



INSTRUKCJA OBSŁUGI

**LOKALIZATOR KABLI
I INFRASTRUKTURY PODZIEMNEJ**

LKZ-1500-LITE • LKZ-1500



INSTRUKCJA OBSŁUGI

**LOKALIZATOR KABLI
I INFRASTRUKTURY PODZIEMNEJ**

LKZ-1500-LITE
LKZ-1500



SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Wersja 2.04 26.10.2022

Lokalizator LKZ-1500 jest nowoczesnym, wysokiej jakości przyrządem pomiarowym, łatwym i bezpiecznym w obsłudze. Przeczytanie i zastosowanie niniejszej instrukcji pozwoli uniknąć błędów przy pomiarach i zapobiegnie ewentualnym problemom przy obsłudze urządzenia.

SPIS TREŚCI

1	Bezpieczeństwo	5
2	Opis systemu	6
3	Nadajnik LKN-1500	6
3.1	Opis zasady działania nadajnika	7
3.2	Wygląd i panel przedni nadajnika	7
3.3	Środki bezpieczeństwa	8
3.4	Praca z nadajnikiem	9
3.4.1	Sygnalizacja świetlna o stanie i trybach pracy nadajnika	9
3.4.2	Bezpośrednie podłączenie – tryb galwaniczny	10
3.4.2.1	Podłączenie nadajnika do obiektu	10
3.4.2.2	Wybór częstotliwości	10
3.4.2.3	Ustawianie mocy wyjściowej sygnału	11
3.4.2.4	Wybór trybu pracy nadajnika	11
3.4.2.5	Ograniczenie poziomu napięcia wyjściowego	12
3.4.3	Bezdotykowe wzbudzenie prądu w linii – tryb indukcyjny	12
3.4.3.1	Wewnętrzny induktor nadajnika	12
3.4.3.2	Praca z cęgami nadawczymi	13
4	Odbiornik LKO-1500-LITE / LKO-1500	14
4.1	Opis zasady działania odbiornika	14
4.2	Wygląd i panel przedni odbiornika	14
4.3	Korzystanie z odbiornika	18
4.4	LKO-1500 Opis konfiguracji podstawowych ustawień Menu	18
4.5	LKO-1500 Tryby pracy odbiornika	21
4.6	Metody wyszukiwania obiektów	23
4.6.1	Wybór częstotliwości pracy	23
4.6.2	Metody na maksimum i minimum sygnału oraz w kierunku prądu	23
4.6.2.1	Sposób lokalizacji na „maksimum”	24
4.6.2.2	LKO-1500 Wyszukiwanie na maksimum z rozciągnięciem skali 1:4	25
4.6.2.3	Sposób wyszukiwania na „minimum” skali	26
4.6.2.4	LKO-1500 Wyszukiwanie za pomocą opcji „Kompas linia”	27
4.6.2.5	LKO-1500 Wyszukiwanie w kierunku przebiegu prądu	29
4.6.3	Metody pomiaru głębokości oraz prądu płynącego przez linię	30
4.6.3.1	Pomiar głębokości	31
4.6.3.2	Pomiar prądu	31
4.6.3.3	Pomiar głębokości metodą pośrednią „-6dB”	32
4.6.3.4	Wyszukiwanie z określeniem kierunku przebiegu prądu poprzez obiekt	33
4.7	Badanie terenu	34
4.7.1	Sprawdzenie terenu bez użycia nadajnika	34
4.7.2	Badanie terenu z wykorzystaniem nadajnika LKN	35
4.7.2.1	Metoda 1-osobowa	35
4.7.2.2	Metoda 2-osobowa	36
5	Metody wykrywania uszkodzeń rurociągów i linii kablowych	37
5.1	Sposób wykrywania uszkodzenia izolacji z pomocą prądu upływu	37
5.2	LKO-1500 Wykrywanie uszkodzenia izolacji Ramką A lub czujnikiem DKI-E	37
5.2.1	Wykrywanie uszkodzenia izolacji metodą spadku sygnału	38
5.2.2	Wykrywanie uszkodzenia izolacji metodą wzrostu sygnału	39
5.2.3	Lokalizacja uszkodzenia linii kablowych	40
5.2.3.1	Wykrywanie miejsca zwarcia pomiędzy żyłami kabla	40

5.2.3.2	LKO-1500	Wykrywanie miejsca zwarcia żyły do pancerza kabla	40
5.2.3.3	LKO-1500	Lokalizacja uszkodzenia izolacji i zwarcia doziemnego.....	41
6	LKO-1500	Zapisywanie wyników i praca z GPS	42
6.1		Ustawienia odbiornika do pracy z modułem GPS	43
6.2		Zapis trasy	44
6.2.1		Zapis po naciśnięciu przycisku	44
6.2.2		Automatyczny zapis współrzędnych – Autotracking	44
6.2.3		Rejestry	45
6.2.4		Dystans	45
6.2.5		Przesyłanie plików trasy do PC.....	45
7		Zasilanie	46
7.1		Zasilanie LKN-1500	46
7.2		Zasilanie LKO-1500-LITE / LKO-1500.....	46
8		Możliwe usterki i sposoby ich usunięcia	47
8.1		Nadajnik LKN-1500.....	47
8.2		Odbiornik LKO-1500-LITE / LKO-1500	47
9		Konserwacja i naprawa.....	48
10		Transport i magazynowanie.....	48
11		Rozbiórka i utylizacja.....	48
12		Dane techniczne	49
12.1		Nadajnik LKN-1500.....	49
12.1.1		Podstawowe dane techniczne	49
12.1.2		Pozostałe dane techniczne	50
12.2		Odbiornik LKO-1500-LITE / LKO-1500.....	50
12.2.1		Podstawowe dane techniczne	50
12.2.2		Pozostałe dane techniczne	51
13		Akcesoria	52
13.1		Akcesoria standardowe	52
13.2		Akcesoria opcjonalne.....	53
14		Serwis	53
15		Usługi laboratoryjne.....	54

1 Bezpieczeństwo

Aby zapewnić odpowiednią obsługę i poprawność uzyskiwanych wyników, należy przestrzegać następujących zaleceń:

- Przed rozpoczęciem eksploatacji zestawu należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją i zastosować do przepisów bezpieczeństwa oraz zaleceń producenta.
- Inne zastosowanie zestawu niż podane w niniejszej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Zestaw LKZ-1500 może być używany jedynie przez wykwalifikowane osoby posiadające wymagane uprawnienia do prac przy instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się zestawem przez osoby nieuprawnione może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Stosowanie niniejszej instrukcji nie wyłącza konieczności przestrzegania przepisów BHP i innych właściwych przepisów wymaganych przy wykonywaniu prac danego rodzaju. Przed przystąpieniem do pracy przy stosowaniu urządzenia w warunkach specjalnych, np. o atmosferze niebezpiecznej pod względem wybuchowym i pożarowym, niezbędne jest przeprowadzenie konsultacji z osobą odpowiedzialną za bezpieczeństwo i higienę pracy.
- Niedopuszczalne jest używanie przyrządu, który uległ uszkodzeniu i jest całkowicie lub częściowo niesprawny, np. z uszkodzonymi przewodami lub przechowywanego zbyt długo w złych warunkach (np. zawilgoconego).
- Nie wolno pozostawiać nadajnika podłączonego do obiektu bez dozoru.
- Nie wolno odłączać przewodów od obiektu w czasie pracy nadajnika.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.



OSTRZEŻENIE

Odłączanie przewodu ochronnego wiąże się z poważnym zagrożeniem życia dla wykonujących lokalizację i osób postronnych. Wszędzie tam, gdzie to tylko możliwe, należy wcześniej odłączyć napięcie sieciowe oraz przewód (przewody) fazowy. Należy zachować szczególną ostrożność przy odłączaniu przewodu ochronnego lub uziemienia przewodu neutralnego od instalacji, która musi być pod napięciem. Należy zapewnić, aby w obszarze zagrożenia nie znajdowały się żadne osoby postronne. Po zakończeniu lokalizacji należy bezwzględnie przywrócić podłączenie przewodu ochronnego lub uziemienia przewodu neutralnego.



UWAGA!

- Nadajnik LKN-1500 przeznaczony jest do pracy na obiektach pozbawionych napięcia. Podłączenie do sieci o napięciu 230 V może spowodować jego uszkodzenie. Nadajnik generuje niebezpieczne napięcie do 250 V.
- Przed włączeniem nadajnika należy zapoznać się z niniejszą instrukcją obsługi.



- W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu, wygląd wyświetlaczy dla niektórych funkcji może być nieco inny niż przedstawiony w niniejszej instrukcji.
- W związku z ciągłym rozwojem lokalizatorów i wdrażaniem zmian w celu zwiększenia niezawodności oraz poprawy warunków pracy, możliwe są niewielkie różnice pomiędzy produkowanymi urządzeniami a opisem budowy w niniejszej instrukcji obsługi.

2 Opis systemu

System lokalizatora LKZ-1500 składa się z odbiornika LKO-1500 oraz z nadajnika LKN-1500, przy czym:

- **LKZ-1500-LITE** oznacza zestaw LKN-1500 + LKO-1500-LITE,
- **LKZ-1500** oznacza zestaw LKN-1500 + LKO-1500.

System umożliwia śledzenie tras ułożonych w ziemi:

- przewodów elektrycznych i kabli energetycznych,
- przewodów sterowniczych, telekomunikacyjnych i teleinformatycznych,
- instalacji odgromowych i ochrony katodowej,
- instalacji wodnych i kanalizacyjnych,
- instalacji grzewczych i rur preizolowanych,
- innych obiektów metalowych, które mogą przewodzić prąd elektryczny.

LKO-1500 *Ikona z nazwą miernika zaznaczono fragmenty tekstu dotyczące specyficznych cech danego urządzenia. Wszelkie inne fragmenty tekstu dotyczą wszystkich typów przyrządu.*

3 Nadajnik LKN-1500

Nadajnik przeznaczony jest do generowania oraz przesyłania sygnałów w badanej linii/obiekcie i wspólnie z odbiornikiem LKO pozwala lokalizować trasę, określić głębokość zalegania, a także miejsce uszkodzenia izolacji np. kabli lub rurociągów. Kształt prądu wyjściowego LKN-1500 to modyfikowana sinusoida.

Nadajnik może współpracować z dowolnym odbiornikiem LKO, który ma zbieżną z nim częstotliwość roboczą. Nadajnik zasilany jest z wbudowanego akumulatora, który jest całkowicie szczelny i nie wymaga konserwacji. Dopuszcza się zasilanie nadajnika z zewnętrznego źródła prądu stałego 12 V, zapewniającego niezbędną moc.

Nadajnik samodzielnie kontroluje napięcie zasilania i sygnalizuje jego spadek w zakresie od 11,0 do 10,5 V. Przy spadku napięcia do wartości 10,5...10,0 V następuje automatyczne wyłączenie.



UWAGA!

Należy okresowo doładowywać akumulator do napięcia znamionowego. Stan głębokiego rozładowania (napięcie poniżej 10 V), do którego może dojść np. wskutek długotrwałego przechowywania, powoduje nieodwracalne uszkodzenie akumulatora i wiąże się z koniecznością jego wymiany.

Ładowanie akumulatora następuje bezpośrednio po podłączeniu wtyku ładowarki do gniazda zasilania nadajnika. Konstrukcja nadajnika zapewnia ochronę akumulatora przed jego przeładowaniem.

Nadajnik może pracować w 3 trybach generowania sygnału:

- a) generowanie sygnału ciągłe,
- b) generowanie sygnału impulsowe $\frac{2}{3}$, (1 sek. – generowany sygnał, 0,5 sek. – przerwa),
- c) generowanie sygnału impulsowe $\frac{1}{2}$ (0,5 sek. – generowany sygnał, 0,5 sek. – przerwa).

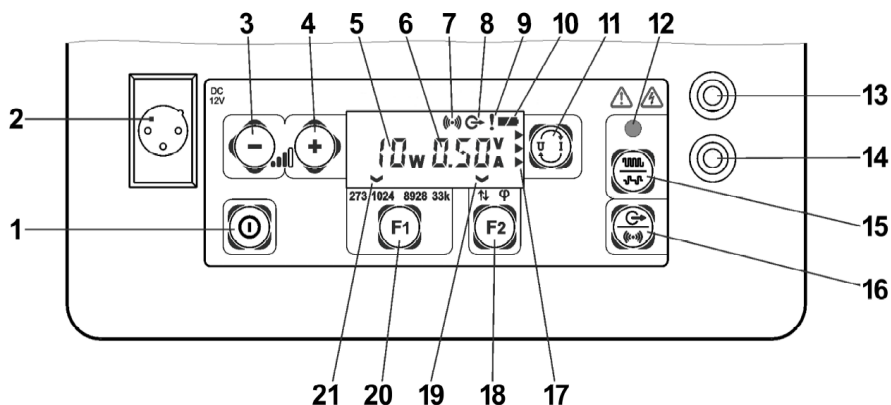
3.1 Opis zasady działania nadajnika

Zasada działania nadajnika oparta jest na transformacji energii źródła zasilania prądu stałego na sygnał zmienny. W tym celu mikroprocesor steruje generacją odpowiednich sygnałów nadawczych. Pod kontrolą mikroprocesora odbywa się również dopasowanie sygnału nadajnika do obciążenia w celu zapewnienia maksymalnej mocy wyjściowej. Informacje o trybie pracy i stanie nadajnika są wyświetlane na wyświetlaczu panelu sterującego.

3.2 Wygląd i panel przedni nadajnika



Rys. 1. Wygląd nadajnika LKN-1500



Rys. 2. Panel czołowy nadajnika LKN-1500

Tab. 1 Opis panelu sterującego i wyświetlacza nadajnika LKN-1500

Lp.	Opis funkcji
1.	Przycisk włączania / wyłączania nadajnika
2.	Gniazdo zasilacza do ładowania wbudowanej baterii lub podłączenia zewnętrznego akumulatora
3.	Przycisk zmniejszania mocy wyjściowej
4.	Przycisk zwiększania mocy wyjściowej
5.	Wskaźnik wartości mocy wyjściowej
6.	Wskaźnik wartości prądu wyjściowego [A] lub napięcia [V]
7.	Symbol indukcji sygnału
8.	Symbol transmisji sygnału przez gniazdo "Wyjście"
9.	Wskaźnik stanu zewnętrznego źródła zasilania
10.	Wskaźnik stanu naładowania akumulatora nadajnika
11.	Przycisk do zmiany wskaźnika (p. 6) na wartość prądu wyjściowego [A] lub na napięcie [V]
12.	Wskaźnik stanu sygnału wyjściowego nadajnika
13.	Gniazdo wyjściowe do podłączenia obciążenia. Przy bezpośrednim podłączeniu przewodu gniazdo należy połączyć z obiektem
14.	Gniazdo do podłączenia sondy uziemiającej
15.	Przycisk „Tryb generowania”. Do wyboru ciągłego lub impulsowego trybu generowania sygnału (patrz poz. 3)
16.	Przycisk wyboru sposobu podawania sygnału: indukcja lub bezpośrednie połączenie galwaniczne
17.	Symbole sygnalizujące aktywny proces ładowania wewnętrznego akumulatora
18.	Przycisk wyboru rodzaju sygnału częstotliwości: podwójnej / pojedynczej
19.	Symbol wyboru podwójnej częstotliwości
20.	Przycisk wyboru częstotliwości sygnału
21.	Wskaźnik wyboru wartości nominalnej generowanej częstotliwości

3.3 Środki bezpieczeństwa

Praca z nadajnikiem dozwolona jest tylko wykwalifikowanemu personelowi, który zapoznał się z treścią niniejszej instrukcji obsługi i zna wymogi w zakresie bezpieczeństwa elektrycznego.



OSTRZEŻENIE

- **Poziom napięcia wyjściowego na gniazdach nadawczych podczas pracy, z podłączonym do nich obwodem, podczas pracy może osiągnąć wartość 240 V. Podczas pracy nadajnika nie wolno dotykać żadnych części przewodzących.**
- **Podłączenie i odłączenie nadajnika od badanego obiektu należy wykonać tylko przy wyłączonym nadajniku.**




UWAGA!

- **Przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić stan gniazd wyjściowych i powierzchni wokół nich. W razie potrzeby oczyścić je z zanieczyszczeń. Nie wolno używać nadajnika i akcesoriów z zestawu, które posiadają uszkodzenia mechaniczne. Podczas pracy nadajnika należy unikać wilgoci oraz używać go zgodnie z instrukcją obsługi.**
- **Aby uniknąć przegrzania nadajnika, nie należy umieszczać go na dłuższy czas w pełnym słońcu.**






3.4 Praca z nadajnikiem

W przypadku, gdy nadajnik był narażony na temperaturę poza zakresem operacyjnym, przed jego uruchomieniem należy zostawić go na dwie godziny w temperaturze roboczej.

Włączanie i wyłączanie nadajnika odbywa się przez naciśnięcie przycisku  (patrz p. 1 na Rys. 2). Po włączeniu nadajnik samodzielnie ustawia minimalny poziom mocy wyjściowej i częstotliwość 273 [Hz], jednak poziom napięcia wyjściowego nie jest ograniczony. Tryby pracy nadajnika, stan akumulatora wewnętrznego lub źródła zasilania zewnętrznego widnieją na wyświetlaczu nadajnika. Patrz również Tab. 2.

3.4.1 Sygnalizacja świetlna o stanie i trybach pracy nadajnika

Tab. 2 Opis sygnalizacji świetlnej i trybów pracy nadajnika

Pozycja wskaźnika na Rys. 2	Stan wskaźnika	Tryb pracy i stan nadajnika
 p. 8	Pulsacyjne świecenie	Trwa dopasowanie nadajnika do obciążenia.
	Stale świecenie	Nadajnik i obciążenie dopasowane.
 p. 15	Stale świecenie na zielono	Normalna praca nadajnika w trybie ciągłym.
	Pulsacyjne świecenie na zielono	Normalna praca nadajnika w trybie impulsowym.
	Pulsujące świecenie na czerwono z częstotliwością 1 [Hz]	Przegrzanie nadajnika, generacja sygnału jest przerwana. Wznowienie generacji następuje dopiero po ostygnięciu, ale nie wcześniej niż po upływie jednej minuty.
	Stale świecenie na czerwono	Obecność na gniazdach „Wyjście” napięcia zewnętrznego. Prawdopodobnie nadajnik jest podłączony do obwodu będącego pod napięciem.
 p. 10	Stale świecenie	Napięcie akumulatora wewnętrznego w normie.
	Miga połowa symbolu akumulatora	Napięcie akumulatora wewnętrznego w zakresie od 11,0 V do 10,5 V, co sygnalizuje głębokie rozładowanie akumulatora.
	Miga symbol akumulatora	Napięcie akumulatora wewnętrznego poniżej 10,5 V. Po upływie 1 minuty nastąpi samoczynne wyłączenie nadajnika.
 p. 9	Brak symbolu	Napięcie zewnętrznego źródła zasilania w normie.
	Stale świecenie	Napięcie zewnętrznego źródła zasilania w zakresie od 11,0 V do 10,5 V. Przewidywalnie zewnętrzny akumulator jest rozładowany.
	Pulsacyjne świecenie	Spadek napięcia zewnętrznego źródła zasilania poniżej 10,5 V. Po upływie 1 minuty nastąpi samoczynne wyłączenie nadajnika.
 p. 17	Przenoszenie z góry na dół	Trwa ładowanie akumulatora.
	Stale świecenie wszystkich trzech ikon	Akumulator naładowany.


3.4.2 Bezpośrednie podłączenie – tryb galwaniczny

3.4.2.1 Podłączenie nadajnika do obiektu

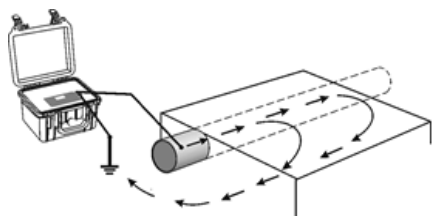


OSTRZEŻENIE

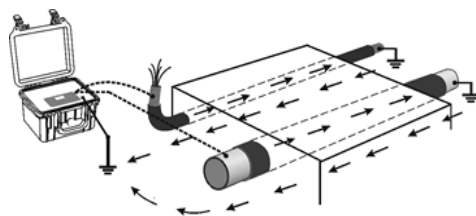
Upewnij się, że badana linia nie jest pod napięciem. Podłączenie obciążenia do wyjścia jest dozwolone tylko przy wyłączonym nadajniku. Zabronione jest bezpośrednie podłączenie nadajnika do badanego obiektu, znajdującego się pod napięciem.

Sondę uziemiającą, znajdującą się w nadajniku, należy wbić w grunt w odległości ok. 5-10 m od nadajnika. Dla zwiększenia skuteczności uziemienia sondę należy umieścić możliwie jak najgłębiej w ziemi. Do gniazda wyjściowego nadajnika  (Rys. 2 p. 14), należy połączyć niebieski przewód. Drugi koniec przewodu, przy wykorzystaniu niebieskiego krokodyłka, należy zapiąć na uprzednio wbitej sondzie uziemiającej. Za pomocą czerwonego przewodu połączyć gniazdo wyjściowe nadajnika (Rys. 2 p. 13) do części przewodzącej obiektu (patrz Rys. 3).

W razie potrzeby wykrywania obiektu odizolowanego od ziemi najlepiej uziemić go na drugim końcu (patrz Rys. 4), co pozwoli uzyskać maksymalny prąd wyszukiwania. W przeciwnym razie prąd popłynie do ziemi przez pojemność izolacji, ale jego wartość będzie niższa, co znacznie ograniczy zasięg i głębokość wykrywania.





Rys. 3. Podłączenie nadajnika do rurociągu





Rys. 4. Podłączenie nadajnika do uziemionego płaszcza (ekranu) kabla lub do rurociągu

W zależności od potrzeb, na przykład dla wykrywania miejsca uszkodzenia izolacji, możliwe jest zastosowanie innych sposobów podłączenia nadajnika do obiektu. Więcej informacji w rozdziale dotyczącym pracy z „Ramką A”.

3.4.2.2 Wybór częstotliwości

Włączyć nadajnik i ustawić żądaną częstotliwość sygnału wyjściowego, moc oraz tryb pracy. Dodatkowo przyciskiem  wybrać generowanie sygnału przez gniazda wyjściowe nadajnika. Na wyświetlaczu pojawi się symbol . Wybór ustawień zależy od konkretnych warunków wykrywania oraz charakteru zadania i wymaga od operatora posiadania określonych umiejętności praktycznych.

Wybór częstotliwości sygnału nadajnika odbywa się przyciskiem  poruszając się w pętli poszczególnych częstotliwości: 273 → 1024 → 8928 → 33k → 273 itd. Nad wartościami sygnałów pojedynczej częstotliwości wyświetla się wskaźnik (patrz p. 1 na Rys. 2).

Ustawienie sygnału podwójnej częstotliwości odbywa się przyciskiem . Jest sygnalizowane ikoną $\uparrow\downarrow$ dla podwójnej częstotliwości 1024 [Hz] oraz Φ dla podwójnej częstotliwości 8928 [Hz].

W wilgotnym gruncie niska częstotliwość sygnału pozwala uzyskać maksymalny zasięg wykrywania i zmniejsza przenikanie sygnału w inne instalacje podziemne (273, 526 lub 1024 [Hz]). Należy jednak pamiętać, że na niskich częstotliwościach zwiększa się wpływ zakłóceń od prądów częstotliwości przemysłowej i sygnałów z pobliskich linii telekomunikacyjnych.

W suchym gruncie, przy wysokiej częstotliwości 8928 [Hz], będzie lepszy zasięg wykrywania i mniejszy wpływ zakłóceń od linii elektroenergetycznych. Podczas wyszukiwania kabli ekranowanych, przy nieuziemionych zakończeniach zaleca się stosowanie częstotliwości maksymalnej 33 [kHz]. W tym przypadku generowany jest większy prąd wyszukiwania, powstający dzięki pojemności rozproszonej izolacji do ziemi.

Ponadto wysoka częstotliwość jest korzystniejsza w przypadku bezstykowego (indukcyjnego) połączenia nadajnika do obiektu (patrz **Rys. 5**). Należy jednak wziąć pod uwagę, że przy wysokiej częstotliwości występuje silniejsze przenikanie sygnału z nadajnika do sąsiednich linii (obiektów), co może prowadzić do błędnego kierunku wyszukiwania.


Podczas współpracy nadajnika z odbiornikami LKO-1500 w obszarach o dużym zagęszczeniu infrastruktury podziemnej można użyć funkcji określania kierunku prądu. Przebieg prądu od nadajnika (przepływ prądu naprzód) lub do nadajnika (przepływ prądu wsteczny przez linie sąsiednie). Dla tego trybu należy ustawić generowanie sygnału nadajnika w podwójnej częstotliwości 1024 [Hz] sygnalizowane $\uparrow\downarrow$. Wybrać wspólną częstotliwość pracy w odbiorniku, tj. 1024 [Hz].

3.4.2.3 Ustawianie mocy wyjściowej sygnału

Dobór mocy wyjściowej nadajnika należy ustawić w zależności od przewidywanego czasu prowadzenia lokalizacji, parametrów źródła zasilania oraz szacowanej długości obiektu.

Zmniejszenie lub zwiększenie mocy wyjściowej odbywa się za pomocą przycisków




Wartość mocy wyjściowej nadajnika wyświetlana jest na ekranie (p. 5 Rys. 2), jak również napięcia wyjściowego [V] oraz prądu sygnału wyjściowego [A] (p. 6 Rys. 2). Wybór wyświetlanego parametru dokonywany jest przez naciśnięcie przycisku .

Jeśli nie można uzyskać żądanej wartości prądu, należy sprawdzić jakość uziemienia i/lub zmienić częstotliwość sygnału dla danego rodzaju gruntu. W przypadku, gdy generator nie jest w stanie zapewnić określonej mocy, automatycznie ogranicza ją do maksymalnie możliwej wartości dla danego obciążenia. W przypadku bardzo dużej rezystancji obciążenia, gdy nadajnik nie może zapewnić nawet minimalnej mocy (np. przerwa w obwodzie obciążenia), wtedy na wyświetlaczu wskazania mocy pojawia się komunikat „-1”. Ograniczenie mocy wyjściowej może być spowodowane niewystarczającą pojemnością akumulatora.

Czas dopasowania nadajnika do obciążenia zazwyczaj nie przekracza jednej minuty. W przypadku, gdy dopasowanie trwa dłuższy czas, zaleca się sprawdzić jakość połączeń i uziemienia, zmienić moc wyjściową lub przejść w tryb ciągłego generowania.



3.4.2.4 Wybór trybu pracy nadajnika



Nadajnik zapewnia ciągły i impulsowy tryb generowania sygnału. Przy lokalizacji trasy, określenia głębokości i w przypadku wyszukiwania uszkodzenia izolacji kabla zaleca się wykorzystać tryb ciągły. Tryb impulsowy zaleca się stosować podczas wyszukiwania obiektu przy dużym poziomie zakłóceń lub przy słabym sygnale w odbiorniku, ponieważ w tym trybie łatwiej zdefiniować własny sygnał za charakterystyczną pauzą. W tym trybie nadajnik również zmniejsza pobór mocy. Przełączanie nadajnika z trybu generowania ciągłego na impulsowy odbywa się poprzez naciśnięcie przycisku .

i synchronicznie, z biegiem sygnału wyjściowego, powielane jest świecenie zielonej diody (p. 12 Rys. 2).

3.4.2.5 Ograniczenie poziomu napięcia wyjściowego

Tryb ograniczenia poziomu napięcia wyjściowego do 30 V używany jest ze względów na bezpieczeństwo pracy, gdy wskazane jest aby napięcie wyjściowe zostało ograniczone w przypadku występowania ryzyka dotknięcia ręką przewodu podczas identyfikacji żyły kabla.

Aby włączyć ograniczenie poziomu napięcia wyjściowego należy przytrzymać przycisk  i jednocześnie nacisnąć . Na wyświetlaczu zacznie migać symbol napięcia „V”. W przypadku, gdy nadajnik nie będzie w stanie zapewnić poziomu wcześniej zadanej mocy, automatycznie następuje ograniczenie do maksymalnej możliwej wartości dla danego obciążenia.

Aby anulować ograniczenie napięcia wyjściowego, należy przytrzymać przycisk  i jednocześnie nacisnąć przycisk .

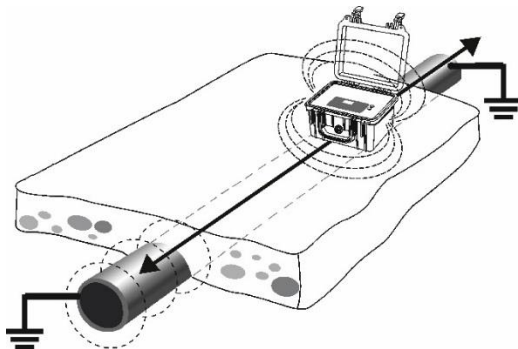
3.4.3 Bezdotykowe wzbudzenie prądu w linii – tryb indukcyjny

W przypadku braku możliwości bezpośredniego podłączenia nadajnika do obiektu w trybie galwanicznym (np. obiekt znajduje się pod napięciem) w badanym obiekcie prąd można wzbudzić z wbudowanej w nadajnik cewki indukcyjnej lub przy wykorzystaniu cęgów indukcyjnych.



3.4.3.1 Wewnętrzny induktor nadajnika

Za pomocą cewki umieszczonej w nadajniku emitowane jest pole magnetyczne, które wzbudza prąd w obiekcie. Prąd ten będzie tym większy, im mniejsza jest rezystancja zamkniętego obwodu, którego częścią jest lokalizowana linia. Najlepszym rozwiązaniem jest uziemienie końców linii, jak to pokazano na **Rys. 5**. W przypadku braku takich uziomów prąd w poszukiwanej linii będzie mniejszy, ponieważ jego wartość zależy od prądu pojemnościowego izolacji linii, przy czym wraz ze wzrostem częstotliwości prąd ten rośnie.

Pracując w trybie indukcyjnym nadajnik musi być umieszczony prostopadłe do osi badanej linii (**Rys. 5**).



Rys. 5. Indukcyjne wzbudzenie prądu w lokalizowanym obiekcie

Aby uruchomić wewnętrzny induktor w nadajniku, nacisnąć przycisk . Na ekranie zostanie wyświetlony symbol . Induktor ma maksymalną wydajność na częstotliwości 33 [kHz].

Należy wziąć pod uwagę, że:

- wartość prądu wzbudzonego w linii za pomocą wewnętrznego induktora będzie znacznie mniejsza niż przy bezpośrednim podłączeniu galwanicznym,
- sygnał z indukcji otacza wszystkie przedmioty przewodzące prąd, które znajdują się obok, co może sugerować błędny kierunek wyszukiwania,
- wartość prądu wzbudzonego w obiekcie będzie tym większa, im bliżej zostanie umieszczony nadajnik.

3.4.3.2 Praca z cęgami nadawczymi



W przypadku, gdy istnieje dostęp do linii (np. kabel wysokiego napięcia wychodzi na zewnątrz), wskazane jest, aby zastosować **cęgi nadawcze**. Cęgi wzbudzają w obiekcie większy prąd wyszukiwania i nie dopuszczają do wzbudzenia sygnału w liniach (obiektach). Dobór cęgów zależy od średnicy obejmowanego przewodu (patrz również rozdz. 13.2).

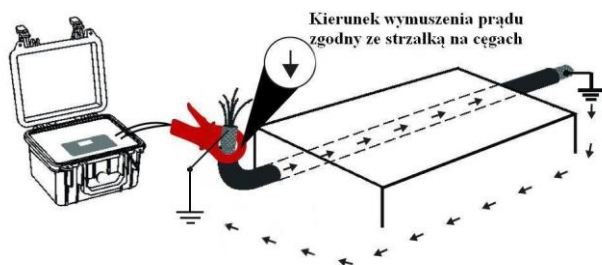


UWAGA!

Zabronione jest zapinanie cęgów do przewodów niez izolowanych znajdujących się pod napięciem.

W celu uzyskania maksymalnego prądu w obwodzie badanego odcinka linii należy zapewnić jak najmniejszą rezystancję. Należy również mieć na uwadze, że wielkość prądu indukowanego za pomocą cęgów w izolowanej i/lub niezziemionej linii będzie tym większa, im wyższa jest częstotliwość pracy.

Cęgi należy podłączyć do gniazd wyjściowych nadajnika z zachowaniem oznaczeń na przewodach łączeniowych. Przewód oznaczony literą **E** z gniazdem uziemienia nadajnika , a przewód oznaczony literą **H** – z gniazdem obciążenia (p. 13 Rys. 2). Cęgi zapinąć na badaną linię i zapewnić szczelne zamknięcie obu szczęk (**Rys. 6**). Na panelu nadajnika przyciskiem  ustawić częstotliwość spośród dostępnych.



Rys. 6. Indukcyjne wzbudzenie prądu w lokalizowanym obiekcie z użyciem cęgów nadawczych



Cęgi nadawcze Sonel N-1, N-4 i N-5 pracują z częstotliwościami do 1024 Hz.

4 Odbiornik LKO-1500-LITE / LKO-1500

Odbiornik LKO-1500 wraz z nadajnikami LKN-1500 służy do badania linii kablowych, rurociągów i innych obiektów infrastruktury podziemnej. Jednakże istnieje możliwość samodzielnej pracy odbiornika, bez użycia nadajnika, tj.:

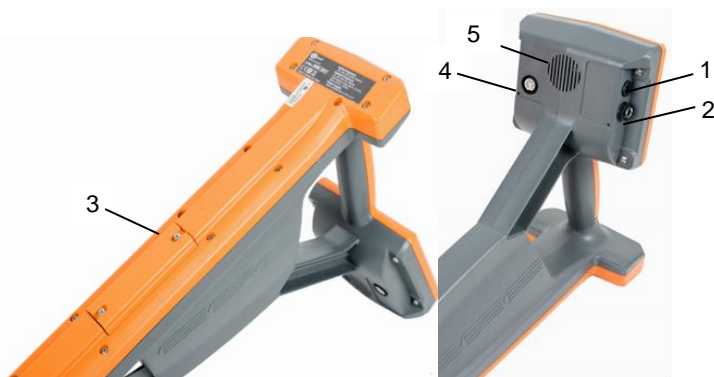
- wykrywania linii kablowych z sygnałami nadawania o częstotliwości sieci przemysłowej 50 Hz i 550 Hz,
- wykrywania trasy i miejsca uszkodzenia izolacji rurociągów z sygnałami ochrony elektrochemicznej 100 Hz i 300 Hz,
- wykrywania zwarcia doziemnego z harmonicznymi od prądów o częstotliwości przemysłowej 550 Hz i 1450 Hz,
- wykrywania infrastruktury podziemnej z sygnałami indukowanymi od kanałów telefonicznych i transmisyjnych w paśmie od 48 Hz do 14 kHz (oznaczony w odbiorniku symbolem **SB** – tzw. Eter),
- wykrywania infrastruktury podziemnej z sygnałami indukowanymi od kanałów transmisyjnych w zakresie częstotliwości od 10 kHz do 36 kHz (oznaczony w odbiorniku symbolem **RADIO**).

4.1 Opis zasady działania odbiornika

Odbiornik wykorzystuje metodę indukcji do wyszukiwania obiektów infrastruktury podziemnej oraz lokalizacji miejsca uszkodzenia kabla elektrycznego. Podłączanie czujników wymiennych pozwala zlokalizować miejsce uszkodzenia izolacji linii podziemnej za pomocą pomiaru napięcia, spowodowanego przepływem prądu w glebie.

Prądy od linii, indukowane w antenie zmiennym polem magnetycznym i/lub napięciem indukowanym na czujnikach wymiennych, są przekształcane na sygnały elektryczne, które są wzmacniane i przetwarzane przez procesor cyfrowy. Następnie poziomy tych sygnałów są wyświetlane na ekranie w postaci skali liniowej i wartości cyfrowej w „dB” lub „V”. Wskazania skali na ekranie mogą być uzupełnione sygnałem dźwiękowym o proporcjonalnym natężeniu.

4.2 Wygląd i panel przedni odbiornika



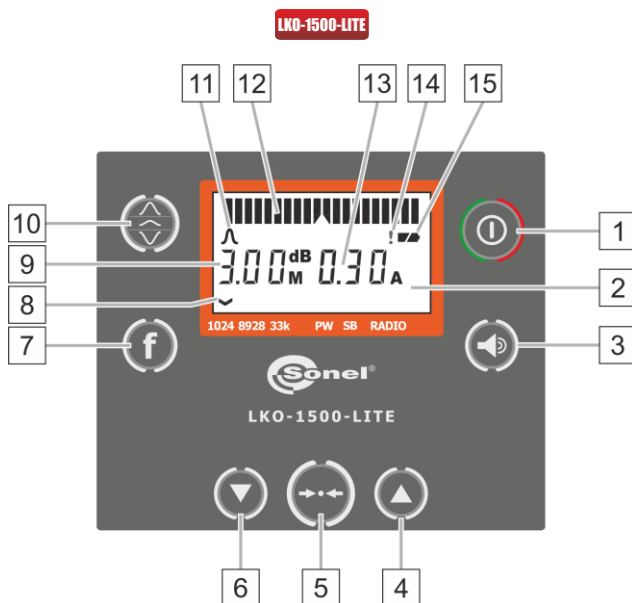
Rys. 7. Wygląd i oznaczenie gniazd odbiornika

Lp.	Opis funkcji
1.	Gniazdo zasilacza, 12 V / 0,5 A (pin centralny ma biegunowość ujemną \ominus \ominus \oplus)
2.	Gniazdo słuchawkowe – Jack 6,3 mm
3.	Pokrywa komory zasilania
4.	LKO-1500 Gniazdo do podłączenia akcesoriów dodatkowych (Ramka-A)
5.	Głośnik

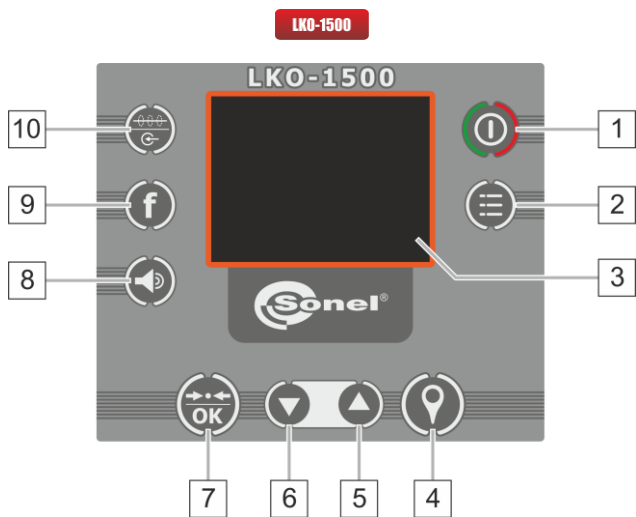
Aby ułatwić obsługę, można dołączyć osłonę przeciwsłoneczną, mocując ją za uchwyt odbiornika dwoma wstążkami z rzepami.



Rys. 8. Odbiornik z osłoną przeciwsłoneczną




Rys. 9. Panel odbiornika LKO-1500-LITE



Rys. 10. Panel odbiornika LKO-1500

Tab. 3 Opis panelu sterującego i wyświetlacza nadajnika LKO-1500


Lp.	Opis funkcji	
	LKO-1500-LITE	LKO-1500
1.	Przycisk włączenia i wyłączenia odbiornika	Przycisk włączenia i wyłączenia odbiornika
2.	Wyświetlacz nadajnika	Przycisk menu – wejście/wyjście z menu
3.	Przycisk do zmiany głośności	Wyświetlacz nadajnika
4.	Przyciski do zwiększenia wzmocnienia	Przycisk zapisu wyświetlanych na ekranie parametrów i współrzędnych geograficznych, w celu dalszej wysyłki do PC
5.	Przycisk ustawianie wzmocnienia dla danego poziomu sygnału	Przyciski do zwiększenia wzmocnienia i nawigacji w Menu
6.	Przyciski do zmniejszenia wzmocnienia	Przyciski do zmniejszenia wzmocnienia i nawigacji w Menu
7.	Przycisk przełączania częstotliwości pracy	Przycisk ustawianie wzmocnienia dla danego poziomu sygnału w kanale „Trasa” lub „SENSOR” (w zależności od bieżącego trybu). Pomiar głębokości i prądu przy wyłączonej funkcji „Pomiar auto”. W Menu – włączanie/wyłączanie wybranej opcji.
8.	Częstotliwość robocza	Przycisk do zmiany głośności
9.	Głębokość obiektu lub poziom wzmocnienia (dB)	Przycisk przełączania częstotliwości pracy
10.	Przycisk TRYB do wyboru trybu wyszukiwania: ostre maksimum, wygładzone maksimum, minimum	Przycisk do wyboru trybów wyszukiwania – „TRYB”. W trybie „Trasa-SENSOR” przełącza strefy sterowania, aby zmienić częstotliwości i wzmocnienie między kanałami „Trasa” a „SENSOR”
11.	Symbole aktywnego trybu wyszukiwania:  ostre maksimum wygładzone maksimum minimum	-
12.	Bargraf siły sygnału wejściowego	-
13.	Prąd badanego obiektu	-
14.	Symbol przekroczenia dopuszczalnego sygnału wejściowego	-
15.	Kontrolka naładowania baterii	-

4.3 Korzystanie z odbiornika

Podczas pracy z kablem będącym pod napięciem należy przestrzegać odpowiednich przepisów bezpieczeństwa.

Niedopuszczalne jest podawanie napięcia ponad 42 V na części metalowe i gniazda odbiornika. W przypadku, gdy odbiornik znajdował się w temperaturze różnej od specyfikowanej temperatury pracy, przed użyciem należy utrzymać go w temperaturze roboczej – co najmniej przez 1 godzinę.

Przyrząd należy wyjąć z futerału i sprawdzić poprawność osłon, mocowań oraz brak mechanicznych uszkodzeń na obudowie odbiornika i zasilacza.

Przyrząd włącza się przyciskiem . Po włączeniu wyświetla się numer wersji oprogramowania oraz napięcie zasilania.





LKO-1500-LITE

Jeżeli napięcie jest niższe niż 5,8 V, naładować akumulator lub wymienić baterie.

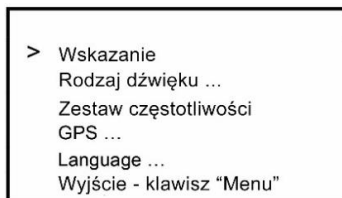
Podczas pracy napięcie zasilania sygnalizowane jest ikoną baterii (**Rys. 9**, poz. 15). W pełni naładowana bateria jest wyświetlana jako symbol pełnej baterii. Jeśli bateria jest częściowo rozładowana, jest wyświetlana jako połowa baterii. Jeśli napięcie zasilania spadnie poniżej 5,8 V, symbol baterii zacznie migać.



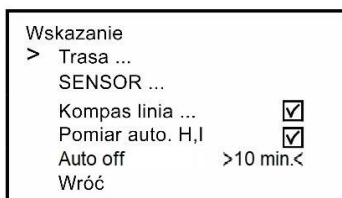
4.4 **LKO-1500** Opis konfiguracji podstawowych ustawień Menu

Naciśnij przycisk , aby wejść lub wyjść z ustawień. Nawigacja po menu odbywa się za pomocą przycisków  i . Wybór parametru, zmiana czy potwierdzenie odbywa się za pomocą przycisku .

W podmenu **Wskazanie** znajdują się poniższe pozycje.



Rys. 11. Menu główne



Rys. 12. Menu „Wskazanie” w LKO-1500

- **Trasa** – włączanie/wyłączanie wyświetlania skali „maksimum” i „minimum”, wybór rodzaju maksimum dla sygnału.



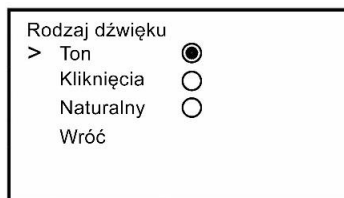
Rys. 13. Menu „Wskazanie”/ „Trasa”

- **SENSOR** – wybór wyświetlania poziomu sygnału na wejściu gniazda „SENSOR” w jednostkach dB lub V, rozciąganie skali 1:4.
- **Pomiar auto. H,I** – włączanie/wyłączanie ciąglego wyświetlania na ekranie głębokości zalegania linii komunikacji (H) i przepływającego prądu (I).







Rys. 14. Menu „Wskazanie”/ „SENSOR”

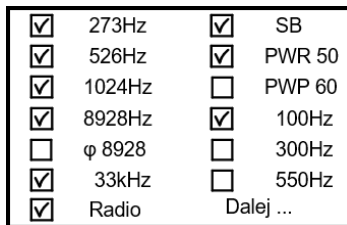
- **Kompas linia** – włączanie/wyłączanie funkcji kompasu.
- **Auto off** – umożliwia ustawienie czasu automatycznego wyłączenia. Dostępny czas: wyłączony (automatyczne wyłączenie jest nieaktywne) → 10 → 20 →... 90 min → wyłączone. Automatyczne wyłączenie jest domyślnie ustawione na 30 minut.
- W podmenu **Rodzaj dźwięku** – wybór dźwięków spośród poniższych.
 - **Ton** – dźwięk na jednej częstotliwości. Głośność będzie proporcjonalna do poziomu sygnału.
 - **Kliknięcia** – dźwięk podobny do wyładowania w liczniku Geigera (dozymetr), częstotliwość kliknięć będzie proporcjonalna do poziomu sygnału.
 - **Naturalny** – dla częstotliwości 50 Hz, 60 Hz oraz Eter (48 Hz do 14 kHz – oznaczony symbolem SB) sygnał narasta wraz z narostem sygnału (można prowadzić lokalizację „na słuch”).



Rys. 15. Menu „Rodzaj dźwięku”





W trybie „Trasa” dźwięk odwzorowuje poziom sygnału skali „maksimum”. Po wyłączeniu „Skala maksimum” dźwięk odwzorowuje poziom sygnału skali „minimum”. W trybie „Trasa-SENSOR” dźwięk odwzorowuje poziom sygnału na wejściu gniazda „SENSOR”.

W podmenu **Zestaw częstotliwości** ustawianie częstotliwości następuje za pomocą przycisku strzałki w górę lub w dół (opcjonalnie  lub ). Dodawanie lub usuwanie częstotliwości, z listy dostępnych, odbywa się przyciskiem . Wyjście po naciśnięciu przycisku menu .





Rys. 16. Menu „Zestaw Częstotliwości”

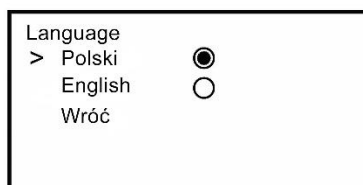
W podmenu **GPS** (szerzej opisany w rozdz. 6):

- **Połączenie z GPS** – nawiązywanie połączenia z GPS modułem bezprzewodowym.
 - **Włączenie** – połączenie bezprzewodowe.
 - **Szukanie modułu GPS** – wskaże aktualnie dostępne urządzenia.
 - **Informacje** – stan rejestru, aktualna trasa, data, współrzędne...
 - **PIN** – ustawienie kodu parowania z modułem GPS.
- **Połączenie z PC** – nawiązanie połączenia z komputerem;
- **Ustawienia GPS** – ustawienie odbiornika do pracy z modułem GPS;
 - Zapisz trasę jako...
 - **Nowy** – nowy obiekt.
 - **Kontynuuj w...** – kontynuacja trasy (wybierz z spośród dostępnych w rejestrze). Strzałkami góra/dół wybierz rejestr. Zatwierdzenie przyciskiem  lub usunięcie poprzez naciśnięcie przycisku .
 - **Autotracking** – wyłączenie/włączenie automatycznego zapisu parametrów trasy w odstępach od 1 sek. do 60 sek.
 - **Dystans** – od ostatniego znaku lub od początku.
 - **Strefa czasu** – strefy czasowe na świecie. Ustawiane   od -13 do 13.



Rys. 17. Menu „GPS”

W podmenu **Language** (język) – wybór języka przyciskami  .



Rys. 18. Menu „Language” (język)

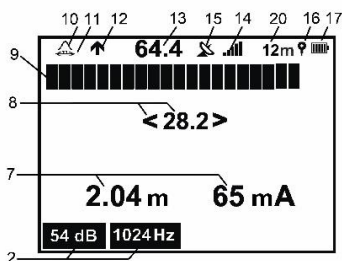
4.5 LKO-1500 Tryby pracy odbiornika

Odbiornik posiada następujące tryby pracy:

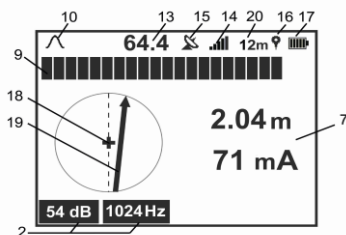
- **Trasa** – do wyszukiwania linii podziemnej z jednoczesnym pomiarem głębokości jej zalegania i wartości prądu, przepływającego przez nią dla danej częstotliwości pracy. Widok ekranu w tym trybie jest przedstawiony na **Rys. 19**.
- **Trasa-SENSOR** – do wykrywania miejsca uszkodzenia izolacji linii z jednoczesnym pomiarem głębokości i kierunku trasy oraz lokalizacji pęknięcia, zwarcia lub identyfikacji przewodów w kablu. Widok ekranu w tym trybie jest przedstawiony na **Rys. 21**.

Aby zmienić tryb, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk  ponad 2 sekundy.

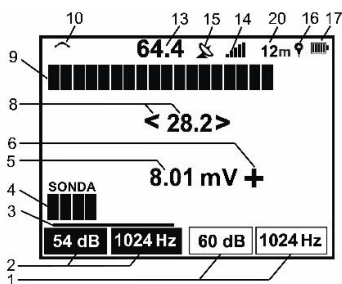
Dodatkowo, po włączeniu funkcji „Kompas linia” ekran wyświetla położenie i kierunek trasy w stosunku do odbiornika. Widok ekranu z włączoną funkcją „Kompas linia” w trybie „Trasa” jest przedstawiony na **Rys. 20**, a w trybie „Trasa-SENSOR” – na **Rys. 22**.



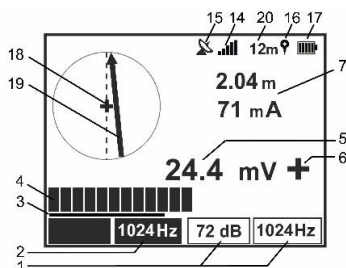
Rys. 19. Ekran w trybie „Trasa”



Rys. 20. Ekran w trybie „Trasa” z funkcją kompasu




Rys. 21. Ekran w trybie „Trasa-SENSOR”



Rys. 22. Ekran w trybie „Trasa-SENSOR” z funkcją kompasu



Wyświetlana wartość poziomu sygnału wejściowego w dB, podczas wyszukiwania na maksimum i minimum (odpowiednio poz. 13 i poz. 8 na **Rys. 19**) w przypadku przeciążenia odpowiednich kanałów wejściowych zmienia kolor na czerwony.

Lp.	Opis funkcji
1.	Wzmocnienie i częstotliwość pracy odbiornika w kanale „SENSOR”
2.	Wzmocnienie i częstotliwość pracy odbiornika w kanale „Trasa”
3.	Wskaźnik strefy aktywnej dla kanałów „Trasa” i „SENSOR” po zmianie wzmocnienia lub częstotliwości pracy. Zmiana strefy aktywnej odbywa się przez krótkie naciśnięcie przycisku „TRYB”
4.	Skala względnego poziomu sygnału na wejściu gniazda „SENSOR”
5.	Wartość napięcia na wejściu gniazda „SENSOR” w V lub dB
6.	Polaryzacja względna różnicy potencjałów na wejściu gniazda „SENSOR”, spowodowana przez prądy upływowe (patrz rozdz. 5.2.1)
7.	Wartości głębokości linii komunikacji i płynącego tam prądu - Kolor zielony – wartość dokładna - Kolor czerwony – wartość orientacyjna (brak sygnału z LKN-1500)
8.	Poziom sygnału wejściowego od anteny magnetycznej w dB i skala względnego poziomu sygnału na wejściu (skala „minimum”) podczas wyszukiwania na minimum z podaniem kierunku do komunikacji (patrz rozdz. 4.6.2.3)
9.	Skala względnego poziomu sygnału na wejściu (skala „maksimum”) podczas wyszukiwania na maksimum (patrz rozdz. 4.6.2.1)
10.	Symbol trybu wyszukiwania maksimum: ostre maksimum  lub wygładzone maksimum  (patrz rozdz. 4.6.2.1)
11.	Symbol podczas pracy z rozciąganiem skali  (patrz rozdz. 4.6.2.1)
12.	Symbol kierunku przepływu prądu:  – od nadajnika,  – do nadajnika (patrz rozdz. 4.6.2.5)
13.	Poziom sygnału wejściowego od dolnej anteny magnetycznej w dB podczas wyszukiwania na maksimum (patrz rozdz. 4.6.2.1)
14.	Wskaźnik poziomu głośności
15.	Ikona stanu komunikacji z GPS modulem:  lub  (patrz rozdz. 6.2)
16.	Symbol wpisu danych trasy  , wyświetlany w czasie rejestracji (patrz rozdz. 6.2)
17.	Symbol poziomu naładowania źródła zasilania
18.	Pozycja i linia osi odbiornika
19.	Wskaźnik lokalizacji trasy
20.	Dystans (patrz rozdz. 6.2.4)

4.6 Metody wyszukiwania obiektów

4.6.1 Wybór częstotliwości pracy

Wybór częstotliwości zależy od rodzaju problemu, jaki należy rozwiązać, warunków pracy i metody wyszukiwania. Od operatora wymaga się również posiadania umiejętności praktycznych. Należy pamiętać, że na skuteczność lokalizacji nie bez znaczenia pozostaje wpływ mineralizacji gruntu, zawarta w nim ilość wody, przewodność elektryczna obiektu i głębokość jego zalegania, bliskość obiektów przemysłowych oraz wiele innych czynników.

Lokalizację obiektu zaleca się rozpocząć przy niskiej częstotliwości, zarówno w trybie indukcji, jak również w bezpośrednim podłączeniu, a następnie przejść na wyższą częstotliwość, jeśli poprzednia nie zapewnia wymaganej wartości sygnału. Przy niskiej częstotliwości można uzyskać maksymalny zasięg w wilgotnym gruncie i zmniejszyć przenikanie sygnału do innych obiektów. Jednak przy niskiej częstotliwości występuje silniejszy wpływ zakłóceń od prądów przemysłowych i sygnałów z sąsiednich linii komunikacyjnych.

Wraz ze zwiększeniem częstotliwości wzrasta zasięg wykrywania w suchym lub zamrożonym gruncie i zmniejsza się wpływ zakłóceń od prądów przemysłowych i sygnałów z sąsiednich mediów. Ponadto występują wówczas mniejsze straty sygnału w obecności złączy izolowanych. Jednocześnie wygenerowany sygnał silniej przenika do sąsiednich linii, co w konsekwencji może prowadzić do wyznaczenia błędnego kierunku poszukiwań.



Możliwe jest wykrycie linii (obektu) lub uszkodzeń bez użycia nadajnika. Lokalizator wykrywa częstotliwości generowane naturalnie przez obiekty w poniższych trybach:

- PWR50, PWR60 – częstotliwość prądu (50 Hz, 60 Hz) w sygnałach o charakterze przemysłowym (częstotliwość podstawowa lub harmoniczne),
- 100 Hz, 300 Hz – częstotliwość sygnałów cyfrowych,
- SB, Radio – częstotliwości sygnałów telefonicznych lub nadawczych.

Jednak wyszukiwanie sygnałów, wzbudzanych w linii w powyższy sposób, może prowadzić operatora do niewłaściwego kierunku poszukiwania, ponieważ w przypadku gałęzi linii przechodzących obok niemożliwe jest rozpoznanie badanego obiektu na zasadzie detekcji własnego sygnału. Korzystanie z odbiornika w ten sposób wymaga od operatora nabycia umiejętności praktycznych i doświadczenia.

4.6.2 Metody na maksimum i minimum sygnału oraz w kierunku prądu

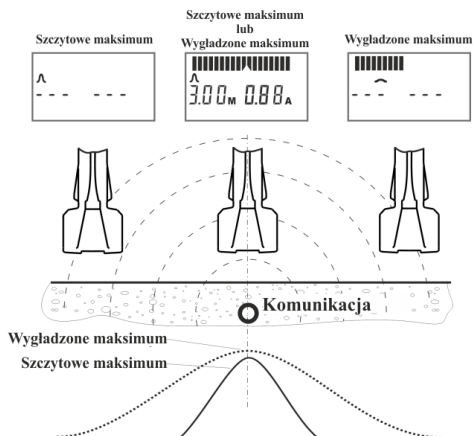
Odbiornik zawiera trzy (**LKO-1500-LITE**) lub cztery (**LKO-1500**) anteny magnetyczne. Podczas pracy odbiornik znajduje się w pozycji pionowej.

- Podczas wyszukiwania na wygładzone maksimum  aktywna jest dolna, pozioma antena.
- Podczas wyszukiwania na ostre maksimum  aktywne są dwie anteny w poziomie.
- Podczas wyszukiwania na minimum odbiornik wykorzystuje:
 - **LKO-1500-LITE** poziomą antenę,
 - **LKO-1500** dolną poziomą i pionową antenę.
- **LKO-1500** Podczas pracy z włączoną opcją **Kompas linia** odbiornik wykorzystuje wszystkie 4 anteny.

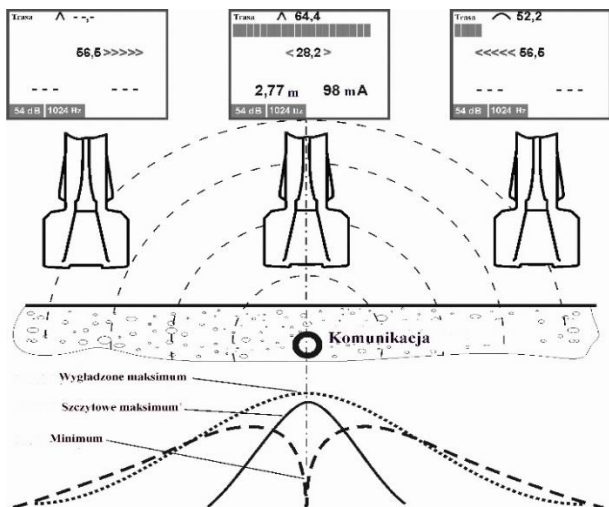
4.6.2.1 Sposób lokalizacji na „maksimum”

Dla zapewnienia wysokiej precyzji lokalizacji (w zależności od głębokości i zagęszczenia infrastruktury podziemnych) w odbiorniku zrealizowane wyszukiwanie na **ostre maksimum** \wedge i **wygładzone maksimum** \smile . Zmiana wskazań poziomu sygnału przy przesunięciu odbiornika w bok od trasy linii przedstawiono na Rys. 23.


LKO-1500-LITE



LKO-1500



Rys. 23. Zmiana poziomu sygnału przy przesunięciu odbiornika w bok od trasy linii

Wyszukiwanie na **ostrym maksimum** zapewnia wysoką dokładność lokalizacji, ponieważ maksimum sygnału w pobliżu osi otoczone jest przez dwa strome zbocza, jak przedstawione na wykresie (**Rys. 23**, ekran po lewej stronie). W momencie, gdy antena LKO znajduje się bezpośrednio powyżej osi linii, sygnał będzie maksymalny. W tym miejscu należy ustawić takie wzmocnienie, aby linia bargrafu wypełniała około 3/4 skali oraz głośność dogodną dla operatora. Naciśnięciem przycisku 

można automatycznie ustawić optymalne wzmocnienie dla danego poziomu sygnału. Przesunięcie odbiornika w bok, od osi linii podziemnej, doprowadzi do zmniejszenia ilości wyświetlanych segmentów bargrafu, a dalsze przesunięcie odbiornika od osi trasy prowadzi do zaniku wszystkich – wówczas zamiast wartości poziomu sygnału wejściowego pojawi się symbol --.-.


Jednak przy słabym sygnale lub dużej głębokości zalegania obiektu wskazania skali „maksimum” mogą być niestabilne lub zanikające. W takim przypadku należy przejść do metody **wygładzone maksimum**, która jest bardziej wrażliwa na słabe sygnały.


Wygładzone maksimum nie ma tak wyraźnej zależności wskazań bargrafu od pozycji odbiornika w stosunku do osi trasy, jak ostre maksimum, ponieważ maksimum sygnału otoczone jest przez 2 łagodnie zbocza jak na wykresie (patrz **Rys. 23**, ekran po prawej stronie). Jednak tylko ta metoda zapewnia maksymalną czułość odbiornika.


Wzmocnienie odbiornika i głośność dźwięku podczas ruchu należy dostosować do poziomu odbieranego sygnału. Poziom sygnał może się okresowo zmieniać wraz z postępowaniem skręcania się żył kabla i może być znacznie mniejszy w miejscach, gdzie linia biegnie pod rurociągiem. Zachodzi wówczas ekranowanie od rury metalowej lub w obecności mufy.

4.6.2.2 **LKO-1500** **Wyszukiwanie na maksimum z rozciągnięciem skali 1:4**

W niektórych przypadkach rozdzielczość skali maksimum jest niewystarczająca – na przykład przy wykrywaniu odgałęzienia rurociągów o małych średnicach od rury o większej średnicy na dużej głębokości (np. ciepłownicze rury preizolowane). Tylko część badanego prądu płynie w gałęzi i poziom sygnału skali maksimum nieznacznie spada nad głównym rurociągiem, co może pozostać niezauważone przez operatora.

Włączenie opcji **rozciąganie skali maksimum 1:4** odbywa się w **Menu > Wskazanie > Trasa > Skala maksimum > Powiększenie 1:4** (**Rys. 13**). Opcja zmniejsza wartość jednostki do czterech razy, tym samym zwiększając rozdzielczość skali. Na ekranie wyświetlany jest symbol , a pod skalą „maksimum” pojawia się żółty pasek, który przedstawia pozycję okna rozstępu względem początkowej (nierozciągniętej) skali.

Za pomocą przycisków zmniejszania i zwiększania wzmocnienia  należy umieścić koniec rozciągniętej skali „maksimum” w widocznym obszarze ekranu. Przycisk zwiększania wzmocnienia przesuwają okno rozstępu w lewo i, w konsekwencji, zwiększa rozciąganie skali. Przycisk zmniejszania wzmocnienia działa odwrotnie.

Naciśnięcie przycisku  ustawia wzmocnienie i położenie rozciągniętego okna w sposób optymalny dla danego poziomu sygnału.

4.6.2.3 Sposób wyszukiwania na „minimum” skali

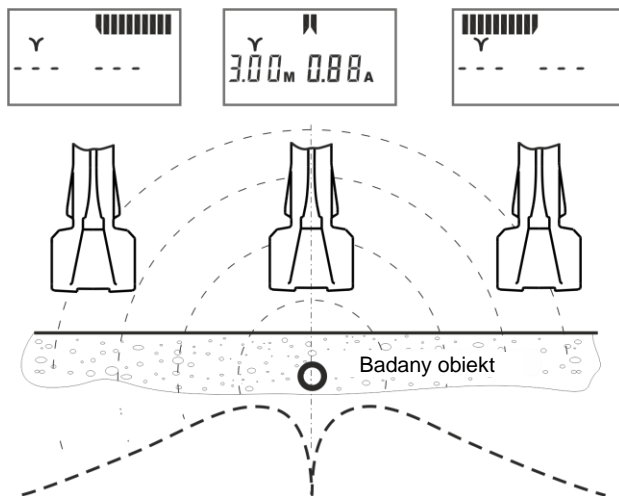
Sposób wyszukiwania na minimum pozwala precyzyjnie zlokalizować położenie pojedynczej linii infrastruktury podziemnej, ponieważ minimum sygnału otoczone jest przez 2 strome zbocza, co powoduje silną zmianę sygnału, przy niewielkim odchyleniu od minimum. Na **Rys. 23** przedstawiono zależność poziomu sygnału „minimum” od przesunięcia anteny w bok od osi linii. W momencie, gdy antena znajduje się bezpośrednio powyżej osi linii, sygnał będzie minimalny. Przesunięcie anteny w bok, od osi linii podziemnej, doprowadzi do zwiększenia ilości wyświetlanych segmentów bargrafu w kierunku do obiektu. Dalsze oddalanie anteny spowoduje płynne osłabienia sygnału.

Wzmocnienie odbiornika należy utrzymywać na pewnym optymalnym poziomie. Przy zbyt małym wzmocnieniu odchylenie skali od centrum może być nieznacznie lub nawet niewidoczne. Przy zbyt dużym wzmocnieniu odchylenie skali od centrum może być bardzo mocne – do tego stopnia, że może stworzyć wrażenie chaotycznej pracy odbiornika.

Podczas ruchu może wystąpić gwałtowny wzrost sygnału. W tym przypadku prawdopodobnie trasa ostro skręca, przy czym skala wychyla się w kierunku zakrętu.

Niestety sposób wyszukiwania na minimum jest bardziej podatny na wpływ prądów w sąsiednich liniach komunikacyjnych. Dlatego w przypadku, gdy w pobliżu badanej linii znajdują się inne linie, należy preferencyjnie wybierać tryb pracy **ostre maksimum**.

LKO-1500-LITE



Rys. 24. Zmiana poziomu sygnału przy przesunięciu odbiornika w bok od trasy linii




LKO-1500

Jeśli włączona jest opcja **Kompas linia**, to skala minimum nie jest wyświetlana i nie można jej włączyć.

4.6.2.4 **LKO-1500** Wyszukiwanie za pomocą opcji „Kompas linia”

W celu przyspieszenia pracy na pojedynczych liniach i długich trasach z zakrętami, w odbiorniku istnieje metoda wyszukiwania z funkcją **Kompas linia**. Opcja pozwala na wizualizację położenia badanej linii w stosunku do odbiornika.

Włączenie opcji odbywa się w **Menu > Wskazanie > Kompas linia**, a następnie przez zatwierdzenie przyciskiem . Badany obiekt wyświetlany jest w postaci linii – wskaźnik lokalizacji trasy (poz. 19 na **Rys. 20** i **Rys. 22**).

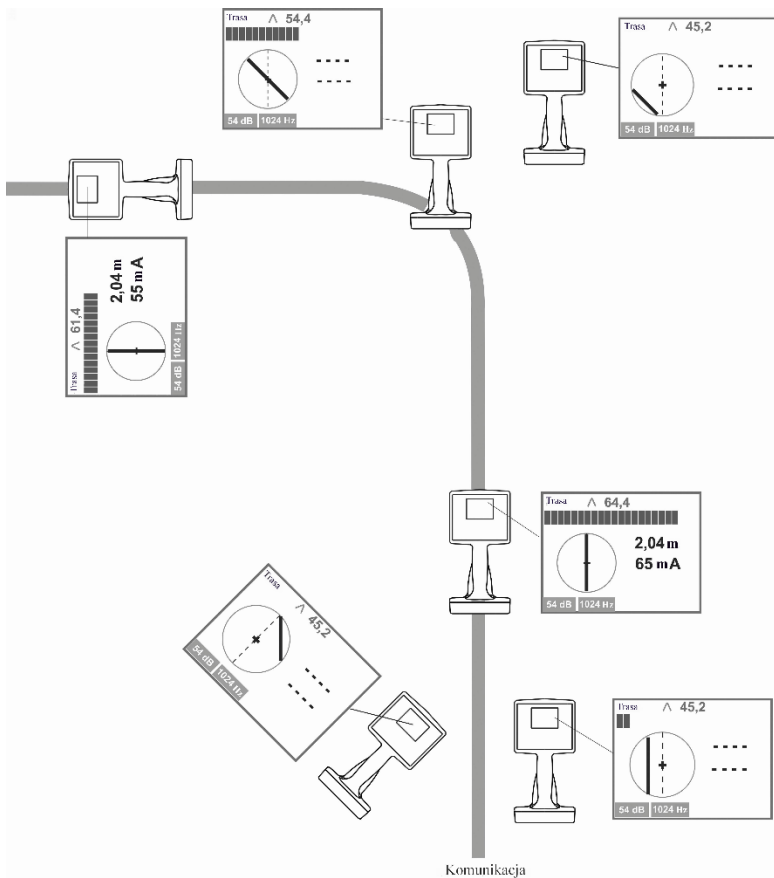
W trybie **Trasa** na ekranie wyświetlana jest skala i poziom sygnału wejściowego skali „maksimum”. W trybie **Trasa-SENSOR** widnieje skala, poziom i polaryzacja względna sygnału wejściowego „SENSOR”. Przykład wyszukiwania z włączoną opcją „Kompas linia” przedstawiono na **Rys. 25**.

Poruszając się wzdłuż trasy, należy skierować odbiornik w stosunku do linii w ten sposób, aby wskaźnik lokalizacji trasy na ekranie (p. 19 **Rys. 22**) zbiegł się z osią odbiornika (p. 18 **Rys. 22**)



Wskaźnik położenia linii jest przeznaczony tylko do wizualizacji przebiegu trasy podziemnej i nie może być stosowany do precyzyjnej lokalizacji. Dla dokładnej lokalizacji osi obiektu – również w przypadkach słabego sygnału, obecności dużych zakłóceń, wpływu znajdujących się w pobliżu kabli sąsiednich – należy przyjmować wskazania skali „maksimum”, jak opisano w rozdz. 4.6.2.1

Podczas wyszukiwania widok wskaźnika położenia trasy może wyglądać niewyraźne. Dzieje się tak, gdy odbiornik znajduje się pod kątem zbliżonym do 90° lub zbyt dużym oddaleniu w stosunku do osi trasy obiektu, ewentualnie jeśli poziom odbieranego sygnału jest zbyt mały w stosunku do tła zakłóceń.



Rys. 25. Wyszukiwanie z włączoną opcją „Kompas linia”



4.6.2.5 LKO-1500 Wyszukiwanie w kierunku przebiegu prądu

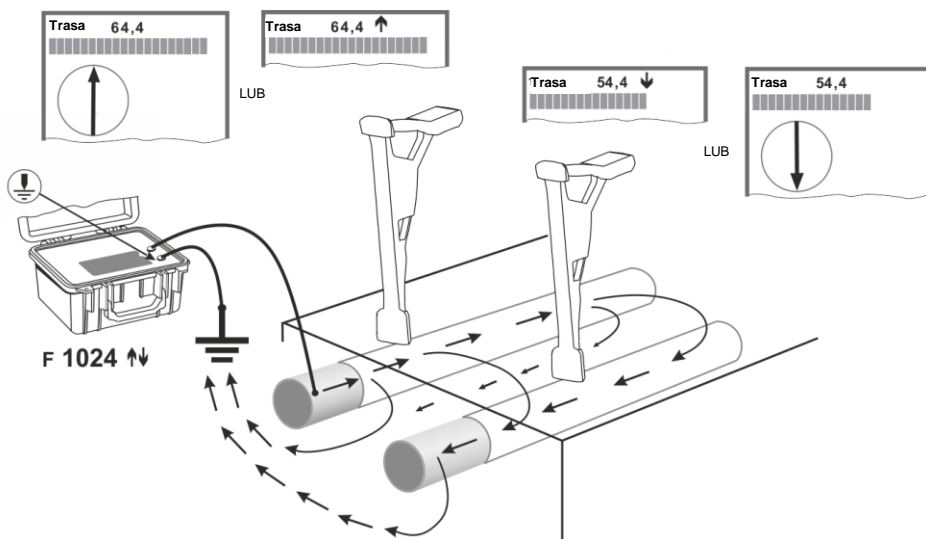
Podczas pracy w miejscach o dużym zagęszczeniu obiektów podziemnych można użyć funkcji wykrywania kierunku prądu. W tym celu:

- w nadajniku należy włączyć tryb generowania sygnału podwójnej częstotliwości **1024 Hz** (rozdz. 3.4.2.2),
- w odbiorniku ustawić częstotliwość pracy **1024 Hz**.

Jeśli poziom sygnału dwuczęstotliwościowego jest wystarczający, odbiornik automatycznie włączy wskazanie kierunku przepływu prądu (poz. 12 **Rys. 19**). Po włączeniu opcji **Kompas linia** kierunek przebiegu prądu jest sygnalizowany przez wskaźnik lokalizacji trasy (poz. 19 **Rys. 22**).

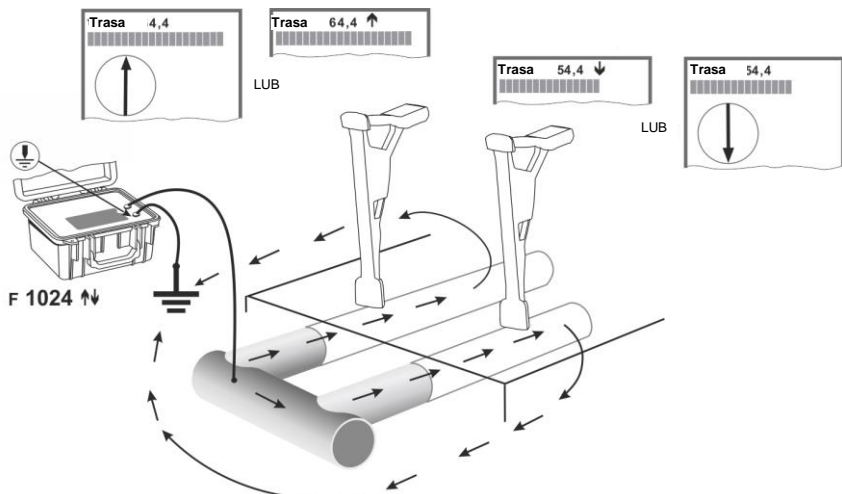
Istotne jest, aby podłączyć badany obiekt do generatora bezpośrednio. Ważne jest również by w miejscu podłączenia wszystkie sąsiednie linie były galwanicznie odizolowane od badanego obiektu (patrz **Rys. 26**).

W badanej linii będzie płynąć prąd, umownie oznaczony jako „prąd wychodzący” od nadajnika (na ekranie symbol ). Przez sąsiednią linię, w wyniku zdalnego galwanicznego lub pojemnościowego sprzężenia z badaną linią, będzie płynąć „prąd powrotny” do nadajnika (na ekranie symbol ).



Rys. 26. Kierunek prądu i odczyt lokalizatora w rurach galwanicznie odseparowanych

W przypadku, gdy sąsiednie linie mają galwaniczne połączenie z badaną linią, sygnał nadajnika na wszystkich liniach przepływa w jednym kierunku (**Rys. 27**). Amplituda sygnału w sąsiednich liniach może być różna i zależy od warunków upływu prądu do ziemi.



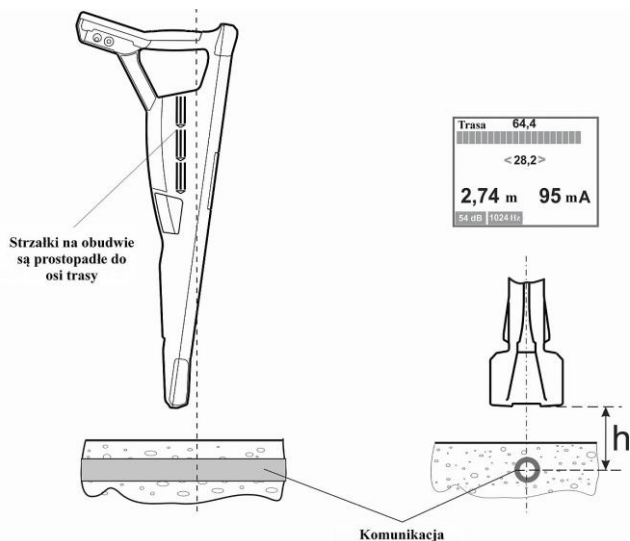
Rys. 27. Kierunek przepływu prądu w rurach połączonych galwanicznie

4.6.3 Metody pomiaru głębokości oraz prądu płynącego przez linię


Na częstotliwościach **Radio** i **Eter (SB)** głębokość i wartość prądu nie są wyświetlane. Na częstotliwości **50 Hz (Power)** dokładność pomiaru głębokości nie jest określona.

Stosując powyższą metodę, należy umieścić odbiornik nad osią trasy, jak pokazano na **Rys. 28**. Strzałki na obudowie odbiornika i płaszczyzny anteny są prostopadłe do oczekiwanej osi trasy.

Należy pamiętać, że błędy pomiaru głębokości i prądu mogą być spowodowane przez zakłócenia pola magnetycznego z sąsiednich linii lub od znajdujących się w pobliżu przedmiotów metalowych, w miejscach zakrętów lub rozgałęzień, dużym poziomem zakłóceń lub nieprzestrzegania zasad pracy z urządzeniem.



Rys. 28. Bezpośredni pomiar głębokości

Dla wygody użytkowników w odbiorniku jest domyślnie włączona funkcja automatycznego wyświetlania głębokości i prądu. Jednak można ją wyłączyć. W tym przypadku, głębokość i prąd są wyświetlane po naciśnięciu przycisku .

4.6.3.1 Pomiar głębokości



Zmierzona wartość głębokości pokazuje odległość od dolnej krawędzi odbiornika do centrum obiektu.

Wykonaj dwa lub trzy pomiary głębokości w jednym punkcie. Poziom głębokości należy obliczyć jako średnią wartość uzyskanych wyników. Podnieś lokalizator do wysokości 0,3 m, trzymając go prosto, i ponownie znajdź wartość głębokości. Odczyty głębokości powinny wzrosnąć do wartości wysokości. Jeśli to możliwe, pomiary głębokości należy wykonywać przy różnych częstotliwościach roboczych. Wraz ze wzrostem odległości między lokalizatorem a osią obiektu odczyty głębokości będą również rosły. Dlatego najdokładniejsza jest minimalna wartość głębokości.

LKO-1500-LITE

Kreski (rysunki **Rys. 23**, **Rys. 24**) są wyświetlane, gdy pomiary prądu i głębokości są z pewnością niedokładne, ponieważ odebrany sygnał jest zbyt słaby lub lokalizator jest odsunięty od śledzonego obiektu lub pole magnetyczne obiektu jest zniekształcone przez prąd innych mediów znajdujących się w pobliżu. W takich przypadkach zaleca się metodę pośrednią (rozdz.4.6.3.3).

4.6.3.2 Pomiar prądu

Gdy w strefie poszukiwań znajduje się więcej niż jeden obiekt, lokalizator może czasami wykryć silniejszy sygnał z linii sąsiedniej, z którą sygnał jest sprzężony lub jest wspólnie uziemiony z uwagi na położenie bliżej powierzchni. Jednakże obiekt badany zawsze będzie miał najwyższy prąd, ponieważ wartość prądu nie zależy od głębokości. Dlatego też pomiary prądu ułatwiają namierzenie śledzonego obiektu.

W celu odszukania śledzonego obiektu upewnij się, że ma on wyższy prąd niż obiekty sąsiednie. Dlatego zaleca się doprowadzenie prądu namierzającego bezpośrednio z nadajnika do obiektu (rozdz. 3.4.2) lub pośrednio za pomocą cęgów prądowych.

Ostra zmiana prądu w obiekcie może pojawić się w miejscach przecięć lub punktów połączeń, ponieważ część przyłożonego prądu może uciekać przez odgałęzienia. Zgodnie z pierwszym prawem Kirchhoffa prąd wpływający do węzła musi być równy prądowi wypływającemu z niego. Jednak pomiar prądu w punktach w pobliżu gałęzi może być niedokładny. Dokładny pomiar prądu można przeprowadzić tylko na długim odcinku sieci.

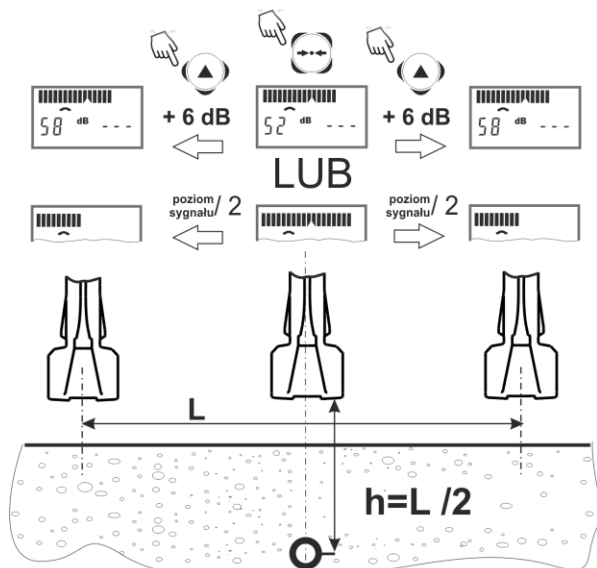


Błędy w pomiarach głębokości i prądu mogą być spowodowane zniekształceniami pola magnetycznego od sąsiednich mediów i bliskich obiektów metalowych, na zakrętach i odgałęzieniach, a ponadto wysokim poziomem szumów lub nieprzestrzeganiem zasad obsługi przyrządu.

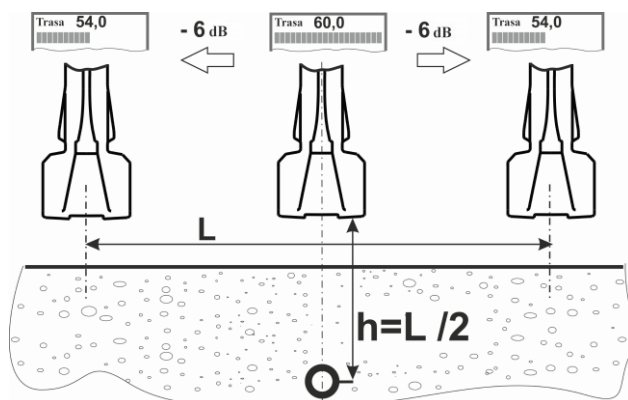
Pomiary prądu i głębokości są z pewnością niedokładne, jeżeli odebrany sygnał jest zbyt słaby lub lokalizator jest odsunięty od nadajnika, ewentualnie jeśli pole magnetyczne badanego obiektu jest zniekształcone przez prąd innych mediów znajdujących się w pobliżu (komunikat „Słabe pole” lub ---). W takich przypadkach zaleca się określić głębokości obiektu metodą „-6dB” (patrz rozdz. 4.6.3.3).

4.6.3.3 Pomiar głębokości metodą pośrednią „-6dB”

W przypadkach, gdy odbiornik nie wyświetla głębokości lub zachodzi potrzeba pomiaru głębokości w trybie pasywnym, można stosować metodę pośredniego pomiaru głębokości -6dB.



Rys. 29. Pomiar głębokości metodą pośrednią „-6dB” (LKO-1500-LITE)



Rys. 30. Pomiar głębokości metodą pośrednią „-6dB” (LKO-1500)

Należy określić położenie osi trasy obiektu i zanotować odczyty poziomu sygnału wejściowego na skali „maksimum” wyrażonej w decybelach. Przesuwając odbiornik najpierw w jedną, a następnie w drugą stronę od osi trasy, znajdź pozycję, w której odczyt zmniejszy się na 6 dB (odpowiada dwukrotnemu spadkowi poziomu sygnału). Odległość między tymi dwoma miejscami będzie stanowiła podwójny dystans od odbiornika do osi trasy.

4.6.3.4 Wyszukiwanie z określeniem kierunku przebiegu prądu poprzez obiekt

Obecność kilku linii podziemnych w obszarze wyszukiwania może prowadzić do błędnego wykrywania szukanej linii, jeśli sygnał indukowany w innych obiektach będzie wystarczająco silny, a ich głębokość – mniejsza niż dla badanej linii. Ponieważ wartość przepływającego prądu nie zależy od głębokości, w badanej linii płynie maksymalny prąd. Dlatego jego pomiar pozwala odróżnić wybraną linię od innych.

Dla wyszukiwania z określeniem kierunku przebiegu prądu jest bardzo ważne, aby w badanej linii płynął prąd znacznie większy niż prądy w sąsiednich liniach. Dlatego dla wzbudzenia prądu roboczego w obiekcie zaleca się podłączyć nadajnik bezpośrednio (Rys. 3 lub Rys. 4) lub za pomocą cęgów indukcyjnych (Rys. 6).

Ponadto z powodu gwałtownej zmiany wartości przepływającego prądu można wykryć rozgałęzienia i podłączenia (pod warunkiem, że są one wykonane z materiału przewodzącego), ponieważ popłynie przez nie część prądu. Zgodnie z pierwszym prawem Kirchhoffa, suma prądów wpływających do węzła jest równa sumie prądów wypływających z tego węzła. Warto jednak wziąć pod uwagę, że odczyty będą się różniły od rzeczywistej wartości, ponieważ dokładny pomiar jest możliwy tylko na długim i jednolitym segmencie linii.

4.7 Badanie terenu

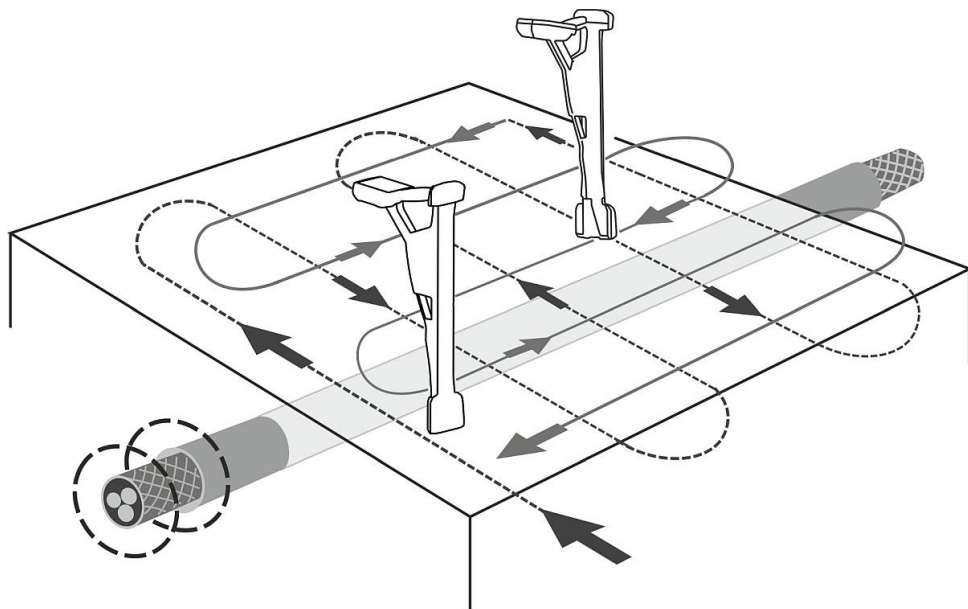
Badanie terenu odbywa się w celu wykrycia przewodzących prąd elementów podziemnych, aby zapobiec ich uszkodzeniu podczas prowadzenia prac ziemnych.

4.7.1 Sprawdzenie terenu bez użycia nadajnika

Badanie terenu można prowadzić przez szukanie sygnału o częstotliwości przemysłowej, ochrony elektrochemicznej, kanałów telefonicznych i transmisyjnych. Wyszukiwanie należy przeprowadzić kolejno na częstotliwościach:

- 50 Hz,
- **LKO-1500** 100 Hz,
- **LKO-1500** Eter (SB),
- **LKO-1500** Radio.

Należy tak ustawić wzmocnienie odbiornika, żeby około połowa skali „maksimum” została wyświetlona. Poruszaj się zakosami z krokiem zygzakowatym co 1-5 m w jednym kierunku, a następnie prostopadłe (Rys. 31). Tam, gdzie znajduje się linia, siła sygnału będzie na maksymalnym poziomie. Wykonaj wyszukiwanie zgodnie z opisem w punkcie 4.6.2.1 w celu potwierdzenia lokalizacji linii. Można określić kierunek trasy wykrytej linii, obracając odbiornik wokół osi pionowej: **największy poziom sygnału** odpowiada pozycji, gdy płaszczyzna odbiornika jest **prostopadła** do osi trasy, a **najmniejszy poziom** – kiedy jest ona **równoległa** do osi.



Rys. 31. Badanie terenu bez użycia nadajnika LKN

W przypadku, kiedy lokalizowana jest samotna linia, której siła sygnału jest wysoka, zaleca się zastosowanie opcji **Kompas linia** w celu ułatwienia śledzenia infrastruktury (rozdz. 4.6.2.4).

4.7.2 Badanie terenu z wykorzystaniem nadajnika LKN

Dla zwiększenia niezawodności wykrywania zaleca się, aby trasowanie obiektów miało miejsce przy użyciu sygnałów generowanych za pomocą nadajnika: przy galwanicznym połączeniu lub za pomocą wewnętrznej anteny nadawczej.

Podczas wzbudzenia w linii prądu wyszukiwania należy wziąć pod uwagę, że:

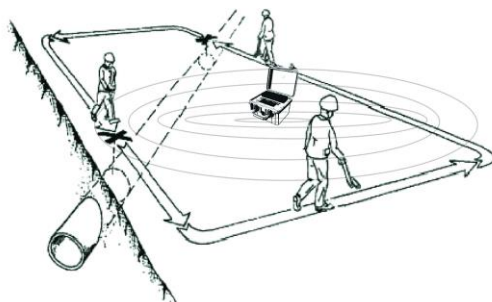
- im wyższa będzie ustawiona moc nadajnika i im mniejsza jest odległość od induktora umieszczonego w nadajniku do odbiornika, tym silniejszy będzie związek bezpośredni między nimi, na tle którego sygnał od linii będzie słabo dostrzegalny,
- wartość prądu wzbudzonego w linii w trybie indukcyjnym będzie znacznie mniejsza niż przy podłączeniu bezpośrednim,
- wartość prądu wzbudzonego w linii w trybie indukcyjnym będzie tym większa, im bliżej badanej linii znajduje się nadajnik,
- wartość prądu w linii zależy od obecności uziemienia na obu końcach. W przypadku braku chociażby jednego uziemienia wykrycie takiej linii jest bardzo trudne i należy stosować maksymalną możliwą częstotliwość nadajnika w celu zwiększenia prądu płynącego przez pojemność między linią a ziemią.

4.7.2.1 Metoda 1-osobowa

Badanie można przeprowadzić dzieląc obszar poszukiwań na obszary o wymiarach od 50x50 m do 100x100 m. W środku takiego obszaru na powierzchni gruntu umieścić nadajnik LKN (Rys. 32). Wybrać tryb indukcyjny. Częstotliwość nadawania zostanie ustawiona automatycznie na 33 kHz. Należy tak ustawić moc nadajnika, żeby jak najmniej wpływał na pracę odbiornika. W przypadku badania wąskich stref terenu, na przykład wykopów dla kabli, nadajnik powinien być umieszczony w pobliżu badanego odcinka, w odległości od 20 do 25 metrów.

Należy przemieszczać się wzdłuż obwodu badanego obszaru. Maksimum sygnału wystąpi na skrzyżowaniach granicy z szukanym obiektem.

LKO-1500 Jeśli szukany obiekt jest ułożony samotnie, a płynący w nim sygnał jest silny, zaleca się zastosowanie opcji **Kompas linia** w celu ułatwienia śledzenia (rozdz. 4.6.2.4).



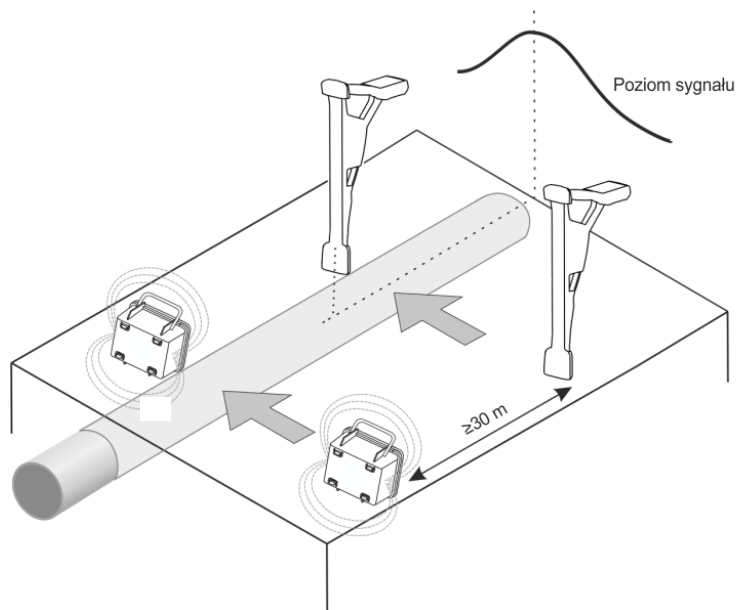
Rys. 32. Badanie terenu z wykorzystaniem nadajnika w trybie indukcyjnym

4.7.2.2 Metoda 2-osobowa

W nadajniku należy wybrać częstotliwość „33k” i ustawić optymalną moc.

Dwóch operatorów powinno iść równoległe w tym samym kierunku, zachowując między sobą odległość od 20 do 30 m. Jeden z operatorów powinien poruszać się wzdłuż granicy badanego obszaru trzymając nadajnik, tak, aby oś anteny nadawczej była skierowana w jego stronę. Drugi operator musi poruszać się wzdłuż przeciwległej granicy obszaru, trzymając lokalizator i odnotowując zmiany sygnału na bargrafie (Rys. 33). Maksymalny sygnał pojawi się w miejscach, w których lokalizator znajduje się bezpośrednio nad lokalizowanym obiektem.

LKO-1500 Jeśli płynący w obiekcie sygnał jest silny, zaleca się zastosowanie opcji **Kompas linia** w celu ułatwienia śledzenia (rozdz. 4.6.2.4).



Rys. 33. Badanie terenu z użyciem LKN-1500

Powtórz wyszukiwanie w ten sam sposób, przesuważając się w kierunku prostopadłym do poprzedniego.

5 Metody wykrywania uszkodzeń rurociągów i linii kablowych

Opisane poniżej metody wyszukiwania oparte są na wykrywaniu względnych zmian sygnałów w miejscach uszkodzeń.

LKO-1500 W niektórych przypadkach zmiany poziomu sygnału są słabo akcentowane, dlatego podczas badania zaleca się zapisywanie odczytów w pamięci odbiornika w celu dalszej analizy na komputerze (patrz rozdz. 6).

5.1 Sposób wykrywania uszkodzenia izolacji z pomocą prądu upływu

Metoda ta stosowana jest do wykrywania uszkodzeń rurociągów i linii kablowych w przypadku „znacznego” prądu upływu do ziemi. W przypadku ruchu wzdłuż trasy, gwałtowny spadek wartości prądu może świadczyć o znacznym uszkodzeniu izolacji w miejscach, które nie posiadają rozgałęzień lub połączeń z innymi obiektami. Niestety, biorąc pod uwagę błąd pomiaru wartości prądu, ten sposób daje poprawne wyniki tylko przy wysokim poziomie prądu początkowego ($\geq 0,5$ A) i przy znacznym jego spadku w miejscu uszkodzenia. Zaleca się przeprowadzać wyszukiwanie tą metodą na częstotliwościach:



- **LKO-1500-LITE** 1024 Hz,
- **LKO-1500** 273 Hz lub 526 Hz.

5.2 **LKO-1500** Wykrywanie uszkodzenia izolacji Ramką A lub czujnikiem **DKI-E**

Podczas wykrywania miejsca uszkodzenia izolacji można stosować kontaktowe czujniki kontroli izolacji: Ramkę A lub bezdotykowy czujnik **DKI-E**.

W celu odnalezienia miejsca uszkodzenia izolacji, należy przelać odbiornik **LKO** w tryb **Trasa-SENSOR**. Czujnik podłączyć do gniazda „**SENSOR**” (p. 4 **Rys. 7**).

Wykrywanie miejsca uszkodzenia izolacji jest możliwe na podstawie zmiany poziomu sygnału od czujników na skali **SENSOR**. Weryfikacja trasy zgodnie z mapą odbywa się na skali „maksimum” i „minimum” (**Rys. 13**) lub po włączeniu opcji **Kompas** według wskaźnika położenia trasy w stosunku do odbiornika (**Rys. 14**). Aby uniknąć przejścia na sąsiedni obiekt, zaleca się monitorowanie głębokość zalegania obiektu i wartość prądu wzbudzonego w linii oraz jego kierunek (określenie kierunku tylko po wybraniu sygnału nadajnika w **podwójnej częstotliwości 1024 Hz**).

W celu regulacji poziomu sygnału z czujników kontroli izolacji na skali liniowej należy za pomocą przycisku  ustawić wskaźnik (p. 3 **Rys. 21** i **Rys. 22**) w pozycję **SENSOR**. Wymagany poziom wzmocnienia ustawić za pomocą przycisków zwiększania i zmniejszania wzmocnienia lub włączyć automatyczną regulację wzmocnienia naciskając przycisk .



UWAGA!

Należy unikać podawania napięcia ponad 42 V na wejście gniazda „**SENSOR**”.

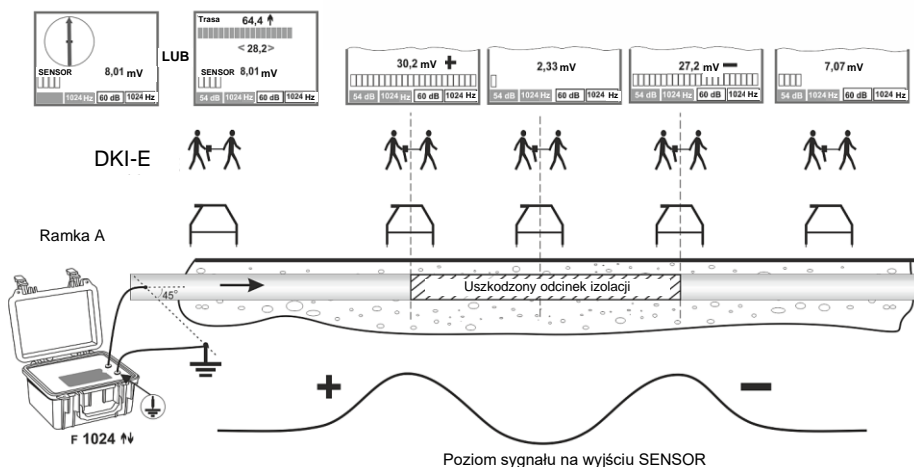
5.2.1 Wykrywanie uszkodzenia izolacji metodą spadku sygnału

Ramka A – należy wbić w ziemię obie elektrody Ramki A. **Czujnik DKI-E** – dwóch operatorów musi się poruszać, jeden za drugim, w osi trasy obiektu (Rys. 34). Początek miejsca uszkodzenia izolacji można określić:

- przez wzrost sygnału w momencie, gdy jedna elektroda/operator znajduje się bezpośrednio nad miejscem uszkodzenia,
- przez minimalny sygnał, gdy lokalizowane uszkodzenie będzie znajdowało się między elektrodami Ramki A / operatorami.

Jeżeli na podstawie wskazań zachodzi podejrzenie, że zbliżamy się do miejsca uszkodzenia, należy zagęścić punkty kontrolne. Należy przy tym pamiętać, że w przypadku rozległego uszkodzenia, pomiędzy maksymalnymi wskazaniem sygnałów znajduje się obszar o minimalnym poziomie sygnału, który może stanowić miejsce potencjalnego defektu.

Dla bardziej precyzyjnego i łatwego wykrywania uszkodzenia izolacji można użyć funkcji pomiaru biegunowości sygnału na wejściu „SENSOR”. W tym celu nadajnik musi być ustawiony w tryb generacji sygnału o częstotliwości podwójnej 1024 Hz, natomiast w odbiorniku musi być ustawiona częstotliwość pracy 1024 Hz na wejściu „SENSOR”. Gdy sygnał o częstotliwości podwójnej będzie na odpowiednim poziomie, wtedy automatycznie włącza się wskazanie biegunowości sygnału (poz. 6 na Rys. 21).



Rys. 34. Schemat połączeń i siła sygnału podczas lokalizacji uszkodzenia izolacji poprzez wykrycie spadku sygnału przy zmianie znaku polaryzacji

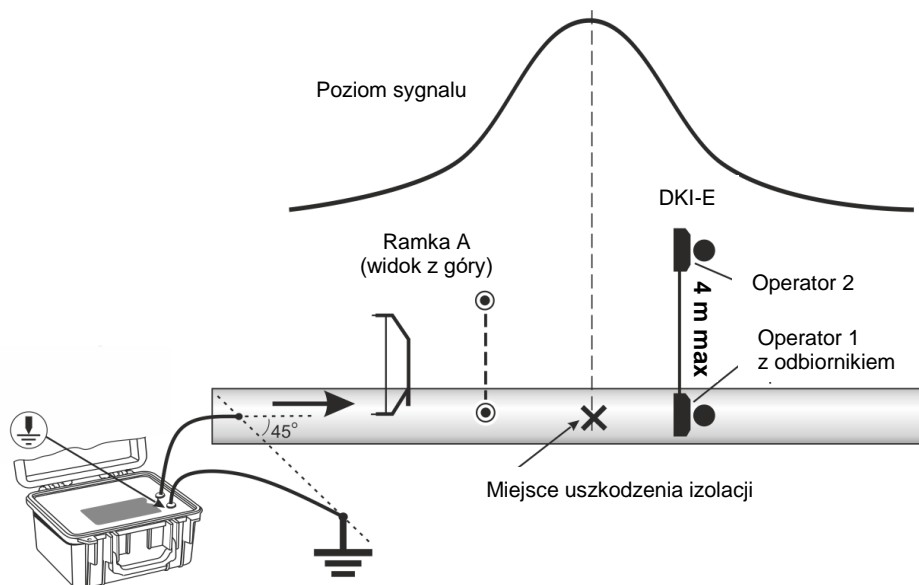
Podczas zmiany pozycji wzdłuż nieuszkodzonych części trasy komunikacji, jak również bezpośrednio nad miejscem uszkodzenia, ze względu na niski poziom odbieranego sygnału możliwy jest brak wskazanania lub chaotyczne zmiany biegunowości sygnału na wejściu „SENSOR” (Rys. 34). Wraz ze zbliżaniem się do strefy uszkodzenia i wzrostem poziomu sygnału, biegunowość jest wyświetlana ciągle (znak plus lub minus, w zależności od kierunku wymuszenia prądu). **Po przejściu punktu uszkodzenia izolacji biegunowość zostanie odwrócona** (z „+” na „-” lub odwrotnie). W przypadku uszkodzenia izolacji w jednym punkcie poziom sygnału w miejscu uszkodzenia będzie miał wyraźne minimum. Należy pamiętać, że zmiana biegunowości bez istotnej zmiany poziomu sygnału nie może być podstawą do jednoznacznego stwierdzenia miejsca uszkodzenia.

5.2.2 Wykrywanie uszkodzenia izolacji metodą wzrostu sygnału

Zasada wyszukiwania jest taka sama dla ramki A i sondy DKI-E.

- **Ramka A:** umieścić w ziemi jedną z elektrod, Drugą elektrodę należy wbić w ziemię obok.
- **Sonda DKI-E:** jeden z operatorów musi iść wzdłuż trasy pewnym krokiem. Drugi operator musi przejść trasę w pewnej odległości od osi.

Miejsce uszkodzenia izolacji występuje tam, gdzie występuje maksymalny poziom sygnału (Rys. 35).



Rys. 35. Schemat połączeń i siła sygnału podczas lokalizacji uszkodzeń izolacji poprzez wzrost sygnału

Stosowanie ramki A pozwala na bardziej precyzyjne określenie poziomu sygnału od pomiaru do pomiaru, ponieważ stała odległość między elektrodami eliminuje błąd zwiększenia/zmniejszenia poziomu sygnału z powodu zmiany odległości pomiędzy nimi. Jednak zastosowanie jej wymaga zagłębienia w grunt elektrod pomiarowych, co nie zawsze jest możliwe.

Podczas pracy z **ramką A** należy dbać o czystość powierzchni izolatorów, ponieważ zanieczyszczenie może prowadzić do osłabienia odbieranego sygnału lub całkowitej utraty czułości detektora.

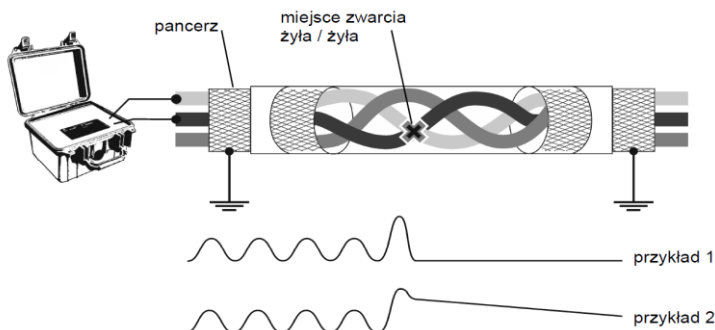
Sonda DKI-E pozwala na szybkie wykrycie uszkodzenia izolacji pojedynczych długich linii, niezależnie od rodzaju powłoki, jednak czujnik ma nieco mniejszą czułość, szczególnie przy niskich częstotliwościach. Ponadto czujnik ten wymaga zaangażowania 2 osób, którzy trzymają w ręku elektrodę. Zbliżając się do miejsca uszkodzenia, dla dokładnej lokalizacji należy zmniejszyć odległość między operatorami.

5.2.3 Lokalizacja uszkodzenia linii kablowych

Należy pamiętać, że obecność pancerza wykonanego z materiałów ferromagnetycznych wokół żył kabla zmniejsza poziom odbieranego sygnału, dlatego podczas prowadzonej lokalizacji należy zapewnić w obwodzie najwyższy poziom prądu.

5.2.3.1 Wykrywanie miejsca zwarcia pomiędzy żyłami kabla

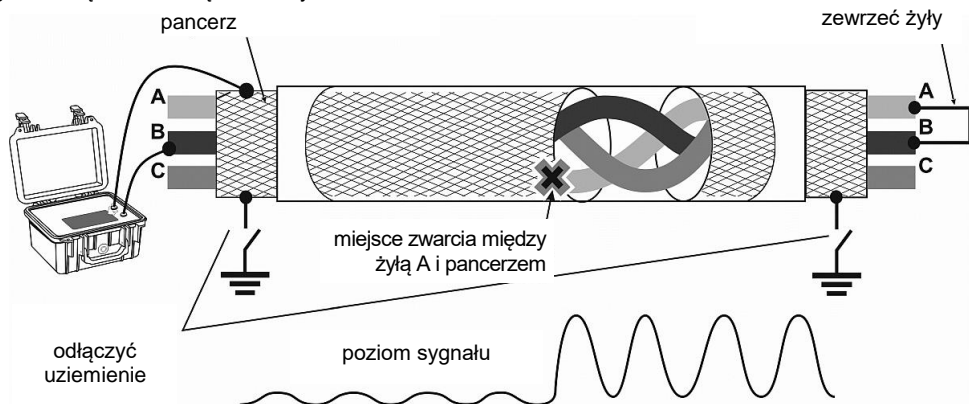
Schemat podłączenia podczas wykrywania zwarcia pomiędzy żyłami kabla przedstawiony na **Rys. 36**. Podczas wyszukiwania odbiornik LKO należy przemieszczać wzdłuż trasy i monitorować poziom sygnału na skali „maksimum”. Poziom sygnału do miejsca zwarcia zmienia się zgodnie z cyklem skręcania się żył. Natychmiast po przejściu punktu zwarcia znikają wahania sygnału, a poziom sygnału może spaść (przykład 1) lub wzrosnąć (przykład 2). Pierwszy przypadek występuje wtedy, gdy żyły kabla są zwarte tylko między sobą. W drugim przypadku żyły są zwarte nie tylko między sobą, ale również do pancerza kabla.



Rys. 36. Schemat podłączenia nadajnika i wykrycia miejsca zwarcia między żyłami


5.2.3.2 **LKO-1500** Wykrywanie miejsca zwarcia żyły do pancerza kabla

Schemat podłączenia podczas wykrywania zwarcia żyły do pancerza kabla przedstawiony na **Rys. 37** (faza A). Poziom sygnału do miejsca zwarcia zmienia się zgodnie z cyklem skręcania żył. Zaraz za punktem zwarcia poziom sygnału gwałtownie wzrasta, zachowując jednak przy tym wahania sygnału związane ze skręceniem żył kabla.



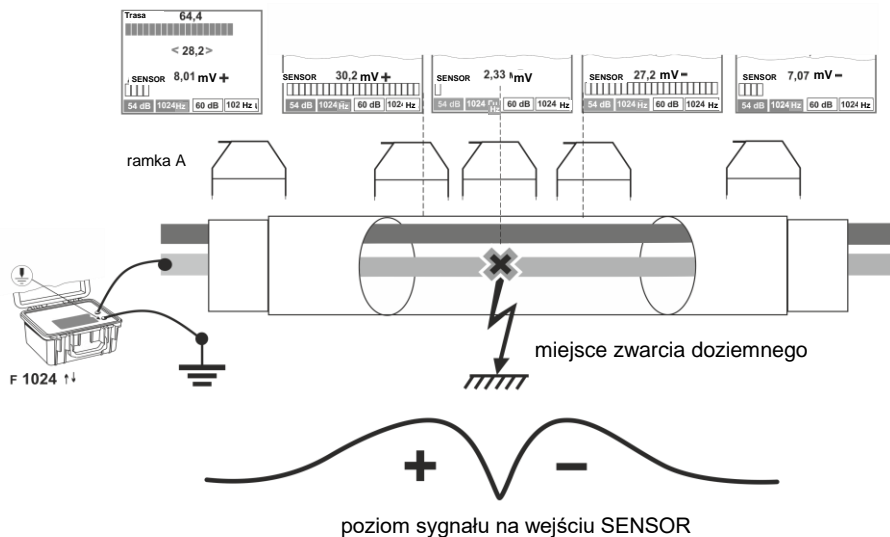
Rys. 37. Schemat podłączenia nadajnika i wykrycia miejsca zwarcia między żyłą a pancerzem kabla

5.2.3.3 LKO-1500 Lokalizacja uszkodzenia izolacji i zwarcia doziemnego

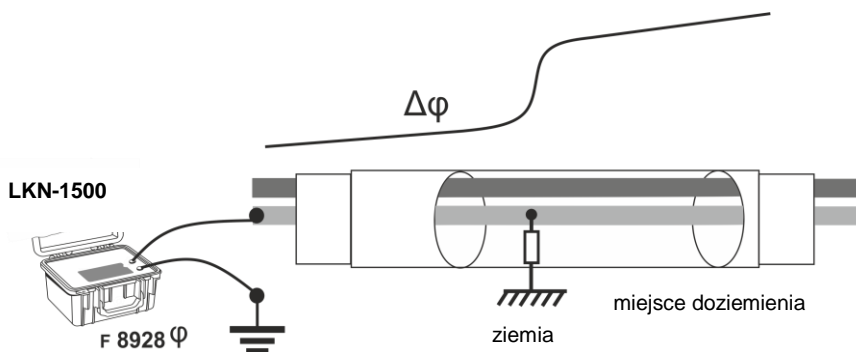
Uszkodzenie izolacji przewodu względem ziemi o rezystancji do kilkuset Ω można wykryć za pomocą ramki A lub sondy DKI-E. Podłączenie nadajnika należy wykonywać zgodnie z **Rys. 38**. Ponadto przewód uziemiający musi być podłączony do gniazda nadajnika, oznaczonego symbolem . Metoda jest identyczna, jak opisano w **rozdz. 5.2.1** oraz **5.2.2**.

W przypadku, gdy wartość rezystancji izolacji kabla, mierzona w stosunku do ziemi, nie umożliwia wykrycia za pomocą Ramki A / sondy DKI-E, lokalizację można prowadzić metodą „fazową”. Sprawdzi się ona w sytuacjach, gdy upływ do ziemi ma impedancję do 0,5 M Ω .

Wstępnie za pomocą reflektometru należy określić obszar uszkodzenia izolacji. Wykrywanie może prowadzić jeden operator bez użycia dodatkowych czujników.




Rys. 38. Schemat podłączenia nadajnika i wykrycia miejsca zwarcia między żyłą a pancerzem kabla



Rys. 39. Schemat podłączenia nadajnika i przesunięcia fazy podczas lokalizacji uszkodzenia izolacji za pomocą metody fazowej

Podłączyć jedno wyjście nadajnika do przewodu z uszkodzoną izolacją (Rys. 39); drugi koniec żyły powinien być izolowany od ziemi. Uziemić drugie wyjście nadajnika za pomocą sondy gruntowej, co najmniej 5 m od kabla. Ustawić podwójną częstotliwość nadawania poprzez wybór nastawy Φ . Ustawić w odbiorniku tryb **Trasa** i częstotliwość Φ **8928**. Przejść do początku badanego odcinka i stanąć dokładnie nad osią trasy, ale nie bliżej niż 20 m od miejsca podłączenia nadajnika.

Nacisnąć przycisk  odbiornika – wówczas wartość fazy zostanie „wyzerowana”. Należy przejść wzdłuż osi trasy, dokładnie sprawdzając swoją pozycję w stosunku do osi na skali „minimum” oraz monitorować odczyt fazy. Wartość fazy powinna zmieniać się płynnie z lekkim wzrostem. **W miejscu uszkodzenia izolacji – lub tuż za nim – szybkość zmiany fazy wzrośnie skokowo o kilka jednostek, zmieniając jednocześnie znak na przeciwny.** Po minięciu miejsca uszkodzenia, odczyt fazy nadal będą zmieniać się płynnie z małą szybkością.

Wady tej metody są następujące:

- zmiany fazy w miejscu uszkodzenia izolacji są mniej wyraźne niż zmiana poziomu sygnału podczas pracy za pomocą np. Ramki A,
- występuje znaczny wpływ znajdujących się w pobliżu innych linii (obiektów).

6 Zapisywanie wyników i praca z GPS

Odbiornik posiada możliwość zapisu w pamięci nieulotnej różnych odczytów, w tym również współrzędnych uzyskanych od zewnętrznego modułu GPS. Połączenie z zewnętrznym modułem GPS odbywa się bezprzewodowo za pomocą interfejsu radiowego.

Podczas poruszania się wzdłuż trasy, w pamięci odbiornika można zapisać następujące ustawienia (zarówno ze współrzędnymi GPS, jak również bez nich):

- poziomy sygnałów z anteny magnetycznej i na wejściu „SENSOR” (patrz rozdz. 4.6.2),
- kierunek do obiektu (patrz rozdz. 4.6.2.1),
- odczyt głębokości linii i wartość prądu w niej płynącego (patrz rozdz. 4.6.3),
- kierunek prądu wyszukiwania (patrz rozdz. 4.6.2.5),
- biegunowość względna różnicy potencjałów na wejściu „SENSOR” (patrz rozdz. 5.2),
- fazę sygnału na wejściu „Trasa” (patrz rozdz. 5.2.3.3),
- częstotliwości pracy,
- data i czas lokalny w momencie pomiaru według informacji GPS,
- współrzędne miejsca pomiaru według informacji GPS.

Dokładność pomiaru współrzędnych zależy od wielu czynników, na przykład: ilość aktualnie dostępnych satelitów w zasięgu, względne położenie satelity, obecność sygnałów odbitych, wpływ jonosfery, niedokładność zegara satelity itp., jak również od parametrów technicznych odbiornika (lub modułu GPS).




- Przy wykorzystaniu specjalistycznych nadajników GPS **dokładność może wynieść nawet 1 cm.**
- Producent gwarantuje poprawną pracę odbiornika LKO z modułami GPS typu GT-750, Holux M1000 i RCV3000.
- Jeśli używany bezprzewodowy odbiornik GPS cechuje się wysoką dokładnością odczytów, to konieczne jest, by podawał dane w formacie NMEA-0183 RMC i GGA z częstotliwością odświeżania danych co 1 sekundę.

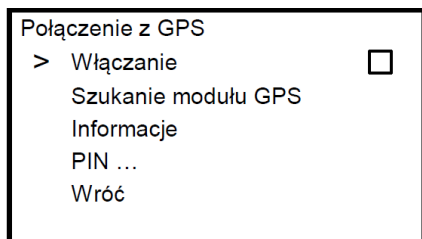
6.1 Ustawienia odbiornika do pracy z modułem GPS

Moduł GPS należy trzymać w pobliżu odbiornika, na przykład w kieszeni osłony przeciwsłonecznej (Rys. 8).

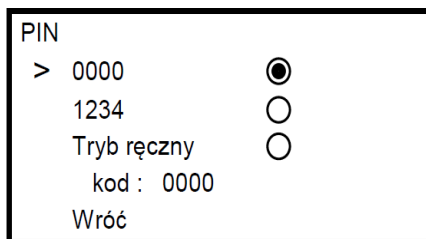
Przed rozpoczęciem pracy należy dostosować odbiornik do modułu GPS. W **Menu** wybrać opcję **GPS > Połączenie z GPS > PIN**. Następnie wprowadzić PIN do modułu GPS (zazwyczaj są to cyfry „0000” lub „1234”). Wprowadzanie odbywa się za pomocą przycisków zwiększania i zmniejszania wzmacnienia.

Następnie należy włączyć moduł GPS. W **Menu** odbiornika wybrać opcję **GPS > Połączenie z GPS > Szukanie modułu GPS**. Po wyszukaniu, za pomocą przycisków zmniejszania i zwiększania wzmacnienia, wybrać moduł GPS z listy znalezionych urządzeń. Zatwierdzić wybór przyciskiem .



Połączenie z wybranym modułem GPS odbywa się poprzez **Menu > GPS > Połączenie z GPS > Włączanie** lub automatycznie po wybraniu odpowiedniego numeru trasy (patrz rozdz. 6.2).







Rys. 40. Ekran ustawień GPS




Rys. 41. Ekran ustawień kodu PIN dla GPS.


W **Menu > GPS > Połączenie z GPS > Informacje** dostępne są: nazwa lub adres modułu GPS, liczba widocznych satelitów, zdefiniowane współrzędne i czas. Stan połączenia z modułem GPS wyświetlany jest w odbiorniku symbolami  lub  (p. 15 Rys. 21).


Tab. 4 Stan połączenia z modułem GPS


Lp.	Symbol	Opis
1.		Brak połączenia z modułem GPS.
2.	 żółty	Nawiązanie połączenia z modułem GPS. Trwa nie więcej niż 1 minuta.
3.	 żółty	Moduł GPS został pomyślnie połączony, ale nie ma współrzędnych GPS (tzw. „zimny start” modułu GPS, złe warunki odbioru sygnału GPS).
4.	 zielony	Moduł GPS został połączony, współrzędne są przekazywane.
5.	 czerwony	Utracono połączenie z modułem GPS.

Czas tzw. „zimnego startu” (na przykład pierwsze uruchomienie podczas długotrwałego nieużywania modułu GPS) w zależności od modelu odbiornika GPS i ilości widocznych satelitów, może osiągnąć nawet 20 minut. Przez cały czas symbol  jest wyświetlany na ekranie w kolorze żółtym. Podczas następnego uruchomienia czas nawiązania połączenia z satelitami nie będzie przekraczać kilku sekund.

6.2 Zapis trasy

Pierwsze naciśnięcie przycisku  po włączeniu odbiornika powoduje przejście do sekcji **Menu > GPS > Ustawienia GPS > Zapisz trasę jako...**, gdzie należy wybrać, czy kontynuować rejestrowanie określonej trasy, czy utworzyć nową trasę. Po wybraniu opcji odbiornik nawiązuje połączenie z modulem GPS.



Zapis danych może nastąpić zarówno za naciśnięciem przycisku , jak i automatycznie, przez ustalony przedział czasu – tzw. Autotracking.



W momencie zapisu danych punktu na krótko wyświetlany jest symbol  (p. 16 Rys. 22). Symbol jest **zielony** w przypadku, gdy zapisana pozycja zawiera współrzędne GPS lub **czerwony**, jeśli wpis wystąpił bez odniesienia do współrzędnych geograficznych.



Rys. 42. Ekran zapisu trasy


6.2.1 Zapis po naciśnięciu przycisku



Po naciśnięciu przycisku  w pliku trasy zostaną zapisane wszystkie informacje wyświetlane na ekranie w momencie naciśnięcia przycisku. Podczas przeglądania zapisanych danych w programie **LKZ Terminal** punkt ten będzie zaznaczone symbolem  w polu **Znacznik**.

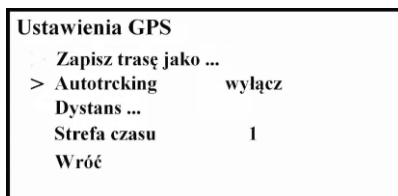
Poszczególne punkty można oznaczyć **specjalnymi znacznikami**, na przykład w celu zaznaczenia prawdopodobnego miejsca uszkodzenia izolacji lub odgałazienie trasy. W tym celu należy naciśnąć i przytrzymać przycisk  przez 2 sekundy (długi sygnał dźwiękowy). Podczas przeglądania zapisanych danych w programie **LKZ Terminal** ten punkt będzie zaznaczone symbolem  w polu **Znacznik**.

6.2.2 Automatyczny zapis współrzędnych – Autotracking

Odbiornik może automatycznie zapisywać dane do pliku trasy. Następuje to w ustalonych odstępach czasu (od 1 do 60 sekund). Odstępy można ustawić w **Menu > GPS > Ustawienia GPS > Autotracking**. Uruchamianie lub zatrzymywanie automatycznego zapisu pliku trasy odbywa się poprzez

naciśnięcie przycisku . Zatrzymanie automatycznego nagrywania będzie zaznaczone na ekranie symbolem . Również w tym trybie istnieje również możliwość zapisu **znaczników specjalnych**. W tym celu należy



naciśnąć i przytrzymać przycisk  przez 2 sekundy (długi sygnał dźwiękowy). Podczas przeglądania zapisanych danych w programie **LKZ Terminal** ten punkt będzie zaznaczony symbolem  w polu **Załącznik**.



Rys. 43. Ekran wyboru autozapisu




Wartość czasu automatycznego zapisu (Autotracking) nie jest chroniona w pamięci nieulotnej odbiornika. Po wyłączeniu i ponownym włączeniu odbiornika należy ją ponownie ustawić, jeśli jest to konieczne.

6.2.3 Rejestry

Lista z trasami, które są zapisane w pamięci odbiornika, dostępna w **Menu > GPS > Rejestr > Przegląd**. Dla każdej trasy jest wyświetlany numer, data i czas pierwszego zapisanego punktu oraz całkowita liczba punktów trasy. Wybór trasy odbywa się za pomocą przycisków zwiększania i zmniejszenia wzmocnienia, a usuwanie trasy poprzez naciśnięcie przycisku . Przycisk  ustawia wybraną trasę jako bieżącą do rejestracji, a także służy do wyjścia z menu i do połączenia z modułem GPS.

6.2.4 Dystans

Na podstawie współrzędnych otrzymanych z zewnętrznego modułu GPS, odbiornik oblicza i wyświetla odległość przebytej trasy (p. 20 **Rys. 20**):

- jako odległość prostoliniowego odcinka od oznaczonego przyciskiem  ostatniego punktu i do lokalizacji bieżącej,
- jako sumę odległości między punktami oznaczonymi przyciskiem  od pierwszego, plus dystans od ostatniego punktu do lokalizacji bieżącej. Podsumowanie pozwala na wyświetlenie przebytej odległości nie tylko dla odcinków prostych, ale również zawierających polilinie. W tym celu należy naciskać przycisk  przy każdej zmianie kierunku trasy.

Wybór szczególnego wariantu odbywa się w sekcji **Menu > GPS > Ustawienia GPS > Dystans**. Wartość dystansu nie jest zapisywana w pamięci nieulotnej i jest kasowana po wyłączeniu odbiornika.

6.2.5 Przesyłanie plików trasy do PC

Odbiornik LKO może dokonać bezprzewodowej transmisji danych do PC. Wymagany system operacyjny PC: Windows (XP SP2/SP3, Vista, 7, 8, 10). W celu nawiązania połączenia z komputerem konieczna jest obecność wbudowanego w PC modułu komunikacji bezprzewodowej lub zastosowanie zewnętrznego adaptera na USB. Komputer powinien znajdować się nie więcej niż 8 metrów od odbiornika. Odbiór i wysyłanie danych odbywa się za pomocą systemu operacyjnego komputera. Dane są przesyłane z pamięci odbiornika i zapisywane na komputerze w postaci plików zawierających trasy.

Dla ułatwienia pracy z danymi można korzystać z programu **LKZ Terminal**, który pozwala pobierać pliki tras z odbiornika, zapisywać w pamięci PC, edytować trasy, tworzyć wykresy, dokonywać analizy stanu powłoki izolacyjnej itp. Program i jego instrukcja obsługi są dostępne na stronie internetowej producenta.

Przesyłanie danych do komputera odbywa się w następujących krokach:

- w komputerze uruchomić program **LKZ Terminal**,
- w odbiorniku włączyć połączenie z PC: **Menu > GPS > Połączenie z PC**,
- w menu programu **LKZ Terminal** wybrać opcję **Pobierz trasę z pamięci odbiornika LKO** w celu odczytu pliku trasy z odbiornika,
- w oknie **Wybór trasy** wybierz z listy żądany plik i kliknij **Ok**. Poczekaj na zakończenie pobierania pliku trasy.

Program pozwala na nakładanie trasy na mapę OpenStreetMap i Yandex.Mapy. W tym celu trzeba mieć połączenie komputera z Internetem. W przypadku, gdy dostęp do sieci odbywa się za pośrednictwem serwera proxy, należy wprowadzić wymagane informacje w ustawieniach programu **LKZ Terminal**. W przypadku braku połączenia z Internetem, mapy nie są wyświetlane, jednakże program będzie działał poprawnie.

7 Zasilanie

7.1 Zasilanie LKN-1500

Ładowanie akumulatora należy prowadzić przy wyłączonym nadajniku. Stosowanie się do poniższych zaleceń pozwoli zwiększyć żywotność akumulatora.



- Ładowanie rozładowanego akumulatora wymaga nie mniej niż 8 godzin. W celu naładowania akumulatora do pełnej pojemności zaleca się zwiększyć czas ładowania do 12 godzin.
- W celu przedłużenia żywotności baterii należy:
 - podczas ładowania przestrzegać temperatury otoczenia od +10 do +30 °C,
 - ograniczyć „głębokość” rozładowania (nie dopuszczać do całkowitego rozładowania),
 - po rozładowaniu niezwłocznie ponownie naładować akumulator.
- Przechowywać nadajnik w temperaturze od -15 do +30°C i przeprowadzić ładowanie akumulatora przynajmniej 1 raz na 3 miesiące.

Aby naładować baterię, należy podłączyć wtyczkę zasilacza do gniazda 12 V nadajnika (patrz p. 2 na Rys. 2). Zasilacz należy podłączyć do gniazda sieciowego 230 V. Proces ładowania akumulatora przedstawiono w postaci przesuwanych ikon ► (patrz p. 17 na Rys. 2). Po zakończeniu ładowania akumulatora ikony są wyświetlane nieruchomo, a wyświetlacz okresowo zostaje podświetlony.

Po zakończeniu ładowania należy najpierw odłączyć zasilacz od sieci 230 V, a następnie odłączyć wtyczkę zasilacza od nadajnika.

7.2 Zasilanie LKO-1500-LITE / LKO-1500

Konstrukcja odbiornika umożliwia wyjmowanie i instalowanie baterii lub akumulatorów bez naruszenia plomb. Odbiornik zasilany jest z pakietu akumulatorów. Istnieje możliwość zastąpienia go 5 bateriami AA lub 5 akumulatorkami.


Baterie należy umieścić w dedykowanym pojemniku, ten zaś zamontować w komorze zasilania i podłączyć przewodem. Zakres napięcia zasilania wynosi od 5,2 V do 7,5 V.

Odbiornik posiada wskaźnik poziomu naładowania akumulatora oraz funkcję automatycznego wyłączenia w celu uniknięcia nadmiernego rozładowania. Po podłączeniu zasilacza następuje ładowanie akumulatora. Przyrząd posiada zabezpieczenie przed nadmiernym naładowaniem.



UWAGA!

- Przed rozpoczęciem ładowania upewnij się, że w komorze zasilania znajduje się akumulator, a nie baterie. Zignorowanie tej reguły może spowodować uszkodzenie przyrządu.
- Ładowanie akumulatora należy wykonywać przy temperaturze otoczenia od +10°C do +30°C. Zignorowanie tej reguły zmniejsza żywotność akumulatora.

Aby rozpocząć ładowanie akumulatora, należy podłączyć wtyczkę zasilacza do odpowiedniego gniazda odbiornika (p.1 Rys. 7). Zasilacz podłączyć do gniazda sieciowego 230 V. Proces ładowania akumulatora jest wyświetlany na ekranie wypełnieniem symbolu baterii (LKO-1500 ). Po zakończeniu ładowania symbol baterii będzie wypełniony. Ładowanie całkowicie rozładowanego akumulatora zajmuje **od 6 do 8 godzin**.

Podczas dłuższych przerw w korzystaniu z odbiornika zaleca się przeprowadzać ładowanie akumulatora raz na trzy miesiące.



- Podczas ładowania skrajnie rozładowanego akumulatora wskaźnik ładowania może przez pewien czas nie pojawiać się na wyświetlaczu.
- Ładowanie fabrycznie zamontowanego akumulatora odbywa się prądem 400-500 mA. Podczas ładowania akumulatora w przypadku, gdy pojemność jest różna od nominalnej, zalecane jest okresowo sprawdzać, czy się nie przegrzewa. Przy szybkim wzroście temperatury akumulatora należy przerwać ładowanie.

8 Możliwe usterki i sposoby ich usunięcia

Możliwe usterki i sposoby ich usunięcia są podane w poniższych tabelach.

8.1 Nadajnik LKN-1500

Tab. 5 Możliwe usterki LKN

Rodzaj usterki	Prawdopodobna przyczyna	Rozwiązanie
Nadajnik nie włącza się lub wyłącza się samoistnie	Rozładowanie akumulatora.	Naładować akumulator.
	Uszkodzony akumulator.	Wymienić akumulator w autoryzowanym serwisie Sonel.
Niemożliwe naładowanie akumulatora w ciągu określonego czasu.	Uszkodzony akumulator.	Wymienić akumulator w autoryzowanym serwisie Sonel.
	Uszkodzony zasilacz.	Sprawdzić zasilacz.

8.2 Odbiornik LKO-1500-LITE / LKO-1500

Tab. 6 Możliwe usterki LKO

Rodzaj usterki	Prawdopodobna przyczyna	Rozwiązanie
Odbiornik nie włącza się lub wyłącza się samoistnie.	Rozładowany lub uszkodzony akumulator.	Naładować lub wymienić akumulator lub zainstalować baterie.
 Ładowanie nie jest sygnalizowane na wyświetlaczu (akumulator nie ładuje się).	Awaria modułu zasilania.	Sprawdzić moduł zasilania.
	Awaria akumulatora.	Konieczny jest serwis u producenta. (wymiana akumulatora).
	Skrajnie rozładowany akumulator.	Ładować akumulator przynajmniej przez 4 godziny.
Brak dźwięku w słuchawkach przy normalnej głośności przez wbudowany głośnik.	Brak kontaktu w złączu słuchawek.	Naprawić lub wymienić słuchawki.
	Pęknięcia na słuchawkach.	Naprawić lub wymienić słuchawki.
Błąd w określeniu głębokości pojedynczej, długiej linii – przekroczenie wartości dopuszczalnej.	Błąd przetwarzania sygnału.	Konieczny jest serwis u producenta.

9 Konserwacja i naprawa

Konserwacja LKZ-1500, zarówno odbiornika, jak i nadajnika, polega na przestrzeganiu instrukcji obsługi, zasad przechowywania i ładowania akumulatora, przeprowadzenie okresowych przeglądów zalecanych przez SONEL S.A.

Naprawa, jak również wymiana akumulatora w nadajniku w okresie trwania gwarancji, jest dozwolona tylko w siedzibie firmy lub w autoryzowanym serwisie. Uszkodzenie plomb wiąże się z utratą gwarancji na urządzenie.

Obudowy zestawu można czyścić miękką, wilgotną szmatką używając ogólnie dostępnych detergentów. Nie należy używać żadnych rozpuszczalników ani środków czyszczących, które mogłyby porysować obudowę (proszki, pasty itp.).

Przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie należy wytrzeć je do sucha.

10 Transport i magazynowanie

W oryginalnym opakowaniu transport odbywa się bez ograniczeń, pojazdami wszelkiego rodzaju. Podczas przewozów lotniczych nadajnik powinien być umieszczony w zamkniętej komorze. Klimatyczne warunki transportu i przechowywania należy przestrzegać w zakresie temperatury otoczenia od -50°C do $+70^{\circ}\text{C}$ przy wilgotności względnej powietrza nie więcej niż 90% przy temperaturze $+30^{\circ}\text{C}$. Wpływ opadów atmosferycznych nie jest dozwolony.

Przy przechowywaniu zestawu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od nadajnika wszystkie przewody,
- dokładnie wyczyścić nadajnik, odbiornik i wszystkie akcesoria,
- przy dłuższym okresie przechowywania baterie lub akumulatory należy wyjąć z odbiornika,
- aby uniknąć całkowitego rozładowania akumulatora w nadajniku, przy długim przechowywaniu, należy go co jakiś czas doładowywać.

11 Rozbiórka i utylizacja

Utylizację odbiornika i nadajnika wykonuje użytkownik zgodnie z normami i przepisami obowiązującymi na terenie danego kraju. Odbiornik nie zawiera w zestawie żadnych części niebezpiecznych dla środowiska. Należy pamiętać, że:

- zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny należy gromadzić selektywnie, tj. nie umieszczać z odpadami innego rodzaju;
- zużyty sprzęt elektroniczny należy przekazać do punktu zbiórki zgodnie z ustawą o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym lub zgodnie z prawem lokalnym;
- przed przekazaniem sprzętu do punktu zbiórki nie należy samodzielnie demontować żadnych części z tego sprzętu;
- należy przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących wyrzucania opakowań, zużytych baterii i akumulatorów.

12 Dane techniczne

Urządzenie nie posiada charakteru wzorca i dlatego nie podlega wzorcowaniu. Właściwą formą kontroli dla tego typu przyrządów jest sprawdzenie.

12.1 Nadajnik LKN-1500

12.1.1 Podstawowe dane techniczne

Parametr		Wartość	Uwagi
Częstotliwość sygnału wyjściowego [Hz]	Sygnał jednoczęstotliwościowy	273 526 1024 8928 32768 (33 kHz)	± 2 [Hz]
	Sygnał dwuczęstotliwościowy (częstotliwość podstawowa)	1024 (↑↓) 8928 (φ)	-
Zakres ustawienia mocy wyjściowej [W]		od 1 do 10	W krokach 1, 2, 5 i 10 [W]
Napięcie wyjściowe. Nie więcej niż [V]	bez ograniczeń	200	na częstotliwości 32768 Hz napięcie wyjściowe nie przekracza 130 [V]
	z wymuszonym ograniczeniem	30	-
Dokładność napięcia wyjściowego		± (5% w.m. + 5 cyfr)	na częstotliwości 8928 i 32768 [Hz] dokładność nie jest określona.
Zakres dopasowania do obciążenia przy maksymalnej mocy wyjściowej na danej częstotliwości [Ω]	273, 1024 [Hz]	od 30 do 3000	-
	8928 [Hz]	od 30 do 2000	-
	dwuczęstotliwościowy		-
Prąd wyjściowy, nie więcej niż [A]		0,6	-
Dokładność prądu wyjściowego		± (5% w.m. + 3 cyfry)	na częstotliwości 8928 i 32768 [Hz] dokładność nie jest określona.
Zakres napięcia zasilania prądem stałym [V]		od 10,5 do 15,0	-
Maksymalna moc pobierana z zewnętrznego zasilacza 12 V, nie więcej niż [W]		22	-
Czas ciągłej pracy nadajnika dla w pełni naładowanego akumulatora wewnętrznego, więcej niż [h]		6	w trybie impulsowym przy maksymalnej mocy wyjściowej
Wytrzymałość elektryczna izolacji w normalnych warunkach między gniazdami "wyjście" a obudową [V]		1500	prąd przemienny o częstotliwości 50 [Hz]
Rezystancja izolacji między gniazdami „Wyjście” a obudową (w normalnych warunkach), nie mniej niż [MΩ]		20	przy napięciu 2500 [V]

Uwagi:

w.m. – wartość mierzona

cyfry – tzw. waga ostatniej cyfry

12.1.2 Pozostałe dane techniczne

- a) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 IP 54 (IP53 dla otwartej obudowy)
 b) zasilanie..... VRLA (AMG) kwasowo-ołowiowy 12 V, 7 Ah
 c) wymiary 275 x 250 x 180 mm
 d) waga..... ok. 4,9 kg
 e) temperatura pracy..... -20...+55°C
 f) temperatura przechowywania -50...+70°C
 g) temperatura odniesienia..... +23 ± 2°C
 h) wilgotność względna nie więcej niż 90% w temperaturze do +30°C
 i) ciśnienie atmosferyczne..... od 840 do 1067 hPa



Nadajnik może wytwarzać zakłócenia o wartości przekraczającej dopuszczalne poziomy określone w normie PN-EN 61326-1 i w przypadku wydukowania sygnału w sieci energetycznej może powodować zakłócenia w innych urządzeniach, gdyż wynika to z jego zasady działania.

12.2 Odbiornik LKO-1500-LITE / LKO-1500

12.2.1 Podstawowe dane techniczne

Nazwa parametru	LKO-1500-LITE		LKO-1500	
	Częstotliwość, [Hz]	Czułość nie mniej niż, [$\mu\text{A/m}$]*	Częstotliwość, [Hz]	Czułość nie mniej niż, [$\mu\text{A/m}$]*
Wartości nominalne częstotliwości podczas pracy razem z nadajnikiem i czułości odbiornika na danej częstotliwości.	1024 8928 32768 (33k)	150 25 5	273 526 1024 8928 32768 (33k)	500 300 150 25 5
Pasywne częstotliwości robocze [Hz]	50, RADIO, SB		50, 100, 300, 550, 1450, RADIO, SB	
Szerokość pasma – tryb RADIO [kHz]	od 10 do 36		od 10 do 36	
Szerokość pasma – tryb SB [Hz]	od 48 do 14000		od 48 do 14000	
Dodatkowe częstotliwości robocze podczas pracy z generatorami innych producentów	-		491, 512, 982, 2000, 2048, 8440, 9828, 10000	
Wartości nominalne częstotliwości podczas pracy bez nadajnika [Hz]	-		25, 50, 60, 100, 300, 550, 1450	
Częstotliwość robocza w trybie SONDA [Hz]	-		-	
Zakres dynamiki sygnałów wejściowych, nie mniej niż [dB]	102		102	
Szerokość pasma dla każdej częstotliwości pracy, nie więcej niż [Hz]	na poziomie -3 [dB]	na poziomie -60 [dB]	na poziomie -3 [dB]	na poziomie -60 [dB]
	9	24	9	24
Pomiar głębokości zalegania obiektu infrastruktury [m]	od 0,10 do 6,00		od 0,10 do 10,00	

Nazwa parametru	LKO-1500-LITE	LKO-1500
Pomiar prądu w linii przy częstotliwości roboczej	od 10 mA do 10,0 A	od 10 mA do 10,0 A
Błąd wskazania głębokości dla pojedynczej, rozszerzonej i bezpośredniej komunikacji, max	$\pm\{[4+0,3h(h+1)]\%+0,1\text{ m}\}$, gdzie h – zmierzona głębokość	$\pm\{[4+0,2h(h+1)]\%+0,1\text{ m}\}$, gdzie h – zmierzona głębokość
Dokładność lokalizacji pojedynczego obiektu położonego na głębokości 2 m	$\pm 0,1\text{ m}$	-
Zakres pomiarowy napięcia na wejściu gniazda „SENSOR” przy częstotliwości roboczej	-	od 0,01 mV do 1,70 V
Maksymalny dopuszczalny błąd przy pomiarze napięcia	-	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
Czułość na wejściu gniazda „SENSOR” przy stosunku sygnału do szumu 6 dB, nie mniej, [mV]	-	0,05
Rezystancja wejściowa dla wejścia „SENSOR” [MΩ]	-	1
Pobór mocy, nie więcej niż [W]	-	2
Czas ciągłej pracy przy pełnym naładowaniu akumulatora w normalnych warunkach, nie mniej niż [h]	5	5

* Znormalizowane dla metody "wyglądzone maksimum". Stosunek sygnału do szumu = 6 dB.

Odbiornik posiada skokową zmianę wzmocnienia sygnału wejściowego z krokiem 6 dB (każdy krok zmienia wzmocnienie dwukrotnie).

12.2.2 Pozostałe dane techniczne

- a) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 IP54
- b) zasilanie pakiet akumulatorów Ni-MH 6 V/2000 mAh
..... 5x bateria AA 1,5 V
..... 5x akumulator Ni-MH 1,2 V
- c) wymiary 700 x 300 x 140 mm
- d) waga
▪ LKO-1500-LITE ok. 1,7 kg
▪ LKO-1500 ok. 1,8 kg
- e) temperatura pracy -20...+55°C
- f) temperatura przechowywania -50...+70°C
- g) wilgotność względna nie więcej niż 95% w temperaturze do +30°C
- h) ciśnienie atmosferyczne od 600 do 1067 hPa
- i) temperatura odniesienia +23°C ± 2°C

13 Akcesoria

Aktualne zestawienie akcesoriów znajduje się na stronie internetowej producenta.

13.1 Akcesoria standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

Nazwa	LKZ-1500-LITE LKZ-1500	LKN-1500	LKO-1500-LITE LKO-1500
• nadajnik LKN-1500	√	√	
• odbiornik LKO-1500-LITE / LKO-1500	√		√
• przewód 5,0 m niebieski 1 kV (wtyki bananowe) WAPRZ005BUBB	√	√	
• przewód 5,0 m czerwony 1 kV (wtyki bananowe) WAPRZ005REBB	√	√	
• krokodylek niebieski 1 kV 20 A WAKROBU20K02	√	√	
• krokodylek czerwony 1 kV 20 A WAKRORE20K02	√	√	
• sonda gruntowa 23 cm WASONG23	√	√	
• zasilacz do ładowania akumulatorów Z16 (nadajnik) WAZASZ16	√	√	
• zasilacz do ładowania akumulatorów Z17 (odbiornik) WAZASZ17	√		√
• futerał L13 WAFUTL13	√		√
• osłona przeciwsłoneczna LKO-1500 WAPOZSL4	LKZ-1500		LKO-1500
• akumulator NiMH 6 V, 2 Ah WAAKU23	√		√
• pojemnik na baterie WAPOJ3	√		√
• instrukcja obsługi	√	√	√

13.2 Akcesoria opcjonalne

Dodatkowo można zakupić następujące elementy nie wchodzące w skład wyposażenia standardowego:

Nazwa	LKZ-1500	LKZ-1500-LITE	LKN-1500	LKO-1500
• ramka A WAADALKZRA2	✓			✓
• sonda DKI WASONDKI	✓			✓
• moduł GPS BT-Q1000XT WAADAQ1000XT	✓			✓
• cęgi nadawcze N-1 (fi 52 mm) WACEGN1BB	✓	✓	✓	
• cęgi nadawcze N-4 (fi 110 mm) WACEGN4	✓	✓	✓	
• cęgi nadawcze N-5 (fi 125 mm) WACEGN5	✓	✓	✓	

14 Serwis

Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny wyłącznie w:

SONEL S. A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
tel. (74) 858 38 00 (Biuro Obsługi Klienta)
e-mail: bok@sonel.pl
internet: www.sonel.pl

Wyprodukowano w Rosji dla SONEL S.A.

15 Usługi laboratoryjne

Laboratorium Badawczo-Wzorcujące działające w SONEL S.A. posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji nr AP 173.

Laboratorium oferuje usługi wzorcowania następujących przyrządów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych i nieelektrycznych:



AP 173

- **MIERNIKI DO POMIARÓW WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH ORAZ PARAMETRÓW SIECI ENERGETYCZNYCH**
 - mierniki napięcia
 - mierniki prądu (w tym również mierniki cęgowe)
 - mierniki rezystancji
 - mierniki rezystancji izolacji
 - mierniki rezystancji uziemień
 - mierniki impedancji pętli zwarcia
 - mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych
 - mierniki małych rezystancji
 - analizatory jakości zasilania
 - testery bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego
 - multimetry
 - mierniki wielofunkcyjne obejmujące funkcjonalnie w/w przyrządy
- **WZORCE WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH**
 - kalibratory
 - wzorce rezystancji
- **PRZYRZĄDY DO POMIARÓW WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH**
 - pirometry
 - kamery termowizyjne
 - luksomierze

Świadectwo Wzorcowania jest dokumentem prezentującym zależność między wartością wzorcową a wskazaniem badanego przyrządu z określeniem niepewności pomiaru i zachowaniem spójności pomiarowej. Metody, które mogą być wykorzystane do wyznaczenia odstępów czasu między wzorcowaniami określone są w dokumencie ILAC G24 „Wytyczne dotyczące wyznaczania odstępów czasu między wzorcowaniami przyrządów pomiarowych”. Firma SONEL S.A. zaleca dla produkowanych przez siebie przyrządów wykonywanie potwierdzenia metrologicznego nie rzadziej, niż co **12 miesięcy**.

Dla wprowadzanych do użytkowania fabrycznie nowych przyrządów posiadających Świadectwo Wzorcowania lub Certyfikat Kalibracji, kolejne wykonanie potwierdzenia metrologicznego (wzorcowanie) zaleca się przeprowadzić w terminie do **12 miesięcy** od daty zakupu, jednak nie później, niż **24 miesiące** od daty produkcji.



UWAGA!

Osoba wykonująca pomiary powinna mieć całkowitą pewność, co do sprawności używanego przyrządu. Pomiary wykonane niesprawnym miernikiem mogą przyczynić się do błędnej oceny skuteczności ochrony zdrowia, a nawet życia ludzkiego.

NOTATKI

NOTATKI



SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica



tel. (74) 858 38 00
(Biuro Obsługi Klienta)

e-mail: bok@sonel.pl
www.sonel.pl