



Regularnie co cztery lata na mundialu pojawia się nowy wzór piłki nożnej, która potem staje się oficjalnym modelem podczas międzynarodowych rozgrywek. I za każdym razem zawodnicy wieszają psy na piłce. Ale tym razem oceny jakości piłki nie pozostawiono tylko zawodnikom. Oficjalny model piłki Adidas Jabulani przetestowali specjaliści od aerodynamiki.

# Aerodynamika na mundialu



Wisława Karolewska

Producenci przedstawiają raporty ze swoich badań, podczas których sztuczna noga odziana w piłkarski but kopała piłkę tysiące razy. Napędzany hydraulicznie mechanizm zawsze wykonywał ruch tak samo, z taką samą siłą i pod takim samym kątem, a piłka precyzyjne lądowała zawsze w tym samym miejscu.

Nowa piłka Jabulani pojawiła się w grudniu zeszłego roku i od razu była wykorzystywana w roz-

czonych bez jakichkolwiek szwów. Wszystko to, co widać na powierzchni, jest dziełem grafików, niegrającym żadnej technologicznej roli. Nowa piłka ma kształt prawie idealnej kuli. Odstępstwa od ideału nie przekraczają kilku mikrometrów.

Ale czy jest to zaleta dla piłki nożnej? Japoński inżynier Takeshi Asai, który przeprowadził wszechstronne testy Jabulani, mówi: „charakterystyka aerodynamiczna piłki jest bardzo zbliżona do charakterystyki gładkiej kuli”. A gładka kula podczas lotu wcale nie jest stabilna.

Amerykański fizyk John Goff oznajmił: „gdyby w piłeczkach golfowych nie było tych małych dołków, nie można by było w żaden sposób wybić ich na setki jardów”. Gdyby na piłce bejsbolowej nie było szwów, nigdy nie udałooby się wykonać nią tak spektakularnych rzutów.

Niewielkie nierówności na powierzchni powodują turbulencje wokół poruszającej się po dłuższej drodze piłki. Te zaburzone strugi powietrza wnoszą wyjątkowy wkład w stabilizowanie toru lotu. A kiedy prędkość piłki maleje, zmniejsza się też intensywność ruchu strumieni powietrznych. W którymś momencie z turbulentnych stają się laminarnymi, czyli płynącymi prosto po powierzchni.

**P**rzeptyw laminarny (warstwowy) występuje wtedy, gdy strumień płynu/gazu można podzielić w myśli na układ równoległych do siebie warstewek przesuwających się po sobie i gdy ten układ nie ulega zaburzeniu mimo zmiany kierunku strumienia. Po przekroczeniu pewnej prędkości granicznej ruch płynu/gazu przechodzi w **przeptyw turbulentny**, w którym strumień płynu zostaje rozbit na szereg wirów. Każdy z takich wirów jest złożony z jeszcze mniejszych wirów i ten podział może być prowadzony do obszarów zawirowań o coraz mniejszych rozmiarach.

grywkach wyższych lig. Opinie piłkarzy na jej temat podzieliły się ekstremalnie. Jedni jawnie zachwycają się nowinką, drudzy nie skrywają rozczarowania. A komentatorzy tych opinii podejrzewają, że entuzjastów Jabulani i opozycjonistów dzieli głównie... kontrakty reklamowe z różnymi wytwórcami sprzętu sportowego.

Jabulani zewnętrznie nie przypomina innych modeli piłek, zszytych z 32 czarno-białych pięciokątów. Jabulani jest zbudowana z 8 sferycznych, wygiętych polimerowych paneli, złożonych i połą-

Ta zmiana jest prawdziwym koszmarem dla bramkarzy, bo prowadzi do drastycznych zmian w trajektorii i prędkości lotu. Efekty można zaobserwować na powtórkach niektórych, spektakularnych rzutów czy kopnięć. Lata badań wykazały, że nawet niewielkie nieprawidłowości na powierzchni kuli wystarczą, aby utworzyć wyraźnie widoczne efekty.

Na piłce z wyraźnymi szwami lub inną chropowatością przeptyw turbulentny utrzymuje się w większym zakresie prędkości, bez gwałtownych zmian charakte-

Nazwa Jabulani związana jest z gospodarzem mistrzostw, RPA, pochodzi z języka Zulusów, którym mówi jedna czwarta mieszkańców kraju, a oznacza „świętować”.

Po raz pierwszy niezależnym testom w tunelu aerodynamicznym poddawana była piłka, którą grano na poprzednich mistrzostwach, nazwana Teamgeist. Wówczas piłkarze źle się o piłce wyrażali, a jej lot określali jako „oryginalny i nieprzewidywalny”. Tym razem japońscy naukowcy po testach w tunelu aerodynamicznym autorytatywnie stwierdzili, że wbrew opiniom speców od marketingu z firmy Adidas, piłka nie osiąga „nieprawdopodobnie stabilnego toru lotu”, a nawet lata chaotycznie.

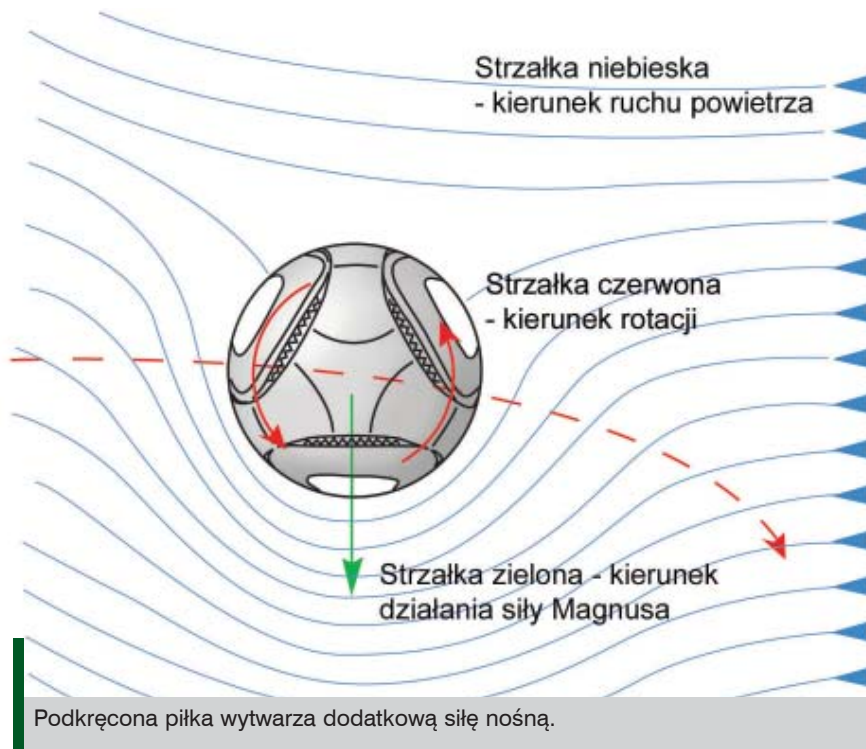
ru opływu, czyniąc lot piłki bardziej przewidywalnym.

Testy innego japońskiego zespołu, kierowanego przez Kazuya Seo, zwróciły uwagę na to, że wyjątkowa równość i gładkość Jabulani pozwala na osiąganie dużych prędkości, co w konsekwencji może pozwolić na wybicie ich na większe odległości. Przy początkowej prędkości piłki 70–110 km/h, typowej dla profesjonalnych graczy, Jabulani leci kilka metrów wyżej niż piłki używane w poprzednich mistrzostwach świata. Z drugiej strony, w przypadku braku chropowatości, nawet przy prędkościach poniżej 70 km/h turbulentne przepływy powietrza wokół piłki przechodzą gwałtownie w laminarne i obiekt mocno „hamuje”. W każdym razie gracze przyzwyczajeni do modelu Teamgeist będą musieli dostosować się do nowych cech Jabulani.

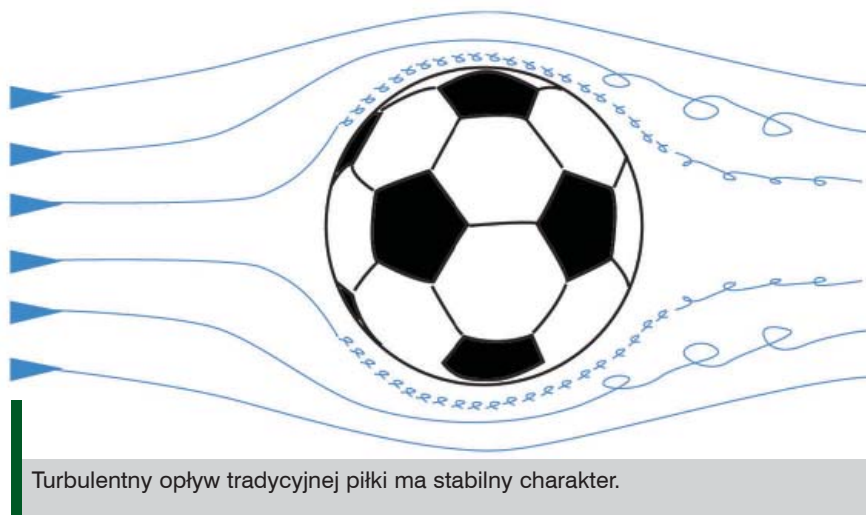
Badania piłki w tunelu aerodynamicznym, prowadzone przez Takeshi Asai, pokazały jeszcze inne jej cechy związane z lotem, a dokładniej z rotacją. Zgodnie z zasadami mechaniki płynów, wiadomo, że wirujące ciało, które owiewa potok gazu, zależy od tak zwanego efektu Magnusa.

Otoczające i przylegające do wirującego ciała (w tym wypadku piłki lecącej w powietrzu) warstwy powietrza też zaczynają wirować. Z jednej strony ciała ruch wirowy powietrza jest zgodny z kierunkiem ruchu, a z drugiej do niego przeciwny. Dlatego po jednej stronie strumień przepływającego powietrza będzie przyspieszany, co wywołuje siłę aerodynamiczną, podobnie jak przy opływie profili lotniczych. Po stronie przyspieszonego ruchu powietrza ciśnienie będzie niższe, a po stronie ruchu opóźnionego wyższe. Różnica ciśnień powoduje powstanie siły ciągu, skierowanej prawie prostopadle do kierunku ruchu. Niewielkie odchylenie kierunku powoduje opór stawiany przez piłkę.

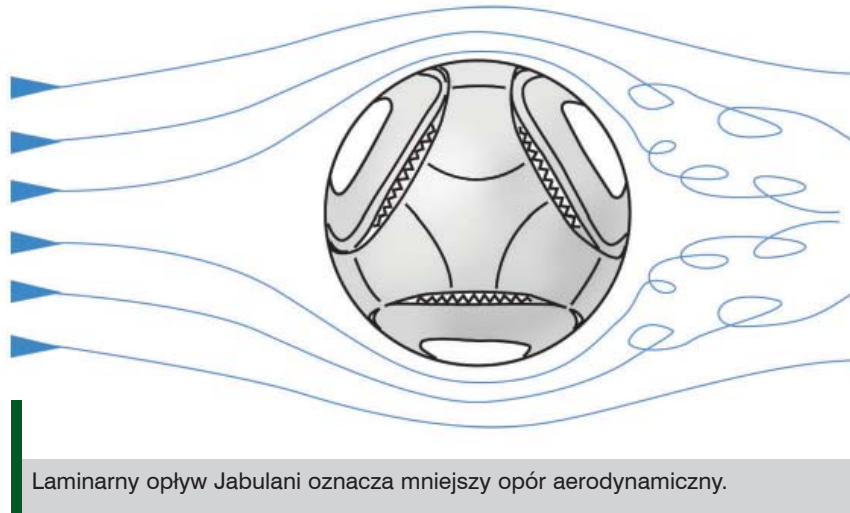
Efekt Magnusa jest często, choć przez zawodników raczej nieświadomie, wykorzystywany w różnych dyscyplinach sportowych. To ten efekt umożliwia piłkarzowi stojącemu w rogu takie podkręcenie piłki, aby poleciała do bramki. Podkręcona podczas uderzenia piłka znajduje się w strumieniu powietrza, w którym zaczy-



Podkręcona piłka wytwarza dodatkową siłę nośną.



Turbulentny opływ tradycyjnej piłki ma stabilny charakter.



Laminarny opływ Jabulani oznacza mniejszy opór aerodynamiczny.

na działać siła nośna kierująca ją w określonym kierunku. Dzięki temu można sterować długością drogi, jaką pokona.

Pomiary przeprowadzone przez Takeshi Asai wykazały, że wahania i zmiany w wielkości tej siły w przypadku Jabulani są znacznie większe niż w przypadku

piłki Teamgeist. W rezultacie jej trajektoria lotu jest mniej przewidywalna (co, zdaje się, wyjaśnia negatywne reakcje wielu bramkarzy). Podczas pisania tego tekstu mistrzostwa właśnie się zaczynały. Czy Jabulani i jej sferyczny kształt miały wpływ na wyniki meczów? Czytelnicy tekstu już to wiedzą. ●