

Jak mocno gryzą jaszczurki?

Naukowcy to specyficzna grupa ludzi, która jakże często próbuje wyjaśnić zagadnienia pozostające, przynajmniej z pozoru, bez znaczenia dla większości z nas. Być może wystarczającą motywacją ich działania jest chęć dogłębnego poznawania otaczającej nas rzeczywistości. Zwykle po przeprowadzeniu setek badań, obserwacji, pomiarów udaje się jednak dostrzec łańcuch powiązań pomiędzy zdarzeniami istotnymi dla całego naszego środowiska.

No bo jakież na przykład znaczenie dla zwykłych ludzi może mieć wiedza na temat siły zgryzu jaszczurki, takiej jaką spotykamy niemal w każdym naszym w lesie czy na pustynnych piaskach? Albo po co nam wiedzieć, jak szybko latają jaskółki i czy tak jak gołębie pocztowe potrafią one wrócić do swojego gniazda wywiezione kilkadziesiąt kilometrów od niego? Ewentualnie w jaki sposób nawigują w czasie takiego lotu? Zupełnie bez znaczenia wydaje się też uzyskanie odpowiedzi na pytanie: jak daleko od swoich kolonii wylatują co noc nietoperze na żer. Każdemu z nas robi się natomiast różnie na duszy, gdy dowiaduje się ile komarów w czasie jednego wieczoru taki nietoperz skonsumuje. Podobnych zagadnień można wymieniać jeszcze wiele, ale my wrócimy do jaszczurek, a więc...

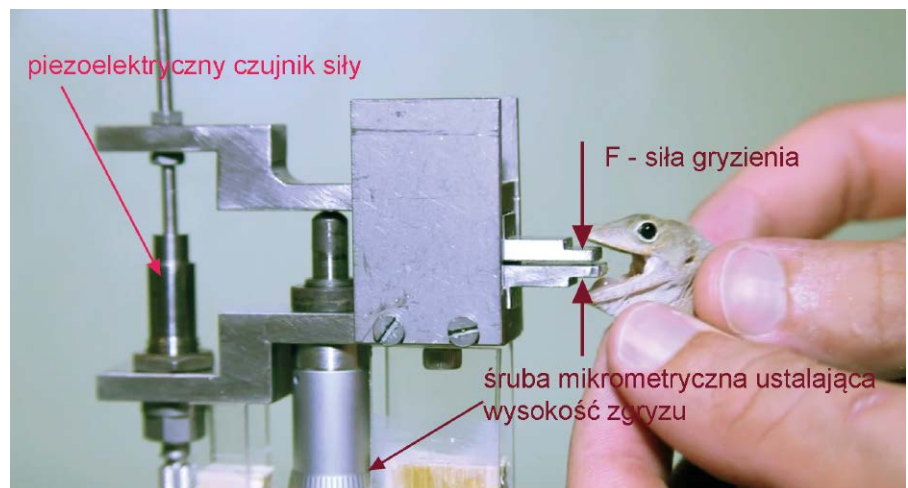
...jak mocno gryzą jaszczurki?

Pomińmy ocenę przydatności określenia takiego „parametru”. Sam pomysł przeprowadzenia odpowiedniego pomiaru jest na tyle ekscytujący, że z pewnością każdy pasjonat

natychmiast przystąpi do pracy. A mówimy wyłącznie o takiej grupie ludzi, gdyż w tym zawodzie (ornitolog, chiropterolog, ofiolog, reptiliolog itp.) nie ma miejsca dla malkontentów męczących się w swojej pracy.

Jak zatem zmierzyć siłę gryzienia jaszczurki? Pierwszym nasuwającym się

elementem pomiarowym jest tensometr, ale z jego zastosowaniem związanych jest szereg problemów technicznych. No właśnie, można powiedzieć, że stopień trudności konstrukcji odpowiedniego sensora jest odwrotnie proporcjonalny do jego wielkości, a pyszczek jaszczurki, na przykład takiej zwinki, duży nie jest. Pozostaje też problem zmuszenia jaszczurki do ugryzienia, i to w odpowiedni sposób, podstawionego „podrobionego jedzonka”. Na szczęście jaszczurka zawsze gryzie, można powiedzieć z góry na dół, znacznie gorzej jest na przykład z ptakami, których siłę dziobania również się mierzy. A taki ptak zanim rozłupie dajmy na to żółdzia, to ze trzy razy obróci



Fotografia 1. Głowica do pomiaru siły zgryzu jaszczurek



go w dziobie, i nie jest powiedziane, że ostateczny nacisk nastąpi w płaszczyźnie pomiarowej czujnika. Co więcej, jest to mało prawdopodobne.

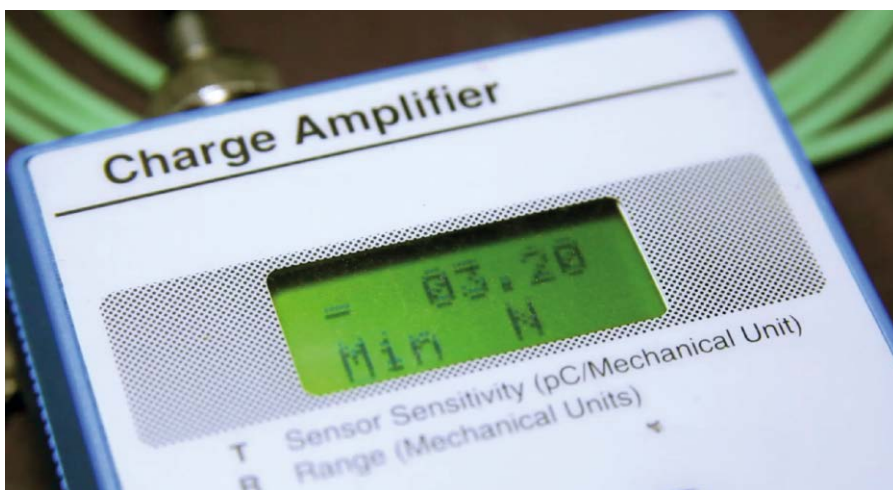
Wróćmy do jaszczurek. Najkorzystniejszy byłby oczywiście pomiar w warunkach naturalnych. Nie jest jednak łatwo nakłonić jaszczurkę do ugryzienia podrzuconego jej specjalnie spreparowanego „smakolyku”. Choć próby takie są dokonywane, to najczęściej zwierzęta są odławiane za pomocą... specjalnej konstrukcji wędek, a następnie dopiero poddaje się je badaniom laboratoryjnym z zachowaniem warunków humanitarnych, przy zapewnieniu absolutnego bezpieczeństwa pacjentów. Obowiązuje przy tym stara metrologiczna zasada, mówiąca o tym, że ostateczny wynik powinien być obliczany na podstawie wielu pomiarów powtarzanych w zbliżonych warunkach. Tu jednak należy uważać na drobne niuanse, które mogą

zaburzać statystyki. Dość oczywiste jest, że wyniki będą zależały od gatunku jaszczurki, jej płci, wieku, wielkości, budowy czaszki, rodzaju pożywienia, etc. Okazuje się na przykład, że siła zgryzu młodych osobników jest najmniejsza (tu zaskoczenia nie ma) i rośnie wraz z wiekiem zwierzęcia. Jest jednak pewien punkt przełomowy, po którym wraz z dalszym wzrostem wieku jaszczurki siła jej gryzienia zaczyna maleć. Można zaryzykować twierdzenie, że z pewnych przysmaków jaszczurki-staruszki muszą zrezygnować z powodu niedostatecznej siły zgryzu. Trochę jak u człowieka, tylko u nas większym problemem są raczej ubytki w uzębieniu, a nie malejąca siła gryzienia. No dobrze, ale jak to mierzyć?

Technika pomiaru

Z uwagi na trudności dokonywania pomiarów w warunkach naturalnych herpetolodzy

częściej stosują pomiar w warunkach, nazwijmy to laboratoryjnych. Wykorzystują do tego specyficzny dynamometr (w terminologii angielskiej nazywany *gnathodynamometer*), którego głównym elementem jest specjalnie skonstruowana głowica. Zawiera ona piezoelektryczny czujnik siły sprzężony z podwójnym ramieniem zakończonym blaszkami umieszczanymi w pyszczku jaszczurki. Głowica jest zaprojektowana tak, aby jak najskuteczniej zminimalizować występujące ewentualnie siły tarcia, które mogłyby zniekształcać wynik pomiaru. Uwzględniono również śrubę mikrometryczną pozwalającą wstępnie ustalić odstęp między blaszkami dobierany w zależności od wielkości jaszczurki (**fotografia 1**). Trzymana w dłoni jaszczurka jest przykładana do głowicy, tak aby blaszki pomiarowe znalazły się w pyszczku zwierzęcia. Jaszczurka odruchowo próbuje je ugryźć. Sygnał uzyskiwany z czujnika piezoelektrycznego jest bardzo mały, potrzebny jest zatem odpowiedni wzmacniacz pomiarowy. Może on pokazywać wynik zmierzonej siły bezpośrednio na wyświetlaczu (**fotografia 2**), ale stosowane są również systemy współpracujące z komputerem, które dodatkowo potrafią rejestrować przebieg siły w funkcji czasu. W niektórych badaniach jest to dodatkowa, bardzo cenna informacja. Wykorzystywany w głowicy czujnik piezoelektryczny charakteryzuje się bardzo wysoką impedancją narzucając tym samym konieczność stosowania specjalnych wzmacniaczy ładunkowych. Nie są to więc typowe wzmacniacze instrumentalne znane z układów tensometrycznych, lecz specjalnej konstrukcji układy mogące mierzyć zmiany ładunku elektrycznego obserwowane podczas pracy czujnika piezoelektrycznego. Muszą to być



Fotografia 2. Miernik ładunkowy wykorzystywany w pomiarach siły z czujnikiem piezoelektrycznym

układy bardzo czułe, gdyż mamy do czynienia z pomiarami ładunku rzędu pojedynczych pikokulombów. Poglądowy schemat ideowy takiego wzmacniacza przedstawiono na **rysunku 2**. Widoczne na nim pojemności to: C_c – pojemność kabla, C_{inp} – pojemność wejściowa wzmacniacza, C_f – pojemność pętli sprzężenia zwrotnego. Zasada pomiaru opiera się właśnie na działaniu ujemnego sprzężenia zwrotnego, kompensującego zmiany ładunku elektrycznego występujące na wejściu pobudzonego czujnika piezoelektrycznego. W punkcie dołączonym do wejścia odwracającego wzmacniacza operacyjnego sumują się wszystkie ładunki występujące w układzie, a więc ładunek wejściowy, ładunek w pojemności kabla i pojemności wejściowej wzmacniacza, a także ładunek gromadzony w pojemności sprzężenia.

Pamiętając, że ładunek jest zależny od napięcia i prądu można napisać dla tego węzła równanie:

$$q_{in} = u_{inp} * (C_c + C_{inp}) + U_f * C_f \quad [1]$$

jednak napięcie wejściowe wzmacniacza operacyjnego (między wejściem odwracającym a wejściem nieodwracającym) jest równe zeru, a ponieważ wejście nieodwracające jest na potencjale masy, więc równanie [1] można uprościć do postaci:

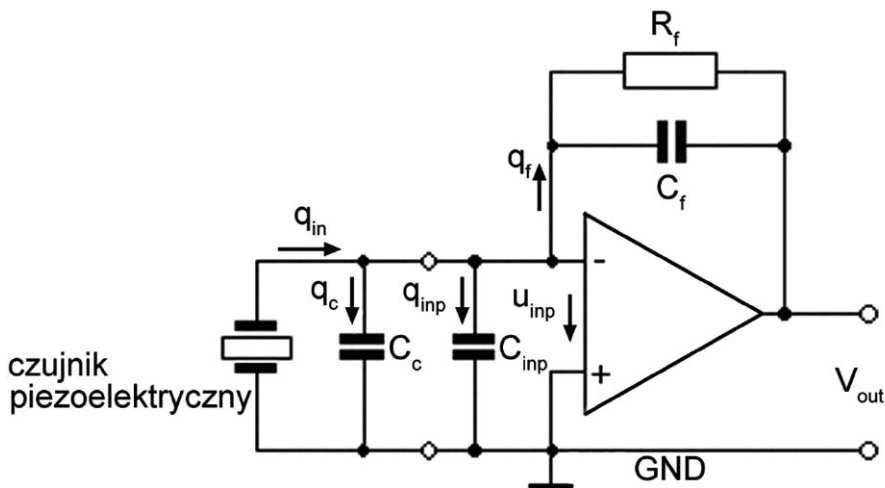
$$q_{in} = U_f * C_f \quad [2]$$

Uważny Czytelnik zauważy jednak, że napięcie sprzężenia U_f jest jednocześnie napięciem wyjściowym, stąd wynika, że napięcie wyjściowe jest równe

$$U_{wy} = q_{in} / C_f \quad [3]$$

Z równania [3] wynika natomiast, że układ przedstawiony na **rysunku 3** mierzy ładunek elektryczny występujący na wejściu.

Wadą wzmacniaczy ładunkowych jest stosunkowo małe pasmo nie przekraczające na ogół kilkudziesięciu herców. W interesujących nas pomiarach nie ma to jednak większego znaczenia. Ma natomiast znaczenie bardzo wysoka cena (rzędu kilku tysięcy



Rysunek 3. Poglądowy schemat ideowy wzmacniacza ładunkowego

Euro) markowego zestawu czujnik – wzmacniacz, zwłaszcza, że jednostki naukowe zajmujące się opisywanymi badaniami nie należą u nas do mocno finansowanych. Zaletą stosowania czujników piezoelektrycznych jest natomiast ich duża precyzja, fabryczna kalibracja i praktycznie pomijalna zależność parametrów od temperatury. W pomiarach siły zgrzyzu jaszczurek wykorzystywane są czujniki o zakresie pomiarowym od kilkudziesięciu do ok. 500 N.

Przed pomiarami jaszczurki są umieszczane na godzinę w inkubatorze utrzymującym temperaturę ok. 35°C. Ta swego rodzaju kwarantanna wyzwała u zwierzęcia większy i trwający dość długo odruch gryzienia. Każdy okaz jest poddawany serii składającej się z co najmniej pięciu pomiarów, jednak z zachowaniem godzinnych przerw między nimi. Sam pomiar siły gryzienia, jakkolwiek ciekawy, to bez próby sformułowania dalszych wniosków byłby pozbawiony sensu. Herpetolodzy porównują więc uzyskane wyniki z siłą niezbędną do miażdżenia na przykład stawonogów występujących w okolicy żerowania jaszczurek i sprawdzają czy w jaszczurzych odchodach znajdują się

resztki owych stawonogów. Określana jest w ten sposób korelacja między dietą jaszczurek a siłą ich zgrzyzu. Badania są bardzo szczegółowe, a końcowe wnioski są opracowywane dzięki zastosowaniu dość zaawansowanego aparatu matematycznego (obliczenia statystyczne).

Wyniki

Na zakończenie, abyśmy mogli zdać sobie sprawę z czym mamy do czynienia, kilka przykładowych wyników. I tak samiec jaszczurki ostropyskiej (*Lacerta oxycephala*) gryzie z siłą ok. 2 N. Samica tego gatunku jest zdecydowanie słabsza, gdyż zanotowane dla niej pomiary dały wynik zaledwie 0,7 N. Jeszcze większe różnice występują u murówki adriatyckiej (*Podarcis melisellensis*). Dla samca jest to 1,4 N, dla samicy zaledwie 0,3 N.

Jarosław Doliński

Źródła:

1. <http://goo.gl/qjy1Jx>
2. <http://goo.gl/vDaOdM>
3. <https://goo.gl/96gCya>

WYDANIE SPECJALNE DIGITAL CAMERA
200 STRON! PORADY • WSKAZÓWKI • INSPIRACJE

+CD GRATIS
10 PORADNIKÓW WIEDZY
PODZIAŁ NA 100 KROKÓW
DROGĄ DO PROFESJONALNEGO
OBIEKTYWU

Ucz się z nami!
Fotografia
KURS DLA POZĄTKUJĄCYCH

200 STRON!
Nieważności umiejętności

CZEGO SIĘ NAUCZYSZ?

- ✓ Obsługi aparatu – koniec z trybem Auto!
- ✓ Złotych zasad kompozycji – twórz mocne kadry!
- ✓ Warsztatowych sztuczek – ucz się od zawodowców!

DIGITAL CAMERA POLSKA
WYDANIE SPECJALNE 3/2015
34 zł

<https://goo.gl/CNmlq9>

Fotografia Kurs dla Początkujących to magazyn dla wszystkich fotografujących – bez względu na to jak zaawansowanym sprzętem dysponują. Adresowany jest do szerokiego grona entuzjastów fotografowania, którzy chcą lepiej panować nad swoim aparatem i w pełni wykorzystać jego możliwości – początkujących, którzy chcą po prostu robić lepsze zdjęcia.

Na 200 bogato ilustrowanych stronach, nasi eksperci w bardzo przystępny sposób przybliżają najważniejsze zależności i prawa rządzące fotografią, podpowiadają jak lepiej komponować ujęcia, oraz jak radzić sobie w typowych sytuacjach by nasze rodzinne, podróżnicze czy portretowe fotografie były zawsze ostre oraz idealnie naświetlone.

Do wydania papierowego dołączona jest płyta CD, na której dostępnych jest aż 10 praktycznych video-lekcji obsługi aparatu.