

**SCIENTIFIC  
AMERICAN**

POLSKA EDYCJA

**ŚWIAT NAUKI**

Luty 2022 nr 2 (366)

Cena 14 zł 99 gr (w tym 8% VAT)

[www.swiatnauki.pl](http://www.swiatnauki.pl)

# CUD TECHNIKI ANTYKU

Badacze  
rozszyfrowują  
mechanizm  
z Antykithiry

ŚWIAT NAUKI 2/2022



**EWOLUCJA**

Kiedy zwierzęta  
zyskały głos

**FIZYKA  
KWANTOWA**

Decydujący  
eksperyment

**SOCJOLOGIA**

Groźne  
resentymenty

Paszporty POLITYKI 2021 film / teatr / literatura / sztuki wizualne / kultura cyfrowa / muzyka poważna / muzyka popularna

Rozdaliśmy nagrody  
dla najwybitniejszych twórców  
polskiej kultury za 2021 rok

Poznaj laureatów na  
[polityka.pl/paszportypolityki](http://polityka.pl/paszportypolityki)

[www.polityka.pl/paszporty](http://www.polityka.pl/paszporty)

[facebook.com/paszportypolityki/](https://facebook.com/paszportypolityki/)

#PaszportyPolityki

PASZPORTY  
POLITYKI  
2 0 2 1

DZIĘKUJEMY PARTNEROM  
GALI PASZPORTÓW  
POLITYKI 2021

Partnerzy Główni

za'ks  
sprzyjamy wyobraźni

POWERED BY  
SEBASTIAN KULCZYK

Partnerzy medialni



Partnerzy kategorii

Literatura



Teatr



Muzyka Popularna



Muzyka Poważna



Kultura Cyfrowa



Sztuki Wizualne



Film



Partnerzy Gali



**ARCHEOLOGIA****20 Cud starożytnego świata**

Naukowcy odkrywają nowe tajemnice starogreckiego mechanizmu z Antykithiry.

*Tony Freeth*

**EWOLUCJA****30 Cały ten zgiełk**

Przez miliardy lat Ziemia pozostawała cichą planetą. Ale gdy ewolucja zwierząt przyspieszyła, zaczęła się wrzawa.

*Michael B. Habib*

**FIZYKA KWANTOWA****36 Bohemian Rhapsody**

Pomiar czasu potrzebnego cząstkom na przebycie drogi między dwoma punktami może stanowić najlepszy do tej pory test konkurencyjnej teorii kwantowej.

*Anil Ananthaswamy*

**PSYCHOLOGIA****42 Długi cień traumy**

Diagnoza zaburzenia osobowości typu borderline należy w psychiatrii do najbardziej kontrowersyjnych. Czy nie pora, by uznać ten stan za uwarunkowany traumą?

*Diana Kwon*

**SOCJOLOGIA****50 Amerykańskie milicje od środka**

Tęsknota za mityczną „prostszą” przeszłością kraju może w przypadku niektórych osób zmienić się w przemoc i nienawiść.

*Amy Cooter*

**ŻYWNOSĆ****58 Morskie żniwa Alaski**

Rdzenna ludność z terenów nadmorskich współpracuje z naukowcami, by wspólnie monitorować stan zdrowia małży i innych owoców morza zagrożonych przez toksyczne zakwity glonów.

*Karen Pinchin*



5

## 5 Wokół nauki

Walka z ransomware  
Redakcja „Scientific American”

## 6 Skaner

Leśne rytmy • Czytanie w takt • Budynki na piłkach  
• Zwierzaki w toalecie • Polecamy gorące dania prosto z drukarki!  
• Gra wstępna u chrząszczy • Polubmy hieny • Szybka nie do stłuczenia

## 16 Forum

Algorytmy medyczne wymagają większej kontroli  
Soleil Shah i Abdul El-Sayed

## 18 Metrum

Kapelusz śmierci  
Faith Shearin

## 19 Zdrowie

Boom na Zoom  
Claudia Wallis

## 72 Umysł giętki

Kamienne łańcuchy  
Marek Penszko

## 76 Obserwacje

Jeść dla planety  
Naomi Oreskes

## 78 Faktograf

Długa podróż teleskopu  
Clara Moskowitz i Matthew Twombly

## 79 Warto wiedzieć

Interdyscyplinarność w działaniu

## 80 Z archiwum *Scientific American*

Tektoniczne wysypisko • Telewizja światłowodowa • Energia jądrowa z węgla? • Mastodonty w Nowym Jorku • Tunel pod kanałem



6



76

### OKŁADKA



Ponad 120 lat temu w pobliżu wyspy Antykithira nurkowie wydobyli z wraku greckiego statku starożytny przyrząd służący do obliczania pozycji ciał niebieskich. Nowe badanie daje wgląd w działanie tego mechanizmu i potwierdza, że była to najbardziej zaawansowana maszyna licząca antycznego świata, jaką znamy.

Zdjęcie © 2005 National Archaeological Museum in Athens.

Opracowanie polskiej wersji okładki Jolanta Kotas

# PRENUMERATA



ROCZNA PRENUMERATA  
MIESIĘCZNIKA „ŚWIAT NAUKI”

**28%**  
taniej

**129 zł**

ponad 3 numery w prezencie!

PÓŁROCZNA PRENUMERATA  
MIESIĘCZNIKA „ŚWIAT NAUKI”

**23%**  
taniej

**69 zł**

1 numer w prezencie!

## ZYSKUJESZ



darmowa dostawa  
pod wskazany adres



nawet 28% taniej  
od ceny egzemplarzowej  
+ gwarancja stałej ceny

## ZAMÓW JUŻ DZIŚ



składając zamówienie pod adresem  
[sklep.polityka.pl/sn](http://sklep.polityka.pl/sn)



wpłacając odpowiednią kwotę  
przelewem na rachunek bankowy  
**18 1750 0009 0000 0000 1004 2763**  
(w tytule przelewu podaj numer, od którego  
jest zamawiana prenumerata np. SN 03/2022  
oraz dane adresowe do wysyłki)

## MASZ PYTANIA?



zadzwoń: **+48 22 336 75 60**  
(pon.–pt. w godz. 8:00–18:00)



napisz: [prenumerata@swiatnauki.pl](mailto:prenumerata@swiatnauki.pl)  
lub korespondencyjnie pod adresem:  
Polityka Sp. z o.o. SKA  
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa  
z dopiskiem: prenumerata „Świata Nauki”

**ŚWIAT NAUKI** SCIENTIFIC AMERICAN

Prenumeratę i pojedyncze numery w wersji cyfrowej  
można kupić na stronach: [egazety.pl](http://egazety.pl), [e-kiosk.pl](http://e-kiosk.pl) i [publio.pl](http://publio.pl)

www.swiatnauki.pl

**Prenumerata**

www.sklep.polityka.pl/sn  
e-mail: prenumerata@swiatnauki.pl  
tel. 22 336 75 60

**Redaktor naczelny**

Elżbieta Wieteska  
e-mail: ewieteska@swiatnauki.pl  
tel. 605 435 405

**Kontakt z redakcją**

redakcja@swiatnauki.pl

**Korekta**

Mariola Będkowska

**Redakcja techniczna, skład i łamanie**

Jolanta Kotas  
e-mail: j.kotas@swiatnauki.pl

**Wydawca**

POLITYKA Sp. z o.o. SKA  
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa  
tel. 22 451 61 33/34; faks 22 451 61 35  
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl

**Prezes zarządu**

Jerzy Baczyński

**Dyrektor wydawniczy**

Piotr Zmelonek  
tel. 22 451 61 33/34

**Dyrektor biura reklamy**

Izabela Kowalczyk-Dudek  
tel. 22 451 61 36  
e-mail: reklama@polityka.pl

**Dział Dystrybucji**

Marcin Paśnicki, kierownik  
e-mail: dystrybucja@polityka.pl

**Druk**

Quad/Graphics Europe Sp. z o.o.

Copyright © **POLITYKA** Sp. z o.o. SKA 2022

Wszelkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniem na języki obce). Żaden fragment niniejszego wydania nie może być wykorzystany w jakiegokolwiek formie – fotokopii, mikrofilmu czy innych reprodukcji – ani przekładany na język mechaniczny bez pisemnej zgody wydawcy. SCIENTIFIC AMERICAN jest zastrzeżoną nazwą handlową należącą do Scientific American, Inc. w Nowym Jorku i używaną przez firmę Polityka Sp. z o.o. SKA na podstawie umowy licencyjnej.

**SCIENTIFIC AMERICAN**

Editor in Chief **Laura Helmuth**

Copy Director **Maria-Christina Keller**

Creative Director **Michael Mrak**

Chief Features Editor **Seth Fletcher**

Chief News Editor **Dean Visser**

Chief Opinion Editor **Michael D. Lemonick**

President **Dean Sanderson**

Executive Vice President **Michael Florek**

Vice President, Commercial **Andrew Douglas**

Publisher and Vice President **Jeremy A. Abbate**

**Scientific American, 1 New York Plaza, Suite 4500,  
New York, NY 10004-1562**

**Drodzy Czytelnicy,**

od tego wydania jesteśmy zmuszeni podnieść o 1 zł cenę egzemplarzową „Świata Nauki”. Powody to wzrost wszystkich elementów związanych z drukiem pisma – wystarczy tylko wymienić nienotowane od lat, drastyczne podwyżki cen papieru oraz kosztów, co odczuwamy wszyscy, energii elektrycznej. Dokłada się do tego rosnąca inflacja.

Zachęcamy jednocześnie gorąco do prenumeraty „Świata Nauki”. Jest to najtańsza, a przy tym najpewniejsza forma dostępu do wszystkich wydań pisma. Nawet jeśli i tu ceny nieco wzrosły (wyższe koszty obsługi prenumeraty i wzrost opłaty pocztowej), to i tak jest zdecydowanie korzystniejsza finansowo aniżeli zakup egzemplarza w punkcie sprzedaży. Przy prenumeracie rocznej (129 zł) koszt zakupu pojedynczego wydania wyniesie 10,75 zł. Szczegóły oferty na stronie 3.

Liczymy na Państwa zrozumienie i zapewniamy, że utrzymamy dotychczasową jakość redakcyjną „Świata Nauki”.

Wydawca

**SCIENTIFIC AMERICAN**  
na świecie**TŁUMACZE, AUTORZY  
I KONSULTANCI BIEŻĄCEGO NUMERU**

mgr Rafał Bożek  
Wydział Fizyki  
Uniwersytet Warszawski

mgr Joanna Burek  
Katedra Matematyki Stosowanej  
Politechnika Lubelska

mgr Ariadna Ciążela  
dr Michał Czerny

dr n. med. Ewa Grabowska  
Andrzej Hołdys

mgr Marek Krośniak  
Biblioteka Jagiellońska

Marek Penszko

dr Marcin Ryszkiewicz  
Muzeum Ziemi PAN

Redakcja nie odpowiada za treść zamieszczanych reklam.

Informujemy, że przesłanie listu do redakcji jest równoznaczne z udzieleniem zgody na jego publikację w czasopiśmie wraz z podaniem imienia i nazwiska jego autora, chyba że autor zastrzegł wyraźnie anonimową publikację.

Sprzedaż aktualnych i archiwalnych numerów czasopisma po cenie innej niż wydrukowana na okładce jest działaniem na szkodę wydawcy i skutkuje odpowiedzialnością sądową.



# Walka z ransomware

Instytucje mogą chronić się we własnym zakresie, lecz najlepszą obroną jest współpraca

**Dokonując ataku typu ransomware**, napastnicy włamują się do komputera ofiary, zaszyfrowują dane na jego dyskach, a następnie żądają zapłaty za udostępnienie klucza deszyfrującego, który pozwoli odblokować system. Ten sposób wymuszania okupu znany jest od dziesięcioleci, lecz od 2010 roku jego popularność gwałtownie wzrosła, a internetowe gangi zaczęły obierać za cel samorządy lokalne, przedsiębiorstwa komunalne, a nawet szpitale. Zagrożenie ze strony ransomware dotyczy nas wszystkich – rozwiązanie tego problemu będzie wymagało wspólnych działań firm, amerykańskich władz i partnerów międzynarodowych.

W 2020 roku Federalne Biuro Śledcze otrzymało ponad 2400 zgłoszeń ataków ransomware, które kosztowały ofiary co najmniej 29 mln dolarów, nie licząc straconego czasu i innych zasobów. Liczby te nie ukazują rzeczywistych skutków ransomware, ponieważ nie wszystkie instytucje są skłonne zgłaszać, że padły ofiarą tego typu przestępstwa – a jeśli już to robią, nie zawsze ujawniają wysokość zapłaconego okupu. Nawet te zaniżone statystyki pokazują jednak wzrastającą zuchwałość gangów stosujących ransomware – liczba ataków dokonanych w 2020 roku wzrosła o 20% w porównaniu z rokiem poprzednim, a łączna kwota zapłaconych pieniędzy zwiększyła się ponad trzykrotnie.

Ataki te wyrządzają szkody nie tylko tym, którzy są ich bezpośrednim celem. Na przykład w maju ubiegłego roku firma Colonial Pipeline ogłosiła, że zgromadzone przez nią dane padły ofiarą grupy hakerskiej. W rezultacie to prywatne przedsię-

biorstwo – które odpowiada za około połowę wszystkich dostaw paliw na Wschodnim Wybrzeżu USA – musiało wyłączyć z użytku prawie 8800 km rurociągów. Na wieść o tym ludzie wpadli w panikę i zaczęli gromadzić zapasy benzyny, co spowodowało niedobory na stacjach paliwowych. Firma zapłaciła co najmniej 4,4 mln dolarów za przywrócenie działania swoich systemów, jakkolwiek rząd amerykański ostatecznie odzyskał mniej więcej połowę tej kwoty od przestępców, rosyjskiego gangu stosującego ataki ransomware o nazwie REvil.

Tak długo, jak ofiary będą płacić, hakerzy będą czerpać zyski z ataków. Jednakże eksperci od cyberbezpieczeństwa są podzieleni w kwestii tego, czy rząd powinien zakazać płacenia okupu. Taki zakaz zniechęcałby hakerów, lecz stawiałby zarazem niektóre instytucje przed trudnym dylematem moralnym. Na przykład dla szpitala odblokowanie systemów komputerowych tak szybko, jak to możliwe może być kwestią życia lub śmierci pacjentów.

Inne, prostsze rozwiązania polegają na zmuszeniu instytucji do implementacji bardziej rygorystycznych programów ochrony. Środki obrony przed cyberatakami, takie jak wymagania wieloczynnikowego uwierzytelniania oraz intensywne szkolenia w zakresie rozpoznawania phishingu i innych sposobów ataków, utrudniają hakerom dostęp do systemów komputerowych. Segmentacja sieci oznacza, że włamanie do jednej części systemu nie powoduje natychmiastowego udostępnienia wszystkich danych. A regularne tworzenie kopii zapasowych pozwala firmie funkcjonować nawet wtedy, gdy jej oryginalne dane są zaszyfrowane.

Wszystko to wymaga jednak zasobów, do których nie każda instytucja ma dostęp. Tymczasem gangi ransomware stosują coraz bardziej wyrafinowane techniki. Niektóre pracują tygodniami, aby dostać się do sieci firmowej, a następnie starannie ją przejrzeć w poszukiwaniu najbardziej istotnych danych, których można użyć jako zakładnika. Niektóre grupy, w tym REvil, celowo uszkadzają kopie zapasowe. Inne sprzedają instrukcje i oprogramowanie, aby pomóc innym hakerom w dokonywaniu własnych ataków. W konsekwencji specjaliści od bezpieczeństwa sieci angażują się w nieustanną zabawę w kotka i myszkę.

Pożądane są działania w skali zbiorowej. Gdyby wszystkie instytucje, które padły ofiarą ransomware, zgłaszały ten fakt, przyczyniłyby się do zgromadzenia zasobu cennych danych, które mogłyby pomóc w neutralizacji zagrożenia. Na przykład niektóre gangi ransomware mogą stosować dokładnie ten sam typ szyfrowania we wszystkich atakach. Etyczni hakerzy są w stanie wykrywać te regularności i je analizować, co pozwala im odzyskiwać i publikować klucze deszyfrujące dla konkretnych typów ransomware. Jednakże wiele firm niechętnie przyznaje się do naruszenia integralności swoich danych, chcąc uniknąć złej prasy. Przewyciężenie tej niechęci może wymagać podjęcia kroków legislacyjnych, takich jak złożony w zeszłym roku w Senacie projekt ustawy nakładający na firmy obowiązek zgłaszania faktu zapłacenia okupu w ciągu 24 godzin od transakcji.

Przeciwdziałanie atakom ransomware będzie również wymagało dotarcia bezpośrednio do przestępców, a to oznacza potrzebę współpracy na szczeblu międzynarodowym. W październiku ubiegłego roku FBI podjęło wraz z zagranicznymi partnerami działania mające na celu zmuszenie gangu REvil do wycofania się z sieci; w listopadzie międzynarodowe organy ścigania aresztowały domniemanych członków tej grupy. Takie wspólne wysiłki instytucji, agend rządowych i służb bezpieczeństwa będą konieczne, aby powstrzymać najbardziej zuchwałe ataki ransomware. Jest to jednak wciąż walka, której końca nie widać. ■

# SKANER

---



Madagaskarskie indrisy używają powtarzających się struktur rytmicznych w przejmujących, wykonywanych całymi rodzinami wokalizacjach.



## MIĘDZY INNYMI

- Tenis a trzęsienia ziemi
- Toalety dla krów
- Pieczyste z drukarki
- Zwierzęce służby sanitarne

## BEHAVIORYSTYKA ZWIERZĄT

# Muzykalne lemury

Indris krótkoogonowy jest pierwszym ssakiem poza człowiekiem, u którego stwierdzono wyczucie rytmu

**Ssaki wydają przeróżne dźwięki**, lecz ich nawoływania rzadko przypominają muzykę. Jaka jest tego przyczyna? Brak rytmu – sekwencji czasowej, która organizuje dźwięki i przerwy między nimi w powtarzalną strukturę. Ludzie byli dotąd jedynymi ssakami, o których było wiadomo, że wykorzystują rytm do tworzenia muzyki. Aby się dowiedzieć, w jaki sposób mogliśmy nabyć tej umiejętności, naukowcy badają zdolności muzyczne innych gatunków.

Dlatego też zespół badaczy, uzbrojony w mikrofony, udał się ostatnio do dżungli Madagaskaru, aby nagrać intrygujące nawoływania lemurów z gatunku indrisów krótkoogonowych (*Indri indri*). Indrisy wyglądają jak gibkie, czarno-białe pluszaki ze świdrującymi zielonymi oczami. Na ogół przebywają wysoko w koronach lasów deszczowych, gdzie – mimo iż są największym gatunkiem lemura – trudno je dostrzec. Zwierzęta te jednak łatwo usłyszeć – ich wrzaskliwe nawoływania można rozpoznać z odległości nawet dwóch kilometrów. Oprócz donośnych wrzasków, indrisy mają zróżnicowany repertuar wokalny, w tym wysokotonowy „śpiew”, przypominający zawodzenie, który pobrzmiwa echem wśród drzew.

Indrisy żyją w grupach rodzinnych, a ich charakterystyczne pieśni pomagają grupom się porozumiewać. Niczym w rodzinnym zespole, dorosłe osobniki wykonują smutno brzmiące duety, a potem ich potomstwo do-

NICK GARBUZZI/Nature Picture Library/Alamy Stock Photo



Dwumiesięczny indris

łącza do kakofonicznego chóru. Pieśni te są „niesłychanie piękne”, mówi Andrea Ravignani, biomuzykolog z Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek w Nijmegen w Holandii.

Wokalizacje indrisów mogą zrazu wydawać się chaotyczne, lecz biologka z Università degli Studi di Torino Chiara De Gregorio mówi, że wrażenie to po pewnym czasie mija. „Po osłuchaniu się z nimi można naprawdę rozpoznać w nich regularną strukturę – twierdzi. – Gdy zaczynają frazę, wiadomo, czego się spodziewać, nuta po nucie”. W nowym studium opublikowanym w czasopiśmie „Current Biology”, De Gregorio, Ravignani i ich współpracownicy przeanalizowali nagrania 636 indywidualnych pieśni indrisów pochodzących od 20 różnych grup rodzinnych, aby ustalić, czy te hałaśliwe zwierzęta faktycznie wykorzystują rytm.

Ponieważ rytm to przede wszystkim wyczuwanie czasu, zespół podzielił każde nagranie na elementarne odcinki, by zmierzyć czas trwania dźwięków i przerw między nimi. Po analizie nagrań, badacze stwierdzili, że pieśni często charakteryzował rytm 1:1 (jednakowe odległości między dźwiękami) lub 1:2 (pierwsza o połowę krótsza od drugiej). Oba te schematy występują powszechnie w muzyce tworzonej przez człowieka.

Według naukowców wyniki wskazują, że indrisy nadają tego rodzaju strukturę swoim pieśniom – jest to pierwszy potwierdzony przypadek stosowania rytmu (na wzór „ludzki”) przez ssaka z rzędu naczelnych. Dotyczyło to wszystkich nagranych indrisów – samice i samce śpiewały wprawdzie w różnym tempie, lecz stosowały jednakowe wartości rytmiczne. Indrisy wykazały również zdolność do utrzymania stałego rytmu, gdy zmniejszały tempo swoich pieśni – proces określany w terminologii muzycznej słowem *ritardando*.

Jakkolwiek indrisy i kompozytorzy-ludzie wykorzystują pewne podobne struktury, zdolności muzyczne jednych i drugich prawdopo-

dobnie rozwinęły się niezależnie. Ponieważ ostatni wspólny przodek ludzi i indrisów żył 77,5 mln lat temu, co stanowi przepaść z perspektywy procesu ewolucyjnego, nie jest prawdopodobne, by wyczuwanie rytmu był cechą wspólnie odziedziczoną. Ravignani sugeruje natomiast, że podobne czynniki ukształtowały zarówno indrisy, jak i ludzie jako śpiewaków w różnych okresach – jest to przykład ewolucji zbieżnej (konwergencji). Do- kładne korzyści, jakie ta umie-

jętność daje indrisom, nie są wciąż znane, lecz autorzy spekulują, że powtarzalna struktura rytmiczna pieśni może ułatwiać młodym lemurom naukę lub umożliwić rodzinom indrisów szybką koordynację, gdy muszą bronić terytorium lub się skupić.

Elizabeth St. Clair, bioantropolożka biologiczna z Johns Hopkins University, która bada ewolucję traktu głosowego u naczelnych, mówi, że była zaskoczona rytmicznymi podobieństwami między pieśniami indrisów i ludzi. „Wygląda na to, że jest to szczególna cecha indrisów, której nie spotyka się u wielu innych ssaków, a nawet ptaków” – mówi St. Clair, która nie brała udziału w tych nowych badaniach. Podejrzewa ona, że gibbony, niewielkie małpy z Azji Południowo-Wschodniej znane ze skoordynowanych nawoływań, również mogą wykorzystywać struktury rytmiczne w swoich wokalizacjach.

Analiza pieśni indrisów wskazuje, że zwierzęta te mają wrodzone poczucie rytmu podobnie jak ludzie, lecz rodzi kolejne pytania dotyczące sposobu porozumiewania się tych ssaków. Naukowcy mają nadzieję, że badanie wyczuwania rytmu u indrisów przyspieszy działania ochronne niezbędne do przetrwania tych naczelnych. Wylesianie i polowanie zdziesiątkowały populacje indrisów (jak również gibbonów) – niektórzy eksperci szacują, że na wolności pozostało zaledwie 1000 indrisów i wszystko wskazuje na to, że ta liczba będzie maleć. Przewiduje się, że do 2070 roku obszary leśne na Madagaskarze zmniejszą się aż o 93%.

Naukowcy próbują rozwikłać, dlaczego naczelne zaczęły używać rytmicznych dźwięków, dlatego możliwość usłyszenia pieśni dzikich indrisów będzie miała zasadnicze znaczenie. „Ich system porozumiewania daje pośrednio wgląd w ich umysły – mówi Ravignani. „Kryją wiele sekretów. Badając wydawane przez indrisy dźwięki, możemy je poznać”.

Jack Tamisiea

## LINGWISTYKA

## Między mową a pismem

Czytamy w dominującym rytmie języka mówionego

„Kto czyta książki, żyje podwójnie”, twierdził Umberto Eco. I rzeczywiście – w ramach przeprowadzonego kilka lat temu eksperymentu monitorowano za pomocą czynnościowego jądrowego rezonansu magnetycznego aktywność mózgow osób czytających powieści Jane Austen. Okazało się, że gdy badani byli zainicjowani w lekturze, w ich mózgach uaktywniały się również obszary związane z ruchem i dotykiem, niemalże jakby czytający sami przeżywali opisywane zdarzenia.

Z kolei niedawno w zeszłym roku naukowcy z Goethe-Universität we Frankfurcie nad Menem oraz z kilku innych instytucji przeprowadzili badanie dotyczące samego procesu czytania i przetwarzania czytanego tekstu. W serii eksperymentów wzięło udział ponad 180 osób znających język niemiecki. Dla większości był on językiem ojczystym, dla pozostałych 49 był nim m.in. rosyjski, włoski, japoński lub uzbecki. Ruchy oczu badanych monitorowano metodą eye-trackingu.

Rytm ruchów gałek ocznych podczas czytania okazał się odpowiadać dominującemu rytmowi języka mówionego. Najdokładniejsze dopasowanie występowało u mniej wprawnych czytających oraz osób, dla których język niemiecki nie był językiem ojczystym. Z kolei najbieglejsi czytali szybciej i potrafili wydobyć z tekstu więcej informacji. Dla potwierdzenia, czy uzyskane wyniki można zastosować do innych języków, dokonano metaanalizy 124 badań dotyczących śledzenia ruchu gałek ocznych podczas czytania w 14 różnych językach. Stwierdzono również, że czytanie jest wolniejsze w przypadku języków o systemie logograficznym, gdzie symbole odpowiadają nie pojedynczym dźwiękom, ale całym słowom (jak np. w chińskim). Wyniki badania zostały opublikowane 6 grudnia na łamach „Nature Human Behaviour”.

Rezultaty ujawniły nieznaną dotychczas związek pomiędzy mówieniem a czytaniem, tłumaczy prof. Christian Fiebach z Wydziału Psychologii Goethe-Universität. W toku ewolucji system przetwarzania języka przystosował się do sekwencji czasowych języka mówionego. Bazując na obecnych wynikach, możemy przypuszczać, że służy on jako swego rodzaju „metronom” dla oczu podczas czytania, dzięki czemu czytane informacje są przekazywane do mózgu w optymalnym tempie, co ułatwia ich analizę. Hipoteza ta ma być weryfikowana w kolejnych badaniach z wykorzystaniem podobnej metodologii.

Ariadna Ciążęła