

Związki chemiczne zawierające w swojej strukturze fluor są znane od lat. Wśród nich znajdują się substancje per- i polifluoroalkilowe (PFAS). Unikalne właściwości tych związków sprawiły, że od około 1950 roku zaczęto je intensywnie stosować na skalę przemysłową. Fenomen tych związków wynika z ich struktury. Stabilność chemiczna i termiczna struktur perfluoroalkilowych, a także hydrofobowość i lipofobowość sprawiają, że związki te mają bardzo użyteczne i trwałe właściwości. Odkrycie unikalnych właściwości PFAS, doprowadziło do ich zastosowania w szerokiej gamie produktów np.: w papierowych opakowaniach żywności, kremach i kosmetykach, tekstyliach meblowych i odzieżowych, piankach gaśniczych, nieprzywierających powłokach metalowych, farbach i fotografii, chromowaniu, pestycydach i produktach farmaceutycznych itp.

Tak powszechne i oczywiste stosowanie PFAS zaczęło budzić poważne obawy na świecie już około 25 lat temu z powodu odkrycia, że oprócz fenomenalnych właściwości funkcjonalnych, substancje te podejrzewano również o bardzo toksyczne działanie. Potwierdziły się obawy, że ze względu na swoją obojętność cieplną i odporność na biodegradację, związki te, oprócz toksyczności, wykazują również mobilność środowiskową, bioakumulację i trwałość środowiskową. Te szokujące raporty skłoniły niektórych producentów w krajach rozwiniętych do wycofania niebezpiecznych związków PFAS i zastąpienia ich analogami. Jednak z czasem okazało się, że związki nowszej generacji wykazują równie niebezpieczne właściwości jak ich poprzednicy. Chemikalia te wykryto praktycznie wszędzie: w wodach powierzchniowych i gruntowych, w glebie, a nawet we krwi ludzkiej. Rozpoczęła się globalna polityka, której celem było zwiększenie świadomości zagrożeń związanych z PFAS, a związki te zostały określone „wiecznymi chemikaliami”. Od sierpnia 2021 r. lista PFAS w CompTox Chemicals Dashboard Agencji Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (US EPA) zawiera ponad 14 000 wpisów. Jednak dokładna liczba tych związków nie jest znana. Stale pojawiają się nowe związki o podobnej toksyczności, ale nieznacznie zmodyfikowanej strukturze chemicznej.

Rozprzestrzeniające się na całym świecie kontrowersje wokół PFAS, doprowadziły do rozpoczęcia również prac nad ich usuwaniem z wody i gleby. W dobie ciągłego zanieczyszczania środowiska przez ludzi, zrównoważone technologie eliminacji PFAS wydają się być szczególnie cenne. W większości zakładają one całkowite zniszczenie materiału. Jednak technologie spalania tych związków są bardzo energochłonne ze względu na wiązanie C-F. W przypadku uzdatniania wody pitnej ilości PFAS mogą być stosunkowo niewielkie co, aby nie zwiększać zużycia energii wymaga ich zagęszczania w wodzie. W tym przypadku stosuje się głównie odwróconą osmozę, ale także destylację lub na przykład wymianę jonową. Wydawałoby się, że ze względu na swoją masę cząsteczkową PFAS byłyby skutecznie usuwane na etapie ultrafiltracji. Jednak ich specyficzna struktura łańcuchowa sprawia, że przy odpowiednim ułożeniu cząsteczki są swobodnie transportowane przez pory w membranie. Dlatego najczęściej stosowane są membrany do odwróconej osmozy, a procesy filtracji wspomagane na przykład elektrolitami są w fazie badań. W prezentowanym projekcie otrzymany zostanie filtr membranowy z nadrukiem molekularnym, MIM, z warstwą specyficzną dla PFAS. Ze względu na fakt, że łańcuch węgiel-fluor jest wspólną częścią wszystkich PFAS, odcisk molekularny, który zostanie utworzony na membranie, będzie wykazywał powinowactwo do wszystkich tego typu związków. W ten sposób będzie możliwe usunięcie tych szkodliwych chemikaliów w procesie, który wymaga znacznie mniej energii niż odwrócona osmoza. Polimery z nadrukiem molekularnym (MIP) są tworzone przez jednoczesną polimeryzację i sieciowanie w obecności szablonu. Ten szablon tworzy specyficzne wnęki molekularne w sieci polimerowej, które są do niego dopasowane jak „zamek i klucz”.

Znane są publikacje opisujące syntezę MIP specyficznego dla PFAS. Głównie są to jednak materiały sensoryczne do wykrywania różnych typów tych związków, a nie materiały stosowane do oczyszczania wody. Nie znaleziono żadnej pracy opisującej produkcję membrany MIM dla PFAS. Może to wskazywać na brak takich raportów, a tym samym na innowacyjność proponowanej metody oczyszczania wody. Wydaje się to szczególnie ważne z punktu widzenia uzdatniania wody czy produkcji wody ultraczystej do zastosowań np. w medycynie. Proponowana membrana mogłaby zatem odgrywać rolę pomocniczą w procesie produkcji tego typu wody. W przypadku zastosowania stosu membran MIM odcisniętych w kierunku różnych mikrozanieczyszczeń, możliwe byłoby nawet zminimalizowanie procesu odwróconej osmozy, co znacznie zmniejszyłoby nakład energii wymagany w tym procesie. Redukcja kosztów idealnie wpisywałaby się w politykę zrównoważonego rozwoju i „zielonej chemii”.