

David Sumpter

PIŁKOMATYKA

MATEMATYCZNE PIĘKNO FUTBOLU

tłumaczenie
Bartłomiej Kucharzyk
Łukasz Lamża

Początek meczu

Matematyka nie może się równać z piłką nożną. Piłka włada nadziejami i marzeniami narodów. Jednoczy nas w podziwie dla talentu i poświęcenia. W piłce są supergwiazdy i taktyka, rozrywka i emocje. Futbol ma swoje stałe miejsce w gazetach i na Twitterze. Dziesiątki tysięcy kibiców wypełniają stadiony, a miliardy ludzi oglądają mundial w telewizji. Porównajmy to z matematyką. Zawile dzieła naukowe stoją zakurzone w pustych bibliotekach. Na seminaria uczęszcza dwóch pochrapujących profesorów i garstka znudzonych doktorantów. Piłka i matematyka? Nie ma porównania.

Gdyby matematyka mogła równać się z piłką, bylibyśmy gotowi płacić 40 funtów miesięcznie za abonament Sky Mathematics*. Zamiast spędzać środowe wieczory z Ligą Mistrzów, oglądalibyśmy nagrania z Akademii Khana**, doskonalać się w nierównościach liniowych. Gdyby matematyka mogła równać się z piłką, siedzielibyśmy w listopadowe popołudnia na lodowatych plastikowych krzeselkach, patrząc jak Marcus du Sautoy*** przypiera do tablicy tego aroganckiego telewizyjnego fizyka z Manchesteru. Arsenal: jeden, City: zero. Zamiast mówić: „mecz ma dwie połowy”, mówilibyśmy: „jest to pojedynczy podział przedziału jednostkowego na zbiory równej miary”.

* Fikcyjny matematyczny odpowiednik telewizji Sky Sports – brytyjskiego kanału sportowego (przyp. red.).

** Khan Academy – organizacja non profit działająca w zakresie bezpłatnej edukacji. Akademia Khana stworzyła między innymi bazę darmowych filmów edukacyjnych o różnej tematyce (przyp. red.).

*** Marcus du Sautoy – brytyjski matematyk (przyp. red.).

Zamiast: „dał z siebie 110%”, komentator powiedziałby... no cóż, powiedziałby: „dał z siebie 100%”.

To jednak nie tak, że matematyka nie dostała swojej szansy. Wszyscy chodziliśmy do szkoły uczyć się tabliczki mnożenia i wstukiwać liczby do kalkulatorów. Wiele godzin spędziliśmy, próbując zapamiętać, czy 7 razy 8 to 56 czy 54, albo jaki jest wzór na pole, a jaki na obwód koła. Gdyby matematyka była równie ekscytująca, jak futbol, to biorąc pod uwagę cały ten czas i wszystkie zadania domowe, prawdopodobnie już dawno byśmy o tym wiedzieli. Wygląda jednak na to, że większości z nas nie da się tak łatwo oszukać. Jest na świecie pewna liczba ludzi lubiących matematykę, ale znacznie, znacznie więcej jest tych, którzy na zabój kochają piłkę nożną.

Sam zaliczam się do ludzi, którzy lubią matematykę prawie tak jak piłkę. Jestem profesorem matematyki i spędzam dni, tworząc i próbując pojąć modele matematyczne. Ale nawet ja nie ważyłbym się powiedzieć, że matematyka może się równać z futbolem. Po prostu liczby temu przeczą.

Czasem gdy oglądam piłkę, a potem wracam do książek z mojej dziedziny, zaczynam się zastanawiać, co właściwie robię ze swoim życiem. Jestem w pierwszej lidze naukowego sportu. Mój życiorys to lista głośnych transferów pomiędzy prestiżowymi uczelniami i instytutami. Otrzymuję zaproszenia z całego świata na seminaria i konferencje, piszę artykuły do czołowych czasopism naukowych. Zostałem mianowany profesorem dzień przed moimi 33. urodzinami. To tak, jakbym zagrał w reprezentacji Anglii w wieku 17 lat. A jednak nie i ja wiem, że nie. Sukces w matematyce jest godny szacunku, ale jest niczym w porównaniu z sukcesem w futbolu.

Wielcy piłkarze nie tylko posiadają mistrzowską technikę i umiejętności, ale osiągają też niewiarygodny poziom sprawności fizycznej. Piłkarze z pewnością nie są tępi. Wręcz przeciwnie, łowcy talentów szukają u dzieciaków przede wszystkim „inteligencji”, zdolności do szybkiego zaobserwowania, co dzieje się wokół nich, i przygotowania na każdą ewentualność

– czegoś, co naukowcy mogliby określić rozumowaniem przestrzennym. Piłkarze nie są też leniwi. To silnie zmotywowane, skoncentrowane i ambitne jednostki, które już w dzieciństwie postanowiły odnieść sukces. Wielbimy piłkarzy, bo są naprawdę wspaniali. Reszta z nas może tylko marzyć.

Jestem typem osoby, która nie umie przestać marzyć. Mimo że mam już 42 lata, dwie lewe nogi i dość umiarkowany zapał do ćwiczeń fizycznych, nie przestaję wierzyć, że mogę osiągnąć coś w świecie futbolu. Przecież planowanie i rozumowanie też znajdują się na liście warunków piłkarskiego sukcesu, czyż nie? W tym akurat jestem dobry. Może matematyka ma coś do zaoferowania piłce? A może nawet piłka może zaoferować coś matematyce?

Istnieją dobre powody, by wierzyć, że moje z trudem zdobyte umiejętności modelowania mogą mimo wszystko okazać się użyteczne. Liczby odgrywają coraz ważniejszą rolę w futbolu. Rankingi zawodników i drużyn, asysty i bramki, posiadanie piłki i celność podań, liczba odbiorów i przejęć piłki to tylko niektóre statystyki widoczne w raportach meczowych. Szczegółowe „grafy” kątów wykonania rzutów różnych, osie czasu podań i pozycyjne „mapy ciepła”^{*} wyświetlają się na ekranie komputera trenera na pomeczowych odprawach. Liczby te to jednak tylko punkt wyjścia. Matematyka polega na zestawieniu statystyk tak, byśmy mogli pojąć, co się dzieje. Gdy już mamy liczby, matematyka pozwala nam je zrozumieć.

Używając matematyki, można odpowiedzieć na szereg różnych piłkarskich pytań. Jakie jest prawdopodobieństwo strzelenia dwóch bramek w doliczonym czasie gry w finale europejskich pucharów? Bez względu na to, co twierdzą kibice Manchesteru United, jest to pytanie o naturę czystej przypadkowości. Dlaczego barcelońskie podania w stylu tiki-taka są tak skuteczne? To kwestia z dziedziny geometrii i dynamiki. Dlaczego za zwycięstwo w meczu ligowym przyznajemy trzy

^{*} *Heat map* (ang.) – graficzna prezentacja danych, w której poszczególnym wartościom zawartym w macierzy odpowiadają określone kolory (przyp. tłum.).

punkty? To zagadnienie z teorii gier i motywacji. Kto jest najlepszy – Lionel Messi czy Cristiano Ronaldo? To pytanie o wielkie odchylenia statystyczne. Co naprawdę mówią nam o meczu „mapy ciepła” i statystyki podań? To pytanie do ekspertów od *big data* i systemów sieciowych. Dlaczego bukmacherzy proponują tak zachęcająco wyglądające stawki zakładów? To kwestia z pogranicza prawdopodobieństwa i psychologii. I dlaczego tak trudno te zakłady wygrać? To pytanie o inteligencję zbiorową i uśrednianie.

W tej książce odpowiem na wszystkie powyższe pytania, ale moja ambicja sięga dalej. W piłkomatyce nie chodzi tylko o podanie kilku związanych z matematyką faktów z dziedziny futbolu, które można przytoczyć znajomym przy piwie, lecz o zmianę sposobu myślenia zarówno o matematyce, jak i o piłce nożnej. Sądzę, że mają one sobie nawzajem wiele do zaoferowania i, choć matematyka nie może się równać z piłką, mogą się od siebie uczyć. Matematyki można używać, by zrozumieć futbol, a futbol pomaga wyjaśnić matematykę.

Matematyka i piłka nożna mają ten sam punkt wyjścia. Piłka „wychodzi od reguł gry”, zasad ustalonych przez Międzynarodową Radę Piłkarską. Zadanie trenerów piłkarskich polega na tym, by doprowadzić swój zespół do zwycięstwa w ramach ograniczeń narzucanych przez te zasady. Matematyka ma swój własny zbiór reguł, które matematycy muszą stosować, aby otrzymać prawidłową odpowiedź na postawione pytanie. Przestrzegając reguł swojej dziedziny, przy odrobinie natchnienia, zarówno trener, jak i matematyk starają się osiągnąć swój cel. I matematyka, i praca trenera zaczynają się od teorii.

Reguły gry to jednak nie wszystko. Trener powinien wyjaśnić zawodnikom, dlaczego ważne jest trzymanie się swoich pozycji na boisku, ale jeśli środkowy obrońca przejmie piłkę na swojej połowie, pomknie prosto na bramkę przeciwnika i pośle bombę w lewe okienko, to nawet Louis van Gaal nie będzie narzekał. Większość z nas chętnie akceptuje fakt, że to, co dzieje się w praktyce, może bardzo różnić się od tego, co zgodnie z teo-

rią powinno się dziać. Gdyby wszyscy podążali ślepo za teorią, mecze piłkarskie – i życie w ogóle – byłyby naprawdę bardzo nudne.

Ta sama uwaga dotyczy matematyki. Oczywiście jeśli teoria matematyczna zostanie dowiedziona, jest już na zawsze prawdziwa. Twierdzenie Pitagorasa mówi o związku pomiędzy długościami boków trójkąta prostokątnego i związek ten zawsze zachodzi. Rzeczywistość nie składa się jednak z idealnych trójkątów, więc gdy matematyka ściera się z rzeczywistością, wszystko może się zdarzyć. Czasem nasz matematyczny model rzeczywistości jest poprawny, ale innym razem popełniamy błąd. Czasami, niczym trenerzy piłkarscy, tworzymy piękną, idealistyczną teorię tylko po to, by ujrzeć, jak nasze obserwacje podążają w zupełnie innym kierunku. Zastosowanie matematyki w praktyce jest równie istotne, jak dokładna znajomość szczegółów teorii.

To połączenie teorii z praktyką czyni piłkę nożną naszym ukochanym sportem. Możesz dryblować jak Messi lub podkrecać piłkę jak Beckham, jeśli jednak twój zespół nie ma struktury, nigdy nie będziesz miał szansy na popisanie się swoimi umiejętnościami. Możesz śpiewać swój hymn narodowy z dumą i uczuciem, a 30 minut później przegrywać 0 : 5 z dobrze zorganizowaną drużyną niemiecką. Możesz też znać każde podrecznikowe ustawienie, ale bez wszystkich tych godzin praktyki na szkolnym boisku i murawie treningowej nie opanujesz ruchów potrzebnych do zwycięstwa. Futbol to więcej niż taktyka, to więcej niż perfekcyjna kontrola nad piłką, to też więcej niż radość zwyciężania.

Podczas gdy każdy znawca piłki wie, że teoria i taktyka to tylko mała część futbolu, ta sama uwaga nie jest powszechnie odnośzona do matematyki. Słyszysz się o takich osobach, jak Andrew Wiles, który zamknął się w swoim gabinecie w Princeton tylko po to, by po siedmiu latach wyłonić się stamtąd z dowodem wielkiego twierdzenia Fermata. Filmy przedstawiają matematyków jako cudowne dzieci, szarawych profesorów pobudzonych

kredą lub autystycznych geniuszy pozbawionych przyjaciół. Mówi się, że matematyka to misterna, wiecznie ewoluująca partia szachów, której reguły trzeba studiować latami. To niemal absolutne przeciwieństwo fanatycznego świata futbolu. Stanowczo zbyt często podziwia się matematykę za jej klarowność, a matematyków za ich trud, nie zaś za ich żywiołowość i wyobraźnię.

Jakkolwiek czysta matematyka może być bardzo piękna, nie jest to rodzaj matematyki, który mnie cieszy. Zawsze starałem się robić z matematyki użytek w nietypowych sprawach. Używałem sieci do planowania zabudowy miasta, połączeń kolejowych i zamkniętych osiedli. Widzę równania, obserwując spojrzenia pasażerów komunikacji miejskiej, brawa studentów po wysłuchaniu prezentacji i w piekielnym pogo tańczonym przez fanów heavy metalu. Stworzyłem modele ruchów ławic ryb przy Wielkiej Rafie Koralowej, zmian demokratycznych na Bliskim Wschodzie, organizacji pracy kubańskich mrówek tnących liście, podróży rojów szarańczy przez Saharę, rozprzestrzeniania się choroby zakaźnej w biednych ugandyjskich wioskach, podejmowania decyzji przez europejskich polityków, tańców pszczół miodnych z Sydney, działań amerykańskich inwestorów giełdowych i cylindrycznych struktur tworzonych przez japońskie śluzowce. Uważam, że modelowanie matematyczne nie zna granic. Wszystko może i powinno być modelowane.

Na wczesnym etapie kariery zdałem sobie sprawę, że różnię się od wielu moich kolegów matematyków, którzy specjalizują się w określonych równaniach i pojedynczych obszarach zastosowań. Ja wołałem zanurzyć się w danych i współpracować z biologami i socjologami. Uwielbiam abstrakcyjne piękno równań, ale wzory nie mają znaczenia, dopóki nie mówią nic o rzeczywistości. Zatem, choć znaczną część dnia spędzam, siedząc przed komputerem lub szkicując pomysły na tablicy, czasem można zobaczyć, jak buduję tor wyścigowy dla szarańczy, rozmawiam z ministrami o stawianiu czoła problemom społecznym, wędruję po lesie, licząc mrówki albo noszę nasze tablety do szkół, by obserwować, jak uczniowie grają w interaktywne

gry matematyczne. Nie pozwalam, by tylko logika mówiła mi, jakie kwestie badać – ulegam swoim emocjom, odczuciom i poczuciu humoru. Gram w matematykę, tak jak gram w piłkę, tyle że dużo, dużo lepiej.

Moje pozornie przypadkowe projekty zawsze miały wspólny sens. Postrzegam bardzo różne elementy świata jako powiązane ze sobą nawzajem i używam matematyki, by stworzyć między nimi połączenia. Używam matematyki, która nie boi się pobrudzić, zmienić taktyki w przerwie meczu czy wpuścić zawodników ze wszystkich środowisk i z całego świata na olbrzymią murawę. Matematyki, która chce zarówno bawić, jak i uczyć, i w której zespół docenia się równie mocno, jak jednostkę. Takim właśnie podejściem do sprawy jest piłkomatyka.

W książce tej atakuję za pomocą piłkomatyki całe mnóstwo bardzo różnych problemów. Futbol zawsze jest punktem wyjścia, ale nie zatrzymuję się na nim. Każdy rozdział to opowieść o tym, jak piłka i matematyka mogą współpracować, tworząc potężne analogie. Pokazuję, że trenerzy, walcząc o punkty, używają tych samych taktyk, co ptaki walcząc o robaka, a komórki nowotworowe walcząc z naszym ciałem. Analizuję sieciową strukturę drużyn z Ligi Mistrzów, pokazuję, jak rozprzestrzenianie się przyśpiewek stadionowych może wyjaśnić wszystko – od uprzejmych braw widowni i plotek transferowych do zarazy w najbiedniejszych krajach Afryki. Objaśniam, że chociaż meksykańska fala może sprawiać radość kibicom, to dla ryb jest sprawą życia i śmierci. Opowieści te wiążą ze sobą świat fizyczny, biologiczny, społeczny i piłkarski.

Za pojedynczymi opowieściami kryje się głębsze przesłanie. W filozofii piłkomatyki chodzi o bardziej przystępny i twórczy styl matematyki. Chodzi o matematykę, która przekracza granice, tworzy połączenia i analogie. Chodzi o matematykę, którą można zastosować wszędzie. Używam analogii piłkarskich, by wyjaśnić inne elementy świata i używam innych elementów świata, by wyjaśnić futbol. Analogie te stają się możliwe, ponieważ matematyczne modele są potężnymi narzędziami do

dostrzegania powiązań. Gdy pracujesz jako twórca modeli matematycznych, widzisz związki, które umykają innym ludziom.

Każdy może grać w modelowanie, tak jak każdy może grać w piłkę. Jeśli jesteś osobą, która widzi rzeczy lepiej dzięki analogiom futbolowym, sportowym, pogodowym, filmowym albo muzycznym, przyrodniczym czy jakimkolwiek innym, to jesteś już o krok bliżej opanowania modelowania matematycznego. Jeżeli potrafisz tworzyć dobre analogie, to możesz tworzyć dobre modele matematyczne. Bycie twórcą modeli polega przede wszystkim na używaniu wyobraźni i koncentrowaniu się na danym problemie. Jest to aktywność twórcza, ale obowiązują w niej reguły i procedury. Chcę tu pokazać, jak działa takie myślenie, z nadzieją, że może to pomóc w lepszym rozumieniu naszego życia i otaczającego nas świata. Matematyka jest sposobem dostrzegania problemów i wynajdywania rozwiązań.

Myśląc piłkomatycznie, zobaczysz zawodników, drużyny, trenerów i kibiców w nowym świetle. Przekonasz się, dlaczego Bastian Schweinsteiger jest wulkanem, a obrońcy Bayernu Monachium lwicami i czemu drużyna Barcelony z 2015 roku to myśliwiec odrzutowy. Dowiesz się, jak motywować zespół, każąc zawodnikom pracować niczym mrówki, i jak zniechęcić obiboków, zmieniając system nagród. Zobaczysz, dlaczego zakłady piłkarskie są jak próba komunikacji z przyszłością, zrozumiesz, czemu obstawiający, którzy nie wiedzą niemal nic o sporcie, razem mogą trafnie przewidywać, i zdasz sobie sprawę, dlaczego nigdy nie wolno ufać ekspertom. Możesz się nawet dowiedzieć, jak zarobić parę groszy u bukmachera.

Ważne modele objaśniam w tej książce za pomocą słów, symulacji komputerowych i obrazów. Zamiast zapełniać strony niezrozumiałymi symbolami, wykonam konkretne obliczenia, które ujawnią ukryte mechanizmy zespołu piłkarskiego. Nie musisz odkopywać swojego kalkulatora graficznego, ponieważ do przetworzenia ogromnych ilości danych meczowych wykorzystam mój laptop. I choć będziemy wciąż potrzebować starej, dobrej tablicy, użyjemy jej do szkicowania wykresów i tworzenia

intuicyjnych obrazów. Nie oczekuję od czytelnika pogłębionej znajomości matematyki, a dla tych, którzy chcą wiedzieć więcej, szczegóły umieściłem w przypisach końcowych. Zamierzam pokazać, że tworzenie modeli matematycznych polega na dostrzeżeniu wzorców i wynajdywaniu analogii. Po przeczytaniu tej książki znajdziesz matematykę wszędzie.

Nie oczekuję też od czytelnika szerokiej wiedzy o futbolu. Chcę również od razu coś uczciwie zaznaczyć. Choć gwarantuję, że książka ta pozwoli spojrzeć na piłkę nożną z wyjątkowej perspektywy, znam swoje miejsce w szeregu – nie jestem oczywiście światowej klasy trenerem, a tylko dość uznanym naukowcem. Nim zacząłem pracować na tą książkę, żyłem jak wielu innych Brytyjczyków. Oglądałem piłkę nożną, czytałem o niej, grałem w nią z przyjaciółmi i spędzałem swój wolny czas, trenując drużynę (bardzo utalentowanych) dziesięciolatków. Przyjaciele, którzy widzieli, jak gram, zaśmieją się w głos na wieść o tym, że napisałem książkę na ten temat.

Zamiast udawać eksperta, chcę zaproponować ujęcie zarówno matematyki, jak i futbolu z innej perspektywy. Matematycy i ekonomiści parali się już pisaniem o piłce. Zapewniali, że gdy tylko drużyna zmieni sposób wykonywania rzutów różnych lub autów, to strzeli więcej bramek. Udzielali najlepszym graczom na świecie rad na temat wykonywania rzutów karnych. Dostarczali niezbitych argumentów statystycznych za tym, że Anglia wygra kolejny mundial, lub za tym, że już nigdy mundialu nie wygra. Niektóre z tych inspirowanych matematyką propozycji mają sens, inne nie. Omówię sposób oceny tych twierdzeń i podam własne, wynikające z modelowania, argumenty.

Podobne uwagi odnoszą się do pokazywania futbolu w telewizji. Studia są teraz wyposażone w zaawansowane technologie umożliwiające prezentację i analizę najważniejszych momentów i taktyki. My, widzowie, powinniśmy zadać sobie pytanie, jakich przydatnych informacji dostarczają te materiały. Animacja pozycji zawodników może wyglądać dobrze, gdy stoi przed nią Jamie Carragher, ale to Jamie Carragher zna się na piłce,

a nie technik, który przygotował grafikę. Gdy trafiamy na nowe sposoby przedstawiania danych, musimy uważać, by nie pomylić prezentacji z treścią. W tym celu konieczne jest zrozumienie matematyki stojącej za tymi wielkimi, bajeranckimi ekranami.

Nadmiar danych i statystyk nie dotyczy wyłącznie futbolu. Matematyki używa się obecnie do podejmowania wszelkich zagadnień nauki i społeczeństwa. Ceny domów, harmonogramy projektów, sieci znajomych na Facebooku, marketing wirusowy, sztuczna inteligencja, internetowy poker, wzrost gospodarczy, inżynieria genetyczna, biologia obliczeniowa, bezpieczeństwo imprez masowych i niemal cała reszta współczesnego świata to sfery wpływów matematyki. Nawet więc jeśli nie interesuje cię szczególnie oglądanie 22 osób kopiących piłkę po boisku, nie możesz pozostać poza matematycznym światem. Warto zrozumieć, jak działa matematyka stosowana i jak myślą matematycy.

Piłka nożna oferuje autentyczny sposób na zrozumienie połączenia pomiędzy matematyką a światem współczesnym. Piłkomatyka mówi o tym, jak można zrozumieć naukę, społeczeństwo i futbol, używając analogii. Zapomnij zatem o nudnych regułach dla sinusów i cosinusów – czas pokazać, jak nieskrępowanym i wszechstronnym rodzajem myślenia jest modelowanie matematyczne. Zaczniemy na boisku, potem przeniesiemy się na ławkę trenera, a na koniec znajdziemy się na trybunach i spróbujemy przechytrzyć internetowych bukmacherów. Za chwilę wyruszamy w matematyczną podróż do krainy tego pięknego sportu.