Prof. dr hab. Jan Cholewa
Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Matematyki
ul. Bankowa 14
40-007 Katowice

tel. +48 32 359 20 82, +48 32 359 16 70
e-mail: jan.cholewa@us.edu.pl

Katowice, 06.09.2023 r.

Recenzja
związana z postępowaniem habilitacyjnym
dr. Sebastiana Owczarka

Pan dr Sebastian Owczarek uzyskał stopień doktora nauk matematycznych w 2011 roku na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej na podstawie rozprawy „Analiza matematyczna pewnego niemonotonicznego modelu poroplastyczności". Z Wydziałem Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej związana jest również w zasadniczej mierze jego kariera zawodowa. W roku 2011 podjął tam pracę jako asystent, a w 2012 roku objął stanowisko adiunkta, które zajmuje obecnie.

Nawiązujący do ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. wniosek dr. S. Owczarka o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego określa jako osiągnięcie naukowe „Słabe i zrenormalizowane rozwiązania w termo-lepko-plastyczności", co obejmuje cykl następujących publikacji:

[1] Renormalised solutions in thermo-visco-plasticity for a Norton-Hoff type model. Part I: The truncated case.
[2] Renormalised solutions in thermo-visco-plasticity for a Norton-Hoff type model. Part II: the limit case.
[3] On renormalized solutions for thermomechanical problems in perfect plasticity with damping forces.
[4] On a thermo-visco-elastic model with non-linear damping forces and L^1 temperature data.

W cykl ten włączone jest także związane z pracą [1] *Corrigendum*:

- Corrigendum to "Renormalised solutions in thermo-visco-plasticity for a Norton–Hoff type model. Part I: The truncated case".

Publikacje cyklu ukazały się w Nonlinear Analysis RWA, Mathematics and Mechanics of Solids oraz Mathematical Methods in the Applied Sciences, a więc w czasopismach dobrze pozycjonowanych na liście JCR pod względem współczynnika oddziaływania w kategoriach *Mathematics, interdisciplinary applications/Mathematics, applied.*

Prace wchodzące w skład cyklu są współautorskie. W dokumentacji są zawarte oświadczenia, które przedstawiają wkład wniesiony przez dr. S. Owczarka. Procentowo wkład ten ujęty jest w oświadczeniach jako 60% w pracach [1], [2] i [3] oraz [70]% w [4]. W zakresie merytorycznym oświadczenia ujmują z kolei opracowanie koncepcji pracy, stworzenie struktury i budowy artykułu, formułowanie i dowodzenie twierdzeń, a także dobór literatury. Potwierdza to, że ustawowy wymóg indywidualnego wkładu jest spełniony. Przy tym warto jeszcze odrębnie zwrócić uwagę, iż dostępne w dokumentacji oświadczenie dotyczące *Corrigendum* wymienia udział dr. S. Owczarka polegający na poprawieniu i stworzeniu nowej metody dowodu przedstawionego tam twierdzenia. Biorąc pod uwagę, iż twierdzenie to w sposób istotny wpisuje się w nurt prowadzonych badań, ujmuje bowiem istnienie rozwiązań zagadnienia powstałego przez wprowadzenie aproksymacji Yosidy, dodatkowo podkreśla to walory udokumentowanego wkładu indywidualnego.

Badania przedstawionego cyklu prac dotyczą zagadnień z zakresu równań różniczkowych związanych z teorią odkształceń z uwzględnieniem efektów termicznych. Dla rozważanych zagadnień uzyskane zostały wyniki dotyczące istnienia rozwiązań.

W pracach [1] i [2] badania związane są z układem postaci

$$
\begin{aligned}
\operatorname{div}\sigma &= -F - \operatorname{div}\mathbb{C}(\varepsilon(u_t)),\\
\sigma &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p) - f(\theta)\mathbb{1}\\
\varepsilon^p_t &= |\mathrm{dev}(T)|^{p-1}\mathrm{dev}(T),\\
T &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p),\\
\theta_t - \Delta\theta + f(\theta)\operatorname{div} u_t &= |\mathrm{dev}(T)|^{p+1},
\end{aligned}
\tag{1}
$$

gdzie u wiąże się z wektorem przemieszczenia, T z tensorem naprężeń, θ z funkcją temperatury, ε^p z tensorem odkształceń niesprężystych, $\mathrm{dev}(T) = T - \frac{1}{3}tr(T)\mathbb{1}$, a $\varepsilon(u) = \frac{1}{2}(\nabla u + \nabla^T u)$. Układ rozważany jest w ograniczonym obszarze $\Omega \subset \mathbb{R}^3$ klasy C^2 wraz z zadanymi tam warunkami początkowymi

$$
u(x,0) = u_0(x), \qquad \varepsilon^p(x,0) = \varepsilon^{p,0}(x), \qquad \theta(x,0) = \theta_0(x)
$$

oraz zadanymi na brzegu $\partial\Omega$ warunkami Dirichleta dla u oraz Neumanna dla θ

$$
\begin{aligned}
u(x,t) &= g_D(x,t) \ \text{ dla } x \in \partial\Omega,\ t \geqslant 0,\\
\frac{\partial\theta}{\partial n}(x,t) &= g_\theta(x,t) \ \text{ dla } x \in \partial\Omega,\ t \geqslant 0.
\end{aligned}
$$

Bardziej to precyzując, w [1] z wymienionymi warunkami początkowo-brzegowymi rozważany jest układ

$$
\begin{aligned}
\operatorname{div}\sigma &= -F - \operatorname{div}\mathbb{C}(\varepsilon(u_t)),\\
\sigma &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p) - f\left(\mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}(\theta)\right)\mathbb{1}\\
\varepsilon^p_t &= |\operatorname{dev}(T)|^{p-1}\operatorname{dev}(T),\\
T &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p),\\
\theta_t - \Delta\theta + f\left(\mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}(\theta)\right)\operatorname{div}u_t &= \mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}\left(|\operatorname{dev}(T)|^{p+1}\right),
\end{aligned}
\tag{2}
$$

w którym zastosowano funkcję obcięcia $\mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}$, gdzie

$$
\mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}(r) = \min\left(\frac{1}{\epsilon}, \max\left(r, -\frac{1}{\epsilon}\right)\right).
$$

Zasadniczy wynik [1] dotyczy istnienia zrenormalizowanego rozwiązania przy założeniach typu regularnościowego dotyczących funkcji sił objętościowych F, funkcji f z części termicznej tensora naprężeń σ oraz danych początkowo-brzegowych g_D, g_θ, u_0, $\varepsilon^{p,0}$, θ_0, a przy tym zakładając także, że

$$
|\operatorname{dev}(\mathbb{C}(\varepsilon(u_0) - \varepsilon^{p,0}))|^{p-1}\operatorname{dev}(\mathbb{C}(\varepsilon(u_0) - \varepsilon^{p,0})) \in L^2(\Omega; S^3_{\mathrm{dev}}),
$$

gdzie S^3_{dev} jest klasą macierzy symetrycznych 3×3 z zerowym śladem. Istotną częścią prowadzonych rozważań jest uzyskanie efektu egzystencjalnego w przypadku zagadnienia początkowo-brzegowego dla uwzględniającego przejście do jednorodnego warunku Neumanna i wykorzystującego aproksymacje Yosidy układu

$$
\begin{aligned}
\operatorname{div}\sigma^\lambda &= -F - \operatorname{div}\mathbb{C}(\varepsilon^\lambda(u_t)),\\
\sigma^\lambda &= \mathbb{C}(\varepsilon(u^\lambda) - \varepsilon^{p,\lambda}) - f\left(\mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}(\theta^\lambda + \tilde{\theta})\right)\mathbb{1}\\
\varepsilon^{p,\lambda}_t &= \nabla M_\lambda\left(\operatorname{dev}(T^\lambda)\right),\\
T^\lambda &= \mathbb{C}(\varepsilon(u^\lambda) - \varepsilon^{p,\lambda}),\\
\theta^\lambda_t - \Delta\theta^\lambda + f\left(\mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}(\theta^\lambda + \tilde{\theta})\right)\operatorname{div}u^\lambda_t &= \mathcal{T}_{\frac{1}{\epsilon}}\left(\langle\operatorname{dev}(T^\lambda), \varepsilon^{p,\lambda}_t\rangle\right),
\end{aligned}
\tag{3}
$$

co z kolei zostało odrębnie ujęte w dołączonym do cyklu prac *Corrigendum*. Wspomniany powyżej wynik dla (2) jest z kolei uzyskany w dokonanym w [1] przejściu granicznym gdy $\lambda \to 0$.

W pracy [2] istnienie zrenormalizowanego rozwiązania uzyskane jest w przypadku zagadnienia początkowo-brzegowego dla (1). Rozważając w szczególności sytuację, że u spełnia na brzegu $\partial\Omega$ jednorodny warunek Dirichleta wykorzystuje się tu założenia regularnościowe i wynik egzystencjalny z pracy [1] dotyczący zagadnienia dla układu, w którym zastosowano funkcję obcięcia z $\epsilon > 0$ jak w (2), a przy tym uwzględniono jeszcze przejście do jednorodnego warunku Neumanna dla θ. Wdrożona procedura aproksymacyjna, po uzyskaniu oszacowań rozwiązań przybliżonych, daje żądany efekt egzystencjalny dla (1) w następstwie przejścia granicznego gdy $\epsilon \to 0$.

Podejście wykorzystujące aproksymacje Yosidy i funkcję obcięcia, jak również techniki oszacowań i przejść granicznych było dalej kontynuowane i rozwijane w pracy [3]. W ten sposób pokazane zostało w [3] istnienie zrenormalizowanego rozwiązania zagadnienia początkowo-brzegowego dla ujmującego związek konstytutywny w postaci inkluzji różniczkowej układu

$$
\begin{aligned}
\operatorname{div}\sigma &= -F - \operatorname{div}\mathbb{C}(\varepsilon(u_t)),\\
\sigma &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p) - f(\theta)\mathbb{1}\\
\varepsilon^p_t &\in \partial I_K(T),\\
T &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p),\\
\theta_t - \Delta\theta &= -f(\theta)\operatorname{div} u_t + \varepsilon^p_t : T.
\end{aligned}
$$

W [4], po przedstawieniu praw fizyki w zakresie sformułowanych w tej pracy równań, badany jest układ

$$
\begin{aligned}
u_{tt} - \operatorname{div}(T - \theta\mathbb{1}) &= F + \operatorname{div}(\mathbb{D}\varepsilon(u_t)),\\
\mathbb{C}^{-1}T_t + G(\theta, T) &= \varepsilon(u_t),\\
\theta_t - \Delta\theta + \theta\operatorname{div} u_t &= G(\theta, T) : T,
\end{aligned}
$$

który przy zadanym nieliniowym tensorze $\mathbb{D}$ rozważany jest z jednorodnymi warunkami brzegowymi Dirichleta dla u i Neumanna dla θ oraz warunkami początkowymi dla u, u_t, T, θ. Dla tego zagadnienia pokazane jest istnienie słabego rozwiązania. W zasadniczy sposób wykorzystuje się w tym celu podejście poprzez aproksymacje Galerkina, będące kombinacjami funkcji ze stosownych baz postaci

$$
u_{kl}(t) = \sum_{n=1}^{k} a^n_{kl}(t) w_n, \quad T_{kl} = \sum_{n=1}^{k} b^n_{kl}(t) v_n, \quad \theta_{kl}(t) = \sum_{m=1}^{l} c^m_{kl}(t) z_m,
$$

gdzie $k, l \in \mathbb{N}$. Przejście graniczne gdy $l \to \infty$ prowadzi przy tym do ciągu $\{\theta_k\}_{k=1}^{\infty}$ o wyrazach nieujemnych, co w końcowym wniosku pozwala dodatkowo na uzyskanie wyniku nieujemności θ.

W zawartej w przedstawionym cyklu prac analizie zagadnień termo-lepkoplastyczności wypracowane zostało wartościowe naukowo podejście dla efektywnego uzyskiwania wyników dotyczących istnienia rozwiązań. Stanowi to wkład w zastosowania teorii równań różniczkowych, który moim zdaniem spełnia wymogi określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku.

Poza wymienionymi na wstępnie pracami cyklu w bazach Web of Science oraz MathSciNet uwidocznionych jest dalszych 14 artykułów naukowych, których dr S. Owczarek jest autorem lub współautorem, a z których większość została opublikowana w okresie po uzyskaniu przez niego stopnia doktora. Staje się stopniowo widoczny oddźwięk uzyskanych przez dr. S. Owczarka wyników. Według Web of Science łączna liczba cytowań to 94, w tym 53 bez autocytowań, a H-index wynosi obecnie 6. Widoczna jest przy tym współpraca dr. S. Owczarka z matematykami z krajowych i zagranicznych ośrodków naukowych. Współpraca ta była w szczególności rozwijana w okresie jego pracy badawczej na Wydziale Matematyki Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego, jak również w czasie pobytów naukowych w uniwersytetach w Niemczech (TU Darmstadt, Universität Duisburg-Essen, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg) oraz w Rumunii (Universitatea Alexandru Ioan Cuza).

Dr S. Owczarek w minionych dwóch latach kierował grantem MINIATURA. Poprzednio uczestniczył jako główny wykonawca w grancie OPUS, a wcześniej w grancie promotorskim. Wygłaszał wykłady na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych oraz seminariach. Dwukrotnie współorganizował konferencje matematyczne. Był promotorem pomocniczym w zakończonym nadaniem stopnia przewodzie doktorskim. Także obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego. Opracował jako współautor skrypt w ramach projektu modyfikacji programów studiów. Brał ponadto udział w projekcie związanym z programem Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020. Nie mam wątpliwości, że spełniony jest wymóg określony w art. 219 ust. 1 pkt 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku.

Podsumowując uważam za spełnione wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku dla nadania Panu dr. Sebastianowi Owczarkowi stopnia doktora habilitowanego w naukach ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie matematyka.

Jan Cholewa

dr. hab Piotr Kalita, prof. UJ
Wydział Matematyki i Informatyki
Uniwersytet Jagielloński
mail: piotr.kalita@ii.uj.edu.pl

Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej
dr Sebastiana Owczarka w związku z postępowaniem
o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Kraków, 10 listopada 2023 r.

1. Sylwetka habilitanta

Dr Sebastian Owczarek ukończył studia magisterskie z matematyki w roku 2007 na Politechnice Warszawskiej. Pracę magisterską dotyczącą quasistatycznego zagadnienia poroplastyczności przygotował pod kierunkiem prof. K. Chełmińskiego. Pod kierunkiem tego samego promotora habilitant przygotował także rozprawę doktorską, która również dotyczyła poroplastyczności. Stopień doktora uzyskał w 2011 roku. W roku uzyskania doktoratu dr S. Owczarek został zatrudniony na Politechnice Warszawskiej, gdzie pracował jako asystent, a następnie, aż do dnia dzisiejszego, jako adiunkt. Przez rok, w 2015, pracował na stanowisku podoktorskim na Uniwersytecie Warszawskim.

2. Podstawa prawna oceny

Ocena wniosku habilitacyjnego jest przygotowana w oparciu o Ustawę Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz.U. 2023 poz. 742) z późniejszymi zmianami. Wymogi ustawowe są określone w art. 219, stwierdzam że przedstawiona dokumentacja jest z nimi zgodna. W autoreferacie przedstawione są osiągnięcia naukowe habilitanta, w tym cykl czterech powiązanych tematycznie artykułów, oznaczonych jako [R1]–[R4] i opublikowanych w czasopismach spełniających wymagania podane w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy. Wszystkie cztery prace są współautorskie, w pracach [R1] i [R2] współautorem jest promotor doktoratu S. Owczarka, K. Chełmiński, praca [R3] jest wspólna z L. Bartczakiem, a praca [R4] z K. Wielgos. Zgodnie z art. 219 ust. 2, w dokumentacji znajduje się informacja o indywidualnym wkładzie habilitanta: do wniosku są załączone stosowne oświadczenia. Wynika z nich, że wkład S. Owczarka w uzyskanie wyników zawartych w pracach współautorskich jest istotny. W dalszej części recenzji, by odnieść się do wszystkich wymienionych w Ustawie kryteriów, przedstawię:
(1) omówienie i ocenę merytoryczną cyklu artykułów,
(2) ocenę osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny,
(3) ocenę aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej, w tym zagranicznej.

3. Omówienie i ocena cyklu artykułów

Artykuły dotyczą modeli z matematycznej teorii ośrodków ciągłych, a dokładnie w pracach [R1]–[R3] badane jest zagadnienie termo-lepko-plastyczności, a w pracy [R4] termo-lepko-sprężystości. Wyniki dotyczą istnienia rozwiązań dla zagadnień brzegowo-początkowych w odpowiednich klasach regularności. Użyte techniki bazują na metodzie zwartościowej: oszacowania a priori dają na tyle zwartości, że możliwe są przejścia graniczne w problemach aproksymacyjnych. Do tego, aby poradzić sobie z wyrażeniami monotonicznymi wykorzystane są aproksymacje Yosidy i różne własności operatorów maksymalnie monotonicznych oraz trik Minty, a w równaniu ciepła ze względu na nieliniowości należące do $L^1(L^1)$ rozwiązania są rozumiane w sensie zrenormalizowanym,

Artykuły [R1] i [R2] dotyczą tego samego modelu, a mianowicie układu równań

$$\begin{aligned}
&\mathrm{div}_x\sigma = -F - \mathrm{div}_x\mathbb{C}(\varepsilon(u_t)),\\
&\sigma = \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p) - f(\theta)\mathbb{1},\\
&\varepsilon^p_t = |\mathrm{dev}T|^{p-1}\mathrm{dev}T,\\
&T = \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p),\\
&\theta_t - \Delta\theta + f(\theta)\mathrm{div}u_t = |\mathrm{dev}(T)|^{p+1},
\end{aligned}$$

w którym niewiadome są trzy funkcje: przemieszczenie u, odkształcenie niesprężyste ε^p oraz temperatura θ. Ich dziedziną jest zbiór $[0,\mathfrak{T}] \times \Omega$ gdzie $\Omega \subset \mathbb{R}^3$ jest ograniczony i ma odpowiednio gładki brzeg. Autorzy pokazują istnienie odpowiednio rozumianych rozwiązań dla zagadnienia brzegowo początkowego. W pracy [R1], wykazane jest istnienie rozwiązania dla zagadnienia z obciętymi nieliniowościami, t.j. w miejsce $f(\theta)$ w równaniu konstytutywnym oraz w równaniu ciepła wprowadzone jest wyrażenie $f(\mathcal{T}_{\frac{1}{\varepsilon}}(\theta))$. Obcięte jest także wyrażenie z dewiatorem tensora T składowej mechanicznej naprężenia w równaniu ciepła. Otrzymane rozwiązanie spełnia równania z części mechanicznej zagadnienia dla prawie wszystkich (x, t), a równanie ciepła jest spełnione w sensie słabym. Wykorzystane narzędzia są dość standardowe: aproksymacja Yosidy dla wyrażenia $|\mathrm{dev}T|^{p-1}\mathrm{dev}T$ w prawie Nortona–Hoffa, która przybliża tą nieliniowość za pomocą nieliniowości również monotonicznej, ale dodatkowo Lipschitzowskiej oraz trik Minty. Potrzebne oszacowania: $L^2(L^2)$ na pochodne czasowe oraz wynik o silnej zbieżności naprężeń są analogiczne do tych z pracy Chełmińskiego i Racke [2], choć muszą być przeprowadzone w trochę inny sposób ze względu trochę trudniejsze nieliniowości oraz to, że w [R1]-[R2] mamy dodatkowy człon w tłumiący w równaniu pędu zależny od tensora prędkości naprężenia podczas gdy w [2] Autorzy mogą wyprowadzić potrzebne oszacowania dzięki dodatkowemu efektowi kinematycznego twardnienia.

Ze względu na stosunkowo trudne, należące jedynie do $L^1(0, \mathfrak{T}; L^1(\Omega))$, nieliniowości $f(\theta)\mathrm{div}u_t$ i $|\mathrm{dev}(T)|^{p+1}$ w równaniu ciepła, jest naturalne by jego rozwiązanie rozumieć w sensie zrenormalizowanym i to habilitant robi w pracy [R2]. Wykorzystuje wynik z [R1] i przechodzi do granicy z parametrem obcięcia by dowieść istnienie rozwiązania dla zagadnienia w którym równanie ciepła jest spełnione w sensie zrenormalizowanym. Najpierw wykorzystuje metodę sumowania po pierścieniach z pracy Boccardo i Galloueta [1], by kontrolować gradient temperatury w $L^q(0, \mathfrak{T}; L^q(\Omega)^3)$ dla pewnego małego q. To, łącznie z oszacowaniami na część mechaniczną zagadnienia, wystarczającymi do przejść granicznych w tej części oraz przeprowadzenia argumentu monotoniczności, pozwala na wywnioskowane słabej L^1 zbieżności nieliniowości w równaniu ciepła co jest z kolei wystarczające by zastosować klasyczne już metody z prac D. Blancharda i współautorów pozwalające na uzyskanie w granicy rozwiązania zrenormalizowanego.

Reasumując, habilitant w pracach [R1]–[R2] pokazuje że da się zastosować znane metody by pokazać istnienie rozwiązania w nowym zagadnieniu. Niewątpliwie umie przeprowadzać trudne technicznie rachunki i robi to sprawnie, a artykuły są dobrze zredagowane. Jako wartość tych wyników wskazałbym na to, że w rozważanym układzie równań zastosowano w części mechanicznej metodę monotoniczności a w części cieplnej podejście oparte o rozwiązania zrenormalizowane i wykazano, że obie te techniki można do siebie dopasować w zagadnieniu opartym o układ równań, przy czym argument monotoniczności zastosowano do tych równań w układzie, w których nie mamy problemów z brakiem regularności.

Mam kilka szczegółowych uwag do prac [R1]–[R2] które podaję poniżej:

- Brak mi fizycznego uzasadnienia dla członu lepkościowego div $\mathbb{C}(\varepsilon(u_t))$ w równaniu pędu. Nie jest on częścią tensora naprężenia, gdyż wówczas w równaniu konstytutywnym byłby dodatkowy lepki składnik (habilitant pisze w [K2] że wyrażenie zależne od $\varepsilon(u_t)$ jest to *specjalna gęstość sił zewnętrznych* a w [K3], gdzie również ma takie wyrażenie, podkreśla że to jest regularyzacja lepkościowa a nie składnik naprężenia). Na pewno dodanie dodatkowego członu tłumiącego w równaniu pozwala na to, by dało się uzyskać dość zwartości by wyrażenie nieliniowe $f(\theta)\mathrm{div}u_t$ stało się na tyle *niegroźne* by użyte techniki działały. Inaczej mówiąc, dodanie w równaniach członu wyższego niż pozostałe rzędu sprawia że to on dominuje charakter równania, a pozostałe człony stają się nieliniowościami niższego rzędu, co umożliwia poradzenie sobie z nimi. Dzięki temu w podejściu opartym o rozwiązania zrenormalizowane, ciągi aproksymacyjne dla nieliniowości $f(\theta)\mathrm{div}u_t$ zbiegają słabo w $L^1(L^1)$ co tu w zupełności wystarczy. Habilitant słusznie zauważa, że takie lepkościowo zregularyzowane zagadnienie jest dobrym punktem wyjścia do dalszych badań nad termo-lepko-plastycznością.
- Mam także wątpliwość dotyczącą motywacji dla rozważania równania ciepła w wersji zrenormalizowanej. Tu ważny jest dodatkowy warunek kontrolowanego promieniowania, który jest włączony w definicję rozwiązania. Warunek ten pozwala na dalszą pracę z takim rozwiązaniem, czyli pokazanie *czegoś więcej, niż tylko tego że istnieje*. Tak właśnie robią w swoich pracach Blanchard i współautorzy. Pierwszym naturalnym pytaniem które można tu postawić jest pytanie o jednoznaczność. Gdyby rozważać słabe sformułowanie to na pewno nie da się jej pokazać, bo gradient temperatury ma na to za mało regularności, ale rozważanie rozwiązania zrenormalizowanego daje na to szansę. Pytanie o jednoznaczność wydaje mi się tu ciekawe i trudne także od strony mechanicznej części zagadnienia. Habilitant go jednak nie stawia, brak mi w ogóle jakiegokolwiek wyniku pokazującego że uzyskanie rozwiązania zrenormalizowanego daje perspektywę dalszego badania jego własności. Wobec tego można zapytać dlaczego habilitant nie pokazuje istnienia rozwiązania spełniającego równanie ciepła w odpowiednim sensie słabym, co byłoby technicznie prostsze, skoro i tak ma tylko istnienie. Aby uzasadnić podejście oparte o rozwiązania zrenormalizowane być może prosto byłoby tu uzyskać taki wynik, że przy danych u, ε^p temperatura musi już być dana jednoznacznie.
- Bardzo drobne uwagi: w pracy [R2] habilitant zakłada warunek wzrostu:

$$|f(r)| \le a + M|r|^\alpha \quad \text{for every} \quad r \in \mathbb{R}, a, M \ge 0 \text{ and } \alpha \in \left(\frac{1}{2}, \frac{5}{6}\right).$$

Nie rozumiem po co jest założenie $\alpha > \frac{1}{2}$ w powyższym warunku, równie dobrze mogłoby być $0 \le \alpha < \frac{5}{6}$. Nadto w [K1] w miejsce (3.10) powinno być oszacowanie w L^∞ względem czasu.

Praca [R3], wspólna z L. Bartczakiem, dotyczy bardzo zbliżonego modelu do tego z prac [R1]-[R2]. Różnica polega na tym, ze w podczas gdy w [R1]-[R2] nieelastyczny związek konstytutywny jest dany prawem Nortona–Hoffa $\varepsilon_t^p = |\mathrm{dev}T|^{p-1}\mathrm{dev}T$, w [R3] mamy prawo Prandtla–Reussa które jest wielowartościowe i dane za pomocą subróżniczki funkcji wskaźnikowej pewnego wypukłego zbioru K a mianowicie $\varepsilon_t^p \in \partial I_K(T)$, gdzie

$$K = \left\{ T \in \mathcal{S}^3 \;:\; |\mathrm{dev}T| \le k \right\}.$$

W dowodzie habilitant w jednym kroku aproksymacji przechodzi do granicy z parametrem obcięcia wyrażeń nieliniowych i z aproksymacją Yosidy (w [R1] i [R2] ta aproksymacja jest dwukrokowa). Ponadto nie stosuje triku Minty ale pokazuje silną zbieżność naprężeń tak jak zrobili to wcześniej Chełmiński i Racke [2] (oraz habilitant w [R1]) i korzysta z silno-słabej ciągowej zbieżności wykresów dla aproksymacji Yosidy. Udaje mu się także usunąć założenie na ograniczoność pochodnej f'. Poza tym użyte narzędzia i schematy rozumowania są bardzo bliskie tym z [R1]-[R2], co zresztą habilitant jasno stwierdza. Pewne istotne kroki rozumowania takie jak oszacowania na temperaturę i jej gradient (Lemat 6) oraz końcowe przejście graniczne wykonane by otrzymać rozwiązanie zrenormalizowane równania ciepła są niemal identyczne. Uważam, że można by założyć że w niesprężystym prawie konstytutywnym znajduje się po prostu subróżniczka funkcji wypukłej (przyjmującej być może nieskończone wartości) co pozwoliłoby uzyskać wynik obejmujący równocześnie [R1]–[R2] i [R3]. Z drugiej strony praca jest dobrze, starannie, napisana, i, choć nieznacznie, osłabia założenia z [R1]–[R2].

W artykule [R4], napisanym wspólnie z K. Wielgos, habilitant bada model zbliżony do tego z poprzednich prac, jednak tym razem materiał nie jest termo-plastyczny/termo-lepko-plastyczny ale termo-lepko-sprężysty, czyli prawo konstytutywne jest zupełnie inne. Badany układ równań ma następującą postać

$$\begin{aligned}
&u_{tt} - \mathrm{div}_x(T - \theta\mathbb{1}) = F + \mathrm{div}_x\mathbb{C}(\varepsilon(u_t)),\\
&\mathbb{C}^{-1}T_t + G(\theta, T) = \varepsilon(u_t),\\
&\theta_t - \Delta\theta + \theta\ \mathrm{div}u_t = G(\theta, T) \colon T.
\end{aligned}$$

Poza tym, że habilitant rozważa inny związek konstytutywny, w członach odpowiadających wyrażeniom z podliniowym $f(\theta)$ z wcześniejszych prac mamy tu liniową temperaturę. Dodatkowo model jest dynamiczny, gdyż nie jest pominięte wyrażenie u_{tt} reprezentujące przyśpieszenie. W pracy pokazano, że istnieje rozwiązanie słabe, w którym przy nieujemnej temperaturze początkowej, temperatura pozostaje nieujemna. W dowodzie istnienia wykorzystana jest tym razem dwukrokowa aproksymacja Galerkina, najpierw tylko do równania na θ, a potem w drugim kroku, do pozostałych dwóch. Pomysł ten został wcześniej wykorzystany do zbliżonego modelu w pracy Gwiazdy i współpracowników [3], ale tu habilitant dodatkowo pokazuje nieujemność temperatury. Może to zrobić gdyż o ile dla równania Galerina nie można przeprowadzić oszacowania typu zasady maksimum, to zachodzi już ono dla ciągłego równania ciepła. Jest to niewątpliwie ciekawa, choć nie bardo trudna, obserwacja, dzięki której udaje się pokazać że istnieje rozwiązanie słabe z nieujemną temperaturą, co jest warunkiem koniecznym dla termodynamicznej poprawności modelu. Jeśli chodzi o użyte narzędzia, to tu również habilitant używa triku Minty i oszacowań na pierścieniach typu Boccardo–Gallouët. Warto także dodać że człon lepki $\mathrm{div}_x\mathbb{C}(\varepsilon(u_t))$ musi być nieliniowy by dać oszacowania na u_t w $W^{1,p}$ dla pewnego $p > 2$ co jest potrzebne by iloczyny $\theta\mathrm{div}u_t$ zbiegały słabo w $L^1(L^1)$. Inaczej mówiąc autor dodaje do równania jeszcze mocniejsze tłumienie lepkie niż w [R1]–[R3], co pozwala mu na poradzenie sobie z liniową temperaturą w miejsce podliniowego $f(\theta)$ z tamtych prac.

Podsumowując, habilitant wykorzystał dobrze znane metody do nowych problemów. Doceniam to, że dowody są techniczne trudne, wymagają biegłości rachunkowej jaką habilitant się wykazał. Dowody są starannie przeprowadzone, a rozważane zagadnienia są dobrze umotywowane konkretnymi, trudnymi, problemami z termomechaniki. Jednak należy podkreślić, że wszystkie prace z dorobku używają bardzo zbliżonego do siebie zestawu metod i narzędzi.

4. Omówienie i ocena pozostałych osiągnięć naukowych

Poza publikacjami wchodzącymi w skład osiągnięcia habilitant jest współautorem 14 prac, które krótko omówię:

- Artykuł z Mathematical Methods in Applied Sciences z roku 2009 dotyczący istnienia rozwiązania dla zagadnienia poroplastyczności. Habilitant uzyskuje istnienie rozwiązania dla badanego zagadnienia przez przejście graniczne w zagadnieniach zregularyzowanych poprzez dodanie kinematycznego twardnienia.
- Praca opublikowana w roku 2010 w czasopiśmie Mathematics and Mechanics of Solids dotycząca metody Galerkina dla modelu Biota. Jest to najczęściej cytowana praca habilitanta (ma 18 cytowań nie będących

autocytowaniami, i jest cytowana przez bardzo dobrych matematyków). Habilitant pokazuje w niej istnienie rozwiązania dla analizowanego zagadnienia Biota poprzez przejście graniczne w metodzie Galerkina.

- W pracy z 2010 z czasopisma Journal of Mathematical Analysis and Applications, habilitant pokazuje istnienie w sensie miar Younga rozwiązania dla zagadnienia poroplastyczności. Robi to poprzez regularyzację polegającą na dodaniu członu silnie monotonicznego i koercytywnego, a następnie przejście do zera z parametrem regularyzacji.
- W kolejnej pracy, z 2012 w czasopiśmie ZAMM, wspólnej z K. Chełmińskim i niemieckim matematykiem Patrizio Neffem, pokazuje istnienie rozwiązań dla zagadnienia poroplastyczności z efektem Cosseratów. Rozwiązanie jest uzyskane poprzez monotoniczną regularyzację, a równanie na niesprężysty składnik odkształcenia jest spełnione w sensie miar Younga.
- W samodzielnej pracy z 2014 opublikowanej w Topological Methods in Nonlinear analysis S. Owczarek dowodzi istnienia rozwiązania również dla zagadnienia poroplastyczności, tym razem z mieszanymi warunkami brzegowymi. Podobnie jak w poprzednich dwóch pracach zastosowana jest metoda monotonicznej regularyzacji.
- Praca z Journal of Differential Equationz z 2014 z K. Chelmińskim i P. Neffem. W pracy pokazane jest istnienie rozwiązania dla modelu plastyczności z cyklicznym twardnieniem i efektem Cosseratów. Wyniki tej pracy są bardzo ciekawe, w szczególności autorzy potrzebują wprowadzić nową definicję rozwiązania z włączeniem do niej nierówności energetycznej.
- Ciekawa i wartościowa jest również kolejna praca z tymi samymi współautorami, opublikowana w 2015 w Journal of Mathematical Analysis and Applications. Autorzy zajmują się tym samym modelem co w pracy z JDE ale pokazują już nie samo istnienie ale Hölderowską ciągłość rozwiązania. Merytorycznie oceniam tą pracę wysoko.
- W pracy z F.Z. Klawe z roku 2016 opublikowanej w Mathematical Methods in the Applied Sciences, pokazane jest istnienie rozwiązania dla zagadnienia termolepkosprężystości z równaniem konstytutywnym Nortona-Hoffa i efektem Cosseratów. Wykorzystana jest dwukrokowa metoda Galerkina inspirowana wynikami z pracy [3] oraz trik Minty.
- W artykule z 2018 z Nonlinear Analysis: Real World Applications wspólnym z P. Gwiazdą i F. Klawe pokazuje metodą dwukrokowej aproksymacji Galerkina istnienie słabych rozwiązań dla modelu termo-lepkosprężystości z prawem typu Notrona-Hoffa z dodatkowym efektem rozszerzania cieplnego. W pracy istnienie jest uzyskane bez konieczności dodawania członu lepkiego do równania pędu.
- Praca z L. Bartczakiem z roku 2018 opublikowana w Mathematical Methods in the Applied Sciences poświęcona jest istnieniu rozwiązań słabych dla zagadnienia termo-lepko-plastyczności z prawami konstytutywnymi zależnymi od temperatury. Wykorzystane jest twierdzenie Schaudera o punkcie stałym.
- W kolejnej pracy, wraz z P. Neffem, oraz rumuńskim matematykiem z Jassów, I.-D. Ghibą, i M.V. d'Agostino z Lyonu habilitant zajmuje się ośrodkiem ciągłym typu mikromorficznego. Wynik dotyczy istnienia i jednoznaczności rozwiązań dla zagadnienia ewolucyjnego i opiera się na twierdzeniu Banacha o punkcie stałym. Zbudowany model jest tu pierwszy raz zbadany matematycznie i wydaje mi się interesujący.
- Temu samemu modelowi jest poświęcona praca z 2021 roku opublikowana w Mathematical Methods in the Applied Sciences, wspólna z P. Neffem i I.-D. Ghibą. Autorzy poprawiają swoje poprzednie wyniki uogólniając je na przypadek niejednorodnych warunków brzegowych.
- Również model mikromorficzny jest badany w pracy, również z 2021 roku, opublikowanej w tym samym czasopiśmie, z tym ze autorzy pokazują już nie samo istnienie, ale podwyższoną regularność rozwiązań.
- Wreszcie w pracy z 2023 roku z D. Knees i P. Neffem autorzy dalej badają model mikromorficzny i wykorzystując techniki oparte na różnicach skończonych uzyskują wyniki o lokalnej regularności rozwiązań.

Warto podkreślić i docenić że już po doktoracie habilitant nawiązał współpracę z bardzo dobrymi specjalistami z równań cząstkowych w Polsce (P. Gwiazda) i za granicą (P. Neff, I.-D. Ghiba, M.V. d'Agostino, D. Knees, F. Klawe). Widać też rozwój naukowy, zwłaszcza w ostatnich latach, a w szczególności zwiększającą się różnorodność używanych technik jaką widać w pracach z P. Neffem, doceniam tu wyniki o regularności rozwiązań.

Wybór osiągnięcia habilitacyjnego jest oparty o pewną selekcję prac z całego dorobku. Uważam że habilitant mógł dokonać korzystniejszego dla siebie wyboru prac które włączyłby do osiągnięcia. Na przykład, z korzyścią dla dorobku wskazanego jako osiągnięcie habilitacyjne byłoby, gdyby S. Owczarek włączył do niego prace o regularności. Analizując całościowo jego dorobek, czyli patrząc zarówno na prace włączone do osiągnięcia jak i pozostałe, oceniam go pozytywnie.

Jeśli chodzi o indeksy cytowań: według bazy Scopus habilitant był cytowany 106 razy, a bez autocytowań 48 razy. Potwierdza to moją pozytywną ocenę.

5. Ocena aktywności naukowej

Jest spełniony warunek aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej, w tym zagranicznej. Habilitant współpracuje z naukowcami zagranicznymi specjalizującymi się w równaniach cząstkowych. Pracował jako post-doc na Uniwersytecie Warszawskim, odbył staże w Heidelbergu, a także na Uniwersytecie Duisburg-Essen oraz na Uniwersytecie Aleksandra Jana Cuzy w Jassach.

S. Owczarek uczestniczył w konferencjach naukowych, oceniam pozytywnie jego wystąpienia, jakich miałem okazję wysłuchać. Był kierownikiem projektu Miniatura. Był promotorem pomocniczym ukończonego doktoratu i teraz jest promotorem pomocniczym kolejnego. Współorganizował konferencje naukowe. Nie mam zastrzeżeń do jego działalności w tym zakresie.

6. Konkluzja

Opisałem w recenzji swoje zastrzeżenia i uwagi krytyczne do dorobku S. Owczarka. Z aspektów pozytywnych podkreślam to, że habilitant zajmuje się problemami umotywowanymi fizycznie. Dowody w osiągnięciu habilitacyjnym, choć wykorzystują znane i dobrze znane techniki, opierające się o przede wszystkim o metody zwartościowe, są technicznie trudne i wymagają biegłości rachunkowej. Widać też powtarzalność używanych technik i schematów rozumowań. W pozostałym dorobku widać już większą różnorodność używanych technik.

Pomimo istotnych uwag krytycznych, uważam że wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego w Ustawie PSWiN z dn. 20 lipca 2021 (Dz.U. 2023 poz. 742) są spełnione. Wobec tego poprę wniosek dr Sebastiana Owczarka o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie matematyka w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych.

Literatura

[1] L. Boccardo, T. Gallouët, Nonlinear elliptic and parabolic equations involving measure data, J. Funct. Anal. 1989, 87, 149–169.

[2] K. Chełmiński, R. Racke, Mathematical analysis of thermoplasticity with linear kinematic hardening, J. Appl. Anal. 2006, 12, 37–57.

[3] P. Gwiazda, F.Z. Klawe, A. Świerczewska–Gwiazda, Thermo-visco-elasticity for Norton–Hoff-type models, Nonlinear Analysis: Real World Applications 2015, 26, 199–228.

DR HAB. ROBERT STAŃCZY
INSTYTUT MATEMATYCZNY
UNIWERSYTET WROCŁAWSKI
pl. Grunwaldzki 2/4, 50–384 Wroclaw
e-mail: stanczr@math.uni.wroc.pl

Wrocław, 28.08.2023.

Opinia o osiągnięciu naukowym autorstwa dra Sebastiana Owczarka SŁABE I ZRENORMALIZOWANE ROZWIĄZANIA W TERMO-LEPKO-PLASTYCZNOŚCI

Dr Sebastian Owczarek przedstawił cykl prac zatytułowany SŁABE I ZRENORMALIZOWANE ROZWIĄZANIA W TERMO-LEPKO-PLASTYCZNOŚCI składający się z czterech publikacji i dodatkowej będącej korektą jednej z nich:

R1 K. CHEŁMINSKI, S. OWCZAREK, Renormalised solutions in thermo-visco-plasticity for a Norton-Hoff type model. Part I: The truncated case., *Nonlinear Analysis: Real World Applications,* 28: 140 - 152, 2016. K. CHEŁMINSKI, S. OWCZAREK, Corrigendum to "Renormalised solutions in thermovisco- plasticity for a Norton–Hoff type model. Part I: The truncated case", *Nonlinear Analysis: Real World Applications,* 37: 489 - 492, 2017.

R2 K. CHEŁMINSKI, S. OWCZAREK, Renormalised solutions in thermo-visco-plasticity for a Norton-Hoff type model. Part II: the limit case., *Nonlinear Analysis: Real World Applications,* 31: 643 - 660, 2016.

R3 L. Bartczak, S. Owczarek, On renormalized solutions for thermo-mechanical problems in perfect plasticity with damping forces, *Mathematics and Mechanics of Solids*, 24(4): 1030-1053, 2019.

R4 S. Owczarek, K. Wielgos. On a thermo-visco-elastic model with non-linear damping forces and L1 temperature data, *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 46(9): 9966 - 9999, 2023.

Prace te ukazały się w dobrych czasopismach na poziomie odpowiadająym 100pkt. Współautorami prac są nie tylko promotor doktoratu Krzysztof Chełmiński oraz młodsi współpracownicy L. Bartczak i K. Wielgos, co świadczy o samodzielności w wyznaczaniu nowych kierunków badań. Wg oświadczenia K. Chełmińskiego oraz S. Owczarka udział habilitanta w pracy R1 wynosił około 60%, domniemuję, że w pozostałych pracach udział wyniósł około 50%. Uważam udział habilitanta za wystarczający. Ponieważ prace są dość techniczne i złożone, a także wieloetapowe, fakt, że wszystkie prace są współautorskie nie jest poważnym zarzutem, szczególnie, że prace z równań zwykle powstają w większych zespołach.

Autor dostował definicje rozwiązań do rozważanych zagadnień i zastosował odpowiednie twierdzenia egzystencjalne oraz techniki aproksymacyjne oraz zwartościowe do uzyskania istnienia rozwiązań. W szczególności w omawianym cyklu prac rozważane są rozwiązania zrenormalizowane w duchu di Perny–Lionsa lub odpowiednio zdefiniowane rozwiązania słabe. Co do użytych technik królują aproksymacje Galerkina, obcięcia wartości, trik Browdera–Minty czy też podejście Boccardo–Galoueta. Wyrafinowanie technik jest spowodowane tym, że rozpatywane zagadnienia są nieklasyczne, równania o charkaterze mieszanym paraboliczno-eliptycznym, sformułowania w przestrzeni L^1, ewolucja temperatury i jej oszacowania zarówno z gory jak i dołu, nietrywialna zwartość oraz rozwiązania słabe i zrenormalizowane. Autor rozważa równania opisujące położenie oraz tensor naprężeń, a także ewolucję temperatury. W rozpatrywanych zagadnieniach oprócz oszacowań a priori oraz zwartości gwarantującej zbieżność rozpatrywanych przybliżeń kluczowy jest także brak degeneracji temperatury, czyli jej dodatniość, odcięcie od zera, co bywa trudniejsze niż oszacowania norm z góry. Rozpatrywane zagadnienia są dobrze umotywowne w teorii odkształceń termiczno-lepko-plastycznych. Rozumowania cechuje duża złożoność techniczna. Aparat funkcjonalno analityczny, który użyto jest zaawansowany, a uzyskane wyniki istotne i głębokie. Tym samym Autor w pełni zasługuje na pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego jakim bez wątpienia jest przedstawiony cykl czterech prac, wraz z poprawną korektą jednej z nich.

Pozostały dorobek autora jest równie dobry jak prace przedłożone do habilitacji. Wystarczy wspomnieć, że reasumując wg bazy ZbMATH dr Sebastian Wieczorek jest autorem prac gównie w czterech renomowanych czasopismach z matematyki stosowanej:

6 Mathematical Methods in the Applied Sciences,

4 Nonlinear Analysis. Real World Applications,

3 Journal of Mathematical Analysis and Applications,

3 Mathematics and Mechanics of Solids,

a także po jednej w:

Journal of Differential Equations,

Topological Methods in Nonlinear Analysis,

ZAMM. Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik.

Wiele z tych prac powstało w wyniku współpracy ze znanymi matematykami, a także młodszymi kolegami i koleżankami, co dobrze rokuje na przyszłość:

7 Neff, Patrizio,

6 Chełmiński, Krzysztof,

4 autorskie,

3 Ghiba, Ionel,

2 Bartczak, Leszek,

2 Klawe, Filip,

1 d'Agostino, Marco,

1 Gwiazda, Piotr,

1 Knees, Dorothee,

1 Wielgos, Karolina.

Z posotałego dorobku najlepiej opublikowana praca pochodzi z Journal of Differential Equations, a najbardziej cytowana z Mathematics and Mechanics of Solids.

Wg Google Scholar dr Sebastian Owczarek cytowany jest 145 razy, a od 2018 roku 90 razy, co mimo uwzględnienia duplikatów pracy pokazuje widoczność prac Autora w internecie, przy czym zdecydowanie najwięcej razy cytowana jest praca, która ukazała się w *Mathematics and Mechanics of Solids* stanowiąca jedną ze składowych omawianego cyklu publickacji stanowiącego osiągnięcie naukowe.

Wg Web of Science dr Sebastian Owczarek jest autorem 20 publikacji, choć raczej 19, 27 z uwzględnieniem preprintów, a zacytowany został 106 razy, minus 12, w tym 65 razy bez autocytowań, co daje około 5 cytowań na publikację. Najczęsciej cytowana, bo 18 razy, jest praca autorska, która ukazała się w 2010 roku w czasopiśmie Mathematics and Mechanics of Solids na temat *A Galerkin Method for Biot Consolidation Model*.

Wg MathSciNet liczba publikacji to 19, cytowań 88 pojawiających się w 42 publikacjach, a cytujących autorów 49. 16 cytowań ma wyżej wspomniania praca o metodzie Galerkina dla modelu konsolidacyjnego Biota.

Autoreferat mimo techniczego zaawansowania jest dość czytelny dzięki zaangażowaniu autora w przystępność prezentacji.

Autoreferat napisana jest z dużą starannością, zauważyłem nieliczne literówki.

Rozprawa świadczy o wiedzy doktora Sebastiana Owczarka w zakresie wybranych metod funkcjonalnej analizy nieliniowej oraz zastosowań do równań różniczkowych.

Autor osiągnięcia dobrze orientuje się w literaturze dotyczącej badanych zagadnień oraz umiejętnei potrafił osadzić uzyskane wyniki na tle zbliżonych do nich zagadnień. Ciekawym było by odniesienie uzyskanych wyników do tych z pracy autorstwa Cieślak, Muha, Trifunović opublikowanej w Nonlinear Analysis w 2022 roku przy wzmocnionych ewentualnie założeniach.

Warto podkreślić współpracę z dobrymi matematykami jak Piotr Gwiazda czy Patrizio Neff oraz Ionel Ghiba podczas dalszych lub bliższych wyjazdów do renomowanych ośrodków.

Przechodząc do konkluzji uważam, że omawiany cykl prac oraz dorobek dra Owczarka spełnia wymagania ustawowe będąc osiagnięciem naukowym, a także stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej matematyka więc wnoszę o dopuszczenie autora do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Robert Stańczy

dr hab. Aneta Wróblewska-Kamińska
Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk
Śniadeckich 8, 00-656 Warszawa, Poland
awrob@impan.pl

Warszawa, 2023

Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej doktora Sebastiana Owczarka w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Wstęp

Pan dr Sebasitan Owczarek ukończył studia magisterskie i uzyskał tytuł magistra 6 września 2007 roku na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej w specjalności: matematyka stosowana. Tytuł jego pracy magisterskiej to „Quasistatyczny problem początkowo-brzegowy poroplasytczności" i została ona przygotowana pod kierunkiem Krzysztofa Chełmińskiego. Następnie 17 listopada 2011 roku, otrzymał stopień doktora w specjalności równania różniczkowe cząstkowe. Stopień ten został nadany przez Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej. Rozprawa doktorska nosiła tytuł: „Analiza matematyczna pewnego niemonotonicznego modelu poroplastyczności", promotorem doktoratu był Krzysztoń Chełmiński. Uzyskany doktorat uzyskał wyróżnienie. Od października roku 2011 pan Owczarek podjął pracę na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej. Początkowo jako asystent - do stycznia 2012, następnie jako adiunkt. Od lutego 2015 do stycznia 2016 odbywał staż podoktorski na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego jako adiunkt. Od lutego 2016 wrócił do poprzedniej jednostki, na Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, na stanowisko adiunkta, gdzie pracuje do chwili obecnej.

Podstawa prawna

Ocena wniosku o nadanie habilitacji jest przygotowana w oparciu o ustawę prawa o szkolnictwie wyższym i nauce: art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018. Potwierdzam, że przedstawiona dokumentacja jest z nimi zgodna. W autoreferacie przedstawione zostały osiągnięcia naukowe habilitanta, w tym cykl czterech powiązanych tematycznie publikacji naukowych, oznaczonych [R1] - [R4], które ukazały się w czasopismach spełniających wymagania podane w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy. Wszystkie cztery prace są współautorskie. Zgodnie z art. 219 ust. 2, w złożonej dokumentacji znajduje się informacja o indywidualnym wkładzie habilitanta oraz do wniosku są załączone oświadczenia współautorów oraz dr Owczarka. Wynika z nich, że wkład habilitanta w uzyskanie wyników zawartych w pracach współautorskich jest wiodący. Zgodnie z przedstawioną dokumentacją kandydat nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Omówienie osiągnięcia naukowego „Słabe i zrenormalizowane rozwiązania w termo-lepko-plastyczności"

Podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest osiągnięcie naukowe zatytułowane: "Słabe i zrenormalizowane rozwiązania w termo-lepko-plastyczności", które składa się z cyklu czterech publikacji:

[R1] K. Chełmiński, S. Owczarek, Renormalised solutions in thermo-visco-plasticity for a Norton-Hoff type model. Part I: The truncated case., Nonlinear Analysis:data Real World Applications, 2016.

K. Chełmiński, S. Owczarek, Corrigendum to "Renormalised solutions in thermo- visco-plasticity for a Norton–Hoff type model. Part I: The truncated case", Nonlinear Analysis: Real World Applications, 2017.

[R2] K. Chełmiński, S. Owczarek, Renormalised solutions in thermo-visco-plasticity for a Norton-Hoff type model. Part II: the limit case., Nonlinear Anal. Real World Appl., 2016.

[R3] L. Bartczak, S. Owczarek, On renormalized solutions for thermomechanical problems in perfect plasticity with damping forces, Mathematics and Mechanics of Solids, 24(4): 1030-1053, 2019.

[R4] S. Owczarek, K. Wielgos. On a thermo-visco-elastic model with non-linear damping forces and L1 temperature data, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 2023.

Tematyka przedstawionego osiągnięcia naukowego dotyczy zagadnienia początkowo-brzegowego z teorii odkształceń niesprężystych dla ciał stałych poddanych działaniom termicznym. Rozpatrywane modele składają się z układu równań różniczkowych cząstkowych (bilans sił), nieliniowego równania przewodnictwa ciepła oraz z nieliniowego układu równań zwyczajnych (niesprężysty związki konstytutywny). Habilitant skupił się na niesprężystych związkach konstytutywnych typu Nortona–Hoffa, typu Prandtla-Reussa oraz typu Mroza. Głównym celem przedstawionych prac jest zbadanie istnienia i regularności rozwiązań dla omawianych modeli.

Matematycznie uwzględnienie działania temperatury (niezerowa rozszerzalność cieplna materiału) prowadzi do skomplikowanego układu równań, którego analiza jest jednym z bardziej zaawansowanych problemów matematyki stosowanej. Nieliniowości występujące w takim zagadnieniu są najczęściej tylko funkcjami całkowalnymi, co ogranicza użycie standardowych metod energetycznych i wymaga szukania rozwiązań w nieklasycznych przestrzeniach Sobolewa.

Prace [R1] i [R2]

Problem analizowanym w artykułach [R1] oraz [R2] można sformułować następująco: szukany jest wektor przemieszczenia u, tensor naprężeń T, funkcja temperatury materiału θ oraz tensor odkształceń niesprężystych ε^p, które spełniają układ równań (oznaczenia zgodne z autoreferatem)

$$\begin{aligned} \operatorname{div}_x\sigma &= -F - \operatorname{div}\mathbb{C}(\varepsilon(u_t)),\\ \sigma &= \mathbb{C}(\varepsilon(u)-\varepsilon^p) - f(\theta)\mathbb{I},\\ \varepsilon^p &= |\operatorname{dev}(T)|^{p-1}\operatorname{dev}(T),\\ T &= \mathbb{C}(\varepsilon(u)-\varepsilon^p),\\ \theta_t - \Delta\theta &= -f(\theta)\operatorname{div}u_t + |\operatorname{dev}(T)|^{p+1} \end{aligned} \tag{P1}$$

Układ (P1) rozważamy z jednorodnym warunkiem brzegowym typu Dirichleta dla przemieszczenia i z niejednorodnym warunkiem brzegowym typu Neumanna dla temperatury. Prawa strona równania przewodnictwa ciepła $(\mathrm{P1})_5$ należy do przestrzeni L^1, zatem autorzy zdecydowali się udowodnić istnienie rozwiązania w zrenormalizowanym sensie (pojęcie wprowadzone przez DiPernę, Lionsa, Murata). W artykułach [R1] oraz [R2] założono, że funkcja f jest ciągła i spełnia następujący warunek wzrostu (oznaczony w autoreferacie jako (9))

$$|f(r)| \le a + M|r|^{\alpha} \quad \text{dla każdego } r\in\mathbb{R}_+,\ a, M\ge 0 \text{ oraz } \alpha\in\left(\frac{1}{2},\frac{5}{6}\right) \tag{9}$$

oraz istnieje stała $C>0$ taka, że

$$|f(r)| \le C(1+|r|)^{\frac{1}{2}} \quad \text{dla każdego } r\in\mathbb{R}_-. \tag{10}$$

Motywacja założeń (9) oraz (10) wywodzi się z artykułów [17] i [18], w których badano problem termosprężystości dla materiałów typu Kelvina-Voigta.

Rezultat pracy [R2] sformułowany jest w Twierdzeniu 2 autoreferatu. Zakłada się, że dana funkcja F, warunek brzegowy g_θ spełniają (11) (odniesienie do autoreferatu), dane początkowe spełniają (12) oraz założenie Twierdzenia 2 natomiast funkcja f jest ciągła, posiada ograniczoną pochodną i spełnia (9), (10). Wtedy istnieje rozwiązanie zrenormalizowane w sensie Definicji 1 dla układu (P1).

Twierdzenie 2 jest rozszerzeniem rezultatów otrzymywanych w pracach [17] oraz [18] dla układów termo-sprężystych typu Kelvina-Voigta o uwzględnienie efektów lepko-plastycznych. W relacji są tu również prace [38, 39, 44], w których analizowany jest model termo-lepko-plastyczny typu Nortona-Hoffa, gdzie zależność od temperatury występowała tylko w niesprężystym związku konstytutywnym. W układzie (P1) zależność od temperatury występuje tylko w sprężystym związku konstytutywnym (P1), co stanowi główną różnicę między tymi układam.

Istnienie rozwiązań zrenormalizowanych oparte jest na analizie tak zwanego problemu obciętego, a następnie wykazaniu, że ciąg rozwiązań problemu obciętego zbiega do rozwiązania zrenormalizowanego. Dowód Twierdzenia 2 został podzielony na dwie części. W pierwszej części (artykuł [R1]) zbadano problem obcięty (oznaczony w autoreferacie jako (13)), natomiast druga część (artykuł [R2]) przedstawia przejście graniczne z problemu obciętego do problemu wyjściowego. Zaproponowana w [R1] aproksymacja polega na dokonaniu obcięcia w części termicznej tensora naprężeń oraz w wyrazach nieliniowych występujących po prawej stronie równania przewodnictwa ciepła $(\mathrm{P1})_5$. Istnienie rozwiązań dla układu (13) w sensie Definicji 3 sformułowane w Twierdzeniu 4 oparte jest na zastosowaniu aproksymacji Yosidy do maksymalnie monotonicznego pola wektorowego występującego w równaniu $(13)_3$. Rezultat o istnieniu rozwiązań dla każdego kroku aproksymacji Yosidy sformułowane zostało w [R1], a jego dowód został poprawiony w corrigendum do tej pracy. Następnie kluczowym było przejście do granicy z parametrem aproksymacji w członie nieliniowym. Można tu podkreślić, że założenie o ograniczoności pochodnej funkcji f jest wykorzystane tylko w oszacowaniu energetycznym na pochodne czasowe ciągu aproksymacji Yosidy.

W pracy [R2] wykorzystano oszacowania typu Boccardo-Gallouët, co pomogło wywnioskować punktową prawie wszędzie zbieżność ciągu temperatur θ_ϵ do funkcji mierzalnej θ. Aby przejść do granicy i uzyskać rozwiązania zrenormalizowane w sensie Definicji 1 w członach nieliniowych zastosowano trik monotoniczny Minty'ego, co pozwoliło scharakteryzować słabe granice nieliniowości występujących w układzie (13).

Praca [R3]

W artykule [R3] rozszerzono rezultat uzyskany w [R2] o zbadanie niesprężystego związku konstytutywnego typu Prandtla-Reussa z kryterium von Misesa. Postać związku konstytutywnego przedstawiona jest jako inkluzja różniczkowa, a cały układ w pracy [R3] ma postać:

$$\begin{aligned}
\mathrm{div}_x\sigma &= -F - \mathrm{div}\mathbb{C}(\varepsilon(u_t)),\\
\sigma &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p) - f(\theta)\mathbb{I},\\
\varepsilon^p_t &\in \partial I_K(T),\\
T &= \mathbb{C}(\varepsilon(u) - \varepsilon^p),\\
\theta_t - \Delta\theta &= -f(\theta)\mathrm{div}u_t + \varepsilon^p_t : T.
\end{aligned} \tag{15}$$

Układ (15) uzupełniony jest o jednorodny warunek brzegowy typu Dirichleta dla przemieszczenia i niejednorodny warunek brzegowy typu Neumanna dla temperatury.

Ponownie autorzy pracy [R3] poszukują rozwiązań zrenormalizowanych, które dla układu Prandtla-Reussa zadane są Definicją 5. Przy odpowiednich założeniach na dane funkcje i dane początkowe, tj. założenia (18), (19) oraz zakładając, że nieliniowa funkcja f jest ciągła i spełnia warunki (9), (10), wykazano istnienie rozwiązań zrenormalizowanych. Wynik ten sformułowano w Twierdzeniu 6 autoreferatu.

Podobnie jak w dowodzie Twierdzenia 2 główny pomysł dowodu opiera się na wykorzystaniu aproksymacji Yosidy i obcięciach. Autorzy korzystają z przybliżenia Yosidy dla maksymalnie monotonicznego operatora wielowartościowego ∂I_K i obcinają funkcję temperatury występującą w tensorze naprężeń Cauchy'ego. Obcięcie to narzuca również obcięcie nieliniowego wyrazu występującego w równaniu przewodnictwa ciepła. Główną różnicą między Twierdzeniem 2 oraz 6 jest to, że aproksymacji Yosidy dokonujemy na tym samym poziomie co obcięcia temperatury. Pozwoliło, to autorom na znaczne skrócenie dowodu oraz na osłabienie założenia na nieliniową funkcję f (w [R3] brak założenia o ograniczonej pochodnej). Dodatkowo różniczkowalność względem czasu funkcji gęstości sił zewnętrznych F nie była wymagana. Kolejną istotną różnicą w dowodach obu tych twierdzeń jest fakt, że niesprężysty związek konstytutywny $(15)_3$ nie ma struktury potęgowej i trik Minty'ego okazał się niewystarczający. Wymagało to dodatkowego oszacowania pochodnej czasowej tensora naprężeń, żeby przejść do granicy w zaproponowanej aproksymacji.

Praca [R4]

Aby rozszerzyć teorię rozwiniętą w pracach [R1], [R2], [R3] w pracy [R4], wykorzystano inne podejście do modelu i zapisano go bez dodatkowej niewiadomej ε^p. Nowa postać bazuje na niewiadomych u i σ, a rozważany w [R4] układ przyjmuje postać:

$$\begin{aligned}
&u_{tt} - \mathrm{div}(T - \theta\mathbb{I}) = F + \mathrm{div}(\mathbb{D}\varepsilon(u_t)),\\
&\mathbb{C}^{-1}T_t + G(\theta, T) = \varepsilon(u_t),\\
&\theta_t - \Delta\theta + \theta\mathrm{div}u_t G(\theta, T) : T.
\end{aligned} \tag{33}$$

Układ (33) jest rozpatrywany z jednorodnym warunkiem brzegowym typu Dirichleta dla przemieszczenia oraz z jednorodnym warunkiem brzegowym typu Neumanna dla temperatury. Nieliniowy tensor $\mathbb{D}$ jest postaci (36) (oznaczenie z autoreferatu). O funkcji konstytutywnej G założono, że jest ciągła względem obu argumentów i taka, że $G(\theta, 0) = 0$ dla wszystkich $\theta \in \mathbb{R}$, że jest monotoniczna ze względu na drugi argument oraz że jej wzrost względem drugiej zmiennej jest ograniczony przez funkcję liniową (warunek (38) w autoreferacie).

Autorzy szukają słabych rozwiązań w sensie Definicji 8. W definicji słabego rozwiązania układu (33), w równaniu przewodnictwa ciepła nie przenosi się pochodnej czasowej temperatury na funkcję testującą.

Ponadto, można otrzymać, że równania $(33)_1$ oraz $(33)_2$ są spełnione dla prawie wszystkich (t, x), czyli tylko równanie przewodnictwa ciepła w (33) jest spełnione w słabym sensie. Rezultat pracy [R4] mówiący o istnieniu słabych rozwiązań sformułowany jest w Twierdzeniu 9 autoreferatu.

Użyty opis problemu termo-lepko-plastycznego (33) pozwala w dowodzie Twierdzenia 9 na wykorzystanie dwupoziomowej aproksymacji Galerkina tylko na funkcje u, T (pierwszy poziom) oraz θ (drugi poziom). Wykorzystując postać funkcji energii całkowitej autorzy zakładają, że warunek początkowy dla temperatury jest jedynie funkcją całkowalną. Analogicznie do [R2] oraz [R3] w dowodzie Twierdzenia 9, zastosowane są metody obcięć. Zmodyfikowane jest podejście Boccardo-Gallouë, aby uzyskać odpowiednie ograniczenia na ciąg przybliżeń Galerkina. Głównym dodatkowym rezultatem [R4] jest udowodnienie nieujemności temperatury w całym procesie deformacji, co jest istotnym matematycznie wynikiem dla układów, w których uwzględnione są efekty niesprężyste, jednocześnie czyni to układ (33) termodynamicznie dopuszczalnym na każdym poziomie przybliżenia.

Wybrany cykl prac jest bardzo spójny tematycznie. Widoczne jest, że takie kryterium przyświecało panu Owczarkowi przy ich wyborze prac do osiągnięcia naukowego. Kolejne prace z cyklu podejmują konsekwentnie rozwinięcie tematyki i metodologii.

Powyższe wyniki są nowe i oryginalne. Habilitant bada i uzyskuje ich subtelne własności używając w tym celu pomysłowych i głębokich metod. Łączy przy tym metody rozwijane dla różnych problemów, by rozwijać własne podejście do rozpatrywanych zagadnień. Uzyskane wyniki są ciekawe od strony matematycznej jak i ze względu na fizyczne interpretacje. Wyniki te stanowią istotny wkład w teorię nieliniowych równań różniczkowych cząstkowych, ze szczególnym uwzględnieniem równań mechaniki ciała stałego.

Ujęte w osiągnięciu habilitacyjnym prace są współautorskie. Należy jednak podkreślić, że pan Owczarek miał w nich wiodący (praca [R1], [R2], [R3]) lub istonie wiodący wkład (praca [R4]).

Osiągnięcia habilitacyjne oceniam pozytywnie.

Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych oraz opis działalności naukowej

Pan Owczarek jest autorem 18 publikacji naukowych (na moment złożenia wniosku habilitacyjnego) z zakresu równań różniczkowych cząstkowych, głównie z zastosowaniem do mechaniki odkształceń ciał stałych, ale też mechaniki cieczy. Zdecydowana większość tych prac została opublikowana po uzyskaniu stopnia doktora. W dorobku habilitanta jest 5 prac związanych z rozprawą doktorską (3 z nich opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora), 4 prace ujęte są w osiągnięciu habilitacyjnym, a pozostałe 9 prac jest spoza rozprawy habilitacyjnej i doktorskiej. Rezultaty pana Owczarka (skupiając się na tych spoza rozprawy doktorskiej) ukazały się w takich czasopismach jak: Mathematical Methods in the Applied Sciences, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Mathematics and Mechanics of Solids, Nonlinear Analysis Real World Applications, Journal of Differential Equations. Są to dobre i bardzo dobre czasopisma, rozpoznawane i cenione w środowisku. Współautorami habilitanta są zarówno uznani specjaliści z międzynarodowego środowiska tacy jak P. Neff, P. Gwiazda, D. Knees, K Chełmiński, jak również młodzi naukowcy - F. Klawe, L. Bartczak, czy studentka habilitanta: K. Wielgos.

Poziom prac nie ujętych jako osiągnięcie habilitacyjne przez kandydata, a opracowanych po uzyskaniu doktoratu nie odbiega poziomem od tych z cyklu [R1]–[R4]. Wyniki te opublikowane są w dobrych i bardzo dobrych czasopismach i powstały we współpracy z cenionymi naukowcami. Uważam je za bardzo istotne. Tu w szczególności chciałabym wyróżnić kilka prac. Zacznę od „The Armstrong-Frederick cyclic hardening plasticity model with Cosserat effects" K. Chełmiński, P. Neff, S. Owczarek z J. Differential Equations (2014), której rezultatem jest istnienie globalnych w czasie rozwiązań energetycznych dla modelu efektami Cosserata. Dwie prace z P. Neff oraz I.-D. Ghiba opublikowane w Math. Met. App. Sci. (2021) dotyczące istnienia i regularności rozwiązań dla modeli micromorficznych. Pracę o lokalnej wyższej regularności liniowego eliptycznego układu założonego z układem typu Maxwella, tj. D. Knees, S. Owczarek, P. Neff. „A local regularity result for the relaxed micromorphic model based on inner variations" J. Math. Anal. Appl. (2023). Dwie prace dotyczące istnienia rozwiązań dla różnych wariacji na temat modelu Nortona-Hopffa, jedna z Math. Methods Appl. Sci. (2016) napisana z F. Klawe oraz druga z Nonlinear Anal. Real World Appl. (2018) opracowana z F. Klawe i P. Gwiazdą.

Przejdę teraz do przedstawienia danych naukometrycznych kandydata, którymi legitymował się w dniu złożenia wniosku, zgodnie z przedstawioną dokumentacją. Sumaryczny Impact Factor: 23,032; sumaryczny SNIP: 16,236. Sumaryczna punktacja ministerialna: 715. Liczba cytowań publikacji: według Web of Science: 84 (bez autocytowań: 51), według Scoups: 98 (bez autocytowań: 19), według MathSciNet: 78. Posiadany przez kandydata indeks Hirscha: według Scoups 6, według Web of Sciences 5. Liczby te nie budzą moich wątpliwości co do pozytywnej oceny dorobku.

Habilitant wygłaszał referaty na konferencjach i seminariach międzynarodowych. Pan Owczarek prowadzi międzynarodową współpracę z profesorem P. Neffem z Duisburg-Essen, gdzie był na kilku krótszych i dłuższych wizytach; z I-D Ghiba z Iasi, z D. Kness z Kassel, czego efektem są publikacje naukowe. Jego aktywność międzynarodowa - wyjazdy na współpracę, konferencje - nie budzi moich zastrzeżeń w szczególności, jeśli weźmiemy pod uwagę aktywność dydaktyczną habilitanta i okres pandemii.

Pan Owczarek uczestniczył w projektach badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (grant promotorski) oraz (już po doktoracie) przez Narodowe Centrum Nauki: grant Opus jako wykonawca oraz Miniatura jako kierownik.

Habilitant był stypendystą jako młody doktor w okresie 2013-2014 oraz otrzymał stypendium wyjazdowe w 2014. Otrzymał kilkukrotnie indywidualne nagrody Rektora PW.

Pan Owczarek prowadził liczne zajęcia dydaktyczne na Politechnice Warszawskiej, jest i był promotorem pomocniczym doktorantów, promotorem dwóch prac magisterskich i dwóch licencjackich. Prowadzi działalność popularyzatorską (Młodzieżowa Akademia Matematyki i Informatyki, zajęcia dla licealistów). Był też współorganizatorem konferencji w dziedzinie równań.

Konkluzja

Wyniki uzyskane przez habilitanta oceniam pozytywnie. Dr Sebastian Owczarek jest samodzielnym matematykiem, który konsekwentnie i skutecznie rozwija swoje matematyczne zainteresowania przyczyniając się tym samym do rozwoju dziedziny. W mojej opinii spełnia on ustawowe wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

dr hab. Aneta Wróblewska-Kamińska