dr Maria Meler-Kapcia
Politechnika Gdańska

ANALIZA PODOBIEŃSTWA STRUKTURALNEGO W HIERARCHICZNYM MODELU BAZY DANYCH AUTOMATYKI SIŁOWNI OKRĘTOWEJ

W referacie przedstawiono hierarchiczną strukturę automatyki siłowni okrętowej do projektowania automatyki na podstawie rozwiązań zastosowanych na podobnych statkach na podstawie informacji zawartych w opisie technicznym i zestawieniu aparatury kontrolno-pomiarowej. Opracowany algorytm optymalizacji wielokryterialnej umożliwia wyszukiwanie statków podobnych o możliwie dużym nasyceniu automatyką przy stosunkowo niedużych jej kosztach.

STRUCTURAL SIMILARITY ANALYSIS IN DATABASE HIERARHICAL MODEL OF THE SHIP ENGINE ROOM AUTOMATION

This paper presents a hierarchical structure of the ship power plant automation for aided design on the basis of other designs of similar ships from its technical descriptions and specifications of control and measurement points. Elaborated multicriterial optimization algorithm of weighed profits was applied for searching out similar ships with maximal range of an automation elements and minimal costs.

1. WSTĘP

Brak precyzyjnych informacji o obiektach automatyzacji z innych pracowni zmusza projektanta automatyka do korzystania we wstępnych etapach z projektów podobnych statków wcześniej zbudowanych oraz standardów przyjmowanych przez stocznie w większości projektów.

Do uzyskiwania informacji o statkach zbudowanych zastosowano algorytm wyszukiwania statków podobnych zaimplementowany w aplikacji bazy danych Access we współpracy z systemem ekspertowym Exsys w oparciu o opracowane metody obliczania podobieństwa oraz zaprojektowaną strukturę bazy danych automatyki siłowni.

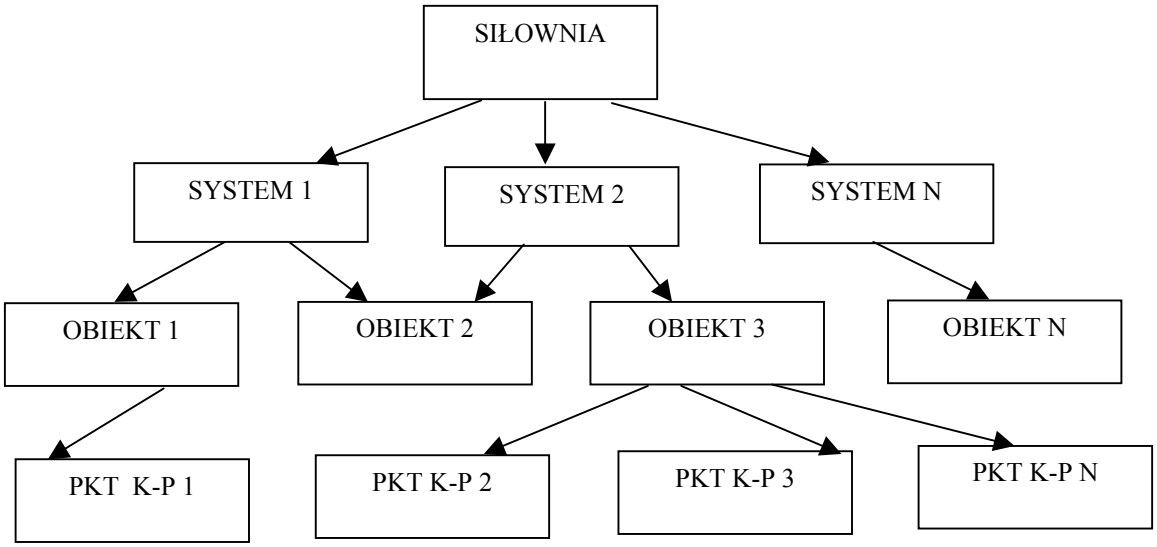
W przypadku znalezienia wielu statków podobnych na podstawie ich parametrów ogólnych przewidziany jest następny etap realizacji poszukiwania najlepszego rozwiązania w oparciu o informacje zawarte w opisie technicznym oraz zestawieniu aparatury kontrolno-pomiarowej zastosowanej na tych statkach. W tym etapie poszukiwany jest statek o możliwie dużym nasyceniu automatyką przy stosunkowo niedużych jej kosztach (rozmyte kryterium optymalizacji).

2. STRUKTURA HIERARCHICZNA AUTOMATYKI

Dla realizacji zadania znalezienia statku podobnego o stosunkowo dużym nasyceniu automatyką przy niedużych jej kosztach dokonano klasyfikacji struktury automatyki, która jest wielopoziomowa i obejmuje automatykę:

- siłowni
- systemów
- obiektów
- punktów kontrolno-pomiarowych.

Poszczególne poziomy tej struktury przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Struktura projektowania automatyki siłowni

Opisem struktury automatyki w bazie danych jest tabela 1 zawierająca punkty kontrolno-pomiarowe systemu paliwa charakterystyczne dla silników Sulzera (oznaczone kodem S), zmodyfikowana na podstawie zestawienia aparatury pochodzącego ze statków B500 i B369, dotyczącego różnych obiektów tego systemu.

Tabela 1. Fragment zmodyfikowanej tabeli projektowej systemu paliwa

NR STATKU /KOD DOST	SYSTEM	NR OB	NR PKT	OPIS
B369	B	141	B 258/1-	WIRÓWKA P.D. No1- -awaryjne odstawienie
B369	B	141	B 259	WIROWKA P.D. No1- -awaria
S	B	130	B 260	PALNIK KOTŁA VX - rozdz. sterowania
S	B	130	B 261	PALNIK KOTŁA VX - praca
S	B	130	B 262	PALNIK KOTŁA VX - awaria
B500	B	125	B 300	POMPA TRANSPORTOWA.PAL.CIĘŻ. - start
B500	B	125	B 301	POMPA TRANSPORTOWA.PAL.CIĘŻ. - stop
B500	B	125	B 302	POMPA TRANSPORTOWA.PAL.CIEZ. - praca
B500	B	125	B 303	POMPA TRANSPORTOWA.PAL.CIĘŻ. - zd.ster.
B500	B	125	B 304	POMPA TRANSPORTOWA.PAL.CIĘŻ. - awaria
S	B	126	B 310	POMPA TRANSPORTOWA. PAL. DIESL. - start
S	B	126	B311	POMPA TRANSPORTOWA. PAL. DIESL. - stop

Obiekty występujące w tym systemie pochodzą z tabeli Obiekty (tabela 2), w której zawarte są informacje o wszystkich obiektach statku.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Tabela 2. Obiekty występujące w systemie paliwa

NR OB	DESCRIPTION	NAZWA OBIEKTU
125	HFO TRANSFER PUMP	POMPA TRANSPORTOWA PALIWA CIĘŻKIEGO
126	DO TRANSFER PUMP	POMPA TRANSPORTOWA PALIWA DIESLOWEGO
130	AUX. BOILER BURNER	PALNIK KOTŁA POMOCNICZEGO
131	BURNER HFO FEED PUMP	POMPA ZASIL.PALIWEM CIĘŻ. PALNIK KOTŁA
133	BURNER FUEL HEATER	PODGRZEWACZ PALIWA DO KOTŁA
140	HFO SEPARATOR	WIRÓWKA PALIWA CIĘŻKIEGO
141	DO SEPARATOR	WIRÓWKA PALIWA DIESLOWEGO

Poszukiwanie najkorzystniejszej struktury automatyki siłowni odbywa się na podstawie zapisów zawartych w opisie technicznym oraz zestawieniu aparatury kontrolno-pomiarowej.

Na etapie tworzenia ***opisu technicznego*** są analizowane parametry ogólne (zapisy) dotyczące siłowni oraz jej systemów. Występują one w strukturze opisu technicznego, która przedstawia się następująco:

```
67. AUTOMATYKA SIŁOWNI I SYSTEMÓW OGÓLNOSTATKOWYCH

67.0. ZAKRES AUTOMATYZACJI

67.1. STANOWISKA STEROWANIA

  67.1.1. Centrala Manewrowo-Kontrolna (CMK)
  67.1.3. Skrzydła mostka
  67.1.4. Stanowisko sterowania lokalnego napędem głównym
  67.1.5. Biuro pokładowe

67.2. UKŁAD ZDALNEGO STEROWANIA NAPĘDEM GŁÓWNYM

67.3. AUTOMATYKA ELEKTROWNI STATKU

67.4. UKLAD ALARMOWY, MONITOROWANIE SIŁOWNI I SYSTEMÓW OGÓLNOSTATKOWYCH

67.5. STEROWANIE SYSTEMAMI I URZĄDZENIAMI SIŁOWNI

67.6. STEROWANIE SYSTEMAMI SPECJALNYMI

  67.6.1. Sterowanie wentylatorami ładowni
  67.6.2. Sterowanie układem wyrównywania przechyłów statku
  67.6.3. Monitorowanie kontenerów chłodzonych
```

Opis techniczny, tworzony w systemie ekspertowym, określony jest w pełni przez zestaw danych wejściowych wprowadzonych do tego systemu. Dane te mogą być przekazane przez użytkownika lub pobrane z bazy danych w całości lub w części (wówczas uzupełniającą cześć informacji wejściowych musi wprowadzić użytkownik).

W bazie wiedzy systemu zawarte są reguły określające, jakie fragmenty tekstu będą wstawione w odpowiednie miejsca opisu technicznego, w zależności od informacji wejściowej. Wydruk fragmentu bazy wiedzy dla wspomagania tworzenia opisu technicznego

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

zamieszczony został poniżej. Utworzona baza wiedzy została zweryfikowana przez projektantów automatyki okrętowej.

1 TOWARZYSTWO_KLASYFIKACYJNE może być jednym z następujących: PRS, DNV, GL, LR, BV, RS.

2 KLASA_STEROWNI identyfikowana jako: N, W1, W1-OC lub brak.

3 MIEJSCE_INSTALOWANIA_PANELI_AUTOMATYKI_ELEKTROWNI może przyjmować wartość w pulpicie automatyki lub w rozdzielnicy głównej.

4 SPOSÓB_STEROWANIA_URZĄDZENIAMI_SIŁOWNI może być:

- zintegrowany z komputerowym układem alarmów, monitoringu i sterowania
- w oparciu o sterowniki programowalne (PLC)
- za pomocą niezależnych układów sterowania

5 DRUKARKA_STANÓW_ALARMOWYCH_I_REJESTRACJI_DANYCH występuje lub jej brak.

6 CZĘSTOTLIWOŚĆ_SIECI_STATKOWEJ może przyjmować wartość 50 Hz lub 60 Hz.

7 MIERNIKI_WAŻNIEJSZYCH PARAMETRÓW_SYSTEMÓW_SIŁOWNIANYCH występują w pulpicie CMK lub nie występują.

8 RODZAJ_ŚRUBY: stała lub nastawna.

9 LICZBA_SILNIKÓW_GŁÓWNYCH: 1 lub >1.

10 PRĄDNICA_WAŁOWA: jest lub brak.

11 RODZAJ_REGULATORA_PRĘDKOŚCI_OBROTOWEJ_SG: Elektroniczny lub Hydrauliczny.

12 POWIĄZANIE_ZDALNEGO_STEROWANIA_NAPĘDEM_GŁÓWNYM_ZE_ZINTEGROWANYM_SYSTEMEM _NAWIGACYJNYM_(INS): istnieje lub brak.

13 FUNKCJE_PMS: Automatyka "Black-Out Start" lub Pełna automatyka.

14 FUNKCJE_PMS_DODATKOWE_-_PRZYGOTOWANIE_REZERWY_MOCY: jest lub brak.

15 FUNKCJE_PMS_DODATKOWE_-_"SECURED_RUNNING":jest lub brak.

Poszczególne zapisy występują w obrębie klas zapisów. Mogą one mieć charakter pytań (Q) lub zmiennych liczbowych (L), których przykładowe wartości występują w tabeli 3.

Tabela 3. Zapisy w opisie technicznym

Klasa zapisów	Zapis	Pytania i zmienne
Tow. klas. i klasa automatyki	tow. klasyfikacyjne	Q1,
	klasa automatyki	Q36, Q37, Q38, Q39, Q40, Q41
	klasa sterowni	Q2
	tryb pracy siłowni	Q4
Napęd główny	rodzaj śrub	Q8
	liczba silników głównych	Q9
	sterowanie nap. głównym	Q16
	typ i producent SG	Q15
	kontrola pracy NG	Q12
Systemy siłowniane	system wody chłodzącej	
	system oleju smarnego	
	system spręż. powietrza	L10,
	system paliwowy	Q29, L12,
	system kotłów i pary	
Systemy poza siłownią	system zęzowy	L15 (p.-py gł), L15 (p.-py resztk.), L28
	system balastowy	L16, L17,

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

	system transp. paliwa	L86, L87
	system wentyl. i klimat.	L13, L21
	kontenery chłodzone	L109, L110
	syst. utrz. param. ładowni	L58
	system wyr. przechyłów	Q32, L25, L26, L27
	system p.-pożarowy	L9, L19, L20
	zdalny pom. poziomu w zb.	Q24, L3, L18
Elektrownia	liczba zespołów prądotwórczych	
	liczba prądnic wałowych	Q14,
	napięcie sieci	Q8,
	zakres automatyki elektr.	Q3, Q17, Q18,
Automatyka	stopień integracji automatyki	Q5, Q6,Q7, Q9, Q10, Q11, Q23, Q25, Q26,Q27, Q28, Q30, Q31, L4, L5, L6, L7, L8, L11,L22, L23, L24
	ster. urz. siłowni	
	ster. urz. poza siłownią	
	liczba we/wy syst. autom.	L1, L2,

Dane dotyczące automatyki obiektów i punktów kontrolno-pomiarowych pochodzą z ***zestawienia aparatury kontrolno-pomiarowej,*** które tworzone jest przez aplikację w systemie bazy danych Access.

Przykładowe zapisy dotyczące aparatury kontrolno-pomiarowej systemu sterowania i zabezpieczeń SG Sulzera zawarto w tabeli 4.

Tabela 4. Fragment tabeli projektowej systemu sterowania i zabezpieczeń SG statku dla silników Sulzera

KOD	ITEM_NO	CODE	OPIS	NR OB	AI	AIQ	DIQ	SEN_TYPE	SEN_NAME	SEN_PRODUC
S	A3731-2A	TIAH	S.G. TURBOSPRĘŻ. Nr 1-3 GAZY WYD.TEMP.dol	1	4-20mA	2		MB158S286K25	NICRAL	AUTRONICA
S	A4031-2A	TIAHL	S.G. POWIETRZE DOŁAD.ZA CHŁOD. Nr1 -temp.	1	Pt-100	1		MN524S200U	Pt-100	AUTRONICA
S	A4041C	PI	S.G. POWIETRZE DOŁADOW. W ZASOBNIKU-cisń.	1	4-20mA				transducer	
S	A4051-2L	PCS	S.G. POWIETRZE DOŁADOW. W ZASOBNIKU-cisń.	1					presostat	
S	A4071A	LAH	S.G. ZASOBNIK POW.DOŁADOWANI A-WODA -poz.	1			1	ALV1.5VUL120	level sensor	H.KUEBLER AG
S	A4081-8A	TIAH	S.G.PRZESTRZEŃ POD TŁOKIEM NR 1-11 -temp.	1	Pt-100	8		*	Pt-100	AUTRONICA
S	A4081-8S	TISH	S.G. PRZESTRZEŃ POD TŁOKIEM Nr 1-11 -temp.	1	Pt-100	8		MB286S200U	Pt-100	AUTRONICA

Oznaczenia ważniejszych pól tej tabeli są następujące:

KOD – oznaczenie dostawcy silnika głównego (S-Sulzera, B-MAN B&W),

ITEM_NO – identyfikator punktu kontrolno-pomiarowego (stanu pracy i punktów alarmowych) poprzedzony jednoliterowym oznaczeniem systemu np. C – oleju smarnego,

CODE – 2-6-znakowy kod czujnika według: rodzaju i funkcji stosowany na schematach.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

OPIS – opis stanu lub urządzenia kontrolowanego (często jest to rodzaj alarmu). Opis podawany jest zarówno w języku polskim, jak i angielskim,

NR OB. – numer automatyzowanego obiektu według tabeli obiektów,

AI – typ wejścia analogowego (ON/OFF, 4-20 mA, Pt 100, 0-10 V, potenc., NiCrNi),

AIQ – liczba wejść analogowych,

DIQ – liczba wejść cyfrowych,

SEN_TYPE (TYP ELEM) – typ czujnika,

SEN_NAME (NAZWA ELEM) – nazwa czujnika,

SEN_PRODUC – producent czujnika.

Na poziomie **obiektów** analizowane są informacje pochodzące z zestawienia aparatury kontrolno-pomiarowej:

w pierwszym etapie zliczane są wejścia oraz wyjścia cyfrowe na podstawie pola DIQ – jako liczba wejść cyfrowych oraz DOQ – jako liczba wyjść cyfrowych, ze względu na NR OB (numer obiektu) według tabeli obiektów,

w drugim etapie zliczane są poszczególne rodzaje wejść analogowych na podstawie pola AIQ jako liczba wejść analogowych według NR OB.(numeru obiektu) oraz w polu AI jako typ wejścia analogowego, które może być: ON/OFF, 4-20 mA, Pt 100, 0-10 V, potenc., NiCrNi),

w trzecim etapie sumowane są ilości czujników według rodzajów oraz typów i zakresów pracy na podstawie pola Q-TY jako liczba czujników danego typu według: nazwy czujnika, typu czujnika, nazwy producenta czujnika oraz zakresu pracy czujnika.

3. ALGORYTM OPTYMALIZACJI STRUKTURY AUTOMATYKI STATKU

Do wspomagania projektowania w tym systemie zastosowano algorytm optymalizacji wielokryterialnej dla doboru automatyki na podstawie analizy podobieństwa hierarchicznego: całej siłowni, jej systemów oraz obiektów statku projektowanego do poszczególnych statków przechowywanych w bazie danych.

Zadania tego algorytmu są następujące:

1. Poszukiwanie podobieństwa między strukturami automatyki
2. Optymalizacja kosztów i zakresu automatyki.

W pierwszym etapie algorytmu poszukiwana jest struktura automatyki statku najbardziej podobnego, opisanego poprzez strukturę i liczbę elementów występujących w układzie automatyki (struktura i liczba obiektów, czujników itd.). Poprzez porównanie ze strukturą automatyki innych statków zbudowanych klasyfikuje się ją w kategoriach rozmytych jako: identyczną, lepszą lub gorszą. Porównanie to odbywa się na podstawie opisu technicznego, a następnie zestawienia aparatury kontrolno-pomiarowej.

W drugim etapie algorytmu, w oparciu o istniejącą strukturę, wyszukuje się w katalogach bazy danych układy i urządzenia automatyki, minimalizując koszty i maksymalizując współczynnik możliwości (zakresu) automatyki do tych kosztów. W tym etapie poszukiwany jest statek o możliwie dużym nasyceniu automatyką przy stosunkowo niedużych jej kosztach – rozmyte kryterium optymalizacji. Zastosowano tu metodę optymalizacji hierarchicznej, która polega na sprowadzeniu optymalizacji wielokryterialnej do optymalizacji kolejno wykonywanej względem wszystkich kryteriów. W tym celu należy:

- uszeregować kryteria od najważniejszego (f_1) do najmniej ważnego (f_M)
- znaleźć rozwiązanie optymalne X^1 względem kryterium f_1 i pierwotnych ograniczeń

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

- poszukiwać rozwiązań optymalnych X^i, i = 2, 3, ..., M, względem pozostałych kryteriów przy wprowadzeniu dodatkowych ograniczeń.

Prowadzenie obliczeń kosztów dokonywane jest dwiema metodami:

- metodą szacunkową – we wstępnych etapach projektowania na podstawie opisu technicznego i bazy cen standardowych
- metodą dokładną – w dalszych etapach projektowania na podstawie informacji z zestawienia aparatury kontrolno-pomiarowej i z zestawienia materiałów oraz danych z ofert i kontraktów na zakup wyposażenia automatyki.

Przyjęta metoda obliczeń polega na szacowaniu kosztów w oparciu o informacje cenowe pochodzące z wcześniej zbudowanych statków, które są sprowadzane do tzw. cen standardowych, tj. cen za urządzenia dla statku o umownym standardowym zakresie wyposażenia. Szczegółowa lista tego wyposażenia wraz z przyjętymi cenami stanowi „Kalkulację kosztów automatyki", która obejmuje m.in.: zintegrowany układ alarmowy/ sterowania/monitoringu, pulpit CMK, układ zdalnego sterowania SG, układ diagnostyki SG, układy automatyki zespołów prądotwórczych, przetworniki ciśnienia, presostaty, termostaty, czujniki poziomu, czujniki temperatury itd.

W kryteriach algorytmu optymalizacji uwzględniono:

- minimalną cenę obliczeniową
- minimalny termin dostawy
- maksymalny rabat
- maksymalny okres gwarancji
- preferencje dostawcy lub ich brak

Do wyszukiwania statku podobnego wykorzystano klasyczną metodę ważonych zysków. W metodzie tej współrzędne wektora zysków – podobieństw cząstkowych są agregowane w pojedynczą funkcję zysku – podobieństwa sumarycznego za pomocą przekształcenia:

$$pg_{is} = \boldsymbol{ws} * \boldsymbol{ps_{is}}' \tag{1}$$

$$\boldsymbol{ps_{is}=sum((\ mo.\ *m\ po_{is})')} \tag{2}$$

gdzie: pg_{is} – podobieństwo sumaryczne automatyki całego statku,

$\boldsymbol{ps_{is}}'$ – wektor kolumnowy podobieństw cząstkowych automatyki systemów,

$\boldsymbol{ws}$ – unormowany wierszowy wektor wag systemów równy $[w_1\ w_2 \ldots w_{ip} \ldots w_{lp}]$, $w_{ip} \in <0,1>$ oraz $\Sigma wg_{ip}[i]=1$,

mo – macierz wag obiektów poszczególnych systemów,

$\mathbf{mpo_{is}}$ – macierz podobieństw obiektów poszczególnych systemów

is – identyfikator statku,

* – iloczyn skalarny,

Proces wyszukiwania jest realizowany na podstawie parametrów statku jako danych wejściowych dla algorytmu. Liczba tych parametrów jest ograniczona i może zawierać się w granicach od jednego do kilkudziesięciu.

Podobieństwo statków obliczone w aplikacji bazy danych przekazywane jest do systemu ekspertowego w postaci tabelarycznej. Wraz z podobieństwami cząstkowymi i sumarycznym

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

z bazy danych przekazywane są wartości wybranych parametrów, na których podstawie system ekspertowy oblicza podobieństwa rozmyte i wyszukuje statki podobne. Podobieństwa te mogą być też obliczane w aplikacji bazy danych, bez udziału systemu ekspertowego, obniżając znacznie koszty eksploatacji opracowanego systemu wspomagania projektowania.

W wyniku działania algorytmu optymalizacji projektowania automatyki siłowni wytypowany został statek podobny, którego opis techniczny obejmuje wybrane zapisy:

O charakterze opisowym:

TOWARZYSTWO_KLASYFIKACYJNE DNV

KLASA_STEROWNI W1-OC

SPOSÓB_STEROWANIA_URZĄDZENIAMI_SIŁOWNI zintegrowany z komputerowym układem alarmów, monitoringu i sterowania

CZĘSTOTLIWOŚĆ_SIECI_STATKOWEJ 50 Hz

RODZAJ_ŚRUBY nastawna

LICZBA_SILNIKÓW_GŁÓWNYCH >1

FUNKCJE_PMS Pełna automatyka

W postaci danych liczbowych:

L_AI_AL_I_MONIT = 13

L_BI_AL_I_MONIT = 12

L_POMP_ZEZ_GL = 2

L_POMP_RESZTK = 3

L_POMP_SYS_BAL = 3

Zestawienie aparatury wytypowanego statku podobnego obejmuje punkty kontrolno-pomiarowe dotyczące systemu sterowania i zabezpieczeń silnika głównego (SG), z których wybrane fragmenty umieszczono w tabeli 5.

Tabela 5. Fragment tabeli aparatury statku zbudowanego – systemu sterowania i zabezpieczeń SG

NR PRO	ITEM_NO	CODE	OPIS	NR OB	AI	AIQ	DIQ	SEN_NAME	SEN_TYPE	SEN_PRODUC
B500	A4041	LAH	S.G. ZASOBNIK POW.DOŁADOWANIA	1			1	level sensor	ALV1.5VUL120	H.KUEBLER AG
B500	A4141	TAH	S.G. POWIETRZE DOŁAD.-temp.	1	Pt-100			Pt-100	MN524S200U	AUTRONICA
B500	A4151-8	TIAH	S.G. PRZESTRZEŃ POD TŁOKIEM Nr1-8 -	1	Pt-100	8		Pt-100	*	AUTRONICA
B500	A4161-8	TISH	S.G. PRZESTRZEŃ POD TŁOKIEM Nr1-8 -	1	Pt-100	8		Pt-100	MB286S200U	AUTRONICA
B500	A4181	PCS	S.G. POWIETRZE DOŁADOW. W	1				presostat		
B500	A4271-8A	TIAH	S.G. GAZY WYD.CYL.Nr 1-8	1	4-20mA	8		NICRAL	MB158S286K25	AUTRONICA
B500	A4331-3A	TIAH	S.G.TURBOSPRĘŻ.Nr 1-3 GAZY	1	4-20mA	2		NICRAL	MB158S286K25	AUTRONICA
B500	A4391-3		S.G. TURBOSPRĘŻARKA					transducer	*	DISA

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

4. PODSUMOWANIE

W projektowaniu automatyki często stosuje się rozwiązania projektowe statków podobnych, stanowi ono bowiem końcową fazę projektowania, w której istnieje konieczność uwzględniania szerokiego zakresu informacji przez projektanta automatyki w stosunkowo krótkim czasie.

Zastosowany algorytm optymalizacji wielokryterialnej, w przypadku znalezienia wielu statków podobnych na podstawie parametrów ogólnych siłowni, poszukuje statku o możliwie dużym nasyceniu automatyką przy stosunkowo niedużych jej kosztach, stosując rozmyte kryterium optymalizacji. Dla realizacji tego algorytmu przewidziano wielopoziomową strukturę automatyki statku obejmującą: automatykę siłowni, systemów, obiektów oraz punktów kontrolno-pomiarowych.

5. LITERATURA

1. ACCESS 2007 PL: The Missing Manual, Helion 2007.
2. KOWALSKI Z., ARENDT R., MELER-KAPCIA M., ZIELIŃSKI S.: An expert system for aided design of ship systems automation. Expert Systems with Applications, 2001, Vol, 20, No, 3, 261 - 266.
3. KOWALSKI Z., ARENDT R., MELER-KAPCIA M., ZIELIŃSKI S.: System ekspercki projektowania automatyki statków, Pomiary, Automatyka, Robotyka Nr 7-8 2001, 6-9.
4. KOWALSKI Z., MELER-KAPCIA M., ZIELIŃSKI S.: Dobór funkcji podobieństwa w systemie eksperckim dla projektowania automatyki statków. Konferencja NT Automatyzacja – Nowości i Perspektywy AUTOMATION 2002.
5. KOWALSKI Z., MELER-KAPCIA M., ZIELIŃSKI S., DREWKA M.: CBR methodology application in an expert system for aided design ship's engine room automation, Expert Systems with Applications 29, 2005, 256-263.
6. MELER-KAPCIA M., ZIELIŃSKI S., KOWALSKI Z.: On application of some artificial intelligence methods in ship design. Polish Maritime Research 2005 no 1.
7. MELER-KAPCIA M.: Algorithm for searching out similar chips within expert system of computer aided preliminary design of ship power plant, Polish Maritime Research 2008 no 3.
8. USER MANUAL EXSYS Professional - Expert System Development Software, MULTILOGIC, May 1997.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl