

## POLSKIE RAKIETY NA PALIWO CIEKŁE MOGĄ ZAINTERESOWAĆ MON [WYWIAD]

---

"Chociaż silniki na paliwo stałe nadal przewyższają swoimi zaletami inne rodzaje silników, jeżeli chodzi o zastosowania bezpośrednio obronne, to jednak istnieją pewne przesłanki, że użycie paliwa ciekłego lub hybrydowego byłoby możliwe i zyskowne. (...) nasze konstrukcje i doświadczenie mogą być dobrą platformą testową dla przeróżnych koncepcji i zjawisk związanych z inżynierią raketową, a opracowane wyniki można by było później wykorzystać w projektach wojskowych" - tłumaczy dla Space24.pl Tomasz Palacz, szef zespołu projektu "Turbulencja", wiceszef AGH Space Systems. Tym wywiadem rozpoczynamy na portalu cykl tekstów poświęconych potencjałowi rodzimych rakiet do zaspokajania związanych z obronnością potrzeb polskiej armii.

**Paweł Ziernicki: Czy dalszy rozwój Waszego systemu „Turbulencja” może, przy odpowiednim finansowaniu, zaowocować skonstruowaniem rakiety suborbitalnej? A może nawet orbitalnej? O jakich potencjalnie możliwościach?**

**Tomasz Palacz:** Turbulencja jest projektem rakiety sondującej napędzanej silnikiem raketowym na ciekły materiał pędny. Maksymalne osiągi obecnie konstruowanego prototypu mieszczą się w granicach wysokości 15 kilometrów. Zastosowana technologia silników na paliwo ciekłe napędzanych podtlenkiem azotu jest skalowalna, co oznacza, że potencjalnie jesteśmy w stanie skonstruować raketę suborbitalną na bazie Turbulencji. Co więcej, obecny prototyp nie jest optymalny pod względem stosunku masy paliwa do suchej masy i to właśnie zwiększenie skali pozwoli uzyskać lepszą efektywność.

Turbulencja posiada praktycznie wszystkie systemy potrzebne do lotu suborbitalnego, a zastosowany napęd pozwala twierdzić, że raketa mogłaby konkurować z raketami suborbitalnymi w kwestii efektywności i ceny. Przeskalowana Turbulencja mogłaby bez wątplenia uzyskiwać osiągi rakiet takiej klasy jak Perun czy Bursztyn.

Lot orbitalny wymaga natomiast rozpędzania rakiety do ponad dziesięciokrotnie większej prędkości niż suborbitalny, co przekłada się na stukrotnie większą energię. Wydaje się, że jest możliwość przeskalowania naszej technologii tak, aby tę orbitę osiągnąć, jednakże przy tak dużej skali wszystkie zalety związane z naszym napędem przestaną mieć znaczenie. Mimo, iż raketa byłaby w stanie wynieść ładunek w kosmos, to jej efektywność względem innych rakiet nośnych byłaby gorsza, ze względu na to, że przewaga naszego napędu ciekłego na podtlenek azotu uwydatnia się w mniejszej skali, gdzie inne napędy sprawdzają się znacznie gorzej lub wcale.

**Jakie są zalety wykorzystania ciekłego materiału pędnego?**

Silniki na ciekły materiał pędny uzyskują najwyższą efektywność spośród silników raketowych. Drugą ważną cechą jest kwestia przechowywania materiałów pędnych w rakiecie. Wraz ze wzrostem ilości paliwa i utleniacza zwiększamy tylko zbiorniki, natomiast sam silnik pozostaje taki sam. Natomiast w

przypadku silników na paliwo stałe lub hybrydowe komora spalania zawsze rośnie wraz z ilością paliwa.

Silniki na paliwo ciekłe są też dość bezpieczne i bardzo elastyczne pod względem warunków pracy. To właśnie te czynniki sprawiły, że silniki na paliwo ciekłe są używane powszechnie w dużych i małych raketach orbitalnych. Oczywiście jest dużo różnic pomiędzy ciekłymi, stałymi i hybrydowymi silnikami i każdy ma swoje wady i zalety, a dobór rodzaju napędu zależy w głównej mierze od rodzaju misji. Silniki na paliwo stałe i systemy hybrydowe dobrze sprawdzają się w mniejszych konstrukcjach – takich jak rakiety suborbitalne i sondujące – dlatego, że są stosunkowo proste, tanie i mają mniejszy „próg masy” potrzebnej do umieszczenia działającego napędu w rakiecie.

W przypadku Turbulencji opracowaliśmy unikatowy układ napędowy oparty o podtlenek azotu. Pomimo, że jest to raczej słaby utleniacz, to skorzystaliśmy z jego innych zalet, które pozwoliły na uproszczenie całego systemu przy zachowaniu wysokiej efektywności, właściwej silnikom na paliwo ciekłe. Dzięki temu jesteśmy w stanie zbudować rakietę sondującą lub suborbitalną wyposażoną w silnik na paliwo ciekłe, który osiąga lepszą efektywność niż rakiety na paliwo stałe czy te hybrydowe.

### **Czy rakiety budowane zgodnie z rozwijaną przez Was technologią mogą znaleźć się w polu zainteresowania wojska? Jakie potrzeby mogłyby zaspokajać czy ułatwić pozyskanie jakich zdolności?**

Start rakiety Turbulencja jest planowany na pierwszą połowę 2019 roku. Będzie to pierwsza na świecie rakietka na paliwo ciekłe wykorzystująca podtlenek azotu. W ostatnich latach widzimy również znaczny wzrost liczby konstruowanych rakiet hybrydowych nie tylko w Polsce, ale i na świecie.

Dotychczas to głównie rakiety na paliwo stałe były w polu zainteresowania wojska, ze względu na swoje kluczowe zalety.

Turbulencja jest projektem o charakterze cywilnym i akademickim, a rakiety którymi mogłoby być zainteresowane wojsko często projektuje się z uwzględnieniem zupełnie innych czynników. Chociaż silniki na paliwo stałe nadal przewyższają swoimi zaletami inne rodzaje silników, jeżeli chodzi o zastosowania bezpośrednio obronne, to jednak istnieją pewne przesłanki, że użycie paliwa ciekłego lub hybrydowego byłoby możliwe i zyskowne. Przykładowo, rakiety wojskowe często muszą być przechowywane przez dłuższy okres czasu w gotowości do startu. Z popularnie stosowanymi kriogenicznymi materiałami pędnymi taka sytuacja byłaby bardzo kosztowna lub wręcz niemożliwa, natomiast użycie podtlenku azotu potencjalnie mogłoby być możliwe zarówno dla rakiet na ciekły materiał pędny, jak i hybrydowych.

Myślę jednak, że dużo bardziej realne jest, aby wojsko było zainteresowane wykorzystaniem konstruowanych przez polskie podmioty rakiet w celu wynoszenia ładunków na trajektorie suborbitalne i orbitalne. Ponadto nasze konstrukcje i doświadczenie mogą być dobrą platformą testową dla przeróżnych koncepcji i zjawisk związanych z inżynierią raketową, a opracowane wyniki można by było później wykorzystać w projektach wojskowych. Dobrym przykładem mogą być układy wykonawcze sterowania rakiet.

### **Czy to co robicie spotyka się z zainteresowaniem Sił Zbrojnych RP lub czy dostajecie od nich jakieś wsparcie?**

Nie spotkaliśmy się z zainteresowaniem Sił Zbrojnych RP naszymi projektami. Wiemy o cyklicznie organizowanym przez Inspektorat Implementacji Innowacyjnych Technologii Obronnych (IITO) konkursie na innowacje dla Sił Zbrojnych RP, jednak dotychczas nie mieliśmy okazji wpisać się z naszą technologią w wymagania konkursu.

**Czytaj też:** [PAK dąży do otwarcia polskiej przestrzeni powietrznej dla lotów rakiet suborbitalnych](#)