



# Technologia 79 GHz w pomiarach poziomu materiałów sypkich, czyli sonda radarowa VEGAPULS 69

*Rozwój technologii mikrofalowych w ostatniej dekadzie spowodował znaczne poszerzenie możliwości wykorzystania radarów w układach automatyki. Co prawda, pierwsze urządzenia do pomiaru poziomu pojawiły się w połowie lat siedemdziesiątych, ale z uwagi na ich cenę oraz skomplikowaną obsługę, a przede wszystkim przeciętne możliwości, mogły być tylko stosowane w przypadku pomiaru cieczy. Poszerzenie zakresu wykorzystania radarów możliwe było dzięki rozwojowi technologii, między innymi zwiększaniu dynamiki sygnału oraz częstotliwości fal jakie wykorzystują urządzenia.*

## 1991 ROK – 6 GHZ

Technologie na bazie 6 GHz weszły szerzej na rynek z początkiem lat dziewięćdziesiątych (1991 rok – pierwszy radar firmy VEGA – VEGAPULS 64) i ujawniły bardzo istotne zalety radaru – metody całkowicie niewrażliwej na zapylenie i dającej możliwość pomiaru mediów o wysokich temperaturach bez utraty dokładności. Problemem pozostały jednak media o niskiej stałej dielektrycznej, czyli słabej zdolności do odbijania fal radarowych np. popiół czy cement. Ówczesne moduły mikrofalowe posiadały bowiem zbyt mały stosunek sygnału do szumu, aby w każdym przypadku skutecznie oddzielić właściwe echo od szumu. Z tego powodu w praktyce nadal 99% urządzeń instalowanych było na cieczach. Drugą kwestią była duża szerokość wiązki spowodowana stosunkowo niską częstotliwością radaru. Do dzisiaj jeszcze można spotkać zainstalowane sondy radarowe z ogromną anteną DN 500 (o wysokości około 1m), które, choć zazwyczaj radziły sobie w wąskich zbiornikach, jednak wykonanie króćca przyprawiło o ból głowy dział utrzymania ruchu. Świat jednak nie stał w miejscu i w 1997 roku postęp pozwolił na znaczną miniaturyzację części elektronicznej urządzenia oraz ich zapotrzebowania na energię (pierwsza na świecie dwu-przewodowa sonda radarowa VEGAPULS 51). Nastąpił czas sond zasilanych w pętli prądowej oraz urządzeń iskrobezpiecznych.

## 2004... – TECHNOLOGIA 26 GHZ W MATERIAŁACH SYPKICH

W 2004 roku w zakresie pomiarów materiałów sypkich nastąpił oczekiwany przeskok na częstotliwość 26 GHz znaną już z aplikacji ciekłych. W tym czasie wprowadzono pierwsze dedykowane dla materiałów sypkich sondy radarowe, takie jak np. VEGAPULS 68. Sondy dla materiałów sypkich wymagały znacznie lepszych parametrów z uwagi na rozproszenie wiązki na stożkach usypowych, więc widoczną zmianą było zwiększenie o 30 dB dynamiki sygnału sond. Dynamika sygnału poprawiła również zasięg – z 35 do 70 m. Dzięki większej częstotliwości rozmiary anten zmniejszyły się około trzykrotnie, co w praktyce znacznie ułatwiło montaż. Co więcej, dla lepszego skupienia wiązki nie potrzebna była już antena o monstrualnych rozmiarach. Przykładowo, antena tubowa DN 80 na 26 GHz miała identyczne skupienie jak antena DN 250 dla 6 GHz.

Szybkość urządzeń również została poprawiona, z kilkudziesięciu sekund do około 10. Dobre parametry oraz zdecydowany spadek cen spowodowały faktyczny problem dla producentów sond ultradźwiękowych (wrażliwych na zapylenie) oraz praktyczne „wymieranie” sond elektromechanicznych ze spuszczanym ciężarkiem.

Sondy w technologii 26 GHz oferowane są do dzisiaj z dwoma rodzajami anten: tubową o średnicy 100 mm i kącie 8 stopni oraz świetną, ale o rozmiarze 250 mm, paraboliczną o kącie 4 stopni. Z uwagi na wymiary koniecznych króćców anteny tubowe są bardzo wygodne w montażu i stały się standardem. Dla wąskich i wysokich zbiorników lub zbiorników z konstrukcjami wewnętrznymi nie zawsze spełniały one jednak oczekiwania, w związku z tym nadal dla pewnej grupy aplikacji konieczne było wykonanie króćców lub włączów o rozmiarze minimum DN 250 dla anten parabolicznych.

Oczywiście nadal pojawia się często problem z brakiem akceptacji dla zabudowy tak dużej anteny np. z uwagi na chęć wykorzystania starych króćców w dachu zbiornika czy samych kosztów wykonania nowych króćców. Doświadczenie wykazało również, że popularna antena tubowa jest dość wrażliwa na zanieczyszczenie anteny (mała przestrzeń pomiędzy anteną a stożkiem promiennika), co powoduje konieczność stosowania stałego lub okresowego przedmuchu sprężonym powietrzem (lub częściej okresowego demontażu i czyszczenia). W niektórych, bardziej wymagających aplikacjach idealnym rozwiązaniem okazuje się zastosowanie płaskich anten z teflonu (dostępnych właściwie dla cieczy), lecz rozwiązanie to nie zdobyło dużej popularności z prozaicznej przyczyny, czyli ceny urządzenia. Dlatego około 2005 – 2006 roku pojawiła się wersja sondy VEGAPULS 67 z anteną, której wnętrze jest całkowicie wypełnione tworzywem sztucznym (mate tłumienie) oraz membraną czołową z PP. Kąt wiązki takiej sondy był jednak nieco większy, więc rozwią-



◀ Rozmiary anten tubowych w zależności od częstotliwości



zanie nadawało się głównie na mniejsze zbiorniki o prostej konstrukcji.

### TECHNOLOGIA 80 GHZ

Producenci urządzeń w 99% bazują na komponentach, które są dostępne na rynku, a tylko pojedyncze, kluczowe elementy elektroniczne produkują na własne potrzeby. Dlatego też przez szereg lat przyglądano się rynkowi motoryzacji, a szczególnie urządzeniom do pomiaru odległości między pojazdami. Producenci tych rozwiązań z uwagi na oczywiste ograniczenia nie mogli stosować urządzeń, których anteny wymagały gruntownych przeróbek w konstrukcji pojazdów (z uwagi na wielkość anten). Najprostszym wyjściem na miniaturyzację anteny było „przeskoczenie” na wyższe częstotliwości. Należy wspomnieć, że częstotliwości radiowe dzielą się na 2 rodzaje: pasma niedozwolone, na które należy uzyskać indywidualną zgodę oraz tzw. pasma uwolnione. Z uwagi na te właśnie regulacje prawne wybór był oczywisty – okolice 80 GHz.

Początkowo dostępne komponenty były jednak przeciętnej jakości. Wystarczało to w zupełności do prostych aplikacji jak pomiar odległości między samochodami (metal odbija 100 % promieniowania), lecz w przypadku mediów o słabych właściwościach odbijania fal (popiół lotny odbija max 4 %) urządzenia posiadały gorsze parametry od już oferowanych urządzeń na 26 GHz. To właśnie słabsze parametry (minimalna stała dielektryczna, prędkości działania itp.) od stosowanych już od lat sond na 26 GHz decydowały o tym, że 80 GHz w praktyce nie wносиło nic specjalnego w zakresie możliwości pomiaru poziomu materiałów sypkich. Przykładowo, sondy 80 GHz nie były w stanie mierzyć mediów o stałej dielektrycznej poniżej 2. Dopiero w 2014 roku, po szeregu prób i modyfikacji, VEGA zbudowa

łała urządzenie, które z jednej strony parametrami nie ustępuje już wcześniej produkowanym urządzeniom, a z drugiej oferuje dodatkowe możliwości.

### VEGAPULS 69 – 79 GHZ POD POKŁADEM

Nowa sonda została zbudowana po analizie aplikacji znanych na rynku sond VEGAPULS 67 / 68 pracujących na niższych częstotliwościach. Urządzenie nie miało być nowością samą dla siebie, ale oferować znacznie większe możliwości i łatwość aplikacji w stosunku do aktualnej oferty. Pierwszym założeniem było zbudowanie sondy, która nie tylko mierzy materiały o niskich stałych dielektrycznych jak popiół, wapno czy klinkier, ale jest także w stanie zmierzyć materiały jeszcze trudniejsze w pomiarze. VEGAPULS 69 to potrafi i jest w stanie zmierzyć materiały jak PVC, drewno o wilgotności < 2%, mleko w proszku o niskiej zawartości tłuszczu itp. Do tej pory tego typu aplikacje stanowiły głównie domenę sond radarowych z falowodami (kontaktowe). Wymienione media były problematyczne w 2 przypadkach: dużych zbiorników np. powyżej 30 m lub dokładnie odwrotnie – bardzo małych zbiorników o wysokości 1-2 m. Sondy o częstotliwości 26 GHz mają bowiem wysoką czułość mniej więcej powyżej 1 m, natomiast w pobliżu anteny ich czułość jest znacznie mniejsza. W przypadku sondy 79 GHz odległość ta została ograniczona zaledwie do około

▲  
Sonda z anteną tubową



▶▶  
Sonda radarowa VEGAPULS 67

▲  
Sonda z anteną paraboliczną



30 cm. Co więcej, wyższe częstotliwości dopuszczają do montażu urządzenia w kominku o średnicy 80 mm z anteną czołową (płaską), co było bardzo problematyczne wcześniej. Powodem problemów w takich przypadkach jest bowiem znaczny wzrost szumu dla 26 GHz przy zabudowie sondy w kominku (bez możliwości wystawienia końcówki anteny do wnętrza zbiornika). Wzrost poziomu szumu o 10-30 dB często uniemożliwiał pomiar mediów o słabych właściwościach dielektrycznych przy odległościach mniejszych niż 1 m. 79 GHz rozwiązują ten problem.



▶▶  
VEGAPULS 69  
– antena PEEK i PP



antena płaska 26 GHz  
DN80, kąt wiązki 10°



antena soczewkowa 79 GHz  
DN80, kąt wiązki 4°



antena paraboliczna 26 GHz  
DN250, kąt wiązki 4°

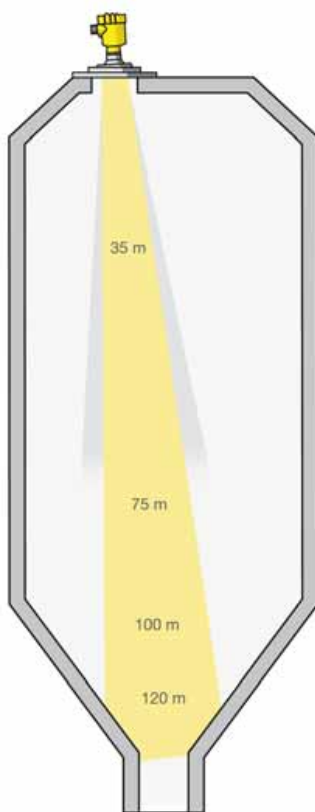
Porównanie anten  
sond radarowych

Drugim założeniem konstrukcyjnym było zbudowanie sondy maksymalnie niewrażliwej na zabrudzenie anteny, przy uwzględnieniu faktu, że większość klientów nie ma ani możliwości, ani ochoty na przedmuch anteny sprężonym powietrzem (stały kontrargument: koszt produkcji powyżej 5 gr / m<sup>3</sup>, co przy ciągłym przedmuchu czyni kwotę „dość interesującą” w skali roku). Po testach odrzucono standardową antenę tubową, a zdecydowano się na antenę soczewkową. Jest to antena, która przypomina wspomniane już rozwiązanie z antenami płaskimi, ponieważ posiada dużą powierzchnię promieniowania. Jednocześnie „soczewka” nie ma elementów wykonanych ze stali, na których łatwo dochodzi do kondensacji pary wodnej – głównej sprawczyni problemów z oblepieniem. Membrany anten wykonano z dwóch materiałów: PP dla wersji ekonomicznej do 80°C oraz z PEEK dla wersji do cięższych aplikacji (odporność do 200°C). W wersji z PEEK w standardzie jest możliwość okresowego przedmuchiwania anteny przy użyciu krótkich impulsów o ciśnieniu do 6 bar, oraz regulowany kołnierzyk ze stali nierdzewnej do łatwego regulowania kąta położenia anteny.

Kolejnymi nowościami są zakres i szybkość działania. Z uwagi na to, że VEGA zdecydowała się na budowę własnego modułu mikrofalowego, dynamika sygnału na końcu testów wykazała 10 dB przewagę nad flagowym produktem na 26 GHz czyli VEGAPULS 68. Tak dobre rezultaty spowodowały, że zakres VEGAPULS 69 został rozszerzony do 120 m. W praktyce trudno znaleźć zbiornik wyższy niż 70 m (w Polsce mamy aplikacje na 55 m), więc tego typu zaleta może budzić wątpliwości. Dopiero jednak kiedy połączymy tę wielkość z kolejnym ważnym parametrem, czyli szybkością działania, możemy znaleźć szereg ciekawych, nowych aplikacji do pomiaru odległości. Czas reakcji radaru najczęściej wynosił kilka sekund, a wczesne urządzenia 80 GHz były jeszcze wolniejsze. Z tego powodu pomiar odległości pomiędzy np. koparkami czy suwnicami raczej nie wchodził w rachubę. Nowy VEGAPULS 69 ma jednak moduł o czasie cyklu pomiarowego 0,7 sekundy, a więc

w praktyce konkurencyjny do wielu urządzeń laserowych. W odróżnieniu jednak od laserów, dla radaru silna mgła czy zapylenie nie jest istotnym czynnikiem wpływającym na pomiar. Producent spodziewa się, że urządzenia będą stosowane w wielu aplikacjach w systemach antykolizyjnych.

Typowe zakresy sond  
radarowych



### KOLEJNY ETAP EWOLUCJI

VEGAPULS 69 stanowi kolejny krok w dziedzinie szerszego zastosowania technologii radarowych w przemyśle. Urządzenie zarówno z anteną PEEK, jak i tą wykonaną z PP jest wyjątkowo proste w montażu z uwagi na niewielkie wymagania dotyczące miejsca i króćca pomiarowego. W praktyce, informacja o typie medium i wywody o doborze anten do konkretnego medium odchodzą powoli do lamusa, z wyjątkiem bardzo nietypowych aplikacji.

Oba wykonania sond posiadają zakres 120m, czyli wysokość zbiornika również nie jest istotnym parametrem doboru. Programowanie urządzenia jest identyczne jak w poprzednich wersjach i może być wykonana na dwa sposoby znane z dowolnego urządzenia marki VEGA. Pierwszy to wykorzystanie standardowego modułu VEG1 pod

nazwą PLICSCOM (nadaje się do wszystkich urządzeń pomiarowych VEGA), bezpośrednio na urządzeniu. Programowanie odbywa się w języku polskim. Drugim rozwiązaniem jest konfiguracja za pomocą komunikatora z dowolnym oprogramowaniem wykorzystującym sterowniki DTM (PACTware), EDD, DD.



#### 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. sprzedaży.

Tel: 32 789 00 06