

LABORATORIUM ODKRYWCÓW



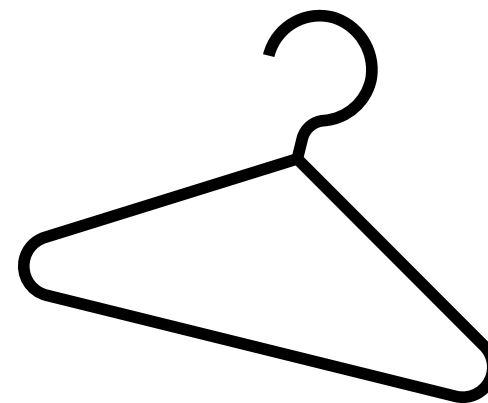
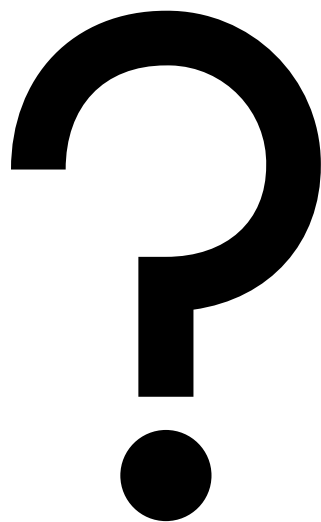
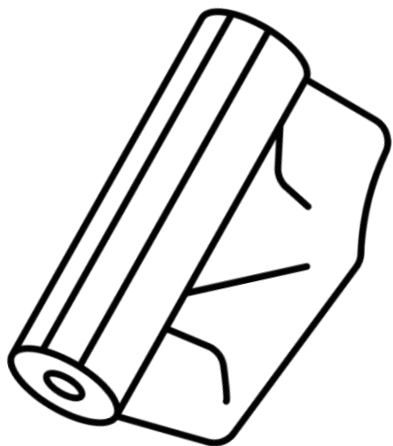
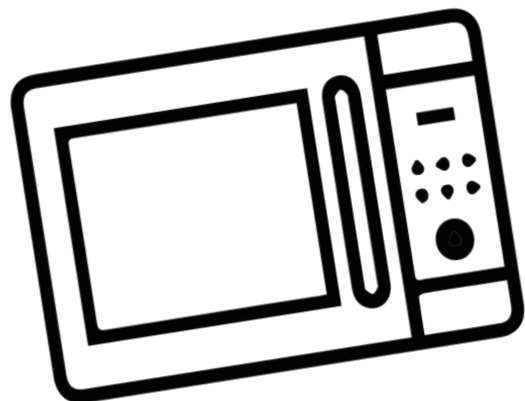
Na łąkach z Łukasiewiczem **Fale elektromagnetyczne i ich ekranowanie,** czyli co ma wspólnego mikrofalówka, wieszak, folia aluminiowa i waga?

Webinar STEM nr 3

Adam Linkowski i Michał Rokossowski

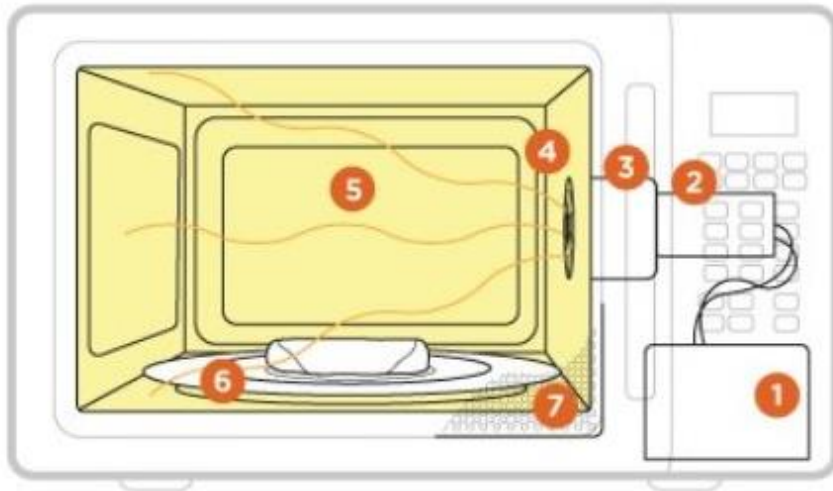
Poznań, 19.11.2025

Czego dowiemy się z tego Webinaru?



Mikrofalówka

Schemat budowy kuchenki mikrofalowej



Źródło: <https://www.filepicker.io/api/file/EYs5N3EYReyPf2bgM20>
(dostęp 16.01.2021r.)

- 1 | **Zasilacz** – konwertuje 110-220 woltów na znacznie wyższe napięcie potrzebne do generowania mikrofal.
- 2 | **Magnetron** – specjalny typ lampy próżniowej, która wykorzystuje przepływ elektronów do generowania promieniowania na zasadzie rezonansu.
- 3 | **Falowód mikrofalowy** – służy do przekierowania promieniowania mikrofalowego z magnetronu do komory mikrofalówki.
- 4 | **Wiatrak** – powoduje rozproszenie promieniowania, przez co nagrzewanie jest bardziej równomierne.
- 5 | **Komora mikrofalówki** – jej rozmiar jest precyzyjnie dobrany do długości fali, dzięki czemu powstają tzw. fale stojące.
- 6 | **Talerz obrotowy** – dzięki ruchowi jedzenie nagrzewa się równomiernie.
- 7 | **Okno** – wyposażone w warstwę siatki wykonanej z przewodnika, której oczka są zbyt małe, żeby promieniowanie mikrofalowe mogło przez nią przejść.

**W pierwszej części odpowiemy
na następujące pytania:**

Co to jest **dipol elektryczny** ?

Jak zachowuje się **cząsteczka wody** w zmiennym polu elektrycznym?

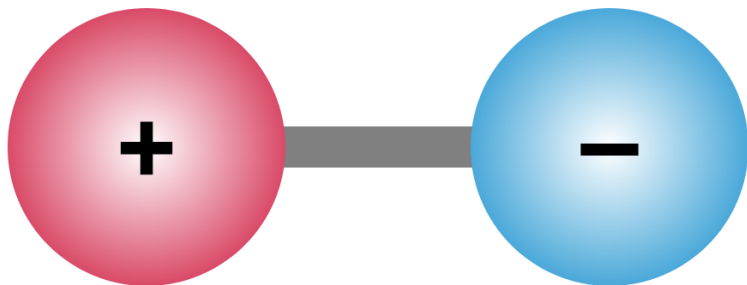
Czym są **mikrofale** ?

Dlaczego **talerz** w kuchence mikrofalowej się obraca?

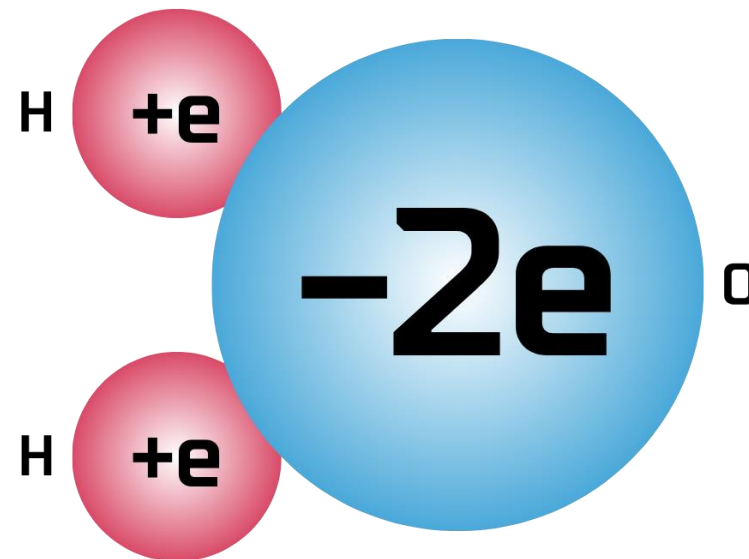
W pierwszej części odpowiemy na następujące pytania:

Co to jest **dipol elektryczny** ?

To układ dwóch ładunków, które mają taką samą wartość bezwzględną w zakresie potencjału – jeden z nich jest dodatni, a drugi ujemny. Oba ładunki muszą znajdować się w stałej odległości od siebie. Przykładem występującym w naturze jest **cząsteczka wody**.



Dipol elektryczny

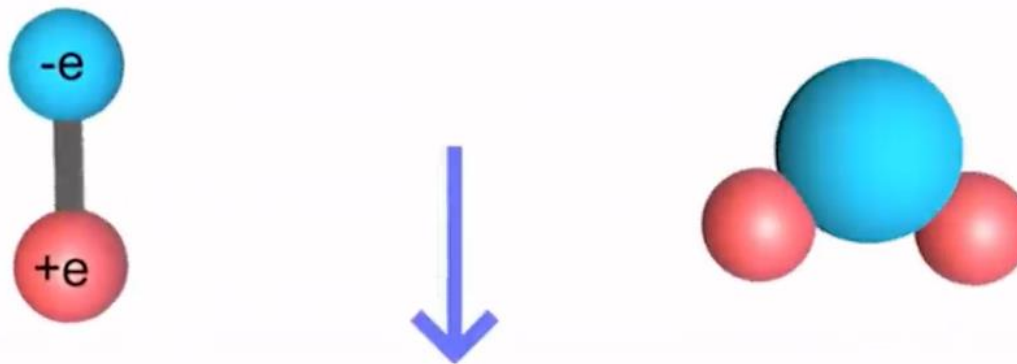


Cząsteczka H₂O

W pierwszej części odpowiemy na następujące pytania:

Jak zachowuje się **cząsteczka wody** w zmiennym polu elektrycznym?

Dipol obraca się **zgodnie z kierunkiem pola elektrycznego**. W efekcie w mikrofalówce dochodzi do **podgrzewania jedzenia**.

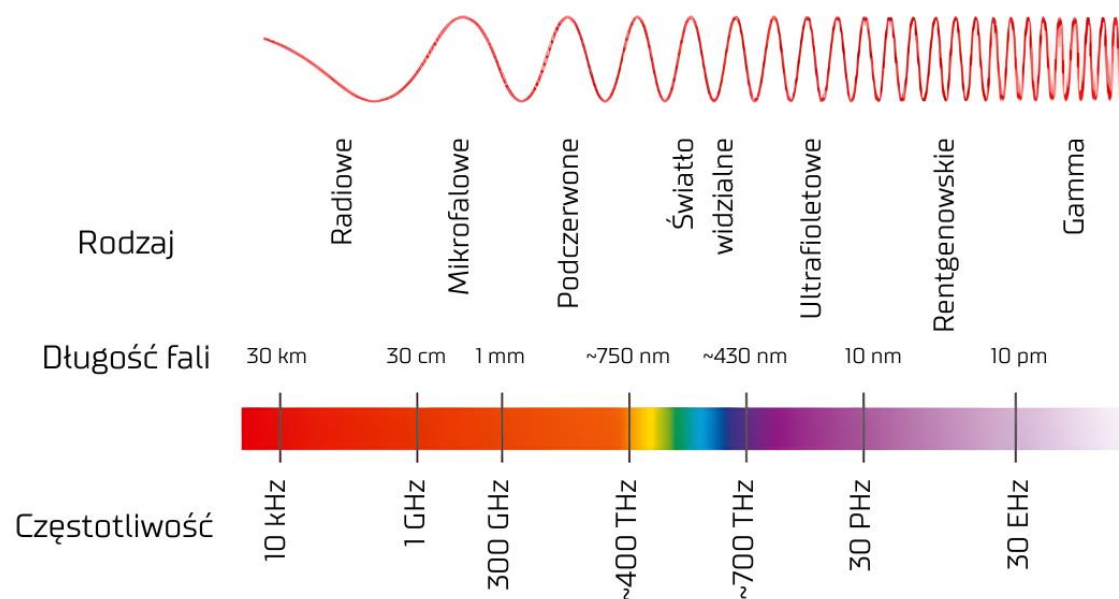


Źródło: PDF Politechniczne Demonstracje Fizyczne, <https://www.youtube.com/watch?v=altdA5TMHG0>

W pierwszej części odpowiemy na następujące pytania:

Czym są **mikrofale**?

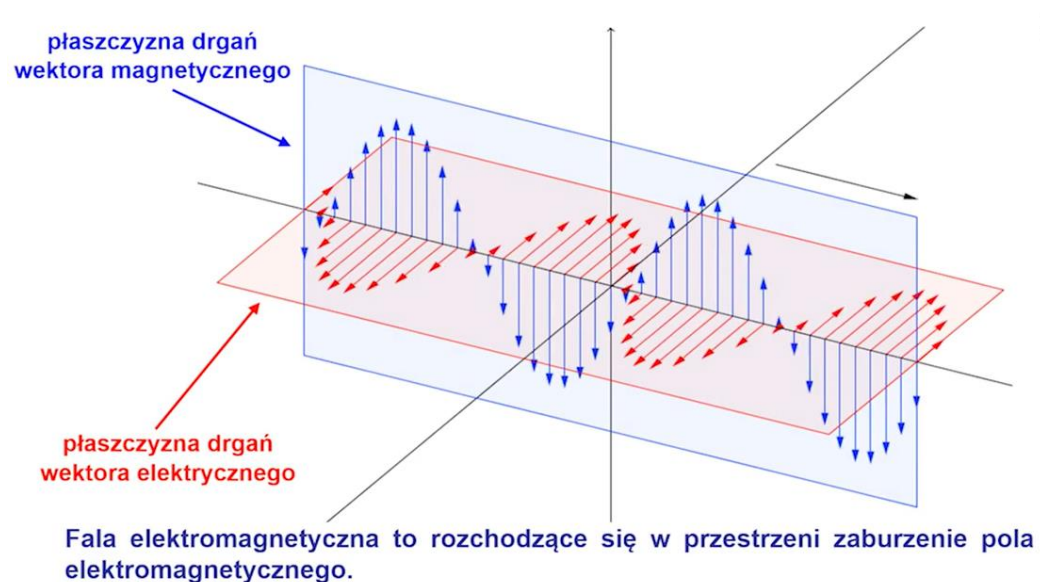
To **zaburzenie pola elektromagnetycznego**. Te wykorzystywane w kuchenkach mikrofalowych mają zakres od 1mm do 30cm, czyli od 1GHz do 300GHz.



Źródło: za PDF Politechniczne Demonstracje Fizyczne, <https://www.youtube.com/watch?v=altdA5TMHG0>

Wektor fal elektrycznych i wektor fal magnetycznych

Składowe w postaci **fal elektrycznych** i **fal magnetycznych** przemieszczają się względem siebie **prostopadle**.



Źródło: PDF Politechniczne Demonstracje Fizyczne, <https://www.youtube.com/watch?v=altdA5TMHG0>

Interferencja – nakładanie się fal

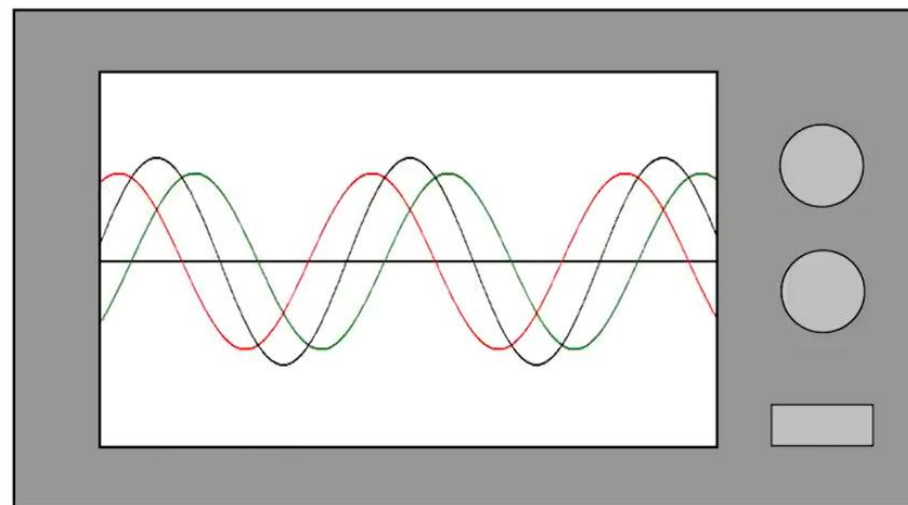
Gdy fale na siebie nachodzą, tworzą **interferencję**. Taka podwójna fala ma podwójną **amplitudę**. W niektórych miejscach fale wzajemnie się wygaszają, wtedy ich amplituda jest **równa zeru**.



Źródło: PDF Politechniczne Demonstracje Fizyczne, <https://www.youtube.com/watch?v=WT3vqcLADCw>

Fale w kuchence mikrofalowej

Magnetron w mikrofalówce emituje fale elektromagnetyczne, które odbijają się. Nałożone fale emitowane i odbite tworzą **fale stojące**.

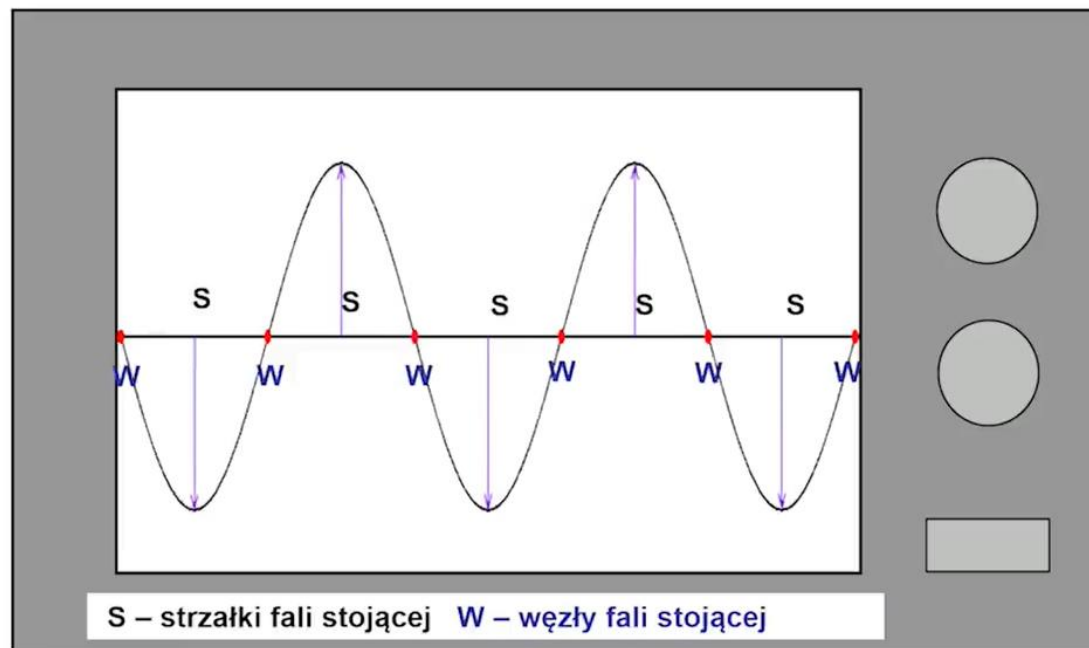


- mikrofala emitowana przez magnetron kuchenki ($f \approx 2,45 \text{ GHz}$, $\lambda \approx 12,2 \text{ cm}$)
- mikrofala odbita od ścianki kuchenki
- efekt nałożenia fal emitowanej i odbitej (fala stojąca)

Źródło: PDF Politechniczne Demonstracje Fizyczne, <https://www.youtube.com/watch?v=altdA5TMHG0>

Węzły i strzałki fali stojącej

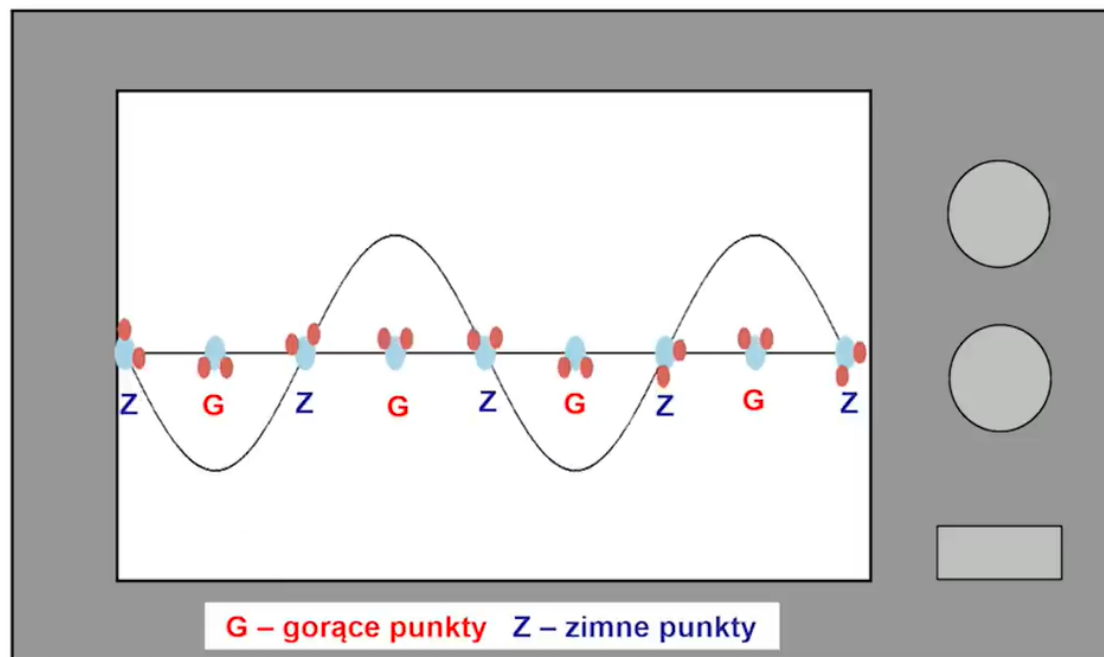
W najwyższych miejscach amplitudy fali stojącej (oznaczone **strzałkami**, S) zmienia ona swoją **polaryzację**. Punkty, w których amplituda się nie zmienia, oznaczamy **węzłami** (W).



Źródło: PDF Politechniczne Demonstracje Fizyczne, <https://www.youtube.com/watch?v=altdA5TMHG0>

Gorące i zimne punkty

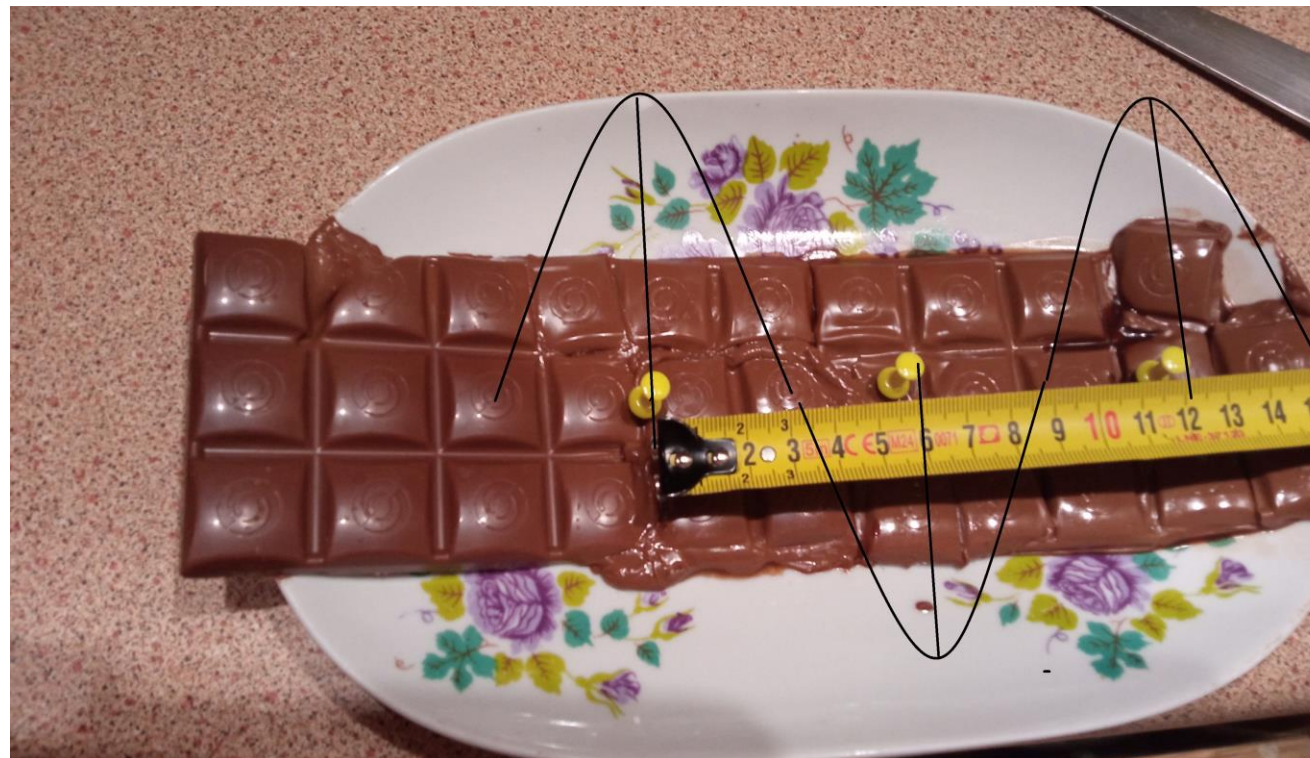
W miejscach, gdzie następuje duża zmiana amplitudy, występują **punkty gorące** – tam cząsteczki wody obracają się zgodnie ze zmianami natężenia pola elektrycznego. W **punktach zimnych** cząsteczki wody nie poruszają się. Jeśli nie byłoby talerza obrotowego, występujące naprzemiennie punkty gorące i zimne sprawiłyby, że jedzenie nie byłoby równomiernie podgrzane.



Źródło: PDF Politechniczne Demonstracje Fizyczne, <https://www.youtube.com/watch?v=altdA5TMHG0>

Gorące i zimne punkty

Demonstracja



Źródło: [Archiwum własne]

Gorące i zimne punkty

Pomiar długości fali



Źródło: [Archiwum własne]

Obliczanie częstotliwości w kuchence mikrofalowej

Długość fali $= \lambda : 12,6 \text{ cm} = 0,126 \text{ m}$

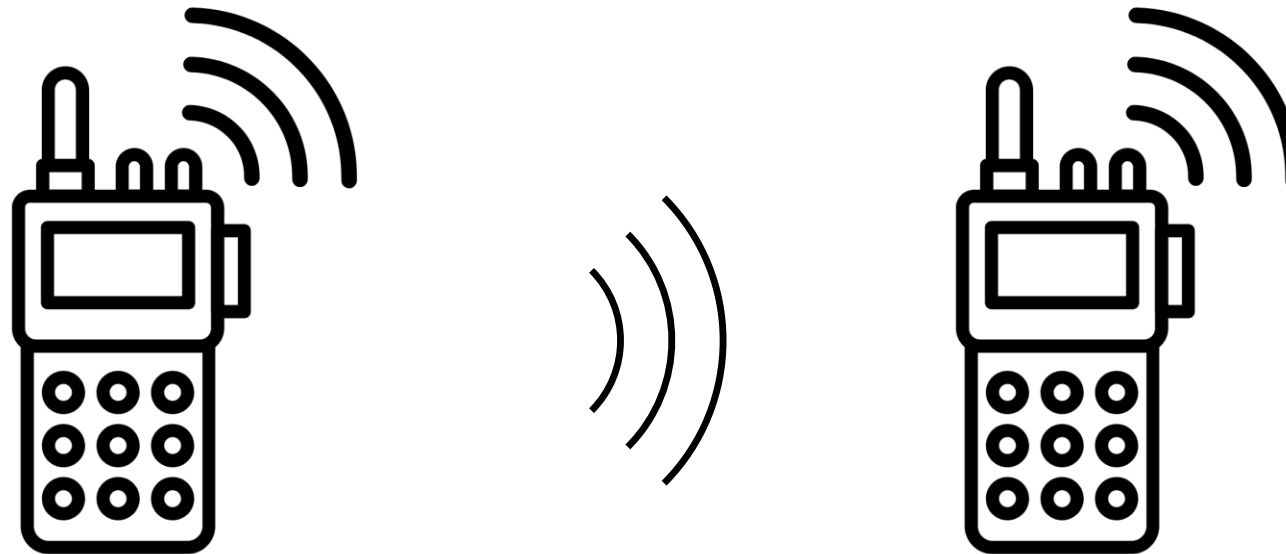
Prędkość światła $\approx 300\,000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
(w próżni)

Częstotliwość fali $f = \frac{c}{\lambda}$
(wzór)

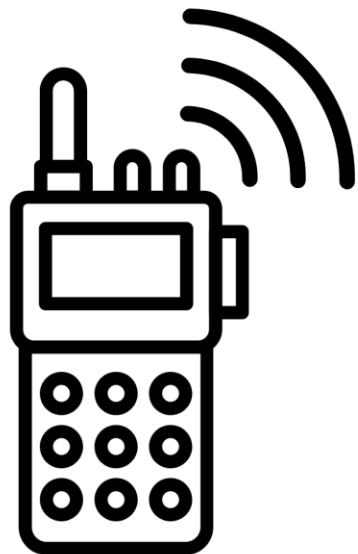
$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{0,126 \text{ m}} = 2,38 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 2,38 \text{ GHz}$$

Praktyczne zastosowanie fal elektromagnetycznych

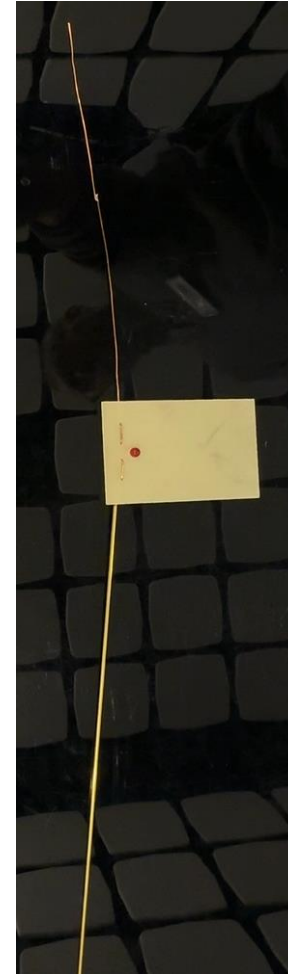
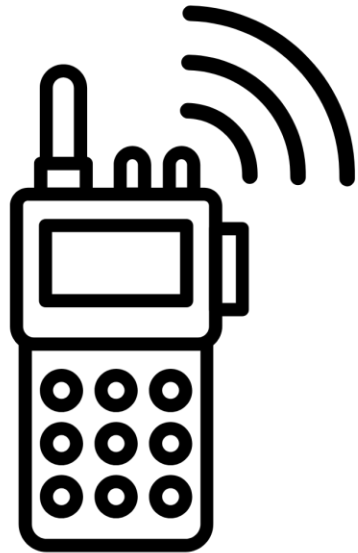
Fale elektromagnetyczne mogą być wykorzystywane m.in. do **komunikacji** i przesyłania **sygnału telewizyjnego**, jako **fale radiowe** lub do przesyłania **energii**.



Praktyczne zastosowanie fal elektromagnetycznych



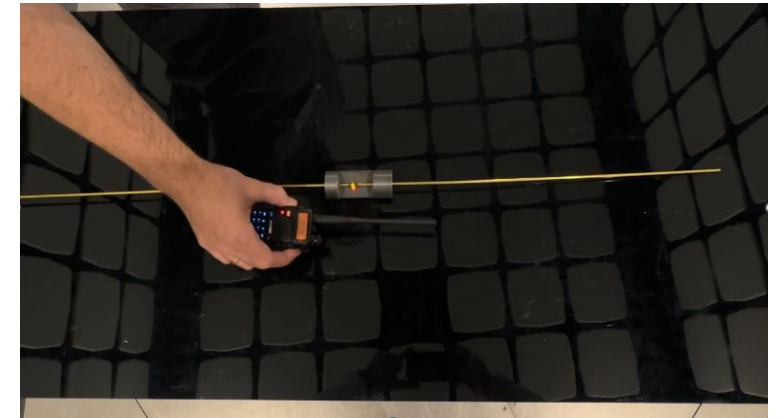
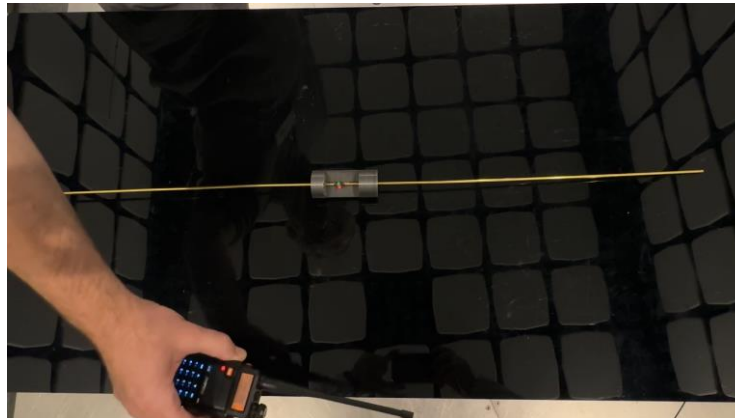
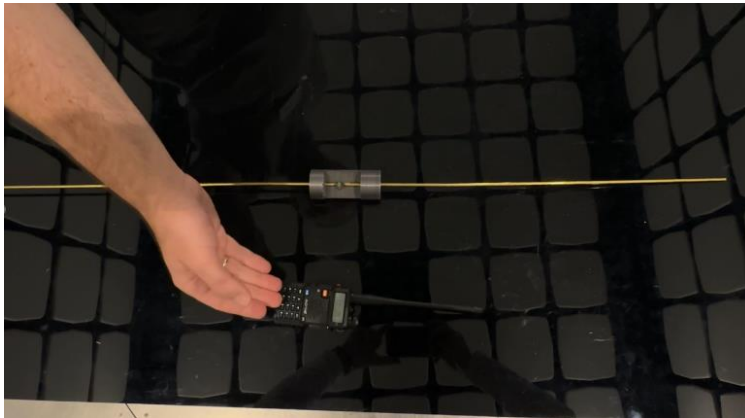
Praktyczne zastosowanie fal elektromagnetycznych



Źródło: [Archiwum własne]

Energia przenoszona przez fale elektromagnetyczne – praktyczny pokaz

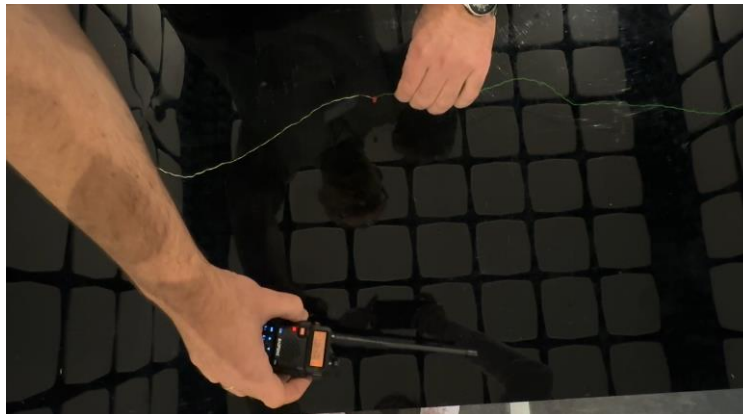
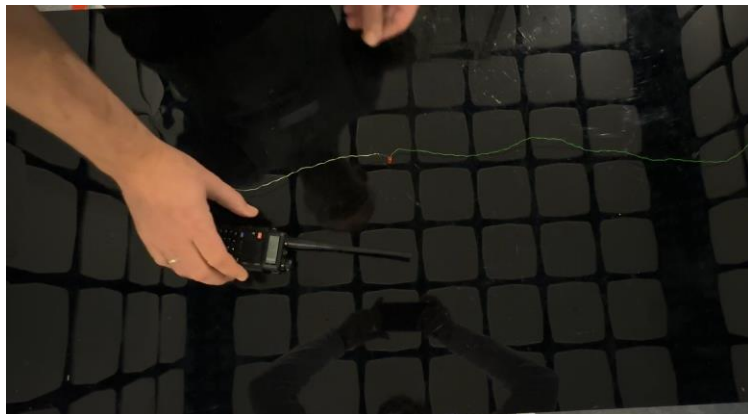
Radiotelefon i antena z rurek mosiężnych



Źródło: [Archiwum własne]

Energia przenoszona przez fale elektromagnetyczne – praktyczny pokaz

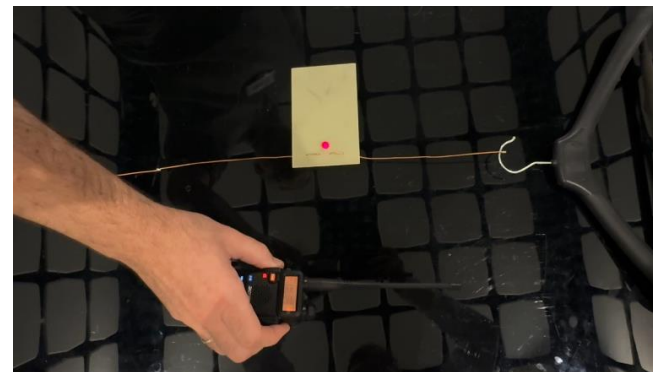
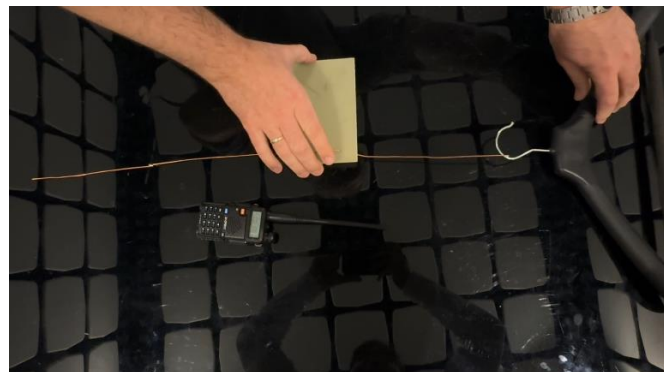
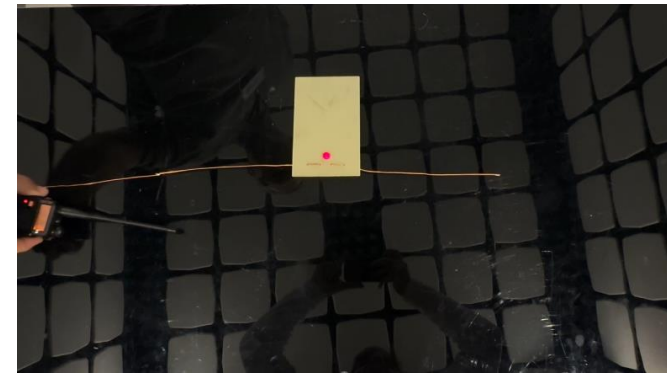
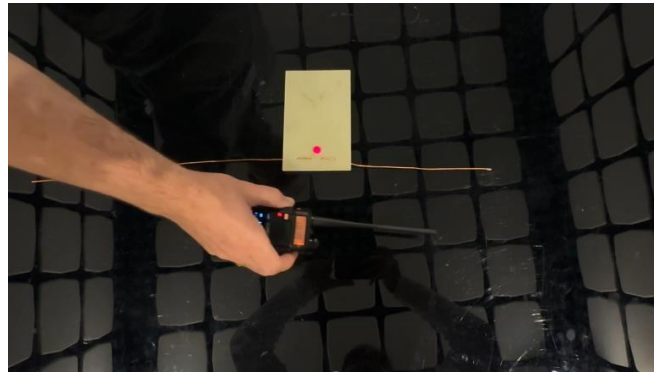
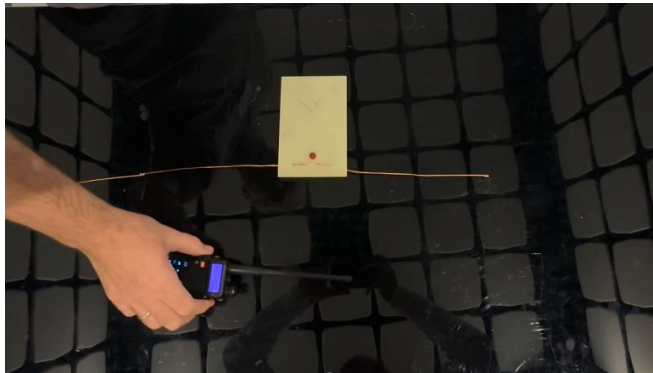
Radiotelefon i przewody z wlutowaną diodą



Źródło: [Archiwum własne]

Energia przenoszona przez fale elektromagnetyczne – praktyczny pokaz

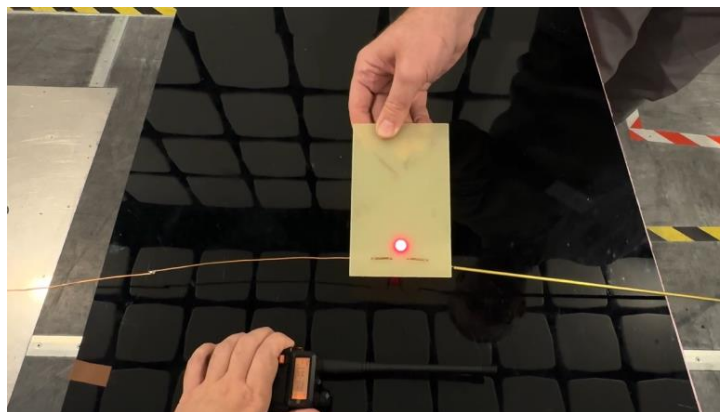
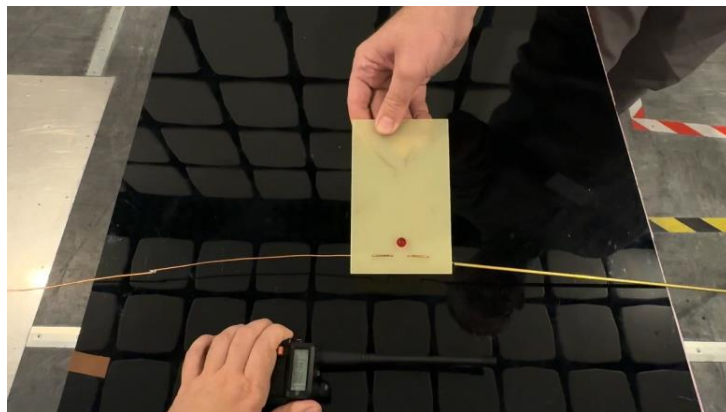
Radiotelefon i antena z przedłużeniem w postaci wieszaka



Źródło: [Archiwum własne]

Energia przenoszona przez fale elektromagnetyczne – praktyczny pokaz

Radiotelefon i zwiększanie zasięgu poprzez wydłużanie anteny



Źródło: [Archiwum własne]

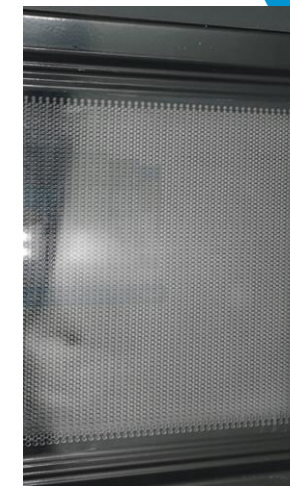
Metody ekranowania

Kiedy fale elektromagnetyczne nam przeszkadzają, np. nie chcemy, by się nawzajem zakłócały, to możemy je zatrzymać poprzez **ekranowanie**. Im lepiej materiał wyrównuje potencjał przestrzeni i im lepiej ją otacza, tym lepiej ekranuje.

1 | Metalowa siatka zatrzymuje mikrofałe (znacząco mniejsze oczka niż długość fali) przez to emisja mikrofal poza urządzeniem jest minimalna i bezpieczna.



Źródło: [Archiwum własne]



Źródło: [Archiwum własne]

2 | Tkaniny przewodzące



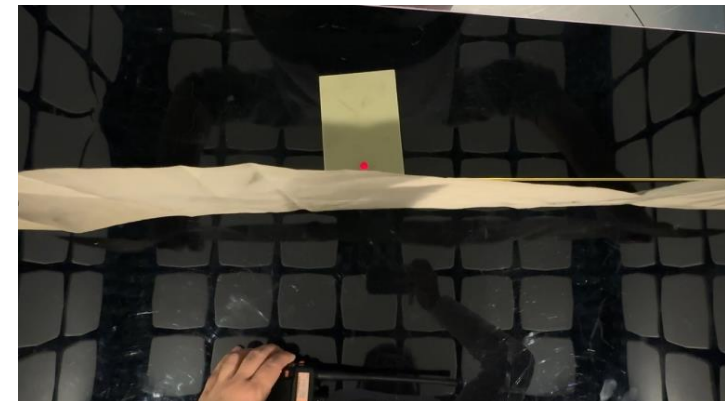
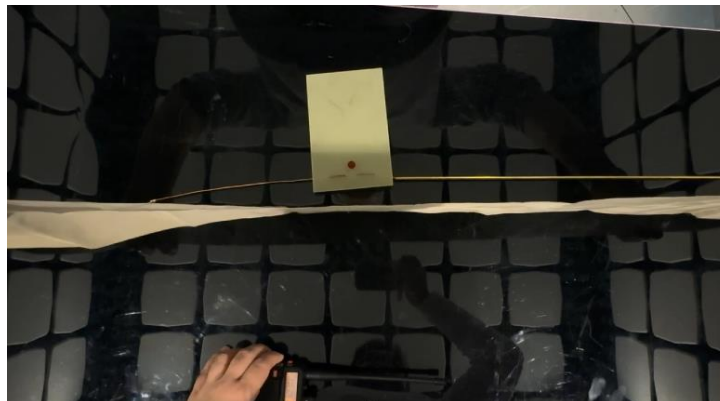
Źródło: [Archiwum własne]

3 | Folia aluminiowa

Do pewnego stopnia również spełnia funkcję małej, cienkiej „klatki Faradaya”

Przykłady ekranowania fal elektromagnetycznych

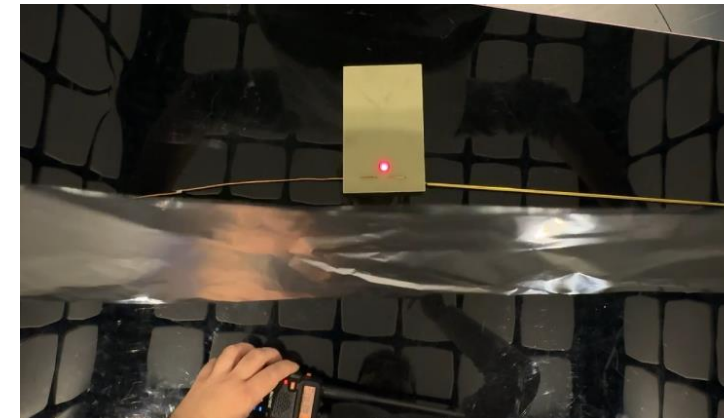
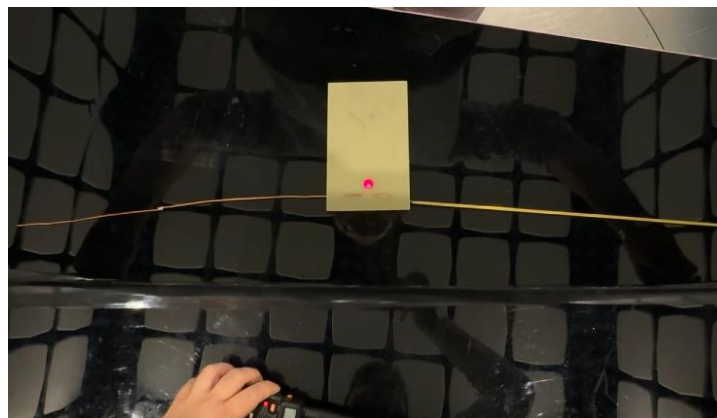
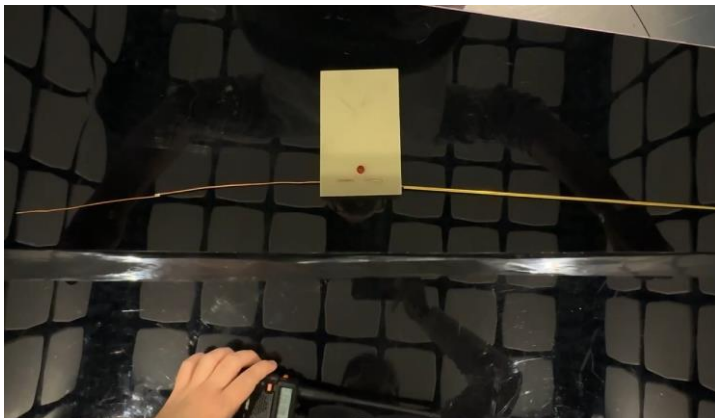
Radiotelefon, antena i tkanina przewodząca



Źródło: [Archiwum własne]

Przykłady ekranowania fal elektromagnetycznych

Radiotelefon, antena i folia aluminiowa



Źródło: [Archiwum własne]

Klatka Faradaya

Szczelne pomieszczenie z blachy



Źródło: [Archiwum własne]



Źródło: [Archiwum własne]

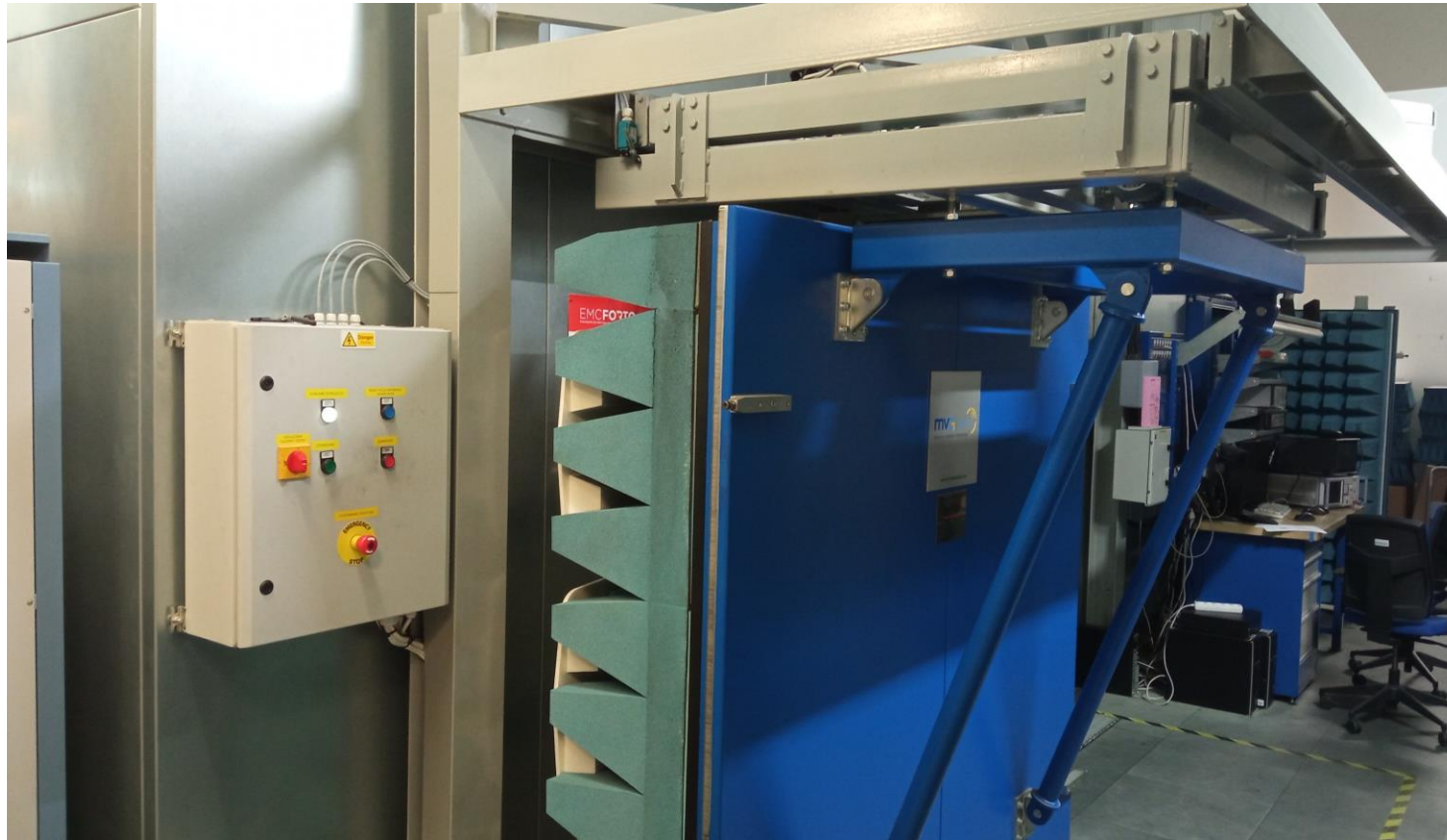
Komora bezodbiciowa

Klatka Faradaya z absorberami



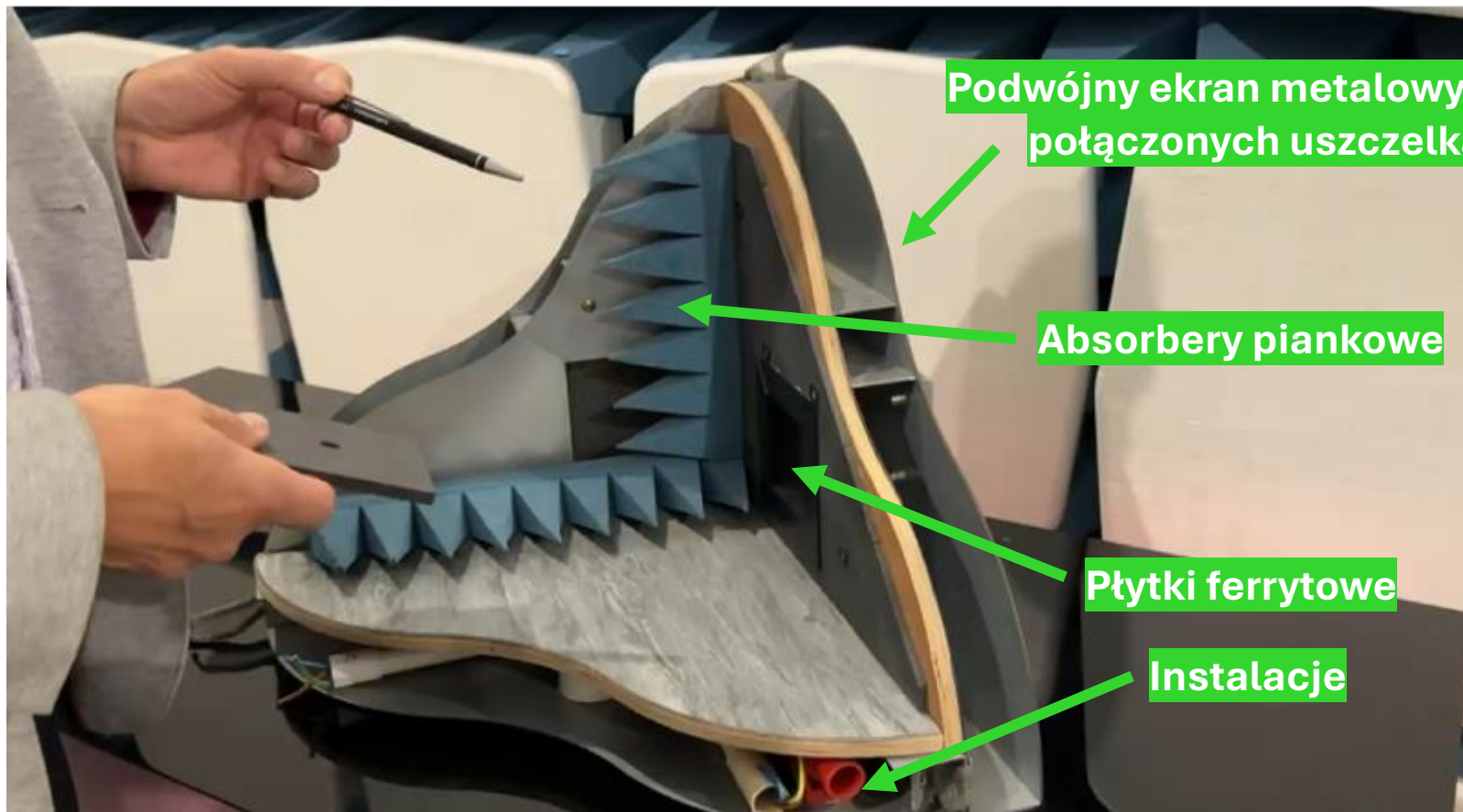
Źródło: [Archiwum własne]

Komora bezodbiciowa



Źródło: [Archiwum własne]

Profesjonalne ekranowanie fal elektromagnetycznych

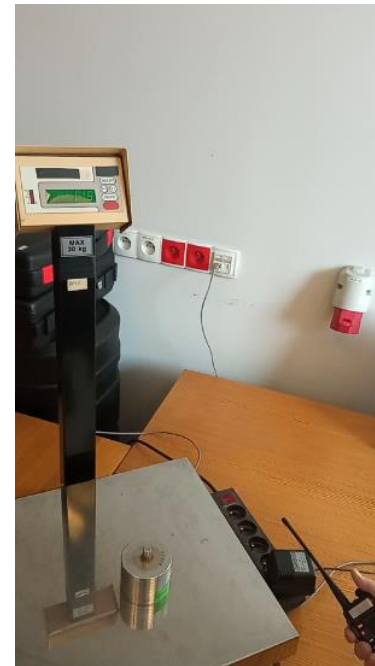


Źródło: [Archiwum własne]

Po co nam ekranowanie?

Przykład

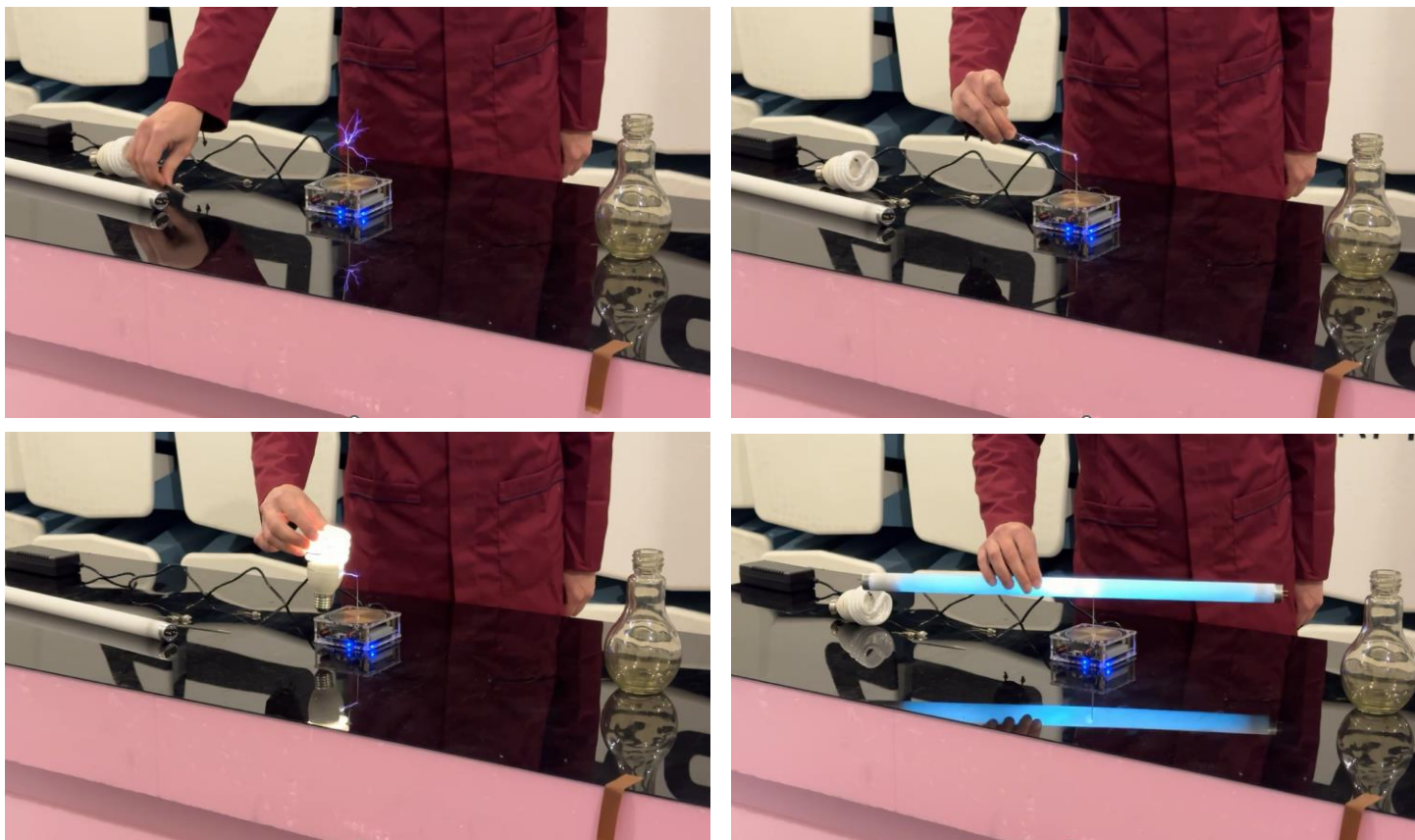
Włączenie krótkofalówki spowodowało zakłócenie działania wagi ze względu na **niekompatybilność elektromagnetyczną**. Waga pokazuje prawidłowy odczyt (2kg) przy wyłączonej krótkofalówce, a nieprawidłowy (1,19kg) przy włączonej.



Źródło: [Archiwum własne]

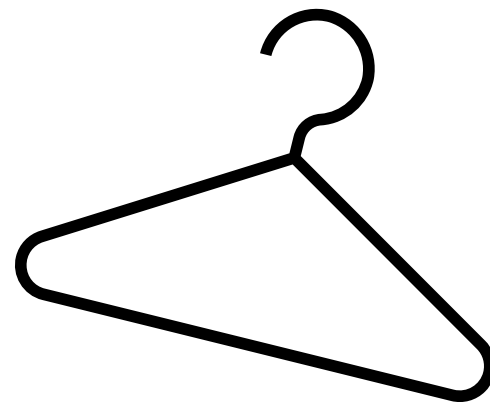
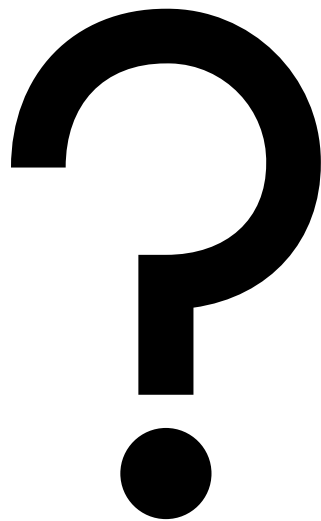
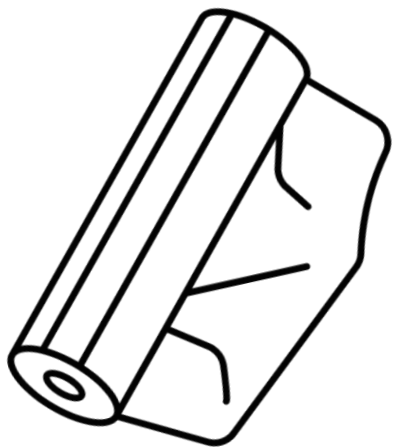
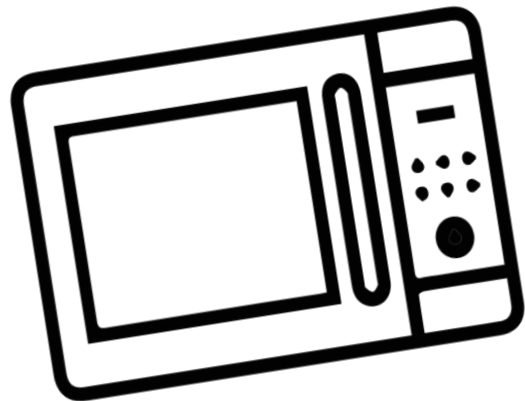
Czy można przesłać więcej energii na odległość?

Cewka Nikoli Tesli – ładowanie bezprzewodowe

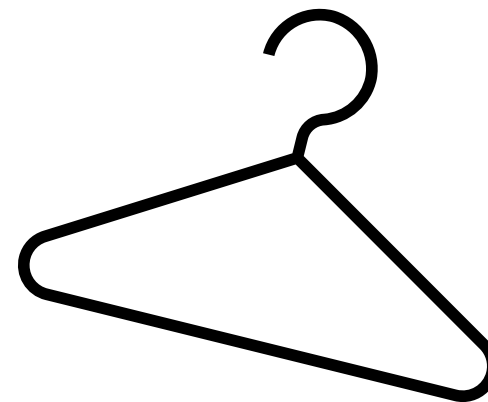
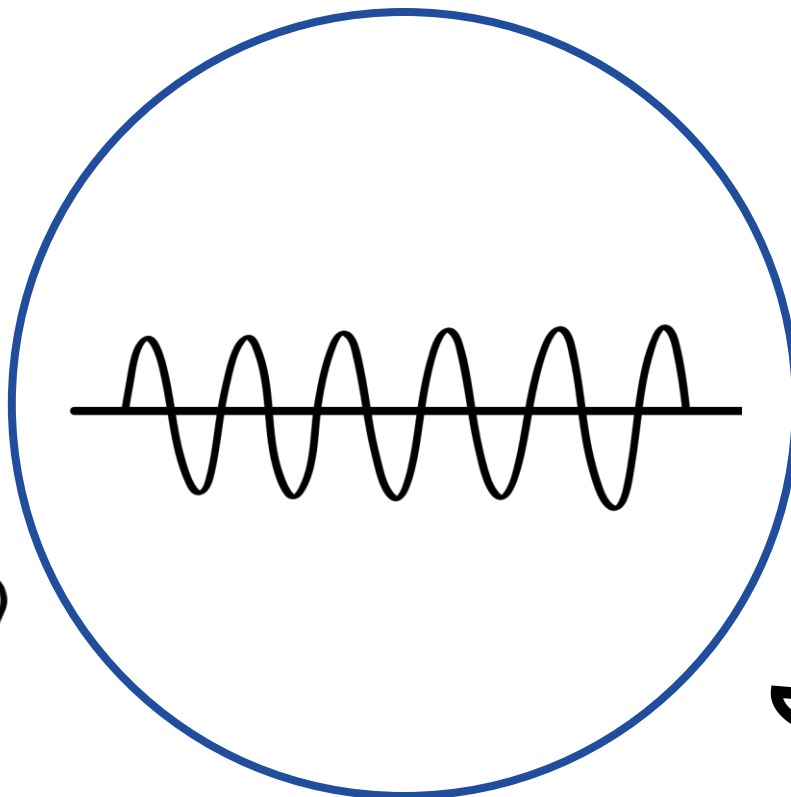
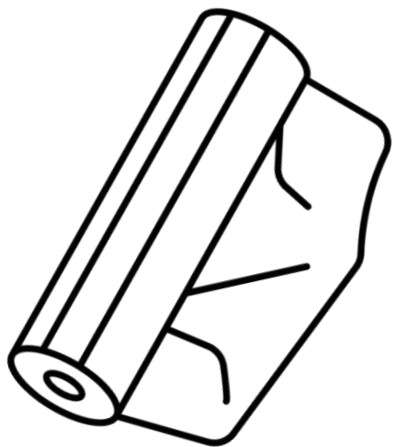
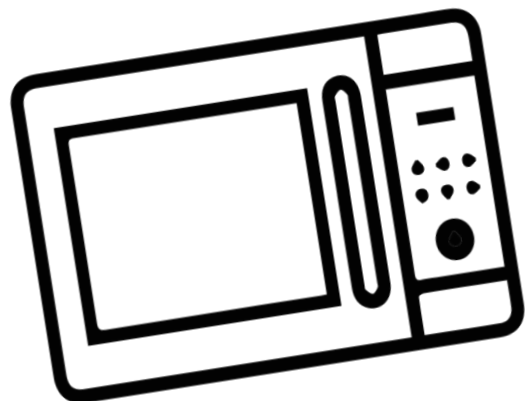


Źródło: [Archiwum własne]

Czego dowiedzieliśmy się z tego Webinaru?



Czego dowiedzieliśmy się z tego Webinaru?



Akademia Łukasiewicza

Sprawdź, co ciekawego dla Ciebie przygotowaliśmy!



Instagram



Facebook



Strona



Łukasiewicz

Poznański Instytut Technologiczny



Wydarzenie było współfinansowane ze środków budżetu państwa w ramach projektu „Akademia Łukasiewicza – Laboratorium Odkrywców” realizowanego w programie „Odkrywczy” ustanowionym przez Ministra Edukacji Narodowej.

Dziękujemy za uwagę

Adam Linkowski i Michał Rokossowski

Z pomocą:

Tomasz Warzyński, Radosław Szczepański,
Krzysztof Sieczkarek, Adam Maćkowiak



pit.lukasiewicz.gov.pl

