



# **INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI**

## **PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

**Zakład Systemów Radiowych (Z-1)**

**Opracowanie i wdrożenie oprogramowania  
do analizy propagacyjno-sieciowej w radiofonii rozsiewczej  
pracującej w systemie DRM w zakresie fal średnich i długich.**

**Etap 1:**

**Opracowanie i wdrożenie oprogramowania  
do analizy propagacyjno-sieciowej w radiofonii rozsiewczej  
pracującej w systemie DRM w zakresie fal średnich i długich  
w języku Delphi**

**Praca nr 01300075**

Warszawa, grudzień 2005

Opracowanie i wdrożenie oprogramowania do analizy propagacyjno-sieciowej w radiofonii rozsiewczej pracującej w systemie DRM w zakresie fal średnich i długich.

Etap 1: Opracowanie i wdrożenie oprogramowania do analizy propagacyjno-sieciowej w radiofonii rozsiewczej pracującej w systemie DRM w zakresie fal średnich i długich w języku Delphi

Praca nr 01300075

Autorzy sprawozdania: Andrzej Dusiński,  
Ewa Wielowieyska

Słowa kluczowe (maksimum 5 słów):  
propagacja, DRM, fale długie i średnie, oprogramowanie

Kierownik pracy: inż. Andrzej Dusiński  
Wykonawcy pracy: inż. Andrzej Dusiński,  
st. progr. Ewa Wielowieyska

Kierownik Zakładu: mgr inż. Aleksander Orłowski.

## Spis treści:

1. WSTĘP.....	4
2. WPROWADZENIE DANYCH WEJŚCIOWYCH.....	4
2.1. Rodzaje danych wejściowych.....	4
2.2. Dane wejściowe wprowadzane za pomocą klawiatury .....	4
2.2.1. Lokalizacja nadajnika.....	7
2.2.2. Parametry anteny .....	8
2.2.3. Parametry trasy.....	9
2.2.4. Parametry obliczeń.....	10
3. DANE ZAPISANE W POSTACI BAZY DANYCH .....	11
3.1. Lista stacji radiowych długo- i średnifalowych Reginu 1 .....	13
3.2. Plansza „Parametry stałe .....	14
LITERATURA.....	21

## 1. Wstęp

W ramach prac nad zmianą języka dla oprogramowania przeznaczonego do analizy propagacyjno-sieciowej w radiofonii rozsiewczej pracującej w systemie DRM, opracowano programowy interfejs do baz danych. Wszystkie stałe parametry analizy takie jak: lista stacji radiofonicznych, krzywe propagacyjne i inne parametry stałe zostały sprowadzone do jednego formatu baz danych typu Microsoft Access 7, tab.5, rys.16. Mapa przewodności gruntu Polski została dołączona w postaci pliku graficznego. Zostały napisane funkcje obsługujące te bazy danych oraz interfejs graficzny do przeglądania ich i testowania.

Utworzony został interfejs wprowadzania parametrów lokalizacji, anteny, trasy i obliczeń, które to parametry są wprowadzanych przez operatora.

Zostały napisane i przetestowane funkcje cząstkowe wchodzące w skład funkcji obliczającej natężenia pól fali jonosferycznej i powierzchniowej, rys.16. W ramach testowania porównano wyniki uzyskane za pomocą nowego oprogramowania z wynikami pochodzącymi ze starego oprogramowania AnaZas.

Program „AnaPro” jest przygotowywany do wykonywania analiz propagacyjno-sieciowych w zakresie fal średnich i długich [1], a w szczególności:

- do wyznaczenia zasięgu stacji radiowej średnioletowej lub długioletowej pracującej w systemie AM lub DRM

Kod programu został napisany w języku Delphi8, program pracuje w środowisku Windows'XP.

## 2. Wprowadzenie danych wejściowych

### 2.1. Rodzaje danych wejściowych

Dane wejściowe stanowiące informacje niezbędne do przeprowadzenia obliczeń są wprowadzane:

- z klawiatury,
- z plików zapisanych w bazie danych,

### 2.2. Dane wejściowe wprowadzane za pomocą klawiatury

Z klawiatury można wprowadzić dane stacji użytecznej w oknie „Parametry stacji użytecznej”.

Wprowadzeniu danych za pomocą klawiatury towarzyszy pojawienie się na ekranie okien zawierających informacje o wprowadzanych danych, a dla niektórych danych pojawiają się również propozycje ich wartości, które mogą być zmienione przez operatora programu. Wprowadzane dane są sprawdzane pod względem poprawności. Wprowadzenie informacji w wyznaczonym miejscu okna jest równoznaczne z wprowadzeniem tej informacji do programu i nie ma potrzeby potwierdzenia tego za pomocą klawisza [Enter].

Wprowadzenie niepoprawnych danych powoduje wyświetlenie zawartości pola w kolorze czerwonym, ewentualne pojawienie się komunikatu o błędzie. Naciśnięcie klawisza 'F1'

spowoduje wyświetlenie tekstu pomocy zawierającego opis aktualnie wprowadzanego parametru.

Parametry wejściowe wprowadzane z klawiatury zostały podzielone na cztery rodzaje:

- lokalizacja nadajnika
- parametry anteny
- parametry trasy
- parametry obliczeń

Według tego podziału plansza „Parametry stacji użytecznej” zawiera cztery karty, Rys.1, Rys.2, Rys.3, Rys.4.

**Parametry stacji użytecznej**

Lista stacji radiowych   Parametry stałe   Testy

Lokalizacja nadajnika   Parametry anteny   Parametry trasy   Parametry obliczeń

Nazwa stacji  

Kod państwa  

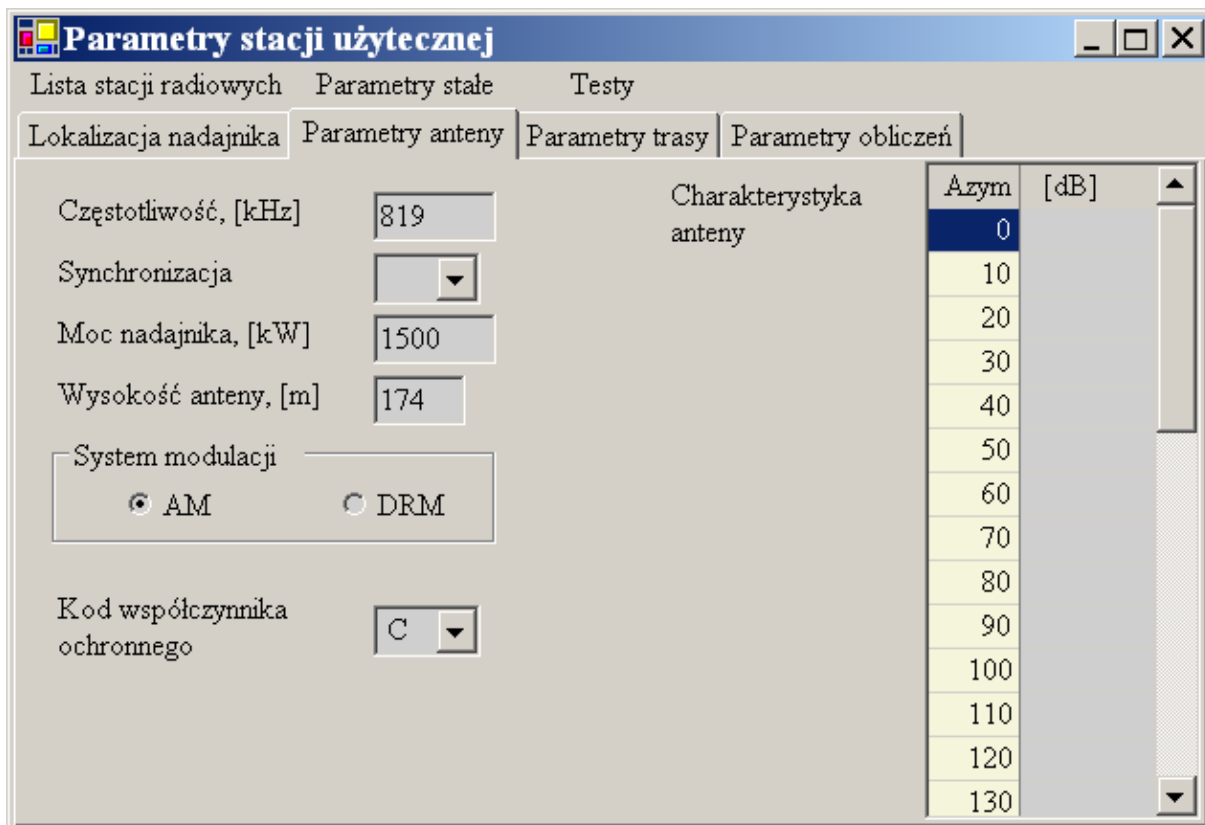
Współrzędne geograficzne

szerokość    N

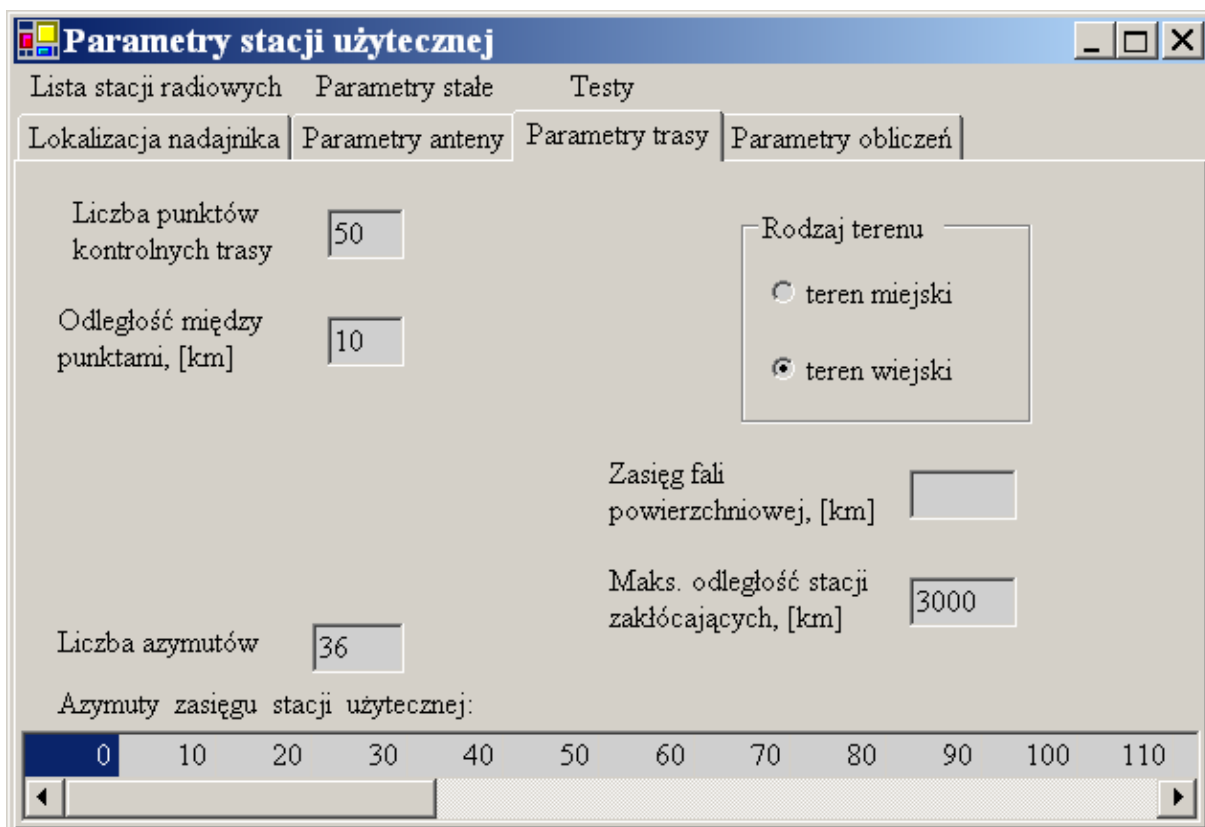
długość    E

Przewodność gruntu    mS/m

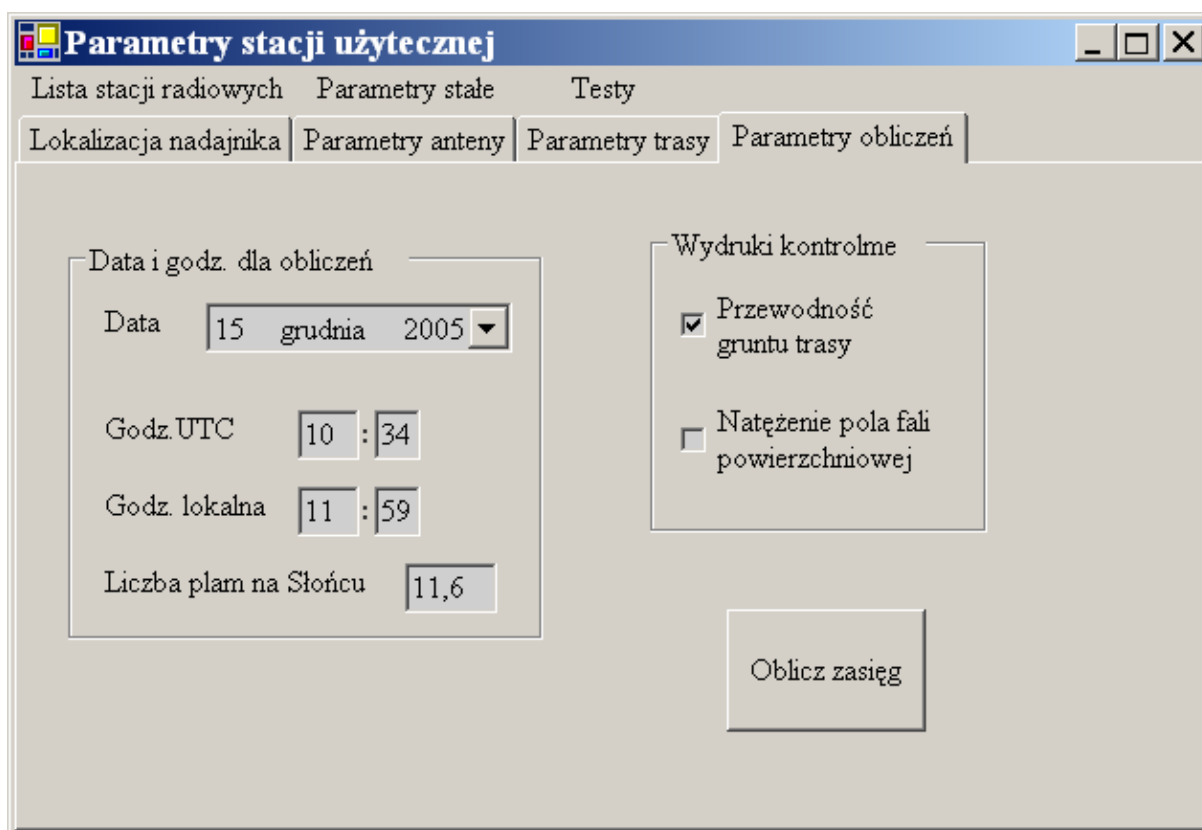
Rys.1. Przykładowy obraz karty „Lokalizacja nadajnika”



Rys.2. Przykładowy obraz karty „Parametry anteny”



Rys.3. Przykładowy obraz karty „Parametry trasy”



Rys.4. Przykładowy obraz karty „Parametry obliczeń”

### 2.2.1. Lokalizacja nadajnika

Tab. 1 Parametry lokalizacji nadajnika

Nazwa parametru	Jednostki	Dopuszczalny zakres	Uwagi
Nazwa stacji	tekst	20 znaków	
Kod państwa	tekst	3 znaki	
Współrzędne geograficzne	stopnie, minuty, sekundy, N,S,E,W	obszar Europy	
Przewodność gruntu	mS/m	0,01 - 5000	

## 2.2.2. Parametry anteny

Tab. 2 Parametry anteny

Nazwa parametru	Jednostki	Dopuszczalny zakres	Uwagi
Częstotliwość	kHz	0 – 1602	
Synchronizacja	tekst	S, spacja	
Moc nadajnika	kW		
Wysokość anteny	m	0 – 800	
System modulacji	AM, DRM		
Kod współczynnika ochronnego	znak	A, B, C, D	tylko dla stacji w systemie AM; A- szerokość pasma = 9 kHz B- szerokość pasma = 9 kHz oraz silna kompresja C - szerokość pasma = 4.5 kHz D - szerokość pasma = 4.5 kHz oraz silna kompresja
Tryb odporności	znak	A, B, C, D	tylko dla stacji w systemie DRM
Zajętość widma	kHz	4,5; 9	tylko dla stacji w systemie DRM
Charakterystyka anteny	stopnie, dB		

Dla stacji wybranej z bazy danych stacji średnio- i długofalowych dane wejściowe, o których mowa wyżej mogą być wprowadzone z tej bazy. W tym celu trzeba wybrać myszą napis 'Lista stacji radiowych' z menu okna „Parametry stacji użytecznej” Opis okna „Lista stacji radiowych” znajduje się w rozdziale 3.1 dokumentacji.



### 2.2.3. Parametry trasy

Tab. 3 Parametry trasy

Nazwa parametru	Jednostki	Dopuszczalny zakres	Wartość proponowana	Uwagi
Liczba punktów kontrolnych		1 - 50	30	Liczba punktów, w których wyznaczane jest natężenie pola stacji użytecznej oraz natężenia pól zakłócających. Punkty te wyznaczane są na kierunku promienia odchodzącego od stacji użytecznej.
Odległość między punktami	km	1 - 1000	10	Wartość ustalająca odległość między kolejnymi punktami trasy, w których wyznaczane jest natężenie pola stacji nadawczej.
Liczba azymutów		1 - 36	36	
Azymuty zasięgu	stopnie	0 - 359	co 10 st	Wartości azymutów wyznaczających kierunki obliczanego zasięgu stacji użytecznej.
Rodzaj terenu		wiejski, miejski	wiejski	
Zasięg fali powierzchniowej	km	200 - 5000	fale długie - tyle samo ile wynosi zakres zasięgu; fale średnie - 300;	Natężenia fali powierzchniowej jest wyznaczane dla punktów trasy leżących nie dalej niż podana odległość.
Maksymalna odległość stacji zakłócających	km	10 - 3000	30000	W obliczeniach zasięgu stacji nadawczej uwzględnia się tylko te stacje zakłócające, których odległość od stacji nadawczej jest nie większa od podanej wartości.

## 2.2.4. Parametry obliczeń

Tab. 4 Parametry obliczeń

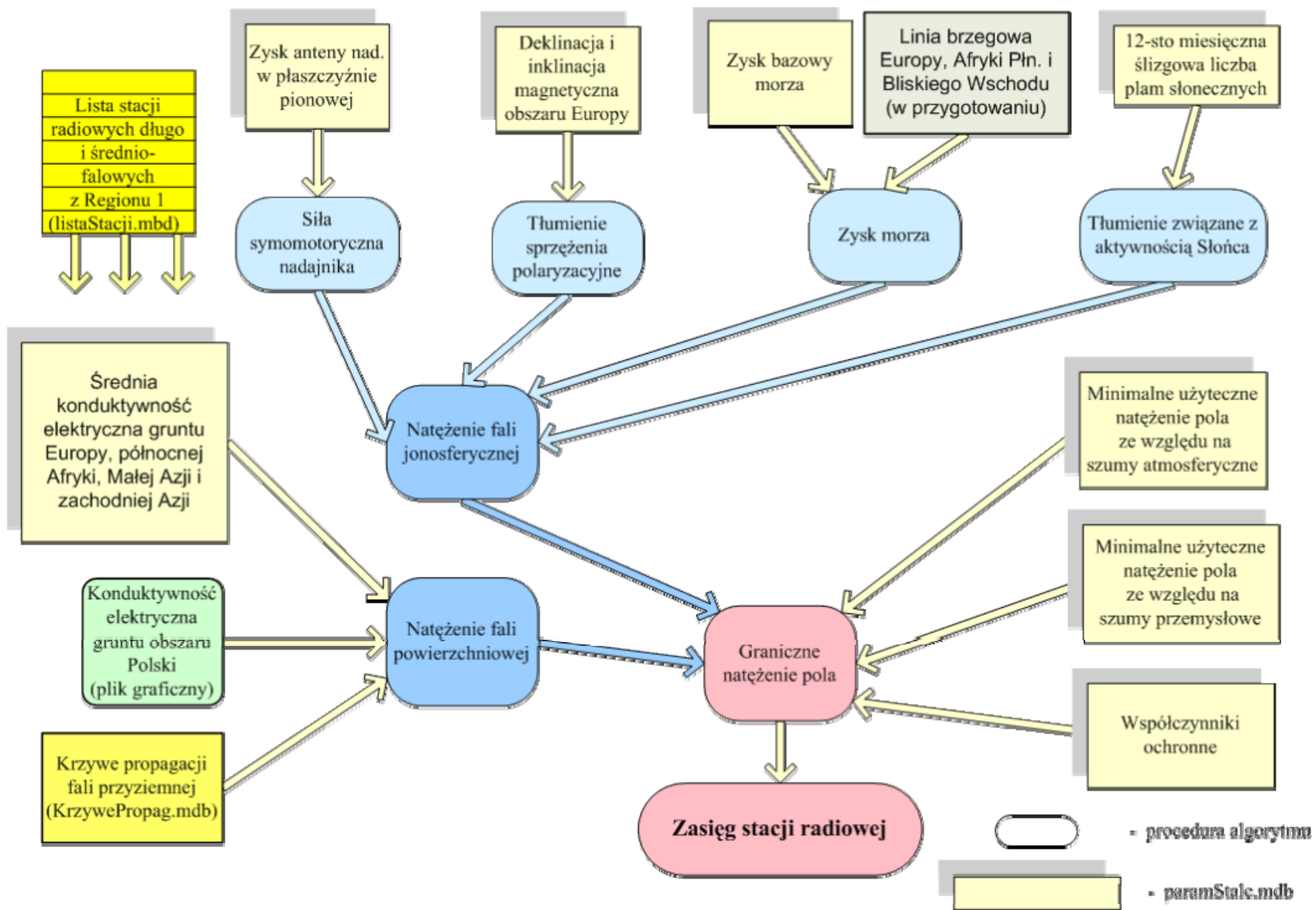
Nazwa parametru	Jednostki	Dopuszczalny zakres	Wartość proponowana	Uwagi
Data dla obliczeń	rok, miesiąc, dzień	1997 – 2008	Data bieżąca	Od podanej daty zależą godziny wschodu i zachodu słońca oraz liczba plam Słońca.
Godzina UTC dla obliczeń	godz	0 -24		Wprowadzenie godziny w tym polu pozwala wybrać dowolną godzinę czasu emisji wg czasu UTC (Universal Time); godzina lokalna jest wyliczana automatycznie i wyświetlona w polu poniżej
Godzina lokalna dla obliczeń	godz.	0 – 24		Wprowadzenie godziny w tym polu pozwala wybrać dowolną godzinę czasu emisji wg czasu lokalnego; godzina wg czasu UTC jest wyliczana automatycznie i wyświetlona w polu powyżej
Liczba plam na Słońcu		0 + 120	Wartość wg podanej daty z tablicy zawierającej dane dla lat 1997 - 2008	W obliczeniach dla fal długich wartość ta nie jest uwzględniana.
Wydruki kontrolne			niezaznaczone	Dodatkowe wydruki obliczonych wartości zaznaczonego parametru do pliku tekstowego.

### 3. Dane zapisane w postaci bazy danych

Program wykorzystuje bazy danych typu Microsoft Access 7 (format MDB). Tab. 5 zawiera listę wykorzystywanych baz danych wraz z wyczeniem tabel i ich zawartością.

Tab. 5 Bazy danych programu „AnaPro”

Nazwa pliku	Nazwy tabeli	Zawartość
StacjeRadiowe.mdb	assgnT, ass_stnT, entryT, ent_1a2T, gaih_hT, odlMorzaT	Parametry stacji radiowych długo i średnio-falowych Regionu nr1 wg Planu GE75
KrzywePropagacyjne.mdb	f150, f180, f210 ... f300, f400, f500, ..., f1600	Krzywe propagacyjne dla podanych w nazwie częstotliwości.
mapaPGP.bmp		Plik graficzny zawierający obraz mapy przewodności gruntu obszaru Polski.
ParametryStałe.mdb	EuropaPG	Przewodność gruntu Europy
	lPlamSlonca	Liczba plam Słońca dla lat 1997 – 2008
	zyskAntV	Zysk anteny w płaszczyźnie pionowej
	zyskMorzaFD, zyskMozraFS	Zysk morza bazowy dla fal długich i średnich
	deklMag, iklMag	Deklinacja i inklinacja magnetyczna
	wspOchrI	Względne współczynniki ochronne przed interferencjami
	korekcjaSI	Korekcyjne wartości stosunku S/I dla wartości z tab. wspOchr
	Eat, Ep	Minimalne natężenia pola ze względu na zakłócenia atmosferyczne i przemysłowe



Rys. 5 Schemat wykorzystania parametrów stałych programu

Na Rys. 5 został przedstawiony schemat wykorzystania parametrów stałych programu w funkcjach obliczających natężenie pola fali powierzchniowej i jonosferycznej. Lista stacji radiowych nie została przyporządkowana żadnej funkcji gdyż praktycznie parametry stacji zawarte w tej bazie są wykorzystywane przez wszystkie funkcje.

Dane zapisane w postaci baz danych są dostępne dla operatora programu poprzez plansze: „Lista stacji radiowych” i „Parametry stałe”. Wywołanie tych plansz następuje poprzez wybranie elementu z menu okna planszy „Parametry stacji użytecznej” odpowiednio: „Lista stacji radiowych”, „Parametry stałe”.

### 3.1. Lista stacji radiowych długo- i średnifalowych Regionu 1

Program korzysta z listy stacji długo- i średnifalowych utworzonej w ITU-R wg Planu G75. Parametry stacji zawarte w tej bazie mogą być wykorzystywane do nadania wartości parametrom stacji użytecznej oraz jako stacje zakłócające. Wybór parametrów stacji użytecznej następuje po wybraniu elementu „Wybierz stację użyteczną”, z menu okna.

freq	sync_ind	stn_name	ctry_sym	long	lat	op_cls	pwr	nd_ind	hgt_gnd	gnd_cond	op_hh_fr	op_h
738	(null)	DEANOVAC	HRV	016E2900	45N4200	D	25	ND	140	3	0500	1700
738	(null)	BARMER	IND	071E1800	25N4500	A	300	ND	200	4	0300	0900
738	(null)	HYDERABA	IND	078E3000	17N2000	A	300	ND	200	3	0000	2400
738	(null)	TEL AVIV 2	ISR	035E0000	32N1500	D	1200	ND	200	3	0000	2400
738	S	CAUSANI	MDA	029E2600	46N3800	A	15	ND	100	4	0000	2400
738	S	SOROCA	MDA	028E1700	48N1000	A	15	ND	70	4	0000	2400
738	(null)	TETOVO	MKD	020E5900	42N0100	D	1	ND	60	4	0800	1500
738	(null)	BAUCHI	NIG	009E5000	10N1900	C	20	ND	100	4	0500	2300
738	(null)	POZNAN	POL	017E0000	52N3600	C	1500	D	0	4	0000	2400
738	(null)	CHELYABIN	RUS	061E2400	55N0900	C	150	ND	220	4	0000	2400
738	(null)	KHANTY MA	RUS	069E0300	60N5700	A	50	ND	220	4	0000	2400

Rys.6. Przykładowy obraz karty „Lista stacji radiowych”

### 3.2. Plansza „Parametry stałe

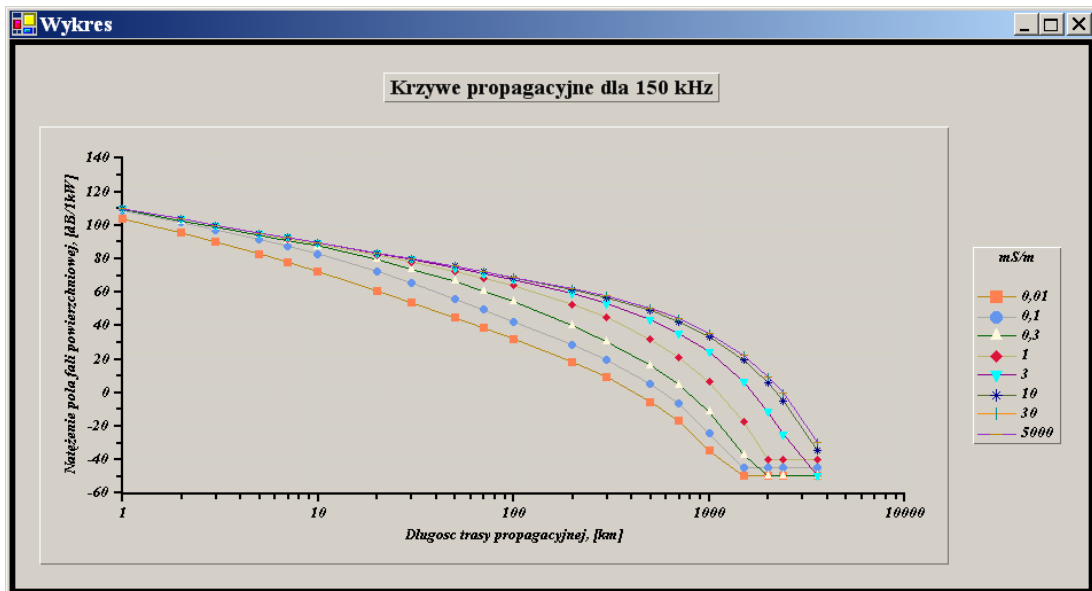
Plansza „Parametry stałe” zawiera 9 kart z wartościami tabel wymienionych w bazach danych „KrzywePropagacyjen.mdb” i „ParametryStale.mdb”. Ponieważ program jest w fazie tworzenia i testowania niektóre karty zawierają dodatkowe elementy umożliwiające sprawdzenie działania procedur wybierania wartości z tabel do obliczeń.

The screenshot shows the 'Parametry stałe' application window. At the top, there is a menu bar with options: 'Krzywe propag.', 'Zysk morza', 'Przewod.gruntu Polski', 'Zysk anteny', 'Wsp.ochr.AP', 'Przewod.gruntu Europy', and 'Inklinacja i deklin.'. Below the menu bar, there are two tables of propagation curves. The first table is for  $f = 150$  kHz and the second is for  $f = 180$  kHz. Both tables have columns for distance (km) and propagation loss coefficients (k1 to k8). Below the tables, there is a calculation panel with the following elements:

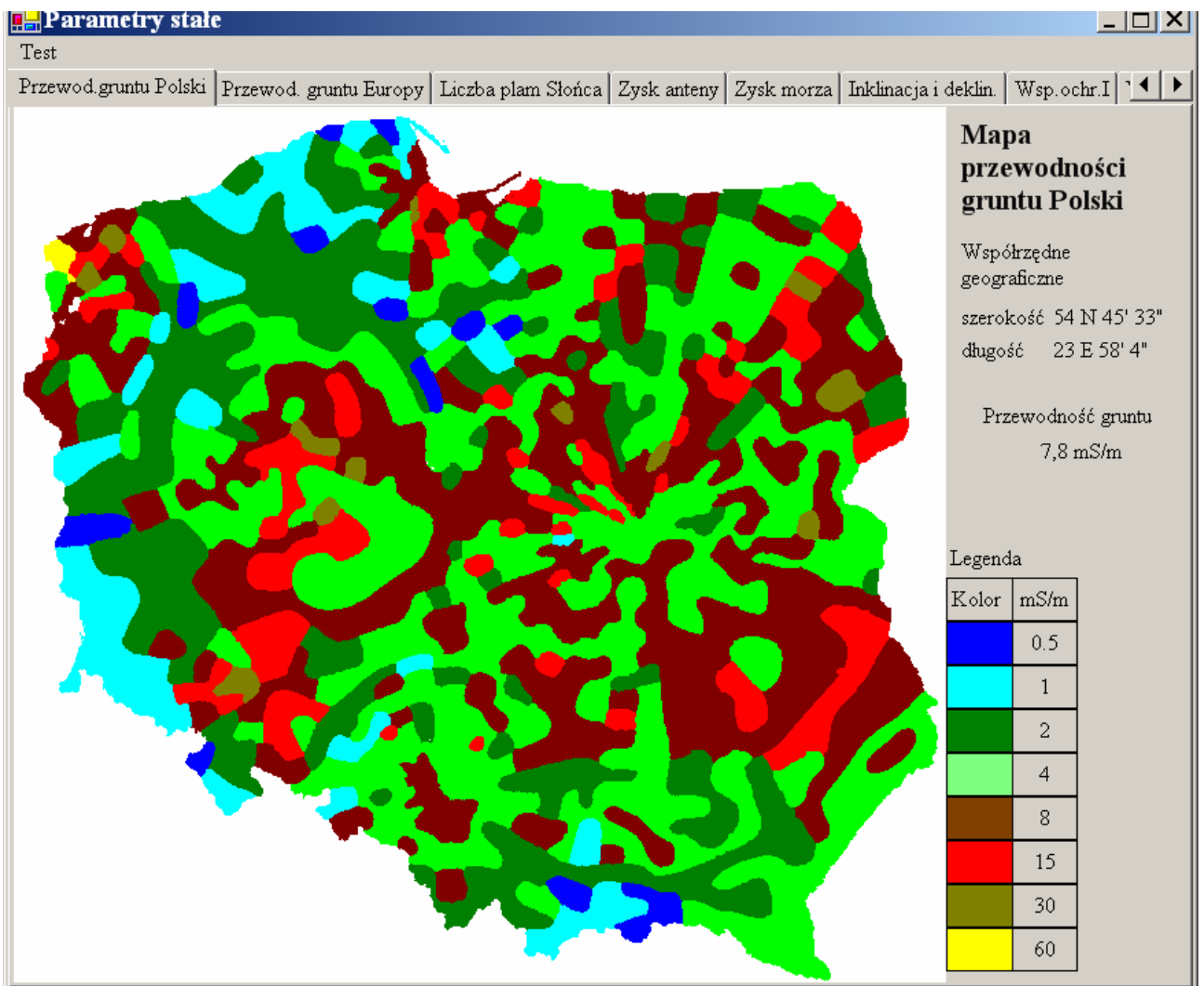
- 'Lista czestotliwosci:' with a dropdown menu showing '150'.
- 'Natężenie pola z krzywych propagacyjnych' section containing:
  - 'Czestotliwość, [kHz]' input field with value '158'.
  - 'Długość trasy, [km]' input field with value '8'.
  - 'Przewodność gruntu, [mS/m]' input field with value '5'.
  - 'Oblicz' button.
  - Result: 'Natężenie pola = 91,314 dB'.
- 'Pokaz wykres krzywych propagacyjnych' button.

Rys. 7 Przykładowy obraz karty „Krzywe propagacyjne”

Przy wyznaczaniu wartości natężenia pola z krzywych propagacyjnych wykorzystana jest metoda bi-liniowa z uwzględnieniem skali logarytmicznej dla długości trasy propagacyjnej, [3].



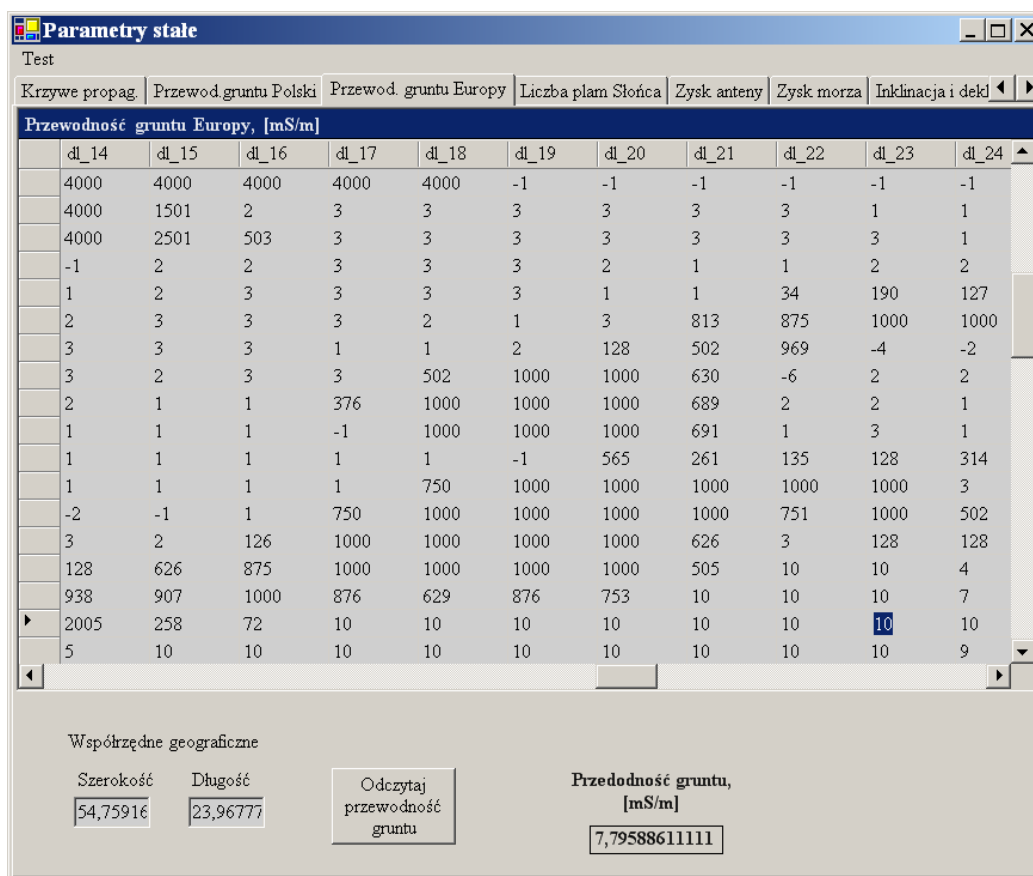
Rys. 8 Przykładowy obraz planszy z wykresem krzywych propagacyjnych dla częstotliwości 150 kHz



Rys. 9 Przykładowy obraz karty „Przewod. gruntu Polski”

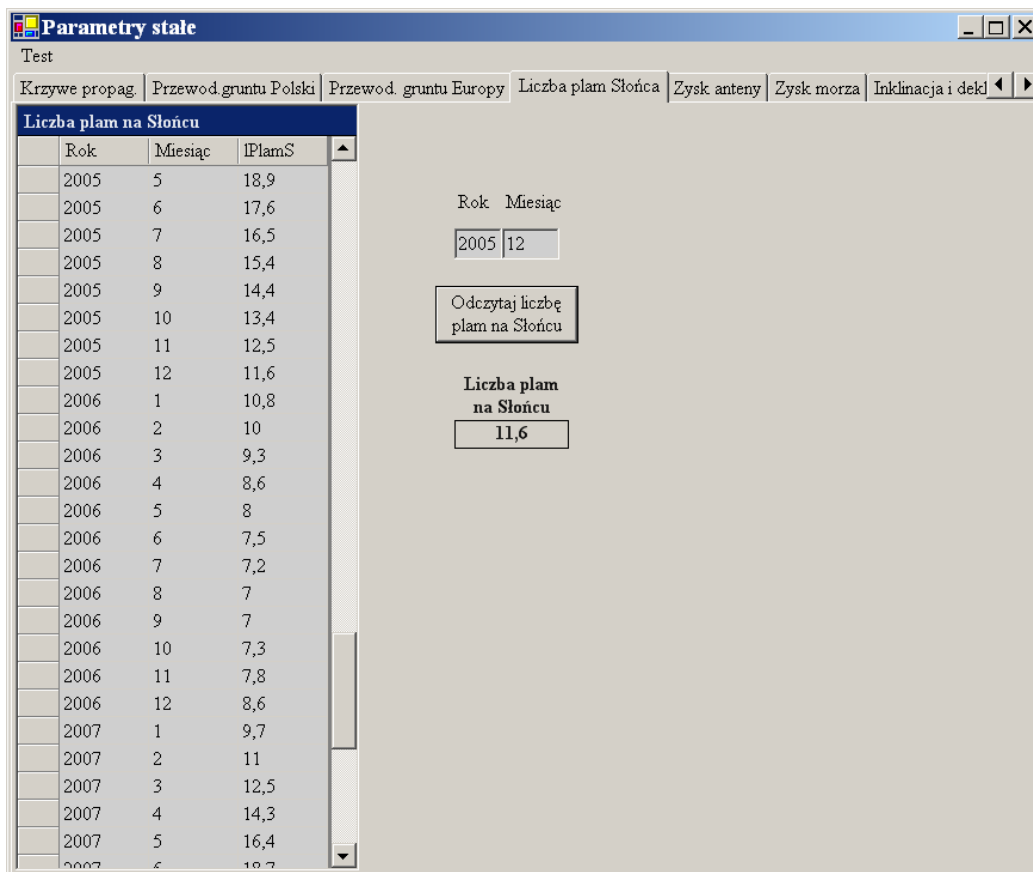
Ruch myszą po obszarze rysunku mapy powoduje wyświetlenie odczytanych przez program współrzędnych geograficznych punktu oraz przewodność gruntu dla tej lokalizacji. Gdy mysz przesuwa się po obszarze z białym kolorem wyświetlana jest wartość przewodności gruntu dla danej lokalizacji z pliku przewodności gruntu dla obszaru Europy, [Rys. 10].

Rys. 10 przedstawia wartości przewodności gruntu dla wybranego obszaru Europy. Dana wartość przedstawia średnią wartość przewodności gruntu dla obszaru o wymiarach 1 stopień szerokości na 1 stopień długości geograficznej. Obszar reprezentowany jest przez punkt środkowy, którego współrzędne lokalizacji są podane z dokładnością do jednego stopnia szerokości i długości geograficznej. Wartości przewodności gruntu są podane w mS/m. Wartości ujemne oznaczają, że dany obszar zawiera w swojej części morze, które nie zostało uwzględnione przy obliczaniu średniej przewodności gruntu dla danego obszaru. Ta metoda oznaczenia została wprowadzona dla dokładniejszego wyznaczania przewodności trasy propagacyjnej dla azymutu od danej lokalizacji w kierunku terenu Polski.

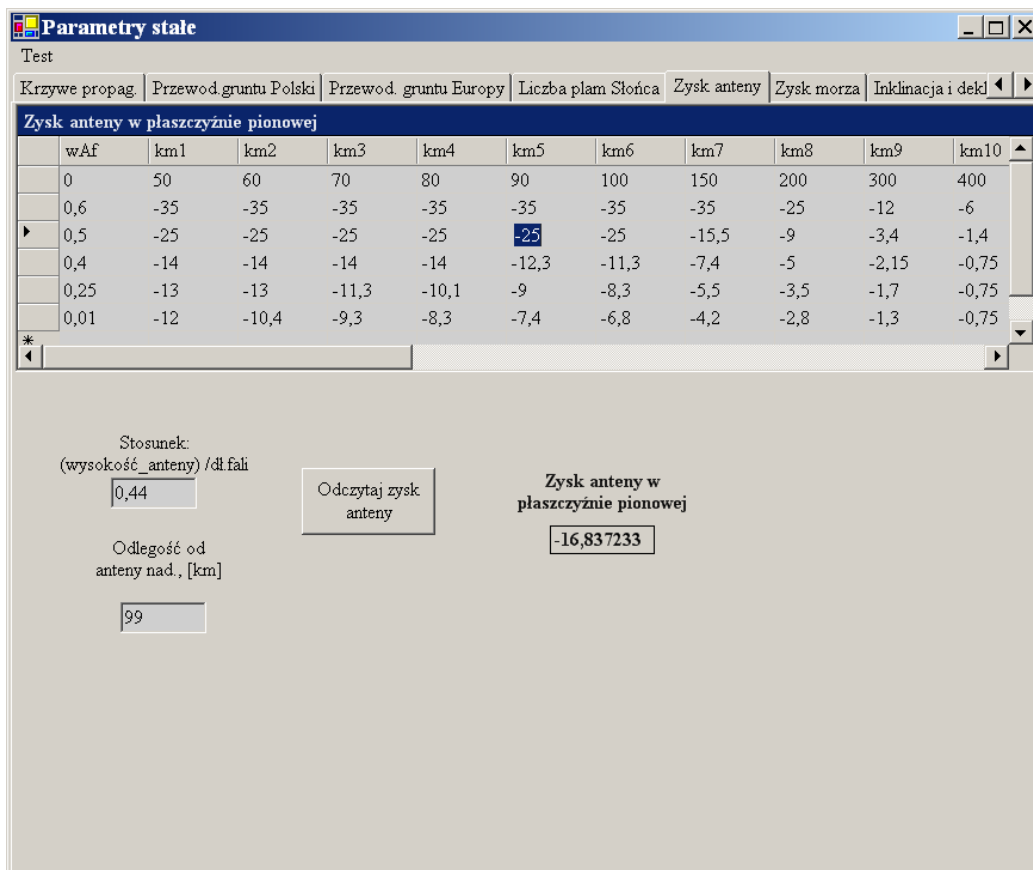


Rys. 10 Przykładowy obraz karty „Przewod. gruntu Europy”





Rys. 11 Przykładowy obraz karty „Liczba plam Słońca”



Rys. 12 Przykładowy obraz karty „Zysk anteny w płaszczyźnie pionowej”

**Parametry stałe**

Test

Przewod.gruntu Polski | Przewod.gruntu Europy | Liczba plam Słońca | Zysk anteny | Zysk morza | Inklinacja i deklin. | Wsp.ochr.I

**Współczynniki ochronne przed interferencjami sygnałów wspóln- i sąsiednio-kanalowych**

Syg użytecz	Syg zakłócają	k -18	k -9	k +0	k +9	k +18	Param1	Param2
AM	DRM-A0	-50,4	-28,8	6,6	-46,9	-50,4	4,5	0
AM	DRM-A2	-47	-29,8	6,6	-29,8	-47	9	0
DRM-A0	AM	-55,5	-45	0	-31,2	-50,7	4,5	4,2
DRM-A2	AM	-52,4	-34	0	-34	-52,4	9	6,7
DRM-A0	DRM-A0	-60	-53,4	0	-53,4	-60	4,5	15,8
DRM-A1	DRM-A1	-60	-51,3	0	-51,3	-60	5	15,8
DRM-A2	DRM-A2	-53,1	-38,3	0	-38,3	-53,1	9	15,3
DRM-A3	DRM-A3	-51	-12,1	0	-12,1	-51	10	15,3
DRM-A0	DRM-A2	-55,7	-45,1	0	-35,6	-51,5	9	13,2
DRM-A2	DRM-A0	-56,8	-39,1	0	-52,2	-57	4,5	15,9
AM-p	AM-u	0	0	6	0	0	0	0
AM-j	AM-u	0	0	6	0	0	0	0
AM-p-A	AM	-23	9,5	30	9,5	-23	0	0
AM-p-B	AM	-23	8	30	8	-23	0	0
AM-p-C	AM	-23	5	30	5	-23	0	0
AM-p-D	AM	-23	2	30	2	-23	0	0

**Korekcja wsp. S/I dla inn. sposobów modulacji i poz.ochr.**

QAM	Nr pozio	Stopa Ko	Param1	Param2
16	0	0,5	-7	-6,7
16	1	0,62	-4,9	-4,6
64	0	0,5	-1,5	-1,2
64	1	0,6	0	0
64	2	0,71	1,7	1,8
64	3	0,78	3,4	3,4

**Opis sygnałów**

Symbol s	Opis
AM-p-B	Modulacja AM, fala powierzchniowa
AM-p-C	Modulacja AM, fala powierzchniowa
AM-p-D	Modulacja AM, fala powierzchniowa
AM-j-A	Modulacja AM, fala jonosferyczna,
AM-j-B	Modulacja AM, fala jonosferyczna,
AM-j-C	Modulacja AM, fala jonosferyczna,
AM-i-D	Modulacja AM, fala jonosferyczna

Rys. 13 Obraz karty „Wsp.ochr.I”

**Parametry stałe**

Test

Przewod.gruntu Europy | Liczba plam Słońca | Zysk anteny | Zysk morza | Inklinacja i deklin. | Wsp.ochr.I | Wsp.ochr.AP

**Min. użyteczne natężenie pola ze wg. na szumy atm.**

f - kHz	Eat
530	72
900	63
1300	60
1605	58

\*

**Min. użyteczne natężenie pola ze wg. na szumy przemysl.**

f - kHz	Miasto kl I	Miasto kl II	Wies kl I	Wies kl II
530	84	80	81	77
900	77	73	74	71
1300	72	68	69	65
1605	68	64	64	61

\*

Rodzaj terenu

miasto

wieś

Klasa odbioru

kl I

kl II

Częstotliwość [kHz]

225

Odczytaj współczynniki ochronne

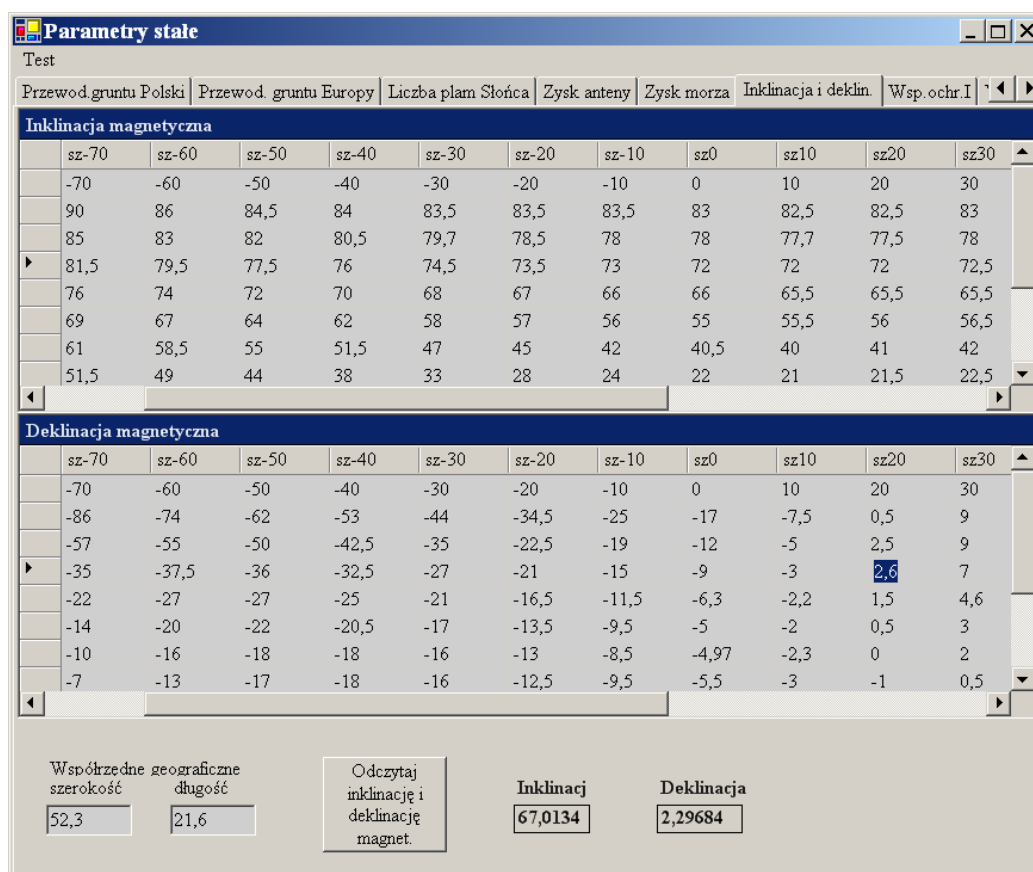
Min. użyteczne natężenie pola ze względu na szumy przemysłowe

84

Min. użyteczne natężenie pola ze względu na szumy atmosferyczne

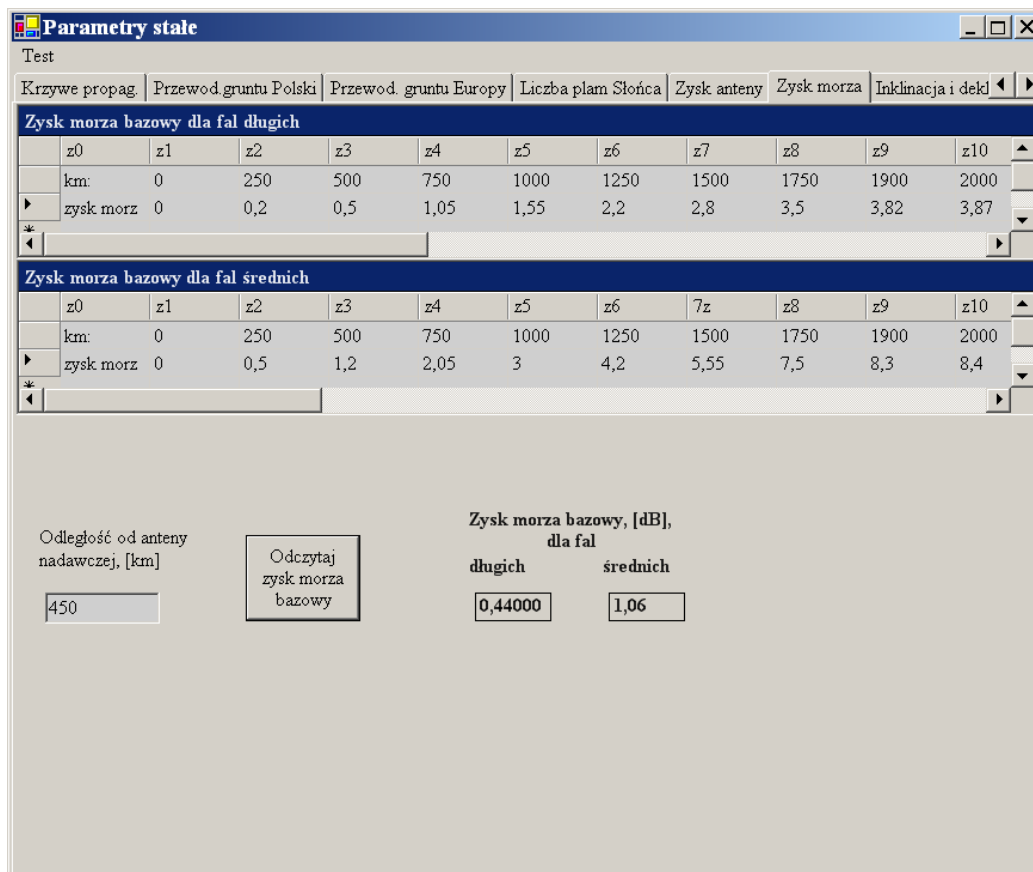
72

Rys. 14 Przykładowy obraz karty „Wsp.ochr.AP”

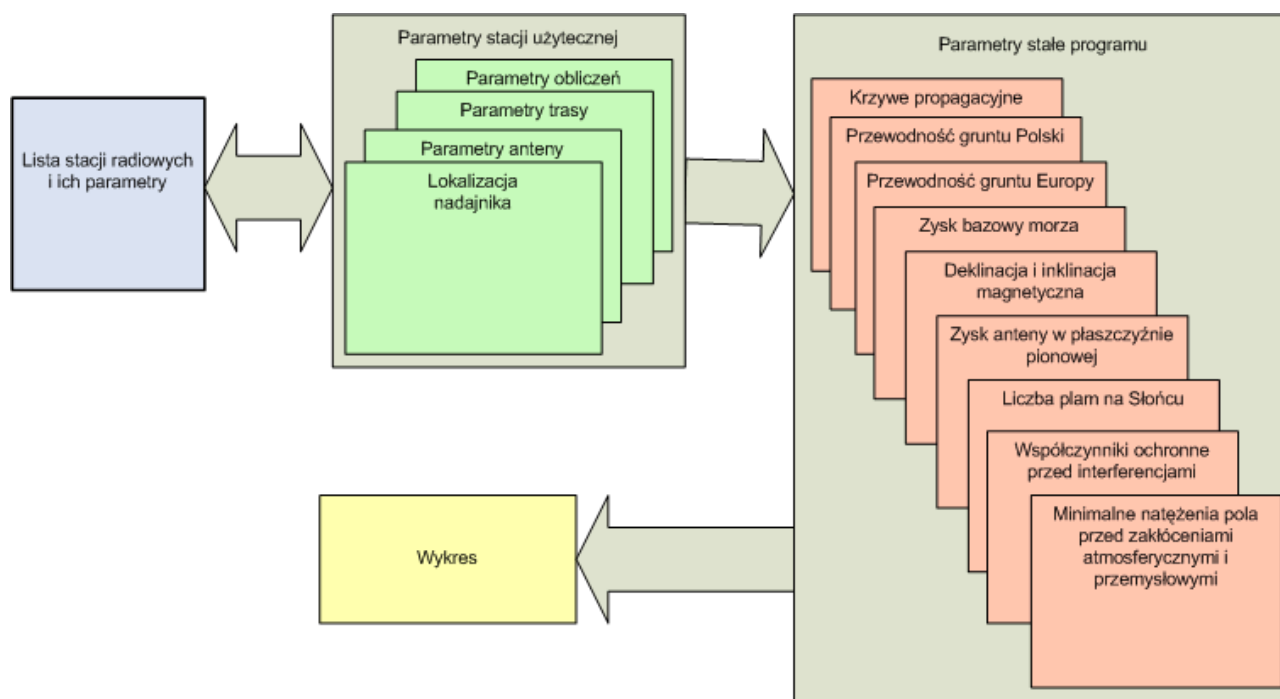


Rys. 15 Przykładowy obraz karty „Inklinacja i deklinacja magnetyczna”

Wartości inklinacji i deklinacji magnetycznej zostały podane dla punktów o współrzędnych geograficznych co 10 stopni. Długość geograficzna ujemna oznacza długość geograficzną zachodnią. Wartości dla konkretnej lokalizacji są wyznaczone metodą bi-liniową, [21].



Rys. 16 Przykładowy obraz karty „Zysk morza”



Rys. 17 Schemat wywołań okien programu „AnaPro”

## LITERATURA

1. A. Dusiński, *Algorytmu oprogramowania inżynierskiego do wykonania analiz propagacyjno-sieciowych w zakresie fal średnich i długich*, IŁ, Warszawa, 2001.
2. Dusiński A., Wielowieyska E.: *Problemy propagacyjne w środkach przekazu radiowego Etap 3: programowanie do analizy propagacyjno-sieciowej w radiofonii rozsiewczej pracującej w systemie DRM w zakresie fal średnich i długich - wersja komercyjna*, IŁ, Warszawa. 2004
3. ITU-R P.1144-3: *Guide to the application of the propagation methods of Radiocommunication Study Group 3*, 2001.
4. CCIR: *Final Acts of the Regional Administrative LF/MF Broadcasting Conference (Regions 1 and 3) Geneva 1975*, ITU, Geneva, 1976.