

### [Akceptuję](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



**[Laboratoria](#)**  
**[.net](#)**  
**[Innowacje](#)**  
**[Nauka](#)**  
**[Technologie](#)**

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

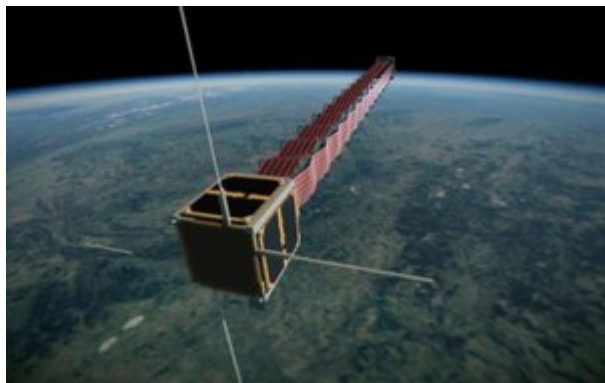
zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Nowe technologie](#)

## **Liny elektrodynamiczne - cienkie jak szyna i twarde jak skała**



**Deorbitacja satelitów i powrót do atmosfery mają zasadnicze znaczenie dla powstrzymania stałego wzrostu ilości kosmicznych śmieci na orbicie. Projekt BETS, nad którym prace kończą się w tym miesiącu, wywołuje poruszenie swoim nowym rozwiązaniem - liną, która jest szybsza i wytrzymalsza na uszkodzenia od którejkolwiek z istniejących technologii.**

Czysta orbita ziemską stanowiłaby uwieńczenie dążeń do poprawy bezpieczeństwa aktywów kosmicznych. Jednak aby to osiągnąć, interesariusze nadal muszą znaleźć odpowiedź na trzy pytania: w jaki sposób powstrzymać gromadzenie się śmieci w przestrzeni kosmicznej; jak pozbyć się tych istniejących i po uporaniu się z tym, jak utrzymać porządek w kosmosie.

Usuwanie po zakończeniu misji (PMD), które polegać będzie na umieszczaniu aktywów kosmicznych na orbicie-wysypisku lub na ponownym wprowadzaniu do atmosfery po wycofaniu z eksploatacji, odegra główną rolę w odpowiedzi na pierwsze i trzecie pytanie. Mimo sugestii ekspertów, że samo PMD nie zapobiegnie niekontrolowanemu piętrzeniu się śmieci - według tak zwanego syndromu Kesslera każda kolizja generuje mrowie fragmentarycznych odpadów, wywołując reakcję łańcuchową - na pewno zapobiegnie pogarszaniu się sytuacji. Dzięki wykazaniu skuteczności tego rozwiązania rozpędu nabierze aktywne usuwanie śmieci (ADR), przekonując biznesmenów i rządzących, że nie inwestują w przegraną sprawę.

Ogromny skok naprzód dokonał się w ograniczonych niegdyś jedynie do raket technologiach deorbitacji i ponownego wprowadzania do atmosfery wraz z wprowadzeniem w 1992 r. koncepcji niez izolowanej liny. Do tej pory długie przewody zwisające z satelitów były bardzo podatne na uszkodzenia powodowane przez niezliczone małe śmieci kosmiczne.

Rozwiązanie tego problemu może przynieść projekt BETS (Bare Electrodynamic Tethers): po zastąpieniu tradycyjnych okrągłych lin taśmą, naukowcy zaobserwowali, że prawdopodobieństwo uszkodzenia liny przez śmieci w czasie deorbitacji różniło się o kilka rzędów wielkości - innymi słowy było kilkaset razy mniejsze.

Prof. Juan Sanmartin, koordynator projektu, wyjaśnił nam, w jaki sposób ustalenia zespołu sprawią, że deorbitacyjne systemy linowe będą wydajniejsze, szybsze i odporniejsze od którejkolwiek z istniejących technologii.

Jakie są główne cele projektu?

Prof. Juan Sanmartin: Projekt BETS koncentruje się na jednym, ale ambitnym celu długofalowym: dowiedzeniu, że deorbitacyjny system linowy o minimalnej złożoności góruje nad wszystkimi innymi możliwymi systemami, czy to napędowymi (chemicznymi, elektrycznymi) czy to wleczonymi, powiększonymi o rozwijany żagiel. Dążymy do wykazania, że takie rozwiązanie ma najniższy stosunek mas system-satelita i zapewnia szybszą deorbitację przy lepszej sterowności, charakteryzując się także wysokim stopniem niezawodności i zdolności do przetrwania kosmicznych

śmieciami w czasie operacji. W projekcie postawiliśmy sobie za cel opracowanie koncepcji do 4.-5. poziomu gotowości technologicznej - to jest do walidacji w laboratorium i odpowiednim środowisku.

Na czym dokładnie polega funkcjonowanie kosmicznej liny?

Kosmiczna lina to cienki, wielokilometrowy przewód, łączący satelitę z pewną przeciwległą masą końcową. Rama liny jest w ruchu relatywnym do współobracającej się plazmy i pola magnetycznego Ziemi. W konsekwencji plazma otaczająca o dużej przewodności, która jest ekwipotencjalna w swojej własnej ramie, tworzy, w ramie liny, kinetyczne pole elektryczne rzędu 100 V/km, które jest iloczynem (niemal) orbitalnej prędkości i pola geomagnetycznego. Dzięki temu styczniki plazmatyczne gromadzą elektrony na jednym spolaryzowanym dodatnio (anodowym) końcu i wyrzucają je na przeciwległym końcu, wzbudzając prąd wzdłuż standardowej, w pełni izolowanej liny. Opór Lorentza na magnetycznie wzbudzonym prądzie na taśmie powoduje orbitalny rozpad satelity.

Jakie postępy technologiczne przynosi BETS?

Koncepcja nieizolowanej liny wyeliminowała izolację i spowodowała gromadzenie elektronów na odcinku anodowym, by znacznie poprawić efektywność odbioru prądu. Dziesięć lat temu technologia linowa borykała się z trzema zasadniczymi trudnościami. Jedną z nich była kwestia ponownego wprowadzania do atmosfery, którą projektowanie na unicestwienie (ang. design for demise) rozwiązało na lata przed BETS. Kolejną było powszechnie uznawane niskie prawdopodobieństwo przetrwania okrągłych lin po uderzeniu małych śmieci, co dało początek złożonej koncepcji wieloliniowej „taśmy” - nazwiemy ją „podrabianą taśmą” - zbudowaną z cienkich, wzajemnie połączonych okrągłych drutów, aby przetrwać uderzenia śmieci. Ta koncepcja pojawiła się także przed rozpoczęciem prac nad BETS i została w pewnym sensie przyjęta jako rozwiązanie problemu żywotności lin.

My z kolei dostarczamy dowodu na zdolność nieizolowanej taśmy do znacznie skuteczniejszego wytrzymywania uderzeń od nieizolowanej okrągłej liny ze względu zarówno na szybszą deorbitację, jak i zasadniczo odmienny charakter szerokości i grubości. To wraz z odkryciem, że prawdziwa taśma deorbituje znacznie szybciej niż podrabiana stanowi zasadnicze osiągnięcie w technologii linowej.

Trzecią trudnością były długie czasy deorbitacji, których wydawały się potrzebować orbity o wysokim nachyleniu. Częściowo rozwiązano ten problem za pomocą szczegółowych obliczeń w ramach dokładnego modelu pola geomagnetycznego. W toku prac nad projektem BETS wykazano następnie, że sprzężenie oscylacji w płaszczyźnie i poza płaszczyznę, w przypadku ich ograniczenia, wspomaga deorbitację poprzez utrzymywanie liny w umiarkowanej odległości od płaszczyzny orbitalnej.

Wspomniał pan, że ta technologia jest znacznie skuteczniejsza. W jaki sposób?

Liny wykorzystują mechanizm dyssypatywny całkowicie odmienny od oporu aerodynamicznego i mogą deorbitować w ciągu zaledwie kilku miesięcy. Ponadto liny taśmowe są znacznie lżejsze od lin okrągłych o takiej samej długości i obwodzie, które mogą odbierać taki sam prąd. Trzy zasadniczo odmienne wymiary taśm umożliwiają łatwo skalowalne projektowanie do zastosowania na potrzeby dowolnych misji. Włączanie i wyłączanie stycznika anodowego umożliwia manewrowanie w celu uniknięcia katastrofalnych zderzeń ze śledzonymi śmieciami. Hamowanie Lorentza sprawdza się jako opór aerodynamiczny. Liny nadal zachowują rozsądną skuteczność przy dużych nachyleniach orbitalnych, jak już wcześniej wspomniałem.

Jakie są kolejne etapy projektu i plany po jego zakończeniu?

Przed nami wiele możliwości. Jedną z nich jest „Horyzont 2020”, który obejmuje temat orbitalnej demonstracji sprowadzania z orbity satelity na koniec okresu eksploatacji.

Gómez-Moliner, kierownik ds. technologii w Airbus Defence & Space w Hiszpanii, wyraził swoje zainteresowanie linami elektrodynamicznymi w czasie 6. konferencji europejskiej nt. śmieci kosmicznych w ESOC/ESA (2012). Miało miejsce kilka kontaktów i spotkań między BETS-UPM a panem Gómezem-Molinerem, który został poproszony o prezentację poświęconą możliwej współpracy w ramach kolejnego zaproszenia H2020. Airbus byłby zainteresowany zastosowaniem niez izolowanych linii elektrodynamicznych do deorbitacji wieloładunkowych podajników w wyrzutniach raketowych VEGA i Soyuz-Fregat Arianespace, które produkuje. W tym celu nawiązał kontakt ze spółką Arianespace, a jeden z jego współpracowników w konsorcjum Airbus rozpoczął prace nad wstępnym projektem takiej misji demonstracyjnej pod nadzorem UPM. Na wiosnę planowane jest spotkanie z przedstawicielami Arianespace.

Czy jesteście zadowoleni z wyników badań?

Tak, jesteśmy. Ważnym dorobkiem BETS było określenie kryteriów projektowych na potrzeby wymiarowania trzech całkowicie różnych wielkości linii taśmowej - mających wpływ na masę, efekty omowe, tryb odbierania prądu, samorzutne pole magnetyczne i żywotność w kontakcie ze śmieciami w przestrzeni kosmicznej w różnych warunkach otoczenia i wraz z wytracaniem przez linię wysokości. Dokładny i pełny kod o nazwie BETsMA jest teraz wzorem zastrzeżonym.

Inne istotne osiągnięcia to innowacyjna produkcja i próby naziemne podstawowego osprzętu systemu linowego: stycznik plazmatyczny (Uniwersytet Stanowy w Kolorado), moduł sterowania zasilaniem (małe przedsiębiorstwo emxys), mechanizm rozmieszczania (DLR - Bremen) oraz taśma o poprzecznej / wzdłużnej strukturze (Fundación Tecnalia). Z drugiej strony badania podstawowe prowadzone przez Università di Padova i ONERA-Toulouse pogłębiły obecną wiedzę na temat podstawowych praw fizyki, na których opiera się technologia linowa.

Czy któryś z rządów wyraził już zainteresowanie wdrożeniem technologii?

Istnieje rzeczywiście potencjalny wpływ na międzynarodowym szczeblu politycznym. Wzrost liczby krajów z bezpośrednim dostępem do przestrzeni kosmicznej sprawia, że obecne podejście do problemu śmieci nie zawiera się w skali tylko europejskiej czy krajowej, ale jest w pełni międzynarodowe. Aby zagwarantować skuteczne wdrożenie deorbitacji nowych satelitów na koniec okresu eksploatacji, potrzebny jest międzynarodowy konsensus, opierający się faktycznie na sprawowaniu rządów w przestrzeni kosmicznej przez ONZ. Projekt mógłby z pewnością prowadzić do wykorzystania awangardowej technologii przez przedsiębiorstwa w Europie. Ostatecznie jednak mógłby odnieść sukces polityczny porównywalny do komercyjnego.

Więcej informacji:

BETS

<http://www.thebetsproject.com/>

Karta informacji o projekcie:

[http://cordis.europa.eu/projects/rcn/97528\\_pl.html](http://cordis.europa.eu/projects/rcn/97528_pl.html)

Źródło: [www.cordis.europa.eu](http://www.cordis.europa.eu)

<http://laboratoria.net/technologie/21547.html>

**Informacje dnia:** [Jak otworzyć laboratorium? Dziękujemy za odwiedziny na targach Labs Expo W przyszłości będziemy jedli mięso z drukarki Ruszył nabór na wspólne projekty przedsiębiorców i naukowców; w puli 66 mln zł Błonica - choroba groźna także dla dorosłych 87% internautów uważa hejt za poważny problem społeczny Jak otworzyć laboratorium? Dziękujemy za odwiedziny na targach Labs Expo W przyszłości będziemy jedli mięso z drukarki Ruszył nabór na wspólne projekty przedsiębiorców i naukowców; w puli 66 mln zł Błonica - choroba groźna także dla dorosłych 87% internautów uważa hejt za poważny problem społeczny](#)

## **Partnerzy**