

## INFORMATYCZNE ASPEKTY INTEGRACJI KOPALNIANYCH SYSTEMÓW DYSPOZYTORSKICH

### 27.1 WSTĘP

Dyspozytornia zakładowa stanowi główny punkt nadzoru i podejmowania decyzji związanych z funkcjonowaniem zakładu górniczego. W dyspozytorniach tych eksploatuje się różne systemy nadzoru, posiadające zazwyczaj rozbudowaną i złożoną strukturę oraz składające się z dużej ilości urządzeń końcowych. Systemy te gromadzą i przetwarzają duże ilości danych. Przetwarzane dane pochodzą z wielu źródeł, posiadają różny charakter, wynikający z przeznaczenia systemu: pomiary gazometryczne, identyfikacja oraz lokalizacja załogi, maszyn, informacje o pracy maszyn górniczych itp. W zdecydowanej większości przypadków, każdy system jest dziełem niezależnego producenta, co skutkuje tym, że dane wytworzone w obrębie systemu są niedostępne poza tym systemem. W związku z tym systemy te posiadają swoje własne archiwa, w których gromadzą dane oraz indywidualne narzędzia wizualizacji. Zawężenie dostępności przetwarzanych danych do autonomicznych systemów wytwarzających te dane, skutkuje ograniczeniem możliwości porównywania i analizy danych pochodzących z różnych systemów. System THOR jest nadrzędnym systemem dyspozytorskim, stanowiącym nakładkę integrującą systemy autonomiczne [5, 6, 7, 8].

W każdym systemie dyspozytorskim możemy wyróżnić warstwę fizyczną i programową stanowiącą „mózg” każdego systemu. Oprogramowanie eksploatowanych obecnie w polskich zakładach górniczych systemów dyspozytorskich zostało stworzone przez różne zespoły programistów, w różnych okresach czasowych. Aplikacje te wykonane są często w odmiennych środowiskach programistycznych (MS Visual Studio, Borland Embarcadero RAD Studio) i językach programowania (C++, Delphi/Pascal, C#) przy wykorzystaniu różnych technik programowania, które zmieniają się wraz z upływem czasu. Każdy zespół programistów posiada własne przyzwyczajenia i preferencje co do realizacji stawianych im zadań. W związku z powyższym nie ma jednego wspólnego protokołu komunikacyjnego umożliwiającego swobodną wymianę danych pomiędzy różnymi

systemami dyspozytorskimi w polskich kopalniach [6].

Z tego względu przy projektowaniu modułowego systemu THOR, postanowiono wyodrębnić niezależne elementy odpowiedzialne za: komunikację z systemem zewnętrznym, pobieranie danych i sterowanie. Elementy te nazwane zostały sterownikami komunikacyjnymi i pełnią rolę interfejsów pomiędzy systemem THOR i systemami zewnętrznymi. Każdemu systemowi zewnętrznemu jest przypisany jeden sterownik, a wszystkie sterowniki pracują pod kontrolą programu – usługi THORService. Sterowniki pobierają dane z systemów zewnętrznych i konwertują je do ujednoczonych struktur systemu THOR, dzięki czemu możliwe jest ich dalsze jednakowe przetwarzanie [6].

## 27.2 SYSTEM DYSPOZYTORSKI THOR

System dyspozytorski THOR (producent SEVITEL, Katowice) jest rozbudowanym i dostosowanym do potrzeb zakładów górniczych systemem typu SCADA/GIS (ang. *Supervisory Control And Data Acquisition/Geographic Information System*). Jest to system wizualizacji, monitoringu, archiwizacji, raportowania i sterowania. Może on zostać wykorzystany w dowolnym obiekcie, w którym istnieje potrzeba [7]:

- ciągłego monitorowania stanu: maszyn, urządzeń, załogi, środowiska,
- gromadzenia i archiwizacji przetwarzanych danych oraz ich bieżącej wizualizacji,
- zaawansowanego raportowania, alarmowania i analizy danych,
- sterowania urządzeniami.

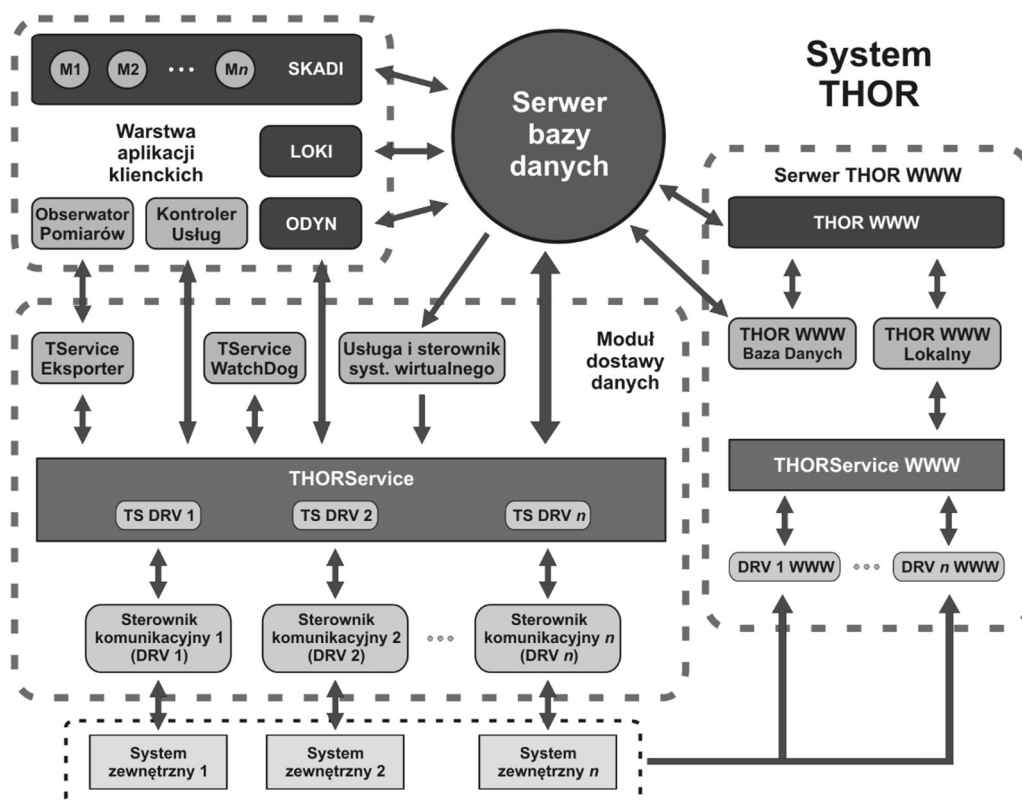
Przeznaczeniem systemu jest pełnienie roli nadrzędnego systemu dyspozytorskiego, nakładki na pozostałe systemy autonomiczne. Zastosowanie w dyspozytorni jednego systemu nadzoru nad wieloma systemami dyspozytorskimi umożliwia dostęp do danych, ich wizualizację w jednolity sposób, z możliwością wzajemnego przenikania się, tzn. równoczesnego obserwowania w jednym miejscu (wykres, plansza), danych pochodzących z różnych systemów (praca kombajnów, pomiary metanu itp.). Dzięki integracji systemów możliwym jest również wspólne raportowanie, analiza i alarmowanie o sytuacjach niebezpiecznych lub nietypowych. System THOR posiada następujące cechy [7]:

- może współpracować z dowolnym systemem eksploatowanym w zakładzie górniczym,
- zapewnia jednolite podejście do danych oraz wspólny sposób ich przetwarzania,
- posiada szereg możliwości prezentacji danych dostępnych w systemie,
- posiada wiele możliwości konfiguracji poszczególnych elementów systemu zapewniających indywidualną funkcjonalność,
- separuje czynności administracyjne od użytkowych, zapewnienia wysoki poziom bezpieczeństwa oraz rejestrację istotnych zdarzeń i operacji wykonanych w systemie,
- dostęp do funkcji systemu jest uzależniony od posiadanych uprawnień.

### 27.2.1 Struktura systemu THOR

Na rys. 27.1 przedstawiono strukturę systemu THOR. System składa się z trzech podstawowych części: serwer bazy danych, moduł dostawy danych, warstwa aplikacji klienckich oraz jednej opcjonalnej: serwer WWW [7].

Serwer bazy danych stanowi centralną część systemu, odpowiadającą za: przetwarzanie, archiwizację i udostępnienie danych, w sposób jednolity, niezależny od ich pochodzenia oraz charakteru. W warstwie programowej oparty jest o system zarządzania bazą danych *Microsoft SQL Server*, a w warstwie fizycznej o wydajne stacje serwerowe zapewniające wysoki poziom wydajności i bezpieczeństwa.



Rys. 27.1 Schemat strukturalny systemu dyspozytorskiego THOR

Źródło: [7]

Zadaniem modułu dostawy danych jest komunikacja z systemami zewnętrznymi, dostarczanie danych dla systemu THOR i sterowanie. Moduł tworzą:

- sterowniki komunikacyjne,
- usługa THORService – program uruchomiony w trybie usługi odpowiedzialny za nadzór i konfigurację sterowników komunikacyjnych, pobieranie z nich danych, analizę i zapis nowych danych do bazy, generowanie komunikatów alarmowych,
- usługa i sterownik systemu wirtualnego – zespół programów realizujących zadania na potrzeby systemu czujników wirtualnych (logicznych),
- pozostałe programy pomocnicze: THORService WatchDog (program nadzorca pracy usług), THORService Eksporter (program dla dodatkowej dystrybucji danych).

Warstwę aplikacji klienckich tworzą programy umożliwiające użytkowanie systemu:

- SKADI – główny program obsługi systemu, zapewnia wizualizację, raportowanie, analizę i kontrolę nad wszystkimi obiektami przetwarzanymi w systemie THOR,
- LOKI – narzędzie administracyjne umożliwiające przygotowanie plansz i map,
- ODYN – narzędzie administracyjne przeznaczone do konfiguracji systemu,
- programy dodatkowe: Kontroler usług (restart usług systemowych),
- Obserwator Pomiarów (śledzenie pomiarów z pominięciem bazy danych).

Serwer THOR WWW stanowi opcjonalną część systemu (osobny komputer z uruchomionym na nim serwerem WWW i dedykowanymi aplikacjami). Odpowiada za dystrybucję danych w postaci stron WWW (może pracować bez serwera bazy danych systemu THOR). Istotnym elementem jest sieć komputerowa stanowiąca kanał telekomunikacyjny dla przepływu danych pomiędzy punktami procesowymi, wykonawczymi systemu. W typowych instalacjach systemu THOR (ze względu na obowiązujące przepisy [4]), zainstalowane są dwa serwery bazodanowe: serwer główny i serwer lustrzany (serwer dystrybucji danych).

### 27.2.2 Przetwarzanie danych

Jednym z kluczowych zadań systemu dyspozytorskiego jest jednolite podejście do danych i wynikający z tego wspólny sposób ich przetwarzania, który jest niezależny od pochodzenia i rodzaju informacji wpływających do dyspozytorni. Realizacja tego zadania jest możliwa dzięki zdefiniowaniu globalnych reguł i struktur, ujednoczonych na poszczególnych etapach przetwarzania, do których konwertowane są wszystkie dane pochodzące z systemów zewnętrznych. W systemie stworzono pojęcie podstawowego obiektu (zmiennej), opisanego zestawem wspólnych cech, który odpowiada pojedynczej wielkości w świecie rzeczywistym. Każda wielkość w świecie rzeczywistym jest konwertowana do struktur opisujących obiekt podstawowy, co zapewnia przetwarzanie wszystkich danych w sposób jednakowy. Z punktu widzenia systemu nie jest istotnym faktyczne znaczenie przetwarzanej informacji, gdyż interpretacja właściwości obiektów jest realizowana w aplikacjach użytkowych [5, 7].

## 27.3 STEROWNIKI KOMUNIKACYJNE

### 27.3.1 Przeznaczenie sterowników

Sterowniki komunikacyjne [2, 6] są niezależnymi programami, w postaci dynamicznie ładowanych bibliotek DLL, których głównym zadaniem jest: pobieranie danych z systemów zewnętrznych, ich analiza i konwersja do struktur systemu THOR, a także przekazywanie ujednoczonych paczek danych do programu usługi THORService oraz realizacja sterowania pomiędzy systemem THOR a autonomicznym systemem zewnętrznym. Każdemu systemowi zewnętrznemu podłączonemu do systemu THOR, dedykowany jest jeden, indywidualny sterownik

komunikacyjny. Dodanie nowego systemu nie pociąga za sobą konieczności rekompilacji bazowych elementów systemu THOR, a jedynie wykonanie i załadowanie dedykowanego sterownika. W zakładach górniczych eksploatowane są aktualnie dwie generacje sterowników różniące się funkcjonalnością oraz projektem i kodowaniem. Sterowniki komunikacyjne są tworzone w języku C++ w środowisku Borland/Embarcadero RAD Studio C++ Builder (2009/2010) przy wykorzystaniu biblioteki STL oraz VCL.

### 27.3.2 Struktura sterownika komunikacyjnego

Ze względu na realizowane funkcje w sterowniku możemy wyróżnić trzy części:

- część usługi (wspólna) – realizacja zadań od strony programu usługi THORService: konfiguracja parametrów sterownika, sterowanie pracą, odczyt aktualnego statusu, pobieranie ze sterownika danych konfiguracyjnych i pomiarowych urządzeń oraz statusów pomiarowych systemu;
- część systemu zewnętrznego (indywidualna) – realizacja zadań związanych z obsługą komunikacji z systemem zewnętrznym: nawiązywanie i kontrola połączenia, pobieranie danych oraz ich analiza i konwersja do systemu THOR;
- część ogólnego przeznaczenia – czyszczenie list danych, konwersje czasu, numerów błędów, zapis do pliku logów.

Interfejs sterownika komunikacyjnego od strony programu usługi THORService jest ujednolicony i niezależny od przeznaczenia sterownika. Obejmuje on wspólny zestaw reguł działania, funkcji komunikacyjnych oraz struktur danych. Sterownik, jako program w postaci biblioteki DLL, udostępnia programowi usługi THORService grupę funkcji bibliotecznych. Patrząc od strony systemu źródłowego, każdy sterownik realizuje te same zadania, ale w indywidualny sposób, dostosowany do interfejsów i specyfiki danego systemu źródłowego.

Sterowniki komunikacyjne są wykonane przy wykorzystaniu obiektowych technik programowania. Podstawowym elementem sterownika jest obiekt silnika. Podczas ładowania sterownika do pamięci jest tworzony obiekt silnika oraz pomocniczy obiekt warsztatowy, zawierający funkcje i zmienne ogólnego przeznaczenia. Klasa bazowa silnika zawiera zestaw pól (zmiennych) i metod służących realizacji zadań takich jak: organizacja struktur danych, obsługa komunikacji pomiędzy sterownikiem i programem usługi THORService, czyszczenie list danych, tworzenie progów pomiarowych itp. Klasa specjalizowana obiektu silnika agreguje (w zależności od potrzeb) dodatkowe pola i metody oraz inne obiekty realizujące dedykowane zadania: obsługa komunikacji przez gniazda TCP (*TTCPClient*), obsługa komunikacji poprzez RS-232, obsługa sterowania (*TCommands*), konwersje matematyczne itp. Każdy sterownik korzysta z dwóch zestawów definicji stałych i typów: wspólnego (dla każdego sterownika) oraz specjalizowanego (charakterystyczny dla danego systemu).

Poszczególne grupy zadań są realizowane przez sterownik w odrębnych wątkach wykonawczych. Ilość wątków sterownika jest uzależniona od jego specyfiki. Wątki podstawowe to:

- główny (*main thread*) – obsługa zadań zleczanych przez program usługi THORService,
- wykonawczy (*executing thread*) – realizacja zadania pobierania danych z systemów zewnętrznych oraz sterowania,
- kontroli poleceń sterujących (*commands thread*) – realizacja zadań związanych z poleceniami: sprawdzanie w bazie danych (za pomocą dedykowanych bibliotek), przygotowanie polecenia, zakończenie obsługi polecenia.

### 27.3.3 Uproszczony schemat działania sterownika

Na rys. 27.2 przedstawiono schemat działania sterownika komunikacyjnego. Po załadowaniu sterownika komunikacyjnego przez program usługi THORService ma miejsce przygotowanie sterownika do pracy, czyli utworzenie obiektu warsztatu (nowa generacja) i obiektu sterownika. Program usługi THORService przekazuje sterownikowi parametry konfiguracyjne (okres odczytu danych, adresy serwera systemu źródłowego, tryby pracy itp.) Następnie tworzone są stany pomiarowe jakie mogą wystąpić na urządzeniach w systemie źródłowym.

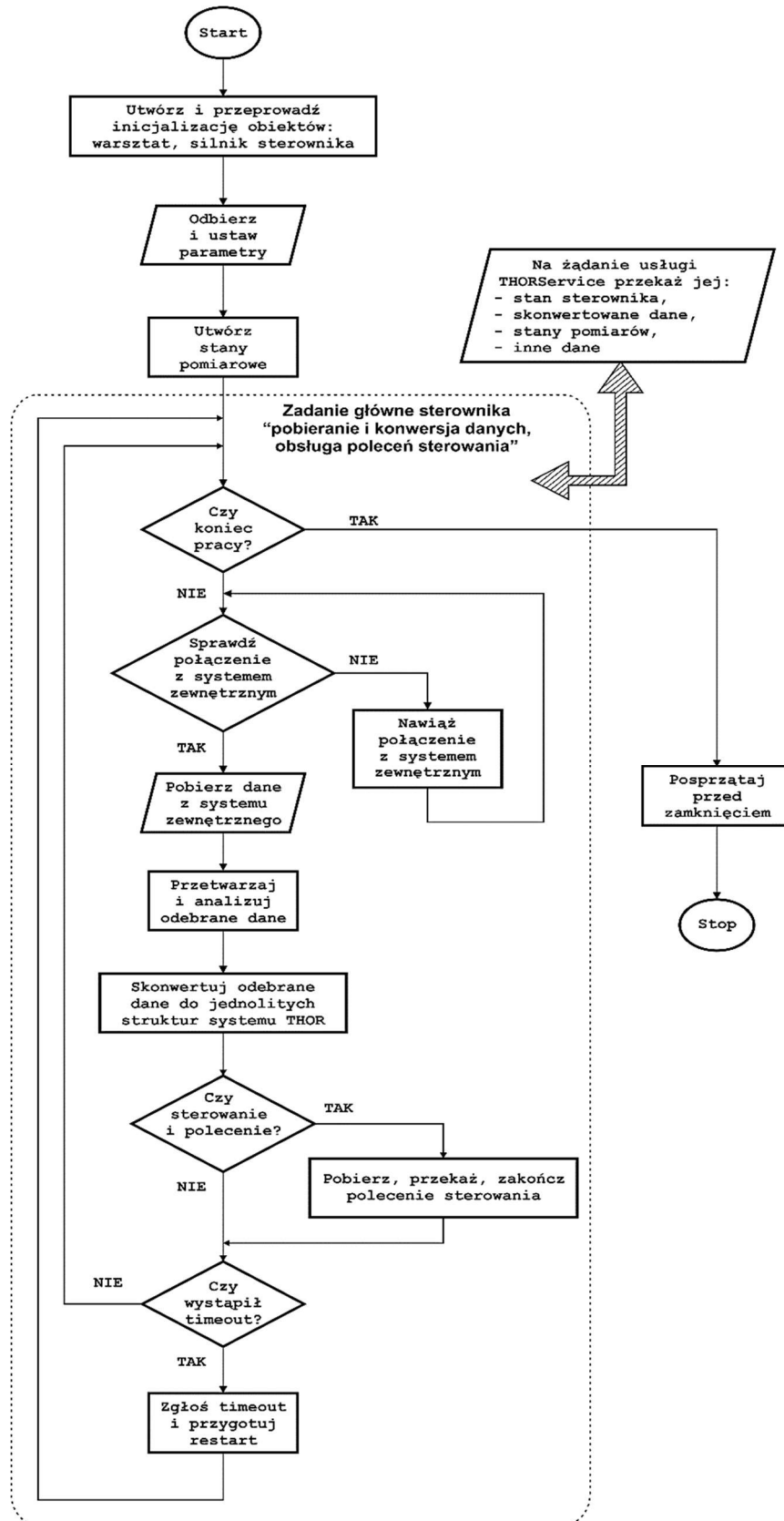
Po odebraniu polecenia rozpoczęcia pracy, sterownik realizuje swoje podstawowe zadanie „pobierania i konwersji danych oraz obsługi poleceń sterowania”. Sprawdzanie połączenia sterownika (możliwości pobrania danych) z systemem zewnętrznym może być zrealizowane przed pobraniem danych lub bezpośrednio podczas ich pobierania. Stosowane metody komunikacji, „dialogu” między systemami:

- na żądanie, zgodnie z zapytaniem – wysłanie żądania i oczekiwanie na odpowiedź,
- automatyczny – cykliczne dostarczanie danych przez system zewnętrzny bez wysłania żądania przez system THOR,
- mieszany.

Odebrane dane są przetwarzane i konwertowane do struktur systemu THOR, które są przekazywane do programu usługi THORService na jej żądanie. W przypadku braku prawidłowej konwersji sprawdzane są warunki wystąpienia timeoutu i przygotowany jest restart.

Podstawowe zadanie „pobierania i konwersji...” jest wykonywane za pomocą niezależnego wątku wykonawczego w sposób cykliczny z zadaną częstotliwością. Jednolite struktury danych systemu THOR, do których konwertowane są dane z dowolnego systemu, obejmują m. in.: parametry urządzenia, wartości i statusy pomiarowe itp. Dane przechowywane są w kontenerach typu lista (*list<data\_type>*) udostępnianych przez bibliotekę STL, przy wykorzystaniu podwójnego buforowania (dwie listy danych). Mechanizm ten ma za zadanie zmniejszyć czasu oczekiwania na dostęp do danych do niezbędnego minimum (blokada dostępu do listy danych może

skutkować gubieniem pojedynczych paczek danych).



Rys. 27.2 Uproszczony schemat blokowy działania sterownika komunikacyjnego

## 27.4 METODY KOMUNIKACJI Z SYSTEMAMI ZEWNĘTRZNYMI

W związku z tym, że eksploatowane w kopalniach systemy posiadają własną specyfikę działania, zakres i rodzaj udostępnianych danych, fizyczne i programowe interfejsy komunikacyjne itp., sposób realizacji komunikacji pomiędzy systemem THOR i danym systemem zewnętrznym jest uzależniony przede wszystkim od istniejącego systemu zewnętrznego [2, 7]. Zapewnienie prawidłowej komunikacji pomiędzy systemami wymaga określenia protokołu komunikacyjnego, jego części fizycznej (rodzaj łącza telekomunikacyjnego) oraz programowej (format ramek danych, sposób realizacji zapytań i odpowiedzi itp.). W instalacjach systemu THOR komunikacja z systemami zewnętrznymi jest realizowana następująco:

- za pomocą sieci Ethernet przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP poprzez gniazda (SEMP, UTS, CTT-32, SAT, MUS, LWWT),
- poprzez dostarczane przez systemy zewnętrzne binarne lub tekstowe pliki danych, archiwizowane na dyskach serwera systemu THOR (SWuP, Zefir),
- poprzez asynchroniczne łącze szeregowo w standardzie RS-232C (FOD-900, KSP-2),
- poprzez własny serwer WWW systemu zewnętrznego (DEMKop),
- bezpośrednio poprzez serwer bazy danych systemu zewnętrznego (PORTAS).

### 27.4.1 Sieci Ethernet przy wykorzystaniu gniazd i protokołu TCP/IP

Łącze telekomunikacyjne tworzy lokalna sieć komputerowa Ethernet. Standard Ethernet to najczęściej wykorzystywana obecnie architektura sieciowa obejmująca dwie najniższe warstwy modelu referencyjnego sieci ISO/OSI RM. Jest to architektura pasywna typu „oczekiwanie i nasłuch”, w której dostęp do łącza realizowany jest za pomocą mechanizmu wielodostępu z badaniem stanu kanału i wykrywaniem kolizji CSMA/CD [1]. Zasada współpracy systemów oparta jest o architekturę klient-serwer. Sterownik jest klientem i poprzez własne gniazdo komunikacyjne ustanawia połączenie z otwartym, nasłuchującym gniazdem systemu zewnętrznego, będącego serwerem. Sterownik cyklicznie wysyła określone ramki, znaki określające jakich danych oczekuje od serwera i czeka na jego odpowiedź.

Sterownik systemu monitorowania parametrów środowiska kopalni SMP-NT/SEMP wykorzystuje protokół komunikacyjny systemu SEMP, który definiuje grupę ramek żądań: ramka kontrolna, pobrania typów urządzeń, konfiguracji, danych pomiarowych itp. oraz odpowiadającą im grupę ramek odpowiedzi. Domyślny czas pobrania kolejnych danych jest mniejszy niż 1 s. Pobranie danych jest realizowane dwustopniowo: najpierw pobierane są zapowiedzi konfiguracji, a następnie na ich podstawie pełne konfiguracje (pomiary). Sterowniki komunikacyjne do systemów transmisji danych technologicznych MUS, LWWT są odmianami sterownika do systemu SEMP.

Protokół komunikacyjny sterownika do systemów transmisji sygnałów dwustanowych i analogowych UTS przewiduje stałą (niezmienną) liczbę urządzeń, o których przekazuje się informacje. Są to czujniki dwustanowe (1024) i analogowe



(256) oraz stacje dołowe dwustanowe (256) i analogowe (64). Zdefiniowany jest zbiór żądań wysyłanych do serwera systemu UTS w celu otrzymania określonych danych.

Sterownik komunikacyjny do systemu transmisji sygnałów dwustanowych CTT-32 jest uproszczoną wersją sterownika systemu UTS, zawierającą tylko jeden tryb pracy i obsługę danych urządzeń dwustanowych.

Sterownik komunikacyjny systemu dyspozytorskiej łączności alarmowo-rozgłoszeniowej SAT przetwarza dane o aktualnych stanach telefonów sygnalizatorów zainstalowanych w zakładzie górniczym. Komunikacje polega na odpytywaniu serwera systemu SAT poprzez wysyłanie określonych żądań i oczekiwaniu na odpowiedź. Informacja o każdym telefonie zapisana za pomocą 3 bajtów.

#### **27.4.2 Binarne i tekstowe pliki danych**

Wymiany informacji poprzez pliki jest jedną z najstarszych i najprostszych form komunikacji między programami. Jest ona prosta w implementacji, lecz niestety niezbyt wygodna w użyciu (konfigurowanie ścieżek dostępu, uprawnień użytkowników itp.). Obecnie może być obecnie uznana za przestarzałą. Wymiana danych przez pliki, które system źródłowy dostarcza poprzez sieć lokalną (z określoną częstotliwością) do serwera systemu THOR jest jednostronna. Sterownik komunikacyjny cyklicznie odczytuje i analizuje dane z plików i na ich podstawie dokonuje konwersji danych.

Sterownik systemu metanometrycznego SW $\mu$ P dostarcza dwa pliki binarne z danymi: plik konfiguracyjny i pomiarowy. Każdy z tych plików posiada nagłówek zawierający informacje o: wersji pliku, stanie pliku, znaczniku życia, dacie ostatniej aktualizacji, ilości kartotek czujników, paczek pomiarów itd. Po nagłówku zamieszczone są kolejno bajty opisujące konfiguracje lub pomiary.

Sterownik systemu nadzoru dyspozytorskiego Zefir udostępnia pliki tekstowe. Są to trzy pliki konfiguracyjne i trzy pliki pomiarowe (urządzenia dwustanowe, analogowe, liczniki) oraz pliki dodatkowe. Powiązanie danych pomiędzy plikami jest realizowane poprzez identyfikatory urządzeń systemu Zefir.

#### **27.4.3 Łącze szeregowe w standardzie RS-232C**

Standard RS-232 opisuje sposób połączenia urządzeń końcowych DTE z urządzeniami do przesyłania danych DCE. Wersja RS-232C rozszerza możliwości standardu w zakresie realizacji transmisji szeregowej na niewielkie odległości, z niedużymi szybkościami, przy pomocy łącza niesymetrycznego. Transmisja danych w RS-232C może być zrealizowana jako: asynchroniczna znakowa (przesył pojedynczych znaków określonego formatu) lub synchroniczna (przesył całych ramek informacyjnych) [3].

Komunikacja z systemem telemetrycznym KSP-2 oraz systemem transmisji sygnałów FOD-900 wykorzystuje możliwość połączenia dwóch komputerów przy

użyciu asynchronicznego łącza RS-232C z wykorzystaniem tzw. kabla modemu zerowego. Komunikacja w standardzie RS-232C od strony programowej, przy wykorzystaniu WinAPI, nie jest skomplikowana, ale jego ograniczenia fizyczne: prędkość przesyłu danych, konieczność bezpośredniego połączenia urządzeń, nieduży zasięg transmisji, powodują, że ten bardzo popularny kilkanaście lat temu standard komunikacji między systemami dyspozytorskimi, należy uznać za przestarzały.

Sterownik systemu telemetrycznego (gazometrycznego) KSP-2 umożliwia współpracę z jedną centralą systemu KSP-2 zawierającą do 40 czujników. Dostępne są dwa rodzaje ramek: konfiguracja pojedynczej linii (czujnika) oraz pomiary półki (10 czujników). Centrala KSP-2 pracuje w cyklu 8-sekundowym, w którym wysyła kolejno cztery ramki pomiarowe (operacja powtarzana trzykrotnie), po czym następuje przerwa do momentu rozpoczęcia kolejnego cyklu. Konfigurację linii uzyskuje się poprzez wysłane żądanie identyfikujące numer linii (znaki ASCII) i oczekiwanie na odebranie ramki konfiguracyjnej. Nie jest to operacja „szybka” (brak odbioru danych jest wykrywany dopiero po 1,5 s od momentu wysłania żądania), więc obsługą żądań konfiguracji linii zajmuje się dodatkowy wątek, który nie wstrzymuje wątku przetwarzającego dane pomiarowe.

Komunikacja z systemem transmisji sygnałów dwustanowych i analogowych FOD-900 jest jednokierunkowa – system ten sam wysyła z właściwą sobie częstotliwością dane pomiarowe. Działanie sterownika ogranicza się do cyklicznego odczytywania danych pojawiających się na porcie szeregowym. Pojedyncza ramka analogowa zawiera informacje o jednym nadajniku analogowym, a pojedyncza ramka dwustanowa o jednym torze, czyli o 30 nadajnikach kanałowych (1 bajt zawiera informację o 3 nadajnikach dwustanowych).

#### **27.4.4 Serwer dedykowane – serwer WWW**

System monitorowania maszyn i urządzeń kopalnianych DEMKop udostępnia dane swoich urządzeń za pomocą serwera WWW w sieci dyspozytorskiej. Udostępnione są dwa pliki w formacie XML: pomiary i konfiguracja. Nagłówki plików oraz informacje o urządzeniach są zapisane w blokach zgodnie ze standardem XML. Sterownik cyklicznie sprawdza pliki, odczytuje zmienione i dokonuje ich konwersji. Dostęp do plików jest zrealizowany za pomocą interfejsu programistycznego API Microsoft Windows HTTP Services (WinHTTP).

#### **27.4.5 Serwer bazy danych – Microsoft SQL Server**

Komunikacja między systemami może zostać zrealizowana poprzez bezpośrednie wykorzystanie serwera bazy danych systemu zewnętrznego. Przykładem takiego rozwiązania jest sterownik dla radiowego systemu identyfikacji i lokalizacji PORTAS. Dane z systemu PORTAS udostępniane są systemowi THOR poprzez bazę danych Microsoft SQL Server, przy pomocy specjalizowanych procedur. Sterownik podczas wywołania danej procedury określa parametry jej

wywołania i w wyniku otrzymuje zestaw rekordów.

## 27.5 ZESTAWIENIE WDROŻONYCH STEROWNIKÓW

System THOR został wdrożony w 13 kopalniach. Wersja dedykowana, uproszczona systemu (THOR-MAW) została wdrożona w 4 kopalniach. W tabeli 27.1 podano zestawienie eksploatowanych sterowników komunikacyjnych systemu THOR oraz THOR-MAW.

**Tabela 27.1 Zestawienie eksploatowanych (w tym wdrażanych) sterowników komunikacyjnych**

<b>Sterownik komunikacyjny</b>	<b>Liczba instalacji</b>
DRV CTT-32	1
DRV DEMKop	1
DRV FOD-900	4
DRV H2S	1
DRV KSP-2	3
DRV LWWT	1
DRV MUS	1
DRV PORTAS	2
DRV SAT	2
DRV SEMP	11 + 3*
DRV SWuP	3 + 4*
DRV UTS	7
DRV ZEFIR	2
<b>Razem</b>	<b>39 + 7*</b>

\*) sterowniki pracujące w wykonaniu systemu THOR-MAW

## 27.6 PODSUMOWANIE

System dyspozytorski THOR stanowi nakładkę na pozostałe systemy eksploatowane w podziemnych zakładach górniczych. Jest on nadrzędnym systemem dyspozytorskim. Bardzo ważnym elementem systemu jest moduł pobierania danych. W jego skład wchodzi dedykowane sterowniki komunikacyjne pracujące pod nadzorem programu usługi THORService. Sterowniki konwertują odebrane dane (posiadające różny charakter) do ujednoczonych struktur systemu THOR, co umożliwia ich jednakowe przetwarzanie i wizualizację. Zadanie dołączenia kolejnego systemu, sprowadza się w głównej mierze do stworzenia dedykowanego sterownika komunikacyjnego i zapewnienia połączenia w warstwie fizycznej.

Wśród zrealizowanych metod komunikacji z systemami zewnętrznymi, jako najwygodniejszą należy wskazać współpracę poprzez sieć Ethernet i protokół TCP/IP. Wymiana danych poprzez pliki tekstowe i binarne jest w istniejących wykonaniach jednostronna. Należy do prostych w implementacji, lecz nie jest dobrym rozwiązaniem dla wymiany dużej ilości, często zmieniających się cyklicznie danych. Może powodować komplikacje związane z równoczesnym dostępem do plików. Wykorzystanie serwera WWW posiada wiele zalet, ale również stanowi komunikację jednokierunkową. Łącze szeregowo asynchroniczne RS232 należy do najmniej wygodnych m. in. ze względu na szereg ograniczeń i należy je uznać za

metodę przestarzałą. Bezpośrednia komunikacja poprzez bazę danych należy do wygodnych w implementacji oraz bezpiecznych i zapewnia możliwość łatwego rozszerzenia zakresu wymienianych danych.

## LITERATURA

1. J. Habraken. *ABC sieci komputerowych*. Gliwice: Helion, 2002.
2. „Kody źródłowe sterowników komunikacyjnych systemu THOR.” Materiały firmy SEVITEL Sp. z o.o. w Katowicach. [niepublikowane]
3. W. Mielczarek. *Szeregowe interfejsy cyfrowe*. Gliwice: Helion, 1994.
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych. (Dz. U. z 2002 r. Nr 139, poz. 1169)
5. A. Wojaczek. „Dyspozytorski system monitoringu i wizualizacji THOR dla podziemnego zakładu górniczego” in *Monitoring wybranych procesów technologicznych w kopalniach*. A. Wojaczek, A. Dyczko, Ed. Gliwice: Wydawnictwo Katedry Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa Politechniki Śląskiej, 2015, pp. 115-137.
6. A. Wojaczek. *Sterowniki komunikacyjne systemu THOR – komunikacja między systemami*. ATI 2015. Gliwice: Wydawnictwo Katedry Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa Politechniki Śląskiej, 2015.
7. A. Wojaczek, A. Wojaczek. *Przetwarzanie danych z maszyn i urządzeń w systemie THOR. KKEG 2016*. Gliwice: Wydawnictwo Katedry Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa Politechniki Śląskiej, 2016.
8. A. Wojaczek, K. Miśkiewicz. „Monitorowanie procesów technologicznych i parametrów bezpieczeństwa w systemach dyspozytorskich kopalń” in *Systemy telekomunikacyjne monitoring i wizualizacja podziemnej eksploatacji złóż*. A. Dyczko, A. Wojaczek, Ed. Kraków: Wydawnictwo Fundacja dla AGH, 2011.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2017

**dr hab. inż. Antoni Wojaczek, prof. Pol. Śl.**  
Politechnika Śląska  
Wydział Górnictwa i Geologii  
Katedra Elektryfikacji  
i Automatykacji Górnictwa  
ul. Akademicka 2a, 44-100 Gliwice, Polska  
e-mail: antoni.wojaczek@polsl.pl

**mgr inż. Adam Wojaczek**  
Politechnika Śląska  
Wydział Górnictwa i Geologii  
Katedra Elektryfikacji  
i Automatykacji Górnictwa  
ul. Akademicka 2a, 44-100 Gliwice, Polska

## INFORMATYCZNE ASPEKTY INTEGRACJI KOPALNIANYCH SYSTEMÓW DYSPOZYTORSKICH

**Streszczenie:** W dyspozytorniach zakładów górniczych eksploatuje się wiele różnych systemów telekomunikacyjnych. Systemy te mogą pracować pod nadzorem systemu dyspozytorskiego THOR, który zapewnia ich integrację oraz ujednoczone przetwarzanie i prezentację danych użytkownikowi. W artykule przedstawiono istotne zagadnienie, jakim jest komunikacja między autonomicznymi systemami i systemem dyspozytorskim THOR. Wyjaśniono strukturę, sposób działania i zadania sterowników komunikacyjnych, dedykowanych programów komputerowych, które realizują funkcje komunikacji między systemami. Przedstawiono opracowane i zastosowane w istniejących instalacjach kopalnianych metody oraz protokoły komunikacji między systemami.

**Słowa kluczowe:** integracja systemów dyspozytorskich, monitoring i wizualizacja, protokoły komunikacyjne

## PROGRAMMING ASPECTS OF INTEGRATION OF MINEDISPATCHER SYSTEMS

**Abstract:** In the control rooms of mining operate a variety of telecommunications systems. These systems can work under the supervision of the THOR dispatcher system, which ensures their integration and unified processing and presentation of data to the user. The article presents important issue, which is the communication between autonomous systems and THOR dispatcher system. It explains the structure, activities and tasks of the communication drivers, dedicated computer programs, that perform the functions of communication between systems. Presents developed methods and protocols for communication between systems used in existing mining installations.

**Key words:** integration of dispatcher systems, monitoring and visualization, communication protocols