



# Biuletyn Informacyjny Politechniki Lubelskiej

Solidarni z Ukrainą

555 dni kadencji 2020-2024

Sukcesy naukowe pracowników  
Politechniki Lubelskiej

System identyfikacji wizualnej  
w Politechnice Lubelskiej





# Tunel Politechniki Lubelskiej największym tunelem we wschodniej Polsce

Rozmowa z prof. dr. hab. inż. Mirosławem Wendekerem

**Większość z nas – laików – kojarzy tunele aerodynamiczne z reklam samochodów oraz programów popularno-naukowych. Widzieliśmy w nich, jak smugi „dymu” opływają maskę pojazdu. Czym tak naprawdę jest ten sprzęt i co świadczy o unikalności tego, który posiada Politechnika Lubelska?**

Wszystkie planety są otoczone powłokami gazowymi, tzw. atmosferami utrzymywanymi przy powierzchni przez grawitację planety. Atmosfera naszej planety podnosi temperaturę jej powierzchni dzięki efektowi cieplarnianemu. Pozwala także na istnienie wody w stanie ciekłym, dzięki obecności tlenu umożliwia utrzymanie różnorodnego życia na Ziemi i chroni go przed zabójczym promieniowaniem ultrafioletowym. W powietrzu zachodzi wiele zjawisk wpływających na nasze życie. Część groźnych jak huraganowe wiatry czy też trąby powietrzne, część szkodliwych jak siły oporu zwiększające zużycie energii przez samochody czy samoloty. Istnieje też część bardzo przydatnych zjawisk umożliwiających chociażby latanie bądź produkcję energii elektrycznej przez turbiny wiatrowe. Działem fizyki zajmującym się zjawiskami związanymi z ruchem powietrza, a także ruchem ciał stałych w powietrzu i sił działających na te ciała jest aerodynamika, będąca częścią mechaniki płynów.

Ze względu na metody badawcze wyróżniamy aerodynamikę teoretyczną i doświadczalną, w której właśnie stosujemy często tak zwany tunel aerodynamiczny. Wewnątrz tunelu generuje się ciągły ruch powietrza i umieszcza w nim modele badanych obiektów, obserwując przepływ i mierząc siły działające na modele. Dzięki względności ruchu, poruszające się powietrze działa tak samo na umieszczony model, jakby model poruszał się w tym ośrodku, zaś powietrze było nieruchome. Dzięki temu jesteśmy w stanie obserwować zjawiska występujące podczas opływu nieruchomego modelu.

W szczególności interesują nas dwa rodzaje sił działających na model: siły bezwładności związane z prędkością i przyspieszeniem oraz siły lepkości wynikające z tarcia w powietrzu. Tutaj wychodzi na jaw pożytek ze zbudowania jak

największego tunelu. Otóż stosunek sił bezwładności do sił lepkości opisuje się poprzez liczby kryterialne, a te związane są z prędkością ruchu powietrza oraz wielkością opływającego obiektu. Jeśli badamy zmniejszony model obiektu, to musimy zwiększyć prędkość przepływu powietrza w stosunku do rzeczywistego układu. Zwiększona prędkość powietrza bardzo zwiększa zużycie energii tunelu aerodynamicznego oraz koszt jego budowy. Dlatego badacze starają się dysponować możliwie dużym tunelem aerodynamicznym, w którym prędkość powietrza nie jest zbyt duża dzięki odpowiedniej wielkości badanego modelu, który mieści się w komorze pomiarowej. Tunel Politechniki Lubelskiej jest największym tunelem we wschodniej Polsce i jest to powód do naszej dumy. Możemy badać modele obiektów o rozpiętości nawet do 2 metrów.

**Które dyscypliny naukowe najbardziej skorzystają z jego wykorzystania, podczas prowadzonych prac badawczych?**

Jak już wspomniałem, tunel aerodynamiczny stosuje się w aerodynamice doświadczalnej jako komorę umożliwiającą badanie rzeczywistych zjawisk zachodzących podczas ruchu obiektów w powietrzu.



Fot. Tomasz Maślona



Takie badania prowadzi się w technice lotniczej, przy projektowaniu pojazdów (np. samochodów), przy projektowaniu maszyn i urządzeń z elementami ruchomymi, a także przy projektowaniu wysokich budowli (w tym przypadku odwzorowuje się rzeczywistą sytuację, w której badany obiekt jest nieruchomy i omywany przez powietrze).

Oferta badawcza tunelu aerodynamicznego Politechniki Lubelskiej obejmuje obszary o strategicznych i priorytetowych kierunkach badawczych, jak środowisko, energia i jej zasoby, infrastruktura transportowa, a w szczególności:

- badania środowiskowe odporności na wiatr,
- badania aerodynamiczne elektrowni wiatrowych,
- badania aerodynamiczne modeli bloków energetycznych i chłodni kominowych,
- badania aerodynamiczne środków transportu naziemnego i powietrznego.

Zakres prowadzonych prac obejmuje również badania tunelowe aerodynamiki pozalotniczej dla sektorów: motoryzacji, budownictwa, energetyki, technologii kosmicznych, sportu oraz przemysłu stoczniowego i zbrojeniowego.

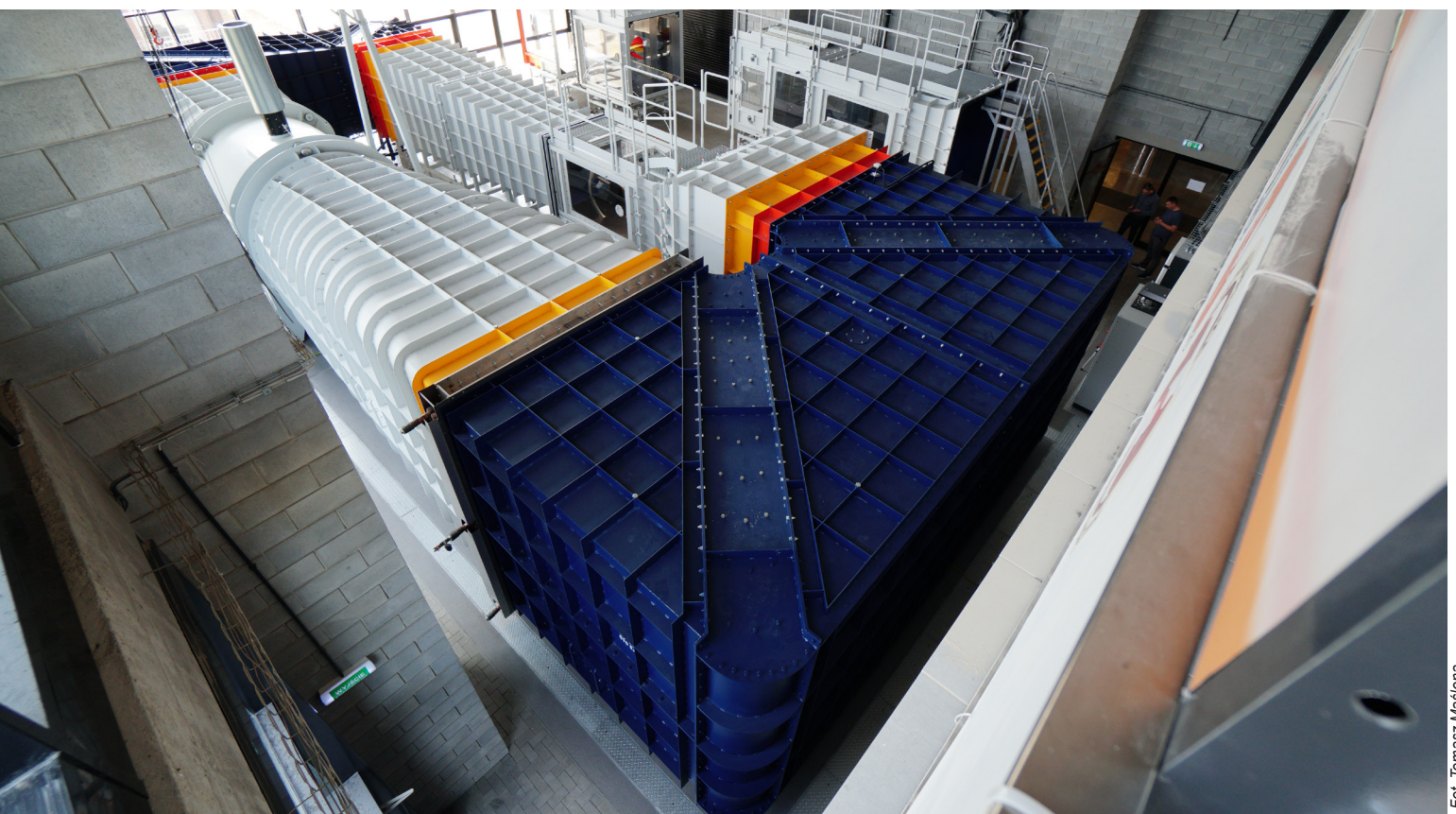
W tunelu mogą być badane modele statków powietrznych i pojazdów naziemnych, a także obiekty generujące opór aerodynamiczny, takie jak budynki mieszkalne, budynki użyteczności publicznej, mosty czy konstrukcje przemysłowe. W kraju i za granicą rośnie zapotrzebowanie przemysłu na tego typu badania.

***Panie Profesorze, poznaliśmy już parametry oraz możliwości, jakie daje nam tunel. Proszę zatem opisać, jak wygląda proces badawczy na tym sprzęcie.***

Konstrukcja tunelu jest wyposażona w główną (większą) przestrzeń pomiarową oraz dodatkową (mniejszą), która zastępuje główną poprzez wymianę komór. Tunel posiada elementy wewnętrzne kształtujące rozkład prędkości przepływu strugi powietrza, otwory rewizyjne oraz włązy pozwalające na wykonywanie inspekcji i czyszczenia wnętrza tunelu. Prędkość przepływu powietrza w tunelu jest płynnie regulowana z dokładnością do 0,2 m/s w zakresie od minimalnej do maksymalnej wartości prędkości określonej w każdej z komór pomiarowych.

W tunelu przede wszystkim bada się trzy siły i trzy momenty obrotowe działające na model w trzech kierunkach, łącznie 6 takich wartości. Wykonany wcześniej model umieszcza się na specjalnych wysięgnikach badawczych, które wyposażone są w precyzyjne tensometry badawcze.

Można również zbadać rozkład prędkości wokół modelu, np. dzięki zastosowaniu anemometrii obrazowej. Jest to bezinwazyjna metoda wyznaczenia wektorowego pola prędkości powietrza opływającego badany profil. Badanie polega na wykonaniu dwóch obrazów cząstek znacznikowych opływających profil wykonanych w krótkim, znanym odstępie czasu a następnie porównaniu ich i wyznaczeniu prędkości przemieszczania się. Cząstki znacznikowe (zwane posiewem) to np. rozpylone kropelki oleju lub dym, dodane do przepływającego





powietrza, poruszające się zgodnie z jego przepływem. Najczęściej stosowana jest oliwa z oliwek, której rozpylone cząstki mają zaledwie 1  $\mu\text{m}$  średnicy. Szczegółowy zakres możliwych do przeprowadzenia badań jest następujący:

- badania podstawowe związane ze strukturą i rozwojem warstwy przyściennej;
- badania ciśnieniowe profili lotniczych i łopatek turbinowych;
- badania wagowe charakterystyk aerodynamicznych profili;
- badania zmechanizowanych skrzydeł z kłapami, slotami i wingletami;
- badania wagowe i ciśnieniowe modeli całych statków powietrznych;
- badania wpływu wiatru na obciążenia statyczne i dynamiczne różnych obiektów latających;
- badania flatterowe skrzydeł i usterzeń samolotów oraz mostów;
- badania zagadnień dla potrzeb bieżących i rozwojowych dla przemysłu samochodowego, kolejowego, okrętowego i dla sportu;
- badania aerodynamiki budowli i konstrukcji.

***Do udziału w uroczystej prezentacji tunelu aerodynamicznego w listopadzie 2021 roku zaprosiliście Państwo zawodników żużlowego wicemistrza Polski Motoru Lublin. Jakich informacji może dostarczyć sztabom trenerskim oraz sportowcom poddanie się procesowi badawczemu w tym sprzęcie? Czy jego celowość dotyczy jedynie sportów motorowych i skoków narciarskich, na które wpływ mają warunki wietrzne?***

Zgadza się, tunel aerodynamiczny jest świetnym miejscem do przetestowania kluczowych charakterystyk z punktu widzenia sukcesu sportowego. W takich dyscyplinach, jak: skoki narciarskie, narciarstwo, bobsleje, sporty motorowe czy kolarstwo, gdzie siły aerodynamiczne działają w sposób szczególnie na zawodników, analizie aerodynamicznej można poddać sprzęt zawodników oraz odpowiednie ułożenie sylwetki ciała w czasie zawodów.

Podczas uroczystości otwarcia tunelu aerodynamicznego zostały rozegrane zawody żużlowe z udziałem wspaniałych lubelskich żółto-biało-niebieskich zawodników Motoru Lublin, którzy w 2021 roku zostali wicemistrzami Polski. Zawodnicy optymalizowali swoją sylwetkę parametry aerodynamiczne, które decydują o rozwijanej prędkości i sukcesie na mecie. W sporcie żużlowym zawodnik modeluje swoją sylwetkę, starając się optymalizować dwa przeciwstawne cele. Z jednej strony powinien możliwie największą siłą dociskać tylne koło napędowe, aby dysponować dużą siłą napędu, z drugiej strony powinien pochylać do przodu ciało, odciążając tylne koło, ale zmniejszając opór aerodynamiczny. Musi znaleźć „złoty środek”, dający ostatecznie największe możliwości przyspieszania w czasie wyścigu.

W skokach narciarskich, gdzie siły aerodynamiczne wytwarzają korzystną siłę unoszenia zawodnika oraz niekorzystną siłę oporu powietrza, analizie aerodynamicznej poddaje się fazy rozbiegu oraz samego lotu, a także wpływ wyposażenia skoczka na przepływ powietrza. Oczywiście badania aerodynamiczne mogą poprawić technikę biegaczy, rowerzystów



i wszystkich sportów, w których występuje szybki ruch względem powietrza. Można powiedzieć, że we współczesnym sporcie mało jest konkurencji pozbawionych ruchu w powietrzu.

**Posiadanie tunelu aerodynamicznego zdaje się być ogromną szansą nawiązania jeszcze ściślejszej współpracy z biznesem, czyli tak ważnym otoczeniem gospodarczym naszej Uczelni. Jak Pan – jako znakomity naukowiec, a także uznany w branży specjalista – przewiduje zainteresowanie podmiotów komercyjnych badaniami z wykorzystaniem sprzętu, o którym dzisiaj rozmawiamy?**

Tunel aerodynamiczny może być udostępniany innym lubelskim zespołom badawczym prowadzącym pomiary aerodynamiczne, takim jak jednostki organizacyjne macierzystej Uczelni: Katedra Pojazdów Samochodowych, Katedra Budownictwa Ogólnego, Katedra Dróg i Mostów, Katedra Mechaniki czy też Katedra Konstrukcji Budowlanych.

Ze względu na użytkowy charakter tunelu aerodynamicznego może być używany do optymalizacji konstrukcji nadwozi samochodowych czy statków powietrznych. Tunel może służyć również do optymalizacji lotniczych zespołów napędowych. Dzięki temu może być używany przez jednostki przedsiębiorców z województwa lubelskiego do badań efektywności i wydajności konstrukcji mechanicznych, w tym Leonardo (WSK Świdnik) – producenta śmigłowców, firmy związane z obsługą wiatrakowców, jak np. Trendak Aviation. Szczególne zastosowanie aparatura odnajduje również w budownictwie, zwłaszcza podczas badań obciążeń budynków, budowli i ich elementów pochodzących od wiatru. Ponadto podczas badań prędkości wiatru i rozkładów ciśnienia w obszarach zabudowanych oraz badania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń. Z naszej oferty może skorzystać każdy przedsiębiorca potrzebujący dostępu do specjalistycznej aparatury i infrastruktury badawczej.

**Panie Profesorze, każdy naukowiec musi być po trosze marzycielem. To marzenia stały nierzadko na początku drogi, na której końcu były wielkie odkrycia i wynalazki. Proszę zatem nakreślić wizję wykorzystania naszego tunelu, zarówno do prac stricte naukowo-badawczych, a także badań zleconych przez otoczenie społeczno-gospodarcze Politechniki Lubelskiej.**

No cóż, moim naukowym marzeniem jest wdrożenie do produkcji nowych konstrukcji latających, które muszą zostać przebadane w tunelu aerodynamicznym. Prowadzimy prace nad takimi konstrukcjami i szukamy przełomu w stosunku do dzisiejszej techniki lotniczej.

Odnośnie zleceń z zewnątrz, moją wizją jest przyciągnięcie do Lublina firm z branży motoryzacyjnej i lotniczej, które skorzystałyby i z naszej lubelskiej infrastruktury badawczej i z naszego potencjału ludzkiego w zakresie specjalistów aerodynamiki doświadczalnej. Zarząd Województwa Lubelskiego stwierdził w Strategii Rozwoju Województwa do 2030 roku, że największy potencjał rozwojowy mają następujące branże: spożywcza, produkcji napojów, drzewna, chemiczna, farmaceutyczna, mineralna, produkcji mebli, maszynowa, samochodowa oraz produkcji pozostałego sprzętu transportowego, w tym głównie przemysłu lotniczego. Naszym atutem jest funkcjonowanie dużych flagowych przedsiębiorstw – w branży maszynowej, samochodowej oraz produkcji pozostałego sprzętu transportowego, w tym głównie przemysłu lotniczego. Trzeba wykorzystać ten potencjał.

**Panie Profesorze, dziękuję za rozmowę.**

*Paweł Kucharski*

W ramach zrealizowanej inwestycji o łącznym budżecie około 4,5 mln zł, w 2020 roku został zbudowany tunel aerodynamiczny o obiegu zamkniętym, który od 2021 roku umożliwia prowadzenie prac badawczych związanych z lotnictwem, motoryzacją, energetyką wiatrową, budownictwem i sportem. Wyposażony jest w dwie zamienne przestrzenie pomiarowe. Pierwsza z nich, o wymiarach 1,3 m x 1,4 m umożliwia uzyskanie maksymalnej prędkości wynoszącej 60 m/s, druga o wymiarach 1,8 m x 2 m pozwala na uzyskanie maksymalnej prędkości równej 30 m/s. Każda komora zapewnia wykonywanie badań wagowych i ciśnieniowych modeli, zaś planowane eksperymenty pomagają w opracowaniu nowych oraz optymalizacji istniejących konstrukcji. Tunel jest częścią laboratorium aerodynamiki doświadczalnej Politechniki Lubelskiej w ramach Centrum Innowacji i Zaawansowanych Technologii.