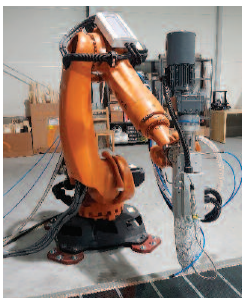




Opracowanie technologii hybrydowych elementów konstrukcyjnych z wykorzystaniem robotyki i wielkoskalowego druku 3D

W ramach projektu zrealizowanego przez firmę Altrinis, przy wsparciu środków unijnych, opracowano innowacyjną technologię produkcji hybrydowych elementów konstrukcyjnych łączącą zaawansowane systemy robotyczne oraz wielkoskalowy druk 3D. Technologia ta pozwala na wytwarzanie lekkich elementów prefabrykowanych ze zbrojeniem kompozytowym i polimerowym, o dużej odporności mechanicznej i środowiskowej, przeznaczonych do budownictwa mieszkaniowego oraz przemysłowego.

W pierwszym etapie prac, głównym wyzwaniem była integracja sześciopięciowego robota przemysłowego KUKA (fotografia 1) z ekstruderami przemysłowymi, sterowanymi oprogramowaniem Rhinoceros z rozszerzeniem Grasshopper. Dokonano weryfikacji różnych materiałów polimerowych i kompozytowych oraz ostatecznie wybrano trzy spełniające wymagania wytrzymałościowe: **poliamid PA6 GF 28%, ABS-PC GF 15% oraz PLA GF 20%**. Osiągnięto skuteczną integrację robota z ekstruderami, umożliwiając jednoczesną koekstruzję materiałów polimerowych ze zbrojeniem włóknem ciągłym (szklanym, bazaltowym lub węglowym).



Fot. 1. Przemysłowy robot KUKA

Drugi etap projektu dotyczył optymalizacji topologicznej kratownic przestrzennych (fotografia 2) przeznaczonych do elementów konstrukcyjnych (nadproży, dyli stropowych i ściennych). Symulacje numeryczne wykonano metodą elementów skończonych (MES) z użyciem systemu Siemens-Nastran. Wyselekcjonowano 15 konfiguracji kratownic, które zostały zweryfikowane eksperymentalnie na Politechnice Gdańskiej. Potwierdzono zgodność z wymaganiami konstrukcyjnymi dotyczącymi ugięć ($L/250$).



Fot. 2. Kratownica przestrzenna z włókna węglowego

W trzecim etapie opracowano receptury betonowych materiałów wypełniających o różnej gęstości, zawierających domieszki ulepszające i włókna kompozytowe. Zaprojektowane mieszanki betonowe spełniły wymagania dotyczące izolacyjności termicznej, akustycznej i ogniowej (fotografia 3).



Fot. 3. Kratownice polimerowe wypełnione materiałami betonowymi

Istotnym osiągnięciem prac zrealizowanych w ramach projektu było rozwiązanie problemu skutecznego kotwienia kratownic kompozytowych

w betonie (fotografia 4), realizowanego przez specjalne punkty stabilizujące (metalowe lub polimerowe), na które nawija się włókno ciągłe. Technologia ta pozwala na znaczną redukcję przekroju prętów kratownicowych z zachowaniem bardzo dużej wytrzymałości oraz eliminuje problemy adhezji materiałów polimerowych w betonie.



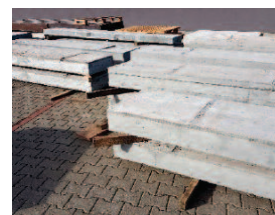
Fot. 4. Kratownica przestrzenna z metalowymi punktami stabilizującymi

Wyprodukowane elementy prefabrykowane zostały poddane badaniom wytrzymałościowym (fotografia 5), ogniowym, akustycznym oraz termicznym. Wyniki potwierdziły spełnienie wszystkich normowych wymagań dotyczących budownictwa mieszkaniowego. Osiągnięta została bardzo dobra izolacyjność termiczna i akustyczna, a także odporność ogniowa na poziomie REI 30–60, w zależności od rodzaju elementu i użytego betonu.



Fot. 5. Badania wytrzymałości dyla ściennego

W ramach eksperymentalnych prac rozwojowych wykonano obiekt modelowy (fotografia 6), który pozytywnie przeszedł badania polowe i potwierdził skuteczność zaprojektowanych metod łączenia oraz stabilność fizyczno-techniczną konstrukcji. W rezultacie opracowano **innowacyjne rozwiązanie, zgłoszone do ochrony patentowej**, charakteryzujące się lekkością, bardzo dużą trwałością oraz możliwością zastosowania w środowisku agresywnym (np. morskim).



Fot. 6. Dyle ścienne i stropowe obiektu modelowego

Kolejnym krokiem firmy Altrinis jest uzyskanie Europejskiej Aprobaty Technicznej (ETA), umożliwiającej wdrożenie technologii na rynek europejski, co potwierdza wysoki potencjał komercjalizacyjny opracowanego rozwiązania. Obecnie Altrinis prowadzi dalsze badania, skupiając się na rozszerzeniu technologii druku 3D na produkcję wielkoformatowych dźwigarów przestrzennych z włókna węglowego. Planowane jest zastosowanie innowacyjnych materiałów wypełniających, takich jak spienione żywice poliuretanowe oraz piany syntaktyczne (spienione żywice epoksydowe) z wypełniaczami w postaci sfer polimerowych, szklanych i ceramicznych. Głównym celem tych działań jest opracowanie ultralekkich, wytrzymałych i odpornych na ekstremalne warunki środowiskowe dźwigarów o dowolnej topologii, przeznaczonych do zastosowania w przemyśle morskim, kosmicznym, obronnym oraz nowoczesnym budownictwie.



Wojciech Cieplý

Altrinis Sp. z o.o.
info@altrinis.com
www.altrinis.com