

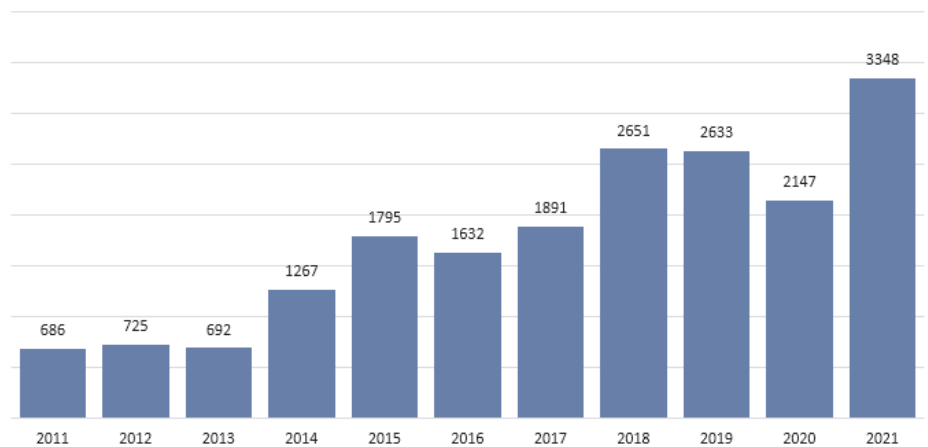
Metody upraszczania procesów produkcyjnych w aspekcie braków kadrowych

PAWEŁ LONKWIC

Rozwój przemysłu maszynowego ukierunkowany jest obecnie na wdrażanie rozwiązań pozwalających na produkcję w jak największym stopniu bez omyłkowość. Głównym powodem takiego podejścia są coraz większe braki kadrowe. Odpowiedzią na takie działania jest m.in.: zastosowanie przyrządów uwzględniających Poka-Yoke, których konstrukcja wymusza prawidłowe operacje w procesie produkcyjnym, wdrażanie częściowej automatyzacji lub robotyzacji procesów produkcyjnych. W niniejszym artykule opisano niektóre wdrożenia z zakresu procesów spawalniczych na przykładzie ustawiaika spawalniczego oraz szablonu.

Wprowadzenie

Brak wykwalifikowanej kadry produkcyjnej staje się coraz większym wyzwaniem dla większości firm i branż, których działalność związana jest z szeroko pojętą produkcją lub logistyką. Braki kadrowe dotyczą coraz większej liczby przedsiębiorstw. Za taki stan odpowiada nie tylko pandemia, ale również starzejące się społeczeństwo, a także migracja pracowników za lepszymi warunkami płacowymi. W związku z powyższym wiele firm decyduje się na wdrażanie sposobów pozwalających na zwiększenie wydajności przy zwiększającym się niedoborze pracowników. Opublikowany w ostatnim kwartale 2022 r. Raport World Robotics 2022 Międzynarodowej Federacji Robotyki za rok 2021 wskazuje, że Polska ze zróżnicowanym przemysłem, ciągle jest rynkiem wschodzącym, jeśli chodzi o robotyzację. Do coraz lepiej rozwiniętego w aspekcie robotyzacji przemysłu motoryzacyjnego, tworzyw sztucznych, chemicznego czy metalowego i maszynowego, konsekwentnie od 2018 r. dołą-



Rys. 1. Instalacje robotów przemysłowych w Polsce w latach 2011÷2021

czają kolejne branże, z tzw. „general industry”, takie jak produkcja żywności, napojów czy elektroniki, które intensywnie nadrabiają zaległości, a nawet wyprzedzają najbardziej zrobotyzowane gałęzie przemysłu, jeśli chodzi o dynamikę wzrostu [2]. Na rysunku 1 pokazana została ogólna liczba zainstalowanych robotów (bez względu na branżę) w latach 2011÷2021. Z wykresu widać,

że w 2021 roku odnotowano znaczący wzrost ilości zainstalowanych robotów.

Oprócz zwiększającej się liczby zainstalowanych robotów w przedsiębiorstwach stosowane są również tańsze metody pozwalające na eliminowanie problemów kadrowych.

Istota metody Poka-Yoke

Jedną z metod, dzięki którym istnieje możliwość zatrudniania kadry o niższych kwalifikacjach jest metoda Poka-Yoke. Głównym celem tej metody jest

* Dr inż. Paweł Lonkwick, plonkwick@gmail.com, PWSZ Chełm, Instytut Nauk Technicznych i Lotnictwa, ul. Poczтовая 54, 22-100 Chełm.

zapobieganie defektom poprzez ich zauważanie, poprawianie i eliminowanie u źródła. Termin Poka Yoke skonstruował współtwórca Toyota Production System – Shigeo Shingo. Podczas obserwacji procesów produkcyjnych w fabryce zauważył on, że wiele błędów wynikało z tego, że pracownicy zapominali o umieszczeniu wymaganej sprężyny pod pewnym przyciskiem samochodu. W celu uniknięcia tej nieprawidłowości przeprojektował On proces produkcji tak, że zarówno guzik, jak i sprężyna były podawane przez specjalny podajnik dla każdego włącznika. Otrzymując komplet elementów do budowy jednego włącznika, pracownik mógł łatwiej zauważyć niepoprawne założenie elementu, gdyż pozostawał mu jakiś komponent. Co ciekawe, pierwotna nazwa metody Poka Yoke była nieco mniej uprzejma, gdyż brzmiała Baka Yoke, co w dosłownym tłumaczeniu oznacza „idioto-odporny”. Shigeo Shingo zmienił ją ze względu na nieprzychylny odbiór nazwy przez pracowników produkcji. Założeniem tej metody jest zaimplementowanie takich procesów i urządzeń, które pomagają w wykrywaniu nieprawidłowości lub wręcz uniemożliwiają ich dokonanie. Poka Yoke opiera się na 6 głównych założeniach [1]:

- eliminacja błędów poprzez przeprojektowanie procesów produkcyjnych tak, żeby w danym zadaniu nie istniała w ogóle możliwość popełnienia błędu (poprzez np. możliwości użycia określonej ilości elementów),

- zapobieganie błędom poprzez zaprojektowanie konstrukcji produktu tak, żeby zminimalizować możliwość popełnienia błędów produkcyjnych,

- zastąpienie nieefektywnych procesów produkcyjnych bardziej niezawodnymi, które pomagają w wykrywaniu określonych nieprawidłowości,

- usprawnienie produkcji poprzez ułatwienie poszczególnych procesów,

- wykrywanie błędów poprzez np. instalowanie urządzeń, w których są wykorzystane różnego rodzaju czujniki uniemożliwiające niepoprawne założenie elementu,

- łagodzenie skutków błędów, czyli dążenie do zminimalizowania skutków popełnionych pomyłek.

Pierwsze cztery założenia odnoszą się do sedna metody Poka Yoke, czyli do za-

porobienia różnym defektom, natomiast dwa ostatnie do minimalizowania skutków popełnionych błędów przez pracowników. Ze względu na funkcje regulacyjne urządzenia Poka Yoke można je podzielić na [1]:

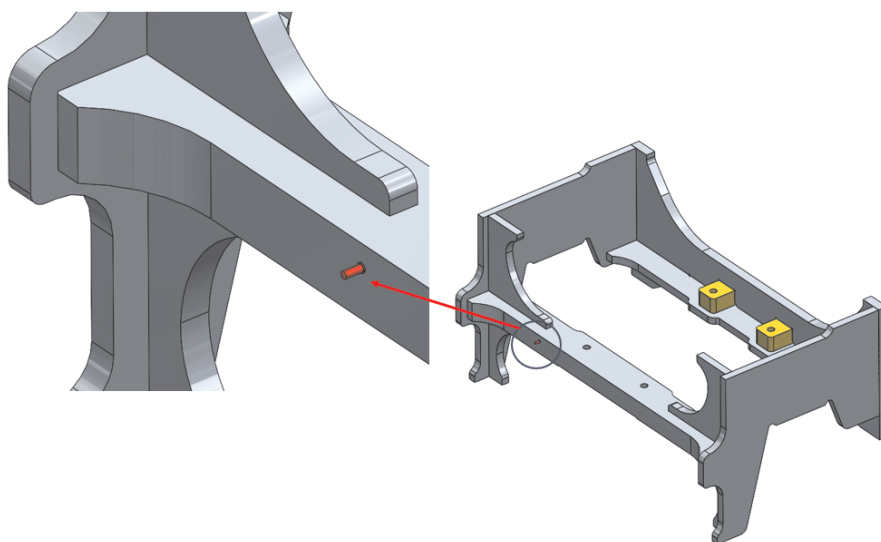
- urządzenia kontrolne,
- urządzenia ostrzegawcze.

Przykłady wdrożenia metody Poka-Yoke w praktyce

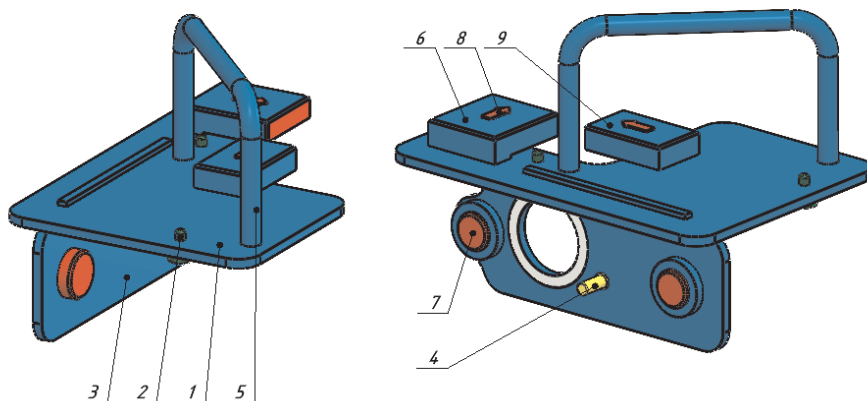
Wdrażanie Poka-Yoke do procesów produkcyjnych w branżach wytwórczych polega m.in. również na stosowaniu w nich przyrządów, dzięki którym pozycjonowanie może odbywać się tylko i wyłącznie w jednej, wymuszonej pozycji.

Przykładem takim jest ustawiak spawalniczy pokazany na rysunku 3 umożliwiający na jednoznaczne określenie położenia kołka gwintowanego względem konstrukcji pokazanej na rysunku 2, na której ma być on zamocowany.

Jeszcze całkiem niedawno w procesie produkcyjnym pracownikowi udostępniono by dokumentację rysunkową z niezbędnymi informacjami dotyczącymi umieszczenia wspomnianego kołka względem pozostałych elementów konstrukcyjnych. Przy założeniu, że pracownik byłby wykwalifikowany i posiadał umiejętności czytania rysunku technicznego, określenie położenia kołka zajęłoby jakiś czas. Natomiast w przypadku pracownika niewykwalifikowa-



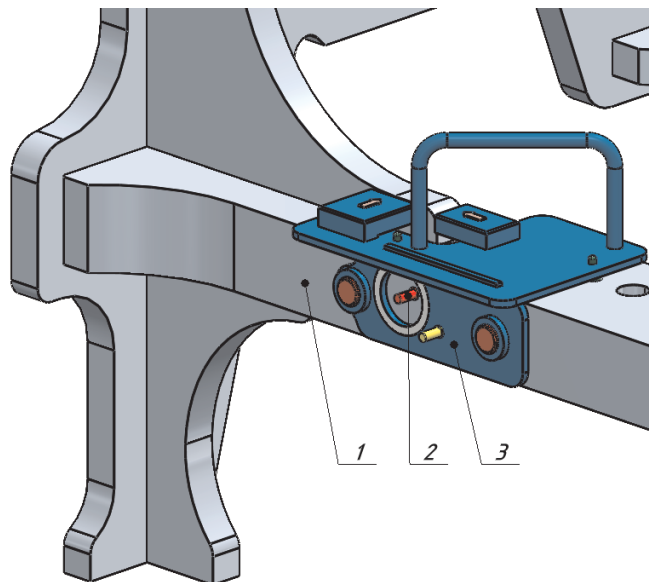
Rys. 2. Umiejscowienie kołka gwintowanego na konstrukcji spawanej



Rys. 3. Przykład przyrządu uwzględniającego zasadę Poka-Yoke: 1 – płyta górna, 2 – magnes, 3 – płyta pionowa, 4 – przykład części jaka ma być umieszczona za pomocą przyrządu, 5 – rękojeść, 6, 7, 9 – bazy, 8 – piktogram informacyjny

nego, przydzielanie takiego zadania mogłoby spowodować powstanie błędu, który w konsekwencji mógłby doprowadzić do powstania braku produkcyjnego lub zatrzymania pewnej ilości wyprodukowanych błędnie detali.

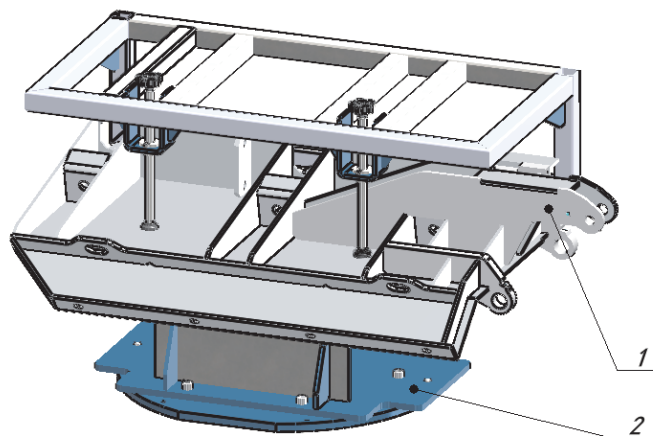
Ustawiak ten charakteryzuje się tym, że jego położenie jest wymuszone przez bazy 6, 7, 9. Na powierzchniach baz 6 i 9 zastosowano piktogramy informacyjne pokazujące, w którym kierunku należy go dosunąć do konstrukcji. W celu wyeliminowania pomyłki polegającej na tym, że pracownik mógłby zamocować inny niż wspomniany kołek, do jego konstrukcji na płycie pionowej 3 umieszcza się przykład takiego elementu, co dodatkowo zapobiega pomyłce.



Rys. 4. Konstrukcja z umiejscowionym przyrządem: 1 – konstrukcja, 2 – kołek, 3 – przyrząd

Po umieszczeniu elementu na konstrukcji, magnesy 2 utrzymują ustawiak w pozycji pracy, a pracownik ma możliwość wykonania operacji, która jest wymagana. W takim przypadku, niewykwalifikowany pracownik może z dużym powodzeniem wykonywać powierzone prace, przy których popełnienie błędu jest zminimalizowane do zera.

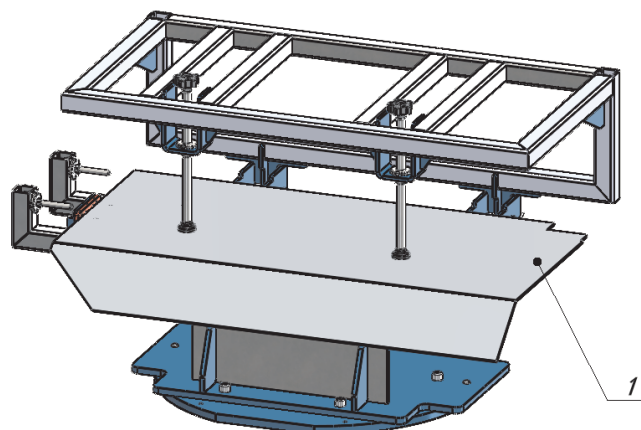
Na rysunku 4 pokazane zostało zastosowanie takiego ustawiaka 3 na konstrukcji spawanej 1 wraz z przyspawanym kątkiem gwintowanym 2.



Rys. 5. Koncepcja przyrządu do szepiania detali wyrobu 1

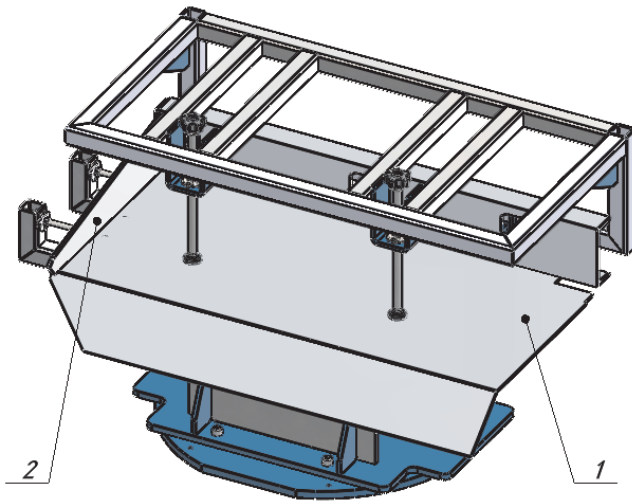
Wspomaganie procesu produkcyjnego to również zastosowanie indywidualnych rozwiązań wspomagających pracę kadry. Zabiegi takie nie są niczym nowym, ale ich stosowanie zauważalne jest na coraz szerszą skalę. Na rysunku 5 pokazano koncepcję przyrządu spawalniczego 2, za pomocą którego spawacz lub pomocnik ma możliwość wykonywania spoin szepnych poszczególnych detali wchodzących w skład wyrobu 1.

Przyrządy tego typu stosowane są jako wstęp do dalszych procesów wytwórczych i są elementami tych procesów, ponieważ wpływają na wstępne przygotowanie produktu, a jego finalne wykonanie jest realizowane na zrobotyzowanym stanowisku spawalniczym. Na rysunkach 6, 7, 8 pokazane zostały trzy pierwsze etapy umieszczania poszczególnych detali na płycie 1 za pomocą ustawiaka jednoznacznie określającego ich położenie w wyrobie gotowym.

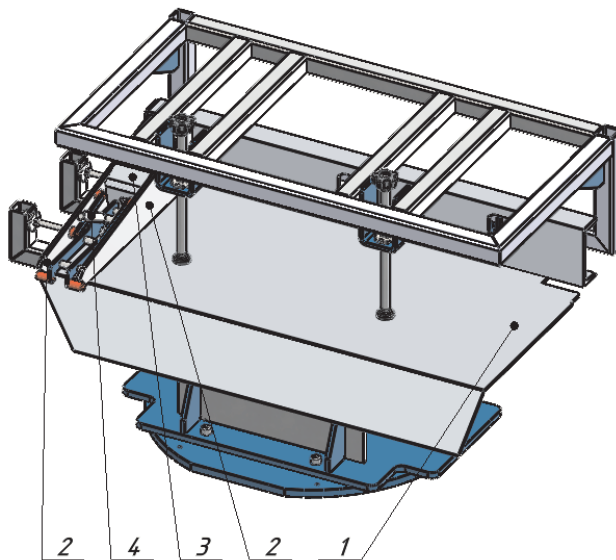


Rys. 6. I etap montażu detalu 1 w przyrządzie

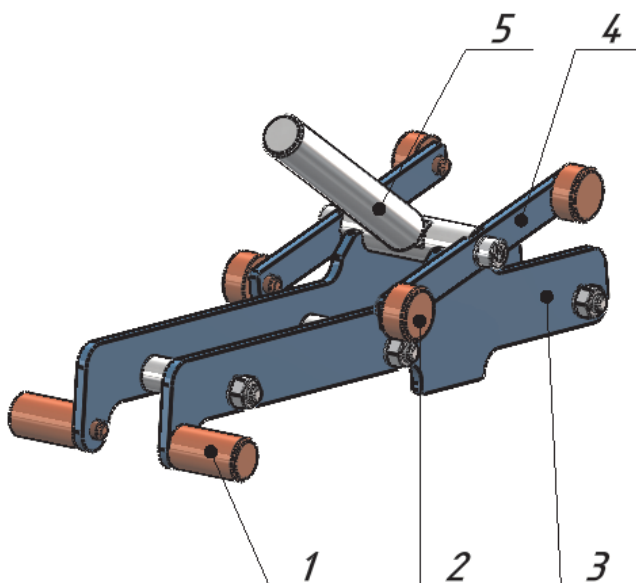
Przedstawiony na rysunku 7 przyrząd pełni również funkcję ustawiaka, zasto-



Rys. 7. II etap montażu detali 1 i 2 w przyrządzie



Rys. 8. III etap montażu detali 1, 2, 3 w przyrządzie z wykorzystaniem ustawiaka



Rys. 9. Ustawiak detali wchodzących w skład gotowego wyrobu

sowanie którego umożliwia pracownikowi oszczędność czasu związanego z ustawieniem detali 2 i 3 względem detalu 1 (rysunek 8). W celu szybkiego i łatwego ustawienia detali względem siebie w tym przypadku konieczne jest zastosowanie ustawiaka, którego przykład pokazany został na rysunku 9. Właśnie dzięki takiemu rozwiązaniu, pracownik ma możliwość oszczędzać czas jaki musiałby spożytkować na ustawienie detali względem siebie zachowując przy tym niezbędne wymiary.

Według standardów określonych w firmach zajmujących się spawaniem takich konstrukcji, jaka pokazana została na rysunku 8, kolorem czerwonym oznaczają się elementy bazujące. To również dzięki kolorystyce pracownik wie, że są to elementy ustawiaka odpowiadające za jego właściwe położenie.

Kolejnym ułatwieniem pozwalającym na przyspieszenie procesów wytwórczych w obrębie procesów spawalniczych jest stosowanie szablonów spawalniczych.

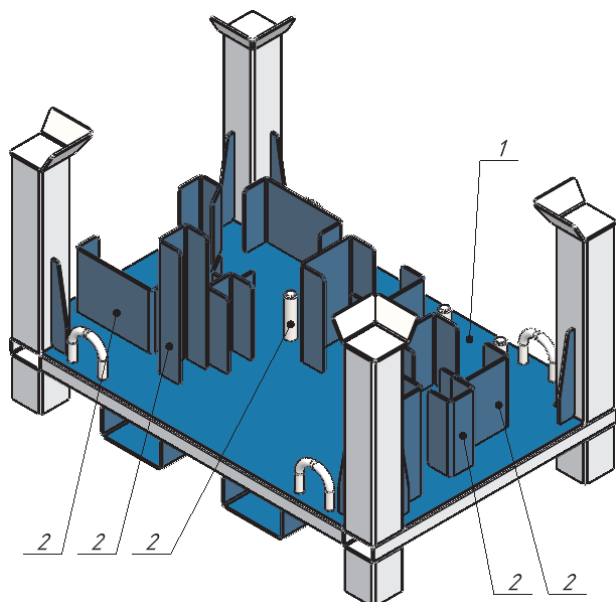
Na rysunku 10 pokazana została specjalna paleta, której konstrukcja wymaga wstawiania na powierzchni blachy 1 dużej ilości detali w formie przekładek 2 przeznaczonych do umieszczenia transportowanych detali.

Spawanie tych detali na powierzchni blachy 1 w tradycyjny sposób wymagałoby przygotowania rysunku z wymiarami, którego przykład pokazany został na rysunku 11.

W obecnym czasie obserwuje się usprawnienie tego procesu poprzez zastosowanie tzw. szablonów spawalniczych, przykład którego pokazany został na rysunku 12.

Pokazany na rysunku 12 szablon jest to tzw. plik dxf tworzony do wycinania laserowego lub plazmowego. Jeżeli część palety (blacha) wykonywana jest w jednej z wymienionych technologii wytwarzania, wówczas operator ma możliwość trasowania linii, dzięki któremu na powierzchni blachy zastają zaznaczone miejsca, w których mają być wstawiane poszczególne elementy palety.

Rozpatrując ten sposób w aspekcie tematyki niniejszego artykułu, podejście takie ułatwia pracę spawaczowi, zwłaszcza o mniejszych kwalifikacjach związanych z czytaniem dokumentacji rysunkowej.



Podsumowanie

Przytoczone powyżej przykłady są wynikiem współpracy autora z sektorem maszynowym. Wszystkie w/w rozwiązania znalazły zastosowanie w przemyśle, a ich zastosowanie przyczyniło się nie tylko do ułatwienia procesu produkcyjnego, ale również do możliwości zatrudnienia kadry o niższych kwalifikacjach.

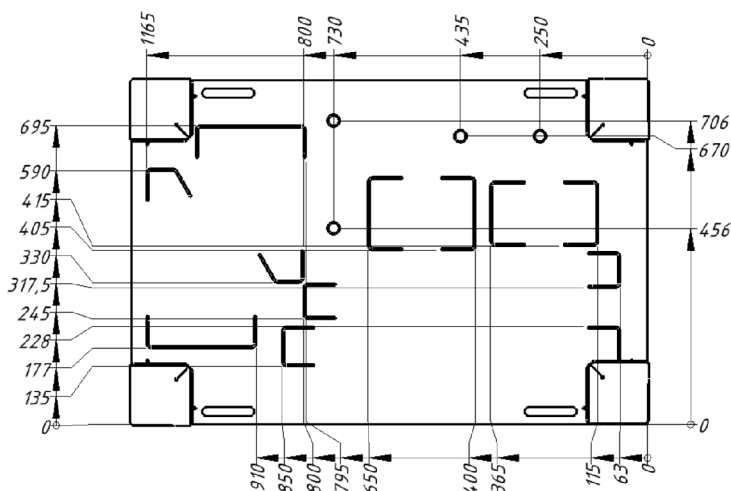
Wdrożenia w tym zakresie nie tylko eliminują powstawanie błędów, ale również wpływają na oszczędność czasu w produkcji. Należy jednak mieć na uwadze, że nie we wszystkich sektorach zastosowanie ustawiaków z Poka Yoke czy przyrządów ma uzasadnienie ekonomiczne. Z punktu ekonomicznego, zasadnym jest stosowanie takich rozwiązań w produkcji co najmniej średnioseryjnej, z uwagi na koszty wytworzenia dodatkowego oprzyrządowania.

Inaczej kształtuje się stosowanie szablonów spawalniczych. Ich wytworzenie podczas wykonywania detalu, na którym ma być natrasowany szablon nie zwiększa znacząco kosztów wytworzenia detalu, a więc z dużym powodzeniem może być stosowany w produkcji jednostkowej.

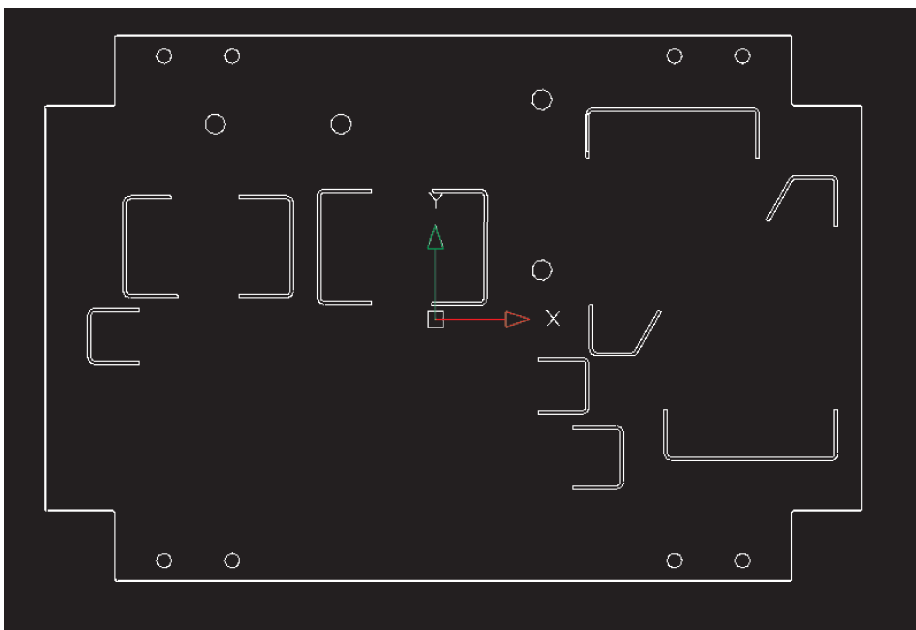
Literatura

1. https://optimakers.pl/co-to-jest-metoda-poka-yoke-i-jak-jaw-ykorzystac-w-produkcji/?utm_term=&utm_campaign=%5BDSA%5D+CPC+Wszystkie+strony+_tp&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=8794430848&hsa_cam=16807709740&hsa_grp=135314162396&hsa_ad=633175031408&hsa_src=g&hsa_tgt=aud-1669978684794:dsa-19959388920&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQjwoK2mBhDzARIsADGbjeoX_rQpGihQye2mc167J_HXIYmCu0eYAD5rvk9slgMFRfoASwP7BjEaAg_3EALw_wcB. [stan na dzień 2023-08-03]
2. <https://fairp.pl/aktualnosci/raport-world-robotics-2022-dla-polski-i-prognozy-forum-automatyki-i-robotyki-polskiej-na-rok-2023/> [stan na dzień 28.08.2023]

Rys. 10. Przykład konstrukcji palety transportowej, do produkcji której wykorzystuje się szablony spawalnicze



Rys. 11. Przykład rozmieszczenia detali końcowych w spawania wraz z wymiarami



Rys. 12. Szablon do spawania detali znajdujących się na palecie (oprac. własne)