



# VEGAPULS 64 oraz VEGAPULS 69

## Technologia 80 GHz w urządzeniach radarowych

*Technologia radarowa nie jest odkryciem ostatnich lat. Skromne początki w latach siedemdziesiątych, zapoczątkował prawdziwy „boom” pod koniec lat dziewięćdziesiątych. Niniejszy artykuł przedstawia sytuację po 1 maja 2016, a zatem po dniu, w którym niemiecka firma VEGA zdecydowała się na wprowadzenie kompleksowej oferty w zakresie urządzeń pracujących na częstotliwości 80 GHz oraz dynamice sygnału 120 dB.*

### METODA SKAZANA NA SUKCES

O powodzeniu metody radarowej zdecydowały głównie takie czynniki jak: montaż w dachu zbiornika (wytrzymałość mechaniczna), praktycznie całkowita niewrażliwość na zapylenie, 1 zakres pomiarowy pokrywający prawie wszystkie zbiorniki (aktualnie 120 m dla sypkich i 30 m dla cieczy) przy dokładności pomiaru 2 mm oraz szeroki jak nie najszerszy zakres dopuszczień – od stref zagrożenia wybuchem (w tym górniczych), poprzez nienaruszalność bezpieczeństwa SIL, po dopuszczenia morskie czy spożywcze.

Postęp w elektronice umożliwił dostęp do lepszych i o wiele tańszych komponentów, umożliwiając budowę urządzeń mierzącego bezkontaktowo zarówno materiały sypkie, jak i ciecze. Jednym z istotnych czynników, które czynią tę technikę bardzo atrakcyjną i nadal bardzo perspektywiczną są wciąż niewyczerpane możliwości rozwoju.

cechę, która odróżnia ją zasadniczo od innych typów pomiaru: mierzą one poziom na pewnej powierzchni, a nie w punkcie. Powstaje ważne pytanie czy pomiar w punkcie jest lepszy od pomiaru na pewnej powierzchni czy odwrotnie? Odpowiedź na to pytanie jest następująca – to zależy od aplikacji. W przypadku materiałów sypkich można przyjąć, że pomiar z pewnej powierzchni (szeroki kąt wiązki) pozwala na częściowe uśrednienie poziomu w przypadku występowania lejów i stożków nasypowych. Z drugiej strony, szeroki kąt wiązki powoduje, że sonda otrzymuje sygnał od wszelkiego rodzaju elementów wewnętrznych zbiornika (mieszadła, nagrzewnice, elementy wzmacniające konstrukcje itp.), które są całkowicie nieinteresujące z punktu widzenia pomiaru poziomu i powodują powstanie fałszywych ech. Oczywiście powstało szereg rozwiązań w zakresie oprogramowania, które pozwalają wyeliminować niepożądane



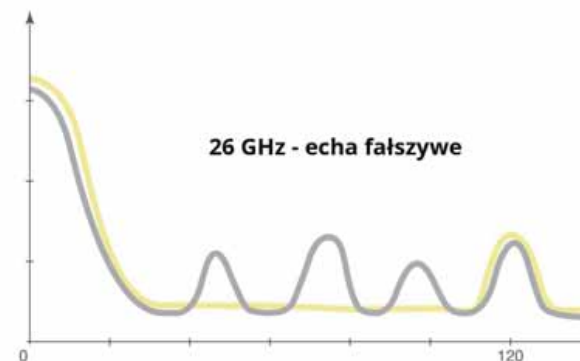
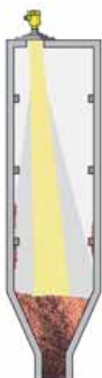
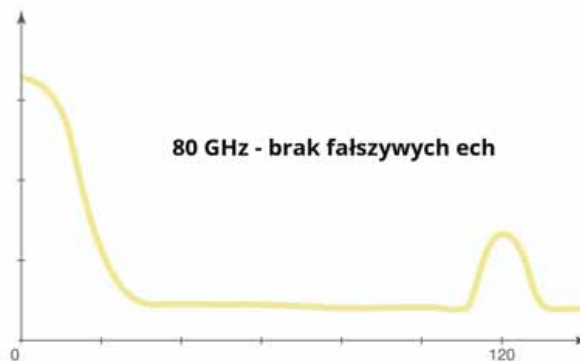
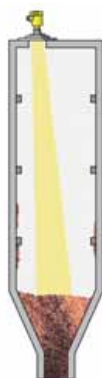
Porównanie fałszywych ech w antenach 26 GHz i 80 GHz

### 1 MAJA 2016 – 80 GHz

W maju 2016 roku Vega zdecydowała się na wprowadzenie urządzeń, które zamiast 26 GHz wykorzystywały częstotliwość 80 GHz przy zwiększeniu dynamiki sygnału do 120 dB. Wiele osób może sądzić, że podniesienie częstotliwości z 26 GHz do 80 GHz oraz dynamiki sygnału to jedynie zabieg marketingowy. Nic bardziej mylnego, a 2 letnie testy urządzeń, w tym w Polsce (firma Introl została wyselekcjonowana do przeprowadzenia testów) potwierdziły fakt, że technologia 80 GHz może być postrzegana jako przełom z uwagi na proste do zrozumienia zalety w stosunku do poprzednich serii. Należy zdecydowanie zaznaczyć, że nowa seria urządzeń nie została skonstruowana jako ulepszone zamienniki aktualnie działających radarów lecz jako urządzenia, które mają zastąpić inne typy urządzeń pomiarowych w miejscach, w których radar do tej pory nie był optymalnym rozwiązaniem i pozwolił na standaryzację przyrządów do pomiaru poziomu.

### FAŁSZYWE ECHA – ODWIECZNY PROBLEM URZĄDZEŃ BEZKONTAKTOWYCH

Sondy do pomiarów bezkontaktowych, zarówno ultradźwiękowe, jak i radarowe, mają jedną wspólną



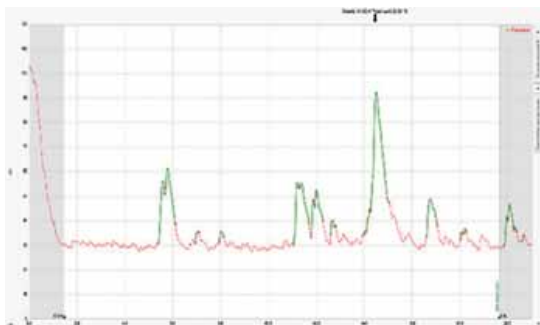
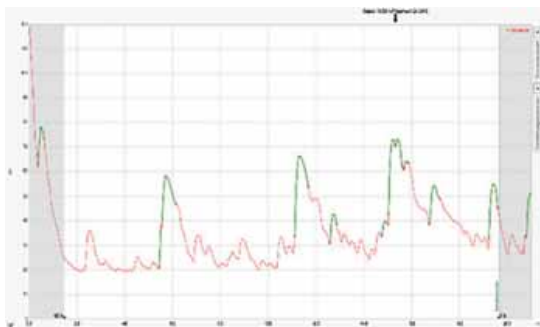
echa. Niestety nauka fałszywych ech nie zawsze bywa skuteczna. Zasadniczym problemem jest sytuacja kiedy fałszywe echo jest porównywalne lub nawet większe od echa od produktu.

W takim przypadku urządzenia bezkontaktowe nie są, a raczej nie były optymalnym rozwiązaniem. Naturalnym wydawać by się mogło rozwiązaniem jest ograniczenie kąta wiązki radarowej i pozbycie się problemu. Niestety ograniczenie wiązki można



było uzyskać do tej pory głównie przez zwiększenie rozmiarów anteny, co bardzo często natrafiło na uzasadniony opór użytkowników, z uwagi na konieczność przygotowania króćców o średnicy nawet 250 mm dla urządzeń pracujących na 26 GHz. Alternatywą metodą jest właśnie podniesienie częstotliwości modułu mikrofalowego z 26 GHz do 80 GHz – w takim przypadku zamiast przykładowo anteny DN250 wystarczy nam zaledwie DN80, a zamiast przyłącza kotłowego DN50 – gwintowe G 3/4.

Praktyczny przykład pomiaru w zbiorniku oleju z nagrzewnicami widać na 2 poniższych echach:



Jak widać, o ile w przypadku urządzenia pracującego na 26 GHz pewność pomiaru budzi uzasadnione wątpliwości (3 podobne echa), tak w przypadku sondy VEGAPULS 64 pracującej na 80 GHz temat ech fałszywych w praktyce nie występuje (nie ma sensu nawet ich eliminować).

### KRÓĆCE POMIAROWE – NOWE MOŻLIWOŚCI

Zastosowanie 80 GHz powinno również zainteresować osoby odpowiedzialne za montaż mechaniczny sond. Po pierwsze, duże zdziwienie towarzyszy zazwyczaj najmniejszej antenie, która wymaga króćca G 3/4 cala. Zazwyczaj w pierwszym momencie radar jest mylony z ... przetwornikiem ciśnienia VEGABAR. Co ciekawe, z uwagi na duże skupienie wiązki, największa dostępna antena o kącie 3,5 stopnia ma rozmiar tylko DN80.

Drugą zauważalną zmianą jest wysokość króćców. Przeprowadzone testy dowiodły, że wysokość króćców dla technologii 80 GHz może być minimum 2 razy większa niż dla tradycyjnych sond. Na zdjęciu obok widać jeden z przykładów montażu na króćcu o wysokości 700 mm i średnicy 50 mm, co jeszcze niedawno były nieakceptowalne dla radarów.

Ciekawą uwagą są nowe możliwości dotyczące montażu na zbiornikach z pod/nadciśnieniem, atmosferą wybuchową lub toksyczną – możliwość montażu radaru na zaworze kulowym (bez rury pomiarowej!).

Ponieważ sondy posiadają wyłącznie płaskie anteny prawie zlicowane z króćcem, radar można bezpośrednio przykręcić do zaworu. W takim przypadku

**80 GHz**  
**G 3/4**



**26 GHz**  
**DN50**



**identyczny kąt wiązki**

serwis urządzenia i możliwość montażu na ruchu niczym nie różni się od standardowego przetwornika ciśnienia.

**DYNAMIKA SYGNAŁU 120 dB,  
CZYLI PO CO NAM DODATKOWE 24 dB**

Dynamika sygnału jest najczęściej całkowicie pomijany tematem do momentu, kiedy pojawiają się problemy, czyli sonda wyświetla sygnał „Brak echa”. Sygnał ten informuje, że urządzenie nie otrzymuje żadnego sygnału w skutek rozproszenia wiązki (rzadki przypadek) lub odbierany sygnał jest zbyt słaby dla tej konkretnej sondy.

Oznacza to w uproszczeniu, że gdyby nadać silniejszy sygnał to problem by się nigdy nie pojawił. W związku z powyższym dynamika sygnału jest najważniejszym parametrem, który informuje nas jak bardzo urządzenie jest odporne na: zapylenie, zaparowanie, narost na antenie, pianę na powierzchni czy kondensację pary wodnej na antenie.

▲ *Porównanie wielkości anten przy tym samym kącie wiązki*

◀◀ *Sygnał pomiaru w zbiorniku oleju z nagrzewnicami*

▼ *Sonda zamontowana bezpośrednio na zaworze*





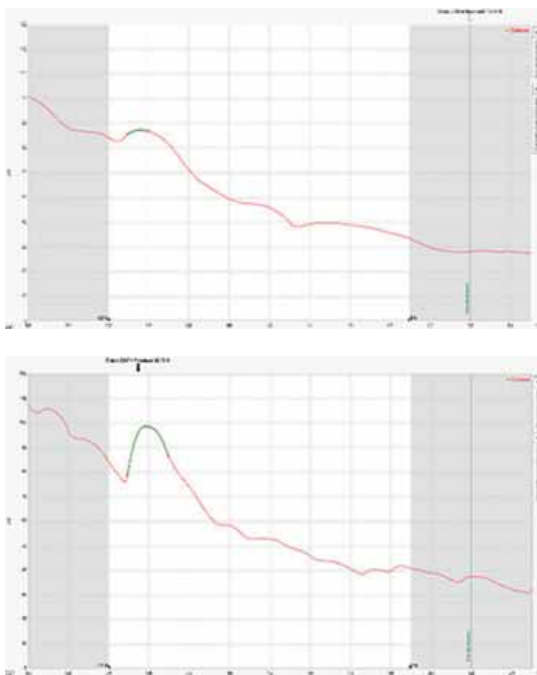
Wzrost sygnału o 24 dB został przetestowany na prostej aplikacji w przemyśle spożywczym oraz farmaceutycznym, gdzie wysokość piany wynosi od 1 m do 1,5 m. Do tej pory pomiar poziomu realizowany był wyłącznie metodą hydrostatyczną.

Pomiar poziomu w zbiorniku z pianą



Poniżej można porównać echa radaru o dynamice 96 dB oraz 120 dB.

Porównanie dynamiki sygnału w aplikacji z pianą



Wyniki testów dowiodły, że bezpieczną grubością piany dla starszej technologii 26 GHz jest max 20 – 30 cm, powyżej tych wartości preferowane były inne urządzenia.

W przypadku 80 GHz wartość ta wzrosła min 3-krotnie do 100 – 150 cm, a zatem w wielu aplikacjach mogą one zastąpić sondy falowodowe lub hydrostatyczne.

Dodatkowe decybele przydatne są również przy pomiarach materiałów sypkich, których właściwości odbijania fal radarowych są bardzo słabe np.: tworzyw sztucznych, melaminy, drewna o niskiej wilgotności itp. W chwili obecnej trudno wskazać

zalety sond falowodowych w stosunku do radarów, ponieważ czułości obu urządzeń są w praktyce identyczne.

Ostatnia możliwość wykorzystania dodatkowych decybeli jest związana z częstym problemem w polskich warunkach pogodowych (szczególnie na wiosnę i jesienią), a mianowicie obrosnięciem anteny. Każdy narost na antenie powoduje spadek sygnału, a zatem dodatkowe 24 dB pozwalają na znacznie większą (kilkukrotnie) grubość materiału, przez którą radar jest w stanie nadal mierzyć.

Ponieważ problem konieczności czyszczenia anten zniechęcał często do korzystania z radarów, w nowej generacji zrezygnowano z wersji z antenami tubowymi, gdyż są one bardziej wrażliwe na kondensację, a ich stalowa konstrukcja ma tendencję do oblepiania się. W serii 80 GHz wszystkie anteny wypełnione są tworzywem sztucznym PTFE bądź PEEK. W obu przypadkach odporność chemiczna oraz odporność na zanieczyszczenia odpowiada najlepszym rozwiązaniom na rynku. Ciekawostką jest również fakt, że VEGA w serii 80 GHz wróciła do funkcji „normalizacji” ech STC, polegającej na „zmniejszaniu” amplitudy ech w bezpośredniej bliskości anteny. Z uwagi na własności fal elektromagnetycznych, nawet niewielkie zabrudzenie na antenie daje często znacznie lepsze odbicie niż duża powierzchnia cieczy na odległości kilku metrów. Funkcja STC eliminuje w uproszeniu ten efekt powodując, że w większości przypadków, pomimo silnego oblepiania, nie wymaga się jakiegokolwiek działania od użytkownika w celu nauki fałszywego echa od zabrudzonej anteny.



Szybkość działania przydatna jest również przy pomiarze w małych zbiornikach, o wysokości mniejszej niż 50 cm. Dodatkowo niski poziom szumów umożliwia pomiar bezpośrednio od końca anteny, a zatem nie mamy do czynienia z problemem strefy martwej.

◀ Sonda radarowa w warunkach oblepienia

## PODSUMOWANIE

Nowa generacja sond jest przede wszystkim odpowiedzią na głosy ze strony służb utrzymania ruchu dotyczących uproszczenia ich kalibracji (brak ech fałszywych), obsługi (czyszczenia anten) czy niezawodności (zapylenie, piana na powierzchni, zaparowanie i zabrudzenie anteny). Dla nas szczególnie miłym zaskoczeniem była możliwość pomiaru przy grubej warstwie piany oraz znacznie większa elastyczność przy doborze urządzenia do istniejących i niezbyt optymalnych króćców na zbiornikach.

Dodatkowo, szybkość działania, bardzo małe króćce pomiarowe  $G \frac{3}{4}$  oraz brak strefy martwej otwiera całkiem nowe

możliwości w zakresie pomiarów w bardzo małych zbiornikach o trudnych warunkach pomiarowych, a także w pomiarach odległości.

## SZYBKOŚĆ DZIAŁANIA – POMIAR W MAŁYCH ZBIORNIKACH LUB POMIAR ODLEGŁOŚCI

Jedną z pięć achillesowych sond radarowych była ich szybkość działania, wynikająca z możliwości procesorów dostępnych na rynku. Ostatnie lata przyniosły jednak tak duży postęp, że skomplikowane algorytmy do analizy echa nie stanowią już realnej bariery przy zastosowaniu radarów do pomiaru odległości np. pomiędzy suwnicami, do pomiaru wysokości przysmy czy innych pomiarów zarezerwowanych np.: dla pomiarów laserowych.

Stała czasowa na poziomie 0,7 sekundy przy zakresie 120 m oraz, w odróżnieniu od laserów, możliwość pomiaru we mgle czy silnym zapyleniu, stanowią całkowicie nową drogę rozwoju tych urządzeń w zupełnie nowym zakresie aplikacji – pomiarów odległości.



**Robert Sowa**

Ukończył studia na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, kierunku Automatyka i Robotyka. Po ukończeniu studiów rozpoczął prace w Introlu. W przeszłości był kierownikiem działu pomiarów poziomu, obecnie jest Dyrektorem ds. rozwoju.

tel. 32 789 00 06



◀ Pomiar radarowy odległości