

Strona czasopisma: <http://analit.agh.edu.pl/>

Systemy Zarządzania Jakością w firmie CERTECH

Quality Management Systems in the "CERTECH" company

Kamila Gargula, Marta Głąb, Kinga Jaszczyszyn, Aleksandra Morąg

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

ABSTRAKT: Artykuł przedstawia istotę stosowania norm i systemów zarządzania jakością, na podstawie firmy CERTECH. Istotnym elementem procesu kontroli jakości w tej firmie jest oznaczanie zawartości montmorylonitu, na podstawie której surowiec podlega wstępnej klasyfikacji. W przeprowadzonym eksperymencie skorzystano ze stosowanej przez zakład normy BN-77/4024-16 do ustalenia zawartości minerału w produkcie gotowym. Dodatkowo przeprowadzono badania wykluczając użycie pirofosforanu sodu, którego podstawową rolę w oznaczeniu jest zdyspergowanie próbki. Ponadto wykonano również badania z użyciem dwóch krzywych wzorcowych opierających się na różnych zakresach stężeń. Przeprowadzone w artykule oznaczenia sorbentów udowodniły, że niestosowanie się do normy prowadziło do zafałszowania wyników. Zastosowanie szeregu procedur zgodnych z systemami zarządzania jakością, w znaczący sposób pomaga podnieść poziom oferowanych przez producenta wyrobów.

ABSTRACT: The article presents the point of the application of standards and quality management systems, based on the company CERTECH. An important part of the quality control process at this company is the determination of montmorillonite content, on the basis of which the raw material is subject to preliminary classification. In the experiment carried out, the standard BN-77/4024-16 was used to determine the content of the mineral in the final product. Moreover, tests were carried out excluding the use of sodium pyrophosphate, whose primary role in the determination is to disperse the sample. In addition, tests were also performed using two standard curves based on different concentration ranges. The sorbent determinations carried out in the article proved that not following the standard led to alteration of the results. Usage of procedures in accordance with quality management systems improves the level of products offered by the manufacturer.

Słowa kluczowe: Jakość, Zarządzanie jakością, Jakość produkcji, Jakość wyrobów, Kontrola jakości, Montmorylonit, Bentonit

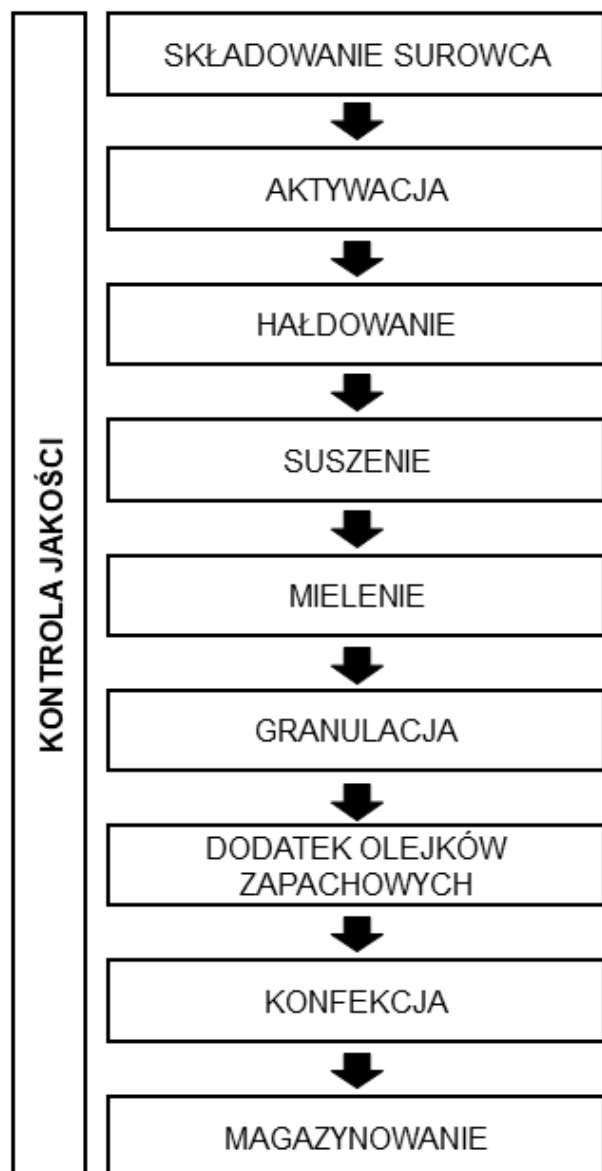
1. Wstęp

1.1. Informacje o firmie

Firma CERTECH została założona w 1995 roku. Początkowo swoją działalność opierała na produkcji artykułów higienicznych dla zwierząt. Stopniowo poszerzyła swoją ofertę, zaopatrując zarówno rynek konsumencki, jak i rynek technologiczny w szerokie spektrum produktów, opierających się na przetwórstwie kopalin ilastych.

Od samego początku istnienia firmy jej założycielom przyświecał cel jak najwyższej jakości. Przez lata swojego rozwoju firma CERTECH wdrożyła następujące systemy: ISO 9001, HCCP oraz GMP+. W trakcie oprowadzania po zakładzie zostało omówione działanie wyróżnionych systemów w praktyce. Celem przeprowadzonych badań przez zespół badawczy było uzasadnienie stosowania systemów i norm oraz ocena wpływu stosowania się do norm na jakość produktów [1].

1.2. Proces produkcyjny



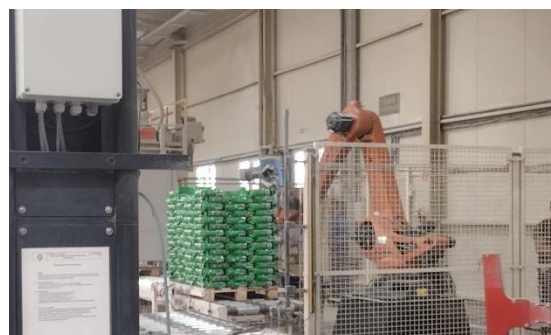
Rysunek 1. Uproszczony schemat procesu produkcji.



Rysunek 2. Hałda surowca po aktywacji.



Rysunek 3. Suszarnia obrotowa.



Rysunek 4. Pakujący robot przemysłowy.

Bentonity zaliczają się do skał ilastych powstałych w wyniku zjawiska montmorylonizacji szkliwa wulkanicznego. Ich zasadniczym budulcem są minerały zaliczane do grupy smektytu, głównie montmorylonit. [2,3] Zbudowany on jest z pakietów trójwarstwowych (2:1), które mają możliwość przyjmowania drobin wody lub cieczy organicznych oraz wymiany jonowej. Dzięki temu surowce bogate w montmorylonit cechują się bardzo dużą pojemnością sorpcyjną [4].

Na **Rysunku 1** przedstawiono uproszczony schemat przeróbki bentonitu. Wydobycie kopaliny ilastej prowadzone jest w kopalniach odkrywkowych [3]. Przed przyjęciem surowca na zakład przeprowadzana jest wstępna kontrola jakości, mająca na celu jego klasyfikację. Dostarczony na zakład bentonit poddawany jest aktywacji, opierającej się na procesie wymiany jonowej, w wyniku której jony wapnia lub magnezu wymieniane są na jony sodu [5]. Aplikacja dodatków skutkuje poprawą jego parametrów jakościowych m.in. zwiększa zdolność do pęcznienia [6]. Aktywowany surowiec jest hałdowany i leżakuje przez pewien czas, co ma na celu utrwalenie korzystnych zmian powstałych w procesie wymiany jonowej. Hałdy surowca po aktywacji są widoczne na **Rysunku 2**.

Obróbka termiczna półproduktu rozpoczyna się od jego wstępnego suszenia w powietrzu do zawartości wilgoci wynoszącej ok. 30%. Następnie dokonuje się rozdziału materiału na frakcje za pomocą przesiewaczy sitowych, które po tym procesie są kierowane do suszarni obrotowej (**Rysunek 3**), gdzie w obecności powietrza i spalin, są suszone do zawartości wody wynoszącej od 5 do 12/13%. Proces suszenia przeprowadza się w temperaturze nie przekraczającej 80°C, ponieważ jej przekroczenie może doprowadzić do pogorszenia jego właściwości. Bentonit należy do minerałów wrażliwych na temperaturę płomienia i z tego względu media suszące poruszają się obwodowo po wnętrzu suszarni [7].

Półprodukt po opuszczeniu suszarni jest składowany w tzw. workach Big-Bag, a następnie dozowany do młyna rolowo-misowego lub wahadłowego, z dodatkiem wyselekcjonowanych frakcji. Proces mielenia jest istotny dla bentonitu przeznaczonego do zastosowania jako wypełniacz. Młyny są zintegrowane w stały sposób z separatorem powietrznym, zapewniającym kontrolę procesu przemiału i umożliwiającym zawracanie frakcji niepożądaną [5,7].

Produkt po zmieleniu jest praktycznie gotowy, jednak może zostać także zgranulowany. Proces ten umożliwia także wykorzystanie odpadów w postaci pyłu. Materiał podlegający granulacji mieli się ponownie na odpowiednie wielkości ziaren, zależne od użytego lepiszcza, zawartości wody w materiale, prędkości rotacji i konstrukcji granulatora. Drobne zmielenie przed granulacją powoduje rozwinięcie powierzchni bentonitu, a tym samym powoduje wzrost jego właściwości sorpcyjnych. Zachodzi także jego homogenizacja oraz ewentualna zmiana barwy na jaśniejszą. Materiał wprowadzany jest do granulatora na mokro [5,7].

Do przygotowanego w ten sposób bentonitu dodawane są dodatki zapachowe lub sorpcyjne i antybakteryjne, takie jak np. węgiel aktywny. Gotowy produkt jest dostarczany do pakowarek automatycznych lub półautomatycznych (**Rysunek 4**). Produkt jest pakowany do worków lub Big-Bagów, a następnie przygotowywany do wysyłki lub magazynowania na paletach [7].

2. Systemy zarządzania jakością w firmie CERTECH

2.1. Systemy zarządzania jakością

2.1.1. ISO 9001

Jak wspomniano wcześniej firma CERTECH od samego początku swojego istnienia swoje działania ukierunkowywała w taki sposób, aby dostarczać konsumentom produkty jak najlepszej jakości. W roku 2007 zarząd firmy CERTECH podjął decyzję o wdrożeniu systemu zarządzania jakością zgodnego z normą ISO 9001. Norma ta jest jednym z najpopularniejszych standardów międzynarodowych, której zgodność potwierdzana jest poprzez przeprowadzanie zewnętrznej certyfikacji. Skupia się ona na wymaganiach dotyczących systemu zarządzania jakością stosowanego w organizacjach, których celem jest wykazywanie ciągłej zdolności do dostarczania wyrobów zgodnych z wymaganiami stawianymi przez klienta. Korzyści płynące z wdrożenia wyżej wymienionej normy to przede wszystkim zapewnienie stabilności i powtarzalności procesów produkcyjnych, a co za tym idzie otrzymywania wyników zgodnych z oczekiwaniami. Obecnie Firma CERTECH posiada certyfikat potwierdzający zgodność Systemu Zarządzania z normą ISO 9001:2015 w zakresie produkcji i sprzedaży wyrobów zoologicznych, budowlanych oraz przemysłowych [1,8].

2.1.2. GMP

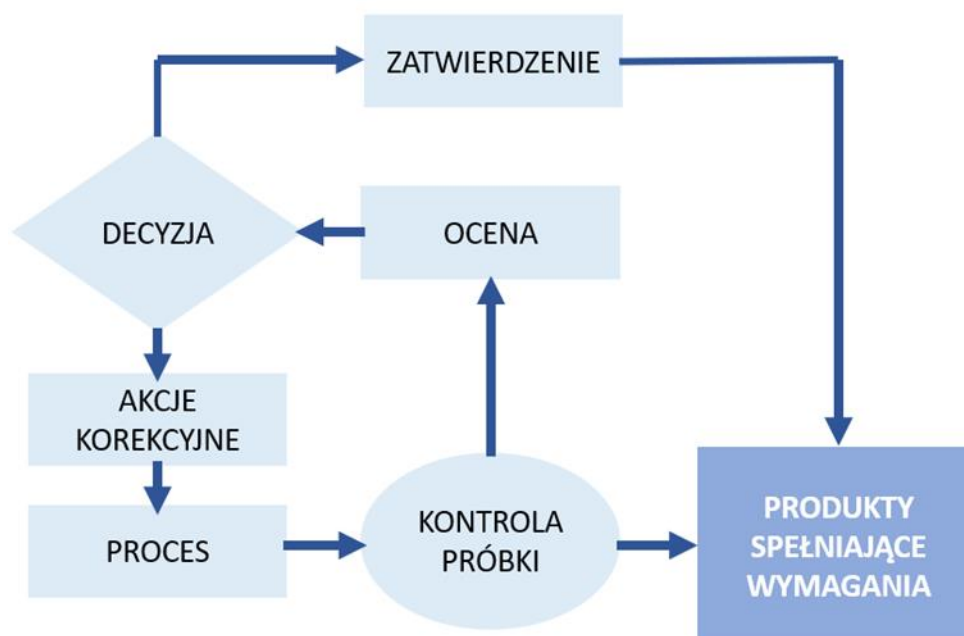
Wymagania Dobrej Praktyki Produkcyjnej (ang. Good Manufacturing Practice), ze względu na potencjalne skutki dla użytkowników, muszą być stosowane w zakładach produkujących artykuły spożywcze oraz kosmetyczne. Dlatego też, Firma CERTECH w 2011 roku zdecydowała się na wdrożenie GMP+, co zapewnia konsumentowi wyższy poziom komfortu oraz pewność, że kupowany przez nich

produkt, produkowany jest zgodnie z ściśle określonymi procedurami, które pozwalają na wyeliminowanie wszelkich sytuacji, powodujących zanieczyszczenie wyrobów substancjami zagrażającymi zdrowiu [1,9].

2.1.3. HACCP

W 2011 roku, ze względu na produkcję pasz dla zwierząt, zarząd firmy podjął również decyzję o wprowadzeniu systemu HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points - System Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli) dotyczącego bezpieczeństwa żywności. System ten jest systemem nadzoru nad żywnością, mającym na celu eliminację ryzyka zagrożeń, które są związane z zanieczyszczeniem produktów żywnościowych. Na wszystkich etapach produkcji, począwszy od zakupu surowców, ich przechowywania, aż po przetwarzanie, pakowanie, magazynowanie i finalnie dystrybucję, następuje identyfikacja wszelkiego rodzaju zagrożeń. Zgodnie z tym wprowadzane zostają działania korygujące, które mają za zadanie zminimalizować ryzyko związane z zagrożeniem zdrowiem konsumentów. System ten działa w oparciu o siedem zasad. Pierwszą z nich jest wspomniana wcześniej identyfikacja wszelkiego rodzaju potencjalnych zagrożeń. Następnie określone zostają Krytyczne Punkty Kontroli (CCP), które są monitorowane. Krok trzeci obejmuje ustanowienie mierzalnych wartości krytycznych (limitów krytycznych dla CCP), które pozwalają będą na oddzielenie akceptowalnego poziomu zagrożeń od nieakceptowalnego. Następnie zostają opracowane i wdrożone procedury skutecznego monitorowania CCP oraz określenie procedur dotyczących działań korygujących, w momencie, w którym zostaje wykryty nieakceptowalny poziom zagrożenia. Ważnym krokiem jest weryfikacja poprawności i skuteczności działań wymienionych wcześniej punktów. W tym celu opracowywane i wdrażane są specjalne procedury, na podstawie których można sprawdzić, czy system HACCP działa poprawnie oraz ocenić jego skuteczność. Ostatnią zasadą jest określenie, sposobu prowadzenia dokumentacji i jej archiwizacji. Wdrożenie systemu HACCP do firmy CERTECH pozwoliło na znaczne ograniczenie ryzyka występowania błędów oraz zminimalizowanie strat produktów związanych z nieodpowiednią jakością i bezpieczeństwem [1,10].

2.2. Sterowanie jakością w firmie CERTECH



Rysunek 5. Schemat kontroli jakości procesu.

Schemat procesu kontroli jakości przedstawiono na **Rysunku 5**. Cały proces rozpoczyna się w momencie doboru odpowiedniego surowca – w przypadku produkcji żwirku, bentonitu. Wykwalifikowani pracownicy udają się na miejsce wydobywania kopaliny, by dokonać jej wizualnej oceny oraz rejestracji fotograficznej. Po dostarczeniu surowca na zakład, przeprowadza się badanie zawartości montmorylonitu, na podstawie której poddawany jest wstępnej klasyfikacji. Kluczową rolę w tym aspekcie pełni oznaczanie zawartości wspomnianego minerału ilastego metodą sorpcji błękitu metylenowego. Na jej podstawie przydzielany jest on do klasy, która decyduje o jego zastosowaniu. Surowce o zawartości montmorylonitu od 40 do 60% wykorzystuje się przy produkcji sorbentów, natomiast te o wyższej zawartości trafiają na rynek technologiczny. Po dostawie bentonitu sprawdza się także jego pH, zanim zostanie poddany dalszym procesom przerobczym.

Po homogenizacji i aktywacji, materiał podlega stałej kontroli wilgotności za pomocą zautomatyzowanego systemu pomiaru. Kontroli podlega także temperatura, w jakiej znajduje się bentonit, ponieważ przekroczenie wartości 80°C skutkuje pogorszeniem jego właściwości. Po procesie suszenia, przeprowadza się klasyfikację ziarnową, mającą na celu rozdział sypkiego materiału na klasy ziarnowe, które decydują także o dalszej przeróbce. Na kolejnych etapach produkcji dokonuje się pomiarów uziarnienia, chłonności i pęcznienia materiału, a także analizuje się wielkość cząstek. Dodatkowo, jeśli produkt po danej operacji jednostkowej wymaga przechowywania, jest on etykietowany. Każda kontrola skutkuje oceną, a na jej podstawie podjęta zostaje decyzja czy proces produkcji wymaga akcji korekcyjnej.

Oprócz wyrobów, kontroli podlega także cały proces wytwarzania. Poprzez regularne przeglądy i konserwacje urządzeń produkcyjnych dokonuje się ich oceny i wprowadza nowe rozwiązania, jeśli zachodzi taka potrzeba. Sprawdzeniu podlegają także nastawy i parametry urządzeń. Kadra jest odpowiednio wykwalifikowana i objęta systemem szkoleń. Raz na rok przeprowadzane są spotkania dotyczące rozwoju, podczas których dokonuje się oceny kondycji przedsiębiorstwa, na podstawie porównania wskaźników z zeszłych lat, takich jak udział braków czy stopień wykorzystania maszyn. Prowadzone są dyskusje na temat nowych projektów i analizy trwających. Wykonywane są także eksperymenty techniczne, mające na celu poprawę wydajności procesów, a także analizy aktualnego rynku, prowadzące do wprowadzenia nowych maszyn, czy też surowca z innego źródła.

Firma CERTECH również przykładą dużą uwagę do gospodarki odpadami. W celu maksymalnego zmniejszenia ilości produkowanych odpadów, zakład stara się wykorzystać powtórnie półprodukty niespełniające danych wymogów. Takie półprodukty są zwracane do wcześniejszych etapów produkcji lub są kierowane do wykorzystania w procesie produkcyjnym innych wyrobów. Za ciągłe doskonalenie odpowiada powołany w firmie dział rozwoju.

3. Oznaczanie zawartości montmorylonitu

Istotnym elementem procesu kontroli jakości w firmie CERTECH jest oznaczanie zawartości montmorylonitu, na podstawie której surowiec podlega wstępnej klasyfikacji. W przeprowadzonym eksperymencie skorzystano z stosowanej przez zakład normy BN-77/4024-16.

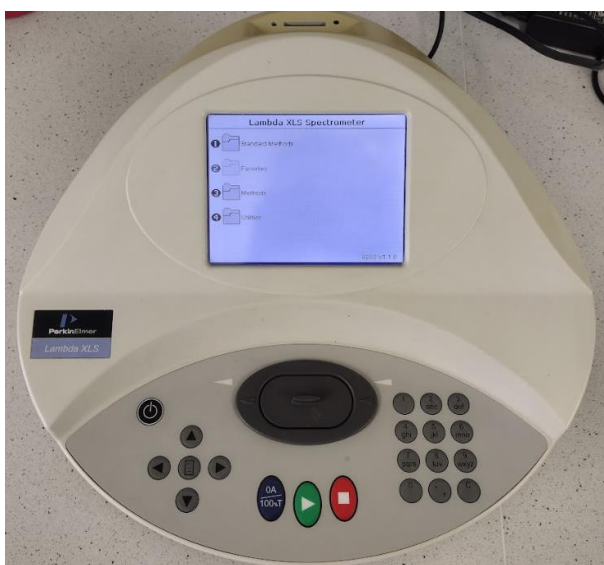
Podczas oznaczania zawartości montmorylonitu metodą sorpcji błękitu metylenowego postanowiono sprawdzić wpływ dodatku pirofosforanu sodu na jakość oznaczeń w celu wykazania istotności korzystania z norm. W oznaczeniu z dodatkiem pirofosforanu, oprócz krzywej wzorcowej wykonanej dla stężeń zalecanych przez normę, sporządzono również krzywą opierającą się na niższych stężeniach, dla których wartość absorbancji nie przekraczała 1. Obliczono granicę oznaczalności metodą propagacji błędów [11] dla każdego z przypadków.

3.1. Metodyka

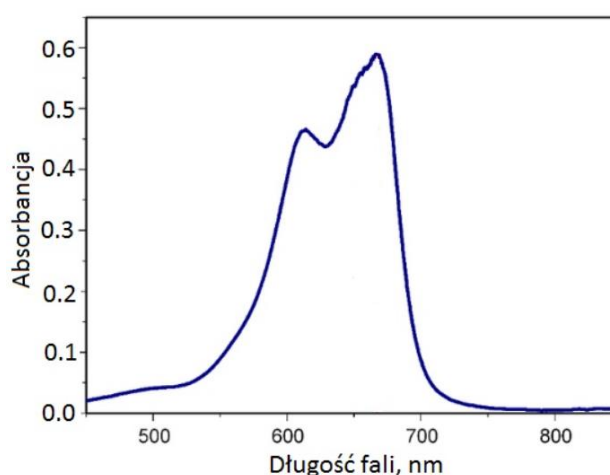
Próbkę pobraną z bentonitu w stanie surowym lub suszonego w temperaturze nie przekraczającej 110°C dysperguje się przy użyciu uwodnionego pirofosforanu sodu oraz wody. Następnie dodaje się

do niej ściśle określoną ilość błękitu metylenowego o znanym stężeniu, który ulega adsorpcji. Pozostały w roztworze błękit oznacza się metodą spektrofotometryczną z użyciem ośmiopunktowej krzywej wzorcowej. Na podstawie wyznaczonego stężenia błękitu obliczana jest zawartość montmorylonitu w próbce.

Oznaczenie wykonano zostało na trzech próbkach żwirków dla kotów z użyciem spektrofotometru Lambda XLS firmy Perkin Elmer, stosując falę o długości 470 nm, proponowaną przez normę BN-77/4024-16. Zastosowanie takiej długości fali miało na celu zmniejszenie czułości metody, dlatego pomiaru nie przeprowadza się przy długości fali odpowiadającej największej wartości absorbancji (**Rysunek 7**). Badania przeprowadzono na żwirkach o nazwach handlowych: Super Benek Compact, Super Benek Natural i Żwirek Z Węglem Aktywowanym. Wykorzystano odczynniki: uwodniony pirofosforan sodu $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, produkcji PPH Polskie Odczynniki Chemiczne Gliwice oraz błękit metylenowy $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{S}$, produkcji CHEMPUR.



Rysunek 6. Spektrofotometr Lambda XLS Perkin Elmer.



Rysunek 7. Widmo błękitu metylenowego.

3.2. Wpływ dodatku pirofosforanu sodu na wyniki oznaczenia montmorylonitu wg BN-77/4024-16

Pirofosforany sodu należą do nieorganicznych związków skondensowanych wykazujących wiele korzystnych właściwości, dzięki którym znajdują zastosowanie w różnych dziedzinach przemysłu. Plan eksperymentu opierał się na przeprowadzeniu dwóch analogicznych badań wg. normy BN-77/4024-16 - w tym jednego z pominięciem dodatku pirofosforanu sodu, którego podstawową rolą w oznaczeniu jest zdyspergowanie próbki. Rezultaty eksperymentu zaprezentowano w tabelach poniżej. W **Tabeli 1** przedstawiono parametry krzywej wzorcowej, wykonanej w oparciu o pomiary z dodatkiem pirofosforanu sodu oraz bez użycia środka dyspergującego. W **Tabeli 2** oraz **Tabeli 3** umieszczone zostały wyniki zawierające obliczoną, średnią zawartość procentową montmorylonitu (\bar{M}), odchylenie standardowe (s), oraz przedział ufności (s_T) obliczony z wykorzystaniem rozkładu t-Studenta, ze względu na małą ilość próbek.

Tabela 1. Wpływ dodatku pirofosforanu sodu na krzywą wzorcową.

	Pomiar bez pirofosforanu	Pomiar z pirofosforanem
Ilość roztworów	8	8
Odchylenie standardowe ślepej próby	0.009	0.0008
Nachylenie	5.60 ± 0.23	5.57 ± 0.18
Wyraz wolny	-0.03 ± 0.06	-0.040 ± 0.044
Współczynnik korelacji	0.9992	0.9995
Granica oznaczalności [g/l]	0.013	0.010

Tabela 2. Wyniki badań zawartości montmorylonitu bez dodatku pirofosforanu sodu.

Nazwa produktu	Nr próbki	M [%]	\bar{M} [%]	s	s _T
ŻWIREK Z WĘGLEM AKTYWNYM	1.1	20.79	17.416	3.006	7.467
	1.2	16.43			
	1.3	15.03			
SUPER BENEK COMPACT	2.1	16.87	17.444	0.655	1.628
	2.2	18.16			
	2.3	17.30			
SUPER BENEK NATURAL	3.1	14.81	15.077	2.193	5.447
	3.2	13.03			
	3.3	17.39			

Tabela 3. Wyniki badań zawartości montmorylonitu z dodatkiem pirofosforanu sodu.

Nazwa produktu	Nr próbki	M [%]	\bar{M} [%]	s	s _T
ŻWIREK Z WĘGLEM AKTYWNYM	1.1	46.52	53.448	9.885	25.556
	1.2	64.77			
	1.3	49.06			
SUPER BENEK COMPACT	2.1	59.42	57.259	2.807	6.973
	2.2	58.27			
	2.3	54.09			
SUPER BENEK NATURAL	3.1	48.69	47.847	4.083	10.144
	3.2	43.41			
	3.3	51.44			

Na podstawie **Tabeli 2** i **Tabeli 3** można uznać, że pirofosforan sodu pełnił kluczową rolę w całym badaniu. Już w trakcie przeprowadzania doświadczenia zauważono, że znacznie wpłynął on na stopień dyspersji badanych próbek. Na podstawie tabeli największe różnice możemy dostrzec w wynikach zawartości montmorylonitu w badanych próbkach - w doświadczeniu bez użycia dodatku pirofosforanu wyniki są znacznie zaniżone, w porównaniu do wyników wykonanych zgodnie z normą.

3.3. Wpływ zakresu absorbancji krzywej wzorcowej na wyniki oznaczenia montmorylonitu wg BN-77/4024-16

Przeprowadzono dwa analogiczne badania wg. normy BN-77/4024-16 - w tym jedno z użyciem krzywej wzorcowej opierającej się na niższych stężeniach, dla których wartość absorbancji nie przekraczała 1. Do drugiego oznaczenia badane próbki rozcieńczono pięciokrotnie w stosunku do rozwiązania proponowanego przez normę. Rezultaty eksperymentu zaprezentowano w tabelach poniżej.

Tabela 4. Wpływ rozcieńczeń roztworów na krzywą wzorcową.

	Stężenia roztworów wg normy (zakres absorbancji 0.089 – 2.196)	Roztwory o niższych stężeniach (zakres absorbancji 0.0010 – 0.379)
Ilość roztworów	8	8
Odchylenie standardowe ślepej próby	0.0008	0.0005
Nachylenie	5.57 ± 0.18	4.74 ± 0.23
Wyraz wolny	-0.040 ± 0.044	-0.007 ± 0.010
Współczynnik korelacji	0.9995	0.9995
Granica oznaczalności [g/l]	0.010	0.003

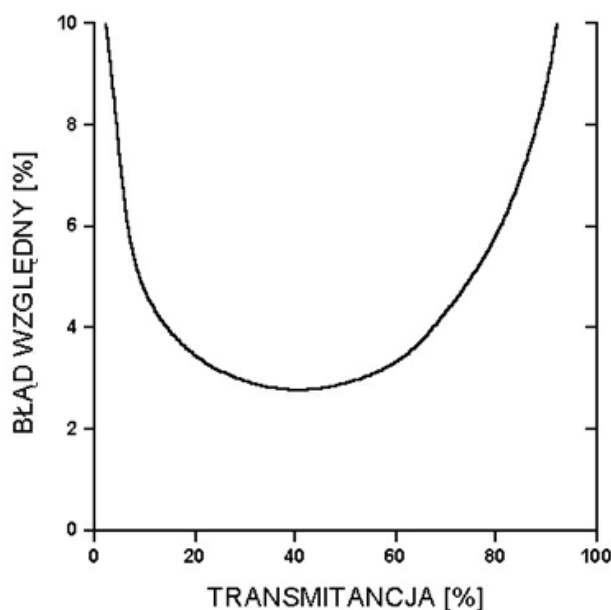
Tabela 5. Wyniki badań zawartości montmorylonitu z dodatkiem pirofosforanu sodu dla próbek nierozcieńczonych.

Nazwa produktu	Nr próbki	M [%]	\bar{M} [%]	s	s_T
ZWIREK Z WĘGLEM AKTYWNYM	1.1	46.52	53.448	9.885	25.556
	1.2	64.77			
	1.3	49.06			
SUPER BENEK COMPACT	2.1	59.42	57.259	2.807	6.973
	2.2	58.27			
	2.3	54.09			
SUPER BENEK NATURAL	3.1	48.69	47.847	4.083	10.144
	3.2	43.41			
	3.3	51.44			

Tabela 6. Wyniki badań zawartości montmorylonitu z dodatkiem pirofosforanu sodu dla próbek rozcieńczonych.

Nazwa produktu	Nr próbki	M [%]	\bar{M} [%]	s	S _T
ŻWIREK Z WĘGLEM AKTYWNYM	1.1	39.04	40.416	5.441	16.231
	1.2	46.41			
	1.3	35.80			
SUPER BENEK COMPACT	2.1	32.57	37.599	4.351	10.809
	2.2	40.11			
	2.3	40.11			
SUPER BENEK NATURAL	3.1	54.18	50.896	6.434	15.983
	3.2	43.48			
	3.3	55.03			

Uzasadnieniem takiego postępowania zespołu badawczego jest teoria [12], która mówi, że pomiar absorbancji obarczony jest błędem wynikającym z logarytmicznego charakteru tej wielkości:

**Rysunek 8.** Teoretyczna krzywa błędów w pomiarach absorbancji/transmitancji [12].

$$A = \log \frac{I_0}{I} = \log \frac{1}{T} = \alpha cl \quad (1)$$

gdzie: A - absorbancja, I_0 - natężenie promieniowania padającego na próbkę, I - natężenie promieniowania przechodzącego przez próbkę, α - molowy współczynnik absorbancji, c - stężenie substancji absorbującej, l - długość drogi optycznej promieniowania w próbce.

Teoretyczna krzywa błędów przedstawiona jest na **Rysunku 8**. Jak można odczytać z wykresu błąd względny pomiaru jest większy od 10% dla absorbancji powyżej 1.6 (transmitancja poniżej 2.4%) oraz dla absorbancji poniżej 0.03 (transmitancja powyżej 93%). Całkowity błąd pomiaru jest jeszcze większy ze względu na występujące zawsze błędy przypadkowe, jakkolwiek przy wykorzystaniu w pomiarach wysokiej klasy spektrofotometrów UV/VIS są one (tj. błędy przypadkowe) znacznie mniejsze niż w pomiarach kolorymetrycznych lub niskiej jakości spektrofotometrach.

Z teoretycznego punktu widzenia bardziej prawidłową procedurą byłoby przeprowadzenie badania na roztworach rozcieńczonych. Na podstawie przedstawionych wyników (**Tabela 5 i 6**) rozcieńczenie nie ma jednakże znacznego wpływu na wynik oznaczania.

3.4 Odtwarzalność pomiaru

Tabela 7. Odtwarzalność pomiaru.

Nazwa produktu	Nr próbki	Próbka nierozcieńczona	Próbka rozcieńczona
ŻWIREK Z WĘGLEM AKTYWNYM	1	0.254 (30.9%)	0.0238 (12.1%)
SUPER BENEK COMPACT	2	0.071 (9.8%)	0.019 (9.0%)
SUPER BENEK NATURAL	3	0.103 (10.7%)	0.028 (18.4%)

Obliczenia wykonano w programie opartym na założeniach statystycznych zawartych w literaturze [13]. Odtwarzalność pomiaru wyznaczona została na podstawie względnego odchylenia standardowego. Wyniki przedstawione w **Tabeli 7** wykazują, że odtwarzalność pomiaru jest stosunkowo niska dla wszystkich próbek. Spowodowane jest to niską homogenicznością próbki, wynikającą z małej masy pobranego materiału. Na homogeniczność próbki w bardzo dużym stopniu wpływa również stan skupienia w jakim próbka występuje. W naszym przypadku próbka znajdowała się w stanie stałym, co w znaczącym stopniu utrudniło jej homogenizację.

4. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przedstawionych danych, możemy zauważyć istotność korzystania z norm i systemów zarządzania jakością. Rozpatrując oznaczenie zawartości montmorylonitu w bentonicie metodą sorpcji błękitu metylowego, jako kluczowego procesu w kwalifikacji surowców do produkcji sorbentów, możemy stwierdzić, że wszelkie próby zmiany lub uproszczenia procedury mogą prowadzić do nieprawidłowych wyników oznaczenia.

W przypadku otrzymywania materiałów higienicznych, jakimi są żwirki, poprawna informacja na temat zawartości montmorylonitu ma znaczący wpływ na możliwości jego zastosowania. Udowodniła to próba wykluczenia pirofosforanu sodu z zalecanej normy branżowej BN-77/4024-16. Jednym z założeń produkcji materiałów sorpcyjnych jest stosowanie surowców o zawartości montmorylonitu przekraczającej 40%. Przeprowadzone w artykule oznaczenia sorbentów udowodniły, że nie stosowanie się do normy prowadziło do zafałszowania wyników. Zawartość procentowa montmorylonitu przy wykluczeniu użycia pirofosforanu była niższa, co prowadziło do odrzucenia produktu, który tak naprawdę był w pełni wartościowy. Można stwierdzić, że stosowana przez firmę CERTECH metoda oznaczania montmorylonitu pozwala na skuteczne oszacowanie zawartości minerału w surowcu.

Wdrażanie systemów zarządzania jakością przejawia się poprawą jakości wytwarzanych produktów, a ponadto skutkuje ciągłym doskonaleniem procesów produkcyjnych występujących w firmie. Posiadanie odpowiednich certyfikatów stanowi również wartościową informację zwrotną dla klienta o jakości wyrobów dostarczanych przez producenta. Firma CERTECH w swoich szeroko rozwiniętych technologiach stosuje szereg procedur, które umożliwiają zapewnienie stabilności

i powtarzalności procesów produkcyjnych. To właśnie zastosowanie tych rozwiązań wpływa przede wszystkim na bardzo wysoką jakość ich produktów.

Literatura

- [1] <https://www.certech.com.pl/o-firmie/> [dostęp 11.12.2022]
- [2] P. Wyszomirski, K. Galos, Surowce mineralne i chemiczne przemysłu ceramicznego, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2007
- [3] P. Wyszomirski, E. Lewicka, Bentonity jako uniwersalny surowiec wielu dziedzin przemysłu, Gospodarka surowcami mineralnymi, 2005, 21.3: 5-19. [dostęp 05.12.2022]. Dostępny w Internecie: <https://min-pan.krakow.pl/wp-content/uploads/sites/4/2017/12/wyszomirski-lewicka.pdf>
- [4] L. Stoch, Minerale ilaste, Wyd. Geograficzne, Warszawa 1974
- [5] F. Pezarski, A. Palma, I. Izdebska-Szanda, Innowacyjna technologia produkcji bentonitu odlewniczego z wykorzystaniem wyselekcjonowanych frakcji powstających przy wytwarzaniu sorbentów, Motrol. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2011, 13. [dostęp 05.12.2022]. Dostępny w Internecie: <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.dl-catalog-e8bc1865-46b5-4ea5-9987-9bba3540c4ef>
- [6] Ż. Kurleto et al. Wiązania chemiczne występujące w montmorylonicie Archives of Foundry Engineering 2015, 15. [dostęp 05.12.2022]. Dostępny w Internecie: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-225a9ea2-8040-4948-baa9-6c1e71fee146>
- [7] G. Bedekovic, I. Sobota, A. Kutlić, Bentonite processing. Rudarsko-geološko-naftni zbornik vol. 24, str. 61-65 Zagrzeb 2012
- [8] <https://www.iso.org.pl/uslugi-zarzadzania/wdrazanie-systemow/zarzadzanie-jakoscia/iso-9001/>
- [9] [dostęp 11.12.2022]
- [10] <https://www.iso.org.pl/uslugi-zarzadzania/wdrazanie-systemow/dobre-praktyki-produkcyjne/> [dostęp 11.12.2022]
- [11] <https://ncez.pzh.gov.pl/informacje-dla-producentow/zasady-systemu-haccp/> [dostęp 11.12.2022]
- [12] G.J. Long, J.D. Winefordner, Analytical Chemistry, 1983, 55, 712A
- [13] W. Kubiak, Wykłady z przedmiotu Instrumentalne Metody Analizy, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, rok akademicki 2021-2022
- [14] W. Volk, Statystyka stosowana dla inżynierów, WNT, Warszawa, 1965