

Inwestuj w dane!

Automatyzacja raportowania
procesu produkcyjnego



• Spis treści

Dlaczego warto wdrożyć automatyczne raportowanie produkcji?	3
Dokumentacja przebiegu procesu produkcyjnego w formie papierowej – przykład	
Dokumentacja przebiegu procesu produkcyjnego – korzyści cyfryzacji	
Jak zautomatyzować raportowanie produkcyjne	
Automatyczne raportowanie produkcji – jak liczyć OEE i zwiększyć ROI	5
Jak liczyć OEE?	
Jak liczyć OEE – wzór	
Jak obliczyć współczynnik dostępności	
Jak obliczyć wydajność maszyny	
Obliczanie współczynnika jakości	
Automatyczna identyfikowalność produkcji — korzyści	
Lean manufacturing, czyli o współpracy ERP i MES	7
Globalne trendy rozwoju ERP i MES — w liczbach	
MES i ERP – wsparcie lean manufacturing	
Integracja systemów ERP i MES — od czego zacząć	
Kontrola procesu w systemie MES	
Inwestycja w dane, czyli jak digitalizować park maszynowy	9
Digitalizacja parku maszynowego — od czego zacząć?	
Zbieranie danych z maszyn — nowoczesne systemy IT	
Jak szybko może zwrócić się inwestycja? Liczymy ROI	11
Kiedy warto liczyć ROI	
Zwrot z inwestycji w miesiąc – przykład	

• Dlaczego warto wdrożyć automatyczne raportowanie produkcji?

Dlaczego sprawny dostęp do danych i możliwość prostej analizy dokumentacji przebiegu procesu produkcyjnego są tak ważne? Jakie korzyści niesie ze sobą automatyczne raportowanie procesu produkcyjnego? Jak wykorzystać dokumentację oraz raportowanie do optymalizacji kolejnego batchu produkcyjnego i sprawniejszego podejmowania decyzji biznesowych? Przeczytaj w dzisiejszym artykule.

Dokumentacja przebiegu procesu produkcyjnego w formie papierowej – przykład

W zakładach produkcyjnych, w których dokumentację przebiegu procesu produkcyjnego tworzy się nadal w formie papierowej, zachowanie odpowiednich parametrów procesowych (np. temperatury) sprawdza czujnik pomiaru ciągłego. Jest on podłączony do rejestratora, który następnie – w sposób ciągły – drukuje cały przebieg na zwojach papieru. W zakładzie znajduje się tyle rejestratorów, ile parametrów powinno zostać udokumentowanych.

Po zrealizowaniu zlecenia produkcyjnego w „segregatorze” zbierane są m.in. wszystkie wydrukowane wykresy i informacje z różnych obszarów produkcji – pakowania, przyjęcia surowca czy magazynu. Poprawki nanoszone są ręcznie, aby na końcu dostarczyć taką dokumentację klientowi.

Dokumentacja przebiegu procesu produkcyjnego – korzyści cyfryzacji

W dokumentowaniu przebiegu procesu produkcyjnego w formie papierowej nie ma nic złego, ale... forma w jakiej przygotowuje się dokumentację uniemożliwia jej sprawnej analizy i wyciągnięcie efektywnych wniosków. Tylko digitalizacja w tym obszarze, np. poprzez wdrożenie **systemu do zbierania i analizy danych produkcyjnych** pozwala na:

- uzyskanie pełnej kontroli nad stanem realizacji zleceń produkcyjnych, w kontekście planu produkcyjnego (realne dane, w czasie, rzeczywistym).
- automatyzację procesu raportowania – posiadanie konkretnych danych na temat: pracy, przestoju czy awarii maszyny.
- automatyczne generowanie statystyk z produkcji, np. pareto najczęstszych przestoju, day-by-hour.
- określenie m.in. harmonogramu przestoju czy minimalnego czasu zdarzenia (awarii)
- dostęp m.in. do danych historycznych oraz szybkiej analizy pracy kilku maszyn.
- wykorzystanie rzetelnych informacji do: optymalnego planowania produkcji, zwiększenia OEE, zmniejszenia kosztów produkcji i podejmowania efektywnych decyzji biznesowych.



System Andon OEE - statystyki

Jak zautomatyzować raportowanie produkcyjne

Raport produkcyjny z maszyn najczęściej posiada informacje o:

1. liczbie wyprodukowanych elementów, sklasyfikowanych jako dobre (OK),
2. liczbie wyprodukowanych elementów, sklasyfikowanych jako wadliwe (NOK),
3. kontekście zlecenia produkcyjnego/partii materiałowej,
4. łącznym czasie przestoju maszyny,
5. przyczynach (klasyfikacji) wystąpienia przestoju oraz czasie ich trwania,
6. planowanych przestojach (przerwach, serwisowaniu, przezbrojeniach).

Część informacji, np. licznik taktów produkcyjnych czy sygnał informujący o przestoju można z łatwością uzyskać bezpośrednio z maszyny. Jednak nie każda maszyna precyzyjnie informuje o przyczynie przestoju, a kontrola jakościowa – jeśli odbywa się manualnie – wymaga reklasyfikacji w systemie. **Jak zatem automatyzować proces raportowania? Konieczne jest wdrożenie systemu, który bazuje na sygnałach automatycznych, bezpośrednio z maszyny, a jednocześnie daje operatorowi czytelny interfejs, aby mógł on sprawnie doprecyzować dane.** Dzięki temu:

- informacja, która pochodzi od źródła jest wykorzystywana wielokrotnie, bez dodatkowego nakładu pracy (przepisywania informacji).
- zminimalizowane zostają błędy odczytu/spowodowane ręcznym przepisywaniem.
- dane dostępne są od razu, w sposób czytelny i prosty do analizy.
- ewentualne zmiany i optymalizacje przebiegu procesu produkcyjnego można wprowadzać w każdym momencie.
- wiele statystyk z produkcji mierzonych jest w sposób automatyczny, w czasie rzeczywistym.

• Automatyczne raportowanie produkcji – jak liczyć OEE i zwiększyć ROI

Zarząd, kierownik produkcji, project i lean managerowie nieustannie stoją przed wyzwaniami: zwiększenia efektywności oraz maksymalizacji zwrotu inwestycji w urządzenia i zasoby ludzkie. Przeczytaj artykuł i dowiedz się: po pierwsze, jak liczyć OEE, po drugie, czy w sposób automatyczny można wyliczać ten wskaźnik z maszyn, które pamiętają lata 70. A po trzecie, po jakim czasie decyzja o cyfryzacji obszaru danych produkcyjnych może osiągnąć dodatnie ROI.

Jak liczyć OEE?

Wskaźnik OEE (ang. **Overall Equipment Effectiveness**), czyli wskaźnik efektywności produkcji, to procentowe zobrazowanie stopnia wykorzystania parku maszynowego. Wartość OEE wyliczana jest na podstawie iloczynu: dostępności, jakości i wydajności.

Jak liczyć OEE – wzór

$$OEE = A * E * Q$$

A – Dostępność (ang. Availability),

E – Wydajność (ang. Effectiveness),

Q – Jakość (ang. Quality).

A więc, aby obliczyć wskaźnik efektywności produkcji, należy określić wartości jego współczynników (dostępności, wydajności i jakości). Jednak, czy z dowolnej maszyny — nawet tej starszego typu — możesz dokonać tego w sposób **automatyczny? Odpowiedź brzmi — tak, bowiem wystarczą tylko dwa sygnały.**

Jak obliczyć współczynnik dostępności

1. Każda maszyna automatyczna jest wyposażona w sygnał pracy.
2. Może nim być informacja binarna, z której dowiesz się, czy maszyna pracuje, czy nie pracuje.
3. Na podstawie sygnału pracy możesz — w czasie rzeczywistym — obliczać wartość dostępności.

Jak obliczyć wydajność maszyny

Wyliczenie ogólnego czasu cyklu (z odniesieniem do konkretnego wyprodukowanego elementu) oraz współczynnika wydajności możliwe jest na podstawie licznika produkcyjnego.

Obliczanie współczynnika jakości

Jakość stanowi największe wyzwanie. Kontrola jakościowa w maszynach starszego typu przeprowadzana jest zazwyczaj w sposób ręczny, wizualny. W takim przypadku więc, w dowolnym momencie procesu produkcyjnego lub po jego zakończeniu, należy jedynie reklasyfikować licznik produkcyjny. Dzięki dostarczonemu interfejsowi wystarczy zmienić status wyprodukowanych elementów z OK (domyślny) na NOK.

Automatyczna identyfikowalność produkcji — korzyści

Przy podejmowaniu decyzji o inwestycji w cyfryzację obszaru danych produkcyjnych i zbudowania systemu traceability, warto określić podstawowe ramy oraz ROI, czyli wskaźnik zwrotu z inwestycji. ROI pozwala wyliczyć stosunek zysków do poniesionych przez przedsiębiorstwo kosztów.

Wdrożenie automatycznej identyfikowalności produkcji ma wpływ na:

- minimalizację czasu przeznaczanego przez operatora maszyny na uzupełnienie raportu ręcznego,
- ograniczenie czasu poświęcanego na ręczne przepisywanie raportu do pliku Excel, a następnie do systemu ERP,
- zmniejszenie czasu potrzebnego na dotarcie do informacji,
- wyeliminowanie błędów powstałych przez ręczne uzupełnianie danych.

Aby natomiast zobrazować korzyści płynące z tej inwestycji, **warto przeprowadzić symulację na podstawie poniższych założeń.**

1. W zakładzie pracuje równocześnie trzydziestu operatorów maszyn. Każdy z nich poświęca w ciągu dnia dziesięć minut na uzupełnienie raportu identyfikowalności.
2. Przepisywanie i dokonywanie zestawień danych zajmuje trzem osobom dwie godziny dziennie.
3. Raz w miesiącu pojawia się błąd, którego naprawienie zajmuje dwóm pracownikom osiem godzin.

Ile czasu można zyskać, nie wykonując powyższych czynności?**Założenie 1**

Liczba pracowników: 30

Czas (min): 10

Liczba zmian: 3

Dni roboczych: 250

$$30 \times 10 \times 3 \times 250 = 225\,000 \text{ minut (3\,750 godzin)}$$

Założenie 2

Liczba pracowników: 3

Czas (min): 120

Liczba zmian: 1

Dni roboczych: 250

$$3 \times 120 \times 1 \times 250 = 90\,000 \text{ minut (1500 godzin)}$$

Założenie 3

Liczba pracowników: 2

Czas (min): 480

Liczba zmian: 1

Dni roboczych: 12

$$2 \times 480 \times 1 \times 12 = 11\,520 \text{ minut (192 godziny)}$$

Łącznie: 326 520 minut (5442 godziny)!

Zakładając, że osoba za godzinę pracy otrzymuje średnio 35 złotych brutto, wyliczyć można, że wdrożenie systemu w skali roku pozwoli zaoszczędzić w ciągu roku: **190 470 złotych.**

Warto mieć również na uwadze, że wynik bazuje jedynie na trzech założeniach. Co oznacza, że doliczając jeszcze kilka mniejszych elementów pozwalających ograniczyć koszty, inwestycja w system mogłaby zwrócić się w czasie kilkunastu miesięcy.

• Lean manufacturing, czyli o współpracy ERP i MES

Jak współpraca systemów MES i ERP wpływa na lean manufacturing? O czym powinniśmy(-aś) pamiętać podczas integracji systemów do realizacji produkcji oraz planowania zasobów przedsiębiorstwa? Ile — według badań — w najbliższej przyszłości wyniesie wartość rynków ERP i MES? Jakie możliwości systemu MES ma moduł „kontroli procesu”. Zapraszamy do przeczytania artykułu.

Globalne trendy rozwoju ERP i MES — w liczbach

The Business Research Company — międzynarodowa firma zajmująca się badaniami rynku — w tegorocznym raporcie „Cloud-Based ERP Global Market” podała, że w najbliższej przyszłości **tempo wzrostu wartości rynku ERP w chmurze utrzyma się na poziomie ponad 13% rocznie**. Co więcej, MarketsandMarkets — platforma zajmująca się analizą konkurencji i badaniami rynku — szacuje, że **wartość globalnego rynku ERP w chmurze wzrośnie do 2025 roku aż do 101,1 mld USD**. Ta sama jednostka badawcza wykazała również, że **globalny rynek systemów realizacji produkcji wzrośnie z 13,0 mld USD w 2022 r. do 20,0 mld USD do 2027r.**

Chyba dla nikogo nie będzie zaskoczeniem twierdzenie, że pandemia COVID-19 stworzyła wiele nowych wyzwań. Plant i lean managerowie, specjaliści od optymalizacji oraz zarządzający produkcją musieli ponownie przeorganizować procesy związane z logistyką i produkcją. Na wagę złota, jak nigdy wcześniej, stał się **natychmiastowy dostęp do rzetelnych danych**. Właśnie dlatego możemy zauważyć tak wyraźny wzrost zainteresowania i przyspieszenie procesów decyzyjnych dotyczących systemów sterowania produkcją oraz systemów wsparcia.

Aktualne globalne analizy wykazują, że: digitalizacja, Przemysł 4.0 czy IoT zaczynają stanowić najbliższy kierunek rozwoju branży przemysłowej.

MES i ERP – wsparcie lean manufacturing

Niektóre moduły systemów MES i ERP mogą być tożsame, np. planowanie produkcji.

Podejście 1

System ERP odpowiada za szczegółowe planowanie produkcji. Do MES wysyłany jest plan, aby następnie móc nadzorować stopień jego realizacji.

Podejście 2

W ERP tworzona jest jedynie kolejka zleceń oraz BOM. Natomiast system MES jest odpowiedzialny za planowanie oraz za dystrybucję zleceń.

Zakres odpowiedzialności obu systemów zależy od ich matrycy funkcji. Idealnym, choć nieczęsto spotykanym, przypadkiem jest możliwość równoległego wdrożenia systemu ERP oraz MES.

W takiej sytuacji schemat funkcji tworzony jest symultanicznie. Częściej jednak ERP wdrażany jest znacznie wcześniej niż inne rozwiązania. Wtedy system MES dostosowuje się do obecnego już narzędzia, a wprowadzane są jedynie ewentualne korekty funkcjonalności.

Z definicji system MES powinien odpowiadać za zbieranie i komunikację z maszynami oraz automatyzować obieg danych. Zadaniem ERP jest natomiast traktowanie systemu MES, jako źródła danych automatycznie pochodzących z maszyn i nadawanie im odpowiedniego kontekstu.

Integracja systemów ERP i MES — od czego zacząć

1. W pierwszym etapie wdrażania systemów klasy ERP i MES należy określić cel biznesowy oraz optymalizacje pod kątem lean manufacturing. Warto znać odpowiedzi m.in. na pytania:
 - dlaczego system MES jest potrzebny,
 - co osiągniemy, wdrażając system MES,
 - jakie funkcje powinien posiadać system MES, a jakie ERP.

Brak odpowiedzi na powyższe pytania może bowiem mieć wpływ na przebieg późniejszych etapów wdrożenia.

2. Kolejnym krokiem jest stała współpraca zespołu wdrożeniowego (wytypowanego w zakładzie produkcyjnym) z firmą odpowiedzialną za integrację.
3. Wdrożenie systemu zawsze powinna poprzedzać szczegółowa analiza, która pozwoli określić m.in. potrzeby każdej z komórek firmy, możliwości automatyzacji obiegu danych bezpośrednio z maszyn oraz poziom szczegółowości integracji z systemem ERP.
4. Niezależnie od wdrażanego rozwiązania — MES czy ERP — konieczne jest stworzenie matrycy, która zdefiniuje kluczowe funkcje. Powinna ona określić zadania oraz stopień szczegółowości danych, znajdujących się w systemie MES, a także funkcje ERP oraz pozostałych (wykorzystywanych w przedsiębiorstwie) systemów automatyki i informatyki.

Kontrola procesu w systemie MES

Wiele systemów IT umożliwia autonomiczną pracę maszyn. Najczęściej zauważyć można to w procesach ciągłych, w których zakłady są bardzo zautomatyzowane. **Utrudnieniem w autonomicznej pracy maszyn jest logistyka produkcji i nadal — brak zaufania.** Zwłaszcza drugi aspekt wydaje się kluczowy. Dlatego podczas wdrażania rozwiązania należy określić stopień, w jakim maszyna powinna zależeć od pracy systemu IT.

W przypadku systemu MES, szczególnie interesującym modułem jest „kontrola procesu”. Przed rozpoczęciem pracy maszyna wysyła do systemu MES sygnał związany z identyfikatorem elementu, który ma podlegać obróbce. System na podstawie tego sygnału: sprawdza pełną genealogię produkcji, nadaje kontekst zlecenia produkcyjnego, weryfikuje technologie i otoczenie maszyny, a następnie wysyła odpowiedź, która dopuszcza lub odrzuca produkcję danego elementu na maszynie. Przykład takiego procesu spotkać można w branży automotive. Natomiast w branży spożywczej proces produkcji jest bardziej ciągły. Tutaj, za pośrednictwem systemu MES, można pozwolić sobie na kontrolę w czasie rzeczywistym i ewentualne zatrzymywanie etapowe produkcji (w przypadku braku zezwoleń, zaburzeniu w wydajności albo odchyleniu od planu).

Jeśli temat lean manufacturing jest dla Ciebie interesujący, chciałbyś dowiedzieć się więcej na temat kontroli procesu w MES i poznać rozwiązania, które pozwolą m.in.

- zautomatyzować proces raportowania i zawsze posiadać konkretne dane na temat: pracy, przestojów czy awarii maszyny (*czytaj więcej o automatycznym raportowaniu*),
- automatycznie generować statystyki z produkcji, np. pareto najczęstszych przestojów, day-by-hour,
- zmniejszać koszty produkcji dzięki wykorzystaniu nowoczesnych narzędzi IT.

• Inwestycja w dane, czyli jak digitalizować park maszynowy

Czy aby na pewno wiesz, co oznacza digitalizacja parku maszynowego? Jak zrobić pierwszy krok w jej kierunku w zakładzie produkcyjnym, w którym przeważają maszyny starszego typu, a co jeśli już posiadasz mapę drogową digitalizacji? Kogo z Twojego przedsiębiorstwa zaangażować w proces wdrożenia oprogramowania, a także — jak zainicjować decyzje zakupowe systemu, który działa na pograniczu OT/IT w taki sposób, aby oprogramowanie spełniło kluczowe wymogi?

Digitalizacja to coś więcej niż tylko zastępowanie papierowej dokumentacji arkuszami kalkulacyjnymi i formularzami. Oznacza proaktywne podejście do codziennych wyzwań produkcyjnych, a także świadome podążanie drogą zmiany obecnego działania zakładu produkcyjnego. Digitalizacja to sposób na przygotowanie się do zmiany pokoleniowej. Jest częścią długoterminowej strategii biznesowej, która zakłada celowe wdrożenie procesu zmian.

Niezależnie jednak od tego, na jakim etapie wdrażania rozwiązań z zakresu automatyzacji czy informatyzacji produkcji aktualnie jesteś, zatrzymaj się na chwilę i odpowiedz sobie na pytanie:

Czy fragment, o którym myślisz i który właśnie realizujesz, jest spójny z całością?

Zmiana w pierwszym etapie wszystkim kojarzy się negatywnie. Nierzadko bowiem może wywoływać strach przed nowym i nieznanym. Zmiana jest jednak stałym procesem. Czasami może być ewolucyjna, jak np. kolejna wersja systemu operacyjnego w komputerze. Jest ona łatwiej akceptowalna, a proces adaptacji sprawniejszy. Inne zmiany są rewolucją — kompletną transformacją obecnej rzeczywistości. Doskonałym przykładem jest przejście z posiadania standardowego telefonu komórkowego na smartfona.

Digitalizacja parku maszynowego — od czego zacząć?

Od czego powinna zacząć się digitalizacja parku maszynowego, aby proces zmiany był prostszy, a efekt satysfakcjonujący? Odpowiedź jest prosta — zawsze od źródła, jakim są dane. Ważne, aby na etapie zapisu danych mieć założenie, że w obecnym momencie możesz nie wiedzieć:

- do czego w przyszłości przydadzą się dane,
- w jaki sposób mogą być one systemowo wykorzystywane w późniejszym czasie.

Zbieranie danych z maszyn — nowoczesne systemy IT

Jeżeli nie masz strategii dotyczącej wdrożenia mapy drogowej digitalizacji — zacznij od zbierania danych z maszyn. Jeżeli taką strategię już posiadasz, rozpocznij zbieranie danych z maszyn w obszarze produkcji.

Nowoczesne systemy IT charakteryzują się warstwowym podejściem do zapisu i analizy wszelkiego rodzaju informacji. Dane pochodzące z jednego źródła, np. z maszyny mogą następnie w sposób automatyczny wypełniać różne obszary biznesowej analizy.

Zacznij od danych lub sensorów (jeśli Twoja maszyna nie ma możliwości dokonywania akwizycji bezpośrednio z istniejącego sterownika PLC).

1. W pierwszym kroku najważniejszymi informacjami są te, które dotyczą jakości oraz **produktywności**.
2. W następnym etapie warto zastanowić się nad **przyczynami przestoju**.
3. W dalszej kolejności — nad pozostałymi elementami, które wspierają **zachowanie produktywności parku maszynowego** na założonym poziomie.

Im wcześniej rozpoczniesz zbieranie danych produkcyjnych bezpośrednio z maszyn, tym lepiej będziesz przygotowany na transformację cyfrową Twojego przedsiębiorstwa. Warto, aby ten proces stał się standardem, do którego powinni dostosować się m.in. dostawcy maszyn.

[Artykuł opublikowany został na łamach portalu \[production.manager.pl\]\(http://production.manager.pl\)](#)

• Jak szybko może zwrócić się inwestycja? Liczymy ROI

Według raportu DIGI INDEX 2022 r., w tym roku, aż **70% firm deklaruje chęć inwestycji w digitalizację**. Co więcej, jest w stanie dokładnie określić procent nakładów na ten cel. Oznacza to ogromny rozwój (w poprzednim raporcie takich odpowiedzi było zaledwie 28%). Podejmując decyzję o inwestycji w nowe technologie, należy zwrócić uwagę na ROI. Jednak czy jest możliwe, aby już po miesiącu osiągnąć pozytywny wskaźnik zwrotu z inwestycji? Koniecznie przeczytaj dzisiejszy artykuł.

Kiedy warto liczyć ROI

Liczenie każdego pomysłu w kategoriach szybkości zwrotu z inwestycji warto rozpocząć od pryzmatu wielkiej trójki. Co to oznacza?

Jeżeli pomysł (docelowo projekt):

1. stosunkowo szybko się zwraca (oczywiście pojęcie chłonne i zależne od kategorii),
 2. rozwiązuje realny problem,
 3. ma kogoś, komu na tym zależy (w zespole klienta).
- to po prostu ma sens i zostanie zrealizowany.

Jeżeli natomiast brakuje więcej niż jednego z trzech punktów, to należy bardzo mocno zastanowić się nad zaangażowaniem w taki projekt.

A teraz — pora na wspomniany rekordowo szybki zwrot.

Zwrot z inwestycji w miesiąc – przykład

Miałem przyjemność uczestniczyć we wdrożeniu systemu, który zbiera dane produkcyjne z maszyny (dość leciwej). Produkowała ona metalowe elementy. Analiza pokazała, że czas pracy nie jest wykorzystywany optymalnie. Z tego powodu maszyna, której zdolności produkcyjne i możliwości obsługi pracy wynoszą 22 godziny na dobę, w rzeczywistości pracuje 20 godzin.

Strata 2 godzin na dobę...

Czy można w miesiąc ograniczyć ją o połowę? Okazało się, że można.

A wszystko dzięki archiwizacji przyczyn przestojów i sprawdzeniu korelacji między nimi. Raport korelacji był gotowy, oprogramowanie zbierające dane również. Czas należało poświęcić na odpowiednią analizę i dobór sygnałów, które zostaną podłączone do systemu IT.

Jak godzinę dłuższej pracy przełożyć „na pieniądź”?

1 godzina to 45 dodatkowo wyprodukowanych elementów (w ciągu doby produkcyjnej), dla zakładu wartość każdego elementu wynosi około 15 zł.

W skali miesiąca oznacza to: 20 250 zł (45 × 15 × 30).

Do tego należałoby oczywiście doliczyć jeszcze inne korzyści, ale to temat na inną rozmowę. Zachowując m.in. takie same koszty pracy i energii (choć te minimalnie mniejsze) — fabryka zaczęła produkować więcej...

Koszt wdrożenia Proof of concept prostego systemu na 1 maszynie?

19 900 zł

Jak widać, bardzo mocno zaokrągliłem na swoją niekorzyść, a pomimo to inwestycja zwróciła się w miesiąc. Przykład dość skrajny, ale „występujący w naturze”.

Projekt został zrealizowany, bo szybko policzyliśmy ROI i wywodził się z realnej potrzeby dłuższej pracy maszyny (2 z 3 wcześniej wspomniany fundamentów). Niedługo później do projektu dołączył również realny kibic po stronie klienta (z 1 do 3 droga daleka, ale z 2...bardzo krótka).