

dr hab. inż. Józef Stabik prof. Pol.Śl  
Katedra Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej  
Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Politechnika Śląska  
ul. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice

Gliwice 08.09.2021



*mgr Kamila Czerniak*

### Recenzja

dorobku naukowego **dr. inż. Krzysztofa Mrozka**

a w szczególności powiązanego tematycznie cyklu publikacji opatrzonego wspólnym tytułem:

**„Formy wtryskowe nagrzewane indukcyjnie w sposób selektywny”**

oraz istotnej aktywności naukowej w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie **inżynieria mechaniczna**

**mechaniczna**

**Podstawa opracowania:** decyzja Rady Doskonałości Naukowej z dnia 28 czerwca 2021 roku (Z2.4000.58.2021.3..IB) oraz pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej dr. hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. PP z dnia 20 lipca 2021 roku nr DM.075.105.2021.

**Podstawa prawna:** recenzję opracowano zgodnie z zapisami ustawy: Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. z 2021 r. poz. 478), zwanej dalej „ustawą”.

## 1. Wprowadzenie

Technologia wtryskiwania jest jedną z najszerzej stosowanych technik przetwórstwa tworzyw polimerowych. Jest jednocześnie jedną z najtrudniejszych technicznie. Obejmuje szereg złożonych procesów termodynamicznych i reologicznych realizowanych na etapie przygotowania tworzywa do wtryskiwania, uplastyczniania tworzywa w układzie plastyfikacji wtryskarki jak i wypełniania gniazda, docisku i zestalania tworzywa, które realizowane są w formie wtryskowej z wykorzystaniem układów funkcjonalnych formy i wtryskarki. Przemysłowa istotność jak i fizyczna złożoność procesu wtryskiwania powoduje, że ciągle jest badany, opisywany, doskonalony i rozwijany. W zgodnej opinii inżynierów praktyków i naukowców jednym z istotnych parametrów procesu wtryskiwania jest temperatura powierzchni gniazd formujących. W metodyce doboru temperatury powierzchni formujących można wyróżnić trzy podstawowe kierunki. Pierwszy polega na poszukiwaniu metod uzyskiwania jak najmniejszych różnic temperatur w różnych miejscach powierzchni formujących. Drugi polega na zamierzonym różnicowaniu temperatury w różnych miejscach powierzchni gniazd. Trzeci polega na dynamicznej zmianie temperatury powierzchni formujących w czasie każdego cyklu wtryskiwania.

Recenzowany dorobek habilitacyjny dr. inż. Krzysztofa Mrozka mieści się w zarysowanej powyżej problematyce dynamicznej zmiany temperatury powierzchni formujących w czasie cyklu wtryskiwania jak i w problematyce zróżnicowania temperatury powierzchni formujących w różnych ich miejscach. Spośród wielu znanych metod dynamicznej zmiany temperatury powierzchni formujących w czasie cyklu wtryskiwania Habilitant wybrał nagrzewanie indukcyjne. Wykorzystanie techniki nagrzewania indukcyjnego do dynamicznej zmiany temperatury powierzchni formujących nie jest nowością. Dr inż. Krzysztof Mrozek badał możliwości wykorzystania nagrzewania indukcyjnego do dynamicznej zmiany

temperatury powierzchni form wtryskowych w swojej pracy doktorskiej a sama metoda znana jest znacznie wcześniej. Nie zmienia to jednak faktu, że technika ta jest nadal intensywnie badana. Połączenie celowej zmiany temperatury powierzchni formujących w czasie i przestrzeni z wykorzystaniem techniki nagrzewania indukcyjnego jest autorskim pomysłem Habilitanta i zostało wskazane przez niego jako główne osiągnięcie naukowe.

Wybór problematyki badań zamierzonej zmiany temperatury powierzchni formy w czasie i przestrzeni z wykorzystaniem techniki nagrzewania indukcyjnego uważam za trafiony z naukowego punktu widzenia i ważny dla przemysłu budowy form do przetwórstwa termoplastycznych tworzyw polimerowych metodą wtryskiwania. Problematyka ta mieści się w obszarze zainteresowań nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Trzeba jednak wskazać na jej interdyscyplinarny charakter, gdyż zawiera wiele zagadnień fizyki i inżynierii materiałowej.

## **2. Wymogi ustawowe**

Ustawa stawia kandydatowi do uzyskania stopnia doktora habilitowanego trzy podstawowe wymogi:

- a) posiadanie stopnia doktora;
- b) posiadanie w dorobku osiągnięcia naukowego albo artystycznego, stanowiącego znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny;
- c) wykazanie się istotną aktywnością naukową lub artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Spełnienie pierwszego wymogu dr inż. Krzysztof Mrozek potwierdził w przesłanej dokumentacji. Dokumentacja zawiera Zaświadczenie wystawione dnia 21 grudnia 2015 roku potwierdzające, że Rada Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej na posiedzeniu w dniu 18 grudnia 2015 roku podjęła uchwałę o nadaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych mgr. inż. Krzysztofowi Mrozkowi w dyscyplinie naukowej: budowa i eksploatacja maszyn, w specjalności: konstrukcja maszyn i urządzeń. Zaświadczenie zawiera podpis Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej dr. hab. inż. Olafa Ciszaka.

## **3. Ocena głównego osiągnięcia naukowego wskazanego we wniosku**

Jako znaczące osiągnięcie naukowe Habilitant wymienił cykl publikacji powiązanych tematycznie i opatrzonych wspólnym tytułem: „Formy wtryskowe nagrzewane indukcyjnie w sposób selektywny”. Cykl obejmuje 6 artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych, jeden rozdział w monografii opracowanej przez wielu autorów oraz trzy patenty udzielone przez Urząd Patentowy RP.

Zgonie z zapisem ustawy (Art. 219 p. 2 lit. b) jako osiągnięcie naukowe można wskazać między innymi „1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b”. Spośród 3 możliwości wymienionych w ustawie Habilitant wybrał właśnie cykl publikacji. Niestety wskazany cykl publikacji nie spełnia wymogów ustawy, gdyż patenty nie są ani artykułami naukowymi opublikowanymi w czasopismach naukowych ani artykułami



zamieszczonymi w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych. Z tej przyczyny wymienione przez dr. inż. Krzysztofa Mrozka patenty nie mogą być brane pod uwagę w ocenie osiągnięcia naukowego. Nie jestem prawnikiem i nie potrafię stwierdzić, czy stanowi to formalną przeszkodę do nadania stopnia doktora habilitowanego. Ponieważ pozostałe pozycje spełniają wymogi ustawy, uznano, że recenzja może być przygotowana i może dotyczyć pozostałych publikacji.

Niewątpliwie najcenniejszym osiągnięciem naukowym dr. inż. Krzysztofa Mrozka jest opracowanie nowej metody dynamicznego nagrzewania wybranych obszarów form wtryskowych z wykorzystaniem techniki grzania indukcyjnego. Złożoność procesu wypełniania nieraz bardzo skomplikowanych układów wlewowych i gniazd formujących w czasie wtryskiwania powoduje, że wielokrotnie poszukuje się rozwiązań pozwalających na zamierzoną zmienność w czasie i przestrzeni temperatury powierzchni form wtryskowych kontaktujących się z uplastycznionym tworzywem polimerowym. Potrzeba taka wynika zarówno z rozważań teoretycznych jak i z wyników symulacji numerycznych procesu wtryskiwania. Opracowana przez Habilitanta metoda może być bardzo przydatna w rozwiązywaniu wielu problemów wypełniania gniazd formujących szczególnie detali cienkościennych. Nagrzewanie indukcyjne ma również ograniczenia i wady, ale jego przydatność została potwierdzona w praktyce i znajduje coraz więcej zastosowań. Rozszerzenie jej możliwości o selektywność intensywności nagrzewania wybranych powierzchni stanowi istotny wkład dr. inż. Krzysztofa Mrozka w rozwój nauki.

Przedstawiony do oceny cykl publikacji charakteryzuje się zróżnicowanym poziomem naukowym. Większość pozycji cechuje dobry poziom naukowy. Wiele jednak zawiera błędy merytoryczne, nieraz o podstawowym charakterze. Dwie pozycje moim zdaniem wprowadzono do cyklu niepotrzebnie. Nie dlatego, że cechuje je niski poziom naukowy, ale dlatego, że ich związek z tematem osiągnięcia jest niewielki. Pozycje A3 zatytułowana „Numerical study on the influence of RHCM on the basic parameters of filling the cavity” oraz A4 o tytule: “Numerical study on the influence of Rapid Temperature Cycling (RTC) on polymer flow at maximum injection pressure” jedynie w tytułach i wprowadzeniach nawiązują do tematyki cyklu a w zasadniczej treści poświęcone są opisowi i analizie symulacji numerycznych mających na celu określenie wpływu parametrów wtryskiwania i cech geometrycznym na długość drogi płynięcia polimeru w kanale spiralnym. Co najistotniejsze, temperatura zakładana w czasie symulacji nie ulega zmianie. Pozycje te bardziej przystają do opisu tego co Habilitant nazywa „wtryskiwaniem konwencjonalnym” aniżeli do wtryskiwania z dynamiczną zmianą temperatury w cyklu przetwórczym. Błędy i nieścisłości w cyklu publikacji jak i w autoreferacie Habilitanta stawiają po znakiem zapytania pozytywną, całościową ocenę głównego osiągnięcia naukowego. Ponieważ w istotny sposób wpływają one na ocenę poziomu naukowego przedstawionego do oceny cyklu publikacji dr. inż. Krzysztofa Mrozka, najważniejsze z nich zostaną omówione w kolejnym podpunkcie recenzji.

#### **4. Uwagi krytyczne dotyczące przedstawionego do oceny cyklu publikacji i autoreferatu**

- a) Habilitant w wielu publikacjach stosuje trudną do zaakceptowania metodę dowodzenia skuteczności opracowanej przez siebie techniki miejscowego różnicowania intensywności nagrzewania indukcyjnego. W pierwszym kroku wykazuje, że detale wtryskiwane w typowym procesie wykazują wady a potem dowodzi, że wady nie pojawiają się przy zastosowaniu nagrzewania indukcyjnego.



Nie byłoby w tym niczego trudnego do zaakceptowania, gdyby nie to, że ustawione w typowym procesie parametry to nie są parametry optymalne. Nie podawane są procedury jak dobierane były parametry. W wielu przypadkach parametry dobrane są niepoprawnie, co wykazują dalsze podpunkty niniejszej recenzji. Usuwaniu niektórych wad poprzez selektywne nagrzewanie indukcyjne lub nagrzewanie indukcyjne w przedstawionych przypadkach jest skuteczne ale dyskusyjne jest, czy nie można było uzyskać tego samego prościej i mniejszym nakładem finansowym. Przykładowo efekt Diesla (termiczna degradacja tworzywa w wyniku dużego wzrostu temperatury, wynikającego z gwałtownego wzrostu ciśnienia powietrza zamkniętego w gnieździe formującym) można usunąć wieloma znacznie prostszymi i tańszymi metodami niż wspomniane nagrzewanie. Jest to wiedza tak podstawowa, że nawet nie ma sensu odsyłać do podręczników projektowania form wtryskowych. Uwaga zamieszczona w jednej z publikacji, że zamknięcie kanałów odpowietrzających wykonanych w powierzchni podziału formy uniemożliwia dalsze jej odpowietrzanie jest wręcz kuriozalna. Jest wiele innych sposobów odpowietrzenia a niektóre z nich są prostsze i tańsze niż wykonywanie tychże kanałów. Powszechnie akceptowana metoda usuwania wad wyprasek wtryskiwanych rozpoczyna się od diagnozy przyczyn, potem następuje optymalizacja parametrów procesu, następnie dokonuje się korekt formy najmniej kosztownych a dopiero na końcu wprowadza się rozwiązania droższe. Równie niezrozumiałe jest porównywanie nagrzewania indukcyjnego stali narzędziowej i aluminium celem wykazania skuteczności nagrzewania selektywnego. W formach wtryskowych aluminium, a raczej jego stopy, jako materiały, z którymi styka się uplastycznione tworzywo, stosowane są nader rzadko. Jedynie w formach projektowanych na krótkie serie są te materiały wykorzystywane a dodatkowo często są one pokrywane twardszymi powłokami.

- b) Zarówno w publikacjach jak i autoreferacie Habilitant wskazuje, że w typowym procesie wtryskiwania wykorzystywane są stałotemperaturowe formy wtryskowe. Nawet jeśli jest to zamierzeniem konstruktora formy i technologa, to nie jest to fizycznie możliwe. Występują różnice temperatur powierzchni formujących zarówno w czasie jak i w różnych miejscach gniazd formujących. Różnice w czasie wynikają z procesów termodynamicznych zachodzących w cyklu wtryskiwania. Tworzywo polimerowe o temperaturze wyższej niż temperatura formy wprowadzone do gniazda powoduje wzrost temperatury powierzchni formujących. Z kolei po otwarciu formy i wypchnięciu wypraski następuje intensywne oddawanie ciepła przez powierzchnie formujące w wyniku konwekcji i promieniowania. Nie bez znaczenia jest też oczywiście działanie systemu termostatowania (chłodzenia) formy. Temperatura formy zmienia się też z kolejnymi cyklami wtryskiwania. W programie komputerowym, którego w swoich badaniach używał dr inż. Krzysztof Mrozek, jest możliwość obserwacji zmian temperatury formy w kolejnych cyklach przy stałych nastawach parametrów. Procedura oceny zmian temperatury w kolejnych cyklach jest wykorzystywana między innymi do przewidywania czasu stabilizacji termicznej formy. Niemożliwe jest również uzyskanie jednakowej temperatury formy w różnych jej miejscach. W układach intensywnego chłodzenia (zwanym „twardymi”) różnice temperatur są bardzo duże (nawet do kilkudziesięciu K), ale nawet w najnowocześniejszych układach konformalnych obserwowane są niewielkie różnice temperatur. Co najważniejsze dla tej uwagi, w wielu przypadkach w sposób zamierzony różnicuje się temperaturę poszczególnych miejsc gniazda formującego. Od dziesięcioleci stosowana jest metoda

- różnicowania temperatury stempla i matrycy celem zmniejszenia deformacji wypraski. Tak samo długo w formach wielkogabarytowych wykorzystuje się tzw. grzanie lub chłodzenie strefowe. Poprzez indywidualne termostatowanie stempli i matryc różnicowanie ich temperatur niejednokrotnie pozwala na kompensowanie występujących różnic wypełniania poszczególnych gniazd w formach wielogniazdowych.
- c) Nie w każdym przypadku prawdą jest, co podaje Habilitant, że wraz z przebytą drogą w czasie wypełniania formy schładza się uplastycznione tworzywo i wzrasta jego lepkość. Wiele symulacji numerycznych wskazuje, że poprzez umiejętne sterowanie profilem prędkości wtryskiwania możliwe jest utrzymywanie stałej grubości warstwy zestalonej na przekroju płynącego tworzywa. Co więcej możliwe jest nawet zmniejszenie grubości tej warstwy z czasem przepływu. Jest to oczywiście wynikiem wydzielania ciepła w rezultacie dyssypacji energii w czasie przepływu. (Zobacz na przykład: J.P. Beaumont, Runner and Gating Design Handbook. Tools for Successful Injection Molding, 2nd ed. Hanser Publishers, Munich 2007). Z tą uwagą ściśle związana jest następna. W autoreferacie Habilitant zawarł stwierdzenie, że podniesienie temperatury formy jest jedyną metodą poprawy płynięcia tworzywa wewnątrz gniazda formującego. Na gruncie tego co powiedziano powyżej, jest to oczywiście nieprawda. Odpowiedni dobór profilu prędkości wtryskiwania, dobór punktu wtrysku i rodzaju przewężki jak i zmiana geometrii powierzchni gniazda istotnie wpływają na proces wypełniania gniazda. W wielu publikacjach można znaleźć obliczenia jaką ilość energii można wygenerować w czasie przepływu i jak ta energia wpływa na zmiany temperatury a przez to na zmiany lepkości
- d) W przedstawionych do oceny publikacjach jak i w autoreferacie dr inż. Krzysztof Mrozek wskazuje, że podstawowym parametrem na etapie wypełniania gniazda formującego jest ciśnienie wtryskiwania. Wystarczy krótki przegląd podręczników ustawiania procesu wtryskiwania jak i spojrzenie na systemy sterowania wtryskarek, aby się przekonać, że tak nie jest (Zobacz np. Valero, José R. Lerma, Plastics Injection Molding - Scientific Molding, Recommendations, and Best Practices, Hanser Publishers, Munich, 2020; D.V. Rosato, D.M. Rosato, M.G. Rosato, Injection Molding Handbook, vol. 1. 3rd ed., Springer Science & Business Media LLC, New York, 2000; V. Goodship (ed.), Arburg Practical Guide to Injection Moulding, Warwick University, 2004; H. Zwistowski, S. Zięba, Ustawianie procesu wtrysku, Wydawnictwo Poradników i Książek Technicznych PLASTECH, Warszawa, 2003). Ciśnienie wtryskiwania zawsze ustawiane jest z pewnym nadmiarem (około 2 do 3 MPa) w stosunku do ciśnienia potrzebnego do zrealizowania założonego profilu prędkości przesuwu czoła ślimaka na etapie wtryskiwania a przez to prędkości przepływu czoła tworzywa. Jeśli w czasie tego etapu zrealizujemy pełne ustawione ciśnienie wtryskiwania, to albo ustawiono je na zbyt małą wartość albo za późno ustawiono tzw. punkt przełączenia. Jeśli profile ciśnienia przedstawione na rys. 3 i 4 pozycji oznaczonej A6 są profilami nastaw, to są one akceptowalne, aczkolwiek nie optymalne, bo stała wartość ciśnienia docisku nawet dla tworzyw częściowo-krystalicznych nie jest najkorzystniejsza. Jeśli są to profile ciśnienia zmierzonego na czole ślimaka, to zbyt późno dokonano przełączenia ze sterowania prędkością na etapie wtrysku na sterowanie ciśnieniem na etapie docisku. Niestety autorzy publikacji nie podają, które profile ciśnienia prezentują.
- e) Habilitant jako przyczynę zmiany badanego tworzywa z PA6.6 na PP argumentuje tym, że PP jest tworzywem częściowo-krystalicznym, „którego parametry mogą

- zmieniać się w zależności od zastosowanej temperatury”. Sugeruje to, że PA6.6 nie jest tworzywem częściowo-krystalicznym i jego własności nie zależą szybkości chłodzenia w formie wtryskowej. Ani jedno ani drugie nie jest prawdą. Wymieniony poliamid jest typowym tworzywem częściowo-krystalicznym a jego stopień krystaliczności w istotny sposób zależy od warunków chłodzenia (Zob np. M. Gilbert, *Brydson's Plastics Materials* (8th Edition), Elsevier, 2017).
- f) W publikacji A2 autorzy (w tym Habilitant) zapisali: „The rheology of the polymer materials, due to their non-newtonian character, is directly related to the processing temperature [33].” To całkowite pomylenie pojęć. Równanie Newtona w odniesieniu do cieczy wiąże naprężenia ścinające w czasie przepływu z szybkością ścinania i jest to zależność liniowa. Ciecze, które z dużą dokładnością spełniają równanie Newtona nazywane są newtonowskimi a te, których lepkość istotnie zależy od szybkości ścinania nazywane nienewtonowskimi. Lepkość zarówno cieczy newtonowskich jak i nienewtonowskich jest malejącą funkcją temperatury i nie ma to żadnego związku z nienewtonowskim charakterem. Przepływ takich cieczy jak woda, oleje i wiele rozcieńczalników bardzo dobrze spełnia równanie Newtona w szerokim zakresie szybkości ścinania a ich lepkość silnie zależy od temperatury.
- g) W publikacjach A3 i A4 podano stwierdzenie, że w fazie chłodzenia procesu wtryskiwania należy utrzymywać możliwie najniższą temperaturę formy celem jak najszybszego odprowadzenia ciepła wprowadzonego do formy z wtryskiwanym tworzywem. Przeczy to kolejnej podstawowej zasadzie ustawiania parametrów wtryskiwania. Nastawa temperatury formy jest swego rodzaju kompromisem. Z jednej strony chcemy szybko odprowadzić ciepło, aby skrócić czas cyklu i odnieść przez to korzyści ekonomiczne. Z drugiej strony w wielu przypadkach zmuszeni jesteśmy do podniesienia temperatury formy, aby w formie umożliwić szybsze wyzwolenie skurczu a przez to skrócić czas wyzwolenia wtórnego skurczu przetwórczego. Podniesienie temperatury formy i wydłużenie czasu przebywania w formie pozwala też na relaksację naprężeń powstałych na wcześniejszych etapach procesu wtryskiwania. Wynika to z lepkością sprężystej natury polimerów (o czym Habilitant zapomina w swoich publikacjach) zarówno w stanie uplastycznionym jak i stałym. Prędkość relaksacji naprężeń i wyzwolenia skurczu bardzo mocno zależy od temperatury. Poprzez odpowiedni dobór temperatury formy możliwe jest przykładowo skrócenie czasu wyzwolenia skurczu wtórnego z kilku miesięcy do kilkadziesiąt a czasem nawet kilkunastu godzin. Poprzez odpowiedni dobór temperatury formy możemy też wpływać na stopień krystaliczności polimerów częściowo-krystalicznych a przez to na ich własności, o czym Habilitant pisze w swoich publikacjach.
- h) W publikacji A5 klasyczny proces wtryskiwania nazwano izotermicznym. Nie jest to jedynie pomyłka terminologiczna, bo tego samego sformułowania Habilitant użył w Autoreferacie. Wskazuje to na braki w podstawowej wiedzy z zakresu fizyki (termodynamiki). Gdyby utrzymywać stałą temperaturę tworzywa w procesie wtryskiwania, to niemożliwe byłoby ani jego uplastycznienie ani jego zestalenie po uplastycznieniu.
- i) W autoreferacie dr inż. Krzysztof Mrozek zapisał, że średnia temperatura formy w „konwencjonalnym” procesie wtryskiwania wynosi 50°C. Nie wiadomo na jakiej podstawie wskazano akurat tę temperaturę. Dla wielu tworzyw taka temperatura formy uniemożliwiłaby wtryskiwanie (np. PEEK, PPS czy PSU) a dla wielu jest stosowana tylko dla procesów, w których nie jest wymagana stabilność kształtu i wymiarowa.

Przedstawione uwagi są tylko wyborem najistotniejszych. Próba wskazania wszystkich zajęłaby wiele stron i nie wpłynęłaby już istotnie na całościową ocenę.

#### 5. Podsumowanie oceny cyklu publikacji powiązanych tematycznie

Podsumowując ocenę jednotematycznego cyklu publikacji Habilitanta stwierdzam, że opracowana przez Niego technika selektywnego nagrzewania indukcyjnego form wtryskowych jest nowatorska i jest istotnym wkładem w rozwój techniki projektowania i wytwarzania form wtryskowych do tworzyw termoplastycznych a przez to w rozwój inżynierii mechanicznej. Cykl publikacji opisujący tę metodę jak i dowodzący jej skuteczności cechuje zróżnicowany poziom. Nie sposób jednak pominąć wielu istotnych błędów zarówno w metodyce uzasadniania przydatności opracowanej metody jak i błędów w opisie materiałów polimerowych, opisie technologii wtryskiwania a nawet w prezentowaniu podstawowej wiedzy z zakresu termodynamiki i reologii. Nie bez znaczenia są też wątpliwości formalne związane z zamieszczeniem w cyklu publikacji trzech patentów. Dlatego wstrzymuję się z wydaniem ostatecznej, pozytywnej lub negatywnej, oceny cyklu publikacji opatrzonej wspólnym tytułem: „Formy wtryskowe nagrzewane indukcyjnie w sposób selektywny”. Mam nadzieję, że dyskusja w trakcie posiedzenia Komisji Habilitacyjnej pozwoli na sformułowanie ostatecznej, jednoznacznej oceny.

#### 6. Ocena aktywności naukowej pozostałego dorobku i działalności naukowej

Zgodnie z zapisem ustawy Habilitant powinien wykazać się: „istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, szczególnie zagranicznej.” Analiza dokumentacji przesłanej wraz z cyklem publikacji powiązanych tematycznie pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- a) Dr inż. Krzysztof Mrozek jest autorem lub współautorem 11 publikacji notowanych w bazie JCR (w tym 10 po uzyskaniu stopnia doktora) o łącznym wskaźniku Impact Factor 25,939; 5 publikacji nie notowanych w bazie JCR (1 po doktoracie), 8 publikacji w materiałach konferencyjnych (5 po uzyskaniu stopnia doktora); 2 rozdziałów w monografii (opublikowane po doktoracie). **Dorobek publikacyjny oceniam pozytywnie, wart podkreślenia jest wysoki sumaryczny IF=25,939.**
- b) Habilitant był recenzentem 11 publikacji (7 po uzyskaniu stopnia doktora) w czasopiśmie notowanych w bazie JCR. **Świadczy to o rozpoznawalności dr. inż. Krzysztofa Mrozka jako naukowca na forum międzynarodowym.**
- c) Habilitant współpracował lub współpracuje z dwoma instytucjami akademickimi i naukowymi z zagranicy: Chung Yuan Chrystian University (Tajwan), RWTH Aachen University (Niemcy). Odbył też staż zagraniczny w ramach programu CEEPUS w Technical University of Sofia w Bułgarii. Część publikacji jest owocem tej współpracy. **Potwierdza to, że pan dr inż. Krzysztof Mrozek wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w tym zagranicznych.**

Podsumowując pozytywnie oceniam dorobek i działalność naukową pana dr inż. Krzysztofa Mrozka. Dane bibliometryczne są wysokie i wystarczające do przyznania mu stopnia doktora habilitowanego. Przedstawiony dorobek dowodzi, że

**Habilitant aktywnie działa zarówno w Polskich jak i zagranicznych instytucjach naukowych.**

## **7. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Dr inż. Krzysztof Mrozek w swojej aktywności naukowej, szczególnie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, skoncentrował się na problemach konstrukcji form wtryskowych z wykorzystaniem dynamicznego, selektywnego nagrzewania indukcyjnego. Problematyka ta mieści się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Jako najważniejsze osiągnięcie naukowe Habilitant wskazał cykl publikacji powiązanych tematycznie i opatrzonych wspólnym tytułem: **„Formy wtryskowe nagrzewane indukcyjnie w sposób selektywny”**. Powyższa recenzja wskazuje, że nie można w sposób jednoznaczny stwierdzić czy przedstawiony do oceny cykl publikacji jest na poziomie naukowym wystarczającym do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Pozostałe wymogi ustawy zostały przez Habilitanta spełnione.

**Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia wstrzymuję się z ostateczną oceną dorobku habilitacyjnego dr. inż. Krzysztofa Mrozka do czasu głosowania w trakcie posiedzenia Komisji Habilitacyjnej.**

dr hab. inż. Józef Stabik, prof. Pol.Śl.

