

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji

PROGRAM STUDIÓW

Poziom studiów: studia jednolite magisterskie

Kierunek studiów: meteorologia i hydrologia

Profil studiów: ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

*Uchwała Senatu Wojskowej Akademii Technicznej
im. Jarosława Dąbrowskiego
nr/WAT/..... z dnia.....*

Obowiązuje od roku akademickiego 2026/2027

Warszawa

2026

SPIS TREŚCI

1. Program studiów - założenia organizacyjne	3
2. Charakterystyka kierunku studiów	5
3. Realizacja studiów	6
4. Sylwetka osobowo - zawodowa absolwenta	7
5. Opis zakładanych efektów uczenia się	7
6. Wykaz zajęć	13
7. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia	45
8. Plan studiów	46
9. Załączniki	
Załącznik A. Opinia Wydziałowej Rady ds. Kształcenia	47
Załącznik B. Opinia Wydziałowej Rady Samorządu Studenckiego	48

PROGRAM STUDIÓW
założenia organizacyjne

dla kierunku studiów „meteorologia i hydrologia”

Poziom studiów *jednolite studia magisterskie*
Profil studiów *ogólnoakademicki*
Forma studiów *stacjonarne*
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom *magister inżynier*
Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji: 7

Kierunek studiów przyporządkowany jest do:

Dziedzina nauki: *nauki inżynieryjno-techniczne*

Dyscyplina naukowa: *inżynieria lądowa, geodezja i transport, 100 % punktów ECTS*

Dyscyplina wiodąca: *inżynieria lądowa, geodezja i transport*

Język studiów *polski*

Liczba semestrów 10

Łączna liczba godzin 3940

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: 300

Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć:

- prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia – 153,6
- z obszaru nauk humanistycznych lub nauk społecznych - 18

Wymiar, liczba punktów ECTS, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:

Każdy student realizujący studia na kierunku studiów *meteorologia i hydrologia* zobowiązany jest do zaliczenia praktyki zawodowej w wymiarze co najmniej: **8 tygodni**. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach praktyki: **7 ECTS**.

Praktyka jest integralną częścią realizowanego procesu uczenia się na kierunku *meteorologia i hydrologia*. Jej zaliczenie warunkuje zaliczenie danego roku studiów. Praktyka jest realizowana w X semestrze.

Zasady odbywania i zaliczania praktyki zawodowej reguluje *Regulamin studiów w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego oraz Zarządzenie Rektora Wojskowej Akademii Technicznej w sprawie zasad odbywania praktyk zawodowych*. Szczegółowe wytyczne określające zasady organizacji i realizacji praktyki są zawarte w dokumencie *Zasady odbywania i zaliczania praktyk zawodowych w Wydziale Inżynierii Lądowej i Geodezji*, dostępnym na stronie internetowej Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji. Praktyka zawodowa może być realizowana poprzez:

- 1) zawarcie porozumienia w sprawie praktyki zawodowej pomiędzy uczelnią, a wybranym indywidualnie przez studenta (praktyka indywidualna) lub uczelnię (praktyka grupowa), podmiotem gospodarczym, instytucją, organem administracji państwowej, samorządowej lub inną jednostką organizacyjną;
- 2) potwierdzenie efektów uczenia się, uzyskanych w procesie uczenia się poza systemem studiów w ramach ubiegania się o przyjęcie na studia na określonym kierunku, poziomie i profilu, przypisanych w danym programie studiów praktykom zawodowym;
- 3) udział studenta w obozie naukowo-badawczym, jeżeli charakter realizowanych zadań odpowiada programowi praktyki;
- 4) realizację praktyki indywidualnej w ramach wymiany międzynarodowej lub porozumienia uczelni z instytucjami międzynarodowymi;
- 5) wolontariaty lub staże;
- 6) udokumentowanie indywidualnej pracy zarobkowej.

CHARAKTERYSTYKA KIERUNKU STUDIÓW

Jednolite studia magisterskie na kierunku *meteorologia i hydrologia* trwają pięć lat, obejmują 10 semestrów i są przeznaczone dla osób cywilnych. Do osiągnięcia celów kształcenia (uczenia się) przyjęto zrównoważony charakter studiów, który zapewnia harmonijny i efektywny rozwój studenta, pozwalając mu na zdobywanie kompetencji etapami – od wiedzy i umiejętności ogólnotechnicznych aż po te, które zapewniają rozwiązywanie konkretnych zadań inżynierskich. W trakcie kształcenia studenci uzyskują w pierwszej kolejności solidne podstawy wiedzy teoretycznej z matematyki, fizyki, fizyki atmosfery, metod badanie hydrosfery i atmosfery oraz metod i technik programowania, które są niezbędne do przyswojenia w drugiej fazie studiów nowoczesnych zajęć kierunkowych i specjalistycznych, takich jak systemy informacji przestrzennych, programowanie w meteorologii, teledetekcyjne badanie atmosfery, metody synoptyczne i numeryczne prognozowania pogody, prognozy sytuacji hydrologicznej, podstawy uczenia maszynowego, sztuczna inteligencja w meteorologii.

W ramach kształtowania kompetencji społecznych studenci poznają elementy etyki zawodowej, bezpieczeństwa i higieny pracy, wybrane zagadnienia prawne oraz są zapoznawani z zagadnieniami ochrony własności intelektualnej. Oferta przedmiotów pozatechnicznych obejmuje również kształcenie językowe, którego celem jest opanowanie umiejętności czynnego posługiwania się językiem obcym na poziomie certyfikatu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Ważnym aspektem kształtowania kompetencji inżynierskich jest zapoznanie studentów z podstawami zarządzania i przedsiębiorczości. Kluczowym etapem studiów jest możliwość kształtowania indywidualnej ścieżki rozwoju poprzez wybór przedmiotów wybieralnych realizowanych na semestrach VII, VIII i IX. Program studiów obejmuje co najmniej 8 tygodni praktyki zawodowej, która odbywa się w instytucjach działających w obszarach zgodnych z kierunkiem studiów. Studia kończą się egzaminem dyplomowym, a absolwenci uzyskują tytuł zawodowy magistra inżyniera.

REALIZACJA STUDIÓW

Za realizację studiów na kierunku *meteorologia i hydrologia* odpowiada Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej. Wydział dysponuje nowoczesną i systematycznie rozwijaną bazą dydaktyczną oraz zapleczem naukowo-badawczym, co umożliwia prowadzenie atrakcyjnych i innowacyjnych zajęć, a także realizację badań w ramach dyscypliny *inżynieria lądowa, geodezja i transport*. Zasoby Wydziału obejmują jednostki organizacyjne – dwa instytuty, jedną katedrę oraz akredytowane laboratorium, a w proces kształcenia zaangażowane są także inne pracownie i laboratoria funkcjonujące w ramach Uczelni. Budynki dydaktyczne są dogodnie rozmieszczone na terenie kampusu WAT, co zapewnia komfortowe warunki studiowania. W toku studiów część zajęć dydaktycznych prowadzi kadra naukowa Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy oraz wykorzystana zostanie instytutowa baza laboratoryjna.

Meteorologia i hydrologia to kierunek, który stanowi odpowiedź na rosnące znaczenie zagadnień związanych z monitorowaniem, analizą i prognozowaniem zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych, mających istotny wpływ na funkcjonowanie infrastruktury, bezpieczeństwo ludności, gospodarkę oraz systemy transportowe. Kierunek ten łączy wiedzę z zakresu geodezji, teledetekcji, informatyki, analizy danych przestrzennych, meteorologii, hydrologii oraz modelowania numerycznego. Program studiów realizowany jest przez Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, który posiada dostęp do nowoczesnej infrastruktury pomiarowej, systemów obserwacyjnych i technologii badawczych wykorzystywanych w praktyce meteorologicznej i hydrologicznej.

W programie kształcenia szczególny nacisk położony jest na obserwacje i pomiary meteorologiczne i hydrologiczne, przetwarzanie i analizę danych środowiskowych, modelowanie procesów atmosferycznych i obiegu wody oraz prognozowanie zjawisk atmosferycznych i hydrologicznych. Studenci zdobywają praktyczne umiejętności w zakresie analizy danych pochodzących ze stacji pomiarowych, modeli numerycznych, zobrażeń satelitarnych i radarowych oraz baz danych przestrzennych, z wykorzystaniem narzędzi informatycznych i statystycznych, w tym języków programowania Python, MATLAB i R, skryptów Bash, narzędzia harmonogramowania Cron oraz specjalistycznego oprogramowania obliczeniowego i GIS. Wybrane przedmioty specjalistyczne prowadzone są w języku angielskim.

Kształcenie obejmuje zarówno przedmioty teoretyczne, jak i szeroki zakres zajęć praktycznych, w tym laboratoria specjalistyczne, ćwiczenia, projekty zespołowe oraz projekty przejściowe. Szczególny nacisk położony jest na rozwój umiejętności analitycznych, interpretacyjnych i projektowych, niezbędnych w pracy meteorologa i hydrologa. Program studiów uwzględnia możliwość indywidualizacji ścieżki kształcenia poprzez przedmioty do wyboru oraz realizację indywidualnego programu studiów. Aktywna praca studentów w kołach naukowych oraz dostęp do specjalistycznego oprogramowania i aparatury pomiarowej umożliwiają studentom rozwijanie własnych projektów badawczych oraz przygotowanie do pracy w środowisku badawczym i operacyjnym.

Absolwenci kierunku są przygotowani do pracy w instytucjach meteorologicznych i hydrologicznych, administracji publicznej, jednostkach gospodarki wodnej, służbach odpowiedzialnych za zarządzanie kryzysowe i bezpieczeństwo, sektorze energetycznym, rolnictwie, transporcie, ochronie środowiska oraz firmach konsultingowych i instytucjach badawczo-rozwojowych, zarówno w kraju, jak i za granicą.

SYLWETKA OSOBOWO-ZAWODOWA ABSOLWENTA

Absolwent jednolitych studiów magisterskich na kierunku *meteorologia i hydrologia* posiada kwalifikacje na poziomie 7 Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz kompleksową wiedzę i umiejętności w obszarze meteorologii, hydrologii, klimatologii, geodezji, analizy danych przestrzennych i informatyki. Dzięki interdyscyplinarnemu programowi studiów, obejmującemu zarówno przedmioty inżynierskie, przyrodnicze, jak i technologie informatyczne, absolwent jest przygotowany do analizy, modelowania i prognozowania procesów atmosferycznych i hydrologicznych oraz do oceny ich wpływu na środowisko i działalność człowieka. Absolwent posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu analizy wyników obserwacji i pomiarów meteorologicznych i hydrologicznych, teledetekcji, systemów informacji przestrzennej (GIS) oraz metod statystycznych i numerycznych wykorzystywanych w analizie danych środowiskowych. Biegłe posługuje się narzędziami informatycznymi do przetwarzania dużych zbiorów danych, wizualizacji wyników oraz integracji danych pochodzących z różnych źródeł, w tym stacji pomiarowych, modeli numerycznych oraz obrazowań satelitarnych i radarowych. Absolwent potrafi modelować i interpretować procesy atmosferyczne i obieg wody w środowisku, prognozować zjawiska pogodowe i hydrologiczne, oceniać zagrożenia naturalne (takie jak powódzie, susze, fale upałów, burze czy ekstremalne zjawiska pogodowe) oraz wspierać procesy decyzyjne w zakresie zarządzania środowiskiem, gospodarki wodnej i adaptacji do zmian klimatu. Dysponuje umiejętnościami analizy ryzyka oraz przygotowywania ekspertyz, raportów i opracowań na potrzeby administracji publicznej, sektora gospodarczego i instytucji badawczych. Absolwent jest przygotowany do pracy w zespołach interdyscyplinarnych, zarówno operacyjnych, jak i badawczo-rozwojowych, a także do samodzielnego realizowania złożonych zadań analitycznych i projektowych. Potrafi krytycznie oceniać dostępne dane i modele, projektować, planować i prowadzić badania oraz wdrażać innowacyjne rozwiązania w zakresie monitorowania i prognozowania środowiska. Posiada kompetencje komunikacyjne umożliwiające efektywne prezentowanie wyników analiz specjalistom i odbiorcom niespecjalistycznym. Absolwent jest przygotowany do podjęcia pracy m.in. w instytucjach meteorologicznych i hydrologicznych, administracji publicznej, służbach odpowiedzialnych za zarządzanie kryzysowe i bezpieczeństwo, jednostkach gospodarki wodnej, firmach konsultingowych, sektorze energetycznym, rolnictwie precyzyjnym, transporcie, ubezpieczeniach oraz centrach analiz środowiskowych w kraju i za granicą. Posiada również kompetencje umożliwiające prowadzenie własnej działalności gospodarczej oraz kontynuowanie kształcenia w szkołach doktorskich.

OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Opis zakładanych efektów uczenia się uwzględnia:

- uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w załączniku do ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji,
- charakterystyki drugiego stopnia określone w załączniku do rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji, w tym również umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich

i jest ujęty w trzech kategoriach:

- **kategoria wiedzy (W), która określa:**

- zakres i głębię (**G**) - kompletność perspektywy poznawczej i zależności,
- kontekst (**K**) - uwarunkowania, skutki.

- kategoria umiejętności (U), która określa:

- w zakresie wykorzystania wiedzy (W) - rozwiązywane problemy i wykonywane zadania,
- w zakresie komunikowania się (K) - odbieranie i tworzenie wypowiedzi, upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym i posługiwanie się językiem obcym,
- w zakresie organizacji pracy (O) - planowanie i pracę zespołową,
- w zakresie uczenia się (U) - planowanie rozwoju własnego i innych osób.

- kategoria kompetencji społecznych (K) - która określa:

- w zakresie ocen (K) - krytyczne podejście,
- w zakresie odpowiedzialności (O) - wypełnianie zobowiązań społecznych i działanie na rzecz interesu publicznego,
- w odniesieniu do roli zawodowej (R) - niezależność i rozwój etosu.

Objaśnienie oznaczeń:

- w kolumnie *symbol i numer efektu*:

- K – kierunkowe efekty uczenia się;
- W, U, K (po podkreślniku) – kategoria – odpowiednio: **wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych**;
- 01, 02, 03, ... - numer efektu uczenia się.

- w kolumnie ***kod składnika opisu*** – Inż_P7_WG – kod składnika opisu charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomie 7 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

symboli numer efektu	opis zakładanych efektów uczenia się	kod składnika opisu
WIEDZA		Absolwent:
K_W01	zna szczegółowo, w pogłębionym stopniu, wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności pomiędzy nimi stanowiące podstawową wiedzę ogólną o charakterze nauk społecznych i humanistycznych, ich miejscu w systemie nauk i relacjach do innych nauk, w tym technicznych.	P7S_WG
K_W02	zna i rozumie szczegółowo, w pogłębionym stopniu, wybrane fakty, zjawiska, obiekty i procesy w wybranych obszarach naukowych związanych z kierunkiem meteorologia i hydrologia. Posiada zaawansowaną wiedzę obejmującą metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, w tym w zakresie: fizyki atmosfery, klimatologii, hydrologii, geografii fizycznej, geoinformatyki, geodezji i kartografii. Jednocześnie opanował podstawowe pojęcia i zasady niezbędne do rozumienia tych dyscyplin.	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W03	zna i rozumie szczegółowo, w pogłębionym stopniu, wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między	P7S_WG Inż_P7S_WG

	nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę, kluczowe pojęcia i zasady z zakresu meteorologii dynamicznej i synoptycznej, hydrologii powierzchniowej i podziemnej, geodezji, a także ma pogłębioną wiedzę szczegółową dotyczącą metod i narzędzi do pomiaru parametrów meteorologicznych i hydrologicznych oraz pozyskiwania, przetwarzania i modelowania geoprzestrzennych danych meteorologicznych i hydrologicznych.	
K_W04	zna i rozumie szczegółowo, w pogłębionym stopniu, wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu przetwarzania, analizy oraz wizualizacji i interpretacji geoprzestrzennych danych meteorologicznych i hydrologicznych. Posiada praktyczną znajomość technologii i narzędzi inżynierskich umożliwiających realizację zadań z zakresu obserwacji atmosfery, obiegu wody w środowisku oraz geoinformatyki.	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W05	zna i rozumie szczegółowo, w pogłębionym stopniu wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu metod modelowania matematycznego i numerycznego procesów atmosferycznych i hydrologicznych, nowoczesnych technik obserwacyjnych stosowanych w meteorologii i hydrologii, w tym systemów satelitarnych, technik teledetekcyjnych, radarowych, fotogrametrycznych oraz systemów informacji geograficznej wykorzystywanych do badań atmosfery i zasobów wodnych.	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W06	zna i rozumie szczegółowo, w pogłębionym stopniu, podstawowe pojęcia i zasady z zakresu technik pomiarowych stosowanych w meteorologii i hydrologii, a także cykl życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych wykorzystywanych do pomiarów parametrów atmosferycznych i hydrologicznych, a także wpływ czynników meteorologicznych i hydrologicznych na projektowanie, eksploatację i bezpieczeństwo infrastruktury inżynierskiej oraz systemów transportowych.	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W07	zna szczegółowo, w pogłębionym stopniu metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich związanych z obserwacjami meteorologicznymi, pomiarami hydrologicznymi, teledetekcją środowiska, systemami GIS, kartografią oraz analizą przestrzenną zjawisk atmosferycznych i hydrologicznych.	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W08	rozumie pogłębiony opis matematyczny zjawisk fizycznych; rozumie procesy cyfrowego przetwarzania sygnałów pomiarowych; zna szczegółowo w pogłębionym stopniu wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, fizyki atmosfery, kartografii, statystyki, modelowania numerycznego oraz analizy danych, przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych problemów z zakresu meteorologii i hydrologii.	P7S_WG Inż_P7S_WG
K_W09	zna i rozumie szczegółowo w pogłębionym stopniu wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między	P7S_WG Inż_P7S_WG

	nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę podstawowe pojęcia i zasady z zakresu systemów odniesienia i lokalizacji przestrzennej, a także procesów fizycznych związanych z cyrkulacją atmosfery, obiegiem wody, bilansem energetycznym Ziemi oraz oddziaływaniem pola grawitacyjnego.	
K_W10	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie systemów operacyjnych i technik programowania oraz przetwarzania danych. Ma szczegółową wiedzę o podstawowym oprogramowaniu specjalistycznym.	P7S_WG
K_W11	ma szczegółową, pogłębioną, uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu meteorologii i hydrologii. Zna szczegółowo w pogłębionym stopniu narzędzia, techniki oraz metody pozyskiwania, opracowywania oraz analizy danych meteorologicznych, hydrologicznych i klimatycznych, a także metody interpretacji wyników badań środowiskowych.	P7S_WG
UMIEJĘTNOŚCI Absolwent:		
K_U01	potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz w wyższym stopniu w zakresie specjalistycznej terminologii.	P7S_UK
K_U02	potrafi dokonać obserwacji i interpretacji otaczających go zjawisk humanistycznych, prawnych i społecznych. Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym inżynierów z dyscypliny "inżynieria lądowa, geodezja i transport".	P7S_UW
K_U03	potrafi przygotować w języku polskim i obcym, uznawanym za podstawowy dla dziedziny nauk technicznych i dyscypliny naukowej inżynierii lądowej, geodezji i transporcie dobrze udokumentowane opracowanie problemów, a także prezentację ustną dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu meteorologii i hydrologii, przedstawiające wyniki własnych analiz, badań pomiarowych lub modelowych; potrafi jasno prezentować wyniki badań meteorologicznych i hydrologicznych.	P7S_UK
K_U04	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia w celu podnoszenia kompetencji zawodowych w zakresie meteorologii i hydrologii (m. in. klimatologii, fizyki atmosfery, kartografii, analiz środowiskowych oraz geoinformatyki).	P7S_UW
K_U05	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej w zakresie kierunku meteorologia i hydrologia; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U06	potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej w systemach informacji przestrzennej.	P7S_UW Inż_P7S_UW

K_U07	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U08	potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U09	potrafi przygotować się do pracy w środowisku zawodowym związanym z meteorologią i hydrologią oraz umie stosować zasady bezpieczeństwa w pracy.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U10	potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań w aspekcie wykorzystania geoprzestrzennych danych meteorologicznych i hydrologicznych w praktyce gospodarczej i środowiskowej.	P7S_UW
K_U11	potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania technologiczne stosowane w meteorologii i hydrologii, w szczególności aparaturę pomiarową, systemy obserwacyjne, modele numeryczne, technologie i metody przetwarzania danych.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U12	potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi pomiarowych służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym, charakterystycznego dla kierunku meteorologia i hydrologia oraz wybrać i zastosować właściwe metody i narzędzia pomiarowe.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U13	potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją – zaprojektować oraz zrealizować proste zadanie badawcze lub pomiarowe, typowe dla meteorologii i hydrologii, obejmujące obserwacje atmosfery, pomiary terenowe, analizy danych lub wykorzystanie teledetekcji i modeli numerycznych.	P7S_UW Inż_P7S_UW
K_U14	potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole wykonującym zadania zakresu meteorologii, hydrologii.	P7S_UO

KOMPETENCJE SPOŁECZNE		Absolwent:
K_K01	potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role; ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz wykazuje gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.	P7S_KO
K_K02	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji zadań meteorologicznej i hydrologicznej osłony kraju, a także zadań badawczych, pomiarowych i analitycznych z zakresu meteorologii i hydrologii oraz geoinformatyki zarówno indywidualnych, jak i zespołowych.	P7S_KO
K_K03	prawidłowo dostrzega, identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu w obszarze meteorologii i hydrologii.	P7S_KO
K_K04	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy w zakresie działalności związanej z meteorologią i hydrologią.	P7S_KO
K_K05	dostrzega społeczną rolę absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza potrafi formułować i przekazywać społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacje i opinie dotyczące osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej w zakresie zjawisk meteorologicznych, zmian klimatu oraz ich skutków środowiskowych, gospodarczych i społecznych w sposób rzetelny i zrozumiały. Jest przygotowany do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz interesu i środowiska społecznego.	P7S_KO

WYKAZ ZAJĘĆ
Grupy zajęć / przedmioty, ich skrócone opisy (programy ramowe),
przypisane do nich punkty ECTS
i efekty uczenia (odniesienie do efektów kierunkowych)

Lp.	nazwa grupy zajęć nazwa przedmiotu: skrócony opis (program ramowy)	liczba pkt ECTS	Kod dyscypliny	Odniesienie do efektów kierunkowych
	grupa treści kształcenia ogólnego <u>przedmioty ogólne</u>			
1.	<p style="text-align: center;">Język obcy:</p> <p>Materiał strukturalno-gramatyczny; powtórzenie, rozszerzenie i usystematyzowanie następujących zagadnień; czasy gramatyczne/czasy narracji; strona czynna/bierna; mowa zależna; tryb warunkowy; tworzenie pytań; kolokacje; zdania złożone; szyk wyrazów w zdaniu; czasowniki modalne; czasowniki frazowe. Materiał pojęciowo-funkcyjny; prośby; sugestie; oferty; porady; przyzwolenie/odmowa; zaprzeczenia; zgoda/niezgoda; wyrażanie opinii; przyczyny/skutku; powodu/celu; życzenie, przeproszanie; podsumowanie; wybór rejestru/stylu.</p>	8,0	ILGT	P7S_UK
2.	<p style="text-align: center;">Wychowanie fizyczne:</p> <p>Doskonalenie sprawności fizycznej. Rozwijanie umiejętności ruchowych i technicznych w zespołowych formach aktywności fizycznej. Kształtowanie i wyrabianie niezbędnych nawyków do systematycznej aktywności fizycznej. Samokontrola oceny poziomu sprawności fizycznej oraz wydolności organizmu na podstawie przeprowadzonych testów i sprawdzianów.</p>	0,0	-	
3.	<p style="text-align: center;">Etyka zawodowa:</p> <p>Etyka a moralność. Metaetyka, etyka normatywna i opisowa. Etyka ogólna a etyki zawodowe. Problem kodyfikacji norm etyki zawodowej. Zarys nurtów i koncepcji etycznych – starożytność, średniowiecze, nowożytność współczesność. Wybrane problemy etyki środowiskowej.</p>	1,5	ILGT	K_W07, K_U14, K_K03, K_K05
4.	<p style="text-align: center;">Ochrona własności intelektualnych:</p> <p>Pojęcie dóbr niematerialnych, ich rodzaje i historyczna ewolucja. Dobra osobiste. Rodzaje utworów i rozwiązań Umowny podział na własność intelektualną, chronioną przez prawo autorskie i własność przemysłową chronioną przez prawo własności przemysłowej. Przedmiot ochrony prawa autorskiego. Program komputerowy jako przedmiot ochrony prawno-autorskiej.</p>	1,0	ILGT	K_W10, K_K04

	Podstawy zarządzania i przedsiębiorczości:			
5.	Pojęcia podstawowe z zarządzania, proces zarządzania, struktury organizacyjne, kierowanie ludźmi. Zarządzanie jako proces informacyjno-decyzyjny. Proces podejmowania decyzji. Współczesne koncepcje zarządzania.	2,5	ILGT	K_W09, K_U06, K_U14, K_K01, K_K04
6.	Wprowadzenie do informatyki: Zasady rozwiązywania problemów przy użyciu komputerów oraz praktyczna nauka programowania. Budowa komputera i działanie systemu operacyjnego. Wprowadzenie do programowania. Zadania i algorytmy. Opis słowny algorytmu. Przykłady zadań i algorytmów.	3,0	ILGT	K_W04, K_U08, K_U03, K_K02
7.	Wprowadzenie do studiowania: Nowoczesne metody studiowania i umiejętności niezbędne w studiowaniu dostosowane do specyfiki kierunku studiów: umiejętność samodzielnego uczenia się, autoprezentacji, wystąpień publicznych, naukowej dyskusji, odpowiedzialnej pracy w zespole, studiowania literatury naukowej, tworzenia sprawozdań z badań, inicjowania zagadnień do studiowania, rozwijania postawy badawczej i twórczej, a także zarządzania swoim czasem oraz radzenia sobie ze stresem.	0,5	ILGT	K_W01, K_W02, K_K01, K_K02
8.	Wybrane zagadnienia prawa: Istota prawa, teoria i praktyka prawa. Podstawowe gałęzie prawa w Polsce. Prawo autorskie i wynalazcze. Prawo a wpływ na naukę.	1,5	ILGT	K_W01, K_U02, K_K03
9.	Bezpieczeństwo i higiena pracy: Pojęcia i definicje: ergonomia, bezpieczeństwo i higiena pracy, ochrona pracy, czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe. Obowiązki pracodawcy i pracownika. Nadzór nad warunkami pracy.	0,0	-	
10.	Przedmiot społeczno-humanistyczny do wyboru:	2,0	ILGT	K_W01, K_U02, K_K05
10a.	Historia Polski: Znajomość historii Polski od X do XX wieku - najważniejszych wydarzeń i procesów historycznych. Rozumienie konieczności posiadania wiedzy z zakresu historii Polski w celu skutecznego wywiązywania się z obowiązków służbowych.			
10b.	Filozofia: Geneza filozofii: przedmiot, metody poznania i działy oraz kierunki rozwojowe. Główne zagadnienia i podstawowe problemy dziejów myśli filozoficznej: epoki, okresy i szkoły. Filozofia epoki starożytnej: okresy i główne szkoły oraz podstawowe problemy. Filozofia epoki średniowiecznej: okresy i główne szkoły i podstawowe problemy. Filozofia epoki nowożytnej i współczesnej: okresy i główne szkoły oraz podstawowe problemy. Główne zagadnienia i podstawowe problemy ontologii.			

	Główne zagadnienia i podstawowe problemy epistemologii. Główne zagadnienia i podstawowe problemy aksjologii. Główne zagadnienia i podstawowe problemy filozofii Zarządzania jako filozofii szczegółowej.			
10c.	<p>Podstawy edukacji muzycznej:</p> <p>Podstawowe informacje o muzyce i kulturze. Zapoznanie z historią i tradycją pieśni patriotycznych. Zasady muzyki (dźwięku, notacji muzycznej, elementów dzieła muzycznego, klasyfikacji instrumentów muzyki). Podstawy prawidłowej emisji głosu z doskonaleniem elementów autoprezentacji. Zajęcia są powiązane z działalnością Chóru Akademickiego WAT i uczestniczący w nich studenci mają możliwość wzięcia udziału w występach zespołu.</p>			
	<p>grupa treści kształcenia podstawowego <u>przedmioty podstawowe</u></p>			
1.	<p>Matematyka 1:</p> <p>Podstawowe pojęcia i twierdzenia matematyki, podstawy logiki i teorii mnogości. Algebra z geometrią analityczną oraz zagadnienia rachunkowe w zakresie: liczb rzeczywistych; funkcji elementarnych; liczb zespolonych; macierzy, wyznaczników, układów liniowych równań algebraicznych. Przestrzenie wektorowe, proste, płaszczyzny i powierzchnie drugiego stopnia w przestrzeni trójwymiarowej.</p>	6,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_W08, K_U08, K_K01
2.	<p>Matematyka 2:</p> <p>Pojęcia i twierdzenia matematyki w zakresie analizy matematycznej oraz zagadnienia rachunkowe w zakresie liczb rzeczywistych, ciągów i szeregów liczbowych. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej oraz rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych rzeczywistych.</p>	6,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_W08, K_U08, K_K01
3.	<p>Podstawy grafiki inżynierskiej:</p> <p>Podstawy wykonania i umiejętność odczytywania inżynierskiej dokumentacji technicznej. Metody odwzorowań figur geometrycznych na płaszczyźnie, oparte na rzutowaniu prostokątnym i środkowym; badanie własności figur geometrycznych przedstawiając uzyskane wyniki w sposób graficzny na płaszczyźnie rysunku. Ogólne zasady rzutowania środkowego i prostokątnego. Praktyczne metody wzajemnie jednoznacznego odwzorowania przestrzeni na płaszczyznę:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rzutowanie aksonometryczne, • rzutowanie prostokątne na dwie lub więcej wzajemnie prostopadłych rzutni (rzuty Monge'a) • rzut cechowany, • rzut środkowy (perspektywa). 	3,0	ILGT	K_W08, K_W11, K_U06, K_U08, K_K01, K_K05

4.	<p>Wprowadzenie do metrologii:</p> <p>Miejsce i rola metrologii jako interdyscyplinarnego obszaru wiedzy we współczesnym społeczeństwie. Definicje podstawowych pojęć z zakresu metrologii. Istota podstawowych metod pomiarowych. Budowa oraz przeznaczenie podstawowych wzorców i przyrządów pomiarowych wielkości fizycznych. Błędy i niepewność pomiaru.</p>	3,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_U02, K_U07, K_K03, K_K04
5.	<p>Matematyka 3:</p> <p>Analiza matematyczna oraz zagadnienia rachunkowe w zakresie równań różniczkowych zwyczajnych, rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych rzeczywistych. Rachunek prawdopodobieństwa.</p>	4,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_U08, K_U08, K_K01
6.	<p>Podstawy klimatologii:</p> <p>Przedmiot i zakres badań klimatologicznych. Pogoda a klimat. Klimat i system klimatyczny. Procesy klimato-twórcze (obieg ciepła, wody i cyrkulacja atmosferyczna). Energia w systemie klimatycznym. Charakterystyka i rozkład przestrzenny podstawowych elementów klimatu. Promieniowanie Słońca, Ziemi i atmosfery. Rozkład temperatury i opadów na kuli ziemskiej. Rozkład ciśnienia na kuli ziemskiej. Cyrkulacja atmosfery. Ogólna cyrkulacja atmosfery. ENSO. NAO. Pasaty i antypasaty. Monsuny. Cyklony. Wiatry regionalne i lokalne. Burze. Tornada. Czynniki geograficzne kształtujące klimat. Szerokość geograficzna. Wysokość n.p.m. Rzeźba terenu. Prądy morskie. Rodzaj podłoża. Pokrycie terenu. Klimaty kuli ziemskiej. Podziały klimatów (klasyfikacje i regionalizacje): Koppena, Okołowicza. Specyfika klimatu obszarów górskich i zurbanizowanych (m.in. ukształtowanie, wysokość, przebieg łańcuchów górskich i ich wpływ na klimat, góry jako bariera klimatyczna, warunki meteorologiczne w górach, piętra klimatyczne i klimatyczno-roślinne, cechy klimatu miasta, miejska wyspa ciepła). Klimat Polski. Czynniki geograficzne, radiacyjne i cyrkulacyjne klimatu Polski. Cechy klimatu Polski. Rozkład przestrzenny i zmienność czasowa podstawowych elementów klimatu Polski. Regionalizacja klimatu Polski. Zmiany i zmienność klimatu. Przyczyny zmian klimatu. Zmiany klimatu w historii Ziemi. Współczesne zmiany klimatu - antropogeniczny i naturalny efekt cieplarniany, globalne ocieplenie (Broecker), ekstremalne zjawiska pogodowe.</p>	2,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_U02, K_U04, K_U05, K_K05
7.	<p>Metody i techniki programowania:</p> <p>Nauka programowania w języku Python i/lub .NET. Metody i narzędzia do opracowania programów konsolowych. Struktury języka programowania oraz programy do rozwiązywania zadań geodezyjnych.</p>	4,0	ILGT	K_W04, K_W10, K_W11, K_U04, K_U07
8.	<p>Podstawy hydrologii:</p> <p>Hydrosfera i jej własności. Procesy krążenia wody w układzie atmosfera – powierzchnia ziemi (ląd, ocean) – skorupa ziemska. Zlewnia – podstawowa jednostka przestrzenna w hydrologii, w której zachodzi przepływ energii i obieg materii. Bilans wodny i jego zmiany. Właściwości i</p>	3,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_U02, K_U04, K_U05, K_K05

	<p>charakterystyka wód powierzchniowych i podziemnych oraz procesów hydrologicznych (opady atmosferyczne, odpływ i jego struktura, retencja). Mechanizmy rządzące ustrojami rzecznyymi i jeziornymi w kontekście uwarunkowań klimatycznych i antropogenicznych. Metody badania i analizowania obiektów hydrologicznych i procesów obiegu wody: od opisu jakościowego (zrozumienia zjawisk) do analizy ilościowej i modelowania matematycznego. Opis cyklu hydrologicznej w skali zlewni. Opis zlewi jako dynamicznego systemu fizycznogeograficznego. Odpływ rzeczny - hydrogram rzeczny i jego składowe. Podstawowe informacje dotyczące procesów hydrologicznych wpływających na wielkość i rozkład w czasie odpływu ze zlewni. Charakterystyka procesów i ich uwarunkowań: opadów atmosferycznych, ewapotranspiracji, retencji oraz odpływu ze zlewni.</p>			
9.	<p>Podstawy meteorologii:</p> <p>Atmosfera i jej właściwości fizyczne. Promieniowanie w atmosferze. Skład chemiczny powietrza i jego zmiana z wysokością. Pionowa budowa atmosfery (warstwy). Ozon w atmosferze. Promieniowanie atmosferyczne. Pochłanianie, rozpraszanie, odbicie promieniowania. Skład widmowy promieniowania. Promieniowanie Ziemi, promieniowanie zwrotne. Równowaga cieplna Ziemi. Wprowadzenie do termodynamiki. Podstawowe parametry i prawa fizyczne. Równanie hydrostatyczne. Pierwsza zasada termodynamiki. Ciepło właściwe powietrza. Para wodna w atmosferze: rodzaje wilgotności i temperatury. Procesy diabatyczne i adiabatyczne. Stabilność i niestabilność atmosfery, pionowy gradient temperatury. Podstawy diagramu Stuevego. Opady atmosferyczne. Przemiany fazowe wody. Przyczyny i produkty kondensacji pary. Opady atmosferyczne: powstawanie i rodzaje. Rodzaje wiatru i siły wpływające na jego powstanie. Siły wpływające na poziomy ruch powietrza. Równowaga geostroficzna. Ruchy pionowe i poziome, konwergencja i dywergencja. Rodzaje wiatru, uskok i porywy wiatru. Cyrkulacja atmosfery. Ogólna cyrkulacja atmosfery. Fale Rossby'ego. Konwergencja i dywergencja. Wiatr a geostroficzny. Wiatr termiczny. Prądy strumieniowe. Masy powietrza i układy baryczne. Masy powietrza: klasyfikacja geograficzna i termodynamiczna, rejon pochodzenia, transformacja mas. Powstawanie, podział i regeneracja układów barycznych (cyklony i antycyklony). Pogoda w układach barycznych (wyżę, niżę, siodła baryczne). Fronty atmosferyczne i chmury. Warunki kondensacji pary wodnej. Rodzaje i tworzenie się frontów atmosferycznych. Chmury i pogoda związana z frontami. Międzynarodowa klasyfikacja chmur. Burze i zjawiska optyczne. Rodzaje burz: warunki powstawania i klasyfikacja. Mechanizm powstawania superkomórek. Zjawiska towarzyszące burzom. Zjawiska optyczne.</p>	3,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_W09, K_U02, K_U04, K_U05, K_K05
10.	<p>Fizyka 1:</p> <p>Zjawiska fizyczne, podstawowe pojęcia i prawa fizyki z zakresu mechaniki, teorii drgań, pola elektrostatycznego i magnetycznego. Zastosowanie matematyki do ilościowego opisu zjawisk fizycznych. Zastosowanie</p>	6,0	ILGT	K_W02, K_W04, K_U01, K_U07, K_U03, K_K01, K_K07, K_K04

	przyrządów pomiarowych i podstawowych metod pomiarów wielkości fizycznych.			
11.	<p style="text-align: center;">Fizyka 2:</p> <p>Zjawiska fizyczne, pojęcia i prawa fizyki z zakresu ruchu falowego, elektromagnetyzmu, optyki, mechaniki kwantowej, termodynamiki, fizyki ciała stałego i fizyki jądrowej. Zastosowanie matematyki do ilościowego opisu złożonych zjawisk fizycznych. Zastosowanie ważniejszych przyrządów pomiarowych i metod pomiarów wielkości fizycznych.</p>	4,0	ILGT	K_W02, K_U01, K_U03, K_U07, K_K01, K_K04, K_K07
12.	<p style="text-align: center;">Technologie internetowe:</p> <p>Internet rzeczy (przedmiotów), podstawowe założenia i trendy rozwoju. Platformy dla urządzeń Internetu rzeczy, z wyszczególnieniem ich architektury z wyróżnieniem warstwy fizycznej i logicznej. Technologie warstwy łącza danych dla IRze-IoT z uwzględnieniem technologii komunikacji bezprzewodowej i przewodowej, sieci Manet. Specyfika warstwy sieciowa dla IRze-IoT. Protokoły komunikacyjne dla IRze-IoT: protokoły SOA zorientowane na usługi (COAP), protokoły komunikacyjne oparte na wymianie komunikatów (MQTT), protokoły identyfikacji, wykrywania i rozpoznawania usług. Technologie i algorytmy wykorzystywane w przetwarzaniu danych dla IRze-IoT: organizacja przetwarzania danych dla Internetu rzeczy, idea i środowiska cloud computing. Aplikacje – Internet of Military Things, idea zastosowania IRze-IoT w działaniach militarnych i zarządzaniu kryzysowym. Idea i koncepcje Smart City oraz Smart Grid. Smart Home, Home Automation, Automatyka domowa. Automatyka samochodowa i odbiór danych z sensorów i systemów pokładowych pojazdów (monitoring systemów uzbrojenia).</p>	3,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_W10, K_U04, K_U07, K_K03
13.	<p style="text-align: center;">Biometeorologia i agrometeorologia:</p> <p>Wprowadzenie do świata roślin i zwierząt. Rola pogody w produkcji roślinnej i zwierzęcej. Promieniowanie słoneczne i światło w produkcji roślinnej . Promieniowanie słoneczne i wiatr w produkcji zwierzęcej. Temperatura powietrza i gleby. Woda w produkcji rolniczej. Opady i ich rozkład. Opady atmosferyczne, wilgotność powietrza, wentylacja w produkcji zwierzęcej. Zjawiska ekstremalne w produkcji zwierzęcej. Mikroklimat pola. Mikroklimat budynków inwentarskich. Gleba. Wpływ pogody na warunki pastwiskowe. Wpływ pogody na zabiegi agrotechniczne. Jakość plonu. Zmiany klimatu. Wprowadzenie – zakres i cele kursu. Biometeorologia kiedyś i dziś – rys historyczny badań biometeorologicznych. Podstawy biometeorologii człowieka. Bodźce pogodowe i ich wpływ na organizm człowieka. Biologiczne działanie promieniowania słonecznego (cieplne, widzialne, UV). Termoregulacja organizmu człowieka i obciążenie termiczne. Bioklimat Polski i jego właściwości lecznicze. Choroby klimat zależne. Zagrożenia pogodowe dla organizmu człowieka na terenie otwartym i sposoby ochrony przed nimi. Źródła informacji biometeorologicznej, w tym prezentacja serwisu biome-teo.imgw.pl i wykorzystywanych tam wskaźników biometeorologicznych. Prezentacja pracy operacyjnej biometeorologa, przygotowanie prognozy biometeorologicznej dla Polski dla wybranego dnia.</p>	3,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_U04, K_U05, K_K05

	grupa treści kształcenia kierunkowego <u>przedmioty kierunkowe</u>			
	<i>Wprowadzenie do geomatyki:</i>			
1.	Podstawy technik pozyskiwania danych, w tym pomiary geodezyjne; opracowanie wyników pomiarów geodezyjnych przy użyciu wybranych pakietów oprogramowania; prezentacja, przechowywanie, wymiana danych.	2,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U06, K_U07
	<i>Teoria błędów:</i>			
2.	Elementy teorii błędów pomiarów: źródła błędów, rodzaje błędów występujących w pomiarach geodezyjnych, miary charakteryzujące dokładność pomiarów. Podstawy statystyki.	2,0	ILGT	K_W01, K_W07, K_W08, K_W09, K_U04, K_U07
	<i>Kartografia:</i>			
3.	Wybrane zagadnienia z kartografii matematycznej, w tym teoria zniekształceń odwzorowawczych, charakterystyka stosowanych w geodezji i kartografii wybranych odwzorowań oraz z kartografii. Koncepcja, funkcji i formy mapy. Zasady redagowania i opracowywania treści map. Nazewnictwo geograficzne. Generalizacja kartograficzna. Statystyczne metody przetwarzania danych przestrzennych. Kartograficzne aspekty Systemu Informacji Przestrzennej (SIP) (GIS – Geographic Information System). Kartografia tematyczna. Kartografia cyfrowa. Automatyzacja procesu opracowania i wydawania map. Technologia wytwarzania map.	4,0	ILGT	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_W09, K_W11, K_U04, K_U07, K_K03
	<i>Podstawy fotogrametrii i teledetekcji:</i>			
4.	Definicja fotogrametrii. Wykonywanie fotogrametrycznych zdjęć lotniczych i naziemnych. Metody obserwacji i pomiarów na zdjęciach. Analityczne i analogowe opracowanie stereogramu. Technologie fotogrametryczne – ich zastosowania. Ortofotomapa, wykorzystanie Numerycznego Modelu Terenu (NMT). Metody numeryczne przetwarzania obrazów. Fotogrametria cyfrowa, klasyfikacja tematyczna treści obrazów cyfrowych. Podstawy fizyczne teledetekcji. Zależności energetyczne w układzie Słońce – obiekt – urządzenie rejestrujące. Pasma pochłaniania promieniowania, okna atmosferyczne stosowane w teledetekcji. Charakterystyki spektralne obiektów – metody pomiaru, znaczenie w teledetekcji. Fotograficzne metody rejestracji. Metody i zasady fotointerpretacji. Skanery. Zobrazowania satelitarne. Zastosowania teledetekcji.	4,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01, K_K02, K_K03
	<i>Podstawy ekohydrologii:</i>			
5.	Ekohydrologia jako nauka integrująca hydrologię i ekologię, jej geneza, koncepcje, teoretyczne podstawy i reguły. Wdrożenia i praktyczne rozwiązania ekohydrologiczne w celu poprawy jakości wód, bioróżnorodności oraz zwiększenia odporności ekosystemów na zmiany klimatu i presję antropogeniczną. Foresight – pojęcie, metodyka, wdrażanie.	2,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U04, K_U05, K_K05
	<i>Kształtowanie i ochrona zasobów wodnych:</i>			
6.		2,0	ILGT	K_W02, K_U04, K_U05, K_K05

	Przywracanie ekosystemom naturalnych funkcji utraczonych przez działalność człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem metod inżynierskich i ekologicznych. Techniczne i systemowe zarządzanie wodą w celu zaspokojenia potrzeb ludzkości przy jednoczesnej ochronie ekosystemów. Wpływ regulacji i zabudowy hydrotechnicznej na funkcjonowanie systemów rzecznych. Hydromorfologia rzek (MAP) - procesy korytowe, przekształcenia antropogeniczne, ocena stanu hydromorfologicznego rzek. Zastosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS) w adaptacyjnym kształtowaniu systemów rzecznych w warunkach zmiany klimatu (MAP).			
7.	<p style="text-align: center;">Układy odniesienia w geodezji (cz. j. ang.):</p> <p>Systemy i układy odniesienia oraz układy współrzędnych stosowane w geodezji. Ziemi i niebieski układ odniesienia, transformację pomiędzy układem ziemskim a niebieskim. Dynamika ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi oraz pojęcie wysokości w geodezji i systemy wysokości.</p>	3,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_U03, K_U05
8.	<p style="text-align: center;">Metody opracowywania charakterystyk hydrologicznych:</p> <p>Przedstawienie operacyjnych metod obliczania charakterystyk hydrologicznych, w szczególności stanu wody i natężenia przepływu wody. Metody opracowywania hydrologicznych danych hydrologicznych. Krzywa natężenia przepływu.</p>	3,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_W08, K_U03, K_U05, K_U08, K_U10, K_K02, K_K04
9.	<p style="text-align: center;">Techniki pomiarów w meteorologii:</p> <p>Pomiary i obserwacje w meteorologii. Klasyfikacja pomiarów. Sieć stacji i posterunków meteorologicznych. Zasady i terminy wykonywania pomiarów i obserwacji. Temperatura powietrza. Procesy fizyczne wykorzystywane w termometrii. Konstrukcja termometrów i termografu. Wykonywanie pomiarów temperatury. Poprawki. Dobowy przebieg temperatury. Pionowy profil temperatury. Ciśnienie atmosferyczne. Konstrukcja barometrów, aneroidów i barografów. Barometry cyfrowe. Wykonywanie pomiarów ciśnienia. Poprawki. Redukcja ciśnienia do poziomu morza. Wilgotność powietrza. Ciśnienie pary wodnej w powietrzu wilgotnym. Konstrukcja psychrometrów, higrometrów i higrografów. Wykonywanie pomiarów wilgotności powietrza. Poprawki. Tablice psychrometryczne. Wiatr przy powierzchni Ziemi. Zasady pomiaru prędkości i kierunku wiatru. Konstrukcja wiatromierzy. Wykonywanie pomiarów prędkości i kierunku wiatru. Szacowanie i obserwacje wiatru przy powierzchni Ziemi – skala Beauforta. Siły działające na poruszające się powietrze. Wiatr geostroficzny i gradientowy. Rozkład wiatru w przyziemnej warstwie atmosfery. Zachmurzenie. Wykonywanie obserwacji zachmurzenia. Rozpoznawanie rodzajów, gatunków i odmian chmur oraz zjawisk towarzyszących. Metody pomiaru i szacowania wysokości podstawy chmur. Konstrukcja mierników wysokości podstawy chmur. Wykonywanie pomiarów wysokości podstawy chmur. Widzialność. Widzialność meteorologiczna. Widzialność wzdłuż drogi startowej (RVR). Czynniki zmniejszające</p>	2,0	ILGT	K_W04, K_W06, K_W07, K_W11, K_U06, K_U07, K_U09, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04

	<p>widzialność. Konstrukcja widzialnościomierza. Wykonywanie obserwacji i pomiarów widzialności. Widzialność pozioma, skośna i pionowa, ich wzajemne zależności i zależność od niskich chmur. Opady atmosferyczne. Definicja meteorów i klasyfikacja hydrometeorów. Związki opadów i rodzajów chmur. Konstrukcja deszczomierzy i pluwiografów. Wykonywanie obserwacji opadu i pomiarów wysokości opadu. Parowanie. Czynniki wpływające na parowanie wody. Parowanie z różnych powierzchni. Konstrukcja ewaporometrów. Wykonywanie pomiarów parowania. Obserwacje morskie. Pomiar temperatury powierzchni morza. Fale morskie. Zjawiska specjalne. Pokrywa lodowa na morzu. Usłonecznienie. Konstrukcja heliografu. Pomiar usłonecznienia. Stan gruntu. Grunt reprezentatywny dla stacji. Pomiar temperatury gruntu i przy gruncie. Wykonywanie obserwacji stanu gruntu. Automatyczne meteorologiczne systemy pomiarowe. Stacje automatyczne. Rozproszone systemy pomiarowe. Lotniskowe systemy pomiarów meteorologicznych.</p>			
10.	<p>Podstawy aerologii:</p> <p>Pomiary aerologiczne - przedmiot badań i zagadnienia aerologii. Metody pomiaru ciśnienia, temperatury i wilgotności powietrza stosowane w aerologii. Teoretyczne podstawy pomiaru wiatrów górnych. Radioteodolitowy system sondażowy. Pionowy profil atmosfery. Metody opracowywania i kodowania wyników pomiarów aerologicznych.</p>	1,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_W09, K_U04, K_U05, K_K05
11.	<p>Kodowanie informacji meteorologicznych:</p> <p>Ogólne zasady kodowania pomiarów meteorologicznych. Klucz SYNOP. Obserwacja chmur, klasyfikacja rodzajów chmur, wielkości zachmurzenia, wysokości podstaw chmur. Kodowanie rodzaju i wielkości zachmurzenia oraz wysokości podstaw chmur wg. klucza SYNOP. Hydrometeorologii i kodowanie hydrometeorów wg. tabeli zjawisk klucza SYNOP. Klucz METAR i SPECI. Mapa synoptyczna i krążek synoptyczny. Zasady wnoszenia danych z depezy SYNOP na mapę synoptyczną. Redagowanie depezy SYNOP i METAR.</p>	1,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W05, K_W08, K_W10, K_W11, K_U03, K_U05, K_U06, K_U08, K_U10, K_U11, K_U14, K_K04, K_K05
12.	<p>Pomiary i obserwacje hydrologiczne:</p> <p>Struktura i organizacja hydrologiczno-meteorologicznej sieci pomiarowo-obserwacyjnej PSHM IMGW-PIB. Metody i zasady wykonywania pomiarów i obserwacji wybranych elementów meteorologicznych: opadów atmosferycznych, temperatury i wilgotności powietrza, pokrywy śnieżnej, prędkości i kierunku wiatru. Transfer i przekazywanie danych. Jakość danych pomiarowo-obserwacyjnych i jej kontrola, monitoring działania sieci. Standaryzacja i normy w miernictwie meteorologicznym i hydrologicznym. Hydrologiczna sieć pomiarowo-obserwacyjna. Stacje hydrologiczne i ich wyposażenie. Czujniki do pomiarów stanów wody, temperatury wody, przepływowomierze – budowa, zasady działania. Transmisja i gromadzenie danych pomiarowych w czasie rzeczywistym. Obserwacje wodowskazowe (stan wody, zjawiska lodowe, zarastanie). Pomiary na morzu (mareografy, boje falowe). Pomiary hydrometryczne: przyrządy, metody, procedury, opracowanie wyników. Pomiary hydrometryczne</p>	3,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W06, K_W07, K_W11, K_U03, K_U07, K_U09, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04

	przepływu: metody i zasady wykonywania pomiarów oraz opracowania wyników. Przyrządy pomiarowe (ADCP, młynki hydrometryczne) - budowa, działanie, ograniczenia metod. Błędy pomiarowe. Przekroje korytowe i dolinowe: wodowskazowe i dodatkowe (pomocnicze). Określanie śladów wielkiej wody. Opracowanie wyników pomiarowych.			
13.	<p style="text-align: center;">Ćwiczenia terenowe z hydrologii:</p> <p>Pomiary hydrometryczne (przepływ i prędkość). Wybór i ocena przekroju pomiarowego. Sondaż koryta. pomiar prędkości punktowej. Prowadzenie dziennika pomiarowego. Pomiar prędkości powierzchniowej. obserwacja stanów i parametrów wody. Inwentaryzacja zjawisk lodowych i stopnia zarastania koryta. Opracowanie i weryfikacja danych. Obliczenie natężenia przepływu. Wykreślenie profilu poprzecznego koryta rzeki. Analiza błędów pomiarowych. Weryfikacja transmisji danych. Przekroje korytowe i dolinowe (wodowskazowe i pomocnicze). Określanie śladów wielkiej wody. Opracowanie wyników pomiarowych.</p>	2,0	ILGT	K_W06, K_W07, K_U07, K_U09, K_U12, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
14.	<p style="text-align: center;">Teledetekcja w hydrologii:</p> <p>Podstawy teledetekcji w hydrologii. Systemy satelitarne na potrzeby hydrologii. Produkty satelitarne wykorzystywane w osłonie hydrologicznej (produkty opadowe, śniegowe, wilgotność gleby, altymetria satelitarna, obszary pokryte wodą, falowanie, monitorowanie zjawisk lodowych) - analiza, interpretacja, ograniczenia.</p>	1,0	ILGT	K_W04, K_W05, K_W07, K_W11, K_U03, K_U05, K_U06, K_U07, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
15.	<p style="text-align: center;">Systemy informacji przestrzennej:</p> <p>Podstawowe pojęcia z zakresu systemów informacji przestrzennej (SIP/GIS). SIP na tle innych systemów informacyjnych. Części składowe SIP. Funkcjonalne podejście do SIP. Bazy danych przestrzennych – typy, część geometryczna i opisowa. Metody projektowania i eksploatacji baz danych. Wizualizacja danych. Mapy bazy danych i systemy informacji przestrzennej. Zakres pojęcia model. Model – obraz rzeczywistości, model (postać) danych.</p>	4,0	ILGT	K_W01, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06
16.	<p style="text-align: center;">Geobazy danych:</p> <p>Przykładowe bazy danych przestrzennych; bazy danych tworzące zasób geodezyjny i kartograficzny; Volunteered Geographic Information (VGI); Problemy prawne i etyczne związane z wykorzystywaniem danych. Język SQL jako narzędzie do pobierania i analizowania danych. Elementy i ocena jakości zbiorów danych przestrzennych z perspektywy producenta i użytkownika. System zarządzania jakością danych BDOT10k.</p>	5,0	ILGT	K_W02, K_W04, K_W05, K_W10, K_U05, K_U06, K_U07, K_U11
17.	<p style="text-align: center;">Projektowanie systemów geoinformatycznych:</p> <p>Podstawy UML, podstawowe elementy notacji diagramów klas, reguły budowy schematów aplikacyjnych, integracja budowanego modelu ze schematami znormalizowanymi opisu położenia, geometrii i topologii oraz jakości i metadanych, metodyka informacji geograficznej, specyfikacje OMG, standardy OGC, normy ISO 19100, metody obiektowe, metody strukturalne.</p>	5,0	ILGT	K_W10, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U11, K_K04

18.	<p style="text-align: center;">Udostępnianie i struktury danych geoprzestrzennych:</p> <p>Udostępnianie danych przestrzennych w aspekcie prawnym i technicznym. Inicjatywa i dyrektywa INSPIRE, korzyści związane z jej wdrożeniem oraz główne elementy składowe infrastruktury informacji przestrzennej. Usługi danych przestrzennych z punktu widzenia ich twórców i użytkowników na różnych poziomach administracyjnych. Pojęcia: infrastruktury informacji przestrzennej (IIP), INSPIRE, interoperacyjność, usługi danych przestrzennych, dane przestrzenne oraz metadane. Standaryzacja, Geography Markup Language (GML). Geoportale i archiwa danych przestrzennych. Udostępnianie danych geoprzestrzennych (na różnych poziomach: globalny, krajowy, regionalny, lokalny). Dostęp zdalny do zasobów danych przestrzennych.</p>	4,0	ILGT	K_W10, K_W11, K_U05, K_U07, K_U08, K_U11, K_U13
19.	<p style="text-align: center;">Meteorologia dynamiczna:</p> <p>Promieniowanie słoneczne jako źródło wszystkich procesów termodynamicznych obserwowanych w skali globalnej (poza promieniotwórczym rozpadem pierwiastków); wprowadzenie pojęcia <i>ośrodek ciągły</i> – pojęcie występujące w całej hydrodynamice, nie tylko w dynamice atmosfery; zasady dynamiki Newtona – podstawa układu równań dynamiki atmosfery – 3 równania ruchu; prawa Keplera z wyjaśnieniem przyczyny występowania pór roku (nachylenie osi obrotu względem ekliptyki); skale przestrzenne wybranych procesów meteorologicznych; skale charakterystyczne parametrów meteorologicznych; siły działające w atmosferze z uwzględnieniem szczególnych własności siły Coriolisa – przykłady (Internet); wahadło Foucaulta (lokalizacja i charakterystyki – masa, długość); pływy: przyczyny, charakterystyczne miejsca ekstremalne (zatoka Fundy, Mont Saint Michel – 2015, ujście rzeki Severn – zach. Anglia); podstawowe pojęcia, definicje oraz twierdzenia pola skalarnego, wektorowego: pole potencjalne i bezźródłowe; kinematyka ośrodka ciągłego – pole prędkości i przyspieszenia – przykładowe zadania; pochodna substancjalna; uśrednione parametry stanu powietrza atmosferycznego; podstawowe zasady zachowania: masy, pędu i energii; opisy Lagrange’a oraz Eulera.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_U04, K_U07, K_K05
20.	<p style="text-align: center;">Fizyka atmosfery:</p> <p>„Ziemia z Kosmosu” – film BBC – dyskusja na temat: promieniowanie, albedo, temperatura efektywna (prawo Stefana-Boltzmann) oraz średnia rzeczywista temperatura Ziemi i efekt cieplarniany. Co to jest bilans energetyczny Ziemi. Termiczna struktura atmosfery. Gazy cieplarniane i ich właściwości. Ogólna cyrkulacja atmosferyczna. Fragmenty filmów BBC: Atmosfera, Oceany. Dyskusja. Podstawowe prawa promieniowania ciała doskonale czarnego: Plancka, Stefana-Boltzmann, Wiena. Przykłady. termodynamika powietrza suchego i wilgotnego; zasady termodynamiki: zerowa, pierwsza i druga; bilans sił w atmosferze (uzupełnienie wykładu z meteorologii dynamicznej); statyka atmosfery; pionowy rozkład gęstości; wzory baryczne; ruch mas powietrza – wiatry: geostroficzny, gradientowy, rzeczywisty, termiczny; ruchy falowe:</p>	4,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_W05, K_U04, K_U07, K_K05
		4,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_W05, K_U04, K_U07, K_K05

	fale grawitacyjne, akustyczne, Rossby'ego, mieszane; cyrkulacja i wirowość – obliczanie cyrkulacji na wybranych przykładach; równania Stokesa, Greena i Gaussa; twierdzenia Kelvina, Bjerknesa, Lagrange'a, Helmholtza; wirowość potencjalna Rossby'ego i Ertela; bryza dzienna i nocna; pasaty; warstwa graniczna, modele hydrostatyczne i niehydrostatyczne; przybliżenia (quasi)-geostroficzne i -solenoidalne.			
21.	<p style="text-align: center;">Meteorologia ogólna:</p> <p>Przedmiot i zadania meteorologii. Źródła informacji. Ogólna cyrkulacja atmosfery. Wiatry w atmosferze (wiatr gradientowy, geostroficzny, termiczny itp.). Woda w atmosferze (parowanie, wilgotność powietrza, chmury, hydrometeory), rozciągłość pionowa chmur oraz zjawiska atmosferyczne towarzyszące chmurom. Procesy termodynamiczne zachodzące w atmosferze. Procesy adiabaticzne zachodzące w atmosferze, stany równowagi – diagram termodynamiczny. Zasady kodowania i wnoszenia danych z pomiarów meteorologicznych. Opracowanie wyników pionowego sondażu atmosfery na diagramach aerologicznych. Metodyka opracowywania map synoptycznych. Wnoszenie danych z depesz aerologicznych na mapy topografii barycznej. Inwersje i mgły. Burze i elektryczność atmosfery. Oblodzenie. Turbulencja, uskoki i porywy wiatru. Burze typu MSC, Supercell, linie szkwałów, trąby powietrzne. Fala górską.</p>	4,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U04, K_U05, K_K05
		2,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U04, K_U05, K_K05
22.	<p style="text-align: center;">Meteorologia synoptyczna:</p> <p>Wprowadzenie do meteorologii synoptycznej, rys historyczny. Pola elementów meteorologicznych. Wielkoskalowe procesy pogodotwórcze. Skale cyrkulacji. Stałe i sezonowe ośrodki działania atmosfery. Metodyka opracowywania materiału synoptycznego: zasady i częstotliwość opracowywania materiału synoptycznego. Masy powietrza. Klasyfikacja i transformacja mas powietrza. Pole ciśnienia i temperatury. Charakterystyka układów ciśnienia, warunki powstawania, stadia rozwojowe. Cyklo- i antycyklogenezy. Prądy strumieniowe. Regeneracja cyklonów i antycyklonów. Fronty atmosferyczne. Fronty w polu elementów i zjawisk atmosferycznych. Analiza frontów na mapach synoptycznych i diagramach termodynamicznych. Prognoza sytuacji synoptycznej. Obliczanie prognostycznego położenia układów barycznych, frontów atmosferycznych. Konstrukcja drogi cząstek powietrza. Kompleksowa analiza i prognoza sytuacji synoptycznej na podstawie map przyziemnych i topografii barycznej. Typowe sytuacje synoptyczne dla obszaru Polski oraz warunki atmosferyczne w nich występujące. Temperatura potencjalna, wirowość, parametr omega, Q-wektory, prądy sterujące w kontekście analizy cyklonów, antycyklonów i frontów atmosferycznych. Frontogeneza i frontoliza. Modele cyklonów: Bjerknesa i Shapiro-Keyser. Wpływ rzeźby terenu na procesy synoptyczne.</p>	5,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_W09, K_U03, K_U07, K_U13, K_K01, K_K02
		4,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_W09, K_U03, K_U07, K_U13, K_K01, K_K02
23.	<p style="text-align: center;">Systemy radarowe w meteorologii:</p> <p>Fale elektromagnetyczne i ich własności. Propagacja fal elektromagnetycznych w atmosferze. Podstawy wykrywania obiektów punktowych. Równanie radarowe dla obiektów punktowych i przestrzennych. Radioecho od</p>	2,0	ILGT	K_W05, K_W07, K_U06, K_U07, K_U12, K_K01, K_K02

	<p>obiektów meteorologicznych. Odbiciowość radarowa. Budowa i działanie radarów meteorologicznych. Radary klasyczne i dopplerowskie. Radary o pojedynczej i podwójnej polaryzacji fali. Systemy radarów meteorologicznych w Polsce.</p>			
24.	<p>Programowanie w meteorologii:</p> <p>Podstawowe polecenia systemu operacyjnego LINUX-UBUNTU. Poruszanie się po terminalu. Tworzenie, usuwanie, kopiowanie i przenoszenie plików i katalogów. Podstawowe informacje na temat języka Python oraz środowisk programistycznych, w których możliwe jest pisanie skryptów. Sprawdzanie wersji Python'a i dostępu do poszczególnych bibliotek z poziomu wiersza poleceń. Składnia języka Python, podstawowe typy i struktury danych – String, int, float, boolean, formatowanie napisów, rzutowanie na typ danych. Zaawansowane typy danych – listy, krotki, słowniki.</p> <p>Sterowanie programem – instrukcja warunkowa if, operator trójskładnikowy, pętle while oraz for, pętle zagnieżdżone, instrukcja break oraz continue. Importowanie i korzystanie z domyślnie zainstalowanych modułów (np. math, time). Instalowanie nowych modułów z wykorzystaniem metod pip install oraz conda install.</p> <p>Funkcje i metody. Definiowanie własnych funkcji, ustawianie domyślnych wartości parametrów, argumenty specjalne – args i kwargs, wywoływanie funkcji, refaktoryzacja kodu. Operacje wejścia i wyjścia – instrukcja input(), moduł os, czytanie z pliku, zapis do pliku. Obsługa błędów. Moduł numpy – tworzenie tablic, operacje na tablicach, sprawdzanie kształtu i rozmiaru tablic, wykorzystanie generatora liczb pseudolosowych do tworzenia tablic o określonym rozmiarze.</p> <p>Moduł pandas – DataFrame jako podstawowy typ danych w module, Seria jako podstawowy element składowy każdego obiektu DataFrame. Operacje wejścia / wyjścia - czytanie z pliku csv / adresu URL, zapis do pliku CSV. Wypełnianie wartości typu NaN. Selekcja w oparciu o wartości – slicing oraz metoda query(). Łączenie kilku obiektów typu DataFrame z wykorzystaniem metod concat() i merge(). Grupowanie danych w obiekcie typu DataFrame z wykorzystaniem metody groupby()</p> <p>Moduł matplotlib – kreślenie wykresów, formatowanie wykresów w oparciu o dane przechowywane w strukturach typowych dla modułów numpy i pandas</p> <p>Moduł xarray – praca z tablicami wielowymiarowymi.</p> <p>Moduł netcdf – biblioteka do pracy z danymi meteorologicznymi w formacie netcdf. Przegląd kodu źródłowego biblioteki, wykorzystanie biblioteki do przetwarzania i ekstrakcji danych z numerycznych modeli prognoz pogody, z reanaliz oraz danych Copernicus.</p> <p>GeoPandas – moduł do przetwarzania i wizualizacji danych przestrzennych, stanowiący subclassę modułu pandas. GeoSeries, typ danych geometrii i geometria aktywna. Praca z danymi w GeoPandas. Przetwarzanie danych meteorologicznych przy użyciu dedykowanych bibliotek: MetPy, atmos-python, wrf-python itp.</p>	2,0	ILGT	K_W10, K_U06, K_U08, K_K04
		2,0	ILGT	K_W10, K_U06, K_U08, K_K04
25.	<p>Ośłona hydrologiczna kraju oraz podstawy hydrologii synoptycznej:</p>	3,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_W09, K_U04, K_U05, K_U09, K_K02, K_K03

	<p>Hydrologia operacyjna i osłona hydrologiczna w świetle dokumentacji i strategii WMO. Osłona hydrologiczna w polskim prawodawstwie (Ustawa Prawo Wodne, Rozporządzenia). Kluczowe produkty hydrologiczne (prognozy, ostrzeżenia, komunikaty i biuletyny) – zasady ich opracowania i przekazywania, kluczowi odbiorcy. Podstawowe określenia i definicje związane z hydrologią synoptyczną. Klasyfikacja i rodzaje prognoz hydrologicznych. Organizacja osłony hydrologicznej (system zbierania i przetwarzania informacji). Metody i narzędzia wykorzystywane do prognozowania hydrologicznego. Ocena prognoz i ostrzeżeń hydrologicznych. Plany sygnalizacji przeciwpowodziowej.</p>			
26.	<p style="text-align: center;">Ćwiczenia z pomiarów i obserwacji meteorologicznych:</p> <p>Pojęcia wstępne, krótka historia pomiarów meteorologicznych, organizacja sieci pomiarowej w standardzie WMO na przykładzie IMGW. Wyposażenie tradycyjnego ogródka meteorologicznego i jego zmiany podyktowane rozwojem technologicznym, terminy pomiarów. Pokaz przyrządów do pomiaru wysokości, czasu trwania i natężenia opadu. Pokaz przyrządów do pomiaru kierunku i prędkości wiatru. Pomiary i odczyty kierunku i prędkości wiatru. Pokaz przyrządów do pomiarów wilgotności powietrza. Pomiary i odczyty wilgotności względnej. Pokaz przyrządów do pomiarów temperatury powietrza, temperatury minimalnej i maksymalnej. Omówienie przebiegu dobowego temperatury powietrza. Pokaz przyrządów do pomiarów wielkości zachmurzenia oraz wysokości podstaw chmur. Obserwacje i nazewnictwo zachmurzenia zgodnie z międzynarodowym atlasem chmur z 2017 r. oraz kodowanie zachmurzenia według klucza SYNOP. Wyznaczanie podstawy chmur różnymi dostępnymi metodami. Ćwiczenia w rozpoznawaniu chmur. Pozostałe przyrządy meteorologiczne. Zapoznanie z lotniskowymi systemami pomiarów meteorologicznych. Zapoznanie z organizacją pracy, obowiązkami oraz harmonogramem pracy obserwatora meteorologicznego. Kodowanie zjawisk meteorologicznych wg. tabeli WMO-No. Szyfrowanie oraz rozkodowywanie wyników przyziemnych obserwacji meteorologicznych (depesza SYNOP i STORM, depesza METAR, SPECI). Przyrządy do wykonywania pionowego profilu atmosfery – przykłady, obsługa, interpretacja danych. Promieniowanie słoneczne i usłonecznienie, metody i przyrządy pomiarowe. Wykonywanie pomiarów aerologicznych. Zakładanie, utrzymywanie, przenoszenie i serwisowanie stacji meteorologicznych. Inspekcja i kontrola stacji meteorologicznych, jednolitość sieci meteorologicznej.</p>	3,0	ILGT	K_W04, K_W06, K_W07, K_U07, K_U09, K_U12, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03
27.	<p style="text-align: center;">Fizyka oraz dynamika chmur i opadów:</p> <p>Definicja chmury, historia obserwacji i klasyfikacji, typy genetyczne chmur, klasyfikacja chmur ze względu na budowę mikrofizyczną, międzynarodowa klasyfikacja i opis chmur, chmury orograficzne i chmury szczególne, termodynamika chmur, mikrofizyka chmur (nukleacja, dyfuzyjny wzrost kropeł, koagulacja i koalescencja kropeł, rozpad kropeł (arkuszowy, sznurkowy i dyskowy),</p>	5,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_W05, K_U04, K_U07, K_K05

	powstawanie deszczu, nukleacja kryształków lodu, wzrost kryształków w chmurze, powstawanie (śniegu, krupy śnieżnej oraz gradu), hydrometeory. Wpływ turbulencji na wzrost kropel/kryształków. Procesy mieszania powietrza chmurowego z otoczeniem. Dynamika chmur (mgła, Stratus, Stratocumulus, Altocumulus i Altostratus, Cirrus, Cirrocumulus, Cirrostratus, Cumulus, Cumulonimbus oraz Nimbostratus, mezoskalowe układy konwekcyjne, tornadogeneza). Elektryczna struktura chmur, mechanizm elektryzacji chmur. Wpływ orografii na dynamikę chmur i opadów, procesy radiacyjne w chmurach, wyładowania iskrowe, akustyka burzy. Wpływ procesów synoptycznych na pole zachmurzenia. Chmury górnej atmosfery (Nacreous, Noctilucent). Fizyka zjawisk optycznych.			
28.	<p style="text-align: center;">Meteorologia satelitarna 1:</p> <p>Własności spektralne obrazowań z satelitów meteorologicznych. Wstępna identyfikacja elementów obrazowań. Organizacja, struktura i tekstura zachmurzenia. Systemy zachmurzenia skali synoptycznej. Interpretacja systemów zachmurzenia pierzastego. Interpretacja systemów zachmurzenia kłębiastego. Interpretacja systemów zachmurzenia stref baroklinowych.</p>	2,0	ILGT	K_W04, K_W05, K_W07, K_U03, K_U06, K_U07, K_K01, K_K02
28.	<p style="text-align: center;">Synoptyczne metody prognoz pogody 1:</p> <p>Przedmiot i zadania mezoskalowych prognoz pogody. Metody prognozowania. Rodzaje prognoz. Prognoza zachmurzenia. Prognoza opadów atmosferycznych i prognoza widzialności. Prognoza wiatru przyziemnego i górnego. Prognoza temperatury powietrza. Prognoza zjawisk specjalnych związanych ze zmianami temperatury i wilgotności powietrza. Prognoza zjawisk konwekcyjnych, burz i opadów przelotnych.</p>	5,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_W09, K_U03, K_U07, K_U13, K_K02, K_K03
29.	<p style="text-align: center;">Mezoskalowe modele prognoz pogody:</p> <p>Wprowadzenie do numerycznego modelowania prognoz pogody. Niehydrostatyczne modele mezoskalowe (WRF, ICON). Funkcjonalna struktura – podstawowe moduły modeli mezoskalowych (system analizy, asymilacji, prognozy, wizualizacji danych). Podstawowe koncepcje numerycznych prognoz pogody. Model WRF. Środowisko obliczeń (Linux), ustawienia, wymagane kompilatory (GCC, GFortran), biblioteki, programy przetwarzania wyników obliczeń (źródła internetowe). Skrypty instalacyjne (Bash) - kompilacja WRF, kompilacja WPS, kompilacja WRFDA. Instalacja modelu na stacji roboczej. WPS - system wstępnego przygotowania danych do uruchomienia modelu mezoskalowego WRF. Dane wejściowe (model globalny GFS). Wymagane biblioteki. Programy składowe WPS – geogrid, ungrib, metgrib. Omówienie struktury pliku sterującego WPS - namelist.wps. Parametry definiujące dane geograficzne (&geogrid): rozdzielczość danych powierzchniowych (USGS, MODIS), dane statyczne, zagnieżdżonych siatek obliczeniowych, wyboru projekcji (narzędzie Domine Wizard). Parametry sekcji &metgrid i &ungrib - źródeł danych meteorologicznych (pliki GRIB). Zapis danych meteorologicznych w formacie przejściowym . Tworzenie i edycja tabeli (Vtables) – tabele definiujące pobierane dane ze zbiorów GRIB modeli globalnych. Zapis danych statycznych w formacie</p>	3,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_U07, K_U08, K_U13, K_K02

	<p>binarnym (Geogrid Binary Format. Tabele zmiennych, opis opcji GEOGRID.TBL, METGRID.TBL. Opcje interpolacji danych Geogrid i Metgrid. Uruchomienie programu WPS. Dane wyjściowe WPS. Weryfikacja danych wyjściowych WPS. Zrównoleglanie obliczeń WPS. Programu użytkowe – analiza i wizualizacja produktów WPS. Praca z modelem WRF. Uruchomienie modelu dla danych testowych (testowy plik namelist.input). Inicjalizacja i symulacja w przypadku danych idealizowanych (ideal.exe) i danych rzeczywistych (real.exe, wrf.exe). Praca w trybie równoległym. Struktura pliku uruchomieniowego modelu – namelist.input. Opcje mikrofizyki: radiacji długofalowej (schemat RRTM), krótkofalowej, opcje zachmurzenia, schematy warstwy granicznej, modelu warstwowego powierzchni łądu, parametryzacji chmur Cumulus. Przykłady struktur dla różnych przypadków, pogodowych. Struktura pliku uruchomieniowego modelu – namelist.input. Opcje dynamiki: schematy dyfuzji, adwekcji, domknięcia, relaksacji. Metody różnic skończonych - błędy. Równania modelu WRF, ICON. Współrzędna pionowa. Stabilność liniowa, dyspersja numeryczna, aliasing, dyfuzja. Boczne i górne warunki brzegowe. Zasady parametryzacji mikrofizyki modelu mezoskalowego. Parametryzacja pokryw chmur i chmur konwekcyjnych. Parametryzacja radiacji. Parametryzacja warstwy granicznej. Moduł AFWA. Modelowanie zjawisk powierzchniowych, model gruntu. Wstęp do zagadnień inicjalizacji modelu.</p>			
30.	<p>Podstawy uczenia maszynowego:</p> <p>Wprowadzenie do eksploracji danych i uczenia maszynowego. Analiza systemów eksploracji danych i ich wykorzystanie w praktyce. Przegląd narzędzi i środowisk programistycznych do analizy danych. Charakterystykę problemów podejmowanych przez uczenie maszynowe. Klasyfikacja typów uczenia się (nadzorowane, nienadzorowane, ze wzmocnieniem). Przegląd podstawowych algorytmów i metod uczenia maszynowego. Przygotowanie danych do modelowania i predykcji. Problemy związane z jakością i kompletnością danych. Wprowadzenie do głębokiego uczenia (deep learning). Zastosowanie sieci neuronowych w predykcji. Automatyzacja procesu uczenia.</p>	2,0	ILGT	K_W10, K_W11, K_U06, K_U08, K_K04
31.	<p>Podstawy gospodarki wodnej:</p> <p>Pojęcie, zadania i cele gospodarki wodnej. Zasoby wodne - rodzaje, charakterystyka, określanie, degradacja i ochrona. Instrumenty zarządzania zasobami wodnymi. Współpraca międzynarodowa w gospodarowaniu wodami granicznymi. Potrzeby wodne i gospodarowanie wodą w rolnictwie, leśnictwie, przemyśle, gospodarce komunalnej, energetyce, żegludze i usługach. Bilanse wodnogospodarcze w różnej skali przestrzennej i czasowej. Systemy gospodarki wodnej - definicje, struktura, modele, sterowanie, optymalizacja, ekologiczne uwarunkowania rozwoju. Woda wirtualna, ślad wodny. System monitoringu zasobów wodnych jako podstawa oceny stanu wód i podejmowania decyzji w gospodarce wodnej. Wpływ zmian klimatu na zasoby wodne oraz planowanie adaptacyjne w gospodarce wodnej. Plany adaptacji do zmian klimatu jako element strategicznego zarządzania zasobami wodnymi na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym.</p>	2,0	ILGT	K_W02, K_U04, K_U05, K_K05

32.	Modelowanie przepływu wody w korytach otwartych: Klasyfikacja i rozdzaje i ruchu cieczy. Charakterystyka rzek oraz ruchu cieczy o swobodnym zwierciadle. Przepływ nieustalony - układ równań Saint-Venanta, określenie warunków początkowych i brzegowych oraz metody rozwiązywania układu równań. Przepływ przez progi, filary mostu, otwory, przelewy i przepusty.	2,0	ILGT	K_W05, K_U08, K_U12, K_U13, K_K02, K_K04
33.	Dynamika morza i strefy brzegowej: Mechanizmy kształtujące warunki hydrodynamiczne w strefie brzegowej oraz ich rola w powstawaniu zagrożeń powodziowych. Charakterystyka ruchów wód morskich (pływy, sejsze, przebieg sztormów i falowania). Zjawiska cofki i interakcje morze-rzeka w ujściach odcinkach rzek. Skutki morfodynamiczne zdarzeń ekstremalnych (m.in. erozja plaż i wydmy, zmiany linii brzegowej, stabilność klifów) oraz wpływ tych procesów na tereny zabudowane. Zasady oceny zagrożenia i ryzyka powodziowego od strony morza (mapy zalewu, parametry zalewu, ekspozycja i podatność), przegląd metod ochrony brzegu i adaptacji oraz elementy ostrzegania, planowania działań i komunikowania ryzyka na poziomie lokalnym.	2,0	ILGT	K_W05, K_W09, K_U07, K_U08, K_K02
grupa treści kształcenia specjalistycznego przedmioty specjalistyczne wybieralne				
I.1.	Meteorologia satelitarna 2: Rozpoznawanie mas powietrza i układów barycznych. Transformacja mas powietrza. Ocena równowagi mas powietrza. Efekty różnego nagrzewania podłoża. Transformacja ciepłych i chłodnych oraz wilgotnych i suchych mas powietrza. Wpływ orografii na transformację mas powietrza. Analiza procesów atmosferycznych i systemów zachmurzenia różnej skali na podstawie zdjęć satelitarnych. Systemy zachmurzenia frontów chłodnych. Systemy zachmurzenia frontów ciepłych. Systemy zachmurzenia frontów zokludowanych. Systemy zachmurzenia fal skali synoptycznej.	4,0	ILGT	K_W04, K_W05, K_W07, K_U03, K_U06, K_U07, K_K01, K_K02
I.2.	Synoptyczne metody prognoz pogody 2: Prognoza mgieł oraz zjawisk ograniczających widzialność. Prognoza niebezpiecznych dla lotnictwa zjawisk pogody. Prognozy pogody do zabezpieczenia zadań specjalnych. Redagowanie prognoz pogody.	4,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_W09, K_U03, K_U07, K_U13, K_K02, K_K03
I.3.	Meteorologia radarowa: Pierwotne i wtórne produkty radarowe generowane na podstawie danych z kanału klasycznego i dopplerowskiego. Rozpoznawanie hydrometeorów oraz zjawisk atmosferycznych na podstawie danych radarowych. Cyfrowe przetwarzanie ech radarowych od obiektów meteorologicznych. Wykorzystanie danych radarowych do opisu stanu atmosfery oraz w procesie meteorologicznego zabezpieczenia działań lotnictwa i innych rodzajów wojsk. Kierunki rozwoju meteorologii radarowej.	2,0	ILGT	K_W05, K_W07, K_U06, K_U07, K_U12, K_U13, K_K01, K_K02

I.4.	<p style="text-align: center;">Numeryczne prognozowanie pogody 1:</p> <p>Definicja ilorazu różnicowego i pochodnej funkcji jednej zmiennej; pochodne cząstkowe; metoda siatek; definicja aproksymacji i jej rzędu; co to jest dokładność, zgodność i stabilność?; omówienie na przykładzie zagadnienia poprawnie postawionego (wskaźnik uwarunkowania macierzy) – przykłady złego i dobrego uwarunkowania; schematy jawne, niejawne i półniejawne; wyprowadzanie zależności na warunek stabilności schematów różnicowych; pojęcie stabilności schematu; zbieżność a stabilność; warunek Couranta-Friedrichsa-Lewy; graficzne zobrazowanie przebiegów stabilne i niestabilne; metody rozwiązywania układów różnicowych: metoda Jacobiego, Gaussa-Seidela, relaksacji, Richardsona; przykład braku zbieżności metod iteracyjnych; warianty metody przegania; metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych; metody rozwiązywania układów równań liniowych.</p>	8,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_W11, K_U07, K_U08, K_U13, K_K02
I.5.	<p style="text-align: center;">Meteorologiczne zabezpieczenie lotnictwa wg. przepisów WMO i ICAO:</p> <p>Międzynarodowe i krajowe przepisy regulujące wykonywanie operacji lotniczych. Wymagania ustalone w prawie Unii Europejskiej dotyczące zapewnienia osłony meteorologicznej żeglugi powietrznej. Proces tworzenia i podstawy prawne funkcjonowania Jednolitej Przestrzeni Powietrznej. Standardy WMO i ICAO w meteorologicznym zabezpieczeniu lotnictwa. Opracowywanie graficznych prognoz pogody zgodnie z wymogami ICAO (significant). Obserwacje i meldunki ze statków powietrznych. Informacje SIGMET i AIRMET, ostrzeżenia lotniskowe i ostrzeżenia o uskoku wiatru. Techniczna specyfikacja dla informacji SIGMET i AIRMET oraz specjalnego komunikatu z powietrza AIR-REPORT. Systemy przekazywania informacji meteorologicznych do załóg statków powietrznych i personelu służb zabezpieczających operacje lotnicze. Wymagania w zakresie telekomunikacji i jej wykorzystanie.</p>	2,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U03, K_U09, K_U13, K_K02, K_K03, K_K04
I.6.	<p style="text-align: center;">Meteorologia operacyjna 1:</p> <p>Niebezpieczne zjawiska pogody w różnych porach roku oraz sytuacje synoptyczne sprzyjające występowaniu NZP. Ostrzeżenia meteorologiczne (tekstowe, graficzne) i depesza STORM. Warunki minimalne dla poszczególnych lotnisk, typów statków powietrznych i zadań. Zasady opracowania prognoz specjalnych. Metody prognozy warunków atmosferycznych. Opracowywanie prognoz TAF. Prognozy sektorowe. Redagowanie depesz GAMET, AIRMET, SIGMET, VOLMET. Kompleksowa analiza materiału synoptycznego i opracowywanie prognoz pogody.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W09, K_U03, K_U07, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03
I.7.	<p style="text-align: center;">Ekstremalne zjawiska pogodowe:</p> <p>Zjawiska ekstremalne – definicja, miary, bazy danych. Cyklony szerokości międzywrotnikowych i umiarkowanych. Fale chłodu i upałów. Ekstrema opadowe i susze. Burze i zjawiska im towarzyszące. Zmiana klimatu, oscylacje atmosferyczno-oceaniczne i ekstremalne zjawiska</p>	3,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_U07, K_U08, K_U13, K_K02, K_K03

	pogodowe. Analizy i studia przypadków z każdego zagadnienia.			
I.8.	<p>Ekstremalne zjawiska hydrologiczne:</p> <p>Identyfikacja suszy hydrologicznej na tle suszy meteorologicznej i rolniczej; mechanizmy propagacji deficytu wody w zlewni (opóźnienia, rola retencji i zasilania podziemnego) oraz sezonowość i typowe okresy występowania niżówek. Przebieg zdarzenia: narastanie deficytu, utrzymanie się niskich przepływów, faza odtwarzania zasobów; czynniki naturalne i antropogeniczne (ewapotranspiracja, pobory, piętrzenia, regulacje). Charakterystyki ilościowe: progi i definicje niżówki, czas trwania, intensywność deficytu, częstość/prawdopodobieństwo, statystyki przepływów niskich (krzywe trwania, miary niskich przepływów), porównywalność i niepewność ocen. Produkty monitoringu i oceny: wskaźniki i mapy suszy hydrologicznej, biuletyny i komunikaty. Klasyfikacja i identyfikacja typów wezbrań i powodzi oraz sezonowość i typowe okresy występowania w różnych regionach i typach zlewni. Mechanizmy powstawania i przebieg zdarzeń. Wpływ warunków meteorologicznych i hydrologicznych na przebieg wezbrań, wpływ retencji naturalnej i antropogenicznej, rola infrastruktury (zbiorniki, poldery, wały). Charakterystyki ilościowe wezbrań: parametry fali, częstość i prawdopodobieństwo (analiza częstości, wartości projektowe). Etapy wezbrań i powodzi (narastanie fali, kulminacja, transformacja i zanikanie fali). Mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego: zakresy i scenariusze prawdopodobieństw, głębokość i prędkość zalewu, czas wystąpienia i trwania, ekspozycja i podatność (ludność, infrastruktura krytyczna, środowisko), interpretacja map w planowaniu przestrzennym, ochronie przeciwpowodziowej i zarządzaniu kryzysowym. Plany redukcji ryzyka powodziowego.</p>	3,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_U07, K_U08, K_U13, K_K02, K_K03
I.9	<p>GIS w hydrologii:</p> <p>Praktyczne zastosowanie Geograficznych Systemów Informacji w hydrologii, w tym hydrologii operacyjnej.</p>	3,0	ILGT	K_W04, K_U06, K_U12, K_U13, K_K01, K_K02
I.10.	<p>Stany/przepływy charakterystyczne i umowne cieków:</p> <p>Opracowanie chwilowych stanów wody i przepływów (w warunkach swobodnego przepływu oraz zjawisk lodowych i zarastania koryta). Określanie krzywych natężenia przepływu. Przepływy i stany charakterystyczne oraz strefy stanów wody i przepływów. Metody określania normy hydrologicznej. Zasady ustalania stanów umownych: ostrzegawczego i alarmowego. Znaczenie stref stanów wody, normy hydrologicznej oraz stanów umownych.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_U07, K_U12, K_U13, K_K02
I.11.	<p>Operacyjne modelowanie hydrologiczne:</p> <p>Zlewnia jako system hydrologiczny i jego modelowanie. Klasyfikacja i rodzaje operacyjnych modeli opad-odpływ. Reprezentacja zlewni i procesów hydrologicznych w modelach opad-odpływ. Dane wejściowe i ich</p>	1,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_U07, K_U08, K_U12, K_U13, K_K02

	<p>przygotowanie: opady atmosferyczne, temperatura powietrza, charakterystyki zlewni, ewapotranspiracja potencjalna. Kontrola jakości danych pomiarowych, ujednoczenie kroku czasowego. Kalibracja i weryfikacja modeli, problem ekwifinalności. Praca w trybie operacyjnym: wstępne przetwarzanie danych (pre-procesing) pomiarowych (meteorologicznych i hydrologicznych) i progностycznych (meteorologicznych), zasilenie modeli danymi pomiarowymi i progностycznymi, uzupełnianie braków w danych, aktualizacja stanów początkowych, korekty i aktualizacje operacyjne. Ocena niepewności oraz błędów modeli oraz jakości symulacji progностycznych. Prezentacja wyników – prognozowane hydrogramy stanów wody i przepływów.</p>			
I.12.	<p>Operacyjne modelowanie hydrauliczne:</p> <p>Operacyjne modele hydrauliczne ruchu nieustalonego (jednowymiarowe i dwuwymiarowe). Numeryczne rozwiązywanie układu równań de Saint-Venanta, schematyzacja i dyskretyzacja obszaru rozwiązania. Parametry modeli - stabilność rozwiązania. Dane wejściowe i ich przygotowanie: dane hydrologiczne, geometria i szorstkości w korycie rzeczonym i dolinie, krzywe przepływu. Warunki początkowe i brzegowe. Dopływy kontrolowane i niekontrolowane. Wpływ urządzeń hydrotechnicznych na przepływ w rzekach i kanałach otwartych. Kalibracja i weryfikacja modeli. Działanie operacyjne modeli w trybie automatycznym, półautomatycznym i manualnym. Aktualizacja (updating) i korekty symulacji. Przetwarzanie wyników (post-procesing) i opracowanie produktów progностycznych.</p>	1,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_U07, K_U08, K_U12, K_U13, K_K02
I.13.	<p>Operacyjne modelowanie hydrodynamiczne (morskie):</p> <p>Hydrodynamiczne modele dwuwymiarowe i trójwymiarowe oparte na równaniach zachowania masy, momentu pędu oraz termodynamiki. Definicja siatki punktów obliczeniowych, warstw i współrzędnych. Dane wejściowe w zakresie morfologii i dynamiki wody. Asymilacja danych numerycznych poziomów morza oraz prognoz meteorologicznych. Opracowanie, dane wejściowe, kalibracja i weryfikacja, źródła niepewności i błędów, konfiguracja operacyjna oraz wizualizacja wyników modeli morskich (poziomów wody, prądów i wielkości falowania). Analiza i interpretacja wyników symulacji w trybie progностycznym.</p>	2,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_W09, K_U07, K_U08, K_U12, K_U13, K_K02
I.14.	<p>Prognozy ultrakrótkoterminowe:</p> <p>Wprowadzenie do nowcastingu. Definicja i zakres prognoz nowcastingowych. Podstawy działania modeli nowcastingowych. Dane wejściowe do nowcastingu. Kontrola jakości danych i estymacja pola opadu. Deszczomierze meteorologiczne i rodzaje interpolacji. Radary meteorologiczne. Kontrola jakości danych (RADVOL-QC). Estymacja satelitarna opadu. System estymacji pola opadu (RainGRS). Modele nowcastingowe. Modele ekstrapolacyjne (SCENE). Modele hybrydowe (MERGE). Prognozy probabilistyczne (ENSEMBLE, PROB). Produkty burzowe (TSP, LIGHTNING, HAIL). Prognoza rodzaju opadu (SPT). Model INCA PL2. Systemy ostrzeżeń</p>	2,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U04, K_U05, K_K05

	nowcastingowych (MeteoWarn). Metody interpolacji z wykorzystaniem ArcGIS/QGIS (kriging, IDW, z/bez indeksu jakości). Błędy radarowe, ocena i analiza obrazu. Zagrożenie powodziowe w oparciu o wyniki RainGRS z wykorzystaniem ArcGIS/QGIS. Integracja różnych źródeł pomiarowych z wykorzystaniem ArcGIS/QGIS.			
I.15.	<p style="text-align: center;">Podstawy fizyki klimatu:</p> <p>Przyczyny naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu, rola gazów cieplarnianych oraz globalnego bilansu energetycznego Ziemi. Analiza skutków ocieplenia klimatu, scenariusze przyszłych zmian oraz metody ograniczania emisji i adaptacji do zmian środowiskowych.</p>	2,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U04, K_U05, K_K05
I.16.	<p style="text-align: center;">Meteorologia i klimatologia obszarów górskich:</p> <p>Rola czynników geograficznych w kształtowaniu pogody oraz klimatu obszarów górskich: położenie geograficzne, wysokość n.p.m. oraz topografia terenu. Złożoność klimatu obszarów górskich – piętrowość klimatyczna, pogoda w układach cyklonalnych i antycyklonalnych. Znaczenie warunków cyrkulacyjnych w kształtowaniu cech klimatu górskiego: czynnik dynamiczny (ogólna cyrkulacja) oraz czynnik termiczny (cyrkulacja lokalna). Wskazanie na rolę różnych czynników modyfikujących klimat: wysokość względna i bezwzględna, forma terenu (dolina, kotlina, grzbiet, stok), ekspozycja, zasłonięcia, zwartość rzeźby, przebieg osi pasma górskiego. Wpływu gór na przebieg oraz intensywność różnych procesów atmosferycznych: konwekcja, deformacja pola przepływu powietrza, pole opadu atmosferycznego, osady atmosferyczne, pokrywa śnieżna. Omówienie specyficznych cech klimatu wybranych pasm górskich w Polsce i Świecie. Szczegółowa analiza pola temperatury oraz pola opadu na przykładzie Sudetów. Przyczyny oraz uwarunkowania występowania zjawisk ekstremalnych: opady rozlewne i nawalne, osady atmosferyczne oraz oblodzenie, lawiny śnieżne, wyładowania atmosferyczne. Przyczyny dużej zmienności warunków pogodowych oraz zasady interpretacji prognoz pogody w warunkach wysokogórskich. Znaczenie warunków pogodowych dla turystyki i bezpieczeństwa w górach. Współczesne zmiany klimatu w odniesieniu do obszarów górskich.</p>	3,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U04, K_U07, K_K05
II.1.	<p style="text-align: center;">Teledetekcyjne badanie atmosfery 1:</p> <p>Oddziaływanie fal akustycznych z atmosferą. Rozpraszanie, pochłanianie i refrakcja fal akustycznych w atmosferze turbulentnej. Rozpraszanie dźwięku na hydro- i lito-meteorach. Systemy akustycznego sondowania atmosfery. Układy nadawcze, odbiorcze i rejestracji oraz przetwarzania echosygnatów sodarowych. Charakterystyki kierunkowości promieniowania anten sodarowych. Układy pomiarowe do badania struktury termicznej i wiatrowej atmosfery. Pomiar wiatru metodą dopplerowską. Wykrywanie obszarów niestabilności wiatrowych – „uskok wiatru”.</p>	3,0	ILGT	K_W04, K_W05, K_U03, K_U06, K_U07, K_U12, K_K01, K_K02
II.2.	<p style="text-align: center;">Przetwarzanie i analiza danych meteorologicznych :</p>	5,0	ILGT	K_W04, K_W11,

	<p>Pozyskiwanie danych meteorologicznych z dostępnych repozytoriów (dane: pól elementów meteorologicznych oraz z pomiarów: radarowych, satelitarnych, aerologiczne i naziemnych), przy użyciu programów Wget, cURL i przeglądarki internetowej. Wstępna analiza danych: określenie formatu, typu danych, struktury wewnętrznej, konwersja formatów NetCDF, GRIB – program wgrib, prezentacja danych - GrADS. Panoply, IDV. Analiza i zarządzanie pamięcią przetwarzania dużych zbiorów danych (<i>big data</i>) meteorologicznych i baz klimatycznych. Optymalizacja procesu analitycznego i przetwarzania danych dzięki wykorzystaniu algorytmów, umożliwiających szybsze i efektywniejsze uzyskiwanie wyników, podczas opracowywania dużych zbiorów danych. Przetwarzanie i analiza pozyskanych danych z wykorzystaniem narzędzi języków skryptowych (R, Python, Matlab). Metody pozyskiwania, analizy i interpretacji danych pochodzących z numerycznych modeli prognoz pogody (bazy danych GFS, WRF, ECMWF, reanaliz ERA), interpolacja i ekstrapolacja meteorologicznych danych liniowych, powierzchniowych i przestrzennych. Interpretacja otrzymanych wyników analiz oraz ich wizualizacja – GrADS, R, Matlab i z zastosowaniem oprogramowania GIS (ArcGIS, Quantum GIS, GRASS GIS). Analiza szeregów czasowych danych meteorologicznych. Zastosowanie metod eksploracyjnych i statystycznych do opracowywania wyników analiz danych meteorologicznych (rozkłady prawdopodobieństwa zmiennych, współzależności zmiennych, statystyczna struktura pól meteorologicznych).</p>			K_U03, K_U06, K_U08, K_K01, K_K02
II.3.	<p style="text-align: center;">Meteorologia lotnicza 1:</p> <p>Atmosfera wzorcowa. Siła aerodynamiczna. Kształt aerodynamiczny i jego charakterystyki. Równanie Bernoulliego. Powstawanie siły nośnej. Układy napędowe statków powietrznych. Urządzenia aerodynamiczne. Mechanika lotu śmigłowców, szybowców i spadochronów. Start i lądowanie statków powietrznych. Akrobacje samolotowe. Przegląd statków powietrznych użytkowanych w lotnictwie SZ RP. Prognozy pogody dla lotnictwa. Meteorologiczne zabezpieczenie lotów i przelotów.</p>	4,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_U03, K_U07, K_U09, K_K01, K_K02
II.4.	<p style="text-align: center;">Bazy danych w meteorologii:</p> <p>Rodzaje baz danych (kartotekowe, hierarchiczne, sieciowe, relacje, obiektowe, obiektowo-relacyjne, strumieniowe, temporalne). Wybrane metody przetwarzania danych. Systemy zarządzania bazami danych (MS Access, MS SQL, MySQL, Oracle). Podstawy relacyjnych baz danych (klucz podstawowy, klucz obcy, rodzaje relacji). Projektowanie baz danych. Zasilanie i pozyskiwanie danych meteorologicznych w sieciach teleinformatycznych wykorzystywanych w służbie hydrometeorologicznej. Bazy danych Światowej Służby Meteorologicznej WMO oraz służby narodowej IMGW. Bazy danych wojskowej służby meteorologicznej SZ RP. Dystrybucja danych meteorologicznych w sieciach WAN Meteo RL. Zobrazowanie danych meteorologicznych w systemach wspomaganie synoptyka. Podstawy języka zapytań do baz danych (SQL). Wykorzystanie znajomości języka SQL do wyszukiwania, sortowania i filtrowania danych meteorologicznych.</p>	4,0	ILGT	K_W10, K_W11, K_U06, K_U08, K_K04

	Prezentacja baz danych w Internecie z zastosowaniem wybranych technologii WWW.			
II.5.	<p>Systemy informatyczne w meteorologii 1:</p> <p>Wprowadzenie do współczesnych technologii teleinformatycznych i sieciowych systemów operacyjnych. Transmisje i protokoły wymiany danych. Rodzaje i zastosowanie mediów transmisyjnych (przewodowych i bezprzewodowych). Budowa, działanie i zastosowanie aktywnych i pasywnych urządzeń sieciowych. Technologie i architektury w sieciach LAN, MAN i WAN. Adresacja IPv4 i IPv6 w sieciach teleinformatycznych. Budowa, działanie i zastosowanie sieci bezprzewodowych. Podstawy działania wybranych usług sieciowych. Pozyskiwanie danych meteorologicznych we współczesnych sieciach teleinformatycznych. Struktura, zasoby oraz wyszukiwanie danych w sieci Internet.</p>	3,0	ILGT	K_W10, K_W11, K_U06, K_U08, K_K04
II.6.	<p>Meteorologia operacyjna 2:</p> <p>Opracowywanie graficznych prognoz pogody zgodnie z wymogami ICAO (SIGNIFICANT) i specjalnych stosowanych w NATO. Depesze na temat stanu pasa startowego – SNOWTAM. Depesze meteorologiczne w wojskach chemicznych. Wpływ warunków meteorologicznych na loty w noktowizji. Pogoda kosmiczna. Kompleksowa analiza materiału synoptycznego i opracowywanie prognoz pogody.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W09, K_U03, K_U07, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02
II.7.	<p>Sztuczna inteligencja w meteorologii:</p> <p>Wprowadzenie do zastosowań sztucznej inteligencji w meteorologii. Rodzaje i źródła danych meteorologicznych wykorzystywanych w AI. Metody przygotowania danych do predykcji pogodowej. Przegląd systemów opartych na AI stosowanych w nowcastingu i prognozowaniu. Analiza przypadków użycia AI w meteorologii. Ograniczenia i ryzyka związane z wykorzystaniem AI w prognozowaniu pogody. Integracja danych z różnych źródeł w modelach predykcyjnych.</p>	2,0	ILGT	K_W10, K_W11, K_U06, K_U08, K_K04
II.8.	<p>Zjawiska lodowe na rzekach:</p> <p>Formowanie się pokrywy lodowej na rzekach: formy zjawisk lodowych rzek i sposoby pomiaru ich natężenia. Przyrost i zanik pokrywy lodowej. Modele wykorzystywane do analizy zjawisk lodowych i powodzi zatorowych oraz opracowywania scenariuszy powodziowych spowodowanych zatorami lodowymi, wymagane dane wejściowe, charakterystyka metod i podejść (podejścia hydrotechniczne i morfologiczne, metody bezpośrednie i pośrednie, podejście deterministyczne i stochastyczne). Ogólny schemat modelowania, dane wejściowe i kalibracja modeli. Budowa i kalibracja modelu dla warunków przepływu swobodnego. Odtworzenie (symulacja) występowania zjawisk lodowych. Modelowanie scenariuszy powodziowych dla zjawisk lodowych (pokrywa lodowa, zator lodowy). Podejście stochastyczne – zastosowanie metody Monte Carlo do określania rzędnych zwierciadła wody w warunkach występowania zjawisk lodowych. Produkty wynikowe, ich analiza i interpretacja</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_U07, K_U12, K_U13, K_K02

II.9.	<p style="text-align: center;">Modelowanie hydrauliczne obiektów hydrotechnicznych:</p> <p>Uwzględnienie urządzeń hydrotechnicznych w modelach hydraulicznych (poldery i suche zbiorniki, zbiorniki sterowalne). Modelowanie propagacji fali w warunkach awarii urządzeń hydrotechnicznych. Identyfikacja odcinków wałów o podwyższonym ryzyku awarii, budowa i uruchamianie modeli hydraulicznych służących do symulacji wyłomu i propagacji zalewu po przerwaniu obwałowania. Analiza i interpretacja wyników modelowania.</p>	2,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_U07, K_U08, K_U12, K_U13, K_K02
II.10.	<p style="text-align: center;">Prognozowanie powodzi błyskawicznych:</p> <p>Czynniki i procesy kształtujące szybki odpływ w małych zlewniach (w tym na obszarach zurbanizowanych). Systemy wczesnego ostrzegania przed powodziami błyskawicznymi na świecie – założenia, działanie, produkty, weryfikacja, przykłady. Elementy systemu ostrzegania przed powodziami błyskawicznymi (SOPPB) w Polsce. Rozdzielczość przestrzenna i czasowa systemu. Schemat działania: dane wejściowe – multimodel obliczeniowy – produkty (informacje o zagrożeniu powodzią, ostrzeżenia, prognozy zagrożeń) – system dystrybucji – odbiorcy. Metody obliczeniowe: wskaźnikowe i oparte na opadzie niebezpiecznym (moduł uwilgotnienia gleby), modele opad-odpływ o parametrach przestrzennie rozłożonych, modele hydrodynamiczne. Kalibracja i weryfikacja systemu. Stopnie ostrzeżenia – nawiązanie do możliwości (prawdopodobieństwa) wystąpienia zjawiska powodzi błyskawicznej (podtopień). Operacyjne udostępnianie produktów systemu: warstwy statyczne, warstwy dynamiczne, zestawienia i raporty. Udostępnianie ostrzeżeń o możliwości wystąpienia powodzi błyskawicznej. Nowcasting hydrologiczny: Prognozy nowcastingowe - zasady tworzenia, dane wejściowe, ekstrapolacja warunków aktualnych, niepewność prognoz, ograniczenia. Produkty istotne dla osłony hydrologicznej: opady atmosferyczne (rodzaj, suma i natężenie, prawdopodobieństwo przewyższenia określonych progów), temperatura powietrza, śnieg. Ocena i weryfikacja prognoz nowcastingowych. Charakterystyka produktu rainGRS. System MeteoWarn.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W05, K_U07, K_U08, K_U13, K_K02, K_K03
II.11.	<p style="text-align: center;">Weryfikacja prognoz i ostrzeżeń hydrologicznych:</p> <p>Prognozy deterministyczne i wiążkowe. Niepewność prognoz hydrologicznych - uwarunkowania, rodzaje, badanie, analiza, wizualizacja i zastosowanie. Ekstremalne scenariusze hydrologiczne i prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Ocena jakości prognoz i ostrzeżeń hydrologicznych: miary jakości oraz metody graficzne.</p>	1,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_U07, K_U08, K_U11, K_U13, K_K02
II.12.	<p style="text-align: center;">Fizyka modeli numerycznych:</p> <p>Elementy mechaniki płynów. Parametryzacjami procesów podskalowych na przykładzie modeli ICON, CO-SMO, ALARO i AROME. Procesy fizyczne zachodzących w glebie. Procesy fizyczne zachodzące w roślinach. Procesy fizyczne zachodzące w zbiornikach wodnych. Procesy zachodzące w warstwie granicznej w atmosferze.</p>	5,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_U07, K_U08, K_K02

	<p>Procesy konwekcyjne. Mikrofizyka chmur. Procesy radiacyjne. Ponadto zostaną omówione ograniczenia numerycznych modeli pogody, numeryczne modele pogody vs. modele oparte na AI, interpretacja symulacji numerycznych oraz opartych na AI modeli pogody, a także filozofia prognoz wiążkowych i interpretacja otrzymanych wyników.</p>			
II.13.	<p style="text-align: center;">Meteorologia morska:</p> <p>Ocean i atmosfera. Charakterystyka środowiska morskigo (zasolenie, gęstość, reżim hydrologiczny, podział wód). Wymiana energii na granicy ocean–atmosfera (temperatura powierzchni morza, strumienie ciepła, parowanie). Pływy i prądy morskie. Pływy (siła pływowa, Księżyc/Słońce, syzygijny/kwadraturowy, nieregularność, skoki pływowe, prądy pływowe). Precesja, nutacja. Prądy morskie (dryfowe, gradientowe, kompensacyjne; powierzchniowe/podpowierzchniowe/głębokie; zimne/ciepłe; prąd zawieszinowy; spirala Ekmana). Ogólna cyrkulacja oceaniczna. Falowanie morza. Falowanie wiatrowe, sejsze (fale stojące), refrakcja, dyfrakcja, falowanie martwe (swell), fale sztormowe, fale wyjątkowe „rogue waves”, rozbieg, tsunami, skala Douglasa. Fala wschodnia. Wiatr na morzu. Pomiar i opis (węzły - knoty, Beaufort, róża wiatrów, wiatr rzeczywisty/pozorny/przywodny). Mechanizmy powstawania wiatru (gradient baryczny, Coriolis, geostroficzny/gradientowy/geotryptyczny). Bryzy morskie/lądowe, front bryzowy, pasaty, monsun, upwelling. Ostrzeżenia o wietrze na morzu, szkwały i porywy zstępujące (downburst) nad akwenami. Trąby wodne. Zjawiska lodowe i oblodzenie. Oblodzenie jednostek (symetryczne, asymetryczne), mechanizmy powstawania (oblodzenie od oprysku wodnego, parowanie, wiatr), wpływ na stateczność. Spiętrzenie sztormowe/splycenie. Formy lodu morskigo (kra, pak, „jaja lodowe”). Zachmurzenie, widzialność, mgły morskie. Zachmurzenie nad morzem, widzialność, izarytma. Mgły: adwekcyjna, z wyparowania, radiacyjna, frontowa; smog portowy. Inwersje morskie (przyziemne, swobodne). Masy powietrza i warunki baryczne nad morzem. Masy morskie (powietrze polarne morskie, powietrze arktyczne morskie, powietrze zwrotnikowe morskie) i ciepłe/chłodne adwekcje nad akwenami. Tendencja baryczna i sztormy w niżach atlantyckich/bałtyckich. Cyklony i zjawiska groźne dla żeglugi. Cyklony umiarkowanych szerokości, tropikalne, trajektorie nad wodami. Sztormowe spiętrzenie wody i zagrożenia portowe, cofka. Efekt morza. Mapy dolne i górne (aktualne i prognostyczne) oraz ostrzeżenia morskie. Cofka, niżówka. Wiatr rzeczywisty, pozorny, przywodny (kierunek i prędkość), obliczanie gradientu na mapie, współczynniki redukcyjne prędkości wiatru. Oblodzenie i nomogramy, zjawiska lodowe, depesze lodowe. Depesze SHIP. Detekcja mgieł na zdjęciach satelitarnych. Falowanie i stan morza. Zadania obliczeniowe z fizyki morza. Prognozy burz na morzu.</p>	6,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_W05, K_U04, K_U07, K_K05
III.1.	<p style="text-align: center;">Numeryczne prognozowanie pogody 2:</p> <p>Zagadnienia dwuwymiarowe: metody naprzemiennych kierunków: Peacemana – Rachforda i Douglasa – Rachforda; metody typu predyktor – korektor (badanie</p>	5,0	ILGT	K_W05, K_W08, K_W11, K_U07, K_U08, K_U13, K_K02

	stabilności); metoda rozszczepienia: rozszczepienie względem zmiennych przestrzennych; rozszczepienie względem procesów fizycznych – analiza schematów; dwuwymiarowy model fal grawitacyjnych – wariant macierzowy metody przegania; równania nieliniowe; równania Burgersa i Kortewegi – de Vriesa jako przykłady równania nieliniowego (soliton).			
III.2.	<p>Ćwiczenia z operacyjnego prognozowania pogody:</p> <p>Kompleksowa analiza i prognoza sytuacji synoptycznej na podstawie map przyziemnych i topografii barycznej. Łączna analiza danych synoptycznych, teledetekcyjnych i wyników numerycznych modeli prognoz pogody w celu opracowywania prognoz pogody. Opracowanie prognozy pogody dla rejonu działań. Opracowywanie prognoz specjalnych. Opracowanie lotniczych prognoz pogody. Opracowywanie ostrzeżeń meteorologicznych.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_U03, K_U07, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03
III.3.	<p>Teledetekcyjne badanie atmosfery 2 (cz. j. ang.):</p> <p>Analiza stadiów rozwoju cyklonów i frontów atmosferycznych. Okluzje i cyklony dojrzałe. Fronty główne. Typologia frontów głównych i cyklonów umiarkowanych szerokości geograficznych. Systemy zachmurzenia frontów głównych i cyklonów. Cyklony tropikalne. Niże polarne. Analiza dynamiki atmosfery. Animacje serii obrazowań. Wykorzystanie zdjęć satelitarnych do prognozowania pogody.</p>	5,0	ILGT	K_W04, K_W05, K_U03, K_U06, K_U07, K_U12, K_K01, K_K02
III.4.	<p>Meteorologia lotnicza 2 (cz. j. ang.):</p> <p>Wpływ elementów meteorologicznych na lot statków powietrznych i stan lotnisk. Meteorologiczne warunki wykonywania lotów w cyklonie i antycyklonie. Meteorologiczne warunki wykonywania lotów w stratosferze, nad obszarami górskimi i akwenami. Prognoza oblodzenia statków powietrznych i dróg startowych. Prognoza rzucania samolotów. Konsultacje meteorologiczne w języku angielskim. Standardowe depeche meteorologiczne.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_U03, K_U07, K_U09, K_K01, K_K02
III.5.	<p>Systemy informatyczne w meteorologii 2:</p> <p>Bezpieczeństwo dystrybucji danych meteorologicznych. Wybrane algorytmy szyfrowania danych. Wybrane zagadnienia priorytetyzacji i jakości usług QoS (Quality of Service). Światowy system zbierania i rozpowszechniania danych meteorologicznych. Struktura i działanie wojskowej sieci WAN. Zadania i przeznaczenie sieci rozległej Służby Hydrometeorologicznej Sił Zbrojnych RP. Budowa, działanie i przeznaczenie systemów wspierania pracy synoptyka. Analiza funkcjonalności serwisu internetowego SSH SZ RP.</p>	4,0	ILGT	K_W10, K_W11, K_U06, K_U08, K_K04
III.6.	<p>Pogoda kosmiczna:</p> <p>Przedmiot obejmuje podstawy pogody kosmicznej oraz jej wpływ na systemy technologiczne wykorzystywane w działaniach wojskowych. W ramach przedmiotu student poznaje zjawiska takie jak rozbłyski słoneczne, burze geomagnetyczne i wiatr słoneczny oraz uczy się interpretować dane z satelitów i obserwatoriów naziemnych.</p>	3,0	ILGT	K_W02, K_W03, K_U04, K_U05, K_K05

	Student ocenia wpływ warunków kosmicznych na infrastrukturę wojskową i cywilną oraz zapoznaje się z zasadami współpracy międzynarodowej w ramach monitorowania przestrzeni kosmicznej.			
III.7.	<p>Dyspersja skażeń i zanieczyszczeń w atmosferze:</p> <p>Źródła zanieczyszczeń atmosferycznych (naturalne i antropogeniczne). Skale przestrzenne i czasowe transportu. Równanie transportu domieszek w atmosferze. Podstawowe mechanizmy dyspersji zanieczyszczeń. Depozycja sucha i mokra. Przemiany chemiczne w atmosferze. Klasyfikacja i charakterystyka modeli dyspersji zanieczyszczeń. Modele gaussowskie (smuga Gaussa), unoszenie smugi, efektywna wysokość źródła emisji. Modele eulerowskie transportu zanieczyszczeń. Modele lagranżowskie (modele trajektorii, modele cząstek). Zastosowania modeli dyspersji oraz interpretacja wyników modelowania. Obliczanie stężeń zanieczyszczeń w modelu gaussowskim. Modelowanie transportu zanieczyszczeń w ujęciu lagranżowskim i eulerowskim. Analiza i interpretacja wyników symulacji.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W05, K_U03, K_U07, K_U13, K_K01, K_K02
III.8.	<p>Meteorologia synoptyczna – ćwiczenia operacyjne:</p> <p>Zasady opracowywania prognoz synoptycznych, etapy pracy synoptyka. Ręczna analiza dolnych i górnych map synoptycznych – wyznaczanie frontów i układów barycznych, identyfikacja stref adwekcji. Interpretacja map topografii względnej. Praca z bieżącymi danymi modelowymi i satelitarnymi. Porównanie prognozy synoptycznej z prognozami NMP. Opracowanie prognozy sytuacji barycznej. Opracowanie krótkoterminowej prognozy pogody dla wybranego regionu Polski. Opracowanie ostrzeżeń meteorologicznych. Opracowanie prognozy zjawisk konwekcyjnych. Analiza ekstremalnych zjawisk pogodowych (case studies). Ogólne wiadomości o służbie pogody w Polsce i na świecie; Organizacja Meteorologicznej Ostrony Kraju w Polsce. Charakterystyka źródeł danych wykorzystywanych do opracowywania prognoz pogody; Prognoza sytuacji synoptycznej. Metody prognozowania warunków pogodowych (prognoza wiatru i zjawisk pochodnych, prognoza temperatury, prognoza zachmurzenia, prognoza opadów, prognoza widzialności i mgieł, prognoza burz). Rodzaje prognoz synoptycznych (ogólne, lotnicze, morskie, specjalistyczne). Prognozy ogólne krótkoterminowe i średnioterminowe oraz ultrakrótkoterminowe /nowcastingowe (komunikaty meteorologiczne i prognozy/monitoringi konwekcyjne). Ostrzeżenia meteorologiczne i prognozy niebezpiecznych zjawisk. Sprawdzalność prognoz.</p>	4,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W09, K_U03, K_U07, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03
III.9.	<p>Operacyjny monitoring sytuacji hydrologicznej:</p> <p>Monitorowanie sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej w skali kraju. Monitorowanie procesów wydawania informacji, prognoz, komunikatów i ostrzeżeń hydrologicznych oraz weryfikacji sposobu przeprowadzania analizy zgodności danych operacyjnych hydrologiczno-meteorologicznych na poziomie ogólnokrajowym. Dystrybucja produktów oraz komunikowanie informacji hydrologicznej. Wizualizacja produktów hydrologicznych, w tym w Serwisie hydrologicznym IMGW-PIB (hydro.imgw.pl).</p>	2,0	ILGT	K_W04, K_W05, K_U03, K_U07, K_U12, K_U13, K_K01, K_K02

	<p>Podstawowe pojęcia dotyczące jakości danych pomiarowych i jej badania. Metody weryfikacji danych stosowane w pracy operacyjnej oraz metody wykrywania wartości niepewnych w ciągach danych pomiarowych. Zasady ustalania progów określających wartości nietypowe i odstające. Weryfikowane parametry pomiarowe. Automatyka i manualna weryfikacja danych. Analizy tabelaryczne, graficzne i przestrzenne. Weryfikacja pomiarów stanów wody i temperatury wody, weryfikacja sum opadów atmosferycznych. System Operacyjnej Weryfikacji Danych (scenariusze weryfikacyjne). Operacyjny stan wody, przepływ i temperatura wody. Analiza aktualnych warunków meteorologicznych (sumy i rozkład przestrzenny i przebieg czasowy opadów atmosferycznych, rozkład przestrzenny pokrywy śnieżnej) oraz sytuacji hydrologicznej (dobowy przebieg stanów wody, przekroczenia stanów ostrzegawczych i alarmowych, charakterystyka zjawisk lodowych na rzekach, przepływów poniżej średniego niskiego oraz stref stanów wody) na podstawie danych tabelarycznych (raporty) oraz map tematycznych (serwis hydrologiczny). Morska osłona lodowa Bałtyku.</p>			
III.10.	<p>Produkty hydrologicznej osłony kraju:</p> <p>Produkty hydrologicznej osłony kraju na potrzeby analizy aktualnych i prognozy warunków hydrologiczno-meteorologicznych. Struktura, dane i produkty oraz funkcjonalności dostępne w serwisie hydrologicznym hydro.imgw.pl pod kątem osłony hydrologicznej. Komunikaty i biuletyny hydrologiczne: zasady opracowania, zawartość (prezentowane i opisywane informacje) i układ treści, odbiorcy i zasady dystrybucji.</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W04 K_U03, K_U07, K_U13, K_K01, K_K02, K_K05
III.11	<p>Operacyjne prognozowanie hydrologiczne:</p> <p>Określenia stosowane w prognozowaniu hydrologicznym, klasyfikacja metod prognozowania i ich charakterystyka. Metody prognozowania krótko-, średnio- i długoterminowego. Prognozy stanów i przepływów wody, objętości dopływów do zbiorników wodnych, parametrów fali powodziowych (objętości i kulminacji fali), przepływów niżówkowych oraz rozwoju zjawisk lodowych. Zastosowanie modeli operacyjnych (opad-odpływ i hydraulicznych) w opracowywaniu prognoz synoptycznych. Metody statystyczne, bilansowe i analogii oraz uczenia maszynowego w prognozowaniu hydrologicznym. Wykorzystanie różnych metod i źródeł informacji hydrologicznej do przygotowania synoptycznej prognozy hydrologicznej przebiegu i tendencji zmian stanu wody, stref stanów wody, przekroczeń stanów umownych i zagrożeń hydrologicznych, kulminacji fali. Prognozowanie sytuacji hydrologicznej w strefie brzegowej. Opracowanie hydrologicznej prognozy długoterminowej. Ocena sprawdzalności prognoz.</p>	3,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W05, K_U03, K_U07, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02
III.12	<p>Operacyjne ostrzeżenie hydrologiczne:</p> <p>Definicje i określenia związane z opracowaniem ostrzeżenia hydrologicznego. Pojęcie ostrzeżenia hydrologicznego. Stopień ostrzeżenia. Stany ostrzegawcze i alarmowe. Definicje niebezpiecznych zdarzeń (opad</p>	2,0	ILGT	K_W03, K_W04 K_U03, K_U07, K_U13, K_K01, K_K02

	<p>niebezpieczny, gwałtowny wzrost stanów wody, przekroczenie stanu ostrzegawczego, przekroczenie stanu alarmowego, susza hydrologiczna, zator śryżowy lub lodowy, powódź błyskawiczna, cofka). Ogólne zasady wydawania ostrzeżeń hydrologicznych. Tryb opracowania i wydawania ostrzeżeń hydrologicznych w sytuacji wezbrań; stan zagrożenia i stan alarmu hydrologicznego. Katalog zdarzeń nawiązujących do określonych stopni ostrzeżeń. Zmiany ostrzeżenia hydrologicznego, kontynuacja, odwołanie ostrzeżenia hydrologicznego. Wytyczne do opracowania ostrzeżeń (elementy ostrzeżenia, horyzont czasowy, treść ostrzeżenia, obszary, opis przebiegu zdarzenia, jego intensywności i zmienności czasowej i przestrzennej, ocena prawdopodobieństwa wystąpienia zjawiska, uwagi). Zasady wydawania ostrzeżeń w sytuacji wystąpienia suszy hydrologicznej. Dystrybucja ostrzeżeń hydrologicznych. Opracowanie ostrzeżeń w trybie awaryjnym. Identyfikacja zagrożeń hydrologicznych. Zasady wydawania prognoz niebezpiecznych zjawisk hydrologicznych. Ocena sprawdzalności ostrzeżeń hydrologicznych.</p>			
III.13	<p>Meteorologia lotnicza dla zaawansowanych:</p> <p>Temperatura powietrza. Inwersje temperatury i wpływ na lot. Ciśnienie atmosferyczne. Redukcja ciśnienia do QNH i QFF (MSL). Zmiany ciśnienia z wysokością, standardowe wysokości barometryczne a poziomy lotu (FL). Gęstość powietrza. Wpływ ciśnienia, gęstości powietrza i temperatury na właściwości lotne statku powietrznego. Międzynarodowa Atmosfera Standardowa (ISA). Wysokościomierze barometryczne. Altitude, true altitude, Flight Level. Transition level, transition altitude (height), transition layer. Ustawienia altimetru: QNH, QNE-standard, QFE. Obliczenia wysokości lotu przy różnych nastawieniach wysokościomierza. Błędy wysokościomierzy i korekty nastawień. Definicja i pomiar wiatru w lotnictwie. Zmienność wiatru w warstwie tarcia (veering, backing wiatru). Turbulencja. Prądy strumieniowe (Jet Stream). Reguły wykorzystania Jet Stream do lotów. Procesy adiabaticzne. Gradienty adiabaticzne (DALR, SALR, ELR). Stany równowagi atmosfery. Pogoda i warunki lotu w chwiejnych masach powietrza. Pogoda i warunki lotu w stałych masach powietrza. Wpływ opadów na widzialność i podstawę chmur. Opady niebezpieczne (FZRA, FZDZ, SNRA, +SHRA, +RA) i ich wpływ na operacje lotnicze. Front ciepły, chłodny, chłodny II rodzaju (charakterystyka, pogoda związana z frontami, warunki lotu). Typowe sytuacje synoptyczne w obszarach międzyzwrotnikowych. Monsuny-warunki pogody. Wiatry lokalne i związana z nimi pogoda. Obłodzenie statków powietrznych. Turbulencja-wpływ na lot. Zagrożenia dla lotów występujące w obszarach górskich. Zjawiska ograniczające widzialność. Obserwacje i raporty z pokładów statków powietrznych (AIREP, PIREPS). Lotnicze mapy pogodowe. Informacje meteorologiczne: METAR+TREND, SPECI, TAF FC i FT, SIGMET i AIRMET, GAMET, MET REPORT i SPECIAL REPORT. Informacje pogodowe dostępne w powietrzu: VOLMET, ATIS. Meteo Briefing. Ostrzeżenia</p>	5,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W05, K_U03, K_U07, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02

	meteorologiczne (lotniskowe, o uskoku wiatru). Służba meteorologiczna. Światowy system prognoz obszarowych i krajowe biura meteorologiczne: WAFC, WAFS, RAFC, MBN, LBM, LSM. Ośrodki doradcze ds. popiołów wulkanicznych (VAAC). Ośrodki doradcze ds. cyklonów tropikalnych (TCAC). Organizacje międzynarodowe działające na rzecz lotnictwa: ICAO, WMO, IATA.			
	grupa treści kształcenia praca dyplomowa			
	Seminaria dyplomowe:			
1.	Zagadnienia przygotowujące do wyboru tematu i podjęcia pracy dyplomowej; rozważenia różnych rodzajów prac dyplomowych zależnie od celu pracy i przedmiotu pracy; tematyka prac dyplomowych, etyka i warsztat, rola i sposób wykorzystania literatury technicznej w rozwiązywaniu problemów technicznych, rola eksperymentu; elementy prawa autorskiego; etapy rozwiązywania i wykonywania zadania dyplomowego; układ i zawartość pracy dyplomowej; prezentacje i dyskusje sposobów rozwiązywania zagadnień ujętych w zadaniu dyplomowym, wyników częściowych i całości pracy dyplomowej	5,0	ILGT	K_W13, K_U19, K_K01, K_K05
	Praca dyplomowa:			
2.	Opracowanie projektu dyplomowego w zakresie kierunku meteorologia i hydrologia, zawierającego elementy badań naukowych. W analizie problemu podjętego w pracy dyplomowej uwzględnienie informacji z literatury obcojęzycznej.	20,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_U19, K_U20, K_K03, K_K05
	grupa treści kształcenia praktyka zawodowa			
	Praktyka zawodowa:			
1.	Celem praktyki jest zdobycie i utrwalenie wiedzy oraz rozwój umiejętności praktycznych w zakresie meteorologii i hydrologii, obejmujących prowadzenie obserwacji i pomiarów środowiskowych, pozyskiwanie oraz przetwarzanie danych, opracowywanie materiałów, analizę procesów atmosferycznych i hydrologicznych oraz przygotowywanie prognoz, opracowań i raportów. Praktyka realizowana jest z możliwością ukierunkowania na profil meteorologiczny lub hydrologiczny, w zależności od preferencji praktykanta i charakteru miejsca odbywania praktyki.	7,0	ILGT	K_W03, K_W04, K_W11, K_U05, K_U06, K_U07, K_U09, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_K01, K_K02, K_K03, K_K05
	Razem	300		

SPOSOBY WERYFIKACJI I OCENY EFEKTÓW UCZENIA SIĘ OSIĄGNIĘTYCH PRZEZ STUDENTA W TRAKCIE CAŁEGO CYKLU KSZTAŁCENIA

Weryfikacja zakładanych efektów uczenia kierunkowego prowadzona jest systematycznie. Warunkiem zaliczenia każdego z przedmiotów jest uzyskanie pozytywnej oceny z obowiązującego rygoru dydaktycznego: egzaminu, zaliczenia na ocenę lub zaliczenia na ocenę uogólnioną. Warunkiem przeniesienia studenta na kolejne semestry kształcenia kierunkowego i specjalistycznego jest zaliczenie wszystkich przedmiotów z tego obszaru i uzyskanie 30 punktów ECTS. Dopuszcza się warunkowe przeniesienia studenta na kolejne semestry w granicach dopuszczalnego deficytu punktów ECTS określanego w planie studiów, przy czym zaległości w zaliczeniu zajęć nie mogą wykraczać poza semestr bieżący i semestr bezpośrednio poprzedzający. Ponadto w trakcie semestrów przeprowadzane są kolokwia pisemne, ćwiczenia audytoryjne, oceniany jest też udział w dyskusji, czy też aktywność w zajęciach.

Zajęcia praktyczne laboratoryjne i projektowe zaliczane są na podstawie wyników uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń przygotowawczych, prac domowych, ćwiczeń obliczeniowych oraz dłuższych wypowiedzi pisemnych w formie sprawozdania, zaliczenia-obrony opracowanych projektów wg zasad wewnętrznego systemu zapewnienia jakości kształcenia. Szczegółowe kryteria oceniania z każdego przedmiotu zawarte są w kartach informacyjnych przedmiotów.

Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia lub egzaminu jest zaliczenie wszystkich form jego realizacji (projektów – zadań domowych) wg. zasad wewnętrznego systemu zapewnienia jakości kształcenia. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest poprawne wykonanie i zaliczenie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych i rachunkowych przewidzianych programem studiów (w przypadku usprawiedliwionej nieobecności studenta na zajęciach prowadzący ćwiczenia ma obowiązek umożliwić studentowi wykonanie maksimum dwóch ćwiczeń instrumentalnych w ramach konsultacji) oraz zaliczenie obowiązujących sprawdzianów (pisemnych lub ustnych). Warunek konieczny do uzyskania zaliczenia jest zdobycie 60% (punktów) z odpowiedzi. Efekty W, K sprawdzane są: podczas egzaminu lub kolokwium zaliczającego przedmiot, efekty U, sprawdzane są: na podstawie wyników uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń przygotowawczych, prac domowych, ćwiczeń obliczeniowych oraz dłuższych wypowiedzi pisemnych w formie sprawozdania lub obrony zadań domowych. Wiedza i umiejętności w zakresie praktycznego kształcenia kierunkowego, weryfikowane będą w trakcie praktyk zawodowych, podczas których studenci zobowiązani są do wykazania się umiejętnością stosowania wiedzy teoretycznej zdobytej w ramach kształcenia na kierunku meteorologia i hydrologia w praktyce.

Szczegółowe informacje dotyczące weryfikacji zakładanych efektów uczenia się z poszczególnych przedmiotów i modułów kształcenia określone są w kartach informacyjnych modułów i przedstawiane studentom w początkowym etapie zajęć i w systemie USOS prowadzonym przez Wydział, zgodnie z wymogami wewnętrznego systemu zapewnienia jakości kształcenia. Ostateczną formą weryfikacji nabytej wiedzy i umiejętności jest egzamin dyplomowy, w trakcie, którego sprawdzeniu podlega: umiejętność rozwiązywania zagadnień z zakresu meteorologii i hydrologii. Warunkiem dopuszczającym do egzaminu jest zaliczenie wszystkich przedmiotów kształcenia ogólnego, kierunkowego i specjalistycznego oraz opracowanie pracy dyplomowej pozytywnie ocenionej przez promotora i recenzenta.

Uwagi szczególne:

Posiadanie certyfikatu lub złożenie egzaminu z języka obcego na poziomie B2+ jest obligatoryjne.