

Dynamika warstwy tarciowej

Sylabus zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Geografia Specjalność HYDROLOGIA, METEOROLOGIA I KLIMATOLOGIA Jednostka organizacyjna Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych Poziom studiów studia drugiego stopnia Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2023/24 Kod zajęć 07GRFHMKS.28S.06184.23 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Fakultatywny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe
Koordynator zajęć	Krzysztof Fortuniak	
Prowadzący zajęcia	Krzysztof Fortuniak	
Okres Semestr 4	Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia • Wykład: 15, Zaliczenie z oceną	Liczba punktów ECTS 2

Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Poznanie podstawowych pojęć związanych z warstwą tarciovą (warstwą graniczną) atmosfery
C2	Poznanie procesów fizycznych zachodzących w warstwie granicznej atmosfery
C3	Wykształcenie umiejętności interpretacji podstawowych równań opisujących procesy warstwy granicznej
C4	Poznanie podstawowych metod badawczych stosowanych w warstwie granicznej atmosfery
C5	Poznanie głównych kierunków badań warstwy tarciowej

Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z meteorologii i klimatologii

Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
Wiedzy - Student/ka:			
W1	ma rozszerzona wiedzę w zakresie dynamiki warstwy tarciovej atmosfery	GRF_K2_W03	Kolokwium pisemne
W2	zna i rozumie teoretyczne podstawy metod badawczych stosowanych w warstwie tarciovej atmosfery	GRF_K2_W10	Kolokwium pisemne
W3	zna aparat pojęciowy i rozumie metody matematyczno-statystyczne służące do opisu procesów zachodzących w warstwie tarciovej atmosfery oraz koncepcje dotyczące zróżnicowania przestrzennego struktur fenomenologicznych tej warstwy	GRF_K2_W05, GRF_K2_W06, GRF_K2_W09	Kolokwium pisemne
W4	zna literaturę przedmiotu i współczesne kierunki badań warstwy granicznej atmosfery	GRF_K2_W08, GRF_K2_W12	Kolokwium pisemne
Umiejętności - Student/ka:			
U1	potrafi posługiwać się terminologią dotyczącą warstwy naciowej atmosfery w języku polskim oraz w języku angielskim	GRF_K2_U01	Kolokwium pisemne
U2	potrafi stosować zaawansowane metody i narzędzia badawcze wykorzystywane w analizie warstwy granicznej atmosfery	GRF_K2_U02	Kolokwium pisemne
U3	potrafi opisywać w stopniu pogłębionym strukturę warstwy granicznej, elementy fenomenologiczne wyróżniane w tej warstwie oraz związki między nimi	GRF_K2_U08	Kolokwium pisemne
Kompetencji społecznych - Student/ka:			
K1	jest gotów/gotowa do pogłębiania kompetencji zawodowych i aktualizacji wiedzy związanej procesami w warstwie granicznej atmosfery	GRF_K2_K02	Kolokwium pisemne

Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	1) definicja warstwy granicznej atmosfery (WGA), cechy charakterystyczne WGA, przestrzenno-czasowa skala zjawisk zachodzących w WGA, historia badań WGA, metody badań WGA, pionowa struktura WGA, dobowo zmienność WGA, parametry meteorologiczne najczęściej stosowane w analizie WGA, pionowe profile wirtualnej temperatury potencjalnej, prędkości wiatru, wilgotności właściwej w stabilnej i konwekcyjnie wymieszanej WGA, pojęcie i rola turbulencji w WGA,	W1, W4, U1, K1	Wykład

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
2.	2) układy współrzędnych i notacja stosowana w dynamice WGA, rozkład Reynoldsa na fluktuacje i wartość średnią, zasady uśredniania, spektrum wiatru, pojęcia stacjonarności, homogeniczności, izotropowości i ergodyczności, strumienie rzeczywiste i kinematyczne, strumienie turbulencyjne, pionowy profil mierzonej wielkości a jej strumień turbulencyjny, zmiany strumieni turbulencyjnych wraz z wysokością, naprężenia Reynoldsa i prędkość tarciowa, notacja sumacyjna, działania na wektorach, równania dynamiki warstwy granicznej dla wartości chwilowych, równania dynamiki dla wartości średnich – rola strumieni turbulencyjnych,	W2, W3, U2	Wykład
3.	3) cechy ruchu turbulencyjnego, główne przyczyny turbulencji, pionowe profile fluktuacji parametrów meteorologicznych w różnych fazach WGA, turbulencyjna energia kinetyczna (TKE) , dobowy przebieg TEK, równanie prognostyczne TKE – rola poszczególnych składników równania, liczba Richardsona w postaci strumieniowej, gradientowej i różnicowej oraz kryteria stabilności dla tych postaci, liczba Reynoldsa, złożone kryterium stabilności,	W3, U2	Wykład
4.	4) podstawowe formuły domykające równania dla wartości średnich, zasady parametryzacji, teoria transportu gradientowego (teoria K), teoria drogi swobodnego mieszania, model Ekmana, domknięcia wyższych rzędów, domknięcia nielokalne,	W1, W3, U2	Wykład
5.	5) teoria podobieństwa, wielkości skalujące, logarytmiczny wzór na profil wiatru, współczynnik szorstkości, wysokość przesunięcia, teoria Monina-Obuchowa, parametr stabilności, długość Obuchowa, uniwersalne funkcje podobieństwa, opór aerodynamiczny i parametry tarcia, teoria podobieństwa liczby Rossbyiego, lokalna teoria podobieństwa,	W1, W3, U2	Wykład
6.	6) procesy zachodzące na powierzchni, warstwa laminarna i transport molekularny, bilans radiacyjny w strukturach o złożonej geometrii, proste parametryzacje składników bilansu radiacyjnego, bilans cieplny powierzchni, ciepło sztuczne, dobowy i roczny zmienność składników bilansu cieplnego dla różnych typów powierzchni, współczynnik Bowena, dobowy i roczny zmienność współczynnika Bowena, parametryzacje turbulencyjnych strumieni powierzchniowych, równanie dyfuzji cieplnej w gruncie i strumień ciepła do gruntu, matematyczna postać praw Fouriera, uwilgotnienie gleby i jego rola w bilansie cieplnym powierzchni	W1, W2, U3	Wykład
7.	7) fenomenologiczne cechy struktury WGA w przypadku warstwy konwekcyjnie wymieszanej, struktury w warstwie powierzchniowej, komórki termiczne, niestabilność Benarda – poziome walce wirującego powietrza, warstwa wymiany, fale grawitacyjne w warstwie wymiany, stabilna warstwa graniczna (SWG), natężenie i wysokość SWG, rozwój SWG, radiacyjne wychładzanie w SWG, rodzaje turbulencji w SWG, niski (nocny) prąd strumieniowy i przyczyny jego powstawania, fale grawitacyjne,	W1, W2, U3	Wykład

Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	Na końcową ocenę składa się wynik uzyskany na kolokwium pisemnym. Skala ocen: bardzo dobry (bdb; 5,0) – od 90% punktów, dobry plus (db plus; 4,5) – od 80% punktów, dobry (db; 4,0) – od 70% punktów, dostateczny plus (dst plus; 3,5) – od 60% punktów, dostateczny (dst; 3,0) – od 50% punktów, niedostateczny (ndst; 2,0) – poniżej 50% punktów.

Literatura

Obowiązkowa

1. Stull, R.B., 1988, An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer Acad. Publ., 666 ss

Dodatkowa

1. Fortuniak, K, 2010, Radiacyjne i turbulencyjne składniki bilansu cieplnego terenów zurbanizowanych na przykładzie Łodzi, Wyd. UŁ, Łódź, 232 ss
2. Sorbjan, Z., 1983, Turbulencja i dyfuzja w dolnej atmosferze, PWN, Warszawa, 338 ss.
3. Kędziora, A., 1999, Podstawy agrometeorologii, PWRiL, 364 ss.
4. Oke, T.R., 1995, Boundary Layer Climates, Methuen, London, 372 ss.
5. Garratt, J.R., 1994, The atmospheric boundary layer, Cambridge Univ. Press, 316 ss.
6. Sorbjan, Z., 1989, Structure of the atmospheric boundary layer, Prentice Hall, 317 ss.
7. Paszyński, J., Miara, K., Skoczek, J., 1999, Wymiana energii między atmosferą a podłożem jako podstawa kartowania topoklimatycznego, Dok. Geogr., 14, 127 ss.

Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	15
Czytanie wskazanej literatury	15
Przygotowanie do zaliczenia	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 60
Liczba punktów ECTS	ECTS 2

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
GRF_K2_K02	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do pogłębiania kompetencji zawodowych i aktualizacji wiedzy geograficznej wzbogaconej o wymiar interdyscyplinarny
GRF_K2_U01	Absolwent/ka potrafi posługiwać się w stopniu pogłębionym terminologią geograficzną w języku polskim oraz w języku angielskim, szczególnie w wybranej specjalności
GRF_K2_U02	Absolwent/ka potrafi stosować zaawansowane metody i narzędzia badawcze wykorzystywane w naukach geograficznych
GRF_K2_U08	Absolwent/ka potrafi opisywać w stopniu pogłębionym komponenty środowiska geograficznego oraz współzależności zachodzące między nimi
GRF_K2_W03	Absolwent/ka zna i rozumie w stopniu pogłębionym złożone zjawiska i procesy przyrodnicze w skali globalnej, regionalnej i lokalnej i ich wpływ na sferę społeczno-gospodarczą
GRF_K2_W05	Absolwent/ka zna i rozumie koncepcje geograficzne dotyczące zróżnicowania przestrzennego zjawisk na powierzchni Ziemi w kontekście ich wyjaśniania i modelowania
GRF_K2_W06	Absolwent/ka zna i rozumie w stopniu pogłębionym aparat pojęciowy studiowanej specjalności geograficznej oraz nauk szczegółowych powiązanych z tą specjalnością
GRF_K2_W08	Absolwent/ka zna i rozumie literaturę polską i obcą dotyczącą studiowanej specjalności geograficznej oraz podstawową literaturę nauk szczegółowych (przyrodniczych lub społecznych) powiązanych z tą specjalnością
GRF_K2_W09	Absolwent/ka zna i rozumie metody matematyczno-statystyczne na poziomie modelowania zjawisk i procesów przyrodniczych oraz społeczno-gospodarczych w zakresie studiowanej specjalności
GRF_K2_W10	Absolwent/ka zna i rozumie teoretyczne podstawy metod badawczych stosowanych w wybranej specjalności
GRF_K2_W12	Absolwent/ka zna i rozumie najnowsze trendy w rozwoju badań naukowych w Polsce i za granicą oraz zastosowania osiągnięć naukowych w praktyce w zakresie wybranej (studiowanej) specjalności