

[Akceptuje](#)

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](#) > [Felieton](#)

Inżynierowie ekstremalni



Wielkie termitiery działają na ludzką wyobraźnię. Już pierwsi podróżnicy wyprawiający się w tropiki wspominali o nich w swoich relacjach, np. Henry Smeathman w listach z Afryki z 1781 r. Te zadziwiające konstrukcje powstają dzięki wysiłkowi tysięcy owadów, z których każdy mierzy nie więcej niż centymetr! Głównym zadaniem termitiery jest ochrona mieszkańców przed niekorzystnymi czynnikami środowiska naturalnego. Służy również jako spichlerz, zapewniając termitom przewagę nad innymi owadami podczas sezonowych niedoborów pokarmu. Jest odporna na ogień (pożary sawanny) i częściowo na wodę (zalewanie, erozję).

Tak naprawdę termitiery nie zawsze są wielkie, za to zadziwiają zróżnicowanymi kształtami (natknąć się można zarówno na proste konstrukcje - kule czy stożki, jak i na ogromne i skomplikowane kopce przypominające katedry). Do ich budowy służą dwa rodzaje budulca - karton (częściowo strawiony materiał roślinny), z którego powstają gniazda kartonowe („papierowe”), oraz gleba służąca do budowy gniazd ziemnych i kopców. Wszystkie twierdze są też wzmacniane odchodami, gdyż jest to doskonały materiał: wolny od większości patogenów (przeszedł właśnie przez układ pokarmowy owadów), tani w produkcji, a przede wszystkim łatwo dostępny.

Wietrzenie fortecy

Imponujące konstrukcje są np. dziełem termitów z podrodziny *Macrotermitinae*. Owady te - podobnie jak mrówki grzybiarki („WIŻ” 1/2013) - hodują grzyby, które rozkładają zawarte w materiale roślinnym celulozę i ligninę, po czym są zjadane (zwiększając udział azotu w diecie) przez pracowitych hodowców. „Uprawa” grzybów wiąże się z pewnym wysiłkiem. Termity muszą zbudować ogromne komory do przechowywania grzyba i dostosować warunki panujące w kolonii do wymagań grzybni pod względem wilgotności, temperatury i zawartości CO₂ (musi być niska), co powoduje, że nadziemne fortece budowane przez *Macrotermitinae* należą do najbardziej skomplikowanych.

Wyobraźmy sobie teraz, że jesteśmy w Afryce podczas letniego safari. Siedzimy w samochodzie na środku sawanny, okna mamy pozamykane, żar leje się z nieba, dręczy nas pragnienie, a klimatyzacja wyje na najwyższych obrotach. Tuż obok samochodu stoi samotna termitiera, a w niej przebywają niewielkie owady, które zbudowały konstrukcję utrzymującą temperaturę w gnieździe na poziomie 30°C (temperatura wymagana przez grzyba) z odchyleniem rzędu 3°C w ciągu dnia i 1°C w ciągu roku! Zamieszkuje ją 2 mln owadów ważących w sumie około 20 kg i potrzebujących około 1200 l tlenu na dobę. Dodatkowo, zarówno termity, jak i ich drogocenna grzybnia, wydzielają dwutlenek węgla, który w dużym stężeniu jest toksyczny. Termitiera musi być więc niezwykle efektywnie wentylowana. Co ciekawe, nie ma w niej jednak otworów wentylacyjnych! Ta kwestia frapowała wielu naukowców. Wydaje się, że wentylacja zależy od gradientu temperaturowego oraz specyficznej budowy fortecy *Macrotermes bellicosus*. W dzień, kiedy słońce operuje ze znaczną siłą, gazy wytworzone przez owady przemieszczają się z wnętrza gniazda do galerii, czyli kanałów powietrznych biegnących tuż pod zewnętrzną powierzchnią kopca. Porowata struktura kopca

umożliwia stopniową wymianę zanieczyszczonego powietrza z galerii z czystym powietrzem zewnętrznym. Stopniowo, wraz z ruchem powietrza ku górze, spada zawartość CO₂. Kiedy oczyszczone powietrze dotrze na samą górę kopca, zaczyna opadać w dół głównym kanałem wentylacyjnym.

W ciągu dnia najintensywniejsza wymiana gazowa odbywa się w najsilniej nasłonecznionych galeriach. W nocy ruch powietrza zwalnia, a nawet może się zatrzymać, powodując akumulację CO₂. Z tego powodu wiele gatunków termitów wybiera alternatywne metody wentylacji. *Macrotermes michaelseni*, których kopce są zbudowane trochę inaczej niż *M. bellicosus*, korzystają z wentylacji sterowanej wiatrem. Wysokie konstrukcje są omiatane prądami powietrza, które powodują wytworzenie ciśnienia dodatniego na stronie nawietrznej (wpychanie świeżego powietrza do gniazda) i podciśnienia na stronie zawietrznej, co wysysa zanieczyszczone powietrze z kopca (zgodnie z prawem Bernoulliego). Jednakże również ta technika wentylacji bardzo zależy od warunków zewnętrznych, w tym przypadku prędkości wiatru. Dlatego konstrukcja kopca jest zawsze dostosowana do lokalnych warunków środowiskowych i często zdarza się, że termitiery różnych gatunków są do siebie podobne ze względu na działanie lokalnych czynników abiotycznych. Nie wszystkie kopce są jednak zamknięte – wiele gatunków tworzy budowle z otworami o różnej średnicy, umieszczone na różnej wysokości, co powoduje różnicę ciśnień i przepływ powietrza (efekt Venturiego). Pozostaje jeszcze problem temperatury, bo im grubsze są ściany zewnętrzne termitiery, tym lepiej izolują one termicznie, choć ograniczają wtedy wymianę gazową. Dlatego budowle wznoszone przez owady są zawsze udanym kompromisem konstrukcyjnym uwzględniającym rolę obu tych czynników, dostosowanym do lokalnych warunków.

Zależne od pola magnetycznego

Jedne z najbardziej zadziwiających konstrukcji są wytworem termitów magnetycznych (np. *Amitermes meridionalis*) z północno-wschodniej Australii. Owady te budują kopce kształtem przypominające klin zwężający się ku górze. Bardzo często występują one w skupiskach, tworząc charakterystyczny „cementarny” krajobraz. Nie tylko sam kształt, ale i orientacja kopców jest zadziwiająca. Okazuje się, że wszystkie termitiery są zorientowane wzdłuż linii pola magnetycznego północ-południe – z pewnym odchyleniem w lokalnych populacjach. Dlaczego? Jedną z teorii mówi, że niezwykła orientacja przestrzenna zapewnia najbardziej stabilną termoregulację. Słońce, wędrując po nieboskłonie, najpierw nagrzewa część wschodnią kopca, a potem zachodnią, co pozwala najefektywniej wykorzystać energię słoneczną. Niektórzy naukowcy twierdzili nawet, że umożliwia to szybkie wysychanie kopca, co jest kluczowe w czasie pory deszczowej, oraz zebranej w kopcu trawy (od której termity całkowicie zależą w porze deszczowej). Umożliwia też skuteczną wymianę gazową (duża powierzchnia, mała objętość).

Samoorganizacja

Jednak chyba najbardziej frapujące jest pytanie, w jaki sposób owady o tak małych mózgach potrafią tworzyć tak skomplikowane konstrukcje? Naukowcy od dawna próbują na nie odpowiedzieć. Przeprowadzili np. ciekawy eksperyment. Wyjętą z komory królewskiej królową położono w otwartym naczyniu i pozostawiono jedynie w otoczeniu robotnic, które bardzo szybko zaczęły tworzyć kule z mieszaniny ziemi i śliny (tworząc rodzaj pasty), by następnie położyć je losowo w odległości 2–5 cm od królowej. Kolejne kule kładły najczęściej w pobliżu już istniejących. W ten sposób powstawały ich lokalne skupiska, stopniowo rozrastające się w konstrukcje łukowe i powierzchnie płaskie, które powoli otaczały królową, by w końcu całkowicie ją zakryć.

No dobrze, ale dlaczego robotnice tak się zachowywały? Otóż dzięki „feromonom budowania” i „klejenia”. „Feromony budowania” powstają w ciele tłuszczowym (znajdującym się w odwłoku) królowej, po czym wydostają się na zewnątrz dzięki systemowi tchawek zapewniających wymianę

gazową. Robotnice, do których dotarł feromon, rozpoczynają budowę, ale ich poczynania są jeszcze zupełnie losowe. Jednak każda z nich zostawia za sobą ślad zapachowy, którym może podążyć jej towarzysząca, co w efekcie zwiększa intensywność zapachu i przyciąga kolejne robotnice. Robotnica, mieszając glebę ze śliną, wytwarza „feromon klejenia”. Działa on jednak bardzo krótko i jedynie na odległość 1-2 cm. Wystarczy to jednak, by zachęcić inną robotnicę do pozostawienia swojej kuli tuż obok pachnącej kuli. W ten sposób zaczynają powstawać zaczątki konstrukcji przyciągającej kolejnych budowniczych. Przeprowadzony eksperyment nie daje jednak odpowiedzi na pytanie, jakim sposobem termyty koordynują swoje działania później, tworząc ostatecznie konstrukcję doskonale dostosowaną do lokalnych warunków pogodowych.

Więcej w miesięczniku „Wiedza i Życie” nr [07/2014](#) »

<http://laboratoria.net/felieton/21787.html>

Informacje dnia: [Jak otworzyć laboratorium? Dziękujemy za odwiedzinę 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 odwiedzinę 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