

### [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



[Strona główna](#) > [Start](#)

## Laboratorium w kropli wody

### PO CO NAM CHIPOWE LABORATORIUM

Jak wyjaśnia Garstecki, mikrolaboratoria mają za zadanie zminiaturyzować procesy wykorzystywane w analizie i syntezie chemicznej, a także w medycynie czy biotechnologii.

Od wielu lat naukowcom zajmującym się chemią i szerokim wachlarzem jej praktycznych zastosowań marzy się możliwość przeprowadzania skomplikowanych reakcji chemicznych bez pomocy wielkich laboratoriów i armii wykwalifikowanych specjalistów.

Polski badacz przekonuje, że kieszonkowe laboratorium to nie fantastyka naukowa, ale całkiem realna perspektywa.

"Zminiaturyzowane laboratoria będzie można wykorzystywać w diagnostyce medycznej. Pobrane próbki nie będą musiały być odsyłane do stacji, ponieważ wszelkie analizy będzie można prowadzić w terenie z wykorzystaniem jednorazowych chipów" - mówi naukowiec.

Podkreśla również znaczenie mikrolaboratoriów dla biotechnologii, m.in. przy poszukiwaniu nowych

leków. Dzięki nim można będzie ograniczyć do minimum zużycie cennych odczynników, a jednocześnie przeprowadzać reakcje szybciej i z lepszą statystyką wyników.

"W samej chemii mikrolaboratoria są nieocenione z wielu powodów. Daną reakcję można w nich wykonać i zanalizować wielokrotnie. Laboratoria ułatwiają badania kinetyki reakcji poprzez obserwacje kropelek w różnych miejscach kanału. Synteza pewnych materiałów jest łatwiejsza i bardziej powtarzalna w mikroskali, w kropelkach" - wylicza fizykochemik.

Aby takie laboratoria powstały, naukowcy na całym świecie badają przepływy wszelkich cieczy i gazów.

## **LEPKIE MIKROPRZEPIŁY**

Nowoczesne metody badawcze pozwalają naukowcom kontrolować przepływy w miniaturowych kanalikach. Są to sieci rurek o grubości kilkudziesięciu mikrometrów, czyli grubości ludzkiego włosa, wytwarzane w podobny sposób jak elektroniczne układy scalone.

"Przepływy w mikroskali zdominowane są przez efekty lepkościowe, związane z tarciem wewnątrz płynu" - tłumaczy dr Garstecki. "Kiedy lepkość dominuje, dwie strugi cieczy płyną równolegle, mieszając się nadzwyczaj wolno. Porównując ten proces z makroskalą, można w uproszczeniu powiedzieć, że ciecz o barwie zielonej i czerwonej płyną obok siebie niez mieszane. W odróżnieniu od przepływów w dużej skali, np. w górskim potoku, w układach mikroprzepływowych zarówno przepływ, jak i stężenie zawartych w płynie substancji można dokładnie kontrolować i w czasie, i w przestrzeni" - mówi naukowiec.

## **WARUNKI MINIATURYZACJI**

Istotnym krokiem w miniaturyzacji jest technika oparta na wprowadzeniu do układu mikroprzepływowego dwóch cieczy, które się nie mieszają (np. oleju i wody) i tworzenie kropelek jednej cieczy w drugiej (np. kropelek wody w oleju).

"Dzięki temu uzyskujemy doskonałe narzędzia do bardzo precyzyjnego tworzenia kropelek, bąbelków, kapsułek (kropki w kropki), czy zestalonych cząstek. Takie niezwykle precyzyjne emulsje i zawiesiny znajdują powoli zastosowania w kosmetyce i farmacji, w formulacji leków" - wyjaśnia naukowiec.

Grupa badawcza w Zakładzie Fizykochemii Płynów w Instytucie Chemii Fizycznej PAN zajmuje się zarówno tworzeniem nano- i mikro- kropelek i cząstek, jak i problemami związanymi z wykorzystaniem kropelek jako miniaturowych próbek.

"W takich układach możliwe jest wykorzystanie piko-litrowych kropelek jako indywidualnych próbek chemicznych, tworzonych z prędkościami rzędu tysięcy kropelek na sekundę. Każda kropelka może niezależnie reagować z substancją o danym stężeniu, a następnie zostać poddana obróbce i analizie wyników przebiegu reakcji" - mówi dr Garstecki.

Zdaniem specjalisty, tego typu techniki obiecują szybkie przesiewanie warunków reakcji chemicznych przy zachowaniu doskonałej powtarzalności i statystyki pomiarów. "Przesiewanie oznacza szybkie sprawdzenie różnych warunków (np. stężeń poszczególnych składników roztworu do krystalizacji białek, temperatury albo składu roztworu). Proces polega na tym, że w danym mikrolaboratorium tworzymy kropelki jedną po drugiej (tysiące na sekundę) i stopniowo zmieniamy stężenia poszczególnych składników roztworu, wypełniającego krople. Śledzimy każdą kropelkę przy pomocy kamery i komputera i rejestrujemy wyniki. Możemy też mieszać różne odczynniki przez

zmianę płynu, z którego tworzone są kropelki albo przez łączenie kropelek składających się z różnych roztworów" - tłumaczy badacz.

Zastosowania tej techniki obejmuje tradycyjną chemię, zarówno organiczną jak i nieorganiczną, oraz biologię i biotechnologię np. szybkie odnajdowanie warunków promujących krystalizację białek.

## **PRZESZKÓD NIE BRAKUJE**

O ile kontrolowane i powtarzalne tworzenie kropelek zostało w ciągu ostatnich kilku lat bardzo dobrze poznane, o tyle zrozumienie dynamiki przepływu kropelek przez sieci mikrokanałów pozostaje wyzwaniem.

"Przepływ cieczy przez sieć mikrokanałów opisuje się równaniami analogicznymi do równań opisujących przepływ prądu przez sieć oporników" - mówi naukowiec. Każdy kanalik charakteryzuje się oporem hydrodynamicznym. Prędkość przepływu cieczy przez kanał jest odwrotnie proporcjonalna do tego oporu. Kiedy kropelka wpływa do rozgałęzienia kanałów wybiera drogę najmniejszego oporu. "Kłopot polega na tym, że kropelka, wpływając do kanału, zwiększa jego opór hydrodynamiczny. Co za tym idzie, kolejna kropla na rozgałęzieniu +widzi+ inny zestaw oporów i jej wybór drogi może być inny od poprzedniczki" - wyjaśnia dr Garstecki.

Przepływ kropelek przez sieć mikrokanałów jest trochę podobny do ruchu samochodów po sieci dróg. Duże obciążenie kanału kropelkami (w analogii: korek na którejś z dróg) powoduje, że kolejne kropelki wybierają alternatywną drogę (podobnie jak samochody omijające korek po osiedlowych uliczkach).

## **POLSKI KROK KU WYJAŚNIENIU WĄTPLIWOŚCI**

Wspomniana wcześniej trudność w opisie dynamiki układów, w których zachowanie elementów zależy od historii (dróg wybranych przez inne elementy), wiąże się ze skomplikowanym zachowaniem tych układów.

Piotr Garstecki, wspólnie z Michaelem J. Fuerstmanem i Georgem M. Whitesidesem, opublikowali w styczniowym numerze czasopisma "Science" artykuł pt.: "Szyfrowanie informacji i odwracalność w przepływach kropelek w sieciach mikrokanałów" (ang. "Coding/Decoding and Reversibility of Droplet Trains in Microfluidic Networks"). W pracy tej pokazują, że już najprostsza sieć mikrokanałów, czyli pojedynczy kanał rozdzielający się na dwa ramiona, które się na powrót łączą, wykazuje bardzo skomplikowane sekwencje trajektorii kropelek.

Jak wyjaśnia dr Garstecki, poznanie takiego zachowania układu może być pożyteczne w projektowaniu prostych układów, które np. kierują sznur kropelek do szeregu odnóg sieci, albo w tworzeniu układów logicznych opartych na przepływie kropelek.

Zapytany o praktyczne zastosowanie tych układów, badacz porównuje to zadanie do marzenia o komputerze nie opartym na krzemie. Jak przypomina, za czasów zimnej wojny w Związku Radzieckim próbowano zbudować komputer oparty na przepływie cieczy, który byłby odporny na uderzenie atomowe. Nie udało się wówczas stworzyć bramki logicznej typu NOT i wyzwanie pozostało. Udało się je rozwiązać właśnie teraz, wykorzystując do tego przepływ bąbelków w mikrokanałach.

"Niestety, dynamikę układów, w których elementy oddziałują ze sobą na duże odległości, jest trudno kontrolować, ponieważ zachowanie takich układów jest często podatne na silne zaburzenia

wynikające z najdrobniejszych zakłóceń" - dodaje fizykochemik.

## ZASKAKUJĄCA ODWRACALNOŚĆ ZMIAN

"W naszej pracy pokazaliśmy, że z powodzeniem można połączyć dwa wydawałoby się przeciwstawne efekty, czyli z jednej strony skomplikowane zachowanie układu ze względu na długo-zasięgowe oddziaływania między kropelkami, a z drugiej strony powtarzalność i odporność na zaburzenia przepływu w mikroskali" - opowiada dr Garstecki.

Jego zdaniem, dowodem na odporność skomplikowanych zachowań układu na zaburzenia jest odwracalność przepływu. "Odwracalność to możliwość przesłedzenia przez układ swojej dynamiki wstecz, tj. zdolność układu do powrotu do stanu początkowego. Jest ona możliwa jedynie w układach, które są odporne na drobne zakłócenia" - tłumaczy naukowiec. "Ku naszemu zaskoczeniu odkryliśmy, że w układach mikroprzepływowych skomplikowana dynamika przepływu pozostaje odwracalna" - dodaje.

Autorzy artykułów pokazali akademicki przykład zastosowania tej własności. Polega on na zaszyfrowaniu informacji zawartej w odstępach między kropelkami wpływającymi do rozgałęziającego się kanału, a następnie na przeprowadzeniu operacji odwrócenia przepływu i odszyfrowania tej samej informacji.

"Oczywiście trudno sobie wyobrazić aby przyszłe pokolenia agentów 007 używały chip'ów mikroprzepływowych do kodowania informacji" - żartuje prof. Irving Epstein z Brandeis University w Stanach Zjednoczonych, który komentował artykuł na łamach tego samego wydania "Science". Zaznacza on jednak, że demonstracja ta ma znaczenie praktyczne. Wskazuje ona, że możliwe jest zaprojektowanie i skonstruowanie miniaturowych laboratoriów chemicznych, opartych na reakcjach wewnątrz kropelek, które w sposób automatyczny i powtarzalny będą na tych kropelkach przeprowadzały skomplikowane reakcje i analizy.

[PAP - Nauka w Polsce, Karolina Olszewska](#)

**Skomentuj na forum**

<http://laboratoria.net/home/11003.html>

**Informacje dnia:** [Skutki pandemii odczuwamy do dziś Otyłość u dzieci](#) [Dentystyczne implanty wytrzymują dekady](#) [Sposoby na ograniczenia kumulacji mikroplastiku w naszym ciele](#) [Otyłość może odpowiadać aż za 66 proc. wszystkich zgonów](#) [Jak poprawić konkurencyjność B+R w UE](#) [Skutki pandemii odczuwamy do dziś Otyłość u dzieci](#) [Dentystyczne implanty wytrzymują dekady](#) [Sposoby na ograniczenia kumulacji mikroplastiku w naszym ciele](#) [Otyłość może odpowiadać aż za 66 proc. wszystkich zgonów](#) [Jak poprawić konkurencyjność B+R w UE](#)

**Partnerzy**