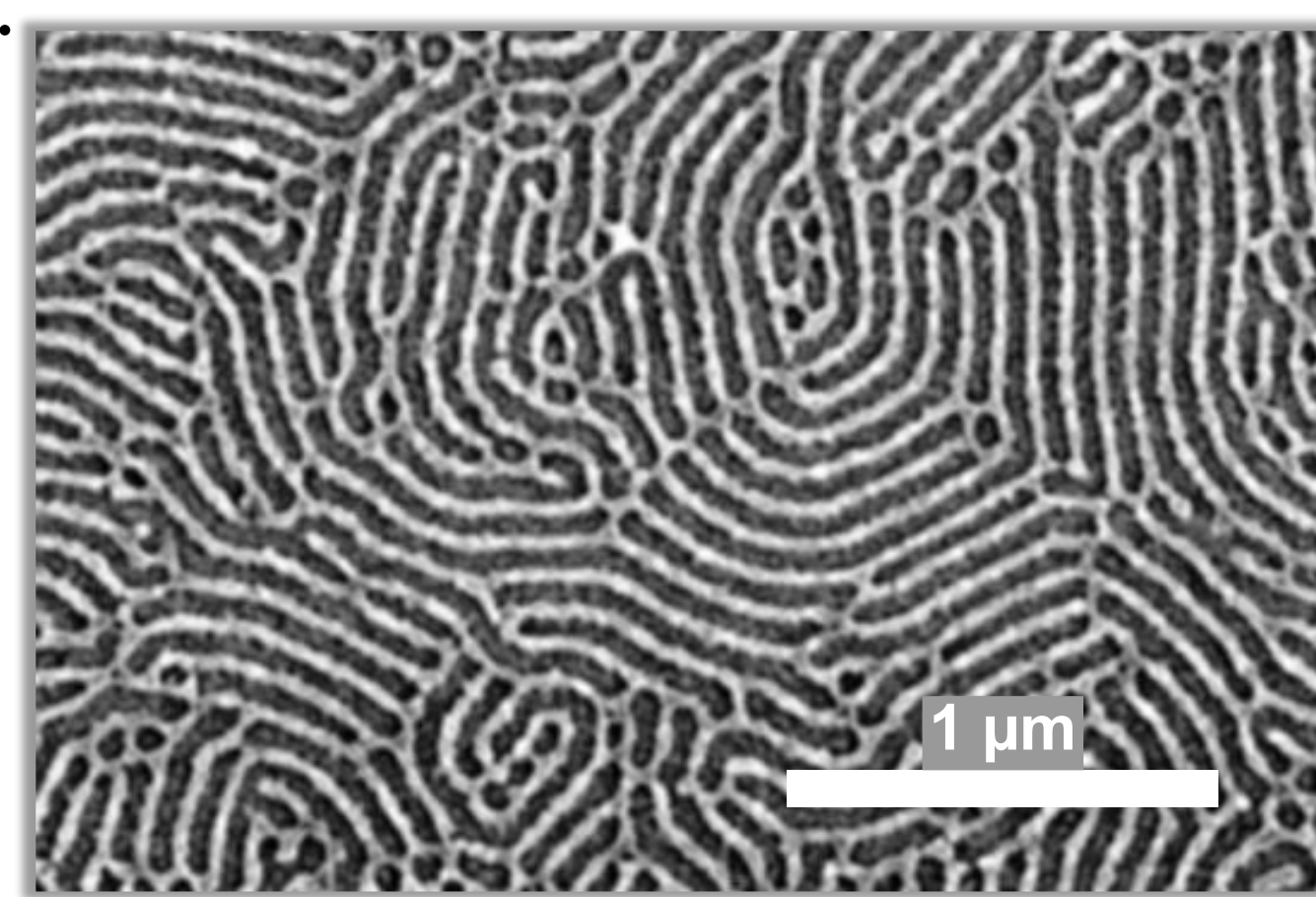


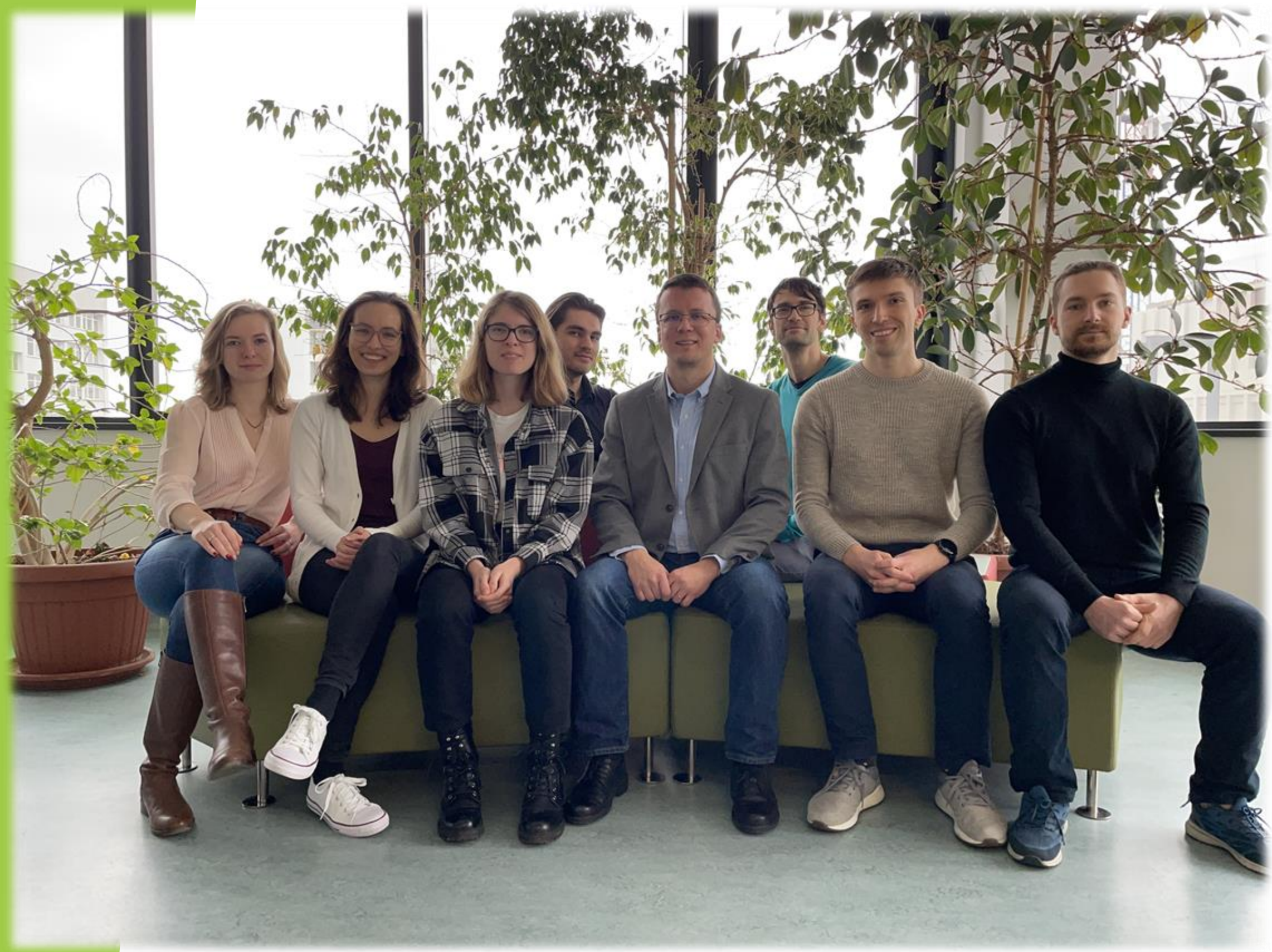
Tematyka badań

Jesteśmy częścią Pracowni Fizykochemii Dielektryków i Magnetyków, gdzie badamy samoorganizację miękkich materiałów, takich jak kopolimery blokowe i ciekłe kryształy. Nasze prace koncentrują się na ich praktycznych zastosowaniach, m.in. w:

- ✓ nanostrukturalnych czujnikach chemicznych,
- ✓ membranach ultrafiltracyjnych,
- ✓ przewodzących powłokach,
- ✓ cienkich warstwach o unikalnych właściwościach optycznych.

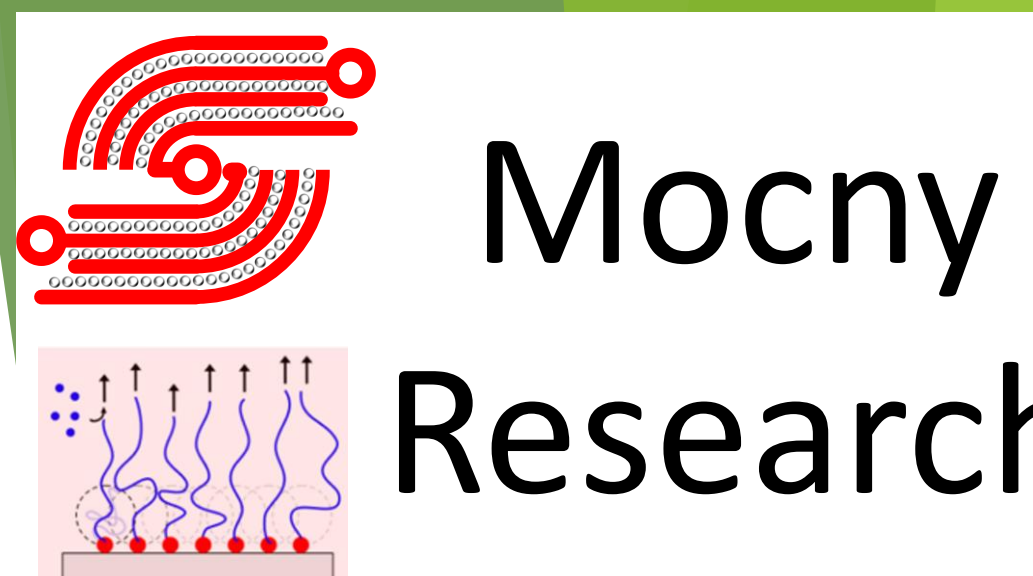


W naszym laboratorium kopolimery blokowe (BCP) odgrywają kluczową rolę w tworzeniu nowoczesnych nanomateriałów. Dzięki nim potrafimy precyzyjnie wytwarzać metaliczne nanodrut, takie jak widoczne na zdjęciu nanodrut tlenku indy o średnicy zaledwie 25 nm.



Nasz zespół, od lewej: studenci - Julia Chmielewska, Zofia Zawistowska, Pola Pawlikowska, Kacper Jakubowski (były student), kierownik grupy - dr hab. Paweł Majewski, postdoc - dr Piotr Mocny, doktoranci - Przemysław Puła, Filip Powoła.

Nieobecni na zdjęciu studenci: Zofia Thornborrow, Jeremi Roy, Bartosz Świątkowski, Yanina Dziunel

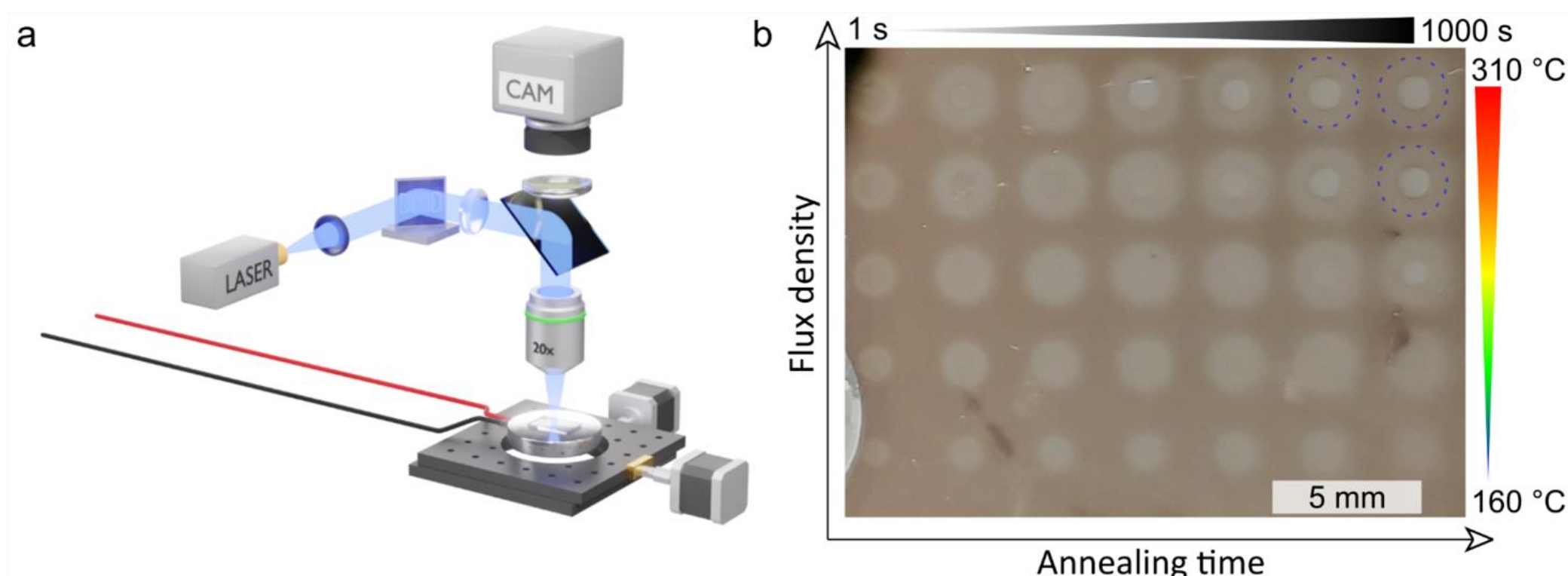


Samoorganizacja molekularna

Skonstruowany w zespole układ do mikroskopowego oświetlenia laserowego dzięki możliwości kształtowania przestrzennego wiązki jest wykorzystywany do badań nad kinetyką samoorganizacji w kopolimerach blokowych, spiekania nieorganicznych replik kopolimerów oraz do szybkiej fotolitografii. Wciąż poszerzamy możliwości naszego układu, ostatnimi dokonaniem były eksperymenty kombinowane kontrolujące samoorganizację kopolimerów w parach rozpuszczalnika, precyzyjne grzanie o pożądanym profilu termicznym - z zastosowaniem termografii oraz uczenia maszynowego.

Eksperymenty lab on-chip

Filip Powoła

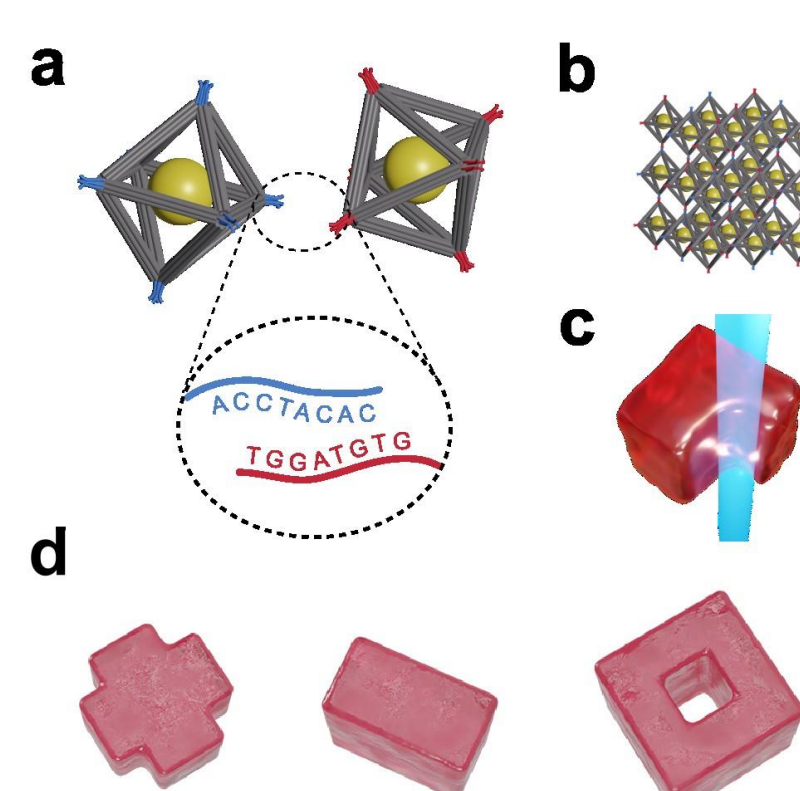


a) Schemat układu do mikroskopowego oświetlenia laserowego; b) matryca pól termicznych utworzonych poprzez wygrzewanie laserowe cienkiej warstwy kopolimeru blokowego, zróżnicowanych pod względem gęstości mocy oraz czasu naświetlania.

Interakcja światła z samoorganizującymi się miękkimi materiałami

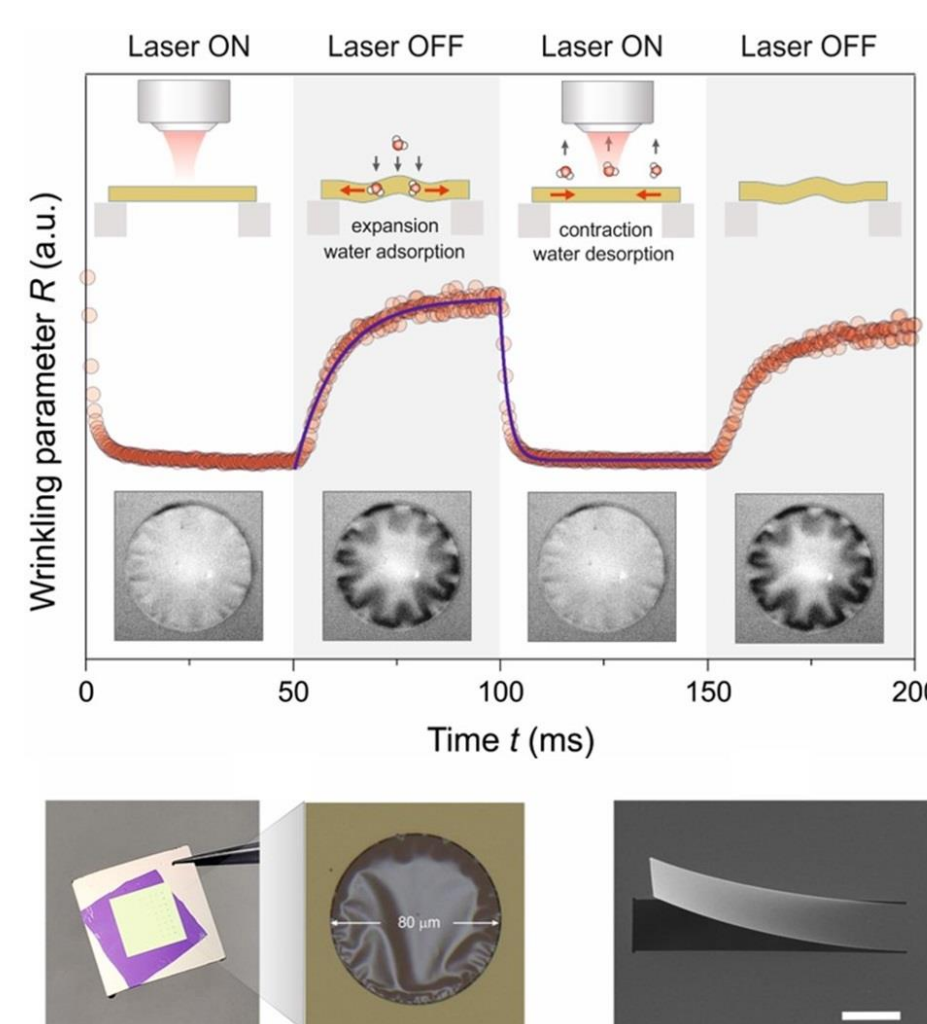
Julia Chmielewska, Przemysław Puła

Origami DNA zbudowane jest ze specjalnie zaprojektowanych fragmentów jedno- i dwuniciowego DNA. W odpowiednich warunkach fragmenty łączą się ze sobą tworząc mikrokryształy, które następnie można poddać modyfikacji funkcjonalizowanymi nanocząstkami złota. Materiały takie są wrażliwe na działanie niebieskiego światła laserowego. Na skutek oświetlenia próbki zogniskowanym światłem laserowym z naszego układu możliwe jest manipulowanie kształtem mikrokryształów.

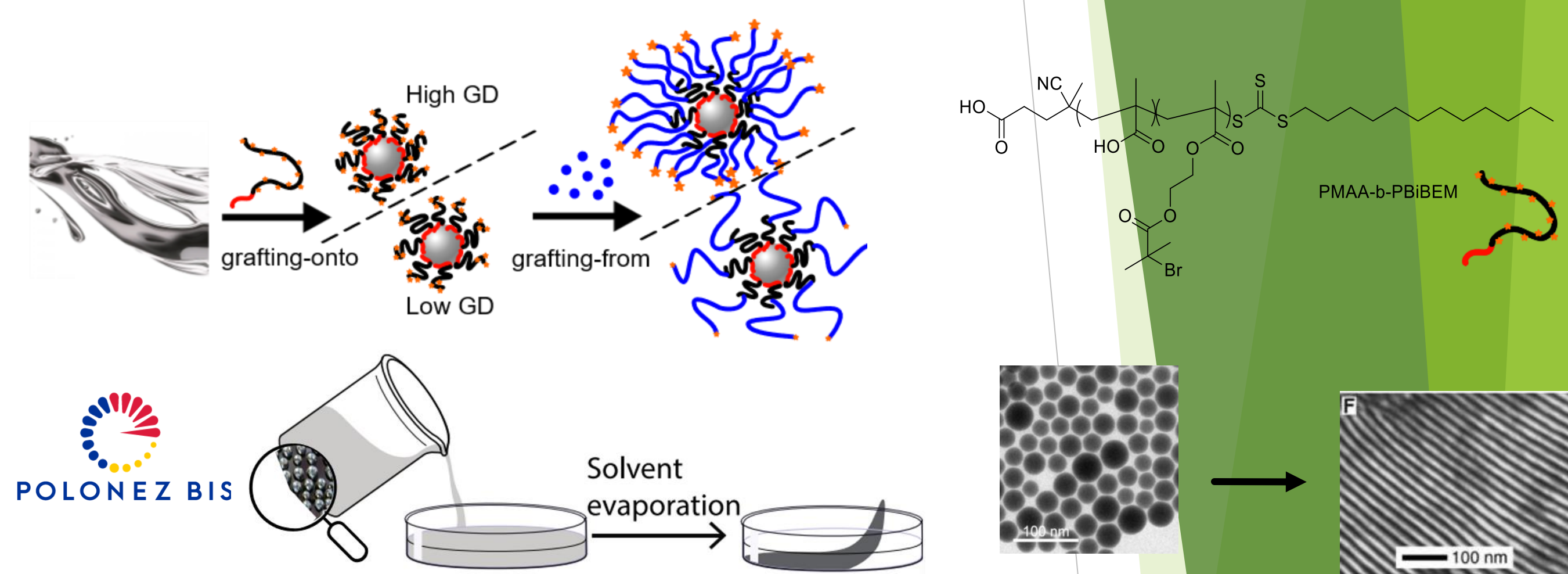


a) Schemat łączenia się DNA origami; b) struktura sieci krystalicznej origami DNA; c) schemat oświetlania kryształka światłem lasera; d) przykłady form jakie można uzyskać na skutek manipulacji kształtem kryształków przy pomocy lasera.

We współpracy z naukowcami UAM w Poznaniu opracowaliśmy ultracienkie membrany poliaminowe i poliaminowo-krzemowe, wykorzystując polimerizację wspomaganą plazmą. Otrzymane warstwy, o grubości zaledwie 50 nm, cechują się wyjątkową stabilnością mechaniczną oraz możliwością szybkiej reakcji na zmiany środowiskowe, osiągając prędkość ruchu powyżej 1000 cykli na sekundę. Dzięki tym właściwościom membrany mogą znaleźć zastosowanie w nowoczesnych siłownikach, systemach odzyskiwania energii oraz precyzyjnych czujnikach.

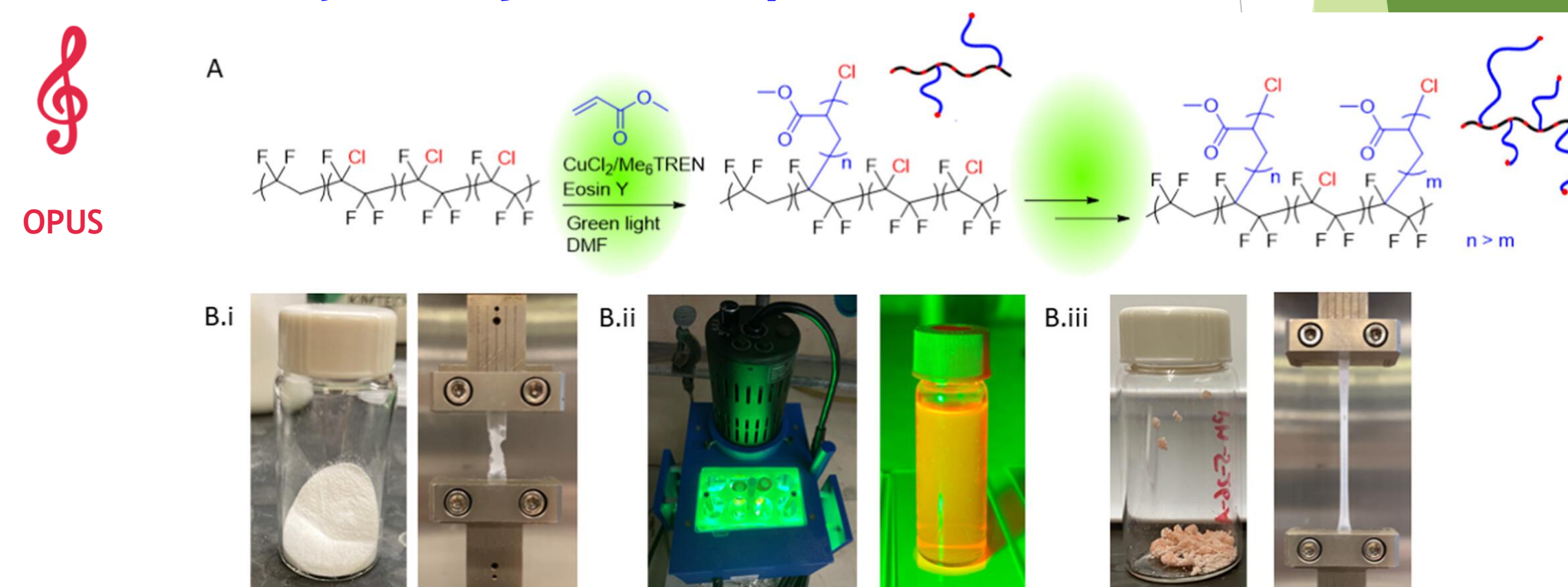


Funkcjonalizacja oraz segregacja kropli ciekłych metali Piotr Mocny [6]



Ciekłe metale takie jak eutektyk galu i indy (EGaln) mają zastosowania w **miękkiej robotyce** oraz **elektronice noszonej** (sensory, generatory energii). Badania grupy „Mocny Research” koncentrują się na manipulacji kroplami EGaln'u w ciągłej strukturze przewodzącej prąd.

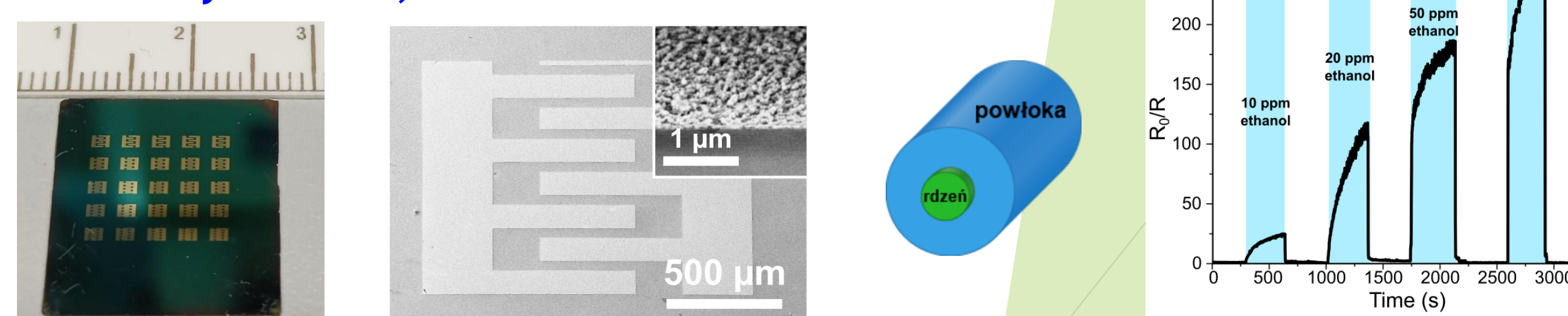
Modyfikacja fluoropolimerów Piotr Mocny [7, 8]



Poli(fluorek winylidenu) (PVDF) jest drugim po teflonie tonażowo produkowanym fluoropolimerem, stosowanym w **membranach filtracyjnych**, **powłokach** oraz **piezoelektrycznych urządzeniach**. Wyzwaniem jest skuteczna modyfikacja tego inertnego materiału, która jest badana w grupie „Mocny Research”.

Nanostrukturalne sensory zanieczyszczeń powietrza

Przemysław Puła, Zofia Zawistowska



Wykorzystując samoorganizację BCP potrafimy konstruować czujniki gazowe zbudowane z multymateriałowych nanodrutów tlenków metali przejściowych o silnie rozwiniętej powierzchni pozwalające na wykrywanie VOC na poziomie 1 ppm.

Zrealizowane prace dyplomowe (4)

- Arkadiusz Leniart - praca doktorska „Samoorganizacja kopolimerów blokowych wspomaganą metodami fototermicznymi oraz metodami dodatku plastyfikatora”
- Julia Król - praca magisterska „Fabrication of platinum group metal alloy nanowires by controlled liquid phase absorption of metal complexes in thin films of block copolymers”
- Julia Chmielewska - praca inżynierska „Charakterystyka hydrożeli na bazie alginianu sodu, karboksymetylocelulozy oraz żelatyny pod względem wykorzystania ich w technice biodruku 3D”
- Kacper Jakubowski - praca licencjacka „Otrzymywanie i charakteryzacja nanodrutów tlenków metali przejściowych z wykorzystaniem matrycy kopolimerów blokowych”

Projekty badawcze i finansowanie (3)

- NCN Polonez, dr inż. Piotr Mocny, *Blendy ciekłych metali z kopolimerami blokowymi o dwuciągłej morfologii dla miękkich materiałów o polepszonym przewodnictwie i rozciągliwości*
- NCN Sonata Bis, dr hab. Paweł Majewski, *W poszukiwaniu monokryształów miękkiej materii: złożone układy samoorganizujące się poprzez lokalne grzanie laserowe*
- NCN Opus, dr inż. Piotr Mocny, *Szczotki polimerowe wzmacniane PVDF jako powłoki funkcjonalne*

Wybrane publikacje (8)

- [1] Krysztofik, A., Puła, P., Pochylski, M., Zaleski, K., Gapinski, J., Majewski, P., & Graczykowski, B. (2024). Fast Photoactuation and Environmental Response of Humidity-Sensitive pDAP-Silicon Nanocantilevers. *Advanced Materials*, 36(31), 2403114.
- [2] Karcz, J., Herman, J., Rychłowicz, N., Kula, P., Górecka, E., Szydłowska, J., Majewski, P.W. & Pocięcha, D. (2024). Spontaneous chiral symmetry breaking in polar fluid-helical ferroelectric nematic phase. *Science*, 384(6700), 1096-1099.
- [3] Lempicka-Mirek, K., Król, M., Mazur, R., Piecek, W., Szczytko, J., Majewski, P. W., & Piętko, B. (2025). Free-Standing Ultrathin Films of 2D Perovskite for Light-Emitting Devices Operating at Strong Coupling Regime. *Advanced Optical Materials*, 13(2), 2401666.
- [4] Yu, J., Marchesi D'Alvise, T., Harley, I., Krysztofik, A., Lieberwirth, I., Puła, P., Majewski, P.W., ... & Weil, T. (2024). Ion and molecular sieving with ultrathin polydopamine nanomembranes. *Advanced Materials*, 36(29), 2401137.
- [5] Krysztofik, A., Warzajtis, M., Pochylski, M., Boecker, M., Yu, J., D'Alvise, T. M., Puła, P., Majewski, P.W., ... & Graczykowski, B. (2024). Multi-responsive poly-catecholamine nanomembranes. *Nanoscale*, 16(34), 16227-16237.
- [6] R. Herbert, Mocny, P. et al. (2024). Thermo-Mechanically Stable, Liquid Metal Embedded Soft Materials for High-Temperature Applications. *Advanced Functional Materials* 34(31), 2309725.
- [7] Mocny, P., et al. (2024). Selective and controlled grafting from PVDF-based materials by oxygen-tolerant green-light-mediated ATRP. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 16(18), 23932.
- [8] Lin, T. C., Mocny, P., et al. (2024). Grafting well-defined polymers onto unsaturated PVDF using thiol-ene reactions. *Polymer*, 297, 126848.



Listę tych publikacji wraz z odnośnikami znajdziesz również tutaj

