

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 200

BUDOWNICTWO 28



BYDGOSZCZ - 1996

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 200

BUDOWNICTWO 28



BYDGOSZCZ - 1996

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
prof. dr hab. Ojcumiła Stefaniak

REDAKTOR NAUKOWY
dr hab. inż. Tomasz Szczuraszek, prof. nadzw.

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Joanna Ekstowicz-Mąka, Zbigniew Gackowski

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy

ISSN 0208-6379

WYDAWNICTWO UCZELNIANE
AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ W BYDGOSZCZY

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. aut. 5,8. Ark. druk. 5,5. Papier druk. kl. III.
Oddano do druku we wrześniu 1996 r. Druk ukończono w październiku 1996 r.
Uczelniany Zakład Małej Poligrafii ATR Bydgoszcz, ul. Ks. A. Kordeckiego 20
Zamówienie nr 14/96

99D.42/1
Nr uw. P. 490/99

SPIS TREŚCI

	str.
1. Janusz Kwiecień - Zastosowanie systemu GIS dla zarządzania infrastrukturą turystyczno-krajoznawczą	5
2. Jolanta Błędzka - Satelity teledetekcyjne z systemem radarowymi	15
3. Maria Gadomska, Jan Gadomski - Badania quasi-absolutnego horyzontu w niwelatorach kompensacyjnych Zeissa Ni 002	21
4. Jan Gadomski - Potrzeba pomiarów inwentaryzacyjno-kontrolnych w budownictwie drogowym	25
5. Michał Kostrzewa, Tomasz Szczuraszek - Wpływ wieku pojazdów i kierowców na prędkość pojazdów w ruchu drogowym	31
6. Jadwiga Bizon-Górecka - Niektóre problemy inżynierii niezawodności systemów biotechnicznych w produkcji budowlanej	41
7. Piotr Dzieveczyński, Jan Klugiewicz - Systemy pomiarowe na polderze i ich obserwacje eksploatacyjne	49
8. Iwona Klugiewicz - Stosowanie pestycydów oraz ich wpływ na środowisko i ludzi	55
9. Julita Rojek, Barbara Zając - Trwałość betonów z domieszkami i dodatkiem mikrokrzemionki	65
10. Julita Rojek, Barbara Zając, Mariusz Kluczykowski, Agata Lachiewicz-Złotowska - Awaria żelbetowego zbiornika na cieczce agresywne	79

Janusz Kwiecień

ZASTOSOWANIE SYSTEMU GIS DLA ZARZĄDZANIA INFRASTRUKTURĄ TURYSTYCZNO-KRAJOZNAWCZĄ

Artykuł przedstawia koncepcję systemu GIS wspomagającego zarządzanie infrastrukturą turystyczno-krajoznawczą w rejonie zlewni rzeki Gąsawki. Na obszarze tym występuje wiele zabytkowych obiektów architektonicznych z odległych czasów historycznych, wśród których najcenniejszym jest Rezerwat Archeologiczny w Biskupinie. Podstawowym zadaniem systemu jest analizowanie trasy turystycznej, aby w oparciu o odpowiednio zwagowane atrybuty poszczególnych danych podać jej optymalne wytyczenie.

1. WSTĘP

Istotną cechą systemu informacji przestrzennej wyróżniającą go od innych systemów informatycznych jest to, że jego obiekty są określone pod względem położenia, czyli określone przestrzenie. W środowisku geografów i kartografów systemy te nazywa się na ogół systemami informacji geograficznej (geographic information system, w skrócie GIS). Termin GIS bywa również stosowany w znaczeniu węższym, odnoszącym się wyłącznie do koncepcyjnych pakietów oprogramowania.

Systemy informacji przestrzennej mają następujące podstawowe funkcje [1]:

- wprowadzenie, weryfikowanie i wstępne opracowanie danych systemu;
- przechowywanie danych systemu w bazie danych oraz zarządzanie bazą danych;
- przetwarzanie (transportowanie, analizowanie, agregowanie, generalizowanie) danych systemu oraz zastosowanie ich do celów modelowania przestrzennego;
- wyprowadzenie danych systemu w żądanej postaci.

Jedną z największych zalet technologii GIS jest nie tylko możliwość integrowania różnych typów danych, ale także przeprowadzenie prostych lub złożonych analiz danych, posiadających jakiś komponent geograficzny (położenie w przestrzeni geograficznej, kod pocztowy, adres, itp.).

Każdy system informacji przestrzennej stanowi pewien model otaczającej nas rzeczywistości, model, w którym pierwszorzędne znaczenie mają zależności przestrzenne między elementami świata realnego.

Z natury rzeczy system może przedstawić tylko wybrane elementy rzeczywistości za pośrednictwem odpowiednio wybranych obiektów, relacji między nimi oraz atrybutów. Przez obiekt (z ang. entity) rozumie się przestrzenie określony element rzeczywistości, który nie jest podzielony na elementy tego samego rodzaju. Obiekty mają przyporządkowane sobie atrybuty, które dzieli się na:

- przestrzenne, określające położenie, wielkość i geometryczny kształt obiektów oraz ich topologiczne relacje;

- nieprzestrzenne (opisowe), określające inne właściwości obiektów oraz ich relacje nietopologiczne.

2. OGÓLNA DEFINICJA SYSTEMU

Podstawą funkcjonowania systemu powinna być jego zdolność do skutecznej integracji różnych zbiorów informacji związanych z infrastrukturą turystyczno-krajoznawczą. System powinien też za pomocą odpowiednich procedur umożliwiać zbieranie, aktualizację, analizę i udostępnianie danych

Wśród wielu typów potencjalnych użytkowników systemu informacji turystycznej należy wyróżnić:

- profesjonalistów, tj. osoby zajmujące się zawodowo obsługą turystyczną w biurach podróży, potrafiące korzystać z systemu;
- specjalistów, tj. osoby prowadzące kursy obsługi systemu, urzędnicy pracujący w odpowiednich agendach samorządowych i państwowych, specjaliści od marketingu.

Ze względu na tak zdefiniowanych użytkowników, system powinien spełniać dwie podstawowe funkcje, tj.:

- być narzędziem analizy danych, której wyniki powinny być przedstawiane w jak najprostszej postaci;
- system powinien optymalizować proces wyszukiwania najlepszej i najbardziej atrakcyjnej z punktu widzenia użytkownika trasy turystyczno-krajoznawczej.

3. KONCEPCJA ORGANIZOWANIA I ANALIZOWANIA INFORMACJI ZAWARTEJ W SYSTEMIE

Struktura i relacje między danymi w zbiorze informacji turystyczno-krajoznawczej ma bardzo złożony charakter. Zbiór ten wymaga odpowiednio głębokiej analizy, aby w wyniku zidentyfikowania zawartych w nim informacji można było wykonać ich strukturalne opracowanie. Mechanizm analizowania trasy turystycznej powinien powstać w oparciu o niejednorodny zbiór informacji zawarty w bazie danych, a nie przez bezpośrednią prostą selekcję, a następnie prezentację pojedynczych danych na podstawie języka zapytań bazy danych SQL.

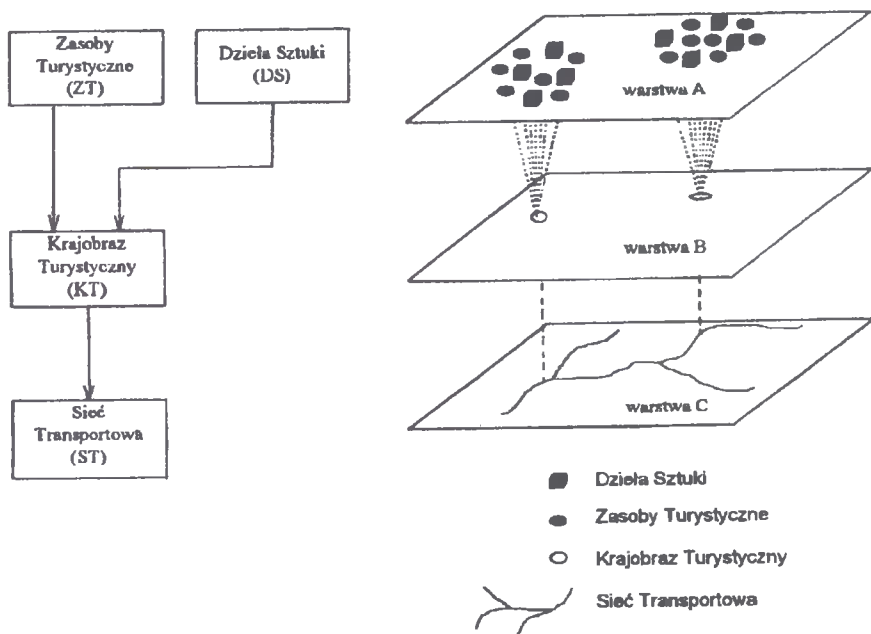
Przez „najlepszą trasę” nie należy rozumieć również „najkrótszej” odległości i minimalnego czasu przejazdu, ale jej optymalne wytyczenie, w oparciu o odpowiednio zważane atrybuty poszczególnych danych zawartych w bazie. Aby tego dokonać, należy najpierw zdefiniować następujące obiekty w turystyczno-krajoznawczym zbiorze danych:

- Dzieła Sztuki (DS), są to obiekty, które mogą być skatalogowane, wprowadzone do bazy danych, a następnie przeglądane przez użytkownika. Obiekty (DS) jako podstawowe dla całego systemu mają wyraźnie określoną strukturę w procesie zbierania informacji np. tekst, grafika, dane alfanumeryczne, zdjęcia, filmy. Wybór poszczególnych informacji w zależności od typu obiektu i dostępności pociąga za sobą odpowiednią implementację systemu. Na przykład rzeźba może mieć towarzyszący jej na bazie jakiegoś standardu atrybut w postaci rozmiaru, materiału, nazwiska twórcy i daty powstania.
- Zasoby Turystyczne (ZT), są to obiekty związane z infrastrukturą obsługującą szeroko rozumianą turystykę takie, jak: restauracje, hotele itp. Muzea powinny być

także włączane do tego typu obiektów (zawierają obiekty (DS)), chociaż nie mają typowo turystyczno-usługowego charakteru.

- Obiekty sieciowe, tj. sieci transportowe (drogowe, kolejowe, transportu zbiorowego). Różne typy sieci mogą być nawzajem powiązane przez wspólne punkty węzłowe.
- Turystyczny Krajobraz (TK), jest to podstawowy obiekt dla optymalizacji najlepszej trasy między punktami granicznymi, tranzytowym a docelowym w sieciach transportowych.

Model przepływu danych oraz wzajemna zależność między obiektami w powiązaniu z informacją topologiczną pokazano na rysunku 1, gdzie Krajobraz Turystyczny (TK) jest warstwą łączącą szczegółową informację zawartą w obiektach (ZT) i (DS) z informacją zawartą w warstwie topologicznej o niskim poziomie szczegółowości.



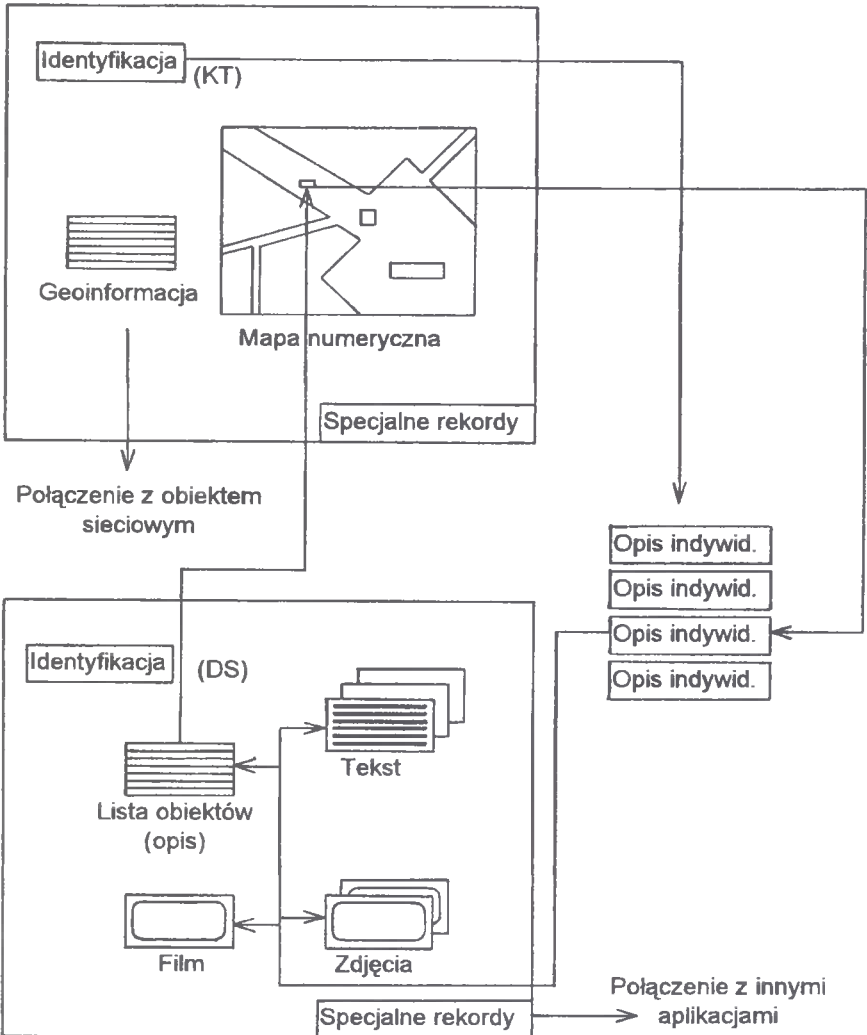
Rys.1. Model przepływu informacji w systemie informacji przestrzennej wspomagającym zarządzanie infrastrukturą turystyczno-krajoznawczą

Natomiast przykład logicznej struktury bazy danych przedstawiającej zależność między obiektami (DS) a (TK) zawierających różne informacje (tekst, zdjęcia itp.), pokazano na rysunku 2. Oznaczenia przyjęte w dolnej części rysunku 2 można zdefiniować w następujący sposób:

- identyfikacja obiektu umożliwia odniesienie geograficzne obiektu typu (DS) do obiektu krajobrazowego (TK), znajdującego się na mapie numerycznej;
- opis obiektu zawiera rekordy bazy danych opisujące obiekt (DS) zgodnie ze zdefiniowanymi standardami;
- tekst przedstawia informacje tekstowe o (DS);
- film, zdjęcia reprezentują jeden lub więcej obrazów obiektu (DS);
- specjalne rekordy pozwalają zarezerwować system dla jego dalszego rozwoju.

Umieszczona w górnej części rysunku struktura logiczna (TK) jest podobna do struktury (DS), a mianowicie:

- identyfikacja oznacza przyjęcie jednoznacznego identyfikatora;
- geopis zawiera geograficzny opis krajobrazu, np. w powiązaniu z siecią dróg;
- mapa numeryczna jest obrazem, który lokalizuje położenie, gdzie są „aktywne pola” w odniesieniu do (DS) lub (ZT);
- specjalne rekordy są zarezerwowane dla dalszego rozwoju systemu.



Rys.2. Struktura logiczna bazy danych na przykładzie zależności (DS) i (TK)

Jak wynika z rysunku 2, z jednego zlokalizowanego miejsca (scharakteryzowanego wcześniej jako obiekt (DS) połączony z siecią transportową) można otrzymać listę wszystkich jednocześnie określonych dzieł sztuki albo ich indywidualne opisy.

4. IMPLEMENTACJA KONCEPCJI SYSTEMU NA PRZYKŁADZIE OBSZARU TURYSTYCZNEGO W REJONIE ZLEWNI RZEKI GAŚAWKI

4.1. Ogólna charakterystyka obszaru

Zasoby turystyczno-krajoznawcze na obszarze zlewni rzeki Gaśawki (woj. bydgoskie) mieszczą się na typowych terenach pojeziernych, na których występują: rynny glacialne wypełnione licznymi jeziorami, obszary moreny dennej płaskiej i falistej, zalesione pola sandrowe i inne komponenty środowiska geograficznego, charakterystyczne dla obszarów młodo glacialnych. Są to przeważnie tereny rolnicze o niewielkim udziale lasów, a początki osadnictwa sięgają odległych czasów historycznych. Potwierdzają to liczne stanowiska archeologiczne i zabytki architektury.

Najcenniejszym obiektem krajoznawczym, ściągającym co roku prawie 200 tys. turystów, jest Rezerwat Archeologiczny w Biskupinie. Wypoczynek pobytowy skupia się nad jeziorami, nad którymi powstały ośrodki wczasowe.

4.2. Budowa systemu na bazie oprogramowania MGE PC - 1

System informatyczny będący przedmiotem koncepcji przedstawionej w poprzednich punktach artykułu zaprojektowano i zbudowano na bazie następującego sprzętu komputerowego:

- komputer klasy PC - 486 DX, 16 RAM, 210 MB;
- monitor 17 cali;
- digitizer A3;
- drukarka laserowa.

Podstawowe oprogramowanie stanowił pakiet MGE PC firmy Intergraph. Program ten pozwala na zarządzanie danymi jednocześnie w dwóch formach, tj. graficznej i opisowej. Do tworzenia graficznej bazy danych wykorzystywany jest program MicroStation, też firmy Intergraph, a do tworzenia opisowej bazy danych - program Oracle firmy Oracle.

Poza tym dla podniesienia efektywności systemu w czasie jego realizacji napisano kilka aplikacji programowych (np. katalogi znaków turystyczno-krajoznawczych itp.).

Zaprojektowana struktura logiczna bazy danych przedstawiona w koncepcji systemu daje się bardzo dobrze zaadaptować za pomocą programu MGE PC - 1. Różne typy informacji przedstawione na rysunku 2 oraz model przepływu informacji zdefiniowany na rysunku 1 można zorganizować i grupować za pomocą MGE w tematycznie i geograficznie zależne kategorie. Na przykład obiekty typu (ZT) zgrupowane zostały w kategorię Turystyka (tab. 1).

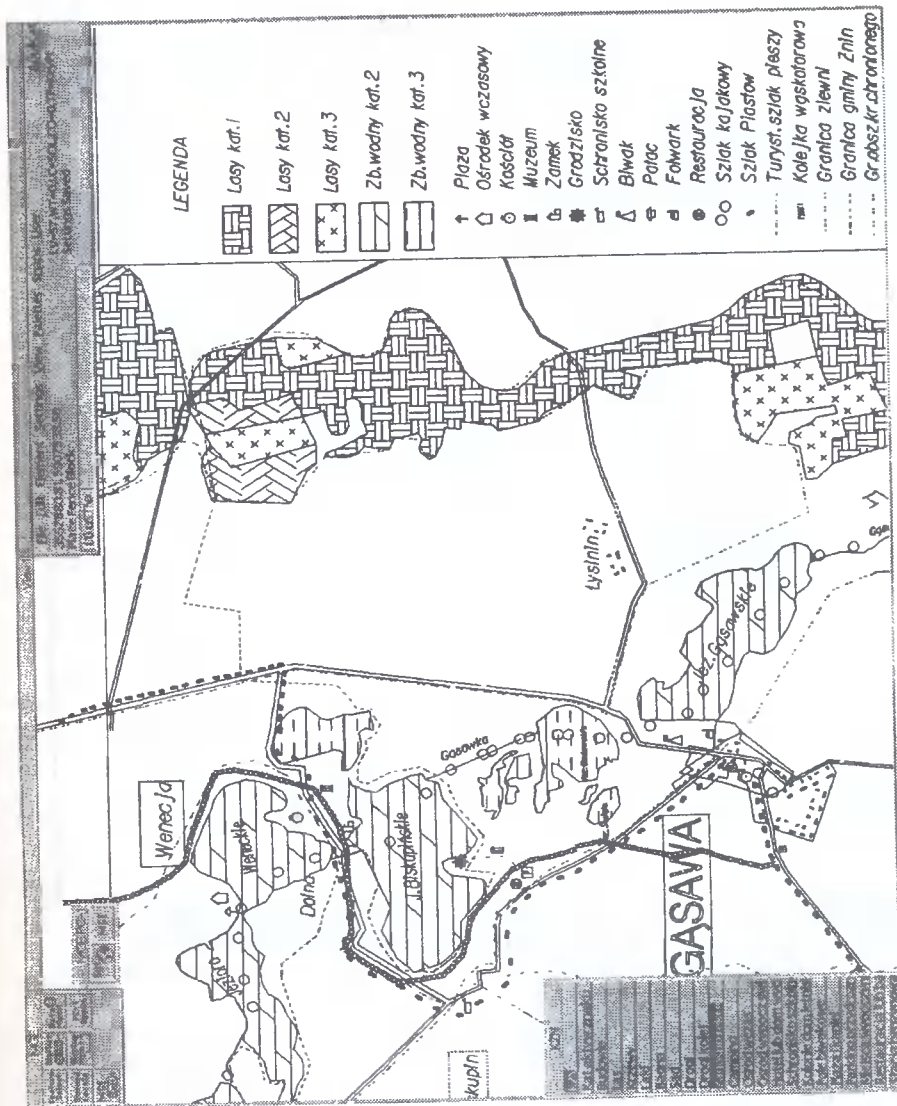
W kategorii tej graficzno-geograficzną informację stanowią mapy, na których znajdują się poszczególne elementy w postaci wyróżników graficznych (rys.3), do których można podłączyć dane tekstowe w postaci tabel (tab. 2).

Tabela 1

Przykład grupowania wyróżników i map w kategorię Turystyka		
Kategoria TURYSTYKA		
Poziom lokalizacji wyróżnika (<i>Feature Level</i>)	Wyróżnik (<i>Feature</i>)	Mapy (tur. dgn.)
34	restauracja	tur. dgn.
17	kolejka wąskotorowa	tur. dgn.
30	kemping	tur. dgn.
31	biwak	tur. dgn.
32	plaża	tur. dgn.
33	parking	tur. dgn.
6	hotel	tur. dgn.
6	ośrodek wczasowy	tur. dgn.
30	domy letniskowe	tur. dgn.
31	miejsca wypoczynku świątecznego	tur. dgn.

Tabela 2

Mslink	Mapid	Nazwa jeziora	Powierz- chnia [ha]	Pojemność plażowo- kapieliskowa	Pojemność żeglarsko- łodziowa	Kategoria przydat- ności
3	100005	Żnińskie Duże	432	1800	250	2
4	100005	Żnińskie Małe	135	1000	100	2
5	100005	Skarbińskie	64	1500	200	2
6	100005	Weneckie	132	1500	125	2
7	100005	Weneckie	132	1500	125	2
8	100005	Biskupińskie	117	250	80	2
9	100005	Kaczkowskie	29,2	250	90	2
10	100005	Wolskie, nie podlega- jące analizie	-	-	-	-
11	100005	Godawskie	29,6	250	90	3
12	100010	Święte	6,2	250	30	3
13	100010	Godawskie	29,6	250	90	3
14	100011	Gąsawskie	99	2000	80	2
15	100011	Ocwieckie	142	2000	100	1
16	100011	Ocwieckie	142	2000	100	1
17	100011	Ocwieckie	142	2000	100	1
18	100011	Głębozcek Wielki	9,7	250	40	3
20	100011	Drewienko	3,1	250	0	3



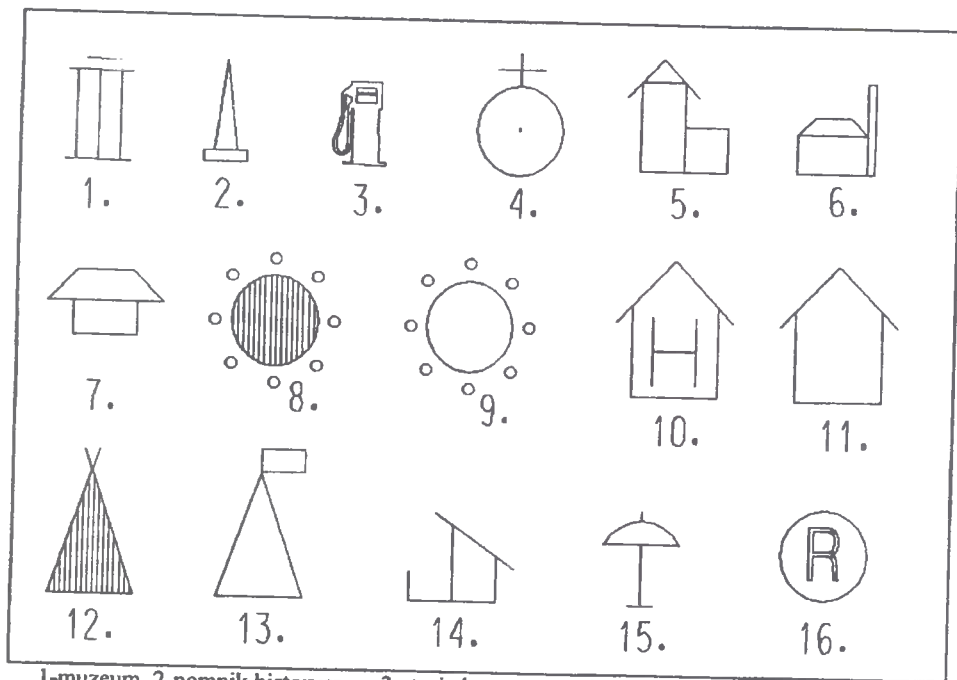
Rys. 3. Przykład mapy numerycznej wraz z menu do umieszczania symboli graficznych

4.3. Stan zaawansowania nad systemem

Prace nad prototypowym przykładem systemu w pierwszym etapie objęły głównie tworzenie bazy danych dotyczących zasobów turystyczno-krajoznawczych.

A. W części graficznej bazy

1. Numeryczne mapy (rys.3) w oparciu o mapy analogowe w skali 1:25000 obejmujące obszar zlewni, zawierające: rzeki, lasy, zbiorniki wodne i lasy z podziałem na kategorie przydatności krajobrazowej, obiekty zabytkowe, obiekty turystyczno-rekreacyjne.
2. Katalog symboli (rys.4) wykorzystywany do automatycznej budowy mapy zasobów turystyczno-krajoznawczej.



1-muzeum, 2-pomnik historyczny, 3-stacja benzynowa, 4-kościół, 5-zamki i wieże, 6-zabudowa folwarczna, 7-pałace i dwory, 8-grodzisko, 9-stanowisko archeologiczne, 10-hotel, 11-ośrodek wczasowy, 12-kemping, 13-pole biwakowe, 14-domy letniskowe, 15-plaża, 16-restauracja lub bar

Rys. 4. Katalog symboli graficznych

B. W części opisowej

1. Tabele zatytułowane
 - a) baza noclegowa;
 - b) obiekty krajoznawcze;
 - c) walory rekreacyjne;
 - d) zbiornik wodny.

C. W części pomocniczej

1. Rozwijalne menu ekranowe do automatycznego umieszczania symboli graficznych na mapie numerycznej (rys.3).
2. Kilka aplikacji programowych dla stworzenia interfejsu użytkownika służącego do wprowadzania danych (własne okna dialogowe).
3. Prosty program użytkowy do automatycznego wstawiania symboli graficznych pod żądanym kątem.

Aplikacja, rozwijalne menu ekranowe, została zaprojektowana w celu przyspieszenia wprowadzania na mapy numeryczne znaków i symboli graficznych (np. symboli obiektów numerycznych). Rozwijalne menu ekranowe wyświetla komendy w specjalnych okienkach na ekranie w zhierarchizowanej formie tekstowej. Tworzone są programowo w wewnętrznym języku MicroStation (UCM). Natomiast aplikacje programowe dla budowy własnego interfejsu użytkownika w postaci okien dialogowych, tworzone są za pomocą języka rozwoju MicroStation (MDL) będącego implementacją języka C.

5. PODSUMOWANIE

Opracowany informatyczny system zbierania, przechowywania i analizy danych o zasobach turystyczno-krajoznawczych może służyć jako przykład nowoczesnego narzędzia do budowy bazy danych zasobów przestrzeni turystyczno-krajoznawczej.

Wykonanie całego systemu dotyczącego ekonomicznej oceny wykorzystania zasobów, wymaga zapelnienia bazy danymi oraz opracowania kolejnych algorytmów obliczeń oraz odpowiednich aplikacji programowych.

LITERATURA

- [1] Gaździcki J.: Systemy Informacji Przestrzennej, PPWK 1990.
- [2] Kwiecień J., Szczuraszek T.: Road Information System - RIMS EUROLIS'94 Third Seminar 12-13.09.1994 Delft The Netherlands.
- [3] Kwiecień J.: Przestrzenny system informatyczny wspomagający zarządzanie zasobami w rejonie zlewni rzeki Gąsawki, IV Konferencja pt. „Systemy Informacji Przestrzennej” 10-12.10.1994, Warszawa.

APPLICATION OF GIS TOURIST MANAGEMENT SYSTEM

Summary

This paper demonstrates the GIS data model for Tourist Management System at the Gąsawka river area, where a lot of monument objects exist. One of the most attractive is The Archaeological Reserve in Biskupin. Main task of the system is optimum route identification based on various attributes data each with its own weight.

Recenzent: prof. zw. dr hab. inż. Stefan Przewłocki
Politechnika Łódzka

Jolanta Błędzka

SATELITY TELEDETEKCYJNE Z SYSTEMAMI RADAROWYMI

Teledetekcja satelitarna zajmuje ważne miejsce wśród metod badań służących lepszemu rozpoznaniu środowiska geograficznego i ocenie naturalnych zasobów Ziemi. W pracy omówiono systemy teledetekcyjne, w których stosowane są aktywne sensory mikrofalowe. Niezależnie od warunków pogodowych, zapewniają one dużą rozdzielczość przestrzenną i radiometryczną wykonywanych zdjęć.

1. WSTĘP

Techniki obrazowania radarowego stanowią dziedzinę badań powierzchni Ziemi o charakterze specjalistycznym, często uzupełniającym w stosunku do obrazowań w zakresach widzialnych. Należą one do aktywnego systemu zdalnej rejestracji promieniowania elektromagnetycznego - teledetekcji.

W systemach radarowych najczęściej wykorzystywane jest promieniowanie mikrofalowe o długości fali od 1 mm do 1 m. Fale o długości ponad 2 cm przenikają bez trudu przez chmury, dym, mgłę i deszcz. Obrazy powierzchni Ziemi mogą być zatem wykonywane bez względu na warunki meteorologiczne i porę dnia. Inną ważną zaletą fali radarowej jest zdolność przenikania przez pokrywę roślinną oraz glebę i odbijania się od głębszych warstw podłoża (im większa długość fali, tym większe przenikanie).

Obecna generacja urządzeń radarowych instalowanych na satelitach teledetekcyjnych wykorzystuje strumień fal, spolaryzowany horyzontalnie (HH) lub pionowo (VV), w następujących pasmach:

- pasmo L o zakresie długości fal od 15 cm do 30 cm;
- pasmo C o zakresie długości fal od 3.8 cm do 7.5 cm;
- pasmo X o zakresie długości fal od 2.4 cm do 3.75 cm.

2. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW RADAROWYCH PRACUJĄCYCH OBECNIE I PRZYGOTOWYWANYCH DO URUCHOMIENIA

Badania powierzchni Ziemi z pułapu satelitarnego z zastosowaniem sensorów mikrofalowych rozpoczęły się w 1978 roku wraz z umieszczeniem na orbicie satelity SEASAT, przeznaczonego na badania mórz i oceanów. Radiolokator tego satelity wykonywał zdjęcia także na obszarach lądowych. Zdjęcia te wykorzystano przede wszystkim w badaniach geologicznych oraz do opracowania map użytkowania ziemi.

Systemy radarowe pracowały także w czasie dwóch misji kosmicznych wahadłowca Columbia: w 1981 roku SIR - A (Shuttle Imaging Radar - A), a w 1984 roku SIR - B.

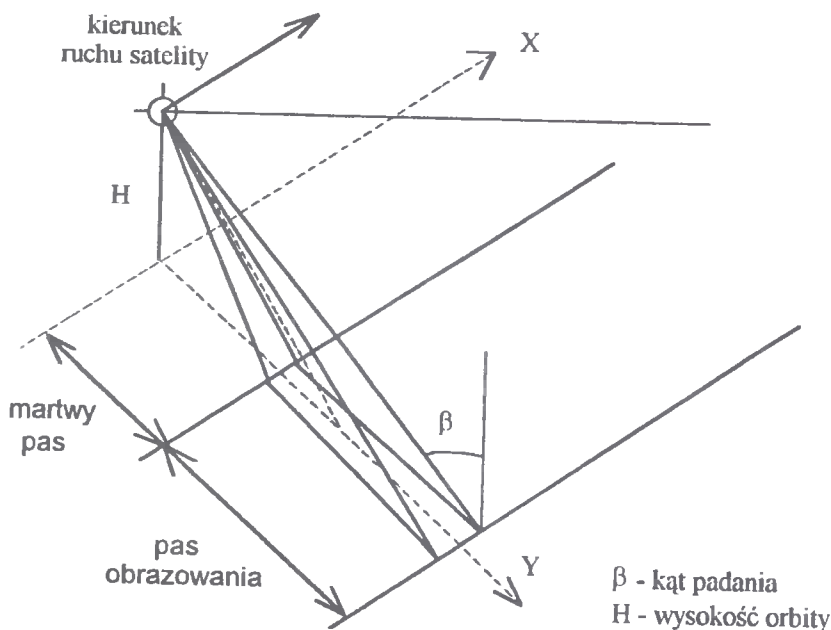
Bieżące dziesięciolecie charakteryzuje duża liczba nowych projektów w dziedzinie obrazowania radarowego.

W marcu 1991 roku wystrzelono rosyjskiego satelitę ALMAZ, a w lipcu tegoż roku satelitę ERS - 1 (Earth Resources Satellite), który jest wynikiem długoterminowego projektu badawczego, nadzorowanego przez Europejską Agencję Kosmiczną (European Space Agency - ESA).

Satelita ERS - 1

Satelita ten porusza się po orbicie kołowej heliosynchronicznej, przebiegającej na wysokości 785 km nad powierzchnią Ziemi. Orbita jest nachylona do płaszczyzny równika pod kątem 98.5° . Obrazowanie globu ziemskiego dokonywane jest w cyklu 35-dniowym. Orbita heliosynchroniczna, czyli zsynchronizowana z ruchem Słońca sprawia, że poruszający się po niej satelita przechodzi przez płaszczyznę równika w ciągu całego roku o tym samym miejscowym czasie słonecznym. Dla spełnienia tego warunku kąt pochylenia orbity musi być większy od 90° , a kierunek ruchu satelity zawsze ze wschodu na zachód.

Aparatura zainstalowana na pokładzie satelity przeznaczona jest do monitorowania zarówno obszarów lądowych, jak i wodnych. Podstawowym urządzeniem jest radiolokator AMI (Active Microwave Instrumentation), pracujący w trzech trybach operacyjnych w paśmie C. W trybie radaru obrazowego SAR (Synthetic Aperture Radare - radiolokator z anteną syntetyczną) rejestruje pod kątem 23° od nadiru pas powierzchni Ziemi o szerokości 100 km z rozdzielczością przestrzenną 30 m x 30 m (głównie elementy geometrii systemu radarowego przedstawia rysunek 1). Dwie pozostałe opcje (SAR Wave Mode i Wind Scatterometer Mode), uruchamiane przemiennie, pozwalają uzyskać pełną charakterystykę sfalowania powierzchni morza lub oceanu.



Rys. 1. Główne elementy geometrii systemu radarowego

Innymi urządzeniami umieszczonymi na satelicie są:

- wysokościomierz radarowy (Radar Altimeter), który m.in. pozwala określić wysokość fal w zakresie 1 - 20 m z dokładnością 0.5 m;
- reflektor laserowy (Laser Retroreflector - LRR), który umożliwia dokładne określenie odległości pomiędzy satelitą a stacjami naziemnymi;
- radiometr skanujący i sonda mikrofalowa ASTR (Along - Track - Scanning Radiometer and Microwave Sounder) utworzone z pasywnych sensorów podczerwieni i mikrofal, które służą do pomiaru temperatury powierzchni wody, temperatury górnej powłoki chmur oraz określenia zawartości wody w atmosferze; urządzenie to precyzyjnie określa przebieg orbity dla dowiązania pomiarów wysokościowych wykonywanych wysokościomierzem radarowym;
- system PRARE (Precision Range and Range - Rate Equipment) przeznaczony do precyzyjnego określania pozycji satelity i charakterystyki orbity.

Dane pozyskiwane przez aparaturę pomiarową są albo przekazywane bezpośrednio do naziemnych stacji odbioru (główne dane obrazowe z uwagi na olbrzymią ilość pozyskiwanych informacji), albo magazynowane na pokładzie i przekazywane na Ziemię w momencie, gdy satelita znajduje się w zasięgu odbioru określonej stacji naziemnej.

Elementy tzw. szybko dostępne są generowane i dostarczane przez naziemne stacje odbioru w ciągu trzech godzin od dokonania rejestracji, ale jedynie do ograniczonej liczby ośrodków w państwach zrzeszonych w ESA. Są one wykorzystywane głównie w monitoringu środowiska i to zarówno w skali regionalnej, jak i globalnej.

Przygotowywany do uruchomienia ERS - 2 będzie wyposażony w podobną aparaturę pomiarową.

Satelita JERS - 1 (Japanese Earth Resources Satellite)

W lutym 1992 roku wprowadzono na orbitę satelitę opracowanego przez Japońską Narodową Agencję Rozwoju Badań Kosmicznych (National Space Development Agency of Japan - NASDA).

Porusza się on na wysokości 568 km po orbicie heliosynchronicznej, nachylonej pod kątem 97.6° do płaszczyzny równika. Cykl obrazowania Ziemi wynosi 44 dni.

Dane zbierane są przez aktywny radiolokator obrazowy SAR, pracujący w paśmie L. Podczas przelotu obrazowany jest pas powierzchni Ziemi o szerokości 75 km pod kątem 35.21° od nadiru z rozdzielczością przestrzenną 18 m x 18 m.

Drugim urządzeniem do zbierania danych jest sensor optyczny (Optical Sensor - OPS), pracujący w opcji wielospektralnej w ośmiu kanałach. Cztery kanały rejestrują promieniowanie widzialne i bliską podczerwień (VNIR), cztery pozostałe promieniowanie w zakresie krótkich fal podczerwonych (SWIR). Jedno z pasm VNIR rejestruje obszar przed satelitą, istnieje zatem możliwość uzyskania efektu stereoskopowego w połączeniu z obrazami uzyskanymi z pozostałych pasm, obejmujących obszar bezpośrednio pod nim. Sensor OPS stanowi matryca CCD o wymiarach 4096 x 4096. Rozdzielczość przestrzenna wynosi 18 m x 24 m i jest porównywalna z rozdzielczością uzyskiwaną przez SAR.

Satelita zbiera informacje z obszaru całej kuli ziemskiej, z wyłączeniem obszarów polarnych. Część tych informacji (m.in. z terenów Azji wschodniej) przesyłana jest na Ziemię w czasie rzeczywistym, jeżeli satelita znajduje się w zasięgu odbioru stacji naziemnych. Pozostałe informacje, zarejestrowane na pokładzie przez system MDR, transmitowane są w momencie, gdy satelita znajdzie się w zasięgu stacji odbioru danych.

Satelita RADARSAT

Umieszczenie na orbicie tego kanadyjskiego satelity planowane jest na początek 1995 roku. Poruszać się on ma na wysokości około 800 km, po orbicie nachylonej do równika pod kątem 98.6° .

Radiolokator obrazowy pracować będzie w paśmie C. Nowością jest możliwość pracy w wielu opcjach, planuje się ich co najmniej dziewięć. Płynna zmiana kąta obrazowania od 10° do 60° od nadiru umożliwi zmianę szerokości pasa obrazowania od 45 km do 510 km. Rozdzielczość przestrzenna zmieniać się ma w zakresie 10 m - 100 m. Sposób rejestracji pozwoli na uzyskanie wersji stereoskopowej obrazów radarowych dla dowolnie wybranego fragmentu powierzchni Ziemi. Dobór orbity i szerokości obrazowania zapewnia możliwość kilkakrotnego w ciągu doby pokrycia zdjęciami tych samych terenów.

Przewiduje się, że pozyskane dane będą udostępnione bez ograniczeń zainteresowanym odbiorcom z całego świata.

Satelita SPOTSAR

Planowane jest wyposażenie w sensory mikrofalowe francuskiego satelity SPOT (Système Probatoire d'Observation de la Terre). Pierwszy satelita z tej serii został wprowadzony w 1986 roku na orbitę heliosynchroniczną o wysokości 832 km, nachyloną do płaszczyzny równika pod kątem 98.7° . Cykl obrazowania całej kuli ziemskiej wynosił 26 dni.

Na rok 2000 przewidziane jest uruchomienie nowocześniejszej wersji tego satelity pod nazwą SPOTSAR. Jego urządzenie radarowe ma charakteryzować się wysoką rozdzielczością, zmienną polaryzacją fali, zastosowaniem pasma X, w celu monitorowania roślinności, zmienną szerokością pasa obrazowania. Projekt przewiduje możliwość obrazowania pasów o szerokości 200 km, 150 km oraz 740 km przy kątach pochylenia wiązki odpowiednio 12° , 27° oraz 65° .

Charakterystyka systemów radarowych omawianych satelitów przedstawiona jest w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka systemów radarowych

Parametry	ERS-1	ALMAZ	JERS-1	RADARSAT
Rok umieszczenia na orbicie	1991	1991	1992	1995
Wysokość orbity [km]	785	300	568	793 - 821
Nachylenie orbity [$^{\circ}$]	98,5	73	97,6	98,6
Długość rejestrowanej fali [m]	0,057	0,096	0,235	0,056
Częstotliwość fali [GHz]	5,3	3,1	1,275	5,3
Polaryzacja fali	VV	HH	HH	HH
Kąt padania promienia [$^{\circ}$]	23	30 - 60	35	10 - 60
Szerokość pasa obrazowania [km]	100	40	75	45 - 510
Przestrzenna wartość rozdzielcza [m]:				
- w kierunku azymutu X	30	15 - 30	18	9 - 100
- w kierunku zasięgu Y	30	15 - 30	18	11,9 - 100

5. PODSUMOWANIE

Informacje uzyskane z analizy obrazów radarowych w znacznym stopniu wzbogaciły wiedzę w takich dziedzinach, jak: geologia, geomorfologia, gleboznawstwo, hydrologia, badania szaty roślinnej. Współczesne satelitarne systemy radarowe dostarczają obrazów o coraz wyższej rozdzielczości, wzrasta zatem ilość i jakość otrzymywanych informacji.

Obrazy radarowe, jak wspomniano we wstępie, stanowią dziedzinę badań o charakterze specjalistycznym. Na pokładach pracujących satelitów zamontowana jest różnorodna aparatura - poza aktywnymi sensorami także pasywne sensory promieniowania widzialnego i podczerwieni. Zebrane dane, wzajemnie się uzupełniające, przetwarzane są kompleksowo i dostarczają coraz bardziej dokładne informacje o środowisku ziemskim.

Informacje te wykorzystywane są m.in. w leśnictwie. Pozwalają określić wielkość obszarów leśnych, gatunki drzew i ich wiek, analizować stopień uszkodzenia drzewostanów, spowodowany czynnikami naturalnymi.

Obrazy satelitarne stosowane są także w badaniach jezior. Dzięki ich analizie można określić związki między rozmieszczeniem jezior a strukturą utworów geologicznych, także charakterystyki termiczne i sedymentacyjne. Zdjęcia przydatne są w analizie obrazu wody, do oceny jakości wód. Wykorzystywane są też w badaniu zmian ekologicznych i biologicznych jezior.

LITERATURA

- [1] Ciołkosz A., Kęsik A.: Teledetekcja satelitarna, PWN, Warszawa 1989.
- [2] Koopmans B.N.: Present and future satellite radar programs. Materiały „Work Shop on Synthetic Aperture Radar and its application in natural resources, 25-29 October 1993”. Organizator ITC i IGiK.
- [3] Linsenbarth A.: Satelitarne systemy teledetekcyjne, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1987.

SATELLITES OF REMOTE SENSING WITH RADAR SENSORS

Summary

This article gives description of remote sensing satellite systems with microwave sensors for observation of the Earth's surface from space. The high spatial resolution of radar images is independent of weather conditions. The three systems: ERS-1, JERS-1 and Radarsat are compared.

Recenzent: dr hab. inż. Jerzy Butowtł
prof. AR w Krakowie

Maria Gadomska
Jan Gadomski

BADANIA QUASI-ABSOLUTNEGO HORYZONTU W NIWELATORACH KOMPENSACYJNYCH ZEISSA Ni 002

W artykule ustosunkowano się do propagowanej niezawodności precyzyjnego niwelatora kompensacyjnego Zeissa Ni 002. Wykazano, że nie spełnia on podstawowego warunku zachowania quasi-absolutnego horyzontu i stąd jego niewielka przydatność do pomiarów przy różnych długościach celowych.

1. WSTĘP

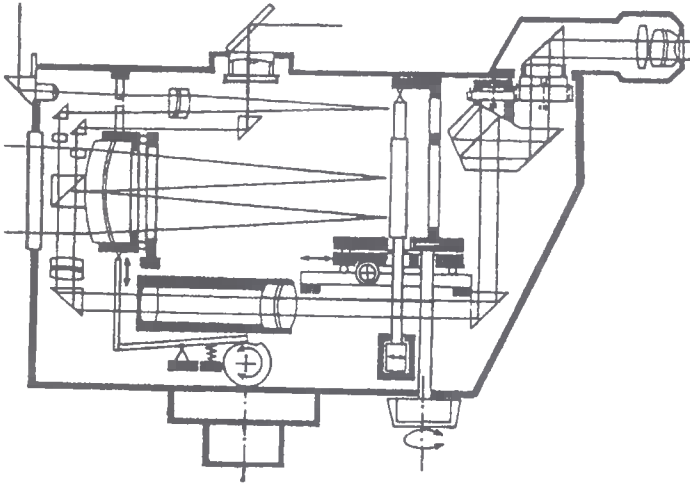
W ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania geodezyjnymi metodami pomiarów wśród użytkowników urządzeń mechanicznych o dużych wymiarach. Często istnieje np. konieczność optymalnego usytuowania przestrzennego poszczególnych części składowych maszyny i połączenia współpracujących ze sobą różnych maszyn liniami (ciągami) technologicznymi, np. rolotkami. Z reguły te połączenia muszą być dokonane przy zachowaniu szeregu warunków geometrycznych, np. prostoliniowości, równoległości, płaszczyznowości, nachylenia, itp. Ciągi technologiczne pomimo swoich dużych wymiarów (kilkaset metrów) muszą być wykonane z dużą precyzją.

Pomiary geodezyjne (niwelacyjne) o wysokiej dokładności wymagane są również przy badaniach przemieszczeń obiektów inżynierskich. Osiedzenia takich obiektów co do wielkości bezwzględnej, nie osiągają dużych wartości, a zmiany (przyrosty osiadań) w niezbyt długim okresie czasu są niewielkie. Do poprawnego usytuowania wysokościowego poszczególnych elementów konstrukcyjnych maszyny w trakcie montażu, czy pomiaru przemieszczeń obiektów inżynierskich, wykorzystuje się metody niwelacji geometrycznej. Przemawia za tym prostota zasad prowadzenia obserwacji, łatwość dostosowania się do warunków sytuacyjnych i coraz lepszy sprzęt pomiarowy. Najwyższą dokładność pomiarów różnic wysokości zapewniają precyzyjne niwelatory. W literaturze zwraca się szczególną uwagę na niwelator kompensacyjny Zeissa Ni 002.

2. CHARAKTERYSTYKA NIWELATORA Ni 002 I PRÓBY JEGO WYKORZYSTANIA

Precyzyjny niwelator kompensacyjny Zeissa Ni 002 był pierwszą w świecie konstrukcją, która według założeń producenta, miała zapewnić absolutną poziomość osi celowej. Instrument ten miał spowodować całkowity przewrót w niwelacji, ze względu na znaczne przyspieszenie prac niwelacyjnych i brak błędu niepoziomości osi celowej. W związku z tym miała być zbędna rektyfikacja instrumentu. Poziomą oś celową uzysku-

je się dzięki zastosowaniu zwierciadlanego kompensatora. Schemat przebiegu promienia wewnątrz niwelatora przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat przebiegu promienia w niwelatorze Ni 002

Obraz łąty wprowadzony przez przednią klinową szybkę osłonową nakłada się na znajdujący się na obiektywie krzyż kresek i zostaje odbity od zwierciadła zawieszono- go na wahadle. Obraz krzyża i łąty, bez żadnego już wpływu na podłożenie celowej, przeno- szony jest do płaszczyzny okularu. Stosując zasadę dwóch odczytów z łąty, przy dwu położeniach wahadła eliminuje się wystąpienie błędu położenia, a średnia z tych odczy- tów odpowiada pozycji quasi-absolutnego horyzontu. Właśnie ta cecha konstrukcyjna zwalnia dodatkowo od obowiązku jego rektyfikacji [2, 3, 5].

Główne dane techniczne niwelatora:

- średni błąd techniczny niwelatora $\pm 0,2 \div 0,3$ mm/km,
- powiększenie lunety 40 x,
- zakres pracy kompensatora $\pm 10'$,
- czas stabilizacji osi celowej < 1 s.

Przedstawione cechy niwelatora Ni 002 spowodowały, że wykonywano nim bardzo precyzyjne pomiary niwelacyjne, również przy testowaniu innych niwelatorów, gdzie wyniki uzyskane z pomiarów tym instrumentem przyjmowane były za bezbłędne [4]. Wykorzystywany był w wielu bardzo poważnych pracach, np. między innymi przy moni- torowaniu ruchów pionowych w Arizonie, gdzie ogromne koryto rzeki stworzone przez człowieka, zaczęło pękać w wyniku osiadania obszarów pustynnych.

Autorzy również wykonywali precyzyjne pomiary niwelacyjne za pomocą tego typu niwelatora. Jednym z obiektów był zabytkowy zespół poklasztorny przy ulicy Bernardyń- skiej w Bydgoszczy. Ze względu na warunki terenowe (m.in. przejście z niwelacją przez bardzo ruchliwe jezdnie i nasyp linii tramwajowych) nie istniała możliwość zapewnienia równej długości celowych i w związku z tym wykonanie pomiarów instrumentem „zapewniającym absolutną poziomność osi celowej” powinno zagwarantować osiągnięcie wymaganej dokładności. Po wykonaniu pomiarów okazało się, że niezamknięcie ciągu

wynosi 1,24 mm, co było niedopuszczalne dla tej klasy niwelacji. Przypadki takie zaobserwowano również na innych obiektach, np. podczas kontroli ustawienia elementów maszyny i łączących je rolotoków. Nasunęło to przypuszczenie o niespełnieniu warunku poziomej osi celowej i dało podstawy do przeprowadzenia badań.

3. BADANIA NIWELATORÓW Ni 002

Dokonano laboratoryjnego sprawdzenia quasi horyzontu dwóch niwelatorów Ni 002 i dla porównania sprawdzono jednocześnie niwelator Ni 007. Podczas badań było zachmurzenie całkowite i bezwietrznie, a temperatura powietrza wynosiła $+4^{\circ}\text{C}$ i nie ulegała zmianie. Dwie godziny przed pomiarem niwelatory ustawiono na statywach na polu pomiarowym celem dostosowania się ich do temperatury powietrza.

Baza pomiarowa to metalowe znaki w ścianach budynku umieszczone tak, aby istniała możliwość trzymania nieruchomo łąty. Odległość między tymi znakami wynosi 60 m. Między znakami bazowymi zostały wyznaczone punkty pod stanowiska instrumentów. Pomiary wykonywane były jednocześnie za pomocą obu niwelatorów Ni 002, ustawionych obok siebie (starano się również, aby osie celowe były w przybliżeniu na tej samej wysokości).

Ze stanowiska umieszczonego w środku między znakami bazowymi uzyskano wszystkimi trzema niwelatorami taką samą różnicę wysokości. Różnica wysokości została określona z błędem średnim $\pm 0,03$ mm. W miarę oddalania się z niwelatorami od środka, różnice wysokości dla instrumentów Ni 002 były różne.

W celu sprawdzenia powtarzalności wyników stanowiska instrumentów obrane zostały w takich samych odległościach od środka bazy pomiarowej, w kierunku do obu punktów bazowych (stanowisk łąt).

Ostatecznie ustalono, że kątowe nachylenie osi celowej (uzyskanej przy dwóch położeniach zwierciadła kompensatora) odpowiednio wynosi:

- $8''{,}5$ dla Ni 002 nr fabryczny 460719,

+ $1''{,}9$ dla Ni 002 nr fabryczny 460527.

Wyniki testu świadczą o dużym nachyleniu osi celowej w przypadku pierwszego niwelatora. Niwelator ten wobec braku możliwości połowej rektyfikacji jest instrumentem o ograniczonej przydatności. W przypadku drugiego niwelatora kąt nachylenia osi celowej musi być porównywalny z błędami wynikającymi z możliwości wykonania rektyfikacji w innych typach niwelatorów precyzyjnych.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Pomimo istnienia możliwości, z teoretycznego punktu widzenia, skonstruowania niwelatora wolnego od błędu niepoziomości osi celowej, to wydaje się, że w niektórych przypadkach (egzemplarzach) praktycznie nie uzyskuje się quasi-absolutnego horyzontu. Niedogodnością tego typu instrumentu jest brak możliwości w prosty sposób usunięcia niepoziomości osi celowej przez dokonanie dwukrotnej niwelacji i rektyfikacji. Inną niedogodnością tego instrumentu jest niejednakowy sposób reagowania, przy dwóch pozycjach zwierciadlanego kompensatora, położenia osi celowej na zmiany termiczne. Wpływ zmian temperatury otoczenia na położenie osi celowej przedstawiono w pracy [1].

LITERATURA

- [1] Gadomski J., Kujawski E., Luther L.: Badanie wpływu skokowych zmian temperatury na zmianę położenia osi celowej w niwelatorach samopoziomujących, Prace Naukowe Instytutu Geotechniki Politechniki Wrocławskiej nr 59, Seria: Konferencje nr 30, Wrocław 1989.
- [2] Gociał J., Żak M.: Prace geodezyjne w budownictwie maszynowym, AGH, skrypty uczelniane nr 965, Kraków 1985.
- [3] Hüther G.: RENI 002 und NI 002 - zwei neue Präzisionskompensator - nivelliere des Kombi-nates VEB Carl Zeiss JENA. Vermessungstechnik 2/1988.
- [4] Krzyżanowski W., Kulesza J., Malarski R., Wróbel A.: Ocena przydatności niwelatora NA 2000 do pomiarów przemieszczeń pionowych, Przegląd Geodezyjny 7/1992.
- [5] Żak M.: Instrumenty geodezyjne na Wiosennych Targach - Lipsk 1973, Przegląd Geodezyjny 8/1973.

EXAMINATION OF QUASI-ABSOLUTE HORIZON IN THE COMPENSATOR LEVELLING INSTRUMENTS ZEISS Ni 002

Summary

The opinion has been stated on the reliability of the precise compensator levelling instrument Zeiss Ni 002. It has been shown, that it doesn't satisfy basic condition in maintaining quasi - absolute horizon and thus little suitability of this instrument to survey at different length of sights.

Recenzent: dr hab. inż. Władysław Dąbrowski
prof. AR-T w Olsztynie

Jan Gadomski

POTRZEBA POMIARÓW INWENTARYZACYJNO-KONTROLNYCH W BUDOWNICTWIE DROGOWYM

W artykule rozpatruje się przyczyny zakłóceń w procesie budowy drogi oraz spowodowane warunkami fizycznymi zmiany zachodzące podczas jej eksploatacji. Przedstawiono cel i potrzebę przeprowadzania geodezyjnych pomiarów inwentaryzacyjno-kontrolnych.

1. WSTĘP

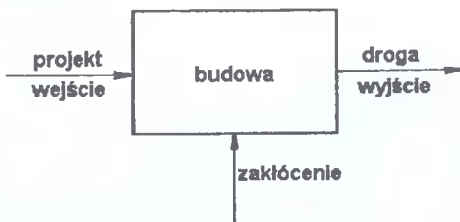
Proces powstawania obiektu drogowego, jak każdego innego obiektu inżynierskiego, składa się z wielu różnych czynności. Od dokładności wykonania tych czynności oraz uwarunkowań technologicznych zależy finalna jakość całego obiektu. Zbudowana droga powinna gwarantować spełnienie wielu warunków narzuconych a priori. Oczywiście warunki te narzucone są z określonymi tolerancjami.

Rozpatrzmy prosty model matematyczny. W modelu tym na początku znajduje się projekt techniczny, który po odpowiednim opracowaniu i realizacji poszczególnych jego elementów, przekształca się w obiekt zgodny z założeniami projektowymi:



Jest to model nierealny, gdyż w swym założeniu posiada na wyjściu efekt (konstrukcję - drogę) idealnie zgodny z projektem.

W realnej rzeczywistości rozpatrywać należy model następujący:



W modelu tym, zwanym dynamicznym lub kinematycznym, występuje czynnik zakłócający, pod pojęciem którego mieszczą się wszelkiego rodzaju uboczne, a przy tym niepożądane wpływy, które działają w kierunku pogorszenia jakości efektu końcowego.

2. ŹRÓDŁA ZAKŁÓCEŃ (BŁĘDÓW) PODCZAS BUDOWY DROGI I JEJ EKSPLOATACJI

Po wykonaniu projektu drogi na mapie kreskowej czy na modelu numerycznym terenu, wykonanym na podstawie mapy lub zdjęć lotniczych, następuje opracowanie projektu, a następnie wytyczenie go w terenie. Geodezyjne opracowanie projektu trasy, planu realizacyjnego, projektu technicznego to przygotowanie danych potrzebnych do wyznaczenia elementów projektowych w terenie w stosunku do realizacyjnej osnowy geodezyjnej. Projekt osnowy realizacyjnej wykonywany jest również na podstawie planu realizacyjnego. Osnowa taka jest wykonana z odpowiednią dokładnością, w zależności od stawianych wymogów i rodzaju osnowy.

W nawiązaniu do osnowy realizacyjnej wyznacza się i lokalizuje w terenie punkty główne łuków kołowych i kłotoid, a w drugim etapie punkty posiłkowe odcinków krzywoliniowych.

W zakresie geodezyjnego opracowania planów realizacyjnych, projektów technicznych, projektów tras obowiązują Instrukcje Techniczne wydane przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, wytyczne techniczne G - 3.2 oraz przepisy i wytyczne wydane przez poszczególne ministerstwa.

Występujące w procesie wykonywania drogi błędy poszczególnych czynności realizacyjnych można ogólnie podzielić na dwie grupy:

a) błędy czynności geodezyjnych:

- błędy wyznaczenia osnowy realizacyjnej;
- błędy wynikające z geodezyjnego opracowania projektu drogi;
- błędy tyczenia lokalizującego;

b) błędy związane z wykonaniem prac budowlanych.

Analizując Instrukcję DP - T14 o dokonywaniu odbiorów robót drogowych i mostowych ... [3], można zapoznać się z ocenami wynikającymi z dokładności realizowania drogi w terenie. Instrukcja ta określa również zakres i częstotliwość pomiarów cech geometrycznych do odbioru robót drogowych. I tak szerokość powinna być mierzona 10 razy na 1 km, a odchylenie od projektowanej osi drogi nie rzadziej niż co 25 m dla autostrad i dróg ekspresowych i co 100 m dla pozostałych dróg.

Z analizy tzw. potrąceń za niewłaściwe geometryczne ukształtowanie osi drogi wynika, że odchylenie od projektowanej osi, mieszczące się w ustalonych granicach uznaje się za dopuszczalne, a powyżej tych określonych maksymalnych granic, odbierający wyłącza element lub cały obiekt z odbioru do czasu wykonania szczegółowych badań oraz robót niezbędnych do doprowadzenia tego elementu lub obiektu do pełnej projektowanej wartości technicznej.

Stosuje się następujące potrącenia za niewłaściwe sytuacyjne ukształtowanie poprzeczne osi dla odchyień od projektowanej osi:

- a) od ± 31 mm do ± 50 mm dla autostrad i dróg ekspresowych;
- b) od ± 51 mm do ± 250 mm dla pozostałych dróg.

Zgodnie z instrukcją DP - T14 równość podłużna powinna być mierzona np. łąką o długości 4 m co 20 m na każdym pasie ruchu i równość poprzeczna - 10 razy na 1 km. Potrącenia za niewłaściwe wysokościowe ukształtowanie osi drogi ustalono dla odchyłki od projektowanej osi:

- a) od ± 11 mm do ± 20 mm dla autostrad i dróg ekspresowych;
- b) od ± 11 mm do ± 40 mm dla pozostałych dróg.

Natomiast według normy branżowej BN-68/8931-04, dotyczącej pomiarów równości nawierzchni planografem i łata [4], dopuszczalne wartości nierówności dla nawierzchni z betonu asfaltowego, betonu smołowego, asfaltu lanego i asfaltu piaskowego wynoszą przy układaniu mechanicznym - 6 mm, ręcznym - 8 mm, a dla nawierzchni tłuczniowej i żwirowej - 15 mm.

Obok odchyłek spowodowanych czynnikami przedstawionymi wyżej, tzn. powstałymi w procesie budowy, ma miejsce znaczne ich zwiększenie podczas eksploatacji. Często krawędź nawierzchni, ze względu na niezadowalające zagęszczenie podłoża, bywa niszczone i faktyczna część jezdni jest mniejsza. Według Pieńkova [5], dokładność przebiegu krawędzi jezdni na odcinkach krzywoliniowych wynosi od 1 - 2 cm w miejscach, gdzie te krzywe obwiedzione są krawężnikami, aż do 10 - 20 cm na wyjeżdżonych odcinkach drogi.

Po pewnym okresie eksploatacji, obserwuje się nierówności na drodze w postaci kolein, pęknięć lub wybojów. Bardzo wyraźnie widoczne są koleiny w przekroju poprzecznym, a bezpośrednimi przyczynami ich powstawania jest ścieranie się nawierzchni oraz odkształcenia podłoża i nawierzchni. Przy dużym natężeniu ruchu, koleiny osiągają wielkość paru centymetrów.

Oprócz tych nierówności niekorzystny wpływ na odtworzenie parametrów krzywych ma występowanie na jezdni falowania. Falowanie jezdni odczuwane jest przez poruszające się pojazdy, bowiem powoduje ono zjawisko wibracji. Próby opisanie tego zjawiska wzorami matematycznymi napotykać na trudności, wynikające z przypadkowego rozmieszczenia nierówności na jezdni [2].

Istnienie wyżej podanych wymagań odbiorczych niektórych elementów drogi oraz ograniczeń związanych z odtworzeniem jej przebiegu, stwarzają pewne przesłanki, co do badań nad ustaleniem dokładności geodezyjnych pomiarów kontrolnych i zróżnicowania ich ze względu na przyjęte kryteria.

3. CEL I POTRZEBA POMIARÓW INWENTARYZACYJNO-KONTROLNYCH W BUDOWNICTWIE DROGOWYM

Celem pomiarów inwentaryzacyjno-kontrolnych jest sprawdzenie stopnia geometrycznej zgodności całego obiektu lub tylko wybranych jego elementów z założeniami projektowanymi, a w niektórych przypadkach ustalenie stanu faktycznego obiektu.

Pomiary inwentaryzacyjno-kontrolne można podzielić na cztery grupy:

- pomiary kontrolne;
- pomiary powykonawcze;
- pomiary inwentaryzacyjne;
- pomiary okresowe.

W ramach pomiarów kontrolnych przeprowadza się geodezyjną kontrolę wykonania robót. Obejmuje ona wyznaczenie odchyłek usytuowania całego obiektu lub jego fragmentów. Może być przeprowadzona w trakcie prowadzenia robót lub po ich zakończeniu. Kontrola fragmentów obiektu w czasie robót ma na celu wykrycie nadmiernych odchyłek i usunięcie ich przez odpowiednią korektę.

Pomiary powykonawcze powinny być prowadzone po zakończeniu robót budowlanych oraz po kapitalnym i średnim remoncie [4]. Kontrola zakończonych robót obejmuje wyznaczenie odchyłek fragmentów lub całego obiektu i ma na celu dostarczenie danych do stwierdzenia jakości tych robót oraz efektywności poniesionych nakładów. W wyniku

tych prac istnieje możliwość określenia rzeczywistych parametrów oraz odchylek w stosunku do wielkości projektowych.

Pomiary inwentaryzacyjne przeprowadza się w przypadku braku dokumentacji technicznej. W Polsce brak takiej dokumentacji dla większości dróg, a w wielu przypadkach istnienia dokumentacji parametry tam przedstawione znacznie odbiegają od rzeczywistych, zrealizowanych w terenie. W ostatnich latach większość prac w Polsce koncentruje się nad modernizacją dróg kołowych. W związku z tym istnieje konieczność dokonania pomiarów inwentaryzacyjnych oraz określenia geometrycznych parametrów krzywych i innych parametrów charakteryzujących dany odcinek drogi.

W pomiarach dla określenia odchyłki, tj. różnicy między rzeczywistym wymiarem a wymiarem projektowanym, wystarczy wykonać pomiar jednokrotny wymiaru rzeczywistego i porównać z wymiarem projektowanym. W przypadku odkształceń lub zmian zachodzących podczas eksploatacji drogi, należy wykonać pomiary dwukrotnie na początku i na końcu rozpatrywanego okresu czasu. Tak więc pomiary okresowe pozwalają na wyznaczenie różnicy między dwiema wartościami wymiaru rzeczywistego: wartością jaką wymiar (parametr) ma na końcu rozpatrywanego okresu czasu, a wartością jaką ten sam wymiar miał na początku rozpatrywanego okresu, w którym nastąpiły zmiany wymiarów i parametrów geometrycznych.

Aby zbadać stan obiektu, nie wystarczy wykonanie pomiarów inwentaryzacyjno-kontrolnych, lecz ich wyniki należy poddać szczegółowej analizie, zwanej interpretacją. Interpretacja wyników pomiarów dzieli się na interpretację geodezyjną i inżynierską (branżową).

Geodezyjna interpretacja wyników pomiarów ma na celu uzyskanie oceny wartości technicznej tych wniosków oraz oceny ich znaczenia geometrycznego, jest więc etapem do interpretacji inżynierskiej, dokonywanej przez specjalistów odpowiednich branż technicznych

4. DOKŁADNOŚĆ A KOSZT POMIARÓW

Ocena zgodności geometrycznej z danymi projektowanymi może dać prawidłowy obraz wówczas, gdy wpływ błędów pomiarowych, może być uznany za zaniedbywalny.

Dokładność uzyskanego wyniku I możemy scharakteryzować średnim błędem m_1 , stąd otrzymamy błąd graniczny $r \cdot m_1$. Aby można było uznać praktycznie, że graniczne wyniki spełniają tolerancję z wystarczająco dużym prawdopodobieństwem, należałoby ustalić dostatecznie mały średni błąd pomiaru m_1 . Zagadnienie wzajemnych zależności między tolerancjami budowlanymi a dokładnością pomiarów polega na tym, jaką część tolerancji powinien ten błąd stanowić.

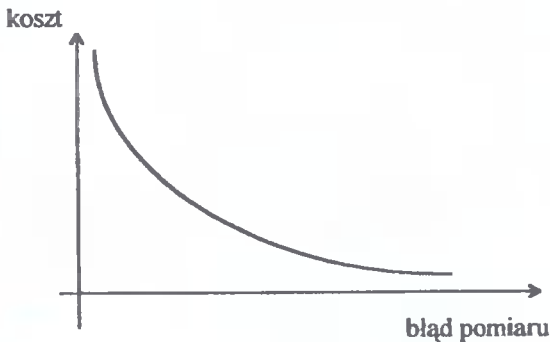
W bardzo dokładnych konstrukcjach dąży się do tego, aby błąd średni nie był większy niż $0,05 T$. W praktyce często zachodzi konieczność zrezygnowania z tak dokładnych pomiarów, mogą być one bowiem nieopłacalne.

Ogólna zależność między dokładnością a kosztem pomiaru przedstawiona jest w postaci krzywej typu hiperbolicznego (rys.1).

Jak wynika z rysunku, większa dokładność pomiaru (tj. mniejszy błąd pomiaru) powoduje zwiększenie kosztu pomiaru.

W związku z tym przyjmuje się, że błąd średni pomiaru osiągnąć może, np. $0,10 T$ lub $0,15 T$. Przy takim przyjęciu należy zawsze ustalić, o jaką wartość może być przekroczona tolerancja, bez ryzyka pogorszenia funkcjonalności obiektu. Dlatego dla każdego sys-

temu budownictwa powinny być ustalone nie tylko tolerancje, a także błędy średnie pomiarów, mających na celu stwierdzenie spełnienia założonych tolerancji.



Rys.1. Zależność między dokładnością a kosztem pomiaru [6]

Problem ten nie został jeszcze do końca rozwiązany ani w Polsce, ani za granicą. Najbardziej zaawansowane w tym zakresie są prace związane z budownictwem przemysłowym, a w szczególności mieszkaniowym.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Droga jako obiekt inżynierski wymaga też, jak każdy inny obiekt, wykonywania szeregu pomiarów, a więc musi mieć związek z metrologią stosowaną.

W budownictwie drogowym czynności metrologiczne nie powinny ograniczać się tylko do pomiarów realizacyjnych związanych z budową drogi, ale również powinny być rozszerzone na cały okres jej eksploatacji. Po zbudowaniu obiektu może on podlegać pomiarom, poczynając od pomiarów powykonawczych przez różnego rodzaju pomiary inwentaryzacyjne, dokonywane dla potrzeb profilaktycznych lub diagnostycznych, a kończąc na pomiarach okresowych związanych z odkształcaniami i deformacjami. Określenie i realizacja procesu metrologicznego determinowane są jego celem i charakterystycznymi cechami przedmiotu badań.

Pomiar inwentaryzacyjny z metrologicznego punktu widzenia jest to przyporządkowanie pewnym wielkościom liczb, które w tym znaczeniu stają się liczbowymi miarami tych wielkości.

Potrzeba takich badań w budownictwie drogowym wiąże się z brakiem dokumentacji lub koniecznością określenia rzeczywistych parametrów drogi, np. podczas badań związanych z inżynierią ruchu, przebudową lub modernizacją drogi, a nawet z samych względów poznawczych.

Pomiar kontrolny jest to natomiast pewnego rodzaju proces poznawczy, a jego celem jest porównanie wielkości mierzonej za pomocą doświadczenia fizycznego z pewną jej wartością obraną, np. w procesie projektowania.

Potrzeba takich pomiarów wiąże się z określeniem wskaźników jakości wykonywanych prac i efektywności poniesionych nakładów. Pomiary kontrolne powinny wchodzić w zestaw harmonogramów technologicznych i zasad prowadzenia prac budowlanych [4]. Problem ten zasługuje na znacznie większą uwagę ze strony badań naukowych, niż ma to miejsce obecnie [1], bowiem na rozwiązanie czekają problemy związane z określeniem dopuszczalnych odchyłek i unormowanie ich dla określonej kategorii dróg.

Potrzeba badań okresowych wynika stąd, że nie jest w pełni zbadany problem stałości parametrów geometrycznych w czasie. Informacja o zmianach, np. równości profilu podłużnego i poprzecznego może dać pogląd o długowieczności zbudowanej drogi, jakości budownictwa i okresach międzyremontowych.

Wyniki badań metrologicznych stanowią więc podstawę dla specjalistów z zakresu budownictwa drogowego do prowadzenia interpretacji branżowej, odnośnie poprawności i prawidłowości wykonania w stosunku do założeń projektowych, opracowania wytycznych modernizacji lub rekonstrukcji drogi, oceny jej aktualnego stanu technicznego oraz są podstawą do ustalenia wymagań dokładnościowych, w zależności od przyjętego podziału lub kryterium, np. technologicznych możliwości wykonania, klasy drogi lub innych.

Długi okres fascynacji budownictwem uprzemysłowionym, szczególnie mieszkaniowym, umożliwił rozwiązanie wielu metrologicznych zadań, a nawet przedstawienie ich w formie norm [7] - z pewnością i w budownictwie drogowym jest to również możliwe.

LITERATURA

- [1] Basow M.: Značenie geometričeskich parametrov dorog w sowremennyh usłowijach. Awtomobilnyje Dorogi, Nr 9, 1979.
- [2] Bickmann K.: Ebenheit, licht - und schalltechnische Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche. Strassen - und Tiefbau, 1/1976
- [3] Instrukcja DP - T 14 o dokonywaniu odbiorów robót drogowych i mostowych realizowanych na drogach zamiejskich krajowych i wojewódzkich. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa, 1989.
- [4] Norma branżowa. Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łąką. BN-68/893 -04.
- [5] Pienkow W.A.: Osnowanije točnosti, rozrabotka i sowieršenstwowanie metodow geodezičeskich izyskanii dla rekonstrukcji awtomobilnych dorog. Praca doktorska, Kijów, 1990.
- [6] Przewłocki S.: Metrologia budowl, Politechnika Łódzka, Łódź 1976.
- [7] Przewłocki S.: Uwarunkowania konstrukcyjne w metrologii cech geometrycznych budowl i ich elementów, Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Geodezja budowl i środowiska”, 23-24 września 1993 r. - Rynia k/Warszawy.

THE NEED INVENTORY CONTROL MEASUREMENTS IN ROAD BUILDING

Summary

The causes of interferences in the process of road building and changes made during its usage caused by physical conditions have been discussed in this article. The need and the aim of geodetic inventory control measurements have been presented here.

Recenzent: dr hab. inż. Władysław Dąbrowski
prof. AR-T w Olsztynie

Michał Kostrzewa
Tomasz Szczuraszek

WPLYW WIEKU POJAZDÓW I KIEROWCÓW NA PRĘDKOŚCI POJAZDÓW W RUCHU DROGOWYM

W pracy podjęto próbę określenia wpływu wieku pojazdów oraz wieku kierowców na prędkość pojazdów w ruchu drogowym. Analizy oparto na wynikach pomiarów prędkości na trzech różnych odcinkach dróg zamiejskich.

W wyniku analizy stwierdzono, że im starsze pojazdy, tym mniejsza jest ich średnia prędkość. Ten spadek prędkości w danej klasie pojazdów dochodzić może do 20%. Średnia prędkość pojazdów maleje także wraz ze wzrostem wieku kierowców.

1. WSTĘP

Na prędkości w ruchu drogowym wpływ mają zasadniczo trzy grupy czynników związanych z:

- kierowcą,
- pojazdem,
- drogą i jej otoczeniem (w tym z warunkami atmosferycznymi).

Wśród czynników związanych z pojazdem, największy wpływ na warunki ruchu mają parametry charakteryzujące zdolności dynamiczne pojazdu, takie jak wskaźnik mocy jednostkowej, czy maksymalna prędkość pojazdu [1, 2, 3, 4]. Należy zdawać sobie jednak sprawę, że zużywanie się poszczególnych części pojazdu, a zwłaszcza silnika, powoduje obniżenie parametrów techniczno-eksploatacyjnych pojazdów. W rezultacie pojazdy o teoretycznie podobnych cechach dynamicznych, a różniące się eksploatacyjnym zużyciem poszczególnych części, wykazywać mogą pewne różnice w zachowaniu się podczas jazdy, co może być nie bez znaczenia na prędkość w ruchu drogowym [5, 6].

Wśród czynników związanych z kierowcą, oprócz cech fizycznych, dużą rolę odgrywają psychiczne cechy człowieka, takie, jak: temperament, brawura, doświadczenie w prowadzeniu pojazdu, bieżący stan emocjonalny itp. [7]. Wśród populacji kierowców można zaobserwować wszystkie kombinacje stanu powyższych cech, ponieważ są one niezależne od siebie. Z drugiej jednak strony, wraz z wiekiem wszystkie procesy psychofizyczne organizmu ulegają spowolnieniu [8]. Pogarsza się słuch, wzrok, spada szybkość reakcji, co jest związane ze starzeniem się tkanek. Uświadomienie sobie swoich własnych ograniczeń może się przyczynić do wolniejszej jazdy kierowców w starszym wieku.

Celem niniejszego artykułu jest wykazanie wpływu wieku pojazdu i wieku kierowcy na prędkości w ruchu drogowym.

2. TECHNIKA BADAŃ I ANALIZ

W poniższych analizach jako miernik warunków ruchu przyjęto prędkość chwilową pojazdu. Do analiz wykorzystano wyniki pomiarów ruchu przeprowadzanych w okresie wiosenno-letnim 1994 r., obejmujące prędkości pojazdów w ruchu swobodnym na wybranych trzech odcinkach dróg województwa bydgoskiego. W tablicy 1 zestawiono podstawowe parametry geometryczne odcinków pomiarowych.

Tablica 1. Ogólna charakterystyka poligonu badawczego

Nazwa odcinka (nr drogi)	Parametry geometryczne					
	długość odcinka [m]	pochylenie podłużne [%]	krzywizna pozioma [m]	szerokość jezdni [m]	szerokość pobocza [m]	rodzaj pobocza
droga nr 10	1500	0	∞	7,0	1,5	utwardzone
droga nr E261	1000	0	∞	7,0	1,0	nieutwardzone
ul. Gdańska	500	4,9	∞	7,0	-	brak

Chwilowe prędkości pojazdów, były mierzone za pomocą radaru drogowego typu SRD 771, o dokładności pomiaru 2%. Wiek pojazdów określono korzystając z bazy danych o pojazdach Wojewódzkiego Wydziału Gospodarki Przestrzennej i Komunikacji w Bydgoszczy, na podstawie zarejestrowanych w trakcie badań numerów rejestracyjnych. Natomiast wiek kierowcy szacowano w trakcie badań i klasyfikowano w przyjęte z góry grupy wiekowe (informacje te zapisywano w trakcie pomiarów na taśmie magnetofonowej).

W analizach założono podział pojazdów na sześć grup rodzajowych, charakteryzujących się odmiennymi parametrami dynamicznymi. Za miarę właściwości dynamicznych pojazdów przyjęto maksymalną prędkość pojazdu VM, rozumianą jako największą możliwą do uzyskania prędkość pojazdu na prostej, poziomej drodze, przy pełnym obciążeniu pojazdu i innych warunkach objętych odpowiednimi normami [9]. Wybór tego miernika podyktowany był faktem, że między tym parametrem a chwilową prędkością pojazdów występuje silna korelacja [1]. Poniżej przedstawiono przyjęte grupy rodzajowe pojazdów:

- grupa F: $VM < 60,0$ km/h;
- grupa E: $60,0 \leq VM < 95,0$ km/h;
- grupa D: $95,0 \leq VM < 125,0$ km/h;
- grupa C: $125,0 \leq VM < 145,0$ km/h;
- grupa B: $145,0 \leq VM < 175,0$ km/h;
- grupa A: $VM \geq 175,0$ km/h.

3. WPLYW WIEKU POJAZDÓW NA ICH PRĘDKOŚCI

W celu przeanalizowania zależności między wiekiem pojazdów a ich prędkością, podzielono wiek pojazdów na dwa przedziały klasowe:

1. Pierwszy przedział klasowy: $PROD \leq 10$ lat (wiek pojazdu ≤ 10 lat)
2. Drugi przedział klasowy: $PROD > 10$ lat.

Ze względu na zachowanie statystycznie wiarygodnych liczebności prób, nie udało się niestety dokonać podziału wyników badań na większą liczbę klas. Wybór zaś 10 lat jako granicy obu klas pojazdów wziął się z faktu uzyskania dużej jednorodności wyników w poszczególnych klasach (rozkład wyników w poszczególnych klasach miał w przybliżeniu charakter rozkładu normalnego).

W tablicach 2 i 3 zestawiono średnie prędkości chwilowe i odchylenia standardowe uzyskane z badań ruchu dla wybranych grup wiekowych oraz dla poszczególnych grup rodzajowych pojazdów.

Tablica 2. Wyniki średnich prędkości chwilowych i odchyłeń standardowych prędkości pojazdów w zależności od grupy wiekowej pojazdów (odcinek pomiarowy - droga nr 10)

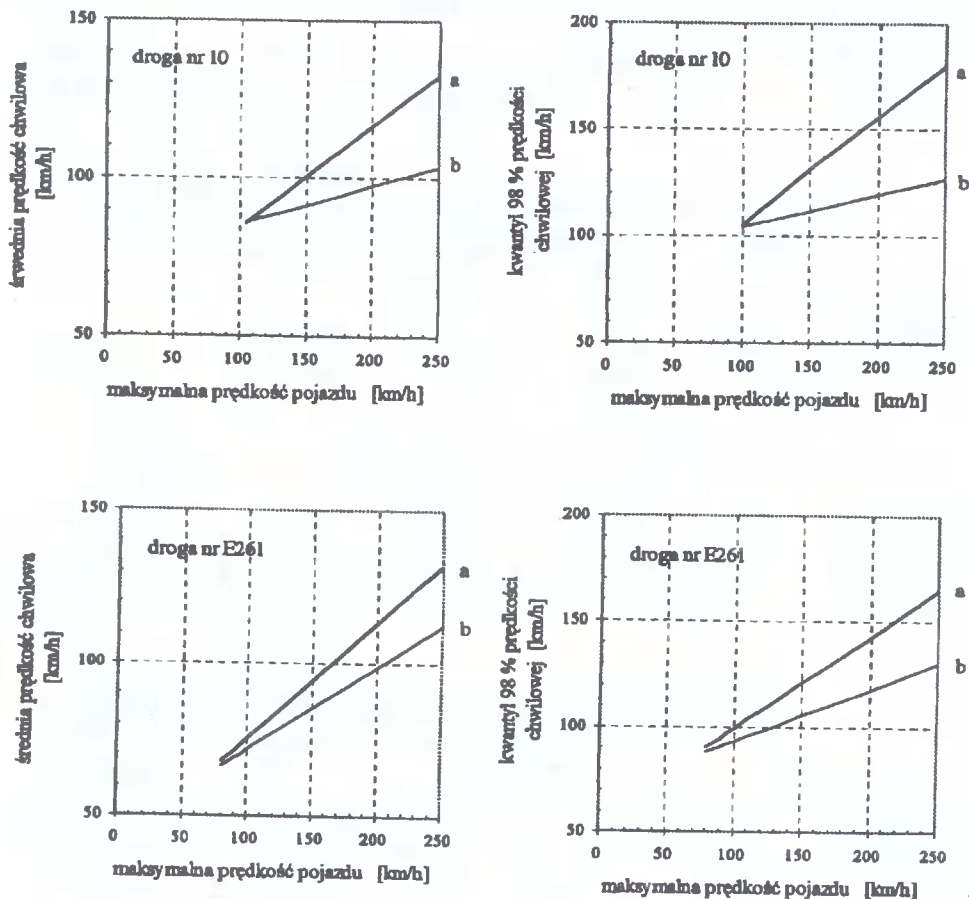
Maksymalna prędkość pojazdu [km/h]	Wiek pojazdu				Względna różnica prędkości $\frac{V_2^{sr} - V_1^{sr}}{V_2^{sr}} \cdot 100$ [%]
	Starszy niż 10 lat		Młodszy niż 10 lat		
	średnia prędkość chwilowa V_1^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_2^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	
< 95	74,6	10,9	77,5	9,7	3,7
95 ÷ 125	81,0	13,5	80,5	13,1	- 0,6
125 ÷ 145	89,4	13,7	105,9	11,4	15,6
145 ÷ 175	94,0	12,7	104,8	16,7	10,3
≥ 175	95,7	16,0	115,7	24,0	17,3
			średnio:		9,26

Tablica 3. Wyniki średnich prędkości chwilowych i odchyłeń standardowych prędkości pojazdów w zależności od grupy wiekowej pojazdów (odcinek pomiarowy - droga nr E261)

Maksymalna prędkość pojazdu [km/h]	Wiek pojazdu				Względna różnica prędkości $\frac{V_2^{sr} - V_1^{sr}}{V_2^{sr}} \cdot 100$ [%]
	Starszy niż 10 lat		Młodszy niż 10 lat		
	średnia prędkość chwilowa V_1^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_2^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	
< 95	63,2	8,4	67,3	11,8	6,1
95 ÷ 125	73,4	9,9	75,8	11,1	3,2
125 ÷ 145	78,7	13,5	93,1	12,7	15,5
145 ÷ 175	81,7	10,2	93,1	12,9	12,2
≥ 175	83,3	18,0	104,0	23,2	19,9
			średnio:		11,38

W każdym przypadku (poza jednym wyjątkiem - wynik ten można uznać jednak za przypadkowy) średnia prędkość chwilowa dla grupy pojazdów starszych jest mniejsza, niż dla grupy pojazdów młodszych. Na rysunku 1 przedstawiono wykresy funkcji zależ-

ności średniej prędkości chwilowej i kwantyli 98% od prędkości maksymalnej pojazdów dla obu ustalonych klas wiekowych pojazdów. Natomiast postaci otrzymanych funkcji regresji przedstawiono w tabelicy 4.



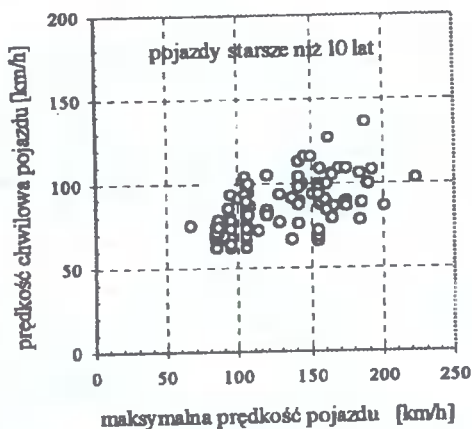
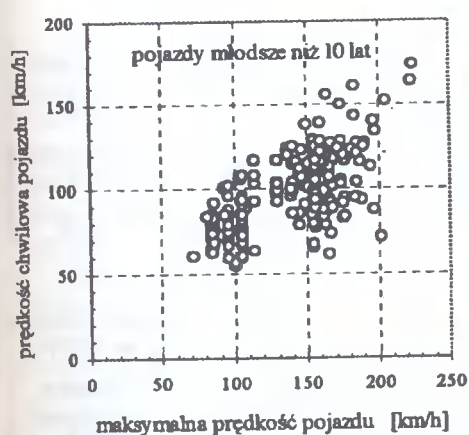
Rys.1. Wykresy funkcji prędkości chwilowej w zależności od maksymalnej prędkości pojazdów dla poszczególnych grup wiekowych pojazdów (a - pojazdy młodsze niż 10 lat, b - pojazdy starsze niż 10 lat)

Na podstawie analizy funkcji przedstawionych w tabelicy 4 można zauważyć następujące tendencje:

- im większa jest maksymalna prędkość pojazdu, tym większe są różnice wartości średniej prędkości chwilowej między pojazdami nowymi a starymi, dochodzące nawet do 20%;
- większy wpływ wieku pojazdu na warunki ruchu dla pojazdów szybszych (o większej prędkości maksymalnej) widać wyraźnie na podstawie wyników zmienności odchylenia standardowego prędkości - patrz rysunek 2 oraz tablice 2 i 3;
- w grupie pojazdów szybszych wraz ze wzrostem wieku pojazdu występuje większy spadek odchylenia standardowego prędkości chwilowej.

Tablica 4. Wyniki analizy zależności między prędkością chwilową a maksymalną prędkością VM dla dwóch grup wiekowych pojazdów

Model funkcji				
Wiek pojazdu	$V^{sr} = a \cdot VM + b$	R^2	$V^{98\%} = a \cdot VM + b$	R^2
Postać funkcji				
<i>Odcinek pomiarowy: droga nr 10</i>				
Starszy niż 10 lat	0,12 VM + 73,47	0,94	-	-
Młodszy niż 10 lat	0,32 VM + 52, 27	0,84	0,50 VM + 55,34	0,99
<i>Odcinek pomiarowy: droga E261</i>				
Starszy niż 10 lat	0,27 VM + 44,62	0,91	0,25 VM + 67, 65	0,94
Młodszy niż 10 lat	0,38 VM + 37,10	0,97	0,44 VM + 54,74	0,94
Oznaczenia: V^{sr} - średnia prędkość empiryczna, $V^{98\%}$ - kwantyl 98% prędkości, R^2 - współczynnik determinacji				



Rys.2. Wykres punktowy zależności prędkości chwilowej od maksymalnej prędkości dla pojazdów młodszych niż 10 lat i starszych niż 10 lat (odcinek pomiarowy - droga nr 10)

Szczegółowe wyjaśnienie zależności między wiekiem pojazdu a chwilową prędkością wymaga niewątpliwie dalszych badań. Ze względu na stosunkowo małe próby, wyniki badań dotyczące omawianego zagadnienia, przedstawione w niniejszej pracy, mają charakter przyczynowy. Stanowią jednak materiał wystarczający do udowodnienia przedstawionej we wstępie pracy tezy, o wpływie wieku pojazdów na warunki ruchu.

4. WPŁYW WIEKU KIEROWCÓW NA PRĘDKOŚCI POJAZDÓW

Dla potrzeb analiz wyodrębniono trzy klasy wiekowe kierowców:

- M - kierowcy młodzi (co odpowiada wiekowi do ok. 35 lat);
- S - kierowcy w średnim wieku (od ok. 35 do ok. 60 lat);
- Z - kierowcy w starszym wieku (wiek ok. 60 lat i więcej).

W tablicach 5 - 7 przedstawiono wyniki średnich chwilowych prędkości i odchyień standardowych prędkości, uzyskane dla poszczególnych, wyżej wymienionych grup wiekowych kierowców.

Wynikająca z powyższych tablic regularność spadku prędkości chwilowej wraz ze wzrostem wieku kierowców w poszczególnych grupach rodzajowych pojazdów, uzasadniały przeprowadzenie bardziej szczegółowej analizy wyników badań. W zakres tych analiz wchodziło określenie funkcji regresji. Wykresy uzyskanych funkcji regresji zilustrowano na rysunku 3, natomiast postaci funkcji przedstawiono w tablicy 8.

Tablica 5. Wyniki średnich prędkości chwilowych i odchyień standardowych prędkości pojazdów w zależności od grupy wiekowej kierowców (odcinek pomiarowy - droga nr 10)

Maksymalna prędkość pojazdu [km/h]	Wiek kierowcy						Względna różnica prędkości $\frac{V_M^{sr} - V_Z^{sr}}{V_M^{sr}} \cdot 100$ [%]
	Kierowcy młodzi		Kierowcy w średnim wieku		Kierowcy w starszym wieku		
	średnia prędkość chwilowa V_M^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_S^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_Z^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	
< 95	74,7	12,4	72,6	8,5	-	-	-
95 ÷ 125	81,8	13,3	76,2	12,2	74,8	5,5	8,6
125 ÷ 145	102,7	14,0	91,3	10,1	-	-	-
145 ÷ 175	104,2	16,4	99,8	17,7	96,2	20,3	7,6
≥ 175	120,9	22,6	120,6	26,2	-	-	-
	średnio:						8,10

Tablica 6. Wyniki średnich prędkości chwilowych i odchyień standardowych prędkości pojazdów w zależności od grupy wiekowej kierowców (odcinek pomiarowy - droga nr E261)

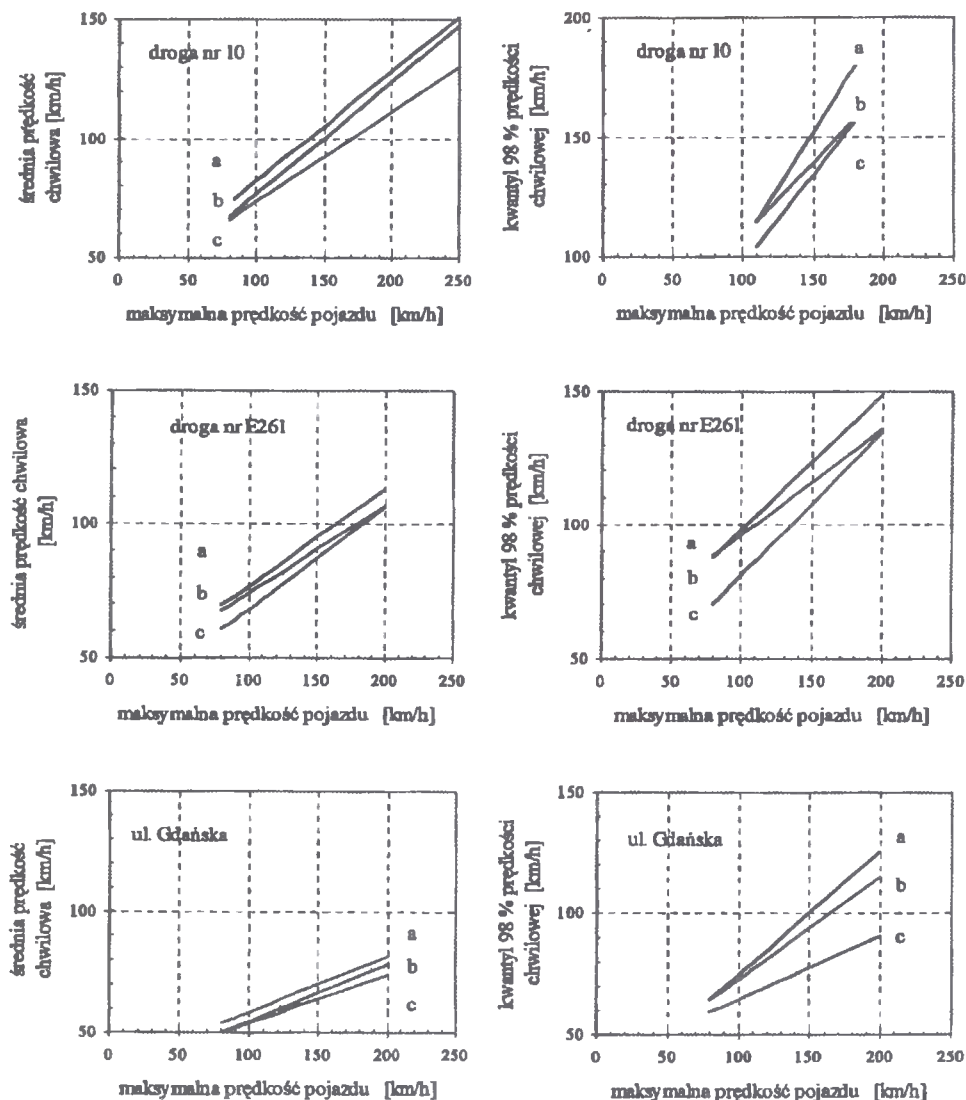
Maksymalna prędkość pojazdu [km/h]	Wiek kierowcy						Względna różnica prędkości $\frac{V_M^{sr} - V_Z^{sr}}{V_M^{sr}} \cdot 100$ [%]
	Kierowcy młodzi		Kierowcy w średnim wieku		Kierowcy w starszym wieku		
	średnia prędkość chwilowa V_M^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_S^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_Z^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	
< 95	71,2	7,7	69,8	10,9	-	-	-
95 ÷ 125	77,7	11,6	73,7	10,6	71,0	5,6	8,6
125 ÷ 145	90,5	14,9	87,4	12,0	-	-	-
145 ÷ 175	93,0	13,7	89,7	13,8	87,2	12,5	6,2
≥ 175	108,7	17,0	102,7	14,7	104,0	11,53	4,3
	średnio:						6,37

Tablica 7. Wyniki średnich prędkości chwilowych i odchyłeń standardowych prędkości pojazdów w zależności od grupy wiekowej kierowców (*odcinek pomiarowy - ul. Gdańska*)

Maksymalna prędkość pojazdu [km/h]	Wiek kierowcy						Względna różnica prędkości $\frac{V_M^{sr} - V_Z^{sr}}{V_M^{sr}} \cdot 100$ [%]
	Kierowcy młodzi		Kierowcy w średnim wieku		Kierowcy w starszym wieku		
	średnia prędkość chwilowa V_M^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_S^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	średnia prędkość chwilowa V_Z^{sr} [km/h]	odchylenie standardowe [km/h]	
< 95	-	-	54,0	9,9	-	-	-
95 ÷ 125	55,9	10,0	54,7	8,6	52,3	5,0	6,4
125 ÷ 145	73,2	12,6	60,8	10,2	-	-	-
145 ÷ 175	70,6	13,7	68,1	10,9	62,4	6,6	11,6
≥ 175	78,6	22,8	79,6	19,9	-	-	-
						średnio:	9,00

Tablica 8. Wyniki analizy zależności między empiryczną prędkością a maksymalną prędkością VM dla poszczególnych grup wiekowych kierowców

Model funkcji				
Wiek kierowców	$V^{sr} = a \cdot VM + b$	R^2	$V^{98\%} = a \cdot VM + b$	R^2
Postać funkcji				
<i>Odcinek pomiarowy: droga nr 10</i>				
młodzi	$0,46 \cdot VM + 35,86$	0,97	$0,62 \cdot VM + 46,19$	0,98
w średnim wieku	$0,47 \cdot VM + 29,29$	0,96	$0,76 \cdot VM + 20,02$	0,94
w starszym wieku	$0,38 \cdot VM + 35,05$	1,00	$0,94 \cdot VM + 10,39$	1,00
<i>Odcinek pomiarowy: droga E261</i>				
młodzi	$0,36 \cdot VM + 40,68$	0,97	$0,51 \cdot VM + 46,90$	0,96
w średnim wieku	$0,33 \cdot VM + 41,01$	0,97	$0,40 \cdot VM + 55,95$	0,98
w starszym wieku	$0,38 \cdot VM + 30,24$	0,97	$0,54 \cdot VM + 26,95$	0,99
<i>Odcinek pomiarowy: ul. Gdańska</i>				
młodzi	$0,23 \cdot VM + 35,40$	0,78	$0,51 \cdot VM + 23,55$	0,93
w średnim wieku	$0,24 \cdot VM + 30,51$	0,95	$0,42 \cdot VM + 30,69$	0,85
w starszym wieku	$0,20 \cdot VM + 33,90$	0,58	$0,26 \cdot VM + 38,57$	0,58
Oznaczenia: V^{sr} - średnia prędkość empiryczna, $V^{98\%}$ - kwantyl 98% empirycznej prędkości, R^2 - współczynnik determinacji				



Rys.3. Wykresy funkcji prędkości chwilowej w zależności od maksymalnej prędkości (a - kierowcy młodzi, b - kierowcy w średnim wieku, c - kierowcy starsi)

Wyniki powyższej analizy dowodzą niewątpliwie, że istnieje zależność między wiekiem kierowców a prędkością chwilową. Można stwierdzić, że wraz ze wzrostem wieku kierowców spada wyraźnie prędkość chwilowa. Największe różnice średniej prędkości pojazdów, które zaobserwowano podczas badań dla skrajnych grup wiekowych kierowców (M oraz Z), wynosiły aż 11,6%.

Uściślenie omawianej zależności wymaga w przyszłości wykonania większej liczby badań, uwzględniających różne czynniki drogowo-ruchowe.

5. WNIOSKI

1. Wiek pojazdu ma wpływ na prędkość w ruchu drogowym - im starsze są pojazdy, tym mniejsza jest ich średnia prędkość chwilowa. Wpływ wieku pojazdów na prędkość rośnie wraz ze wzrostem prędkości maksymalnej pojazdów. Największe zaobserwowane różnice prędkości chwilowej między analizowanymi grupami wiekowymi pojazdów (młodszych niż 10 lat i starszych niż 10 lat) wynosiły ok. 20% (ok. 23 km/h).
2. Na prędkość pojazdów wpływ ma również wiek kierowcy. W trakcie badań stwierdzono, że względny spadek prędkości pojazdów prowadzonych przez kierowców w starszym wieku, w stosunku do pojazdów prowadzonych przez kierowców młodych, wynosi średnio ok. 8%.
3. Szczegółowe opisanie zjawiska wpływu wieku pojazdu i kierowcy na prędkości pojazdów wymaga wykonania dalszych badań, uwzględniających szerszy zakres cech poligonu badawczego i większą liczbę prób.

LITERATURA

- [1] Kostrzewa M.: Próba klasyfikacji struktury rodzajowej pojazdów w zależności od warunków ruchu drogowego, ATR, Bydgoszcz 1994. Praca nie publikowana.
- [2] Szczuraszek T.: Model ruchu potoku pojazdów na dwupasmowej drodze dwukierunkowej, Rozprawa habilitacyjna nr 40, ATR w Bydgoszczy, Bydgoszcz 1990.
- [3] Szczuraszek T.: Propozycja nowej klasyfikacji rodzajowej pojazdów, Zeszyty Naukowe ATR nr 164, Budownictwo 26, Bydgoszcz 1990.
- [4] Szczuraszek T.: Nowe tendencje w klasyfikowaniu struktury rodzajowej ruchu, Drogownictwo 6/1987.
- [5] Galin D.: Speeds on two - lane rural roads - a multiple regression analysis. Traffic Engineering + Control, 1981 nr 8/9.
- [6] Proposed Chapters for the 1985 Highway Capacity Manual. Transportation Research Board TR, Circular 281, Washington 1984.
- [7] Naatanen R., Summala M.: Zachowanie użytkowników dróg a wypadki drogowe. PWN, Warszawa 1985.
- [8] Hort A.: Fizjologia patologiczna, PZWL, Warszawa 1986.
- [9] Stawiszyński F.: Poradnik mechanika samochodowego, WKŁ, Warszawa 1983.

INFLUENCE OF VEHICLES AND DRIVERS AGE INTO VEHICLES SPEED IN ROAD TRAFFIC

Summary

At the work a trial of estimation of vehicles age and drivers age influence into traffic speed is taken. Analyses are based on results of vehicles speed surveys on three different sectors of rural roads.

As a result of analyse it was found, that the older vehicles the lower their average speed. This decrease of speed at particular classes of vehicles can reach 20%. The average speed of vehicles also decrease according to increase of drivers age.

Recenzent: prof. zw. dr hab. inż. Marian Tracz
Politechnika Krakowska

Jadwiga Bizon - Górecka

NIEKTÓRE PROBLEMY INŻYNIERII NIEZAWODNOŚCI SYSTEMÓW BIOTECHNICZNYCH W PRODUKCJI BUDOWLANEJ

Praca prezentuje systemy produkcyjne w budownictwie jako systemy biotechniczne i ich niezawodnościowy opis.

Dokonano porównania zasadniczych aspektów teorii i inżynierii niezawodności. Podano opis procesu produkcyjnego w świetle inżynierii niezawodności wraz z algorytmem wyznaczania jego parametrów niezawodnościowych.

Ukazano możliwości aplikacyjne niezawodnościowej oceny systemów biotechnicznych w budownictwie.

I. WPROWADZENIE

Wkroczenie polskiej gospodarki na tory gospodarki rynkowej stwarza nową sytuację w sferze organizacji i zarządzania w budownictwie, przejawiającą się głównie w akcentowaniu ekonomizacji działań.

Podstawowymi cechami procesów produkcyjnych w budownictwie winny być:

- celowość,
- skuteczność,
- ekonomiczność.

Oznacza to, że:

- uporządkowany zespół działań musi być zaprojektowany i zorganizowany dla realizacji określonego celu pojedynczego lub grupy celów;
- realizacja działań celowych musi przebiegać w taki sposób, aby zapewniała możliwie największe prawdopodobieństwo sukcesu;
- budowlany proces produkcyjny powinien przebiegać zgodnie z zasadami ekonomii, to znaczy: maksymalizując efekt produkcyjny lub przy określonym efekcie produkcyjnym minimalizując zużycie zasobów albo też należy poszukiwać rozwiązań racjonalizujących zużycie zasobów pod kątem optymalizacji efektu produkcyjnego według przyjętych kryteriów.

Procesy produkcyjne przebiegają według określonych reguł działania w warunkach zmienności charakterystyk czynników i warunków produkcji, co świadczy o konieczności ich postrzegania w ujęciu dynamicznym.

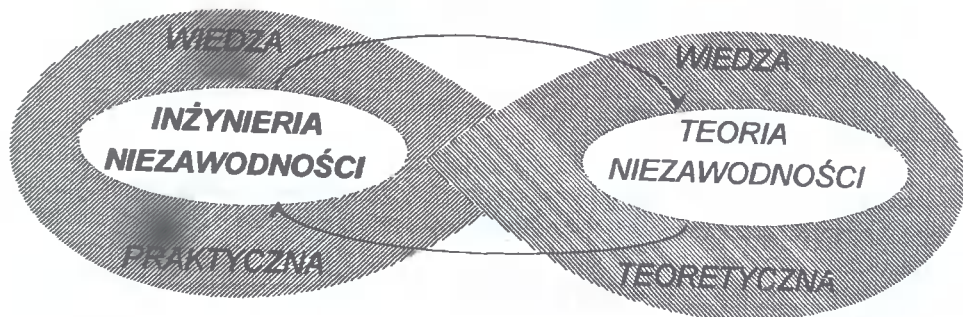
Budowlane procesy produkcyjne mogą być rozpatrywane jako systemy biotechniczne. Najważniejszą cechą każdego obiektu, czy systemu technicznego i biotechnicznego jest niezawodność.

Niezawodność procesu budowlanego, jako systemu biotechnicznego stanowi miarę jego dynamiki. Praktyczna identyfikacja niezawodnościowa, dotycząca realnych procesów budowlanych jest związana z inżynierią niezawodności.

2. INŻYNIERIA NIEZAWODNOŚCI W ŚWIETLE OGÓLNEJ TEORII NIEZAWODNOŚCI

Inżynierię niezawodności można zdefiniować jako dziedzinę nauki stosowanej, zajmującej się badaniem i projektowaniem obiektów (elementów systemów) z punktu widzenia spełniania przez nie żądanych wymagań (w ciągu danego czasu, w określonych warunkach).

Inżynieria niezawodności zajmuje się opracowywaniem nowych procedur w przypadku pojawienia się w praktyce sytuacji, kiedy klasyczne rozwiązania opierają się na założeniach, które nie mogą być spełnione. Korzysta ona jednocześnie z dorobku wiedzy teoretycznej z zakresu ogólnej teorii niezawodności. Rozwiązania inżynierii niezawodności generują z kolei zagadnienia do rozwiązań natury ogólnej, rozwijając teorię niezawodności. Komplementarność inżynierii i teorii niezawodności zaznaczono na rysunku 1.



Rys. 1. Obszar inżynierii niezawodności - jego związki z teorią niezawodności oraz praktyką i teorią ogólną

Teorię i praktykę, mimo dialektycznej jedności, odróżnia szereg specyficznych cech, wśród których wymienić można: stopień uogólnienia problemów, stosowane założenia, przedmiot badań i inne. Niektóre aspekty teorii i inżynierii niezawodności porównano w tablicy 1.

Tablica 1. Porównania niektórych aspektów teorii i inżynierii niezawodności

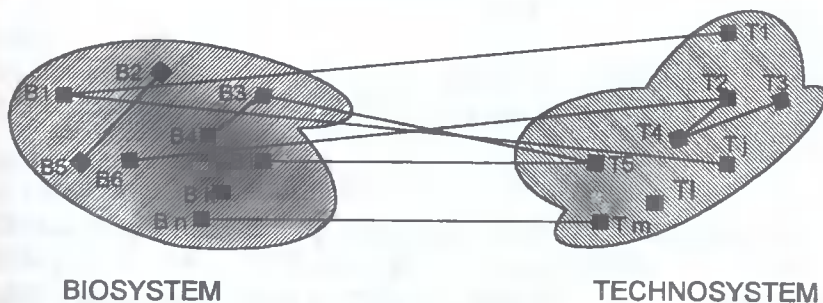
Lp.	Wyszczególnienie	Określenie wg:	
		teorii niezawodności	inżynierii niezawodności
1	2	3	4
1	Definicje	Niezawodność jest to właściwość obiektu, określana prawdopodobieństwem spełnienia przez niego stawianych mu wymagań	Niezawodność definiowana jest zwykle dla konkretnego przedmiotu rozważań i precyzuje rodzaj wymagań, np. wg [1]: niezawodność produkcji budowlanej można określić jako prawdopodobieństwo osiągnięcia wydajności nie mniejszej od planowanej w oparciu o charakterystyki techniczne w idealnych warunkach.

1	2	3	4
2	Główne założenia	1. Stan niezawodnościowy obiektu jest funkcją czasu. 2. Losowy charakter zdarzeń	1. Stan niezawodnościowy obiektu (też systemu) jest funkcją wielu zmiennych, m. in.: czasu (raczej znaczących odcinków czasu), stanu technicznego, poziomu organizacyjnego, kwalifikacji obsługi, itp. 2. Zdarzenia o charakterze losowym oraz systematycznym.
3	Przedmiot badań	Próba statystyczna	Obiekt (także system) techniczny albo biotechniczny
4	Charakterystyki niezawodnościowe	Główne charakterystyki niezawodnościowe to: - prawdopodobieństwo nieprzerwanego funkcjonowania obiektu $R(t)$, - współczynnik gotowości $k_g(t)$, - prawdopodobieństwo awarii $Q(T) = 1 - R(t)$, - intensywność uszkodzeń $\lambda(t)$, - trwałość T .	Charakterystyki dobierane lub tworzone, w zależności od specyfiki obiektów i możliwości przygotowania danych, np.: - prawdopodobieństwo osiągnięcia wybranych parametrów, - statystyczny współczynnik gotowości $k_g^s(t)$ i inne.

3. SYSTEMY BIOTECHNICZNE W PRODUKCJI BUDOWLANEJ

Procesy wytwórcze w produkcji budowlanej realizowane są przez systemy biotechniczne. W procesach budowlanych wyraźnie zaznacza się sprzężenie działań ludzi i funkcjonowania maszyn, urządzeń, tworzące system biotechniczny, co pokazano na rysunku. 2.

SYSTEM BIOTECHNICZNY



Rys.2. System biotechniczny, jako efekt współdziałania biosystemu i technosystemu

4. OPIS NIEZAWODNOŚCIOWY SYSTEMU BIOTECHNICZNEGO

Systemy biotechniczne odznaczają się tym, że struktury niezawodnościowe są zazwyczaj strukturami mieszanymi i to najczęściej o charakterze złożonym (iteracyjne,

ga wcześniejszego wyznaczenia niezawodności cząstkowych, odpowiadających poszczególnym typom struktur niezawodnościowych.

Osobliwością systemów biotechnicznych jest to, że mają one zmienną, a właściwie rozmytą strukturę niezawodnościową. Odpowiadające im funkcje niezawodności \vec{R} i awaryjności \vec{Q} są funkcjami wektorowymi.

Rozmyty charakter struktur niezawodnościowych systemów biotechnicznych skłania do poszukiwania syntetycznych charakterystyk niezawodnościowych, charakteryzujących je nie tylko od strony technicznej, ale też z punktu widzenia efektywności ich pracy. Przy czym przez efektywność systemu należy rozumieć stopień realizacji jego funkcji.

Funkcją tą może być np. wartość oczekiwana wydajności, zakładanej w danych warunkach i w danym czasie (np. zmiany roboczej). Prawdopodobieństwo jej osiągnięcia stanowi syntetyczną z punktu widzenia tak określonej efektywności, miarę niezawodności systemu.

Korzenie tych poszukiwań tkwią w stosowaniu współczynników bezpieczeństwa, czy wykorzystania czasu roboczego - stosowane w organizacji produkcji, są bliskie niezawodnościowym miarom obiektu produkcyjnego. Miary niezawodnościowe odróżnia od stopnia wykorzystania czasu podejście metodologiczne w zakresie szacowania ich wartości.

Poszukiwania wartości oszacowania prawdopodobieństwa spełnienia stawianych systemowi biotechnicznemu wymagań, w zakresie osiągania zadanej wydajności, skłaniają do rozważań na temat występowania ewentualnych zakłóceń, powodujących straty czasu roboczego (uszkodzenie systemu).

Systemy biotechniczne są narażone na uszkodzenia typu:

- 1) technologicznego (T);
- 2) organizacyjnego (O);
- 3) zarządzania (Z);

przy czym jednoczesne występowanie zdarzeń T, O, Z jest możliwe, a wręcz powszechne. Zakłada się natomiast, że zdarzenia te są niezależne.

Zatem niezawodność \vec{R} systemu biotechnicznego można wyrazić wzorem:

$$\vec{R} = P(A) = 1 - P(\bar{A}) = 1 - \vec{Q} \quad (1)$$

gdzie:

$P(A)$ - prawdopodobieństwo zdarzenia A,

$P(\bar{A})$ - prawdopodobieństwo zdarzenia przeciwnego zdarzeniu A

oraz:

$$0 \leq \vec{Q} = P(T) \times P(O) \times P(Z) = \vec{Q}_t \times \vec{Q}_o \times \vec{Q}_z \leq 1$$

Niezawodność systemu biotechnicznego można opisać za pomocą parametru \vec{R} . Parametr \vec{Q} ukazuje awaryjność systemu - prawdopodobieństwo uszkodzeń. Te parametry, jak opisano w pracy [1], są jednak mało przydatne dla praktyki budowlanej z uwagi na fakt, iż nie dostarczają one żadnych informacji o rodzajach uszkodzeń (awarii). O obszarach powstawania uszkodzeń informują parametry \vec{Q}_t , \vec{Q}_o , \vec{Q}_z , które stanowią awaryjności: technologiczną, organizacyjną, zarządzania i mogą być podstawą do wyliczenia niezawodności:

1) technologicznej: $\vec{N}_t = 1 - \vec{Q}_t$;

2) organizacyjnej: $\vec{N}_o = 1 - \vec{Q}_o$;

3) zarządzania: $\vec{N}_z = 1 - \vec{Q}_z$.

Niezawodność całkowita \vec{N}_c jest iloczynem mieszanym wektorów $(\vec{N}_t \times \vec{N}_o) \vec{N}_z$ przy założeniu ich niezależności probabilistycznej.

Iloczyn mieszaný wektorów $(\vec{N}_t \times \vec{N}_o) \vec{N}_z$ jest to skalar równy objętości równoległociąnu zbudowanego na wektorach \vec{N}_t , \vec{N}_o , \vec{N}_z , jako na krawędziach, wziętej ze znakiem "+", jeżeli wektory $(\vec{N}_t \times \vec{N}_o) \vec{N}_z$, tworzą układ prawoskrętny, a ze znakiem "-" w przypadku przeciwnym (nieprzydatny do rozważań niezawodnościowych).

Identyfikacja zakłóceń, wg trójosiowego występowania, musi być jednoznaczną wobec zakładanej niezależności zdarzeń.

Scharakteryzować je można następująco:

- zakłócenia typu technologicznego - zakłócenia występujące w poszczególnych elementach systemu biotechnicznego (zarówno w obszarze biosystemu, jak i technosystemu),
- zakłócenia typu organizacyjnego - zakłócenia spowodowane wadliwą synchronizacją pracy poszczególnych elementów systemu, wynikającą z przyjętej struktury niezawodnościowej systemu biotechnicznego.
- zakłócenia typu zarządzania - zakłócenia wynikające z wadliwego zasilania i odbioru, a powstają one wskutek zaburzeń pracy tych elementów biosystemu, które nie są bezpośrednio powiązane strukturalnie z elementami technosystemu.

Tok postępowania przy określeniu poziomu niezawodności, według autorskiej koncepcji przedstawionej w pracy [1], zawiera rysunek 3.

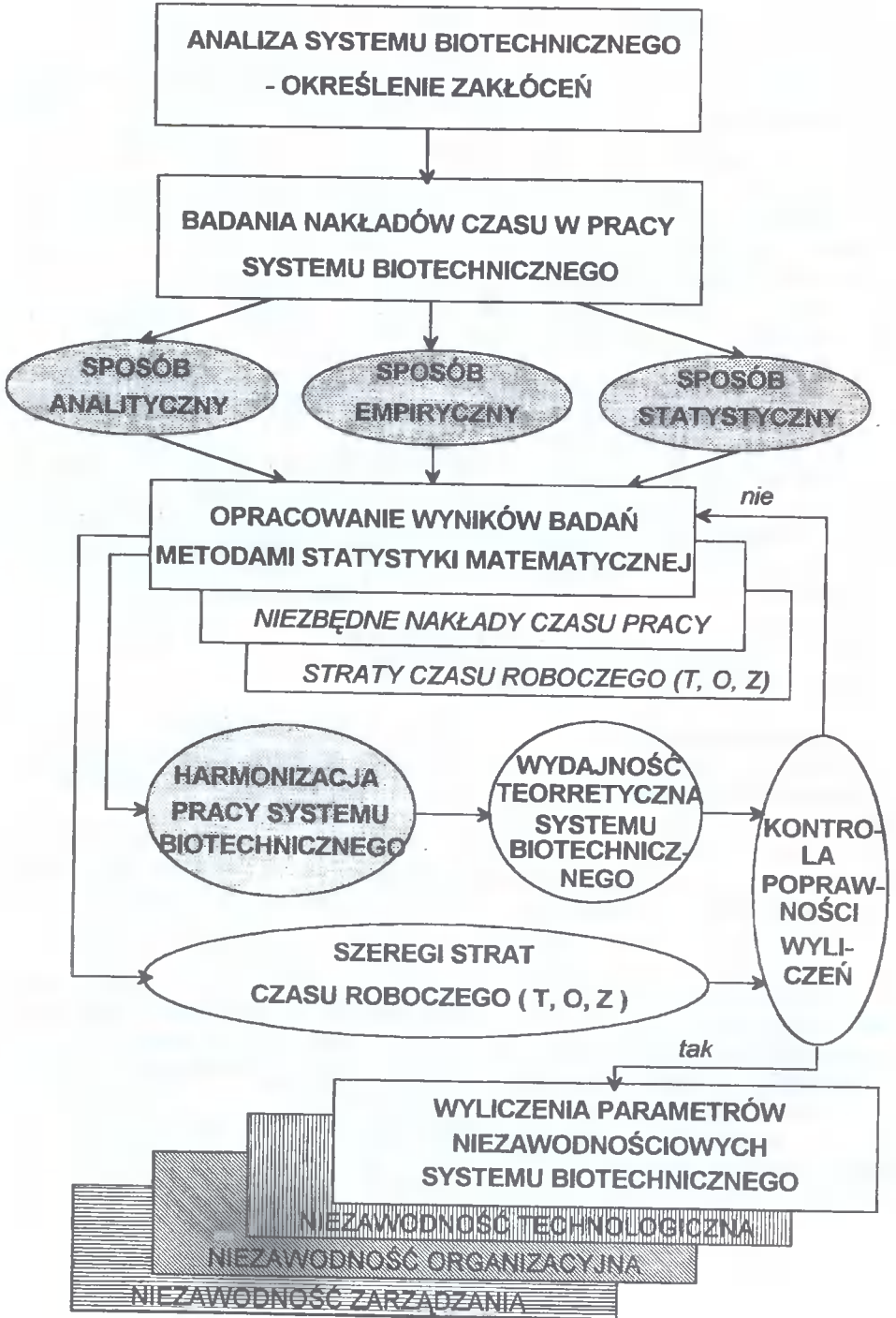
5. MOŻLIWOŚCI APLIKACYJNE NIEZAWODNOŚCIOWEJ OCENY SYSTEMÓW BIOTECHNICZNYCH W BUDOWNICTWIE

Analizy niezawodnościowe systemów biotechnicznych, występujących w procesach wytwórczych w budownictwie są kosztowne i odpowiedzialne. Są jednak dobrą drogą uzyskiwania wiarygodnych informacji o realnych zdolnościach produkcyjnych tych procesów.

Obecnie w warunkach samodzielności przedsiębiorstw, szczególnie wówczas gdy zamierzają one wchodzić w powiązania kapitałowe z firmami i bankami zagranicznymi, koniecznym staje się sporządzanie takich analiz i wyznaczanie realnych możliwości uzyskania żądanych efektów finansowych.

Rozpoznanie poziomu niezawodności procesów produkcyjnych, w tym budowlanych, ma znaczenie jako szczególny wskaźnik w ocenie marketingowej zarówno technologii oferowanych na sprzedaż (miernikami w tym zakresie są: niezawodność technologiczna i niezawodność organizacyjna) prezentowanych na rynku przedsiębiorstw realizujących określone procesy budowlane (miernikami wtedy są: niezawodność technologiczna, niezawodność organizacyjna i niezawodność zarządzania).

Poziom niezawodności obrazujący skuteczność działań produkcyjnych jest wskaźnikiem umożliwiającym ekonomizację działań. Będąc oszacowaniem prawdopodobieństwa bezzakłócenieniowego przebiegu produkcji, ukazuje możliwości realizacyjne przedsięwzięć.



Rys.3. Algorytm wyznaczania parametrów niezawodnościowych

Wskaźniki niezawodnościowe stanowią informacje o stanie technologii, organizacji procesu, a także jego zarządzania, cenne w podejmowaniu decyzji na różnych szczeblach, np.:

1. W przedsiębiorstwie: do oceny funkcjonowania procesów służącej działaniom z zakresu controllingu.
2. W obrocie technologiami: do ich oceny pod kątem zachowania się technologii w fazie realizacyjnej, co może też stanowić przedmiot gwarancji (szczególnie niezawodność technologiczna).
3. W obrocie giełdowym akcjami przedsiębiorstwa stosującego dane technologie, przy ocenie ryzyka inwestowania (ukazanie wskaźników niezawodnościowych w prospekcie emisyjnym).
4. Przy sprzedaży przedsiębiorstw (podanie wskaźników niezawodnościowych w memorandum informacyjnym).

6. PODSUMOWANIE

Traktowanie procesów budowlanych jako systemów biotechnicznych sugeruje stosowanie przedstawionego sposobu określania ich niezawodności. Może mieć on zastosowanie do dowolnie złożonych ciągów technologicznych w budownictwie.

Jego uniwersalny charakter wynika też z możliwości zbierania danych do wyznaczenia niezawodności. W zależności od poziomu ufności, na którym zamierza się określić niezawodność, dane mogą być generowane w sposób przybliżony na podstawie sprawozdawczości strat czasu pracy lub w sposób bardziej dokładny na bazie obserwacji bezpośrednich, np. fotografii dnia pracy, pozwalających ustalić strukturę czasu pracy. Wyznaczone w zaprezentowany sposób wskaźniki stanowią liczbowe ujęcie wpływu jakości technologicznej, organizacji i zarządzania na poziom niezawodności produkcji budowlanej w ciągach technologicznych. Rozdzielenie tych wpływów w postaci odrębnych parametrów umożliwi bliższe rozpoznanie przyczyn powstawania zakłóceń i ujawnia kierunki działań na rzecz podwyższenia niezawodności systemów biotechnicznych, a co za tym idzie polepszenia wskaźników technologiczno-ekonomicznych produkcji budowlanej.

Podany sposób ukazuje też słabe, czy mocne strony poszczególnych obszarów działania, służąc w ten sposób analizie marketingowej (w szczególności analizie SWOT¹) i podejmowaniu decyzji.

LITERATURA

- [1] Bizon-Górecka J.: Określanie niezawodności produkcji budowlanej, Rozprawy, ATR Bydgoszcz, 1988.
- [2] Praca zbiorowa pod redakcją J.Migdalskiego.: Inżynieria niezawodności, ATR Bydgoszcz, ZETOM Warszawa, 1992.

¹ SWOT stanowi anglojęzyczny skrót specyfikacji podstawowego zakresu analizy strategicznej firmy: Strengths - silne strony, moc; Weaknesses - słabe strony, brak sił; Opportunities - szanse, okazje; Threats - zagrożenia.

SOME PROBLEMS IN THE RELIABILITY ENGINEERING OF BIOTECHNICAL SYSTEMS IN BUILDING PRODUCTION

Summary

The paper presents the production systems in civil engineering as biotechnical systems and reliability describing of them.

Assume of theory and engineering of reliability is given.

Describe of production process in engineering of reliability light with algorithm of reliability parameters resolveg is given.

Application of reliability test of biotechnical systems in civil engineering are noticed.

Recenzent: dr hab. inż. Kazimierz M. Jaworski
prof. Politechniki Warszawskiej

Piotr Dzieweczyński
Jan Klugiewicz

SYSTEMY POMIAROWE NA POLDERZE I ICH OBSERWACJE EKSPLOATACYJNE

W pracy przedstawiono zamontowane na polderze w Łęgnowie koło Bydgoszczy systemy służące do pomiaru odpływu wód z jego terenu. Funkcjonują tam dwa urządzenia pomiarowe przelewowo-limnigraficzne oraz elektromagnetyczne. Dotychczasowy okres ich eksploatacji dostarczył interesujących materiałów do analizy. Przedstawione zostały przykłady przebiegów wartości, mierzonych porównanych do wysokości dobowych opadów deszczu zarejestrowanych w pobliskich stacjach meteorologicznych w tych samych miesiącach.

1. WSTĘP

Do projektowania wydajności przepompowni polderowych i prowadzenia właściwej gospodarki wodnej zgodnej z potrzebami użytkowników obszarów depresyjnych, konieczne jest poznanie mechanizmu formowania się odpływu i metod jego prognozowania, W tym celu Katedra Inżynierii Sanitarnej i Wodnej WBiIŚ ATR zorganizowała Terenową Stację Badawczą na polderze Łęgnowo-Płatnowo k. Bydgoszczy [3]. Najwcześniej zaprojektowano i zbudowano dwa prototypowe systemy pomiarowe dynamiki odpływu wody. Pierwsze z nich stanowi urządzenie przelewowo-limnigraficzne (UPL) z ciągłą rejestracją położenia zwierciadła wody górnej i dolnej, oddzielonych przelewem prostokątnym o ostrej krawędzi, których znajomość umożliwia wyznaczenie hydrogramu odpływu dla warunków jego niezatopienia, a także zatopienia. UPL umożliwia ocenę dynamiki odpływu z 252 ha zlewni cząstkowej o odmiennej charakterystyce ukształtowania i użytkowania powierzchni.

Drugi z nich stanowi elektromagnetyczny system pomiarowy (EMSP), który wykonano na wlocie do komory ssawnej przepompowni Łęgnowo, gdzie znajduje się przekrój kluczowy całkowitej zlewni (800 ha) polderu Łęgnowo-Płatnowo. W przekroju tym panują szybkozmienne warunki ruchu z możliwością przejścia z ruchu przyspieszonego do opóźnionego i odwrotnie, a także do stanu bezruchu (stagnacji), które praktycznie uniemożliwiają zastosowanie konwencjonalnych metod pomiaru przepływu [1, 2].

Dokładniejszy opis i ilustracje zlewni oraz zbudowanych systemów można znaleźć w pracach [1, 3, 4, 5].

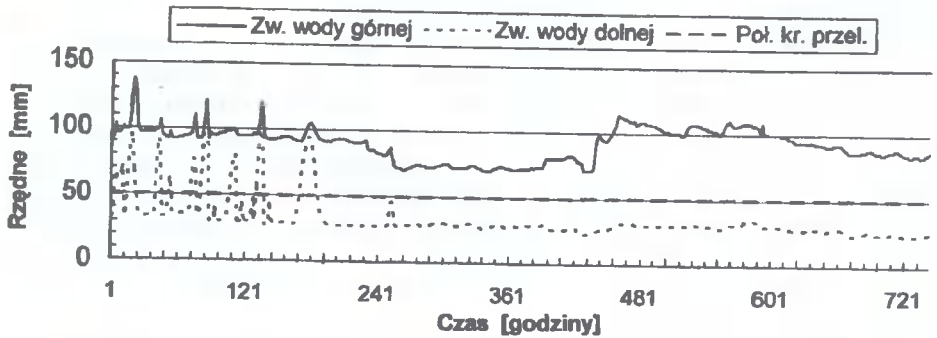
Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie spostrzeżeń dotyczących eksploatacji tych dwóch systemów oraz niektórych analiz wyników pomiarów.

2. OBSERWACJE EKSPLOATACYJNE SYSTEMÓW POMIAROWYCH

2.1. Urządzenie przelewowo-limnigraficzne

Ciągły pomiar natężenia przepływu w rowie C (rysunek w publikacji [3]) za pomocą UPL został zapoczątkowany w czerwcu 1990 r. W dominującym okresie, bez złodzenia, rejestrowana jest w sposób ciągły dynamika stanów i przepływów. W okresie gwałtownych ozębnień rejestracja poziomów zwierciadeł wody ulega zakłóceniom, pomimo występowania przepływu na przelewie. Wywołuje to niewielką niezgodność czasową rejestrowanych wielkości i dlatego w dotychczasowym okresie pomiarowym pozytywnie oceniono pracę tego systemu. Wskazana jest jednak zmiana pływakowych poziomowskazów na takie, które wykorzystują inne zasady pomiaru. Urządzenie wymaga okresowej kontroli ze względu na transport rowem C części pływających, które mogą osadzać się na krawędzi przelewu powodując dodatkową kontrakcję strumienia wody, a tym samym zmieniając jego charakterystykę. W trakcie badań terenowych sprawdzono także, czy były próby wykorzystywania UPL do piętrzenia wody, w celu nawadniania upraw na polderze w długich okresach bezopadowych. Czynności kontrolne dokonywane były łącznie przy okazji cotygodniowej wymiany taśm limnigrafów.

Z analizy limnigramów dotyczących dolnego zwierciadła wody wynika, że przelew hydrauliczny pracował okresowo jako zatopiony (rys.1) i dlatego uzasadnione było zastosowanie dwóch limnigrafów. Okresowe podniesienie zwierciadła wody dolnej nad krawędź przelewową było wynikiem przepływu fal wezbraniowych w kanale „A” i cykliczna praca przepompowni.



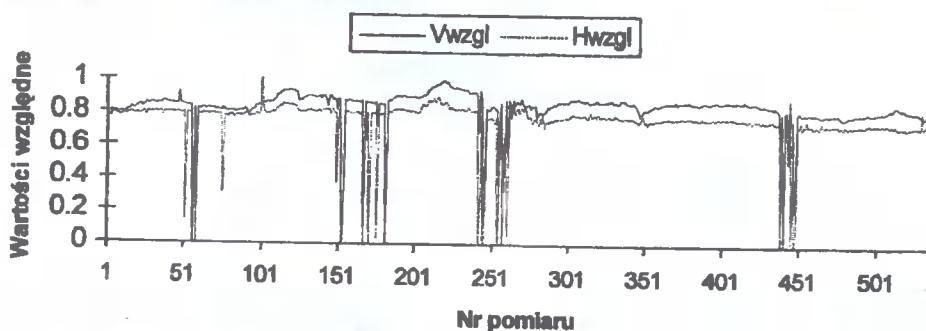
Rys.1. Zmiany rzędnych zwierciadła wody na stanowisku UPL w okresie 1-31 maja 1994 r.

2.2. Elektromagnetyczny system pomiarowy

W czasie eksploatacji EMSP nie stwierdzono mankamentów w funkcjonowaniu przegrody i cewki wzbudzającej usytuowanych na wlocie do komory ssawnej przepompowni. Wykazały one niezbędną wodoszczelność, potrzebną do uzyskania odpowiedniego sygnału pomiarowego. Zanieczyszczenia zawarte w wodzie powodowały powstawanie osadów na powierzchniach elektrod pomiarowych, które trzeba okresowo (co tydzień) czyścić. Dokładniejsze czyszczenie wraz z polerowaniem powierzchni elektrod należy wykonywać przynajmniej raz na rok.

Obserwacje przepływu w korycie pomiarowym wykazały, że nawet przy niewielkich prędkościach odbiega on od charakteru ruchu laminarnego (uwarstwionego), gdyż dodat-

kowo w strumieniu wody pojawiają się ruchy wirowe, które wywołują wahania wartości sygnałów pomiarowych (rys. 2). Zjawiska te obserwowane były także w czasie skalowania za pomocą młynka hydrometrycznego, powodując w pewnych miejscach przekroju pomiarowego okresowe zatrzymywanie wirnika przyrządu pomiarowego lub jego przeciwne obroty. Wpływ tych zjawisk może być usunięty przez zabudowę, w przekroju wlotowym koryta pomiarowego, specjalnych elementów (np. tarcz lub krat) ograniczających powstawanie wirów. Innym sposobem jest zastosowanie algorytmów obliczeniowych, wygładzających przebiegi sygnałów pomiarowych.



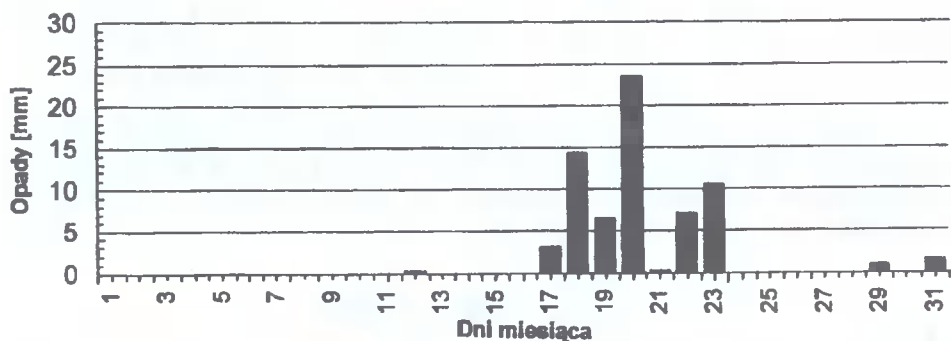
Rys.2. Zmiany wartości sygnałów pomiarowych na stanowisku EMSP w okresie 16-21 maja 1994 r.

Z dotychczasowej eksploatacji EMSP można sformułować pewne uwagi. Pomimo, że urządzenia elektroniczne znajdują się w wydzielonym pomieszczeniu, problemem jest zapewnienie im w miarę stabilnej i właściwej temperatury otoczenia, szczególnie przy długotrwałych okresach upałów występujących w ostatnich latach oraz w okresie zimowym (choć w mniejszym zakresie). Wynika to z faktu, że są to urządzenia prototypowe, których konstrukcja oparta jest na układach scalonych ogólnego przeznaczenia, a nie standardu przemysłowego. W związku z tym występowały pewne usterki, które w okresach zimowych, przy utrudnionym i małym odpływie wód z polderu, były usuwane.

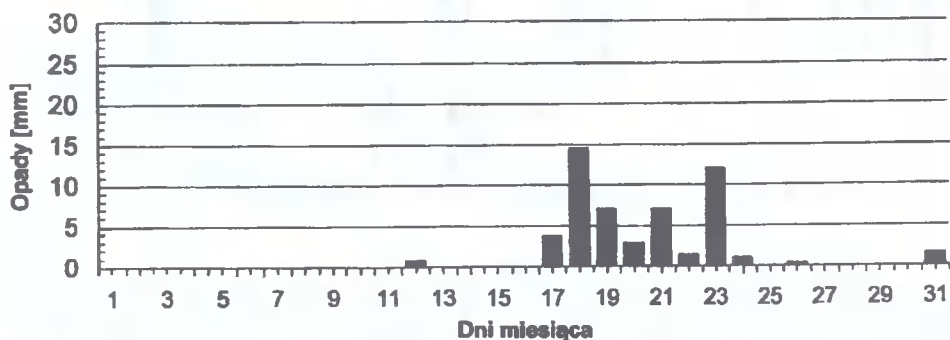
2.3. Koncepcje uzupełnienia wyposażenia TSB

Dotychczasowe obserwacje dynamiki odpływu wód z polderu, oparte na dwóch systemach pomiarowych (UPL i EMSP), skorelowane z wynikami obserwacji opadów atmosferycznych z dwóch pobliskich stacji meteorologicznych (rys.3 i 4) wskazują na istniejącą zależność między wystąpieniem deszczu a zwiększeniem odpływu wody.

Dane te wskazują także na różnice w zarejestrowanych dobowych wysokościach opadów w tych samych dniach dla różnych stacji pomiarowych. Dokładne powiązanie wielkości opadów z wymuszonych nimi odpływami będzie możliwe po uruchomieniu stanowiska do ciągłego pomiaru opadów atmosferycznych, temperatury, stanów zwierciadła wód gruntowych, na polderze Łęgnowo-Plątnowo. Stanowisko takie jest w końcowej fazie kompletowania. Pozwoli ono na uzyskanie codziennych danych meteorologicznych.



Rys.3. Wysokości opadów - IMUZ Bydgoszcz w okresie 1-31 maja 1994 r.



Rys.4. Wysokości opadów - m. Prądkki w okresie 1-31 maja 1994 r.

3. PODSUMOWANIE

Przedstawione dane o budowie i eksploatacji stacji badawczej na polderze Łęgnowo-Plątnowo pokazują złożoność problemów pomiarowych występujących na obiekcie rzeczywistym. Dane o dynamice odpływów wód rowem „C” są uzyskiwane z urządzeń mechanicznych, dla których praktyczna rozdzielczość skali czasu przy zapisie tygodniowym nie przekracza 1 godziny. Dane ze stanowiska EMSP uzyskuje się z programowo regulowaną rozdzielczością czasową, lecz ze względu na pomiar trwający bardzo krótko do sygnałów, wnoszone są informacje o specyficznych zaburzeniach występujących w przepływającym strumieniu wody. Analiza danych o opadach dla dwóch pobliskich stacji pomiarowych wskazuje na znaczne zróżnicowanie ich wielkości dla tych samych dni. Wypływa stąd wniosek o konieczności uruchomienia systemu, m.in. do pomiaru opadu deszczu na obszarze polderu Łęgnowo-Plątnowo. Problemy te będą rozwiązywane przez uzupełnianie i modernizowanie stanowisk pomiarowych. Pozwoli to na pełną ocenę mechanizmu formowania się fal splotu wód po opadach deszczu oraz wyznaczenie zmiennych w czasie współczynników opóźnienia odpływu i splotu, których znajomość jest potrzebna w niektórych metodach ustalania dynamiki odpływu dla prowadzenia gospodarki wodnej na polderach.

5. LITERATURA

- [1] Klugiewicz J.: Polderyzacja terenów depresyjnych, Wyd. TWWP, Bydgoszcz 1992.
- [2] Klugiewicz J., Dzieweczyński P., Totczyk G., Chwaleba A., Kalicki A., Michalski A.: Metody ustalania i pomiaru odpływu wody z polderów do projektowania i eksploatacji przepompowni, ZN ATR Bydgoszcz, seria Budownictwo nr 27, 1992.
- [3] Klugiewicz J., Dzieweczyński P., Chwaleba A., Kalicki A., Michalski A.: Elektromagnetyczny system pomiarów dynamiki odpływu wody z polderu Łęgowo, ZN ATR Bydgoszcz, seria Budownictwo nr 27, 1992.
- [4] Sprawozdania z badań: Odwadnianie terenów depresyjnych. Problem resortowy MEN RP-II-19 (maszynopisy sprawozdań z lat 1986-1990).
- [5] Sprawozdania z badań prowadzonych w Katedrze Inżynierii Sanitarnej i Wodnej WB ATR w latach 1991-94 (maszynopisy sprawozdań).

MEASURING SYSTEMS OF POLDER
AND THEIR EXPLORATIVE OBSERVATIONS

Summary

Systems for measuring water outflow, out of its terrain instaled on the polder in Łęgowo near Bydgoszcz have been presented in this article. There are two measuring devices there: overfall - limnigraph and electromagnetic device.

So far the time of its usage has provided with interesting materials for analysis. The examples of measured course values compared to the amount of day and night's rainfalls recorded in the nearest meteorological stations in the same months have been give here.

Recenzent: prof. zw. dr hab. inż. Longin Duda
Akademia Rolnicza Szczecin

Iwona Klugiewicz

STOSOWANIE PESTYCYDÓW ORAZ ICH WPŁYW NA ŚRODOWISKO I LUDZI

W pracy zdefiniowano podstawy klasyfikacji pestycydów pod względem ich przeznaczenia i składu chemicznego. Omówiony został mechanizm działania pestycydów w walce ze szkodnikami, a także zagrożenia dla ludzi i wody. Przedstawiono wyniki badań pracowników zatrudnionych przy produkcji i ochotników poddanych działaniu pestycydów. Podano wielkości dostaw pestycydów dla polskiego rolnictwa w latach 1960-1993.

W artykule przedstawiono analizę skali zagrożeń wynikających z kumulacji pestycydów w żywych organizmach i migracji w środowisku.

1. WPROWADZENIE

Nazwa pestycydy pochodzi od łacińskich słów *pestis* - zaraza, pomór i *cida* (od *caedere*) - zabijać [5]. Pestycydy są to silne środki chemiczne, stosowane w walce ze szkodnikami. W starożytności, w tym celu wykorzystywano substancje naturalne występujące np. w koszyczkach kwiatów. W VII w. stosowano nikotynę i arsenik. Od połowy ubiegłego wieku aż do początku drugiej wojny światowej do ochrony roślin stosowano pestycydy nieorganiczne (związki miedzi, siarki, rtęci i arsenu), a od 1940 r. zaczęto stosować związki organiczne. Pierwszymi, skutecznymi preparatami tego typu były insektycydy, produkowane na bazie węglowodorów chloropochodnych (DDT, HCH).

Tak więc pestycydy są to naturalne lub syntetyczne związki organiczne i nieorganiczne stosowane do niszczenia pasożytów i szkodników.

W zależności od przeznaczenia, pestycydy podzielono na grupy:

- insektycydy (substancje owadobójcze);
- herbicydy (substancje chwastobójcze);
- fungicydy (substancje grzybobójcze);
- moluskocydy (substancję ślimakobójcze);
- nematocydy (substancje nicieniobójcze);
- rodentocydy (substancje gryzoniobójcze);
- bakteriocydy (substancje bakteriobójcze);
- defolianty (substancje usuwające liście roślin);
- akarycydy (substancje roztoczobójcze);
- konserwanty drewna;
- repelenty (substancje odstrasżające szkodniki);
- atraktanty (substancje o działaniu nęcącym owady, gryznie i inne szkodniki).

Intensyfikacja produkcji we współczesnym rolnictwie odbywa się na dużych powierzchniach z udziałem nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. Sprzyja to

jednak rozwojowi w uprawach wielu gatunków szkodników, chorób i chwastów. Duży w tym udział odgrywa mechanizacja (np. zbiór kombajnami) płodów rolnych odbywająca się całkowicie na polu, gdyż przez to liczne nasiona chwastów pozostają na miejscu zbioru.

Szacuje się, że obecnie na świecie stosuje się około 10 tys. substancji aktywnych, które stanowią broń obosieczną, ponieważ chroniąc plony, mogą zanieczyścić środowisko, zagrozić zdrowiu ludzi i zwierząt.

Celem artykułu jest charakterystyka stosowania pestycydów oraz zagrożeń dla środowiska i ludzi.

2. STOSOWANIE PESTYCYDÓW

Obecnie stosowane pestycydy w zależności od składu chemicznego podzielono na:

- chlorowane węglowodory (aldryna, chlorodan i inne);
- kwasy chlorofenolowe i ich estry;
- pochodne mocznika;
- związki fosforoorganiczne (parathion i inne);
- karboaminiany.

Środki ochrony zanim znajdują się w handlu, są poddane badaniom w zakresie ich właściwości chemicznych, biologicznych i toksyologicznych. Niezwykle istotne jest w tych badaniach określenie toksyczności ostrej i przewlekłej (chronicznej). Dotyczy to szczególnie substancji aktywnej znajdującej się w danym preparacie.

Ostrą toksyczność wykazuje dawka substancji aktywnej, która powoduje śmierć organizmu po jednorazowym pobraniu. Tę dawkę śmiertelną wyznacza się w badaniach prowadzonych zazwyczaj na szczurach, którym substancja podawana jest doustnie. Przyjęto dawkę śmiertelną oznaczać symbolem LD (lethal dose), która wyraża ilość miligramów, przypadających na 1 kg masy ciała.

Toksyczność ostrą stanowi średnia dawka zabijająca 50% zwierząt doświadczalnych i oznaczana jest symbolem LD₅₀.

Zarządzeniem Ministra Rolnictwa Nr 156 z dnia 20.04.1965 r. w oparciu o wielkość LD₅₀ ustanowiono polską toksykologiczną klasyfikację pestycydów (tab.1.)

Tablica 1. Klasyfikacja chemicznych środków ochrony roślin

Klasa toksyczności	LD ₅₀ w mg/kg	Nazwa klasy
I	50	trucizna
II	51-150	trucizna
III	151-500	środek szkodliwy
IV	501-5000	środek szkodliwy
V	> 5000	środek praktycznie nieszkodliwy

W odróżnieniu od powyżej omówionej toksyczności ostrej, wyróżnia się toksyczność przewlekłą, która następuje w wyniku wielokrotnego pobierania przez organizmy małych dawek pestycydów trwałych kumulujących się w nich. Chociaż nie powodują one objawów ich zatrucia, to skażając te organizmy, mogą następnie przeniknąć z pokarmem do zwierząt i ludzi. Pestycydy kumulowane są najczęściej w tkance tłuszczowej, a rzadziej w wątrobie i mózgu.

Hość pestycydów, która bez szkody dla organizmu może być zawarta w produktach spożywczych, określa poziom tolerancji i wyraża się w p.p.m. (Zalecenia z 1972 r. Instytutu Ochrony Roślin dla warzyw i owoców, podaje [1] - tab.2).

W celu ochrony ludzi przed bezpośrednim zatruciem lub kumulacją pestycydów w ich organizmach stosuje się okres karencji, który określa okres, który powinien upłynąć od ostatniego zabiegu zastosowania pestycydu do zbioru roślin, aby w nich zawartość nie przekroczyła poziomu tolerancji. Ponadto wprowadzono tzw okres prewencji, wyznaczający czas od chwili wykonania zabiegu (zwłaszcza preparatami I i II klasy toksyczności) do czasu bezpiecznego wejścia na plantację bez obawy zachorowania ludzi lub zatrucia zwierząt.

Tablica 2. Tolerancja niektórych pestycydów w warzywach i owocach

Nazwa substancji czynnej w pestycydach	Dopuszczalne pozostałości - p.p.m. (p.p.m. - pars per milion = = 1 cz. na milion = 1 mg na kg)	
	warzywa	owoce
dichlorfos	0,2	0,2
dichlofluamid	-	0,4
dimetoat	0,5	0,5
dinokap	1,0	1,0
dodyna	-	1,0
fenitrotion	0,4	0,4
formation	0,5	0,5
kaptan	15	15
lindan	2	2
malation	3	3
metoksychlor	10	10
siarka	50	50
tlenochlorek miedzi	10	10
trichlorfon	0,5	0,5
zineb	3	3

3. MECHANIZM DZIAŁANIA PESTYCYDÓW

Stosowanie i oddziaływanie pestycydów zależy od szeregu czynników, a wśród nich istotne są: rodzaj chronionej rośliny, a także środowisko w którym się znajduje.

Różny jest mechanizm oddziaływania pestycydów. Uwzględnić w tym należy kontakt substancji aktywnej z organizmem szkodnika, a z nim wiąże się sposób rozdrobnienia preparatu, jego właściwości fizykochemiczne i metoda wykonania zabiegu. Dla zwalczania np. grzybów, które zaatakowały roślinę, powinien być zapewniony kontakt preparatu o dowolnym rozkładzie, a gdy szkodniki są ruchliwe i żarłoczne, wówczas nie jest wymagane równomierne rozmieszczenie preparatu. Przenikanie pestycydów systemicznych przez tkankę przewodzącą powoduje bowiem ich rozprowadzenie po wszystkich organach rośliny.

Wrażliwość na określony preparat może być różna u wielu szkodników. Uzależnione to jest od budowy ciała, sposobu połączenia powłok osłonowych i istnienia w nich otwo-

rów, którymi mogą przenikać preparaty w różnym stanie skupienia. Zbliżone działanie i sposób wnikania do roślin posiadają herbicydy.

Zagładę szkodnika mogą spowodować nie tylko pestycydy pobierane aktywnie, ale także preparaty kontaktowe, przenikające przez całe ciało lub przez czułki, stopy i szczelinki, powodując zaburzenie odbioru bodźców fizykochemicznych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu [3].

Preparat po przeniknięciu do ciała szkodnika może być w nim transportowany (rozprowadzany) systemem nerwowym lub hemolimfą u owadów, a w roślinach zwalczanych (chwastach) tkanką przewodzącą.

Rozkład preparatu w organizmie owada może spowodować uaktywnienie substancji. Istotna jest w tym obecność takich metabolitów, jak cukier, aminokwasy, które ułatwiają transport substancji aktywnej. Zniszczenie organizmu szkodnika jest najczęściej wynikiem zakłócenia określonych procesów życiowych, doprowadzających do zejścia śmiertelnego osobnika lub ograniczenia, czy pozbawienia go zdolności rozrodczych.

4. WPŁYW PESTYCYDÓW NA ŚRODOWISKO

Stosując pestycydy należy pamiętać, że w większym lub mniejszym stopniu przyczyniamy się do zakłócenia biocenozy. W naturalnych warunkach (bez ingerencji chemii) populacje szkodliwych organizmów są niszczone przez swoich naturalnych wrogów - głównie przez drapieżców i pasożyty.

Wprowadzenie do danego środowiska chemicznych środków ochrony roślin niszczy nie tylko szkodnika, ale i organizmy go zwalczające. Dodatkowo wywołane zmiany w biocenozie danego siedliska mogą spowodować, że organizmy, których liczebność nie przekraczała dotąd progu szkodliwości ekonomicznej, stają się nowymi szkodnikami, bowiem ich wrogowie naturalni zostali wyniszczeni.

Pestycydy wprowadzone do środowiska mogą pozostawać w nim dość długo i rozprzestrzeniać się różnymi sposobami. Po skażeniu gleby, wody czy powietrza, może w konsekwencji nastąpić również skażenie organizmów roślinnych i zwierzęcych.

Rozkład pestycydów zachodzi głównie na drodze biochemicznej, chociaż pewne znaczenie ma także rozkład chemiczny i fotochemiczny. Biodegradacja pestycydów jest związana w dużym stopniu z ich rozpuszczalnością w wodzie. Jest to czynnik, który powoduje wymywanie łatwo rozpuszczalnych pestycydów z gleby. Pestycydy trudno rozpuszczalne w wodzie, rozkładają się w tłuszczach, co sprzyja ich kumulacji szczególnie w organizmach zwierzęcych.

Duży wpływ na stopień biodegradacji ma odczyn (pH) wody i temperatura - zwiększa ona bowiem szybkość reakcji chemicznych i aktywność mikroorganizmów.

W rozprzestrzenianiu się preparatów bardzo ważną rolę odgrywa postać stosowanego związku chemicznego. Fizykochemiczne cechy preparatu mogą w dużym stopniu spęgać przedostawanie się go do środowiska, np. utrzymywanie się pyłów lub zawiesin w powietrzu ułatwia przenoszenie się preparatu na tereny sąsiednie, powodując ich skażenie. I tak do wód powierzchniowych (a w późniejszym etapie do wód gruntowych) pestycydy dostają się w następujący sposób:

- bezpośredni ich opad na powierzchnię wody, gdy spryskiwanie pobliskich pól i lasów odbywa się przy użyciu samolotów,
- wymywanie z gleby, erozja gleby i spływ powierzchniowy po opadach deszczu lub roztopach z obszarów sąsiadujących ze zbiornikiem wodnym,

- bezpośrednio wprowadzenie preparatów do wód powierzchniowych w celu zwalczania ich zarastania,
- ze ściekami powstającymi w czasie mycia maszyn rolniczych i urządzeń wykorzystywanych do spryskiwania pól, a także niekontrolowanym pozbywaniem się opakowań,
- ze ściekami miejskimi (fungicydy i bakteriocydy),
- ze ściekami z zakładów stosujących pestycydy np. przemysłu włókienniczego.

W zbiornikach wodnych zaobserwować można pestycydy pozostające w formie niezmienionej oraz ich produkty rozkładu.

Występowanie pestycydów w wodzie zmienia [8] dość znacznie jej cechy organoleptyczne. Nawet niewielkie ilości preparatu w wodzie mogą spowodować wystąpienie specyficznego zapachu wody (pleśni, cebuli, chloru, gnijącej kapusty). Pogarsza się zarówno smak wody, co jest wynikiem samego występowania pestycydu, jak i zmiany zawartości rozpuszczonego tlenu oraz zakłócenie przebiegu procesu przemian związków azotowych.

W skład pestycydów oprócz substancji aktywnej wchodzi również inne składniki pomocnicze np:

- nośniki (talk, kaolin, bentonit, krzemionka, wapń i inne zmielone minerały),
- substancje pomocnicze (sole kwasów tłuszczowych o 10 - 18 atomach węgla, sulfonowane długołańcuchowe alkohole alifatyczne, sól sodowa kwasu laurylosiarkowego),
- emulgatory,
- stabilizatory,
- substancje dyspergujące.

Wymienione substancje chemiczne podwyższają skuteczność preparatu. W przypadku wystąpienia synergizmu między substancją aktywną a składnikiem pomocniczym, może nastąpić zwiększenie toksyczności preparatu. Zwiększa to jego szkodliwość dla środowiska. Ponadto rozkład składnika pomocniczego po zadziałaniu preparatu może być dodatkowym czynnikiem skażającym środowisko wodne. Tak zanieczyszczona woda istotnie pogarsza swoją jakość, np. wykazuje duże skłonności do pienienia, co utrudnia dalszy proces jej uzdatniania.

5. WPLYW PESTYCYDÓW NA LUDZI

W literaturze polskiej i obcej cytowane są liczne przykłady szkodliwości pestycydów dla ludzi, przy czym szkodliwość i przebieg zatrucia zależą od wielu czynników.

Złożoność problemu polega na tym, że najczęściej stosuje się metody pośredniej oceny, prowadząc badania na zwierzętach doświadczalnych, które selekcjonowane są spośród organizmów zdrowych, więc wyniki z nich nie dają podstaw do wnioskowania i przenoszenia ich na ludzi. Wiele badań wykazuje, że dynamika zatruc i objawy zależne są nie tylko od właściwości toksykodynamicznych substancji i sposobu jej stosowania, lecz także od właściwości somatycznych ustroju: wieku, płci, stanu zdrowia, wysiłku fizycznego i innych czynników. Zazwyczaj dzieci, kobiety ciężarne, osoby otyłe, alkoholicy i starsi są bardziej wrażliwi na zatrucia [7].

Zagrożenie pestycydami rozpoczyna się już w okresie życia płodowego. U kobiet ciężarnych obecność we krwi pestycydów chloroorganicznych i związków rtęci może powodować przenikanie ich przez łożysko do krążenia płodowego i zagrażać prawidłowemu rozwojowi płodu. Z pracy [6] wynika, że alkilowe związki rtęci bardzo łatwo przenikają

barierę krew - mózg i krew - łożysko, co może być przyczyną niedorozwoju umysłowego dzieci. Istnieją liczne przykłady szkodliwego wpływu pestycydów na dorosłych ludzi. Większość z nich miała kontakt z pestycydami podczas pracy, a dane pochodzą z wywiadów lekarskich, których pacjenci udzielali, twierdząc, że odczuwali dolegliwości ze strony przewodu pokarmowego (nudności, utrata łaknienia, zaburzenia smaku, wymioty i biegunki) i układu nerwowego (ból i zawroty głowy, zaburzenia równowagi, nadpobudliwość). Zdarzały się także częste przypadki zapalenia spojówek i zaburzeń widzenia oraz zapalenia skóry i krwawienia z nosa. Prowadzono również szczegółowe badania pracowników zatrudnionych przy produkcji insektycydów chloroorganicznych, u których oznaczano aktywność enzymów w surowicy krwi (acetylocholinoesterazy, aminotransferazy asparaginianowej i alaninowej, aldolazy, fosfatazy alkalicznej) oraz izoenzymów dehydrogenazy mleczanowej. Wykazały one podwyższenie aktywności fosfatazy, aldolazy oraz aminotransferaz. Na tej podstawie wnioskowano, że związki chloroorganiczne mogą działać hepatotoksycznie. Możliwość uszkodzenia wątroby wykazały również badania rolników pracujących przy opryskiwaniu roślin związkami fosforoorganicznymi. W ich wyniku stwierdzono obniżenie aktywności acetylocholinoesterazy, a podwyższenie aktywności aldolazy, fosfatazy i aminotransferazy asparaginianowej.

Badania aktywności enzymów wskaźnikowych w surowicy uważane są za czuły test biochemiczny, umożliwiający wykrycie zatrucia przed wystąpieniem objawów klinicznych. Pewność wnioskowania jest możliwa dopiero, gdy występuje wyraźny wzrost aktywności enzymów, w zależności od dawki i czasu narażenia badanego na działanie substancji toksycznej.

Z badań węgierskich 60 pilotów wykonujących z samolotów zabiegi z użyciem pestycydów chloro- i fosforoorganicznych stwierdzono częste występowanie eozynofilii, monocytozy, dodatniej próby tymolowej i próby Grossa oraz podwyższenie poziomu α_2 -globulin i obniżenie aktywności acetylocholinoesterazy. To ostatnie wymienione obniżenie aktywności stwierdzono także u 108 osób stykających się prawie codziennie z pestycydami fosforoorganicznymi podczas pracy w ogrodnictwie, a także w polskich badaniach, natomiast nie udowodniono statystycznie zmian we krwi, zawartości hemoglobiny, liczby krwinek czerwonych i białych oraz ich składu procentowego.

Do badań nad wpływem pestycydów na człowieka, wykorzystywane były zapisy elektroencefalograficzne (EEG), w których stwierdzono występowanie zaburzeń w bioelektrycznej czynności mózgu u 20% pracowników zatrudnionych przy środkach ochrony roślin. Kontakt ze związkami fosforoorganicznymi i karbaminianu zwiększał częstotliwość patologicznych zapisów EEG z tendencją malejącą po półrocznym braku kontaktu z tymi związkami, u pozostałych należało ten okres przedłużyć nawet do trzech lat, aby cofnęły się zmiany w EEG. Zmiany w zapisach EEG stwierdzano również u traktorzystów, wykonujących zabiegi z użyciem herbicydów.

Aby pogłębić stan wiedzy na temat działania pestycydów na człowieka, prowadzone były badania na ochotnikach i różnych zwierzętach doświadczalnych.

Badając przez 6 tygodni ochotników, podawano im 0,06 i 0,12 mg karbarylu na 1 kg masy ciała, nie stwierdzono zmian w zapisie EEG. Kolejne serie badań dotyczyły poszukiwań korelacji między obecnością pestycydów w tkance tłuszczowej ludzi z chorobami przewodu pokarmowego, którzy tylko drogą pokarmową mogli je wprowadzić do swych organizmów, gdyż nie byli oni narażeni na inny kontakt z pestycydami. Aczkolwiek u wszystkich 15 osób badanych stwierdzono obecność DDT i jego metabolitów oraz -HCH, to nie było podstaw do stwierdzenia istotności, ze względu na zbyt małą próbę.

Z innych badań niektórzy autorzy wnioskuje, że DDT i -HCH uszkadzają układ krwiotwórczy, a najczęściej spotykanym były aplazja szpiku i trombocytopenia, przy czym wszyscy badani chorzy byli w długim okresie narażeni na kontakt drogą oddechową.

Badania na ochotnikach, którym codziennie przez 21 miesięcy podawano DDT w dawkach od 3,5 do 35 mg na osobę (co stanowiło dawki: 0,0025; 0,05 i 0,5 mg/kg/dzień DDT, w których uwzględniono zawartość jego w pokarmach) dały podstawę do stwierdzenia, że gromadzenie DDT w tkankach jest proporcjonalne do dawki i wynosi 340 mg/kg, gdy stosowano czysty DDT i 235 mg/kg, kiedy podawano DDT techniczne. Po zaprzestaniu podawania DDT spadek zawartości tłuszczu po 25 miesiącach wynosił: 32 do 35% (gdy dawka wynosiła 35 mg/osobę/dzień) i 60% (przy dawce 3,5 mg/osobę/dzień), a głównym metabolitem DDT wydalany w moczu był DDA.

W wyniku podawania ochotnikom p,p'-DDE oraz p,p'-DDD stwierdzono, że DDE zatrzymywany był w organizmie najdłużej w kolejności p,p'-DDE, p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDD, natomiast ubytek p,p'-DDT w tkance tłuszczowej następował najwolniej u człowieka, a następnie u małpy, psa lub szczura. W okresie 2-letnich obserwacji powyższych ochotników, nie stwierdzono zmian klinicznych ani biochemicznych po długotrwałym przyjmowaniu DDT przez wyselekcjonowanych, zdrowych mężczyzn i dlatego zastrzeżono [7], aby tych wyników nie uogólnić na inne, bardziej wrażliwe na zatrucia grupy ludzi (dzieci, kobiety zwłaszcza w ciąży oraz ludzi starych i chorych).

W literaturze opisywane są przykłady bioakumulacji pestycydów w przyrodzie na przykładzie łańcucha żywieniowego zwierząt. Niewielka śladowa zawartość węglowodorów polichlorokowych w wodzie powoduje 1000 krotną akumulację ich w planktonie i drobnych stworzeniach wodnych. Następnie po spożyciu ich przez ryby spowodowała, że zawartość w wątrobach była tak duża, iż wywołała śmiertelne zatrucia ptaków żywiących się tymi rybami. Inne przykłady szkodliwych oddziaływań zwłaszcza związków rtęci można znaleźć w pracy [4].

Człowiek wraz z pożywieniem przyjmuje różne pestycydy. Tolerancja organizmu człowieka na pozostałości pestycydów w produktach żywnościowych określana jest dopuszczalnym dziennym pobraniem (DDP) pestycydów (acceptable daily intake - ADI). Stanowi to maksymalną ilość substancji wyrażoną w mg na kg masy ciała, którą człowiek średniej wagi (70 kg) w ciągu swego życia może codziennie przyjmować z pożywieniem bez obawy wystąpienia objawów chorobowych. Komitet Ekspertów FAO/WHO ustalił dla pestycydów normatywy DDP, np. aldryna i dieldryna (0.0001), DDT (0.01), cyjanowodor (0.05). W naszym kraju MZiOS ustaliło w 1968 r. wielkość tolerancji pestycydów w owocach i warzywach, np. DDT (1 p.p.m.), Lindan (2 p.p.m), Dichlorfos (0.1 p.p.m), Siarka (50 p.p.m). Z badań krajowych i zagranicznych uzyskano średnie zawartości DDT: w tkance tłuszczowej Polaków (8.8 - 12.7 p.p.m), w mleku pełnym krów (0.02 - 0.026 p.p.m), w glebie w sadach (0.5 - 0.55 p.p.m), żółtkach jaj (0.5 - 0.72 p.p.m). Na podkreślenie zasługuje fakt dużej zdolności kumulowania się DDT w wodzie, która może być przecież pobrana przez rośliny i zwierzęta lub bezpośrednio przez człowieka, zwłaszcza na obszarach wiejskich ze studzien o płytkim zaleganiu wód zaskórnych i nie przykrytych warstwą nieprzepuszczalną - chroniącą przed infiltracją opadów atmosferycznych.

6. ZAKOŃCZENIE

Skażenie środowiska pestycydami w dużym stopniu jest spowodowane nieprawidłowym postępowaniem w czasie wykonywania oprysków, mycia maszyn i brakiem utylizacji

opakowań po środkach ochrony roślin. Środki ochrony roślin są dość powszechnie stosowane przez działkowców, którzy nie są w stanie spełnić wszystkich koniecznych wymagań obchodzenia się z tymi preparatami, przez co zwiększa się zagrożenie zdrowia, a nawet życia.

Do roku 1991 prowadzona była ewidencja ilości sprzedanych środków ochrony roślin, a nawet obowiązek zdawania opakowań po zużytych preparatach. Obecnie nie ma szczegółowej kontroli nad rozprowadzaniem preparatami. Jednocześnie w sprzedaży spotyka się liczne preparaty pochodzenia zagranicznego, bez odpowiednich objaśnień np. w języku polskim dotyczących ich stosowania.

Pestycydy kryją w sobie jeszcze wiele niewiadomych. Szkodliwość tych związków, w stosunku do organizmu człowieka oraz nieświadome coraz większe spożywanie pozostałości pestycydów w wodzie i produktach spożywczych, przemawia za podjęciem dokładniejszych badań oraz środków ostrożności podczas stosowania tych preparatów.

Najkorzystniejszym rozwiązaniem byłoby utworzenie specjalnych, odpowiednio przeszkolonych ekip, którym powierzono by pracę ze środkami ochrony roślin, zwłaszcza zaliczonymi do I i II klasy toksyczności oraz środkami silnie pyłącymi [4].

Wskazana jest właściwa edukacja i akcje uświadamiania rolników i ogrodników w zakresie stosowania nowych preparatów oraz zagrożeń, które za sobą niesie niewłaściwe ich stosowanie.

O ochronie środowiska człowieka przed ujemnym działaniem pestycydów należy pamiętać i myśleć na etapie projektowania zakładów i produkcji, a także dystrybucji preparatu na rynek. Należy dążyć, aby każdy preparat poddawany był szczegółowym badaniom laboratoryjnym w zakresie:

- toksyczności ostrej (doustnej, naskórnej), o czym wspomniano powyżej;
- toksyczności przewlekłej;
- mechanizmu działania substancji aktywnej;
- wpływu danej substancji oraz jej metabolitów na zwierzęta laboratoryjne oraz dodatkowo na organizmy wodne (głony, dafnie, ślimaki, różne gatunki ryb);
- opracowania metod oznaczania pozostałości substancji aktywnej i jej metabolitów w żywności, paszach oraz pozostałych elementach środowiska życia człowieka;
- oznaczenia okresu zanikania preparatu w płodach rolnych, glebie i wodach;
- ustalenia obrazu klinicznego zatrucia oraz opracowania metody odtrucia;
- badania toksyczności preparatu w ostatecznej postaci (już w połączeniu z nośnikami);
- określenia działania kancerogennego i teratogennego na trzech kolejnych pokoleniach potomstwa zwierząt testowych.

Oczywiście nie można negować efektów uzyskanych na świecie w wyniku stosowania pestycydów, np. przy zwalczaniu epidemii chorób trapiących ludność oraz zwalczaniu szkodników i pasożytów.

Należy jednak całościowo uwzględnić zagrożenia, które niesie społeczeństwu nieprawidłowe stosowanie tych chemicznych preparatów, gdyż łatwiej jest zapobiegać wprowadzeniu szkodliwego preparatu do środowiska, niż potem odczuwać i usuwać szkody wywołane jego działaniem.

Przedstawione w tabeli 3 dane świadczą, że w ostatnim 33-leciu do środowiska w Polsce wprowadzono znaczące ilości pestycydów. Największe ich ilości dostarczono rolnictwu w 1970 r., gdy uwzględnia się masę towarową (53,7 tys. ton), natomiast w roku 1985 - po uwzględnieniu substancji aktywnej ogółem (12,4 tys. ton) oraz po przeliczeniu

jej na obszar gruntów ornych i sadów (0,8 kg/ha). Wielkości ostatnio wymienionego wskaźnika w pozostałym okresie nie wykazywały istotnych wahań. Biorąc to pod uwagę i problem kumulowania się pestycydów w środowisku, można wnioskować, że nie jest ono bezpieczne w rejonach intensywnego stosowania.

Tablica 3. Dostawy pestycydów dla rolnictwa polskiego [2]

Wyszczególnienie	1960	1970	1980	1985	1990	1991	1992	1993
	w tonach							
	w masie towarowej							
OGÓŁEM w tonach	45013	53728	29329	36526	19435	14327	19007	19007
pyliste			5411	5623				
Owadobójcze	41883	42841			1605	1037	964	1758
płynne			3671	5833				
Grzybobójcze i zaprawy nasion	2130	4039	3896	4525	3997	2292	3155	2774
Chwastobójcze i hormonalne	621	6522	14181	18942	12678	9216	13219	12921
Gryzoniobójcze	302	123	356	246	189	196	200	169
Pozostałe	77	203	1814	1357	966	1589	1469	1699
	w substancji aktywnej							
OGÓŁEM	-	7691	9332	12398	7548	5217	6755	6791
w kg/ha gruntów ornych i sadów	-	0,5	0,6	0,8	0,5	0,4	0,5	0,5

LITERATURA

- [1] Goos M.: Zagrożenie środowiska przez środki ochrony roślin. W pracy Bieszczad S., Sobota J.: Zagrożenia, ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczo-rolniczego, Wyd. AR, Wrocław 1993.
- [2] GUS: Ochrona środowiska, Warszawa 1994.
- [3] Heitefuss R.: Podstawy ochrony roślin, PWRiL 1979.
- [4] Klugiewicz J.: Czynniki kształtujące zasoby wodne, ZN TWWP seria Ochrona Środowiska nr 3, Bydgoszcz 1991.
- [5] Kopaliński W.: Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1983.
- [6] Leśniak J.: Wpływ szkodliwości działania pestycydów na organizm ludzi, Materiały III Konferencji naukowo-technicznej WSOiW, Wrocław 1994.
- [7] Rusiecki W.: Toksykologia środków ochrony roślin, PZWL 1973.
- [8] Zdybiewska M.: Wpływ pestycydów na zanieczyszczenie środowiska wodnego i sposoby ich unieszkodliwiania. Nowa technika w inżynierii sanitarnej, Wodociągi i Kanalizacja 15, Arkady 1982.

THE USAGE OF PESTICIDES AND THEIR EFFECT ON THE
ENVIRONMENT AND PEOPLE

Summary

The genesis and the classification of the pesticide under the appropriation and the chemical composition have been defined.

The mechanism of the pesticides' action on fought against pests, and also threat for people and water have been discussed here. The results tests of employees working on the production and the usage of pesticides, and the volunteers subjected to their different influences have been given here.

The numbers values of deliveries of the pesticides for Polish agriculture in the period of 1960-1993 have been published here.

The analysis of threats resulted from cumulation of the pesticides in the living organisms and habitat has been carried out here and the main remedial measures within this scale have been given in the article.

Recenzent: prof. zw. dr hab. inż. Tadeusz Wierzbicki
Politechnika Białostocka

Julita Rojek
Barbara Zajęc

TRWAŁOŚĆ BETONÓW Z DOMIESZKAMI I DODATKIEM MIKROKRZEMIONKI

W artykule przedstawiono wyniki badań cech fizyko-mechanicznych betonu zwykłego z sześcioma domieszkami i dodatkiem mikrokrzemionki, produkcji krajowej i zagranicznej. Wykazano, że dodatek mikrokrzemionki do betonu najskuteczniej poprawia jego trwałość, ale podraża przeszło 3,5 razy koszt mieszanki.

1. WSTĘP

Trwałość betonu według Neville'a [1] jest związana głównie z ruchem i obecnością wilgoci w betonie i zależy przede wszystkim od takich cech fizycznych, jak nasiąkliwość, wodoszczelność, mrozoodporność, absorpcja kapilarna.

Ograniczenie ruchu wody w betonie jest możliwe przez wykonanie betonu o trudno przepuszczalnej strukturze, maksymalnie szczelnego. Strukturę taką można otrzymać w wyniku zabiegów, zmierzających do podwyższenia stopnia hydratacji cementu i przzerwiania ciągłości kapilar w zaczynie.

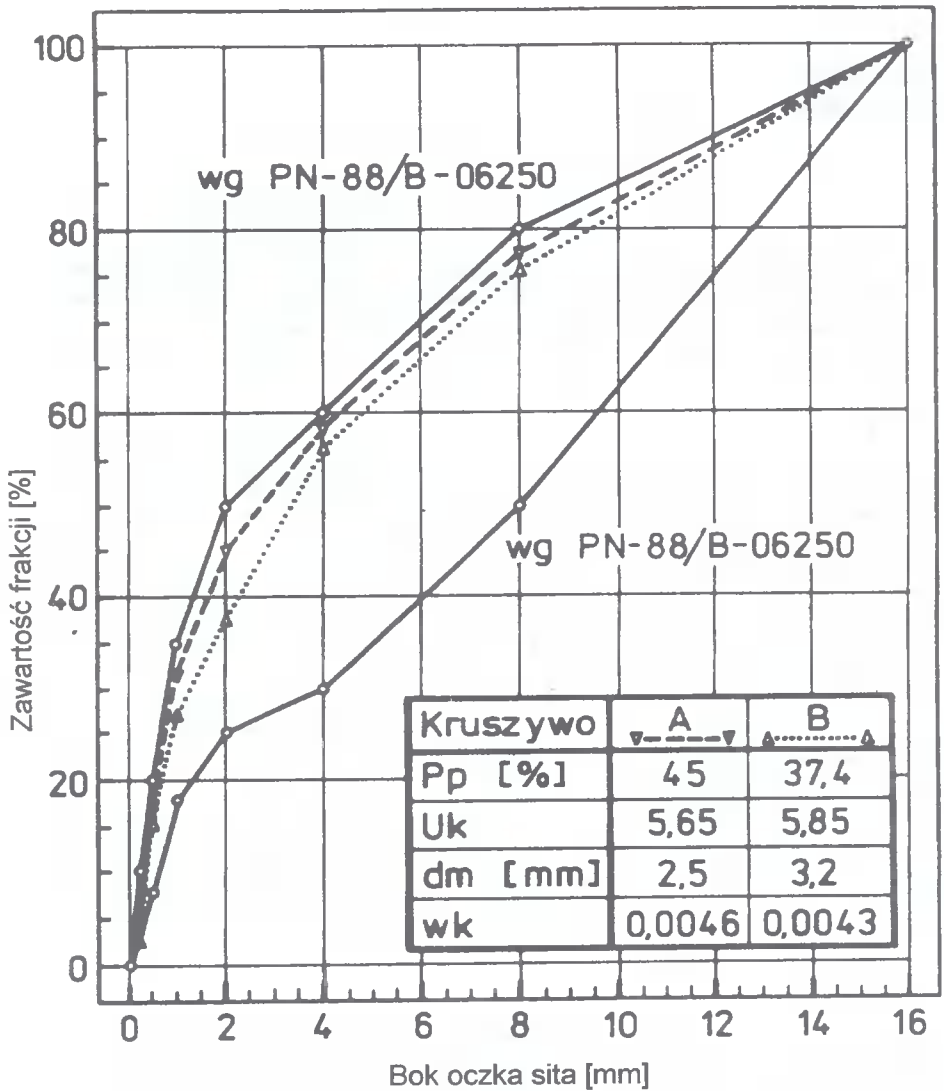
Jeden z tradycyjnych sposobów otrzymania betonu szczelnego to stosowanie wskaźnika $W/C < 0,4$ oraz maksymalnego zagęszczenia i pielęgnacji betonu. Inną metodą, pozwalającą na uzyskanie betonu o zwartej strukturze, jest modyfikacja jego składu za pomocą domieszek i dodatków [2].

Celem niżej omówionych badań było dokonanie analizy porównawczej skuteczności i efektywności wyżej wspomnianych sposobów poprawy trwałości betonu, opartych głównie na modyfikacji jego składu. W badaniach ograniczono się więc do analizy tylko tych cech fizycznych betonu, które mają decydujący wpływ na jego trwałość.

2. METODYKA BADAŃ

Badania dotyczyły modyfikacji betonu kontrolnego przez zwiększenie ilości cementu i zmianę uziarnienia kruszywa (beton zwykły) oraz przez wprowadzenie siedmiu różnych środków chemicznych do mieszanek betonowych. Skład betonu kontrolnego zaprojektowano metodą doświadczalno-obliczeniową przy założeniu klasy betonu B25 i konsystencji plastycznej.

Zastosowane w badaniach kruszywo pochodziło z ZEK "Wojdał" i miało skład granulometryczny przedstawiony na rysunku 1. Kruszywo o uziarnieniu typu "A" zastosowano do betonu kontrolnego i betonów modyfikowanych chemicznie. Kruszywo o uziarnieniu typu "B" zastosowano do betonu zwykłego. Skład jego dobrano pod kątem uzyskania betonu szczelnego dla $W/C = 0,4$ i konsystencji plastycznej.



Rys.1. Krzywa przesiewu stosowanych kruszyw oraz krzywe graniczne według normy "Beton zwykły" [3]

Spoivo stanowił cement portlandzki P 35 z cementowni Kujawy (tab. 1). Cechy fizyko-chemiczne zastosowanych domieszek i dodatku zestawiono w tablicy 2. Szczegółowe receptury betonów, na których przeprowadzono badania, zamieszczono w tablicy 3.

Tablica 1. Skład chemiczny i cechy fizyko-mechaniczne cementu

Analiza chemiczna:			
- straty prażenia		- 1,4%	
- części nierozpuszczalne		- 0,9%	
- SiO ₂	- 19,43%	Al ₂ O ₃	- 5,86%
		Fe ₂ O ₃	- 3,17%
CaO	- 64,83%;	MgO	- 1,67%
		SO ₃	- 2,56%
Na ₂ O	- 0,15%;	K ₂ O	- 0,50%
Czas wiązania:			
- początek	- 2 h 55',		
- koniec	- 4 h 25'.		
Zmiana objętości:	0,0 mm.		
Powierzchnia właściwa:	2900 cm ² /g.		
Wytrzymałość na ściskanie:			
- po 3. dniach	19,5 - 21,4 MPa;		
- po 7. dniach	30,7 - 31,1 MPa;		
- po 28. dniach	41,0 - 42,0 MPa.		

Wykonano następujące badania na:

- a) zaczynie: czasu wiązania cementu z domieszkami i dodatkiem;
- b) mieszance betonowej:
 - gęstości pozornej, po zawibrowaniu mieszanki na stoliku V_e - B_e;
 - jamistości, po zawibrowaniu mieszanki na stoliku V_e - B_e;
 - konsystencji, metodą V_e - B_e;
- c) betonie:
 - wytrzymałości na ściskanie - R_b;
 - nasiąkliwości - n_w;
 - wodoszczelności - W;
 - porowatości - P;
 - absorpcji kapilarnej - k_p;
 - mrozoodporności.

Mieszankę betonową mieszano w mieszarce przeciwbieżnej przez 3,5 minuty, a zagęszczano na stoliku V_e - B_e w ciągu 30 s, dla próbek o wymiarach 10 x 10 x 10 cm i w ciągu 45 s dla próbek walcowych Ø 12/21 cm. Próbkę dojrzewały w warunkach laboratoryjnych, tj. przy T = 18 ± 2°C i ww > 90%, z wyjątkiem próbek do pomiaru absorpcji kapilarnej. Badanie porowatości całkowitej betonu (P_c), określającej zawartość porów o średnicy 0 ÷ 58000 nm, polegało na wyznaczeniu przyrostu masy próbki, zalanej alkoholem izobutylowym w próżni [3]. Natomiast badanie porowatości kapilarnej betonu (P_k) określającej zawartość porów o średnicy 5 ÷ 7500 nm, przeprowadzono w porozymetrze ręciovym Carlo Erba [3]. Absorpcję kapilarną (k_p) określono na podstawie pomiaru masy wody, podciągniętej kapilarnie przez beton ze swobodnej powierzchni wody. Badania wykonano na próbkach walcowych Ø 12/21 cm, w wieku 28 dni. Próbkę te dojrzewały

7 dni w warunkach laboratoryjnych, następnie 12 dni w $T = 45^{\circ}\text{C}$ i $\text{ww} = 0\%$ oraz 2 dni w warunkach naturalnych ($T = 18 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\text{ww} = 60\%$).

Pozostałe badania przeprowadzono zgodnie z PN-88/B-06250 [4].

Tablica 2. Charakterystyka domieszek i dodatku*

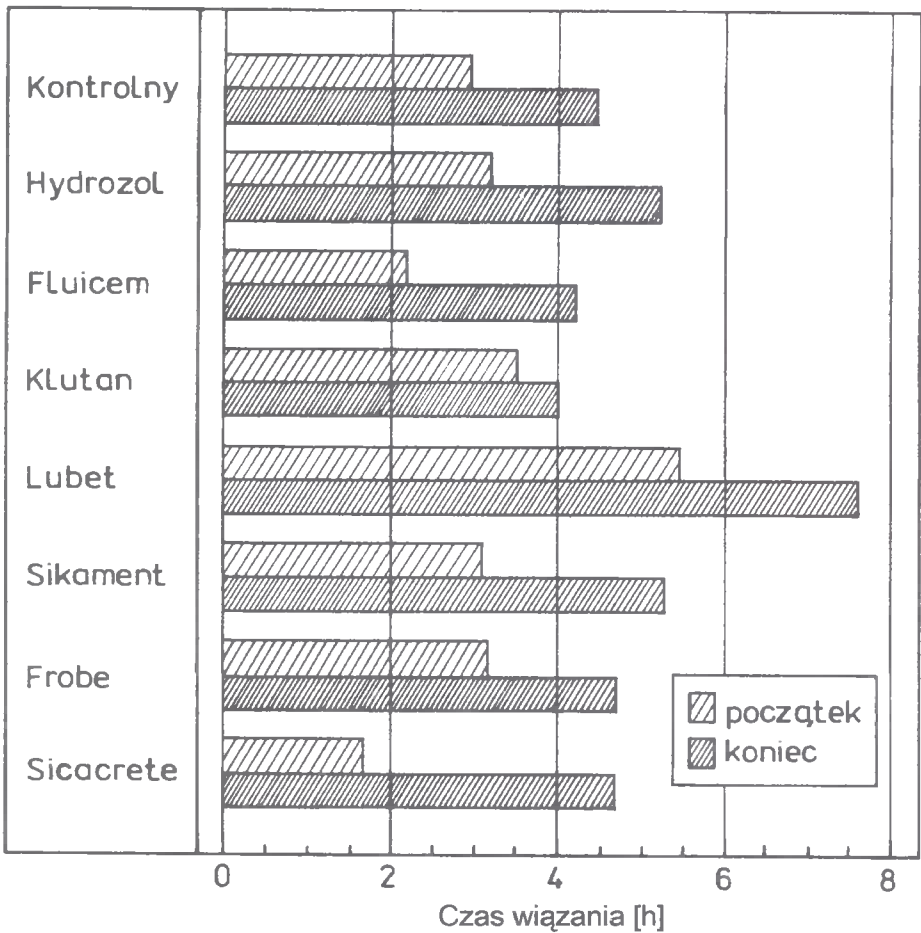
Lp	Nazwa domieszki - oznaczenie	Rodzaj środka	Własności fizyko-chemiczne				Dozowanie [% masy cementu]	Producent
			wygląd	gęstość [kg/dm^3]	pH	skład chemiczny		
1	Fluicem - Fl	upłynniający	ciecz ciemno-brunatna	1,150	8 - 10	polimery syntetyczne	0,7 - 1,5	Włochy COLMEF S.R.L.
2	Frobe PI - Fr	napowietrzający	ciecz ciemno-brunatna	1,0		mydło żywiczne	0,5 - 0,9	Szwajcaria SIKA CHEMIE GmbH
3	Hydrozol K - H	uszczelniający	proszek brunatno-szary	0,780	7 - 9	bentonit, glin kaolinowa, kazeina kwasowa lub pasta KBS	1,5	Polska
4	Klutan P - KI	uplastyczniający	ciecz ciemno-brązowa	1,136	6 - 7	lignosulfoniany	0,1 - 0,15	Polska REMIUM
5	Lubet H - 43a - L	upłynniająco-opóźniający	ciecz jasno-brązowa	1,125	8 - 10	sole organiczne i nieorganiczne oraz amina alifatyczna	0,5 - 1,0	Polska LUBANTATA
6	Sicacrete PP1 - TU - Sc *)	kompleksowy dodatek polimerowy na bazie mikrokrzemionki	proszek szaroczarny	0,70		mikrokrzemionka i polimery	5 - 10	Szwajcaria SIKA CHEMIE GmbH
7	Sikament NN20 - Sk	upłynniający	ciecz ciemno-brunatna	1.10	7	sulfoniany naftalenowe	1,2 - 2	

3. WPŁYW DOMIESZEK I DODATKU SICACRETE NA ŚWIEŻĄ MIESZANKĘ BETONOWĄ

Przebadane czasy wiązania cementu w zaczynach o konsystencji normowej, zróżnicowanych zastosowanymi domieszkami i dodatkiem Sicacrete, zestawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Wiązanie cementu w zależności od stosowanej domieszki i dodatku

Lp	Wiązanie	Rodzaj zaczynu							
		Kontrolny	Hydrozol K	Fluicem	Klutan	Lubet H-43a	Sikament NN20	Frobe PI	Sicacrete PPI TU
1	początek	2h 55'	3h 10'	2h 10'	3h 30'	5h 40'	3h 05'	3h 10'	1h 40'
2	koniec	4h 25'	5h 10'	4h 10'	4h 00'	7h 45'	5h 15'	4h 40'	4h 40'
3	czas	1h 30'	2h 00'	2h 00'	30'	2h 05'	2h 10'	1h 30'	3h 00'



Rys.2. Czasy wiązania cementu w zaczynach modyfikowanych i kontrolnym

Na podstawie badań stwierdzono, że zastosowane domieszki i dodatek, mają istotny wpływ na początek, koniec i czas wiązania cementu. W przypadku zastosowania Klutanu otrzymano najkrótszy czas wiązania, tj. 30 minut, a najdłuższy w przypadku zastosowania Sicacrete.

Zastosowanie Lubetu spowodowało opóźnienie początku wiązania o przeszło 2 godziny w stosunku do cementu w zaczynie kontrolnym.

W tablicy 5 przedstawiono wyniki badań właściwości mieszanek betonowych. Otrzymane stopnie jamistości świadczą o napowietrzającym działaniu wszystkich zastosowanych domieszek i dodatku. Zjawiska tego nie zaobserwowano jedynie w przypadku betonu, którego skład modyfikowano tradycyjnie, przez korektę uziarnienia kruszywa i ilości cementu (beton zwykły).

Tablica 5. Właściwości mieszanek betonowych

Lp	Oznaczenie betonu	Konsystencja Ve - Be [s]	Gęstość pozorna [kg/m ³]	Jamistość [%]	Korekta ilości wody ΔW [%]	
1	2	3	4	5	6	
1	BK	plastyczna - K3	8	2401,0	2,16 > 2%	-
2	BZ		10	2327,3	2,04 ≈ 2%	-
3	BH		10	2399,0	3,28 > 2%	5
4	BFI		10	2418,6	2,44 > 2%	5
5	BKI		11	2396,5	2,80 > 2%	7
6	BL		9	2394,0	2,40 > 2%	7
7	BSk		9	2439,0	2,36 > 2%	10
8	BFr		10	2355,0	4,48 zalecana 4 - 5%	10
9	BSc		9	2349,0	3,92 > 2%	20

Największą jamistość miała mieszanka ze środkiem napowietrzającym i mieściła się ona w granicach zalecanych w karcie informacyjnej dla Frobe Pl (4 - 5%).

4. WPLYW DOMIESZEK I DODATKU NA WŁAŚCIWOŚCI BETONU

Interesujące nas cechy fizyko-mechaniczne betonów zestawiono w tablicy 3. Betonem wyjściowym do analiz był beton kontrolny o klasie B25.

Wytrzymałość betonu na ściskanie

Przez zastosowanie domieszki redukującej ilość wody zarobowej o co najmniej 10% uzyskano wyższą klasę betonu (patrz kolumna 6 tablicy 5 i wiersz 10 tablicy 3). Efekt podwyższenia o dwie klasy betonu, w porównaniu z klasą betonu kontrolnego, uzyskano po dodaniu do niego mikrokrzemionki. Ten sam rezultat otrzymano metodą tradycyjnej modyfikacji, tj. przez zmianę granulometrii kruszywa oraz ilości cementu w betonie zwykłym. Napowietrzenie mieszanek betonowych z domieszkami i dodatkiem nie wpłynęło na obniżenie klasy betonu. Szczególnie jest to widoczne w przypadku dodania do betonu środka z mikrokrzemionką - Sicacrete PPI TU.

Nasiąkliwość

Konsekwencją wysokiego napowietrzenia mieszanki betonowej z domieszkami, generalnie, była duża nasiąkliwość wagowa betonu, powyżej 5%, tj. powyżej wartości granicznej dla betonów narażonych na oddziaływanie wody [4]. Wyjątek stanowił beton z dodatkiem mikrokrzemionki, dla którego uzyskano nasiąkliwość 4,16% (tab.3). Na podstawie wyników badań nasiąkliwości, wykonanych na normowych próbkach, stwierdzono, że wszystkie betony z domieszkami i dodatkiem, mają niższą nasiąkliwość, niż wyjściowy beton kontrolny.

Wodoszczelność

Oceniano ją na podstawie stopnia wodoszczelności, całkowitej ilości wchłoniętej wody oraz na podstawie ilości wody, wprowadzonej do normowej próbki betonowej pod ciśnieniem 1 MPa (tab.3, wiersz 11). Najniższy stopień wodoszczelności uzyskano dla betonu kontrolnego, a najwyższy dla betonu z Sicacrete. Podobną prawidłowość zauważono w pomiarach ilości wchłoniętej wody. Ta dodatkowa cecha dostarcza informacji o strukturze betonu i umożliwia dokonanie wyboru środka chemicznego, w przypadku betonów o tym samym stopniu wodoszczelności.

Porowatość

Badania porowatości całkowitej wykazały, że największą ilość porów zawierał beton z Hydrozolem i beton kontrolny (tab.3, wiersz 7). Natomiast najmniejszą ilość porów zawierał beton zwykły.

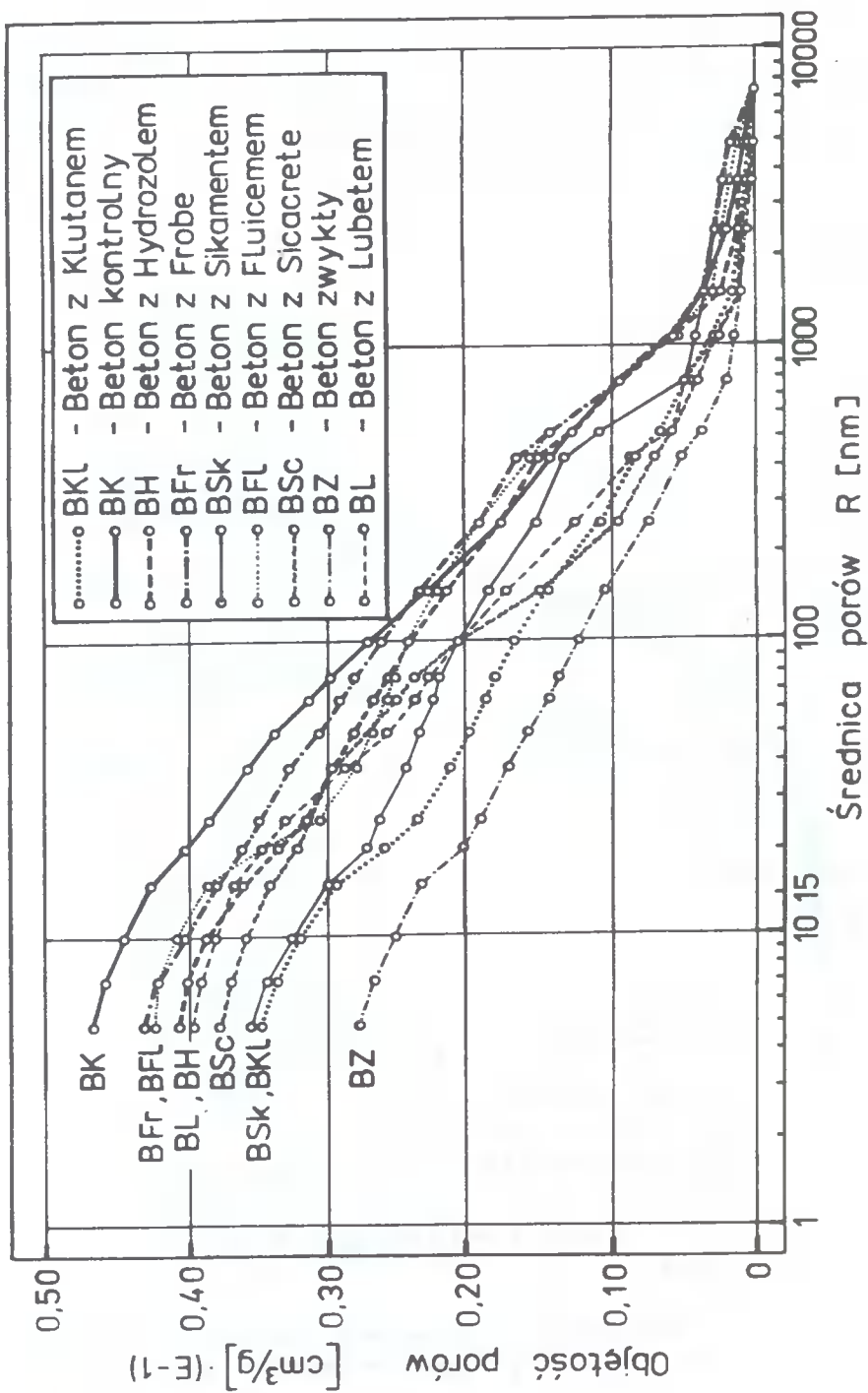
Na podstawie badań porowatości kapilarnej próbek betonowych, stwierdzono największą objętość porów w jednostce masy betonu kontrolnego, a najmniejszą w betonie zwykłym (tab.3, wiersz 7, rys.3). Najmniejszą objętość dużych porów (od 1000 do 7500 mm), decydujących o przepływach wody w betonie, wykryto w betonie o podwyższonej zawartości cementu (beton zwykły), w betonie z mikrokrzemionką (Sicacrete) i z domieszką opóźniającą (Lubet). Największą objętość dużych porów kapilarnych stwierdzono w betonach ze środkami upłynniającymi (Fluicem, Sikament) i środkiem napowietrzającym (Frobe).

Absorpcja kapilarna

Opisywano ją za pomocą współczynnika absorpcji, wyrażającego masę zaabsorbowanej wody przez jednostkę powierzchni betonu. Na rysunku 4 przedstawiono zależność współczynnika absorpcji kapilarnej od czasu podciągania wody ze swobodnego jej lustra. W tablicy 3 (wiersz 8) podano wartość analizowanego współczynnika po 48 godzinach od momentu rozpoczęcia testu. Okazało się, że najniższy współczynnik otrzymano w przypadku dodatku Sicacrete, a najwyższy dla betonu z Klutanem.

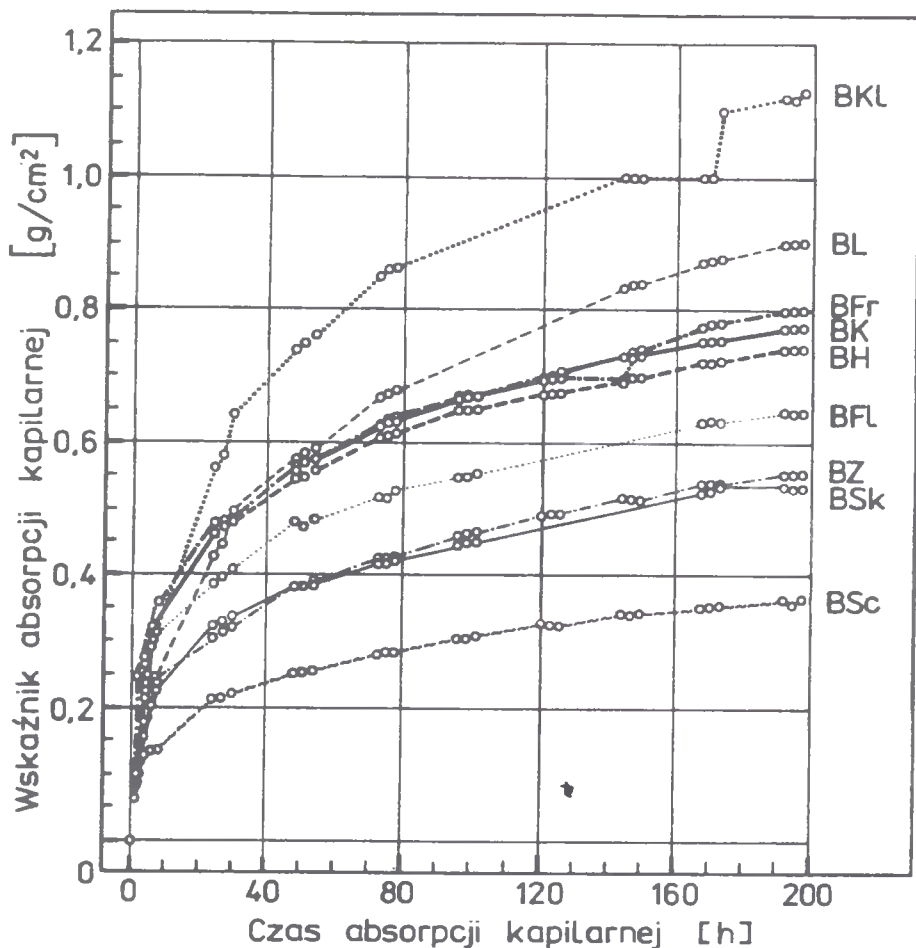
Mrozoodporność

Badania mrozoodporności ograniczono tylko do tego typu domieszek, po których należało się spodziewać wyraźnej poprawy stopnia mrozoodporności, tj. do środka uszczelniającego (Hydrozol) i środka napowietrzającego (Frobe). Dla porównania badano również beton kontrolny i beton zwykły. Wszystkie badane betony uzyskiwały jednakowy stopień mrozoodporności F100. Oceniając jakość betonu zwykłego na podstawie uprzednio omówionych cech fizyko-mechanicznych, należałoby oczekiwać znacznie wyższego stopnia mrozoodporności. Jednak potwierdziła się prawidłowość podana w [5], że betony



Rys.3. Charakterystyka porowatości betonów w wieku 28 dni

o wysokiej wytrzymałości, nienapowietrzony, osiągają dużą mrozoodporność tylko wówczas, gdy mają $W/C \leq 0,38$. Również beton z Frobe powinien mieć większą mrozoodporność, aniżeli beton kontrolny, ponieważ zawierał on specjalnie wprowadzone do mieszanki betonowej pęcherzyki powietrza. Ich zadaniem było przejście sił od ciśnienia hydraulicznego zamarzającej wody. Rozstaw tych pęcherzyków był prawdopodobnie zbyt duży i nie pozwolił im na spełnienie roli buforów naprężeń w betonie.

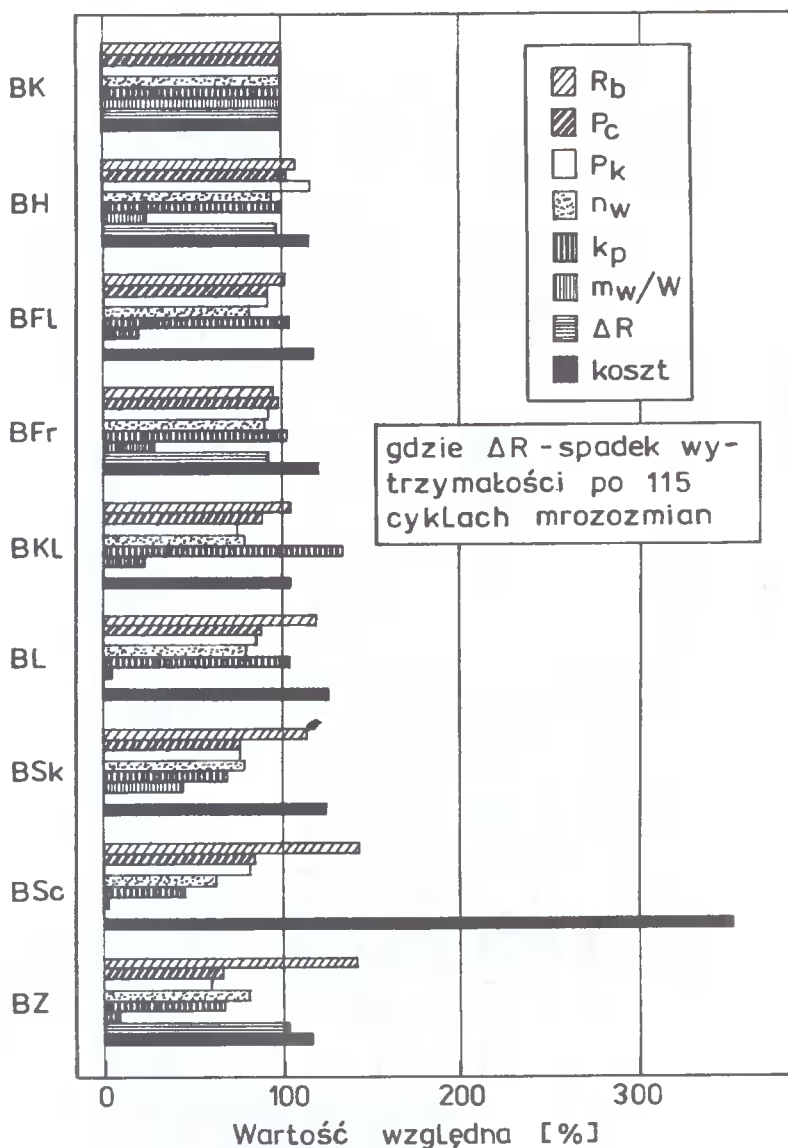


Rys.4. Zależność współczynnika absorpcji kapilarnej od czasu podciągania kapilarnego

5. UWAGI EKONOMICZNE ZWIĄZANE Z PROJEKTOWANIEM SKŁADU BADANYCH BETONÓW

Cenę 1 m^3 mieszanki betonowej ustalono na podstawie kosztu surowców wchodzących w jej skład. Do analizy przyjęto ceny jednostkowe materiałów, aktualne w lipcu 1994 roku (brutto z podatkiem VAT).

Z porównania kosztów składu mieszanek (tab.6) wynika, że przy niewielkim dodatkowym nakładzie pieniężnym (w granicach 3 - 24 %), przeznaczonym na środki chemiczne, można uzyskać trwalszy beton tej samej klasy. Zdecydowanie najdroższa jest mieszanka z Sicacrete - 3,5 razy droższa, niż mieszanka kontrolna. Beton z Sicacrete miał najkorzystniejsze cechy fizyko-mechaniczne spośród badanych betonów (poza porowatością). Porównanie kosztów oraz cech fizyko-mechanicznych badanych betonów przedstawiono na rysunku 5.



Rys.5. Efektywność modyfikacji składu betonu kontrolnego wyrażona w procentowej zmianie jego właściwości

Tablica 6. Koszt materiałów zużytych na 1 m³ mieszanki betonowej o modyfikowanym składzie

Lp	Mieszanka betonowa	Cena jednostkowa [zł/kg]						Cena jednostkowa domieszki (dodatku) [zł/kg]	Domieszka (dodatek)		Cena składników w 1 m ³ mieszanki [zł]	Koszt względny w stosunku do mieszanki kontrolnej [%]
		1200		160 (240)*		Kruszywo			D [kg/m ³]	D*cena [zł]		
		Cement		Kruszywo		Kruszywo						
		C [kg/m ³]	C*cena [zł]	K [kg/m ³]	K*cena [zł]	K	K*cena [zł]		D	D*cena [zł]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	BK	336	376320	1892	302720	-	-	-	679040	100		
2	BZ	450	504000	1788	429120	-	-	-	933120	137,4		
3	BH	336	376320	1916	306560	8500	5,04	92840	775720	114,2		
4	BFI	336	376320	1916	306560	43860	2,52	11052	793407	116,8		
5	BKI	336	376320	1925	308000	31567	0,50	15642	699962	103,1		
6	BL	336	376320	1925	308000	14980	1,68	25166	709486	104,5		
7	BSk	336	376320	1939	310240	39284	4,03	158314	844874	124,4		
8	BFr	336	376320	1939	310240	50386	2,52	126998	813558	119,8		
9	BSc	311	348320	2008	321280	68320	25,19	1720981	2390581	352,1		

*) Cena kruszywa stosowanego do betonu zwykłego ze względu na konieczność uszlachetnienia jego składu

6. WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynika, że:

1. Zabiegi technologiczne, polegające na obniżeniu W/C oraz modyfikacji składu mieszanki betonowej domieszkami i dodatkiem, wpłynęły w większym lub mniejszym stopniu na poprawienie badanych cech betonu.
2. Obniżenie wskaźnika W/C do wartości 0,4 w betonie zwykłym wpłynęło istotnie na poprawienie badanych cech fizyko-mechanicznych z wyjątkiem mrozoodporności, która nie była większa, niż betonu kontrolnego, ze względu na nieodpowiednią strukturę porów.
3. Wprowadzenie do betonu środków chemicznych, umożliwiło redukcję ilości wody zarobowej w mieszance przy równoczesnym jej napowietrzeniu.
4. Stosując środki chemiczne o działaniu uplastyczniającym, napowietrzającym iuszczelniającym, można poprawić wodoszczelność o dwa stopnie, w ramach nie zmienionej klasy wytrzymałości betonu.
5. Podwyższenie wytrzymałości betonu o dwie klasy, dzięki zastosowaniu chemicznej modyfikacji składu betonu, wpłynęło na poprawę wodoszczelności o cztery stopnie.
6. Najkorzystniejsze zmiany jakościowe wystąpiły w betonie z mikrokrzemionką. Jest on jednak 3,5-krotnie droższy niż beton kontrolny.
7. Polskie domieszki (Hydrozol, Klutan, Lubet) nie ustępują domieszkom produkcji firm zagranicznych (podobnego typu) pod względem efektywności ich zastosowania, a beton z nimi wykonany jest droższy o 5 - 10%.

LITERATURA

- [1] Neville A.N.: Właściwości betonu, Arkady, Warszawa 1977.
- [2] Ramachandran W.F.: Concrete Admixtures Handbook; Properties, Science and Technology. Noves Publications, New Jersey, USA 1984.
- [3] Badanie porowatości betonów. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, Umowa NB-JB-549/LB - 115/93.
- [4] PN-88/B-06250. Beton zwykły.
- [5] Rusin Z.: Zjawiska fizyczne w zamrażanym kruszywie i ich związek z mrozoodpornością betonu, Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej, Budownictwo 29, Kielce 1989.

DURABILITY OF CONCRETE WITH ADMIXTURES AND ADDITION OF SILICA FUME

Summary

This paper presents test results of physical and mechanical features of concrete with six admixtures and addition of silica fume, national and foreign production. It was calculated that the addition of silica fume to the concrete, most of all improve its durability and take up the price of concrete mixture 3,5 times.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Kazimierz Braun
Politechnika Gdańska



Julita Rojek
Barbara Zając
Mariusz Kluczykowski
Agata Lachiewicz-Złotowska

AWARIA ŻELBETOWEGO ZBIORNIKA NA CIECZCE AGRESYWNE

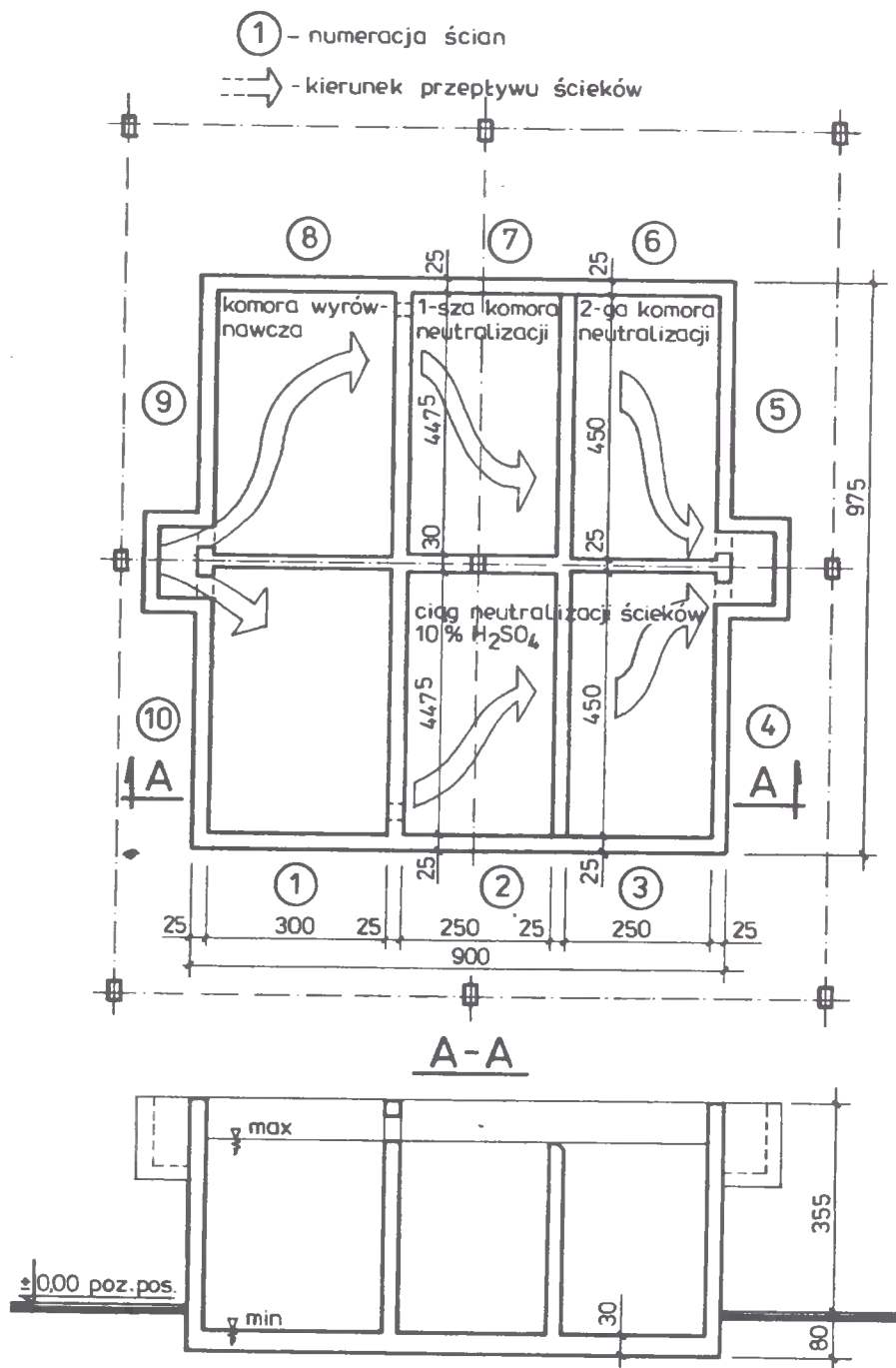
Przedmiotem artykułu jest żelbetowy monolityczny zbiornik, w którym odbywa się neutralizacja chemiczna ścieków poprodukcyjnych. W wyniku błędów popełnionych już na etapie projektowania i złych decyzji w trakcie realizacji, ściany zbiornika uległy zarysowaniu i zaobserwowano przecieki z neutralizatora. Artykuł wyjaśnia szczegółowo przyczyny zniszczenia zbiornika i podaje zaproponowany sposób uszczelnienia. Naszym celem jest uczulenie projektantów konstrukcji, technologów, wykonawców i użytkowników, na właściwe przeanalizowanie warunków eksploatacji obiektu.

1. WARUNKI EKSPLOATACJI ZBIORNIKA JAKO PODSTAWA USTALEŃ WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW ZASTOSOWANYCH NA KONSTRUKCJĘ NOŚNĄ

Zbiornik składa się z sześciu komór zblokowanych w sżywny układ skrzyniowy. Pionowe ściany są utwierdzone na trzech krawędziach w sąsiednich płytach, a górą swobodne. Pojemności poszczególnych komór wynoszą $2 \times 64,58 \text{ m}^3$, $2 \times 45,00 \text{ m}^3$, $2 \times 44,89 \text{ m}^3$, przy średniej wysokości wypełnienia ściekami - 4 m.

Ściany zbiornika mają stałą grubość na całej wysokości i wynosi ona 25 i 30 cm. Kształt i wymiary zbiornika przedstawiono na rysunku 1. Obiekt posadowiono bezpośrednio na gruncie sypkim o stopniu zagęszczenia 0,8, który zastąpił warstwę nienośnego podłoża na głębokości od -1,50 m do -2,80 m.

W zbiorniku odbywa się neutralizacja ścieków poprodukcyjnych z wykorzystaniem kwasu siarkowego. Ścieki doprowadzane są przewodem tłocznym do komory rozdzielczej, a następnie rozdzielane na dwa równoległe pracujące ciągi neutralizacji (rys.1). W neutralizatorach odbywa się przepływ ciągły. Każdy ciąg technologiczny składa się z trzech części, tj. komory wyrównawczej oraz pierwszej i drugiej komory neutralizacji. W komorach ścieki mieszane są, w celu ujednoczenia ich składu, mieszadłami mechanicznymi. Przewidziano neutralizację chemiczną ścieków 10-procentowym roztworem H_2SO_4 , który jest dostarczany z urządzeń zarobowo-roztorowych do dwóch ostatnich komór. Istnieje również możliwość dozowania kwasu do komór wyrównawczych, jeżeli trzeba je całkowicie opróżnić, ze względu na przerwę w pracy neutralizatora. Stąd w trakcie eksploatacji zbiornika, występuje różny poziom wypełnienia poszczególnych komór. Zbiornik ma umożliwić docelowo neutralizację 620 m^3 ścieków na dobę.



Rys. 1. Schemat układu konstrukcyjnego zbiornika oraz kierunku przepływu ścieków w neutralizatorze (widok z góry i przekrój poprzeczny)

Według wstępnych założeń, ścieki poprodukcyjne miała cechować wysoka zasadowość ($\text{pH} = 10-12$) i znaczne zanieczyszczenie substancjami organicznymi ($\text{BZT}_5 = 700-900 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$). Źródłem ich pochodzenia miało być stosowanie w procesie technologicznym 2% roztworu wodorotlenku sodu (NaOH) oraz straty surowca w produkcji. Temperatura ścieków mogła wahać się w granicach od 18 do 40°C . W wyniku neutralizacji chemicznej, należało obniżyć zasadowość do $\text{pH} = 6,8-7,0$.

W oparciu o wyniki analizy ścieków, które faktycznie znajdują się w zbiorniku (tablica 1) stwierdzono, że w każdej z komór mogą się znajdować ścieki, zarówno o odczynie alkalicznym, jak i kwaśnym oraz o bardzo zmiennym składzie chemicznym. Natomiast temperatura ich wynosi od $17,5$ do $21,5^\circ\text{C}$.

Tablica 1. Parametry ścieków surowych i zneutralizowanych

Składnik ścieków	Graniczne ilości	
	wprowadzane z produkcji	w trakcie neutralizacji
H^+ (pH)	6,8 - 12	6,32 - 11,44
BZT_5 [mgO_2/dm^3]	120 - 5240	420 - 775
ChZT [mgO_2/dm^3]	223 - 9288	1439 - 2502
Siarczany SO_4^{-2} [mg/dm^3]	61,6 - 78,5	89 - 622
Azot amonowy NH_4^+ [mg/dm^3]	1,68 - 4,98	nw - 72,24
Azot organiczny NH_4^+ [mg/dm^3]	0,64 - 2,92	nw - 0,27
Fosforany [mg/dm^3]	0,62 - 2,54	0,12 - 6,5
Fosfor ogólny [mg/dm^3]	0,96 - 3,06	0,36 - 6,6

Ponieważ zbiornik jest otwarty i zaledwie 0,8 m wpuszczony w posadzkę, na zewnętrzną powierzchnię ścian oddziałuje środowisko gazowe mokre słabo agresywne (I_a wg [1]).

Stopień agresywności środowiska ciekłego w stosunku do betonu, ustalony w oparciu o PN-80/B-01800 [1] oraz o wyniki analiz chemicznych ścieków, podano w tablicy 2. Uwzględniono tylko te składniki ścieków, które stwarzają zagrożenie dla trwałości zbiornika. W tablicy 2 zamieszczono również zalecane przez polskie przepisy normowe [1, 2, 3, 4, 5] niezbędne rodzaje ochrony betonu.

Tablica 2. Stopień agresywności ścieków w stosunku do betonu oraz wymagany rodzaj ochrony betonu

Rodzaj agresywności oraz wartości graniczne czynnika agresywnego	Stopień agresywności	Typ wymaganej ochrony betonu	Minimalne wymagania dotyczące betonu wg PN-82/B-01801 [2]
Kwasowa - wartości odczynu H^+ $\text{pH}_{\text{min}} = 6,32 > 5$	I_{a2} słaby	materiałowo-strukturalna	W6; OK 1k
Amonowa - jon amonowy NH_4^+ $\text{max NH}_4^+ = 72,24 < 500$	I_{a1} słaby	materiałowo-strukturalna	W4; OK 1a
Siarczanowa - jon siarczanowy SO_4^{-2} $\text{max SO}_4^{-2} = 622 > 500$	m_a średni	materiałowo-strukturalna oraz powierzchniowa	W8; OK 2s
$\text{I}_{a1}, \text{I}_{a2}$ - stopień agresywności środowiska (wody) słaby m_a - stopień agresywności środowiska (wody) średni OK 1 - odporność korozyjna pierwszego stopnia OK 2 - odporność korozyjna drugiego stopnia k, a, s - agresywność: kwasowa, amonowa, siarczanowa			

2. KONSTRUKCJA ZBIORNIKA ORAZ MATERIAŁY ZASTOSOWANE NA JEGO REALIZACJĘ

Zbiornik zaprojektowano, jako konstrukcję monolityczną, żelbetową, z betonu klasy B25. Na etapie realizacji podwyższono klasę betonu do klasy B35 oraz określono stopień wodoszczelności betonu na W8. Nie sprecyzowano wymagań dotyczących stopnia odporności korozyjnej betonu.

Mieszanka betonowa miała następujący skład w przeliczeniu na jeden m³:

- cement portlandzki P45 z cementowni Kujawy, bez dodatków, C = 527 kg;
- woda W = 188 dm³;
- żwir płukany o P_p = 25% z Wojdała (4 - 16 mm), K = 989 kg;
- pospółka o P_p = 63%, K = 712 kg;

oraz domieszka o działaniu uszczelniającym - Hydrozol, w ilości wagowej 1,5% masy cementu.

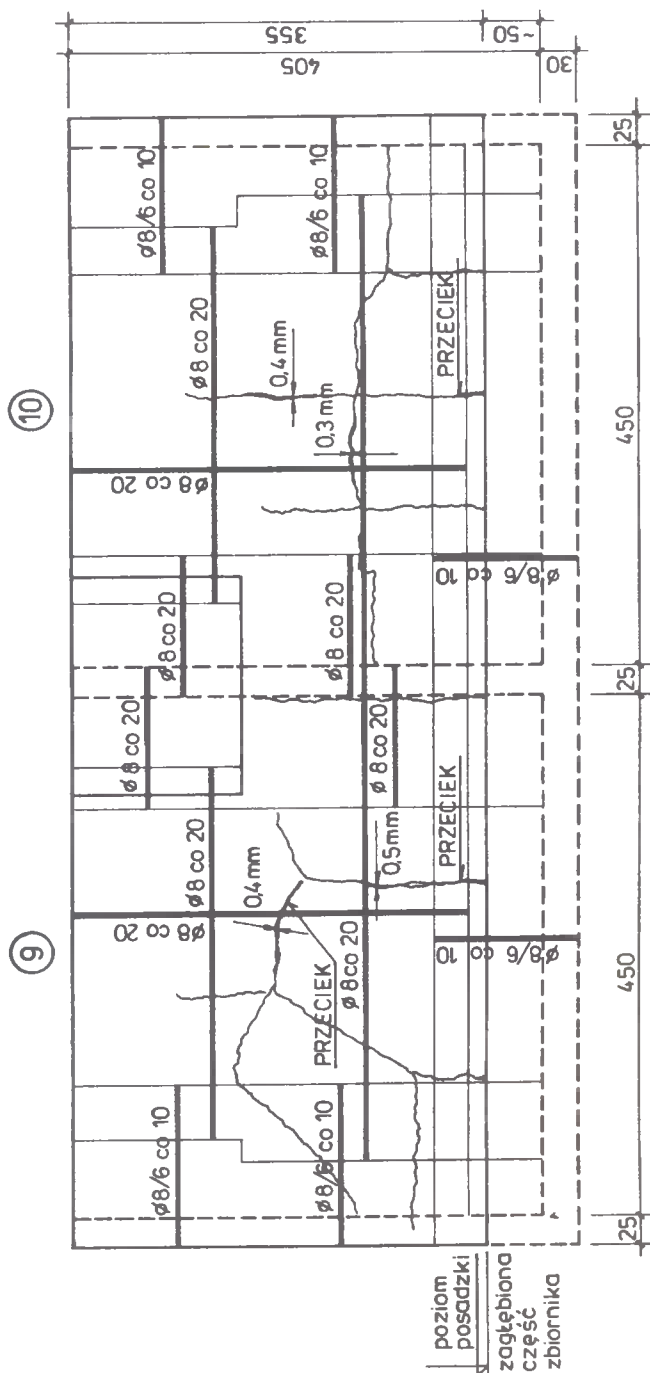
Z powyższych danych wynika, że mieszanka miała wskaźnik wodno-cementowy W/C = 0,36, a punkt piaskowy kruszywa wynosił 40%.

Obliczenia wielkości statycznych w sześciokomorowym zbiorniku wykonano metodą wydzielonych jednoprzęsłowych płyt, pomijając wpływ sztywności węzłów i różnego wypełnienia komór. Zbrojenie ścian zbiornika zaprojektowano z prętów o średnicy 6 i 8 mm ze stali klasy A-II 18G2. Zbrojenie wykształcono w postaci obustronnych wiązanych siatek, złożonych z prętów prostych i narożnikowych, połączonych na zakład. Wszystkie pręty pionowe łączono w jednym poziomie z prętami wypuszczonymi z dna. W tym samym poziomie (około 0,20-0,50 m ponad posadzką oczyszczalni) kończono dodatkowe zbrojenie pionowe, obliczone na moment krawędziowy płyty. Pręty poziome zbrojenia ścian, również w wielu przypadkach, łączono i kotwiono w podobny sposób (rys.2). Ten sposób zbrojenia prowadzi do dużej miejscowej koncentracji naprężeń w betonie. Projektując żelbetową konstrukcję, nie we wszystkich przekrojach spełniono warunek, dotyczący minimalnej ilości zbrojenia konstrukcyjnego (np. 2,51 cm² zamiast 3,30 lub 4,40 cm² wg [6]). W rezultacie zbiornik we fragmentach pracuje jako konstrukcja betonowa.

Powierzchniowe zabezpieczenie ścian zbiornika przed oddziaływaniem ścieków zamieniono w trakcie realizacji obiektu. Zrezygnowano z płytek kwasoodpornych lub powłoki epoksydowej na rzecz materiałów powłokowych hiszpańskiej firmy Drizoro. Spowodowane to było koniecznością wykonania powłok zabezpieczających na mokrym podłożu oraz potrzebą pilnego oddania zbiornika do eksploatacji i ze względu na atrakcyjną cenę.

3. USZKODZENIA ZBIORNIKA

Zbiornik realizowano w okresie jesiennym. W dwa tygodnie po zakończeniu betonowania, rozpoczęto układanie izolacji po stronie zewnętrznej i wewnętrznej, pokrywając wszystkie elementy zbiornika dwa razy środkiem o nazwie handlowej Maxeal. Próbe szczelności konstrukcji wykonano po około dwóch miesiącach od zakończenia betonowania. Zaobserwowano przecieki w miejscach, gdzie osadzone były elementy dystansowe, stabilizujące tarcze deskowań oraz w miejscach pionowych połączeń ścian wewnętrznych z zewnętrznymi ścianami zbiornika (rys.2).



Rys.2a. Widok ścian zewnętrznych zbiornika z zaznaczonym sposobem zbrojenia i charakterem rys i spękań - ściana poprzeczna

Do uszczelnienia tych miejsc zastosowano dwa rodzaje środków firmy Drizoro, tj. Maxrest i Maxflex-900 (środek do ogólnych napraw betonu w zbiornikach na wodę oraz środek do uszczelniania połączeń zanurzonych w w/w zbiornikach). Dodatkowo całość pokryto trzecią powłoką na bazie Maxealu. Ten sposób uszczelnienia pozwolił na eksploatację obiektu zaledwie przez dwa miesiące.

Z chwilą, gdy na powłokę izolującą zaczęło oddziaływać agresywne środowisko wodne ścieków, pojawiły się w najbardziej eksploatowanej komorze objawy łuszczenia powłoki. Był to pierwszy sygnał o błędnej decyzji, dotyczącej materiału izolującego beton przed agresją siarczanową. Nie wyciągnięto jednak właściwych wniosków i ponownie zastosowano ten sam materiał powłokowy. W pokrytej już czwartą warstwą komorze, po dalszych czterech miesiącach, znowu wystąpiły objawy łuszczenia. Tym razem usunięto wszystkie uprzednio ułożone warstwy i zastosowano jedną warstwę powłoki epoksydowej o nazwie Maxepox 500. To również nie stworzyło wystarczającego zabezpieczenia, gdyż po około sześciu miesiącach, ponownie pojawiły się objawy łuszczenia. Po dziewięciu miesiącach od oddania do eksploatacji, po stronie zewnętrznej ścian zbiornika oraz w jego wnętrzu, pojawiły się pęknięcia, które uszczelniono, rozkuwając je i wypełniając tym samym materiałem, uprzednio zastosowanym do zatamowania przecieków przy próbie szczelności. W trakcie tych prac stwierdzono, że pod odkrytymi, poziomymi prętami zbrojeniowymi, występują w betonie pustki powietrzne.

Ponieważ nie podjęto radykalnych działań, po roku eksploatacji neutralizatora, cały zbiornik był zarysowany w sposób zilustrowany na rysunku 2. Na rysunku tym nanieśiono główne rysy, ich maksymalne rozwarcia oraz miejsca lokalnych przecieków, widocznych od strony zewnętrznej. Nie naniesiono rys włoskowatych, które można zaobserwować, dopiero po lokalnym usunięciu powłoki zabezpieczającej beton. W ścianach zbiornika widoczne są głównie rysy poziome i pionowe. W miejscach przecieków ich rozwarcie przekracza 0,4 mm. Charakter rys i pęknięć świadczy o lokalnych wyteżeniach przekrojów ścian (przekroczeniu wytrzymałości betonu na rozciąganie). Rysy poziome i pionowe wystąpiły w zbiorniku w miejscach, które odpowiadały zakończeniu i połączeniu zbrojenia ścian, niedozbrojenym strefom środkowym płyt oraz przy ich prostopadłych połączeniach.

W świetle powyższego uważa się, że istniało kilka przyczyn, które doprowadziły do zniszczenia zbiornika:

- 1) niewłaściwa ocena warunków eksploatacji zbiornika przez wszystkich jego realizatorów;
- 2) niewłaściwe zaprojektowanie sposobu zbrojenia ścian zbiornika;
- 3) niewłaściwy dobór składu mieszanki betonowej.

Zbyt duża ilość cementu w recepturze roboczej mieszanki betonowej doprowadziła do nadmiernego skurczu betonu, którego nie zdołało przenieść zbyt „słabe” zbrojenie. Naruszona została struktura wewnętrzna betonu. Zastosowany, po próbie szczelności, sposób uszczelnienia zbiornika spełniłby swoje zadanie, gdyby istniały w trakcie eksploatacji obiektu warunki do samouszczelniania się ścian, na skutek dalszej hydratacji cementu. Penetracja, w głąb betonu ścian, agresywnych jonów siarkowych, powoduje dalsze niszczenie betonu. Powstają związki chemiczne, które rozsadzają beton od wewnątrz i sprzyjają korozji stali;

- 4) niewłaściwy dobór powłoki zabezpieczającej.

4. SPOSÓB NAPRAWY ZBIORNIKA

W oparciu o przeprowadzoną analizę wszystkich przyczyn, które spowodowały uszkodzenie konstrukcji zbiornika, stwierdzono, że konstrukcja jego w obecnej chwili nie grozi jeszcze awarią. Należy jednak przedsięwziąć działania, aby nie nastąpiła ona w najbliższej przyszłości. W tym celu niezbędne jest skuteczne odizolowanie jej od bezpośredniego oddziaływania agresji chemicznej. Zaproponowano wariant, polegający na wypełnieniu rys i pęknięć zaprawą wykonaną z Xypex'u Patchin Plug, który jest mieszaniną cementu portlandzkiego, krzemionki i aktywnych dodatków chemicznych. Wzdłuż rys należy uprzednio wykonać bruzdy w kształcie litery „U” o szerokości minimum 25 mm i głębokości 35 mm, które po odpyleniu trzeba nawilżyć. Od strony wewnętrznej zbiornika zaproponowano wykonanie żelbetonowego płaszcza o grubości 4 cm, zbrojonego siatkami z prętów o średnicy 8 mm, ze stali St3SX, w rozstawie co 10 cm, powiązanych z istniejącą konstrukcją za pomocą kotwi stalowych, o rozstawie co 50 cm w poziomie i pionie. Beton, wykonany na bazie kruszywa o maksymalnej średnicy ziarna 8 mm z dodatkiem mikrokrzemionki konfekcjonowanej Sicacrete PPI - TU, byłby nakładany metodą torkretowania. Zewnętrzną powierzchnię wykonanego płaszcza żelbetonowego zalecono pokryć powłokami z Xypex'u - Concentrate i Xypex'u - Modified lub powłokami powierzchniowymi z mineralnych produktów uszczelniających firmy Ombran (Ombran ASP na bazie cementu o wysokiej odporności na siarczany lub Ombran Silikatemörtel. Oba te produkty można stosować na podłożach wilgotnych).

5. PODSUMOWANIE

1. Biorąc pod uwagę warunki eksploatacji neutralizatora, uważa się, że najbardziej niebezpieczna dla trwałości obiektu jest agresja siarczanowa. Tym bardziej, że jak stwierdzono w trakcie wizji lokalnych, zdarzają się przypadki bezpośredniego wlewania do komór stężonego kwasu siarkowego. Należało więc zaprojektować konstrukcję z betonu trwałego, tj. o wysokim stopniu wodoszczelności (powyżej W8), odpornego na korozję siarczanową, zabezpieczonego powierzchniowo przed działaniem czynnika agresywnego.
2. W recepturze mieszanki betonowej nie uwzględniono zaleceń dotyczących projektowania składu betonu na konstrukcje, od których wymaga się wysokiego stopnia wodoszczelności, odporności korozyjnej i wysokiej wytrzymałości. Należało:
 - ograniczyć zawartość cementu do 400 kg/m³ [4],
 - stosować cement portlandzki bez dodatków o zawartości w klinkierze $C_{A_3} < 8\%$, równocześnie podwyższając stopień wodoszczelności betonu do minimum W8 [2],
 - stosować cement portlandzki o podwyższonej odporności na agresywność siarczanową np. CP 35/sll lub CP 45/sll [4],
 - ograniczyć nasiąkliwość betonu do 4% [2],
 - stosować jako kruszywo grube grysy granitowe lub bazaltowe [8].

Niespełnienie zaleceń odnośnie ilości cementu spowodowało, że wystąpił nadmierny skurcz betonu w trakcie wiązania. Efekty jego oddziaływania na konstrukcję zbiornika ujawniły się w postaci przecieków, podczas próby szczelności oraz późniejszych przecieków w trakcie eksploatacji. W tym ostatnim przypadku dodatkowo zadziałało agresywne środowisko wodne (ścieki).

3. Jak wykazały późniejsze badania sprawdzające, przeprowadzone metodą nieniszczącą (za pomocą młotka Schmidta), uzyskano w konstrukcji beton klasy B35. Wymagany stopień wodoszczelności miały również próbki, na których sprawdzono wodoszczelność zastosowanego betonu. Ponieważ zbiornik był betonowany w sposób ciągły, przy zastosowaniu transportu pompowego, należy przypuszczać, że w trakcie betonowania zbiornika, dodano do mieszanki jeszcze pewne ilości wody lub uległa ona rozsegregowaniu.
4. Z uwagi na warunki eksploatacji, zbrojenie płyt pracujących w środowisku o stopniu agresywności m_a , powinno mieć średnicę minimum 8 mm, a jego otulina, w przypadku bezpośredniego kontaktu z agresywną cieczą, powinna być podwyższona z 25 mm do 30 mm [2, 6]. Przeprowadzone badania sprawdzające, za pomocą Femetru typu 2EI, wykazały, że rzeczywista grubość otuliny prętów poziomych wynosi 18-46 mm, a prętów pionowych 20-70 mm. Natomiast ich rozstaw wynosi 12-27 cm, w stosunku do projektowanych odległości 10 i 20 cm. Świadczy to o przemieszczeniu się zbrojenia w trakcie betonowania zbiornika. Niewłaściwy sposób zakotwienia i połączenia zbrojenia doprowadził również do dużej miejscowej koncentracji naprężeń.
5. Z danych zawartych w katalogach informacyjno-reklamowych środków zabezpieczających firmy Drizoro wynika, że materiały, które użyto do wykonania powłok antykorozyjnych, poza Maxepox'em-500, nadają się jedynie do zapewnienia odporności na działanie wody wodociągowej i opadowej. Płyne stąd wniosek, że niewłaściwie dobrano materiał powłokowy

LITERATURA

- [1] PN-80/B-01800: Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacja i określenie środowisk.
- [2] PN-82/B-01801: Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Podstawowe zasady projektowania.
- [3] PN-85/B-01805: Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Ogólne zasady ochrony.
- [4] PN-86/B-01811: Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Ochrona materiałowo-strukturalna. Wymagania.
- [5] PN-91/B-01813: Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Zabezpieczenia powierzchniowe. Zasady doboru.
- [6] PN-84/B-03264: Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [7] PN-88/B-06250: Beton zwykły.
- [8] Wymagania i zalecenia dotyczące wykonywania betonów do konstrukcji mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1990.

DAMAGE OF RC TANK FOR AGGRESSIVE LIQUIDS

Summary

The object of the paper is damage of RC tank, in which the chemical neutralization of liquid industrial wastes is in progress. Cracks and leakages occurred in the walls of RC tank as result of mistakes made at designing stage and fault decisions under construction. The reasons of damage of RC tank are interpreted and proposed method of tightening is

presented. The aim of this paper is to make designers, technologists, contractors and users sensitive to right analysis of service conditions of structure.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Kazimierz Braun
Politechnika Gdańska



7.40