

Pola i fale: Ćwiczenia 8

Fala płaska w układzie 2 ośrodków.

Prowadzący ćwiczenia:

mgr inż. Mateusz Marek Kryszicki

Adres e-mail:

kryszicki.politechnika@gmail.com

Strona www:

<http://staff.elka.pw.edu.pl/~mkryszick>

Konsultacje (proszę wcześniej o maila):

cz. 12:15-14:00, p.543

Materiał opracowany przez M. Kryszickiego na podstawie wcześniejszych materiałów do przedmiotów POFA i EFWA opracowanych przez M. Celuch, W. Gwarka oraz B. Salskiego



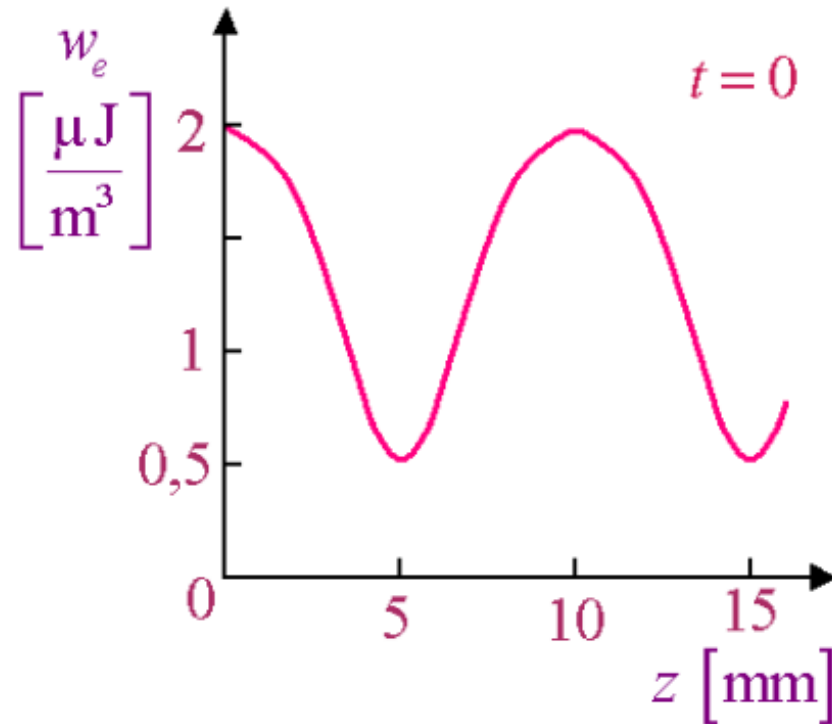
**Instytut Radioelektroniki
i Techniki Multimedialnych**

Zadanie 2.26

Fala płaska rozchodzi się w bezstratnym niemagnetycznym dielektryku w prędkością fazową

$\vec{v}_p = \vec{i}_z \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Chwilowa gęstość energii elektrycznej przedstawiona jest na rysunku poniżej.

Zapisać przykładowe wyrażenia opisujące pola \vec{E} i \vec{H} oraz chwilowy wektor Poyntinga.



Gęstość energii elektrycznej w funkcji przestrzeni dla $t = 0$.

PRACA DOMOWA?



NIE WYTRZYMIAM!

Zadanie 1

Płaszczyzna $z=0$ jest granicą między bezstratnymi materiałami o parametrach:

Ośrodek 1: ($z < 0$): $\varepsilon_{w1} = 8, \mu_{w1} = 2$,

Ośrodek 2: ($z > 0$): $\varepsilon_{w2} = 36, \mu_{w2} = 4$

Na tę granicę pada fala o średniej powierzchniowej gęstości mocy $\vec{S}_{avg} = \vec{i}_z \left[\frac{W}{m^2} \right]$.

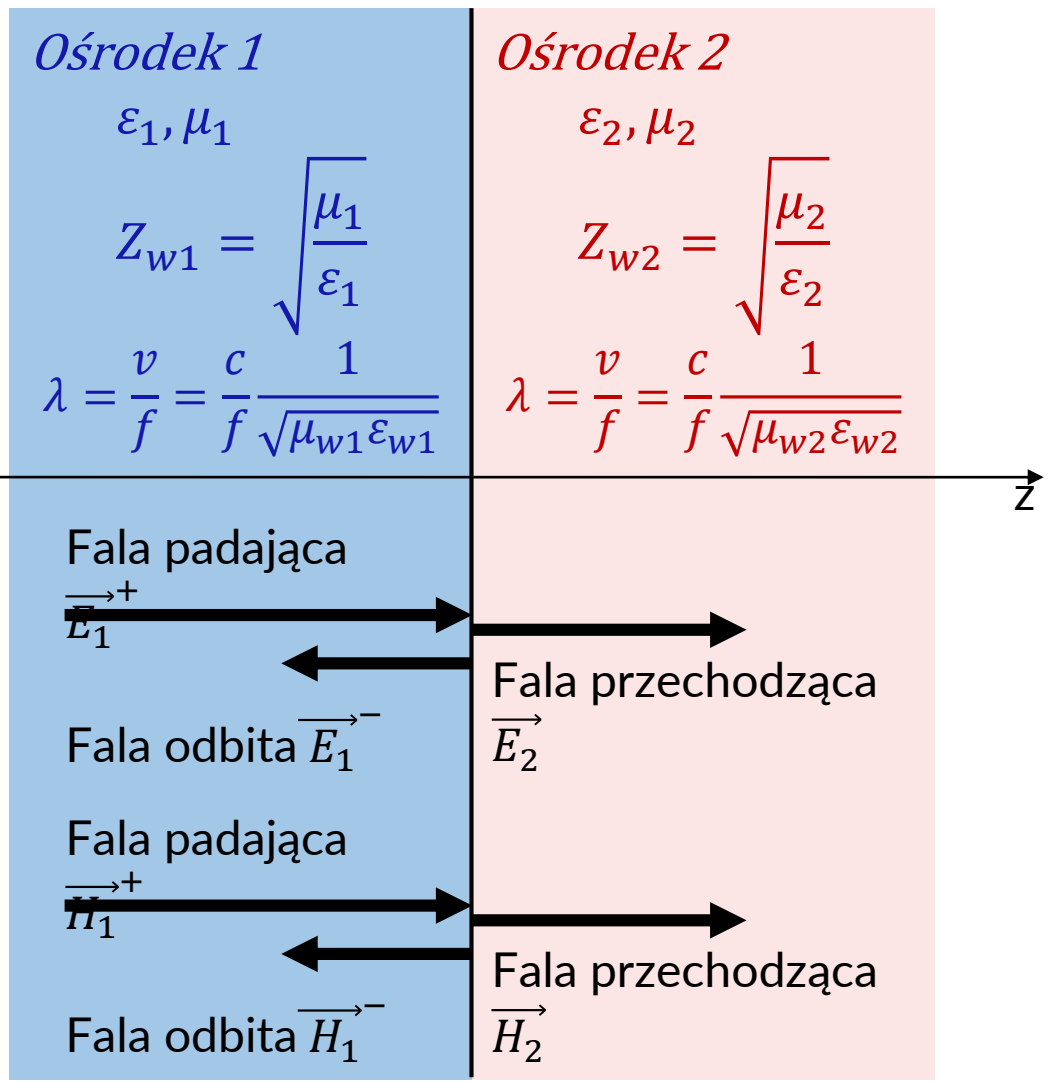
Obliczyć:

- Współczynniki odbicia $\Gamma, \Gamma_E, \Gamma_M, \Gamma_P$
- Współczynniki transmisji T, T_E, T_M, T_P
- Powierzchniowe gęstości mocy fali odbitej i transmitowanej
- WFS i λ w obu ośrodkach

Naszkieować rozkłady amplitud pól E, H, D, B

Prostopadłe padanie fali (szkic)

Prostopadłe padanie fali (notacja)



Fala padająca:

$$\vec{E}_1^+ = \vec{i}_x \underline{E}_0 e^{j(\omega t - \beta_1 z)}$$

$$\vec{H}_1^+ = \vec{i}_y \frac{\underline{E}_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t - \beta_1 z)}$$

Zmiana kierunku propagacji

Fala odbita:

$$\vec{E}_1^- = \Gamma_E \vec{i}_x \underline{E}_0 e^{j(\omega t + \beta_1 z)} = \Gamma \vec{i}_x \underline{E}_0 e^{j(\omega t + \beta_1 z)}$$

$$\vec{H}_1^- = \Gamma_M \vec{i}_y \frac{\underline{E}_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t + \beta_1 z)} = -\Gamma \vec{i}_y \frac{\underline{E}_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t + \beta_1 z)}$$

Fala przechodząca:

$$\vec{E}_2 = (1 + \Gamma_E) \vec{i}_x \underline{E}_0 e^{j(\omega t - \beta_2 z)} = (1 + \Gamma) \vec{i}_x \underline{E}_0 e^{j(\omega t - \beta_2 z)}$$

$$\vec{H}_2 = (1 + \Gamma_M) \vec{i}_y \frac{\underline{E}_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t - \beta_2 z)} = (1 - \Gamma) \vec{i}_y \frac{\underline{E}_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t - \beta_2 z)}$$

Współczynnik odbicia Γ

$$\Gamma = \frac{Z_{w2} - Z_{w1}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik transmisji T

$$T = 1 + \Gamma = \frac{2Z_{w2}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik odbicia
pola elektrycznego Γ_E

$$\Gamma_E = \Gamma = \frac{Z_{w2} - Z_{w1}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik transmisji
pola elektrycznego T_E

$$T_E = 1 + \Gamma_E = 1 + \Gamma = T = \frac{2Z_{w2}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik odbicia
pola magnetycznego Γ_M

$$\Gamma_M = -\Gamma = \frac{Z_{w1} - Z_{w2}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik transmisji
pola magnetycznego T_M

$$T_M = 1 + \Gamma_M = 1 - \Gamma = \frac{2Z_{w1}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik odbicia mocy Γ_p

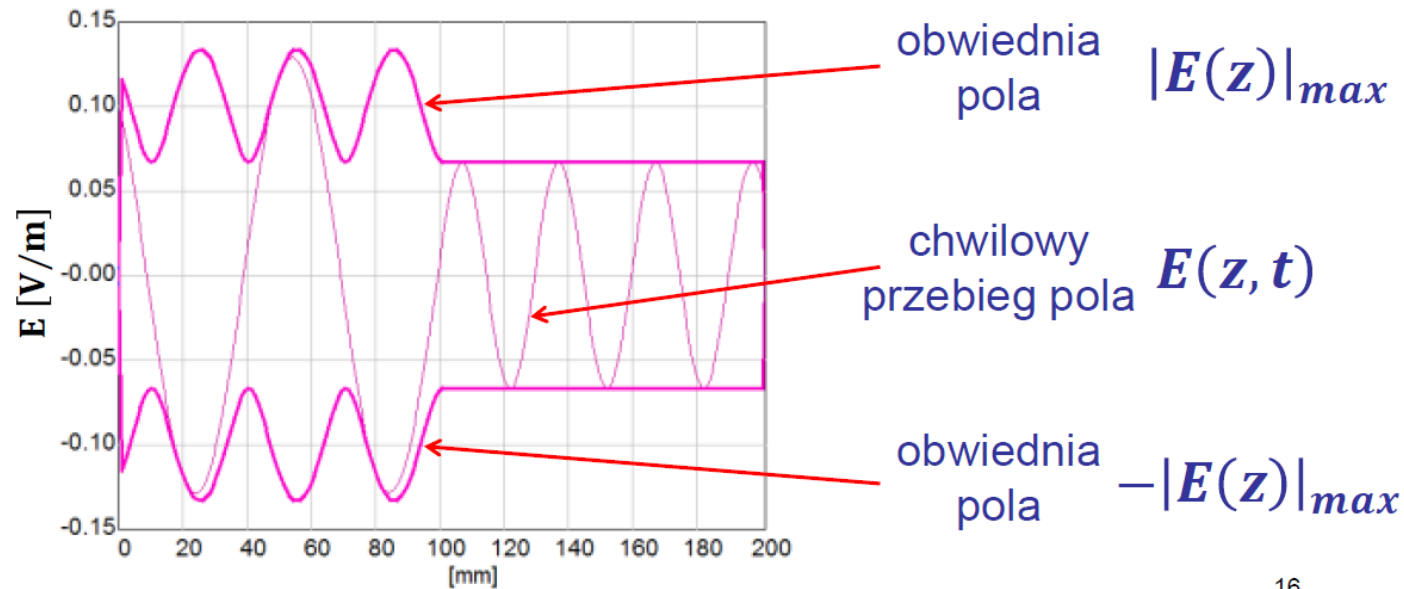
$$\Gamma_p = |\Gamma|^2$$

Współczynnik transmisji mocy T_p

$$T_p = 1 - \Gamma_p = 1 - |\Gamma|^2$$

Obwiednia: przypomnienie

Obwiednia, to krzywe określające ekstrema (minimum oraz maksimum) rozważanego przebiegu (np. pola elektrycznego) w przestrzeni.



Współczynnik fali stojącej

$$WFS = \frac{|E(z)|_{max}}{|E(z)|_{min}}$$

$$WFS = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

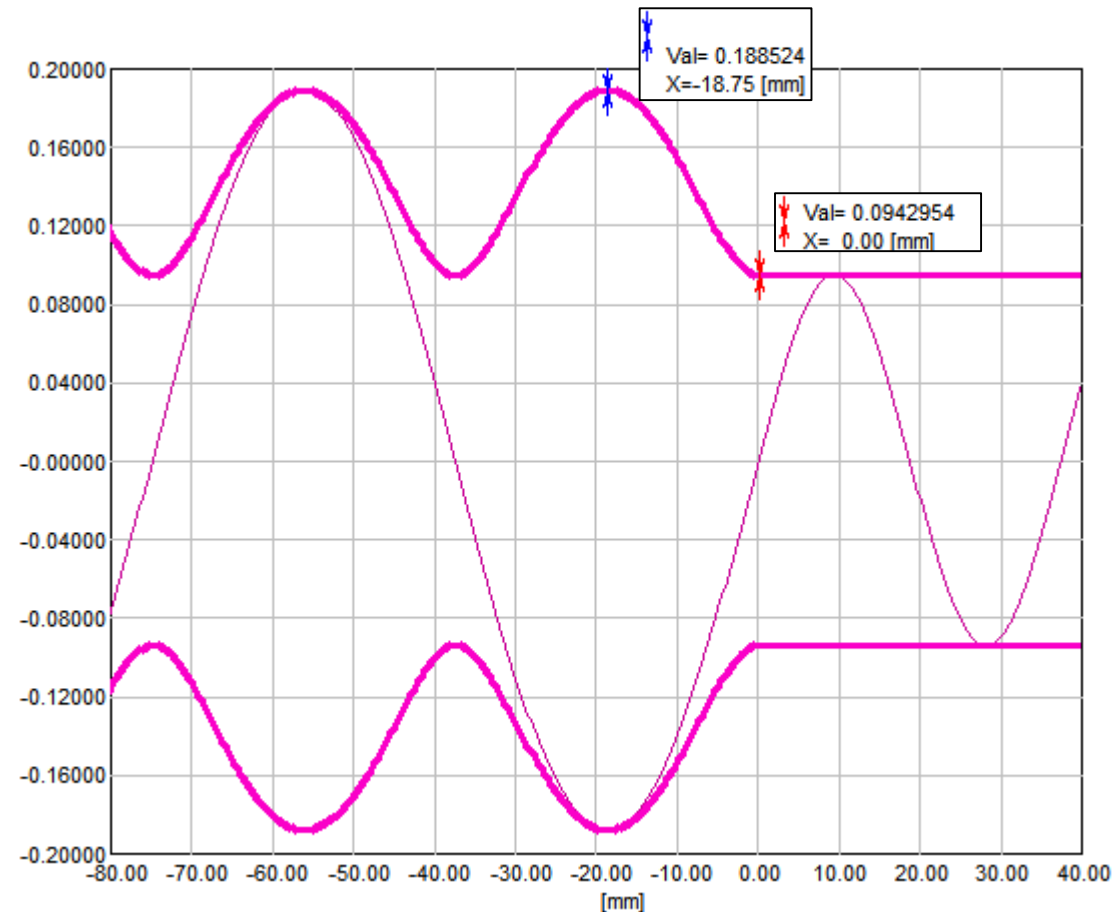
Zadanie 2

Poniższy rysunek pokazuje rozkład amplitud pola elektrycznego oraz chwilowy rozkład tego pola w chwili $t = 0$.

Proszę odpowiedzieć na pytania:

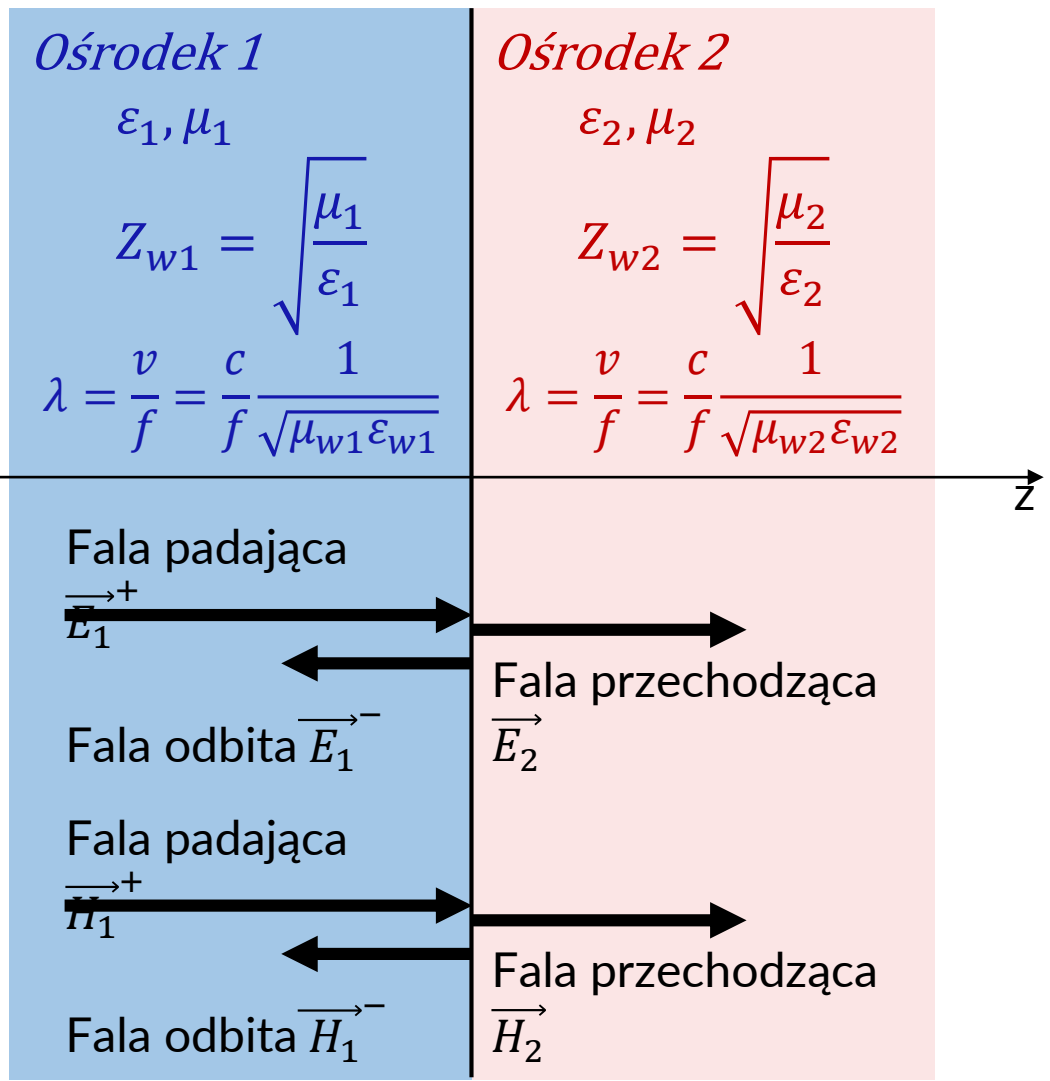
- Z której strony pada fala?
- Na jakiej podstawie można wnioskować, że oba ośrodki są bezstratne?
- Który ośrodek ma większą impedancję?
- Ile wynosi WFS oraz Γ ?
- Ile wynosi ε_{w2} , jeżeli $\varepsilon_{w1} = 4$ i ośrodki są niemagnetyczne?
- Wrysować rozkłady chwilowe pola elektrycznego

dla $t = \frac{T}{8}$ i $t = \frac{T}{4}$, gdzie T to okres.



Prostopadłe padanie fali (szkic)

Prostopadłe padanie fali (notacja)



Fala padająca:

$$\vec{E}_1^+ = \vec{i}_x E_0 e^{j(\omega t - \beta_1 z)}$$

$$\vec{H}_1^+ = \vec{i}_y \frac{E_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t - \beta_1 z)}$$

Zmiana kierunku propagacji

Fala odbita:

$$\vec{E}_1^- = \Gamma_E \vec{i}_x E_0 e^{j(\omega t + \beta_1 z)} = \Gamma \vec{i}_x E_0 e^{j(\omega t + \beta_1 z)}$$

$$\vec{H}_1^- = \Gamma_M \vec{i}_y \frac{E_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t + \beta_1 z)} = -\Gamma \vec{i}_y \frac{E_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t + \beta_1 z)}$$

Fala przechodząca:

$$\vec{E}_2 = (1 + \Gamma_E) \vec{i}_x E_0 e^{j(\omega t - \beta_2 z)} = (1 + \Gamma) \vec{i}_x E_0 e^{j(\omega t - \beta_2 z)}$$

$$\vec{H}_2 = (1 + \Gamma_M) \vec{i}_y \frac{E_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t - \beta_2 z)} = (1 - \Gamma) \vec{i}_y \frac{E_0}{Z_{W1}} e^{j(\omega t - \beta_2 z)}$$

Współczynnik odbicia Γ

$$\Gamma = \frac{Z_{w2} - Z_{w1}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik transmisji T

$$T = 1 + \Gamma = \frac{2Z_{w2}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik odbicia
pola elektrycznego Γ_E

$$\Gamma_E = \Gamma = \frac{Z_{w2} - Z_{w1}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik transmisji
pola elektrycznego T_E

$$T_E = 1 + \Gamma_E = 1 + \Gamma = T = \frac{2Z_{w2}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik odbicia
pola magnetycznego Γ_M

$$\Gamma_M = -\Gamma = \frac{Z_{w1} - Z_{w2}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik transmisji
pola magnetycznego T_M

$$T_M = 1 + \Gamma_M = 1 - \Gamma = \frac{2Z_{w1}}{Z_{w2} + Z_{w1}}$$

Współczynnik odbicia mocy Γ_p

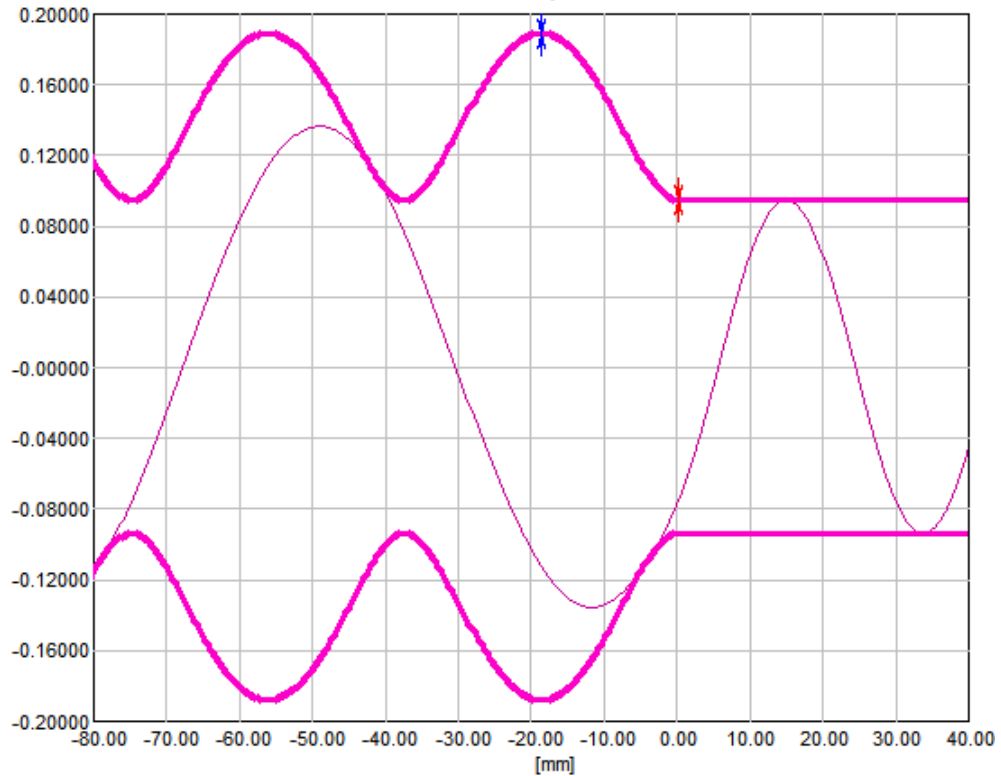
$$\Gamma_p = |\Gamma|^2$$

Współczynnik transmisji mocy T_p

$$T_p = 1 - \Gamma_p = 1 - |\Gamma|^2$$

Wrysować rozkłady chwilowe pola elektrycznego dla $t = \frac{T}{8}$ i $t = \frac{T}{4}$, gdzie T to okres.

$$t = \frac{T}{8}$$



$$t = \frac{T}{4}$$

