Ubytki i choroby kości są powszechnym problemem medycznym w stale starzejącym się społeczeństwie. Przeważającą metodą ich leczenia jest wykonywanie przeszczepów oraz wstawianie implantów, co jednak charakteryzuje się sporym odsetkiem niepowodzeń, a także brakiem dawców tkanek. Inżynieria tkanki kostnej (BTE) to interdyscyplinarna dziedzina, łącząca wiedzę z zakresu inżynierii i nauk przyrodniczych. Jednym z celów BTE jest wytworzenie strukturalnych i funkcjonalnych biomateriałów, które mogłyby wspierać regenerację tkanek ludzkich poprzez zapewnienie komórkom niezbędnych struktur do przyłączania, proliferacji i tworzenia macierzy zewnątrzkomórkowej (ECM). Biomateriał musi być więc biokompatybilny, posiadać odpowiednie właściwości mechaniczne, kontrolowaną szybkość biodegradacji i być porowaty.

Celem przedstawionego działania naukowego jest zaprojektowanie bioaktywnego materiału lub grupy materiałów mających potencjał do zastosowań w inżynierii tkanki kostnej. Oczekuje się, że połączenie właściwości składników, takich jak poli(ε-kaprolakton) (PCL) jako matryca polimerowa i dodatków modyfikujących: hydroksyapatyt (HAp) i nanocząstki węgla (CNP), oraz związków fenolowych, tj. kwasu taninowego i galusowego, doprowadzi do powstania nowego typu nanokompozytu o właściwościach spełniających kryteria biomateriałów do BTE. Badania kompozytów składających się z PCL/HAp i PCL/CNP były wielokrotnie przedstawiane w literaturze i ich potencjał został potwierdzony. Jednakże istnieje tylko kilka prac opisujących kombinację wszystkich trzech składników, a w większości z nich HAp jest osadzany na powierzchni, a nie jest wprowadzany do matrycy polimerowej. Nie ma doniesienia, w którym zestaw materiałów różniący się stężeniem i rodzajem HAp, CNP oraz kwasów fenolowych zbadano i wyłoniono wśród nich biomateriał optymalny do zastosowań BTE. Dlatego też w ramach projektu planuje się wyprodukować kompozyty z PCL, mikro- i nano-HAp oraz kilku rodzajów CNP (niesfunkcjonalizowanych oraz po funkcjonalizacji oksydacyjnej: grafen, CNT oraz CNF różniących się warunkami kontrolowanej obróbki cieplnej) oraz związków fenolowych. Zostanie zbadany wpływ stężenia i rodzaju składników na strukturę materiału, właściwości mechaniczne i bioaktywność. Nie tylko optymalizacja składu i proporcji zostanie ustalona w ramach projektu, ale też forma przestrzenna materiału. Materiały zostaną wytworzone w formie membran (metoda odlewania rozpuszczalnikowego), rusztowań (metoda wymywania porogenu) oraz utkanych sieci (metoda elektroprzędzenia), a także poddane biomimetycznemu osadzanie apatytu w celu zwiększenia ich osteokondukcji.

W ramach wstępnej charakterystyki wyprodukowanych nanokompozytów zastosowanie zbadany kąt zwilżania oraz pęcznienie (poprzez pomiar przyrostu masy). Topografia powierzchni i skład badanej próbki zostaną sprawdzone za pomocą mikroskopii optycznej, skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) z systemem EDS. Testy mechaniczne będą obejmować nanoindentację. Bioaktywność, która jest kluczowym kryterium w wyborze optymalnych kandydatów do badań w dalszych projektach, zostanie przetestowana poprzez inkubację materiałów w symulowanym płynie ustrojowym (SBF) oraz za pomocą testów proliferacji ludzkich komórek kostniakomięsaka oraz osteoblastów, monitorowanych za pomocą mikroskopii fluorescencyjnej. Na każdym etapie badań wykonywana będzie analiza spektroskopowa, ramanowska oraz

w podczerwieni (FTIR–ATR), wsparta dwuwymiarową spektroskopią korelacyjną (2D-COS). Część badań niezbędnych do realizacji celu, ze względu na fachową ekspertyzę oraz dostęp do aparatury naukowej zostanie przeprowadzony w ramach wyjazdu badawczego do Institute of Macromolecular Chemistry w Czech Academy of Sciences w Pradze, w Republice Czeskiej.