Piotr Tatjewski

PRACE BADAWCZE
profesora Władysława Findeisena
(1926-2023)

Uroczyste posiedzenie Wydziału IV Nauk Technicznych PAN związane ze 100-leciem urodzin prof. Władysława Findeisena



Profesor Władysław Findeisen

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki
i Technik Informacyjnych

2026 - setna rocznica urodzin prof. Władysława Findeisena

Początki kariery akademickiej, naukowej

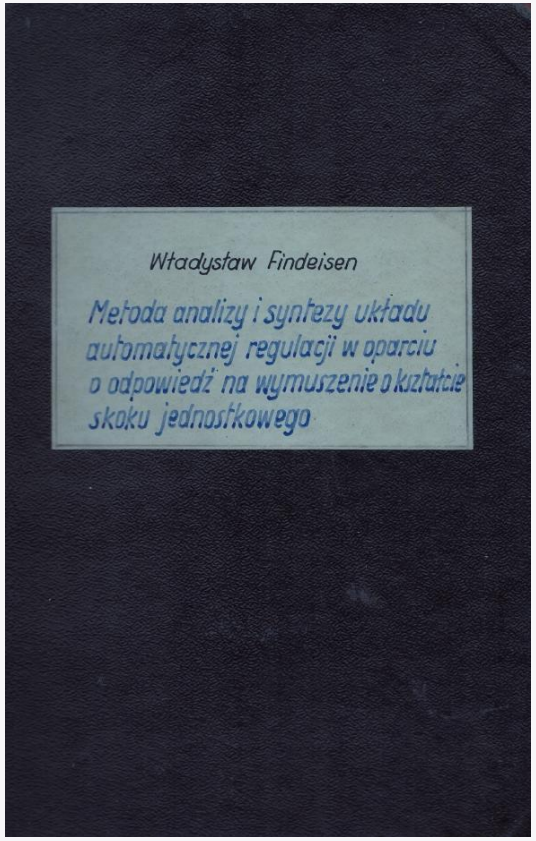
- **asystent** w Katedrze Miernictwa Elektrycznego (1948, jeszcze w czasie studiów, ukończonych w 1949 r.),

  asystent w Katedrze Techniki Łączenia (1949–1951)

- **studia aspiranckie (doktoranckie)** na Wydziale Łączności PW (1951-1954), zakończone **rozprawą doktorską**:

  „Metoda analizy i syntezy układu automatycznej regulacji w oparciu o odpowiedź na wymuszenie o kształcie skoku jednostkowego” (promotor prof. St. Kuhn)

  Publikacja oparta na wynikach rozprawy w Zeszytach Naukowych PW „Elektryka” Nr 13, 1956.



Dwa zasadnicze obszary i okresy zainteresowań i działalności naukowo-badawczej Profesora:

Do ok. 1967 roku:

Metody analizy i syntezy układów automatycznej regulacji

Od ok. 1967 roku:

Struktury i algorytmy optymalizacji i sterowania złożonych systemów, w szczególności zagadnienia :

- sterowania w strukturze warstwowej (wielopoziomowej),
- metod dekompozycji i koordynacji w zadaniach optymalizacji złożonych systemów
- metod dekompozycji i koordynacji w sterowaniu złożonych systemów (w obecności zakłóceń)

Metody analizy, syntezy, konstrukcji układów automatycznej regulacji

KSIĄŻKI

- W. Findeisen, **Regulatory i serwomechanizmy** (elektryczne), 1961, PWN.
- W. Findeisen, **Technika regulacji automatycznej**, 1965, PWN (wyd. 2 zmienione 1978, PWN)

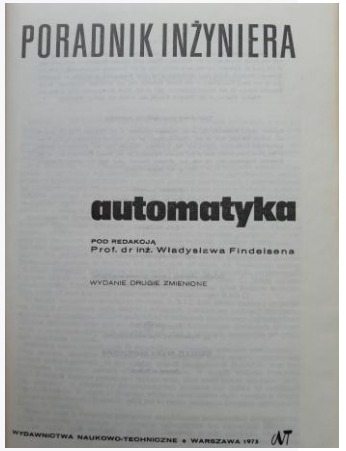
TŁUMACZENIA

- G.S. Brown i D.P. Campbell, **Zasady serwomechanizmów** : dynamika zamkniętych układów sterowania, 1957, PWN, 400 s.
- A. Feldbaum, **Układy elektryczne regulacji automatycznej**, 1958, PWT, 767 s.

REDAKCJE

- **Encyklopedia Techniki** - Tom Automatyka, W. Findeisen, H. Leśkiewicz, S. Węgrzyn (red.), 1972, WNT, 588 s.
- **Poradnik inżyniera, Automatyka**, W. Findeisen (red.), 1973, WNT, 1123 s





Struktury, własności i algorytmy sterowania warstwowego, optymalizacji wielopoziomowej i sterowania złożonymi systemami

Inspiracje dla zainteresowania się tą tematyką:

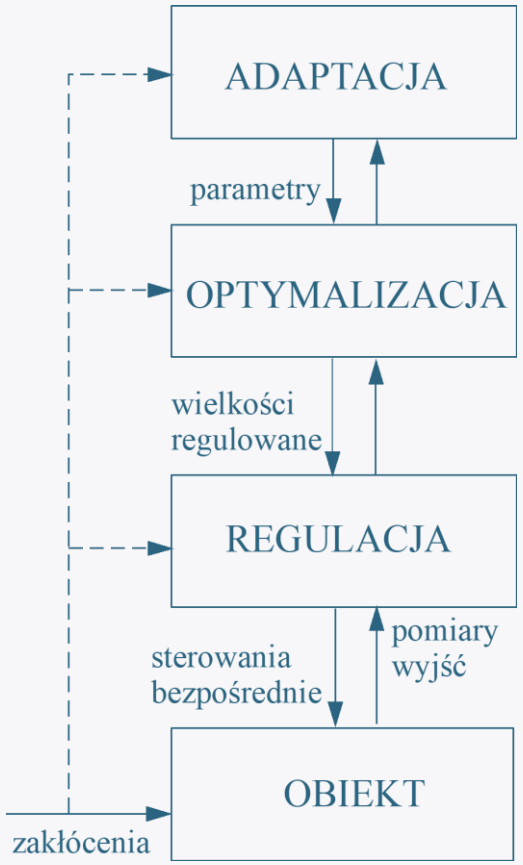
- staż naukowy w **Case Western Reserve Uniwersity w Cleveland**, USA, w roku akad. 1966/1967 (na zaproszenie prof. Steve'a Kahne). Profesor poznał wtedy m.in. prof. Lefkowitz'a i prof. Mesarowic'a, czołowych badaczy zajmujących się tą tematyką.

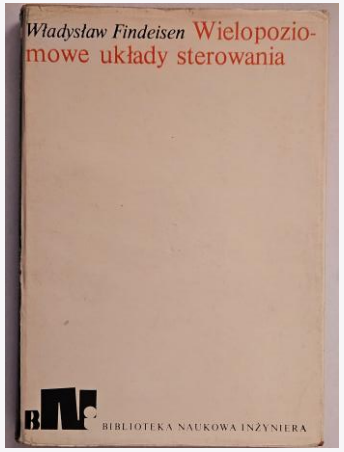
Wpływ miały też prace nad optymalizacją i sterowaniem procesami produkcji cukru oraz produkcji aluminium:

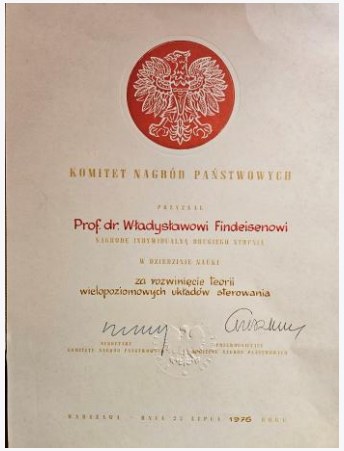
- Findeisen Władysław, Pułaczewski Jerzy, Manitius Andrzej, **Multilevel optimization and dynamic coordination of mass flows in a beet sugar plant**, *Automatica*, 1970, vol. 6, nr 4, s.581-589.
- Findeisen Władysław, Szymanowski Jacek, Pułaczewski Jerzy [i in.], **Two-Level Optimization of the Ammonium Alum Processes in the Aluminum Oxide Production**, *IFAC Proceedings Volumes*, 1972, vol. 5, nr 1, s.140-151.

Zagadnienia sterowania w strukturze warstwowej

- podział czynności sterowania
- wybór wielkości regulowanych (wartości zadanych)
- wybór wskaźników regulacji
- struktury układów optymalizacji (statycznej, dynamicznej)
- kryteria adaptacji modeli







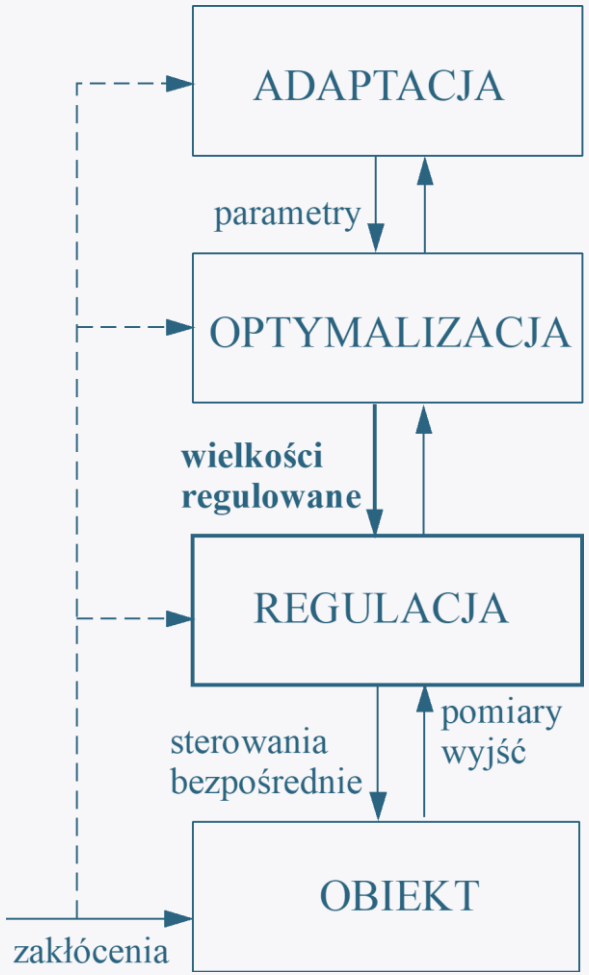
Zagadnienia wyboru wielkości regulowanych

Kryteria wyboru wielkości regulowanych
(wartości zadanych dla regulacji):

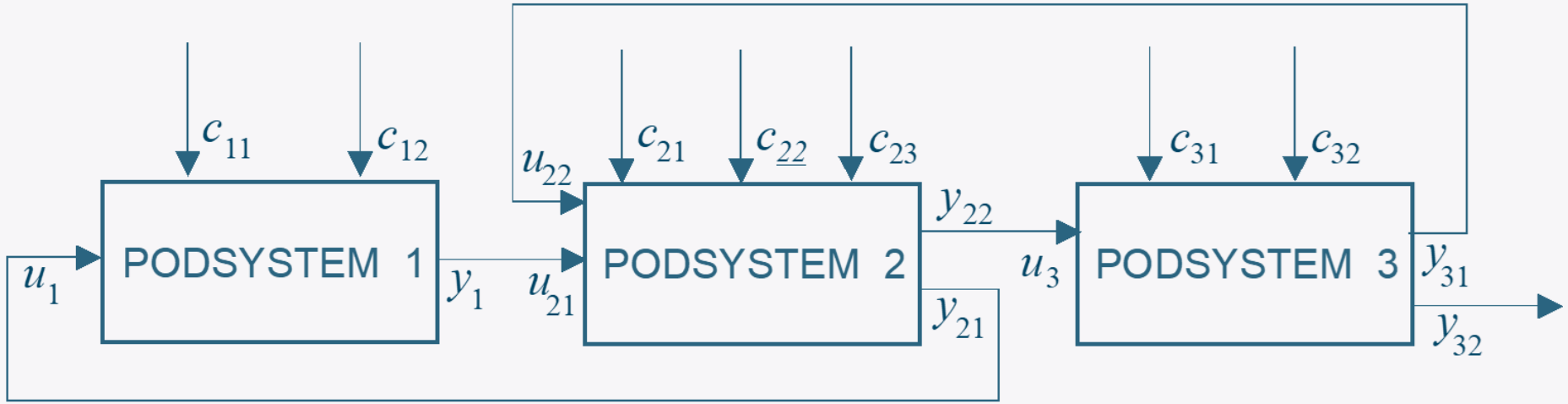
- Warunek konieczny wyboru wielkości regulowanych (warunek jednoznaczności)
- Wybór wielkości regulowanych minimalizujący wpływ zakłóceń (warunki inwariantności)
- Optymalny wybór wielkości regulowanych

Cechy układu dwuwarstwowego:

- poziom niezawodności,
- wrażliwość na zakłócenia,
- częstotliwość interwencji



Metody dekompozycji i koordynacji w zadaniach optymalizacji złożonych systemów



PRZYKŁAD STRUKTURY SYSTEMU ZŁOŻONEGO

Metody dekompozycji i koordynacji w zadaniach optymalizacji złożonych systemów - zadanie optymalizacji

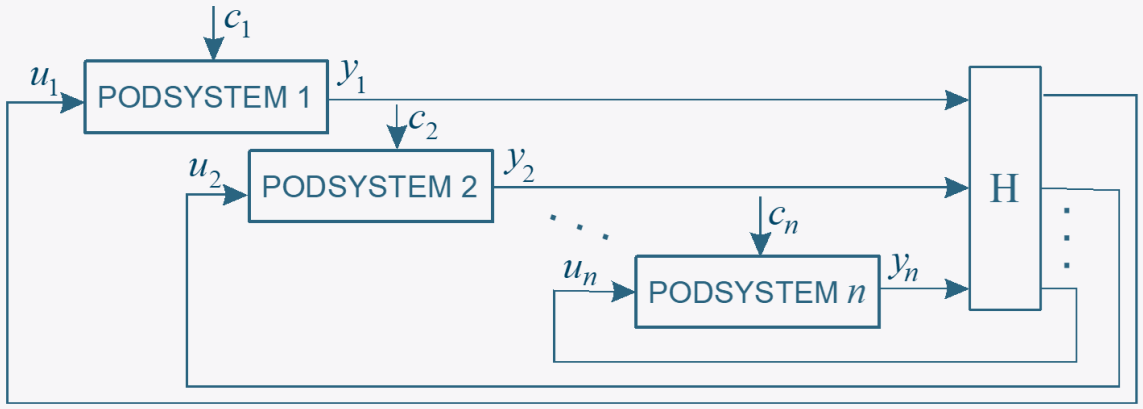
$$\min \Psi(Q_1(c_1, u_1), \ldots, Q_n(c_n, u_n))$$

przy ograniczeniach:

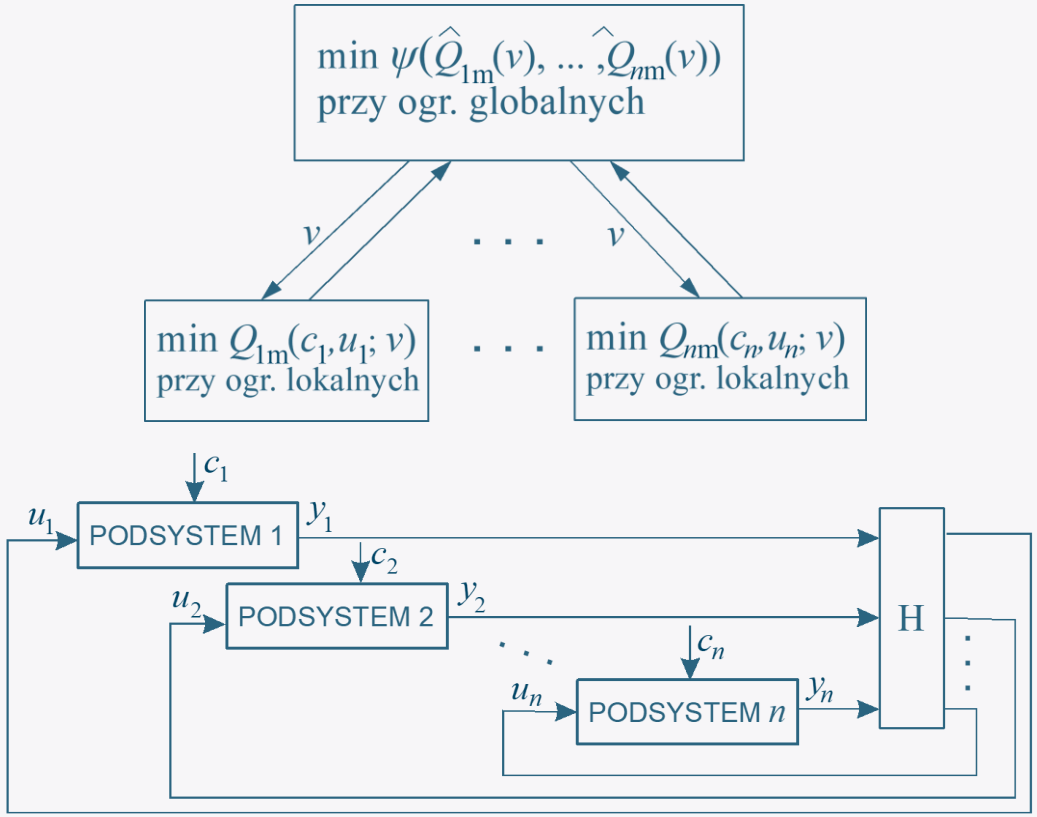
- model podsystemu 1, $(c_1, u_1) \in CU_1$,
- model podsystemu 2, $(c_2, u_2) \in CU_2$,

  . . .
- model podsystemu n, $(c_n, u_n) \in CU_n$,
- równania struktury:

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$



Metody dekompozycji i koordynacji w zadaniach optymalizacji złożonych systemów - struktura optymalizacji wielopoziomowej



Metody dekompozycji i koordynacji w zadaniach optymalizacji złożonych systemów - metody optymalizacji wielopoziomowej

W zależności od natury zmiennych koordynujących opracowano różne metody optymalizacji wielopoziomowej:

- **metoda bezpośrednia** (prymalna)

  W. Findeisen, Parametric Optimization by Primal Method in Multilevel Systems, *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 1968, vol. 4, nr 2, s.155-164.

- **metoda dualna** (metoda cen)

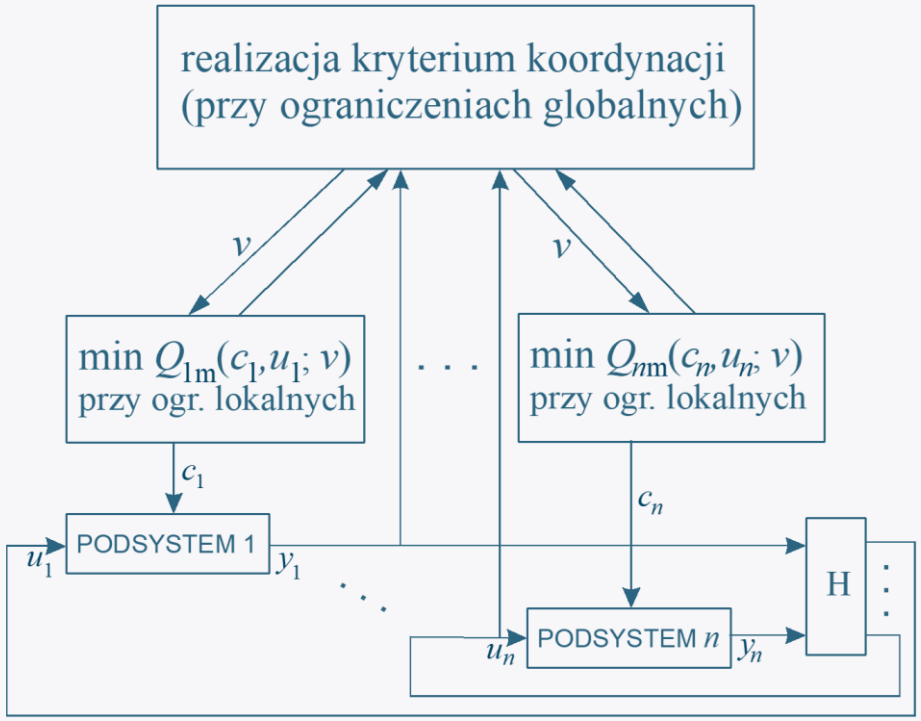
- **metoda funkcji kary** (oryginalnie powstała w zespole Profesora)

W pracach zespołu Profesora rozwinięto teorię tych metod, zbadano ich własności numeryczne na licznych przykładach.

Metody dekompozycji i koordynacji w sterowaniu złożonych systemów (w obecności błędów modelowania, zakłóceń)

Metody koordynacji opracowane w zespole Profesora:

- **Metoda zrównoważenia interakcji** (interaction balance method (IBM))
- **Metoda predykcji interakcji** (interaction prediction method (IPM))



Zespół naukowo-badawczy Profesora

Na początku lat siedemdziesiątych ub. stulecia Profesor zorganizował **zespół badawczy** w składający się z czterech dyplomantów, a następnie doktorantów Profesora. Powstały szybko prace doktorskie z promotorstwem Profesora:

Krzysztof Malinowski
Własności wielopoziomowych metod programowania matematycznego i optymalizacji złożonych systemów (1974)

Mieczysław Brdyś
Teoria hierarchicznych układów sterowania dla złożonych procesów wolnozmiennych (1974)

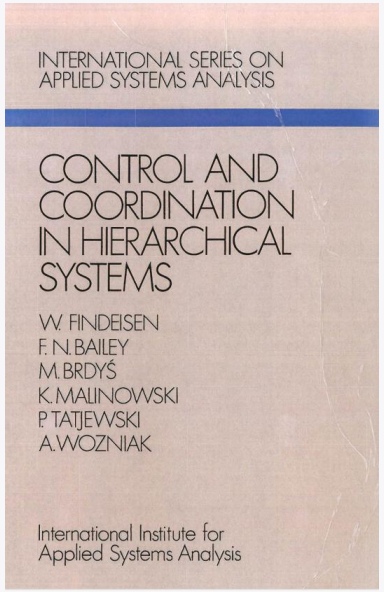
Adam Woźniak
Sterowanie złożonymi systemami i parametryczna metoda koordynacji (1975)

Piotr Tatjewski
Własności wielopoziomowych metod dualnych optymalizacji (1976)

Najważniejsze publikacje prac Zespołu

W. Findeisen, M.A. Brdyś, K. Malinowski, P.Tatjewski, A. Woźniak, **On-line hierarchical control for steady-state systems**. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 1978, vol. 23, nr 2, s.189-208.

W. Findeisen, F.N. Bailey, M. Brdyś, K. Malinowski, P.Tatjewski, A. Woźniak, **Control and Coordination in Hierarchical Systems**, J. Wiley and Sons, Chichester-New York-Brisbane-Toronto, 478 s., 1980.

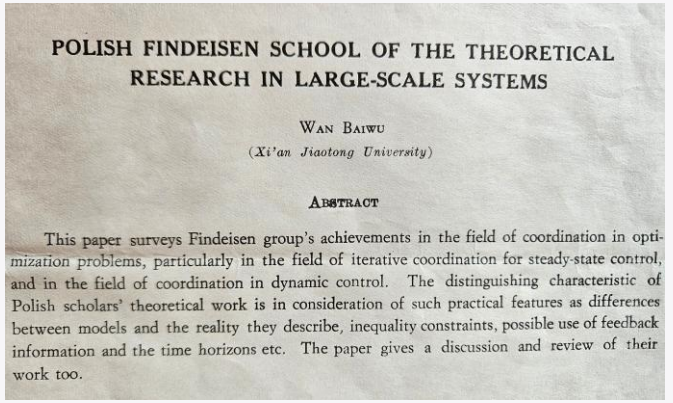


J. Operational Research Society:

Control and Coordination in Hierarchical Systems (1980) by Władysław Findeisen et al. is a seminal monograph on the applied theory of decentralized decision-making. It provides mathematical and structural frameworks for complex, large-scale systems requiring multi-level optimization, coordination algorithms (such as the interaction balance method), and on-line control.

ACTA AUTOMATICA SINICA


大系统理论研究中的波兰 Findeisen 学派


POLISH FINDEISEN SCHOOL OF THE THEORETICAL RESEARCH IN LARGE-SCALE SYSTEMS

WAN BAIWU

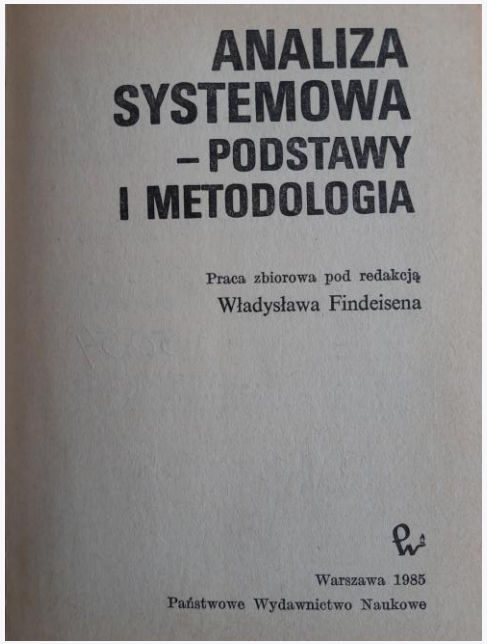
(*Xi'an Jiaotong University*)

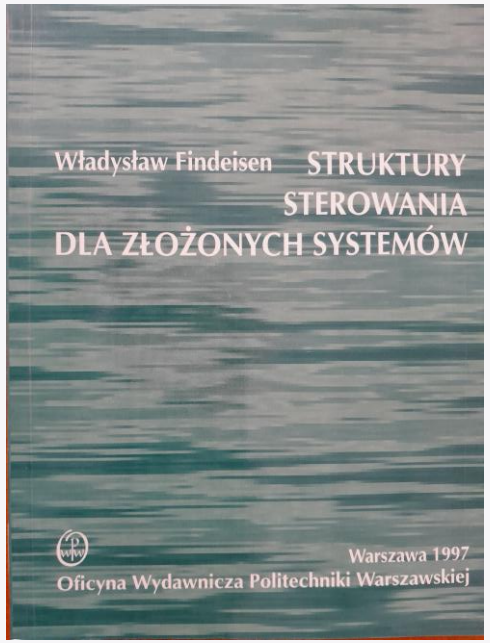
ABSTRACT

This paper surveys Findeisen group's achievements in the field of coordination in optimization problems, particularly in the field of iterative coordination for steady-state control, and in the field of coordination in dynamic control. The distinguishing characteristic of Polish scholars' theoretical work is in consideration of such practical features as differences between models and the reality they describe, inequality constraints, possible use of feedback information and the time horizons etc. The paper gives a discussion and review of their work too.

Późniejsze prace Profesora

W. Findeisen, **Decentralized and hierarchical control under consistency or disagreement of interests**, *Automatica,* 1982, vol. 18, nr 6, s.647-664.





Zastosowania

V. Burton, K. Malinowski (1993). Concurrent simulation of **reactor core dynamics**. *IEE Proceedings-D*, vol. 140, no. 3, str.205-215.

E. Arnold, P. Tatjewski, P. Wołochowicz (1994). Two Methods for Large-Scale Nonlinear Optimization and their Comparison on a Case Study of **Hydropower Optimization**. *Journal of Optimization Theory and Applications* (tom 81, vol. 81, no. 2, str. 2885-2895

E. Niewiadomska-Szynkiewicz, K. Malinowski, A. Karbowski (1996). Predictive methods for real-time control of **flood operation of a multireservoir system**: Methodology and comparative study. *Water Resources Research*, vol. 32, no. 9, str. 2885-2895.

P. Arabas, K. Malinowski (2001). Periodic Coordination in Hierarchical **Air Defense System**. *Int. Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, Vol. 11, no. 2, str. 493 – 513.

K. Malinowski (2002). Optimal **network flow control** and price coordination with feedback: proposal of a new distributed algorithm. *Computer Communications,* vol. 25, str. 1028-1036.

M.A. Brdyś *et al.* (2008). Hierarchical predictive control of integrated **wastewater treatment systems**. *Control Engineering Practice*, vol. 16, no. 6, str. 751-767.

Dziękuję za uwagę

Uroczyste posiedzenie
Wydziału IV Nauk Technicznych
PAN związane ze
100-leciem urodzin
prof. Władysława Findeisena



Prof.. Władysław Findeisen i prof. Piotr Tatjewski w czasie obchodów 50-lecia utworzenia Katedry Automatyki i Telemechaniki