

Śliskie gry i zabawy

Piotr ZALEWSKI

Alchemia smarów

Smarowanie ma za zadanie zminimalizować trzy główne rodzaje sił tarcia: tarcie suche, płynne oraz elektrostatyczne. Wzajemny stosunek tych sił zależy od temperatury śniegu, jego rodzaju (mieszkańcy dalekiej północy wyróżniają kilkadziesiąt rodzajów śniegu, wśród których nie ma jednak najpowszechniej używanego w czasie ostatnich igrzysk: śniegu wytwarzanego przez armatki śnieżne) oraz wilgotności powietrza. Wbrew opinii, które nadal można jeszcze znaleźć w wielu opracowaniach, płynna woda nie pojawia się w wyniku topnienia lodu pod wpływem nacisku, tylko albo już jest w śniegu, albo powstaje w wyniku suchego tarcia. Śnieg przestaje być mokry (przy małej wilgotności powietrza) kilka stopni poniżej zera. Przy temperaturach rzędu 20 stopni poniżej zera świeży śnieg zaczyna przypominać piasek.

Podstawowymi smarami są węglowodory. Ich twardość zależy od długości łańcuchów węglowych. Im łańcuchy dłuższe, tym smary twardsze, a więc odpowiednie dla niższych temperatur. Obecnie niezbędnym dodatkiem są perfluorowęglowodory (znane jako fluorocarbony), czyli węglowodory, w których atomy wodoru są zastąpione atomami fluoru. Związki te są silnie hydrofobowe, co jest szczególnie ważne dla temperatur bliskich zera i/lub dużej wilgotności powietrza z padającym deszczem włącznie. Dodatkowo perfluorowęglowodory nie łączą się z zanieczyszczeniami, np. z pyłkami drzew iglastych rosnących obok tras.

Ostatnim aspektem jest użycie dodatków niwelujących kumulację ładunku elektrostatycznego. Używa się w tym celu głównie grafitu, ale nie zawsze jego stosowanie jest wskazane.

Profesjonalny zestaw smarów jednego producenta zawiera kilkadziesiąt składników.

Jak smaruje się narty?

W dużym uproszczeniu smarowanie nart polega na doborze odpowiedniej struktury ślizgu, wtopieniu odpowiednich warstw smaru bazowego (węglowodory), dodaniu warstw smaru właściwego (zazwyczaj węglowodory z dodatkiem perfluorowęglodorów) oraz warstw wykończeniowych (np. proszki perfluorowęglodorowe i/lub grafitowe). Każdą warstwę należy nałożyć, następnie zdjąć nadmiar i wyszczotkować lub wetrzeć w ślizg (w przypadku proszków i tzw. mydelek, które aplikuje się na zimno). W narciarstwie biegowym można pokusić się o nałożenie kilku warstw, które będą się ścierać w trakcie zawodów w miarę zmieniających się warunków.

Choć w tym roku śnieg, a raczej to, co z niego zostało, trzymał się na ulicach bardzo długo, to ślad już po nim zaginął. Idę jednak o zakład, że w którymś z kilkuset tysięcy polskich miast jakiś bałwan przetrwał przynajmniej do matury.

Wydarzeniem ostatniej zimy były igrzyska w Vancouver. Zimowe dyscypliny olimpijskie są bardzo proste. Wszystkie wykorzystują śliskość nie do końca zamrożonej wody. Prawda, że sposoby tego wykorzystywania są dość wymyślne. Nie wystarczy się poślizgnąć, żeby zdobyć medal. W większości przypadków ślizganie jest tylko wstępem do wykonania zapierającej dech w piersiach ewolucji (jeżeli komuś nie zapiera, to znaczy, że go już nic nie dziwi). Są jednak dyscypliny, w których chodzi o coś innego.

Jedną z nich jest nasz wschodzący sport narodowy, czyli biegi narciarskie, który, być może, znów zacznie być uprawiany masowo, dzięki Justynie Kowalczyk oraz zimom takim, jak w tym roku. Nadzieja nie jest jednak duża, bo do uprawiania narciarstwa (w dowolnej formie) oprócz śniegu potrzebna jest odrobina kultury. W Polsce jest zaledwie kilka tras, więc trzeba sobie ślad zakładać samemu. Zawsze znajdzie się jakiś bałwan, który w założony ślad wejdzie buciorami. . .

W dodatku, przyszłych adeptów narciarstwa biegowego zmroziła informacja, że do jego uprawiania potrzeba kilkudziesięciu par nart (tyle przynajmniej miała w Kanadzie Justyna Kowalczyk).

Dlaczego, w przypadku wyczynu na światowym poziomie, jest to tyle, ile trzeba, można przeczytać na marginesie następnej strony. Chodzi, przede wszystkim, o smarowanie nart. Już dawno minęły czasy, kiedy można było stosować radę Józefa Oppenheima: *O alchemji smarów wolimy nie wspominać. Dodamy tylko z własnego doświadczenia, że przy smarach jak w życiu, prostota najbardziej popłaca. (...) często nawet zasada: goła narta do gołego śniegu, okazywała się najlepszą.* (Szlaki narciarskie Tatr polskich, PZN 1936). Odnosiła się ona do nart w całości drewnianych. Współczesne narty biegowe, nawet jeżeli są w części zrobione z drewna, to powierzchnię ślizgową mają ze specjalnego tworzywa sztucznego, o odpowiednio dobranej teksturze, którą nasącza się na gorąco wieloma warstwami smaru o właściwie dobranych składnikach.

Czy (po przeczytaniu marginesów) słowa Oppenheima nie wydają się prorocze? Smarowanie nart, zwłaszcza nart biegowych, to prawdziwa alchemia. Ściganie się na nieodpowiednio posmarowanych nartach to wyścig z zaciągniętym hamulcem. Prawdopodobnie to właśnie było głównym powodem wycofania się Justyny w czasie jednego z biegów na poprzedniej olimpiadzie.

Drugą dyscypliną, dla której poślizg jest kluczowy, są zimowe szachy, czyli curling. Sport ten wzbudza duże emocje. Jedni uważają, że to w ogóle nie jest sport, a w każdym razie nie ma niczego bardziej nudnego, drudzy przeciwnie, uważają go za niezwykle pasjonujący i ubolewają, że oglądają go tylko raz na cztery lata. Rzeczywiście nie są to zawody gladiatorów, trudno sobie zrobić jakąś większą krzywdę, ale na zimowej olimpiadzie *morituri te salutant* jest już w tle wystarczającej liczby dyscyplin (wypadnięcie Petry Majdić, rywalki Justyny Kowalczyk, z zakrętu do potoku dowodzi, że jest wśród nich nawet narciarstwo biegowe).

Puszczanie granitowych „czajników” po lodzie ma w sobie majestatyczny urok. Może jest to spowodowane niezwykłą precyzją połączoną z nieuchronnością konsekwencji wprawienia kolejnego kamienia w ruch. Wszystko odbywa się jakby w zwolnionym tempie. No, może oprócz zjawiskowego szczotkowania lodu przed sunącym głazem, które wydaje się odbywać w tempie przyspieszonym.

W grze chodzi o umieszczenie swoich kamieni jak najbliżej celu, przy czym dozwolone (pod pewnymi warunkami) jest ich wybijanie.

Drużyny wypuszczają kamienie na przemian. W pojedynczej rozgrywce przewagę ma drużyna zagrywająca jako ostatnia (kamień-młot). Kolejność zmienia się,

Dobór i przygotowanie wyczynowych nart biegowych

Dobór rodzaju nart na zawody zależy od typu biegu (technika klasyczna czy lyżwowa), może zależeć od dystansu lub profilu trasy oraz od warunków, w których bieg będzie się odbywał.

Jest to podwójnie istotne w biegach techniką klasyczną, w których nartę na odcinku pod wiązaniem smaruje się tak, żeby trzymała, czyli odwrotnie niż pozostałą część, która ma się jak najlepiej ślizgać.

Wybiera się identyczne pary nart, bo testuje się kilka rodzajów smarowania, a do długich dystansów potrzebne są jeszcze narty na zmianę w trakcie biegu. Można również testować różne rodzaje tekstury lub narty, które mają wbudowany antypoślizgowy fragment ślizgu.

Smar odbiciowy zawsze trochę hamuje, więc sztab zawodnika musi zdecydować, czy narta ma bardziej trzymać na podbiegach, czy bardziej jechać na zjazdach. Zdobywając złoto, Justyna Kowalczyk wybrała to drugie. Możliwe, że właśnie to przeważało.



Rozwiązanie zadania M 1284.

Niech X będzie takim podzbiorem zbioru $S = \{1, 2, \dots, 4n\}$, który nie zawiera trzech elementów $a < b < c$ spełniających podzielności dane w treści zadania. Wykażemy, że $|X| \leq 3n$, gdzie $|X|$ oznacza liczbę elementów zbioru X , skąd natychmiast wynika teza zadania.

Dla $m = 1, 3, 5, \dots, 4n - 1$ oznaczmy

$$S_m = \{2^k m : k = 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{oraz } 2^k m \leq 4n\}.$$

Wówczas zbiory S_1, S_2, \dots stanowią podział zbioru S na rozłączne podzbiory. Ponadto dla każdego z trzech elementów $a < b < c$ podzbioru S_m spełnione są podzielności $a | b$ oraz $b | c$. Stąd wynika, że $|X \cap S_m| \leq 2$.

Ponadto dla $m > 2n$ zbiór S_m ma tylko jeden element. Wobec tego

$$\begin{aligned} |X| &= \sum_m |X \cap S_m| = \\ &= \sum_{m < 2n} |X \cap S_m| + \sum_{m > 2n} |X \cap S_m| \leq \\ &\leq 2n + n = 3n. \end{aligned}$$

jeżeli drużyna z młotem zdobędzie punkty, które przyznawane są za liczbę kamieni znajdujących się w celu (domu) bliżej jego środka niż jakikolwiek kamień przeciwnika. Dlatego drużyny walczą o uzyskanie wyniku lepszego niż, dość trywialne, jeden, często decydując się na wynik zerowy, aby pozostać w uprzywilejowanej sytuacji w następnej rozgrywce (endzie).

Taktyka wykorzystuje krzywoliniowość trajektorii kamienia spowodowaną jego rotacją. Dlatego ustawia się tzw. strażników, których należy następnie wymijać (lub wybijać). Kamień obracający się zgodnie ze wskazówkami zegara zbacza w prawo i odwrotnie, rotujący przeciwnie – w lewo. Wydaje się, że nie ma w tym nic dziwnego, bo tak samo zachowuje się np. kopnięta piłka. A jednak. Wystarczy wykonać doświadczenie ze szklanką puszczoną po gładkim stole, żeby zobaczyć, że szklanka zachowuje się dokładnie odwrotnie, co zresztą łatwo wytłumaczyć. Sunąca, a więc jednocześnie hamująca, szklanka ma bardziej docięniętą krawędź nacierającą, więc tam tarcie jest większe. Dlatego krawędź przeciwna zbacza w tę stronę, w którą skierowana jest jej prędkość liniowa (której wypadkowa uwzględnia ruch obrotowy).

Widocznie dla kamienia używanego w curlingu jest odwrotnie. Tam, gdzie nacisk jest większy, tarcie musi być mniejsze (albo: tarcie jest odwrotnie proporcjonalne do prędkości liniowej). W literaturze można znaleźć wyjaśnienia tego efektu. Niestety, wyjaśnienia te są sprzeczne, a – choć wydaje się to dziwne – nikt chyba jeszcze nie zrobił wystarczająco przekonujących badań empirycznych, a przynajmniej ich nie opublikował. Dodatkowym czynnikiem, który trzeba uwzględnić, jest obecność napyłanych na lód (przed rozgrywką) kropelek wody.

Charakterystyczną cechą curlingu jest szcztokowanie lodu. Podnosząc w ten sposób nieznacznie jego temperaturę, można wydłużyć drogę kamienia, prostując jednocześnie tor jego ruchu (kamień zbacza bardziej wtedy, gdy zwalnia). Szcztokowanie pod koniec ruchu, gdy kamień już zdążył istotnie zmienić kierunek, pozwala na uzyskanie większego całkowitego zakrzywienia jego trajektorii.

Szkoda, że curling jest tak mało popularny w naszym kraju. Może to ma jakiś związek z liczbą sztucznych lodowisk? Może brak zawodników w konkurencjach alpejskich (nie oszukujemy się, to narciarstwo oraz hokej są kwintesencją sportów zimowych) również ma jakiś związek z infrastrukturą czy organizacją sportu? Na szczęście, gdy tylko znowu spadnie śnieg, będziemy mogli przynajmniej lepić bałwany.



Rozwiązanie zadania F 767.

Rozważmy lewą połowę nici. Siła ciężkości $mg/2$ skierowana jest pionowo w dół. Siła napięcia nici w najniższym punkcie skierowana jest poziomo. Zatem siła napięcia w punkcie zawieszenia nici jest równa

$$N = \sqrt{(mg/2)^2 + N_0^2}.$$

Siła ta jest skierowana pod kątem $\alpha = \arctg(mg/(2N_0))$ do pionu.



Rozwiązanie zadania F 768.

Z warunku równowagi obręczy C mamy

$$2mg = 3N \cos \alpha,$$

gdzie N to siła napięcia nici, α to kąt odchylenia nici od pionu. Z warunku równowagi obręczy B otrzymujemy

$$3N - 3N \cos \alpha - mg = 0,$$

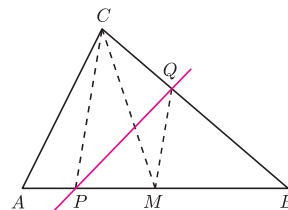
stąd $\cos \alpha = 2/3$, przy czym $\tg \alpha = r/H$, gdzie H jest szukaną odległością. Ostatecznie:

$$H = r \ctg \alpha = 2r\sqrt{5}/5.$$



Rozwiązanie zadania M 1282.

Najpierw znajdujemy środek M boku AB , a następnie prowadzimy przez punkt M prostą równoległą do prostej CP , która przecina obwód trójkąta ABC w punktach M i Q .



Wówczas prosta PQ dzieli trójkąt ABC na dwie figury o równych polach.

Dla dowodu przyjmijmy, bez straty ogólności, że punkt Q leży na boku BC . Ponieważ proste PC i MQ są równoległe, więc pola trójkątów PMQ oraz CMQ są równe. A zatem równe są także pola trójkątów BPQ i BCM . Z kolei pole trójkąta BCM jest równe połowie pola trójkąta ABC , co kończy dowód poprawności konstrukcji.