

AUTOMATION STUDIO 5.6 - OPROGRAMOWANIE UŁATWIAJĄCE PROCES EDUKACJI STUDENTÓW NA PRZYKŁADZIE INSTALACJI HYDRAULICZNEGO STEROWANIA SKOKU ŚRUBY NASTAWNEJ

AUTOMATION STUDIO 5.6 – SOFTWARE IMPROVING THE STUDENTS EDUCATION PROCESS ON THE EXAMPLE OF HYDRAULIC CONTROL SYSTEM FOR FIXED PITCH PROPELLER

Marcin Szczepanek

Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny
Instytut Eksploatacji Siłownie Okrętowych
ul. Wały Chrobrego 1-2
70-500 Szczecin, Polska
e-mail: m.szczepanek@am.szczecin.pl

Anna Skarbek-Żabkin

Instytut Transportu Samochodowego
ul. Jagiellońska 80
03-301 Warszawa, Polska
e-mail: anna.skarbek@its.waw.pl

Abstract: The regulations regarding the education of the future engineers require that education centers should seek for new, professional tools supporting the education processes. This refers mainly to the practical training. Currently, the best tools for improving the education quality include practicing using various software. This type of practice provides the maximum of reality at minimum consequences if an error is made.

The paper presents the possibilities of using AUTOMATION STUDIO 5.6. It is used for modelling and simulation of pneumatic, hydraulic and electrical systems in the process of training of future engineers at the Faculty of Marine Engineering at the Maritime University of Szczecin.

Keywords: education quality, computer systems, practical training.

Wprowadzenie

W kształceniu praktycznym, najlepsze wyniki dydaktyczne osiąga się za pomocą wykorzystania rzeczywistych urządzeń laboratoryjnych. Jednakże, zajęcia przeprowadzane na obiektach rzeczywistych są [1]:

- czasochłonne,
 - kosztochłonne,
 - odbywają się zazwyczaj w kilku osobowych grupach, utrudniających indywidualne podejście do studenta,
 - często niebezpieczne,
 - zawierają w sobie ryzyko uszkodzenia urządzeń,
- Ograniczenia te można zniwelować poprzez stosowanie wirtualnych laboratoriów, w których stosuje się modele matematyczne w symulacjach komputerowych.

Wirtualne stanowiska laboratoryjne pozwalają wyznaczać podstawowe charakterystyki badanych układów dwoma metodami [1]:

- metodą „zwykłą”, zmieniając wybrany parametr i rejestrując wartości badanych wielkości przy każdej

symulacji z późniejszym wyznaczeniem wymaganych charakterystyk;

- metodą programową, w której pomiary i wyznaczanie podstawowych charakterystyk odbywa się automatycznie.

Przykładem takiego rozwiązania jest Laboratorium Napędów Hydraulicznych na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Szczecinie. Zastosowanie systemów komputerowych w projektowaniu układów hydraulicznych jeszcze szczególnie pożądane, z uwagi na łatwość budowania różnego rodzaju układów oraz możliwość symulacji pracy i możliwości zastosowań zaprojektowanych rozwiązań, bez konieczności budowy stanowisk laboratoryjnych. Odzworowanie warunków rzeczywistych w takich systemach jest duże, ze względu na łatwość opisanie zjawisk modelami matematycznymi. W artykule przedstawiono możliwość wykorzystania systemu AUTOMATION STUDIO 5.6 zarówno, jako narzędzia wspomagającego podnoszenie wiedzy

inżynierskiej jak i pozwalającego na jej praktyczną weryfikację w warunkach symulowanych.

Opis programu

Automation Studio 5.6 jest integralnym systemem służącym do modelowania i symulacji układów pneumatycznych, hydraulicznych i sterowania elektrycznego. Program umożliwia łączenie wyżej wymienionych układów, dzięki czemu pozwala na opracowywanie zaawansowanych i zautomatyzowanych systemów. Wykorzystany symulator oraz narzędzia pozwalają na skrócenie czasu projektowania, umożliwiając udoskonalanie procesu modernizacji i obsługi złożonych urządzeń. Moduł symulacji układów hydraulicznych i pneumatycznych jest oparty o sprawdzoną technikę obejmującą zastosowanie praw przepływu Bernoulliego oraz metodę gradientową [2].

Właściwości pakietu Automation Studio obejmują następujące możliwości [2]:

- budowanie wirtualnych układów pneumatycznych i hydraulicznych na ekranie komputera;

- dodawanie symboli elementów układów sterowania sekwencyjnego PLC i innych;

- dynamiczną symulację całego projektu realistycznie uwzględniającą cechy poszczególnych elementów wchodzących w skład projektowego układu połączona z ciągłym obliczaniem i wizualizacją danych np. o ciśnieniu, przepływie, prędkości (na rys. 1 przedstawiono zrzut z ekranu systemu wraz z wizualizacją danych o ciśnieniu w instalacji);

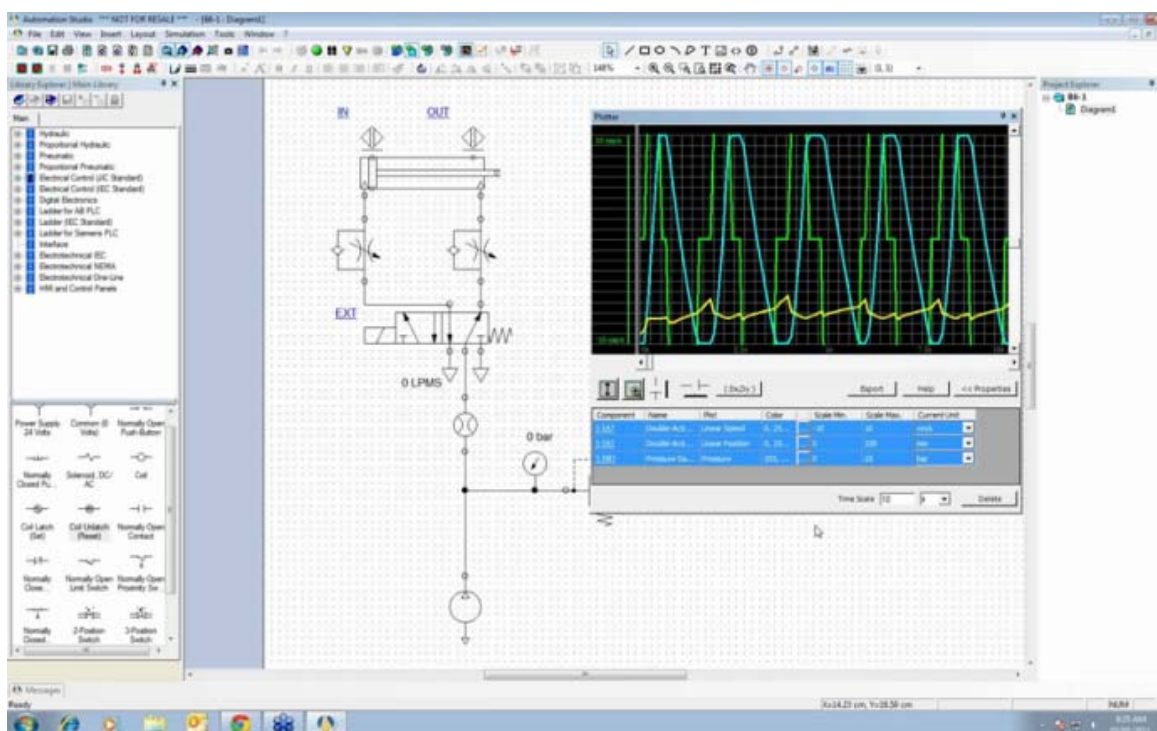
- nastawienie parametrów takich jak wymiary gabarytowe siłownika, stopień dławienia przepływu;

- dobrze zorganizowany system opisu użytkowych właściwości elementów składowych projektowanych systemów drogą animowania pracy pojedynczych urządzeń wraz z ich zdjęciami;

- animację działania układu proporcjonalna do czasu rzeczywistego;

- jednoczesną symulację wielu schematów z możliwością przepływu danych pomiędzy układami,

- rozbudowę bibliotek programu o dodatkowe, nowe elementy projektowane i wykorzystywane przez użytkownika [2].



Rys.1. Ekran systemu AUTOMATION STUDIO 5.6 z wizualizacją danych o ciśnieniu w instalacji [3].

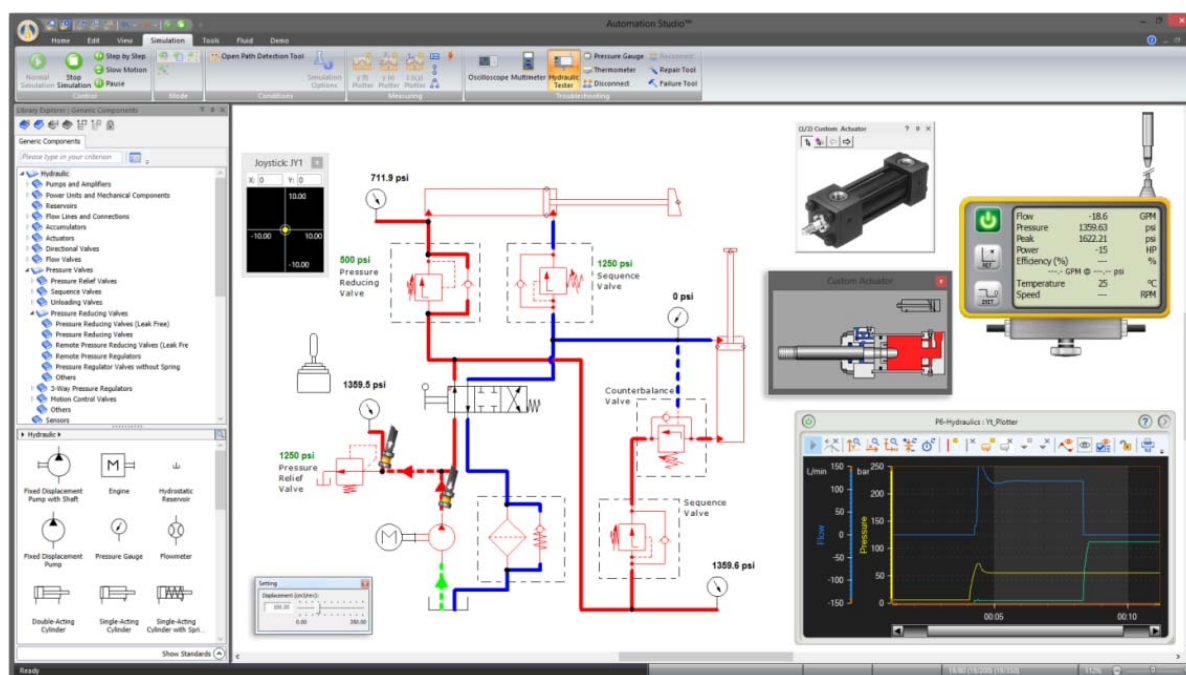
Zasada pracy z systemem Automation Studio na etapie tworzenia projektu polega na wykorzystaniu przygotowanych elementów układu napędowego z załączonych okien narzędziowych lub bibliotek systemu i przeciągnięciu ich do okna projektu. Następnie elementy łączy się ze sobą za pomocą odpowiednich poleceń narzędziowych. Ten etap przypomina proste rysowanie układu napędowego wraz ze sterowaniem. Różnica polega jednak na znacznym ułatwieniu projektowania w

postaci możliwości skorzystania z gotowych symboli, intuicyjności narzędzi rysowania oraz, co najistotniejsze, możliwości przeprowadzenia symulacji działania projektowanego układu wraz z animacją funkcji napędowych i sterujących poszczególnych elementów zastosowanych w projekcie [2].

Symulacje przeprowadzane w systemie Automation Studio obejmują animację układów napędowych zgodnie z charakterem działania projektowanego układu.

Zastosowanie kolorów do oznaczania stanu czynnika napędowego w przewodach pozwala użytkownikowi na bieżąco monitorować stan pracy układu. Projektowane linie przepływu mogą zostać zaopatrzone w parametry takie jak długość i średnica przewodu, w celu analizy i monitorowania spadków ciśnienia na przewodach zasilających układ napędowy. Ponadto parametry przepływu mogą być płynnie regulowane przez użytkownika podczas przeprowadzania symulacji, co znacznie podnosi walor elastyczności i użytkowej

intuicyjności symulacji przeprowadzanej w programie Automation Studio. Dodatkową, unikalną możliwością oprogramowania jest możliwość prezentacji symulacji dynamicznej synchronicznie na schemacie układu napędowego oraz na przekrojach elementów napędowych lub sterujących. To znacznie podnosi walor edukacyjny programu Automation Studio. Na rys. 2 przedstawiono okno symulacji systemu wraz z przykładowymi animacjami.



Rys. 2. Okno symulacji systemu wraz z przykładowymi animacjami poszczególnych elementów [4].

Przykład zadania projektowego

Zadaniem postawionym studentowi było zaprojektowanie instalacji hydraulicznego sterowania skoku śruby nastawnej w oparciu o program Automation Studio 5.6. spełniającej wymogi Polskiego Rejestru Statków dotyczących śrub nastawnych statków morskich. Czas wykonania zadania wynosił 10 h.

Wymagania:

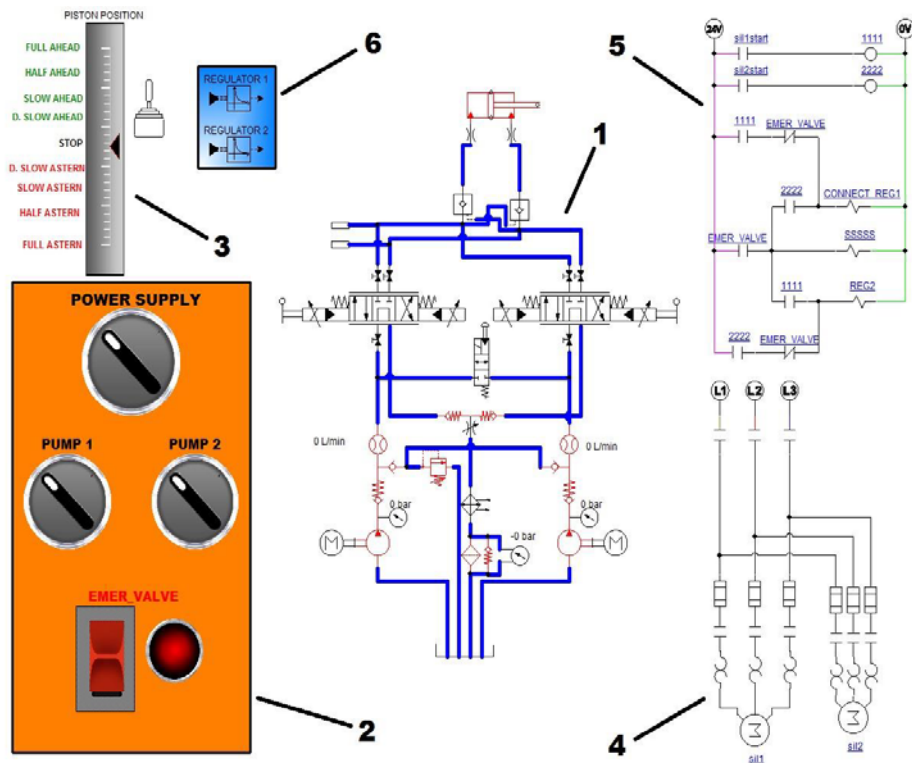
- student zna i rozumie budowę i zadania śruby nastawnej,
- student posiada min 5 h doświadczenie w budowaniu układów hydraulicznych z wykorzystaniem programu Automation Studio 5.6.
- student zakończył szkolenie z przedmiotu Grafika Inżynierska, Podstawy elektrotechniki i elektroniki, Maszyny i Urządzenia Okrętowe,
- student ma dostęp do wymagań PRS w zakresie śrub nastawnych.

Założenia projektowe:

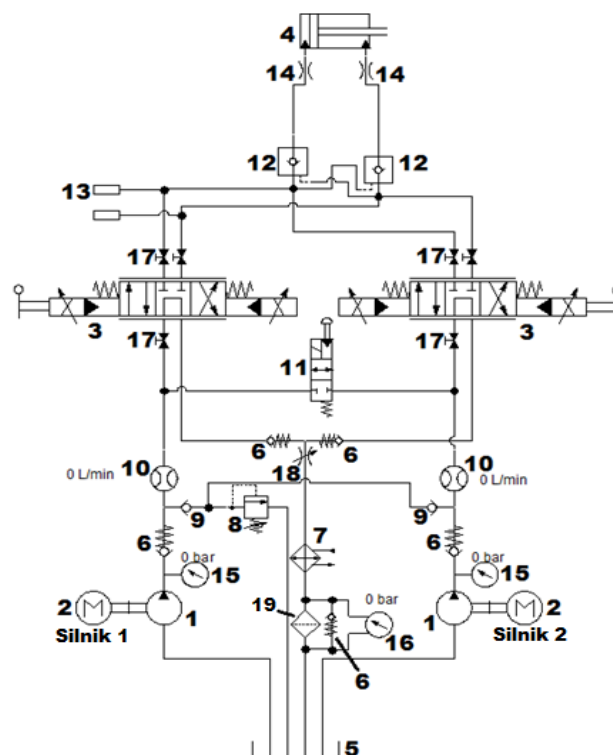
- średnica śruby wynosi 4300 mm.
- siłownik hydrauliczny nastawy skoku śruby znajduje się w linii wałów.
- mechanizm jarzmowy zmiany skoku z prowadzeniem wozdika w jarzmie.

Projekt

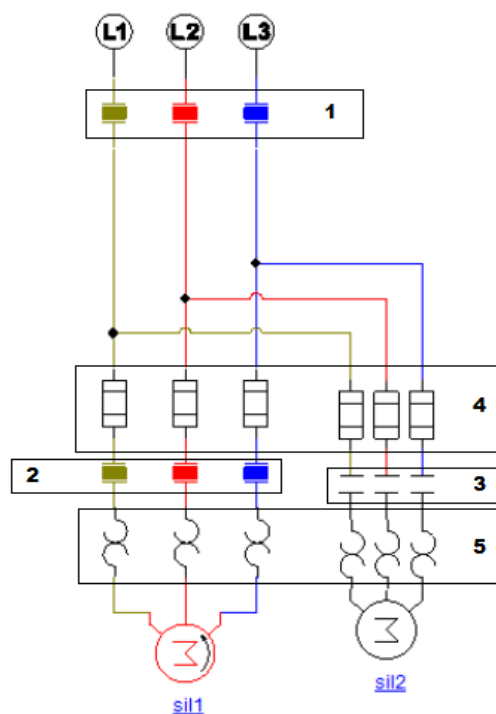
Projektowana instalacja hydraulicznego sterowania skoku śruby nastawnej jest typu otwartego. Wyposażona jest w dwie pompy zębate o stałej wydajności. Każda pompa napędzana jest silnikiem elektrycznym trójfazowym. Za prawidłowe ustawienie skoku śruby odpowiada człon porównująco-sumujący, który steruje proporcjonalny rozdzielacz elektro-hydrauliczny. Panel nastawy skoku posiada dźwignię nastawy skoku oraz wskaźnik pozycji tłoka siłownika hydraulicznego znajdującego się w linii wałów. Zmiana pozycji tłoka siłownika hydraulicznego odpowiada zmianie skoku śruby. Na rys. 3, 4, 5 przedstawiano zaprojektowaną instalację sterowania skokiem śruby nastawnej.



Rys. 3. Projekt instalacji hydraulicznego sterowania skoku śruby nastawnej [5]: 1 – schemat instalacji hydraulicznego sterowania skoku śruby nastawnej, 2 – panel zasilania, 3 – panel nastawy skoku, 4 – schemat instalacji zasilania silników elektrycznych, 5 – schemat instalacji elektrycznej awaryjnego sterowania skokiem śruby nastawnej, 6 – człon porównująco-sumujący.



Rys. 4. Schemat instalacji hydraulicznego sterowania skoku śruby nastawnej [5]: 1 – pompa hydrauliczna zębata, 2 – silnik elektryczny trójfazowy, 3 – proporcjonalny rozdzielacz elektro-hydrauliczny, 4 – siłownik hydrauliczny nastawy skoku, 5 – zbiornik obiegowy oleju hydraulicznego, 6 – sprężynowy zawór zwrotny, 7 – chłodnica oleju hydraulicznego, 8 – zawór bezpieczeństwa, 9 – zawór zwrotny, 10 – przepływomierz, 11 – zawór awaryjny, 12 – zawór zwrotny ze sterowanym otwarciem, 13 – awaryjne przyłącze, 14 – dławik przepływu, 15 – manometr, 16 – manometr różnicowy, 17 – zawór odcinający (normalnie otwarty), 18 – regulowany dławik przepływu, 19 – filtr oleju hydraulicznego.



Rys. 5. Schemat instalacji elektrycznej zasilania silników (włączony silnik 1) [5]: 1 – styk normalnie otwarty zasilania, 2 – styk normalnie otwarty silnika 1, 3 – styk normalnie otwarty silnika 2, 4 – bezpieczniki, 5 – termiczne przekaźniki przeciążeniowe.

Instalacja została przetestowana na wbudowanym w program symulatorze z położenia „cała naprzód” na położenie „cała wstecz” oraz w sytuacji awaryjnego sterowania. Wyniki symulacji potwierdziły prawidłowość zaprojektowanie i wykonania instalacji.

Uwagi do projektu

- Umieszczenie siłownika nastawy skoku śruby nastawnej w linii wałów umożliwia zmniejszenie ciśnienia oleju sterującego w instalacji hydraulicznej poprzez zwiększenie powierzchni czynnej tłoka siłownika.
- Ze względu na ograniczenia spowodowanego licencją edukacyjną programu Automation Studio 5.6 nie uwzględniono alarmów dotyczących temperatur i ciśnień oleju hydraulicznego.
- W projekcie instalacji hydraulicznego sterowania skoku śruby nastawnej pominięto smarowanie mechanizmu jarzmowego znajdującego się w piąście śruby ze względu na brak odpowiedniego zbiornika grawitacyjnego w programie Automation Studio 5.6.
- Każdy element instalacji hydraulicznej sprawiający dławienie przepływu oleju hydraulicznego zgodnie z prawem Bernoulliego powoduje wzrost ciśnienia przed elementem dławiącym i spadek ciśnienia za elementem.
- Przepisy PRS dotyczące czasu przesterowania z położenia „cała naprzód” na położenie „cała wstecz” oraz wytyczne dotyczące napędu pomp i awaryjnego sterowania zostały spełnione.

Podsumowanie

Wykorzystanie systemu Automation Studio 5.6 jako narzędzia do budowy, symulacji pracy i testowania układów hydraulicznych pozwala na wspomaganie procesu dydaktycznego, weryfikację wiedzy oraz podnoszenie kwalifikacji studentom Wydziału Mechanicznego Akademii Morskiej w Szczecinie. Na podstawie przedstawionego przykładu można wnioskować, iż student wykonujący zadanie na 7 semestrze kierunku Mechanika i Budowa Maszyn przyswoił wiedzę z przedmiotów zawodowych ukończonych na semestrach wcześniejszych i potrafi ją wykorzystywać. W tym przypadku wiedza i umiejętności studenta wykraczały poza podstawy programowe, co obrazuje między innymi nie zawarta w założeniach, a wykonana przez studenta instalacja elektrycznego zasilania silników wraz z panelem sterującym. Zadania wykonywane przy użyciu programu Automation Studio 5.6 mają charakter inżynierski i mogą służyć zarówno do weryfikowania stanu wiedzy inżynierskiej jak i przygotowania studenta do pracy dyplomowej i zawodowej. Realizacja w środowisku wirtualnym pozwala bez kosztowo przetestować zarówno umiejętności jak i ewentualne próby modyfikacji instalacji i pomysły przyszłych inżynierów. Nie sposób ocenić na ile wykorzystanie systemów komputerowych poprawia jakość kształcenia i pozwala na utrwalenie przez studentów wiedzy nabytej, jednak pozwalają one na zwizualizowanie skomplikowanych procesów, co u młodego pokolenia, przyzwyczajonego do „oglądania obrazków” ułatwia zrozumienie.

Bibliografia

1. German-Gałkin, S., i inni, *Badania symulacyjne układów mechatronicznych*, Wyd. Naukowe Akademii Morskiej, Szczecin, 2011.
2. <http://ioitbm.p.lodz.pl/labs/p/P-14-instrukcja.pdf> (dostęp 4.05.2017).
3. <https://i.ytimg.com/vi/cx406zbh9Co/maxresdefault.jpg> (dostęp 4.05.2017).
4. <http://www.famictech.com/edu/hydraulics-proportionalhydraulics.html> (dostęp 4.05.2017).
5. Mieszkowski, A., projekt studenta IV roku MiBM, WM AM w Szczecinie, materiał niepublikowany, 2017.