

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Pracownia dyplomowa magisterska
(semestr letni 23/24L)

**Zastosowanie modeli statyki typu Takagi-Sugeno z
następnikami hiperbolicznymi w algorytmach
regulacji predykcyjnej**

Autor:
Wojciech Rogalski

Promotor:
dr hab. inż. Piotr Marusak

Warszawa, 2024

Spis treści

1. Wstęp	2
2. Identyfikacja	3
2.1. Model Hammersteina	3
2.2. Model Wienera	5
3. Porównanie	7
4. DMC	10
5. Podsumowanie	14
Spis rysunków	15

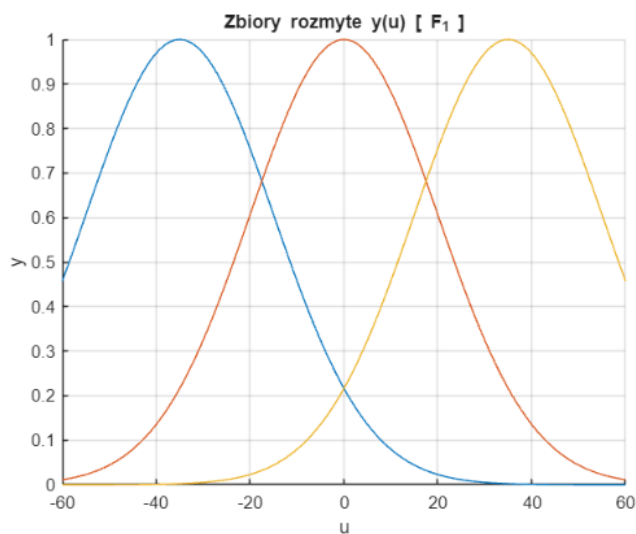
1. Wstęp

W niniejszej pracy skupiono się na narzędziach potrzebnych do realizacji porównania modeli Hammerstaina i Wienera w modelach statyki typu Takagi-Sugeno z następnikami hiperbolicznymi w algorytmach regulacji predykcyjnej. Przedstawiono rozmyty model obiektu zbiorników w kaskadzie oraz algorytm DMC w wersji analitycznej z rzutowaniem na ograniczenia, numerycznej z uwzględnieniem tych ograniczeń oraz algorytmy z pomiarem zakłócenia.

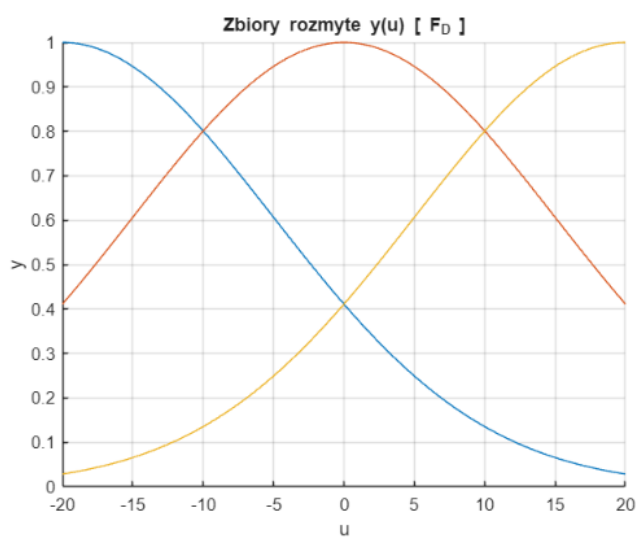
2. Identyfikacja

Zdecydowano się zaprezentować tylko rozmyte modele w wariancie rekurencyjnym, tzn. modele nie korzystają z pomiarów obiektu, a jedynie bazują na wyjściach modelu.

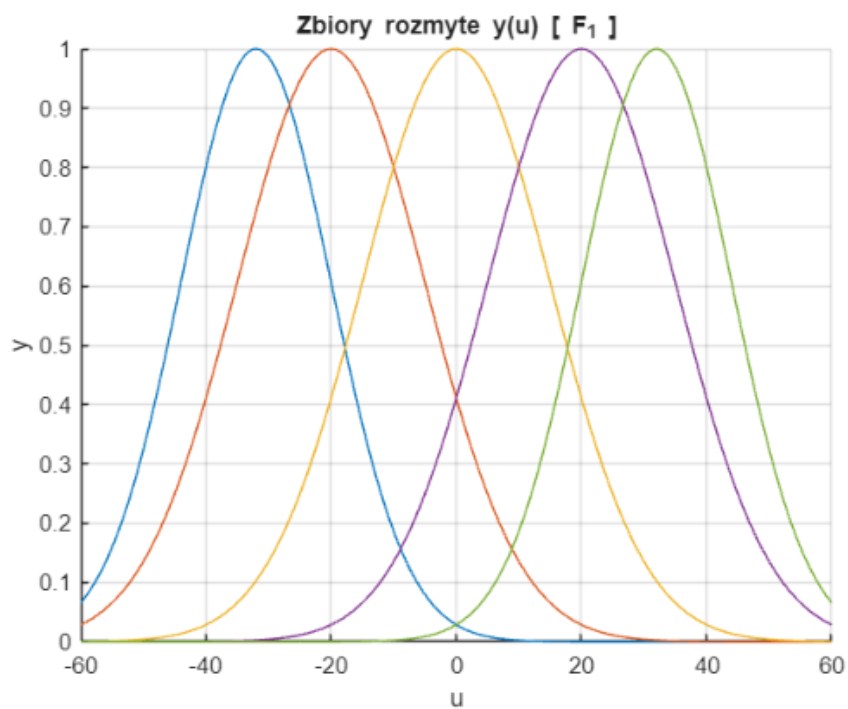
2.1. Model Hammersteina



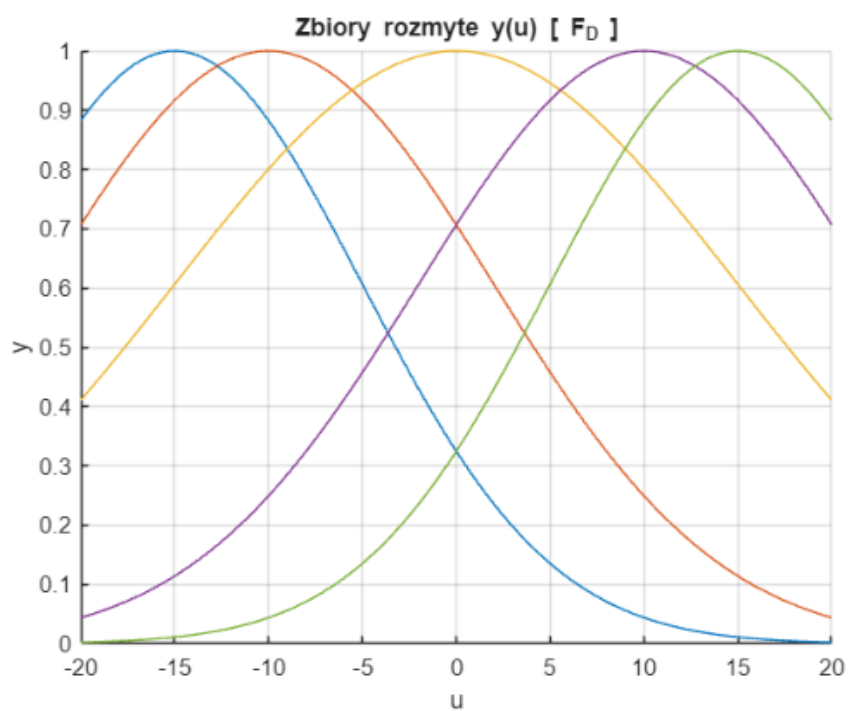
Rys. 2.1: Rozmyte sterowanie F_1 - model Hammersteina, następniki nieliniowe.



Rys. 2.2: Rozmyte zakłócenie F_D - model Hammersteina, następniki nieliniowe.

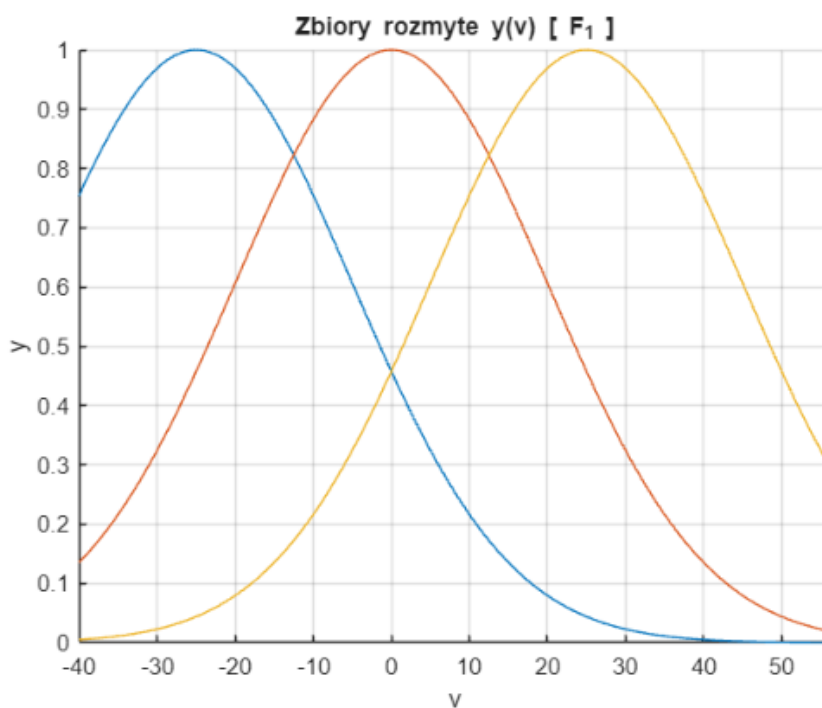


Rys. 2.3: Rozmyte sterowanie F_1 - model Hammersteina, następniki liniowe.

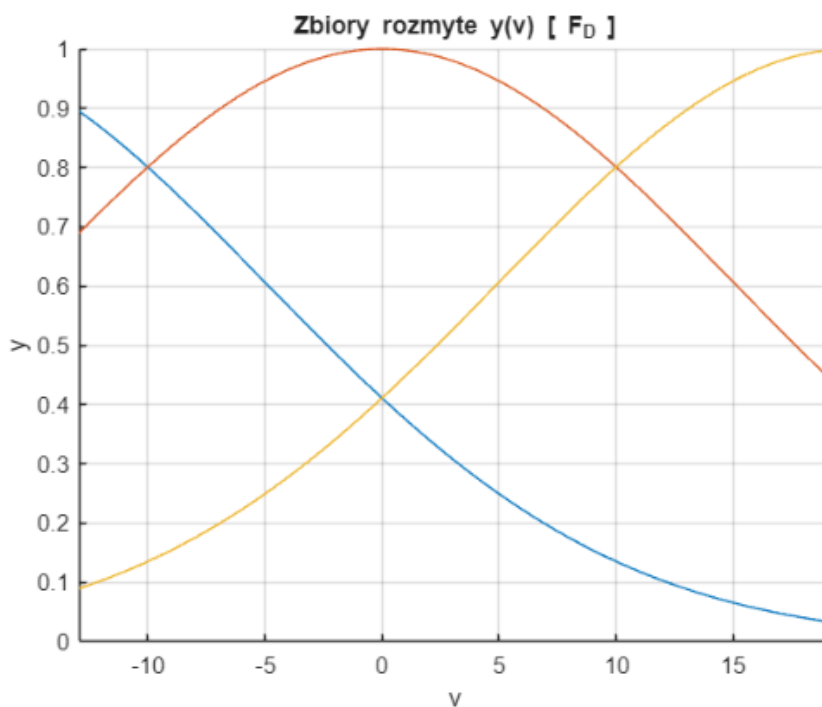


Rys. 2.4: Rozmyte zakłócenie F_D - model Hammersteina, następniki liniowe.

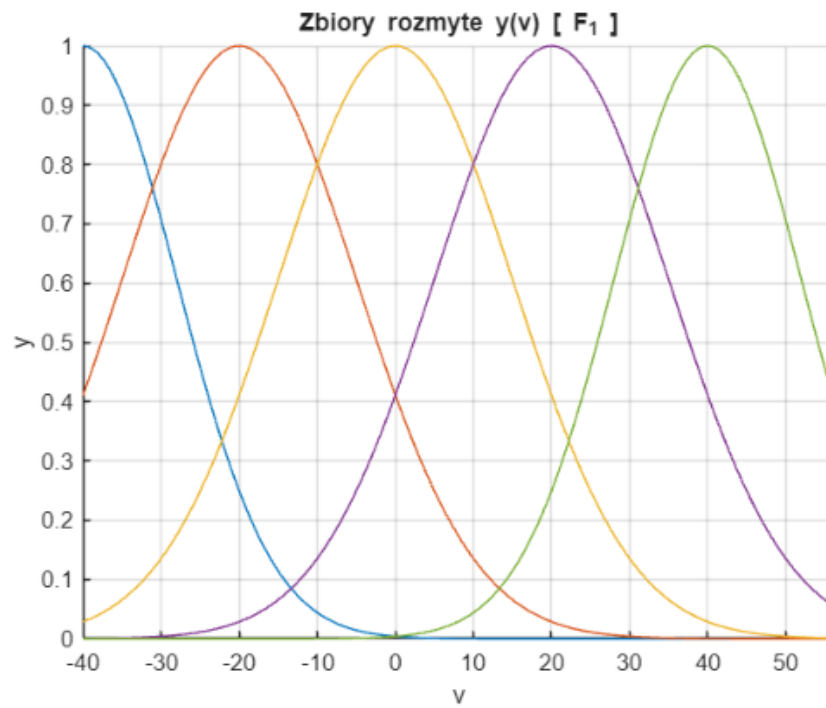
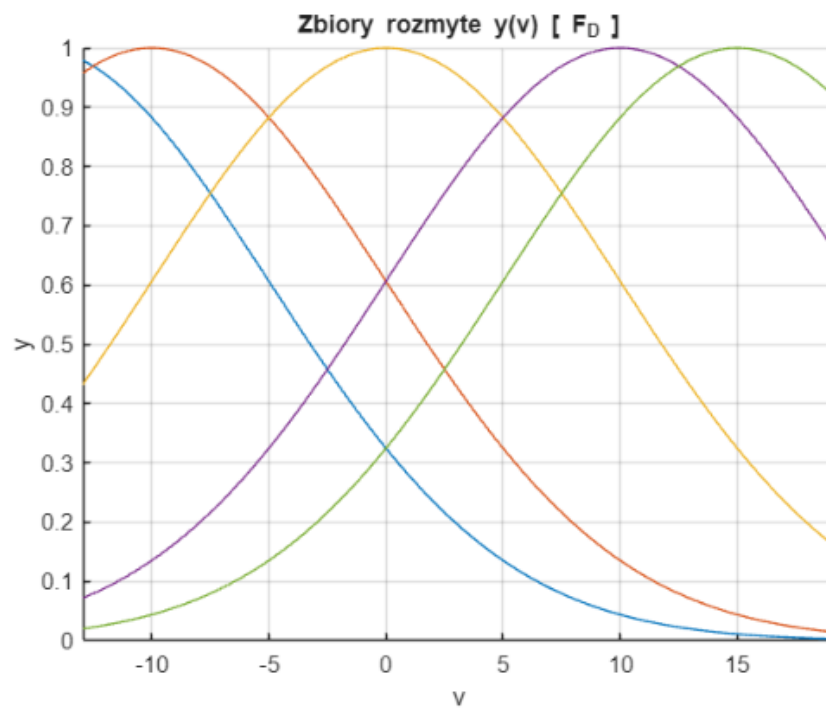
2.2. Model Wienera



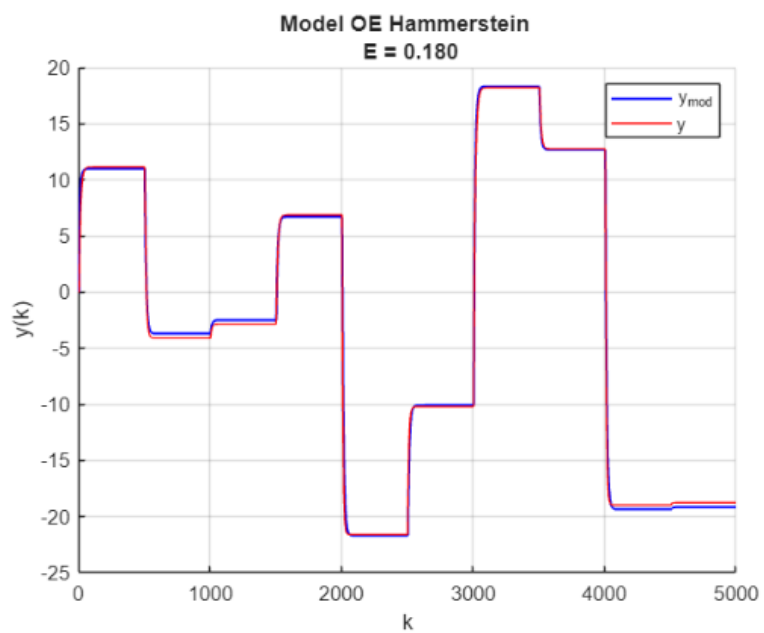
Rys. 2.5: Rozmyte sterowanie F_1 - model Wienera, następniki nieliniowe.



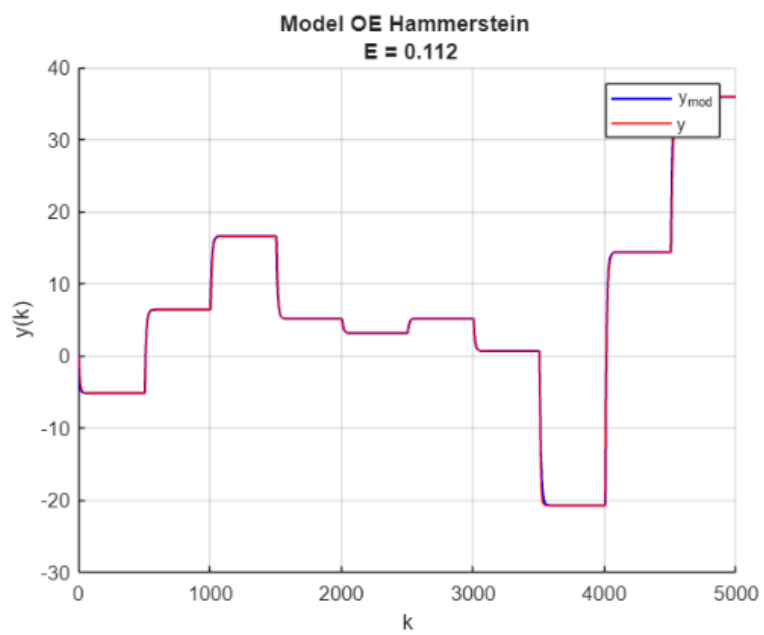
Rys. 2.6: Rozmyte zakłócenie F_D - model Wienera, następniki nieliniowe.

Rys. 2.7: Rozmyte sterowanie F_1 - model Wienera, następniki liniowe.Rys. 2.8: Rozmyte zakłócenie F_D - model Wienera, następniki liniowe.

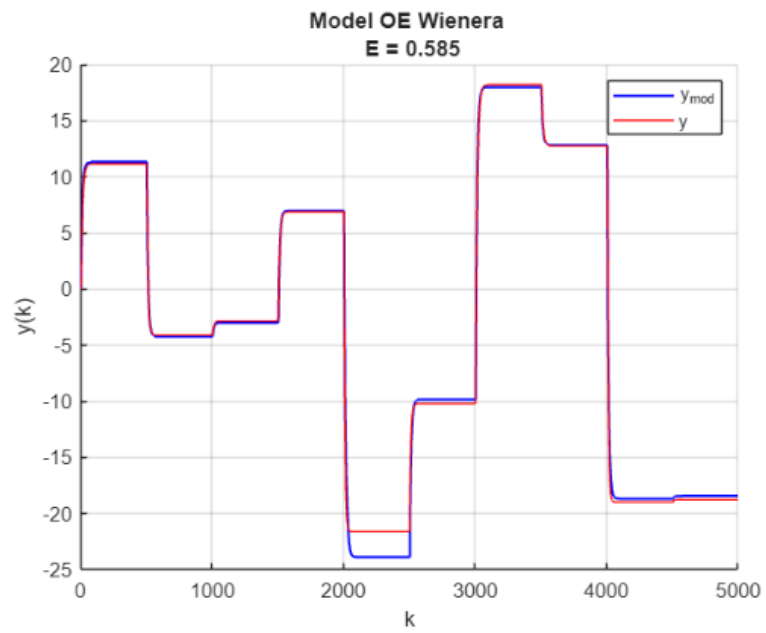
3. Porównanie



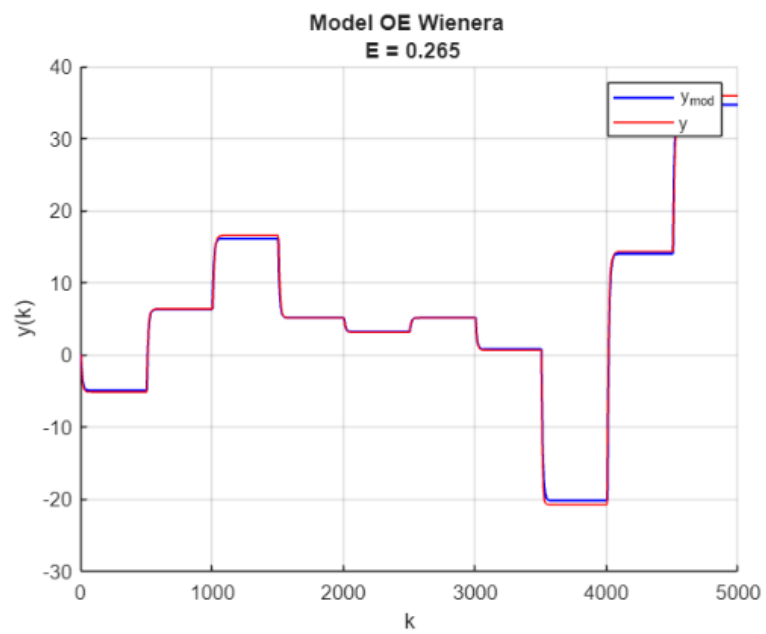
Rys. 3.1: Model Hammersteina - następni nieliniowe..



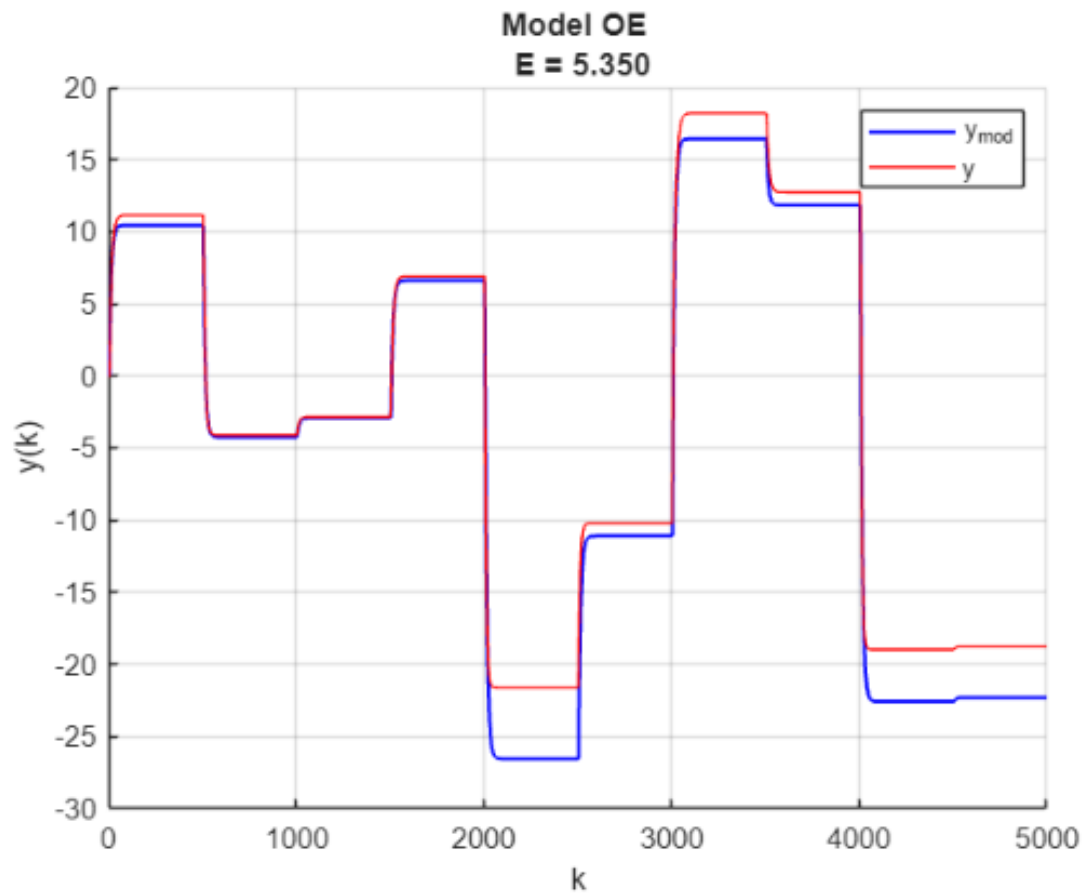
Rys. 3.2: Model Hammersteina - następni liniowe.



Rys. 3.3: Model Wienera - następniki nieliniowe.



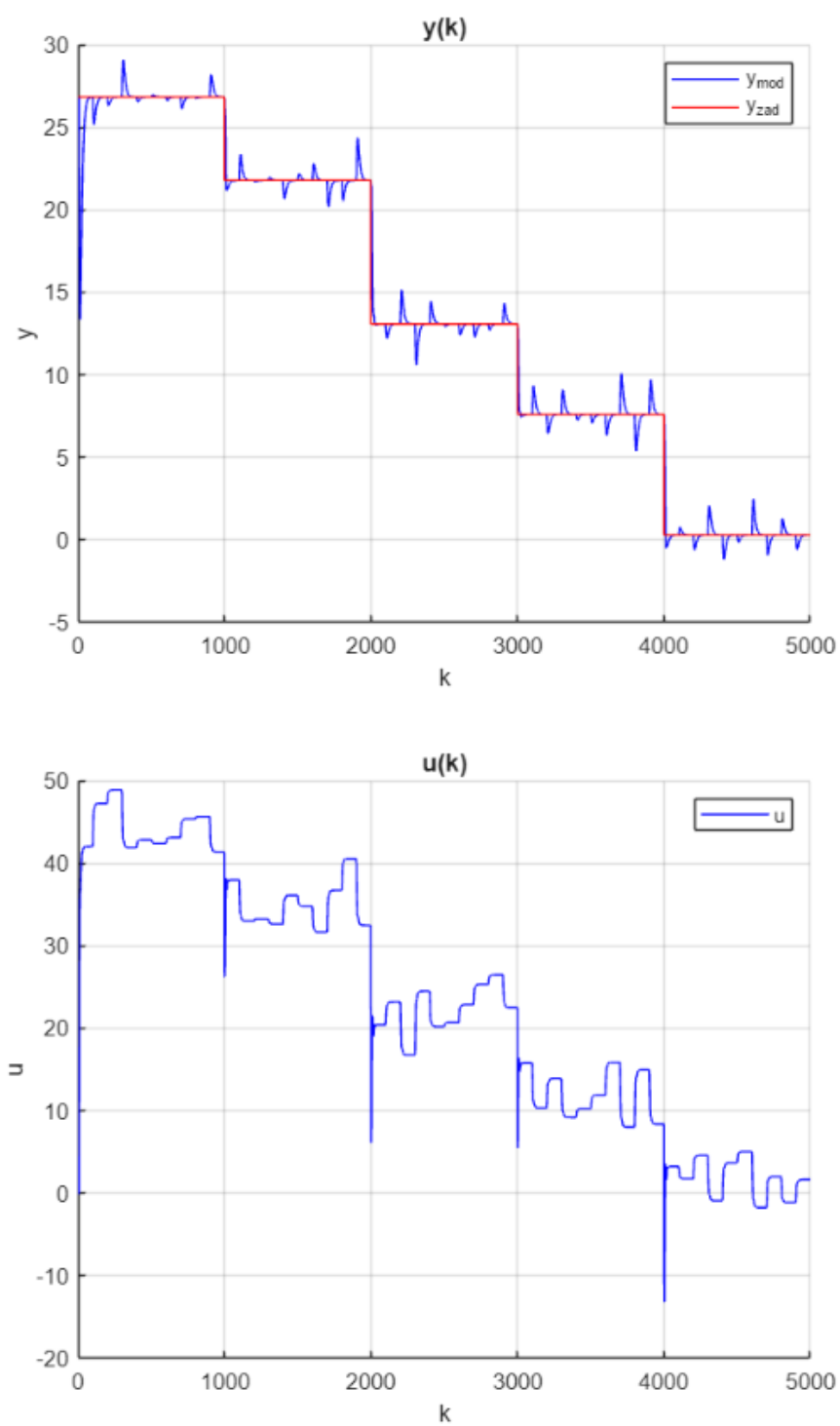
Rys. 3.4: Model Wienera - następniki liniowe.



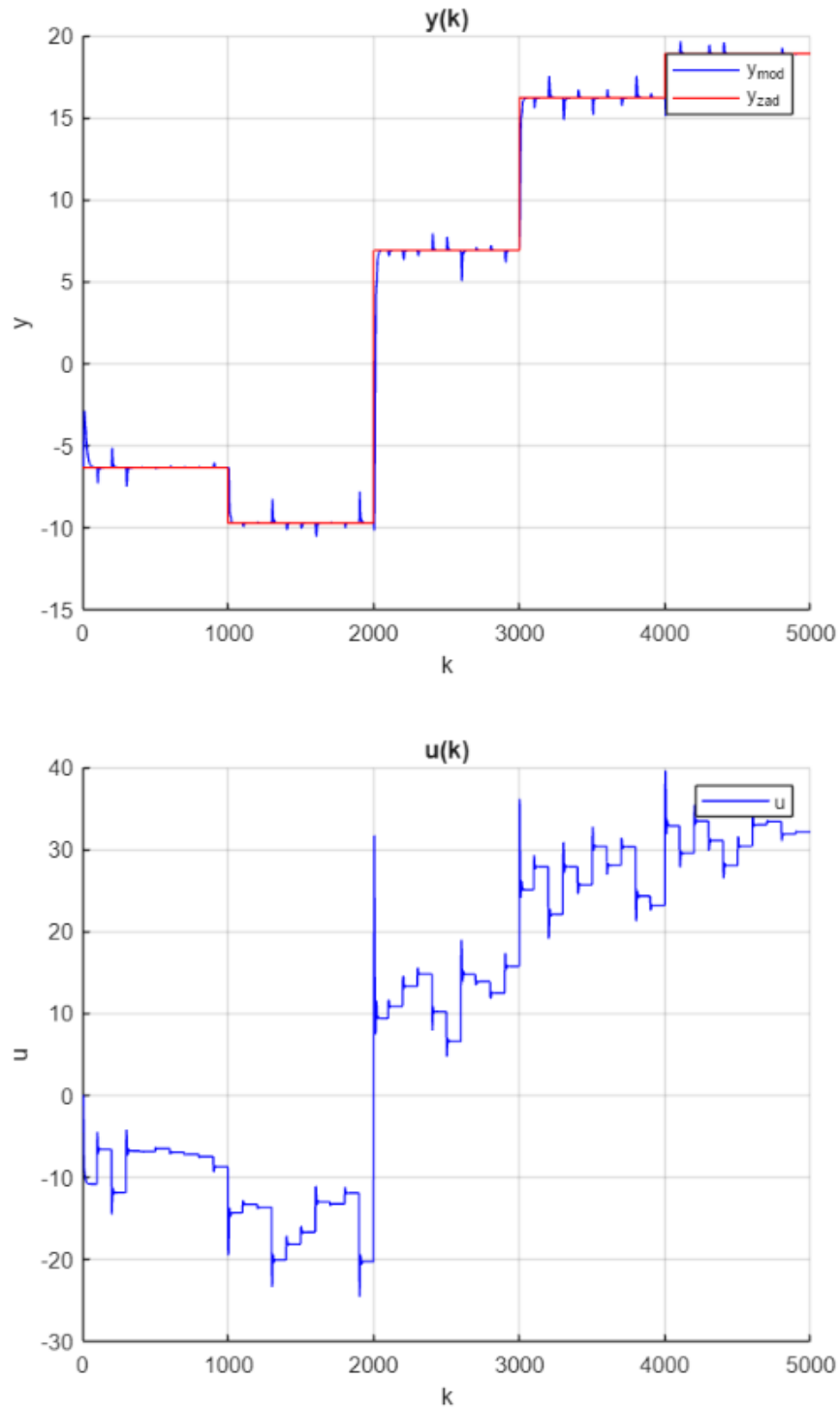
Rys. 3.5: Model liniowy.

Zastosowania modeli zarówno Hammersteina, jak i Wienera przynosi duże korzyści w stosunku do samego modelu liniowego. Natomiast zastosowanie nieliniowych funkcji w następnikach reguł modelu Takagi-Sugeno pozwala zredukować liczbę zbiorów rozmytych nieznacznie tracąc na dokładności.

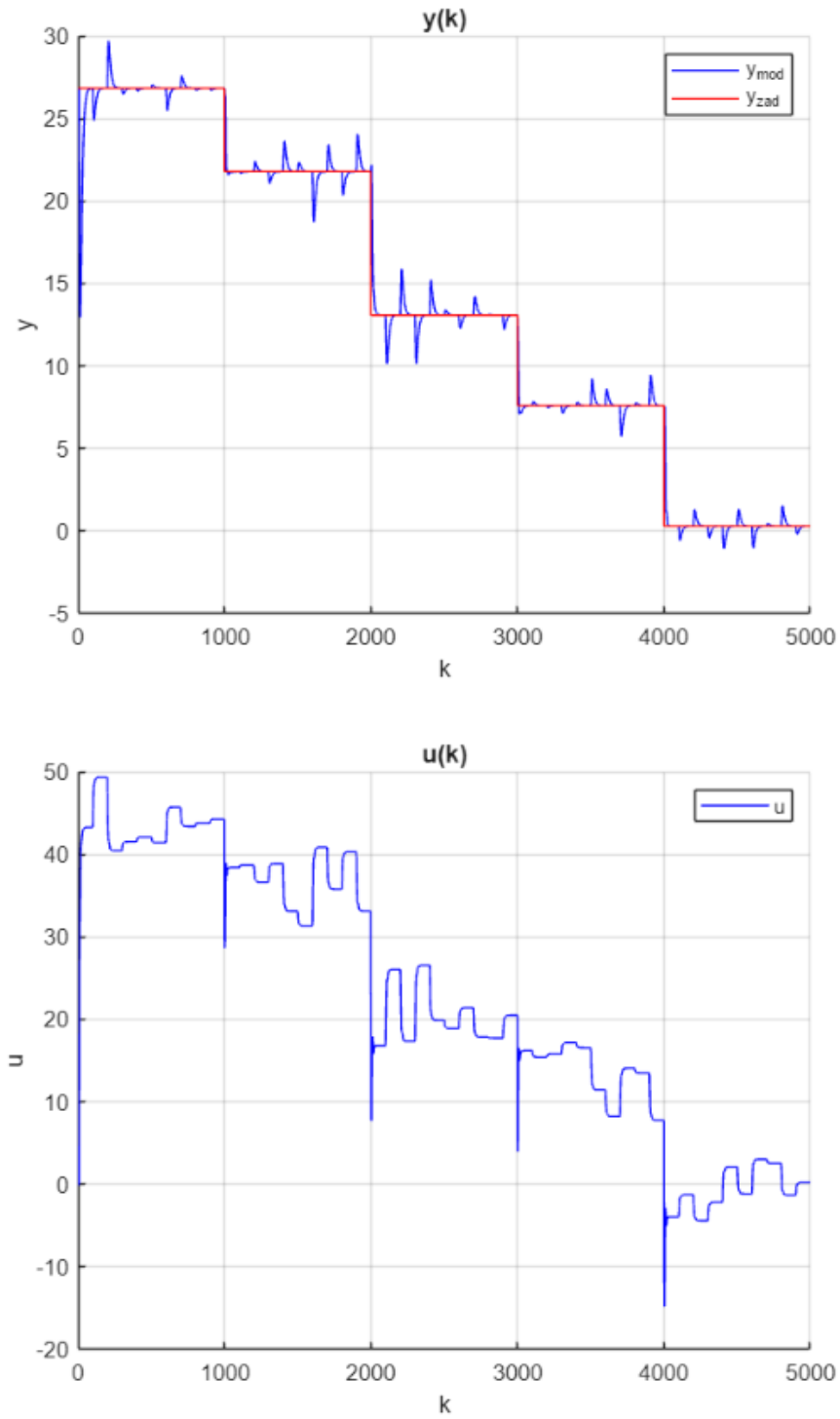
4. DMC



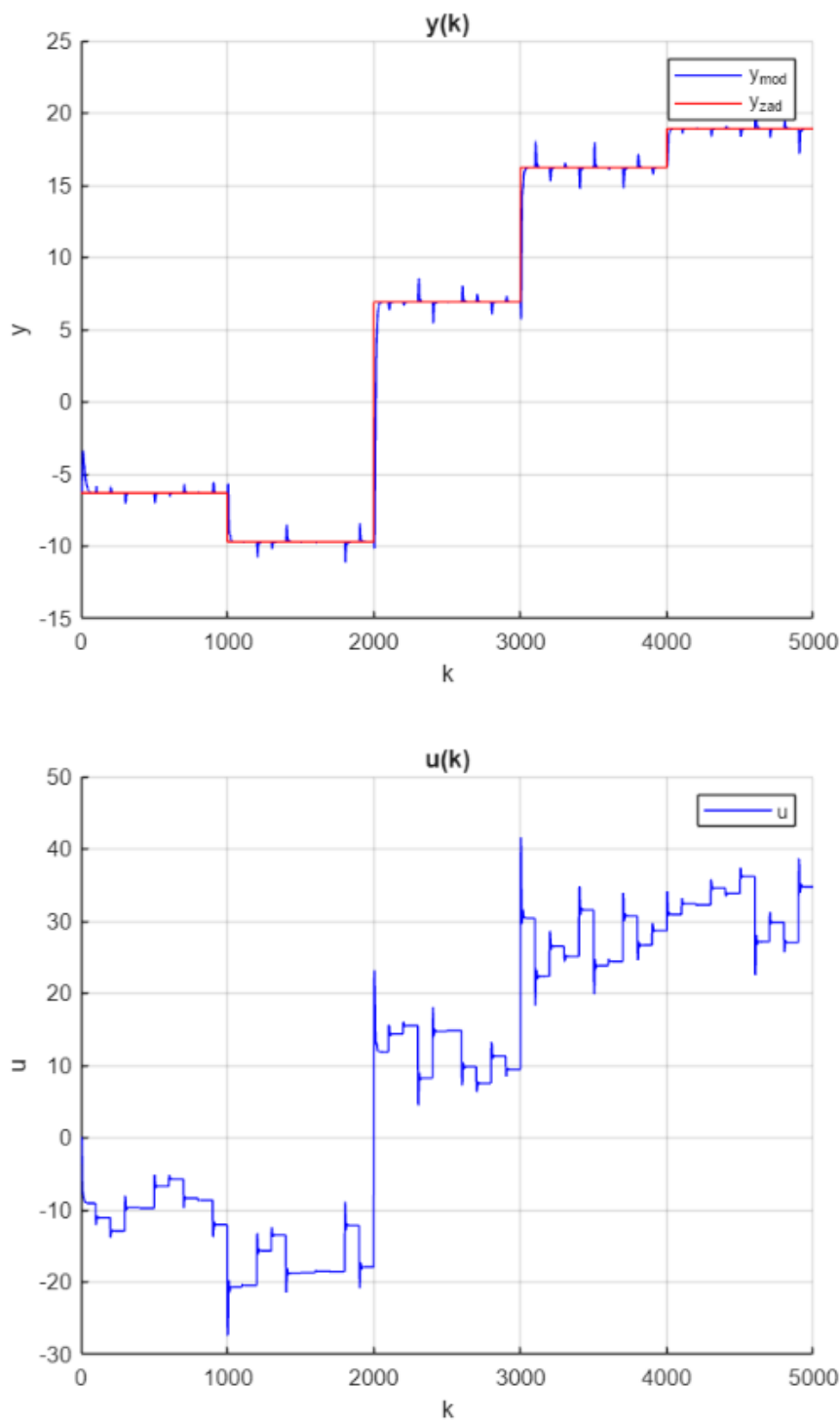
Rys. 4.1: Algorytm analityczny DMC bez pomiaru zakłóceń.



Rys. 4.2: Algorytm analityczny DMC z pomiarem zakłóceń.



Rys. 4.3: Algorytm numeryczny DMC bez pomiaru zakłóceń.



Rys. 4.4: Algorytm numeryczny DMC z pomiarem zakłóceń.

Na podstawie przedstawionych przebiegów można wysnuć następujące wnioski:

- algorytm numeryczny potrafi uwzględnić ograniczenia sygnału sterującego, dzięki temu nie zaobserwowano bardzo dużych przyrostów sterowania
- pomiar zakłóceń zarówno w wersji analitycznej, jak i numerycznej przynosi bardzo duże korzyści w jakości sterowania

5. Podsumowanie

Na obecnym etapie prac udało się zgromadzić część narzędzi potrzebnych do osiągnięcia zamierzonego celu pracy. Udało się między innymi:

- rozmyć model obiektu zbiorników w kaskadzie
- opracować modele Hammersteina i Wienera dla rozmytego modelu zbiorników - zarówno z następnikami liniowymi, jak i nieliniowymi
- zaimplementować algorytm DMC w wersji analitycznej, numerycznej z ograniczeniami oraz z uwzględnieniem zakłóceń

Najbliższy plan pracy zakłada:

- opracowanie algorytmu DMC z sukcesywną linearyzacją oraz nieliniową predykcją
- zebranie odpowiedzi skokowych z rzeczywistego obiektu i przeprowadzenie testów

Spis rysunków

2.1	Rozmyte sterowanie F_1 - model Hammersteina, następniki nieliniowe.	3
2.2	Rozmyte zakłócenie F_D - model Hammersteina, następniki nieliniowe.	3
2.3	Rozmyte sterowanie F_1 - model Hammersteina, następniki liniowe.	4
2.4	Rozmyte zakłócenie F_D - model Hammersteina, następniki liniowe.	4
2.5	Rozmyte sterowanie F_1 - model Wienera, następniki nieliniowe.	5
2.6	Rozmyte zakłócenie F_D - model Wienera, następniki nieliniowe.	5
2.7	Rozmyte sterowanie F_1 - model Wienera, następniki liniowe.	6
2.8	Rozmyte zakłócenie F_D - model Wienera, następniki liniowe.	6
3.1	Model Hammersteina - następniki nieliniowe.. . . .	7
3.2	Model Hammersteina - następniki liniowe.	7
3.3	Model Wienera - następniki nieliniowe.	8
3.4	Model Wienera - następniki liniowe.	8
3.5	Model liniowy.	9
4.1	Algorytm analityczny DMC bez pomiaru zakłóceń.	10
4.2	Algorytm analityczny DMC z pomiarem zakłóceń.	11
4.3	Algorytm numeryczny DMC bez pomiaru zakłóceń.	12
4.4	Algorytm numeryczny DMC z pomiarem zakłóceń.	13