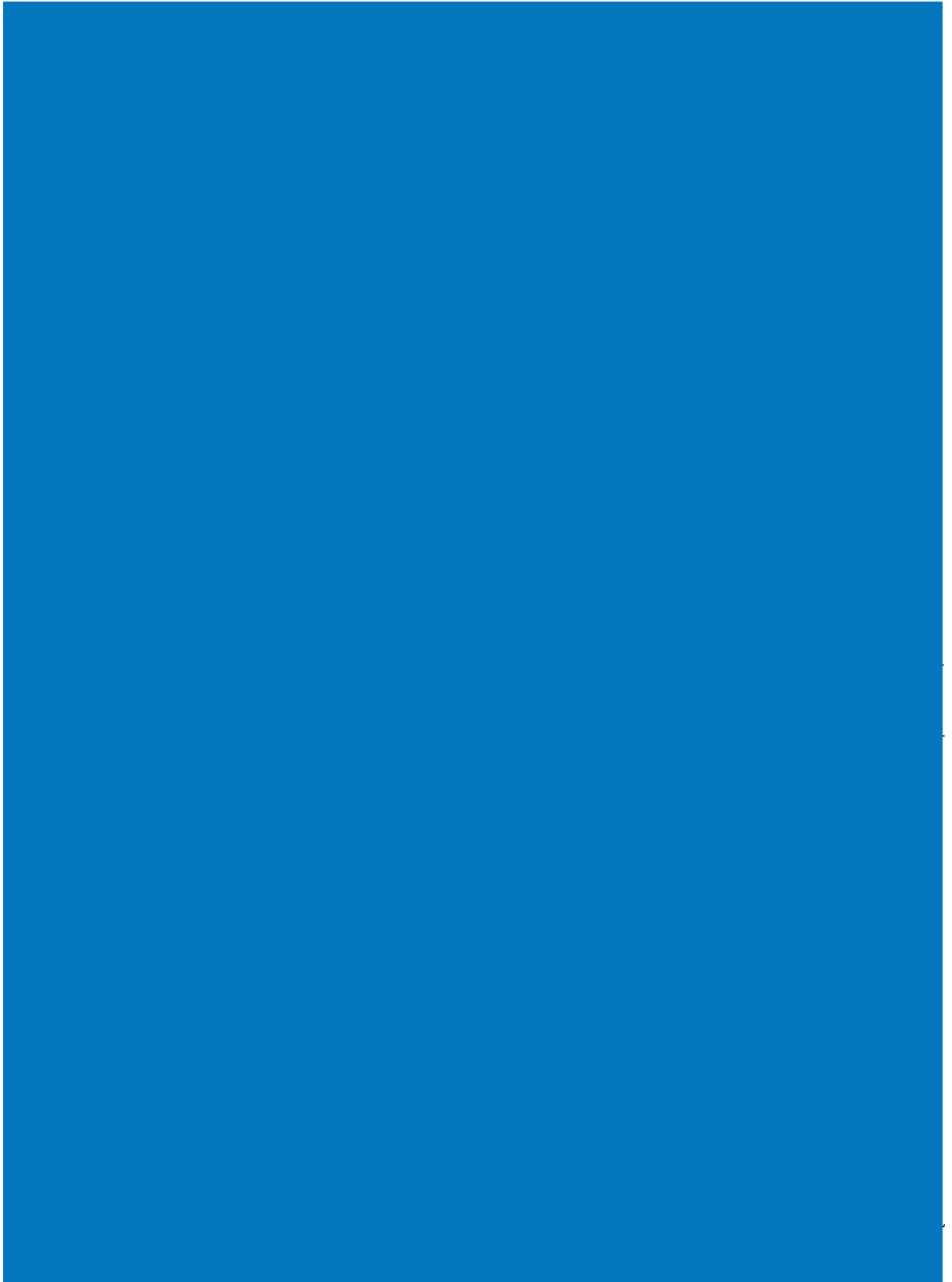


### 3. Grafit – podstawowe informacje



### 3.1. Właściwości grafitu

## 4. Obróbka obrazów STM



## 4.2. Uskok

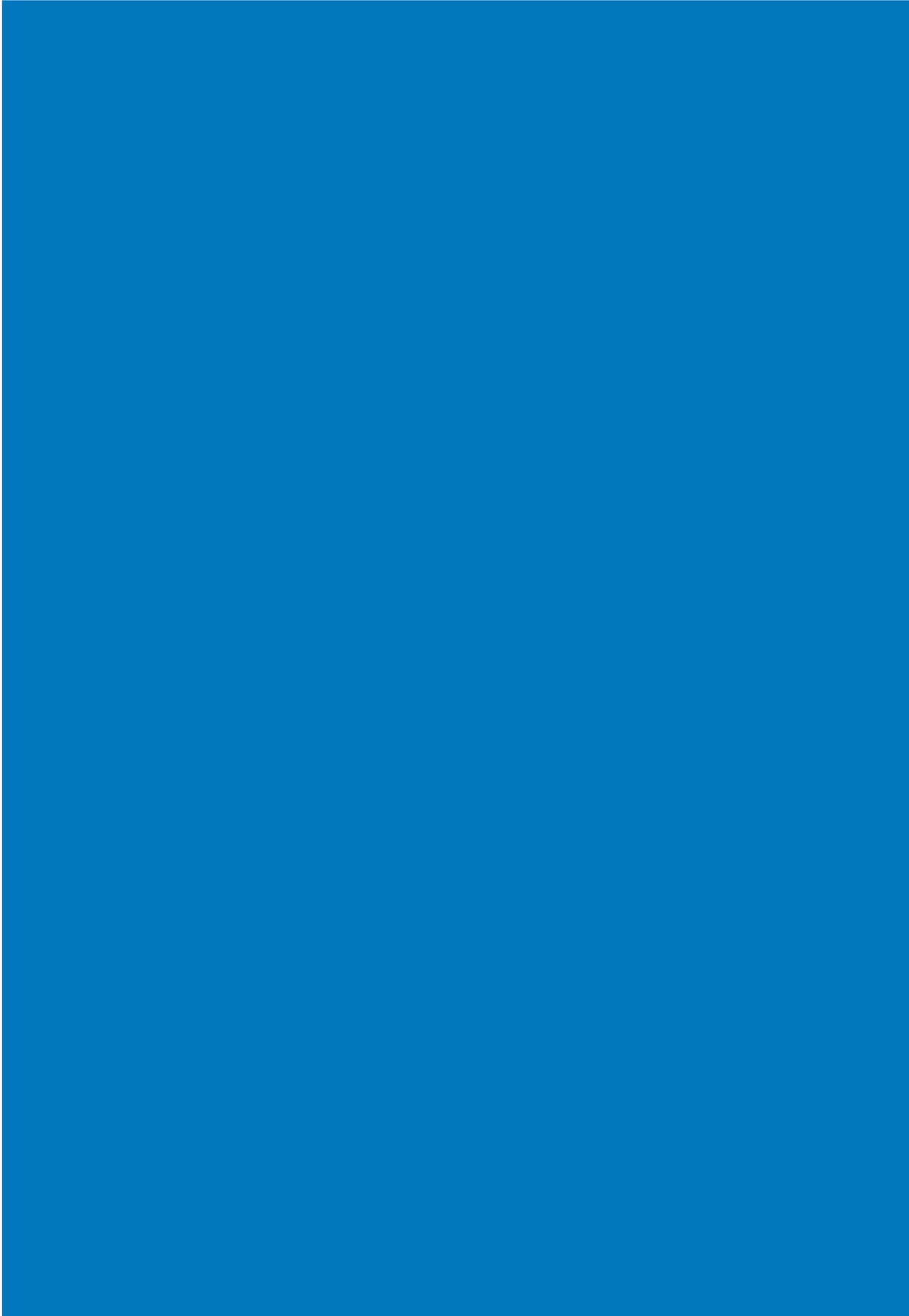
### 4.2.1. Obraz otrzymany przy użyciu mikroskopu, przed obróbką



### 4.2.2. Obraz po obróbce



### 4.3. Krzywa napięcie natężenie



## 5. Obróbka obrazów AFM



### 5.1.3. Pomiar odległości między rowkami płyty





## 5.2. Matryca LCD

### 5.2.2. Obraz po obróbce



## 6. Wnioski

## 7. Oprogramowanie użyte do wykonania obróbki uzyskanych wyników



RYSUNEK 7-1 PROGRAM WSxM

## Spis rysunków

Rysunek 1-1 Zdjęcie STM.....	2
Rysunek 1-2 Zdjęcie STM.....	2
Rysunek 1-3 Budowa i zasada działania STM .....	3
Rysunek 1-4 Ostrze STM.....	4
Rysunek 1-5 Tryb stałej wysokości .....	5
Rysunek 1-6 Tryb stałego prądu .....	5
Rysunek 2-1 Budowa i zasada działania AFM.....	7
Rysunek 3-1 Struktura grafitu .....	10
Rysunek 3-2 Grafity odległości pomiędzy sąsiednimi atomami.....	11
Rysunek 4-1 atomówka przed obróbką.....	12
Rysunek 4-2 Atomówka po obróbce .....	12
Rysunek 4-3 Atomówka po obróbce .....	12
Rysunek 4-4 Uskok przed obróbką .....	13
Rysunek 4-5 Uskok po obróbce .....	13
Rysunek 4-6 Uskok po obróbce .....	13
Rysunek 5-1 Płyta przed obróbką.....	15
Rysunek 5-2 Płyta przed obróbką.....	15
Rysunek 5-3 Płyta po obróbce.....	15
Rysunek 5-4 Płyta po obróbce.....	15
Rysunek 5-5 Pomiar między rowkami płyty .....	16
Rysunek 5-9 Zdjęcie matrycy LCD.....	18
Rysunek 5-10 Obraz matrycy przed obróbką .....	18
Rysunek 5-11 Obraz matrycy po obróbce .....	19
Rysunek 5-12 Obraz matrycy, 3D .....	19
Rysunek 0-1 Program WSxM .....	21

## Spis tabel

Tabela 1-1 Wady i zalety STM .....	6
Tabela 2-1 Wady i zalety AFM.....	9
Tabela 5-1 Średnia pomiarów, płyta .....	16

## Spis wykresów

Wykres 4-1 Krzywa Napięcie Natężenie .....	14
Wykres 5-1 Pomiar 1 .....	17
Wykres 5-2 Pomiar 3 .....	17
Wykres 5-3 Pomiar 2 .....	17

## 8. Literatura oraz Bibliografia

- P. C. Braga (ed.), D. Ricci (ed.), Atomic Force Microscopy: Biomedical Methods and Applications, Humana Press Inc. 2004
- E. Meyer, H. J. Hug, R. Bennewitz, Scanning Probe Microscopy: The Lab on a Tip, Springer-Verlag 2004
- F. Marinello (ed.), D. Passeri (ed.), E. Savio (ed.), Acoustic Scanning Probe Microscopy, Springer 2012
- V. V. Tsukruk, S. Singamaneni, Scanning Probe Microscopy of Soft Matter: Fundamentals and Practices, Wiley-VCH 2012
- G. Binnig, H. Rohrer, STM, Physical Reviews of Modern Physics, 50, 120 (1983)
- R. Howland, L. Benatar, STM/AFM mikroskopy ze skanującą sondą, elementy teorii i praktyki, przekład: Michał Woźniak, Jan Kozubowski WIM PW, Warszawa 2002
- Scanning Tunneling Microscopy and Its Application, Chunli Bai, Springer Series in Surface Sciences, 2000
- Wykład oraz laboratoria z Wstępu do nanotechnologii prowadzonych przez prof. dr hab. R. Czajkę, dr M. Kamińskiego oraz dr hab. A. Ptaka.