

# Symulacje Monte Carlo współczynnika Poissona w prostych modelach metamateriałów mechanicznych

K. W. Wojciechowski

*Zakład Auksetyków, Materiałów Funkcjonalnych i Symulacji Komputerowych,  
Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk,  
ul. Mariana Smoluchowskiego 17, 60-179 Poznań  
<https://www.ifmpan.poznan.pl/pl/zn/zn1.html>  
e-mail: [kw@ifmpan.poznan.pl](mailto:kw@ifmpan.poznan.pl)*

Współczynnik Poissona [1], który opisuje deformację poprzeczną materiału sprężystego poddanego naprężeniu podłużnemu, można wyrazić za pomocą ujemnego stosunku względnej zmiany rozmiaru poprzecznego do względnej zmiany rozmiaru podłużnego przy infinytezymalnej zmianie naprężenia podłużnego. Dla typowych materiałów, takich jak guma, stal, czy gąbka, współczynnik ten jest dodatni, co oznacza, że materiały takie zmniejszają swoje rozmiary poprzeczne przy rozciąganiu. Choć warunki stabilności dopuszczają ujemność współczynnika Poissona, to przez długi czas uważano, że w układach izotropowych jest on dodatni [1]. Dopiero pod koniec lat 80-tych ubiegłego stulecia wytworzono pianę z ujemnym współczynnikiem Poissona [2]. Znalaziono też wtedy model z termodynamicznie stabilną fazą wykazującą ujemny i niezależny od kierunku współczynnik Poissona [3, 4]. Model ten rozwiązano ściśle w granicy zerowej temperatury [5]. Układy, których współczynnik Poissona jest ujemny nazywane są zwykle auksetykami [6]. Wiele spośród auksetyków zalicza się do klasy metamateriałów mechanicznych [7]. Liczba znanych układów auksetycznych ciągle rośnie [8, 9] i niemal co roku ukazują się zeszyty tematyczne poświęcone takim układom [10].

Podczas niniejszego wykładu naszkicowane zostaną symulacje komputerowe dotyczące wybranych modeli wykazujących auksetyczność oraz modeli metamateriałów o sprzecznych z intuicją właściwościach sprężystych.

## Podziękowania

Obliczenia zostały częściowo wykonane w Poznańskim Centrum Superkomputerowo-Sieciowym (PCSS). Niniejszy wykład był w części finansowany z grantu 2017/27/B/ST3/02955 Narodowego Centrum Nauki.

## Bibliografia

- [1] Landau L. D., Lifszyc E. M., Teoria Sprężystości, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1987.
- [2] Lakes R., Foam structures with a negative Poisson's ratio, *Science* 235, 1038-1040 (1987).
- [3] Wojciechowski K. W., Constant thermodynamic tension Monte Carlo studies of elastic properties of a two-dimensional system of hard cyclic hexamers, *Mol. Phys.* 61, 1247-1258 (1987).
- [4] Wojciechowski K. W., Brańka A. C., Negative Poisson ratio in a two-dimensional isotropic solid, *Phys. Rev. A* 40, 7222-7225 (1989).

- [5] Wojciechowski K. W., Two-dimensional isotropic system with a negative Poisson ratio, *Phys. Lett. A* 137, 60-64 (1989).
- [6] Evans K. E., Nkansah M. A., Hutchinson I. J., Rogers S. C., Molecular Network Design, *Nature* 353, 124 (1991).
- [7] Grima J. N., Caruana-Gauci R., Mechanical metamaterials - Materials that push back, *Nat. Materials* 11, 565-566 (2012).
- [8] Lim T.-C., Auxetic Materials and Structures, in book series *Engineering Materials*, 1-587, Springer, Berlin, 2015.
- [9] Lakes R. S., Negative-Poisson's-Ratio Materials: Auxetic Solids, *Annu. Rev. Mater. Res.* 47, 63-81 (2017).
- [10] Wojciechowski K. W., Auxetics and Other Systems with Unusual Characteristics, *Phys. Status Solidi B* 259, art. 2200536 (2022).