

**Raport z wykonania badań nieniszczących  
w światłach diagnostycznych  
wybranej karty z druku:**

**Donovan Edward, Natur-Geschichte der chinesischen Insekten. H. 2 .  
Leipzig : im Industrie Comptoir, 1802  
(Heft 2, sygn. KD.626.2, nr. inw. 874)**

Badania wykonał i opracował:  
mgr Adam Cupa  
Katedra Technologii i Technik Sztuk Plastycznych  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

# Metodyka badań

Za pomocą nieinwazyjnych technik badawczych zarejestrowano cyfrowe obrazy następującymi metodami: reflektografia w ultrafiolecie, fluorescencja wzbudzana ultrafioletem linią 365nm, reflektografia w świetle widzialnym, obrazowanie fałszywym kolorem ze składową w bliskiej podczerwieni oraz reflektografia w bliskiej podczerwieni. Badania przeprowadzono przy pomocy cyfrowej kamery Fuji XT1 IR.

## **1. Reflektografia w ultrafiolecie (RUV).**

Technika ta polega na rejestracji promieni ultrafioletowych odbitych od fotografowanych elementów w zakresie 300nm – 400 nm. Obszary podłoża i mediów o różnym składzie chemicznym wykazują zróżnicowaną absorpcję promieniowania ultrafioletowego. Są one rejestrowane jako odcienie szarości.

Metoda reflektografii w UV może uczytelnić ingerencje konserwatorskie w obrębie analizowanego zabytku, ponieważ różne materiały wykazują zróżnicowane właściwości fizyczne.

## **2. Reflektografia w świetle widzialnym (VIS).**

Obrazy zarejestrowane w świetle widzialnym w zakresie 400nm–700 nm służą do dokumentacji aktualnego stanu zachowania obiektu w świetle rozproszonym, wykorzystywane są jako materiał odniesienia w analizach porównawczych z obrazami zarejestrowanymi technikami nieniszczącymi.

## **3. Fluorescencja wzbudzana FUV.**

Technika ta polega na rejestracji w zakresie światła widzialnego obiektu oświetlonego lampą z filtrem Wood'a (maksimum wzbudzenia w 365 nm). Promienie emitowane przez lampę wywołują w materiałach silną luminescencję o długościach fal w zakresach promieniowania widzialnego i podczerwonego. Natężenie i barwa fluorescencji umożliwia identyfikację niektórych pigmentów i barwników oraz spoiw malarskich, jak również składników podłoża papierowego (kleju użytego do przeklejenia, wypełniaczy masy papierowej). Rejestrowane kontrasty pomiędzy silną fluorescencją pierwotnej warstwy malarskiej a retuszami, które wykazują niskie natężenie luminescencji, pozwalają na lokalizację ingerencji konserwatorsko-restauratorskich. Różnobarwną fluorescencję wykazują również metabolity wielu mikroorganizmów co pozwala na identyfikację w zabytku zagrożeń w tym zakresie.

## **4. Reflektografia w bliskiej podczerwieni (NIR)**

Technika ta polega na rejestracji obrazu uzyskanego w bliskiej podczerwieni, od 700 nm do 1000 nm. Bliska podczerwień doskonale nadaje się do badań warstw malarskich i innych mediów, ponieważ częściowo przenika przez nie i jest odbijana od charakterystycznych struktur wewnętrznych. Dzięki temu uwidaczniają się materiały wprowadzone w trakcie ingerencji konserwatorskich, mające inne właściwości absorpcji i odbicia promieniowania podczerwonego. Badanie wykonane za pomocą tej techniki pozwala prawie całkowicie przeniknąć cienkie warstwy zabrudzeń oraz laserunków i uwidocznić szczegóły nie rejestrowane w świetle widzialnym.

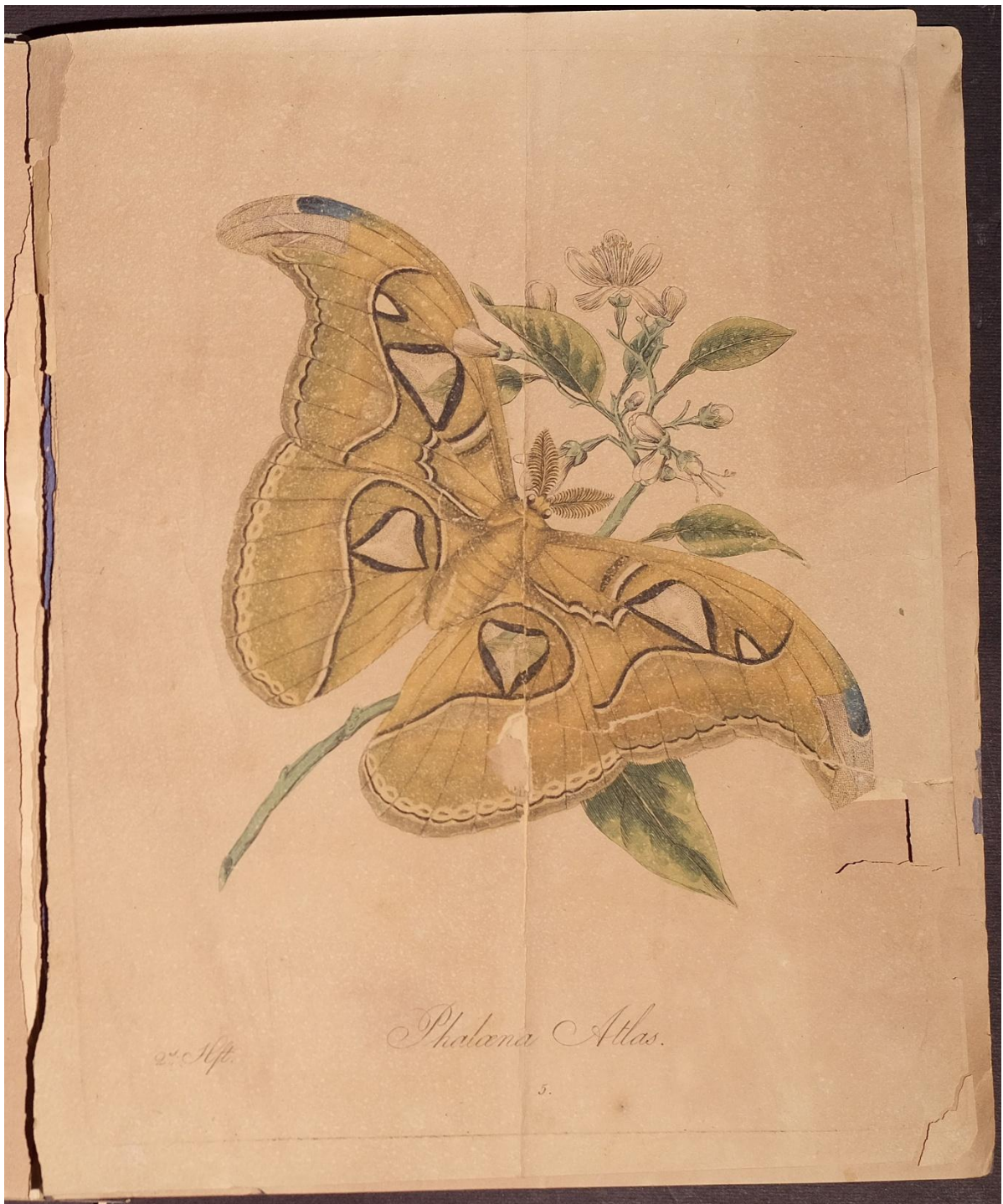
## **5. Obrazowanie fałszywym kolorem ze składową w bliskiej podczerwieni(FCIR)**

W technice kolorowej podczerwieni rejestruje się obrazy w zakresie widma światła widzialnego oraz podczerwony IR (700–1000 nm). Technika ta bazuje na zjawiskach selektywnego odbijania i pochłaniania różnych zakresów promieniowania elektromagnetycznego przez poszczególne pigmenty i barwniki organiczne obecne w warstwie malarskiej.

Obrazy kolorowej podczerwieni pozwalają na określenie obszarów występowania w warstwie malarskiej obszarów opracowanych za pomocą różnych pigmentów i barwników. Dzięki tej technice możliwe jest uwidocznienie szczegółów malowidła, które są maskowane przez warstwy zabrudzeń lub pociemniałych werniksów. Obszary mające w świetle widzialnym ten sam kolor, różnicowane są w kolorowej podczerwieni, uwidoczniając partie, w których wykonano retusze farbą uzyskaną z mieszaniny pigmentów nie występujących w oryginale.

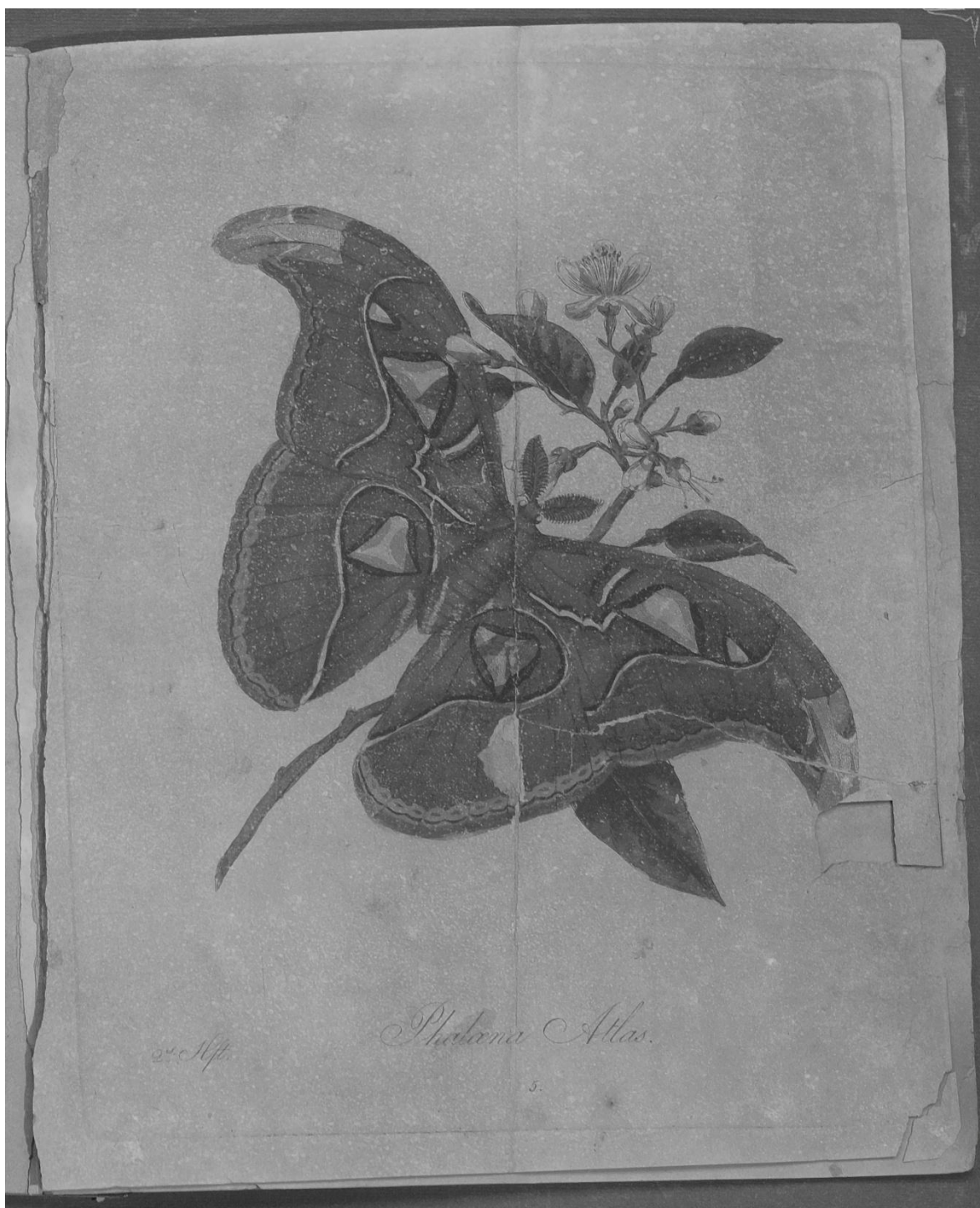
## **6. Energodispersyjna rentgenowska analiza fluorescencja (EDXRF)**

Rentgenowska analiza fluorescencyjna (XRF) to technika analityczna umożliwiająca rozpoznanie składu pierwiastkowego w tym materiałów zabytkowych. W technice tej wykorzystuje się promieniowanie rentgenowskie z obszaru pomiędzy 0,5 i 10 Å, którym naświetla się badany materiał. Działaniu towarzyszy emisja fluorescencyjnego promieniowania rentgenowskiego. Zarejestrowane widmo fluorescencji X jest charakterystyczne dla atomów i tym samym umożliwia analizę składu pierwiastkowego. Spektrometry XRF najczęściej pozwalają na identyfikację pierwiastków o liczbach atomowych zawartych między 11 a 92 (od sodu Na do uranu U).



Karta zarejestrowana w świetle widzialnym

Donovan Edward, Natur-Geschichte der chinesischen Insekten. H. 2 . - Leipzig : im Industrie Comptoir, 1802  
( sygn. KD.626.1, nr. inw. 874)



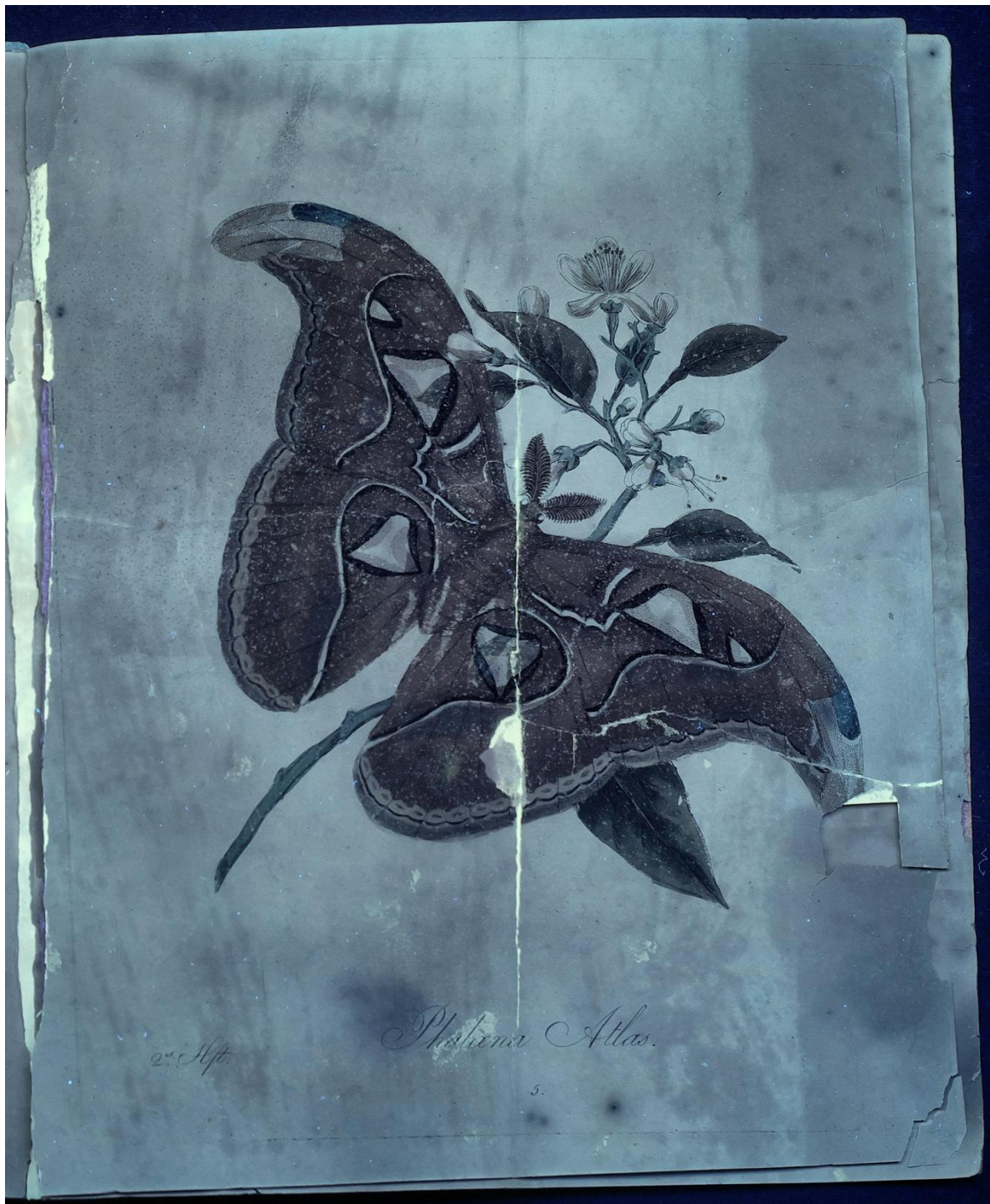
#### Reflektografia w ultrafiolecie.

Zarejestrowany obraz uwidacznia strukturalne detale podłoża papierowego. Widoczna jest specyficzna dla tzw. papierów welinowych faktura. Uwidacznia się odcisk płyty graficznej.

Zaobserwować można również efekty związane ze zniszczeniami zabytkowego papieru: specyficzne liczne jaśniejsze punkty, których obecność związana jest z nieprawidłowo wykonanym zabiegiem rozjaśniania papieru prawdopodobnie z zastosowaniem chloraminy T<sup>1</sup> (powstały w procesie osad sulfodwuchloramidu nie został usunięty), co przyczyniło się do znacznego osłabienia papieru, które przejawia się też brakiem możliwości zaobserwowania włókien w miejscach uszkodzeń mechanicznych – pęknięciach i ubytkach.

---

<sup>1</sup> Chloramina T była stosowana w pracowniach konserwacji papieru od lat 40-tych do 90-tych. Obecnie, ze względu na zniszczenia powodowane przez wolne jony chloru, które mogą pozostawać nawet pomimo płukania papieru po procesie bielenia metoda nie należy do rekomendowanych: W. Sobucki, *Konserwacja papieru. Zagadnienia chemiczne*, Warszawa 2013, s. 141, 145.



2<sup>a</sup> Nft.

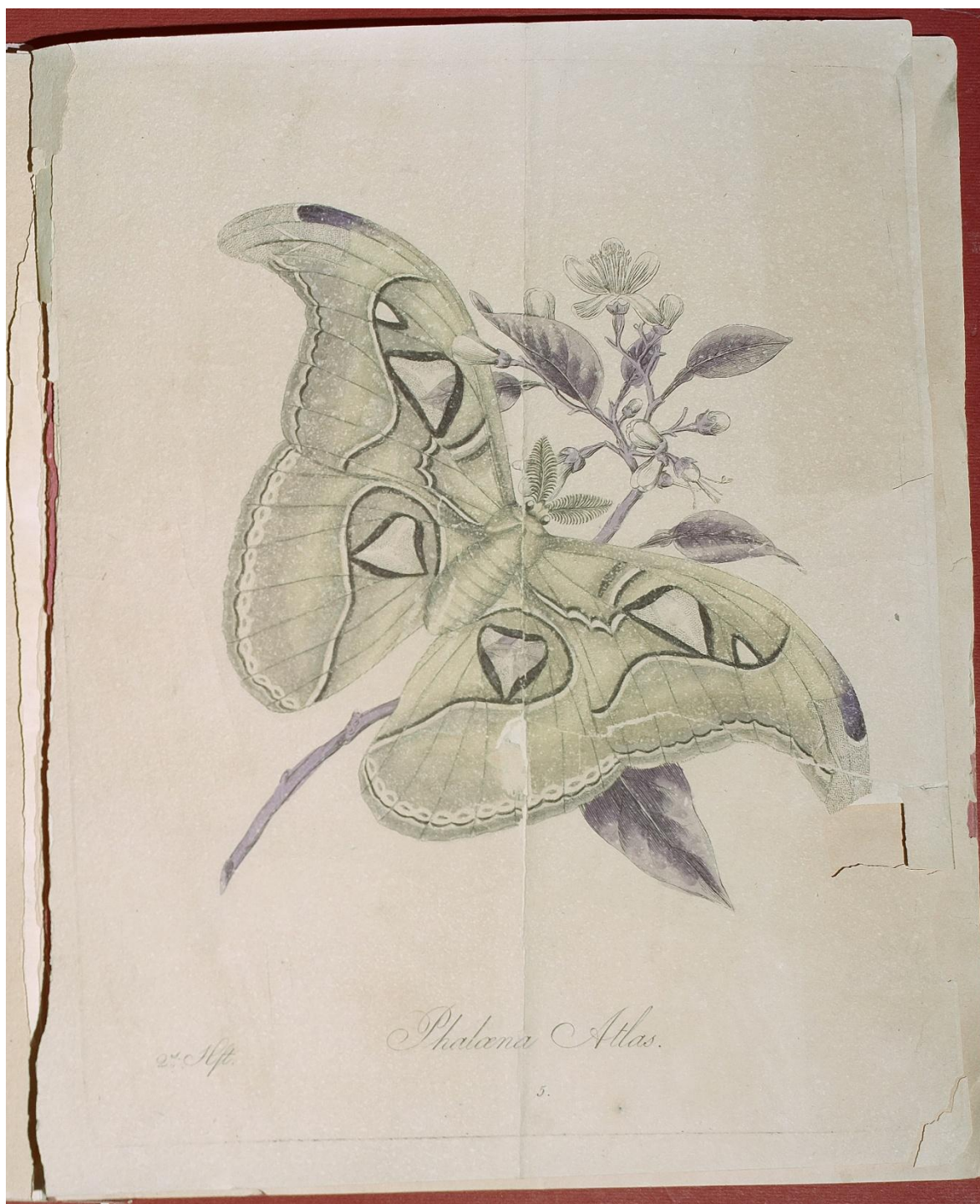
*Pieris Atlas.*

5.

Obraz karty we fluorescencji wzbudzonej ultrafioletem (365 nm)

Oryginalne podłoże papierowe w obszarach, których na rewersie nie podklejono wtórnym papierem wygasza fluorescencję. Wtórny papier widoczny w miejscu ubytków wykazuje silną niebiesko-zieloną fluorescencję. W obszarze podklejonym wtórnym papierem widoczne jest przenikanie jego silnej fluorescencji przez papier oryginalny w wyniku czego charakterystyczne dla niego zjawisko absorpcji promieni UV jest osłabione. Widoczne w papierze nierównomierności wynikają prawdopodobnie z niejednorodnego przesycenia klejem, z wielkim prawdopodobieństwem nakładanym pędzlem. Barwne warstwy ilustracji graficznej również wykazują fluorescencje o niewielkim natężeniu: zielone elementy roślin fluorescencję niebiesko-szarą, żółte obszary skrzydeł motyla fluorescencję w odcieniu fioletowo-czerwono-szarym.

Wyraźnie uwidaczniają się także liczne drobne jaśniejsze punkty, których obecność związana jest z nieprawidłowo wykonanym zabiegiem rozjaśniania papieru prawdopodobnie z zastosowaniem chloraminy T (powstały w procesie osad sulfodwuchloramidu).

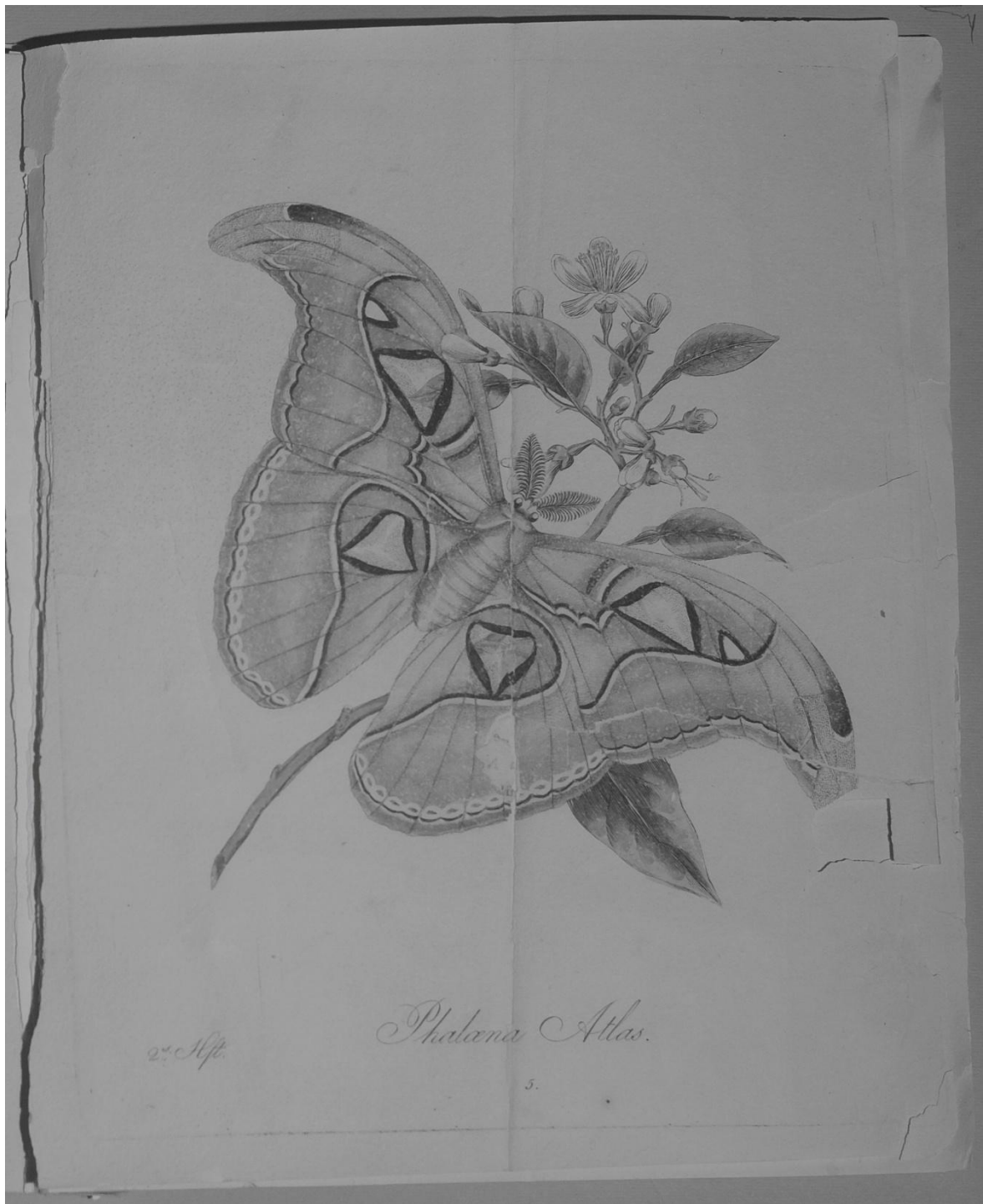


Obrazowanie techniką fałszywych kolorów ze składową w bliskiej podczerwieni.

Uzyskany obraz wskazuje na dość ograniczoną paletę barw zastosowanych do pokolorowania ilustracji. W celu potwierdzenia wniosków wynikających z uzyskanego obrazu przeprowadzono komplementarne badania składu pierwiastkowego drogą analizy XRF w wybranych punktach (patrz str. 9). Należy podkreślić, że pole pomiarowe obejmuje obszar ok. 4 mm, przez co w przypadku plamy barwnej o mniejszym obszarze daje wynik uwspólniony dla badanego miejsca i przylegającego do niego obszaru jak i podłoża, na którym medium się znajduje. Dodatkowym utrudnieniem przy analizie palety pigmentów i barwników zastosowanych w analizowanej karcie jest fakt znaczącej obecności w samym podłożu jonów miedzi o nieznanym pochodzeniu.

**Obszary o zabarwieniu w odcieniach fioletu - liście i gałązka, oraz detale na zakończenia skrzydeł motyla –** pokolorowano prawdopodobnie mieszaniną azurytem i bieli ołowiowej

**Obszary skrzydeł motyla w gamie odcieni oliwkowych zieleni –** pokolorowano prawdopodobnie żółtym barwnikiem organicznym osadzonym na kredzie.



Obraz karty w reflektografii w biskiej podczerwieni.

Podobnie jak w reflektografii UV tak i w tym przypadku zarejestrowany obraz uwidacznia strukturalne detale podłoża papierowego. Wyraźnie uwidacznia się też odcisk płyty graficznej. Promieniowanie IR przenika przez barwne warstwy malarskie jest absorbowane przez farbę druku odbitki graficznej przez co precyzyjnie oddaje detale rysunku.

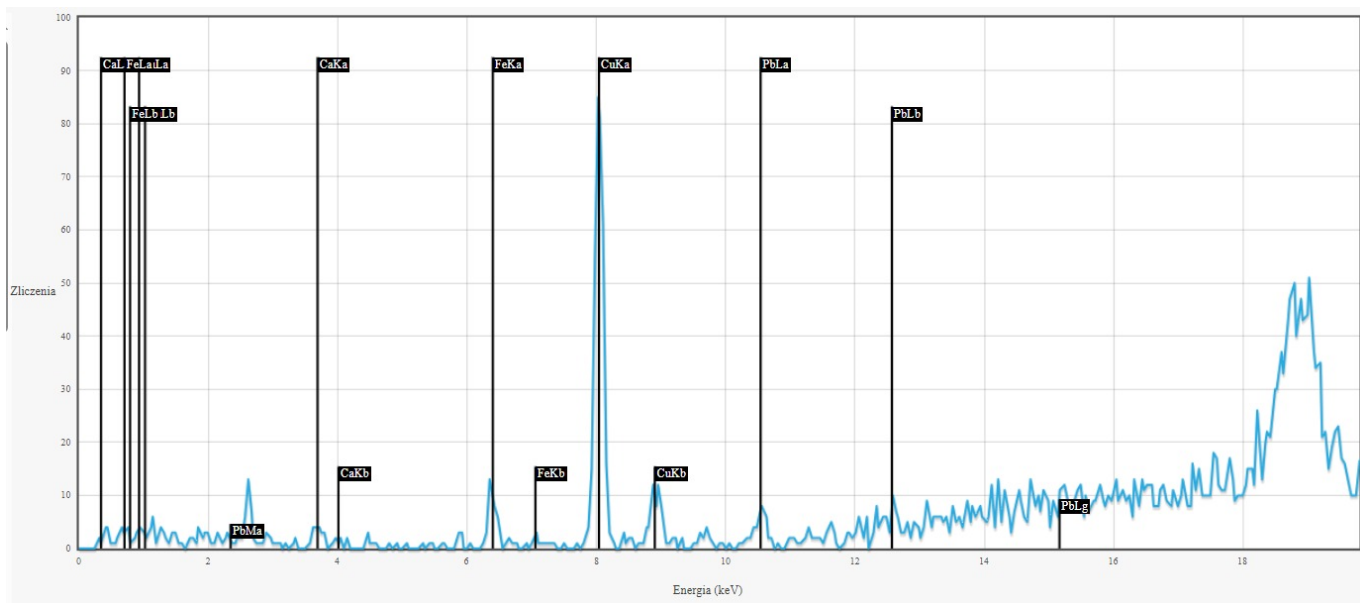
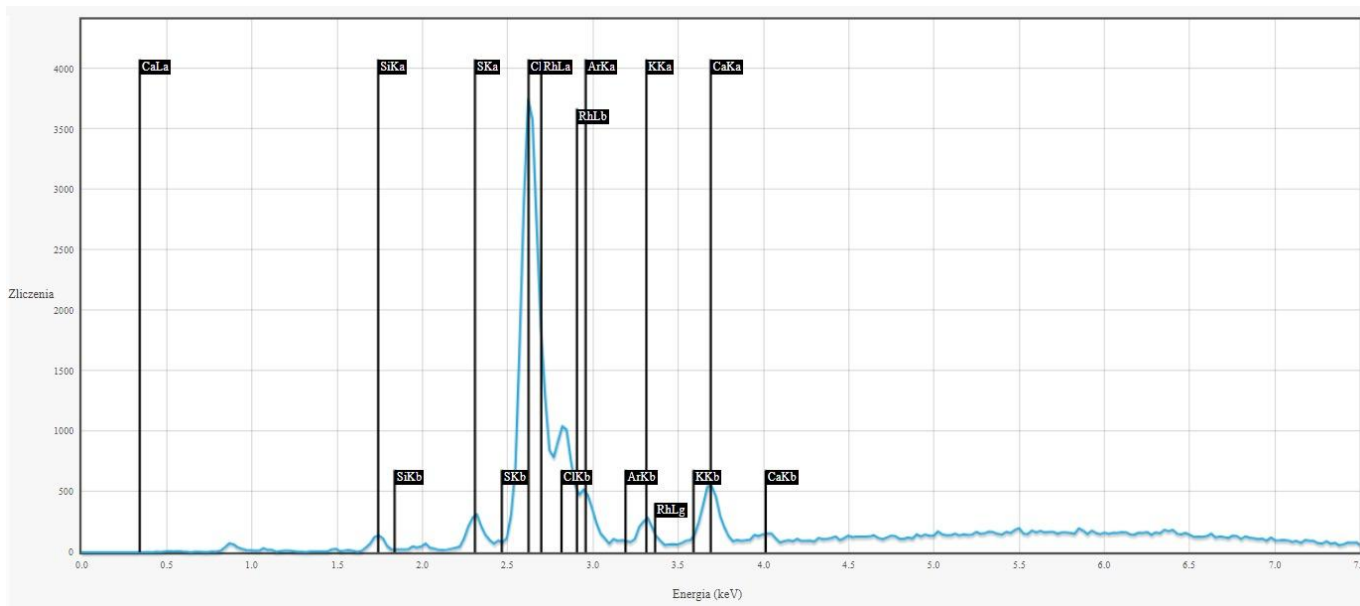


Obraz karty w świetle widzialnym

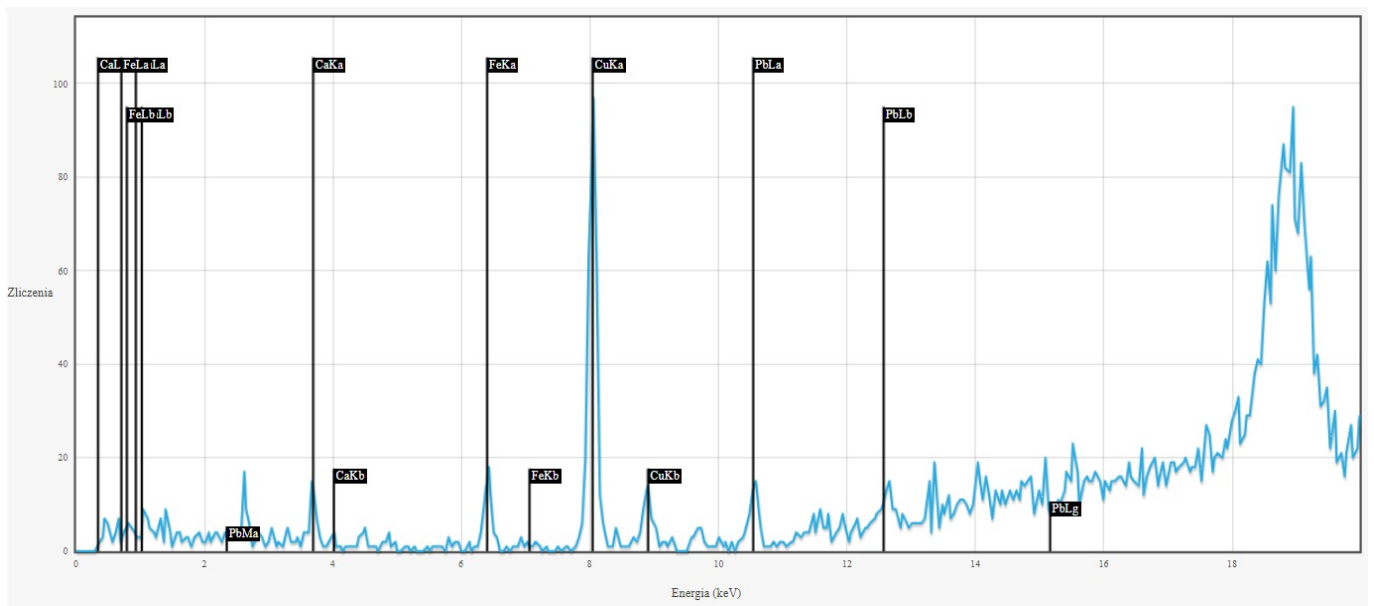
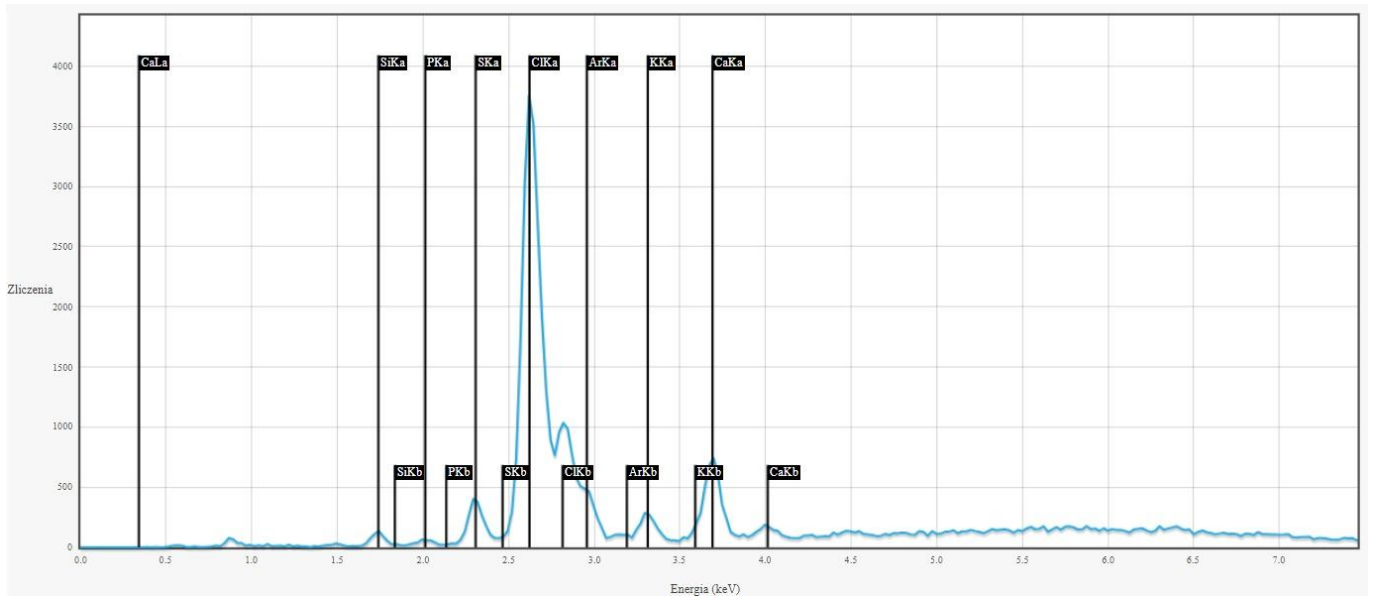
Oznaczono miejsca punktowych analiz składu pierwiastkowego metodą XRF. Pomiar nr 10 i 11 wykonano od strony rewersu karty. Zarejestrowane widma fluorescencji w formie wykresów zamieszczono poniżej. We wszystkich punktach pomiaru zarejestrowano niepokojąco wysoki poziom zliczeń sygnałów pochodzących od chloru, drugim pierwiastkiem również występującym we wszystkich miejscach pomiarów w znaczącej ilości jest miedź. Prawdopodobnie obecność właśnie tych pierwiastków wiązać można z wysokimi zniszczeniami strukturalnymi w badanym papierze. Związki miedzi są przyczyną katalitycznej autooksydacji celulozy, chlor ma silne działanie utleniające, przez co może doprowadzać do depolimeryzacji celulozy.



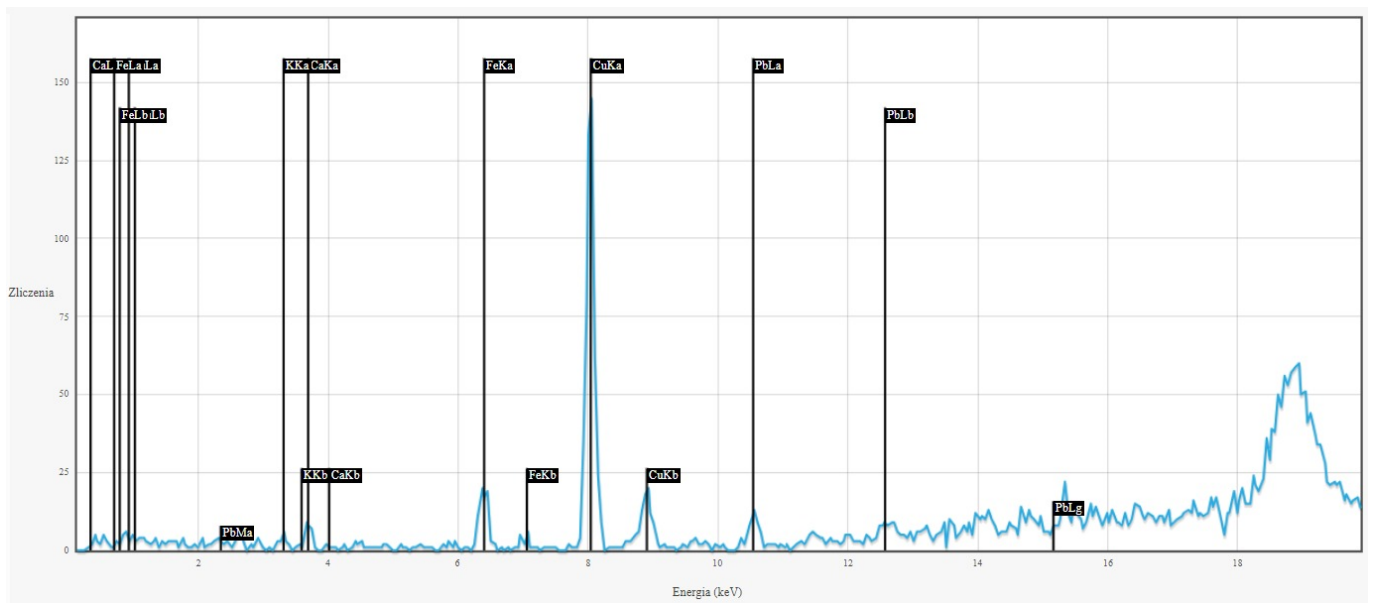
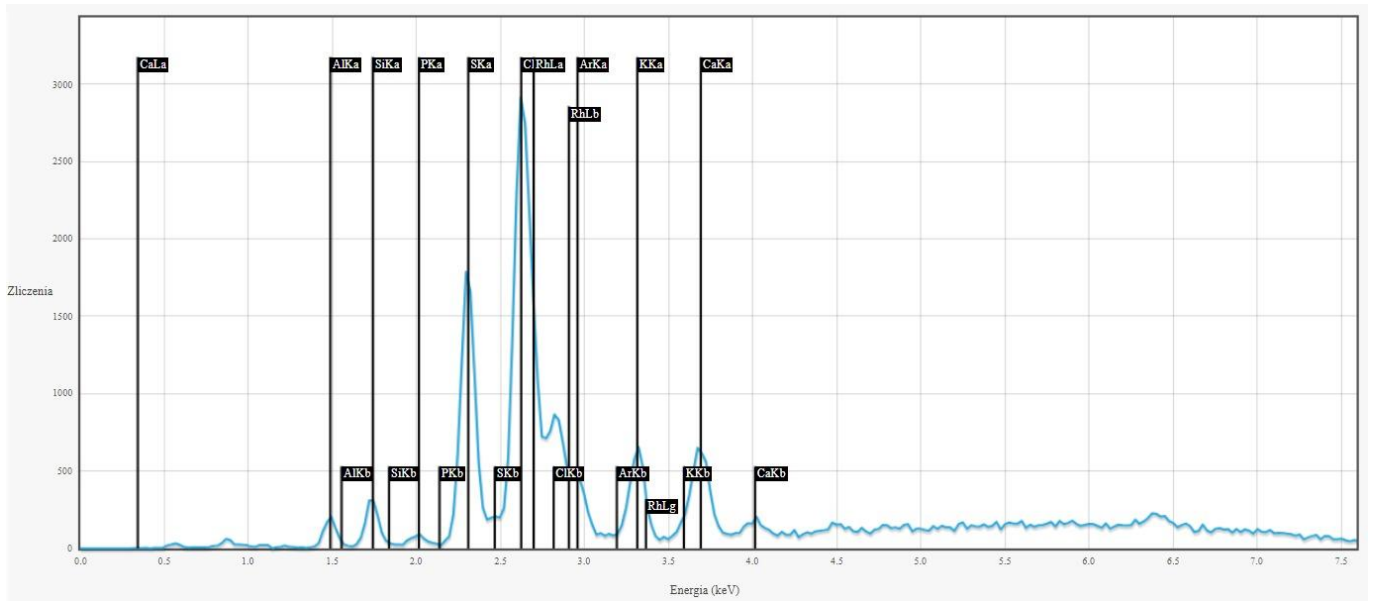
# Energodispersyjna rentgenowska analiza fluorescencja (EDXRF)



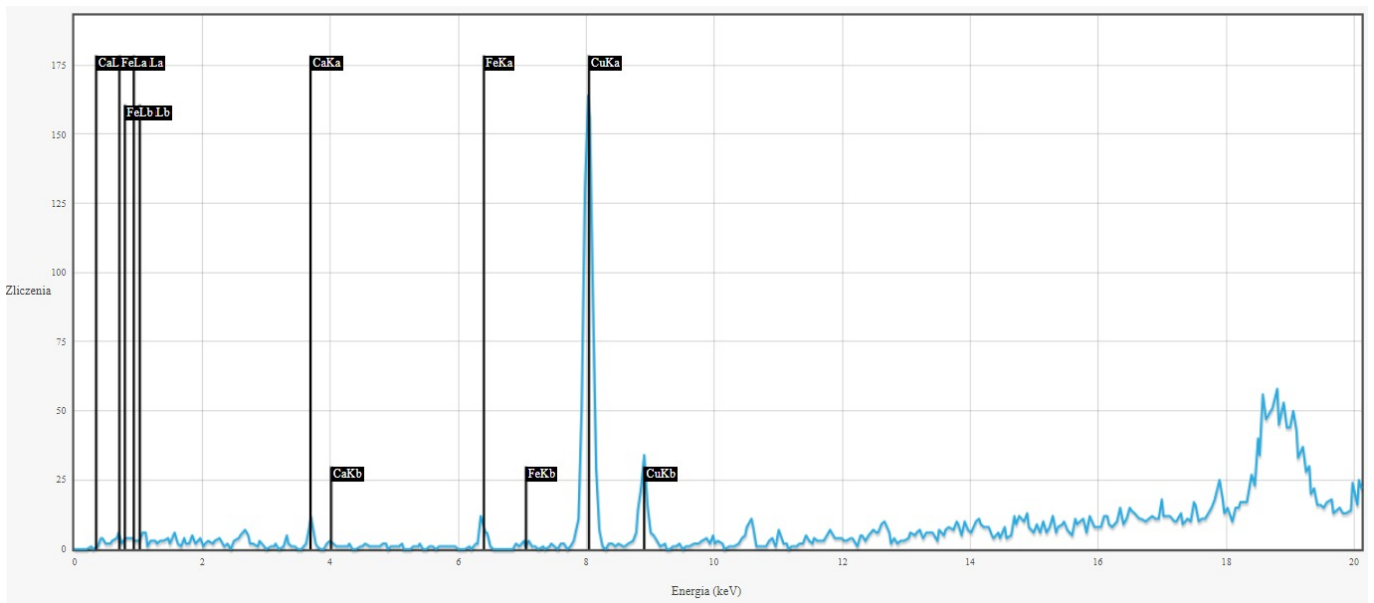
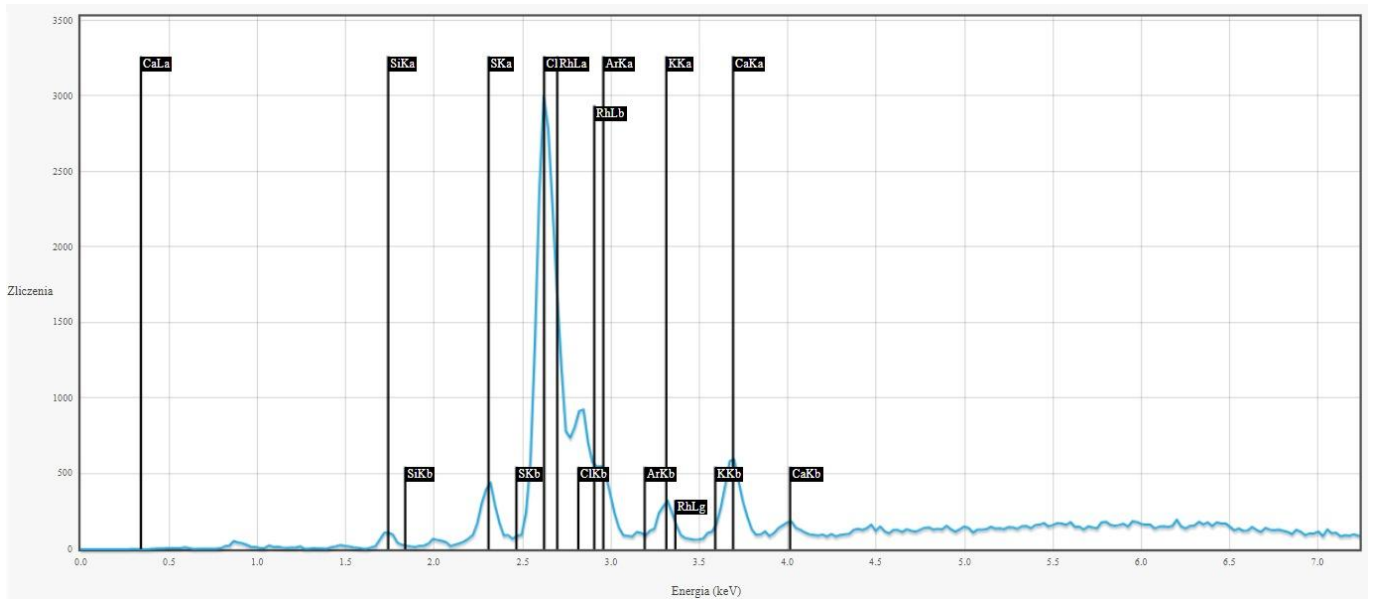
Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 1: Cu, Pb, Fe, Cl, Ca, S, Si, K



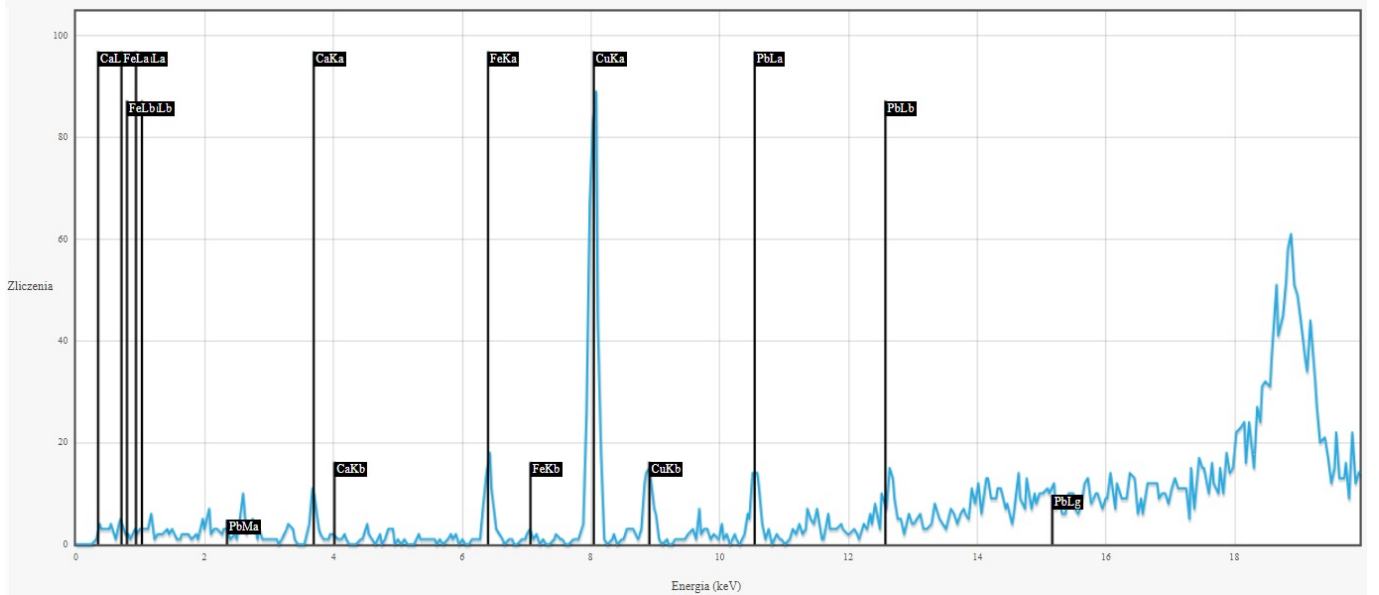
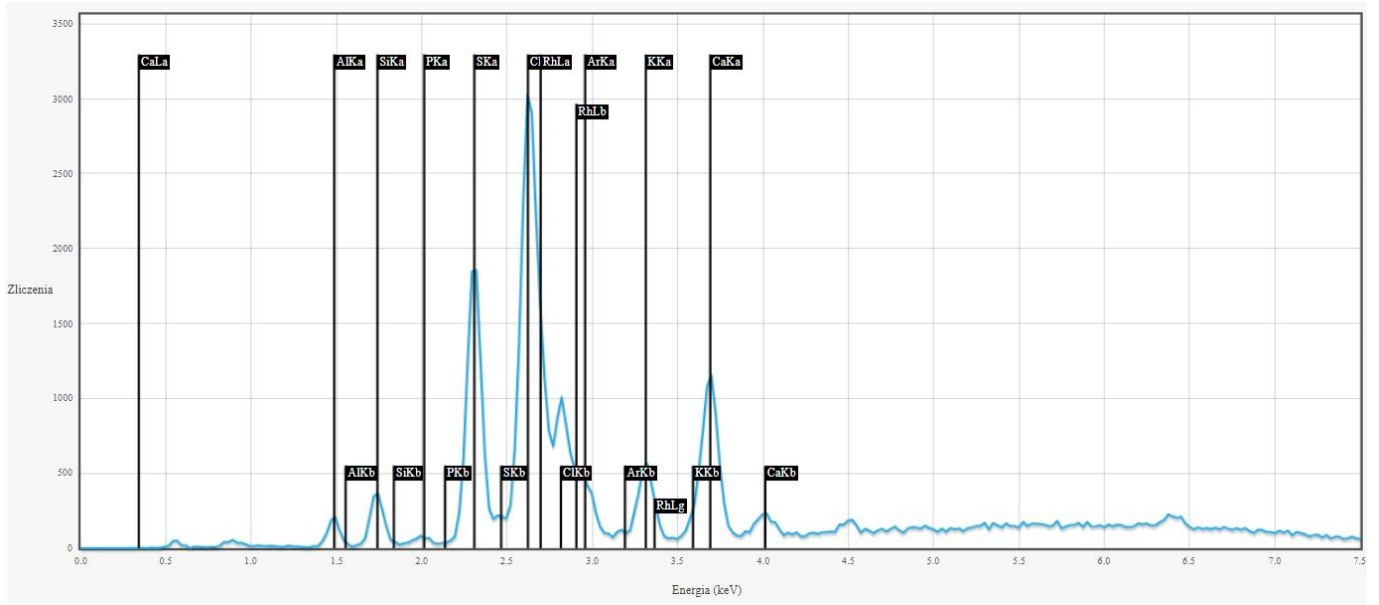
Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 2: Cu, Pb, Cl, Fe, Ca. K, S, Si



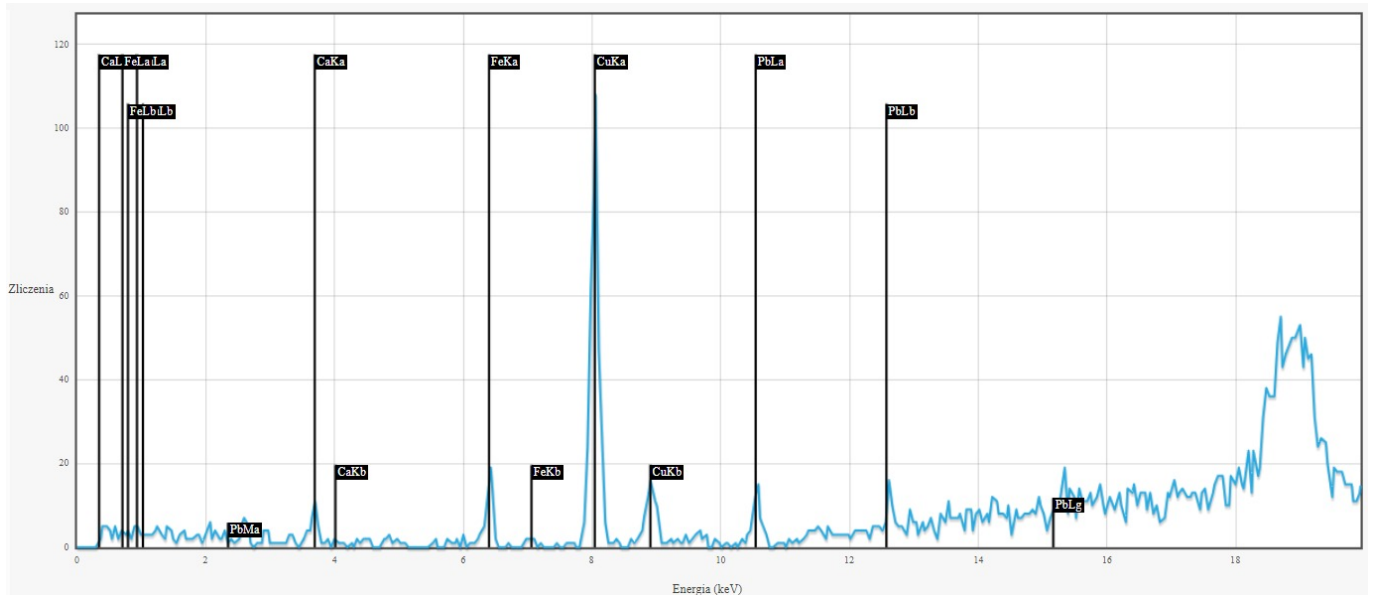
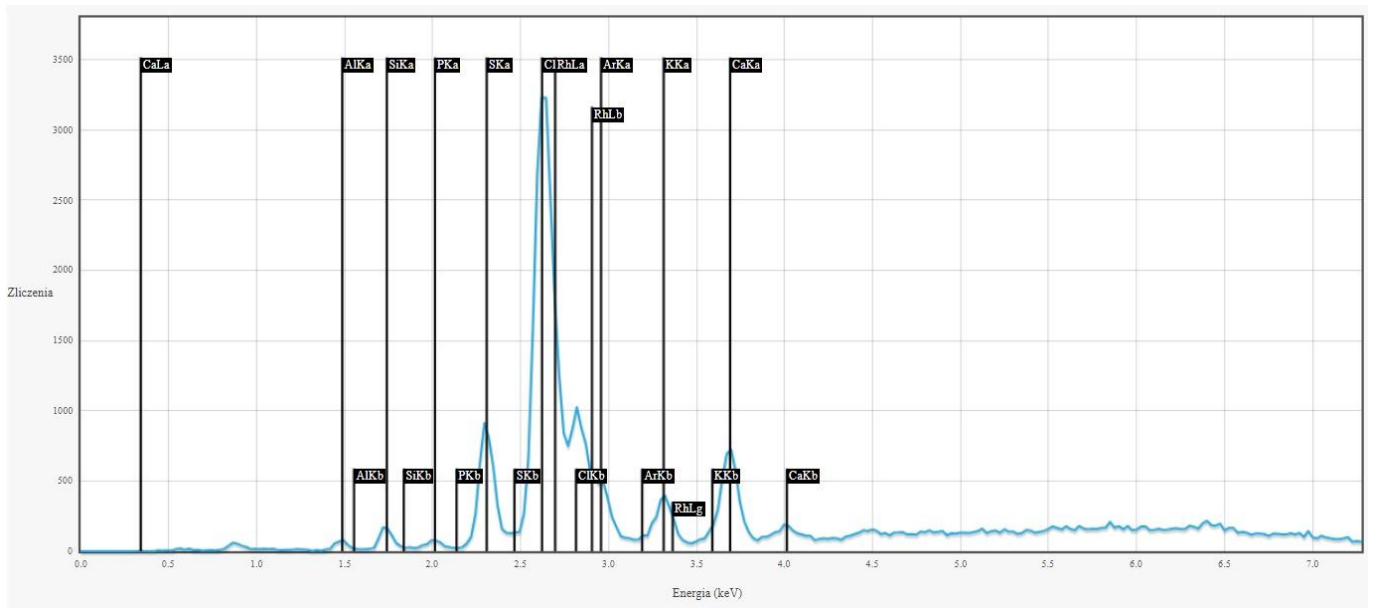
Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 3: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al



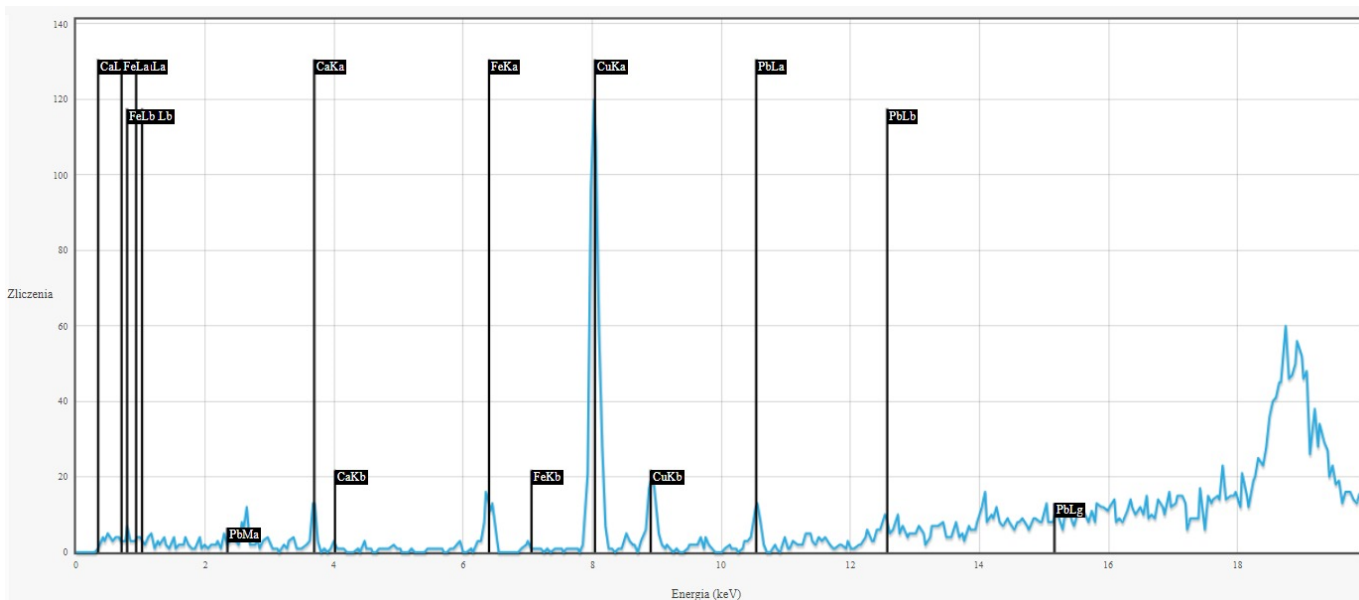
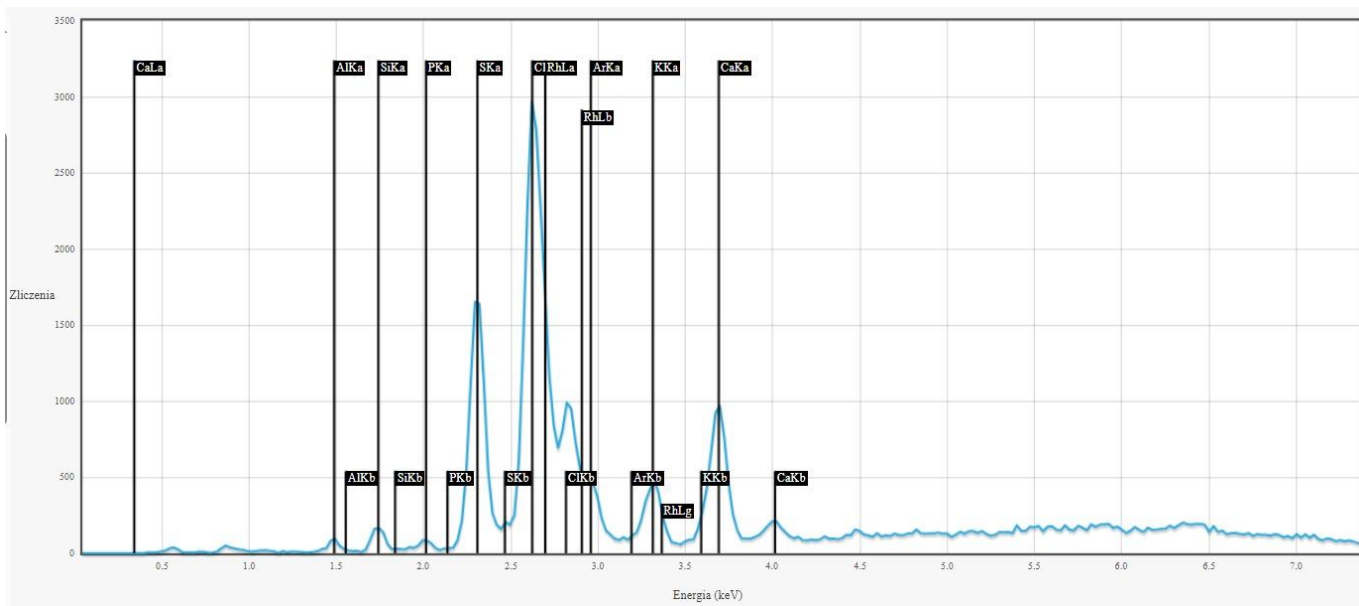
Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 4: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si



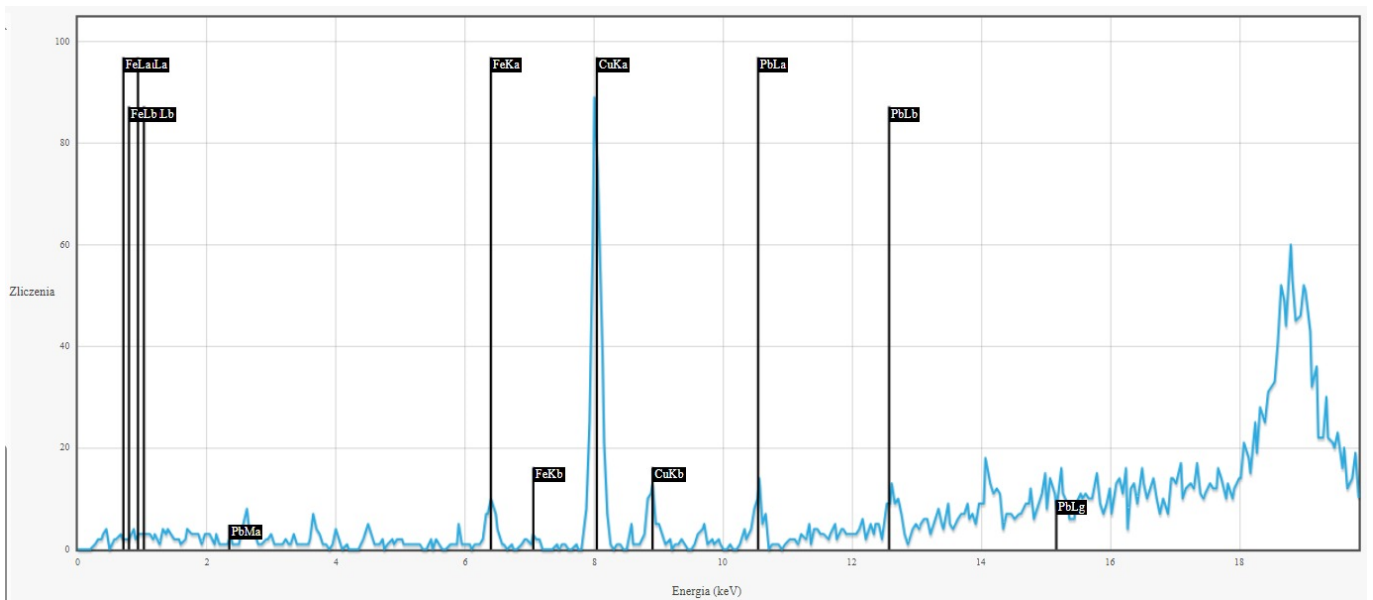
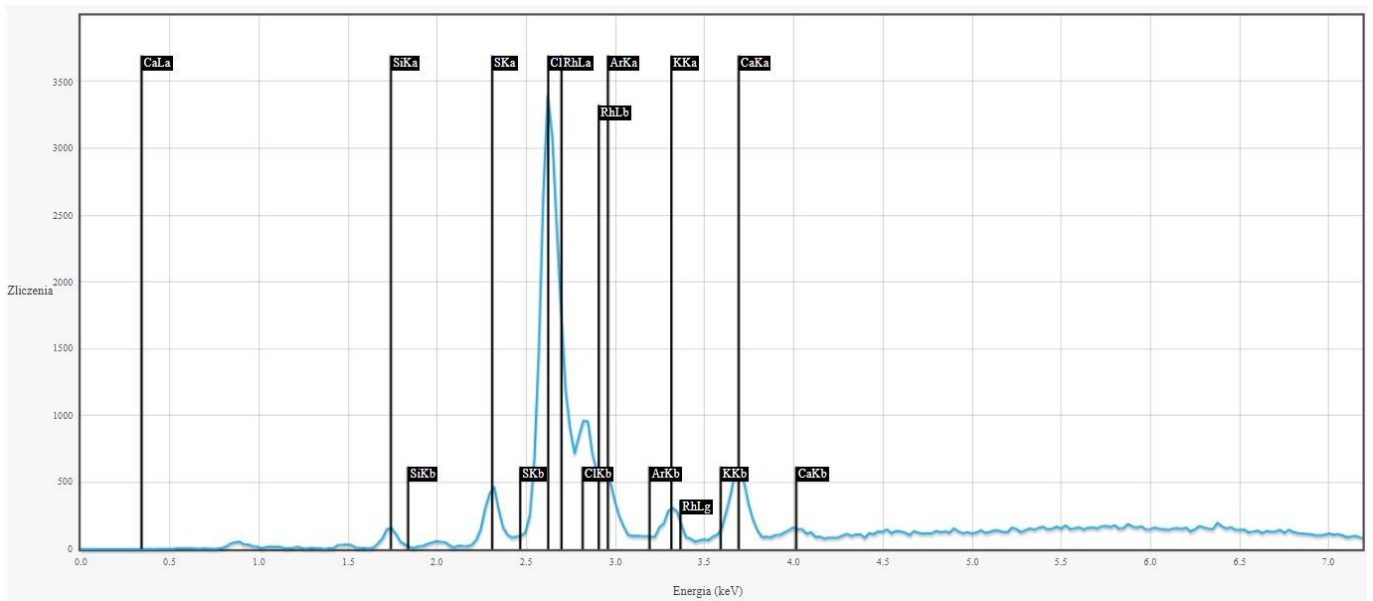
Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 5: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al



Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 6: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al

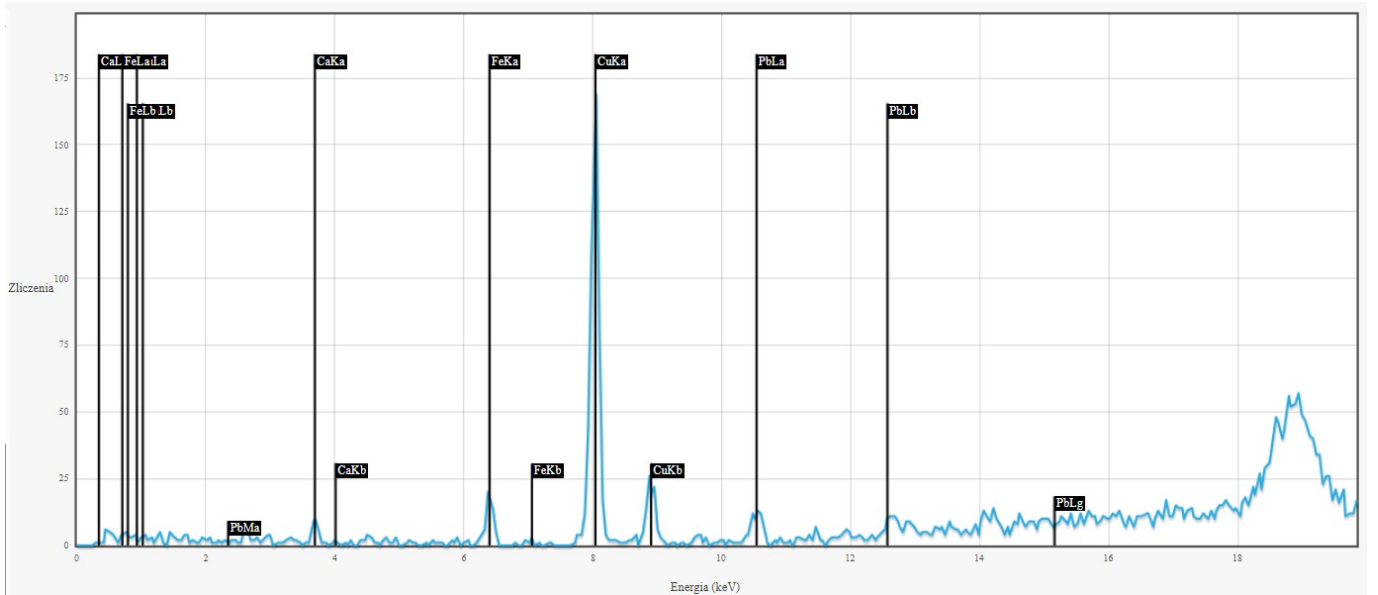
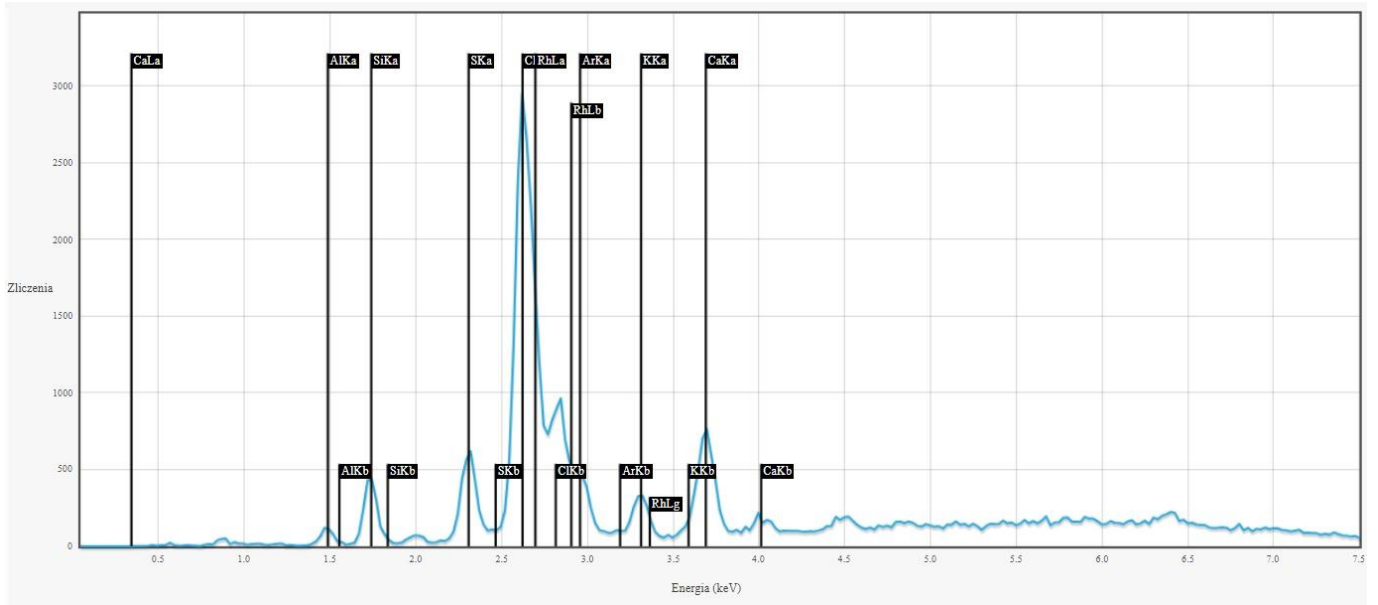


Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 7: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al

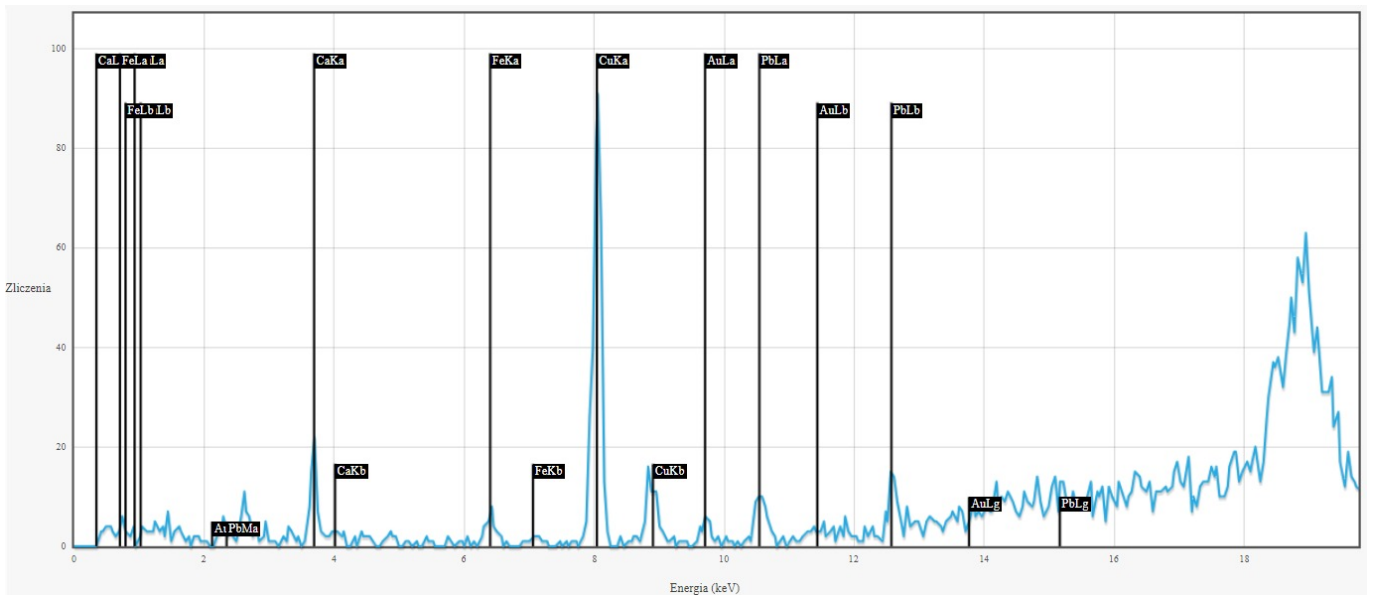
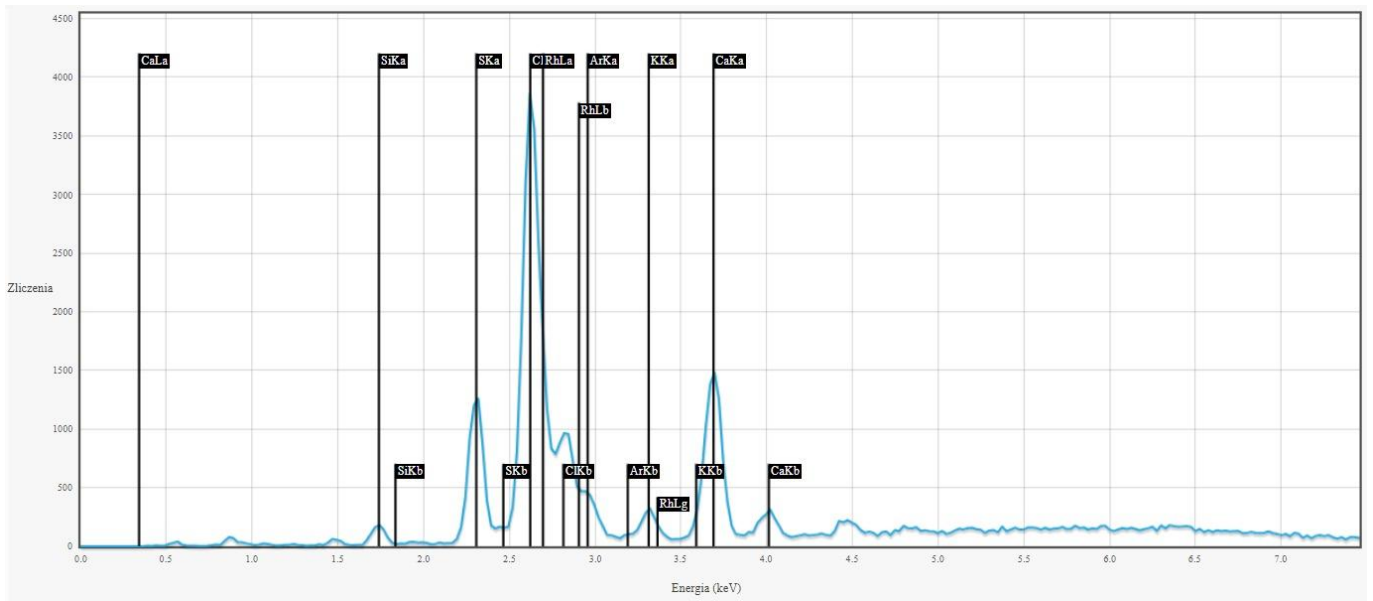


Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 8: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al

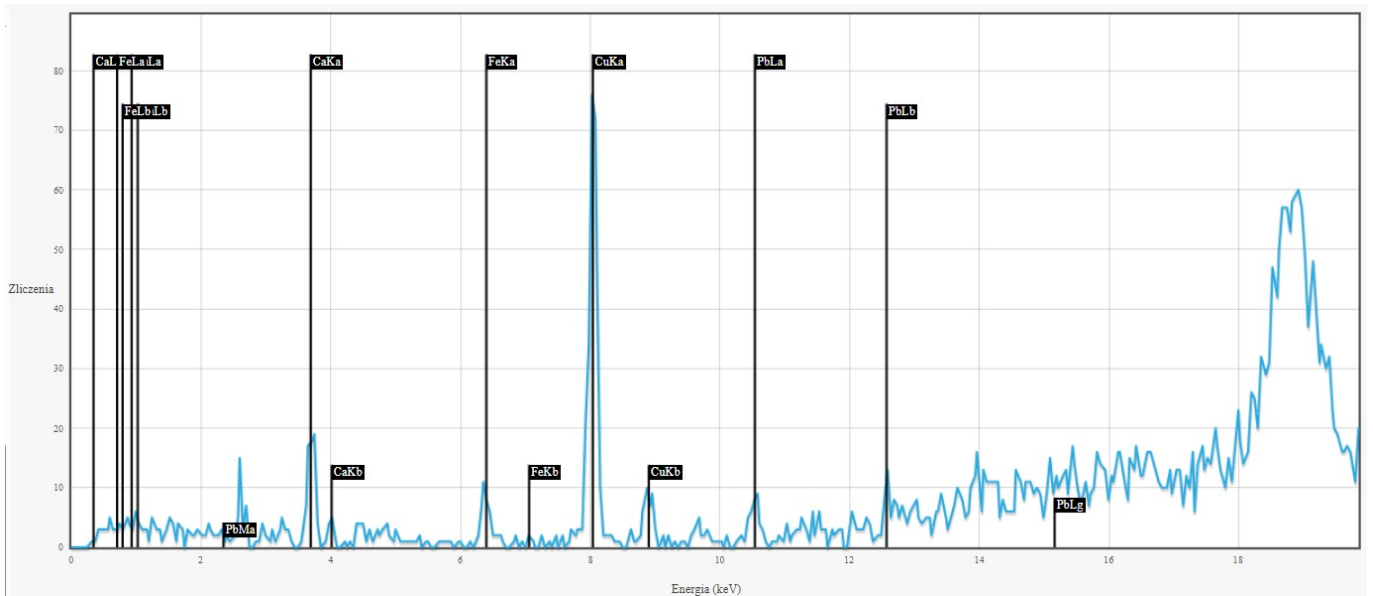
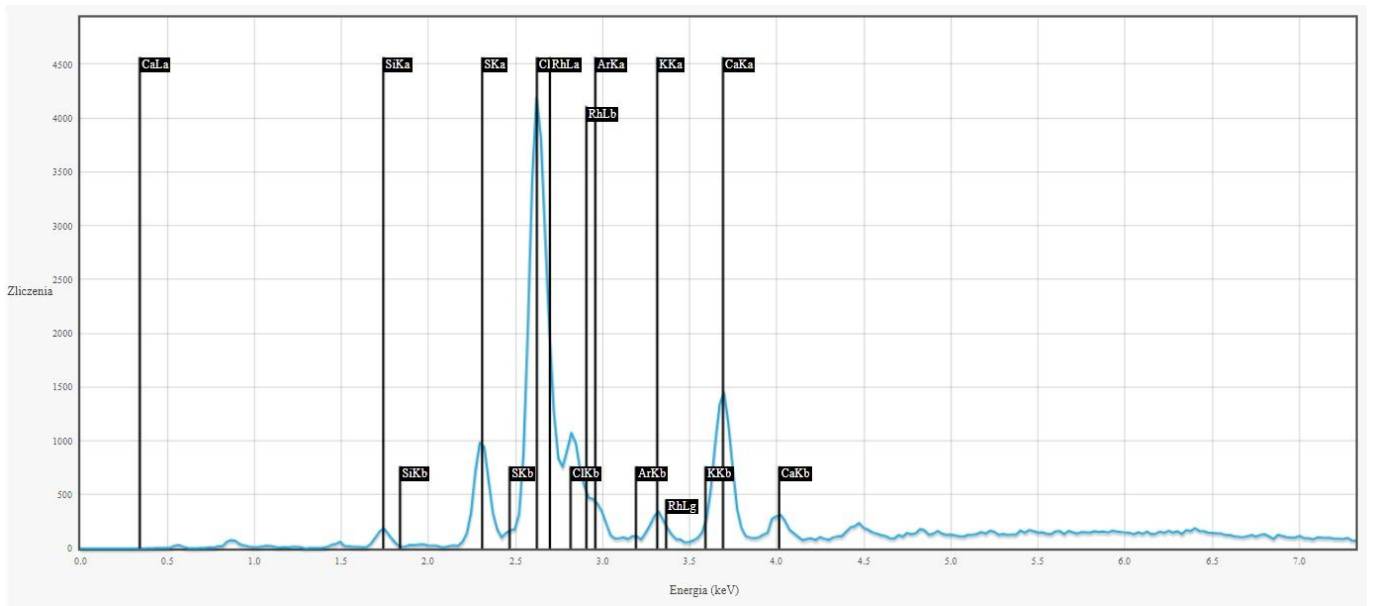




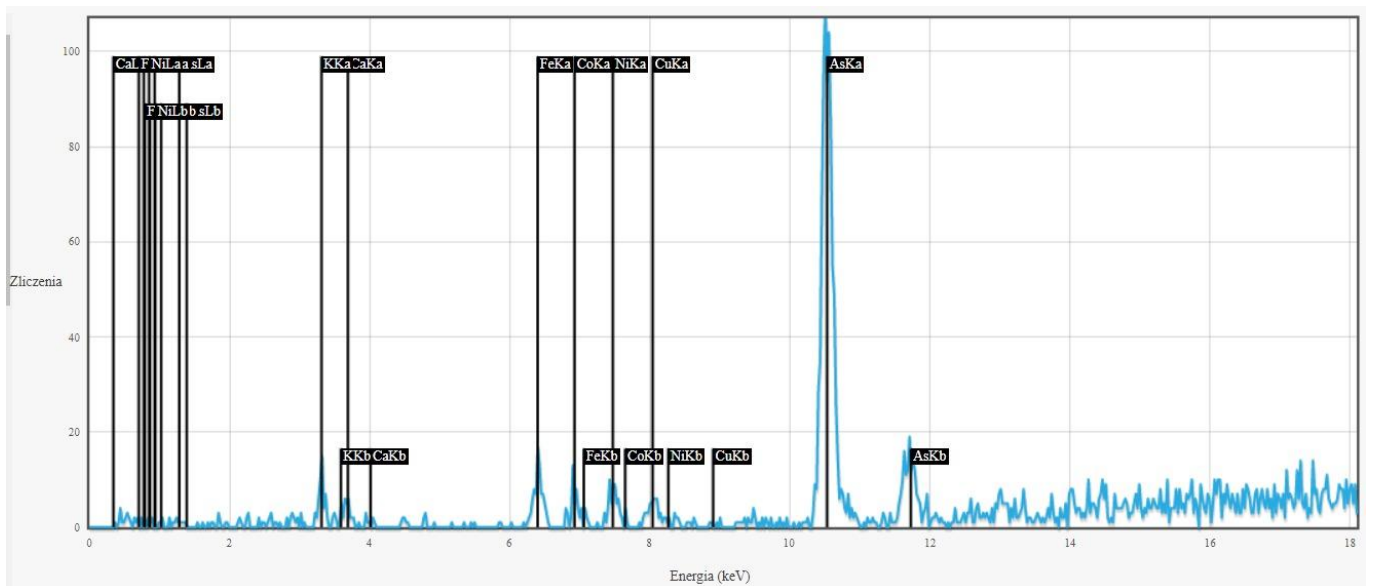
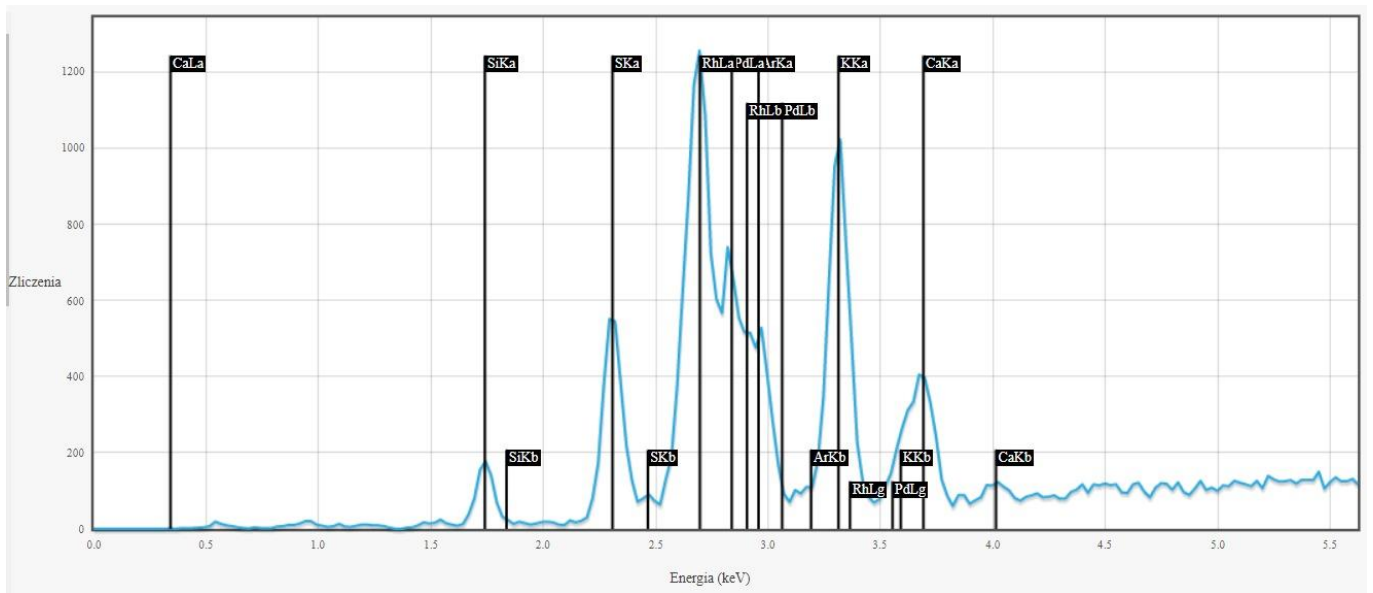
Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 9: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al



Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 10: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al



Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 11: Cu, Fe, Pb, Cl, S, Ca, K, Si, Al



Rentgenowska analiza fluorescencyjna, pomiar w punkcie 12: As, S, Si, K, Ca, Fe, Cu, Co, Ni.