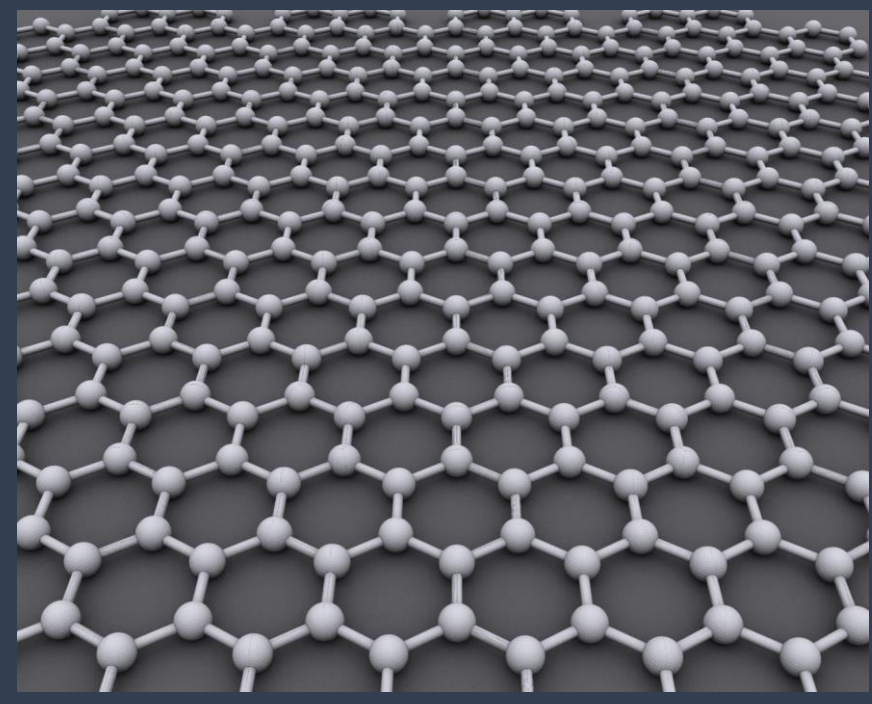


Grafen jako przedstawiciel nowych technologii i jego zastosowania w medycynie



Jacek Gulczyński^{1,2}, Anna Kamm³, Aleksander Żolnierski⁴, Magdalena Ponikowska³, Ewa Iżycka-Świeszewska^{1,2}

1 - Zakład Patologii i Neuropatologii, Gdański Uniwersytet Medyczny
 2 - Zakład Patomorfologii, Copernicus Podmiot Leczniczy Sp. z o.o., Gdańsk
 3 - Zakład Chemii Medycznej, Gdański Uniwersytet Medyczny,
 4 - Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, Warszawa



GRAFEN

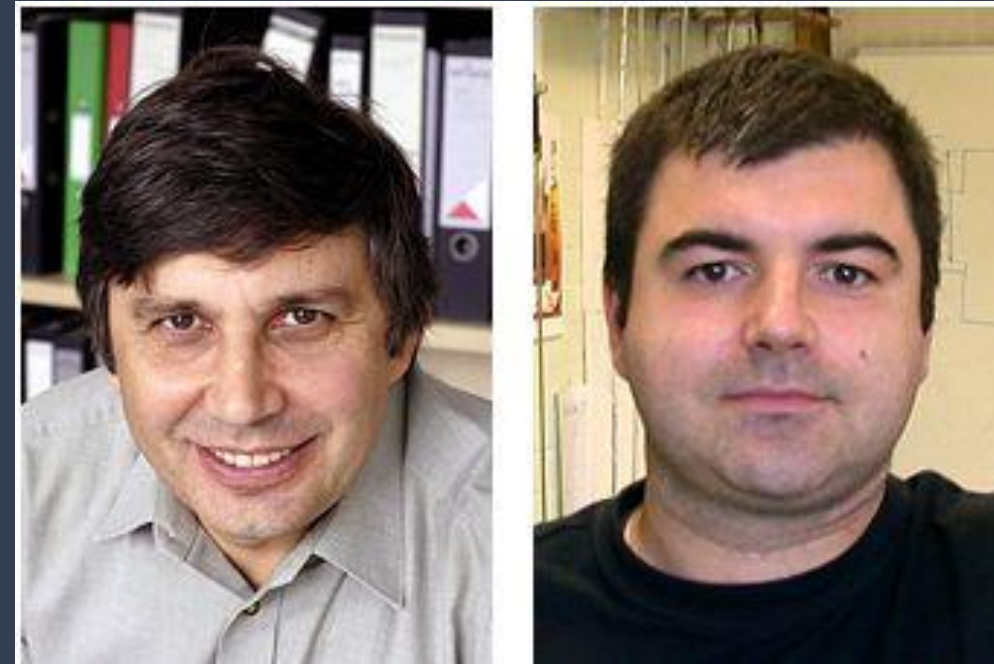
Grafen jest materiałem, strukturą jednowarstwową zbudowaną z atomów węgla połączonych w układzie heksagonalnym i posiada wiele ciekawych i niespotykanych własności fizycznych, chemicznych, elektrycznych, ale także biologicznych.

Początkowo doceniono fakt, że jest doskonałym przewodnikiem zarówno elektryczności, jak i ciepła, a urządzenia wyposażone w podzespoły zbudowane jego użyciem są trwalsze, bardziej energooszczędne i przede wszystkim mniej się nagzewają.

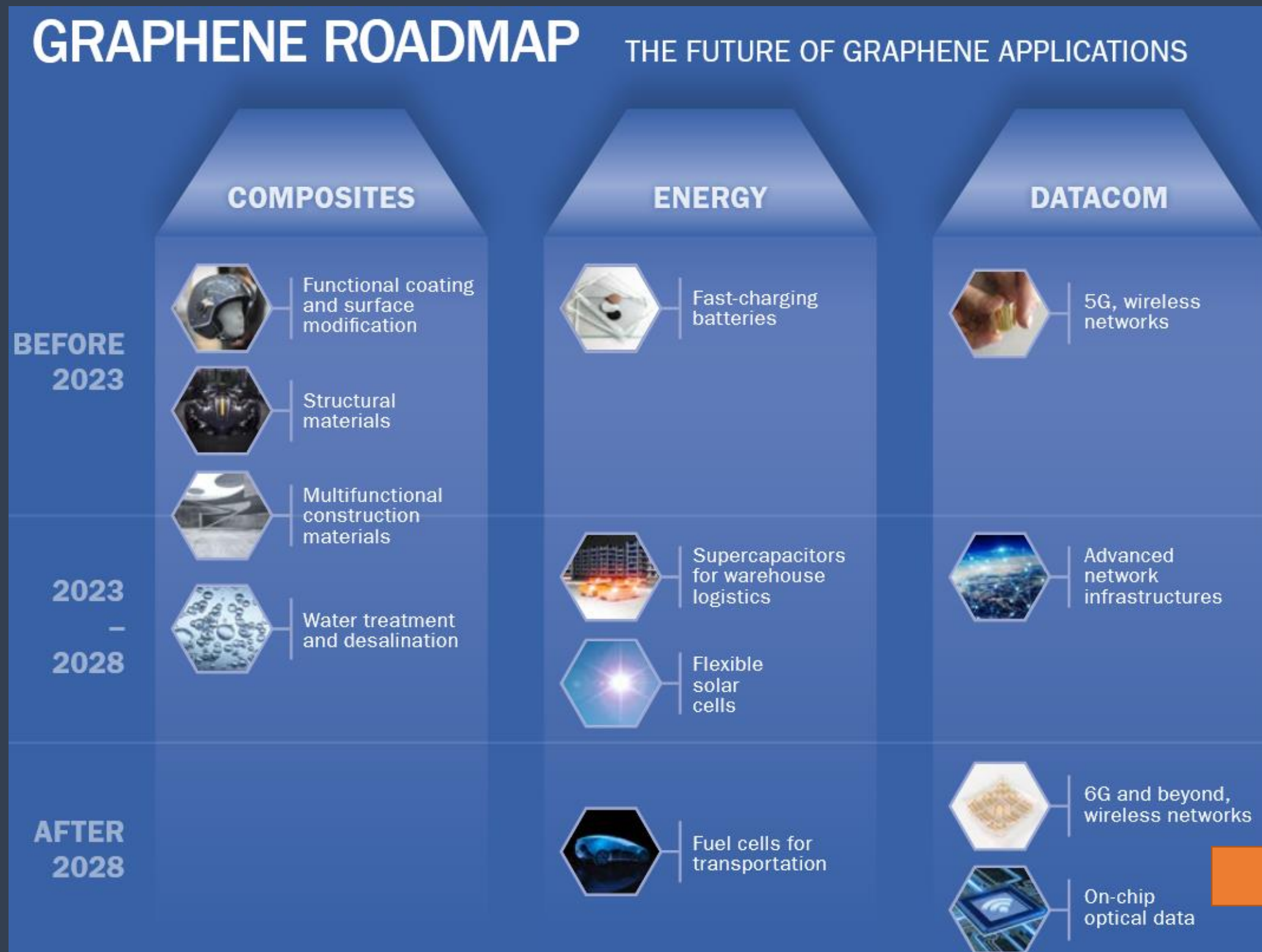
Właściwości biologiczne odkryto później...

Natomiast o samym grafenie w latach 50tych i 60tych XXw. jedynie spekulowano wyobrażając sobie jednowarstwową strukturę niemożliwą podówczas do wytworzenia.

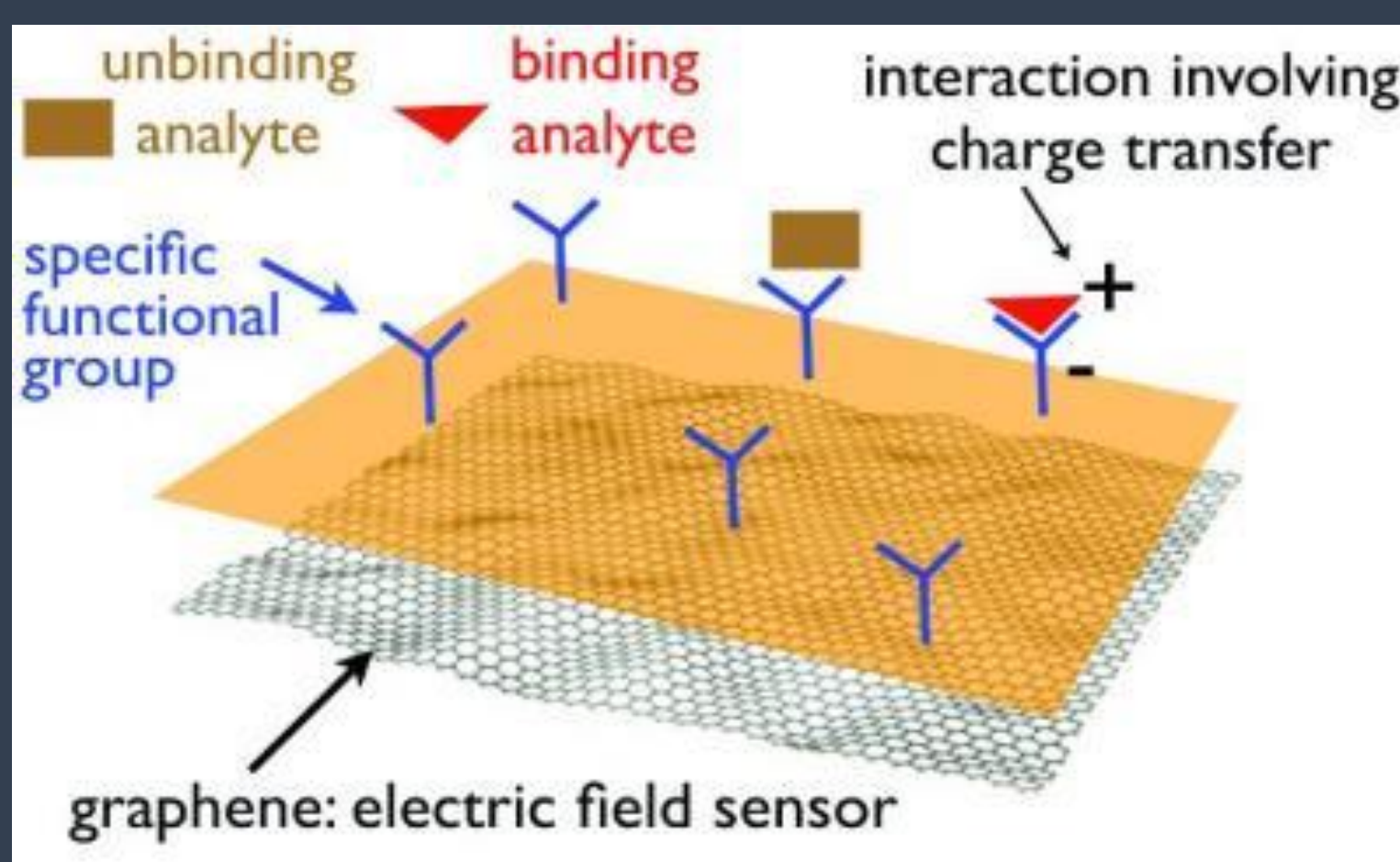
Udało się to dopiero w 2004r. badaczom Andreiowi Geim i Konstantinowi Novoselov, profesorom z Uniwersytetu w Manchesterze (UK), którzy w 2010 roku uzyskali w związku z tym odkryciem nagrodę Nobla.



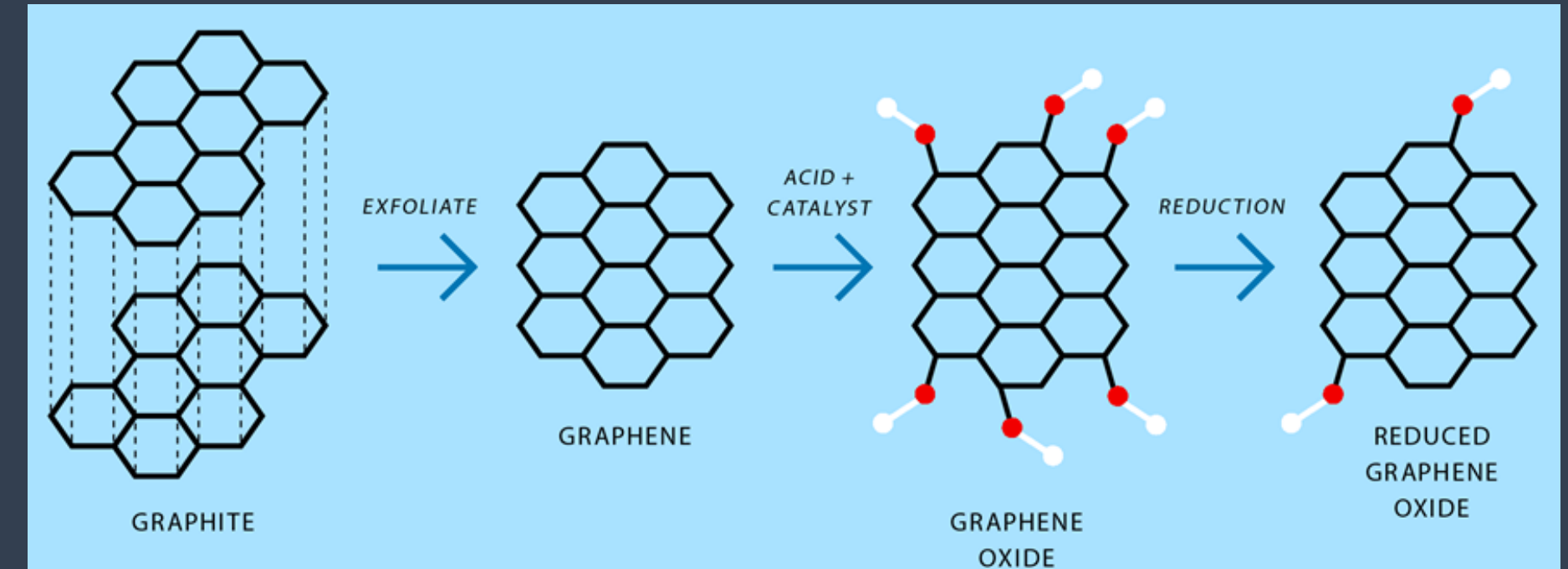
Lekkość, elastyczność, wytrzymałość, twardość, oraz przewodnictwo cieplne i elektryczne grafenu to ogromny obszar, w którym można pokusić się o jego wykorzystanie. Częścią tych badań była oczywiście medycyna. W ramach projektu Graphene Flagship wyznaczono mapę drogową określającą możliwe zastosowania. W medycynie obejmowała ona protetykę, biosensory, właściwości przeciwbakteryjne i przeciwnowotworowe, implanty oraz możliwość transportowania substancji chemicznych, w tym leków.



Właściwości fizyczne, takie jak lekkość i twardość, są wykorzystywane do budowy lekkich konstrukcji nośnych w inżynierii tkankowej. Zdolność do przewodzenia impulsów, zwłaszcza przy minimalnych potencjałach, pozwala na tworzenie ultraczułych sensorów umieszczanych podskórnym, lub np. w ośrodkowym układzie nerwowym.

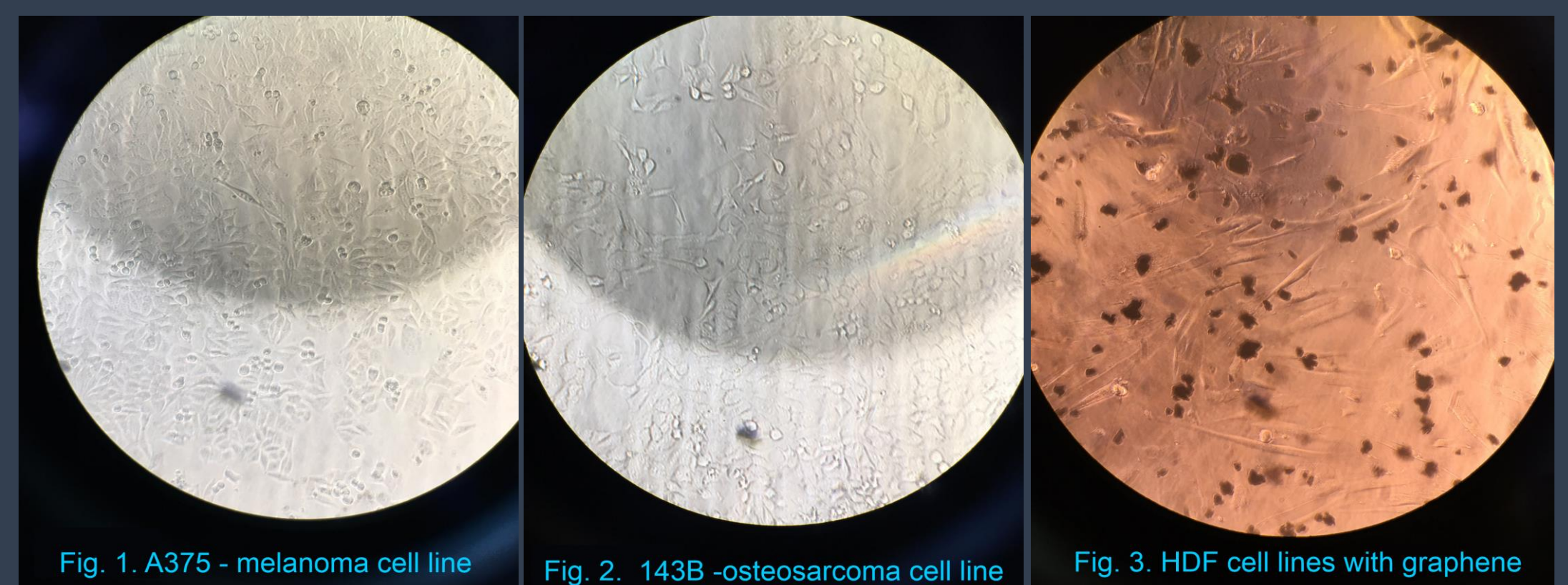


Wielkość cząsteczek grafenu oraz zmiana właściwości przy stosowaniu pochodnych (tlenek grafenu, zredukowany tlenek grafenu) przekłada się na zmianę biodostępności i przepuszczalności przez poszczególne bariery biologiczne (przechodzenie przez błonę śluzową czy skórę, ale także przenikanie przez błonę komórkową do np. komórki nowotworowej). Cecha ta ma ogromne znaczenie przy tworzeniu preparatów biologicznie czynnych.

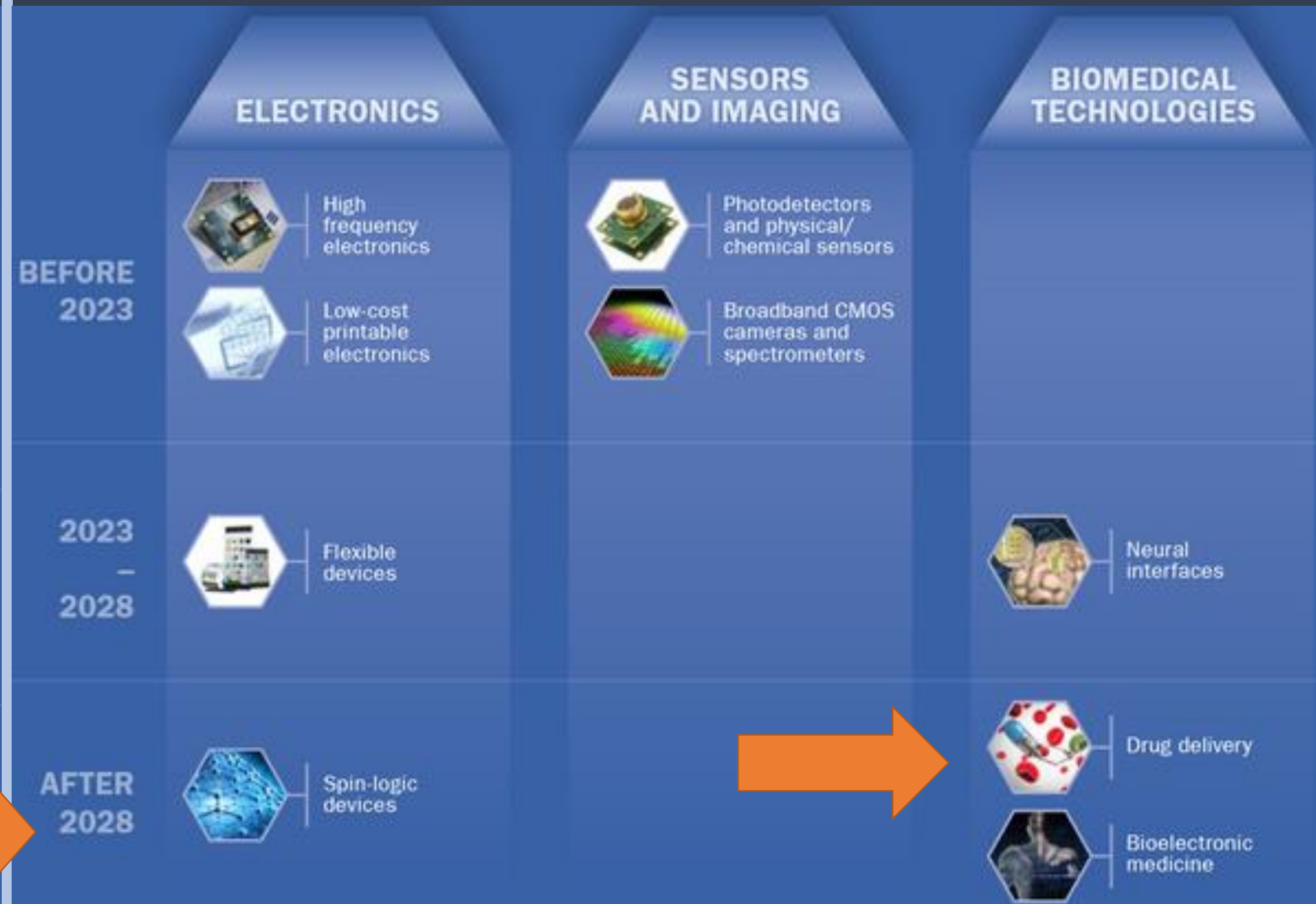


Jedno z pierwszych badań nad wpływem pochodnych grafenu na linie komórkowe nowotworów złośliwych (w tym glejaka wielopostaciowego) przeprowadzono na SGGW. Potwierdzono zdolność inicjowania szlaku apoptozy komórki, w tym przypadku nowotworu złośliwego.

Kolejne badania przeprowadzone już w GUMed potwierdziły bezpieczeństwo w stosunku do linii ludzkich fibroblastów, a z kolei cytotoksyczne właściwości 2-metoksyestradiolu i pochodnych grafenu na liniach komórkowych czerniaka ludzkiego (A375) i kostniakomięsaka (143B).



Fakt, że część obejmująca transport leków została przewidziana po 2028 roku, potwierdza, że polskie badania, w tym te przeprowadzone na Gdańskim Uniwersytecie Medycznym wyprzedzają przewidywania innych.



<https://graphene-flagship.eu>

<https://graphene-flagship.eu/graphene/news/graphene-101-all-about-graphene-and-its-many-forms/>

Jia Zhu et al. Laser-induced graphene non-enzymatic glucose sensors for on-body measurements. *Biosens Bioelectron.* 2021 Dec 1;193:113606. doi: 10.1016/j.bios.2021.113606.

Qingbin Zheng et al. Sliced graphene foam films for dual-functional wearable strain sensors and switches. *Nanoscale Horiz.* 2018 Jan 1;3(1):35-44. doi: 10.1039/c7nh00147a.

Jagiello J et al. Synthesis and Characterization of Graphene Oxide and Reduced Graphene Oxide Composites with Inorganic Nanoparticles for Biomedical Applications. *Nanomaterials (Basel).* 2020 Sep 15;10(9):1846. doi: 10.3390/nano10091846.

Kamm A et al. The cytotoxic properties of graphene derivatives and 2-metoksyestradiol / graphene compound on human melanoma (A375) and osteosarcoma (143B) cell lines. 34th European Congress of Pathology: the art of next generation pathology, 3-7 September 2022: abstracts ; DOI: 10.1007/s00428-022-03379-4