



INSTYTUT INŻYNIERII I GOSPODARKI WODNEJ

POLITECHNIKA KRAKOWSKA im. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

Kowal Marcin

RC10 DECODER – SYSTEM DEKODOWANIA
I GROMADZENIA POMIARÓW
HYDROMETEOROLOGICZNYCH

praca magisterska

studia dzienne

kierunek studiów: **informatyka**

specjalność: **informatyka stosowana w inżynierii środowiska**

promotor: **dr inż. Robert Szczepanek**

nr pracy: **2136**

KRAKÓW 2008

Składam serdeczne podziękowania
Panu dr inż. Robertowi Szczepankowi
za wskazówki i pomoc udzieloną przy
pisaniu niniejszej pracy.

1	Wstęp	3
1.1	Cel pracy	4
1.2	Opis problemu.....	4
1.3	Zawartość pracy	4
2	Narzędzia i metody	6
2.1	Podstawy systemów bazodanowych.....	7
2.1.1	Budowa relacyjnych baz danych	7
2.1.2	Język SQL.....	10
2.1.3	Systemy bazodanowe MySQL i PostgreSQL.....	10
2.1.4	Mechanizmy składowania i typy tabel MySQL	13
2.1.5	Środowisko SQL-a.....	17
2.1.6	Biblioteka programistyczna libmysqld jako przykład osadzonego w aplikacji serwera MySQL	18
2.2	Graficzna biblioteka programistyczna MFC.....	19
2.3	Opis formatu CSV	21
2.4	Opis formatu XML	21
2.5	Pomiary hydrometeorologiczne	23
2.5.1	Pomiary meteorologiczne	24
2.5.2	Pomiary hydrologiczne	27
3	Wymagania funkcjonalne dla systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych	28
3.1	Rejestrator RC10 jako źródło danych zasilających system	29
3.2	Dostępne materiały	31
3.3	Budowa bloku binarnego	31
3.4	Założenia projektowanego systemu.....	35
3.5	Rodzaj informacji zasilających system.....	39
3.6	Przewidywana ilość danych zasilających system	40
4	Implementacja systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych.....	41
4.1	Instalacja systemu „RC10 – Decoder”	42
4.1.1	Budowa pakietu instalacyjnego	42
4.1.2	Opis procesu instalacji	43
4.2	Struktura bazy danych	46
4.3	Obsługa połączeń z bazą danych	49
4.4	Scenariusze dostępu do danych	53
4.4.1	Odczyt pomiarów z binarnego pliku rejestratora RC10	53
4.4.2	Pobieranie pomiarów hydrometeorologicznych z bazy danych	56
4.5	Scenariusze eksportu danych hydrometeorologicznych	57
4.5.1	Eksport pomiarów do bazy danych.....	57
4.5.2	Eksport pomiarów do pliku tekstowego	58
4.6	Uzupełnienie funkcjonalności systemu	60
5	Podsumowanie	63
6	Bibliografia	65
7	Netografia	67
8	Spisy.....	69
8.1	Spis tabel.....	70
8.2	Spis rysunków	70

1 Wstęp

1.1 Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest stworzenie komputerowego systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych pochodzących z automatycznych systemów pomiarowych oraz zaprojektowanie struktury bazy danych dla wyżej wymienionego systemu. System ma w założeniu umożliwić przetwarzanie pomiarów hydrometeorologicznych oraz oferować możliwość eksportowania pomiarów do plików tekstowych lub bazy danych z poziomu graficznego interfejsu użytkownika.

Wymiernym efektem wykorzystania stworzonego systemu będzie ułatwienie analizy, a także zapewnienie ujednoczonego sposobu przechowywania i archiwizowania danych pomiarowych zarejestrowanych na posterunkach badawczych.

1.2 Opis problemu

W obecnych czasach daje się zaobserwować powszechny nurt wnikania technologii informatycznych w każdą dziedzinę życia. Nowoczesne rozwiązania wypierają przestarzałe metody również w technice i nauce. Różnego rodzaju nowoczesne urządzenia pomiarowe oraz systemy komputerowe do przetwarzania pomiarów są coraz powszechniejsze. Problemem, do rozwiązania jest takie zaprojektowanie systemu komputerowego, aby proces pobierania i przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych, przeprowadzany za pośrednictwem tego systemu był kompletny, ale jednocześnie prosty do przeprowadzenia dla zwykłego użytkownika. Równie ważne jest, aby praca z systemem była w dużej części zautomatyzowana. Zaprojektowany system musi być odporny na błędy użytkowników i awarie.

1.3 Zawartość pracy

Celem niniejszej pracy jest stworzenie kompletnego systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych, który ułatwi pracę osobom zajmującym się analizą pomiarów hydrologicznych i meteorologicznych. Pierwszym krokiem przed zaprojektowaniem systemu jest zapoznanie się z podstawami teoretycznymi dotyczącymi relacyjnych baz danych oraz z językiem SQL. Rozdział 2 opisuje dwa najbardziej popularne systemy bazodanowe MySQL oraz PostgreSQL. Ważnym aspektem opisu systemów bazodanowych jest opisanie mechanizmu składowania

danych na przykładzie systemu MySQL. W rozdziale zostały opisane wszystkie technologie informatyczne wykorzystywane w procesie tworzenia systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych „RC10-Decoder” Rozdział porusza także tematykę hydrometeorologii. Został zawarty w nim opis pojęć związanych z hydrologią i meteorologią, a także charakterystyka pomiarów hydrometeorologicznych, budowa wykorzystywanych urządzeń pomiarowych oraz sposób posługiwania się nimi

Następnym krokiem jest określenie wymagań funkcjonalnych stawianych projektowanemu systemowi. W skład rozdziału 3 wchodzi informacje na temat rodzaju i ilości danych, które system będzie magazynował. Opisane są źródła pomiarów meteorologicznych oraz sposób i formy, w jakiej dane te zostaną dostarczone do systemu. Na tym etapie przedstawiono funkcjonalności, jakie system oferuje użytkownikowi oraz propozycje rozbudowania funkcjonalności systemu.

Kolejny krok stanowi opis procesu implementacji systemu. Rozdział 4 opisuje wnętrze systemu „RC10-Decoder”. Przedstawia strukturę bazy danych. Krok po kroku zostały opisane elementy interfejsu użytkownika, ich budowa a także realizowane zadania. Opisano również sytuacje, w których użytkownik ma możliwość skorzystania z elementów interfejsu lub, gdy w wyniku różnych działań użytkownika, elementy te pozostają nieaktywne. W rozdziale tym został zawarty także opis procedur, które pozwalają na elastyczne i proste w obsłudze dla użytkownika rozwiązanie problemu roku 2000. W skład tego rozdziału wchodzi również opis pakietu instalacyjnego, który został przygotowany dla potrzeb wdrożenia i dystrybuowania systemem „RC10-Decoder”. Rozdział 4 przeprowadza użytkownika przez proces instalacji i konfiguracji systemu.

2 Narzędzia i metody

Rozdział porusza tematykę systemów bazodanowych. Pozwala zapoznać się z ich specyficzną filozofią oraz budową i możliwościami. Przedstawiona została również biblioteka programistyczna wykorzystywana przy wytwarzaniu aplikacji z graficznym interfejsem użytkownika. Rozdział zawiera podstawowe informacje o prowadzeniu pomiarów hydrometeorologicznych.

2.1 Podstawy systemów bazodanowych

Zasadniczą częścią projektowanego systemu jest baza danych, z którą może łączyć się projektowana aplikacja. Przed opisaniem metodyki tworzenia baz danych należałoby zapoznać się z teoretycznymi podstawami systemów bazodanowych.

2.1.1 Budowa relacyjnych baz danych

Relacyjna baza danych jest zbiorem dwuwymiarowych tabel (relacji), złożonych z kolumn (atrybutów) oraz wierszy (rekordów) [5]. Projekty poszczególnych tabel są przechowywane w słowniku danych tzw. tabelach systemowych. Sama tabela w relacyjnej bazie danych przypomina arkusz kalkulacyjny posiada jednak kilka specyficznych cech:

- Tabela może zawierać zero, jeden lub wiele wierszy danych.
- Dane umieszczone w każdej kolumnie należą do zbioru dopuszczalnych wartości w tej kolumnie tzw. domeny.
- Tabela może posiadać klucz podstawowy, składający się z jednej lub wielu kolumn. Zadaniem klucza podstawowego jest jednoznaczne zidentyfikowanie każdego wiersza. Jeśli warunek ten nie może być spełniony należy rozbudować klucz o następne kolumny tworząc tzw. złożony klucz podstawowy. W szczególności mogą występować tabele bez klucza podstawowego.

Wartości w kolumnach składających się na klucz podstawowy muszą być unikatowe, nie mogą nigdy przebierać formy NULL, co zarówno w językach programowania jak i bazach danych oznacza wartość nieokreśloną. Klucz podstawowy powinien być możliwie krótki, ale dostatecznie długi, by zmieścić wartości odpowiadające wszystkim wierszom w tabeli.

W relacyjnej bazie danych relacje między tabelami wyraża się przez umieszczenie identycznych kolumn w dwóch lub większej liczbie tabel. Jeśli jedna z tabel zawiera kolumnę lub kolumny odpowiadającą kluczowi podstawowemu innej tabeli, wówczas twierdzi się, że między tymi tabelami istnieje relacja logiczna. O tabeli zawierającej kopie klucza podstawowego innej tabeli mówimy, że zawiera klucz obcy. Każda różna od NULL wartość klucza obcego, musi odpowiadać jednej z istniejących wartości klucza podstawowego, którego klucz ten jest kopią. Określa się to terminem integralności referencyjnej.[6]

Aby możliwe było wykonywanie operacji na modelu danych SQL należy użyć jednego z dwóch rodzajów zapisu wyrażeń relacyjnych. Są to rachunek relacji oraz algebra relacyjna.

Algebra relacyjna stanowi główny zbiór operacji dla modelu relacyjnego. Operacje w tym zbiorze pozwalają na przetwarzanie i prezentowanie wyników zapytań. Twierdzi się, że algebra relacyjna jest proceduralna, ponieważ stanowi ona „procedurę” określającą, jakie operacje należy przeprowadzić na danych.

Podstawowymi operatorami algebry relacyjnej są:

- Selekcja (ograniczenie) – *restrict operation*
- Rzut (projekcja) – *project operation*
- Złączenie – *join operation*

Selekcja pobiera relację jako swój argument i zwraca jedną relację. Z wyjściowej relacji zwracane są wiersze, które pasują do podanego warunku i przekazywane są do relacji wynikowej. Zastosowany warunek może być stosunkowo prosty – jeden parametr, lub rozbudowany – kilka warunków prostych połączonych koniunkcją lub alternatywą.

Rzut pobiera jedną relację jako swój argument i tworzy w wyniku jedną relację, ale z ograniczoną liczbą kolumn w stosunku do relacji wyjściowej.

Operator złączenia bierze jako argument dwie relacje i tworzy jedną relację wynikową. Istnieją różne warianty złączeń:

- Lewostronne (*left join*) – w skład relacji wynikowej wchodzi wszystkie wiersze z tabeli pozostającej po lewej stronie złączenia oraz wiersze spełniające warunek złączenia z tabeli pozostającej po prawej stronie złączenia

- Prawostronne (*right join*) – w skład relacji wynikowej wchodzi wszystkie wiersze z tabeli pozostającej po prawej stronie złączenia oraz wiersze spełniające warunek złączenia z tabeli pozostającej po stronie lewej
- Obustronne – kombinacja złączenia lewostronnego i prawostronnego

Oddzielną grupę obejmują operacje na zbiorach znane z matematycznej teorii zbiorów. Operacje tej grupy to:

- Suma – *union join*
- Część wspólna – *intersection operation*
- Różnica – *difference operation*
- Iloczyn kartezjański,

W wyniku sumy otrzymujemy relację zawierającą wiersze (krotki) z obu relacji. W wyniku przecięcia uzyskujemy wiersze wspólne dwóch relacji. W wyniku różnicy otrzymujemy wiersze należące do pierwszej relacji i nienależące do drugiej. Iloczyn kartezjański, którego argumentami są dwie relacje i tworzona jest jedna relacja wynikowa złożona ze wszystkich możliwych kombinacji wierszy z wyjściowych tabel. Należy bardzo ostrożnie postępować z operatorem iloczynu kartezjańskiego ze względu na możliwość generowania „eksplozji informacyjnej” polegającej na wyprodukowaniu nadmiernej liczby rekordów, która obciąży serwer i uniemożliwi jego działanie.

Reguły definiujące model relacyjny są nazywane regułami normalizacji. Normalizacja to proces stosowany w fazie projektowania struktury bazy danych. Służy on głównie do zredukowania możliwości występowania tych samych danych w więcej niż jednym miejscu, czyli znosi nadmiarowość (redundancję) informacji w bazie, co ułatwia zapewnienie spójności w bazie danych. Proces normalizacji pomaga rozdzielić dane i przypisać je do różnych tabel tak, że żadne dane nie są zduplikowane w dwóch różnych tabelach.

2.1.2 Język SQL

Język SQL jest najpopularniejszym relacyjnym językiem zapytań bazodanowych. Został zaimplementowany przez praktycznie wszystkie systemy zarządzania bazami danych przeznaczone dla wielu użytkowników. Zyskał akceptację Amerykańskiego Narodowego Instytutu Normalizacji - ANSI oraz Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej ISO jako standardowy język zapytań. Nazwa jest skrótem od *Structured Query Language* (Strukturalny Język Zapytań) Został opracowany w latach siedemdziesiątych. Prototyp SQL-a zaprezentowany w roku 1974 początkowo nosił nazwę SEQUEL – *Structured English Query Language*. Pierwszej implementacji sprzętowej dostarczyła firma Oracle. W roku 1986 instytut ANSI dokonał pierwszej standaryzacji SQL-a, a międzynarodowa wersja tego standardu, opracowana przez ISO pojawiła się rok później. Znacznie ulepszona wersja języka pojawiła się w roku 1989 pod nazwą SQL-89. W roku 1992 rozszerzono standard o szereg nowych możliwości i oznaczono symbolem SQL-92. Ta wersja została przyjęta jako „*International Standard ISO/IEC 9075:1992, Database Language SQL*”. [7]

2.1.3 Systemy bazodanowe MySQL i PostgreSQL

MySQL i PostgreSQL to jedne z najbardziej popularnych systemów baz danych. Pierwszy jest rozwijany, rozpowszechniany i obsługiwany przez firmę MySQL AB, natomiast drugi został opracowywany na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley i opublikowany pod nazwą Postgres. W miarę rozwoju i zwiększania funkcjonalności, baza danych otrzymała nazwy Postgres95 i ostatecznie PostgreSQL, aby upamiętnić pierwowzór oraz zaznaczyć zgodność ze standardem SQL. Oba systemy oparte są na licencji Open Source. Ten typ licencji oznacza otwarty dostęp do kodu. Innymi słowy każdy może używać oprogramowania i modyfikować je. Każdy może pobrać oprogramowanie MySQL z Internetu i korzystać z niego bez żadnych opłat. W razie konieczności można przestudiować kod źródłowy i dostosować go do własnych potrzeb. Oprogramowanie MySQL jest rozpowszechniane na zasadach licencji GPL (Powszechna Licencja Publiczna GNU), która określa, co wolno, a czego nie wolno z nim robić w różnych okolicznościach. W przypadku, gdy ograniczenia licencji GPL zostaną uznane za zbyt restrykcyjne albo, gdy zachodzi potrzeba osadzenia kodu

MySQL w komercyjnej aplikacji, można nabyć wersję z licencją komercyjną od firmy MySQL AB.

Serwer baz danych MySQL jest bardzo szybki, niezawodny i łatwy w użyciu. Został napisany w taki sposób, aby obsługiwał duże bazy danych znacznie szybciej od istniejących rozwiązań, a w ciągu kilku ostatnich lat stosowano go z powodzeniem w wielu wymagających środowiskach. Jest stale rozwijany, już dziś oferuje szeroki zestaw użytecznych funkcji.

Oprogramowanie MySQL to system typu klient – serwer, który składa się z wielowątkowego serwera SQL, kilku bibliotek klienckich oraz szerokiej gamy interfejsów programistycznych, tzw. API (*ang. Application Programming Interface*). Serwer MySQL jest również dostępny w postaci wielowątkowej biblioteki, którą można dołączyć do aplikacji, aby uzyskać produkt mniejszy, szybszy i łatwiejszy w zarządzaniu.

Najważniejsze cechy MySQL: [7]

- Napisany w C i C++
- Dostępne interfejsy API dla języków C, C++, Java, Perl, PHP, Python, Ruby
- Transakcyjne i nietransakcyjne mechanizmy składowania danych
- Używa szybkich tabel dyskowych opartych na B – drzewach wraz z kompresją indeksów
- System alokacji pamięci oparty na wątkach
- Funkcje SQL zrealizowane za pomocą zoptymalizowanej biblioteki klas, działające z maksymalną możliwą szybkością. Po zainicjowaniu zapytania nie wymagają alokacji pamięci
- Obsługa wielu typów danych
- Obsługa procedur i funkcji składowanych (*ang. stored procedures, stored function*), kursorów (*ang. cursors*), wyzwalaczy (*ang. triggers*), widoków i perspektyw
- Obsługuje duże bazy danych liczących 50 milionów rekordów. Udokumentowane jest użycie MySQL-a przy zarządzaniu bazą liczącą 60 000 tabel i 5 milionów wierszy
- Każda tabela może zawierać do 64 indeksów (32 przed wersją 4.1.2.) Każdy indeks może obejmować od 1 do 16 kolumn. Maksymalna szerokość indeksu wynosi 1000 bajtów (500 przed wersją 4.1.2.)

Najważniejsze cechy PostgreSQL: [L3]

- Procedury składowane pisane w różnych językach programowania: wbudowany język PL/pgSQL podobny do proceduralnego języka PL/SQL w bazie Oracle, języki kompilowane C, C++, lub Java (jako PL/Java) język statystyczny R jako PL/R
- Obsługa wielu typów indeksów takich jak B-drzewo, Hash, R-drzewo i GiST.
- Mechanizm wyzwalaczy. Wyzwalacze mogą być przyłączane do tabel lub widoków. Wyzwalacze mogą być definiowane w PL/pgSQL, PL/Perl, PL/Python lub PL/Tcl.
- PostgreSQL ma zaimplementowany mechanizm MVCC (*ang. Multiversion Concurrency Control*) do zarządzania transakcjami. Mechanizm ten umożliwia udostępnienie tej samej krotki więcej niż jednej transakcji. Równocześnie może istnieć przynajmniej kilka wersji tej samej krotki, które nie są widoczne dla innych użytkowników do zakończenia danych transakcji. Dzięki temu baza danych wydajnie zachowuje zasadę ACID.

ACID to skrót od angielskich słów: **Atomicity** - atomowość, **Consistency** - spójność, **Isolation** - izolacja, **Durability** - trwałość. Określają one warunki, jakie powinny spełniać transakcje w bazach danych.

Atomowość transakcji oznacza, iż każda transakcja albo wykona się w całości, albo zostanie anulowana.

Spójność transakcji oznacza, że po wykonaniu transakcji, system będzie spójny, czyli nie zostaną naruszone żadne zasady integralności.

Izolacja transakcji oznacza, iż jeżeli dwie transakcje wykonują się współbieżnie, to zazwyczaj (zależnie od poziomu izolacji) nie widzą zmian przez siebie wprowadzanych.

Trwałość danych oznacza, że system potrafi uruchomić się i udostępnić spójne i nienaruszone dane zapisane w ramach zatwierdzonych transakcji, na przykład po nagłej awarii zasilania.

W chwili obecnej zarówno MySQL jak i PostgreSQL deklaruje swą zgodność ze standardem ACID. W przypadku MySQL-a w wersjach wcześniejszych od 5.0 i PostgreSQL-a wcześniejszych od 7.0 deklaracje te były nieco na wyrost.

2.1.4 Mechanizmy składowania i typy tabel MySQL

MySQL oferuje kilka mechanizmów składowania, które obsługują różne typy tabel. Obsługiwane są zarówno tabele bezpieczne z punktu widzenia transakcji, jak i tabele nietransakcyjne.[7]

Pierwszym mechanizmem składowania był ISAM, który zarządzał tabelami nietransakcyjnymi. Mechanizm ten został wymieniony na MyISAM i nie powinien być stosowany. W wersji MySQL 5.0 został usunięty.

Mechanizm MyISAM stanowi ulepszenie ISAM, został wprowadzony od wersji MySQL 3.23.0. W wersji tej pojawił się także mechanizm HEAP, który oferuje obsługę tabel zawartych wewnątrz pamięci komputera. Oba mechanizmy obsługują tabele nietransakcyjne i wszystkie domyślnie stanowią część MySQL. Mechanizm HEAP znany jest obecnie pod nazwą MEMORY.

MySQL wspiera również transakcyjne mechanizmy składowania. InnoDB oraz BDB zostały wprowadzone w wersji MySQL 3.23

Mechanizm MyISAM

Każda tabela jest przechowywana na dysku w trzech plikach. Pliki mają nazwy rozpoczynające się nazwą tabeli oraz rozszerzenia wskazujące typ pliku. Plik .frm przechowuje definicję tabeli. Plik danych ma rozszerzenie .MYD natomiast plik indeksowy – rozszerzenie MYI. Cechą charakterystyczną jest brak wsparcia dla transakcji oraz największa szybkość wykonywania zapytań spośród wszystkich mechanizmów składowania. Mechanizm ten oparty jest o mechanizm ISAM, ale posiada wiele rozszerzeń takich jak:

- Obsługa dużych plików, których długość da się zapisać w 63 bitach
- Tabela może mieć maksymalnie 64 indeksy, a każdy indeks może być oparty na maksymalnie 16 kolumnach
- Kolejne rekordy wstawiane są na koniec pliku
- Rekordy o dynamicznym rozmiarze znacznie mniej się defragmentują przy operacjach usuwania, wstawiania i aktualizacji. Dzieje się tak dzięki łączeniu przylegających do siebie, usuniętych bloków oraz rozszerzaniu bloków istniejących w przypadku usunięcia bloku sąsiedniego.

- Pliki indeksowe są zazwyczaj znacznie mniejsze dla tabel MyISAM niż dla ISAM. Oznacza to, że MyISAM zużywa mniej zasobów systemowych niż ISAM, ale potrzebuje więcej czasu procesora dla wstawienia rekordów do skompresowanego indeksu
- Maksymalna długość klucza wynosi 1000 bajtów.

Mechanizm MEMORY

Mechanizm składowania MEMORY tworzy tabele, których zawartość jest przechowywana w pamięci. Przed wersją MySQL 4.1 tabele były nazywane tabelami HEAP. Od wersji 4.1 HEAP jest synonimem MEMORY, a MEMORY jest terminem zalecanym.

Każda tabela MEMORY jest powiązana z jednym plikiem dyskowym. Nazwa tego pliku rozpoczyna się od nazwy tabeli i ma rozszerzenie .frm, wskazujące że plik zawiera definicję tabeli. Tabele MEMORY przechowywane są w pamięci i wykorzystują indeksy mieszające. Dzięki takiemu rozwiązaniu są bardzo szybkie i użyteczne jako tabele tymczasowe. Jednakże w momencie zamknięcia serwera wszystkie dane zgromadzone w tabelach tego typu są tracone. Tabela będzie nadal istniała, ponieważ jej definicja jest przechowywana na dysku w pliku .frm, ale po ponownym uruchomieniu serwera będzie pusta. Tabele MEMORY posiadają następujące cechy:

- Pamięć dla tabel jest alokowana w małych blokach. Tabele nie mają problemów z jednoczesnym usuwaniem i wstawianiem, co jest częstą operacją wykonywana na tabelach tymczasowych
- Tabele MEMORY mogą mieć do 32 indeksów na tabelę, 16 kolumn w indeksie i maksymalną długość klucza 500 bajtów
- W tabeli typu MEMORY mogą występować nieunikatowe klucze
- Format rekordów o ustalonej długości
- Nie są obsługiwane typy kolumn BLOB i TEXT
- Nie są obsługiwane kolumny typu AUTO_INCREMENT
- Zawartość tabel jest przechowywana w pamięci, co jest cechą wspólną z wewnętrznymi tabelami, które serwer tworzy na bieżąco w trakcie przetwarzania zapytań. Jednakże tabele wewnętrzne w przypadku, gdy ich

rozmiar stanie się zbyt duży zostają zamienione na tabele dyskowe. Natomiast tabele MEMORY nie są konwertowane na tabele dyskowe.

- Serwer wymaga wystarczająco dużo pamięci operacyjnej, aby przechowywać wszystkie używane w tym czasie tabele MEMORY
- Aby zwolnić pamięć zajmowaną przez tabele, MEMORY w przypadku, gdy rezultat zapytania nie jest już potrzebny należy usunąć tabele instrukcją DROP TABLE

Mechanizm InnoDB

InnoDB oferuje bezpieczny pod względem transakcji mechanizm składowania danych. Pojęcie transakcji jest powszechnie rozumiane jako zbiór jednostek operowania na bazie danych, które podlegają sterowaniu i kontroli. Cel ten można osiągnąć za pomocą odpowiednich metod zarządzania transakcjami. Do operacji, które można w trakcie transakcji przeprowadzić na zbiorze danych należy: czytanie danej, zapisywanie, otwarcie transakcji, odrzucenie transakcji oraz zatwierdzenie. Ciągi operacji pomiędzy otwarciem a zatwierdzeniem bądź odrzuceniem powinien spełniać postulaty ACID.

InnoDB stosuje blokowanie na poziomie rekordów oraz dostarcza zgodnie z bazą Oracle mechanizm odczytu bez blokowania w instrukcjach SELECT. Te cechy umożliwiają wielu użytkownikom równoległą pracę oraz zwiększają wydajność.

InnoDB jest w pełni zintegrowany z serwerem MySQL. W pamięci komputera ma swój własny bufor służący jako pamięć podręczna danych oraz indeksów. InnoDB przechowuje tabele i indeksy w obszarze tabel, który może się składać z wielu plików lub partycji dyskowych. Rozwiązanie to różni się od innych, na przykład tabele MyISAM przechowywane są przy użyciu osobnych plików. Tabele InnoDB mogą mieć dowolny rozmiar, nawet jeśli system operacyjny nie obsługuje plików większych niż 2GB. Model transakcyjny łączy ze sobą najlepsze cechy baz danych o wielokrotnej kontroli wersji oraz dwufazowego blokowania. InnoDB stosuje blokowanie na poziomie rekordów i domyślnie uruchamia zapytania jako spójne odczyty bez blokowania, w stylu systemu bazodanowego firmy Oracle.

W InnoDB wszystkie działania użytkownika przebiegają w obrębie transakcji. Każda z transakcji może posiadać inny poziom izolacji. Począwszy od wersji MySQL 4.05 InnoDB oferuje wszystkie cztery poziomy izolacji, a domyślnym poziomem

izolacji jest REPEATABLE READ. Opis wszystkich poziomów izolacji znajduje się poniżej.[L2]

- READ UNCOMMITTED – instrukcje pobierania rekordów z bazy (SELECT) wykonywane są bez blokowania, ale możliwa jest sytuacja, gdy będzie wykorzystywana poprzednia wersja rekordu, dlatego odczyty z tabel mogą być niespójne. Zwane są brudnymi odczytami (*ang. Dirty reads*)
- READ COMMITTED – transakcja widzi tylko dane zatwierdzone. Nie jest to sytuacja komfortowa, ponieważ długa transakcja będzie mogła odczytywać dane zmieniane w czasie jej trwania przez inne transakcje.
- REPEATABLE READ – transakcja widzi zmiany zatwierdzone już po jej rozpoczęciu przez inne transakcje oraz ma zapewnioną powtarzalność odczytu, gwarantuje to te same wyniki przy każdym czytaniu.
- SERIALIZABLE – rozwiązany jest tutaj problem pozornej niespójności innych zatwierdzonych transakcji. Stan bazy jest widoczny w momencie swego rozpoczęcia a zmiany wprowadzone przez inne transakcje w tym momencie są niewidoczne, czyli do dyspozycji mamy zamrożony obraz bazy danych. Ten proces został nazwany szeregowalnym można, więc szeregować według czasu rozpoczęcia nie ma znaczenia, w jakiej kolejności transakcje zostały zatwierdzone.

2.1.5 Środowisko SQL-a

Istnieją trzy sposoby wykonania polecenia SQL-owego na bazie danych [5]:

- Interaktywny (autonomiczny) SQL, w którym użytkownik wpisuje polecenie i wysyła je bezpośrednio do systemu zarządzania bazą danych. Rezultatem zapytania jest tabela wirtualna przechowywana w pamięci komputera. Na systemach typu *mainframe*, każdy użytkownik ma zawsze dostęp do jednej tabeli wirtualnej, kasowanej w chwili uruchamiania kolejnego zapytania. Systemy PC często dopuszczają po kilka tabel wirtualnych naraz.
- Statyczny kod SQL (*ang. Static SQL*) nie ulega zmianom i pisany jest wraz z całą aplikacją, podczas której pracy jest wykorzystywany. Nie ulega zmianom w sensie zachowania nieziennej treści instrukcji, które jednak zawierać mogą odwołania do zmiennych lub parametrów przekazujących wartości z lub do aplikacji. Styczny SQL występuje w dwóch odmianach. Pierwszą jest osadzony SQL (*ang. Embedded SQL*). Termin ten oznacza włączenie kodu SQL do kodu źródłowego innego języka. Większość aplikacji pisana jest w takich językach jak C++ czy Java, jedynie odwołania do bazy danych realizowane są w SQL. W tej odmianie statycznego SQL-a do przenoszenia wartości wykorzystywane są zmienne. Drugą odmianą statycznego SQL-a jest modułowy SQL, w którym moduły SQL łączone są z modułami kodu w innym języku. Moduły kodu SQL przenoszą wartości do i z parametrów, podobnie jak to się dzieje przy wywoływaniu podprogramów w większości języków proceduralnych. Jest to pierwotne podejście, zaproponowane w standardzie SQL. Embedded SQL został do oficjalnej specyfikacji włączony nieco później.
- Dynamiczny kod SQL (*ang. Dynamic SQL*) generowany jest w trakcie pracy aplikacji. Wykorzystuje się go w miejsce podejścia statycznego, jeżeli w chwili pisania aplikacji nie jest możliwe określenie treści potrzebnych zapytań, powstaje ona w oparciu o decyzje użytkownika. Tę formę SQL generują przede wszystkim takie narzędzia jak graficzne języki zapytań. Utworzenie odpowiedniego zapytania jest odpowiedzią na działania użytkownika.

2.1.6 Biblioteka programistyczna libmysqld jako przykład osadzonego w aplikacji serwera MySQL

Istnieją dwie metody pracy z bazą danych z poziomu aplikacji komputerowej. Pierwsza polega na połączeniu z serwerem baz danych, który może znajdować się na tym samym komputerze, co działająca aplikacja, albo na innym komputerze w sieci.

Drugą metodą polega na wbudowaniu serwera wewnątrz tworzonej aplikacji. Przykładem takiego rozwiązania jest biblioteka osadzonego serwera MySQL o nazwie libmysqld.

Rozwiązanie to sprawia, że serwer baz danych ma znacznie szerszy zakres zastosowań. Za pomocą tej biblioteki można osadzać serwer MySQL w różnych aplikacjach i urządzeniach elektronicznych, których użytkownicy nie wiedzą, że posługują się wbudowaną bazą danych. Poza tym korzystanie z aplikacji nie wymaga uprzedniego zainstalowania i skonfigurowania serwera baz danych, przez co wdrożenie takiej aplikacji jest mniej kosztowne. Mimo wielu zalet takie rozwiązanie posiada również wady. Brak wsparcia dla tabel ISAM. Brak możliwości włączenia osadzonego serwera do procesu replikacji danych. Nie jest możliwe połączenie się z osadzonym serwerem z zewnątrz za pośrednictwem protokołu TCP/IP, a także stosunkowo duży rozmiar aplikacji z osadzonym serwerem bazy danych.[L2]

Rozpatrując wszystkie wady i zalety każdego z przedstawionych powyżej rozwiązań wzięto pod uwagę specyfikę projektowanego systemu. Baza danych nie jest konieczna do prawidłowego działania systemu „RC10 – Decoder”. Bez bazy danych system funkcjonuje poprawnie, ale posiada ograniczoną funkcjonalność. Dlatego zdecydowano nie osadzać serwera MySQL wewnątrz tworzonego systemu.

2.2 Graficzna biblioteka programistyczna MFC

MFC to najpopularniejsza biblioteka programistyczna przeznaczona do tworzenia oprogramowania z graficznym interfejsem użytkownika. Jest to biblioteka napisana w języku C++, która stanowi obiektową (i rozszerzoną) wersję Microsoft Windows API.

MFC (*ang. Microsoft Foundation Class*) dostarcza obiektowo zorientowany szkielet, wykorzystywany do tworzenia aplikacji. [8] Klasy podzielone są na klasy wysokiego i niskiego poziomu. Ponieważ MFC zostało napisane w języku C++, można w pełni wykorzystać mechanizmy tego języka tworząc własne klasy wyprowadzone z klas bibliotecznych tzw. mechanizm dziedziczenia. Hierarchiczna struktura MFC pozwala na łatwe rozszerzenie szkieletu dla potrzeb tworzenia różnych aplikacji wykonujących określone operacje. Oprócz hierarchii klas MFC udostępnia także specyficzny model budowy aplikacji. Nosi on nazwę dokument – widok i stanowi układ, w którym dane aplikacji są oddzielone od elementów interfejsu użytkownika. Dzięki takiemu rozwiązaniu obie części aplikacji mogą działać niezależnie. Obiekt dokumentu reprezentuje zwykle plik otwarty przez aplikację, podczas gdy okno widoku zapewnia wizualną reprezentację danych zawartych w dokumencie oraz przyjmuje polecenia od użytkownika. Relacja pomiędzy dokumentem a widokiem jest typu jeden do wielu. Oznacza to, że dokument może posiadać wiele okien widoku, lecz dany widok może być powiązany tylko z jednym dokumentem. Aplikacje tworzone z wykorzystaniem biblioteki mogą być jednodokumentowe (*ang. SDI, Single Document Interface*) lub wielodokumentowe (*ang. MDI, Multiple Document Interface*). Aplikacje typu MDI korzystają z przynajmniej jednej pary obiektów dokument – widok, lecz umożliwiają korzystanie z dodatkowych dokumentów i widoków w różnych kombinacjach, pozwalając użytkownikowi na pracę z różnymi plikami lub na wyświetlanie tych samych danych na różne sposoby. Tak, więc wbudowaną potęgą architektury dokument – widok jest to, że użytkownicy pracując z aplikacją tworzą i niszczą egzemplarze obiektów odpowiedzialnych za zarządzanie plikiem i interfejsem użytkownika, definiujących sposób, w jaki postrzegane są dane, na których pracują użytkownicy.

W kwestii tworzenia graficznego interfejsu użytkownika tzw. GUI (*ang. Graphical User Interface*) biblioteka MFC nie oferuje żadnego mechanizmu rozmieszczania elementów kontrolnych poza umieszczeniem kontrolki (widżetu) na określonej pozycji w oknie. Widżety są to podstawowe elementy interfejsu użytkownika np. okno, pole edycji, suwak, przycisk. Termin ten jest powszechnie używany w kontekście tworzenia aplikacji dla systemów z rodziny UNIX, natomiast wśród programistów Windows używany jest termin kontrolka lub element kontrolny. Ze względu na to ograniczenie okna dla MFC i WinAPI konstruuje się za pomocą odpowiednich narzędzi i zapisuje w tzw. pliku zasobów, który potem kompiluje się wraz z całym projektem i potem do utworzenia okna stosuje się jedynie identyfikator zasobu. Co za tym idzie, nie ma również możliwości stosowania w poszczególnych widżetach własnej polityki rozmiaru inaczej, niż po prostu przez obsługiwane zdarzenia WM_SIZE.

W MFC istnieje jeden mechanizm obsługi zdarzeń, który w istocie jest jedynie lekko ulepszoną metodą znaną z WinAPI - konstruowana jest tablica zdarzeń określonego okna, czyli lista asocjacji pomiędzy identyfikatorem zdarzenia systemu Windows i funkcją obsługi. Wszystko, co można w tych zdarzeniach określić i obsłużyć, jest ściśle określone tym, co w tej dziedzinie można uzyskać w czystym WinAPI. Tablicę tą tworzy się za pomocą odpowiednich makr, przy czym MFC dodatkowo narzuca nazewnictwo funkcji obsługi zdarzeń.

Najważniejsze cechy MFC [8]:

- Architektura dokument – widok
- Interfejs wielodokumentowy (MDI)
- Obsługa wydruku i podglądu wydruku
- Wykorzystywanie i tworzenie kontrolki ActiveX
- Obsługa baz danych poprzez interfejs ODBC (*ang. Open DataBase Connectivity*) otwarte łącze baz danych
- Wsparcie dla programowania dla Internetu (TCP/IP)
- Wielowątkowość (*ang. Multithreading*)

2.3 Opis formatu CSV

CSV z języka angielskiego oznacza w wolnym tłumaczeniu wartości oddzielone przecinkiem (*ang. Comma Separated Values*). Jest to format przechowywania danych w plikach tekstowych. Poszczególne rekordy rozdzielone są znakami końca linii, a wartości pól zgodnie z nazwą formatu rozdzielone są przecinkami. Pierwsza linia może stanowić nagłówek zawierający nazwy pól rekordów. Jako separator pól bywa także stosowany znak średnika lub inny znak zgodny z ustawieniami regionalnymi systemu operacyjnego albo tabulator, jednak zgodnie z oficjalnym dokumentem opisującym format CSV, nie jest to zalecane.[L5]

Wartości zawierające używany znak separatora (przecinek, średnik, znak tabulacji lub znaki końca linii) muszą być ujęte w cudzysłowy. Aby umieścić cudzysłów w wartości należy wpisać znak cudzysłowu dwukrotnie, całą wartość ujmując w cudzysłowy.

Format CSV jest obsługiwany przez większość arkuszy kalkulacyjnych oraz programów bazodanowych, jednak wspomniana dowolność wyboru separatorów w znacznym stopniu ogranicza przenośność. Aby zniwelować to utrudnienie stosuje się specjalne makra lub pozwala na konfigurowanie separatorów przed otwarciem pliku.

2.4 Opis formatu XML

XML (*ang. Extensible Markup Language*) oznacza Rozszerzalny Język Znaczników. Jest to uniwersalny język formalny przeznaczony do reprezentowania różnych danych w ustrukturalizowany sposób. XML jest niezależny od platformy, co umożliwia łatwą wymianę dokumentów pomiędzy różnymi systemami i znacząco przyczyniło się do popularności tego języka w dobie Internetu. XML jest rekomendowany oraz specyfikowany przez organizację W3C.[L6]

Jednym z największych problemów dających się zaobserwować w środowisku informatycznym jest stałe zwiększanie się liczby stosowanych formatów danych. Dawniej wymiana danych między programami nie była skomplikowana, gdyż dane były zapisywane w postaci tekstu, dziś jednak konieczne jest stosowanie specjalnych modułów umożliwiających konwersję danych między programami. Stosowane formaty

są tak złożone, że zdarza się, że niektóre wersje programu nie potrafią odczytać danych tego samego programu w wersjach wcześniejszych.

W XML dane i znaczniki przechowywane są w postaci tekstu, którego postać można określić. Dane nie są też kodowane w żaden sposób objęty patentami czy innymi ograniczeniami, więc są łatwiej dostępne.

Jak już wspomniano, stosując XML można tworzyć specjalizowane języki znacznikowe, co stanowi o ogromnych jego możliwościach. Jeśli duża grupa ludzi używa takiego języka, można tworzyć obsługujące go specjalizowane przeglądarki i inne aplikacje. Powstały już setki takich języków, między innymi:

- BITS – Język technologii bankowych
- IFX – Wymiana danych finansowych
- BIPS – Bankowy system płatności internetowych
- XUL – opis graficznego interfejsu przeglądarki internetowej Mozilla Firefox

XML umożliwia nie tylko tworzenie nowych języków, ale także rozszerzanie języków istniejących. Takim właśnie przykładem jest Rozszerzalny HTML (XHTML) – przeglądarka jest w stanie wyświetlić takie dokumenty jak zwykły HTML.

Dokumenty XML same się opisują. Przykładem jest poniższy fragment kodu:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <ROOT xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
- <row>
  <field name="Typ kanału">1</field>
  <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
  <field name="Wartosc">B-1</field>
</row>
- <row>
  <field name="Typ kanału">2</field>
  <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
  <field name="Wartosc">0</field>
</row>
- <row>
  <field name="Typ kanału">3</field>
  <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
  <field name="Wartosc">0.1</field>
</row>
- <row>
  <field name="Typ kanału">3</field>
  <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
  <field name="Wartosc">0.5</field>
</row>
```

Rys. 1. Fragment kodu XML zawierającego dane hydrometeorologiczne

Opierając się tylko na nazwach nadanych poszczególnym elementom można z łatwością określić, sens i treść powyższego dokumentu. Nie do przecenienia jest właściwość XML-a, która sprawia że przeglądanie dokumentu po długim okresie przerwy jest proste i zrozumiałe, nawet dla osoby, która nie jest jego autorem. Oznacza to, że dokumenty XML w znacznej mierze same się dokumentują (niezależnie od tego możliwe jest wstawianie do plików XML komentarzy).

Kolejną zaletą XML jest fakt, że można określić nie tylko same dane, ale też ich strukturę i sposób umieszczania jednych elementów w innych. Jest to ważne szczególnie wtedy, gdy mamy do czynienia ze złożonymi, ważnymi danymi.[10]

2.5 Pomiary hydrometeorologiczne

Hydrometeorologia, to nauka o związkach zachodzących pomiędzy atmosferyczną i lądową fazą cyklu hydrologicznego (parowanie, kondensacja pary wodnej w atmosferze, opad atmosferyczny) [1].

Głównym źródłem poznania zachodzących w atmosferze zjawisk i procesów, są wyniki obserwacji i pomiarów hydrometeorologicznych. Obserwacje, jakich dokonuje się na stacjach pomiarowych, stanowią zarówno pomiary instrumentalne, jak również spostrzeżenia wzrokowe. Dzielimy je zasadniczo na pomiary meteorologiczne i hydrologiczne. Są one prowadzone według międzynarodowych standardów, w określonych przedziałach czasowych oraz określonych cyklach. Umożliwia to globalną wymianę informacji i tworzenie zbiorów, na podstawie, których można wykorzystywać zebrane dane w modelach mezoskalowych. Im bardziej rozbudowana jest sieć pomiarowo-obszaryjny, tym więcej posiadamy danych, co prowadzi do lepszego odwzorowania stanu aktualnego.

Praca obserwatorów jest bardzo ważnym elementem tworzenia zbioru danych pomiarów hydrometeorologicznych.

Coraz częściej używa się urządzeń automatycznych, samorejestrujących, ale pomimo tego na licznych stacjach pomiarowych wciąż korzysta się z klasycznych przyrządów, co pozwala na prowadzenie pomiarów nawet w przypadku awarii [2].

2.5.1 Pomiary meteorologiczne

Meteorologia, to nauka zajmująca się badaniem zjawisk i procesów zachodzących w atmosferze ziemskiej oraz tych procesów na powierzchni Ziemi, które mają bezpośredni wpływ na procesy atmosferyczne. Wyniki pomiarów parametrów meteorologicznych są podstawą do różnorodnych analiz, wykorzystywanych również do prognoz pogody.

Tab. 1. Zestawienie parametrów pomiarów meteorologicznych wraz z dokładnością
[na podstawie: IMGW, 2006 r.]

Parametr	Dokładność	Warunki pomiarów i obserwacji
Temperatura powietrza	0.1 °C	W klatce meteorologicznej - pomiar termometrem zwykłym - temperatura powietrza mierzona w cieniu
Parametry wilgotności powietrza (termometrem zwykłym i zwilżonym)	0.1 °C	- w klatce meteorologicznej - z pomiaru temperatury powietrza termometrem zwilżonym (i wentylowanym) wraz z termometrem zwykłym oblicza się parametry wilgotnościowe powietrza: temperaturę punktu rosy, niedosyt wilgotności, wilgotność względną
Ciśnienie atmosferyczne	0.1 hPa	- w pomieszczeniu stacji, barometrem - ciśnienie atmosferyczne, czyli ciśnienie powietrza wyraża się w milimetrach słupa rtęci (mm Hg) lub w hektopaskalach (hPa) - w polskiej służbie meteorologicznej jednostką ciśnienia atmosferycznego jest hektopaskal - ciśnienie maleje wraz ze wzrostem wysokości

Kierunek wiatru	5°	<ul style="list-style-type: none"> - wiatromierzem zlokalizowanym na wysokości 10m w ogródku meteorologicznym - podawany jest średni kierunek, z którego w ciągu ostatnich 10 minut wiał wiatr
Prędkość wiatru	1 m/s	<ul style="list-style-type: none"> - to średnia z 10 minut oraz porywy wiatru – czyli nagły wzrost prędkości wiatru, przewyższający co najmniej o 5 m/s średnią prędkość wiatru i trwający nie dłużej niż 2 minuty - w warunkach polskich prędkość wiatru przekraczająca 25 m/s należy do rzadkości, wiatromierzom europejskim skala kończy się na 50 m/s - w Arktyce spotyka się wiatry o prędkości przekraczającej 100 m/
rodzaj chmur		<ul style="list-style-type: none"> - nie wymyślono jeszcze przyrządu do ustalania każdej skatalogowanej chmury (jest ich w atlasie ponad 50) - umiejętność rozpoznawania chmur jest jedną z najtrudniejszych, jaką musi opanować obserwator - z uwagi na wysokość występowania chmury umownie podzielono na trzy grupy tzw. piętra: niskie (CL), średnie (CM) i wysokie (CH) – sięgające nawet do 16 km nad Ziemię- i dla tych trzech poziomów osobno podaje się informacje o chmurach

Tab. 2. Zestawienie parametrów pomiarów meteorologicznych wraz z dokładnością
[na podstawie: IMGW, 2006 r.]

Parametr	Dokładność	Warunki, znaczenie
Temperatura maksymalna powietrza	0.1 °C	- w klatce, termometrem (o konstrukcji zbliżonej do termometru lekarskiego) mierzy się maksymalną temperaturę, jaka wystąpiła w wybranym okresie (w służbie IMGW za okres 12 godzin)
Temperatura minimalna powietrza	0.1 °C	-analogicznie do maksymalnej, termometrem minimalnym wskazującym najniższą temperaturę powietrza, jaka wystąpiła w danym okresie (w służbie IMGW za okres 12 godzin)
Temperatura w gruncie	0.1 °C	- temperatura gruntu mierzona na specjalnym poletku na głębokościach 5, 10, 20, 50, 100 cm
Temperatura minimalna przy gruncie	0.1 °C	- najniższa temperatura powietrza mierzona 5 cm nad gruntem, termometrem minimalnym (w służbie IMGW za okres 12 godzin)
Wielkość opadu	0.1 mm	- deszczomierz o konstrukcji cylindrycznej, o powierzchni wlotu 200 cm ² , pozwala na gromadzenie się w nim spadającego opadu, który mierzy się co 6 godzin
Grubość pokrywy śnieżnej	1 cm	- grubość śniegu zalegającego w ogródku meteorologicznym, z uwzględnieniem świeżo spadłego śniegu

2.5.2 Pomiary hydrologiczne

Hydrologia, to nauka o obiegu wody w przyrodzie, m.in. o tej, która spływając po powierzchni dociera do cieków i koryt rzecznych. Hydrologa interesuje nie tylko fakt, że woda płynie, ale również ile tej wody płynie, z jaką prędkością oraz amplituda wahań poziomu wody w danym przekroju poprzecznym. Z pomiarów hydrologicznych możemy uzyskać informacje o stanie wody, prędkości przepływu oraz ilości przepływającej wody w jednostce czasu [3].

Tab. 3. Zestawienie parametrów pomiarów hydrologicznych wraz z dokładnością [na podstawie: IMGW, 2006 r.]

Parametr	Dokładność	Opis parametru
Stan wody	1 cm	- położenie zwierciadła wody w danym przekroju ponad przyjęty umownie poziom, zwany zerem wodowskazu - wielkość względna, podawana w centymetrach
Przepływ		- objętość wody przepływającej przez przekrój poprzeczny koryta w jednostce czasu - wyrażany w [m ³ /s]
Zjawiska lodowe	1 cm 10%	- formy zlodzenia rzeki pojawiające się w fazie zamarzania, trwałej pokrywy lodowej i spływu lodu - pomiar grubości lodu kosą lodową [cm] - określenie stopnia [%] pokrycia rzeki sryżem, lodem lub krą drabinką SOMMERA
Temperatura wody	0.2 °C	- termometr wodny

3 Wymagania funkcjonalne dla systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych

Według przyjętego powszechnie modelu tworzenia rozwiązań informatycznych tzw. modelu kaskadowego (*ang. waterfall model*), proces budowy oprogramowania został podzielony na kilka zależnych od siebie etapów. [9] Pierwszym z nich jest faza określenia wymagań. Znaczną część tego etapu stanowi określenie wymagań funkcjonalnych stawianych projektowanemu systemowi. To, jakie operacje system wykonuje na danych meteorologicznych decyduje o budowie interfejsu użytkownika.

3.1 Rejestrator RC10 jako źródło danych zasilających system

Dane meteorologiczne, które projektowany system ma przetwarzać pochodzą ze stacji meteorologicznych Politechniki Krakowskiej. Stacje pomiarowe są wyposażone w jeden lub kilka rejestratorów cyfrowych. Rejestrator RC10 jest wyspecjalizowanym programowalnym, mikroprocesorowym urządzeniem wyposażonym w następujące podzespoły funkcjonalne [11]:

- Pamięć wewnętrzna SRAM 256 KB oraz zegar czasu rzeczywistego
- Współpracy z użytkownikiem
- Obsługi czujników strunowych
- Obsługi czujników analogowych
- Obsługi czujników impulsowych
- Obsługi czujników wiatrowych

Rejestrator cyfrowy RC10 jest zasilany z sieci 220V oraz wewnętrznego akumulatora bezobsługowego 12V. Akumulator w czasie pracy rejestratora jest doładowywany prądem $< 0.2A$. Urządzenie zużywa do 0.8W energii i może pracować bez zasilania sieciowego przez 30 godzin, jednak rzeczywiste zużycie energii zależy od liczby i typu podłączonych czujników. W rejestratorze zastosowano układ podtrzymania pracy zegara czasu rzeczywistego oraz danych przechowywanych w pamięci wewnętrznej. Przy braku zasilania odliczanie czasu oraz zaprogramowane parametry pracy rejestratora są przechowywane przez okres 90 dni. Z chwilą pojawienia się zasilania rejestrator samoczynnie wznowi proces rejestracji.

Rejestracja warunków meteorologicznych może odbywać się ze zmiennym, programowalnym okresem w przedziale od 2 do 60 minut

W rejestratorze występuje 7 typów kanałów wejściowych (Tab. 4.)

Tab. 4. Kanały wejściowe rejestratora RC10 [11]

Typ kanału	Rodzaj pomiaru	Ilość wejść
1	Strunowe	8
2	Impulsowe	16
3	Licznikowe	3
4	Kierunek wiatru kontaktronowy	2
5	Kierunek wiatru GRAY	2
6	Analogowe	16
8	Cyfrowe	16

Pomiar prędkości wiatru jest prowadzony w sposób ciągły. Odczyt następuje w każdej dziesiątce sekund. Ze zbioru średnich 10 sekundowych obliczana jest średnia prędkość wiatru za okres pomiarowy oraz wybierana maksymalna prędkość wiatru.

Pomiar kierunku wiatru dokonywany jest co 10 sekund. Uzyskane w ten sposób wyniki przez okres pomiarowy grupowane są w zbiorach 2-ćwiartkowych. Następnie wybierana połówka zawierająca najwięcej wyników, z której obliczany jest średni kierunek wiatru oraz wybierany jest sektor zmienności. Sektor zmienności kierunku wiatru w przypadku prędkości 0 m/s podaje wartości 0 oraz 360 stopni.

Stan czujników impulsowych (korytka) sprawdzany jest co sekundę. Jako wynik pomiaru w/w czujnika zapisywana jest liczba zmian stanu w okresie pomiarowym. Pomiar czujnikami strunowymi odbywa się w każdej minucie i trwa około 5 sekund. Wskazania każdego czujnika odczytywane dwukrotnie. W przypadku zgodności wyników zapisywana jest średnia wartość. W przypadku rozbieżności dokonywany jest trzeci odczyt, po którym z dwóch wielkości zbliżonych do siebie zapisywana jest wartość średnia. W przypadku trzech różnych wyników sygnalizowany jest błąd pomiaru.

Pomiar czujnikami analogowymi odbywa się również w każdej minucie i trwa około 50 sekund. Rejestrator wykonuje 5 pomiarów każdego czujnika, odrzuca najbardziej skrajny i zapisuje wartość średnią.[11]

3.2 Dostępne materiały

Punktem wyjścia dla procesu projektowania i implementacji systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych była dokumentacja rejestratora RC10 autorstwa firmy „Trax – Elektronik” z Krakowa. Na podstawie zgromadzonych w dokumentacji informacji została przedstawiona budowa rejestratora RC10 oraz budowa bloku binarnego.

3.3 Budowa bloku binarnego

Blok binarny składa się z części nagłówka oraz z części danych.

Nagłówek zajmuje komórki pamięci od adresach 0x0 do 0x7F, a od adresu 0x80 do końca bloku rozpoczynają się dane pomiarowe. Przykładowy blok przedstawiony jest poniżej.

Tab. 5. Budowa binarnego bloku danych rejestratora RC10 [11]

Adres komórki pamięci w zapisie hexadecymalnym	Opis
0x0	Rezerwa
0x1	Rezerwa
0x2	Kod stacji pomiarowej (maks. 9 znaków)
0xB	Krotność określa, co ile linii pomiarowych podawane są pełne, nieprzyrostowe wartości
0xC	Numer rejestratora
0xD	Wersja rejestratora
0xE	Numer bloku binarnego
0xF	Typ kodowania
0x10 0x11	Rok początku zapisu pomiarów
0x12 0x13	Miesiąc początku zapisu pomiarów
0x14 0x15	Dzień początku zapisu pomiarów
0x16 0x17	Godzina początku zapisu pomiarów
0x18 0x19	Minuta początku zapisu pomiarów

0x1A 0x1B	Sekunda początku zapisu pomiarów
0x1C	Rezerwa
0x1D	Rezerwa
0x1E	Rezerwa
0x1F	Okres pomiarowy
0x20 0x21	Rok końca zapisu pomiarów
0x22 0x23	Miesiąc końca zapisu pomiarów
0x24 0x25	Dzień końca zapisu pomiarów
0x26 0x27	Godzina końca zapisu pomiarów
0x28 0x29	Minuta końca zapisu pomiarów
0x2A 0x2B	Sekunda końca zapisu pomiarów
0x2C	Rezerwa
0x2D	Rezerwa
0x2E	Rezerwa
0x2F	Rezerwa
0x30	Kanał strunowy
0x35	Kanał impulsowy
0x3E	Kanał prędkości wiatru
0x41	Kanał kierunku wiatru
0x44	Kanał analogowy
0x60	Nazwa stacji (maks. 25 znaków)
0x7F	Wskaźnik odczytu bloku

Od adresu 0x30 rozpoczynają się informacje o konfiguracji rejestratora RC10. Komórki pamięci od adresu 0x80 do końca bloku zawierają dane pomiarowe.

```

Nagłówek:
00000000  0000 2020 2020 2020 2020 2064 A80C 334E  ..  d..3N
00000010  3938 3031 3035 3037 3230 3030 0000 000A  980105072000...
00000020  3938 3031 3038 3132 3030 3030 0000 0000  980108120000...
00000030  0103 0003 0000 0000 0000 0000 0000 0301  .....
00000040  0005 0100 0603 0003 0000 0000 0000 0000  .....
00000050  0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  .....
00000060  4B61 7069 7461 6E61 7420 2D20 537A 637A
00000070  6563 696E 2020 2020 0000 0000 0007 19FF  .....

Dane:
00000080  0307 0E03 0012 F000 279B 0005 4F00 0333  .....!..O..3
00000090  0A00 0836 0009 A000 0700 3B40 0107 0203  ...6.....;@...
000000A0  0300 FACF 00FD 22FA 2DF8 FF03 070E 03FF  .....".f.....
000000B0  FBF3 E4FD 9075 90FD FF02 0306 03F9 04FF  ....u.....
000000C0  E28B FFFF 0203 0603 F9FD FCDD 00FF 20FF  .....
000000D0  0103 0302 01FF F7FB F6CF FF03 0706 0301  .....
000000E0  FB01 FDFE 6E00 0155 FF02 0303 0A03 FEFC  ...n..U.....
000000F0  0C14 0C70 01FD 0307 0603 FEFC 0C2B 03D4  ..p.....+..

```

Rys. 2. Treść bloku binarnego w zapisie hexadecymalnym

Rejestrator A8 Blok nr 3

BLAD nr B-0 - Transmisji wynikow pomiaru

BLAD nr B-1 - Brak lub uszkodzenie czujnika

BLAD nr B-2 - Brak plyty lub plyta uszkodzona

Kod posterunku -

Nazwa posterunku -

Dane od 98-01-05 07:20 do 98-01-08 12:00

```
98 01 05 07 20 484.8 1013.9 135.9 81.9 1.0 210 246 179 5.9 6.4
98 01 05 07 30 485.1 1013.9 3.0 8.5 0.4 214 246 179 5.1 6.3
98 01 05 07 40 485.0 1013.4 1.7 5.7 0.1 203 258 168 4.8 6.2
98 01 05 07 50 485.0 1012.7 2.1 5.6 0.1 200 246 168 4.7 6.1
98 01 05 08 00 485.0 1012.0 1.8 5.2 0.1 197 224 168 4.6 6.2
98 01 05 08 10 484.9 1011.1 1.3 4.2 0.1 192 224 168 4.5 6.2
98 01 05 08 20 485.0 1010.6 1.4 3.9 0.0 203 258 168 4.4 6.4
98 01 05 08 30 484.8 1010.2 2.6 5.9 0.0 204 258 179 4.5 6.1
98 01 05 08 40 484.6 1009.8 3.8 10.2 0.3 199 235 179 4.4 6.3
```

Rys. 3. Treść bloku binarnego w formie zdekodowanej

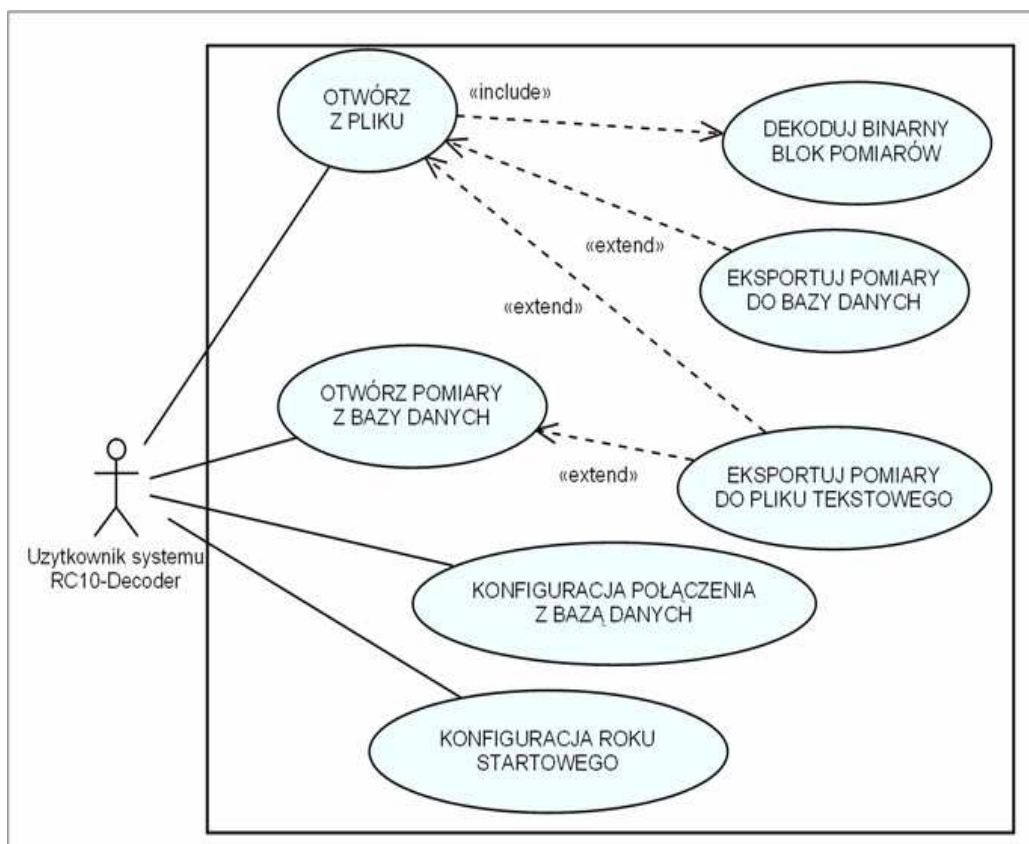
3.4 Założenia projektowanego systemu

Podstawą każdego procesu projektowego jest dobre i szczegółowe rozpoznanie zadań, jakie ma spełniać projektowany system. Celem tego etapu procesu projektowego jest zapoznanie się z formatem danych, ich ilością, sposobem pozyskiwania oraz w jaki sposób gromadzić dane i jak je przetwarzać. Przeprowadzona analiza pozwoli na określenie mocnych i słabych stron projektowanego systemu, jego odporności na błędy. Głównym zadaniem postawionym zaprojektowanemu systemowi jest przetwarzanie danych meteorologicznych. Źródłem pomiarów meteorologicznych jest rejestrator cyfrowy RC 10 firmy „Trax – Elektronik”.

Rejestrator posiada 11 bloków danych binarnych po 16KB numerowanych od 0 do 10. Dane gromadzone są w blokach o kolejnych numerach. Przy założeniu, że rejestrator posiada około 20 linii pomiarowych i częstotliwości pomiaru 10 minut, jeden blok zostanie wypełniony po okresie 5 do 7 dni. Odczyt danych następuje przez łącze RS – 232.[11] W celu przeglądania odczytane bloki wymagają zdekodowania, dlatego podstawowym celem stawianym przed projektowanym systemem jest dekodowanie bloków binarnych według określonego algorytmu. Każdy z bloków posiada ściśle określoną budowę. Zapisane są w nim dane dotyczące m.in. lokalizacji posterunku hydrometeorologicznego, czasu rozpoczęcia i zakończenia pomiarów oraz zarejestrowanych wartości na wszystkich liniach pomiarowych. Bloki binarne rejestratora RC10 nie przechodzą tzw. „testu roku 2000”. Spowodowane jest to tym, że rok przeprowadzenia pomiarów zakodowany wewnątrz bloku składa się tylko z dwóch najmniej znaczących cyfr. Projektowany system rozwiązuje ten problem. Biorąc pod uwagę częstotliwość pomiarów można założyć, że czas trwania procesu dekodowania nie jest krytyczny, mimo to zaproponowany algorytm wykorzystuje w jak najbardziej efektywny sposób zasoby systemowe tj. pamięć operacyjną oraz czas pracy procesora.

Zaprojektowany system przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych „RC10 – Decoder” jest systemem kompletnym. Oznacza to, że można w nim przeprowadzić wszystkie operacje na danych hydrometeorologicznych. Począwszy od zdekodowania bloku binarnego, poprzez wyświetlenie zdekodowanych wartości pomiarów hydrometeorologicznych w postaci tabelarycznej, na eksporcie pomiarów

do bazy danych lub pliku kończąc. System umożliwia także opcjonalne opisywanie przeprowadzonych pomiarów za pomocą zewnętrznych plików.



Rys. 4. Diagram przypadków użycia systemu „RC10 – Decoder”

Rysunek 4 przedstawia funkcje, jakie oferuje system „RC10-Decoder”. Jak widać użytkownik ma możliwość odczytu danych hydrometeorologicznych z pliku (OTWÓRZ Z PLIKU). Po wybraniu tej opcji z głównego menu zostanie otwarte okno przedstawiające strukturę plików i katalogów systemu Windows. W oknie tym należy wybrać jeden plik zawierający dane hydrometeorologiczne w postaci binarnej. Po zaakceptowaniu wyboru rozpoczęta zostanie procedura dekodowania pliku. W przypadku pomyślnego zakończenia procedury dekodowania, treść pliku zostanie wyświetlona w nowym oknie w postaci tabelarycznej. Procedura dekodowania pliku binarnego (DEKODUJ BINARNY BLOK POMIARÓW) jest integralną częścią (ang. *include*) procesu odczytywania pomiarów z pliku. Nie ma możliwości odczytu danych pomiarowych z pliku bez ich zdekodowania. Rozszerzeniem (ang. *extend*) funkcjonalności odczytu danych z pliku jest eksport zdekodowanych pomiarów hydrometeorologicznych do bazy danych (EKSPORTUJ POMIARY DO BAZY

DANYCH). Funkcjonalność ta jest dość przydatna w celu archiwizacji i łatwego zarządzania pomiarami hydrometeorologicznymi. Jeśli system posiada aktywne połączenie z bazą danych opcja ta pozostanie aktywna, w przeciwnym wypadku nie ma możliwości skorzystania z tej funkcjonalności. Po wybraniu tej opcji z głównego menu system sprawdzi czy w bazie nie znajduje się plik o identycznej nazwie jak plik eksportowany. Jeśli w bazie nie ma pliku o identycznej nazwie to dane hydrometeorologiczne zostaną wyeksportowane.

System „RC10 – Decoder” umożliwia otwarcie wielu plików z pomiarami hydrometeorologicznymi w tym samym czasie, ale zawsze eksportuje dane hydrometeorologiczne zawarte w aktywnym oknie. W celu eksportu pomiarów z innego okna, które nie jest oknem aktywnym i znajduje się na dalszym planie należy aktywować okno. Powoduje to wyciągnięcie okna na pierwszy plan. Po sprawdzaniu warunków koniecznych do przeprowadzenia procedury eksportu danych, dane hydrometeorologiczne zostaną wyeksportowane do pliku lub do bazy danych. W przypadku wystąpienia jakichkolwiek błędów w trakcie procedury eksportu, użytkownik systemu zostanie o tym poinformowany poprzez okno komunikatu błędu, który spowodował przerwanie procedury.

Odrębną funkcjonalnością systemu „RC10-Decoder” jest odczyt pomiarów hydrometeorologicznych zgromadzonych w bazie danych (OTWÓRZ POMIARY Z BAZY DANYCH). Skorzystanie z tej funkcjonalności możliwe jest tylko w przypadku, gdy system posiada aktywne połączenia z bazą danych. Jak widać na diagramie, po odczycie pomiarów z bazy danych można je wyeksportować do pliku tekstowego. Nie ma możliwości ponownego eksportu pomiarów hydrometeorologicznych, które zostały odczytane z bazy danych.

Kolejną samodzielną funkcjonalnością jest konfigurowanie połączeń z bazami danych. System obsługuje zarówno połączenie z serwerem MySQL uruchamianym na lokalnym komputerze, jak i połączenia ze zdalnymi maszynami. Możliwe jest skonfigurowanie wielu połączeń do różnych serwerów. Każde skonfigurowane w pełni połączenie z bazą danych może zostać zapisane w rejestrze Windows.

Ważną funkcjonalnością jest konfiguracja roku startowego. Ze względu na ograniczenia bloku binarnego, system „RC10-Decoder” musi na poziomie interfejsu umożliwiać określenie pełnego formatu roku przeprowadzenia pomiarów hydrometeorologicznych.

Tab. 6. Wymagania sprzętowe systemu „RC10 – Decoder”

	Minimalne wymagania	Zalecane wymagania
Procesor	Pentium; 1.0 GHz	Pentium 2.0 GHz
Pamięć RAM	512 MB	1024 MB
Peryferia	Mysz, klawiatura	Mysz, klawiatura
Karta sieciowa	Tak	Tak

Tab. 7. Wymagania programowe systemu „RC10 – Decoder”

System operacyjny	Windows XP SP2
Serwer baz danych (opcjonalnie)	MySQL w wersji 5.0 lub wyższej

3.5 Rodzaj informacji zasilających system

Zainstalowane w rejestratorze moduły czujników umożliwiają pomiar następujących parametrów środowiska:

- Temperatura powietrza i gruntu
- Temperatura na wysokości 2m
- Wilgotność powietrza
- Wysokość opadu atmosferycznego
- Suma Opadów
- Ciśnienie atmosferyczne
- Prędkość wiatru
- Kierunek wiatru
- Promieniowanie słoneczne
- Strumień ciepła gruntowego

Wszystkie te wielkości mają charakter numeryczny i najlepiej obrazowane są za pomocą zmiennoprzecinkowych typów danych. Dodatkowo, przy każdym pomiarze konieczne jest zapisanie informacji lokalizujących te dane na osi czasu i przypisującej je do stacji, która te pomiary przeprowadziła. Wartości te to:

- Identyfikator pomiaru – unikatowa wartość typu całkowitego określająca kolejny numer pomiaru zapisanego w bazie danych
- Identyfikator czujnika – unikatowa wartość typu całkowitego reprezentująca numer czujnika, z którego pochodzi odczytany pomiar
- Datę dokonania pomiaru zawierającą rok, miesiąc i dzień oraz czas zawierający godzinę, minutę i sekundę

3.6 Przewidywana ilość danych zasilających system

Przewiduje się, że na standardowym obsługiwanym przez system obszarze będzie funkcjonowało do 50 stacji pomiarowych, rejestrujących maksymalnie 20 różnych parametrów środowiska każda. Każda ze stacji pomiarowych jest wyposażona, w co najmniej jeden rejestrator RC10. Każdy z rejestratorów może obsługiwać do 72 czujników. Zakładając częstotliwość wykonywania pomiarów, co 10 minut, można stwierdzić, że baza danych będzie przechowywać od kilkudziesięciu tysięcy do kilku milionów rekordów danych meteorologicznych w ciągu roku.

4 Implementacja systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych

Komponenty systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych „RC10 – Decoder” zostały zrealizowane przy wykorzystaniu następujących technologii:

Tab. 8. Technologie informatyczne wykorzystywane przy tworzeniu systemu

Komponent systemu	Zastosowana technologia	Wersja
Baza danych	MySQL	5.0.51a
Graficzny Interfejs Użytkownika	MFC	8.0
Mechanizm wywoływania zapytań do bazy danych	MySQL C Api	

4.1 Instalacja systemu „RC10 – Decoder”

4.1.1 Budowa pakietu instalacyjnego

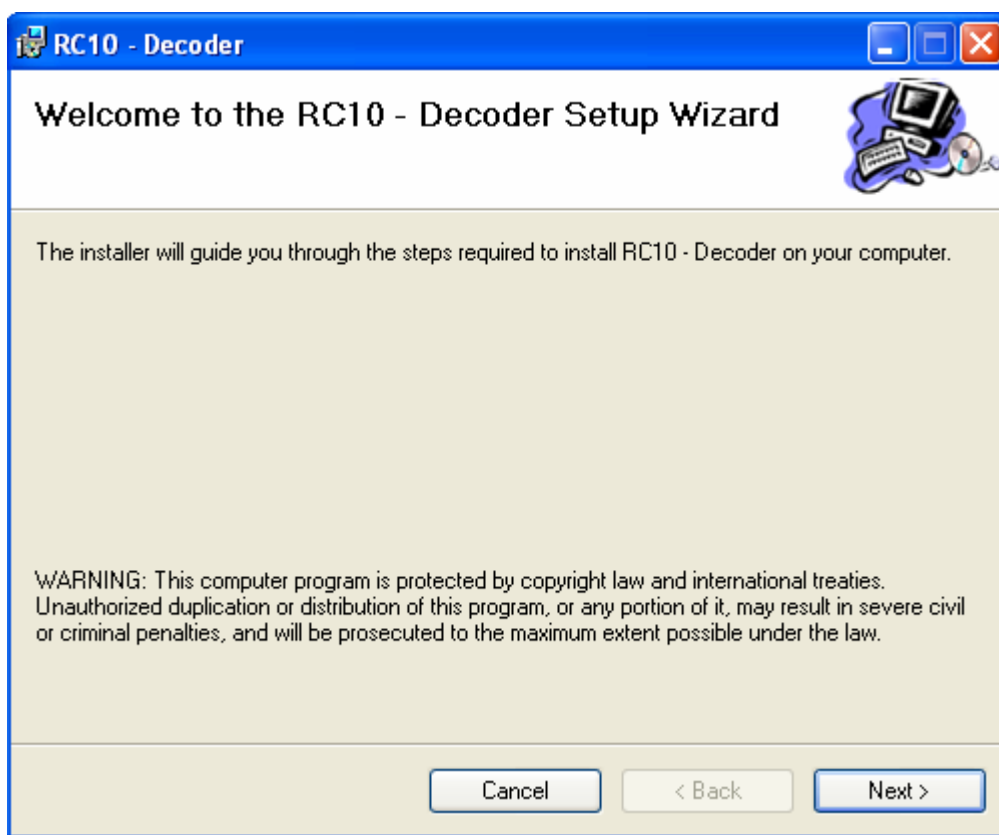
System „RC10-Decoder” jest dostarczony końcowemu użytkownikowi w postaci pakietu instalacyjnego. Pakiet został zbudowany w środowisku programistycznym Microsoft Visual Studio 2005 i składa się z:

- Pliki binarne i biblioteki DLL systemu w wersji *Release* (nie dostępne dla użytkownika)
- Skrypt MySQL budujący strukturę bazy danych
- Windows Installer, który jest głównym elementem mechanizmu odpowiedzialnego za kontrolę instalacji na platformach Windows. Jest to serwis uruchamiany automatycznie przez SCM (*ang. Service Control Manager*) podczas startu systemu, zarządzający nowo instalowanymi lub już zainstalowanymi programami za pomocą publicznego interfejsu Windows Installer API. Interfejs jest wystawiany przez pakiety instalacyjne MSI, a jego najważniejszymi elementami są funkcje: Install, Commit, Rollback oraz Uninstall, których definicje są zaszyte w kodzie programu. Windows Installer znajduje się w pliku Setup.msi

4.1.2 Opis procesu instalacji

Proces instalacji przebiega według standardowych procedur systemu Windows. Po uruchomieniu instalatora (Setup.msi) zostanie otwarte okno powitalne informujące o programie.

Pakiet instalacyjny został zbudowany w środowisku Visual Studio, wszystkie instrukcje w poszczególnych oknach wyświetlanych w procesie instalacji są w języku angielskim.



Rys. 5. Okno powitalne instalatora systemu „RC10 – Decoder”

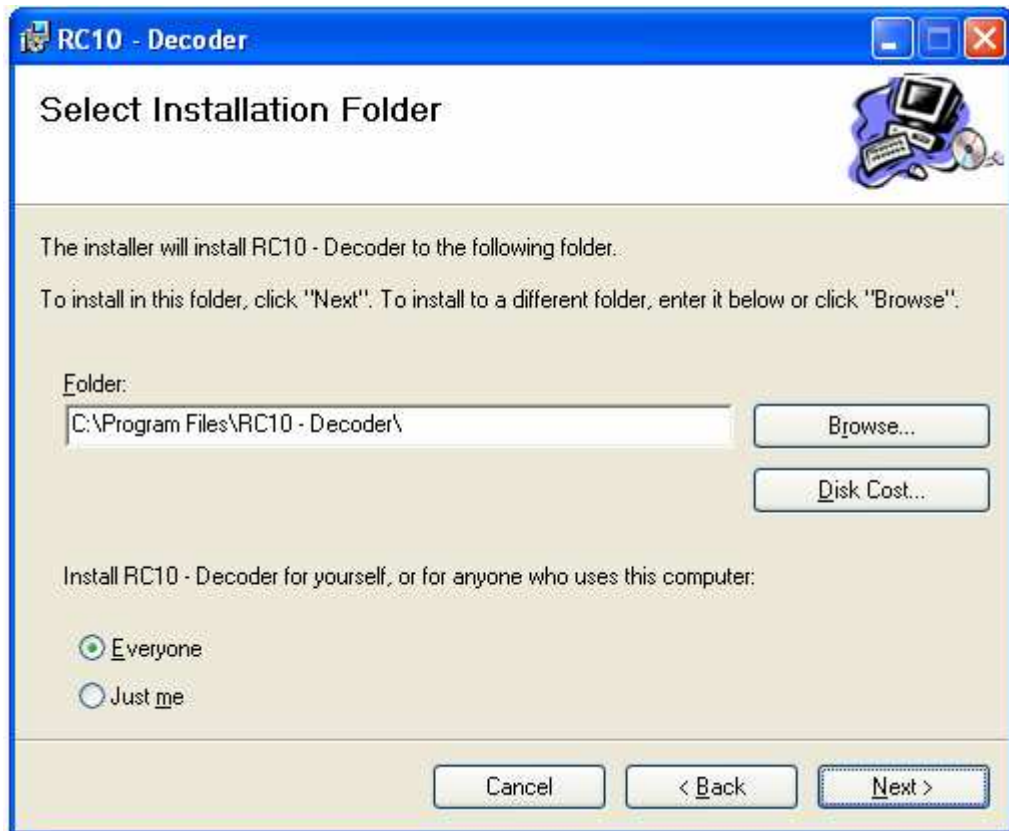
Kolejnym krokiem w procesie instalacji jest określenie docelowej ścieżki dostępu oraz wybranie użytkowników Windows, którzy będą mogli korzystać z zainstalowanego systemu „RC10-Decoder”.

Do wyboru dostępne są dwie opcje

- Everyone - wszyscy użytkownicy Windows mają dostęp do systemu „RC10 – Decoder”

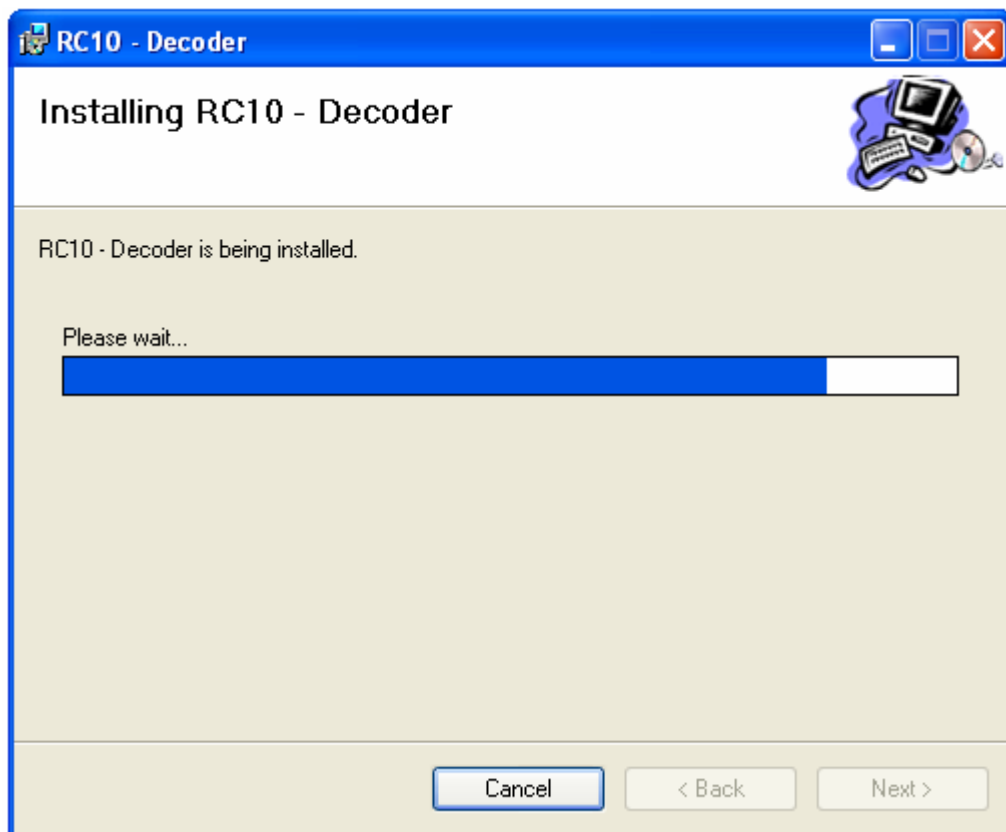
- Just me – dostęp do „RC10 – Decoder” posiada tylko użytkownik, który uruchomił proces instalacji

Standardową lokalizacją, w której instalowane są wszystkie programy w systemie Windows jest C:\Program Files\

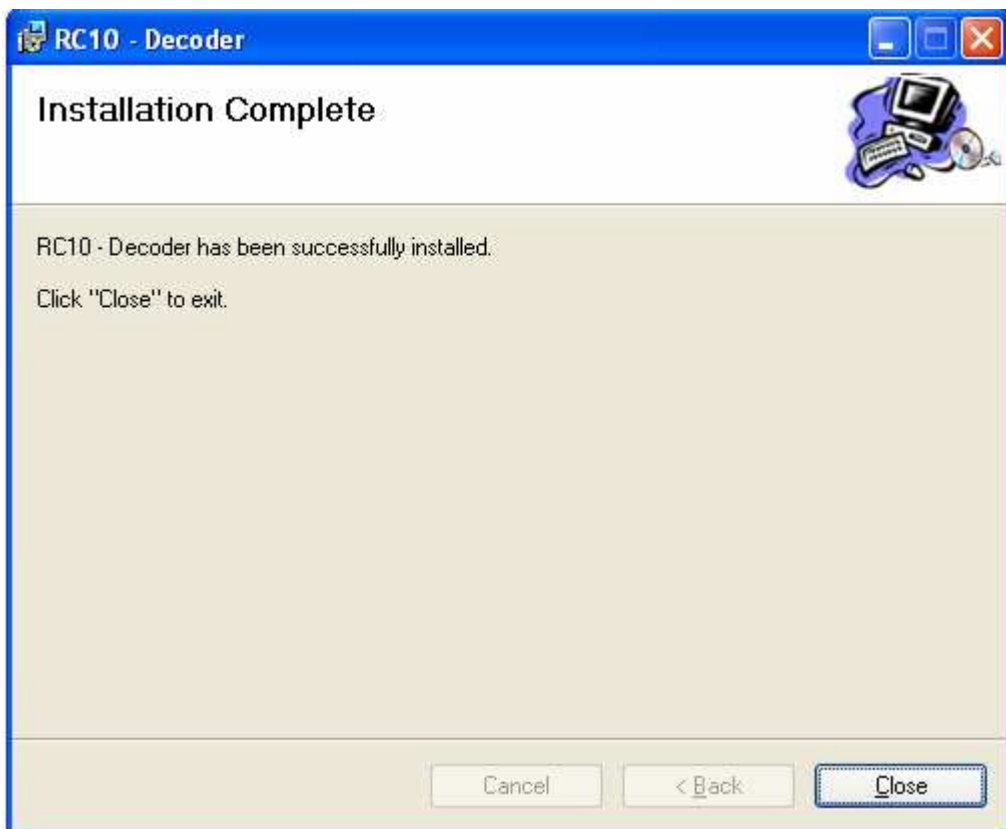


Rys. 6. Okno wyboru docelowej ścieżki dostępu

Po określeniu ścieżki dostępu do „RC10 – Decoder” i zaakceptowaniu wyboru zostanie rozpoczęty proces instalacji.



Rys. 7. Okno postępu procesu instalacji systemu



Rys. 8. Okno kończące proces instalacji systemu

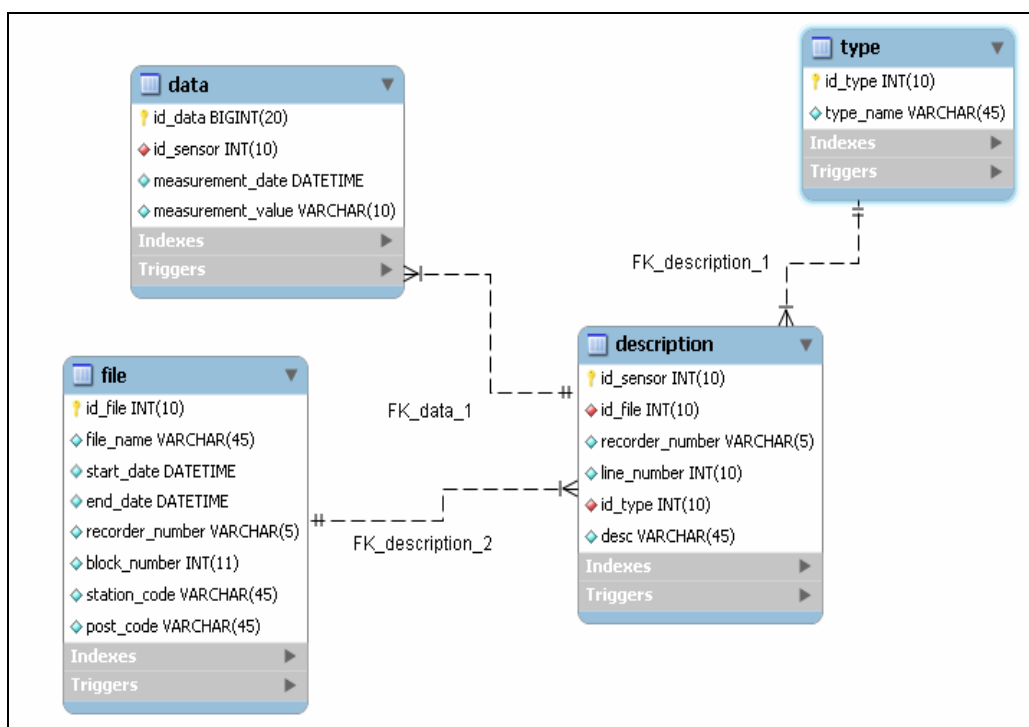
System domyślnie instalowany jest w katalogu C:\Program Files\RC10-Decoder. Wszyscy użytkownicy systemu Windows mają dostęp do oprogramowania „RC10-Decoder”. Skrypt budujący strukturę bazy danych DataBase.sql znajduje się zawsze w katalogu, w którym jest zainstalowane oprogramowanie.

Skrypt został wykonany w celu zautomatyzowania procesu tworzenia struktury bazy danych dla systemu „RC10 – Decoder”, przy użyciu programu MySQL – Administrator. Skrypt jest plikiem tekstowym i można podejrzec jego zawartość dowolnym edytorem tekstu. Nie są zalecane jakiegokolwiek zmiany w treści skryptu, dlatego posiada on atrybut tylko do odczytu. W skład skryptu wchodzi wszystkie kwerendy MySQL, jakie są niezbędne do zbudowania kompletnej struktury bazy danych.

Instalator systemu „RC10 – Decoder” nie zawiera pakietu instalacyjnego dla serwera bazy danych MySQL. Należy pobrać pakiet instalacyjny serwera z oficjalnej strony MySQL i zainstalować go w systemie.

4.2 Struktura bazy danych

Struktura bazy danych dla zaprojektowanego systemu przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych składa się z 4 tabel typu InnoDB. Wybrany typ tabel umożliwia zastosowanie kluczy obcych, czyli powiązania indeksowanej kolumny jednej tabeli z indeksowaną kolumną drugiej tabeli, co pozwala na sprawne i automatyczne dokonywanie zmian w powiązanych tabelach oraz wspiera transakcyjne wykonywanie zapytań. Rozwiązanie takie posiada jedną zasadniczą wadę – spowalnia działanie bazy danych. Ponieważ czas modyfikacji oraz wyszukiwania danych przechowywanych w bazie nie jest krytyczny, wykorzystanie referencji i tabel typu InnoDB jest dobrym rozwiązaniem. Zaproponowana struktura bazy danych pozwala w efektywny sposób przechowywać wszystkie kluczowe z punktu widzenia systemu dane tj. datę pomiaru meteorologicznego, wartość oraz opis pomiaru.



Rys. 9. Schemat struktury bazy danych dla systemu „RC10 – Decoder”

Tab. 9. Struktura tabeli *file* w bazie danych

Nazwa pola	Typ	Opis
id_file	INT	Identyfikator pliku z pomiarami meteorologicznymi; główny klucz tabeli
File_name	VARCHAR(45)	Nazwa pliku z pomiarami
start_date	DATETIME	Data i czas rozpoczęcia procesu rejestracji pomiarów meteorologicznych
end_date	DATETIME	Data i czas zakończenia procesu rejestracji pomiarów meteorologicznych
recorder_number	VARCHAR(5)	Identyfikator rejestratora
block_number	INT	Numer bloku binarnego
stadion_code	VARCHAR(45)	Kod stacji pomiarowej
post_code	VARCHAR(45)	Kod posterunku

Tabela *file* gromadzi podstawowe informacje dotyczące dekodowanego pliku binarnego. W tabeli są zawarte także informacje dotyczące czasu rozpoczęcia i zakończenia pomiarów oraz posterunku gdzie pomiar był wykonany.

Tab. 10. Struktura tabeli *data* w bazie danych

Nazwa pola	Typ	Opis
id_data	INT	Klucz główny tabeli
id_sensor	INT	Klucz obcy z tabeli <i>description</i>
measurement_date	DATETIME	Data i czas odczytu z czujnika
measurement_value	VARCHAR(10)	Wartość odczytana z czujnika

Tabela *data* gromadzi dane hydrometeorologiczne odczytane za pośrednictwem czujników rejestratora RC10 i uprzednio zdekodowane w systemie „RC10 – Decoder”. W tabeli zawarta jest data wykonania odczytu z każdego czujnika oraz wartość odczytana. Tabela powiązana jest referencją z tabelą *description*, która zawiera opisy wykonanych odczytów.

Tab. 11. Struktura tabeli *type* w bazie danych

Nazwa pola	Typ	Opis
<u>i</u> d_type	INT	Klucz główny tabeli
<u>t</u> ype_name	VARCHAR(45)	Nazwa typu czujnika

Tabela *type* zawiera typy kanałów wejściowych obsługiwanych przez rejestrator RC10. Kanały wejściowe zostały sklasyfikowane w tabeli 4.

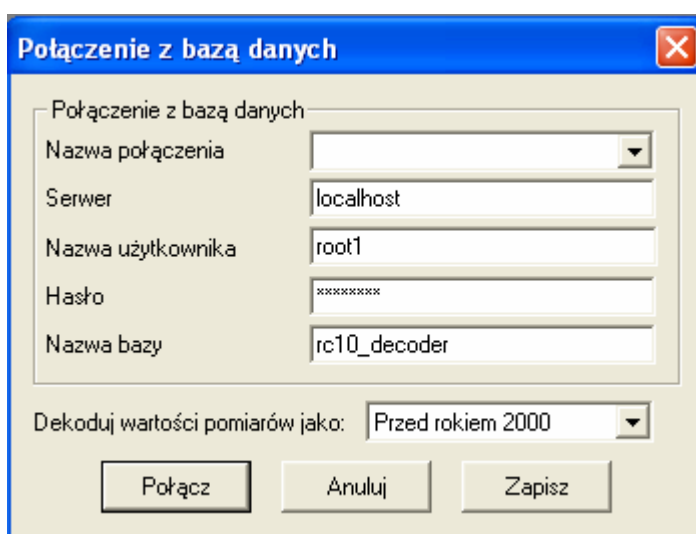
Tab. 12. Struktura tabeli *description* w bazie danych

Nazwa pola	Typ	Opis
id_sensor	INT	Klucz główny tabeli
id_file	INT	Klucz obcy z tabeli file
recorder_number	VARCHAR(5)	Identyfikator rejestratora
line_number	TINYINT	Numer linii pomiarowej
id_type	INT	Klucz obcy z tabeli type
description	VARCHAR(45)	Opis pomiaru

Tabela *description* zawiera opisy pomiarów hydrometeorologicznych wykonanych przez czujniki rejestratora RC10. Na opis pomiaru składa się unikalny identyfikator rejestratora, numer linii pomiarowej, typ kanału wejściowego zainstalowanego na danej linii pomiarowej oraz tekst opisujący pomiar.

4.3 Obsługa połączeń z bazą danych

W zaprojektowanym systemie przewidziano możliwość współpracy z zewnętrznymi bazami danych. Serwerem baz danych, z którym opisywany system umożliwia połączenie jest serwer MySQL. Przy pierwszym uruchomieniu systemu zostanie otwarte okno „Połączenie z bazą danych”. W oknie tym po uprzednim wypełnieniu pól opisujących wymagane parametry połączenia, użytkownik ma możliwość połączenia się z bazą danych.



Rys. 10. Okno konfiguracji połączenia z baza danych

W oknie przedstawionym na rysunku 10 wymagane jest wypełnienie następujących pól:

- Serwer – adres IP serwera MySQL lub nazwa domenowa, możliwe jest podanie nazwy localhost jako synonimu połączenia z serwerem uruchomionym na lokalnym komputerze.
- Nazwa użytkownika – nazwa konta użytkownika, który łączy się z baza danych
- Hasło
- Nazwa bazy – domyślną nazwą bazą danych jest „rc10_decoder”. Każdy serwer, z którym nastąpi próba połączenia musi zawierać bazę danych możliwość nazwie „rc10_decoder”. Dlatego na każdym z serwerów MySQL, z którym ma pracować system przetwarzania pomiarów hydrometeorologicznych należy uruchomić skrypt DataBase.sql znajdujący się w katalogu, w którym został zainstalowany system „RC10 – Decoder”. W przypadku, gdy na serwerze nie zostanie znaleziona baza o nazwie „rc10_decoder” system wyświetli okno dialogowe informujące użytkownika o błędzie.

Ze względu na brak jednoznacznego określenia w bloku binarnym roku wykonywanych pomiarów należy określić wartość roku, według którego dekodować wartości pomiarów – roku startowego. W polu „Dekoduj wartości pomiarów jako” należy wybrać jedną z dwóch wartości:

- Przed rokiem 2000 – wybór tej opcji powoduje, że wszystkie zdekodowane wartości pomiarów meteorologicznych do momentu zmiany tego ustawienia będą traktowane jako wykonane w przedziale od 1900r. do 1999r.
- Po roku 2000 – wybór tej opcji powoduje, że wszystkie zdekodowane wartości pomiarów meteorologicznych do momentu zmiany tego ustawienia będą traktowane jako wykonywane w przedziale od 2000r. do 2099r.

Operacja określenia roku startowego musi zostać przeprowadzona przy pierwszym uruchomieniu systemu „RC10 – Decoder”. Po określeniu roku startowego wartość ta zapisywana jest w rejestrze systemu Windows a wszystkie pomiary hydrometeorologiczne odczytywane z plików binarnych rejestratora RC10 będą określone jako wykonane przed rokiem 2000 lub po roku 2000 w zależności od wybranej wartości, aż do momentu kolejnej zmiany. Rok startowy może być zmieniony w każdej chwili po wybraniu z menu górnego opcji „Ustawienia”. Nie jest możliwe, aby rok startowy miał wartość nieokreśloną. Domyślnie ustawiony jest na 1900. Pliki pomiarów hydrometeorologicznych otwierane z bazy danych posiadają daty pomiarów zawierające cztery cyfry w roku, dlatego przy otwieraniu plików z bazy ustawienia roku startowego są ignorowane.

Przycisk „Połącz” – kliknięcie przycisku powoduje uruchomienie procedury łączenia z serwerem baz danych. W przypadku udanego połączenia okno zostanie zamknięte a parametry połączenia z bazą danych zostaną zapisane w rejestrze systemowym jako domyślne parametry połączenia.

Wszystkie połączenia z bazami danych osiągalne są w systemie poprzez pole „Nazwa połączenia”. Jest to lista rozwijalna (*ang. Combo box*) z możliwością edycji. Oznacza to, że po rozwinięciu tego pola zostanie wyświetlona lista zawierająca nazwy wszystkich połączeń zapisanych w systemie. Istnieje możliwość wyboru jednego połączenia z dostępnych na liście lub ustawienie parametrów połączenia i zapisanie ich w systemie pod nazwą podaną w tym polu.

Dostęp do zapisanych w rejestrze wartości możliwy jest przy użyciu standardowego narzędzia systemu Windows – edytora rejestru o nazwie regedit. Wartości parametrów połączenia z bazami danych przechowywane są w kluczu rejestru „HKEY_CURRENT_USER\Software\PolitechnikaKrakowska\RC10Decoder\”

W przypadku nieudanej próby połączenia z bazą zostanie wyświetlone okno informujące o błędzie, a użytkownik zostanie poproszony o ponowne wprowadzenie poprawnych parametrów połączenia.

Przycisk „Zapisz” – system umożliwia zapisywanie konfiguracji połączeń z bazą danych. Po określeniu wymaganych parametrów połączenia z bazą danych oraz nazwy połączenia, pod jaką zostanie zapisana konfiguracja, kliknięcie na przycisk „Zapisz” spowoduje zapisanie parametrów w rejestrze systemowym.

Jeśli nazwa połączenia istnieje system zapyta czy zastąpić połączenie nowymi parametrami. W przypadku, gdy użytkownik nie określi wymaganych parametrów system zgłosi błąd.

Przycisk „Anuluj” – po kliknięciu tego przycisku okno zostanie zamknięte bez wykonywania żadnych operacji.

Aktywne połączenie z bazą danych można zmieniać w trakcie pracy systemu. Innymi słowy w systemie przewidziano funkcjonalność przełączania użytkownika między bazami danych. Bazę danych, z którą pracuje w danym momencie system, można zmienić przywołując ponownie okno „Połączenie z bazą danych” poprzez menu górne Plik → Połącz z bazą danych.

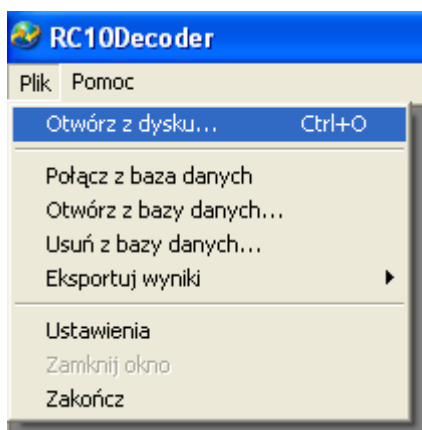
4.4 Scenariusze dostępu do danych

Projektowany system umożliwia dostęp do pomiarów meteorologicznych na dwa sposoby. Pierwszym podstawowym sposobem jest dekodowanie plików binarnych, przesłanych z rejestratora RC10 poprzez łącze RS-232 do komputera.

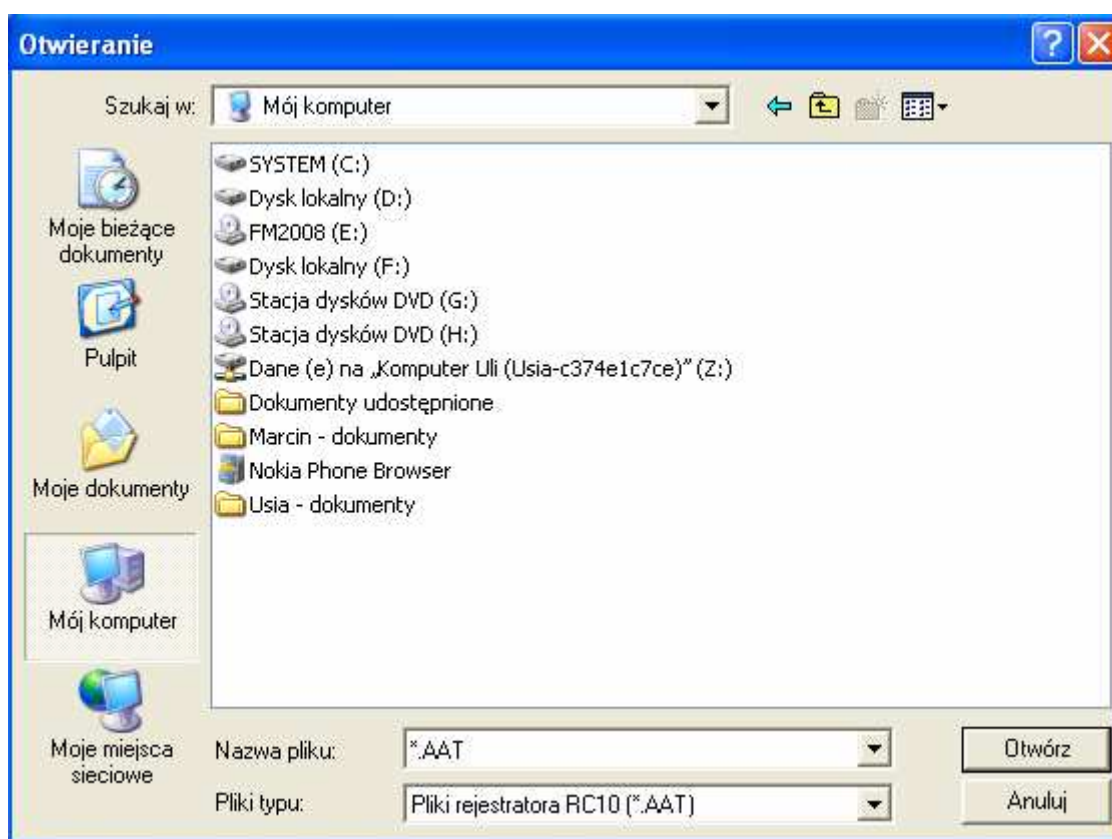
Drugim alternatywnym sposobem jest otwieranie plików z pomiarami meteorologicznymi przechowywanych w bazie danych. Pobieranie wartości pomiarów meteorologicznych z bazy danych dostępne jest pod warunkiem, że system jest połączony z bazą danych.

4.4.1 Odczyt pomiarów z binarnego pliku rejestratora RC10

Okno otwierania plików binarnych rejestratora RC10 jest dostępne po wybraniu z menu górnego opcji „Otwórz z dysku” w sposób przedstawiony na rysunku 11 lub przy użyciu skrótu klawiszowego Ctrl + O. Jest to standardowe okno obsługi otwierania plików w systemie Windows.



Rys. 11. Menu główne systemu „RC10 – Decoder”



Rys. 12. Okno wyboru pliku binarnego do zdekodowania

Lewa część okna zawiera ikony szybkiego przełączania w strukturze katalogów systemu Windows. Jest to wygodny sposób przeglądania najczęściej używanych katalogów.

Dolna część okna zawiera filtr wyszukiwania plików według typu. Pliki, z którymi współpracuje zaprojektowany system posiadają rozszerzenie typu AAT.

W oknie tym wyświetlone są tylko katalogi oraz pliki typu AAT. Pliki o innych rozszerzeniach nie są wyświetlane.

Pliki binarne rejestratora RC10 nazywane są według ustalonej konwencji.

Nazwa składa się z 8 znaków w formie XXRRMMDD.AAT

XX – numer rejestratora, z którego pochodzi plik binarny

RR – dwie najmniej znaczące cyfry roku kalendarzowego, w którym przeprowadzona pomiar

MM – dwucyfrowy numer miesiąca, w którym został rozpoczęty pomiar. W przypadku miesiąca z przedziału styczeń – wrzesień numer miesiąca kalendarzowego należy poprzedzić zerem

DD – dwucyfrowy numer dnia miesiąca, w którym rozpoczęto pomiar.
W przypadku jednocyfrowego numeru należy poprzedzić go zerem

Po wybraniu pliku binarnego i zaakceptowaniu wyboru okno zostanie zamknięte i zostanie rozpoczęta procedura dekodowania pliku. W przypadku pomyślnego zdekodowania pliku, jego zawartość – wyniki pomiarów zarejestrowanych na danym posterunku w określonym czasie – zostanie wyświetlona w nowym oknie w postaci tabelarycznej przedstawionej na rysunku 13.

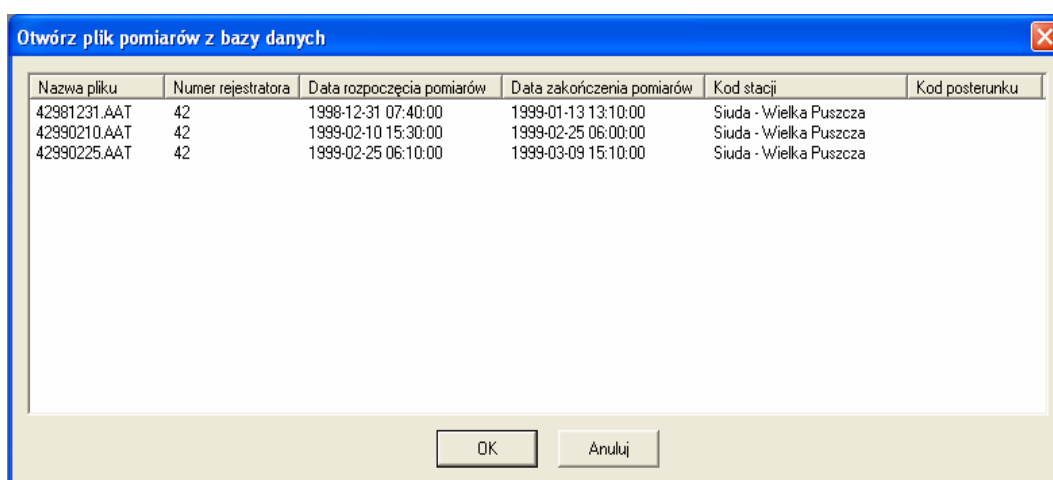
Data/Czas pomiaru	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5	Pomiar 6	Pomiar 7	Pomiar 8	Pomiar 9	Pomiar 10
1999-01-13 13:20:00	B-1	0	0.7	3.6	0.0	1.7	1.6	0.0	0.4	1.1
1999-01-13 13:30:00	B-1	0	1.8	4.7	0.3	1.7	1.6	-0.1	0.4	1.1
1999-01-13 13:40:00	B-1	0	0.6	1.6	0.0	1.7	1.6	0.0	0.4	1.0
1999-01-13 13:50:00	B-1	0	0.2	1.4	0.0	1.8	1.7	0.1	0.4	1.1
1999-01-13 14:00:00	B-1	0	0.6	2.4	0.0	1.9	1.8	0.0	0.5	1.0
1999-01-13 14:10:00	B-1	0	0.1	0.7	0.0	1.7	1.6	-0.4	0.4	1.0
1999-01-13 14:20:00	B-1	0	0.0	0.5	0.0	1.4	1.3	-0.3	0.4	1.0
1999-01-13 14:30:00	B-1	0	0.4	1.4	0.0	1.3	1.2	-0.3	0.4	1.1
1999-01-13 14:40:00	B-1	0	0.0	0.7	0.0	1.4	1.3	-0.3	0.4	1.0
1999-01-13 14:50:00	B-1	0	0.0	0.4	0.0	1.4	1.3	-0.3	0.4	1.0
1999-01-13 15:00:00	B-1	0	0.7	2.3	0.0	1.5	1.3	-0.3	0.4	1.0
1999-01-13 15:10:00	B-1	0	0.6	3.1	0.0	1.4	1.3	-0.3	0.4	1.0
1999-01-13 15:20:00	B-1	0	0.3	1.7	0.0	1.3	1.2	-0.4	0.4	1.0
1999-01-13 15:30:00	B-1	0	0.1	1.5	0.0	1.1	1.0	-0.4	0.4	1.0
1999-01-13 15:40:00	B-1	0	0.1	0.8	0.0	0.9	0.8	-0.4	0.4	1.0
1999-01-13 15:50:00	B-1	0	0.6	3.0	0.0	0.6	0.5	-0.5	0.4	1.0
1999-01-13 16:00:00	B-1	0	0.4	1.6	0.0	0.7	0.6	-0.5	0.4	1.0

Rys. 13. Okno wyświetlające dane hydrometeorologiczne w postaci tabelarycznej

Istnieje możliwość odczytu równocześnie wielu pomiarów hydrometeorologicznych pochodzących zarówno z bazy danych jak i z binarnych bloków rejestratora RC10. Każdy z plików pomiarów hydrometeorologicznych jest otwierany w osobnym oknie. Okno przechowujące wyświetlone w postaci tabelarycznej pomiary jest oknem potomnym w stosunku do głównego okna aplikacji, dlatego samo w sobie nie zawiera żadnej funkcjonalności. Wszystkie możliwości oferowane przez system „RC10 – Decoder” są zgromadzone na poziomie głównego okna aplikacji. Zarówno okno potomne jak i główne okno aplikacji współpracują ze sobą poprzez mechanizm MDI. Operacje wywoływane z poziomu menu głównego okna aplikacji zawsze oddziałują na aktywne okno potomne i jego zawartość. Oznacza to, że chcąc wyeksportować dane hydrometeorologiczne ze wszystkich zdekodowanych bloków binarnych do bazy lub pliku tekstowego, należy dla każdego okna potomnego zawierającego dane wywołać poprzez menu główne procedurę eksportu danych.

4.4.2 Pobieranie pomiarów hydrometeorologicznych z bazy danych

Zaprojektowany system umożliwi przechowywanie zdekodowanych wcześniej plików binarnych w bazie danych. Dostęp do zdekodowanych plików pomiarów hydrometeorologicznych możliwy jest pod warunkiem, że system pozostaje w aktywnym połączeniu z zewnętrzną bazą danych. Pliki pomiarów hydrometeorologicznych przechowywane są w bazie w formie zdekodowanej. W przypadku, kiedy system nie jest połączony z żadną bazą danych opcja otwierania plików z bazy pozostaje nieaktywna.



Rys. 14. Okno otwierania plików danych hydrometeorologicznych z bazy danych

Okno zawiera pełną listę wszystkich plików pomiarów przechowywanych w bazie danych, z którą aktualnie połączony jest system „RC10 – Decoder”.

Lista zbudowana jest z kolumn o określonych wartościach:

- Nazwa pliku
- Numer rejestratora, z którego pochodzi plik pomiarów meteorologicznych
- Daty rozpoczęcia pomiarów – jest to data zawierająca rok w notacji czterocyfrowej, miesiąc i dzień w notacji dwucyfrowej oraz czas rozpoczęcia pomiarów
- Data zakończenia pomiarów

- Kod stacji – nazwa stacji, na której zainstalowany został rejestrator wykonujący pomiary
- Kod posterunku

Po wybraniu jednego elementu listy oraz zaakceptowaniu wyboru wartości pomiarów meteorologicznych są pobierane z bazy danych i wyświetlane w nowym oknie potomnym.

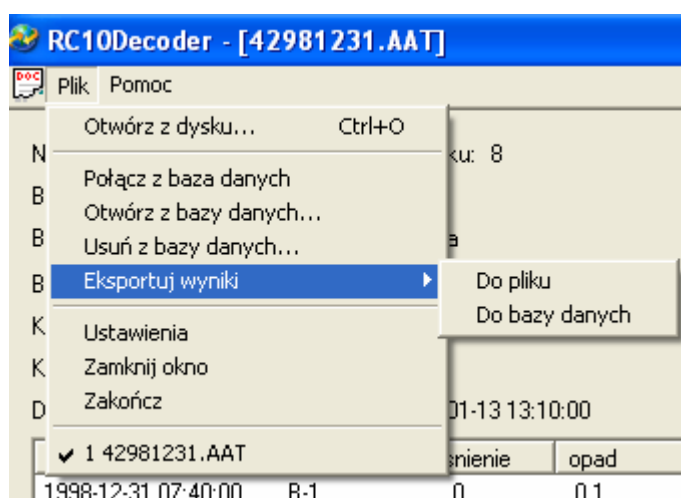
4.5 Scenariusze eksportu danych hydrometeorologicznych

W dobie dzisiejszych rozwiązań informatycznych system, który nie przewiduje łatwego w obsłudze mechanizmu eksportowania wyników swojej pracy, jest uznawany za pozbawiony podstawowej funkcjonalności. Wyniki pracy systemów informatycznych mogą być eksportowane na przeróżne sposoby. Począwszy od zapisu informacji do pliku, wydruku na drukarce, poprzez eksport do bazy danych na automatycznym wysyłaniu informacji pocztą elektroniczną kończąc.

Projektowany system nie ustępuje w tej kwestii komercyjnym systemom informatycznym. Umożliwia eksport pomiarów meteorologicznych zarówno do bazy danych jak i do najpopularniejszych typów plików.

4.5.1 Eksport pomiarów do bazy danych

Opcja eksportu pomiarów do bazy danych osiągalna jest z menu głównego Plik →Eksportuj wyniki →Do bazy danych.



Rys. 15. Główne menu z aktywną opcją eksportu danych do bazy

Warunkami koniecznymi do skorzystania z funkcjonalności eksportu do bazy danych są:

- Aktywne połączenie systemu z zewnętrzną bazą danych
- Wybrany do eksportu plik musi być uprzednio otwarty oraz okno, w którym został otwarty musi być oknem aktywnym.

W przypadku, gdy system nie jest połączony z żadną bazą danych lub, gdy połączenie zostało utracone opcja eksportu wyników do bazy danych pozostaje nieaktywna. Również, gdy żaden z plików nie został otwarty opcja eksportu pozostaje nieaktywna.

Po wybraniu opcji eksportu do bazy danych, system sprawdzi czy w bazie danych, do której ma nastąpić eksport nie ma pliku o identycznej nazwie i dacie rozpoczęcia, i zakończenia pomiarów. W przypadku, gdy w bazie istnieje plik o parametrach odpowiadających parametrom eksportowanego pliku system poinformuje użytkownika wyświetlając odpowiednie okno komunikatu.



Rys. 16. Okno komunikatu informujące o błędzie podczas eksportu danych do bazy

System poinformuje użytkownika również w przypadku, gdy proces eksportu pomiarów meteorologicznych do bazy danych zostanie zakończony powodzeniem.

4.5.2 Eksport pomiarów do pliku tekstowego

Projektowany system umożliwi eksport zdekodowanych wartości pomiarów meteorologicznych do najbardziej popularnych formatów plików: CSV oraz XML w celu dalszego przetwarzania pomiarów poza zaprojektowanym systemem informatycznym.

Format CSV (*Comma Separated Values*) jest obsługiwany przez większość aplikacji bazodanowych, a także przez komercyjne programy biurowe typu Microsoft Excel, Microsoft Word i niekomercyjne Open Office.

Format XML jest uniwersalnym formatem mającym szerokie zastosowanie w aplikacjach webowych jak i stacjonarnych.

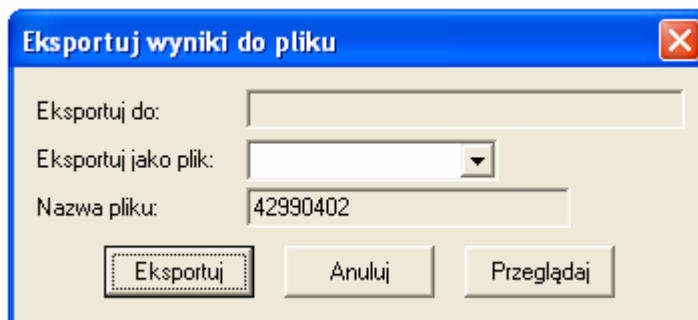
Plik XML przechowujący dane hydrometeorologiczne posiada następującą strukturę

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ROOT xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <row>
    <field name="Typ kanalu">1</field>
    <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
    <field name="Wartosc">B-1</field>
  </row>
  <row>
    <field name="Typ kanalu">2</field>
    <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
    <field name="Wartosc">0</field>
  </row>
  <row>
    <field name="Typ kanalu">3</field>
    <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
    <field name="Wartosc">0.1</field>
  </row>
  <row>
    <field name="Typ kanalu">3</field>
    <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
    <field name="Wartosc">0.5</field>
  </row>
  <row>
    <field name="Typ kanalu">3</field>
    <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
    <field name="Wartosc">0.0</field>
  </row>
  <row>
    <field name="Typ kanalu">6</field>
    <field name="Data pomiaru">1998-12-31 07:40:00</field>
    <field name="Wartosc">-4.7</field>
  </row>
</ROOT>
```

Rys. 17. Fragment pliku XML z danymi wyeksportowanymi z bazy

Jak widać na rysunku 17 plik posiada charakterystyczną formę tabeli. Składa się z wierszy rozpoczynanych znacznikiem <row>. W skład każdego wiersza wchodzi trzy pola – znacznik <field>. Każde pole zostało opisane. Pierwsze pole zawiera numer określający rodzaj czujnika zamontowanego na linii pomiarowej. Drugie pole określa

datę i czas przeprowadzenia odczytu z czujnika. Pole trzecie zawiera odczytaną wartość. Wiersze zakończone są znacznikiem </row>



Rys. 18. Okno eksportu danych hydrometeorologicznych do pliku

Okno przedstawione na rysunku 18 zbudowane jest z trzech pól:

Eksportuj do – w polu tym jest wyświetlana bezwzględna ścieżka dostępu do pliku, w którym zostaną zapisane eksportowane wartości. Pole nie jest edytowalne w sposób bezpośredni. Aby wprowadzić ścieżkę dostępu należy skorzystać z przycisku „Przeglądaj”. Po kliknięciu na ten przycisk zostanie otwarte nowe okno przedstawiające strukturę katalogów systemu Windows. W oknie tym należy określić docelową lokalizację pliku z eksportowanymi pomiarami hydrometeorologicznymi.

Eksportuj jako plik – lista rozwijalna zawiera typy obsługiwanych plików: CSV, XML, AEK.

4.6 Uzupełnienie funkcjonalności systemu

Blok binarny rejestratora RC10 zawiera wiele ograniczeń. Wynikają one z budowy rejestratora. Jednym z nich jest brak opisów przeprowadzonych pomiarów na każdej z linii pomiarowych. Blok binarny zawiera wartości pomiarów meteorologicznych, datę i czas wykonania, a także numer linii pomiarowej oraz typ czujnika zamontowanego na danej linii. Niestety brak jest informacji opisujących sens i znaczenie każdej wartości, dlatego zdecydowano wprowadzić dodatkową funkcjonalność, która rozwiązuje ten problem.

Zaprojektowany system uwzględnia zewnętrzny mechanizm opisu pomiarów. Źródłem informacji opisujących wykonane pomiary są pliki opisów o rozszerzeniu CONF. W katalogu, w którym zainstalowana jest aplikacja, są przechowywane pliki tekstowe z opisem przeprowadzonych pomiarów.

Każdy plik zawiera numer linii pomiarowej oraz odpowiadający mu opis tekstowy. Linie pomiarowe numerowane są od 0 do n – 1. Separatorem oddzielającym numer linii pomiarowej od jej opisu jest dwukropek. Każda z par numer linii pomiarowej – opis przeprowadzonego pomiaru musi rozpoczynać się w nowym wierszu oraz musi być zakończona znakiem separatora – dwukropek.

Konwencja nazewnictwa plików CONF.

Nazwa pliku opisów składa się z następujących części:
NNRRRRMMDD.CONF gdzie:

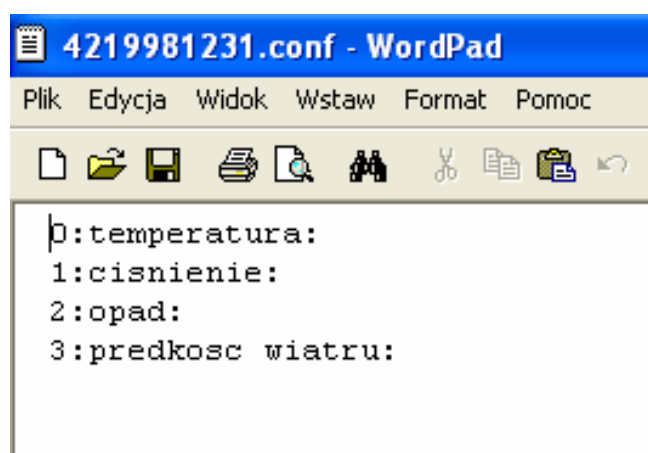
NN – numer rejestratora

RRRR – rok rozpoczęcia pomiarów zapisany w notacji czterocyfrowej

MM – miesiąc rozpoczęcia pomiarów

DD – dzień rozpoczęcia pomiarów

Rejestrator RC10 umożliwia zmianę zainstalowanych w nim czujników. Dzięki takiemu rozwiązaniu każdy pomiar może odbywać się z inną konfiguracją. Aby jednoznacznie przypisać zewnętrzny plik opisów pomiarów hydrometeorologicznych do danej konfiguracji rejestratora należy w nazwie pliku opisów zawrzeć dokładną datę rozpoczęcia pomiaru. Data musi zawierać rok zapisany w notacji czterocyfrowej, miesiąc oraz dzień.



Rys. 19. Fragment zewnętrznego pliku opisów danych hydrometeorologicznych

Po pomyślnym zdekodowaniu pliku binarnego system przeszuka katalog, w którym zainstalowana jest aplikacja w poszukiwaniu pliku opisów. Jeśli plik zostanie znaleziony to nagłówki kolumn z wartościami pomiarów meteorologicznych zostaną opisane według wartości odczytanych z pliku CONF.

W przypadku, gdy system nie znajdzie zewnętrznego pliku opisów nagłówki kolumn zostaną opisane jako „Pomiar N” gdzie N oznacza kolejny, numerowany od zera numer linii pomiarowej.

Numer rejestratora: 42 Numer bloku: 8

BŁĄD nr B-0 - Transmisji wyników pomiaru

BŁĄD nr B-1 - Brak lub uszkodzenie czujnika

BŁĄD nr B-2 - Brak płyty lub płyta uszkodzona

Kod stacji pomiarowej: Siuda - Wielka Puszcza

Kod posterunku:

Dane od: 1998-12-31 07:40:00 do 1999-01-13 13:10:00

Data/Czas pomiaru	temperatura	ciśnienie	opad	predkosć wiatru	Pomiar 5	Pomiar 6	Pomiar 7	Pomiar 8	Pomiar 9	Pomiar
1998-12-31 07:40:00	B-1	0	0.1	0.5	0.0	-4.7	-4.8	-1.4	0.2	0.8
1998-12-31 07:50:00	B-1	0	0.1	0.7	0.0	-4.6	-4.7	-1.5	0.2	0.7
1998-12-31 08:00:00	B-1	0	0.0	0.0	0.0	-4.4	-4.6	-1.4	0.2	0.7
1998-12-31 08:10:00	B-1	0	0.0	0.0	0.0	-4.5	-4.6	-1.4	0.2	0.7
1998-12-31 08:20:00	B-1	0	0.4	1.2	0.0	-4.3	-4.4	-1.4	0.2	0.7
1998-12-31 08:30:00	B-1	0	0.5	1.7	0.1	-4.2	-4.3	-1.4	0.2	0.7
1998-12-31 08:40:00	B-1	0	0.9	2.0	0.1	-3.8	-3.9	-1.4	0.2	0.7
1998-12-31 08:50:00	B-1	0	0.2	1.4	0.0	-3.8	-4.0	-1.3	0.2	0.7
1998-12-31 09:00:00	B-1	0	0.3	1.6	0.0	-4.0	-4.1	-1.4	0.2	0.7
1998-12-31 09:10:00	B-1	0	0.3	0.8	0.0	-3.9	-4.0	-1.3	0.2	0.7
1998-12-31 09:20:00	B-1	0	0.0	0.4	0.0	-4.0	-4.1	-1.2	0.2	0.7
1998-12-31 09:30:00	B-1	0	0.3	1.2	0.0	-4.0	-4.1	-1.2	0.2	0.7
1998-12-31 09:40:00	B-1	0	0.4	1.2	0.0	-3.8	-4.0	-1.2	0.2	0.7
1998-12-31 09:50:00	B-1	0	0.0	0.0	0.0	-3.7	-3.9	-1.2	0.2	0.7
1998-12-31 10:00:00	B-1	0	0.0	0.0	0.0	-3.7	-3.8	-1.2	0.2	0.7
1998-12-31 10:10:00	B-1	0	0.0	0.0	0.0	-3.6	-3.7	-1.3	0.2	0.7
1998-12-31 10:20:00	B-1	0	0.0	0.0	0.0	-3.6	-3.7	-1.2	0.2	0.7

Rys. 20. Okno wyświetlające dane hydrometeorologiczne z uwzględnieniem zewnętrznych opisów danych.

5 Podsumowanie

Celem niniejszej pracy było zaprojektowanie systemu komputerowego, realizującego proces dekodowania danych binarnych pochodzących z automatycznych systemów pomiarowych.

System „RC10 – Decoder” powstał na podstawie dokumentacji technicznej rejestratora hydrometeorologicznego RC10 firmy „Trax – Elektronik” oraz specyfikacji wymagań funkcjonalnych.

Tworząc projekt systemu zapoznano się z budową danych hydrometeorologicznych, które system miał gromadzić oraz oszacowano ich ilość. Został zaproponowany szereg funkcji, które czynią zaprojektowany system kompletnym, ale jednocześnie prostym i intuicyjnym w obsłudze. System „RC10 – Decoder” pozwala zdekodować binarne dane hydrometeorologiczne, przedstawić je w postaci tabelarycznej, a następnie zapisać w bazie lub wyeksportować do pliku tekstowego.

Początkowy etap pracy stanowiło zapoznanie się z budową i zasadą działania rejestratora RC10, który jest podstawowym źródłem danych dla systemu. Zważywszy na dosyć ubogą dokumentację techniczną dostarczoną przez wykonawcę rejestratora, proces ten był w dużej mierze skomplikowany. Pozwoliło to na określenie wymagań, jakie system ma spełniać i w jaki sposób ma ułatwiać prace użytkownikom. Głównym zadaniem, które postawiono przed systemem „RC10 – Decoder” było zautomatyzowanie procesu dekodowania bloków binarnych rejestratora RC10 oraz zapewnienie integracji zdekodowanych plików.

Według wymagań funkcjonalnych projektowany system miał umożliwiać dekodowanie plików binarnych, wyświetlanie danych hydrometeorologicznych w formie tabel oraz gromadzenie danych w plikach tekstowych.

System spełnia wszystkie wymagania użytkowników, oferuje przyjazny i intuicyjny interfejs użytkownika, opisany w języku polskim. Poza tym posiada wiele funkcji, które wykraczają poza podstawowe ramy programu dekodującego pliki binarne. Przykładem takich funkcji jest eksportowanie danych hydrometeorologicznych do plików XML, CSV oraz obsługa połączeń z bazami danych. Stwarza to nieograniczone możliwości dystrybuowania danymi hydrometeorologicznymi oraz umożliwia ich archiwizację.

Reasumując można uznać, że postawiony w niniejszej pracy cel został osiągnięty, a finalnym efektem jest komputerowy system dekodowania i gromadzenia pomiarów hydrometeorologicznych – „RC10-Decoder”.

6 Bibliografia

1. Wojtala Krystyna, „Międzynarodowy Słownik Hydrologiczny”, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2001 r.
2. Janiszewski Feliks, „Instrukcja dla stacji meteorologicznych”, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1988 r.
3. Martyn Danuta, „Meteorologia i klimatologia. Pomiary, obserwacje, opracowania”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000 r.
4. Schmidt Marcin, „Meteorologia dla każdego”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1972 r.
5. Harrington Jan, „SQL dla każdego”, Wydawnictwo MIKOM, Warszawa 1998 r.
6. Dubois Paul, „MySQL”, Wydawnictwo MIKOM, Warszawa 2000 r.
7. Dubois Paul, „MySQL Podręcznik Administratora”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005 r.
8. Leinecker Richard, „Visual C++ Vademecum Profesjonalisty”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2000 r.
9. Jaskiewicz Andrzej, „Inżynieria Oprogramowania”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 1997 r.
10. Holzner Steven, „XML Vademecum Profesjonalisty”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2001 r.
11. Oficjalna dokumentacja techniczna dla rejestratora hydrometeorologicznego RC10 firmy „Trax-Electronik”

7 Netografia

- L1. Oficjalna strona Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej
http://www.imgw.pl/wl/internet/zz/wiedza/hydro/enc_hydro.html
- L2. Oficjalna dokumentacja serwera MySQL
<http://dev.mysql.com/doc/>
- L3. Oficjalna dokumentacja serwera PostgreSQL
<http://www.postgresql.org/docs/8.3/static/index.html>
- L4. Wprowadzenie do relacyjnych baz danych
<http://www.edm2.com/0612/msql7.html>
- L5. Systemy zarządzania bazami danych
http://en.wikipedia.org/wiki/Database_management_system
- L6. Specyfikacja formatu CSV
<http://tools.ietf.org/html/rfc4180>
- L7. Specyfikacja formatu XML
<http://www.w3.org/XML/>

8 *Spisy*

8.1 Spis tabel

Tab. 1. Zestawienie parametrów pomiarów meteorologicznych wraz z dokładnością	24
Tab. 2. Zestawienie parametrów pomiarów meteorologicznych wraz z dokładnością	26
Tab. 3. Zestawienie parametrów pomiarów hydrologicznych wraz z dokładnością	27
Tab. 4. Kanały wejściowe rejestratora RC10 [11].....	30
Tab. 5. Budowa binarnego bloku danych rejestratora RC10 [11]	31
Tab. 6. Wymagania sprzętowe systemu „RC10 – Decoder”	38
Tab. 7. Wymagania programowe systemu „RC10 – Decoder”	38
Tab. 8. Technologie informatyczne wykorzystywane przy tworzeniu systemu.....	42
Tab. 9. Struktura tabeli <i>file</i> w bazie danych	47
Tab. 10. Struktura tabeli <i>data</i> w bazie danych	48
Tab. 11. Struktura tabeli <i>type</i> w bazie danych.....	48
Tab. 12. Struktura tabeli <i>description</i> w bazie danych.....	49

8.2 Spis rysunków

Rys. 1. Fragment kodu XML zawierającego dane hydrometeorologiczne.....	22
Rys. 2. Treść bloku binarnego w zapisie hexadecymalnym	33
Rys. 3. Treść bloku binarnego w formie zdekodowanej.....	34
Rys. 4. Diagram przypadków użycia systemu „RC10 – Decoder”	36
Rys. 5. Okno powitalne instalatora systemu „RC10 – Decoder”	43
Rys. 6. Okno wyboru docelowej ścieżki dostępu	44
Rys. 7. Okno postępu procesu instalacji systemu	45
Rys. 8. Okno kończące proces instalacji systemu	45
Rys. 9. Schemat struktury bazy danych dla systemu „RC10 – Decoder”	47
Rys. 10. Okno konfiguracji połączenia z baza danych	50
Rys. 11. Menu główne systemu „RC10 – Decoder”	53
Rys. 12. Okno wyboru pliku binarnego do zdekodowania.....	54
Rys. 13. Okno wyświetlające dane hydrometeorologiczne w postaci tabelarycznej.....	55
Rys. 14. Okno otwierania plików danych hydrometeorologicznych z bazy danych.....	56
Rys. 15. Główne menu z aktywną opcją eksportu danych do bazy.....	57
Rys. 16. Okno komunikatu informujące o błędzie podczas eksportu danych do bazy.....	58
Rys. 17. Fragment pliku XML z danymi wyeksportowanymi z bazy	59
Rys. 18. Okno eksportu danych hydrometeorologicznych do pliku.....	60
Rys. 19. Fragment zewnętrznego pliku opisów danych hydrometeorologicznych	61
Rys. 20. Okno wyświetlające dane hydrometeorologiczne z uwzględnieniem..... zewnętrznych opisów danych.	62

