

Model ergonomicznego balansowania linii montażowej w produkcji pojazdów użytkowych

W naukowym i teoretycznym rozumieniu pojęcie „równoważenie linii montażowej” definiuje się jako równomierne rozłożenie operacji pomiędzy stacje robocze linii tak, aby czas przestoju poszczególnych maszyn był minimalny. Natomiast ergonomia jako dyscyplina naukowa zajmująca się warunkami pracy do anatomicznych i psychofizycznych możliwości człowieka jest zwykle pomijana w kontekście procesu równoważenia linii montażowej. Procesy montażu i produkcji nie są jeszcze w pełni zautomatyzowane ze względu na wysokie koszty, w związku z tym nadal wymagają zatrudniania pracowników, których kondycja fizyczna w stosunku do wymagań stanowiska pracy może być różna, a w dłuższej perspektywie pogarszająca się z uwagi na starzenie się społeczeństwa czy też z powodu lekceważenia wymagań ergonomicznych przez organizację. Przedsiębiorstwa na całym świecie nieustannie ze sobą rywalizują, a dzięki efektywnemu planowaniu procesów i produkcji z uwzględnieniem czynników ergonomicznych mogą utrzymać i stale zwiększać swoją konkurencyjność w długim okresie. Niniejsza rozprawa uzupełnia istniejące modele naukowe dotyczące równoważenia linii montażowej o czynniki ergonomiczne, takie jak zrównoważone obciążenie poszczególnych grup mięśni pracowników. Celem zdefiniowanym przez autora jest opracowanie modelu ergonomicznego balansowania linii produkcyjnej przy uwzględnieniu obciążenia i uciążliwości pracy. Dzięki przeprowadzonym studiom literaturowym zidentyfikowano istotną lukę badawczą w zakresie ergonomicznego balansowania linii montażowej i jego oceny. Autor stworzył model koncepcyjny oparty na obiektywnej i subiektywnej ocenie obciążenia biomechanicznego oraz na wcześniejszych wynikach badań. Wspierając się środowiskiem PyCharm Community Edition 2021.3.2, przeniósł model koncepcyjny do narzędzia, tworząc model skomputeryzowany przy użyciu języka programowania Python. W zaprojektowanym modelu programowania liniowego (LP) wykorzystano bibliotekę narzędziową OR-Tools. Zbiera on ograniczenia do spełnienia ergonomicznego balansowania linii i precyzyjnie odpowiada na pytanie, czy istniejące ograniczenia mogą być spełnione i jeśli tak, to podaje przykłady rozwiązania, w jaki sposób pracownicy powinni zmienić swoje stanowiska pracy w ciągu danego tygodnia pracy.

W pracy doktorskiej zaproponowano autorski model ergonomicznego balansowania linii, który uwzględnia etapy postępowania w celu zrównoważenia linii montażowej. Każdy z nich uwzględnia kryteria ważne dla ochrony pracownika przed nadmiernym obciążeniem i uciążliwością pracy. Stopień ich spełnienia pozwala ocenić wskaźnik zbalansowania linii montażowej.