



Dr hab. inż. Cezary Rapiejko, prof. uczelni
cezary.rapiejko@p.lodz.pl
Politechnika Łódzka
Wydział Mechaniczny
Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji

RECENZJA
rozprawy doktorskiej

mgra inż. Adama Krępy, zatytułowanej

***„ZASTOSOWANIE WYBRANYCH NARZĘDZI LEAN MANUFACTURING
W DOSKONALENIU ZARZĄDZANIA PROCESEM SKRAWANIA
ODLEWÓW TŁOKÓW SAMOCHODOWYCH”***

Promotor dr hab. inż. Jarosław Piątkowski, prof. PŚ

wykonana na zlecenie Przewodniczącej Rady Dyscypliny

Inżynieria Mechaniczna

Politechniki Śląskiej

prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak

ŁÓDŹ, sierpień 2023

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 28.08.2023
RDJHe-1149/512/2023
nr zał.

Dr hab. inż. Cezary Rapiejko, prof. uczelni
Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny
Katedra Technologii Materiałowych
i Systemów Produkcji

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Adama Krępy**, zatytułowanej
*„ZASTOSOWANIE WYBRANYCH NARZĘDZI LEAN MANUFACTURING W DOSKONALENIU
ZARZĄDZANIA PROCESEM SKRAWANIA ODLEWÓW TŁOKÓW SAMOCHODOWYCH”*

Promotor dr hab. inż. Jarosław Piątkowski, prof. PŚ

wykonana na zlecenie Przewodniczącej Rady Dyscypliny

Inżynieria Mechaniczna

Politechniki Śląskiej

prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak

1. Charakterystyka ogólna pracy

Lean Manufacturing to koncepcja zarządzania procesem produkcji polegająca na ograniczaniu marnotrawstwa i eliminacji zbędnych operacji w trakcie procesu produkcji przy zachowaniu najwyższej jakości produktów. Nowoczesne metody zarządzania cieszą się coraz większą popularnością i są coraz częściej stosowane w przedsiębiorstwach w warunkach krajowych. Metody te bazują na doświadczeniach japońskich, amerykańskich oraz krajów gospodarczo rozwiniętych Europy Zachodniej. Obecnie w dobie czwartej rewolucji przemysłowej - Przemysłu 4.0 przedsiębiorstwa chcące być konkurencyjnymi na skalę światową muszą stosować metody i koncepcje Lean Manufacturing, które są uniwersalne i znajdują zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, w szczególności w przemyśle lotniczym, motoryzacyjnym elektronicznym, AGD i wielu innych.

Tematyka recenzowanej pracy wpisuje się w problematykę współczesnych badań związanych z nowoczesnym wytwarzaniem części i urządzeń, a dotyczy zagadnień

związanych z możliwościami zastosowania narzędzi Lean Manufacturing w produkcji odlewów i wysokojakościowych tłoków dla czołowych producentów samochodowych silników spalinowych.

Autor w swojej pracy przeprowadził badania związane z możliwościami zastosowania narzędzi Lean Manufacturing w celu optymalizacji procesów obróbki mechanicznej tłoków, co wpłynęło na zwiększenie i poprawę efektywności linii produkcyjnej oraz jakości produkowanych tłoków.

Przedstawioną problematykę recenzowanej dysertacji należy uznać za bardzo istotną zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i użytecznego ze względu na możliwości wykorzystania wyników badań Autora do wytwarzania tłoków o wysokiej jakości dla przemysłu motoryzacyjnego w oparciu o optymalizację linii produkcyjnej przy zastosowaniu nowoczesnej strategii zarządzania - Lean Manufacturing.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Adama Krępy zatytułowana „ZASTOSOWANIE WYBRANYCH NARZĘDZI LEAN MANUFACTURING W DOSKONALENIU ZARZĄDZANIA PROCESEM SKRAWANIA ODLEWÓW TŁOKÓW SAMOCHODOWYCH” liczy 160 stron, włącznie z bibliografią zawierającą 105 pozycji.

Uważam, że przeprowadzona analiza aktualnego stanu wiedzy oraz dobór literatury przez Doktoranta pozwala wnosić o Jego dobrym merytorycznym przygotowaniu do podjęcia problematyki związanej z realizowaną tematyką pracy. Pozycje literaturowe są aktualne publikowane w większości po 2010 r. Język rozprawy jest poprawny, konstrukcja pracy jest logiczna, prawidłowo określona jest teza, cele i zakres pracy.

Poziom edycyjny pracy nie budzi większych zastrzeżeń, tekst jest sformatowany poprawnie, a rysunki staranne i czytelne.

2. Ocena części literaturowej

Przegląd literaturowy zawarty jest w rozdziale 1 i stanowi część teoretyczną pracy, w których przedstawiono analizę aktualnego stanu wiedzy związanego z tematyką podjętej pracy doktorskiej. W rozdziale tym zawarty jest sześć

podrozdziałów, w których Autor opisał zagadnienia związane z tematyką pracy przedstawiając kolejno:

- genezę powstania koncepcji Lean Manufacturing,
- podstawowe definicje związane z koncepcją Lean,
- metody i narzędzia Lean Manufacturing,
- zastosowanie Lean Manufacturing w przemyśle motoryzacyjnym,
- transformację Przemysłu 3.0 do Przemysłu 4.0,
- podsumowanie przeprowadzanej analizy aktualnego stanu wiedzy.

Układ tej części pracy uważam, że jest prawidłowy i stanowi wystarczająco dobre wprowadzenie teoretyczne do tematu pracy.

Autor w rozdziale 1 dysertacji, składającym się z sześciu podrozdziałów, przybliżył tematykę związaną z system zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie produkcyjnym - Lean Manufacturing (LM). W rozdziale 1.1 przedstawił historię powstania oraz najważniejsze koncepcje metody produkcji polegającej na eliminacji marnotrawstwa i nieefektywności w działaniach produkcyjnych. W rozdziale 1.2 przedstawiono różne definicje Lean w ujęciu filozoficznym, systemowym oraz procesowym. W kolejnym rozdziale 1.3 opisano metody i narzędzia Lean Manufacturing w kontekście korzyści ich stosowania w warunkach krajowych. W rozdziale 1.4 Autor opisał w jaki sposób koncepcje LM mogą być zastosowane w produkcji przemysłowej w szczególności w przemyśle samochodowym. W dalszej części pracy opisano idee oraz możliwości transformacji Przemysłu 3.0 do Przemysłu 4.0 w celu nowoczesnej produkcji. Ostatni rozdział 1.6 jest podsumowaniem przeprowadzonej analizy aktualnego stanu wiedzy, z którego wynika potrzeba stosowania współczesnych narzędzi Lean Manufacturing w celu produkowania wysokojakościowych elementów w przemyśle motoryzacyjnym.

Tak przedstawione informacje stanowią dobre wprowadzenie do tematu pracy, ale w tej części pracy Autor nie ustrzegł się przed pewnymi niedociągnięciami. Tematyka pracy jest bardzo ciekawa i bogata w różnego rodzaju definicje, które opisane są skrótami i w chwili kiedy pojawiają się pierwszy raz powinny być wyjaśnione, co zdecydowanie ułatwia zrozumienie treści. W pracy np. na stronie 3 można znaleźć niewyjaśnione skróty: „*OEM, KPI, OAE, OEE, EEP, CPS*”, których wyjaśnienie i tłumaczenie można znaleźć dopiero w dalszej części dysertacji doktorskiej, czasami nawet

wielokrotnie. Dobrą praktyką pracy zawierającej skrótów jest dołączenie wykazu ważniejszych symboli i oznaczeń, co ułatwia jej czytanie. Ponadto uważam, że Autor stosując nazwy własne powinien używać w treści pracy konsekwentnie jedną formę zapisu np. „*Lean Manufacturing*” str. 3 lub „*Lean manufacturing*” str. 4.

W mojej ocenie w treści tej części pracy w tabeli 1.8 na stronie 23 zabrakło numeracji opisanych zależności matematycznych oraz jednostek miary wielkości fizycznej lub umownej. W kolejnym rozdziale 1.5 opisano transformację z Przemysłu 3.0 do Przemysłu 4.0, w którym Autor stosował odniesienia do nazw własnych Przemysłu 3.0 oraz Przemysłu 4.0, więc w moim odczuciu powinien nazwy pisać „z dużej litery” a nie „z małej litery”. Opis ewolucji przemysłowej jest bardzo interesujący, natomiast na rysunku 1.1, na którym przedstawiono schemat ewolucji od Przemysłu 1.0 do Przemysłu 4.0 zastosowano opis w języku angielskim, co powinno zostać przetłumaczone na język polski. Ponadto na stronie 35 Autor mówi o budowaniu wirtualnej fabryki, a dokładnie o „*iteracyjnym sposobie ścieżki postępowania i komponentów fabryki ...*” powołuje się na schemat przedstawiony na rysunku 2.3, którego nie ma w tym rozdziale. Rysunek 2.3 można znaleźć w dalszej części pracy w rozdziale 2.1. na str. 42 i dotyczy przekroju tłoka silnika spalinowego.

Ogólnie należy stwierdzić, że zebrane i przedstawione informacje stanowią wystarczająco dobry zbiór wiedzy odpowiadający tematowi pracy, ale odczuwam pewien niedosyt związany z przeprowadzoną analizą aktualnego stanu wiedzy związanego z tematyką dysertacji doktorskiej, bowiem w moim odczuciu zabrakło podsumowania wprowadzającego do prezentacji przedsiębiorstwa Federal-Mogul Gorzyce i zademonstrowania narzędzi Lean Manufacturing w kontekście produkcji tłoków silników spalinowych. Pozwoliłoby to na płynne przejście do realizowanych w przedsiębiorstwie badań opisanych w rozdziale 2, zatytułowanym „Badania wstępne” które były realizowane, jak domniemam, przed rozpoczęciem pracy doktorskiej przez Autora. W rozdziale tym opisano stosowaną w Federal-Mogul Gorzyce technologię wytwarzania odlewów tłoków silników samochodowych ze stopów aluminium. Uważam, że rozdział ten jest bardzo istotny w kontekście tematu pracy doktorskiej, bowiem przedstawia cały proces produkcyjny odlewów od przygotowania materiałów wsadowych, topienia i przygotowania ciekłego stopu, przygotowania wkładek pierścieniowych, a następnie wykonania odlewów, które następnie poddane są obróbce

mechanicznej. Cały proces technologiczny odpowiedzialny jest za finalną jakość wyprodukowanych tłoków silników spalinowych, stąd analiza procesu w celu jego udoskonalania z wykorzystaniem narzędzi LM jest bardzo istotnym.

W rozdziale tym oraz w dalszej części pracy Autor pozwolił sobie na pewnego rodzaju uproszczenia słowne – żargon w technicznym nazewnictwie tłoków. Mam na myśli opis podziału tłoków na stronie 40, wyróżniając tłoki do silników „benzynowych i Diesla”, a powinien zastosować poprawne nazwy techniczne tłoków dedykowanych do silników z zapłonem iskrowym oraz o zapłonie samoczynnym. Pewną uwagę budzi również zapis na stronie 42 brzmiący „*Innowacyjność procesu technologicznego polega na jego automatyzacji. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych stanowisk odlewniczych MDC/GA produkcja tłoków jest szybsza i bardziej wydajna, a wytworzone tłoki są trwalsze o najwyższej jakości.*”, w treści pracy nie zamieszczono żadnych wyników badań związanych z trwałością tłoków, zatem na podstawie jakich badań Doktorant tak wnioskuje?

W treści dysertacji doktorskiej znaleźć można lapsusy językowe, np. „*stop jest modyfikowany miedzą fosforową (...)*” zamiast miedzią fosforową (str. 42). Innym przykładem błędu językowego jest zapis „*produkcja odlewów toków...*” zamiast tłoków (str. 69).

Ogólnie jednak należy stwierdzić, że zebrane dane stanowią dobrze prezentujący się zbiór informacji odpowiadający tematowi pracy. Rozdział ten zakończony jest podsumowaniem, z którego wyniknęło, że współczesne przedsiębiorstwo produkcyjne chcąc być konkurencyjnym i spełniać wymagania stawiane przez Przemysł 4.0 musi udoskonalać proces produkcyjny w oparciu o analizy efektywności, wdrożonych oraz nowych narzędzi LM. Z przedstawionego podsumowania wyniknęła potrzeba podjęcia takiego właśnie tematu pracy i określenia tezy i celów pracy.

Oceniając tę część pracy stwierdzam, że tak przedstawiona część literaturowa stanowi wystarczającą podstawę teoretyczną do realizacji podjętego tematu.

3. Teza i cel rozprawy

W rozdziale 3 zatytułowanym „CELE, ZAKRES BADAŃ I TEZA” Autor określił tezę, cele pracy, sformułował oraz przedstawił zakres pracy.

W rozdziale 3.1 Doktorant sformułował cel naukowy: *„Celem naukowym badań jest zastosowanie dobranych narzędzi Lean Manufacturing, służących do optymalizacji procesów obróbki mechanicznej tłoków, które ocenione wybranymi wskaźnikami KPI (OAE; OEE i TEEP), spowodują zwiększenie zdolności wytwórczych i poprawę efektywności linii produkcyjnej oraz zmniejszenie poziomu wyrobów wadliwych”.*

Następnie określił cel użyteczny: *„Wskazanie pożądanych kierunków zmian organizacyjnych linii do obróbki mechanicznej odlewów tłoków przyczyni się do zmniejszenia zużycia głównych mediów technicznych tego procesu, tj.: energii elektrycznej, sprężonego powietrza i wody”.*

W rozdziale 3.2 Doktorant sformułował tezę pracy: *„Spersonalizowane narzędzia lean, zweryfikowane wskaźnikami produktywności KPI, pozwolą na usprawnienie procesu obróbki mechanicznej tłoków poprzez ograniczenie wszelkiego marnotrawstwa i uzyskanie wyrobów o najwyższej jakości”.*

W rozdziale 4 Autor przedstawił koncepcję pracy, której plan badań przedstawiono w rozdziale 4.1.

Postawiona w tym rozdziale teza jest adekwatna do celów pracy. Również przedstawiony zakres badań jest poprawny i pozwala na zrealizowanie postawionych celów oraz udowodnienia przyjętej tezy rozprawy doktorskiej.

4. Ocena części merytorycznej rozprawy

Ze względu na połączenie w treści pracy analizy aktualnego stanu wiedzy z badaniami wstępnymi, nie ma jasno rozdzielonej części teoretycznej od części doświadczalnej, co jest dość nietypowe w przypadku prac naukowych. Ponadto w dysertacji doktorskiej zabrakło jasno określonej metodyki badawczej, która definiowałaby wytyczne pracy, urządzenia i ich parametry, czy też informację o zastosowanym oprogramowaniu, co pozwoliłoby na przejście do wyników badań własnych oraz na bardziej zrozumiałą interpretację uzyskanych wyników.

W mojej ocenie część badawcza rozpoczyna się od rozdziału 4.2, o znamionach metodyki badawczej, w którym Autor przedstawia wytypowane miejsce prowadzonych badań, czyli linię obróbki mechanicznej DL9 oraz wytypowany odlew tłoka silnika spalinowego typ VW 1.0L. W tej części pracy zabrakło informacji uzasadniającej, dlaczego akurat ta linia produkcyjna stała się obiektem badań oraz dlaczego wybrano ten typ tłoka? Pierwszym rozdziałem omawiającym badania własne jest rozdział 5, w którym Autor przedstawił w rozdziale 5.1 współpracujący interdyscyplinarny zespół badawczy oraz niezbędne dane do przeprowadzenia badań związanych z mapowaniem strumienia wartości (VSM - ang. Value Stream Mapping) linii produkcyjnej DL9 w celu określenia i znalezienia możliwości potencjalnych usprawnień w procesie produkcyjnym. Na podstawie przeprowadzonych analiz mapowania czynności i czasów w rozdziale 5.2 wytypowano minimalną liczbę operatorów koniecznych do obsługi linii DL9. W tytule podrozdziału pojawił się błąd w słownie „koniecznych”, gdzie Autor napisał „*konicznych*”. W rozdziale tym na rysunku nr 5.6 przedstawiono harmonogram badań, analiz, wdrożeń i spotkań zespołu „Lean” w kontekście prac mających na celu zmniejszenie liczby operatorów. W przedstawionym harmonogramie opisane są działania, komentarze i uwagi, podane ramy czasowe oraz zaznaczone do osiągnięcia „*kamienie milowe*”, których Autor nie zdefiniował, zresztą w dalszej części pracy, gdzie były przedstawione podobne harmonogramy również zabrakło komentarza dotyczącego przyjętych kamieni milowych. Na tym etapie pracy mam pewne wątpliwości związane z interpretacją wyników przedstawionych na rysunku 5.12 na stronie 90 dotyczących dziennego poziomu braków na linii DL9, o wyjaśnienie tego zagadnienia poproszę Autora podczas publicznej obrony.

W rozdziale 5.3 pracy Doktorant analogicznie jak wcześniej po przyjętym harmonogramie skoncentrował się nad możliwością wyeliminowania zbędnych badań kontrolnych poddanych obróbce tłoków silników spalinowych. W dalszej części pracy w rozdziale 5.4 w badaniach skoncentrowano się na konieczności zwiększania zdolności obróbczej. W wyniku otrzymanych wyników postanowiono na wprowadzenie elektronicznego systemu międzyoperacyjnej kontroli produkcji SPC (z ang. Statistical Process Control) do statystycznego sterowania procesem. W kolejnym etapie realizowanych prac opisanych w rozdziale 5.5 w oparciu o przeprowadzone analizy jakości odlewów wdrożono nowoczesne urządzenie US2D do badań jakości

produkowanych tłoków, które charakteryzuje się lepszą detekcją wad odlewniczych oraz pozwala na automatyczny transfer danych pomiarowych w czasie rzeczywistym.

Następnym bardzo istotnym usprawnieniem procesu produkcyjnego zaproponowanego przez Doktoranta opisanym w rozdziale 5.6 było wprowadzenie elektronicznej wizualizacji statusu obróbki skrawania tłoków w oparciu o otrzymane dane produkcyjne uzyskane z maszyn i robotów, co pozwoliło na wizualizację w czasie rzeczywistym wykorzystania maszyn i urządzeń pracujących w linii obróbczej DL9. Ponadto umożliwiło to na automatyczną kalkulację wskaźnika OAE (ang. Overall Asset Effectiveness). W wyniku realizowanych prac i otrzymanych wyników w celu zapewnienia wysokiej jakości produkowanych tłoków Doktorant wprowadził pomiar drgań maszyn obróbczych oraz zaproponował inny od dotychczas stosowanego sposób mocowania obrabianych detali, co wpłynęło na jakość obrabianych detali jak również trwałość narzędzi i urządzeń CNC stosowanych w linii produkcyjnej. Kolejnym zaproponowanym usprawnieniem procesu produkcyjnego opisanym w rozdziale 5.9 było wdrożenie przystosowanego do indywidualnych potrzeb przedsiębiorstwa systemu ANDON do nadzoru procesu obróbki mechanicznej tłoków na linii DL9, co pozwoliło na zwiększenie zdolności analizowanej linii produkcyjnej.

Ostatnim zaproponowanym przez Autora usprawnieniem opisanym w rozdziale 5.10 było opracowanie i wdrożenie elektronicznego systemu zbierania danych dotyczących zużycia mediów w czasie produkcji na linii DL9. Przeprowadzenie badań oraz zastosowanie monitoringu zużycia mediów pozwoliło na zoptymalizowanie zużycia energii elektrycznej, wody i sprężonego powietrza potrzebnych do funkcjonowania zautomatyzowanej linii DL9.

Merytoryczną część pracy kończy rozdział 6 zatytułowany „PODSUMOWANIE”, który jest ogólnym podsumowaniem otrzymanych wyników badań oraz rozdział 7 zatytułowany „WNIOSKI”, w którym syntetycznie sformułowano osiem wniosków wynikających z przeprowadzonych badań.

Przy analizie tej części pracy nasuwają się uwagi opisane poniżej.

1. Proszę o wyjaśnienie pewnego sformułowania użytego przez Autora *„Dzięki zastosowaniu nowoczesnych stanowisk odlewniczych MDC/GA produkcja tłoków jest szybsza i bardziej wydajna, a wytworzone tłoki są trwalsze*

o najwyższej jakości.” . – skąd wiadomo, że wyprodukowane w tej technologii tłoki są trwalsze i o najwyższej jakości?

2. Z przedstawionych danych na wykresie na rysunku 5.12 (str. 90) dotyczącego dziennego poziomu braków na linii DL9 wynika, że 3 operatorów powoduje powstawanie liczby braków przez 21 dni, a 4 operatorów przez 9 dni, co jest sprzeczne z opinią Autora przedstawioną w podsumowaniu na str. 147-148, gdzie Doktorant napisał, że *”Wdrożone rozwiązanie nie spowodowało pogorszenia jakości oraz zdolności linii DL9”*. Proszę o wyjaśnienie, jak wpłynęło zmniejszenie liczby operatorów na dzienny poziom braków?

Podsumowując chcę podkreślić, że zrealizowane badania mające na celu opracowanie i zastosowanie narzędzi Lean Manufacturing w celu optymalizacji procesów obróbki mechanicznej tłoków w warunkach przemysłowych, wpływające na zwiększenie i poprawę efektywności linii produkcyjnej oraz jakości produkowanych tłoków, potwierdza dojrzałość naukową Autora rozprawy.

5. Ocena końcowa

Przytoczone uwagi krytyczne w niczym nie umniejszają pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy zarówno pod względem zastosowanych metod badawczych, jak też uzyskanych wyników i ich interpretacji. Doktorant zrealizował przyjęty zakres merytoryczny pracy. Wykazał się wiedzą, umiejętnością prowadzenia eksperymentów oraz opracowania i analizy wyników, a także poprawnego wnioskowania.

W tym miejscu podkreślić należy również interdyscyplinarny charakter rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Krępy, która poza dyscypliną Inżynieria mechaniczna wpisuje się również w dyscyplinę Nauki o zarządzaniu i jakości.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska została opracowana poprawnie. Badania w ramach realizacji pracy zaplanowano w wystarczającym zakresie i ich realizacja pozwoliły Doktorantowi udowodnić przyjętą tezę rozprawy wraz z osiągnięciem przyjętego celu naukowego oraz użytecznego.

Wniosek końcowy

Na podstawie powyższej opinii o rozprawie doktorskiej mgra inż. Adama Krępy, zatytułowanej „ZASTOSOWANIE WYBRANYCH NARZĘDZI LEAN MANUFACTURING W DOSKONALENIU ZARZĄDZANIA PROCESEM SKRAWANIA ODLEWÓW TŁOKÓW SAMOCHODOWYCH” reprezentującej dyscyplinę *Inżynieria Mechaniczna* stwierdzam, że wykazał się wiedzą umożliwiającą prowadzenie badań naukowych, a oceniana praca jest samodzielnym rozwiązaniem problemu badawczego, stanowi wkład w postęp wiedzy i spełnia wymogi stawiane przez Ustawę o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki (Dz. U.nr 65 z dnia 16 kwietnia 2003 roku poz. 595 z późniejszymi zmianami), Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 30 października 2015 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora - Dz.U. nr poz. 1842 z późniejszymi zmianami, Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce- Dz. U. z dnia 30 sierpnia 2018 r., Poz. 1668 z późniejszymi zmianami, Ustawę z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - Dz. U. z dnia 30 sierpnia 2018 r., Poz. 1669, Art. 179, pkt 1-3, przedkładam więc Wysokiej Radzie Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej w Gliwicach wniosek o dopuszczenie **mgra inż. Adama Krępy** do publicznej obrony.

Łódź, 28. 08. 2023 r.

