

Sprawozdanie z realizacji ćwiczenia	<b>POLITECHNIKA OPOLSKA</b> <b>Instytut Automatyki</b> <b>Laboratorium: Transmisja danych w sieciach komputerowych</b>			
Osoby: 1. Jakub Stępień 2. Dawid Tkacz 3. Miłosz Szczepaniak 4. Andrzej Szafrński	Numer i temat ćwiczenia: Ćw 3 - WDM			
	Grupa: <b>L - 5</b>	Rok:III	Data realizacji zajęć: 21.05.2024	Ocena:
	Tydzień: <b>NP <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/></b>		Informatyka stac. I stop	

## 1.Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia laboratoryjnego było pogłębienie wiedzy oraz umiejętności związanych z zastosowaniem systemów multipleksacji optycznej, w szczególności technologii Wavelength Division Multiplexing (WDM). Przez praktyczne zastosowanie systemu CWDM, była możliwość obserwacji i analizy, jak różne długości fali są wykorzystywane w telekomunikacji do zwiększenia przepustowości pojedynczego włókna optycznego. Ćwiczenie pozwoliło również na zrozumienie roli, jaką odgrywają poszczególne elementy systemu multipleksacji, takie jak lasery, fotodetektory i multipleksery, oraz na nauczenie się metod pomiaru i oceny parametrów transmisyjnych takiego układu.

## 2. Wstęp teoretyczny

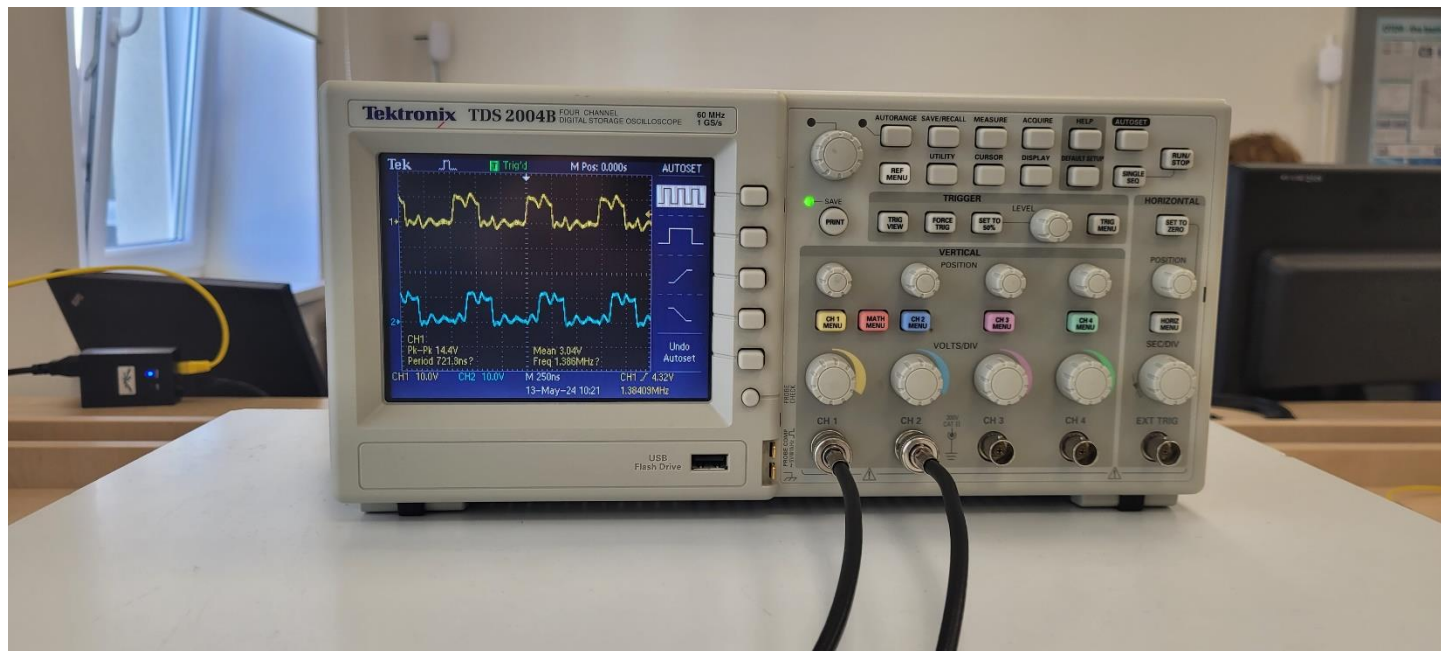
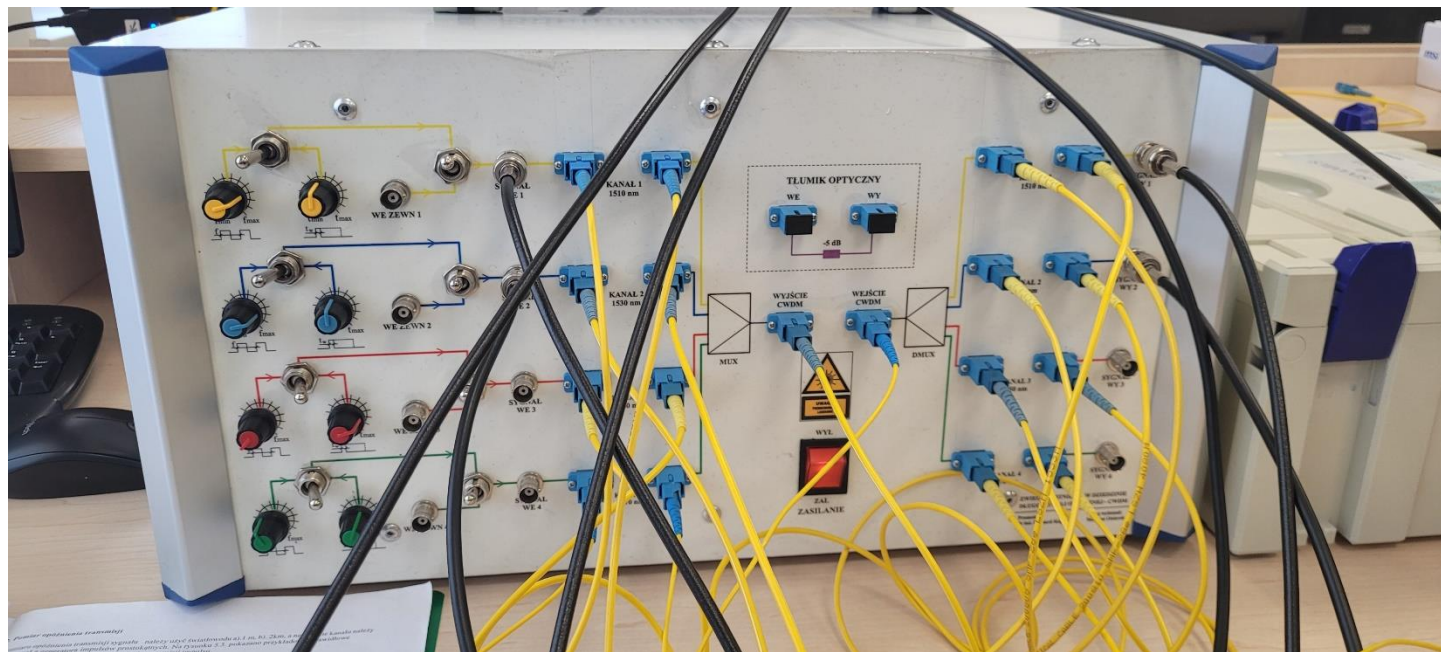
Technologia Wavelength Division Multiplexing (WDM) jest kluczowym elementem w architekturze nowoczesnych systemów transmisji optycznej, która umożliwia znaczące zwiększenie przepustowości sieci światłowodowych przez równoczesne przesyłanie wielu sygnałów optycznych w różnych długościach fal świetlnych za pomocą jednego włókna. Technologia ta podzielona jest na dwie główne kategorie: Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM) i Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). CWDM charakteryzuje się większymi odstępami między kanałami, co pozwala na mniej skomplikowaną i tańszą realizację, ale oferuje mniejszą gęstość kanałów, co jest odpowiednie dla systemów o krótszym zasięgu, takich jak miejskie sieci telekomunikacyjne. Z kolei DWDM pozwala na bardzo gęste upakowanie kanałów, co jest idealne dla długodystansowych transmisji o wysokich wymaganiach przepustowości.

Podczas ćwiczeń laboratoryjnych skoncentrowano się na systemie CWDM, który stosuje zgrubne zwielokrotnienie optyczne, dzielące światło laserowe na do 18 kanałów o odstępach 20 nm, w zakresie od 1270 nm do 1610 nm. Umożliwia to efektywne wykorzystanie pasma światłowodowego w warunkach miejskich, gdzie odległości pomiędzy węzłami nie są duże. Cel praktycznej części ćwiczenia obejmował nie tylko analizę efektywności transmisji w systemie CWDM, ale także zrozumienie wpływu takich zjawisk jak dyspersja i tłumienie na jakość przesyłanego sygnału. Studenci mieli za zadanie zainstalować i skonfigurować system CWDM, a następnie przeprowadzić szereg pomiarów, które pozwoliły ocenić wpływ różnych parametrów systemu, takich jak typy włókien światłowodowych, charakterystyka laserów czy efektywność fotodetektorów, na ogólną wydajność sieci.

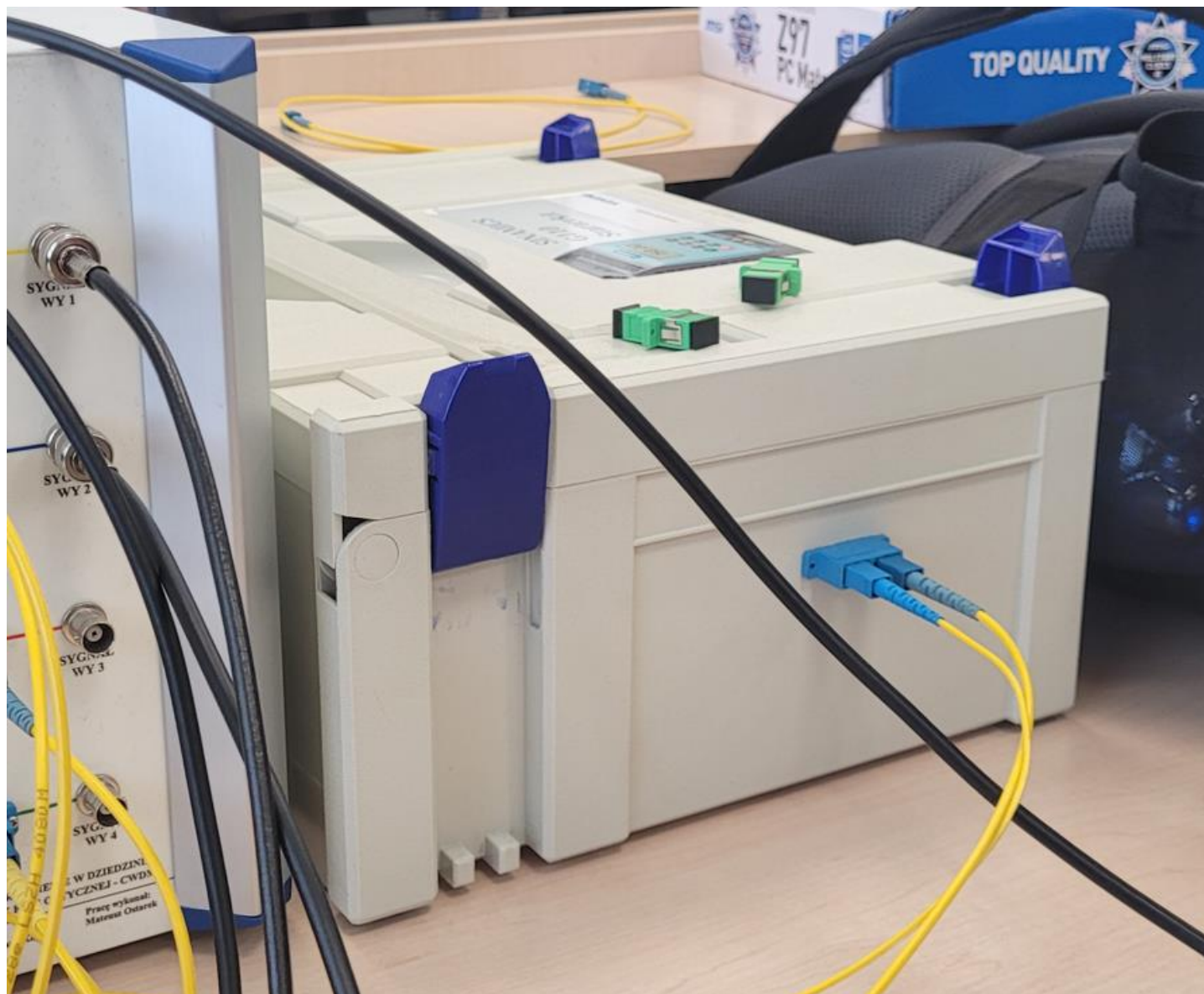
W trakcie ćwiczeń zwrócono szczególną uwagę na kluczowe komponenty systemu multipleksacji, takie jak lasery emitujące na różnych długościach fali, fotodetektory rejestrujące przychodzące sygnały, a także multipleksery i demultipleksery, które odpowiadają za odpowiednie rozdzielenie i połączenie sygnałów światłowych. Zrozumienie zasad działania tych elementów oraz ich wpływu na efektywność systemu transmisyjnego jest niezbędne do pełnego wykorzystania potencjału technologii WDM w praktycznych aplikacjach telekomunikacyjnych.

### 3. Budowa stanowiska laboratoryjnego

Tu podaj jakie są zastosowane przyrządy/komputery/oprogramowanie i rysunek blokowy stanowiska laboratoryjnego.



Oscyloskop to urządzenie pomiarowe służące do wizualizacji i analizy sygnałów elektrycznych. Pozwala on na obserwację zmian napięcia w funkcji czasu, co ułatwia badanie właściwości sygnałów, takich jak amplituda czy częstotliwość.

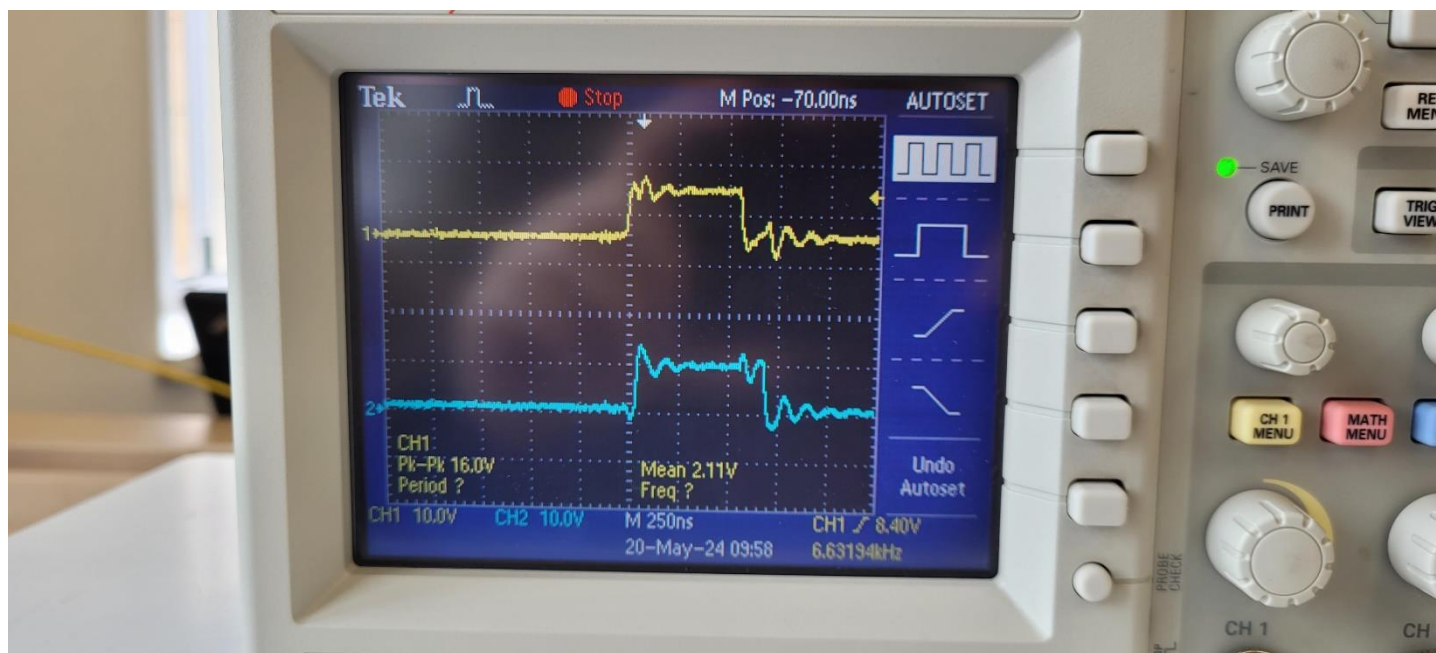


Zdjęcie przedstawia skrzynię w której jest szpula z przewodem światłowodowym o długości 2 kilometrów dzięki czemu można mierzyć zachowanie sygnału na dłuższym przewodzie



## 4. Wyniki pomiarów

### 5.1. Pomiar dyspersji (rozmycia) impulsu



Wynik dla światłowodu o długości 1m

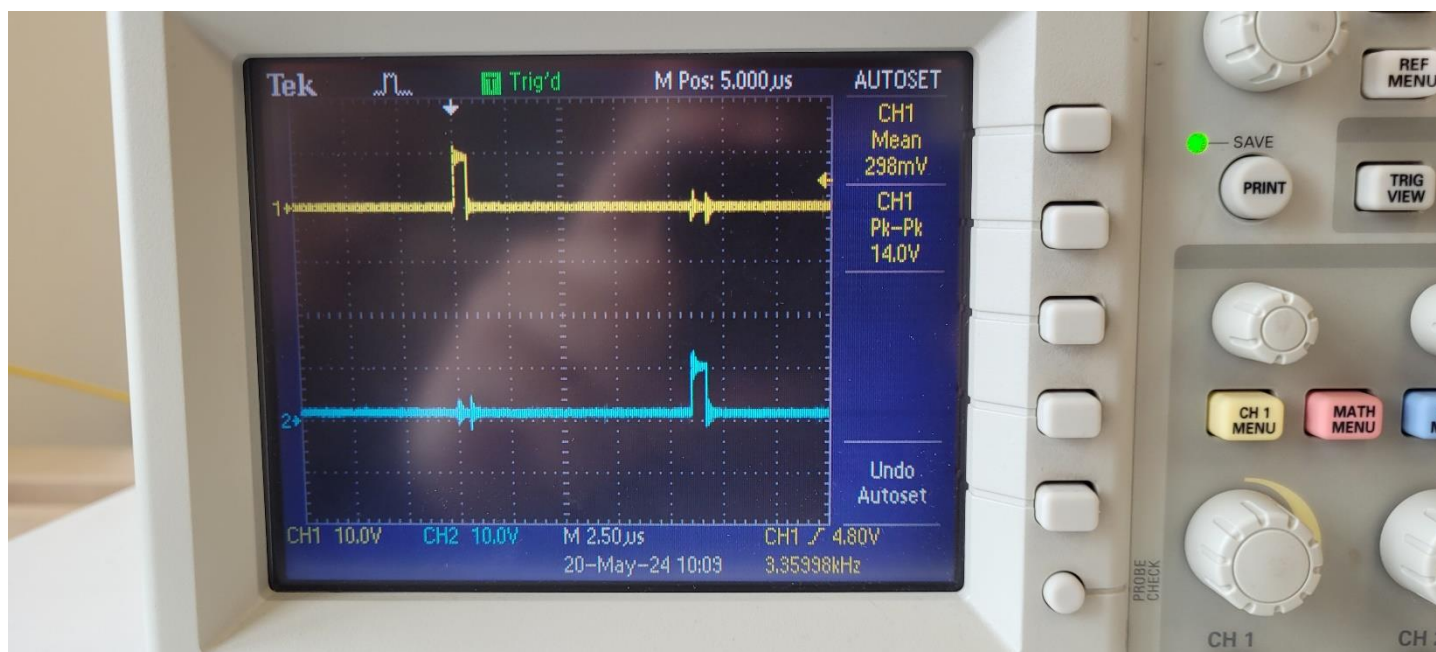
Dla światłowodu o długości 1 m obliczyć dyspersję d:

$$t_{wej} = 550 \text{ ns}$$

$$t_{wyj} = 650 \text{ ns}$$

$$100 \text{ [ns/m]} = 650 - 550 \text{ 1 m [ns]} / 1 \text{ [m]}$$

Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]



Wynik dla światłowodu o długości 2km

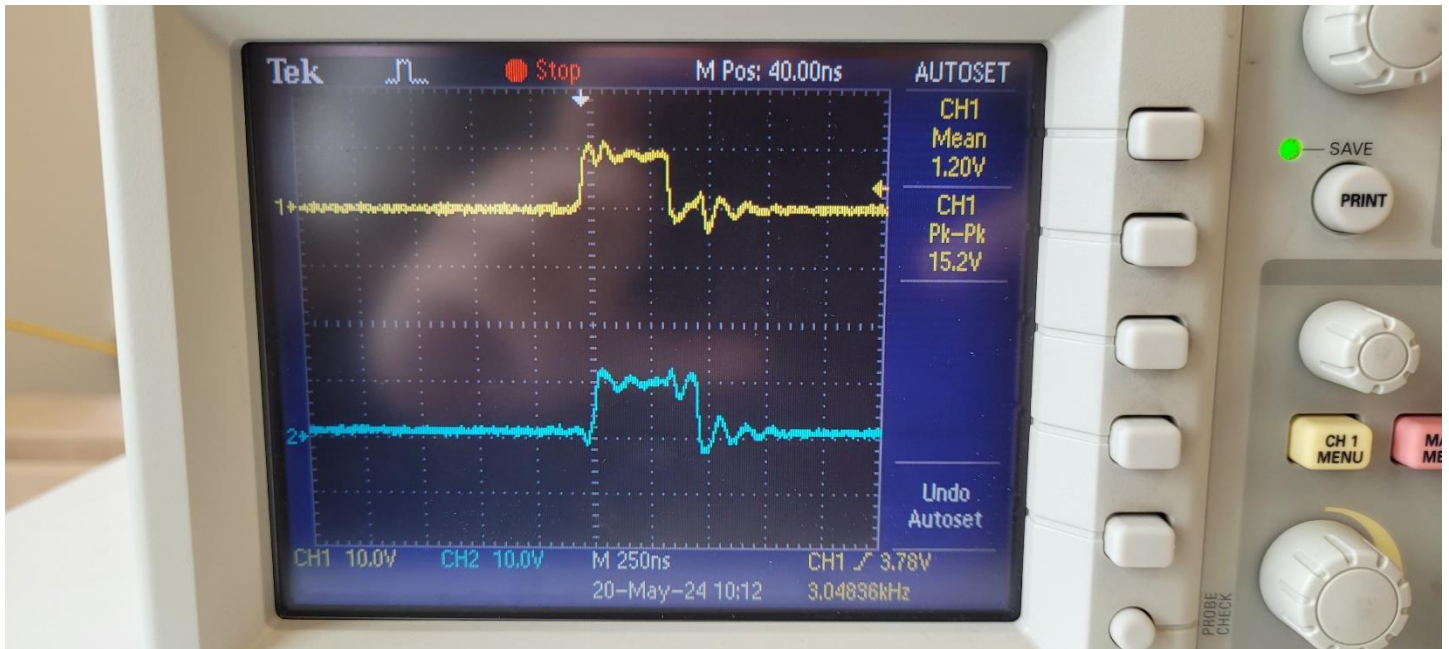
Dla światłowodu o długości 2 km obliczyć dyspersję d:

$$t_{wej} = 400 \text{ ns}$$

$$t_{wyj} = 550 \text{ ns}$$

$$150 \text{ [ns/m]} = 550 - 400 \text{ 1 m [ns]} / 1 \text{ [m]}$$

Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]



Dla światłowodu o długości 1 m obliczyć dyspersję d:

$$t_{wej} = 350 \text{ ns}$$

$$t_{wyj} = 450 \text{ ns}$$

$$100 \text{ [ns/m]} = 450 - 350 \text{ 1 m [ns]} / 1 \text{ [m]}$$

Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]



Wynik dla światłowodu o długości 2km

Dla światłowodu o długości 2 km obliczyć dyspersję d:

$$t_{wej} = 400 \text{ ns}$$

$$t_{wyj} = 550 \text{ ns}$$

$$150 \text{ [ns/m]} = 550 - 400 \text{ 1 m [ns]} / \text{1 [m]}$$

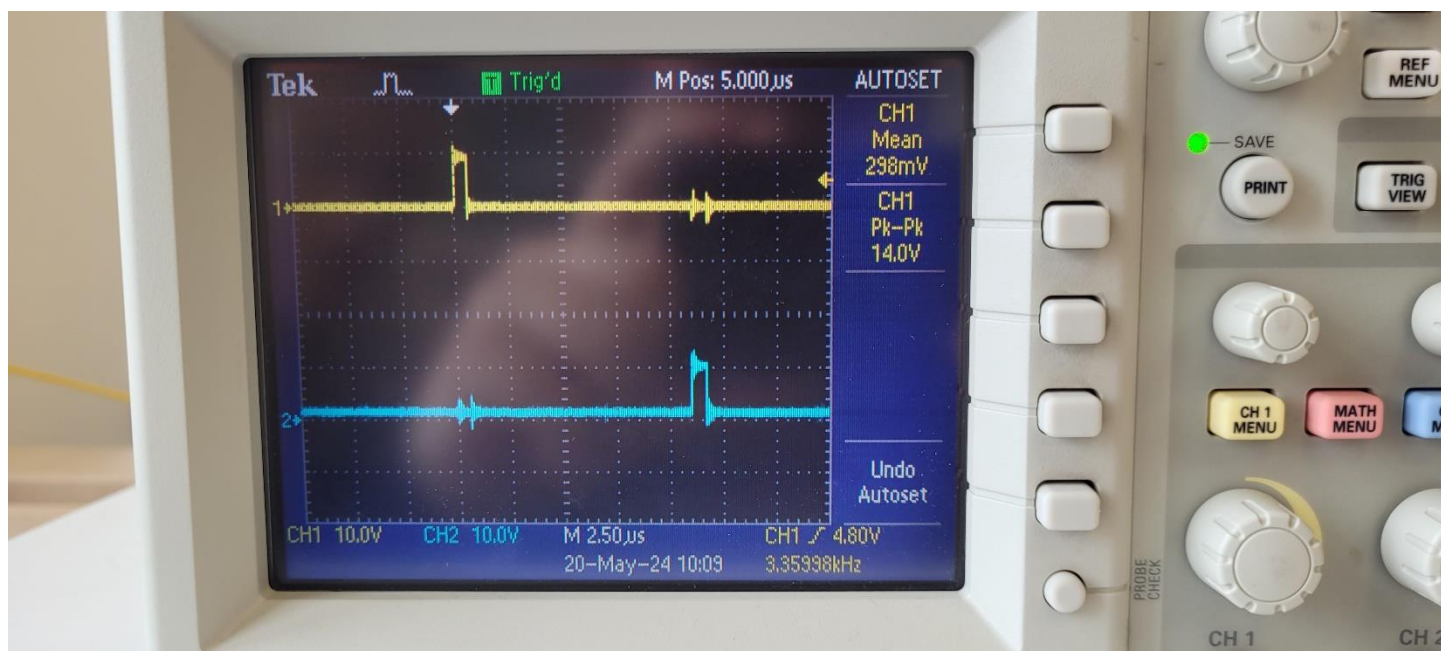
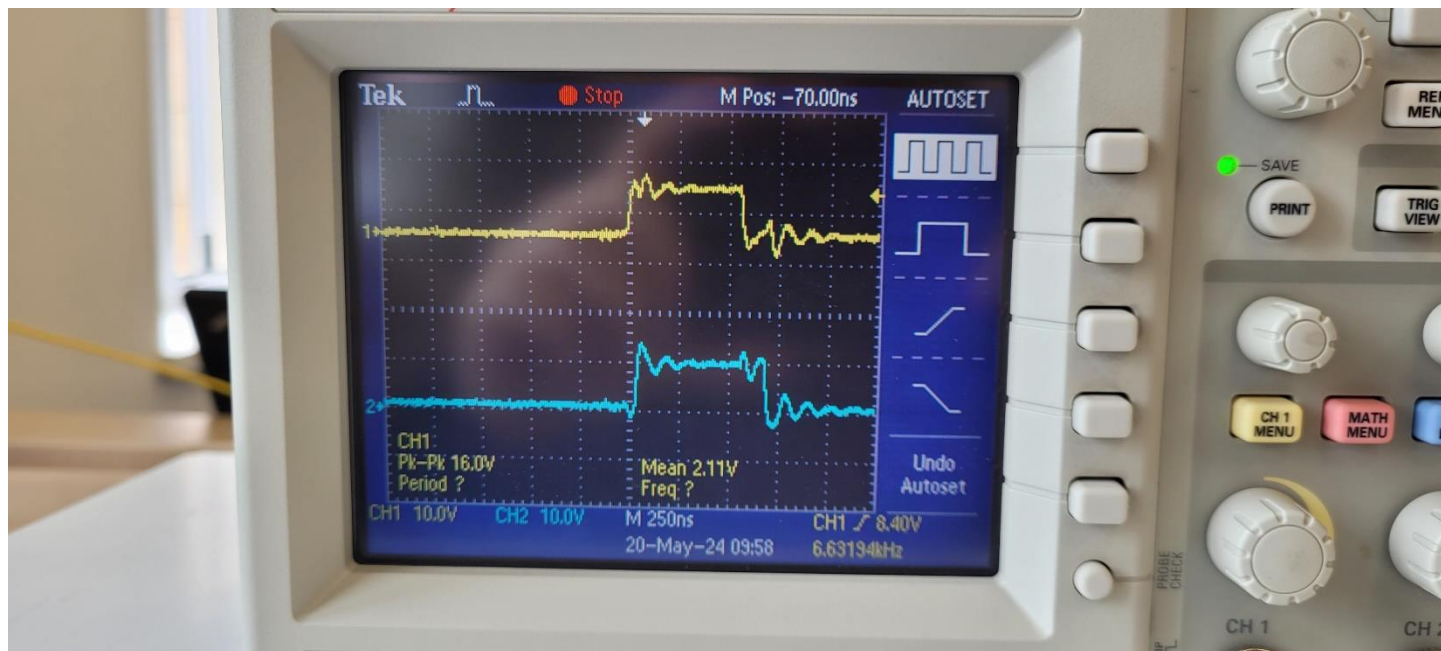
Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]

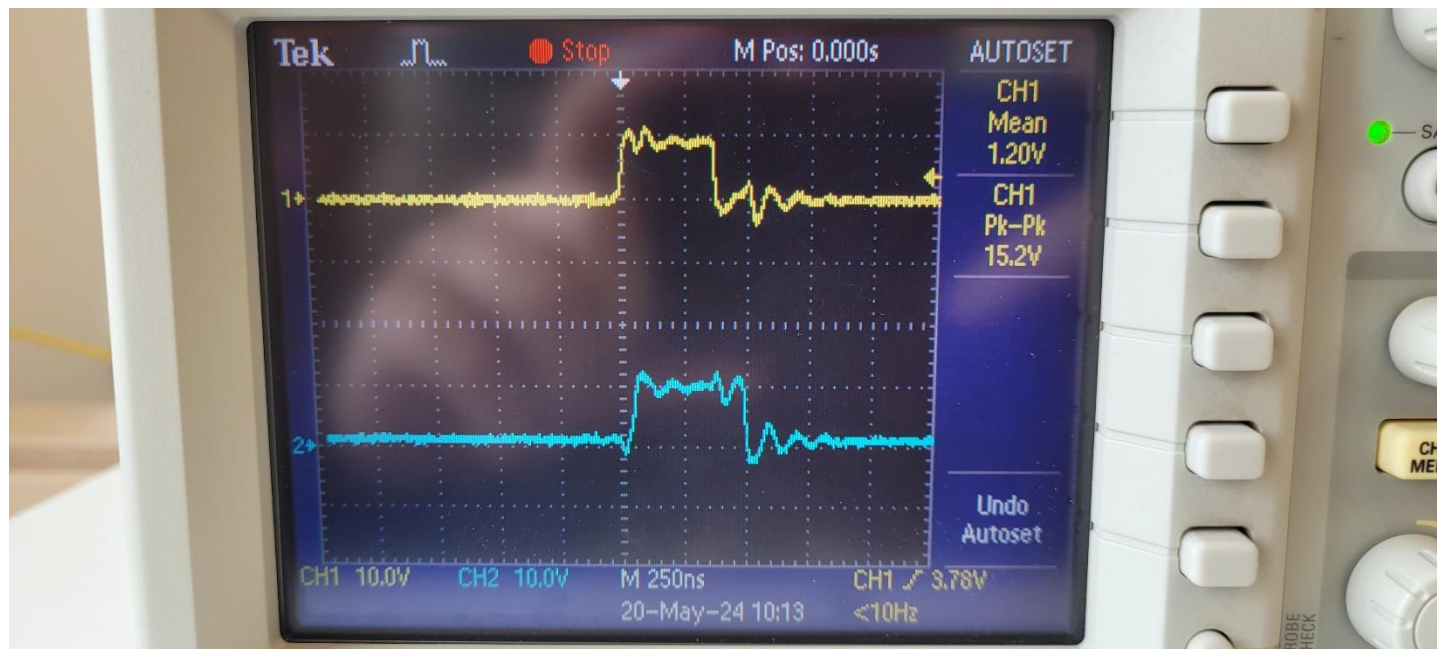
Tabela 5.1. Wyniki pomiaru dyspersji dla światłowodu długości 1 m i 2 km

	$t_{wyj} - t_{wej}$ 1 m	d [ns/m] 1 m	$t_{wyj} - t_{wej}$ 2 km	d [ns/m] 2 km
Kanał nr 1	100	100	150	150
Kanał nr 2	100	100	150	150



## 5.2. Pomiar opóźnienia transmisji





	$\tau$ [ $\mu$ s] 1 m	$\tau$ [ $\mu$ s] 2 km
Kanał nr 1	0,0005	11
Kanał nr 2	0,0005	11



## 5.Wnioski

Wyniki pomiarów dyspersji i opóźnień transmisji sygnału przeprowadzone podczas ćwiczeń z technologii Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM) ukazały, że dyspersja rośnie wraz z długością światłowodu, co zostało zaobserwowane przy porównaniu wyników dla 1 metra i 2 kilometrów światłowodu. Pomiar dyspersji dla obu długości wskazał na wzrost tej wartości z 100 ns/m do 150 ns/m przy przejściu z krótszego na dłuższy odcinek, co potwierdza zjawisko większego rozpraszania impulsów świetlnych na dłuższych dystansach. Dodatkowo, znaczące różnice w opóźnieniach transmisji między 1 metrem a 2 kilometrami, skok z 0,0005  $\mu$ s do 11  $\mu$ s, podkreślają wpływ długości światłowodu na czas transmisji sygnału. Wyniki te demonstrowują, że technologia CWDM, mimo swojej efektywności w obszarach miejskich, wymaga starannej analizy i dostosowania parametrów sieci przy zastosowaniu na większych dystansach.