STUDY MODULE DESCRIPTION FORM

Name of the module/subject **Heat and Mass Transfer**		Code **1010102211010130346**
Field of study **Environmental Engineering Second-cycle**	Profile of study (general academic, practical) **(brak)**	Year /Semester **1 / 1**
Elective path/specialty **Heating, Air Conditioning and Air Protection**	Subject offered in: **Polish**	Course (compulsory, elective) **obligatory**
Cycle of study: **Second-cycle studies**	Form of study (full-time,part-time) **full-time**	
No. of hours Lecture: **45** Classes: **15** Laboratory: **30** Project/seminars: **-**		No. of credits **6**
Status of the course in the study program (Basic, major, other) **(brak)**	(university-wide, from another field) **(brak)**	
Education areas and fields of science and art **technical sciences** **Technical sciences**		ECTS distribution (number and %) **6 100%** **6 100%**

Responsible for subject / lecturer:

prof. dr hab. inż. Czesław Oleśkowicz-Popiel
email: czeslaw.oleskowicz-popiel@put.poznan.pl
tel. 061 6652-537
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

Responsible for subject / lecturer:

Dr inż. Krzysztof Bober
email: krzysztof.bober@put.poznan.pl
tel. 61 6652-034
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

Prerequisites in terms of knowledge, skills and social competencies:

1	**Knowledge**	Matematyka: rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, Fizyka na poziomie 5 KRK, termodynamika na poziomie 6 KRK, mechanika płynów na poziomie 6 KRK
2	**Skills**	Zastosowanie rachunku różniczkowego i całkowego do opisu zjawisk fizycznych, rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych, przekształcanie równań różniczkowych cząstkowych. Termodynamika: rozwiązywanie zadań i wykonywanie pomiarów na poziomie 6 KRK
3	**Social competencies**	Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności

Assumptions and objectives of the course:

- Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu .....i miernictwa cieplnego niezbędnych do rozwiązywania złożonych problemów cieplnych i przepływowych oraz bilansu energii w urządzeniach i systemach inżynierii środowiska zarówno zabudowanego jak i niezabudowanego.

Study outcomes and reference to the educational results for a field of study

Knowledge:

1. Student posiada znajomość: - [-]
2. ? Poszerzonej I pogłębionej wiedzy z zakresie ?techniki cieplnej i miernictwa cieplnego? - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]
3. ? Podstawowych metod i właściwości termofizycznych potrzebnych do rozwiązywania problemów teoretycznych i projektowych obejmujących procesy i urządzenia występujące w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]
4. ? Szczegółowych zasad bilansów energii, wydajności cieplnej i strat ciepła oraz sprawności cieplnej urządzeń technologicznych występujących w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]
5. ? Zaawansowaną wiedzę o trendach rozwojowych i nowych osiągnięciach nt procesów i urządzeń cieplnych występujących w inżynierii środowiska - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]

Skills:

http://www.put.poznan.pl/

1. ? Student potrafi pozyskiwać i oceniać informacje dostępne w literaturze, internecie i katalogach nt technologii i urządzeń występujących w inżynierii środowiska - [K2_U01, K2_U18]
2. ? Student potrafi znaleźć odpowiednie zależności opisujące analizowane procesy cieplne - [K2_U01, K2_U18]
3. ? Student wie jak ustalić właściwości termodynamiczne niezbędne do wykonania obliczeń - [K2_U01, K2_U18]
4. ? Student potrafi rozpoznawać i rozwiązywać złożone problemy projektowe oraz eksploatacyjne w urządzeniach cieplnych - [K2_U01, K2_U18]
5. ? Student potrafi krytycznie ocenić rozwiązania projektowe i wykrywać zagrożenia budowanych i eksploatowanych urządzeń cieplnych - [K2_U01, K2_U18]
6. ? Planować i przeprowadzać badania eksploatacyjne i badania prototypów urządzeń występujących w inżynierii środowiska - [K2_U01, K2_U18]
7. ? Ustalić dokładność i wykonać analizę uzyskanych wyników obliczeń i pomiarów - [K2_U01, K2_U18]
8. ? Interpretować krytycznie uzyskane wyniki obliczeń i pomiarów cieplnych oraz wyciągać wnioski - [K2_U01, K2_U18]
9. ? Opracować szczegółowy bilans cieplny i obliczyć wydajność cieplną oraz straty ciepła i sprawność użytkową analizowanych procesów i urządzeń cieplnych - [K2_U01, K2_U18]

Social competencies:

1. * Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych - [- K2_K03]
2. ? Student ma świadomość zakresów i ograniczeń stosowanych zależności i metod obliczeń oraz wartości posiadanej wiedzy teoretycznej i praktycznej - [- K2_K03]
3. ? Student rozumie konieczność sprawdzania i weryfikacji wyników stosowanych metod, obliczeń i pomiarów - [- K2_K03]
4. ? Student ma świadomość konieczności myślenia i działania innowacyjnego - [- K2_K03]

Assessment methods of study outcomes

- Wykłady:

Dwuczęściowy egzamin pisemny w terminie podanym na początku semestru. Część 1 ma na celu sprawdzenie wiedzy i polega na udzieleniu odpowiedzi na kilka pytań. Część 2 ma na celu sprawdzenie umiejętności praktycznych i polega na rozwiązaniu 2 zadań rachunkowych.

W przypadkach wątpliwych egzamin rozszerzany jest o część ustną.

Na każdym wykładzie sprawdzana jest wyrywkowo aktywność studentów.

Ćwiczenia rachunkowe (audytoryjne):

80-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe w ostatnim tygodniu semestru. Kolokwium polega na rozwiązaniu kilku zadań.

Sprawdzanie i ocenianie wyrywkowo poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (tj. pracy własnej studenta). Ocenianie wyrywkowe aktywności na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).

Ćwiczenia laboratoryjne:

Krótki 15-minutowy sprawdzian

Course description

Introduction to heat transfer. Heat flux. Mechanisms of heat transfer by conduction, convection and radiation. Fourier?s law, heat diffusion equation, boundary and initial conditions. Conductivity and overall heat transfer through plat plate, cylindrical walls and finned walls. Theory of single fine. Two-dimensional steady-state conduction. Transient heat conduction lumped capacitance method, Biot and Fourier numbers. Heating and cooling of plate and regular bodies. Introduction to the numerical methods. Introduction to convection, boundary layer equations, Nusselt number, Reynolds, Prandtl and Grashof numbers. Heat convection in external and internal flows. Free convection. Convection in atmospheric air. Convection in boiling and condensation. Heat transfer by radiation, solar radiation. Heat exchangers, types of heat exchangers, heat exchanger analysis, overall heat transfer coefficient, log mean temperature difference, effectiveness-NTU method. Compact heat exchangers.

Diffusion mass transfer, Fick?s law, diffusion coefficient. Diffusion in gases, liquids and solids. Introduction to mass convection: Sherwood and Schmidt numbers, Correlation equations for mass convection. Momentum, heat and mass transfer analogy. Application of mass and heat convection for psychrometry (wet and dry thermometers), evaporation of liquid water in atmospheric air.

http://www.put.poznan.pl/

Basic bibliography:

1. Wiśniewski St., Wiśniewski T.S., Wymiana ciepła. WNT, Warszawa 2000
2. Kostowski E., Przepływ ciepła. Wyd. Polit. Śląskiej, Gliwice, 1986
3. Madejski J., Teoria wymiany ciepła. Wyd. Ucz. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1998
4. Oleśkowicz-Popiel C., Wojtkowiak J., Eksperymenty w wymianie ciepła. Wyd. II rozszerzone, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007
5. Oleśkowicz-Popiel C., Wojtkowiak J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody ? PRZEZNACZONE DO OBLICZEŃ PRZEPŁYWÓW I WYMIANY CIEPŁA. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010
6. Staniszewski B., Wymiana ciepła. Podstawy teoretyczne. PWN, Warszawa 1979, 1980
7. Pomiary cieplne, T. 1 i T. 2, Praca zb. (red. T.R. Fodemski), WNT, Warszawa 2001
8. Hobler T., Ruch ciepła i wymienniki. WNT, Warszawa 1979
9. Kalinowski E., Przekazywanie ciepła i wymienniki. Skr. Pol. Wr., Wrocław 1995
10. Zbiór zadań z przepływu ciepła, pod red. E. Kostowskiego, Wyd. Polit. Śląskiej, Gliwice 2001
11. Oleśkowicz-Popiel C., Czujniki strumieni ciepła. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1986
12. Pogorzelski J.A., Fizyka cieplna budowli, PWN, 1976
13. Modelowanie numeryczne pól temperatury. Pod red. J. Szarguta. WNT, Warszawa 1992
14. Taler J., Duda P., Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła. WNY, Warszawa, 2003
15. Zarzycki R., Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska. WNT, Warszawa 2005
16. Wiśniewski St., Wiśniewski T.S., Wymiana ciepła. WNT, Warszawa 2000
17. Kostowski E., Przepływ ciepła. Wyd. Polit. Śląskiej, Gliwice, 1986
18. Madejski J., Teoria wymiany ciepła. Wyd. Ucz. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1998
19. Oleśkowicz-Popiel C., Wojtkowiak J., Eksperymenty w wymianie ciepła. Wyd. II rozszerzone, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007
20. Oleśkowicz-Popiel C., Wojtkowiak J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody ? PRZEZNACZONE DO OBLICZEŃ PRZEPŁYWÓW I WYMIANY CIEPŁA. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010
21. Staniszewski B., Wymiana ciepła. Podstawy teoretyczne. PWN, Warszawa 1979, 1980
22. Pomiary cieplne, T. 1 i T. 2, Praca zb. (red. T.R. Fodemski), WNT, Warszawa 2001
23. Hobler T., Ruch ciepła i wymienniki. WNT, Warszawa 1979
24. Kalinowski E., Przekazywanie ciepła i wymienniki. Skr. Pol. Wr., Wrocław 1995
25. Zbiór zadań z przepływu ciepła, pod red. E. Kostowskiego, Wyd. Polit. Śląskiej, Gliwice 2001
26. Oleśkowicz-Popiel C., Czujniki strumieni ciepła. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1986
27. Pogorzelski J.A., Fizyka cieplna budowli, PWN, 1976
28. Modelowanie numeryczne pól temperatury. Pod red. J. Szarguta. WNT, Warszawa 1992
29. Taler J., Duda P., Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła. WNY, Warszawa, 2003
30. Zarzycki R., Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska. WNT, Warszawa 2005

Additional bibliography:

1. Incropera F.P., De Witt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S., Introduction to Heat and Mass Transfer. 5th Ed., John Wiley & Sons, 2007
2. Incropera F.P., De Witt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S., Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 6th Ed., John Wiley & Sons, 2006
3. Bejan A., Kraus A.D., Heat Transfer Handbook, John Willey & Sons, Inc., 2003
4. Eckert E.R.G., Drake R.M., Analysis of Heat and Mass Transfer. McGraw-Hill Book Co., 1972
5. Holman J.P., Heat Transfer, McGraw Hill, Metric Edition, 1989
6. Kakac S., Liu H., Heat exchangers: Selection, Rating, and Design. CRC Press, 1998
7. 29. Howell J.R., Siegel R., Menguc M.P., Thermal Radiation Heat Transfer. CRC Press ? Taylor & Francis Group, New York 2011
8. Incropera F.P., De Witt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S., Introduction to Heat and Mass Transfer. 5th Ed., John Wiley & Sons, 2007
9. Incropera F.P., De Witt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S., Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 6th Ed., John Wiley & Sons, 2006
10. Bejan A., Kraus A.D., Heat Transfer Handbook, John Willey & Sons, Inc., 2003
11. Eckert E.R.G., Drake R.M., Analysis of Heat and Mass Transfer. McGraw-Hill Book Co., 1972
12. Holman J.P., Heat Transfer, McGraw Hill, Metric Edition, 1989
13. Kakac S., Liu H., Heat exchangers: Selection, Rating, and Design. CRC Press, 1998
14. 29. Howell J.R., Siegel R., Menguc M.P., Thermal Radiation Heat Transfer. CRC Press ? Taylor & Francis Group, New York 2011

Result of average student's workload

http://www.put.poznan.pl/

Activity	Time (working hours)
1. Udział w wykładach	30
2. Udział w ćwiczeniach rachunkowych (audytoryjnych)	15
3. Udział w zajęciach laboratoryjnych	30
4. Przygotowanie do ćwiczeń lab.	10
5. Opracowanie sprawozdań z cwiczeń lab., obrona sprawozdania	12
6. Konsultacje	3
7. Przygotowanie do kolokwiow z cwiczeń rachunkowych	10
8. Przygotowanie do egzaminu i egzamin	40

Student's workload

Source of workload	hours	ECTS
Total workload	150	6
Contact hours	78	3
Practical activities	30	2

http://www.put.poznan.pl/