

11.06.2018r

Automatyka Procesów Przemysłowych

Temat: Stabilizacja poziomu w zbiorniku za pomocą zmiany kąta otwarcia zaworu regulacyjnego. Zakłócenie – wpływ swobodny zadawany zaworem ręcznym.

Wykonał:

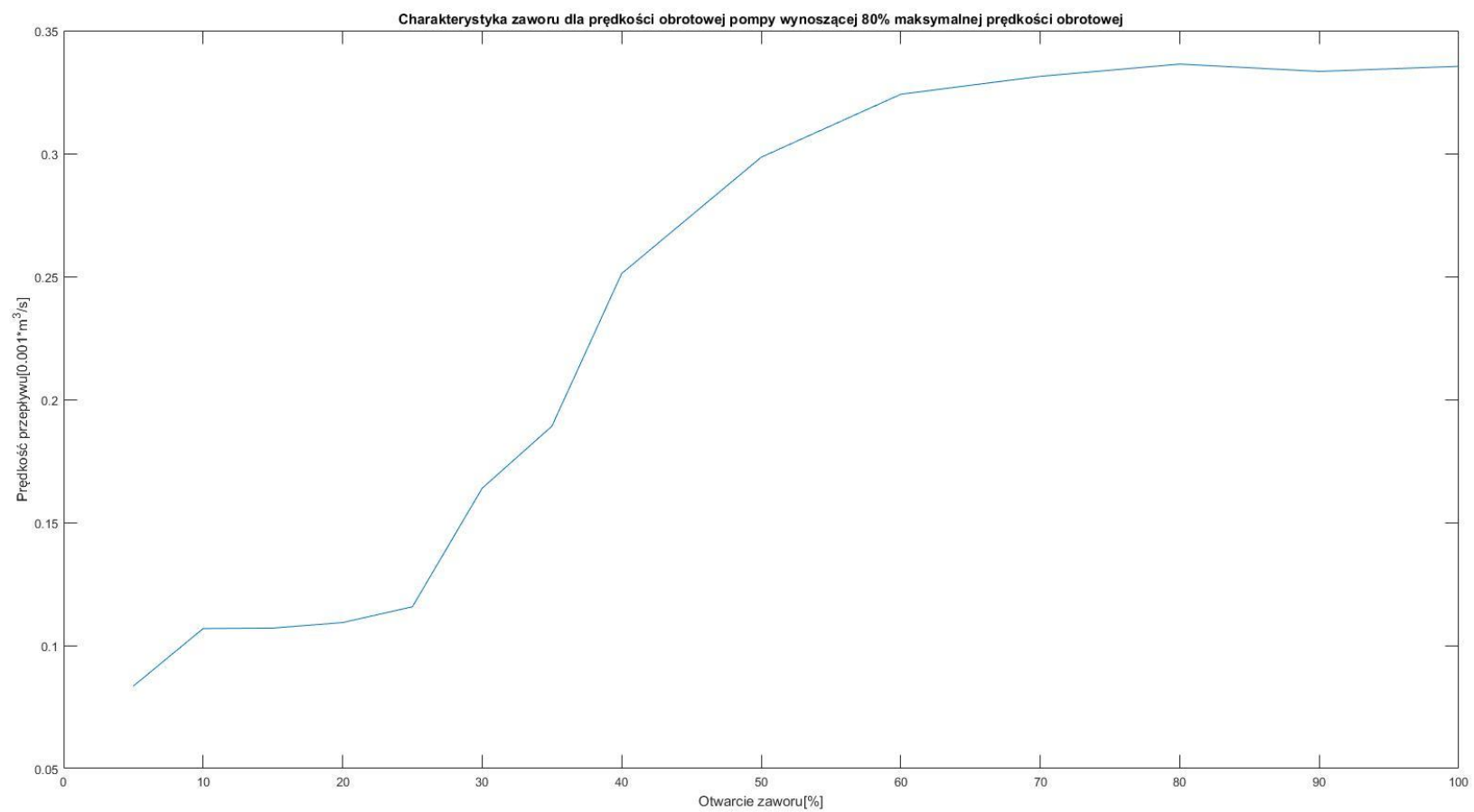
Łukasz Pankiewicz

Prace na projekcie rozpoczęto od zapoznania się ze schematem elektrycznym układu. Następnie skonfigurowano sterownik PLC wraz z jego wejściami/ wyjściami. Program do sterownika PLC został opracowany w programie PG5.

Wykonanie programu rozpoczęto od pomiaru wysokości słupa cieczy w zbiorniku. Niezbędne okazało się wstawienie filtra na pomiar sądy ze względu na pojawiający się duży szum pomiarowy(charakterystyki pracy układu bez filtra nie zostały wykonane). Następnie zaprogramowano sterowanie silnikiem, serwozaworem, oraz elektrozaworami. Dzięki czemu było możliwe uzyskanie charakterystyki przepływu zaworu. Charakterystykę uzyskano dla prędkości obrotowej silnika wynoszącej 80% prędkości maksymalnej. Poniżej zaprezentowano uzyskane wyniki.

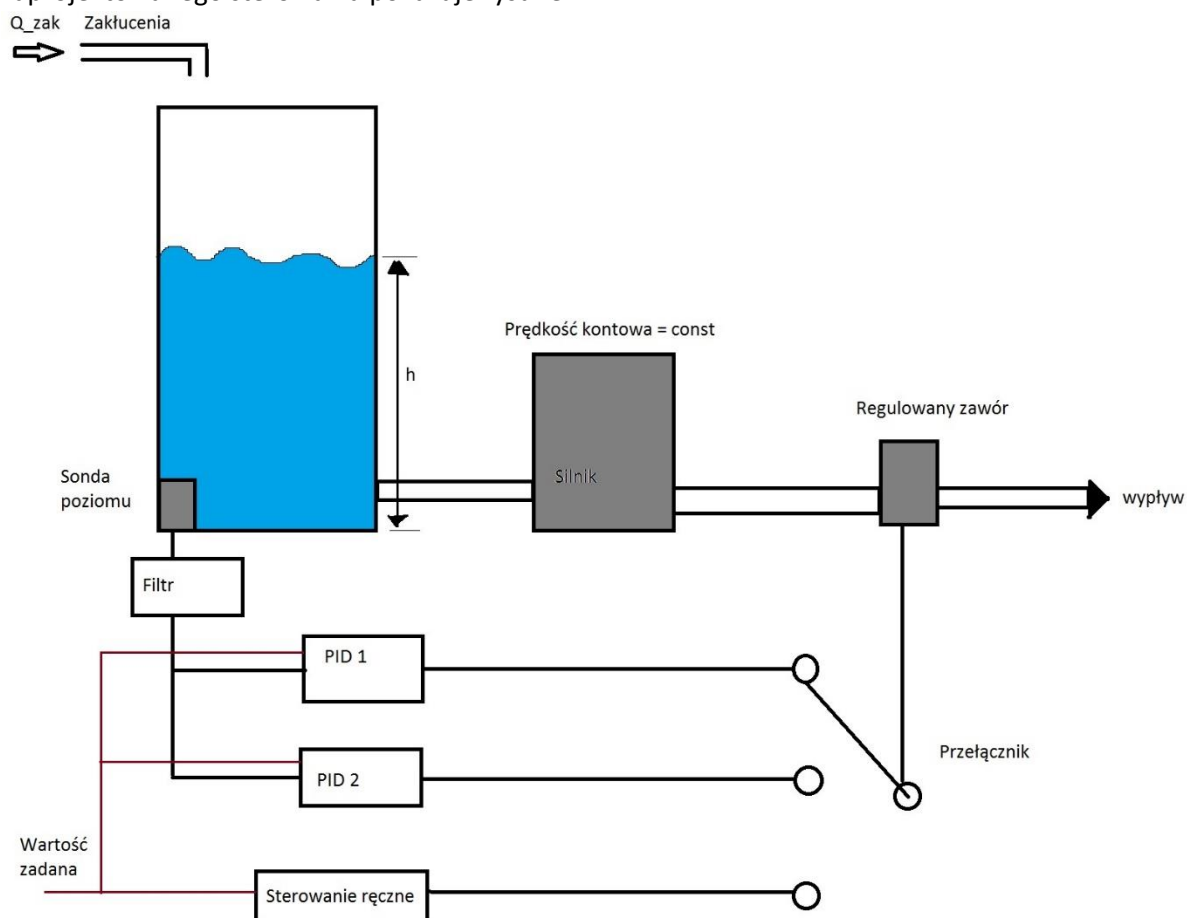
Tabela 1. Pomiar charakterystyki

Otwarcie zaworu[%]	Czas przepompowania 20 litrów wody[s]	Prędkość przepływu [0.001*m ³ /s]
100	59,62	0,34
90	59,99	0,33
80	59,46	0,34
70	60,35	0,33
60	61,71	0,32
50	67	0,30
40	79,61	0,25
35	105,73	0,19
30	122	0,16
25	172,82	0,12
20	182,94	0,11
15	186,77	0,11
10	187,14	0,11
5	239,55	0,08



Rysunek 1. Charakterystyka zaworu

Następnie skupiono się na wykonaniu sterowania PID do serwowaworu. Strukturę zaprojektowanego sterowania pokazuje rysunek 2.

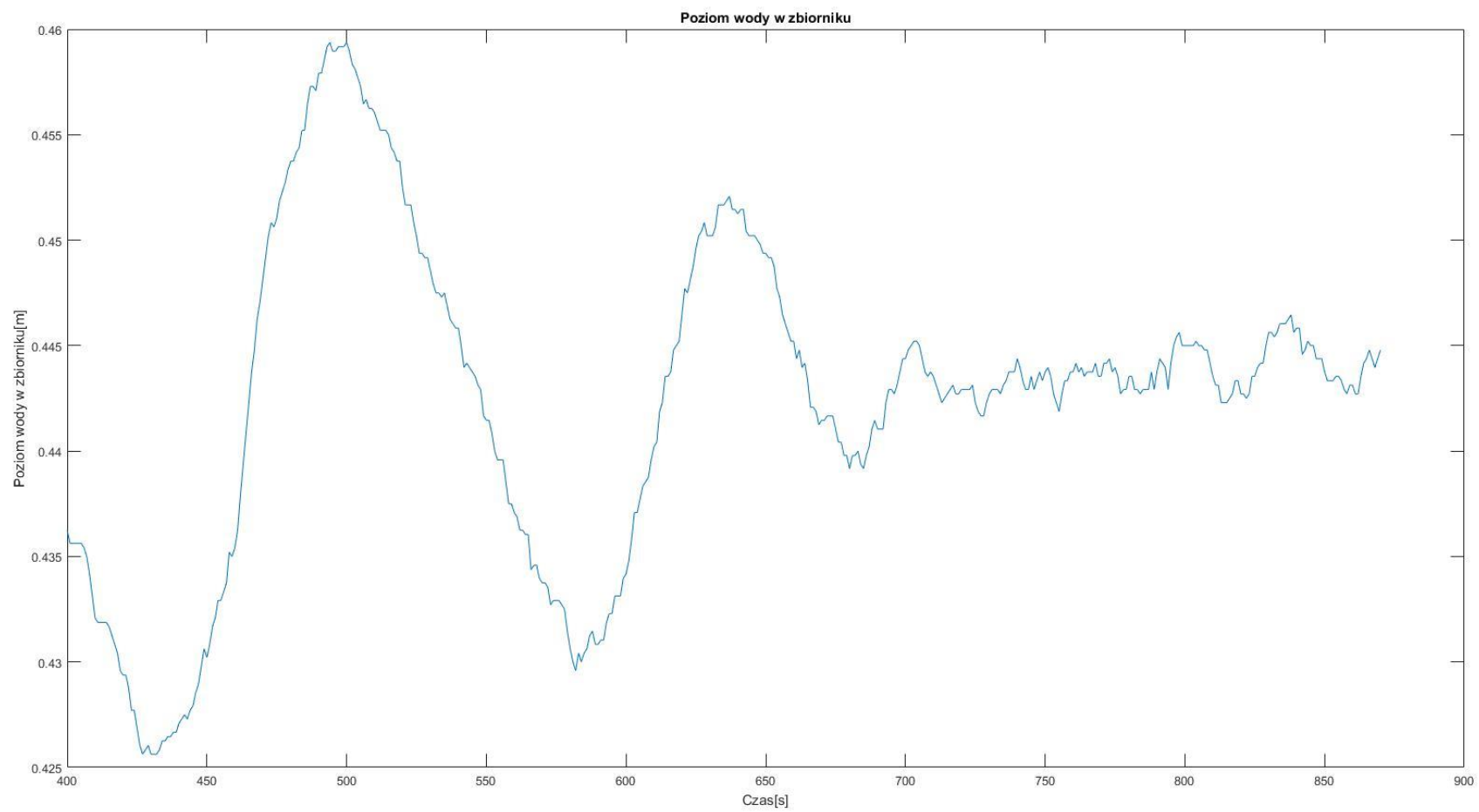


Rysunek 2. Schemat układu regulacji.

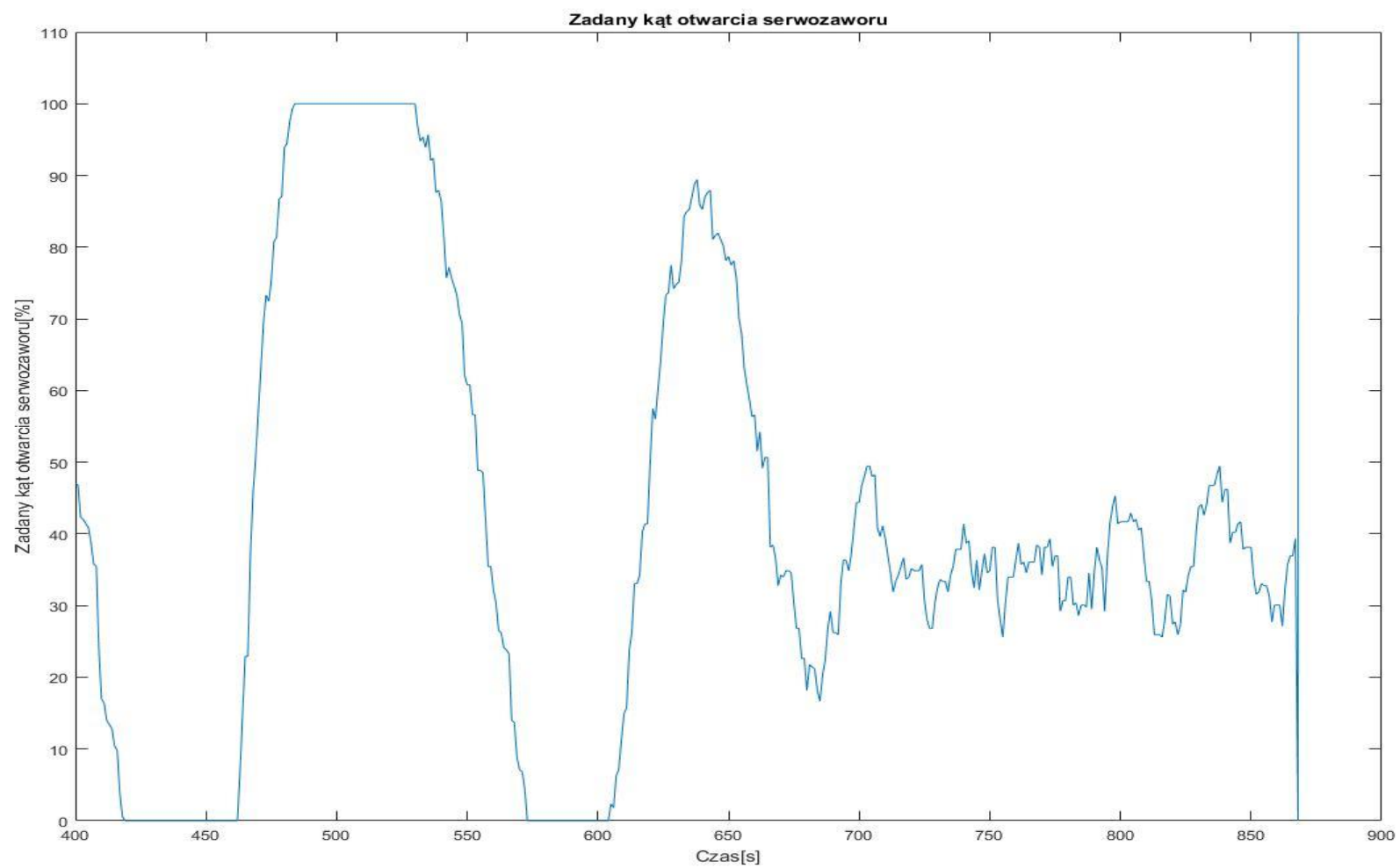
Poniżej pokazano działanie regulatora PID1 o nastawach: proporcjonalnej- 50000, całkującej- 3, różniczkującej- 3. Regulator działał na 16 bitach.

Regulator PID2 o nastawach: proporcjonalnej- 50, całkującej 80, różniczkującej-0.1.

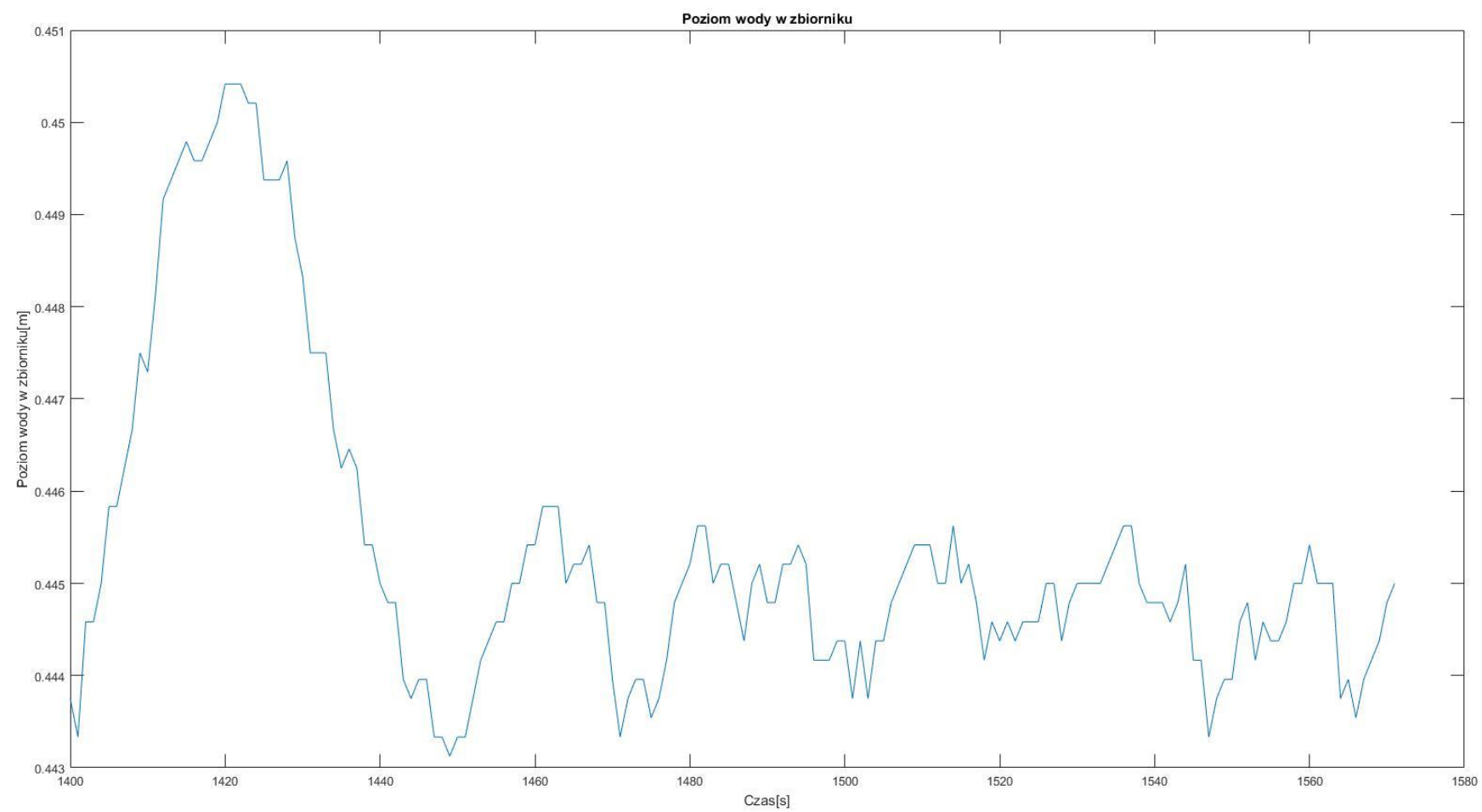
Następnie wykonano SCADE do zaprojektowanego sterowania.



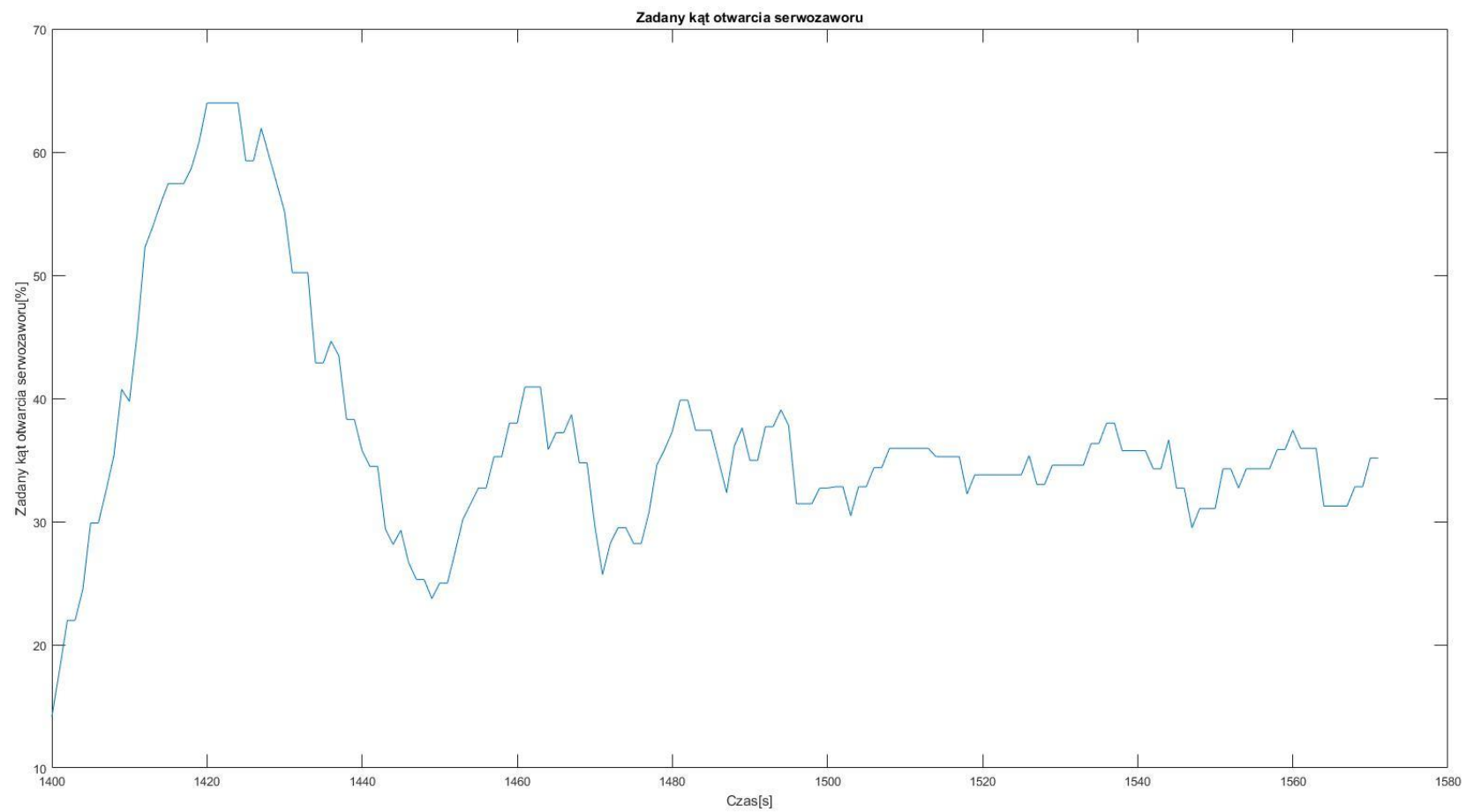
Rysunek 3. Poziom wody w zbiorniku. PID1



Rysunek 4. Zdany kąt otwarcia serwowozaworu. PID1



Rysunek 5. Poziom wody w zbiorniku. PID2



Rysunek 6. Zadany kąt otwarcia zaworu. PID2

Następnie wykonano SCADE do zaprojektowanego sterowania. Poniżej zaprezentowano tabelkę oraz zdjęcia z użytymi zmiennymi w programie PG5.

Nazwa zmiennej	Typ	Adres	Opis
DigitalOutput2	F	S.IO.DigitalOutput + 2	Serwozawór regulacja
Interrupt	F	S.IO.DigitalInput + 8	Wodomierz
DigitalOutput0	F	S.IO.DigitalOutput + 0	Elektrozawor 1
DigitalOutput1	F	S.IO.DigitalOutput + 1	Elektrozawor 2
DigitalOutput4	F	S.IO.DigitalOutput + 4	Start FC51
DigitalOutput5	F	S.IO.DigitalOutput + 5	Stop FC51
Reczne_otw_zaworu	R FLOAT	249 := 100.0	Ręczne sterowanie serwozaworem
Poziom_zbiornik	R FLOAT	250	Poziom w zbiorniku w metrech słupa cieczy
Sonda_poziomu	R	S.lo.AnalogueInput + 0	Pomiar wysokości słupa cieczy
Otwarcie_zaworu_ster	R	S.lo.Slot1.AnalogueOutput +1	Wartość zadana na serwozawór
Start_falownik	F	251	Rozpoczęcie pracy falownika
Falownik_wartośćZad	R	S.IO.Slot1>analogueOutput+0	Wartość zadana na falownik
Wodomierz_licznik	C	50	Pomiar przepływu wody(impuls = 1L)
Woda_przepompowana	R	252	Ilość przepompowanej wody(impuls = 1L)
Fal_wartoscZad_user	R	253 := 3000	Sterowanie falownikiem
ZadanyPoziomZbiornika	R FLOAT	254 := 0.4	W metrach słupa cieczy
PoziomZbiornikaPID	R	256	poziom wymnożony czterokrotnie
PredkaśćPrzepływu	R FLOAT	600	Czas w którym jeden litr wody jest przepompowywany
ZaworZamkniety	F		1 gdy Otwarcie_zaworu_ster = 0
CzasPracyPompy	R		Długość pracy pompy
CzasPracyZaworu1	R		Długość pracy zaworu1
CzasPracyZaworu2	R		Długość pracy zaworu2
CzasOtwarciaSerwozaworu	R		Czas otwarcia serwozaworu
ZmianaRegulatora	F	501 :=1	Przełączanie między regulatorami
RęczneSterowanieOtwarciemZaworu	F	502	Przełączenie na ręczne sterowanie zaworem
WylacznikGłówny	F		
ElektroZawor1	F	500 :=1	Sterowanie elektro zaworem1

ElektroZawor2	F	:=0	Sterowanie elektro zaworem2
BladBaterij	F	700 :=0	Zmienna błędu baterij
PID1	R	600[13]	Parametry PID1
PID2	F	800[17]	Parametry PID2
CzujnikZalaniaZB3	F		

Tabela 2. Zmienne użyte w programie PG5.

Slots / Symbols	Type	Address	Comments	Scope	Tags
IO.DigitalOutput6	F	S.IO.DigitalOutput + 6	Digital output 6 (usage...	Public	S_IO
IO.DigitalOutput7	F	S.IO.DigitalOutput + 7	Digital output 7 (usage...	Public	S_IO
IO.PwMDigitalOutput	F	S.IO.DigitalOutput + 8	PWM digital output (us...	Public	S_IO
IO.RelayOutput	F	S.IO.DigitalOutput + 9	Relay output (watchdo...	Public	S_IO
I/O 1, 2 Analogue Inputs, 2 analogue inputs, -10...+10VDC, 0...20mA, Pt/Ni 1000 or resistance, connector X1.					
S.IO.AnalogueInput	R [2]	200		Public	S_IO
IO.AnalogueInput0	R	S.IO.AnalogueInput + 0	SONDA (4-20mA)	Public	S_IO
IO.AnalogueInput1	R	S.IO.AnalogueInput + 1	FC51 (4-20mA)	Public	S_IO
S.IO.StatusAnalogueInput	R [2]	202		Public	S_IO
IO.StatusAnalogueInput0	R	S.IO.StatusAnalogueInput + 0	Status analogue input 0	Public	S_IO
IO.StatusAnalogueInput1	R	S.IO.StatusAnalogueInput + 1	Status analogue input 1	Public	S_IO
Slot 0, PCD2.B100, 2 inputs, 24VDC, 8ms, electrically connected, 2 transistor outputs, 5...32VDC, 0.5A, electrically connecte...					
S.IO.Slot0.DigitalInput	F [8]	300		Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput0	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 0	Start FC-51	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput1	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 1	Stop FC-51	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput2	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 2	Presostat	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput3	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 3	Poziom suchobiegu	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput4	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 4	Poziom 1(ZB1)	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput5	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 5	Poziom 2(ZB2)	Public	S_IO
S.IO.Slot0.DigitalOutput	F [8]	400		Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalOutput2	F	S.IO.Slot0.DigitalOutput + 2	Digital Output 2 (usag...	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalOutput3	F	S.IO.Slot0.DigitalOutput + 3	Digital output 3 (usage...	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalOutput4	F	S.IO.Slot0.DigitalOutput + 4	Digital output 4 (usage...	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalOutput5	F	S.IO.Slot0.DigitalOutput + 5	Digital output 5 (usage...	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalOutput6	F	S.IO.Slot0.DigitalOutput + 6	Rezerwa	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalOutput7	F	S.IO.Slot0.DigitalOutput + 7	Rezerwa	Public	S_IO
Slot 1, PCD2.W525, 4 analogue inputs, 0...10V, 0...20mA, Pt/Ni1000, Pt500, 0...2500 Ohms, jumper selectable, isolated, 14 Bit...					
S.IO.Slot1.AnalogueInput	R [5]	300		Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueInput0	R	S.IO.Slot1.AnalogueInput + 0	Czujnik PT 1000 ZB3	Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueInput1	R	S.IO.Slot1.AnalogueInput + 1	Czujnik PT 1000 ZB1	Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueInput2	R	S.IO.Slot1.AnalogueInput + 2	Czujnik PT 1000 ZB2	Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueInput3	R	S.IO.Slot1.AnalogueInput + 3	Przetwornik cisnienia...	Public	S_IO
IO.Slot1.LoadCurrentVoltage	R	S.IO.Slot1.AnalogueInput + 4	Load current/voltage	Public	S_IO
S.IO.Slot1.AnalogueStatus	R [3]	400		Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueModuleStatus	R	S.IO.Slot1.AnalogueStatus + ...	Analogue module stat...	Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueInputStatus	R	S.IO.Slot1.AnalogueStatus + ...	Analogue input status	Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueOutputStatus	R	S.IO.Slot1.AnalogueStatus + ...	Analogue input status	Public	S_IO
S.IO.Slot1.AnalogueOutput	R [2]	500		Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueOutput0	R	S.IO.Slot1.AnalogueOutput + ...	FC51(4...20mA) Warto...	Public	S_IO
IO.Slot1.AnalogueOutput1	R	S.IO.Slot1.AnalogueOutput + ...	Elektorzawór reg(0...10...	Public	S_IO

Rysunek 7. Zmienne Programu PG5- media mapping 1.

Slots / Symbols	Type	Address	Comments	Scope	Tags
PCD1.M2120, CPU with 512 KBytes code/text/DB flash memory and 128 KBytes extension memory (RAM for Text/DB from ad...					
I/O 0, 16 Digital In-/Outputs, 4 digital inputs, 4 digital outputs, 4 configurable in- or outputs, 2 interrupts, 1 PWM, 1 watchdog...					
S.IO.DigitalInput	F [16]	100		Public	S_IO
IO.DigitalInput0	F	S.IO.DigitalInput + 0	Praca elektrozawor 1	Public	S_IO
IO.DigitalInput1	F	S.IO.DigitalInput + 1	Praca elektrozawor 2	Public	S_IO
IO.DigitalInput2	F	S.IO.DigitalInput + 2	Czujnik zasilania	Public	S_IO
IO.DigitalInput3	F	S.IO.DigitalInput + 3	Praca FC51	Public	S_IO
IO.DigitalInput4	F	S.IO.DigitalInput + 4	Digital input 4 (usage...	Public	S_IO
IO.DigitalInput5	F	S.IO.DigitalInput + 5	Digital input 5 (usage...	Public	S_IO
IO.DigitalInput6	F	S.IO.DigitalInput + 6	Praca elekt. regulacji	Public	S_IO
IO.DigitalInput7	F	S.IO.DigitalInput + 7	Czujnik zasilania	Public	S_IO
IO.Interrupt0	F	S.IO.DigitalInput + 8	Wodomierz	Public	S_IO
IO.Interrupt1	F	S.IO.DigitalInput + 9	Rezerwa	Public	S_IO
IO.WatchdogStatus	F	S.IO.DigitalInput + 13	Status of watchdog out...	Public	S_IO
IO.PWMStatus	F	S.IO.DigitalInput + 14	Status of PWM output	Public	S_IO
IO.OutputDriverStatus	F	S.IO.DigitalInput + 15	Status of output driver	Public	S_IO
S.IO.DigitalOutput	F [16]	200		Public	S_IO
IO.DigitalOutput0	F	S.IO.DigitalOutput + 0	Elektrozawor 1	Public	S_IO
IO.DigitalOutput1	F	S.IO.DigitalOutput + 1	Elektrozawor 2	Public	S_IO
IO.DigitalOutput2	F	S.IO.DigitalOutput + 2	Elektrozawor reg.	Public	S_IO
IO.DigitalOutput3	F	S.IO.DigitalOutput + 3	Grzałka	Public	S_IO
IO.DigitalOutput4	F	S.IO.DigitalOutput + 4	Start FC51	Public	S_IO
IO.DigitalOutput5	F	S.IO.DigitalOutput + 5	Stop FC51	Public	S_IO
IO.DigitalOutput6	F	S.IO.DigitalOutput + 6	Digital output 6 (usage...	Public	S_IO
IO.DigitalOutput7	F	S.IO.DigitalOutput + 7	Digital output 7 (usage...	Public	S_IO
IO.PWMDigitalOutput	F	S.IO.DigitalOutput + 8	PWM digital output (us...	Public	S_IO
IO.RelayOutput	F	S.IO.DigitalOutput + 9	Relay output (watchdo...	Public	S_IO
I/O 1, 2 Analogue Inputs, 2 analogue inputs, -10...+10VDC, 0...20mA, Pt/Ni 1000 or resistance, connector X1.					
S.IO.AnalogueInput	R [2]	200		Public	S_IO
IO.AnalogueInput0	R	S.IO.AnalogueInput + 0	SONDA (4-20mA)	Public	S_IO
IO.AnalogueInput1	R	S.IO.AnalogueInput + 1	FC51 (4-20mA)	Public	S_IO
S.IO.StatusAnalogueInput	R [2]	202		Public	S_IO
IO.StatusAnalogueInput0	R	S.IO.StatusAnalogueInput + 0	Status analogue input 0	Public	S_IO
IO.StatusAnalogueInput1	R	S.IO.StatusAnalogueInput + 1	Status analogue input 1	Public	S_IO
Slot 0, PCD2.B100, 2 inputs, 24VDC, 8ms, electrically connected, 2 transistor outputs, 5...32VDC, 0.5A, electrically connecte...					
S.IO.Slot0.DigitalInput	F [8]	300		Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput0	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 0	Start FC-51	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput1	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 1	Stop FC-51	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput2	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 2	Presostat	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput3	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 3	Poziom suchobiegu	Public	S_IO
IO.Slot0.DigitalInput4	F	S.IO.Slot0.DigitalInput + 4	Poziom 1(ZB1)	Public	S_IO

Rysunek 8. Zmienne programu- media mapping 2.

Zmienne użyte w programie Control maestro pokazuje zdjęcie zamieszczone niżej.

Name	Description	Source	Format	Driver	Address	Record	Sample Rate	ID	Short Name
Enter text here	Enter text here	Ent...	Enter t...	Enter text ...	Enter text here	Enter text here	Enter text here	E	Enter text here
PID2_D		PLC	Float		0E0814	Never	Never	82	PID2_D
PID2_I		PLC	Float		0E0813	Never	Never	81	PID2_I
PID2_P		PLC	Float		0E0812	Never	Never	80	PID2_P
PID_D		PLC	Signed-32		0R0608	Never	Never	79	PID_D
PID_I		PLC	Signed-32		0R0607	Never	Never	78	PID_I
PID1_P		PLC	Signed-32		0R0606	Never	Never	77	PID1_P
ALARM_TEST	Testowanie alarmów	Dummy	Digital			Never		74	ALARM_TEST
PRĘDKOŚĆ_PO...		Comp...	Signed-32			Never		73	PREDKOSC_POMP...
4600	wartość 4600	Dummy	Signed-32			Never		71	4600
SUMA_R1_I_R2	Poziom zbiornika 2 zadany z control maestro(Podmienić)	Comp...	Signed-32			Never		70	SUMA_R1_I_R2
TEST_FLOAT	bramka kontrolna	Dummy	Float			Never		69	TEST_FLOAT
PRĘDKOŚĆ_ZAD...	Regulacja prędkości zadanej na falownik	PLC	Signed-32		0R0253	Never	Never	68	PREDKOSC_ZADA...
PROBA_LAMPKA	bramka kontrolna	Dummy	Digital			Never		67	PROBA_LAMPKA
CZUJNIK_ZALA...	czujnik zalania najwyższy	PLC	Digital		0F0107	Never	Never	66	CZUJNIK_ZALANI...
CZUJNIK_ZALA...	czujnik zalania środkowy	PLC	Digital		0F0102	Never	Never	65	CZUJNIK_ZALANI...
CZUJNIK_ZALA...	czujnik zalania najniższy	PLC	Digital		0F0600	Never	Never	64	CZUJNIK_ZALANI...
RĘCZNE_STERO...	włączenie sterowania ręcznego	PLC	Digital		0F0502	Never	Never	63	RECZNE_STEROW...
ZMIANA_REGUL...	1- pid(dostrajany), 0- pid(samonastrawialny)	PLC	Digital		0F0501	Never	Never	62	ZMIANA_REGULA...
ZAWOR_RECZN...	bramka umożliwiająca użycie klastra(nie steruje niczym)	Dummy	Signed-32			Never		61	ZAWOR_RECZNY...
POZIOM_ZBIOR...	Poziom zbiornika 2 zadany z control maestro(Podmienić)	Comp...	Signed-32			Never		60	POZIOM_ZBIORNI...
ZADANY_POZIO...	Poziom zbiornika zadany do utrzymania przez PID	PLC	Float		0E0254	Never	Never	59	ZADANY_POZIOM...
ELEKTRO_ZAW...	elektro zawór(sterowanie 0-1)	PLC	Digital		0F0303	Never	Never	58	ELEKTRO_ZAWOR1
RECZNE_OTAW...	sterowanie otwarciem zaworu	PLC	Float		0E0249	Never	Never	57	RECZNE_OTAWRC...
STARRT_FALOW...	włączenie/zatrzymanie pracy silnika	PLC	Digital		0F0251	Never	Never	56	STARRT_FALOWNI...
POZIOM_ZBIOR...	poziom w zbiorniku(w mtrach słupa cieczy)	PLC	Float		0E0250	Never	Never	55	POZIOM_ZBIORNI...

Rysunek 9. Zmienne użyte w programie Control maestro.