

Prostokąt Moxona na pasmo 4m

część pierwsza

Do pracy w paśmie 4m mam do dyspozycji wyłącznie ręczne radio chińskiej produkcji. Cechuje się ono dobrą czułością odbiornika i niestety niską mocą nadajnika. Czyli mam tu jedną zaletę do wykorzystania i jedną wadę do skompensowania. Można upiec obie te pieczenie przy jednym ogniu konstruując dla mojego radia antenę popularnie zwaną "Moxon" od nazwiska kolegi Leslie Moxon G6XN (SK).

Zalety tej anteny są oczywiste

- zwarta konstrukcja
- prosta budowa
- tanie materiały
- 6dBi zysku
- 30 dB tłumienia przód - tył

Jako wadę wymieniłbym mimo wszystko dość duże gabaryty dla pasma 4m.

Wymiary anteny i konstrukcja

Można skorzystać ręcznie z algorytmu Moxona opisanego w jednej z jego publikacji lub użyć kalkulatora online. Korzystając z tej drugiej opcji otrzymałem następujące wyniki:

Moxon Calculator

| Dimension | Wavelengths | Feet | Inches | Meters | Millimeters |
|---------------------|-------------|-----------|------------|----------|-------------|
| Frequency 70.15 MHz | 1.0 | 14.020801 | 168.249608 | 4.273592 | 4273.592302 |
| Diameter 8 mm | 0.001872 | 0.026246 | 0.314957 | 0.008 | 8.0 |
| A | 0.340515 | 4.774291 | 57.291495 | 1.455222 | 1455.221759 |
| B | 0.05042 | 0.706929 | 8.483152 | 0.215475 | 215.47469 |
| C | 0.009683 | 0.135765 | 1.629177 | 0.041382 | 41.381614 |
| D | 0.071717 | 1.005524 | 12.066284 | 0.306487 | 306.487371 |
| E | 0.13182 | 1.848218 | 22.178614 | 0.563344 | 563.343675 |

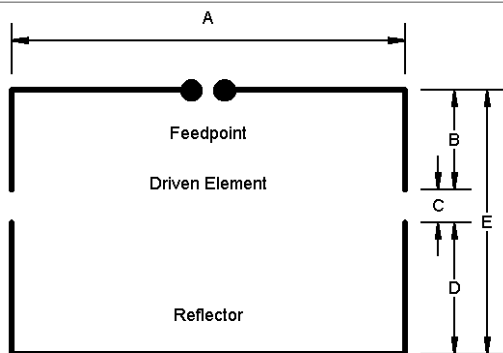


Figure 1

Moxon Rectangle Outlines

<http://tippete.net/cgi-bin/moxgen.pl>

Postanowiłem skonstruować moją antenę z rurek aluminiowych. Rurkę można zgiąć na jakimś kopycie lub za pomocą specjalnej giętarki (do kupienia za zaledwie 24 zł w popularnym serwisie aukcyjnym).



Nie kompensowałem wymiarów pod względem długości łuków w wierzchołkach prostokąta. Zaznaczyłem sobie ich środek gdzieś na rurce metodą "na oko" i po prostu zgiąłem rurkę. Przykładając ją potem do jakiegokolwiek krawędzi, zmierzyłem wymagane długości (kompensując grubość rurki) i dociąłem na wymiar. W ten sposób można osiągnąć precyzję do milimetra. Postępowałem tak, jakby boki prostokąta z obrazka były osiami rurek.

Korzystając z giętarki nie trzeba wypełniać rurki piaskiem. Korzystając z kopyta należy jednak ją wypełnić.

Gdybym konstruował antenę z drutu, wystarczyłoby go zgiąć w punkcie pod kątem prostym, ale kompensując jego grubość, żeby wymiary prostokąta przypadły na oś drutu.

Przykładowa realizacja

Materiały

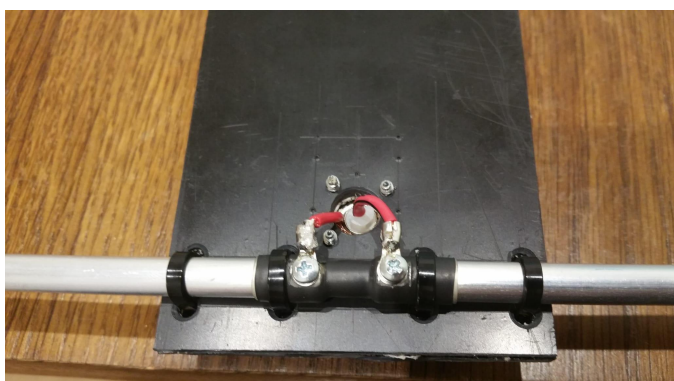
- Złącze BNC
- Rurki alu ϕ 8mm na elementy zasadnicze
Antena jest dość duża, tymczasem w marketach najczęściej można zakupić rurki o długości 2m. Udało mi się zmieścić w dwóch sztukach takich rurek
- Rurka alu ϕ 6mm na łącznik
Reflektor ma całkowitą długość przekraczającą 2m (przynajmniej dla częstotliwości jak na obrazku). Musiałem skonstruować go z dwóch elementów i połączyć galwanicznie wbijając po prostu rurkę 6mm w dwie rurki 8mm i zacisnąłem w dwóch miejscach kleszczami.
- Kołek ryflowany, bukowy ϕ 6mm
Prostokąt w trzech miejscach wymaga separacji za pomocą dielektryka o niemałej wytrzymałości mechanicznej. Nie znalazłem niczego innego, co by się do tego nadawało. Kołek dębowy czy jesionowy albo odpowiedni walek z tworzywa sztucznego prawdopodobnie byłyby lepszym wyborem. Niestety taki asortyment trudno zdobyć w markecie budowlanym. Około metrowy odcinek kołka podzieliłem na krótsze

sztuki zaznaczając wymiar C z obrazka i uwzględniając zapas po około 2 cm z każdej strony, żeby można było go wpuścić w rurkę aluminiową. Odstęp między ramionami dipola wynosi u mnie 1cm.

- **Koszulka termokurczliwa z klejem**
Ponieważ stosuję elementy drewniane, to chciałem je zabezpieczyć przed otoczeniem. Termokurcz z klejem daje szczelność i dodatkowo wzmacnia konstrukcję.
- **Rurka PCV**
Jako mocowanie do masztu
- **Listwa z tworzywa sztucznego**
W moim przypadku spełnia ona funkcję boom'a.

Feed point

To miejsce w każdej antenie wzbudza szczególne zainteresowanie. Ramiona dipola są łączone kolkiem bukowym i zabezpieczone rurką termokurczliwą. Tak samo skonstruowane są z resztą miejsca na krótszych bokach prostokąta, gdzie występują odstępy między reflektorem a wibratorem.



W miejscu zasilania tuż przy końcach rurki zamocowałem konektory oczkowe za pomocą wkrętów. Krótkie odcinki przewodu głośnikowego łączą konektory z gniazdem BNC. Na koniec szczerze zalałem wrażliwe miejsca klejem na gorąco.



Mocowanie do masztu

Antena będzie mocowana na maszcie teleskopowym. Nie chciałem jej zawieszać sznurkami. Uważam że bardziej eleganckie rozwiązanie to przewlec najcieńsze elementy masztu przez rurkę. W poprzek anteny biegnie gruba listwa z ABS laminowana z trzech warstw. Na tym elemencie zamocowany jest zarówno feed point jak i rurka z PCV o średnicy 10mm (z działu elektrycznego w markecie budowlanym). Przez tę rurkę przepuszczam ostatnie elementy masztu antenowego. Ten sposób montażu wymusza pionowe ustawienie anteny i tym samym pionową polaryzację.



Charakterystyka anteny

Uzyskałem współczynnik fali stojącej na poziomie 1,5 w całym polskim zakresie amatorskiego pasma 4m, to jest od 70,000 MHz do 70,300 MHz. Niestety dołek wykresu SWR przypadł powyżej górnej granicy pasma. Antena wyszła po prostu za krótka. Obwiniam o to zaokrąglone wierzchołki prostokąta oraz odstęp między ramionami wibratora. W każdym razie antenę tę mogę z powodzeniem stosować z moim ręcznym radiem.

Czy aby napewno?

W załączniku do Krajowej Tablicy Przeznaczeń Częstotliwości czytamy:

POL.38 Zakresy częstotliwości 70,0-70,3 MHz oraz 3400-3410 MHz mogą być wykorzystywane przez służbę amatorską na zasadzie drugiej ważności, przy czym dopuszcza się pracę stacji amatorskich z mocą nieprzekraczającą 20 W (e.i.r.p.) i spełniających wymogi norm ETSI EN 301 783.

Czyli radioamator jest zobowiązany uważać na moc wyemitowaną z anteny tak, żeby nie przekroczyła ona 20W, tymczasem prostokąt Moxona daje zysk:

$$P_G = 6\text{dBi}$$

to znaczy 6 dB w stosunku do źródła izotropowego. W rozporządzeniu moc EIRP jest wyrażona w watach. Jest to prawidłowe, ale bardzo niepraktyczne. Znacznie wygodniej jest się posługiwać mocą wyrażoną w decybelach w odniesieniu do jednego miliwata (dBm) lub w decybelach w odniesieniu do jednego wata (dBW). Przeliczmy wartość z rozporządzenia:

$$EIRP_{MAX} = 10\log\frac{20[W]}{1[W]} = 10\log(20) = 13\text{ dBW}$$

Muszę się zatem trzymać poniżej 13 dBW.

W paśmie 70 MHz nadajnik mojego ręcznego radia potrafi wypromieniować zaledwie 4W przy pełnej baterii. Tę wartość też potrzebuję mieć w decybelach. W tym przypadku kalkulator nie będzie potrzebny, bowiem z wiedzy ogólnej wynika, że czterokrotność wartości podstawowej wynosi 6dB:

$$P_{TX} = 10\log(4) = 6\text{ dBW}$$

Już widać, że jestem bezpieczny, ale dla porządku powinienem jeszcze uwzględnić straty w kablu koncentrycznym. Stosuję kabel typu RF5X. Niestety producent nie informuje o stratach dla częstotliwości 70MHz. Mogę je jednak oszacować na podstawie innych wartości:

| Częstotliwość (MHz) | Tłumienie (dB/100m) |
|---------------------|---------------------|
| 1 | 0.9 |
| 10 | 2.8 |
| 100 | 8.9 |
| 200 | 12.7 |

Korzystając z proporcji można przyjąć, że tłumienie częstotliwości 70MHz nie powinno być większe niż 7 dB/100m. Używany przeze mnie kabel koncentryczny ma długość 10m zatem:

$$P_L = 0,7\text{ dB}$$

Obliczam moc EIRP według definicji dla urządzeń nadawczych. W moim przypadku wynosi ona:

$$EIRP = P_{TX} - P_L + P_G = 6 - 0,7 + 6 = 11,3\text{ dBW}$$

Mogę odetchnąć z ulgą, ponieważ mam jeszcze całe 1,7 dBW czyli około 1,5 W zapasu.

A co gdyby moje radio było pięciowatowe?

$$P_{TX} = 10\log(5) = 7\text{ dBW}$$

$$EIRP = 7 - 0,7 + 6 = 12,3\text{ dBW}$$

Również pracowałbym w dopuszczalnych granicach.

Wnioski

Konstrukcja tej anteny jest bardzo prosta i tania. Można ją złożyć od podstaw w ciągu jednego popołudnia z materiałów dostępnych w marketach budowlanych (nie licząc złącza antenowego).

Trzeba sobie jednak rzetelnie odpowiedzieć na dwa pytania:

- Czy potrzebuję "Moxona" w paśmie 4m?
- Czy mogę używać "Moxona" z moim radiem?

Wynika to ze wspomnianej wcześniej regulacji o dopuszczalnej mocy wypromieniowanej. Nie można na przykład nadawać z tej anteny pracując na popularnej Motoroli GM350.

Zaproponowana przeze mnie konstrukcja, choć udana, cechuje się jednak dwoma istotnymi wadami:

- ma stosunkowo wysoki SWR (1,5:1)
- uniemożliwia rozłożenie na części w celu transportu

Nie spocznę zatem na laurach i wezmę na warsztat inne rozwiązania.

