

Redaktorzy:

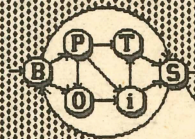
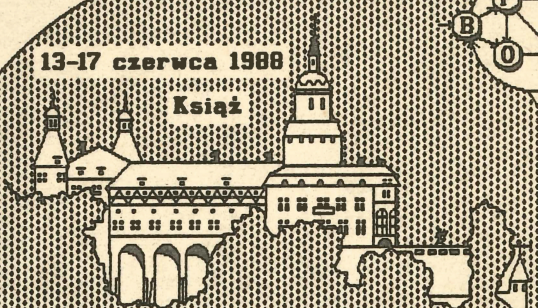
A. Straszak

Z. Nahorski

J. Sikorski

13-17 czerwca 1988

Książ



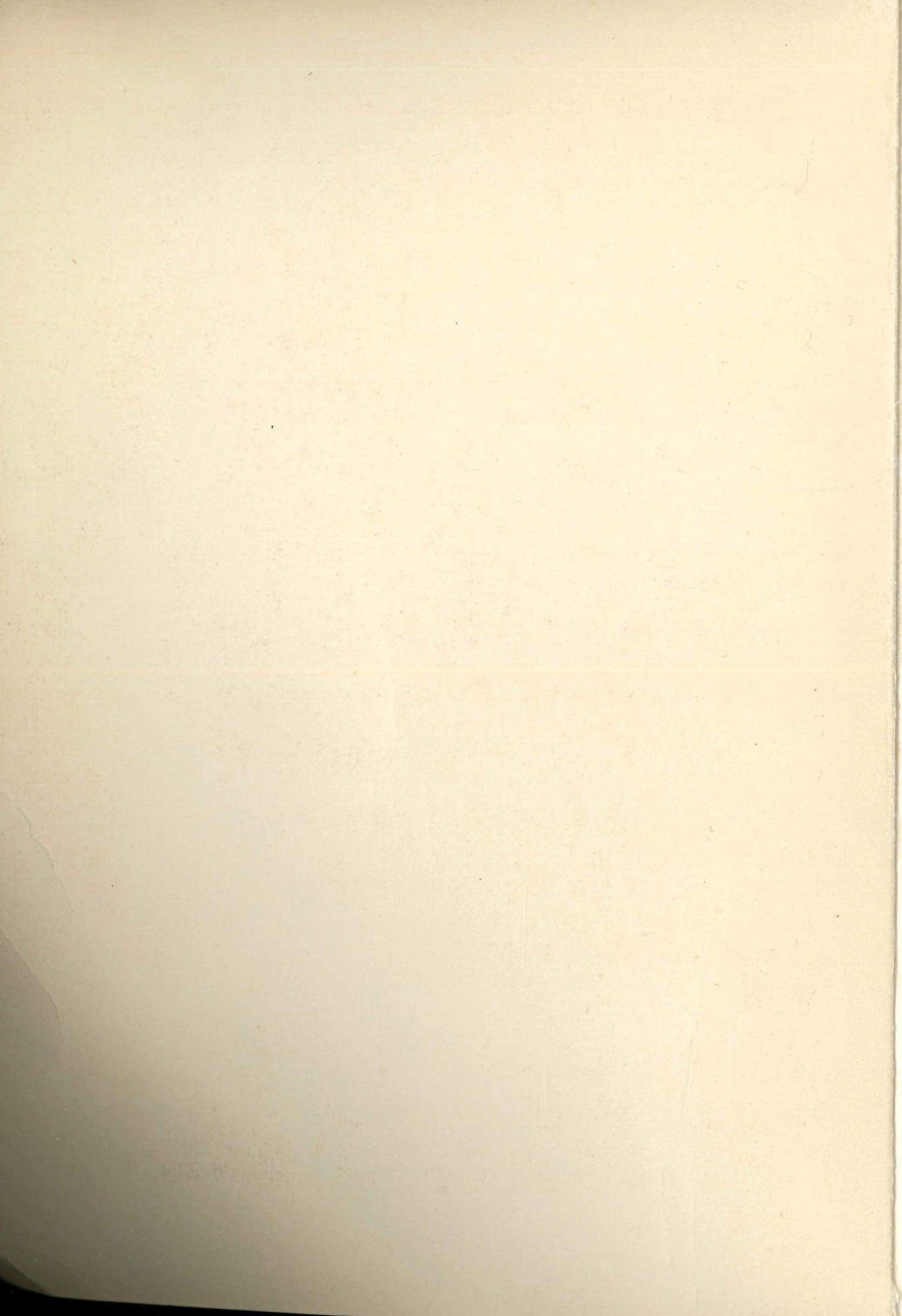
1. Krajowa Konferencja Badań Operacyjnych i Systemowych

TOM 2

BOS'88

POLSKIE TOWARZYSTWO BADAŃ
OPERACYJNYCH I SYSTEMOWYCH

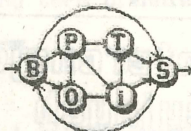
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK



POLSKIE TOWARZYSTWO BADAŃ OPERACYJNYCH I SYSTEMOWYCH

Tom 2

WSPOMAGANIE PODEJMOWANIA DECYZJI
MODELE I SYSTEMY



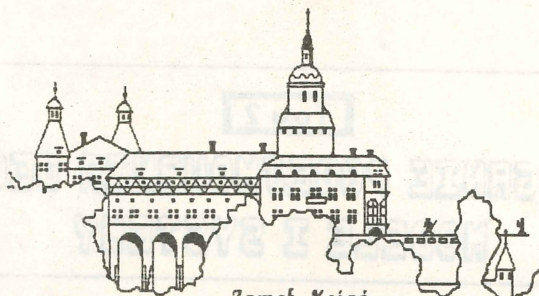
I KRAJOWA KONFERENCJA
BADAŃ
OPERACYJNYCH
i
SYSTEMOWYCH

Książ, 13 - 17 czerwca 1988

BO'S'88

INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK

1989
WARSZAWA



Zamek Książ

I Krajowa Konferencja Badań Operacyjnych i Systemowych

Organizator konferencji

Polskie Towarzystwo Badań Operacyjnych i Systemowych
przy współpracy
Instytutu Badań Systemowych PAN

Komitet naukowy konferencji

Jerzy Hołubiec, Andrzej Kałużko, Jerzy Kisielnicki, Henryk Kowalowski,
Roman Kulikowski, Franciszek Marecki, Zbigniew Nahorski,
Stanisław Piasecki, Jarosław Sikorski, Jan Stachowicz, Jan Stasiński,
Andrzej Straszak, Maciej Sysło, Władysław Świątalski

Redaktorzy naukowy materiałów

Andrzej Straszak, Zbigniew Nahorski, Jarosław Sikorski

konf. 41284/II

8. Systemy wspomagające zarządzanie

PAKIET PROGRAMÓW DLA KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA
DECYZJI NAWODNIENIOWYCH

Anna Altman, Jacek Gondzio, Grażyna Petriczek, Zygmunt Uhrynowski
Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6
01-447 Warszawa

Praca niniejsza zawiera:

- opis założeń i sformułowanie matematyczne modelu służącego do wspomagania decyzji w zakresie nawadniania kompleksów łąk.
- opis pakietu programów stanowiących implementację modelu na mikrokomputerze IBM PC AT/XT.
- analizę wyników uzyskanych przy rozwiązywaniu dwóch typowych zadań: poszukiwaniu racjonalnego sposobu wykorzystania danych zasobów dyspozycyjnych oraz wyznaczaniu rozwiązania optymalnego w sensie wybranego kryterium przy założeniu, że zasoby dyspozycyjne są nieograniczone.

Pakiet programów został wykorzystany w Zarządzie Górnonotckiego Systemu Wodno-Gospodarczego dla czterech obiektów (Stara Notec I, Stara Notec II, Kanał Kruszyński i Krotoszyn Łąki).

1. Uwagi wstępne

Podstawowymi modułami oprogramowania są:

1. Specjalizowana baza danych (zawierająca dane pierwotne modelu oraz dane przetworzone i wyniki generowane przez model). Zapewniono możliwość interakcyjnego wprowadzania i aktualizacji danych (z diagnostyką błędów i informacją dotyczącą spo-

- sposobu korzystania z poszczególnych opcji programu).
2. Program rozwiązujący zadanie programowania liniowego. Adaptowano do tego celu jeden ze znanych pakietów komercyjnych.
 3. Procedury analizy wyników optymalizacji. Sprzężenie tych procedur z bazą danych umożliwia tzw. analizę scenariuszy, tj. zmiany wartości zmiennych egzogenicznych i sekwencyjne rozwiązywanie kolejnych zadań, aż do chwili otrzymania rozwiązania uznanego przez decydentów za najlepsze.

2. Opis matematyczny modelu

Model matematyczny potrzeb nawodnieniowych kwater oparty został na pracy Zawadzkiego i Olszty (1981). Uwzględnia on w znacznie większym stopniu, w porównaniu z pracą Altman i in. (1988), zjawiska fizyczne zachodzące w glebie. Wymaga jednak skomplikowanych narzędzi pomiarowych i przeprowadzania systematycznie licznych pomiarów.

2.1. Potrzeby wodne i straty w kanałach doprowadzających

Potrzebny wodne łanów, zwane także dawkami nawodnieniowymi, liczone są wg wzoru (1) (Altman i in. (1989)).

$$D = R - Z + W \quad (1)$$

gdzie R oznacza objętość rezerw przejściowych, Z - odciekalność, zaś W - straty wody na parowanie.

Objętością rezerw przejściowych (wyrażoną w mm) nazywamy tę ilość wody, którą trzeba dostarczyć określonej warstwie gleby w celu wypełnienia wszystkich przestworów glebowych. Jest więc ona równa różnicy porowatości oraz wilgotności (po wyrażeniu tych

wielkości w mm). Aby obliczyć objętość rezerw przejściowych konieczny jest pomiar wilgotności gleby. Na ogół wykonuje się go mierząc siłę ssącą, czyli pF w kilku charakterystycznych warstwach gleby. Pomiaru te można wykonać np. za pomocą tensjometru. Pozwala to określić w oparciu o nomogramy skonstruowane zgodnie z Altman i in. (1989) objętość przestworów glebowych w poszczególnych warstwach. Wielkości te wyrażać będziemy w mm, bowiem mówią one ile wody potrzeba do całkowitego wypełnienia przestworów glebowych w obrębie danej warstwy gleby. Suma objętości rezerw przejściowych w kolejnych warstwach gleby daje całkowitą objętość rezerw przejściowych.

Ilość wody, która w wyniku sił grawitacji odpłynie z każdej warstwy do głębszych warstw, zwana jest odciekalnością. Znając siłę ssącą i mając odpowiednio skonstruowane nomogramy można obliczyć odciekalność Z .

W czasie realizacji decyzji nawodnieniowych (zwykle jest to czas 5-10 dni) część wody z warstwy przypowierzchniowej wyparuje. Szybkość parowania zależy od szeregu różnych czynników. Jest to zwykle strata ok 2-5mm na dobę. Znając więc przewidywany czas nawodnień w dniach oraz średnie dobowe parowanie oblicza się całkowitą ilość wody W , która wyparuje w trakcie nawodnień.

Straty wody w doprowadzalnikach liczone są w sposób przybliżony jako iloczyn średniego współczynnika strat i długości kanału.

Założmy, że sieć doprowadzalników zawiera N elementów. Dla każdego (i -tego) doprowadzalnika ($i \in I = \{1, 2, \dots, N\}$) przyjęto następujące zależności:

$$z_i = (1 - a_i \cdot l_i) \cdot u_i \quad (2)$$

gdzie: z_i , u_i - natężenia przepływu odpowiednio na końcu i i na początku i -tego doprowadzalnika o długości l_i i współczynniku strat wody na 1 km równym a_i .

2.2. Równania bilansowe i ograniczenia

Dla każdego doprowadzalnika określamy dwa zbiory indeksów: $K(i)$ - zbiór indeksów kanałów mających swój początek na końcu i -tego kanału oraz $P(i)$ - zbiór indeksów łanów nawadnianych bezpośrednio z i -tego kanału. Zbiory $K(i)$, $P(i)$ dla $i \in I$ (mogą być puste) definiują strukturę sieci nawodnień, która jest dana.

Dla każdego kanału musi być spełniony warunek bilansowy:

$$z_i = \sum_{l \in K(i)} u_l + \frac{1}{T} \sum_{j \in P(i)} V_j \quad (3)$$

gdzie: z_i - natężenie przepływu na wylocie z i -tego kanału,
 u_l - natężenie przepływu na wlotach do kanałów mających swój początek na końcu i -tego kanału,
 T - okres, na który planowane są nawodnienia,
 V_j - objętość wody na nawodnienie j -tego łanu.

W modelu uwzględniono także ograniczenia wynikające z oczywistych założeń odnośnie zmiennych (np. nieujemności) dotyczące m.in.: maksymalnych przepustowości kanałów i wydajności poszczególnych źródeł wody, natężenia przepływu dyspozycyjnego, spełnienia postulatów nieprzekraczania optymalnych poziomów osuszenia

oraz niezwiększania poziomów osuszenia.

2.3. Model decyzyjny

Otrzymano zadanie programowania liniowego z ograniczeniami typu bilansowego i ograniczeniami na zmienne. Zmiennymi decyzyjnymi są: h_j - poziomy wody w kwaterach nawodnieniowych i u_1 - natężenia przepływu w początkach doprowadzalnika.

Użytkownik ma możliwość wyboru funkcji celu. W pakiecie przygotowano dwa podstawowe kryteria. Jedno z nich to minimalizacja sumy ważonej niespełnienia potrzeb (4)

$$W = \sum_{j \in J} [w_j * (x_j - d_j)] \quad (4)$$

a druga to minimalizacja maksymalnego niespełnienia potrzeb (5)

$$W = \max_{j \in J} [w_j * (x_j - d_j)] \quad (5)$$

w_j - waga przypisana j-temu łanowi

Użytkownik ma możliwość zmiany wag i w ten sposób może tworzyć nowe funkcje celu.

Powstaające zadanie LP ma niewielkie rozmiary do 50*100.

3. Baza danych

Baza składa się z danych dotyczących czterech obiektów. Dla każdego obiektu zbudowano tabele trzech typów LAN, KAN i KWG. Tabela LAN opiera się na zestawieniu danych przyrodniczo-technicznych do modelowego systemu nawodnień. Zawiera ona dane szczegółowo opisane w pracy Altman i in.(1988) oraz siły ssące w czterech warstwach gleby w każdym łanie. Tabela KAN w porównaniu

z powyższą pracą nie uległa zmianom.

Tabele KWG zawierają parametry fizyczne kompleksów wilgotnościowo-glebowych w obiekcie. Znajdują się tam porowatości warstw gleby oraz wilgotności przy 10 wartościach sił ssących.

4. Opis pakietu LAN

Oprogramowanie sformułowanego modelu nawadniania, w wersji pilotowej dla 4 obiektów, stanowi pakiet programów LAN, który zawiera następujące podstawowe moduły funkcjonalne:

- SEGMENT STERUJĄCY: główny program sterujący działaniem pakietu, tj. umożliwiający interakcyjne korzystanie ze wszystkich pozostałych modułów,
- EDYTOR: edytor bazy danych, służący do wprowadzania danych opisujących obiekt oraz tworzenia scenariuszy,
- GENERATOR ZADANIA LP: program definiujący (dla przyjętego scenariusza) zadanie programowania liniowego i interpretujący jego rozwiązanie,
- SOLVER: program służący do rozwiązywania zadań programowania liniowego generowanego przez model;
- RAPORT: moduł służący do wyświetlania na ekranie (drukowania) wybranych zbiorów (tablic) danych przechowywanych w bazie (danych pierwotnych, scenariuszy i wyników).

Procedury programu SOLVER są napisane w języku FORTRAN 77, natomiast wszystkie pozostałe moduły - w języku C (standard firmy Microsoft).

Moduły: SEGMENT STERUJĄCY, EDYTOR (z raportowaniem roboczym) i GENERATOR ZADANIA LP tworzą jeden program wykonywalny LAN.EXE.

Program ten komunikuje się z pozostałymi programami wykonywalnymi, tj SOLVER I RAPORT, za pośrednictwem, odpowiednio, zbiorów:

- niesformatowanych (binarnych), zawierających parametry zadania programowania liniowego i wyniki optymalizacji,
- sformatowanych, zawierających dane pierwotne i zmodyfikowane, scenariusze oraz wyniki optymalizacji.

Pakiet jest przygotowany do pracy konwersacyjnej, wybór opcji następuje poprzez menu kilku poziomów, jest przyjazny dla użytkownika.

5. Przykłady

W obiekcie Stara Notec II ujęcie 2 nawadnia 4 łąny, sieć wodna składa się z 5 odcinków doprowadzalników. Dla łąnów 1 i 3 $h_3=50\text{cm}$, $h_{\text{opt}}=35\text{cm}$; dla łąnów 2 i 4 $h_3=60\text{cm}$, $h_{\text{opt}}=40\text{cm}$. Powierzchnie łąnów są równe 46.4, 47.9, 65.6 i 6.4 ha. Droga nawadniania łąnu 1 ma długość 3500m, łąnu 2 - 3000m, łąnu 3 - 1800m i łąnu 4 - 700m.

Optymalizujemy wg kryterium I (minimalizacja sumy ważonej).

Zakładamy, że $h_{\text{pom}} = h_3$ i $h_{\text{asp}} = h_{\text{opt}}$.

Napięcie przepływu na ujęciu jest równe połowie potrzebnemu na całkowite nawodnienie zgodnie z powyższymi wymaganiami.

Przykład 1

Wagi są równe liczbie pokosów.

- Analiza wyników:

Łąny nienawodnione ($h_{\text{opt}} = h_{\text{pom}}$): 3.

Łąny nawodnione optymalnie ($h_{\text{opt}} = h_{\text{asp}}$): 1.4.

Łąny częściowo nawodnione ($h_{\text{asp}} < h_{\text{opt}} < h_{\text{pom}}$): 2.

Nienawodniony pozostaje łan największy (3). Łan najdalszy (1) jest nawodniony optymalnie, lepiej niż łan (2) leżący bliżej; oba one mają mniej więcej jednakową powierzchnię, różnią się natomiast kompleksami wilgotnościowo-glebowymi.

Przykład 2

Wagi są równe ilości trawy otrzymywanej z łanu.

- Analiza wyników:

Łany nienawodnione ($h_{opt} = h_{pom}$): 2, 4.

Łany nawodnione optymalnie ($h_{opt} = h_{asp}$): 3.

Łany częściowo nawodnione ($h_{asp} < h_{opt} < h_{pom}$): 1.

Wyniki tu różnią się istotnie od wyników w przykładzie 1. Łan największy jest nawodniony optymalnie, natomiast nienawodnione pozostają łany 2 i 4 (na ich nawodnienie potrzeba więcej wody niż na łany 1 i 3).

Powyższe przykłady pokazują jak ważne jest ustalenie odpowiedniej funkcji celu przez użytkownika.

6. Zastosowanie modelu

Model może stanowić narzędzie pomocnicze, ułatwiające podejmowanie decyzji dotyczących nawodnień dużych kompleksów łąk. Może on być stosowany dla każdego kompleksu łąk, dla którego zostaną zebrane dane wykorzystywane przez model. Ponieważ zbiór danych nie jest istotnie różny od zbioru danych wymaganych do stosowania instrukcji eksploatacji techniczno-rolniczej Brzozowskiego i Łojka (1985), dostępność danych nie będzie przeszkodą w stosowaniu modelu. Oprogramowanie może być eksploatowane na komputerze osobistym kompatybilnym z IBM PC.

Model ma usprawniać proces podejmowania decyzji w zakresie nawodnień przez kompetentne osoby. Można wskazać dwa typowe sposoby wykorzystywania tego rodzaju modeli :

1. Poszukiwanie racjonalnego sposobu wykorzystania danych zasobów dyspozycyjnych. Wtedy dla określonych zasobów (czyli natężeń przepływu na wlotach wybranych kanałów) poszukuje się takich poziomów osuszenia w poszczególnych łanach, które można uznać za optymalne.

2. Można poszukiwać rozwiązania tzw. demand-oriented. Zakłada się wówczas, że zasoby dyspozycyjne są nieograniczone i poszukuje rozwiązania, które zapewnia optimum w sensie wybranego kryterium. Wykorzystywanie modelu w taki sposób umożliwia określenie zasobów, które są niezbędne do osiągnięcia zadanego celu (może nim być np. zapewnienie danych poziomów osuszenia we wszystkich łanach lub wybranej grupie łanów).

Proponowany w tej pracy model odzwierciedla podejście opisane w pracy Brzozowskiego i Łojka (1985). Rozszerza on możliwości podane w tej instrukcji zgodnie z postulatami praktyków, co pozwala sądzić, iż zostanie z powodzeniem wdrożony. Dotychczas w praktyce melioracyjnej w Polsce nie były stosowane modele komputerowe dla podejmowania decyzji operacyjnych w zakresie nawodnień dużych kompleksów łąk. Przedstawiony tutaj pakiet programów można więc traktować jako pilotowy. Będzie on, w miarę możliwości, modyfikowany stosownie do sugestii użytkowników.

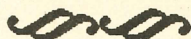
Należy podkreślić, że celem pracy nie było zbudowanie szczegółowego modelu teoretycznego nawodnień dla łanu lub kompleksu łąk. Założenia dotyczące modelu uzasadniono w oparciu o

praktyczny cel pracy oraz dane dostępne w chwili opracowywania pakietu.

7. Wykaz literatury

1. Altman A., Gondzio J., Petriczek G., Uhrynowski Z. (1988) Pakiet programów do komputerowego wspomagania procesów decyzyjnych związanych z nawadnianiem kompleksu łąk, Opracowanie wewnętrzne IBS PAN, ZTSW/3-51.
2. Altman A., Gondzio J. (1989) Symulacyjny model nawadniania kompleksu łąk (podstawy teoretyczne), opracowanie wewnętrzne IBS PAN ZTSW/1/51/CPBR.10.8.8.4
3. Brzozowski J., Łojek W. (1985) Modelowa instrukcja eksploatacji techniczno-rolniczej łąk Łabiszyńsko-Bydgoskich, WZIR, Bydgoszcz .
4. Malinowski B. (1987) Uzupełniające dane do modelu dla wspomaganie decyzji związanych z nawadnianiem kompleksu łąk, maszynopis, WZIR Bydgoszcz.
5. Podstawy melioracji rolnych, red. P.Prochal (1986) PWRiL Warszawa
6. Szajda J., Olszta W., Nazaruk G. - Wstępna instrukcja prognozowania nawodnień podsiąkowych w warunkach płytkiego zalegania poziomu wody gruntowej, maszynopis IMUZ o/Lublin, 1988.
7. Zawadzki S., Olszta W. (1981) Przykłady wykorzystania badań retencji gleb do gospodarowania wodą na zmeliorowanych obiektach w dolinie rzeki Zarnicy, Wiadomości IMUZ tom XIV z.2.

Zarząd
Polskiego Towarzystwa Badań Operacyjnych i Systemowych



Prezes

prof.dr hab.inż. Andrzej Straszak
Instytut Badań Systemowych PAN

Wiceprezes

prof.dr hab.inż. Jan Stasiński
Wojskowa Akademia Techniczna

Wiceprezes

prof.dr hab.inż. Stanisław Piasecki
Instytut Badań Systemowych PAN

Sekretarz generalny

dr inż. Zbigniew Nahorski
Instytut Badań Systemowych PAN

Sekretarz

dr inż. Jarosław Sikorski
Instytut Badań Systemowych PAN

Skarbnik

dr inż. Andrzej Kałużko
Instytut Badań Systemowych PAN

Członkowie

prof.dr hab. Jerzy Kisielnicki
Wydział Zarządzania UW

doc.dr hab.inż. Bohdan Korzan
Wojskowa Akademia Techniczna

doc.dr hab.inż. Jan Stachowicz
Zakład Nauk Zarządzania PAN

doc.dr hab.inż. Maciej Sysło
Instytut Informatyki UW.

Komisja rewizyjna

PRZEWODNICZĄCY

dr Władysław Świtalski
Katedra Cybernetyki i Badań Operacyjnych UW

CZŁONKOWIE

dr inż. Janusz Kacprzyk
Instytut Badań Systemowych PAN

dr inż. Marek Malarski
Instytut Transportu PW

doc.dr hab. Henryk Sroka
Akademia Ekonomiczna w Katowicach

dr inż. Leon Słomiński
Instytut Badań Systemowych PAN

IBS Kauf.

41284/
II

IBS