

ZASTOSOWANIE WYBRANYCH NARZĘDZI DO ANALIZY PRZYCZYNN AWARII MASZYNY W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Magdalena CICHONÓ, Sabina WALECKO

Streszczenie: Poniższy artykuł opisuje zastosowanie wybranych narzędzi Lean do analizy przyczyn występowania awarii głównej maszyny w firmie produkcyjnej. W pierwszym etapie wykorzystano diagram Ishikawy w celu identyfikacji wszystkich możliwych czynników będących przyczynami wystąpienia awarii. Kolejny etap to uszeregowanie tych czynników. Wykorzystano tutaj diagram Pareto, w celu zobrazowania wcześniej uzyskanych wyników. Określono, które czynniki najczęściej powodowały awarie, a które w mniejszym stopniu przyczyniały się do występowania błędów na maszynie. Ostatni etap to dogłębna analiza głównego czynnika będącego najczęstszym powodem wystąpienia awarii. Zastosowano tutaj analizę 5Why. Wszystkie te analizy pozwoliły na zidentyfikowanie przyczyn występowania awarii maszyny, co z kolei umożliwi podejmowanie szybkich działań naprawczych bądź w znacznym stopniu wyeliminuje część przyczyn, które do tej pory były źródłem powtarzających się problemów.

Słowa kluczowe: Lean, diagram Ishikawy, wykres Pareto, analiza 5Why

1. Wprowadzenie

W każdym przedsiębiorstwie kierownictwo dokłada wszelkich starań, by w ich firmie proces produkcyjny przebiegał w sposób płynny, a produkowane wyroby wyróżniały się spośród innych jak najwyższą jakością oraz spełniały wszelkie wymagania i oczekiwania klientów. Jednakże bardzo często w trakcie realizacji różnych procesów produkcyjnych firmy napotykają różnego rodzaju komplikacje, które opóźniają produkcję i negatywnie wpływają na ciąg pracy. Kiedy pojawia się problem ważne jest, aby w jak najszybszym czasie odnaleźć źródło jego powstawania. Jednakże najważniejszym punktem jest odnalezienie, a przede wszystkim zrozumienie przyczyny powstania takiego błędu oraz podjęcie wszelkich działań korygujących, aby zapobiec ponownemu wyąpieniu problemu.

Koncepcją stosowaną przez wiele przedsiębiorstw, której celem jest usprawnienie realizowanych w nich procesów jest koncepcja Lean Manufacturing. Wdrażanie poszczególnych jej narzędzi usprawnia pracę całej firmy poprzez właściwe zaangażowanie i konsekwencję w działaniu.

Do badania problemów stosowane są najczęściej narzędzia zaczerpnięte z zespołu tzw. siedmiu narzędzi jakości. Należą do nich:

- schemat blokowy,
- karty kontrolne,
- arkusze kontrolne,
- diagram Ishikawy,
- diagram Pareto,
- histogram,

- punktowy diagram korelacji.

Rozpoczynając analizowanie występującego problemu zawsze należy pamiętać o trzech fundamentalnych zasadach, które gwarantują skuteczne znalezienie pozytywnego rozwiązania problemu:

1. Ważne są fakty, a nie opinie;
2. Należy poznać i zrozumieć przyczynę problemu, by móc skutecznie go rozwiązać;
3. Problem poznajemy od ogółu do szczegółu [1].

2. Koncepcja Lean Manufacturing

Lean Manufacturing tłumacząc z języka angielskiego Lean znaczy „szczipły” natomiast Manufacturing oznacza „wytwarzanie”. To filozofia opierająca się na „szczipłym wytwarzaniu”, tzn. stworzenie takich warunków w przedsiębiorstwie, aby produkować więcej przy mniejszym zaangażowaniu dotychczasowych czynników – przy jednoczesnej realizacji wyznaczonego celu, jakim jest spełnienie oczekiwań klientów [2].

Koncepcja ta wywodzi się z praktyk przemysłowych japońskiej Toyoty, która stanowi wyrafinowany system wytwarzania, którego każdy pojedynczy fragment działa na rzecz ogółu. Ogół ten ukierunkowany jest na proces motywowania ludzi, by stale usiłowali być lepszymi i poprawiali swoje dotychczasowe wyniki. Japoński Koncern Toyota dzięki wprowadzeniu zasad Lean stał się wiodącym producentem samochodów na świecie. Jakość oraz niezawodność ich produktów znalazła szereg odbiorców.

2.1. Wybrane narzędzia Lean

Diagram Ishikawy zwany również diagramem rybiej ości to wykres przedstawiający zbiór czynników wpływających na końcowy wynik procesu. Służy on jako narzędzie rozwiązywania zaistniałych problemów [3]. W sposób graficzny przedstawia wzajemne zależności pomiędzy czynnikami, które powodują powstanie analizowanego problemu a tymi, które wywołują ich skutki. Diagram ten oparty jest o analizę 5M, w której głównymi czynnikami są:

- człowiek (Man),
- maszyna (Machine),
- materiał (Material),
- metoda (Method),
- zarządzanie (Management).

Wykres Ishikawy stanowi bardzo przydatne narzędzie, które w prosty sposób obrazuje, jakie czynniki generują dany problem [4].

Wykres Pareto to graficzne przedstawienie względnego oraz bezwzględnego rozkładu rodzajów błędów, problemów lub ich przyczyn. Diagram ten pomaga zidentyfikować czynniki, które mają największy wpływ na konkretną cechę opasującą produkt lub proces. Jak dobrze wiadomo, niewielka liczba problemów generuje od 80% do 90% wszystkich wadliwych produktów. Należy zatem identyfikować te błędy, aby skutecznie je likwidować. Diagram Pareto obrazowo przedstawia, na jakie błędy należy szczególnie zwrócić uwagę, aby skutecznie poprawić cały proces produkcyjny [5]. Sporządzenie takiego wykresu powinno obejmować następujące punkty:

- zidentyfikowanie czynników, mających wpływ na wielkości opisujące proces lub produkt;

- kompletowanie danych ilościowych o wytypowanych czynnikach;
- uporządkowanie malejące czynników ze względu na siłę ich oddziaływania na wynik procesu lub charakter produktu;
- wyznaczenie skumulowanych wartości procentowych udziału dla kolejnych czynników ze względu na siłę ich oddziaływania na wynik procesu lub charakterystykę produktu;
- naniesienie wartości procentowych na wykres [6].

Analiza 5Why to narzędzie wykorzystywane do wykrycia źródła powstania problemu lub błędu. Zadawanie pięciu pytań „dlaczego?” pozwala zajrzeć do punktu, w którym rozpoczęło się zakłócenie, wnikliwie zbadać jego przyczyny oraz odnaleźć strategię efektywnego rozwiązania problemu [7]. Zadawanie stosownie sformułowanych pytań pozwala na zrozumienie i wyeliminowanie błędu. Główne zalety analizy to:

- łatwa i prosta do zastosowania;
- pobudza do analitycznego myślenia;
- pozwala znaleźć źródło problemu.

3. Praktyczne wykorzystanie narzędzi Lean

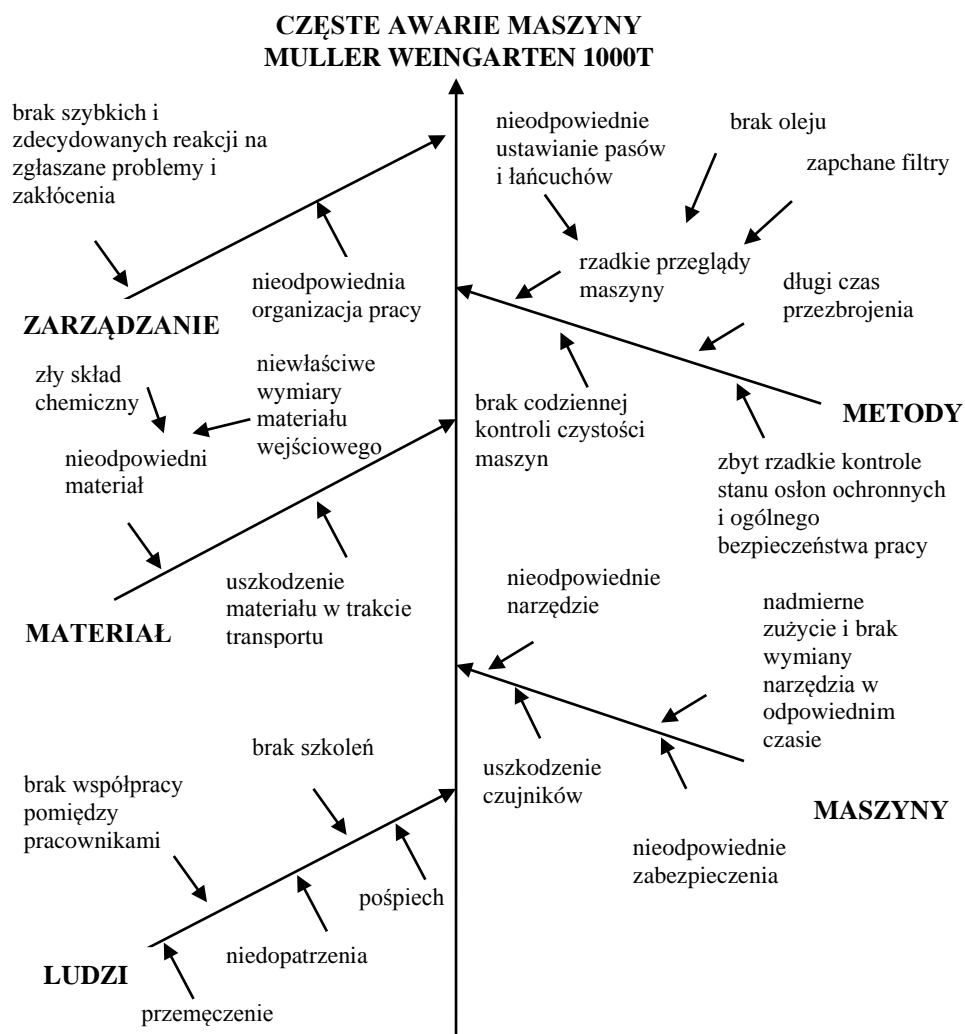
MM Systemy to przedsiębiorstwo działające w branży Automotive. Jest to firma posiadająca duże moce produkcyjne, które stale są zwiększane. Oferuje swoim klientom optymalne i kompleksowe rozwiązanie od projektu części samochodowych, aż do ich seryjnej produkcji. Gwarantuje elastyczność, niezawodność i duże doświadczenie w podstawowych zakresach działania techniki obróbki i techniki spawania. Jako dostawca dla przemysłu samochodowego koncentrują się na następujących dziedzinach:

- produkcja narzędzi tłoczących, wykrawających i ciągników,
- produkcja seryjna części wykonywanych na prasach ze stali i aluminium, które następnie są użyte do złożonych konstrukcji spawanych,
- produkcja rur wsporczych,
- produkcja konstrukcji siedzeń do pojazdów specjalnych.

W celu zapewnienia najwyższej jakości w przystępnej cenie, firma używa najnowszych technologii głębokiego tłoczenia, spawania oraz nowoczesnych rozwiązań do równoczesnego rozwoju produkcji. Przedsiębiorstwo to posiada dwie maszyny, które odpowiadają za proces produkcyjny poszczególnych części samochodowych. Jak wiadomo, eksploatacja maszyn nie obejdzie się bez awarii. Każda awaria jest inna i każda może być spowodowana innym czynnikiem. Należy zatem stale monitorować pojawiające się awarie, aby w przyszłości zapobiec podobnym sytuacjom.

W firmie MM Systemy koncepcja Lean jest dopiero wprowadzana. Na chwilę obecną przedsiębiorstwo stosuje zaledwie kilka narzędzi Lean, które w dużym stopniu pomagają rozwiązać zaistniałe problemy. Poniżej zostanie rozwiązany problem częstych awarii maszyny Muller Weingarten 1000t. Pomogą w tym takie narzędzia, jak: diagram Ishikawy, diagram Pareto oraz analiza 5Why.

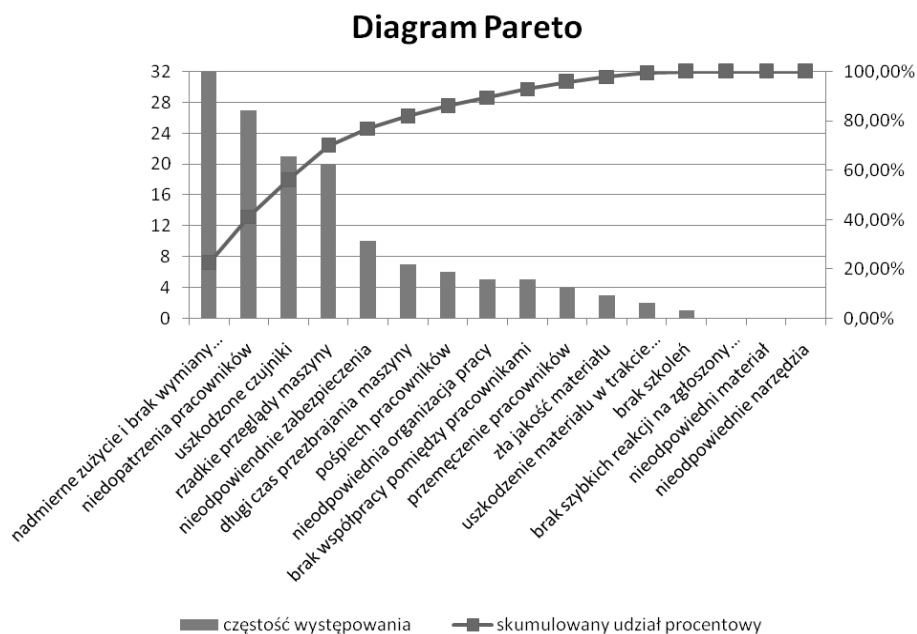
Pierwszym etapem było zidentyfikowanie czynników, które mogą być powodem występujących awarii. Do głównych czynników będących poszczególnymi elementami diagramu Ishikawy przyporządkowano przyczyny generujące zakłócenia podczas prawidłowej pracy maszyny. Uzyskany wykres prezentuje się następująco:



Rys. 1. Diagram Ishikawy

Po przeprowadzeniu analizy zauważono, iż najwięcej czynników generujących częste awarie znajduje się w grupach "człowiek" i "metoda". Jeśli chodzi o pierwszą grupę, to brak współpracy pomiędzy pracownikami oraz brak specjalistycznych szkoleń może powodować złe działanie maszyn. To z kolei może doprowadzić w dłuższym okresie czasu do poważniejszej awarii. Ważna jest zatem odpowiednia komunikacja pomiędzy pracownikami, jak również wiedza na temat działania urządzeń znajdujących się w firmie. W drugiej grupie głównymi elementami odpowiadającymi za występowanie awarii są rzadkie przeglądy maszyny, brak kontroli ich czystości oraz rzadkie kontrole stanu technicznego maszyn. Są to bardzo ważne elementy, których zaniedbanie może doprowadzić do nieprawidłowej pracy głównych mechanizmów.

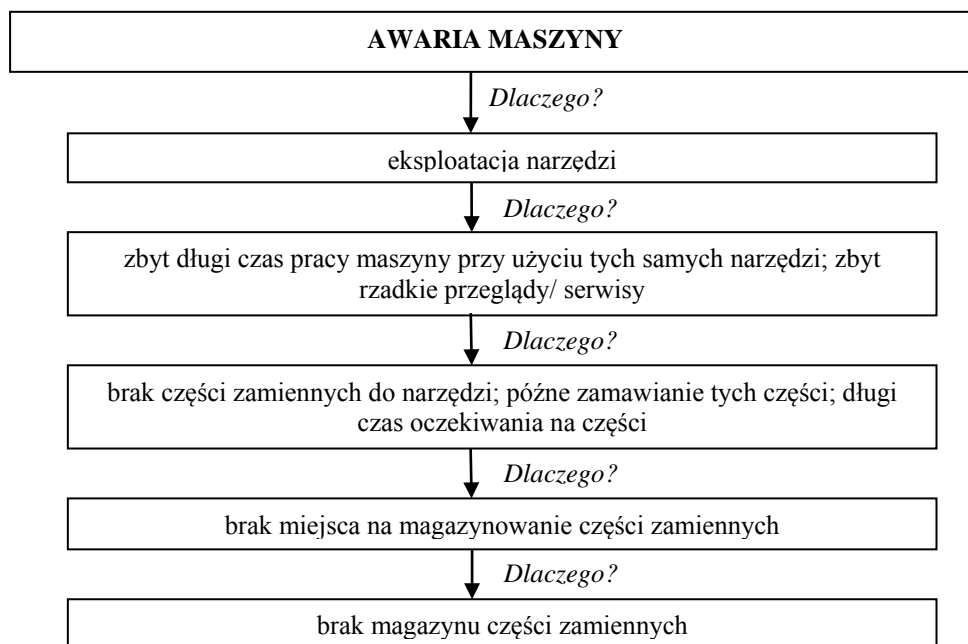
Na potwierdzenie wyników uzyskanych w powyższej analizie utworzono diagram Pareto dla zobrazowania, które czynniki w największym stopniu generują badany problem. Wzięto pod uwagę roczny okres czasu. Monitorowano przebieg pracy maszyny i w momencie wystąpienia awarii zapisywano, jaki czynnik był jej przyczyną. Na podstawie uzyskanych danych utworzono wykres Pareto, który wygląda następująco:



Rys. 2. Diagram Pareto

Jak widać, na wykresie są cztery główne czynniki będące przyczynami awarii. Najczęstszą przyczyną awarii było nadmierne zużycie i brak wymiany narzędzia w odpowiednim czasie. Kolejną przyczyną były niedopatrzania pracowników. Mogą one wynikać z przemęczenia bądź braku ich wiedzy dotyczącej obsługi maszyny. Na trzecim miejscu są uszkodzone czujniki odpowiadające za wczesne wykrywanie niezgodności. Czwartym, głównym czynnikiem powodującym awarie są rzadkie przeglądy maszyny. Serwisy maszyny powinny być przeprowadzane zarówno przez firmy zewnętrzne, które się w tym specjalizują, jak i przez pracowników firmy, którzy stale przy niej pracują. Takie przeglądy umożliwiają szybkie wykrywanie jakichkolwiek usterek i pozwalają utrzymać maszynę w dobrym stanie. Są to działania podejmowane w ramach filozofii TPM, której podstawowym celem jest brak awarii maszyn na stanowiskach produkcyjnych. TPM dąży do doprowadzenia w przedsiębiorstwie stanu idealnego, w którym występuje zero awarii i maszyn, zero wypadków oraz zero defektów wynikających z pracy maszyn. System ten dąży również do całkowitego wyeliminowania wszystkich czynników, które wpływają na obniżenie wydajności.

Powyższe analizy pozwoliły zidentyfikować główne czynniki powodujące awarie maszyny. Najczęstszą przyczyną powodującą powstanie awarii było nadmierne zużycie i brak wymiany narzędzia w odpowiednim czasie. Z tego też powodu, analiza 5Why została przeprowadzona dla tego czynnika. Ostatni etap badań pozwolił zrozumieć i poznać główne źródło powstawania awarii.



Rys. 3. Analiza 5Why

Zadawanie sobie pytania *dlaczego?* na poszczególnych etapach pozwoliło poznać nowy punkt wyjścia, który do tej pory nie był brany pod uwagę. Nowe stanowisko, czyli magazyn części zamiennych może usprawnić cały proces produkcyjny oraz wyeliminować niepotrzebne awarie i przestoje maszyny, z którymi borykała się firma MM Systemy do tej pory.

3. Wnioski

Lean jest koncepcją, w ramach której stosowanych jest wiele narzędzi. Każde z tych narzędzi, odpowiednio użyte, pozwoli firmie na uzyskanie pozytywnych efektów badanego zakłócenia. W analizowanym przedsiębiorstwie problemem takim były częste awarie głównej maszyny produkcyjnej. Takie postoje to duże straty dla firmy. Każda jedna awaria wiąże się z kosztami naprawy, kosztami przestoju maszyny oraz stratami wynikającymi z braku produkcji konkretnych zamówień. Dlatego tylko podjęcie szybkich i efektywnych działań może usprawnić pracę maszyny, co z kolei poprawi zyski firmy oraz jej wizerunek na tle konkurencji. Odnalezienie źródeł występowania częstych awarii nie było prostym zadaniem. Jednak koncepcja Lean w tym pomogła dzięki zastosowaniu jej wybranych narzędzi. Za pomocą diagramu Ishikawy, diagramu Pareto oraz analizy 5Why zidentyfikowano przyczyny powodujące zakłócenia pracy maszyny.

Główna przyczyna odpowiadająca za występowanie awarii to eksploatacja narzędzi, które często muszą być naprawiane. Sama naprawa nie jest dużym wyzwaniem o ile potrzebne części są na miejscu, dostępne od ręki. I tutaj jest źródło problemu. Jak wykazała analiza 5Why, brak magazynu części zamiennych w dużym stopniu odpowiada za awarie maszyny. Brak części uniemożliwia naprawę narzędzia. Czas oczekiwania na potrzebną część jest bardzo długi, dlatego firma powinna posiadać na stanie chociaż po 1 sztuce części o podwyższonym ryzyku uszkodzenia. Wprowadzenie takiego magazynu, w którym

można by przechowywać potrzebne zamienniki byłoby najlepszym rozwiązaniem. Usprawniłoby to proces naprawy narzędzi, pracę maszyny, proces produkcji oraz funkcjonowanie całego przedsiębiorstwa. Ponadto w trakcie badań zauważono jeszcze kilka innych, bardzo istotnych czynników, które również przyczyniają się do zakłóceń występujących podczas pracy maszyny. Niedopatrzenia pracowników także negatywnie wpływają na działanie urządzenia. Nieodpowiednie przekazywanie informacji pomiędzy zmianami, pośpiech, brak całkowitej wiedzy na temat pracy maszyny może w dużym stopniu pogorszyć jej stan techniczny. Proponowanym rozwiązaniem jest umieszczenie tablic, na których pracownicy mogą zapisywać swoje spostrzeżenia, występujące usterki oraz wszystkie istotne dane dotyczące konkretnego elementu mechanizmu maszyny. Natomiast wiedza pracowników powinna być stale uzupełniana poprzez odpowiednie szkolenia. Ważne jest również dbanie o czystość urządzenia. Kontrole serwisowe są podstawą do prawidłowego działania maszyny. Ponadto wprowadzenie systemu TPM, w ramach którego pracownicy będą samodzielnie przeprowadzać przeglądy maszyn, pozwoli na szybką identyfikację i eliminację usterek. System ten umożliwi wykorzystanie maszyny w najbardziej efektywny sposób, angażując wszystkich, we wszystkie podejmowane decyzje dotyczące urządzenia. Doprowadzi to do uzyskania wspólnie wypracowanych korzystnych efektów. Wielowymiarowe działania korygujące pozwolą uzyskać minimalny poziom awarii, braków, nieplanowanej obsługi maszyny, jak również zwiększyć produktywność poprzez maksymalne wykorzystanie czasu pracy maszyny oraz pracowników.

Wszystkie zastosowane narzędzia koncepcji Lean spełniły swoje zadanie. Analiza pozwoliła na wykrycie źródła problemu, z którym borykała się firma MM Systemy. Zauważono, iż obok jednego głównego źródła powodującego częste awarie stoją inne czynniki negatywnie wpływające na pracę urządzenia. Ponadto zaproponowano różne działania korygujące mające na celu usprawnienie pracy maszyny. Jednak tylko dalsze kontrolowanie i monitorowanie pozwoli na eliminację problemu oraz usprawnienie funkcjonowanie całego przedsiębiorstwa.

Literatura

1. Liker. J.K.: Droga Toyoty. MT Biznes. Warszawa 2004.
2. Imai M.: Kaizen- klucz do konstrukcyjnego sukcesu Japonii. MT Biznes. Warszawa 2007.
3. Kotler P.: Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola. Wydawnictwo FELBERG SJA. Warszawa, 1999
4. Dahlgaard J. J.: Podstawy zarządzania jakością. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2000
5. Hamrol A., Mantura W., Zarządzanie jakością: teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań, 2011.
6. Hamrol A.: Zarządzanie jakością z przykładami. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa, 2005.
7. Prońko J., Soboń A., Zamiar Z.: Zarządzanie produkcją. Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego. Kielce 2008.

Inż. Magdalena CICHON
Inż. Sabina WALECKO
Koło Naukowe EXPERT, Politechnika Opolska,
45-370 Opole, ul. Ozimska 75

Tel./fax: 77 423 40 44
e-mail: magdacichon14@gmail.com
sabina.w20@gmail.com