

**Karta zgłoszenia tematyki badawczej
dla kandydatów do Szkoły Doktorskiej
w roku akademickim 2025/2026**

Proponowana tematyka doktoratu
Badanie przemian fazowych czynników roboczych w elementach miniinstalacji kogeneracyjnej na potrzeby energetyki rozproszonej
Dyscyplina naukowa
INŻYNIERIA MECHANICZNA
Proponowany promotor
prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki; Katedra Energetyki ul. Racławicka 15-17, budynek C; pokój 215 e-mail: tadeusz.bohdal@tu.koszalin.pl ; tel. 94 34 78 247

Krótki opis tematyki badawczej ze wskazaniem problematyki naukowej (max. 350 słów)
Rozwój energetyki rozproszonej i bardziej racjonalnego wykorzystania lokalnych źródeł energii wymusza budowę instalacji energetycznych w małej skali. Dotyczy to zarówno instalacji realizujących prawo- i lewobieżne obiegi termodynamiczne jak i obiegi pracujące w skojarzeniu. W instalacjach tych występują wymienniki przeponowe – różnego typu rekuperatory, w których realizowane są przemiany fazowe wrzenia i skraplania czynników roboczych. Intensyfikacja wymiany ciepła wymusza miniaturyzację tych urządzeń i ciągłe doskonalenie ich konstrukcji w kierunku przenoszenia jak największych strumieni ciepła przez jednostkę powierzchni. Problemy wymiany ciepła, pędu i masy w miniprzestrzeni nie są jeszcze do końca poznane. Istnieje ciągła potrzeba ich lepszego zbadania, doskonalenia opisu mechanizmu zachodzących procesów oraz opracowania modeli i zależności pozwalających wyznaczać współczynniki wymiany ciepła i opory przepływu. Ich znajomość warunkuje prawidłowe projektowanie elementów instalacji energetycznej i prowadzi do wzrostu efektywności jej wykorzystania oraz wysokiej sprawności. Planuje się prowadzenie badań eksperymentalnych z wykorzystaniem nowych proekologicznych czynników roboczych w poszczególnych elementach nowych konstrukcji rekuperatorów oraz w całej miniprzestrzeni takich wymienników. Modelowanie fizyczne zostanie uzupełnione modelowaniem matematycznym w oparciu o równania zachowania energii, pędu i masy.
Uzasadnienie celowości podjęcia tematyki badawczej (max. 150 słów)
Zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej następuje transformacja energetyczna w zakresie wykorzystania dostępnych źródeł energii. W ciągu następnych 30 lat będzie występował ciągły proces związany z odejściem od energetyki węglowej na rzecz rozwijania energetyki „przyjaznej dla środowiska”. Nastąpi wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz dalszy rozwój energetyki rozproszonej opartej na lokalnych źródłach energii. Takie działania spowodują dalszy rozwój małej energetyki produkującej energię elektryczną i ciepłą na potrzeby miejscowych

odbiorców. Powoduje to potrzebę opracowania i produkcji miniinstalacji energetycznych realizujących obiegi termodynamiczne prawo- lub lewobieżne oraz obiegi na potrzeby energetyki skojarzonej. Nieodłącznymi elementami takich instalacji są wymienniki ciepła do realizacji przemian fazowych czynników roboczych: wrzenia i skraplania. Dla małych instalacji energetycznych będą to miniwymienniki o wysokiej wartości współczynnika kompatybilności wyrażonej w m^2/m^3 (stosunek powierzchni wymiany ciepła do objętości wymiennika). Ciągłe dążenie do miniaturyzacji urządzeń i zastosowania coraz nowszych, bardziej proekologicznych czynników roboczych wymusza potrzebę prowadzenia dalszych badań w zakresie opracowania nowych modeli obliczeniowych niezbędnych do projektowania bardziej wydajnych instalacji o większej sprawności.

Proponowane tematy prac doktorskich w ramach zgłaszanej tematyki badawczej (do 3 tematów)

1. Badanie skraplania czynników roboczych o niskich wskaźnikach ODP i GWP w miniprzestrzeni kompaktowych wymienników ciepła.
2. Badanie wrzenia proekologicznych czynników roboczych w miniprzestrzeni kompaktowych wymienników ciepła.
3. Badanie zjawiska zerowego kryzysu wrzenia w minikanalach rurowych.

Źródła finansowania tematyki badawczej (tematyka realizowanych obecnie grantów naukowych finansowanych ze źródeł zewnętrznych lub w ramach subwencji)

Zlec. 504.02.06 – *Badania statutowe katedry*

Zlec. 524.02.05 – *Grant wewnętrzny Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Energetyki*

Potwierdzenie możliwości zapewnienia dostępu do aparatury naukowej oraz oprogramowania niezbędnego do realizacji proponowanej tematyki badawczej

W PEŁNI

W przypadku odpowiedzi CZĘŚCIOWO lub BRAK proszę wskazać rodzaj brakującej aparatury naukowej i/lub oprogramowania oraz źródła finansowania dostępu do nich

-

Wykaz dorobku naukowego promotora w tematyce wskazanych problemów naukowych

Wykaz ważniejszych publikacji (maksymalnie 5), związanych z proponowaną tematyką badawczą, publikowanych w czasopismach indeksowanych w Web of Science lub Scopus za okres ostatnich 3 lat (z uwzględnieniem współczynnika wpływu czasopisma oraz punktacji MEiN)

1. Bohdal T., Kruzel M.: *Refrigerant condensation in vertical pipe minichannels under various heat flux density level*. International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 146 (2020), 200 pkt.;
2. Kruzel M., Bohdal T., Sikora M.: *Heat transfer and pressure drop during refrigerants condensation in compact heat exchangers*, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 161, November 2020, 200 pkt.;
3. Sikora M., Bohdal T.: *Heat and flow investigation of NOVEC649 refrigerant condensation in pipe minichannels*, Energy, Volume 209, 15 October 2020, 200 pkt.;
4. Sikora M., Bohdal T.: *New environmentally friendly low-pressurere frigerants mini-channel*, Archives of Thermodynamics, 2023, vol. 44, nr 1, s.89-104. DOI:10.24425/ather.2023.145878, 140 pkt.;
5. Kruzel M., Dutkowski K., Bohdal T.: *Experimental studies of fluid flow resistance in a heat exchanger based on the triply periodic minimal Surface*, Energies 2025, 18, 134. <https://doi.org/10.3390/en18010134> 140 pkt.

Wykaz grantów naukowych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz European Research Council, w których promotor brał udział w okresie ostatnich 5 lat

W ramach Umowy o dofinansowanie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju nr POIR.01.01.01-00-0466/17 na realizację projektu pt. „Budowa zbilansowanego energetycznie rekreacyjnego domu pływającego”, zlecenie od Firmy PUH EKOSUN Paweł Czupajło z siedzibą w Koszalinie przy ul. Boh. Warszawy 4, 75-211 Koszalin. Kwota 302 230,89 zł. Realizacja 2017 - 2018 r/ Członek zespołu badawczego.

Wykaz usług badawczych realizowanych na rzecz przemysłu związanych z proponowaną tematyką badawczą za okres ostatnich 5 lat

-