

Nazwa w jęz. angielskim: Modern solutions in heat pumps  
Nazwa w języku polskim: Nowoczesne rozwiązania w pompach ciepła

Dane dotyczące zajęć:  
Information on course:

Jednostka oferująca: Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki // dr inż. Michał Haida  
Course offered by: Faculty of Energy and Environmental Engineering // dr inż. Michał Haida

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Język wykładowy:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| angielski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Language:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| English                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Strona WWW:<br/>Course homepage:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Skrócony opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>W ramach przedmiotu zostaną zaprezentowane i omówione nowoczesne rozwiązania stosowane w pompach ciepła pod względem efektywności energetycznej (ang. COP) oraz znikomym wpływem na środowisko ze względu na zastosowanie naturalnych czynników chłodniczych tj. dwutlenek węgla (R744), węglowodory, amoniak (R717) oraz woda (R718). Dobór czynnika chłodniczego zostanie określony w oparciu o obecne regulacje prawne uwzględniające wskaźniki wpływu na globalne ocieplenie (ang. GWP index) oraz wpływu na tworzenie się dziury ozonowej (ang. ODP), a także z uwagi na aplikację, m.in., w motoryzacji ogrzewanie domów jednorodzinnych oraz budynków użyteczności publicznej, wsparcie ciepłowni miejskiej, w przemyśle dla rozwiązań wysokotemperaturowych. W ramach wykładu omówione zostaną nowoczesne konfiguracje układów pomp ciepła np. układy strumienicowe, czy układy zintegrowane z magazynami energii (ang. Thermal Energy Storage). Na zakończenie przedstawione zostaną wybrane studia przypadku nowoczesnych pomp ciepła, w tym także instalacja laboratoryjna strumienicowej pompy ciepła na propan o mocy 10 kW znajdująca się w laboratorium Katedry Techniki Ciepłej (RIE-6).</p> |
| <b>Short description:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>The course will present and discuss modern solutions used in heat pumps in terms of energy efficiency (COP) and negligible environmental impact due to the use of natural refrigerants, i.e. the carbon dioxide (R744), hydrocarbons, the ammonia (R717) and the water (R718). The selection of the refrigerant will be determined based on the current legal regulations taking into account the global warming index (GWP) and the impact on the ozone depletion (ODP), as well as due to the application, including the automotive sector, the heating process of single-family houses and public utility buildings, district heating, and the industry for high-temperature solutions. The lecture will discuss modern configurations of heat pump systems, e.g., ejector-based systems, or systems integrated with energy storage (Thermal Energy Storage). At the end, selected case studies of modern heat pumps will be presented, including a laboratory installation of a 10 kW propane ejector-based heat pump located in the laboratory of the Department of Thermal Technology (RIE-6).</p>                                                                                                     |
| <b>Opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Treści programowe</b><br><b>Wykład:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Podstawowe informacje o pompach ciepła.</li><li>2. Wybór naturalnego czynnika chłodniczego pod względem obecnych regulacji prawnych oraz aplikacji.</li><li>3. Nowoczesne rozwiązania w układach pomp ciepła: układy z systemem przechłodzenia cieczy, układy strumienicowe, układy sprężarkowe zintegrowane z magazynami energii, układy absorpcyjne dużej mocy.</li><li>4. Wybrane studia przypadku zastosowania nowoczesnych pomp ciepła w motoryzacji, do celów grzewczych domów jednorodzinnych i użyteczności publicznej oraz w przemyśle.</li></ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Wykład:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• stacjonarne: 30 h</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Liczba punktów ECTS: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Description:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**Lecture:**

1. Basic information about heat pumps.
2. Selection of a natural refrigerant in terms of current regulations and applications.
3. Modern solutions in heat pump systems: sub-cooling systems, ejector-based systems, vapour compression systems integrated with thermal energy storage, big-scale absorption systems.
4. Selected case studies of modern heat pumps application in the automotive sector, households and public utility buildings, and in industry sector.

**Lecture:**

- full-time studies: 30 h

**Number of ECTS credits: 2****Literatura:**

1. W. Grassi, Heat Pumps: Fundamentals and Applications, Green Energy and Technology, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62199-9>, ISSN: 1865-3529, 2018.
2. G.F. Hundy, A.R. Trott and T.C. Welch, Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps, Elsevier, ISBN: 978-0-08-100647-4, 2016.
3. M. Eckert, M. Kauffeld, V. Siegismund, Natural Refrigerants: Applications and Practical Guidelines, Vde Verlag GmbH, ISBN: 3800753308, 2023.
4. A. Melinder, Handbook on indirect refrigeration and heat pump systems, International Institute of Refrigeration IIR, ISBN: 9782362150111, 2015.
5. H.E. Kennedy, 2021 ASHRAE Handbook—Fundamentals, ASHRAE, 2021.

**Bibliography:**

1. W. Grassi, Heat Pumps: Fundamentals and Applications, Green Energy and Technology, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62199-9>, ISSN: 1865-3529, 2018.
2. G.F. Hundy, A.R. Trott and T.C. Welch, Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps, Elsevier, ISBN: 978-0-08-100647-4, 2016.
3. M. Eckert, M. Kauffeld, V. Siegismund, Natural Refrigerants: Applications and Practical Guidelines, Vde Verlag GmbH, ISBN: 3800753308, 2023.
4. A. Melinder, Handbook on indirect refrigeration and heat pump systems, International Institute of Refrigeration IIR, ISBN: 9782362150111, 2015.
5. H.E. Kennedy, 2021 ASHRAE Handbook—Fundamentals, ASHRAE, 2021.

**Efekty uczenia się:**

Wiedza:

K1A\_W05 - zna i rozumie podstawowe problemy współczesnej cywilizacji i sposoby ich rozwiązywania

Umiejętności:

K1A\_U08 - potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie

Kompetencje społeczne:

K1A\_K01 - jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu

**Learning outcomes:**

K1A\_W05 – student knows and understands the basic problems of modern civilization and how to solve them

K1A\_U08 – student knows how to independently plan and implement his own lifelong learning

K1A\_K01 – is ready to critically evaluate the knowledge he possesses and the content he receives, recognize the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems, and consult experts when he has difficulty solving a problem on his own

**Metody i kryteria oceniania:**

Wykład

Aktywność/dyskusja na wykładzie 50% oceny końcowej, prezentacja na temat wybranego układu pompy ciepła pod wskazaną aplikację.

Kryterium zaliczenia: pozytywna ocena (minimum 3.0) z aktywności/dyskusji na wykładzie oraz z prezentacji

**Assessment methods and assessment criteria:**

**Lecture**

Activity/discussion during the lecture: 50% of the final grade; Presentation about the selected heat pump unit at the defined application 50%.

Credit criterion: positive (minimum 3.0) grades from the activity during the lecture and presentation.

**Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:****Element of course groups in various terms:**

| Opis grupy przedmiotów<br>Course group description                                                                                                                                                                       | Cykl pocz.<br>First term | Cykl kon.<br>Last term |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| przedmioty obieralne<br>studia stacjonarne<br>stopień studiów – dowolny<br>kierunek studiów – dowolny,<br>semestr dowolny<br><br>elective courses<br>full-time<br>degree - any<br>field of study - any<br>semester - any | 2024/2025                |                        |