

# Modelowanie i optymalizacja systemów komunikacji radiowej na platformach SDR

---

Monika ZAMŁYŃSKA, Grzegorz DEBITA

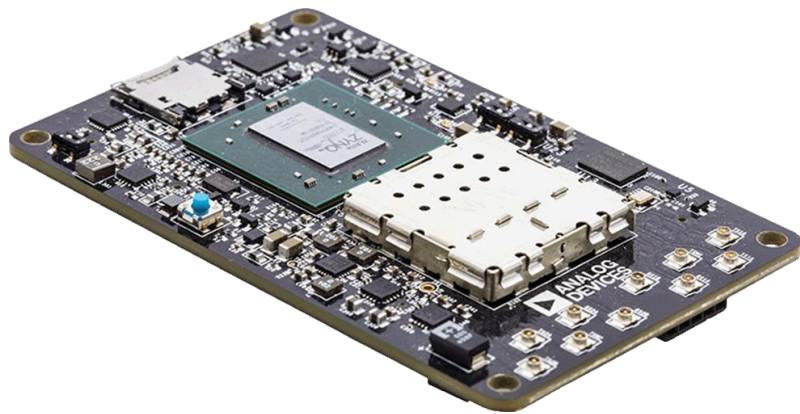
Wydział Zarządzania i Przywództwa  
Katedra Informatyki



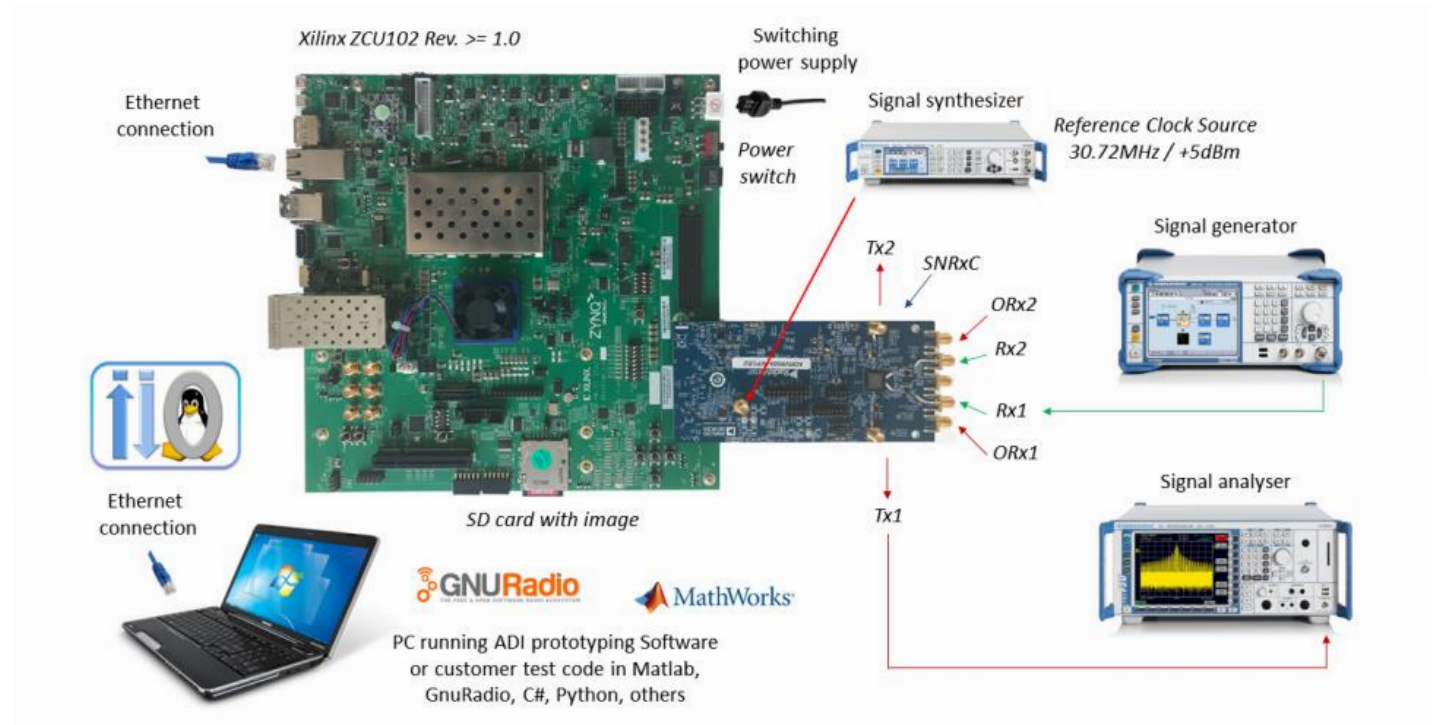
Wrocław, 2024.06.04

# Analiza platform SDR

## ADRV9361



## ADRV9009+ZCU102

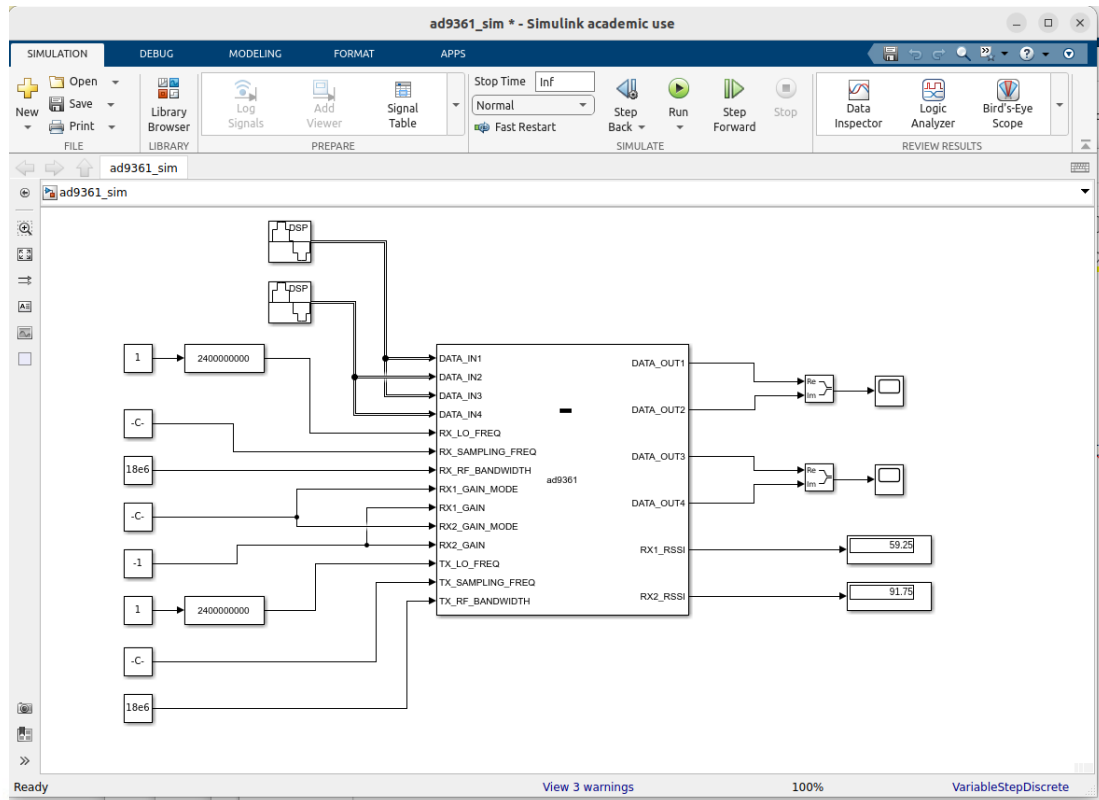


Źródło: Analog Devices, Mathworks

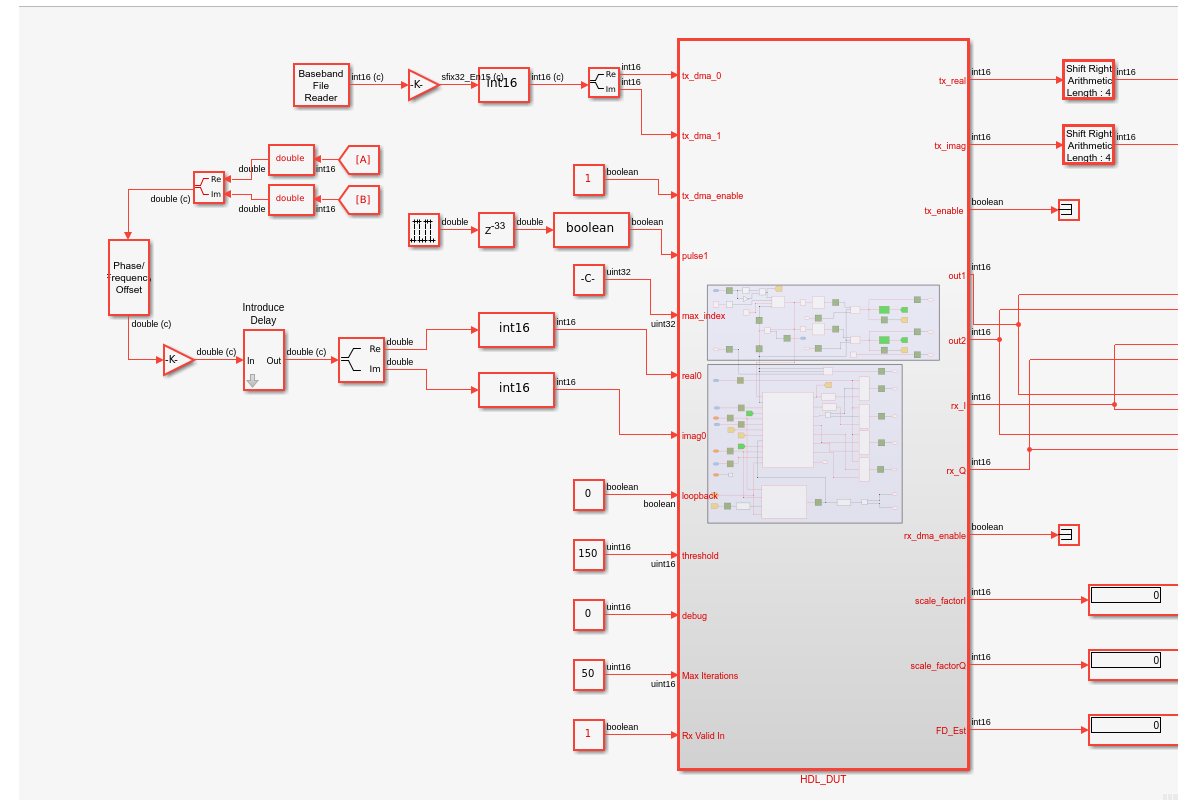


# Analiza platform SDR

## ADRV9361 schemat pracy



## ADRV9009+ZCU102 schemat pracy

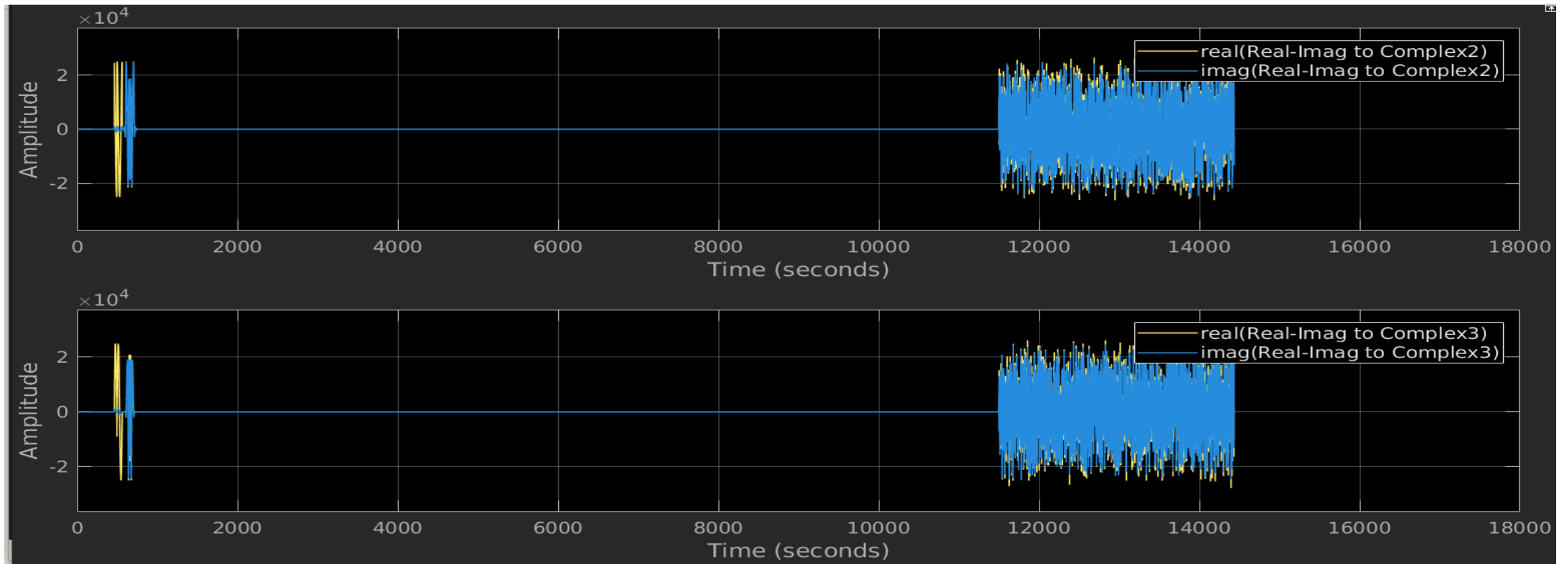


Źródło: Analog Devices, Mathworks i opracowanie własne

# Analiza platform SDR

## ADRV9361 schemat pracy

## ADRV9009+ZCU102 schemat pracy



Running

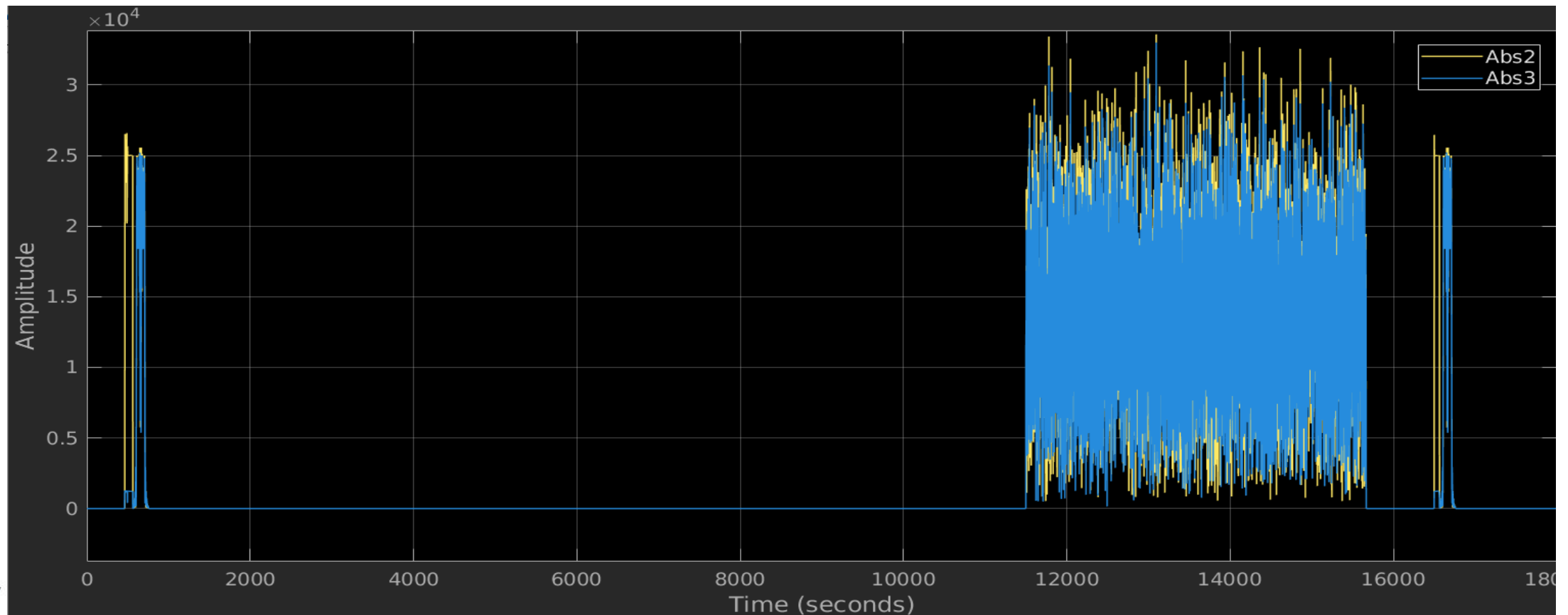
Frame based T=14440.000

Zródło: Analog Devices, Mathworks i  
opracowanie własne

# Analiza platform SDR

## ADRV9361 schemat pracy

## ADRV9009+ZCU102 schemat pracy



Źródło: Analog Devices, Mathworks i opracowanie własne



# Analiza platform SDR

## ADRV9361 schemat pracy

```
bash
# lappend log "$copied_file\n"
# lappend log "FPGA-in-the-Loop build completed$warn_str."
# lappend log "You may close this shell,\n"
# }
# foreach j $log {puts $j}

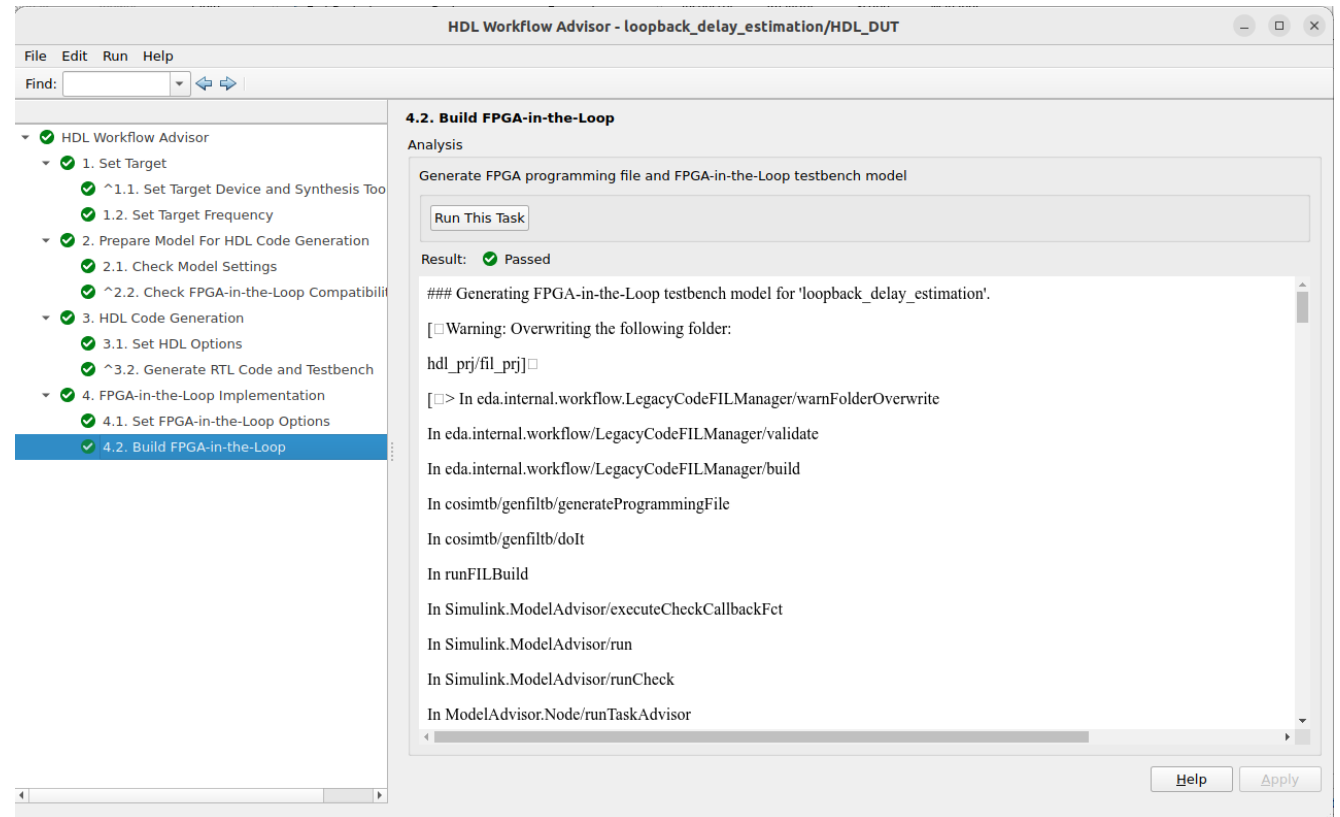
-----
FPGA-in-the-Loop build summary
-----

Programming file generated:
/home/grzegorz/hdl_prj/fil_prj/HDL_DUT_fil.bit

FPGA-in-the-Loop build completed.
You may close this shell.

# if { [catch {open fpgaproj.log w} log_fid] } {
# } else {
#   foreach j $log {puts $log_fid $j}
# }
# close $log_fid
INFO: [Common 17-206] Exiting Vivado at Fri May 31 20:05:33 2024...
```

## ADRV9009+ZCU102 schemat pracy

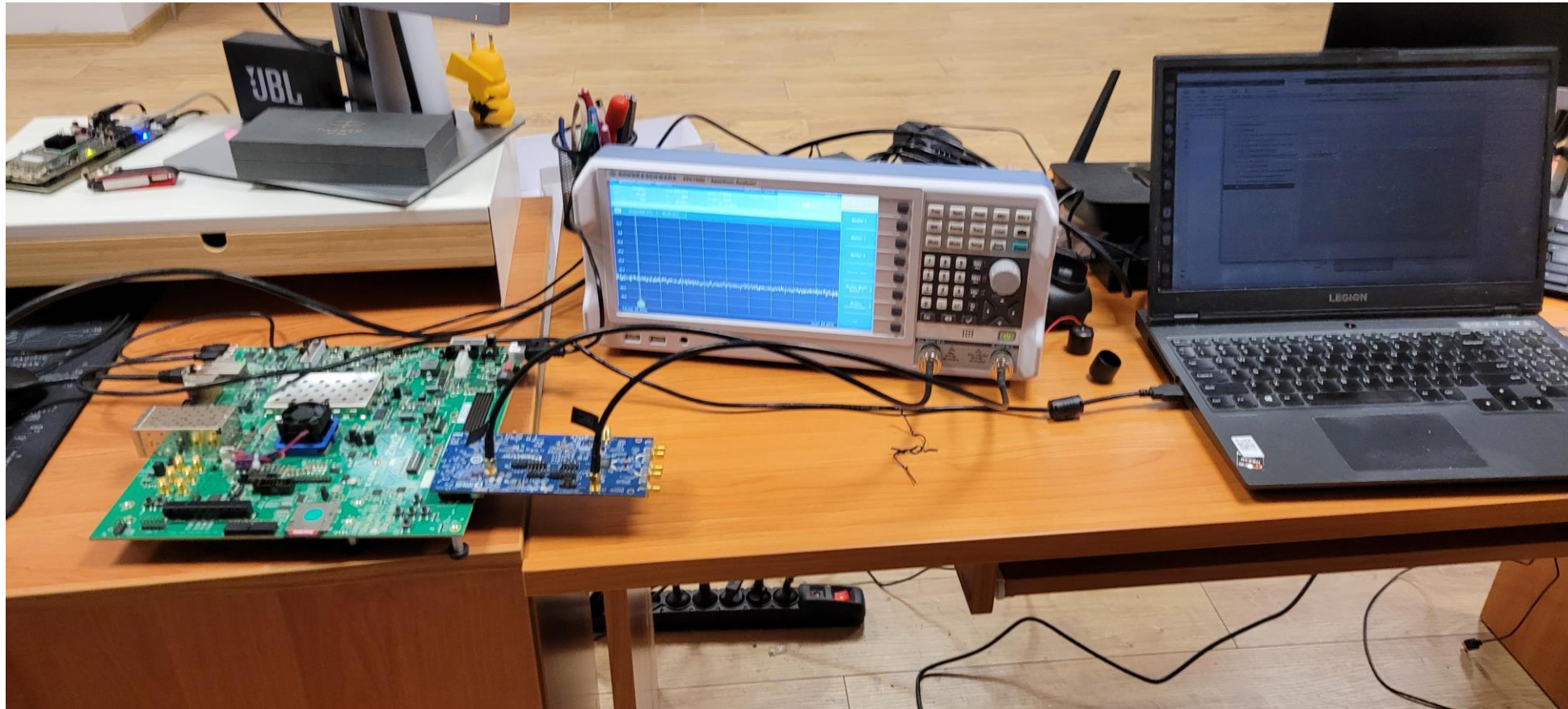




# Analiza platform SDR

**ADRV9361 schemat pracy**

**ADRV9009+ZCU102 schemat pracy**



Źródło: Analog Devices, Mathworks i  
opracowanie własne



# Analiza platform SDR

## ADRV9361 schemat pracy

## ADRV9009+ZCU102 schemat pracy



Źródło: Analog Devices, Mathworks i opracowanie własne



# Podstawy techniczne cyfrowej radiodfuzji naziemnej



Tryby pracy nadajnika DAB/DAB+.

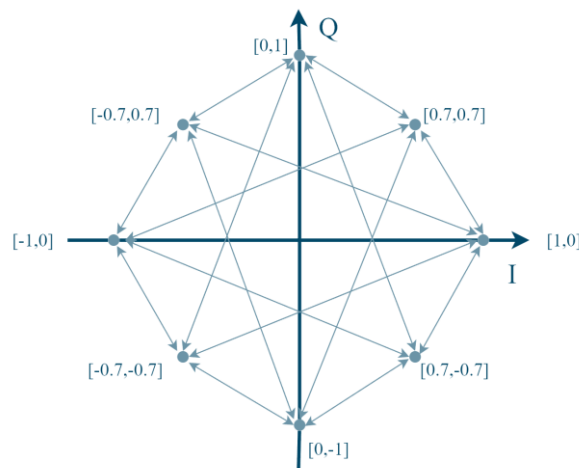
Źródło: opracowano na podstawie Oziewicz M. Digital Radio DAB+. Springer Cham, 2022

Draft ETSI EN 300 401 V2.1.1 (2016-10)

Parametr	Tryb I	Tryb II	Tryb III	Tryb IV
Częstotliwość próbkowania	48 kHz	48 kHz	48 kHz	24 kHz
Ramka	96 ms	24 ms	24 ms	48 ms
Pojemność ramki OFDM	236544 bity	59136 bitów	59136 bitów	118272 bity
Liczba symboli w ramce OFDM	77	77	154	77
Symbol zerowy	1,297 ms	0,324 ms	0,168 ms	0,6484 ms
Symbol	1 ms	0,250 ms	0,125 ms	0,5 ms
Przedział ochronny	0,246 ms	0,062 ms	0,031 ms	0,123 ms
Pełny symbol	1,246 ms	0,312 ms	0,156 ms	0,623 ms
Liczba podnośnych	1536	384	192	768
Odstęp między podnośnymi	1 kHz	2 kHz	8 kHz	2 kHz



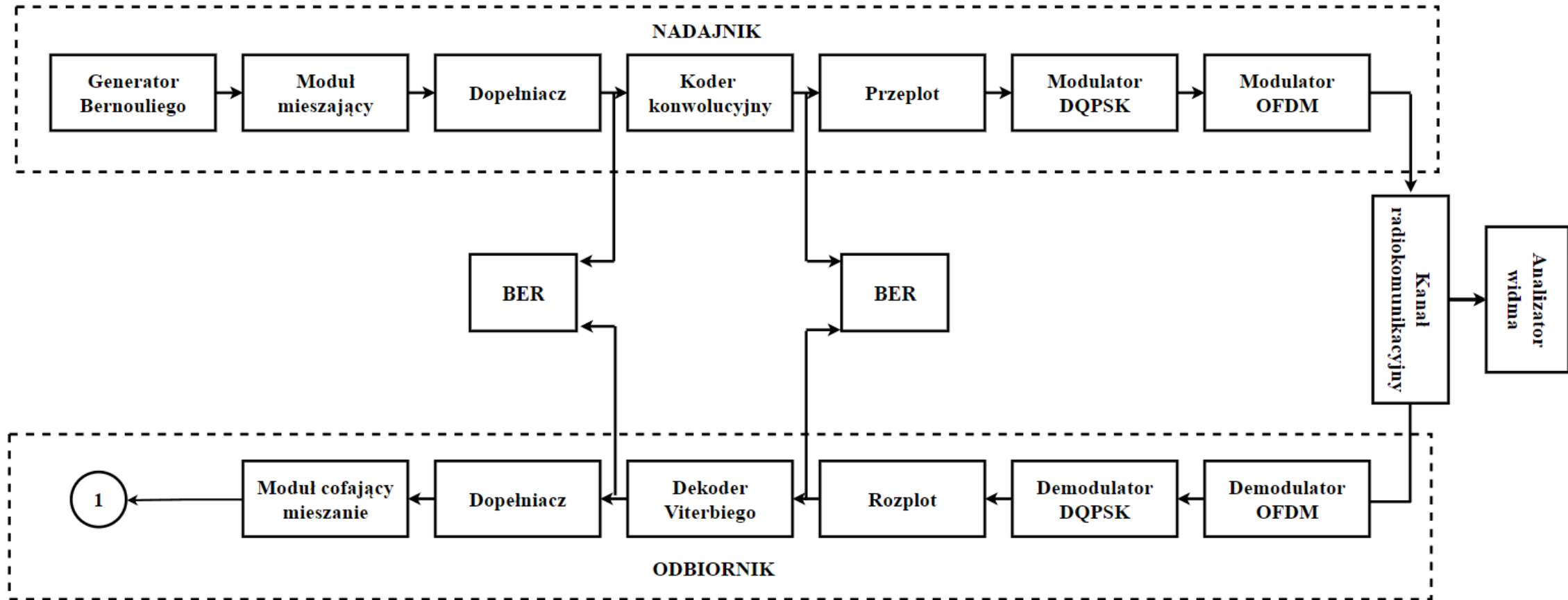
Radio Broadcasting Systems;  
Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile,  
portable and fixed receivers



Konstelacja z trajektorią dla modulacji DQPSK stosowanej w DAB/DAB+.  
Źródło: opracowano na podstawie Webber J., Dahnoun N. „Implementing a shift D-QPSK baseband modem using the TMS320C50”. W: (1996).

Norma ETSI dla systemu DAB/DAB+ (2016).  
Źródło: ETSI EN 300 401 V2.1.1. Radio Broadcasting Systems;  
Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed  
receivers. 2017

# Projekt systemu nadawczo-odbiorczego bazującego na standardzie ETSI EN 300 401, DAB/DAB+

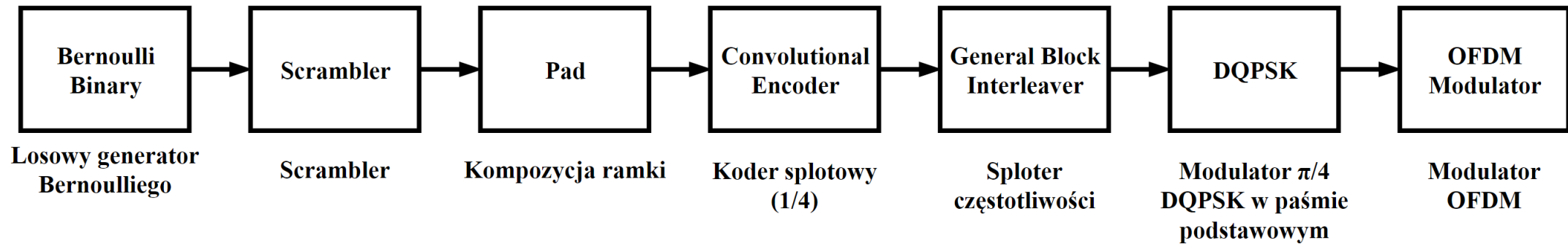


Projekt systemu radiokomunikacyjnego z użyciem kodowania korekcyjnego i techniki OFDM bazujący na standardzie ETSI EN 300 401, DAB/DAB+

Źródło: opracowanie własne.



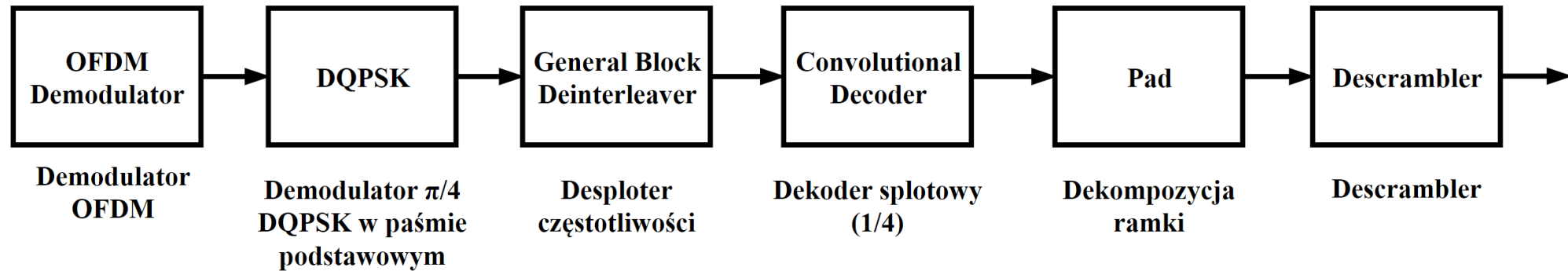
# Model systemu nadawczo-odbiorczego DAB/DAB+ bazującego na standardzie ETSI EN 300 401 w środowisku MATLAB/Simulink – część nadawcza



Część nadawcza modelu bazujący na standardzie ETSI EN 300 401, DAB/DAB+  
Źródło: opracowanie własne.



Model systemu nadawczo-odbiorczego DAB/DAB+ bazującego na standardzie ETSI EN 300 401 w środowisku MATLAB/Simulink – część odbiorcza



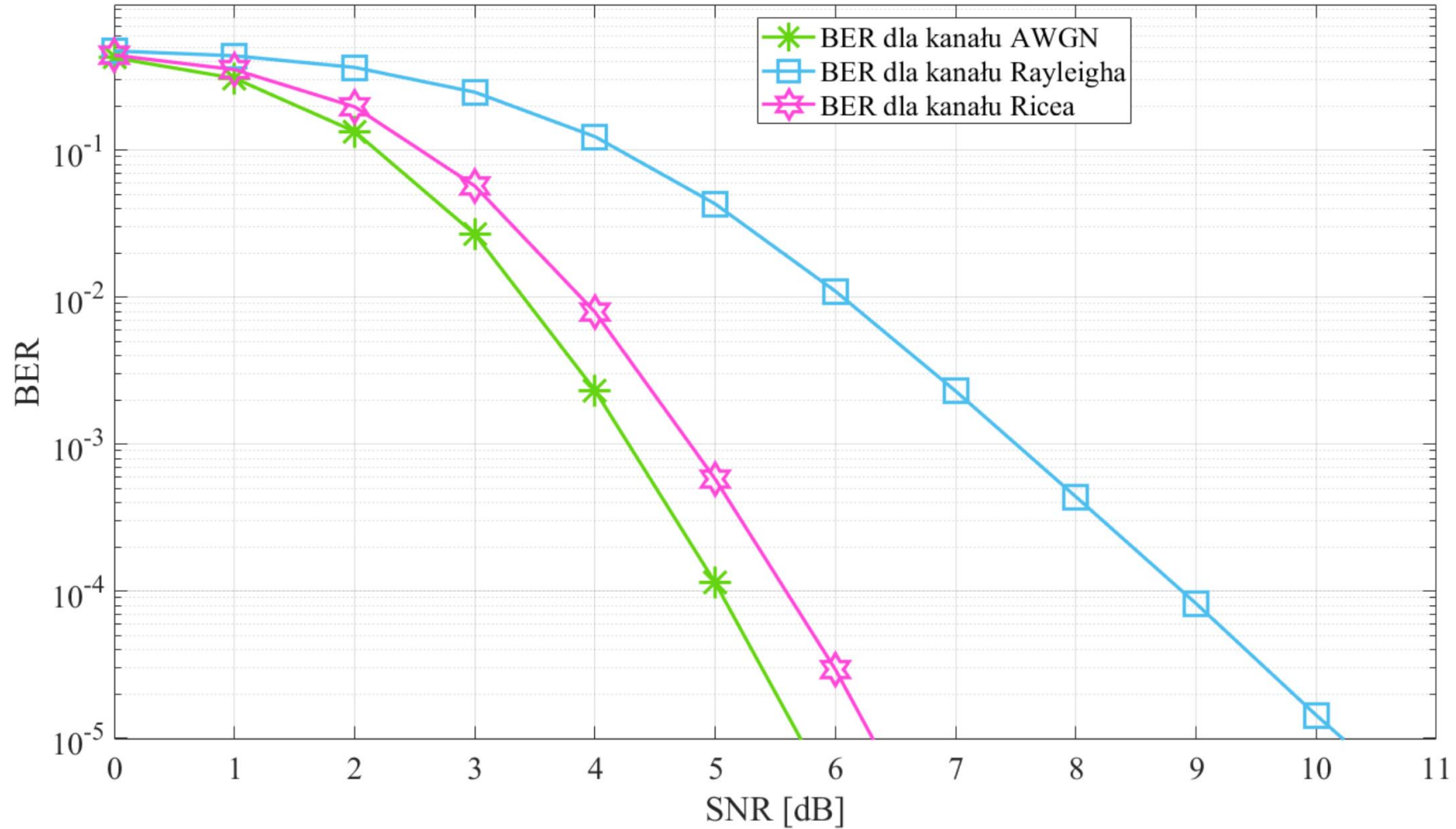
## Wyniki symulacji i testowania

PARAMETR	WARTOŚĆ
Wielomian scramblera	$x^9 + x^5 + 1$
Wielomian generacyjny	(7, [133 171 145 133])
Modulacja w paśmie podstawowym	DQPSK
Przepływność bitowa	616 kb/s
Sprawność kodowania	1/4
Liczba symboli OFDM w ramce	77
Czas trwania ramki	96 ms
Liczba podnośnych	1536
Odstęp między podnośnymi	1 kHz
Szerokość kanału	1,536 MHz





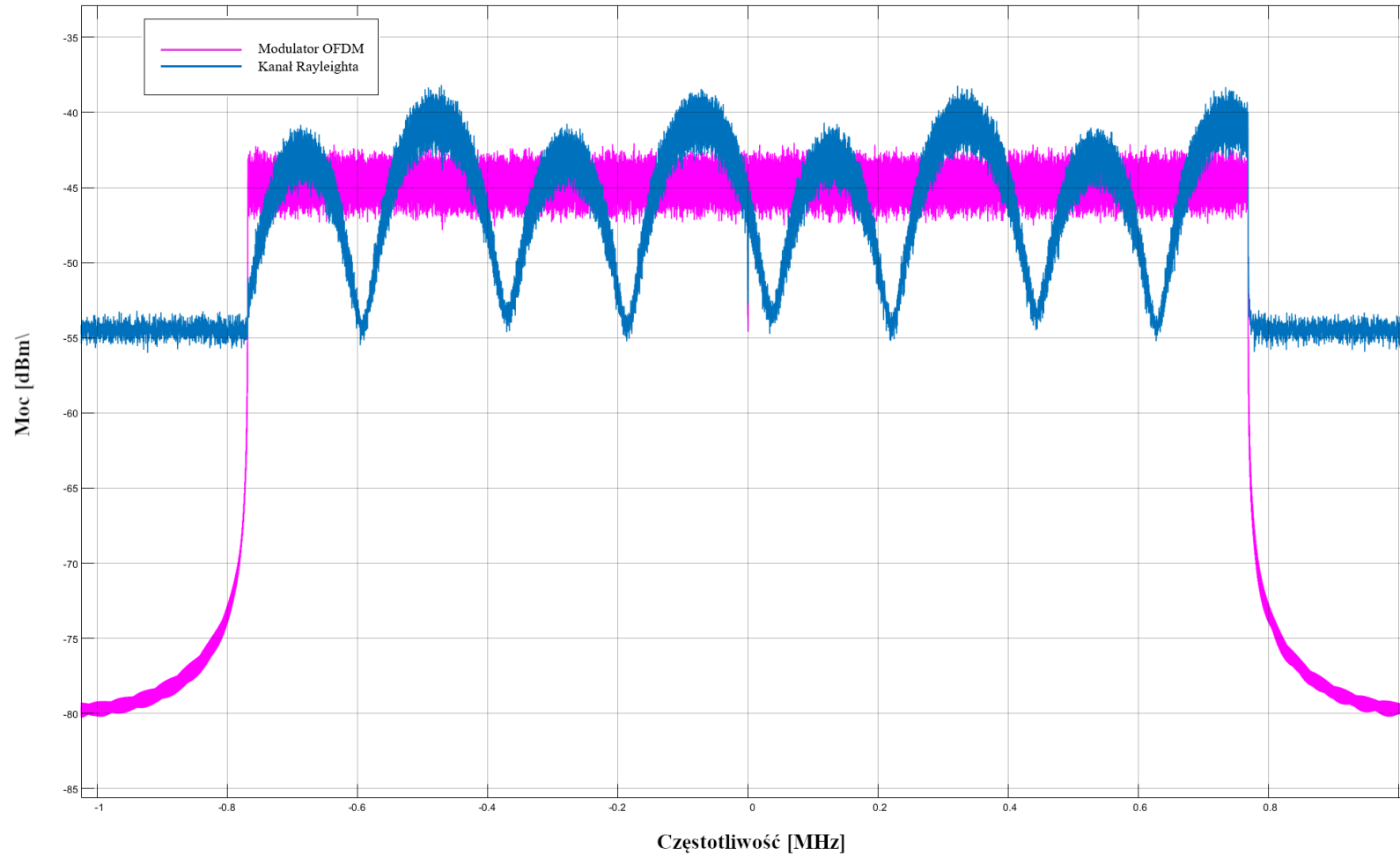
# Wyniki symulacji i testowania



Stosunek SNR do BER dla sygnału w kanałach AWGN, Rayleigha i Raciana.  
Źródło: opracowanie własne.



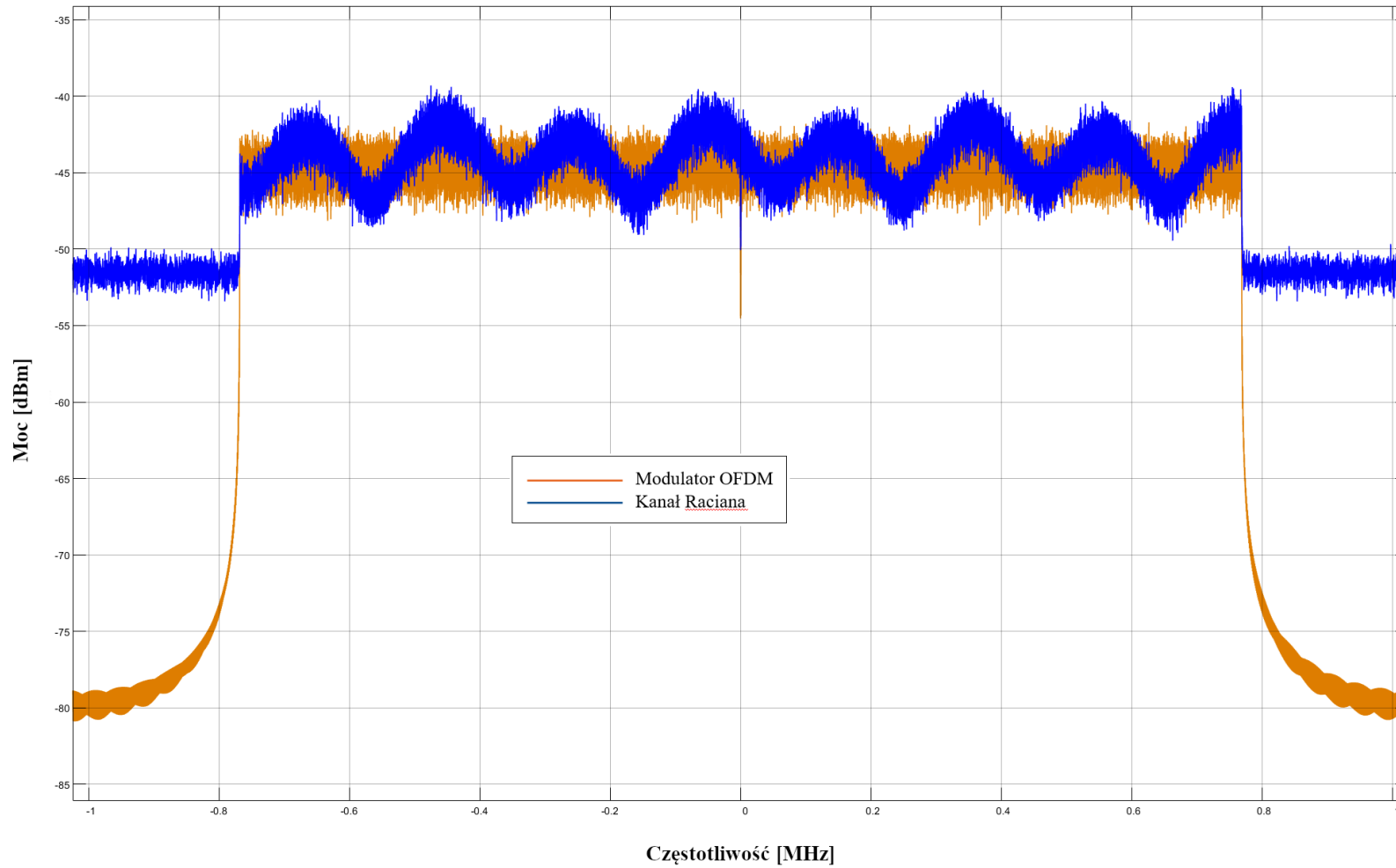
# Wyniki symulacji i testowania



Widmo sygnału po przejściu przez kanał Rayleigha.  
Źródło: opracowanie własne.



# Wyniki symulacji i testowania



Widmo sygnału po przejściu przez kanał Raciana.  
Źródło: opracowanie własne.



# Dziękujemy za uwagę!



## MONIKA ZAMŁYŃSKA

Inżynier / Engineer

+48 795 308 876

+261 658 453

monika.zamlynska@awl.edu.pl

monika.zamlynska@edukacja.awl.edu.pl

<https://monikazamlynska.edu.pl>



Laboratorium Elektroniczno-Informatyczne  
Katedra Informatyki

Wydział Zarządzania i Przywództwa

Akademia Wojsk Lądowych

im. gen Tadeusza Kościuszki

ul. Czajkowskiego 109, 51-147 Wrocław



## GRZEGORZ DEBITA

Adiunkt FPGA

+261 658 453

grzegorz.debita@awl.edu.pl

grzegorz.debita@edukacja.awl.edu.pl



Wydział Zarządzania i Przywództwa

Katedra Informatyki

Laboratorium Elektroniczno-Informatyczne

Akademia Wojsk Lądowych

im. gen Tadeusza Kościuszki

ul. Czajkowskiego 109, 51-147 Wrocław

biuro: 113/0.012

