

Systemy bezprzewodowe VHF



Założeniem naszym było porównanie ze sobą bezprzewodowych systemów wyposażonych w mikrofon do ręki. Takie bowiem systemy cieszą się w naszym kraju największą popularnością wśród nabywców i są często stosowane nawet na niektórych scenach profesjonalnych, choć nie jest to najlepsze rozwiązanie. Zakres VHF, z uwagi na dużą długość fali, jest stosunkowo podatny na zakłócenia. Oprócz tego pozwala na jednoczesne wykorzystanie znacznie mniejszej liczby kanałów niż ma to miejsce w przypadku UHF, zatem z założenia nie nadaje się do zadań typowo profesjonalnych. Nie wyklucza to jednak możliwości wykorzystania jednego lub dwóch mikrofonów podczas koncertu czy przedstawienia, szczególnie jeśli pozwalają na to warunki. Poza tym cena dobrego systemu VHF w dalszym ciągu jest sporo niższa niż systemu UH, i w wielu sytuacjach to bardzo poważny argument przemawiający na korzyść tych pierwszych.

Do naszej redakcji trafiły następujące systemy:

- AKG WMS60
- Azden 211R
- Azden 311DRH
- Sabine SWM-1600
- Shure Vocal Artist
- Trantec S3.2
- Trantec S3500

Wszystkie z nich – za wyjątkiem systemu Sabine – wyposażone zostały w mikrofony z kapsułami dynamicznymi. Sabine ma kapsułę pojemnościową, gdyż w aktualnej ofercie tego producenta nie ma mikrofonu dynamicznego.

Porównywać będziemy wyposażenie poszczególnych modeli, możliwości dopasowania do indywidualnych potrzeb, funkcjonalność, techniczną jakość wykonania i stabilność transmisji. Wszystkie te czynniki zostaną też wzięte pod uwagę w relacji do ceny systemu. Zaczynamy!



Opakowanie

Trzy spośród opisywanych tu systemów dostarczane są w efektywnych, plastikowych walizkach, które nie tylko ładnie wyglądają, ale i zapewniają odpowiednią ochronę naszego sprzętu. Są to systemy **Shure** i oba systemy **Trantec**. Dzięki otworom w zapięciach walizki Shure możliwe jest założenie niewielkiej kłódki, zabezpieczającej zawartość przed wykorzystaniem przez osoby niepowołane. Napis na walizce Shure wskazuje, która jej strona jest górna. Walizka systemu **Trantec** jest nieco większa, ale równie efektywna co w przypadku **Shure**. Na początku eksploatacji występują w niej problemy z otwarciem ciężko pracujących zatrzasków, ale po pewnym czasie sytuacja się poprawia. Ponieważ nalepki firmowe znajdują się po obu stronach walizki, trudno jednoznacznie określić gdzie jest góra.

System **AKG** zapakowany jest w wysciane gąbką opakowanie tekturowe z uchwytem u góry. **Sabine SWM-1600** również ma uchwyt, ale znajdujący się w środku odbiornika, nadajnika i akcesoria umieszczone są w blokujących ruchy styropianach i pudełku, a nie w gąbce dopasowanej do ich kształtów. Opakowania obu tych systemów tylko w niewielkim stopniu mogą służyć do celów transportowych i zapewne rozpadną się po dłuższej eksploatacji.

Opakowania obu systemów **Azden** służą wyłącznie do celów ekspozycyjnych i raczej nie nadają się do transportu.

Mocowanie odbiorników w raku

Każdy z porównywanych zestawów w mniejszym lub większym stopniu przystosowany jest do montażu odbiornika w stojaku rak. Pod tym względem najlepiej wyposażony jest system **AKG**, gdzie w zestawie znajdziemy wszystkie potrzebne akcesoria montażowe – uchwyty, wkręty, podkładki itp. Odbiornik **Sabine**, mający wymiar 1U, także wyposażony jest w stosowne uchwyty do przykręcenia go w raku. Oba odbiorniki **Azden** oraz systemy **Trantec** i **Shure** są przygotowane do montażu w raku, ale w ich wyposażeniu dostarczonym przez wytwórcę nie ma potrzebnych akcesoriów; trzeba je nabyć oddzielnie.

Jedynymi odbiornikami z odkręcanymi antenami są **Azden 311DRH** i **Sabine**. Po ich odkręceniu mogą współpracować z systemami dystrybucji sygnału antenowego. Ponieważ gniazda antenowe wyprowadzone są z tyłu odbiorników, każdy montaż w raku pociąga za sobą konieczność stosowania takich właśnie systemów dystrybucyjnych. Z jednej strony jest to istotną zaletą (jednoczesna praca wielu systemów w jednej obudowie), z drugiej zaś – poważnym ograniczeniem (np. gdy chcemy zamontować w raku tylko jeden odbiornik).



AKG WMS60 – najstarszy i jednocześnie jeden z najpopularniejszych systemów bezprzewodowych VHF. Jego silną bronią jest bogate wyposażenie i niska cena.

Wyposażenie

Nadajnik systemu **AKG WMS60** sprzedawany jest bez kapsuły mikrofonowej, którą trzeba dokupić oddzielnie. Na wyposażeniu standardowym znajdziemy natomiast wspomniany już wcześniej kompletny zestaw do montażu odbiornika w raku, dodatkowo pierścien zabezpieczający przed przypadkowym wyłączeniem nadajnika, uchwyt do mikrofonu z dwoma typami gwintu, wkrętak do zmiany kanałów transmisji, zasilacz sieciowy i dwie baterie R6 do nadajnika.

Systemy **Azden 311** i **211** składają się tylko z nadajnika, odbiornika i zasilacza sieciowego. Oba nadajniki mają korpusy takie same jak standardowe przewodowe mikrofony estradowe, zatem mieszczą się w typowych uchwytach. Doceni to każdy, kto choć raz zagubił lub uszkodził nietypowy uchwyt od mikrofonu bezprzewodowego.

Shure oferuje nam uchwyt mikrofonowy bez redukcji do małego gwintu, zasilacz sieciowy, baterię 9V do nadajnika, plastikowy wkrętak do regulacji poziomu Squelch i zestaw samoprzylepnych podkładek i nóżek antypoślizgowych. **Trantec** wyposażony jest w baterię do nadajnika i zasilacz sieciowy. W zestawie nie ma niestety uchwytu do mikrofonu.

Zestaw **Sabine**, oprócz odbiornika i nadajnika zawiera akumulator (NiMH 7,2V/160mAh), uchwyty do montażu odbiornika w raku, uchwyt do mikrofonu, przewód jack-

jack i kabel sieciowy. Odbiornik **Sabine** – jako jedyny spośród tu opisywanych – zasilany jest bezpośrednio z sieci i nie wymaga stosowania niepraktycznego zasilacza. Akumulator nadajnika można ładować za pomocą ładowarki wbudowanej w odbiornik – to kolejna istotna zaleta tego systemu.

Kanały transmisji

Cechą zasługującą na szczególne wyróżnienie jest możliwość zmiany kanału transmisji (częstotliwości na jakiej odbywa się łączność między nadajnikiem a odbiornikiem). Przy jednoczesnej pracy kilku systemów funkcja ta pozwala na zachowanie bezpiecznego odstępu między nimi, a w przypadku zakłóceń znalezienie takiego przedziału częstotliwości, w którym one nie występują.

AKG oferuje systemy w ramach 14 tzw. setów (zestawów). Pojedynczy system pozwala na wybór jednej z 15 częstotliwości nosnych. Wyboru dokonujemy miniaturowymi przełącznikami obrotowymi znajdującymi się w nadajniku i odbiorniku. Tablica częstotliwości, wraz z przyporządkowanymi im symbolami na przełącznikach, znajduje się na spodzie odbiornika. Trzy spośród piętnastu częstotliwości są częstotliwościami nominalnymi (zapewniającymi optymalny odstęp). Pozostałe dwanaście to tzw. częstotliwości awaryjne, na które należy przełączyć transmisję w przypadku występowania problemów. W ramach jednego zestawu możliwa jest jed-



Azden w dwóch wcieleniach: jednoantennowym 211R i dwuantennowym, różnicowym 311DRH. Sztwyne zamocowanie kapsuły w nadajniku powoduje, że jest on podatny na pukanie w korpus.

noczesna praca od dwóch do czterech systemów.

Podobnie zorganizowano system **Sabine**, który dostępny jest w czterech zestawach pracujących na różnych częstotliwościach, z których każdy zajmuje inny zakres pasma. Pojedynczy system pozwala na wybór jednej z szesnastu częstotliwości nośnej. W ramach jednego zestawu mogą pracować trzy systemy. Nadajnik wyposażony jest w unikalną funkcję sprawdzania „drożności” kanałów. Jeśli dany kanał jest zajęty przez inny system, świeci się dioda umieszczona obok przełącznika kanałów. W przypadku wolnych kanałów dioda gaśnie po dwóch sekundach.

Najwięcej możliwości ma jednak **Trantec S3500**, pozwalający na pracę z częstotliwością wybieraną cyfrowo. 32 kanały transmisji pogrupowane są w czterech bankach, a ich wyboru dokonuje się za pomocą przycisków na przedniej płycie odbiornika i znajdujących się w nadajniku. Zapisany kanał pozostaje w pamięci urządzenia nawet wtedy, gdy wyłączymy zasilanie odbiornika lub wyjmemy baterię w nadajniku.

Systemy **Azden** oraz **Shure** i **Trantec S3.2** mają stałe i niezmiennie częstotliwości pracy, co wiąże się z koniecznością sprawdzenia częstotliwości innych systemów znajdujących się

na scenie, by ich praca nie powodowała interferencji. Zaleca się, by minimalny odstęp między kanałami wynosił 50kHz, czyli podwójną częstotliwość maksymalnej dewiacji częstotliwości nośnej (patrz ramka Preemfaza i deemfaza).

Nadajniki

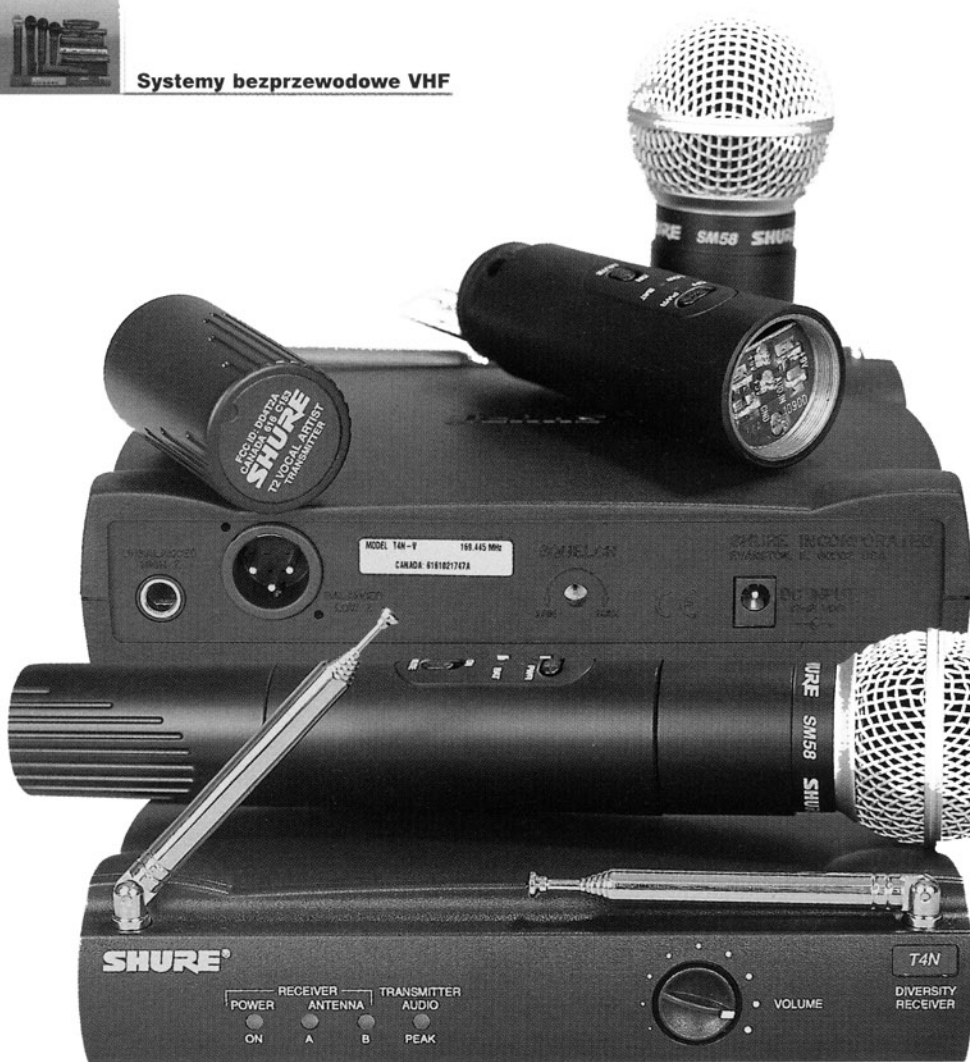
AKG WMS60 jest najdłużej produkowanym systemem ze wszystkich tu opisanych. Z jednej strony świadczy to na jego korzyść, gdyż jest wyznacznikiem popularności i wysokiej jakości, a z drugiej jest związane z pewnymi wadami. Jedną z nich jest dość kłopotliwa wymiana baterii oraz niezbyt szczęśliwie rozwiązane zabezpieczenie wyłączników zasilania i wyciszenia. Jeśli chcemy zabezpieczyć mikrofon przed przypadkowym wyłączeniem, zakładamy specjalny pierścień przykrywający wspomniane przełączniki. Zakładając inny pierścień uzyskujemy dostęp tylko do wyłącznika wyciszenia, tylko do wyłącznika zasilania lub obu naraz – w zależności od położenia pierścienia. Rozwiązanie to – mimo iż bardzo pomysłowe – obciążone jest pewnymi wadami. Walcowata powierzchnia mikrofonu nie jest gładka, a zatem dość trudna do utrzymania w czystości. Po pewnym czasie zaczną się tam gromadzić za-

Preemfaza i deemfaza

Współczesne systemy bezprzewodowe stosowane do celów transmisji VHF i UHF bazują na tzw. *modulacji częstotliwościowej*. Przy jej wykorzystaniu amplituda sygnału transmitowanego drogą radiową jest stała (wysyłany jest sygnał o jednakowym poziomie), a zmienia się jedynie jego częstotliwość. Poziom zmian tej częstotliwości jest wprost proporcjonalny do zmian amplitudy częstotliwości akustycznej (mowy, śpiewu, muzyki). Czym głośniejszy sygnał zostanie dostarczony ze źródła dźwięku, tym bardziej od częstotliwości nominalnej odchyli się częstotliwość nośna. Wartość o jaką częstotliwość zmienia się od częstotliwości nośnej (środkowej) nosi nazwę *dewiacji częstotliwości*. Maksymalna przyjęta dewiacja wynosi 50kHz, zatem przykładowa częstotliwość nośna 200MHz będzie się zmieniać od 199,975MHz do 200,025MHz. Wielkością charakterystyczną dla modulacji częstotliwości jest tzw. *wskaźnik modulacji*, który równa się stosunkowi dewiacji częstotliwości do częstotliwości modulującej (akustycznej). Nie wdając się w skomplikowane wywody stwierdzić należy, że czym jest on większy, tym transmisja jest bardziej stabilna, a sygnał transmitowany bardziej odporny na zakłócenia. Dla wyższych częstotliwości wskaźnik modulacji gwałtownie maleje (dla 500Hz wynosi 100, a dla 15kHz już tylko 3,3), dlatego dla zwiększenia stosunku sygnału do szumu podnosi się poziom sygnałów o wyższych częstotliwościach. Układ ten nosi nazwę *toru preemfazy*. Po stronie odbiorczej zastosowana jest *deemfaza*, której zadaniem jest stłumienie podbitych wysokich częstotliwości tak, by uzyskać prostą charakterystykę wypadkową. Sposób korekcji wysokich częstotliwości nie może jednak być dowolny. Zbytne ich uwypuklenie powoduje niebezpieczeństwo zbyt dużej modulacji (przemodulowań), co może prowadzić do zniekształceń w górnym zakresie pasma akustycznego.

nieczyszczenia (w tym miejscu wykonawca najczęściej trzyma mikrofon), a stąd już krótka droga do uszkodzenia wyłączników.

Nadajnik wyposażony jest w wyłącznik zasilania oraz wyłącznik wyciszenia (blokuje tor niskiej częstotliwości, nadajnik pozostaje cały czas aktywny). Znajdująca się z boku korpusu dioda swoim lekkim świeceniem informuje o sprawności baterii; jasne świecenie oznacza, że baterie wyczerpią się po upływie 90 minut (lub mniej – w zależności od ich jakości i temperatury otoczenia). Nadajnik wyposażony jest w potencjometr montażowy, pozwalający na ustawienie optymalnej czułości toru modulatora. Dzięki temu można uniknąć przesterowań nadajnika przy bardzo silnym głosie wokalisty oraz lepiej go wystereować, gdy do mikrofonu mówi osoba trzymająca go z daleka od ust. Obrotowy przełącznik umożliwia ustawienie jednego z 15 kanałów transmisji, korespondującego z tym, który ustawiliśmy w odbiorniku. Ważną ce-



Shure – niedroga, efektywna i efektowna propozycja systemu bezprzewodowego. Prosty w obsłudze, oferuje klasyczne brzmienie kapsuły SM58 lub tańszej BG3.1.

chą nadajnika AKG jest możliwość łatwej wymiany kapsuł. Użytkownik może wkręcić jedną ze standardowych pięciu główek AKG: dynamicznych D880, D3700, D3800 lub pojemnościowych C5900 i C535. Wymiana odbywa się szybko i sprawnie, a pewny kontakt między kapsułą a nadajnikiem zapewniają sprężyste, pozłacane styki. Nadajnik AKG ma dipolową antenę nadawczą biegnącą wewnątrz korpusu. Mikrofon nie jest zabezpieczony przez toczenie się po gładkiej, pochylej powierzchni.

Systemy **Azden 221R** i **311DRH** wyposażone są w takie same nadajniki – typ 31HT z wkładką dynamiczną. Kapsuła zamocowana jest dość sztywno w korpusie nadajnika, nie tłumiąc dostatecznie puknięć w mikrofon czy odgłosów wkładania go do uchwytu. Kapsuła jest niewymienna. Nadajnik zasilany jest z jednej baterii R6, którą można łatwo i szybko wymienić na nową. Znajdujący się z boku korpusu wyłącznik ma trzy pozycje – wyłączenia, wyciszenia mikrofonu i włączenia. Dwa ostatnie stany sygnalizowane są różnymi kolorami świecenia diody sygnalizacyjnej – czerwonym i zielonym. Przy spadku napięcia baterii zasilającej dioda przygasa. Antena nadawcza znajduje się wewnątrz nadajnika i

biegnie wokół cokołu mocowania kapsuły mikrofonu. Podobnie jak AKG, mikrofony Azden nie są zabezpieczone przez toczenie się po gładkiej, pochylej powierzchni.

Nadajnik **Sabine** wyposażony jest w kapsułę pojemnościową zintegrowaną z przedwzmacniaczem. Aby wymienić baterię zasilającą należy ją odkręcić, włożyć nowe ogniwo, a następnie zakręcić trafiając na odpowiednie złącze w korpusie nadajnika. Sam korpus mikrofonu pokryty jest miłym w dotyku tworzywem; jest także ergonomicznie wyprofilowany. Gumowy pierścień biegnący wokół kapsuły zabezpiecza mikrofon przed toczeniem się. Zabezpieczeniem jest też antena wystająca z tyłu nadajnika, schowana wewnątrz efektywnie wyglądającego zakończenia. Mikrofon wyposażony jest tylko w wyłącznik nadajnika. Pod odsuwaną kłapką z napisem Sabine znajduje się obrotowy przełącznik kanałów transmisji oraz dioda sygnalizująca aktualnie wolny kanał.

Nadajnik **Shure** to nieomal wzór prostoty i „klasyka gatunku”: korpus w kształcie rury zakończony wymienną, odkręcaną kapsułą. Wyłączniki zasilania i wyciszenia znajdują się na boku korpusu – pierwszy działa w poziomie, a drugi w pionie. Wyłączniki można

łatwo przełączyć opuszką palca, ale przypadkowa zmiana ich położenia jest całkowicie niemożliwa. Znajdujące się przy nich diody świecące sygnalizują włączenie zasilania i spadek napięcia baterii. Po odkręceniu dolnej części nadajnika uzyskujemy łatwy dostęp do zapinek ogniwa zasilającego oraz potencjometru montażowego regulującego czułość modulatora. Z uwagi na sporą masę części zawierającej kapsułę, nadajnik Shure należy do najcięższych spośród tu opisywanych oraz świetnie leży w dłoni. Mikrofon nie ma zabezpieczenia przed toczeniem się oraz żadnych możliwości wyróżnienia go wśród innych znajdujących się na scenie – np. kolorowym pierścieniem. Antena nadawcza znajduje się wewnątrz.

Mikrofon systemu **Trantec S3.2** ma zamocowaną na stałe, niewymienną kapsułę. Wyłącznik nadajnika znajduje się pod spodem korpusu, a sygnalizacja włączenia odbywa się za pomocą diody świecącej znajdującej się tuż obok niego. Nadajnik zasilany jest z baterii 9V, do której dostęp uzyskujemy po przekręceniu pierścienia znajdującego się pod kapsułą i ściągnięciu na dół plastikowej osłony. Trzeba przyznać, że montaż i demontaż baterii jest jednym z najbardziej niewygodnych z jakimi mieliśmy do czynienia. Bateria wchodzi z ogromnym trudem, a jej wyjęcie bez pomocy płaskiego wkrętaka jest praktycznie niemożliwe. Najlepszym rozwiązaniem jest delikatne przecięcie blaszek kontaktowych w nadajniku, co powinno sprawić, że bateria wejdzie z mniejszym oporem.

Mikrofon wchodzący w skład systemu **Trantec S3500** ma taki sam kształt i wygląd jak ten z systemu **S3.2**, jednak podstawowa różnica między nimi polega na możliwości przestrajania częstotliwości nadawania i możliwości zmiany czułości modulatora. Regulacje te odbywają się za pomocą dwóch przycisków dostępnych po odsunięciu pokrywy baterii. Przyciski te występują wprawdzie w nadajniku S3.2, ale są nieaktywne. O aktualnej częstotliwości i poziomie Gain informują nas wskazania wyświetlacza ciekłokrystalicznego znajdującego się na boku korpusu nadajnika. Trantec S3500 jest bodaj jedynym systemem VHF wyposażonym w cyfrowo przestrajany nadajnik i odbiornik oraz towarzyszące im wyświetlacze siedmiosegmentowe (nadajnik) i alfanumeryczne (odbiornik).

W obu mikrofonach Trantec znajduje się wewnętrzna antena poprowadzona wzdłuż płytki drukowanej nadajnika oraz dookoła korpusu. Mikrofony nie mają zabezpieczenia przed toczeniem się po gładkiej powierzchni.

Odbiorniki

Odbiornik systemu **AKG WMS60** pracuje w dwuanutowym układzie różnicowym, z przelączaniem na antenę aktualnie odbierającą silniejszy sygnał. Wykonana z plastiku



obudowa wyposażona jest w wyłącznik zasilania, regulator progu odcięcia Squelch (patrz ramka), regulator głośności na wyjściu, przełącznik kanału odbioru, diody wyciszenia nadajnika, poziomu sygnału w.cz., poziomu sygnału m.cz. i wskaźniki aktywności torów odbioru A i B na płycie czołowej oraz wyjścia XLR, jack TS, gniazdo zasilania i przełącznik poziomu wyjścia symetrycznego na płycie tylnej. Znajdujące się z przodu 7-elementowe anteny teleskopowe można ustawić pod dowolnym kątem w przód i na boki. W zależności od pasma transmisji producent zaleca wyciągnąć anteny na określoną długość – w naszym przypadku było to pięć segmentów. Konstrukcja urządzenia nie pozwala na jednoczesne korzystanie z wyjścia symetrycznego (XLR) i niesymetrycznego (TS). Dla tego pierwszego można zmieniać poziom wyjściowy z liniowego na mikrofonowy. Obok gniazda wtyczki zewnętrznego zasilacza znajdują się przeploty pozwalające na takie zaczerpienie przewodu zasilającego, by zabezpieczyć go przed przypadkowym wyciągnięciem.

Azden 211R jest systemem jednoantennowym. Teleskopowa antena ma cztery segmenty, a jej położenie można swobodnie regulować we wszystkich kierunkach. Obudowa odbiornika 211R w całości wykonana jest z metalu, a górną jej część stanowi aluminiowa

Squelch

Wraz z sygnałem użytecznym odbiornik odbiera sygnał nieużyteczny – szumy, zakłócenia od innych systemów i wszelkiego rodzaju „brudy” pojawiające się w eterze. W normalnych warunkach sygnał z nadajnika jest wystarczająco silny, by jego poziom indukowany w bloku odbiorczym całkowicie maskował sygnały zakłócające. Gdy jednak warunki transmisji ulegają pogorszeniu, spada odstęp od zakłóceń i rośnie prawdopodobieństwo pojawienia się tych ostatnich w chwilach, gdy nie ma modulacji (gdy nie mówimy, albo nie śpiewamy do mikrofonu). Układ o nazwie Squelch ma za zadanie wyciszenie toru odbiorczego w momencie, gdy proporcje sygnału użytecznego do zakłóconego gwałtownie zmieniają się na korzyść tego ostatniego. Zazwyczaj dzieje się to w momentach, gdy całkowicie zanika sygnał z na-

dajnika lub sygnał modulujący. Ustawienie zbyt niskiego progu odcięcia może być przyczyną np. ucinania końcówek słów, gdyż układ bramki traktuje ciche dźwięki jak zakłócenia i wycisza tor odbioru. W praktyce Squelch najlepiej ustawiać w następujący sposób. Włączamy odbiornik i nadajnik. Ustawiamy Squelch na minimum tak, by bramka była całkowicie nieaktywna. Ściszymy tor miksera, na który podaliśmy sygnał z odbiornika, ale nie całkowicie, lecz na tyle by słyszeć odbierany sygnał. Wyłączamy zasilanie nadajnika; jeśli na wyjściu odbiornika pojawia się gwałtowny szum, zmniejszamy nieco próg bramki (kręcimy regulatorem w prawo). Czynność tę powtarzamy do momentu, w którym wyłączeniu nadajnika nie towarzyszy pojawianie się zakłóceń. ●

kształtka elektrochemicznie barwiona na kolor czarny. Przednia płyta odbiornika zawiera jedynie diodę sygnalizującą włączenie i odbiór częstotliwości nośnej z nadajnika. Z tyłu znajdziemy regulator siły głosu, niesymetryczne wyjście sygnałowe oraz gniazdo zewnętrznego zasilacza. Skromność wyposażenia odbiornika idzie w parze z jego solidnością i masywnością konstrukcji.

Pod względem solidności budowy swemu młodszemu bratu nie ustępuje dwuanten-

ny, różnicowy odbiornik systemu **Azden 311DRH**. Aluminiowa płyta czołowa zawiera przechyłowy wyłącznik zasilania z towarzyszącą mu diodą POWER, wyświetlacz z diodami aktywności kanałów odbiorczych A i B, liniowy wskaźnik poziomu sygnału nośnego (RF) i wskaźnik poziomu sygnału akustycznego (AF). Z prawej strony znajduje się regulator poziomu wyjściowego z odbiornika. Z tyłu umieszczono dwa gniazda BNC do przyłączenia stałych anten prętowych, regu-



Sabine – potężnie wyposażony system bezprzewodowy, będący w zasadzie kompletnym torem mikrofonowym z zaawansowaną obróbką dynamiczną sygnału i blokiem odsprężającym.

lator poziomu Squelch, gniazdo zasilacza sieciowego i działające równolegle wyjścia XLR i jack TS. Wnętrze odbiornika kryje w sobie dwustronnie drukowaną płytkę zawierającą dwa odseparowane torów odbiorcze. Chassis odbiornika jest wykonane całkowicie z metalu, ze stosownymi przetłoczeniami i otworami technologicznymi – to prawdziwa rzadkość wśród odbiorników VHF!

Odbiornik systemu **Sabine SW-1600** to urządzenie z zupełnie „innej bajki”. Oprócz toru odbiorczego zawiera on w sobie blok redukcji sprzężeń akustycznych, deeser oraz kompresor – czyli kompletny tor mikrofonowy, w wielu wypadkach eliminujący konieczność stosowania dodatkowych procesorów. Odbiornik jest zasilany bezpośrednio z sieci, co eliminuje konieczność stosowania zewnętrznych zasilaczy (choć możliwe jest zasilanie za ich pośrednictwem dzięki stosowanemu złączu). To jeszcze nie wszystko – wbudowana ładowarka pozwala na jednoczesne ładowanie dwóch akumulatorów 6F22 (7,2V) stosowanych w mikrofonach i nadajnikach paskowych Sabine. Przednia płyta odbiornika zawiera kieszeń ładowarki z dwoma diodami sygnalizującymi gotowość ogniw do pracy, sekcję eliminatora sprzężeń, regulator głębokości działania deesera, trzy regulatory kompresora plus 5-diodowy wskaźnik redukcji wzmocnienia oraz blok odbiornika. W tym ostatnim znajdziemy przełącznik kanałów wraz z wyświetlaczem, wskaźnik poziomu sygnału z nadajnika i wskaźnik poziomu sygnału audio. Całości dopełnia regulator poziomu wyjściowego i wyłącznik zasilania. Chassis i pokrywę górną wykonano z metalu, zaś samą płytę czołową z plastiku. Tylna płyta zawiera dwa gniazda antenowe, symetryczne wyjście mikrofonowe XLR, wyjście niesymetryczne z przełączanym poziomem, gniazdo alternatywnego zasilacza sieciowego, gniazdo do przyłączenia kabla sieciowego i regulator Squelch.

Odbiorniki **Shure** z serii T, od czasu ich niedawnego przekonstruowania, znacznie zyskały na atrakcyjności, a ich konstrukcja wewnętrzna uległa znaczącej poprawie. Jednostronnie drukowaną płytkę obsadzoną elementami przewlekkanymi zastąpił dwustronny druk z podzespołami montowanymi powierzchniowo. Odbiornik pracuje w systemie różnicowym i wyposażony jest w dwie stałe, 7-segmentowe anteny teleskopowe, które można ustawić pod dowolnym kątem – także do tyłu. Na przedniej płycie umieszczono diodę włączenia zasilania, wskaźniki aktywności torów odbioru A i B, wskaźnik przesterowania sygnału w nadajniku i regulator poziomu wyjściowego z odbiornika. Z tyłu znajdują się niezależne wyjścia: liniowe niesymetryczne (jack TS) i mikrofonowe XLR oraz regulator Squelch i gniazdo do przyłączenia zasilacza. Obudowa odbiornika jest w całości plastikowa i bardzo lekka, dlatego łatwo ją zrzucić, gdy nieopatrznie zawadzimy za kabel łączący odbiornik z mikserem... Przed wyciągnięciem przewodu zasilającego z gniazda chroni kątowa wtyczka oraz znajdująca się pod spodem odbiornika uchwyt do przewleczenia kabla.

Trantec S3.2 jest prosty, ale bardzo solidnie wykonany. Jedynym plastikowym elementem jest w nim płyta czołowa; chassis, tył i pokrywa górna wykonane są z metalu, przy czym ta ostatnia jest jednolitym fragmentem kształtki aluminiowej. Dwie stacjonarne, 7-segmentowe anteny znajdują się na przedniej płycie odbiornika, który pracuje w trybie różnicowym. Na zestaw wskaźników składa się dioda włączenia zasilania, 4-diodowy wskaźnik poziomu sygnału z nadajnika, wskaźniki aktywności torów odbioru A i B oraz wskaźnik przesterowania nadajnika. Z tyłu znajdziemy gniazdo zasilacza, regulator poziomu wyciszania Squelch i regulator poziomu wyjściowego. Wyjściem jest pojedyncze gniazdo niesymetryczne jack TS, pracujące z poziomem liniowym. Wielowtykowe

RF, AF, w.cz., p.cz., m.cz.

Powyższe skróty nic nie mówią osobom, które nie miały do czynienia z transmisją i odbiorem radiowym. Mamy powody przypuszczać, że ten dział elektroniki nie jest podstawowym hobby ludzi zajmujących się muzyką i nagłośnieniem, dlatego rozszyfrujemy te tajemnicze określenia.

RF to skrót od Radio Frequency, co po polsku nazywamy częstotliwością nośną. To fala elektromagnetyczna o krótkiej długości (czyli dużej częstotliwości) niosąca w sobie informację o przesyłanym sygnale. Ten przesyłany sygnał to właśnie AF, czyli Audio Frequency – fala o częstotliwości słyszalnej: głos, mowa, sygnał akustyczny.

W.cz. oznacza wysoką częstotliwość, p.cz. – częstotliwość pośrednią, a m.cz. małą częstotliwość. Dwa pierwsze określenia odnoszą się do konkretnego urządzenia, dlatego w przypadku urządzenia krótkofalowego wysoką częstotliwością będzie np. 27MHz, a urządzenia UHF częstotliwość np. 800MHz. Częstotliwość pośrednia jest efektem procesu przemiany częstotliwości, w którym mieszany jest wzmocniony sygnał odbierany przez antenę z sygnałem stabilnym częstotliwościowo pochodzącym z tzw. heterodyny. Sygnał o częstotliwości pośredniej jest następnie wzmacniany, a potem poddany obróbce w bloku tzw. detektora, po opuszczeniu którego mamy już do czynienia z sygnałem o częstotliwości akustycznej – m.cz. Sygnał ten, po układzie wzmocnienia, podawany jest na wyjście odbiornika.

Widzimy zatem, jak trudną i skomplikowaną drogę musi przebyć dźwięk transmitowany radiowo. Jak każda transmisja, tak i transmisja radiowa podlega pewnym ograniczeniom dynamicznym i pasmowym; do tego dochodzą wnoszone przez każdy układ wzmocnienia i przemiany zniekształcenia oraz szumy. Są one oczywiście kompensowane przez stosowne układy, jak preemfaza i deemfaza, ekspander, korektor częstotliwości, fazy itd., ale jedno nie ulega wątpliwości. Nawet najlepszy układ transmisji bezprzewodowej nie dorówna klasycznej transmisji z wykorzystaniem prostego układu: mikrofon-przewód-wejście miksera. Dodać jednak trzeba, że niektóre systemy bezprzewodowe są już bardzo blisko...

gniazdo oznaczone jako DATA służy do celów serwisowych.

Zdecydowanie bardziej zaawansowany technologicznie jest odbiornik systemu **Trantec S3500** – dwuantenowy, z systemem różnicowym. Dzięki cyfrowemu sterowaniu wszystkimi funkcjami użytkownik może przestrajać częstotliwość odbioru, zmieniać banki kanałów, próg odcięcia sygnału (Squelch), a nawet wpisywać nazwę wyświetlaną na wyświetlaczu (np. w celu identyfikacji nadajnika). Wyświetlacz pokazuje też poziom fali nośnej docierającej z nadajnika lub poziom sygnału modulującego. Tylna płyta odbiornika wyposażona jest tak samo jak w przypadku S3.2. Dodano jedynie symetryczne gniazdo



XLR, na którym występuje sygnał o poziomie mikrofonowym. Konstrukcja mechaniczna odbiornika S3500, obudowa i sposób jej wykończenia, jest – podobnie jak w przypadku S3.2 – na najwyższym poziomie.

W praktyce

Test praktyczny został przeprowadzony na kompletnej aparaturze nagłośnieniowej, z pięcioma systemami włączonymi na poszczególne kanały miksera. Korekcja w każdym z nich została ustawiona na zero. Potencjometry poziomu wyjściowego w każdym z odbiorników ustawiono na maksimum, a sygnał wprowadzono z niesymetrycznych wyjść liniowych.

Pierwsze problemy zaczęły się w momencie podłączania zasilaczy odbiorników. Najmniej kłopotów sprawiały te, które miały przewód sieciowy i przewód niskonapięciowy, a najwięcej te, które występowały w formie wtyczki bezpośrednio włączanej do gniazdka. Spore rozmiary zasilaczy systemów Trantec i Azden sprawiają, że oprócz swojego gniazda zakrywają dwa sąsiednie, uniemożliwiając ich wykorzystanie przez inne urządzenia.

Korzystając z możliwości ustawienia kanału w systemach AKG, Sabine i Trantec, rozsunęliśmy częstotliwości transmisji poszczególnych systemów na bezpieczny dystans. Rozkład kanałów wyglądał następująco:

- Shure – 169,445MHz
- Azden – 171,045MHz
- Trantec – 175MHz
- AKG – 180,750MHz
- Sabine – 202,4MHz

Pierwszy test polegał na wyłączeniu wszystkich nadajników i ustawieniu minimalnej wartości parametru Squelch. Nawet przy całkowitym wyłączeniu bramki stabilnie zachowywały się odbiorniki Shure, Sabine i Trantec. Azden emitował bardzo głośny szum, a AKG cichy gwizd. Obniżenie progu odcięcia bramki do połowy zakresu regulacji spowodowało całkowite stłumienie szumu w odbiorniku Azden. Aby wyłączyć cichy poszum w AKG, należało próg bramki ustawić niemal przy samym końcu zakresu regulacji. Opisana sytuacja dotyczyła dwuantenowego odbiornika Azden. Odbiornik jednoantenowy nie ma regulacji Squelch i wyłączenie nadajnika w tych warunkach kończyło się wystąpieniem intensywnego szumu na wyjściu.

Dla potrzeb kolejnych testów poziom Squelch we wszystkich odbiornikach ustawiono na 3/4 pełnego zakresu. Należy też dodać, że wszystkie odbiorniki stały obok siebie. Aby zachować wiarygodność porównań brzmieniowych należało ustawić jednakowy poziom głośności wszystkich kanałów, do których podłączone były odbiorniki. W tym celu każdy mikrofon zbliżyliśmy na odległość

10cm do monitora emitującego szum i tłumikami kanałowymi ustawialiśmy jednakowy poziom SPL na zastawach nagłośnieniowych.

Mikrofony stały na statywach, jeden obok drugiego. Jedna z osób uczestniczących w teście mówiła i śpiewała do każdego mikrofonu po kolei. By uniknąć interferencji i zabarwienia brzmienia, w danej chwili aktywny był tylko jeden mikrofon, zaś resztę kanałów wyciszano.

AKG WMS60: z kapsułą D880 mikrofon oferuje konturowe brzmienie z wyraźnie wyeksponowanymi wysokimi, soczystymi częstotliwościami. Wyłączeniu zasilania w nadajniku towarzyszy krótki, piskliwy dźwięk. Włączanie i wyciszanie odbywa się bezgłośnie. Za sprawą dobrze odizolowanej mechanicznie kapsuły mikrofon jest mało podatny na puknięcia w korpus. Dostęp do wyłącznika zasilania jest trudny, ale wyciszanie odbywa się bez problemów. Nadajnik dobrze leży w ręku; wraz z kompletem baterii waży 300 gramów. W odbiorniku znajdziemy dwudiodowy wskaźnik poziomu natężenia pola RF (jakość transmisji) i dwudiodowy wskaźnik poziomu modulacji, dający obsługującemu możliwość ustawienia optymalnej czułości w nadajniku. Wymiana dwóch baterii R6 przebiega stosunkowo szybko, choć samo wyciągnięcie krótkich tasiemek pomocnych przy wyjmowaniu baterii do najprostszych nie należy.



Trantec – zaawansowana technologia i solidność wykonania odbiorników natychmiast rzucają się w oczy. Gdyby jeszcze lepsze nadajniki...

Azden 211R, 311DRH: w obu przypadkach nadajniki są takie same, natomiast odbiorniki reprezentują różne klasy. Jednoantenny 211R ma jedynie wskaźnik transmisji i regulator poziomu wyjściowego z nadajnika. Poziom bramki Squelch jest ustalony fabrycznie i nie ma możliwości jego zmiany przez użytkownika. Nadajnik 311DRH to typowa dwu-antenna konstrukcja diversity z regulacją Squelch, wyposażona w komfortowe 5-diodowe wskaźniki poziomu nośnej oraz wystrojenia modulatora nadajnika. Brzmienie mikrofonu Azden można określić jako poprawne. Sztwyne zawieszenie wkładki sprawia, że mikrofon jest bardzo podatny na puknięcia w korpus. Wyłączeniu zasilania nadajnika towarzyszy dość głośny stuk. Brak regulacji czułości w nadajniku sprawia, że dynamicznie śpiewający wokalista spowoduje przesterowanie nadajnika. Istotną zaletą jest natomiast mała waga nadajnika (200 gramów), spowodowana m.in. zastosowaniem tylko jednego ogniwa R6. Jego wymiana jest zdecydowanie najłatwiejsza i przebiega najszybciej w porównaniu do innych testowanych tu systemów.

Sabine SWM-1600: system ten wyposażony jest w praktycznie wszystko co po-

trzebuję realizator dźwięku w torze mikrofonowym – cyfrowy filtr sprzężeń, de-eser i kompresor. Ogromnym ułatwieniem jest też wbudowana w odbiornik ładowarka na dwa akumulatory do nadajnika, możliwość zmiany kanałów transmisji oraz funkcja sprawdzania przez nadajnik, czy wybrany kanał jest wolny. Brzmienie mikrofonu jest nieco matowe, co wynika z płaskiej charakterystyki kapsuły. Włączanie i wyłączenie nadajnika odbywa się bezgłośnie (nadajnik nie ma przełącznika wyciszania). Dioda sygnalizująca włączenie transmisji zapala się tylko na dwie sekundy w momencie włączenia a potem, jeśli bateria zasilająca jest sprawna, gaśnie. Odbiornik oferuje o 9dB mniejszy poziom na wyjściu liniowym niż inne systemy, zatem lepszym rozwiązaniem będzie skorzystanie z symetrycznego wyjścia mikrofonowego o przełączanym poziomie sygnału (HIGH/LO). Czytelne, wielodiodowe wskaźniki poziomu RF i AF ułatwiają ocenę jakości transmisji. Waga nadajnika wynosi 240 gramów razem z baterią. Wymiana ogniwa przebiega dość sprawnie, choć należy zwrócić szczególną uwagę na biegunowość. Odwrotne włożenie ba-

terii (akumulatora) może spowodować... uszkodzenie gwintu w korpusie podczas zakręcania kapsuły.

Shure Vocal Artist: mikrofon ten oferuje klasyczne brzmienie z wyeksponowanym wyższym środkiem i lekko podciągniętym dołem. Wersja z kapsułą BG3.1 brzmi podobnie jak SM58, choć w porównaniu do niej ma nieco mniej przejrzystą górę i nie tak precyzyjny dół. Wyłączeniu nadajnika towarzyszy cichy stuk. Wymiana baterii jest niekłopotliwa i przebiega bardzo sprawnie. Nadajnik z kapsułą SM58 waży 350 gramów, z kapsułą BG3.1 – 280 gramów. Konstrukcja odbiornika została uproszczona do minimum, przy zachowaniu niezbędnej dozy funkcjonalności.

Trantec S3.2, S3500: mikrofon – z kapsułą identyczną w obu systemach – brzmi bardzo klarownie, a jego barwa wielu osobom może przypaść do gustu. Twarde zawieszenie kapsuły sprawia jednak, że wszelkie puknięcia w korpus są doskonale słyszalne w głośnikach. Wsłuchując się w nie zwróciłem uwagę na delikatny poszum towarzyszący wybrzmiewaniu stuków, słyszalny także przy bardzo cichym mówieniu do mikrofonu.

Włączanie nadajnika odbywa się bezgłośnie, wyłączeniu towarzyszy ciche puknięcie. W odbiorniku S3500 jest fluorescencyjny wskaźnik wskazujący częstotliwość pracy, aktywność bramki Squelch, poziom sygnału transmisji i poziom modulacji. Odbiornik S3.2 nie ma takich udogodnień – wskazuje jedynie odbiór sygnału i przesterowanie modulatora. Nie ma też możliwości zmiany kanału transmisji. Wymiana baterii w nadajnikach jest dość problematyczna. O ile z jej włożeniem nie ma specjalnych kłopotów, o tyle do wyjmowania najlepiej jest zastosować płaski wkrętak... Nadajnik wraz z baterią waży 275 gramów.

Rozchodzenie się fal UKF

Fale ultrakrótkie (UKF) obejmują częstotliwości powyżej 30MHz. Wśród urządzeń stosowanych na scenie wyróżnia się dwa podzakresy:

- fale metrowe VHF 30 – 300MHz (długość 10m-1m)
- fale decymetrowe UHF 300 – 3000MHz (długość 1 m-10cm)

Teoretycznie fale ultrakrótkie rozchodzą się podobnie jak światło widzialne, odbijając się od obiektów o dużej gęstości i ulegając rozproszeniu i tłumieniu w atmosferze czy innych ośrodkach. W rzeczywistości zasięg fal ultrakrótkich jest większy dzięki dyfrakcji, czyli załamaniu toru fali na krawędzi horyzontu czy wzniesień i budynków, co z oczywistych względów (usytuowanie nadajnika na poziomie ziemi) nie wchodzi w rachubę. Tłumienie jest spowodowane głównie obecnością wody (deszcz, śnieg, mgła itd.) i pary wodnej. Intensywność tłumienia jest proporcjonalna do wzrostu częstotliwości. ●



Zasięg

Zasięg transmisji zależy od bardzo wielu czynników. Producenci na ogół podają zasięg w terenie płaskim, gdzie między stabilnie umieszczonym nadajnikiem a odbiornikiem nie występują przeszkody, a obecność obcych pól elektromagnetycznych została zredukowana do minimum. W praktyce jednak takie warunki nie występują. Na scenie jest mnóstwo urządzeń emitujących zakłócające pola, pełno na niej wszelkiego rodzaju przedmiotów odbijających lub pochłaniających fale radiowe, a sam nadajnik (wraz z wykonawcą) bez przerwy zmienia miejsce położenia.

W takich też warunkach – włączając dodatkowo wszystkie testowane nadajniki i odbiorniki – sprawdzaliśmy praktyczny zasięg transmisji. Jedna z osób uczestniczących w teście oddalała się z mikrofonem od stanowiska z odbiornikami, a druga pilnie obserwowała ich wskazania, punkt pierwszego zaniku lub wyraźnie słyszalnego zakłócenia w transmisji przyjmując jako granicę zasięgu. Dodajmy, że na czas trwania tego testu bramki Squelch zostały ustawione na minimum, by wyraźnie słyszeć co dzieje się z transmitowanym sygnałem.

AKG, Azden, Shure i Trantec wykazały się praktycznym zasięgiem nie przekraczającym 15 metrów. Powyżej tego dystansu we wszystkich tych systemach pojawiały się większe lub mniejsze zakłócenia transmisji. Najmniej słyszalne były w systemie **Trantec**, gdzie sygnał po prostu zanikał, bez żadnych efektów ubocznych. **AKG i Shure** na granicy zasięgu emitowały dość wyraźne, okresowo cichnące szumy.

Zdecydowanie najlepszy pod względem zasięgu okazał się system **Sabine**, zapewniający w tych bardzo trudnych warunkach ciągłą, nieprzerwaną transmisję do 30 metrów. Po tym sygnał po prostu urwał się, bez żadnych efektów ubocznych towarzyszących jego zanikowi.

Wniosek z testu zasięgu jest oczywisty. Bez względu na klasę czy cenę systemu, koniecznością jest zapewnienie jak najlepszej transmisji przez maksymalne zbliżenie do siebie nadajnika i odbiornika oraz minimalizację wszelkich źródeł potencjalnych problemów. Kluczem do sukcesu jest także optymalne ustawienie poziomu bramki Squelch, które sprawi, że jeśli nawet dojdzie do zaniku sygnału, to bez towarzyszących mu zakłóceń.

Podsumowanie

Trudno wskazać jednoznacznego zwycięzcę testu, ale spróbujmy wypunktować najlepszych w poszczególnych kategoriach. Zaczniemy oczywiście od ceny. Druzgocące zwycięstwo nad przeciwnikami odniósł brytyjski **Trantec S3.2** z ceną 797 zł. Niemal dwukrotnie droższy jest system **AKG WMS60**, z ceną 1.600 zł. Tuż za nim plasuje

DANE TECHNICZNE (deklarowane przez producentów)

| System | Zakres pracy [MHz] | Pasma audio | THD [%] | Odstęp od szumów (A) [dB] | Moc wyjściowa nad. [mW] | Czas pracy nad. [h] |
|--------------------|---------------------------------|-------------|---------|---------------------------|-------------------------|---------------------|
| AKG WMS60 | 138-142; 169-220; 240-250 | 50Hz-20kHz | <0.8 | 50 | 10 | 12 |
| Azden 211R/311DRH | 169-216 | 40Hz-15kHz | <1 | 95 | 10 | 10 |
| Sabine SWM-1600 | 160-260 | 50Hz-18kHz | <0.3 | 95 | 2 | b.d. |
| Shure Vocal Artist | 168.445-240 | 50Hz-15kHz | 0.1 | 101 | 20 | 18 |
| Trantec S3.2 | 165-230 | 70Hz-18kHz | 0.3 | 110 | 20 | 10 |
| Trantec S3500 | 170-220 | 70Hz-18kHz | 0.3 | 110 | 20 | 10 |

Geny i dystrybutorzy

| Model | Cena | Dystrybutor |
|--------------------------|----------|---|
| AKG WMS60 | 1.600 zł | Audiofan; Warszawa, tel. (022) 66-77-888; www.audiofan.com.pl |
| Azden 211HT | 1.693 zł | BeL Aquatic; Gdańsk, tel. (058) 345-38-75; www.bel-aquatic.com.pl |
| Azden 311DRH | 2.142 zł | BeL Aquatic; Gdańsk, tel. (058) 345-38-75; www.bel-aquatic.com.pl |
| Sabine SWM-1600 | 3.556 zł | BeL Aquatic; Gdańsk, tel. (058) 345-38-75; www.bel-aquatic.com.pl |
| Shure Vocal Artist BG3.1 | 1.386 zł | Polound; Łomianki, tel. (022) 751-84-87; www.polound.com |
| Shure Vocal Artist SM58 | 1.626 zł | Polound; Łomianki, tel. (022) 751-84-87; www.polound.com |
| Trantec S3.2 | 797 zł | BeL Aquatic; Gdańsk, tel. (058) 345-38-75; www.bel-aquatic.com.pl |
| Trantec S3500 | 2.195 zł | BeL Aquatic; Gdańsk, tel. (058) 345-38-75; www.bel-aquatic.com.pl |

się **Shure** z kapsułą SM58 i ceną 1.626 zł. Jeśli ktoś chce postawić na Shure'a i jest skłonny zaakceptować budżetową wersję kapsuły SM58, powinien zainteresować się systemem Vocal Artist z kapsułą Beta Green BG3.1, którego koszt wynosi 1.386 zł. Nieco droższe są systemy **Azden**: jednoantenny 211HT kosztuje 1.693 zł, a dwuantenny różnicowy 311DRH – 2.142 zł. Za system **Trantec S3500** z przestrajnymi cyfrowo kanałami trzeba zapłacić 2.195 zł. Stawkę zamyka **Sabine SWM-1600** z ceną 3.556 zł, w której zawiera się system bezprzewodowy (o zasięgu największym spośród tu testowanych), eliminator sprzężeń, deeser, procesor dynamiki i ładowarka do akumulatorów. Najdroższy system jest zatem najlepiej wyposażony i zapewnia najbardziej stabilną transmisję sygnału w trudnych warunkach zewnętrznych.

Pod względem brzmieniowym mamy dwóch faworytów – systemy **Shure** i **AKG**. W obu przypadkach można zastosować inne kapsuły, zarówno dynamiczne jak i pojemnościowe, co umożliwi dobór optymalnej barwy i charakterystyki kierunkowej. Spośród testowanych tu systemów właśnie te dwa najlepiej przystosowane są do pracy scenicznej, szczególnie jeśli chodzi o nadajniki do ręki. Zresztą nie ma się co dziwić, w dziedzinie mikrofonów obie firmy od lat należą do ścisłej światowej czołówki.

Wyjątkowo solidnie wykonane są odbiorniki **Azden** i **Trantec**. Pod tym względem nie dorównują im niestety współpracujące z nimi nadajniki, w obu przypadkach nadające się bardziej na prezentacje, pokazy, wykłady i prelekcje niż na koncert. I takie jest zapewne ich przeznaczenie.

Zapewne zdarzy się jeszcze okazja do porównania systemów VHF i UHF. Na dzień dzisiejszy należy jednak stwierdzić, że zaawansowanie technologiczne urządzeń VHF jest znacznie większe niż jeszcze kilka lat temu, co sprawia, że w zastosowaniach półprofesjonalnych nie ustępują one systemom UHF, będąc od nich sporo tańsze. Ponadto wiele „budżetowych” systemów UHF charakteryzuje się często gorszymi parametrami niż markowe, starannie zaprojektowane systemy VHF, co też warto wziąć pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o zakupie. ●

