

ZARZĄDZANIE W OBSZARZE UTRZYMANIA RUCHU W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Jacek Gralewski

Instytut Nauk Społecznych i Zarządzania Technologiami

Politechnika Łódzka

WSTĘP

Produkcja jest jednym z głównych obszarów gospodarki. W jej wyniku powstaje energia, produkty lub usługi materialne, przez co staje się ona kluczowym elementem wszelkich działań człowieka. Odpowiednio zorganizowana działalność produkcyjna powinna odbywać się w przemysłowych warunkach technicznych oraz organizacyjnych. Wieloaspektowość produkcji związanej z jej techniczno-organizacyjnym wymiarem odnosi się również do współzależności wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa, jak i koegzystowania z innymi jednostkami produkcyjnymi i usługowymi [2].

W dzisiejszych czasach firmy ogromną wagę zwracają na wszelkie aspekty powiązane z prawidłowym funkcjonowaniem maszyn i urządzeń. Jest to spowodowane świadomością organizacji. Zarząd przedsiębiorstwa zdaje sobie sprawę z tego, jak ważne jest zapewnienie wysokiej jakości dóbr i usług, a bez odpowiednio przygotowanego sprzętu nie da się sprostać wymaganiom rynku i straci się swoją pozycję. Dlatego też organizacje oprócz ogromnego zaangażowania w usprawnianie procesów produkcyjnych idą poziom wyżej i prowadzą działania poprawiające techniczno-organizacyjne aspekty działu utrzymania ruchu. Efektem tych czynności jest aktywizacja pracowników wszystkich szczebli w proces rozwiązywania problemów na stanowiskach pracy, a tym samym stworzenie jednego z najnowocześniejszych narzędzi, jakim jest TPM – Total Productive Maintenance.

Obecnie wiele przedsiębiorstw kładzie duży nacisk na innowacje, optymalizację i ciągłe doskonalenie w wielu aspektach funkcjonowania. Sposób zarządzania, kompetencje pracowników oraz odpowiednia strategia to czynniki ułatwiające i stwarzające odpowiednie warunki do implementacji innowacyjnych rozwiązań dla obecnych procesów przedsiębiorstwa [8].

Zastosowanie TPM, narzędzia wspierającego służby utrzymania ruchu w zapewnieniu maksymalnej efektywności maszyn [3], aktywności pracowników i ich zaangażowania oraz ograniczenia kosztów i zwiększenia efektywności ekonomicznej firmy [1] jest jednym z kluczowych celów wielu zakładów produkcyjnych. Dzięki dodatkowemu zastosowaniu automatyzacji w procesach pracy biurowej organizacja jest w stanie osiągnąć postawione w strategii cele szybciej i bez nakładu wielu środków [7].

Istotą poprawnego funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego jest odpowiednie zarządzanie posiadanymi środkami trwałymi. Racjonalne podejście do procesów związanych z prawidłową eksploatacją urządzeń technicznych, to jest ich właściwą eksploatacją, konserwacją i remontami, może przyczynić się do poprawy jakości produkowanych wyrobów [6]. Należy zadbać o to, aby opiekę oraz nadzór nad poszczególnymi środkami trwałymi sprawowały jedynie osoby lub grupy osób z odpowiednimi kwalifikacjami. Ponadto na efektywność gospodarki remontowo-naprawczej ma wpływ prawidłowy wybór dokonany w trakcie zakupu środków trwałych oraz kompetencje operatorów, odpowiednie planowanie i wykonywanie czynności konserwacyjnych i naprawczych [5].

Maszyny i urządzenia wykorzystywane w czasie procesów produkcyjnych stopniowo ulegają zużyciu, przez co może nastąpić zmniejszenie ich wydajności, pogorszenie jakości produktów finalnych oraz zwiększenie poboru prądu i innych materiałów potrzebnych do pracy. Może to doprowadzić do poważnych awarii i wykluczenia maszyny z użytkowania [4].

Zużycie maszyn i urządzeń w dużej mierze zależy od jakości ich samych, ale również od warunków, w jakich są one eksploatowane, odbioru materiałów, dokładności obróbki, wyboru odpowiedniego sposobu smarowania maszyny itp. Wszystko to pokazuje, jak ważne dla kondycji przedsiębiorstwa jest odpowiednie zarządzanie gospodarką remontowo-naprawczą oraz utrzymaniem ruchu.

Środki trwałe mogą określić pozycję przedsiębiorstwa oraz mają wpływ na jego możliwości i jakość produkowanych wyrobów. Mają również znaczenie w postrzeganiu organizacji przez potencjalnych kontrahentów, szczególnie w przypadku zamówień uwzględniających terminowość oraz wysoką jakość produktów. Istotnym jest zatem dbanie o odpowiednie warunki dla środków trwałych, prawidłowe ich eksploatowanie i konserwacja.

Implementacja systemów komputerowego wspomaganie zarządzaniem gospodarką utrzymania ruchu znajduje zastosowanie tylko w momencie, gdy został opracowany system organizacji, zarządzania i sterowania tym obszarem. Sprawne działanie gospodarki naprawczej wymaga automatyzacji w procesach zbierania i przetwarzania informacji. Dzięki zastosowaniu komputerowego wspomaganie wszelkie procesy nie będą tylko wspomagane i usprawniane. Przedsiębiorstwo zyska bowiem dodatkowo możliwość skorzystania z obecnie wykorzystywanych nowoczesnych metod zarządzania i optymalizacji strategii utrzymania ruchu.

Obecnie firmy nastawione są na redukcję kosztów przestojów produkcyjnych, całkowite wykluczenie zapasów magazynowych oraz optymalizację wszelkich procesów w nich zachodzących, a zatem nie tylko tych bezpośrednio powiązanych z produkcją, ale również z zarządzaniem i podejmowaniem decyzji. Wykonywanie wszystkich tych zadań bez odpowiedniego oprogramowania, które ułatwia i przyspiesza cały proces oraz pozwala na wyeliminowanie błędów wynikających z prostych omyłek człowieka, byłoby ogromnym utrudnieniem dla przedsiębiorstw. Sam czas trwania procesu adaptacji do szybkich zmian w otoczeniu firmy doprowadziłby w końcu do jej upadku. O ile mikro przedsiębiorstwa mogą pozwolić sobie na lekkie odstępstwa, tak małe, średnie i duże jednostki nie mogą tego zrobić. Koniecznie muszą one wykorzystywać wszelkie dostępne środki, aby sprostać wymaganiom otoczenia. Tutaj właśnie uwidacznia się rola powszechnie stosowanych, nawet w gospodarstwach domowych, arkuszy kalkulacyjnych MS Excel.

Oprogramowanie MS Excel zapewnia użytkownikowi pełną swobodę w procesie tworzenia aplikacji pozwalających na przyspieszenie procesu utrzymania ruchu, w tym odpowiednie planowanie wykonywanych napraw, wymian części, przeglądów czy też ciągłe monitorowanie zużycia wszelkich maszyn i urządzeń wykorzystywanych w przedsiębiorstwie. Budowa prostej bazy danych, zawierającej parametry produkcyjne, liczbę przepracowanych godzin oraz inne ilościowe wskaźniki, pozwoli – za pomocą prostych funkcji arkusza kalkulacyjnego MS Excel – zoptymalizować plan dla działu utrzymania ruchu, a tym samym będzie miała znaczący wpływ na cały proces produkcyjny.

Pakiet MS Office umożliwia automatyzację wszelkich prac wykonywanych manualnie we wszystkich powszechnie stosowanych programach takich, jak MS Word, MS Power Point czy MS Excel. Dzięki połączeniu tych oprogramowań, poprzez zaprojektowanie „aplikacji” pozwalającej na zautomatyzowanie prac organizacyjnych związanych z przygotowywaniem potencjalnych wersji działań, wstępnym analizowaniem poprzez odpowiednie wskaźniki, przetwarzaniem oraz generowaniem odpowiednich raportów, praca działów utrzymania ruchu oraz produkcyjnego będzie przebiegała o wiele szybciej. Ponadto same raporty będą generowane bez błędów, które mogli popełnić pracownicy w czasie ręcznego przetwarzania wszelkich informacji.

1. ANALIZA PRZEDSIĘBIORSTWA W ASPEKCIE UTRZYMANIA RUCHU

1.1 Charakterystyka techniczno-organizacyjna firmy

Badania opisanego w niniejszym rozdziale przeprowadzono w przedsiębiorstwie produkcyjnym, mającym swoją siedzibę w Konstancji Łódzkiej k. Łodzi. Firma to jednostka należąca do globalnego lidera w produkcji oraz sprzedaży opakowań wykorzystywanych w takich branżach, jak:

- spożywcza,
- medyczna,
- farmaceutyczna,
- środków ochrony osobistej,
- inne.

Przedsiębiorstwo zorientowane jest na zapewnienie najwyższej jakości produkowanych dóbr, przez co w sposób szczególny dba o bezpieczeństwo swoich pracowników oraz najwyższą jakość prowadzonych działań w dziedzinie utrzymania ruchu, logistyki oraz produkcji. Dzięki wielu rozwiązaniom spółka zapewnia swoim klientom wszelkie produkty na czas oraz w najlepszej jakości. Bezpośrednia współpraca wszystkich działów firmy umożliwia ciągłą kontrolę oraz natychmiastowe podejmowanie odpowiednich działań związanych z naprawą lub usprawnianiem procesów.

W celu utrzymania przewagi konkurencyjnej władze przedsiębiorstwa, oprócz ciągłego doskonalenia procesów, ogromną uwagę poświęcają osiągnięciu postawionych celów oraz utrzymaniu wartości firmy, do których należą:

- bezpieczeństwo,
- współpraca,
- odpowiedzialność,
- integralność,
- rezultat i wynik,

co bezpośrednio przedkłada się na wyznaczone drogi rozwoju. Są nimi:

- umiejętności – zatrudnianie najwyższej klasy specjalistów,
- doskonałość handlu – zapewnienie najwyższych standardów obsługi klienta,
- innowacja – wprowadzanie nowych, lepszych rozwiązań,
- dyscyplina kapitałowa – generowanie wysokich zysków dla wszystkich interesariuszy,
- przywództwo operacyjne – budowanie jakości produktów i usług.

Przedsiębiorstwo oprócz ogromnego zaangażowania w usprawnianie procesów, dbanie i inwestowanie w najwyższą jakość produktów i usług dużą uwagę poświęca także ochronie środowiska. Organizacja, ze względu na klienta, nie ma całkowitej kontroli nad surowcem, z którego produkuje swoje dobra, jednakże w aspektach, na które ma wyłączny wpływ, stara się ograniczyć do minimum ich szkodliwe oddziaływanie na środowisko.

W zakładzie funkcjonują cztery linie produkcyjne, złożone z trzech lub czterech maszyn i urządzeń każda. W skład linii produkcyjnej wchodzi:

- drukarka,
- slitter,
- laminarka.

Obsługą linii zajmują się operatorzy zatrudnieni w dziale produkcji. Są oni odpowiedzialni za zgłaszanie wszelkich niezgodności oraz awarii. Te natomiast są rozpatrywane przez służby utrzymania ruchu, które są odpowiedzialne za jak najszybszą naprawę i przywrócenie maszyny do pracy. Wszelkie

działania rejestrowane są w dwojaki sposób, poprzez rejestrację błędów oraz raportowanie każdego działania związanego z pracą na poszczególnych urządzeniach. Dzięki ogromnemu zaangażowaniu firmy w procesy związane z utrzymaniem ruchu wszelkie prace naprawcze i przeglądowe są wykonywane sprawnie oraz dokładnie. Planowanie czynności remontowych oraz przeglądów jest wykonywane ogólnie, z uwzględnieniem planów produkcyjnych. Dzięki temu w przedsiębiorstwie bardzo rzadko występują poważne awarie związane z niedoskonałością sprzętu.

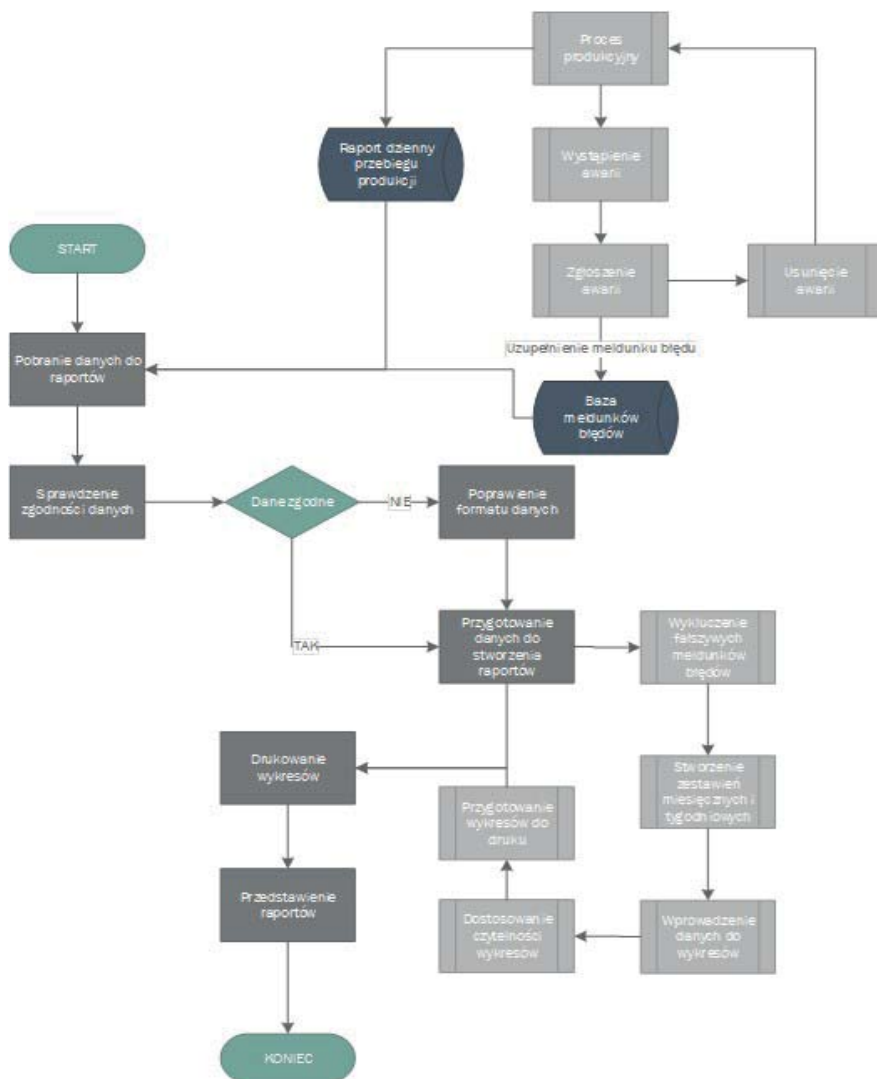
Podsumowując, analizowane przedsiębiorstwo produkcyjne jest światowym liderem w swojej branży. Wszelkie podejmowane w nim działania są przemyślane i mają podstawę w postaci przeprowadzonych analiz opłacalności. Organizacja stara się usprawniać wszelkiego rodzaju procesy zachodzące w jej działach, w szczególności te związane z utrzymaniem ruchu.

1.2. Opis przebiegu wybranego procesu

Zbieranie wszelkich danych związanych z przebiegiem produkcji oraz ewidencjonowanie przyczyn powstałych przestojów w wyniku awarii daje kierownictwu możliwość sporządzania oraz dogłębnego analizowania raportów ukazujących efektywność pracy służb utrzymania ruchu oraz awaryjności maszyn i urządzeń. W nowoczesnych systemach zarządzania najwyższe kierownictwo wdraża cykliczne spotkania osób odpowiedzialnych za zarządzanie poszczególnymi działami, na których prezentowane są wyniki prac z poprzednich okresów. Bardzo często takie spotkania organizowane są w cotygodniowych odstępach tak, jak ma to miejsce w opisywanym przedsiębiorstwie. Cykliczność spotkań wymusza na kierownikach działów przygotowywanie cotygodniowych raportów z prowadzonych działań. Taka częstotliwość sprawia, że raportowanie staje się procesem powtarzalnym. Specyfika wybranego systemu sprawia, że jest możliwa automatyzacja wielu z jego podprocedur (w tym związanych z jego przygotowaniem). Automatyzacja samego procesu prezentowania przez zarząd powstałego raportu nie jest możliwa, ale usprawnienie generowania jego wszelkich elementów daje takie możliwości.

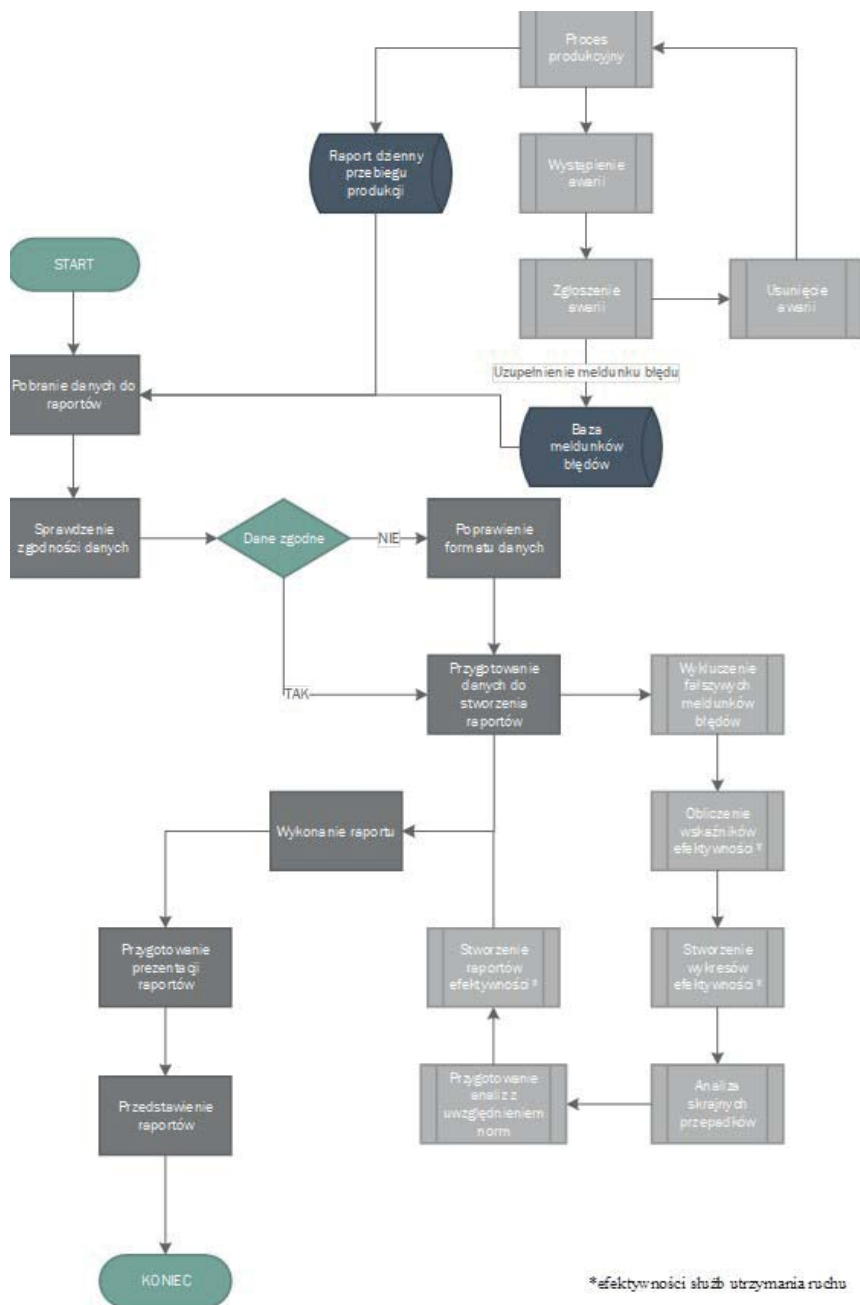
Powtarzalność czynności w procesie generowania raportów sprawia, że dzięki zastosowaniu pewnych procedur może stać się on automatycznym. Poniżej zaprezentowano aktualny przebieg procesu generowania raportów związanych z efektywnością działań służb utrzymania ruchu oraz awaryjności maszyn i urządzeń.

Narzędziami wykorzystywanymi przy sporządzaniu raportów są programy MS Office, a w szczególności arkusz kalkulacyjny MS Excel, który służy do przygotowywania składowych elementów raportu oraz PowerPoint, który umożliwia czytelne przedstawianie efektów prac. O ile praca w programie PowerPoint ogranicza się jedynie do przeklejanie wybranych wskaźników i tabel, o tyle działania w arkuszu kalkulacyjnym są dużo bardziej złożone i pracochłonne. Poniższe schematy ukazują całość procesów.



Rysunek 1. Proces generowania raportów awaryjności maszyn i urządzeń

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Proces generowania raportów efektywności służb utrzymania ruchu
Źródło: opracowanie własne.

W czasie procesu produkcyjnego rejestrowane są wszelkie zdarzenia związane z pracą, przestojami i innymi aktywnościami maszyn i urządzeń. Codzienne raporty służb odpowiedzialnych za produkcję dają sposobność do ewidencjonowania czasu pracy poszczególnych urządzeń, a tym samym obliczania wszelkich potrzebnych wartości, związanych z omawianym procesem raportowania. Dzięki sumiennemu uzupełnianiu przez pracowników produkcyjnych meldunków błędów, tj. wypełniania raportu z przebiegu awarii, określa się natomiast:

- czas trwania awarii,
- rodzaj awarii,
- osobę wprowadzającą,
- urządzenie, którego dotyczy awaria,
- datę wystąpienia awarii,
- inne dane.

W trakcie generowania raportów można określić, czego dotyczą najczęstsze awarie oraz czy informacje wynikające z dokumentów kierowników produkcji pokrywają się ze sobą. Dzięki cyklicznemu, cotygodniowemu raportowaniu osoby odpowiedzialne za naprawy są w stanie określić poprawność danych.

Wykorzystując informacje, o których mowa powyżej, osoba odpowiedzialna za generowanie raportów pobiera wybrane z nich i umieszcza je w odpowiednim miejscu arkusza kalkulacyjnego. Sam proces tworzenia składa się z wielu powtarzalnych elementów takich, jak kopiowanie danych czy budowa wykresów. Szczegółowe czynności przedstawiono w tabeli 1. Obecnie proces przebiega całkowicie analogicznie. Jego jedynym automatycznym elementem jest wykorzystana funkcja programu MS Excel do obliczania wybranych wskaźników efektywności takich, jak MTTR, MTBF oraz łączne czasy okupacji poszczególnych maszyn i urządzeń i całkowity czas przestoju spowodowany awariami.

Tabela 1. Przedstawienie czynności procesów generowania raportów

	Lp.	Czynność	Czasochłonność [s]
Proces A	1	Pobieranie danych (meldunki błędów)	120
	2	Pobieranie danych (czasy okupacji)	1200
	3	Analiza poprawności danych	600
	4	Wprowadzanie poprawek	300
	5	Generowanie wykresów	1560
	6	Drukowanie wykresów	300
Proces B	1	Pobieranie danych (meldunki błędów)	120
	2	Pobieranie danych (czasy okupacji)	1200
	3	Analiza poprawności danych	600
	4	Wprowadzanie poprawek	300
	5	Obliczanie sum czasów awarii	60
	6	Obliczanie sum czasów okupacji	240
	7	Obliczanie współczynników	400
	8	Analiza	300
	9	Tworzenie prezentacji wyników	1200

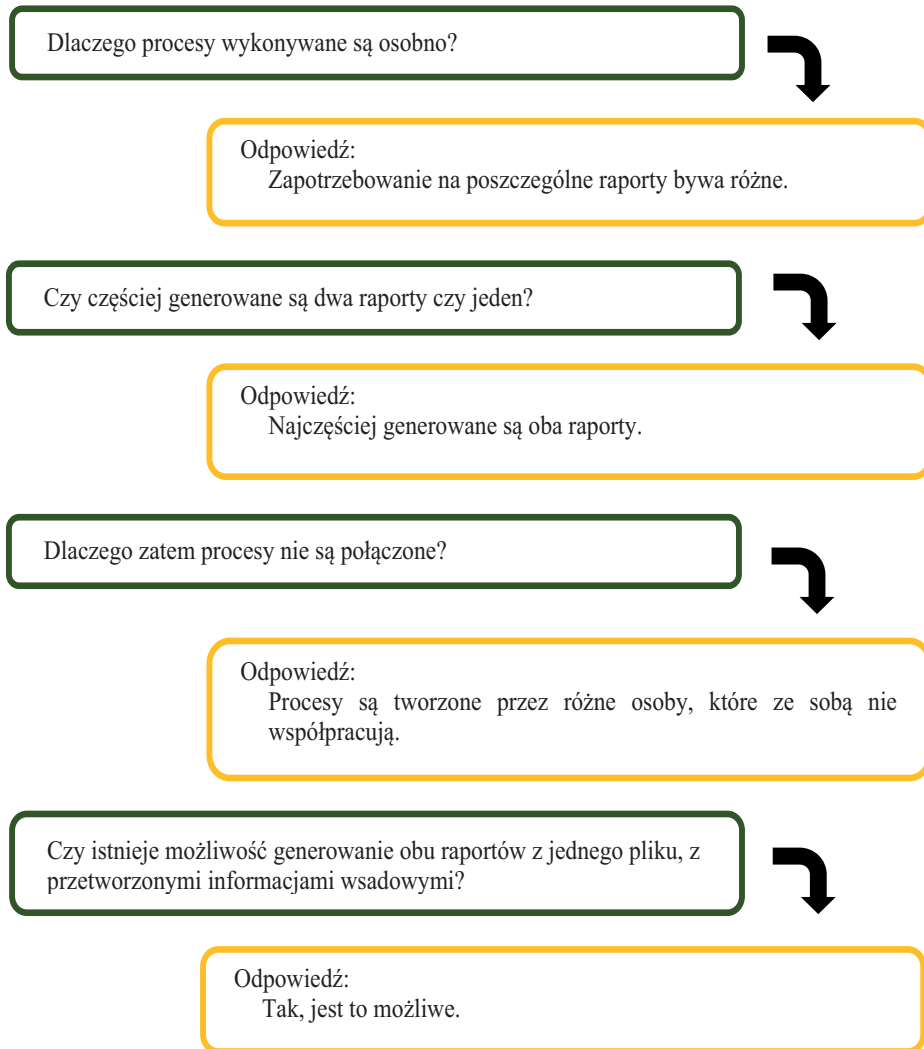
Źródło: opracowanie własne.

Obecnie procesy generowania raportów o efektywności oraz awaryjności są osobnymi zleceniami. Zawierają one jednak część powtarzających się czynności, które są bardzo czasochłonne do wykonania, a tym samym generują duże koszty dla przedsiębiorstwa.

2. IDENTYFIKACJA PROBLEMÓW PRZEDSIĘBIORSTWA

W tym celu zidentyfikowania problemów firmy zastosowano metodę 5Why, która w prosty sposób ukazuje źródło błędów i ukierunkowuje dalsze działania. Metoda ta wykorzystuje 5 pytań „dlaczego?”, przy czym na potrzeby zadania można je modyfikować i analizować dane aspekty pytając „czy?”. W ten sposób zaadaptuje się metodę do specyfiki procesu.

Głównym problemem w sferze raportowania firmy jest powtarzalność poszczególnych procedur. W momencie połączenia danych procesów, bez ingerencji w przebieg działań, zaoszczędzony zostanie czas i pieniądze. Jednakże konieczne będzie uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy możliwa jest integracja tych dwóch procesów generowania raportów w jeden. W tym celu wykonano analizę 5Why – rysunek 3.



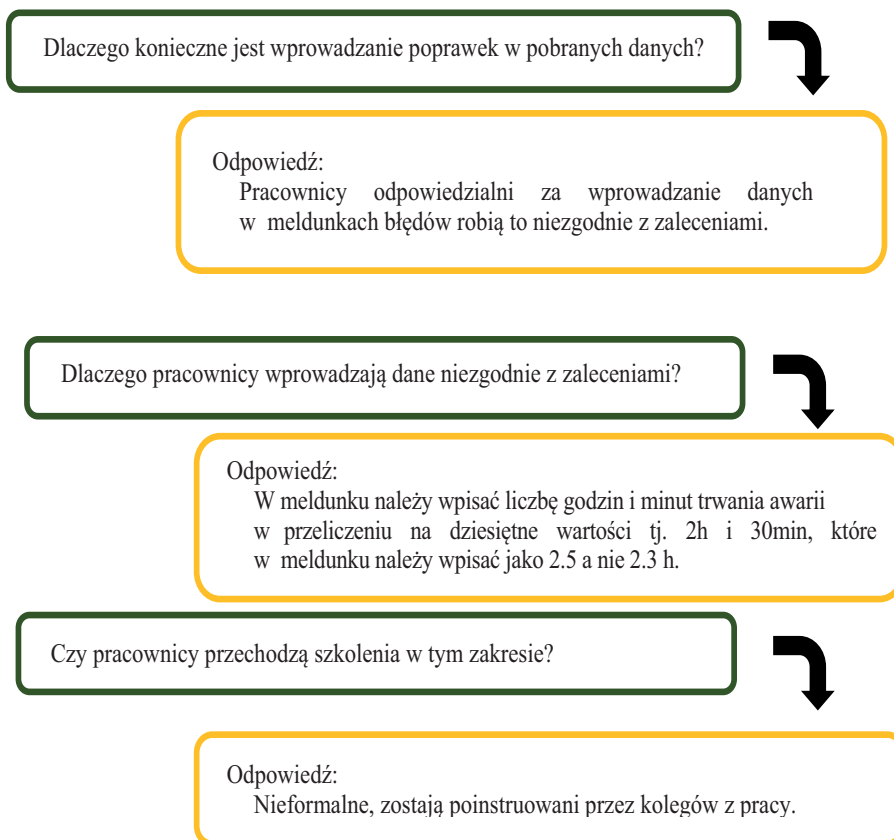
Rysunek 3. Analiza 5Why
Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona analiza 5Why wykazała, że możliwe jest połączenie procesów raportowania w jeden. Dzięki temu przedsiębiorstwo ograniczy koszty ich tworzenia. Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonych badań można określić podstawowe problemy związane z przebiegiem procesów. Następnie należy dla nich wskazać usprawnienia.

Do nieprawidłowości zalicza się:

1. Powtarzalność poszczególnych procedur występujących w dwóch różnych procesach – możliwość połączenia procesów w jeden. Efektem będzie ograniczenie kosztów i pracochłonności związanych z wykonywaniem tych samych czynności dwukrotnie.
2. Prowadzenie analogicznych czynności w celu pobrania danych – w czasie pobierania danych pracownik zmuszony jest otworzyć i prze-filtrować oraz skopiować informacje z 13 różnych plików, o identycznej strukturze. Usprawnienie tego procesu kilkukrotnie przyspieszy to działanie i ograniczy występowanie błędów.
3. Generowanie analogicznych wykresów dla poszczególnych maszyn i urządzeń – wszelkie wykresy wykonywane są osobno i za każdym razem od nowa, przez co ich przygotowanie stanowi ogromną stratę czasu. Automatyzacja przyspieszy proces oraz spowoduje, że poszczególne wykresy będą wyglądały identycznie.
4. Obliczenie współczynników efektywności – współczynniki są liczone za pomocą gotowej formuły programu, ale konieczne jest ręczne przeklejenie wartości do ich obliczenia. Procedura ta jest bardzo błędogenna oraz zajmuje dużo czasu. Zautomatyzowanie tej czynności przyniesie zyski w postaci ograniczenia powstawania błędów oraz oszczędności środków poświęconych na ten proces.

Kolejnym problemem związanym z procesem generowania raportów jest konieczność wprowadzania poprawek każdorazowo po pobraniu nowych danych. W celu wskazania dokładnej przyczyny tego, dlaczego procedura ta jest wymagana, ponownie przeprowadzono analizę 5Why – rysunek 4.



Rysunek 4. Analiza 5Why
Źródło: opracowanie własne

Przeprowadzona analiza 5Why ujawniła kolejny problem związany z generowaniem raportów. Proces uzupełniania meldunków błędów nie jest bezpośrednio powiązany z tworzeniem zestawień, ale przez błędy we wprowadzanych wartościach konieczne jest ich korygowanie. To z kolei przysparza dodatkowych problemów w trakcie przetwarzania danych. Zatem niezbędne jest przeprowadzanie szkoleń dla pracowników produkcyjnych oraz stworzenie instrukcji stanowiskowej dla danej procedury, która ułatwi poprawne sporządzanie meldunku błędu.

Podsumowując, do zidentyfikowanych problemów związanych z generowaniem raportów o efektywności działań służb utrzymania ruchu oraz o awaryjności maszyn i urządzeń należą:

- powtarzalność działań,
- brak szkoleń dla pracowników produkcyjnych,

- ręczne generowanie analogicznych wykresów,
- ręczne obliczanie analogicznych wartości,
- ręczne pobieranie danych z wielu plików.

3. PROJEKT ZMIAN ORGANIZACYJNO-TECHNICZNYCH

Wszelkie prace optymalizacyjne zachodzących w przedsiębiorstwie procesów muszą być przeprowadzone w taki sposób, aby wszystkie związane z nimi zmiany generowały wartość dodaną w postaci zaoszczędzonego czasu, ograniczenia kosztów czy też zmniejszenia współczynnika błędów wynikających z niedoskonałości obecnego stanu.

Projekt rozwiązań organizacyjno-technicznych został wdrożony zgodnie z określonymi poniżej kryteriami optymalizacyjnymi:

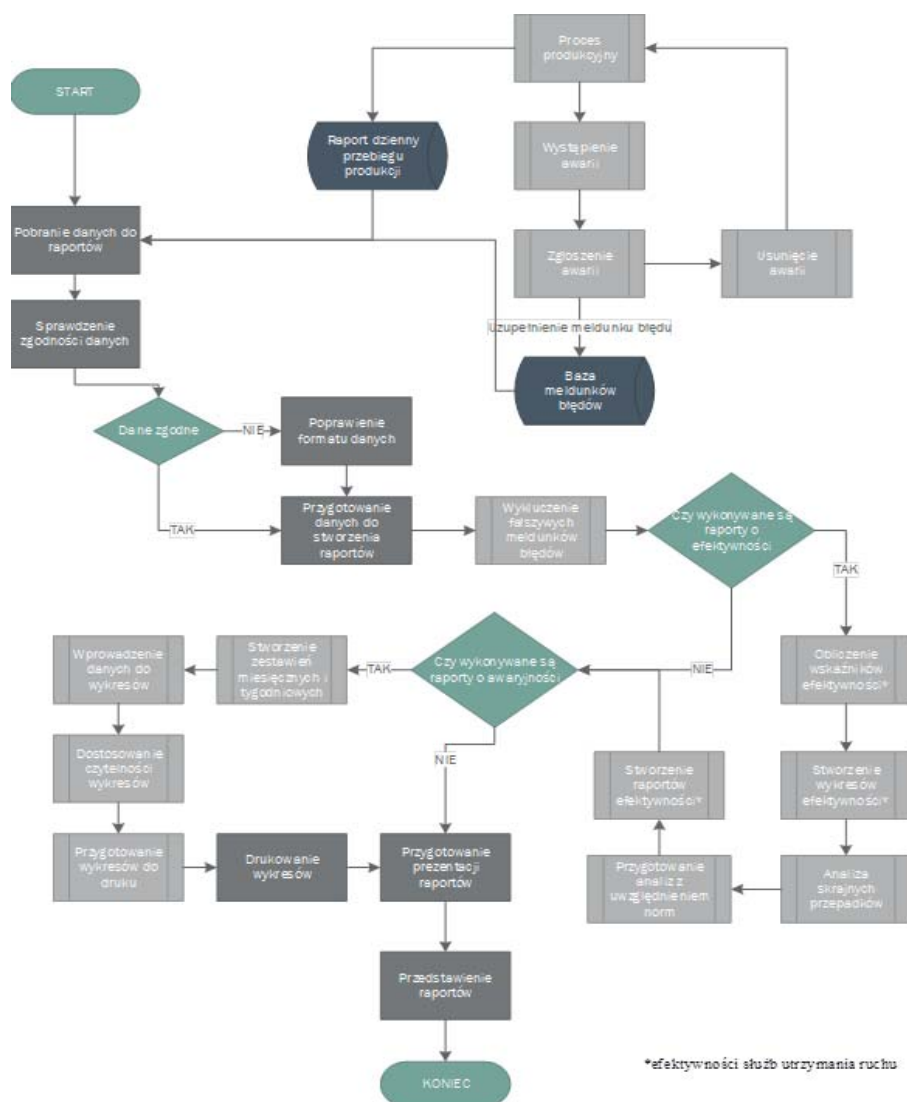
- czas trwania procesu zostanie zmniejszony o połowę – implementacja mechanizmów automatyzacyjnych wszelkich powtarzalnych czynności, określonych na podstawie poprzednich analiz sprawi, że jedynym czasochłonnym elementem będzie procedura korygowania błędów, co bezpośrednio przełoży się na skrócenie czasu potrzebnego na wykonanie danych czynności;
- koszty związane z generowaniem raportów zostaną zmniejszone o połowę – w związku z ograniczeniem potrzebnego do wygenerowania raportów czasu ich koszt również proporcjonalnie powinien ulec redukcji;
- połączone zostaną dwa procesy, dzięki czemu poszczególne czynności nie będą się powielać – zabieg ten spowoduje dodatkowe ograniczenia potrzebnego czasu na wprowadzanie korekt w pobranych danych z meldunków błędów.

Przedstawione kryteria optymalizacyjne zostaną porównane z osiągniętymi wynikami implementacji nowych mechanizmów. Dzięki wykorzystaniu funkcjonalności programów, w których będzie tworzony nowy przebieg procesu, już na etapie projektowym zaistnieje możliwość zbadania, czy wprowadzone usprawnienia spełnią kryteria optymalizacyjne.

Projekt zmian organizacyjno-technicznych został podzielony na dwa etapy. W pierwszym opracowano dane związane z usprawnieniem i automatyzacją procedur generowania raportów. W etapie drugim opisano schemat wdrożenia nowego narzędzia. Uwzględniono w nim wszystkich pracowników z działu utrzymania ruchu oraz produkcyjnych, odpowiedzialnych za wypełnianie meldunków błędów. Dzięki szkoleniom i instrukcjom stano-

wiskowym czas spędzony na weryfikacji i poprawianiu danych znacznie się skróci.

W pierwszej kolejności został przedstawiony schemat przebiegu procesu generowania raportów z połączonymi czynnościami – rysunek 5. Jest to baza do stworzenia programu spełniającego wymogi użytkowników. Ponadto ułatwi on zaprojektowanie toku postępowania w trakcie budowy programu.



Rysunek 5. Proces generowania raportów

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszym etapem procesu jest pobranie danych z plików źródłowych. Etap ten zostanie podzielony na dwie części. Jest możliwe finalne połączenie obu procedur, jednak kod będzie bardzo skomplikowany i mało czytelny, bądź zostanie umieszczony jako odnośnik do kodu docelowego.

Projekt funkcji usprawniającej modyfikację kodów programu po zmianie plików docelowych:

```
Sub Pobranie_sciezki_MB()
    Dim SciezkaPliku As Variant
    Dim FileFilter As String
    Dim FilterIndex As Integer
    Dim Title As String
    Dim Odpowiedz As VbMsgBoxResult

    FileFilter = "Pliki Excel (*.xlsx;*.xls),*xlsx;*.xls," & _
        "Pliki Excel XLSX (*.xlsx),*.xlsx," & _
        "Pliki Excel 97-2003 (*.xls),*.xls," & _
        "Wszystkie pliki (*.*),*.*"

    FilterIndex = 4 'Wybieramy domyślny filtr.
    '4 oznacza że domyślnie wybieramy filtr Wszystkie pliki (*.*)
    Title = "Otwórz plik Excela"

    SciezkaPliku = Application.GetOpenFilename(FileFilter, FilterIndex, Title)

    Odpowiedz = MsgBox("Czy na pewno chcesz wybrać nowy plik?", _
        vbYesNo + vbQuestion + vbDefaultButton2, "Clear cells")
    If SciezkaPliku = False Then
        MsgBox "Nie wybrano żadnego pliku."
    Else
        If Range("C4").Value <> "" Then
            If Odpowiedz = vbYes Then
                Range("C4").Value = SciezkaPliku
            Else
                Exit Sub
            End If
        End If
    End If
End Sub
```

Rysunek 6. Projekt funkcji usprawniającej proces

Źródło: opracowanie własne.

Kod programu zawiera procedurę pobierania informacji na temat pełnej ścieżki pliku znajdującego się na dysku twardym komputera użytkownika lub sieciowym. Dzięki takiej funkcjonalności w przyszłości, po zmianie pliku źródłowego, będzie możliwe wykonanie zmiany ścieżki pliku, z którego pobieranie są dane. Kod ten zostaje zainicjowany przez przycisk w arkuszu kalkulacyjnym. Użytkownik tylko raz dokonuje tej czynności, a ścieżka pliku zostaje zapisana w arkuszu z ustawieniami.

Projekt automatyzacji pobierania danych z meldunków błędów:

```
Sub Pobranie_danych ()
Dim Meldunek_Bledu As String ' Ścieżka pliku meldunek błędu
Dim LastRow As Long ' Ostatnia zajęta +1
Dim Wiersz As Long ' Wiersz do przeszukiwania
Dim LastRow_MB As Long ' Ostatnia zajęta
Dim Ostatnia As String ' Ostatnia wartość w pliku programu MB
Dim Pierwsza As String ' Pierwsza wartość z pliku z meldunkami
Dim i As Long ' Do zliczania skopiowanych plików
Dim r As Long
Dim Ostatnia_AR As Long 'Ostatnia w arkuszu roboczym

Application.ScreenUpdating = False

Wiersz = 1
pomocnik_pusta_komorka = False
LastRow = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Meldunek Będów"). _
Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Row + 1
Ostatnia = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Meldunek Będów"). _
Range("C" & Rows.Count).End(xlUp).Value

Meldunek_Bledu = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia"). _
Range("C4").Value
Workbooks.Open(Filename:=Meldunek_Bledu).RunAutoMacros Which:=xlAutoOpen
Worksheets("Arkusz1").Select

'LastRow_MB = Workbooks("Rejestr Meldunków błędówAFloods.xls"). _
'Worksheets("Arkusz1").Range("A" & Rows.Count).End(xlUp).Row
Pierwsza = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Arkusz_roboczy").Range("P2")
Od_kiedy = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C34").Value

Cells.Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.AutoFilter
ActiveSheet.Range("$A$1:$BA$16022").AutoFilter Field:=7, Criteria1:= _
"awaria maszyny"
ActiveSheet.Range("$A$1:$BA$16022").AutoFilter Field:=3, Criteria1:= _
"2018*", Operator:=xlAnd
' zmień 2018 żeby było od warunku
```

Rysunek 7. Wycinek kodu funkcji usprawniającej proces

Źródło: opracowanie własne.

Kod przedstawiony na rysunku 7 przedstawia pierwszą część kodu pobierającego dane z plików źródłowych, których wyboru dokonuje użytkownik w zakładce ustawiania, wykorzystując kod przedstawiony na rysunku 6 (poprzez użycie przycisku zamieszczonego w arkuszu).

```
For Wiersz = 2 To Ostatnia_AR
If Cells(Wiersz, 16) > Ostatnia Then
i = i + 1
Cells(Wiersz, "k").Copy Destination:=Workbooks("Program.xlsm"). _
Worksheets("Meldunek błędów").Cells(LastRow, "a") 'kopiuj czas i data
Cells(Wiersz, "p").Copy Destination:=Workbooks("Program.xlsm"). _
Worksheets("Meldunek błędów").Cells(LastRow, "c") 'kopiuj czas i data
Cells(Wiersz, "l").Copy Destination:=Workbooks("Program.xlsm"). _
Worksheets("Meldunek błędów").Cells(LastRow, "d") 'kopiuj opis
Cells(Wiersz, "e").Copy Destination:=Workbooks("Program.xlsm"). _
Worksheets("Meldunek błędów").Cells(LastRow, "f") 'kopiuj właściciela procesu, naprawiającego
Cells(Wiersz, "n").Copy Destination:=Workbooks("Program.xlsm"). _
Worksheets("Meldunek błędów").Cells(LastRow, "j") 'kopiuj godziny
Cells(Wiersz, "o").Copy Destination:=Workbooks("Program.xlsm"). _
Worksheets("Meldunek błędów").Cells(LastRow, "k") 'kopiuj minuty
Cells(Wiersz, "a").Copy Destination:=Workbooks("Program.xlsm"). _
Worksheets("Meldunek błędów").Cells(LastRow, "e") 'kopiuj numer meldunku błędu
LastRow = LastRow + 1
End If
Next Wiersz
```

Rysunek 8. Wycinek kodu funkcji usprawniającej proces

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiona na rysunku 8 procedura jest drugą częścią kodu pobierającego dane z pliku z meldunkami błędów. Ukazana część odpowiedzialna jest na skopiowanie wcześniej przefiltrowanych danych, wklejenie ich do arkusza roboczego, przetworzenie i ostateczne zaimportowanie do arkusza docelowego.

Projekt automatyzacji pobierania danych z czasami okupacji:

W celu pobrania wszelkich danych z czasami okupacji należy wykorzystać komendę „Select Case”, która sprawdza się w czasie operowania na wielu zmiennych i docelowych komórkach.

```
Druk_A = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C6").Value
Druk_B = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C8").Value
Druk_C = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C10").Value
Druk_D = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C12").Value
Slitter_A = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C14").Value
Slitter_B = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C16").Value
Slitter_C = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C18").Value
Slitter_D = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C20").Value
Slitter_E = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C22").Value
Slitter_F = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C24").Value
Slitter_G = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C26").Value
Slitter_H = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C28").Value
Laminarka_1 = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C30").Value
Laminarka_2 = Workbooks("Program.xlsm").Worksheets("Ustawienia").Range("C32").Value
```

Rysunek 9. Zdefiniowane zmienne

Źródło: opracowanie własne.

```
Case 2
'ChDir "k:"
Workbooks.Open(FileName=Druk_B).RunAutoMacros Which:=xlAutoOpen
Application.ScreenUpdating = False
kolumna_z_czasem_okupacji = 53
Case 3
'ChDir "k:"
Workbooks.Open(FileName=Druk_C).RunAutoMacros Which:=xlAutoOpen
Application.ScreenUpdating = False
kolumna_z_czasem_okupacji = 53
Case 4
'ChDir "k:"
Workbooks.Open(FileName=Laminarka_1).RunAutoMacros Which:=xlAutoOpen
Application.ScreenUpdating = False
kolumna_z_czasem_okupacji = 35
```

Rysunek 10. Pętla przeszukująca pliki źródłowe

Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystując funkcję „Select Case” w prosty sposób można zdefiniować zmienną określającą maszynę, której dotyczą dane. W podobny sposób można zdefiniować zmienną określającą miesiąc (zakładki z plików źródłowych) oraz określić daty pobranych informacji w czasie poprzedniego wykonywania procedury.

```

Select Case miesiac
Case 7
    Worksheets("VII").Select
Case 8
    Worksheets("VIII").Select
Case 9
    Worksheets("IX").Select
Case 10
    Worksheets("X").Select
Case 11
    Worksheets("XI").Select
Case 12
    Worksheets("XII").Select
Case 1
    Worksheets("I").Select
Case 2
    Worksheets("II").Select
Case 3
    Worksheets("III").Select
Case 4
    Worksheets("IV").Select
Case 5
    Worksheets("V").Select
Case 6
    Worksheets("VI").Select
End Select

```

Rysunek 11. Pętla przeszukująca zakładki
z plików źródłowych

Źródło: opracowanie własne.

Ostatni etap polega na zamknięciu wszystkich plików źródłowych, które zostały aktywowane przy etapie pierwszym ukazanym na rysunku 10. Pobrane dane są gotowe do dalszego przetwarzania.

Projekt automatyzacji obliczania wskaźników efektywności oraz wykresów:

Po pobraniu wszelkich potrzebnych danych z plików źródłowych kolejnym etapem jest obliczenie współczynników, które będą jednym z efektów całej procedury. Istotnym elementem jest wyłączenie z analizy wszystkich meldunków błędów, których służba utrzymania ruchu nie uznaje, czyli stwierdza, że w rzeczywistości dana awaria nie miała miejsca lub nie była spowodowana ich działaniem. Niektóre meldunki błędów są wpisywane przez pracowników jako zabezpieczenia swojej pracy, w momencie kiedy nie dotrzymują oni norm produkcyjnych. Dlatego bardzo ważne jest, by dane do obliczania współczynników były pobierane z dwóch tabel źródłowych, tj.:

- dane z zaktualizowanymi (wykluczonymi) meldunkami błędów,
- dane z czasami okupacji.

Korzystając z tych tabel możliwe jest ponadto tworzenie wykresów obrazujących stosunek prawdziwych awarii z tymi nieuznanymi. W celu zautomatyzowania procedury został zaproponowany mechanizm korzystający z funkcji matematycznych i logicznych oraz innych oferowanych przez oprogramowanie.

Wszelkie współczynniki są obliczane w cyklach tygodniowych, miesięcznych lub rocznych. Z tego względu konieczne jest stworzenie formuły, która wyznaczy ramy czasowe. W celu całkowitego dostosowania wszelkich parametrów raportu do potrzeb użytkownika optymalnym będzie wybieranie zakresu dni z kalendarza. Współczynniki na potrzeby procedur oceny pracowników muszą być obliczane dla poszczególnych maszyn i urządzeń osobno.

Formuła wykorzystana do pobrania całkowitego czasu okupacji wygląda następująco:

$$=SUMA.WARUNKÓW(Occupation!B:B;Occupation!A:A;">=2018-01-03";Occupation!A:A;"<=2018-01-31") \quad (1)$$

Formuła wykorzystuje funkcję sumy warunków, dzięki czemu dla poszczególnych maszyn zmieniony będzie tylko adres komórki z kryterium. W miejsce dat z powyższego kodu konieczne będzie wstawienie wartości komórek z parametrów, według których będą generowane dane raporty.

W celu obliczenia takich współczynników, jak: MTBF, MTTR czy MTTF należy pobrać dane związane z łącznym czasem przestojów oraz łączną liczbą awarii. Funkcjami, które umożliwią pobranie takich danych są:

$$=LICZ.WARUNKI('MeldunekBłędów'!A:A;Współczynniki!B2;'MeldunekBłędów'!D:D;">=2018-01-03";'MeldunekBłędów'!D:D;"<=2018-01-31") \quad (2)$$

$$=SUMA.WARUNKÓW(MeldunekBłędów!C:C;MeldunekBłędów!A:A;">=2018-01-03";Occupation!A:A;"<=2018-01-31") \quad (3)$$

Podobnie jak w przypadku poprzedniej formuły, w miejsce kryteriów dat wstawiona będzie wartość komórki z parametrami wybieranymi do generowania poszczególnych raportów. Dzięki zastosowaniu takich mechanizmów wszelkie obliczane współczynniki mogą być wygenerowane dla dowolnego okresu, co do tej pory było bardzo pracochłonne i błędogenne. Pracownik wykonujący

dany proces będzie zobligowany do wybrania daty początkowej i końcowej z okresu, który go interesuje, po czym współczynniki zostaną automatycznie przeliczone, z uwzględnieniem nowych parametrów. Zastosowanie tego typu narzędzia całkowicie wyeliminuje błędy, dzięki czemu każdy wykonany raport będzie wiarygodny. Następnie zostanie utworzony wykres obrazujący stosunek raportów prawdziwych awarii z tymi nieuznanymi. W tym celu konieczne będzie pobranie informacji o całkowitym czasie braku aktywności maszyny zgłoszonej jako awaria za pomocą równania:

$$=SUMA.WARUNKÓW(Occupation!C:C;Occupation!A:A;">=2018-01-03"; Occupation!A:A;"<=2018-01-31") \quad (4)$$

Korzystając z powyższych informacji oraz wcześniej pobranych czasów zostanie utworzony wykres, jak ten zaprezentowany na rysunku 12.



Rysunek 12. Stosunek awarii
Źródło: opracowanie własne.

Analizując obliczone współczynniki oraz sporządzone wykresy kierownictwo firmy jest w stanie określić efektywność pracy ekip pracujących w dziale utrzymania ruchu oraz poszczególnych pracowników.

Zastosowanie podobnych mechanizmów w przypadku generowania wykresów o awaryjności pozwoli nałożyć szereg parametrów na dane, z których powstanie roczny schemat obrazujący pracę poszczególnych maszyn i urządzeń. W związku z tym, że wykresy są generowane na rok wstecz wszelkie parametry będą związane z rodzajem maszyny oraz wyglądem wykresu, który ma zostać zaprezentowany.

Implementacja nowych procesów:

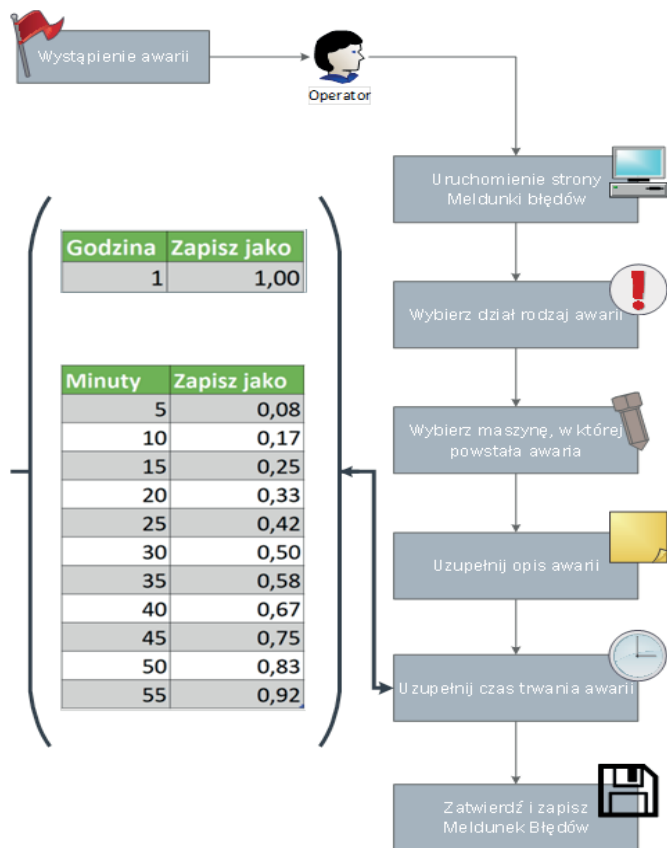
W trakcie analizy procesów generowania raportów ujawnione zostały etapy bezpośrednio i pośrednio związane z tą czynnością. Przed przystąpieniem do tworzenia raportów konieczne jest zgromadzenie wszystkich potrzebnych informacji. Etap ten polega na generowaniu zestawień czasów działania poszczególnych maszyn i urządzeń przez służby zarządzania produkcją oraz wypełnianiu przez operatorów meldunków błędów, w których znajdują się szczegółowe dane o każdej awarii. O ile informacje z raportów wykonywanych przez kierownictwo działu zarządzania produkcją nie muszą być weryfikowane przez pracownika sporządzającego analizowaną procedurę, o tyle wszelkie dane o meldunkach błędów należy sprawdzić i w razie potrzeby poprawić. Aby zredukować liczbę błędnych meldunków należy przeprowadzić szereg szkoleń z metod wprowadzania czasów w meldunkach, a także stworzyć instrukcje stanowiskowe, zawierające informacje o sposobie uzupełniania meldunków błędów.

Przeprowadzeniem szkoleń powinien zająć się kierownik działu utrzymania ruchu, a w skład kadry szkolonej powinni wchodzić m.in. kierownicy działu produkcji. Dzięki temu operatorzy podejść do zagadnienia z większą starannością i zacząć stosować się do wyznaczonych standardów. Szkolenie powinno składać się z kilku etapów, między innymi z:

- wprowadzenia – wyjaśnienia, dlaczego wdrożenie procedur jest tak istotne z punktu widzenia funkcjonowania całego przedsiębiorstwa;
- zaprezentowania instrukcji stanowiskowej – przedstawienia oraz zaprezentowania dokładnego procesu krok po kroku, ze zwróceniem szczególnej uwagi na sposób wprowadzania informacji o czasie trwania poszczególnych awarii;
- przeprowadzenia próby praktycznej – przedstawienia kilku przykładów możliwych awarii wraz z ich opisem oraz czasem trwania (zadanie dla pracowników);
- podsumowania i wniosków – ponownego podkreślenia istotności procesu oraz zakończenia spotkania.

Dodatkowym elementem znajdującym się w projektowanej instrukcji powinien być dokładny spis odpowiadających wartości czasu w skali dziesiętnej do czasu w skali normalnej. Poniżej została przedstawiona projektowa wersja instrukcji stanowiskowej.

Instrukcja wprowadzania Meldunków Błędów



Rysunek 13. Instrukcja stanowiskowa – meldunki błędów

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym etapem procesu implementacji zaproponowanych rozwiązań jest przeprowadzenie szkoleń dla kadry wykonującej raporty awaryjności oraz efektywności. Ze względu na fakt, że pracownikami tymi są tylko kierownicy nie będzie konieczne wprowadzenie instrukcji stanowiskowej, z objaśnieniem krok po kroku wszelkich działań. Zostanie przedstawiony schemat procesu oraz przeprowadzony kurs korzystania z zaprojektowanych procedur. Elementem różniącym poprzednią metodę od nowej jest automatyzacja. Wszelkie wykresy, obliczenia, tworzenie plików do druku czy prezentacji osiągnięć wcześniej wykonywane były ręcznie, a parametry dobierał użytkownik indywidualnie. Dzięki stworzonej aktualizacji całość będzie odbywała się zdalnie, co przyspieszy i ułatwi cały proces.

Podsumowując, zaprojektowany proces implementacji nowego rozwiązania będzie przebiegał w dwóch płaszczyznach:

- przeprowadzenie szkolenia dla pracowników uzupełniających meldunki błędów, w zakres którego wchodzić będą dwa elementy takie, jak:
 - szkolenie z umiejętności twardych, czyli procedura uzupełniania meldunków błędów z nakierowaniem na czynność wpisywania czasu trwania awarii oraz ćwiczenia praktyczne;
 - wprowadzenie instrukcji stanowiskowej odnoszącej się do procesu jako całości, z zamieszczonym przelicznikiem czasu na skalę dziesiętną;
- przeprowadzenie spotkania informacyjnego dla kadry zarządzającej działu utrzymania ruchu wraz z prezentacją nowych rozwiązań i przedstawieniem schematu nowo zaprojektowanego procesu.

Zmiany nie mają charakteru reorganizacyjnego dla struktur pracowników, dlatego też nie będą miały one wpływu na postrzeganie przez nich nowych zasad jako zagrażających ich stanowiskom. Ponadto pracownicy produkcyjni mogą poczuć się bardziej docenieni, ze względu na istotność zadania, które na nowo zostało im powierzone. Spowoduje to wzrost zadowolenia personelu, dzięki czemu czynności będą wykonywane z większą starannością i uwagą.

Wszelkie usprawnienia mają na celu poprawę efektywności pracowników, związaną z generowaniem raportów. W celu osiągnięcia i udowodnienia słuszności zaproponowanych rozwiązań zostały postawione kryteria optymalizacyjne. Mają one związek z czasem wykonywania czynności, a także z ich kosztem oraz ilością pracy ze względu na wcześniejsze powielanie się kilku etapów.

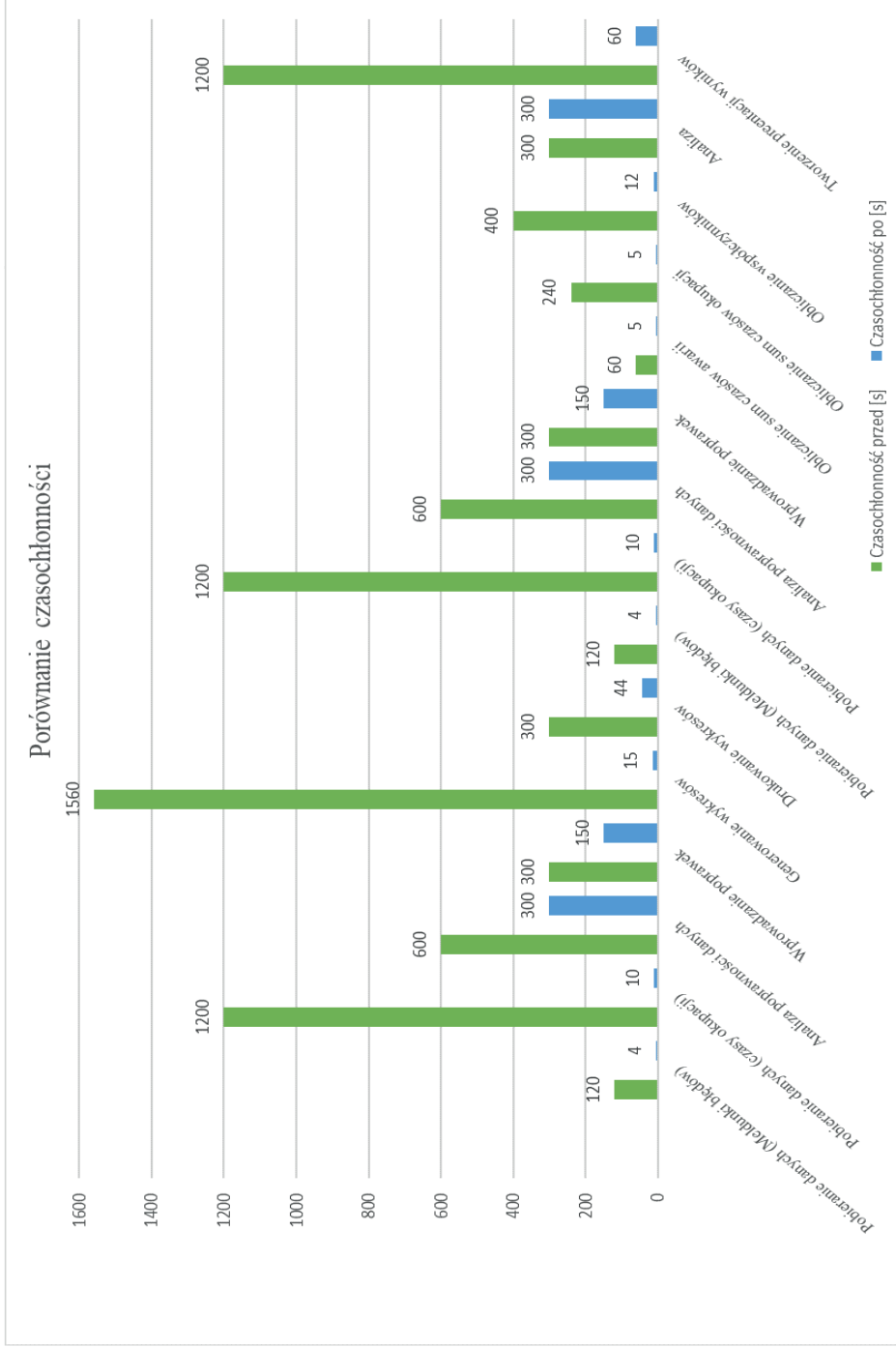
Po przeprowadzeniu analizy otrzymanych wyników wykazano, że 2/3 czynności w procesach generowania raportów jest możliwe do usprawnienia, co może wpłynąć na znaczne obniżenie kosztów raportowania. Poniżej przedstawiono zestawienie porównawcze czasów trwania poszczególnych działań, przed i po zmianie procedury – tabela 2.

Tabela 2. Wykaz czasów trwania poszczególnych czynności

	Lp.	Czynność	Czasochłonność przed [s]	Czasochłonność po [s]
Proces A	1	Pobieranie danych (meldunki błędów)	120	4
	2	Pobieranie danych (czasy okupacji)	1200	10
	3	Analiza poprawności danych	600	300
	4	Wprowadzanie poprawek	300	150
	5	Generowanie wykresów	1560	15
	6	Drukowanie wykresów	300	44
Proces B	1	Pobieranie danych (meldunki błędów)	120	4
	2	Pobieranie danych (czasy okupacji)	1200	10
	3	Analiza poprawności danych	600	300
	4	Wprowadzanie poprawek	300	150
	5	Obliczanie sum czasów awarii	60	5
	6	Obliczanie sum czasów okupacji	240	5
	7	Obliczanie współczynników	400	12
	8	Analiza	300	300
	9	Tworzenie prezentacji wyników	1200	60

Źródło: opracowanie własne.

Wszelkie wartości związane z nowymi wynikami zostały określone na podstawie przeprowadzonych testów, z wykorzystaniem funkcjonalności programu MS Excel i programowania VBA.



Rysunek 14. Porównanie czasochłonności

Źródło: opracowanie własne.

Dzięki zastosowaniu automatyzacji niektóre czynności udało się skrócić nawet o ponad 20 minut, co w efekcie generuje znaczne oszczędności dla przedsiębiorstwa.

Tabela 3. Wykaz czasochłonności

Lp.	Czynność	Czasochłonność [s]
1	Pobieranie danych (meldunki błędów)	8
2	Pobieranie danych (czasy okupacji)	20
3	Analiza poprawności danych	600
4	Wprowadzanie poprawek	300
5	Generowanie wykresów	15
6	Drukowanie wykresów	44
7	Obliczanie sum czasów awarii	5
8	Obliczanie sum czasów okupacji	5
9	Obliczanie współczynników	12
10	Analiza	300
11	Tworzenie prezentacji wyników	60

Źródło: opracowanie własne.

Dzięki automatyzacji i optymalizacji analizowanych procesów możliwe jest osiągnięcie oszczędności, które znacząco wpłyną na pracę działu utrzymania ruchu.

PODSUMOWANIE

Po przeprowadzeniu analizy procesów występujących w dziale utrzymania ruchu, a związanych z komputerowym wspomaganiem, określono dwa schematy raportowania, które są wykonywane cyklicznie, ich procedury są powtarzalne i dla których możliwa jest automatyzacja. Dokładniejsze badania wykazały, że 2/3 czynności można usprawnić poprzez wykorzystanie programowania VBA.

Analizy pokazały także, że implementacja zaproponowanych rozwiązań, związanych z generowaniem raportów, może ograniczyć koszty i czasochłonność procesu nawet o 83.9%. Oszczędność ta wynika m.in. z połączenia dwóch procesów w jeden, z ciągłą korzyścią dla przedsiębiorstwa.

Przeprowadzone badania potwierdzają również słuszność podjęcia tego typu tematyki. Wszelkie powtarzalne działania, związane z komputerowym wspomaganie, wykonywane w oprogramowaniu umożliwiającym implementację automatyzacji, należy poddawać analizie oraz projektować dla nich możliwe rozwiązania automatycznego ich wykonania. W myśl zasad Lean Management oraz Kaizen ciągle należy szukać możliwości ograniczenia marnotrawstw, poprawy warunków ekonomicznych przedsiębiorstwa oraz ułatwienia czynności pracownikom.

Podsumowując, implementacja zaprojektowanych usprawnień wygeneruje oszczędności dla firmy oraz ograniczy czas, który pracownik był zmuszony poświęcić na przeprowadzanie procedury raportowania.

LITERATURA

- [1] Brzeski J., Figas M., *Wprowadzenie do TPM*, „Inżynieria & Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych” 2006, nr. 5, s. 24-25.
- [2] Duraj J., *Podstawy Ekonomiki Przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2004.
- [3] Imai M., *Gemba Kaizen, Zdroworozsądkowe, nisko kosztowe podejście do zarządzania*, Wydawnictwo MT Biznes, Warszawa 2006.
- [4] Lewandowski J., *Podstawy zarządzania*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Gospodarki Krajowej, Kutno 2003.
- [5] Lewandowski J., *Zarządzanie środkami trwałymi i gospodarką naprawczą w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Marcus, Łódź 1997.
- [6] Łubniewski R., Waclawek M., Zymonik J., *Wybrane zagadnienia organizacji produkcji w przedsiębiorstwie przemysłowym*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1986.
- [7] Pleskot M., Lewandowski J., Wiśniewski Z., *TPM Kompleksowe Utrzymanie Ruchu w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2015.
- [8] Schmitzek P., *Efficient Enterprise*, St. Lucie Press, Boca Raton, Florida 2004.