

ANTENY ODBIORCZE I NIE TYLKO

1. Smog elektromagnetyczny na falach krótkich

- lokalny: źródła zlokalizowane w domu, a nawet w radioshacku;
przeciwdziałanie: eliminacja źródeł – trwałe lub czasowe wyłączenie źródeł, wymiana urządzeń na „ciche” w szczególności wszelkiego rodzaju zasilaczy impulsowych, doświadczalne „wyciszenie” urządzeń poprzez ingerencję w systemy ekranowania i filtracji na przewodach wejścia/wyjścia,
- regionalny: źródła zlokalizowane w miejscowości, poza mieszkaniem, domem czy posesją, brak lub ograniczone możliwości wpływu na te urządzenia;
przeciwdziałanie: stosowanie aktywnych, wąskopasmowych systemów antenowych (np. Magnetic Loop), aktywnych odbiorczych urządzeń przeciwzakłóceń opartych o przesuwniki fazy (np. X-Phaser, MFJ-1026) oraz doświadczalne doprowadzenie czystego wzorca zakłócenia do takich urządzeń, galwaniczna separacja i dodatkowa filtracja sieci energetycznej,
- globalny: źródła zlokalizowane poza miejscowością, w kraju i poza jego granicami, szумы o różnym charakterze i pochodzeniu
przeciwdziałanie: zasadniczo stosowanie anten kierunkowych N/O z dużym zyskiem i tłumieniem wstecznym (Yagi, LPDA, Cubical Quad, HB9CV, HB9RU) oraz anten drutowych z ostrą charakterystyką (kurtyny Sterba, Bobtail, Bruce). Oczywiście konstrukcje takie na niższych pasmach KF stanowią duże wyzwanie techniczne, zwłaszcza w aspekcie strojenia i zapewnienia ich trwałości.

2. Koncepcja zastosowania oddzielnych anten nadawczych i odbiorczych.

We współczesnym świecie nikogo już nie dziwi stosowanie w motoryzacji ogumienia letniego i zimowego, natomiast sporo kontrowersji budzi jeszcze używanie oddzielnych anten do odbioru i nadawania. Oczywiście nadawcy, którzy prowadzą klasyczne pogaduszki na 80-tce stwierdzą, że zupełnie wystarczą im anteny nadawcze. Zwykle założenie to sprawdza się przy mocach ok. 100 W i odległościach korespondentów nie przekraczających 500 km. Łączności emisjami klasycznymi na większe odległości, przy mocy kilkunastu watów lub przy uproszczonej konstrukcji antenowej jednego z korespondentów – na niższych pasmach KF stanowią już prawdziwe wyzwanie. Stąd coraz częstsze przypadki eksperymentowania z oddzielnymi antenami odbiorczymi.

Oprócz konstrukcji tradycyjnych, leżących często poza możliwościami przestrzennymi, technicznymi czy finansowymi przeciętnego krótkofalowca, takimi jak: VLW, BEVERAGE, K9AY, EWE, FLAG, czy najnowszą SALA (Shared Apex Loop Array) istnieją jeszcze mało popularne, choć proste i skuteczne anteny odbiorcze, pozwalające na czytelny odbiór niezwykle słabych, dalekich sygnałów na dolnych pasmach KF. Ich skuteczność wynika nie tylko z własności kierunkowych, co z istotnej poprawy stosunku sygnał/szum, okupionej pewnym obniżeniem poziomu sygnału użytecznego. Przy znacznej rezerwie czułości współczesnego sprzętu radiowego, metoda taka jest jednak bardzo skuteczna i zapewnia czytelność sygnału na poziomie 3-5, przy często zerowej w szumach anteny nadawczej.

Do takich anten należą anteny naziemne: DOG, BOG i LOG (Dipol On The Ground, Beverage On The Ground i Loop On The Ground). Ich wspólną cechą jest wysokość instalacji nad ziemią, który to wymiar de facto sprowadza się do grubości izolacji przewodu, co w porównaniu z długością odbieranej fali – najlepiej przybliży liczba zero. Bliskość ziemi silnie tłumi antenę i czyni ją nieprzydatną nadawczo. Pojawiają się za to inne zalety: niezła szerokopasmowość w zakresie dolnych pasm KF, osobliwa charakterystyka kierunkowa oraz niewytkle atrakcyjny współczynnik skrócenia, wynoszący średnio $K=0.6$ w odróżnieniu od konstrukcji napowietrznych, gdzie $K=0.95-0.97$. Przykładowo rozciągnięty na ziemi izolowany przewód o długości zaledwie 49 m jest pełnowartościową anteną Beverage On The Ground o długości całej fali na pasmo 3,5 MHz.

Zachęcając do używania oddzielnych anten odbiorczych, należy jeszcze zwrócić uwagę na fakt, że dosłownie KAŻDA antena, nawet najbardziej uproszczona może w konkretnej sytuacji umożliwić przeprowadzenie skutecznego QSO, poprzez poprawę stosunku sygnał/szum lub eliminację zakłóceń na trasie do konkretnego korespondenta. Nie bójmy się eksperymentów z przewodami leżącymi na ziemi, na strychu czy powierzchni dachu. Wśród anten odbiorczych mam BOG, której 35m ma kierunek wschodni, a przez kolejne 45m południowy. Mimo przedziwnej formy umożliwia perfekcyjny odbiór stacji zarówno z Polski jak i Oceanii. W związku z tym gorąco zachęcam do konstruowania aktywnych przełączników antenowych. Pozwolą one na nadawanie na impedancyjnie dopasowanej antenie nadawczej, a odbiór na dowolnej z posiadanych instalacji, często nawet abstrakcyjnej z logicznego punktu widzenia, ale to właśnie urok anten odbiorczych.

3. Metody usuwania zakłóceń i poprawy odbioru.

- symetryzacja, (symetryzatory, choke-baluny, transformatory dopasowujące),

- izolacja galwaniczna (transformatory dopasowująco-symetryzujące z separacją uzwojeń, dystansowanie uzwojeń na rdzeniu),
- ekran Faradaya (klasyczny - oddzielny uziom, autoekranowanie uzwojenia z koncentryka),
- segmentacja transmisyjnych torów odbiorczych,
- stosowanie anten o konstrukcjach zamkniętych DC (pętlowe, elementy bazuka).
- rozstrajanie anten nieużywanych (np. nadawczej, gdy odbieramy na innej).

4. Straty w antenach odbiorczych – niedopasowanie, technologie odsumiające.

$$A_{[db]}=10 * \log (P_{wy}/P_{we}) \quad \text{lub} \quad A_{[db]}=10 * \log (n\% / 100)$$

SWR	STRATY %	STRATY dB	STRATY S
1:1	0.0%	0	0
2:1	11.1%	0.51	0.09
3:1	25.0%	1.25	0.21
4:1	36.0%	1.93	0.32
5:1	44.4%	2.54	0.42
6:1	51.0%	3.09	0.52
7:1	56.3%	3.60	0.60
8:1	60.5%	4.03	0.67
9:1	64.0%	4.43	0.74
10:1	66.9%	4.80	0.8

Wnioski:

- współczynnik fali stojącej nie jest tak istotny w antenach odbiorczych, nawet wartości rzędu 4-6 nie dyskwalifikują anteny,
- przy budowie transformatorów najważniejsze zagadnienie to separacja obwodów, natomiast dopasowanie impedancji jest kwestią wtórną,
- do zasilania antena odbiorczych znakomicie nadają się przewody telewizyjne o impedancji 75 Ohm – nawet bez dodatkowego dopasowania, choć oczywiście można je uzyskać przy okazji segmentacji,
- straty wynikające z segmentacji obwodów, separacji uzwojeń etc. są akceptowalne w aspekcie znacznej poprawy S/N.

5. Loop On The Ground

Wśród drutowych anten nadawczo-odbiorczych sporą estymą cieszą się anteny pętlowe, których forma zapewnia optymalną wydajność i stosunkowo nieznaczny wpływ gruntu w obszarze efektywności energetycznej. Szczegółowej analizy anteny pętlowej leżącej na ziemi

jako odbiorczej, jako jeden z pierwszych dokonał Matt Roberts KK5JY w 2016 r. Przeprowadził stosowne symulacje z modelem komputerowym, a następnie praktycznie przetestował działające instalacje. Antena ta, przeznaczona głównie na dolne pasma KF, odbiera sygnały zarówno pod dużymi, jak i niskimi kątami, co powoduje jej skuteczność zarówno dla sygnałów lokalnych jak i DX. Obserwowany S/N jest doskonały, nawet przy fluktuacji propagacji, stacje DX-owe i krajowe pojawiają się z podobnym S/N. Apertura pętli o obwodzie już kilkunastu metrów jest zupełnie wystarczająca, aby przeciętny odbiornik mógł pracować nawet bez użycia zewnętrznego, dodatkowego przedwzmacniacza. To ważna cecha, ponieważ każdy dodatkowy wzmacniacz w torze odbiorczym generuje dodatkowe szумы własne oraz co jest kłopotliwe – wymaga starannego zabezpieczenia przed uszkodzeniem sygnałem własnego nadajnika.

Odpowiedź azymutalna takiej pętli początkowo dwukierunkowa pod małymi kątami, powoli staje się jednokierunkowa wraz ze wzrostem kąta elewacji. Jest to podobne do anteny dipolowej lub małej pionowej anteny pętlowej, lub niezaterminowanego Beverage. W kwestii polaryzacji fali, na skutek bezpośredniej bliskości ziemi ma ona polaryzację pionową.

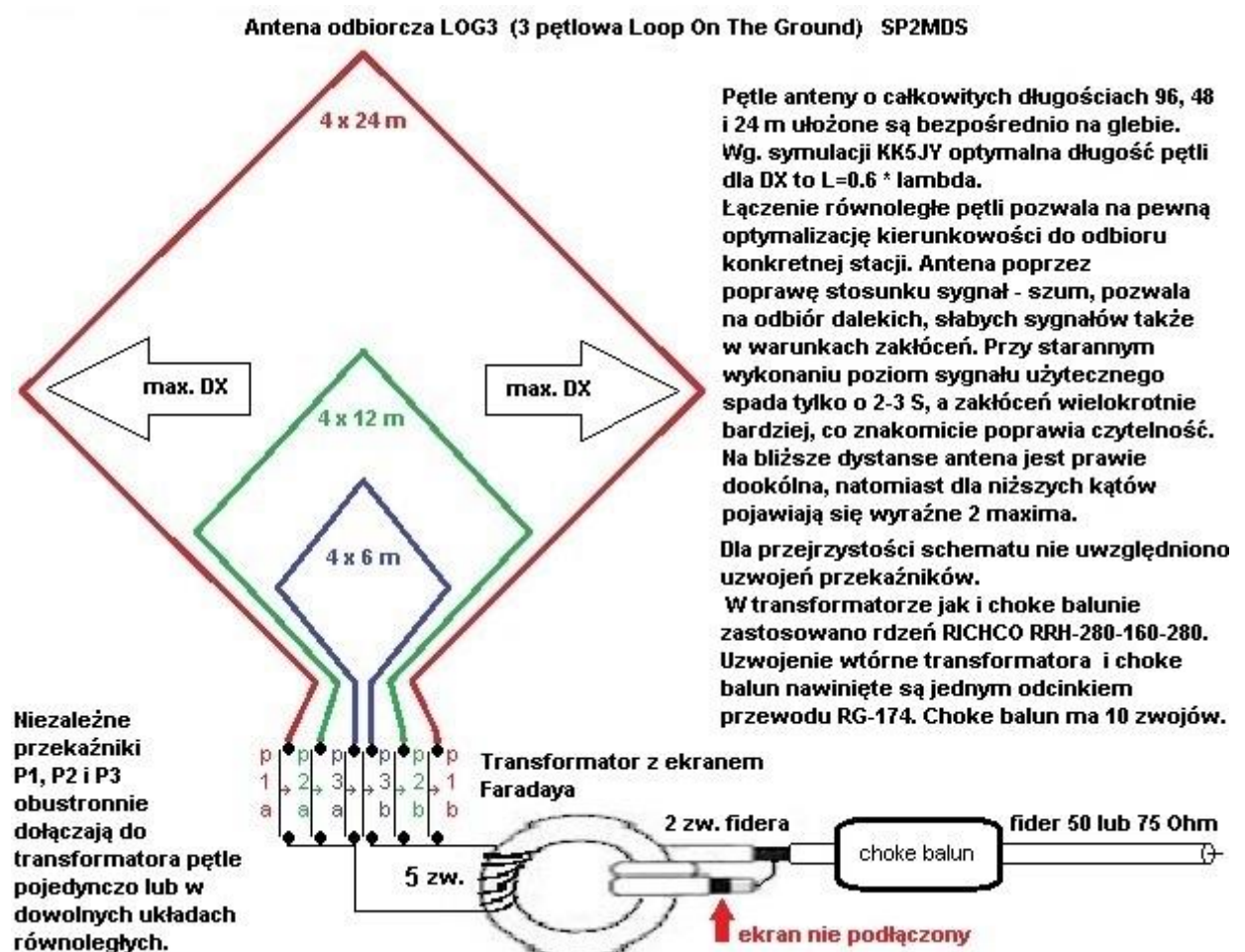
Eksperymenty z modelowaniem i praktyczne wykazały, że najlepszy wzór DX, o najniższym kącie elewacji uzyskuje się z pętlą, której całkowita długość wynosi ok. 60% długości fali, co zadziwiająco przypomina średni współczynnik skrócenia wszelkich anten „On The Ground”. Przy założeniu wielopasmowej pracy pojedynczej pętli, wg. Roberta jej długość nie powinna przekroczyć długości fali ($F[\text{MHz}]/300$) dla najwyższej odbieranej częstotliwości. Długość jego prototypowej pętli wynosząca ok. 18m była zaplanowanym, przybliżonym kompromisem na pasma 20, 40, 80 i 160m, jednakże przy tak skromnych rozmiarach nie należy oczekiwać wysokiego poziomu sygnału użytecznego, prawie na pewno konieczne będzie włączenie przedwzmacniacza w transceiverze.

Kierunek maksymalnej odpowiedzi azymutalnej, przy małych kątach elewacji jest normalny do punktu zasilania, co oznacza, że jeśli pętlę przyrównać do tarczy zegara, to zasilana na godz. 6, wykaże maxima DX na godzinach 3 i 9. Maxima te na minimalnej elewacji mają szerokość ok. 90 stopni. Wszystkie prace eksperymentalne potwierdzają tę regułę. Pętla może mieć w zasadzie dowolny kształt, przy czym im większa jej powierzchnia, tym bardziej regularna charakterystyka i większa sprawność energetyczna przy danej długości. Antena ma średnią impedancję w zakresie 300-450 Ohm w zależności od właściwości gruntu i należy ją dopasować do linii przesyłowej za pomocą

odpowiedniego transformatora separacyjnego, choć jego przekładnia nie jest parametrem krytycznym.

Z moich eksperymentów wynika, że w transformatorze tym kluczowym czynnikiem jest nie tyle dopasowanie impedancji anteny do linii zasilającej, co zapewnienie separacji obwodu anteny od linii zasilającej. Zjawisko to zaobserwował i potwierdził w swoich badaniach BCL nasłuchowiec – prof. Dallas Lankford. Podstawą jest jak największe oddalenie obu uzwojeń, a perfekcyjnym rozwiązaniem jest użycie ekranu Faradaya. Może mieć on postać diamagnetycznej płytki rozdzielającej uzwojenia od siebie i podłączonej do masy fidera, względnie do całkowicie oddzielnego uziomu, obsługującego tylko ten ekran (rozwiązanie gorsze, uzależniające od gruntu). Ekran Faradaya można też uzyskać nawijając odpowiednio uzwojenie niskoomowe za pomocą odcinka cienkiego fidera 50 Ohm – co jest rozwiązaniem najskuteczniejszym (perfekcyjna skuteczność, niezależność od gruntu).

Należy tutaj wyraźnie podkreślić, że do prawidłowej pracy tej anteny w zasadzie nie jest potrzebne żadne połączenie z ziemią. W przypadku uziemienia masy odbiornika, wręcz wskazany jest brak stosowania jakiegokolwiek innego uziemienia instalacji, w celu uniknięcia przepływu fiderem jakichkolwiek prądów pomiędzy punktami uziemień, co zwykle podwyższa poziom szumów.

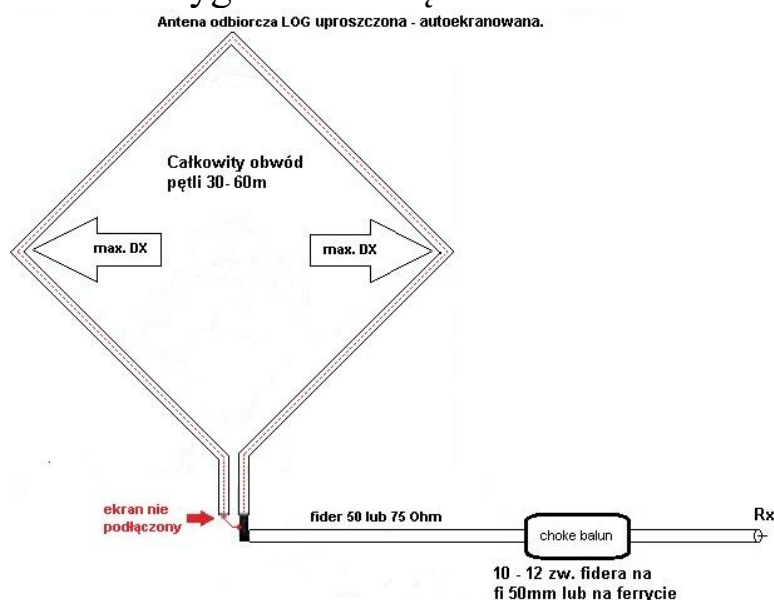


W mojej konstrukcji wykorzystuję 3 pętle o długościach odpowiednio 96, 48 i 24 m zagnieżdżone w sobie i włączane do transformatora oddzielnymi przełącznikami. Możliwość równoległego łączenia pętli pozwala na nieznaczną zmianę charakterystyki i manipulację rezonansami anteny, a co za tym idzie umożliwia uzyskanie optymalnego odbioru sygnału konkretnego korespondenta. W moich eksperymentach łączenie szeregowe pętli nie przyniosło interesujących rezultatów, choć oczywiście można próbować i takich konfiguracji. Podczas ok. 2 letniej eksploatacji antena sprawdziła się doskonale, pod warunkiem dopracowania szczegółów:

- przewód anteny musi leżeć bezpośrednio na glebie (wręcz wdeptany, czy nawet umocowany zszywkami dokerskimi),
- optymalne długości pętli zawierają się pomiędzy 18 a 96 m; krótsze wytwarzają zbyt słaby sygnał; dłuższe generują wzrastający poziom szumu,
- do konstrukcji najlepiej użyć 2-ch sztuk toroidów dużych rozmiarów (nadawczych); pierwszy jako transformator z uzwojeniem niskoomowym z koncentryka, drugi wykorzystać jako choke-balun (10-12 zw. koncentryka); w przypadku użycia tylko jednego małego, rdzenia – ekran Faradaya wykonać klasycznie i podłączyć do ekranu fidera; choke-balun wykonać jako powietrzny z fidera zasilającego;
- idealną metodą prowadzenia fidera jest zakopanie go na jak najdłuższym dystansie w ziemi.

6. Loop On The Ground – wersja uproszczona.

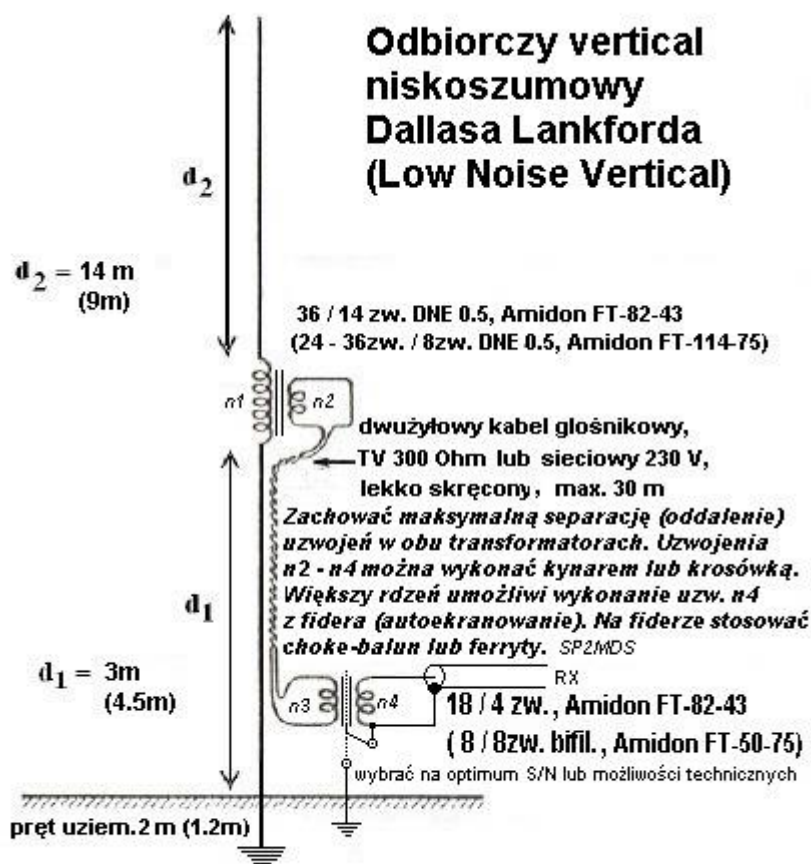
Jeśli ktoś chciałby przeprowadzić szybkie, nie wymagające nakładu czasu i środków próby, to zachęcam do eksperymentów z mega-uproszczoną wersją tej anteny. Do jej wykonania potrzeba wyłącznie odcinka 30 – 50 m zbędnego kabla koncentrycznego dowolnej impedancji. Oczywiście tak uproszczona antena LOG nie zaprezentuje w pełni swoich zalet, jednakże i tak poprawa stosunku sygnał/szum będzie bardzo odczuwalna.



7. Odbiorczy vertical Lankforda – alternatywa dla małych przestrzeni.

Dallas Lankford był profesorem matematyki na uniwersytecie w Louisianie i poświęcił wiele lat na eksperymenty z odbiorem DX-owym broadcastingowych stacji radiowych na falach średnich i długich. Do jego najciekawszych projektów należą konstrukcje krótkich, pionowych anten odbiorczych, systemów dopasowująco - odkłócających oraz łączenia takich anten w zestawy połączone regulowanymi przesuwnikami fazowymi.

Podstawowa koncepcja verticala Lankforda zakłada dopasowanie do wielkiej impedancji bardzo krótkiej anteny pionowej oraz minimalizację szumów z wykorzystaniem segmentowanej, symetrycznej linii transmisyjnej.



W nawiasach podano wymiary i zalecenia zgodne z oryginalnym projektem Autora.

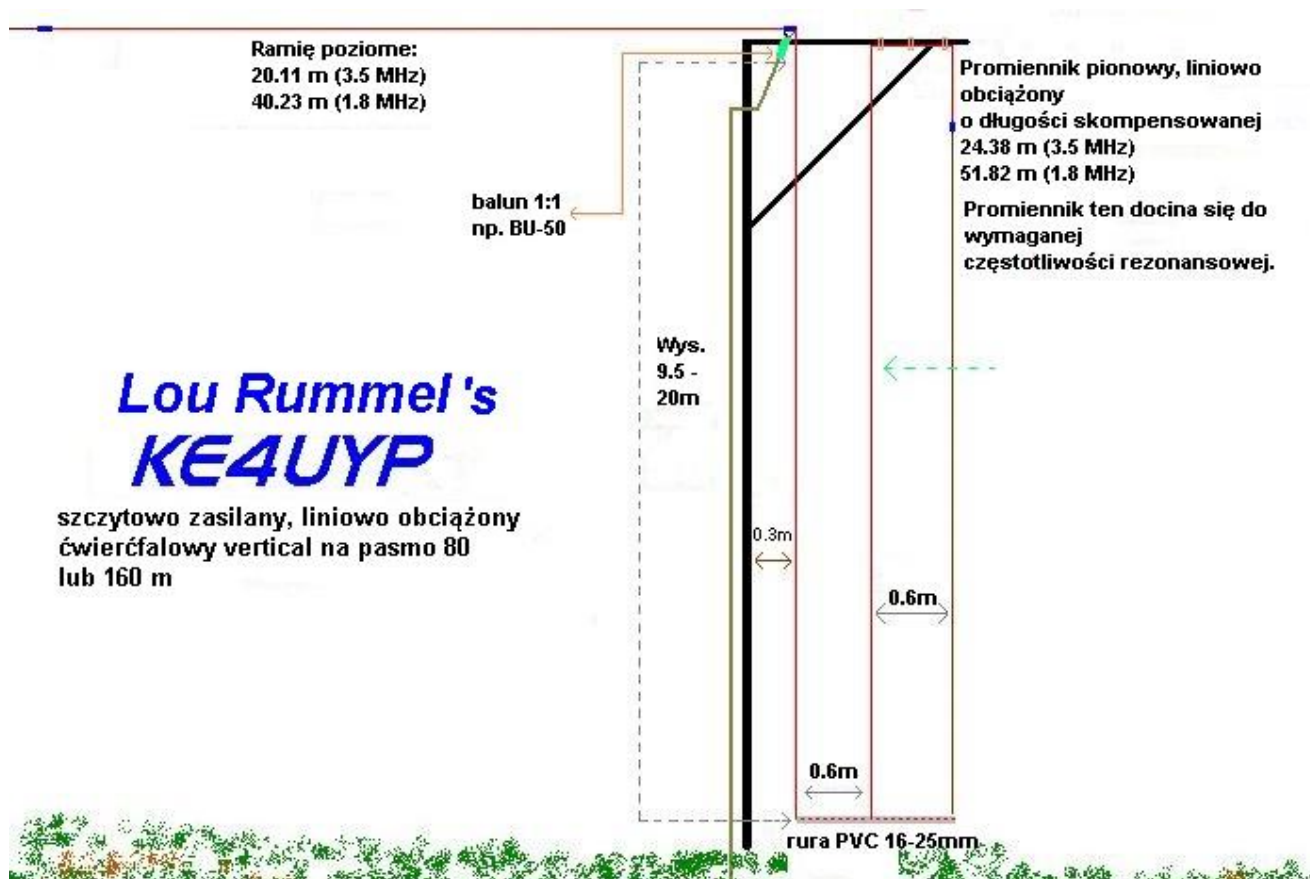
Low Noise Vertical Lankforda jest anteną bardzo atrakcyjną. Jako vertical jest z oczywistych powodów anteną głośniejszą niż wszelkie leżące na ziemi, jednakże zapewnia niskie kąty DX przy znakomitym stosunku S/N, co czyni go atrakcyjną alternatywą odbiorczą do standardowego verticala. Antena w pełni wykorzystuje zalety klasycznego pionu o wysokiej impedancji, przy jednoczesnej znacznej redukcji szumów. Autor udoskonalił antenę, zamieniając pierwszy transformator na wysokowydajny, symetryczny wzmacniacz wysokoimpedancyjny w systemie push-pull na tranzystorach polowych, z zachowaniem dalszej części systemów separacyjnych. Pozwoliło to na dopasowanie do wysokiej impedancji anteny z zachowaniem symetrii,

a jednocześnie uniknięciu strat sygnału użytecznego w wyniku dużej przekładni transformatora. Oczywiście modyfikacja taka wymaga bezszumowego zasilania wzmacniacza oddzielnym kablem oraz zabezpieczenia go przed uszkodzeniem własnym nadajnikiem bądź elektrycznością statyczną.

8. Vertical Rummela – dobra alternatywa do łączności DX i lokalnych.

Jeśli ktoś nie dysponuje odpowiednią przestrzenią w poziomie na rozwieszenie pełnowymiarowego dipola na dolne pasma KF (w szczególności 160 i 80 m), a chce uzyskać rozsądną wydajność i pasmowość anteny (co mocno ograniczają konstrukcje skracane cewkami), a dodatkowo próbować sił w DX-owaniu, to dobrą propozycją jest pomysł **Lou Rummela KE4UYP**.

Podstawą koncepcji anteny był klasyczny dipol półfalowy na 160 m, którego jedno ramię pozostawiono w tradycyjnym wymiarze $\lambda/4 * 0.97$ (~40.2 m), natomiast drugie poprowadzono w kształcie przebiegu prostokątnego, co w poziomie zajmuje ok. 3m. Elementy pionowe winny mieć wysokość ok. 9-10m, natomiast odstępy pomiędzy nimi w poziomie ok. 0.6m. Liniowo obciążone ramię wertykalne generuje dodatkową reaktancję pojemnościową, co wymaga kompensacji poprzez jego wydłużenie o ok. 21- 28 %, tj. do dł. ~52m w paśmie 160m. Jak łatwo zauważyć, przynajmniej jeden punkt mocowania anteny powinien być na wys. powyżej 11m. Wymiary nie są krytyczne, a strojenie odbywa się poprzez skracanie długości promiennika pionowego. Koncepcja anteny jest prosta i skuteczna. Antena składa się z 2 promienników poziomego i pionowego, wzajemnie się przeciwważających. Zasilanie anteny na dużej wysokości zapewnia wysoką sprawność energetyczną (nieosiągalną w klasycznych verticalach zasilanych od dołu), a praca w dwóch polaryzacjach skutkuje brakiem zaników oraz przydatnością anteny zarówno w łącznościach lokalnych jak i DX., Antena wymaga baluna 1:1, zatem mając na względzie lekkość i wytrzymałość zastosowałem fabryczny balun BU-50 firmy DIAMOND. Górna część ramienia wertykalnego umocowana jest do plecionej linki polietylenowej fi 8mm, a część dolna jest usztywniona rurką elektroizolacyjną fi 16 mm o długości 3m, która umocowana jest do podłoża za pomocą żyłek i śledzi. Cała antena wykonana jest z przewodu PKL, aby jednak uzyskać właściwe jej naprężenie i wypoziomowanie, wskazane jest wzmocnienie promiennika poziomego poprzez zastosowanie przewodu 2.5 mm², względnie zastosowanie w tym miejscu linii drabinkowej fabrycznej lub home-made. Rozwiązanie takie dodatkowo zwiększy pasmowość anteny, która standardowo na 160m wynosi ok. 100 kHz dla SWR<2.



Vertical Rummela przy pracy mocą 100 W zapewnia bardzo dobrą skuteczność w Europie oraz w sprzyjających warunkach propagacyjnych pozwala także na DX-owanie. Pod względem parametrów szumowych jest cichszy od innych verticali, np. od pólpetli o polaryzacji pionowej. Impedancja anteny jest w znacznym stopniu zależna od wysokości zawieszenia. W praktyce powinien być jak najbardziej oddalony od wszelkich pionowych elementów przewodzących. W mojej konstrukcji zastosowałem przy balunie dodatkową kasetę z przekaźnikami, pozwalającą na zmianę długości promiennika pionowego, co umożliwia pokrycie zakresu 1,81 do 1,95 MHz z SWR ≤ 1.5 .

9. Telegrafia – zapomniana emisja.

wady:

- wymaga nauki i systematycznego używania,
- wymaga poznania kodu Q, slangu amatorskiego i specyfiki korespondencji,
- ogranicza liczbę potencjalnych korespondentów.

zalety:

- zwiększenie zasięgu transmisji i operatywności np. poprzez technikę SPLIT,
- ułatwienie korzystania z beaconów oraz sieci Reverse Beacon Network.
- przynależność użytkownika do grupy pasjonatów, akceptujących dodatkowy wysiłek w podnoszenie swoich kwalifikacji,
- pewnego rodzaju elitarność i egzotyka emisji zazwyczaj skutkuje wysoką kulturą pracy i wzajemnym szacunkiem operatorów, co m in. przejawia się w natychmiastowym dostosowaniu tempa nadawania do korespondenta.