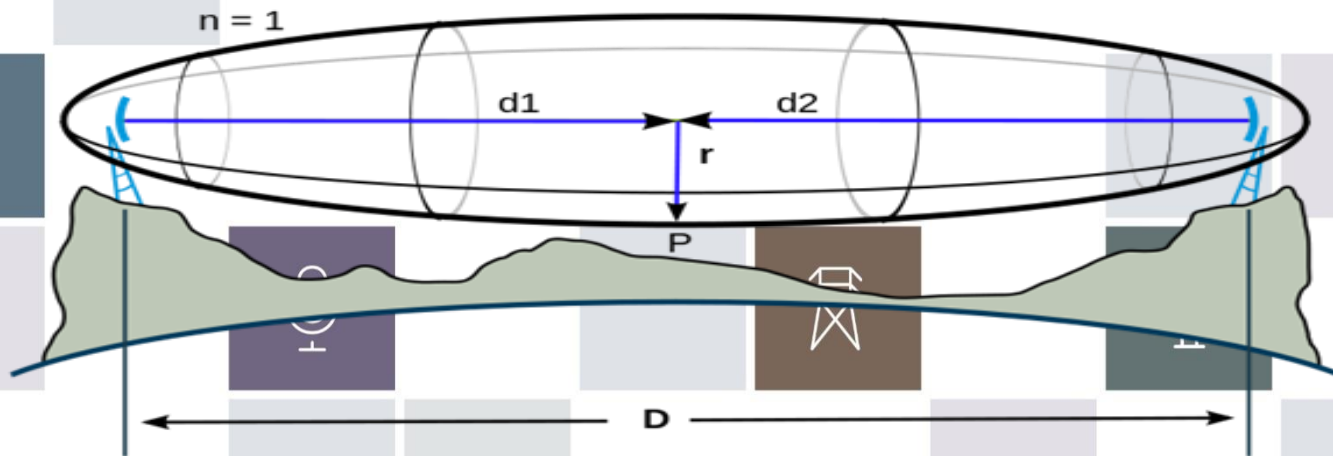
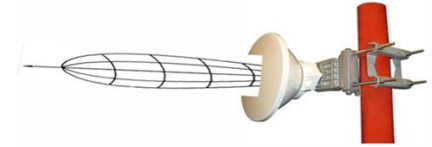


Metody wyznaczania rozkładu gęstości mocy w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR

emitel



Metody wyznaczania PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR



PLAN PREZENTACJI:

1. Wstęp
2. Wyznaczanie gęstości mocy w osi głównej anteny parabolicznej (Rec. ITU-R BS.1698)
3. Rozkład gęstości mocy w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten parabolicznych - metoda opublikowana przez NBS(USA) w 1985r.
4. Wyznaczanie bezwzględnej wartości gęstości mocy w wybranym punkcie obserwacji
5. Wyniki symulacji i pomiarów rozkładu gęstości mocy w strefie pola bliskiego wokół anteny o $D=0,24$ m i $f=38$ GHz. (źródło ETSI TR 102 457 v1.1.1)
6. Gęstość mocy na wys. 2 m nad powierzchnią dachu przy antena zainstalowana na wys. 2,8 m.
7. Gęstości mocy na wysokości 2 m npt. dla anteny zainstalowanej na wys. 20 m
8. Pomiary PEM-stan prawny
10. Podsumowanie

Metody wyznaczania PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR

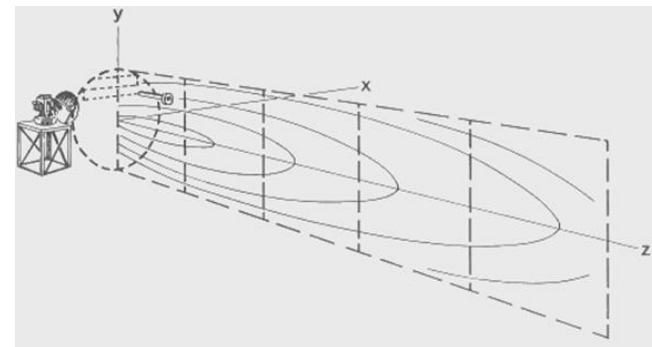
Wstęp

- Nieprecyzyjne i niespójne zapisy w ustawie Prawo ochrony środowiska i w rozporządzeniach wykonawczych negatywnie wpływają na konkurencyjność usług transmisji danych realizowanych z wykorzystaniem łączy radiowych.
- Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia (Dz. U. 10.130.880)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 9 listopada 2010r. jednoznacznie wyłączyło linie radiowe z przedsięwzięć mogących znacząco lub potencjalnie oddziaływać na środowisko.



Obszar pola bliskiego

- Pole bliskie i pole pośrednie jest określane jako strefa Fresnela, natomiast pole dalekie jako strefa Frauhofera lub obszar promieniowania.
- Pojęcie „pole indukcyjne” dotyczy bezpośrednich odległości przy źródle, w których pole można uznać za stacjonarne, a E niezależne od H .
- pole bierne oznacza obszar, w którym dominuje część urojona wektora Poyntinga.



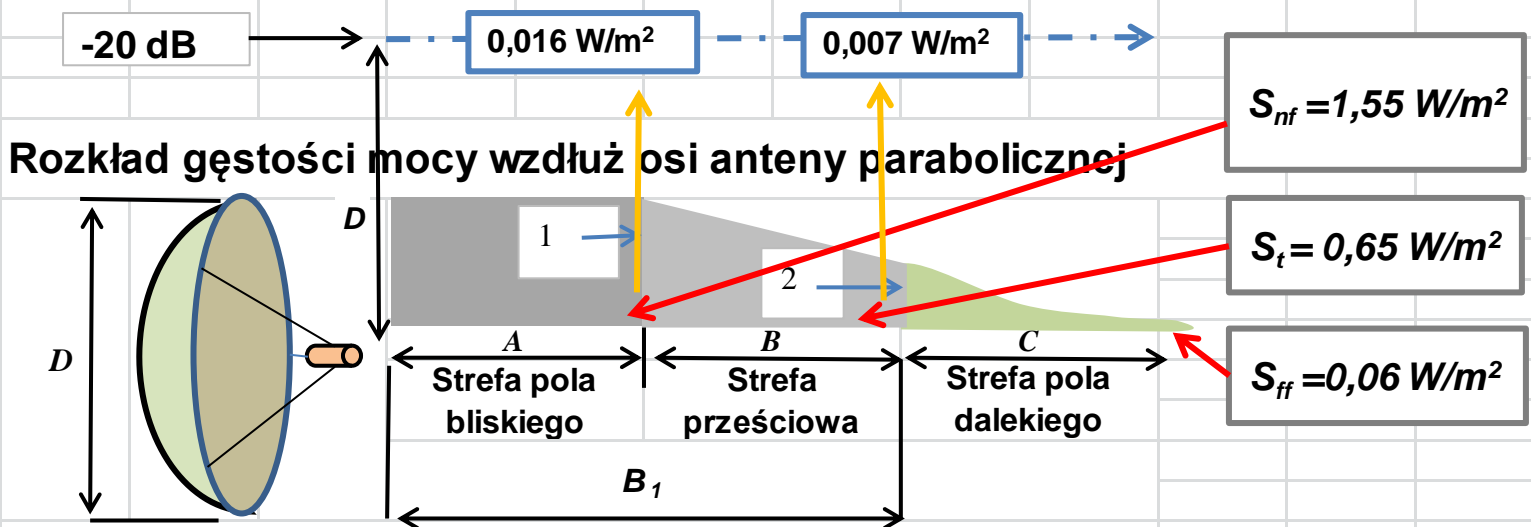


Obszar pola dalekiego

- $R \geq 2D^2/\lambda$
- pole dalekie jest polem poprzecznym i w dowolnym punkcie PEM ma charakter fali płaskiej
- zależność składowych E i H od θ i φ opisują unormowane charakterystyki promieniowania, niezależne od R
- składowe E i H są wzajemnie prostopadłe i proporcjonalne, a współczynnikiem proporcjonalności jest impedancja falowa ośrodka,
- wektor Poyntinga $S = E \times H$ jest rzeczywisty i skierowany radialnie.

► PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR w osi głównej

Radiolinia w paśmie 38,5 GHz, P= 23 dBm, D= 0,6 m, G= 45,20 dBi



$$A = 0,25 D^2 / \lambda$$

$$A = 11,55$$

$$B_1 = 0,6 D^2 / \lambda$$

$$B_1 = 27,72$$

$$B = B_1 - A$$

$$C > B_1$$

$$B_1 + C = 91,2 \text{ m}$$

$$S_{nf} = \frac{16\eta P}{\pi D^2}, R_{nf} = \frac{D^2}{4\lambda}$$

$$S_t = \frac{S_{nf} R_{nf}}{R}, \frac{0,25 D^2}{\lambda} \leq R \leq \frac{0,6 D^2}{\lambda}$$

$$S_{ff} = \frac{PG}{4\pi R^2}, R_{ff} = \frac{2D^2}{\lambda}$$

▶ PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR w osi głównej

- Promieniowanie w biernym obszarze pola bliskiego zamyka się w walcu o średnicy D i jest stałe, a jego gęstość wyznaczamy z następującej zależności:

$$S_{nf} = \frac{16\eta P}{\pi D^2}$$

gdzie:

S_{nf} – gęstość mocy w strefie bliskiej [W/m^2]

η – współczynnik wykorzystania apertury (0,5-0,75)

P – moc na wejściu anteny [W]

D – średnica anteny [m]

Powyższa zależność obowiązuje w odległości R od anteny z przedziału $0 < R_{nf} \leq 0,25 D^2/\lambda$.

▶ PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR w osi głównej

W strefie przejściowej gęstość mocy zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do odległości. Gęstość mocy w strefie przejściowej w osi głównej wyznacza się z następującej zależności:

$$S_t = \frac{S_{nf} R_{nf}}{R_t}$$

gdzie:

S_t – gęstość mocy w strefie przejściowej [W/m²]

R_t – odległość od anteny ($0,25 D^2/\lambda < R_t \leq 0,6 D^2/\lambda$)

▶ PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR w osi głównej

W strefie pola dalekiego obowiązuje zależność:

$$S_{ff} = \frac{PG}{4\pi R^2}$$

gdzie:

S_{ff} – gęstość mocy w strefie pola dalekiego [W/m²]

P – moc na wejściu anteny [W]

G – zysk anteny

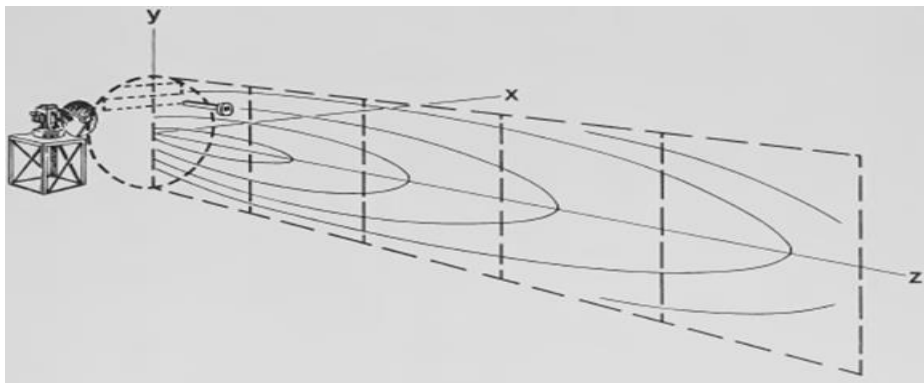
R – odległość od środka anteny ($R \geq 2D^2/\lambda$)

▶ PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR w osi głównej

- Opisana powyżej metoda pozwala wyznaczyć gęstość mocy wzdłuż głównej osi anteny. Poza osią główną gęstość mocy szybko maleje.
- Jeżeli punkt obserwacji znajduje się na osi równoległej do osi głównej, oddalonej o odległość równą średnicy anteny D , to poziom gęstości mocy w tym punkcie jest mniejszy przynajmniej o 20 dB.

▶ Rozkład gęstości mocy w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten parabolicznych

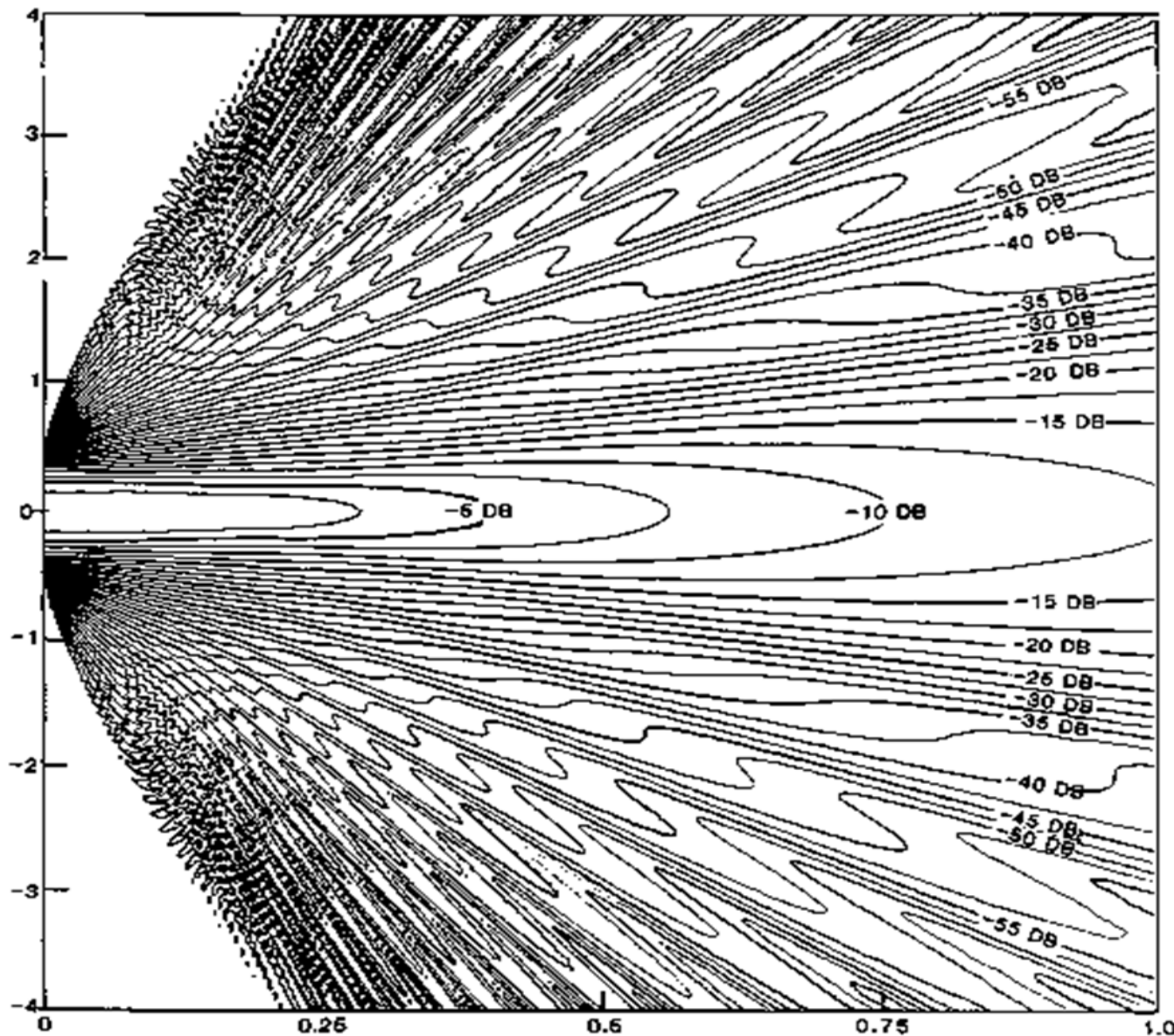
- Na zlecenie Agencji Ochrony Środowiska USA (EPA) została opracowana skuteczna i dokładna metoda obliczania gęstości mocy w strefie pola bliskiego w sąsiedztwie anten mikrofalowych.
- Autorzy : Richard L. Lewis & Allen C. Newell
- Metoda ta została opublikowana przez Narodowe Biuro Standardów USA (NBS) w 1985 r.
- Metoda ta pozwala w szybki sposób wyznaczyć gęstość mocy w dowolnym punkcie obserwacji strefy bliskiej pola w otoczeniu anteny parabolicznej.



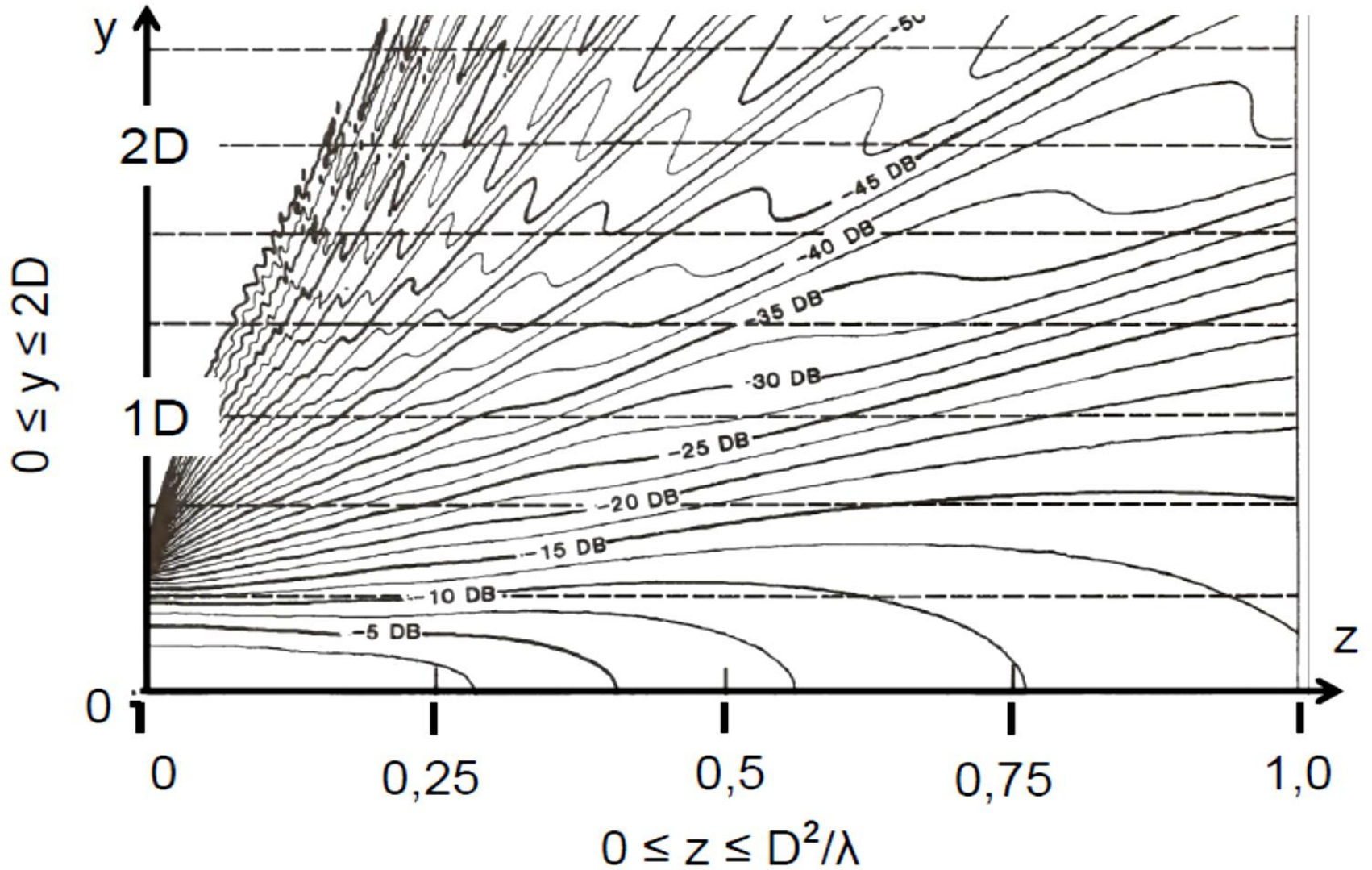
► Rozkład gęstości mocy w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten parabolicznych

- W wyniku modelowania numerycznego z wykorzystaniem obliczeń pola elektromagnetycznego w strefie bliskiej anteny powstało narzędzie w postaci wykresów, które umożliwiają obliczenie gęstości mocy w dowolnym punkcie obserwacji pola bliskiego, określonym współrzędnymi z i y .
- Oś rzędnych w tych wykresach obejmuje zakres $\pm 4D$, a oś odciętych rozciąga się od czoła anteny do D^2/λ .
- Skalowanie osi y przez D oraz osi z przez D^2/λ powoduje, że pojedynczy wykres będzie obowiązywał dla wszystkich anten o takim samym stosunku D/λ .
- W dalszej części będziemy posługiwać się wykresami obowiązującymi dla anten spełniających warunek $D > 30\lambda$ i ograniczymy oś rzędnych do $2D$ oraz ze względu na symetrię pominiemy ujemne wartości rzędnych.

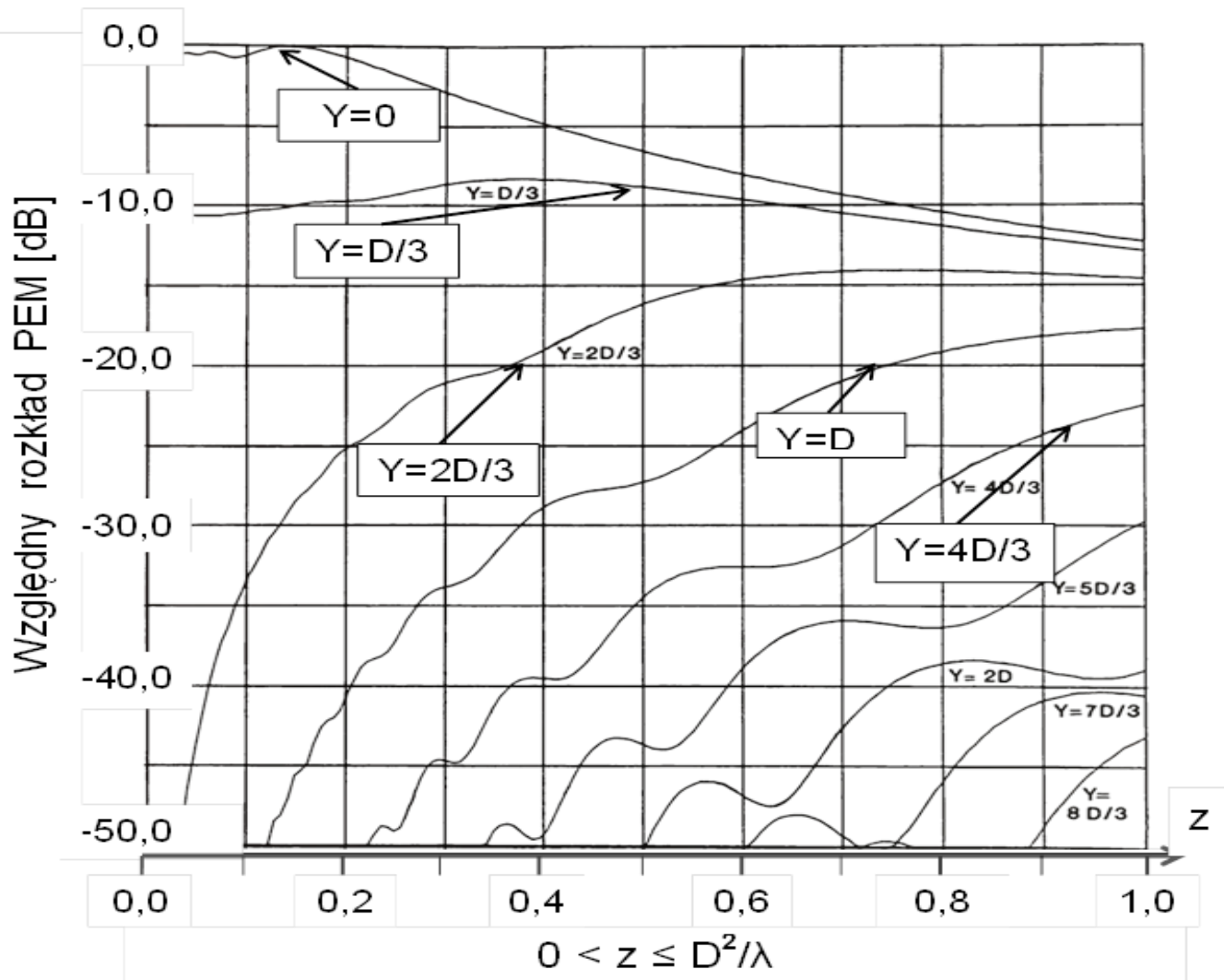
Rozkład gęstości mocy wokół anten o $D > 30\lambda$, oś Y skalowana przez D, a z przez D^2/λ (źródło NBSIR 85-3036)



► Względny rozkład gęstości mocy dla anten o $D > 30 \lambda$



Względny rozkład gęstości mocy wzdłuż linii równoległych do osi głównej anten LR o $D > 30\lambda$



Obliczenie bezwzględnej wartości gęstości mocy w wybranym punkcie obserwacji

Bezwzględną gęstość mocy w punkcie obserwacji przy rzeczywistej mocy doprowadzonej do anteny wyliczamy z następującej zależności:

$$S_{(z,y)} = A(z, y) + B + P,$$

$$B[dBm/cm^2] = 38,57 - 20 * \log_{10} D[cm]$$

Gdzie:

$S(z,y)$ – gęstość mocy w punkcie obserwacji [dBm/cm²]

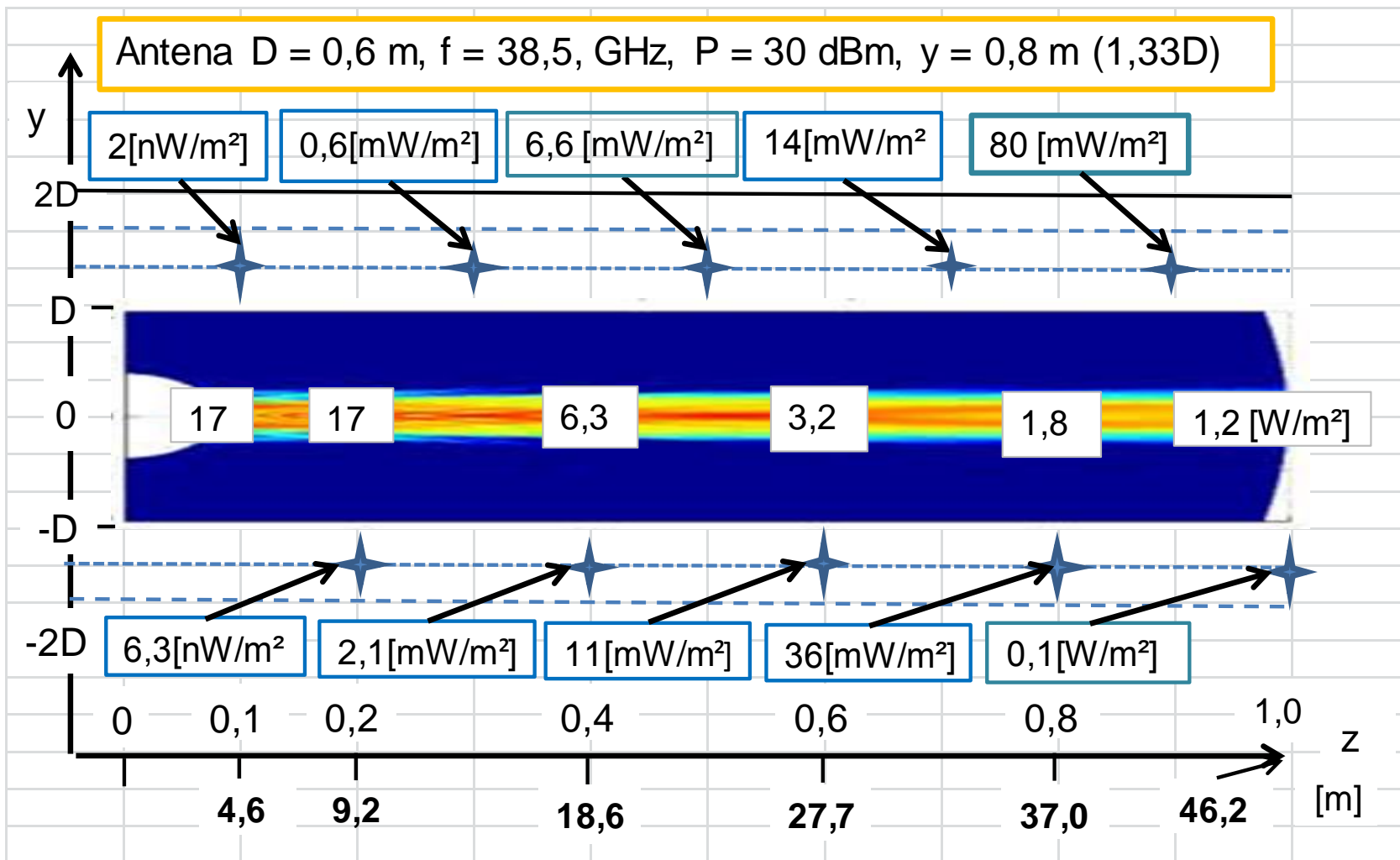
$A(z,y)$ – względna gęstość mocy w punkcie obserwacji odczytana z wykresu [dB]

B – maksymalna gęstość mocy w wiązce głównej w strefie biernej pola bliskiego przy mocy na wejściu anteny równej 1W

D – średnica anteny [cm]

P – rzeczywista moc na wejściu anteny [dBW]

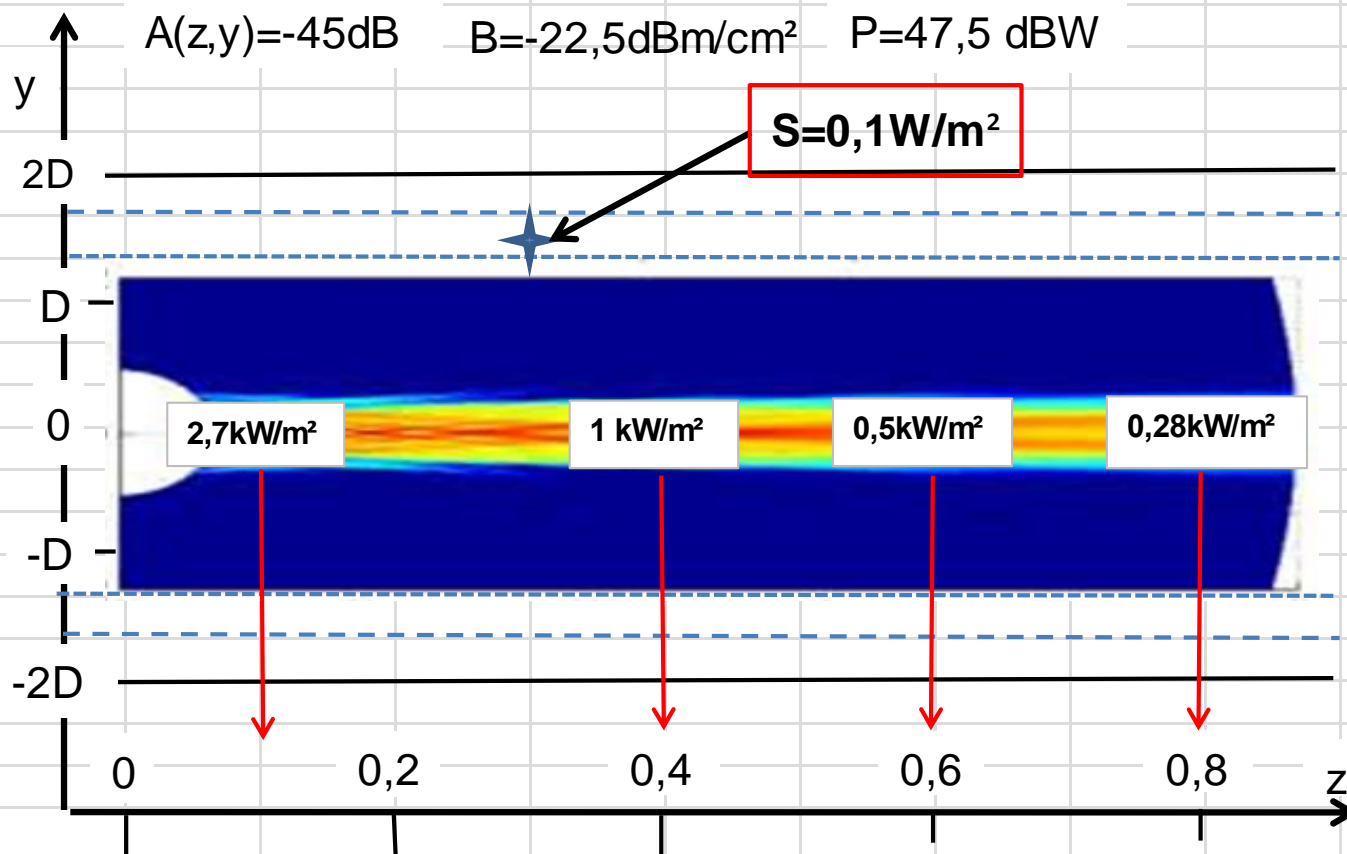
- ▶ Obliczone wartości bezwzględnej gęstości mocy w osi głównej i na linii równoległej odległej o 0,8 m od osi.



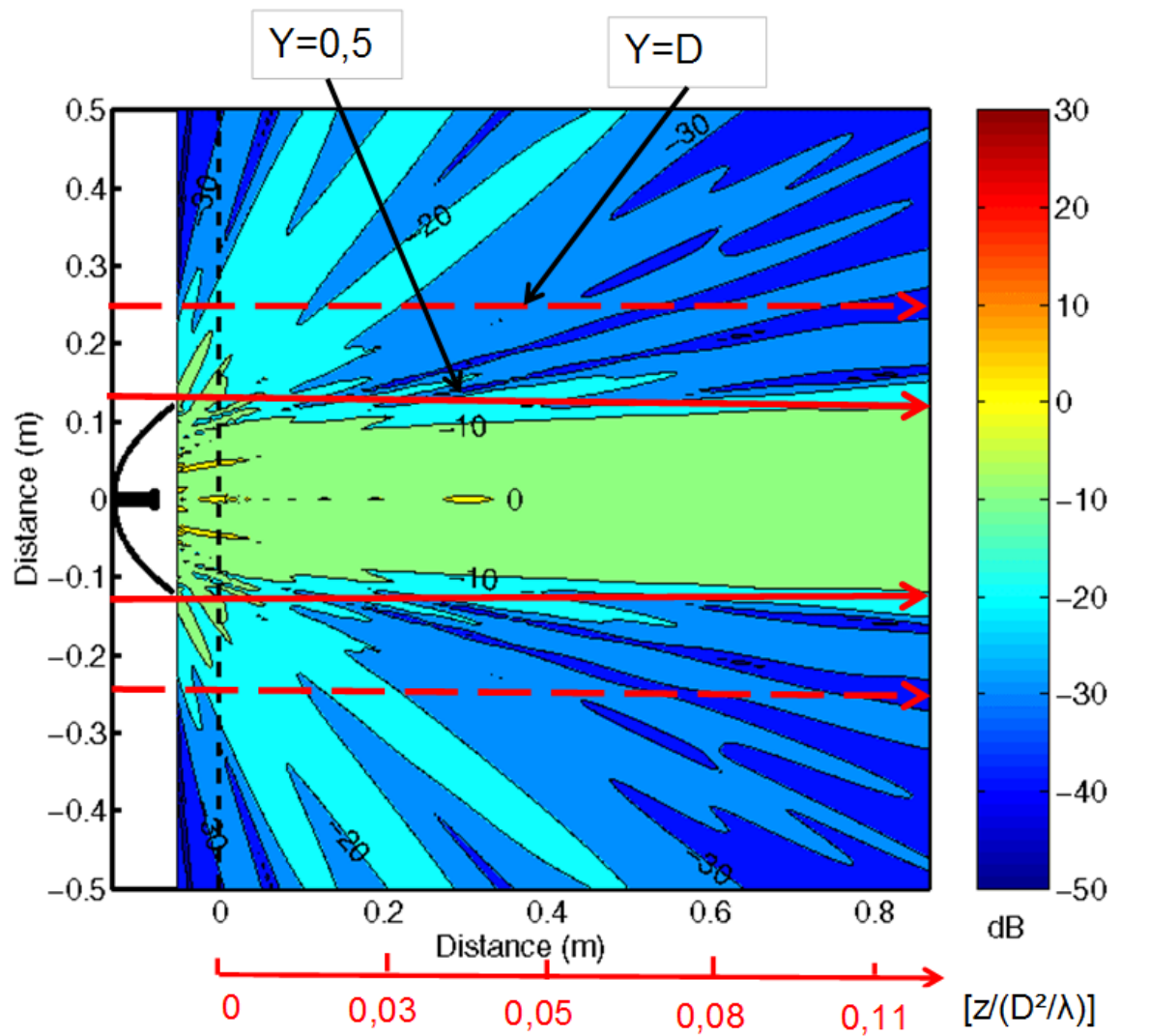


Obliczone wartości bezwzględnej gęstości mocy w osi głównej i w punkcie $z=0,3D^2/\lambda$ i $y=1,35D$

Antena $D = 11,3$ m, $f = 6,5$ GHz, $P = 56$ kW, punkt obserwacji $z = 823$ m ($0,3D^2/\lambda$), $y = 15,2$ m ($1,35D$)

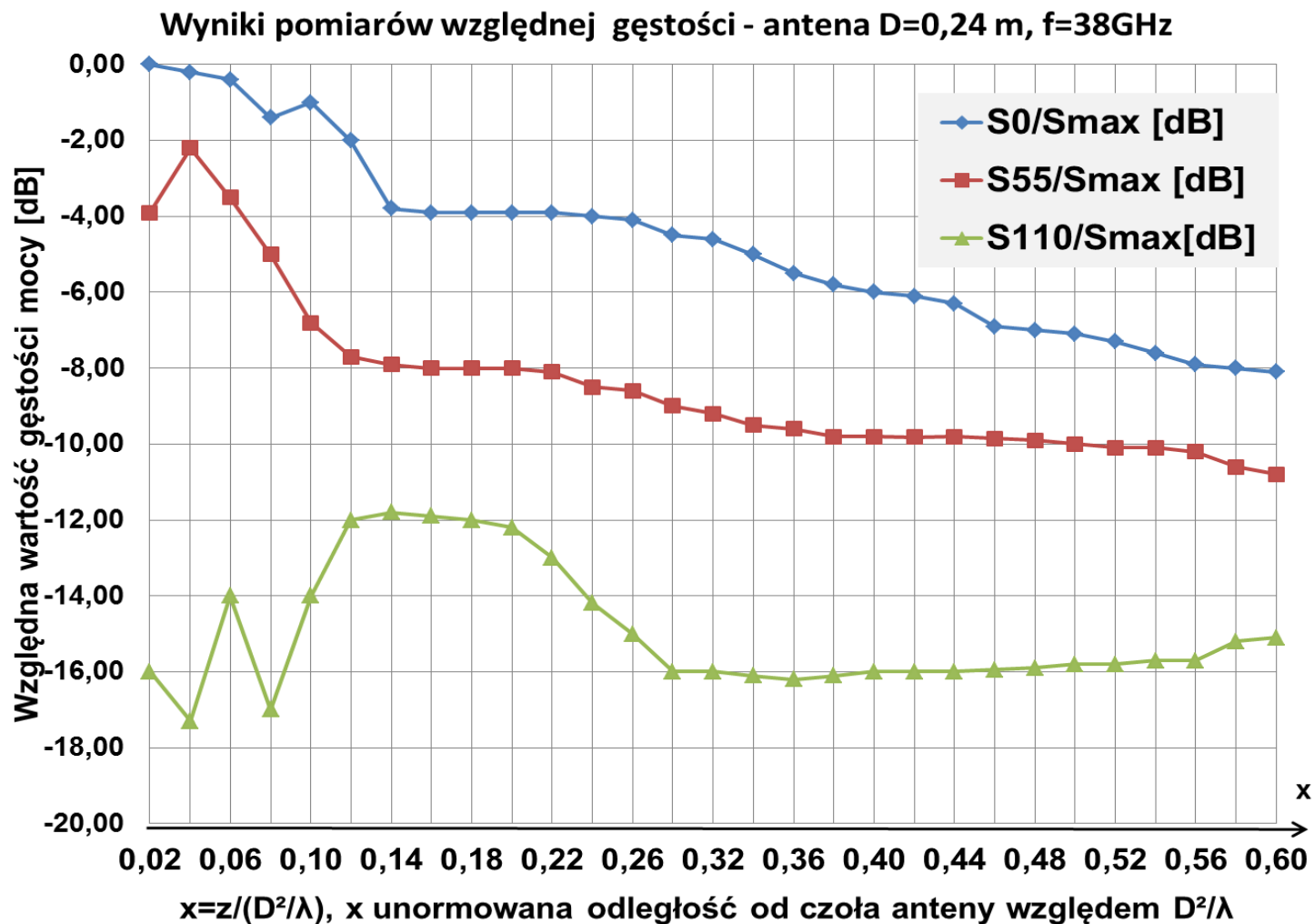


Wyniki symulacji rozkładu gęstości mocy w strefie pola bliskiego wokół anteny o $D=0,24$ m i $f=38$ GHz.
(źródło ETSI TR 102 457 v1.1.1)



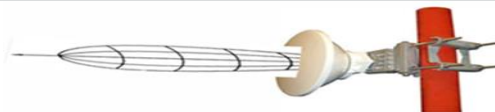
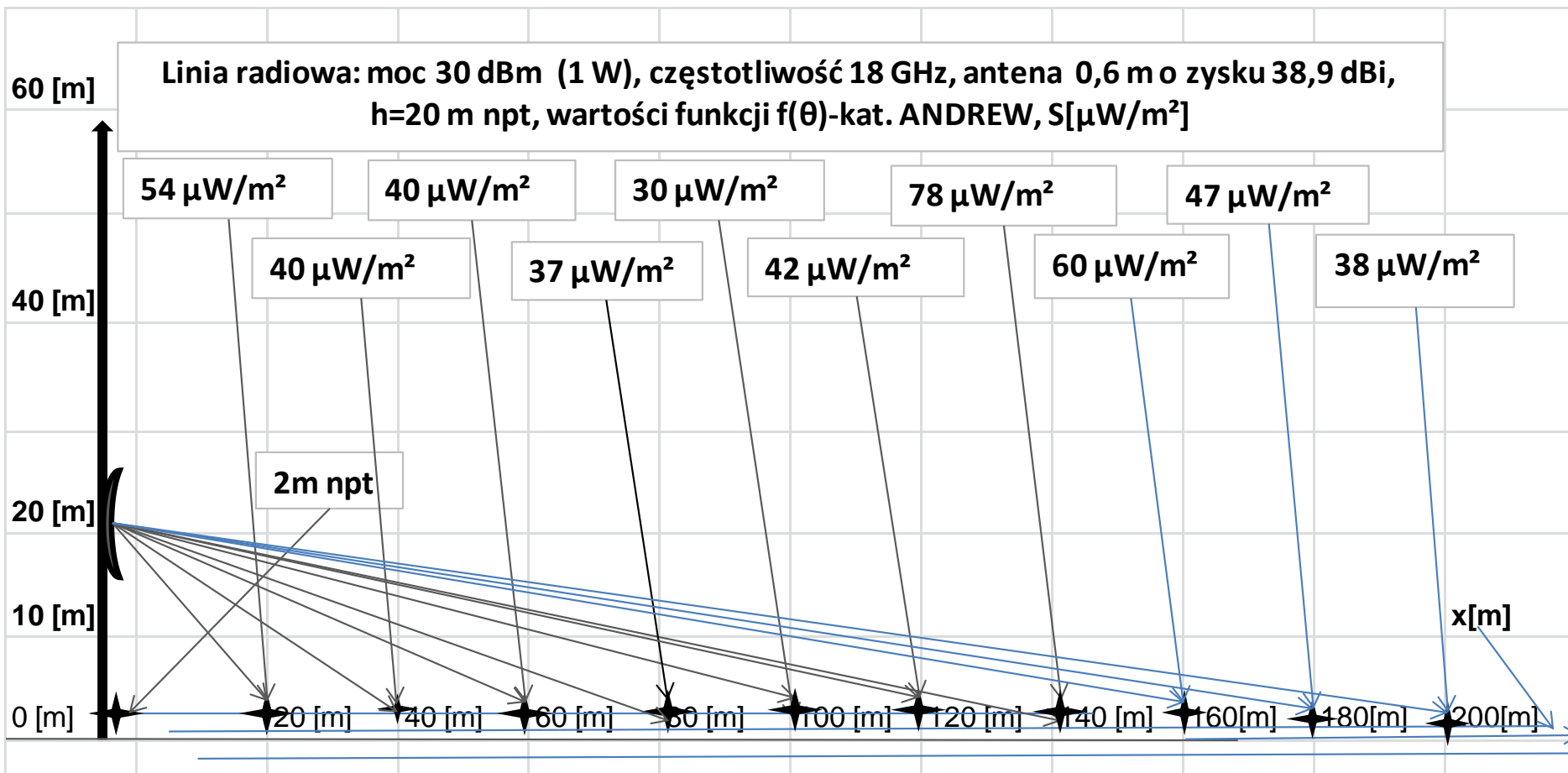


Wyniki pomiarów względnego rozkładu gęstości mocy w osi głównej i poza osią anteny o $D=0,24$ m i $f = 38$ GHz. (źródło ETSI TR 102 457 v1.1.1)



PEM Ust. 5 Roz. M. Środowiska z 30 października 2003r. Obliczenia poziomu PEM-stan faktyczny

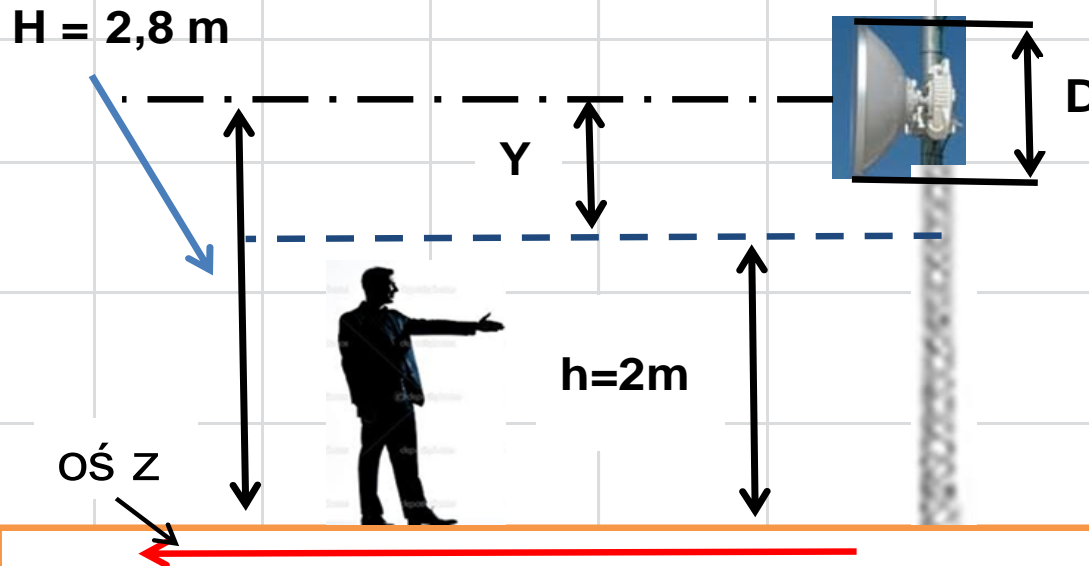
Obliczone poziomy gęstości mocy na wysokości 2 m npt. dla anteny zainstalowanej na wys. 20 m dają wskaźnik $S/S_g = 0,0008$





Gęstość mocy na wys. 2 m nad powierzchnią dachu, antena o $D=0,6$ m zainstalowana na wys. 2,8 m.

$f= 38,5$ GHz, $P=23$ dbm, $D=0,6$ m,
 $y \geq 1,33 D$



$S_{\max} = 0,0014$ W/m² na wys.h
dla $0 \leq z \leq 30$ m

Poziom gęstości mocy wzdłuż linii równoległej do osi głównej oddalonej od niej o $1,3D$ jest mniejszy od czułości sond pomiarowych.

Np. sonda AES 3 E,S
f- 0.3 - 38 GHz
zakres **0.05-15** [W/m²]

Poziom gęstości mocy w polu dalekim dla anteny zawieszanej na wys. $H=20$ m też jest niższy znacznie niższy od $0,05$ W/m²

Pomiary PEM – stan prawny

Ustawa
Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001r
art. 122 a, art.3 ust. 21

Akty wykonawcze

Rozporządzenie
Ministra
Środowiska z dn.
30 października
2003r.

Rozporządzenie
Rady Ministrów z
dnia 9 listopada
2010r

Rozporządzenia
Ministra
Środowiska z
dnia 2 lipca
2010r
(879 i 880)

Pomiary PEM – stan prawny

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010r

Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 9 listopada 2010r. jednoznacznie wyłączyło linie radiowe z przedsięwzięć mogących znacząco lub potencjalnie oddziaływać na środowisko.

W tym Rozporządzeniu radiolinie, w aspekcie oddziaływania na środowisko w miejscach dostępnych dla ludności, są traktowane na równi z instalacjami emitującymi pole elektromagnetyczne o mocy $EIRP < 15 \text{ W}$

Pomiary PEM – stan prawny

Ustawa
Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001r
art. 122 a, art.3 ust. 21

Ilekcroć w ustawie jest mowa o pomiarze rozumie się przez to również obserwacje oraz analizy

$$S = \frac{P \cdot G \cdot f(\theta)}{4\pi \cdot l^2}$$

Ust.5 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003r. zaleca wykonanie obliczeń przed wykonaniem pomiarów.

Pomiary PEM – stan prawny

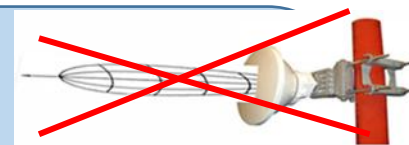
Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 30 października 2003r.
Akt wykonawczy

Metody sprawdzania dotrzymywania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych są szczegółowo opisane w Załączniku nr 2 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003r.

Załącznik nr 2 zawiera szczegółowe wytyczne dla jakich urządzeń i instalacji i w jaki sposób należy wykonywać pomiary PEM w środowisku. Wytyczne te są zawarte w ust. od 15- 36 .

W otoczeniu instalacji:

1. długofalowych i średniofalowych – ust.15
2. krótkofalowych – ust. 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
3. ultrakrótkofalowych i telewizyjnych – ust. 23, 24, 25
4. stacji bazowych radiokomunikacji ruchomej – ust. 26
5. radiolokacyjnych – ust. 27, 28, 29, 30, 31
6. radiokomunikacyjnych amatorskich – ust. 32
7. stacji elektroenergetycznych – ust. 33, 34, 35, 36



Pomiary PEM – stan prawny

- Zgodnie z rozporządzeniem z 2003 roku pomiary pól elektromagnetycznych przeprowadza się w szczególności w tych miejscach, w których, na podstawie uprzednio przeprowadzonych obliczeń, stwierdzono występowanie pól elektromagnetycznych o poziomach zbliżonych do poziomów dopuszczalnych.
- Wykonując pomiary zgodnie z tym zapisem można uniknąć dobierania pionów pomiarowych w miejscach, o których wiadomo z góry, że nie będą w nich występowały pola elektromagnetyczne o wartościach istotnych z punktu widzenia ochrony ludności i środowiska.
- Przykładami takich miejsc mogą być, np. miejsca znajdujące się na poziomie terenu pod zawieszonymi wysoko antenami radiolinii lub też miejsca usytuowane z tyłu silnie kierunkowych anten o dużym tłumieniu wstecznego promieniowania.

*(źródło: Ochrona środowiska przed polami elektromagnetycznymi.
Informator dla administracji samorządowej- Stefan Różycki)*

Pomiary PEM – stan prawny

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010r

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 roku ustawodawca w odniesieniu do Instalacji radioamatorskich, których moc EIRP przekracza nawet 500 W, powołując się na art.3 ust. 21 Ustawy POŚ wskazuje, że przez pomiary rozumie się również analizy i obserwacje. Taka instalacja w odległości 20 m od anteny może emitować PEM o wartościach zbliżonych do wartości dopuszczalnej.

Radiolinia z mocą doprowadzoną do anteny 1 W emituje do środowiska w miejscach dostępnych dla ludności PEM o wartości kilkaset razy mniejszej niż instalacja radioamatorska. Zatem zastąpienie, na podstawie art.3 pkt 21 Ustawy Prawo ochrony środowiska, pomiarów PEM analizą obliczeniową jest zdecydowanie bardziej uprawnione w odniesieniu do instalacji radioliniowych niż do instalacji radioamatorskich

Pomiary PEM – stan prawny

Ustawa POŚ z dnia 27 kwietnia 2001- art. 152 ust.1 i 4



Art. 152. 1. Instalacja, z której emisja nie wymaga pozwolenia, mogąca negatywnie oddziaływać na środowisko, podlega zgłoszeniu organowi ochrony środowiska.

4. Do rozpoczęcia eksploatacji instalacji nowo zbudowanej lub zmienionej w sposób istotny można przystąpić, jeżeli organ właściwy do przyjęcia zgłoszenia w terminie 30 dni od dnia doręczenia zgłoszenia nie wniesie sprzeciwu w drodze decyzji.

4a. Sprzeciw, o którym mowa w ust. 4, jest wnoszony, jeżeli:

- 1) eksploatacja instalacji objętej zgłoszeniem powodowałaby przekroczenie standardów emisyjnych lub standardów jakości środowiska;**

Pomiary PEM – stan prawny

Ustawa POŚ z dnia 27 kwietnia 2001- art. 152 ust.1 i 4

Art. 152. 1. Instalacja, z której emisja nie wymaga pozwolenia, mogąca negatywnie oddziaływać na środowisko, podlega zgłoszeniu organowi ochrony środowiska.

Maksymalna gęstość mocy w polu dalekim dla anteny 0,6 m, P=30dBm, zawieszona na wys. H=20m wynosi $78\mu\text{W}/\text{m}^2$ i jest niższa o 641 razy od czułości sondy pomiarowej wynoszącej $0,05\text{ W}/\text{m}^2$ (sonda AES 3- zakres pomiarowy $0,05 - 15\text{ W}/\text{m}^2$)

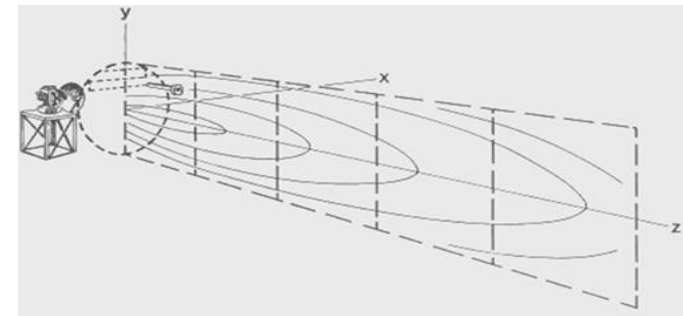
Maksymalna gęstość mocy w polu bliskim dla anteny 0,6 m, P=30dBm zawieszona na wysokości 2,8 m nad poziomem dachu wynosi $14\text{mW}/\text{m}^2$ i jest niższa o 4,5 razy od czułości sondy pomiarowej.

Nie ma podstaw prawnych, ani faktycznych, aby uznać instalację radiolinii za instalację mogącą negatywnie oddziaływać na środowisko. Nie zachodzą też przesłanki określone w art.152 ust.4a pozwalające organowi ochrony środowiska wnieść sprzeciw.

Metody wyznaczania PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR

Podsumowanie

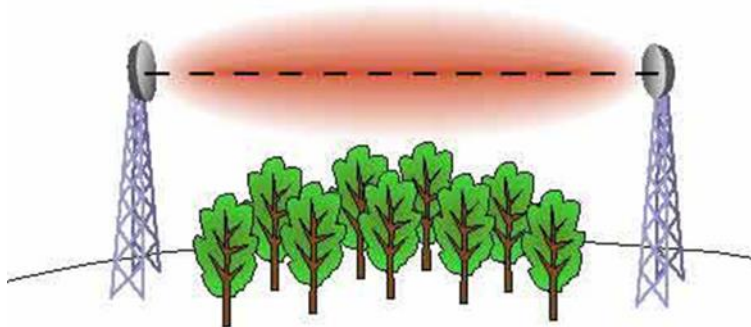
- Analiza obowiązujących aktów prawnych w połączeniu z możliwością wyznaczenia rozkładu gęstości mocy wokół anten parabolicznych radiolinii pozwoli przedstawić organowi ochrony środowiska analizę rozkładu PEM zamiast pomiarów wykonanych przez certyfikowane laboratoria.
- Analizę rozkładu PEM można wykonać na etapie projektowania łącza radioliniowego i na tym etapie można już dokonać zgłoszenia instalacji.
- Pozwoli to szybciej przystąpić do eksploatacji radiolinii bez ryzyka, że organ ochrony środowiska wniesie sprzeciw.

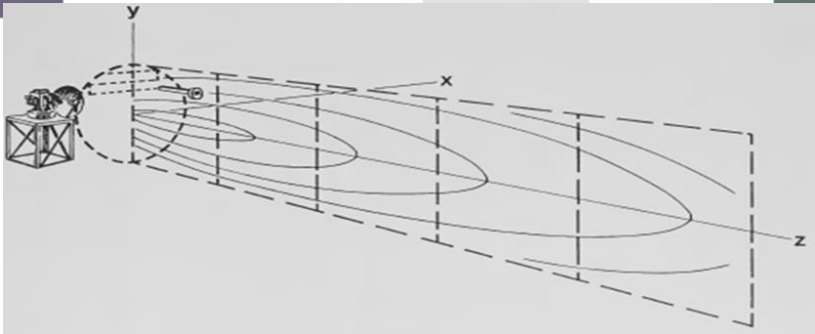


Metody wyznaczania PEM w strefie pola bliskiego w otoczeniu anten LR

Podsumowanie

- Zaliczenie instalacji radioliniowych do instalacji mogących negatywnie oddziaływać na środowisko stoi w rażącej sprzeczności ze stanem faktycznym, który można udokumentować analizą obliczeniową wykonaną na podstawie art. 3 ust 21 POŚ i ust. 5 Załącznika nr 2 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003r.





emitel
dziękujemy

