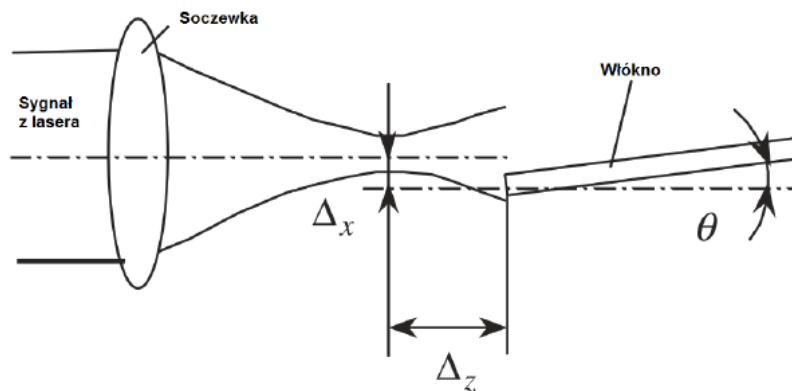


Analiza sprawności sprzężenia pomiędzy laserem a światłowodem włóknistym.

Celem projektu było wyznaczenie współczynników sprawności sprzężenia pomiędzy laserem a jednomodowym światłowodem włóknistym oraz straty na wprowadzenie światła z lasera do włókna dla wskazanych parametrów.

Analizowany układ.



Rys 1 – analizowany układ

Na rys. 1 przedstawiono analizowany układ. Wiązka światła emitowanego przez laser, pada na soczewkę która to ogniskuje strumień światła na płaszczyźnie czołowej włókna. Sprawność wprowadzania światła laserowego silnie zależy od położenia włókna względem ogniskowej soczewki.

Błędy wprowadzania : Δx – przesunięcie osi, Δz – rozsuniecie osi, $\Delta \theta$ – odchylenie od osi

Do obliczeń wykorzystano program Matlab który jest programem komputerowym będącym interaktywnym środowiskiem do wykonywania obliczeń naukowych i inżynierskich, oraz do tworzenia symulacji komputerowych. Źródła w załączniku.

- Współczynnik sprawności sprzężenia η .

$$2\omega_x = 2.5 \text{ } \mu\text{m} , 2\omega_y = 3.5 \text{ } \mu\text{m} 2\omega_f = 1.5 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\eta = 0.932416065609152$$

- Współczynnik sprawności sprzężenia uwzględniającego błędy wprowadzenia dla wiązki eliptycznej

$$2\omega_x = 1.5 \text{ } \mu\text{m} , 2\omega_y = 3.5 \text{ } \mu\text{m} 2\omega_f = 2.5 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\Delta x = 0.5 \text{ } \mu\text{m} \Delta y = 0.25 \text{ } \mu\text{m}, \Delta z = 1 \text{ } \mu\text{m}, \Delta \theta = 0.5 \text{ stopnia}$$

$$\eta = 0.999632174770829$$

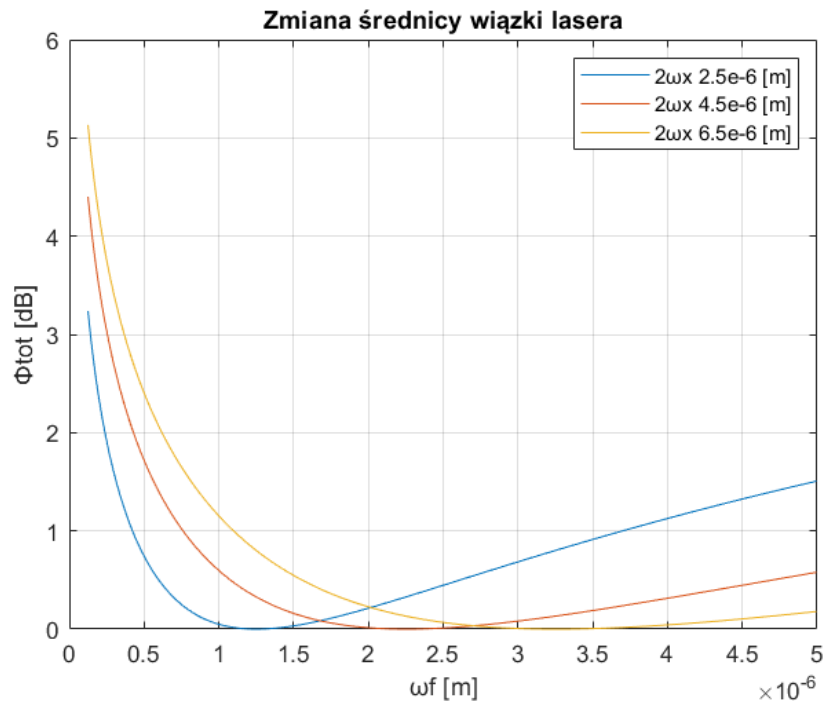
- Współczynnik sprawności oraz straty sprzęgania uwzględniające błędy wprowadzenia dla wiązki kołowej

$$2\omega_x = 3.5 \text{ } \mu\text{m} , 2\omega_f = 4.5 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\Delta x = 0.5 \text{ } \mu\text{m} \Delta y = 0 \text{ } \mu\text{m}, \Delta z = 1 \text{ } \mu\text{m}, \Delta \theta = 0.5 \text{ stopnia}$$

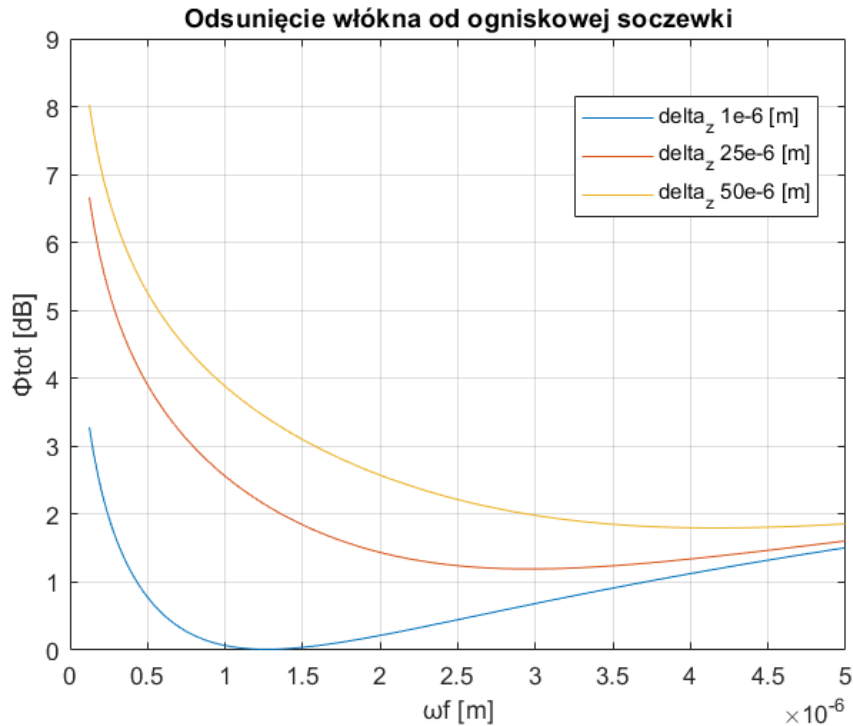
$$\eta = 0.876022916721442$$

$$\Phi_{\text{tot}} = 0.132363027747014 \text{ [dB]}$$



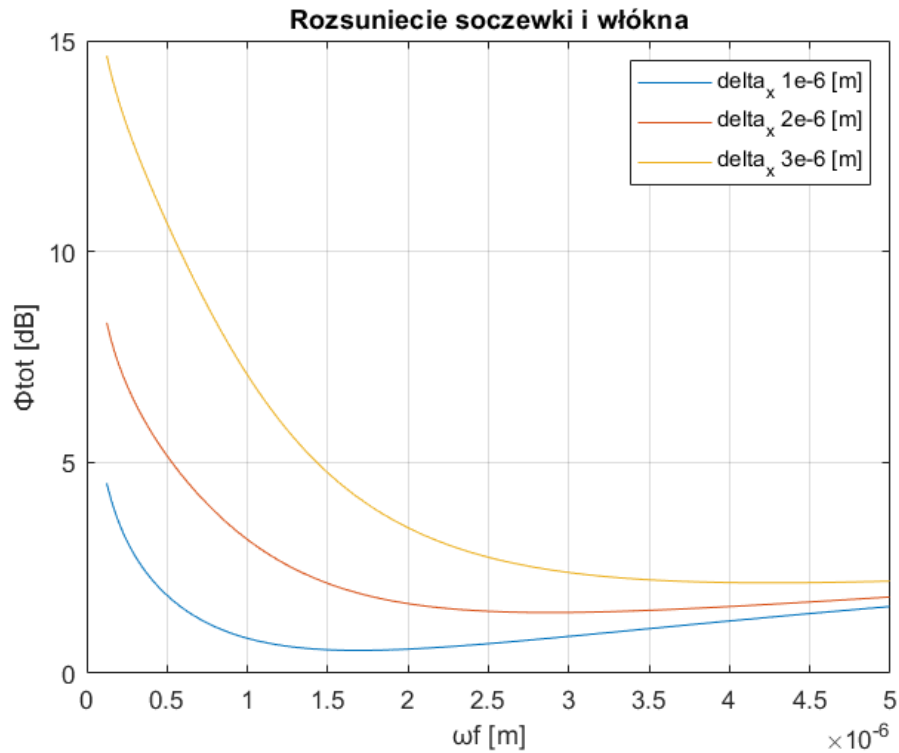
Wykres 1 – Zmiana średnicy wiązki lasera

W modelu strat sprzęgania uwzględniającym błędy wprowadzenia dla wiązki kołowej w funkcji promienia modu włókna, zauważyć można że dla zmiany średnicy wiązki lasera – wraz z jego zwiększaniem się, minimum funkcji tzn. najmniejsze straty uzyskujemy dla włókien o średnicy porównywalnej ze średnicą wiązki lasera. Duże średnice wiązki w gwarantują mniejszą wrażliwość na zmianę samej średnicy wiązki czy też włókna którą widać po trendzie narastania strat wraz ze średnicą włókna. .



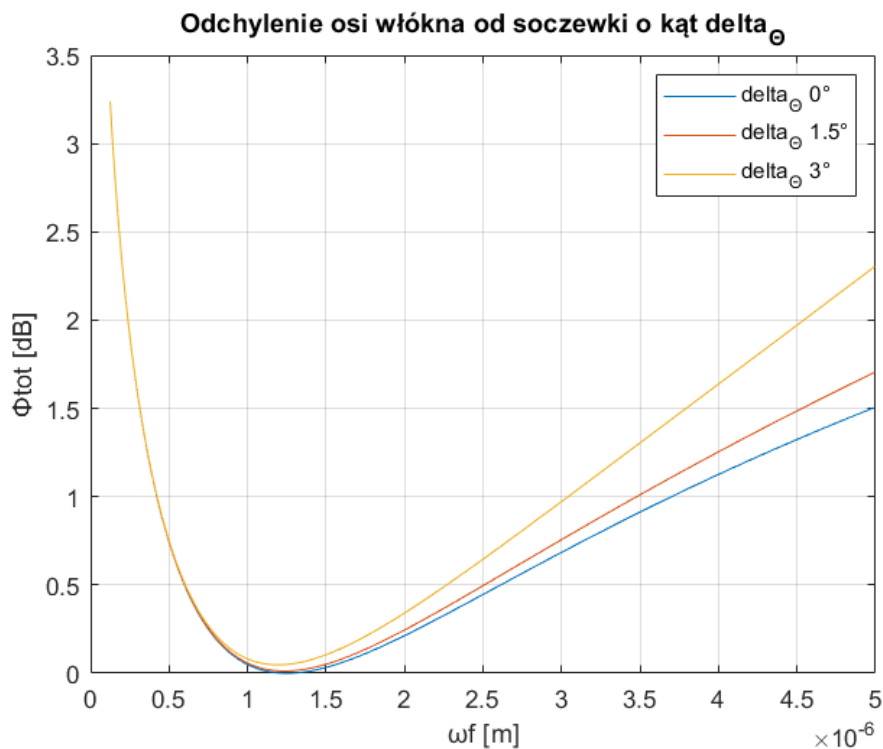
Wykres 2 – odsunięcie włókna od ogniskowej soczewki

Wykres 2 przedstawia odsunięcie włókna od ogniskowej soczewki. Dla pewnej małej odległości od włókna (stałej średnicy wiązki lasera) straty dążą do zera, jednak wraz z odsunięciem włókna, straty wynoszą minimum 1dB i rosną wraz z odległością ogniskowej od włókna. Oznacza to że dla dobrego sprzężenia i odpowiednich średnic wiązki oraz włókna, istnieje maksymalna odległość której nie wolno przekraczać w celu zachowania dobrej sprawności układu. Wynika to przede wszystkim ze zmiany porcji światła która trafia we włókno.



Wykres 3 – rozsuniecie osi soczewki i włókna

Na wykresie 3 przedstawiono rozsuniecie soczewki oraz włókna od siebie. Widzimy tu największą zależność ze wszystkich (wykresów) w obszarze gdzie wiązka lasera oraz włókno są podobnej średnicy i coraz większą wraz ze zmniejszaniem się włókna. Wraz z rozsuwaniem ogniskowej od włókna straty znacząco wzrastają właśnie w tym obszarze. Oznacza to że poprawne centrowanie ogniskowej względem włókna jest kluczowe dla zachowania efektywności układu.



Wykres 4 – Odchylenie osi włókna od soczewki o pewien kąt

Na wykresie 4 przedstawiono odchylenie osi włókna od soczewki o jakiś kąt. Dla poprawnie wycentrowanej ogniskowej względem włókna na bliskiej odległości, widać że zmiana kąta wpływa nieznacznie dla wiązki lasera oraz włókna o średnicach zbliżonych do siebie. Wraz z wzrastającą średnicą włókna, straty rosną.

Podsumowując, wiele czynników ma wpływ na analizowany układ. Jako iż finalne straty są sumą wszystkich ww. strat wynikających z nieprecyzyjnego ustawienia wiązki względem włókna w którejś z osi (bądź też kształtu samej wiązki, projektując podobny układ np. telekomunikacyjny, w celu uzyskania jak najlepszych rezultatów należy zadbać o każdy z podniesionych aspektów.