

Streszczenie

Niniejsza rozprawa doktorska przedstawia hierarchiczny system podejmowania decyzji technologicznych przy betonowaniu w obniżonej temperaturze z zastosowaniem elastyczności biernej i czynnej, bazujący na wieloetapowym podejmowaniu decyzji.

W pracy przedstawiono stan wiedzy w zakresie identyfikacji problemów w dziedzinie zarządzania procesami budowlanymi z uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań, ze szczególnym uwzględnieniem procesu betonowania realizowanym w zmiennym otoczeniu przy ryzyku nagłego spadku temperatury.

Pozwoliło to na stwierdzenie potrzeby opracowanie systemu wspomagającego podejmowanie decyzji technologicznych przy betonowaniu w obniżonej temperaturze przy uwzględnieniu dynamicznie zmiennego otoczenia.

Proponowany w rozprawie system ColCon oparty o monitoring temperatury we wczesnej fazie dojrzewania mieszanki betonowej z zastosowaniem wielopoziomowego podejmowania decyzji w 3 zasadniczych etapach: planowanie oparte na współczynnikach sezonowości, eliminację zakłóceń z wykorzystaniem elastyczności biernej (odporności) poprzez zastosowanie odpowiednich modyfikacji mieszanki betonowej oraz elastyczności czynnej (adaptacyjności) – uwzględniając możliwości sterowania nagrzewem elementu w oparciu o monitoring, prognozę pogody i symulację procesu narastania wytrzymałości betonu.

Opracowany system został wykorzystany podczas badań laboratoryjnych i na budowie a zebrane dane posłużyły do generowania reguł decyzyjnych w oparciu o uczenie się z przykładów z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania RapidMiner z zastosowaniem algorytmów Decision Tree oraz Random Forest. Wieloletnie badania, analizy i budowa bazy danych z wykorzystaniem systemu ColCon wykazały iż opracowane reguły decyzyjne w oparciu o uczenie się z przykładów uzyskują coraz wyższą skuteczność przy podejmowaniu decyzji technologicznych w budownictwie betonowym.

Wykorzystanie proponowanego systemu doradczego w trakcie realizacji zróżnicowanych elementów betonowych (płyty, ściany, elementy masywne, itp.) potwierdziło skuteczność zastosowania systemu ColCon we wspomaganie decyzji menadżerskich na budowie.

Summary

This doctoral dissertation presents a hierarchical system of technological decision making in concreting at low temperature with the use of passive and active flexibility. It presents the state of art and identification of problems in the field of construction process management, taking into account internal and external problems related to the seasonality of construction works in a changing environment in winter conditions with low temperature which allowed to formulate the aim of the work and to develop a support system for making technological decisions.

The ColCon system proposed in the dissertation is based on the monitoring of temperature in the early stage of concrete mix maturation with the use of multi-level decision-making in 3 stages: planning based on seasonality factors, elimination of disturbances using passive flexibility (adequate resistance) by applying appropriate modifications to the concrete mix and active flexibility (adaptability).

The developed system was used during laboratory tests and on site, and the collected data was used to generate decision-making rules based on learning from examples using specialized software called RapidMiner using Decision Tree and Random Forest algorithms

. Many years of research, analysis and construction of a database with the use of the ColCon system have shown that the developed decision rules based on learning from examples gain more and more effectiveness.

The use of the proposed advisory system during the implementation of typical concrete elements confirmed the effectiveness of the application in construction.