

KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	Modelowanie procesów transportowych
Nazwa modułu w języku angielskim	Modeling of transport processes
Obowiązuje od roku akademickiego	2016/2017

A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Transport
Poziom kształcenia	II stopień (I stopień / II stopień)
Profil studiów	Ogólno akademicki (ogólno akademicki / praktyczny)
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne (stacjonarne / niestacjonarne)
Specjalność	
Jednostka prowadząca moduł	Katedra Pojazdów Samochodowych I Transportu
Koordynator modułu	Dr inż. Zbigniew Skrobcki
Zatwierdził:	

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	kierunkowy (podstawowy / kierunkowy / inny HES)
Status modułu	obowiązkowy (obowiązkowy / nieobowiązkowy)
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	pierwszy
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	letni (semestr zimowy / letni)
Wymagania wstępne	(kody modułów / nazwy modułów)
Egzamin	nie (tak / nie)
Liczba punktów ECTS	3

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
w semestrze	15		30		

C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Cel modułu	<p>Przedmiot dotyczy zapoznania studentów z wybranymi zasobami wiedzy i technikami komputerowymi, które umożliwiają przeprowadzenie badań różnych zjawisk związanych z transportem, bez konieczności przeprowadzenia kosztownych badań w terenie. Dzięki zastosowaniu modeli, studenci uczą się prognozowania potrzeb transportowych i efektywności działań transportu w ramach założonych scenariuszy. Student jest zapoznawany z metodologią wnioskowania, gdzie proces decyzyjny rozpoczyna się od rozważań systemowych identyfikacji zjawisk i procesów z uwzględnieniem organizacji i eksploatacji środków transportu. W rozważaniach tych istotne jest uwzględnienie oddziaływania otoczenia na system transportowy i w kierunku odwrotnym. W ten sposób tworzone modele mogą uwydatnić problemy środowiska, gospodarcze i społeczne. W ramach uszczegółowienia metodyki ważne jest zapoznanie studentów ze sposobami pozyskiwania (np. poprzez ankietowanie) i gromadzenia danych a następnie praktycznego użycia wybranych metod statystyki matematycznej do analizy danych. W przypadku danych tworzących jednowymiarowy szereg czasowy proponuje się studentom wybór i zastosowanie metod analizy szeregów czasowych. Modele te prezentowane są w zastosowaniach prognostycznych. W przypadku modeli ze stałym poziomem zmiennej prognozowanej prezentowane są modele naiwne, modele średniej ruchomej i prosty model wygładzenia wykładniczego. W przypadku modeli uwzględniających trend, studenci są uczeni wyboru typu i postaci funkcji trendu w zależności od charakterystyki zmian analizowanego zjawiska. Dla opisu zjawiska w czasie, które charakteryzuje się dużą nieregularnością proponuje się model trendu pelzającego, zaś dla przypadków szeregów z trendem i wahaniami losowymi – liniowy model wygładzenia wykładniczego Holta. Dla przypadku występowania wahań sezonowych lub innych o znanym okresie proponuje się następujące metody: wskaźników, model Wintersa i analizę harmoniczną. Szczególną uwagę poświęcono zastosowaniom modelu multiplikatywnego zawierającej funkcje trendu, sezonowości, zmian cyklicznych i losowych. Do przeprowadzenia analiz decyzyjnych proponuje się statystykę bayesowską, gdzie wykorzystuje się połączenie danych z informacjami <i>a priori</i> dla przeprowadzenia wnioskowania statystycznego. Wiadomości na temat metod prognozowania kończy charakterystyka metod heurystycznych. Przygotowaniem studentów do tworzenia modeli umożliwiających komputerową symulację są ćwiczenia zastosowania metody Monte Carlo w modelach własnych dotyczących badań ekonomicznej efektywności inwestycji w przedsiębiorstwach transportowych w symulowanych warunkach eksploatacji środków transportu. W zakresie ćwiczeń w laboratorium komputerowym dużo zajęć poświęconych jest zastosowaniem technik GIS (Geographical Information System) w zastosowaniach transportowych.</p>
-------------------	---

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę w zakresie metod ilościowych, modelowania i optymalizacji procesów transportowych przydatnych do planowania, sterowania i zarządzaniem systemami transportowymi. Zna podstawowe metody i techniki stosowane przy projektowaniu oraz rozwiązywaniu problemów wynikających z organizacji, a szczególnie przy modelowaniu i prognozowaniu wybranych procesów transportowych.	Wykład, laboratorium	K_W05 K_W07	T2A_W04 T2A_W07 InzA_W02
W_02	Ma poszerzoną wiedzę z zakresu ergonomii i ekologii procesów transportowych. Ma podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę związaną z zastosowaniami do rozwiązywania wybranych zagadnień ekonomiki transportu, organizacji i marketingu.	Wykład, laboratorium	K_W11 K_W16	T2A_W03 T2A_W04 T2A_W04 T2A_W11
U_01	Potrąfi pozyskiwać informacje z różnych źródeł; potrafi integrować informacje i wiedzę zróżnicowaną dziedzinowo oraz dokonywać prawidłowej interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie. Przy rozwiązywaniu problemów transportowych potrafi dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym środowiskowe, prawne oraz urbanistyczne i społeczne.	Wykład, laboratorium	K_U01 K_U05	T2A_U01 T2A_U10 T2A_U17 InzA_U03 InzA_U06
U_02	Potrąfi wykorzystać metody i modele matematyczne do modelowania i optymalizacji zagadnień związanych z planowaniem i eksploatacją systemu transportowego ze szczególnym uwzględnieniem celów prognostycznych.	Wykład, laboratorium	K_U13 K_U19	T2A_U07 T2A_U11 T2A_U09 InzA_U02
K_01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi samodzielnie i krytycznie planować proces samokształcenia, w tym uzupełniania wiedzy i umiejętności o charakterze interdyscyplinarnym. Docenia wagę procesu ciągłego doskonalenia swoich kompetencji zawodowych w zakresie modelowania i zarządzania systemami transportowymi i logistycznymi. Ma świadomość powiązań pomiędzy działalnością inżynierską a skutkami oddziaływania na środowisko przyrodnicze i społeczne, mając świadomość odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	Wykład, laboratorium	K_K01 K_K07	T2A_K01 T2A_K02 InzA_K01

Treści kształcenia:

1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treść kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Podstawy inżynierii systemów w zastosowaniach do modelowania zjawisk i procesów transportowych. Pojęcie systemu transportowego, elementy i struktura systemu, charakterystyka otoczenia. Modelowanie w inżynierii systemów. Charakterystyka etapów modelowania (identyfikacja i dekompozycja, określenie koncepcji, formalizacja modelu, algorytmizacja	W_02 U_01 K_01

	i informatyzacja, weryfikacja i adaptacja) tworzących uniwersalną procedurę modelowania. Przykłady rozważań systemowych identyfikacji zjawisk i procesów z uwzględnieniem organizacji i eksploatacji środków transportu oraz wzajemnych oddziaływań pomiędzy otoczeniem i systemem transportowym. Ogólny model systemu transportowego w otoczeniu gospodarczym, społecznym i przyrodniczym.	
2	Podstawy modelowania systemu transportowego z wykorzystaniem grafów. Elementy modelu systemu i graf struktury systemu. Analiza przykładowych grafów z dodatkową informacją o długości dróg. Wprowadzenie sieci do odwzorowania charakterystyk elementów struktury systemu transportowego. Wyznaczanie drogi o minimalnym koszcie dla zadanej sieci transportowej.	W_01 U_01 U_02 K_01
3	Pozyskiwanie danych o transporcie i zużywanej przez transport energii w świecie, w krajach UE i w Polsce. Prezentacja różnych badań przemieszczania się ludzi z wykorzystaniem różnych środków transportu i w zależności od celu przemieszczania się w mieście Kielce, w powiecie kieleckim i w województwie świętokrzyskim. Analiza skumulowanych i jednostkowych kosztów w zależności pokonywanych odległości i rodzaju środków transportu i celu podróży. Analiza zużycia energii i ocena destrukcyjnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze.	W_02 U_01 U_02 K_01
4	Model Kraussa do symulacji ruchu potoku pojazdów w ruchu miejskim według kryterium bezpiecznej odległości. Wstępna analiza danych z monitoringu ciągłego ruchu na wybranych ulicach miasta, dotycząca natężenia ruchu z podziałem na rodzaje pojazdów, prędkości pojazdów i emisji natężenia dźwięku. Zastosowanie statystyki opisowej w analizach wybranych zjawisk transportowych.	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01
5	Wprowadzenie do metody Monte Carlo. Analiza rozkładów: jednostajny, trójkątny i normalny. Przykłady generowania w arkuszu Excel wartości zmiennej losowej dla danych rozkładów. Przykłady zastosowania metody Monte Carlo w modelach własnych. Określenie zależności stochastycznej oraz jej szczególnego przypadku: zależności korelacyjnej. Funkcja regresji i estymacja parametrów funkcji za pomocą metody minimalizacji sumy kwadratów błędów.	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01
6	Metody analizy szeregów czasowych w zastosowaniach prognozowania przewozów ludzi i towarów. Modele ze stałym poziomem zmiennej prognozowanej: naiwne, modele średniej ruchomej i prosty model wygładzenia wykładniczego. Modele uwzględniające trend. Dobór postaci funkcji trendu w zależności od charakterystyki zmian analizowanego zjawiska. Zastosowanie modelu trendu pełzającego do opisu zjawiska w czasie z dużą nieregularnością oraz liniowego modelu wygładzenia wykładniczego Holta dla przypadków szeregów z trendem i wahaniami losowymi. Analiza przypadku występowania wahań sezonowych lub innych o znanym okresie i propozycja stosowania następujących metod: wskaźników, Wintersa i analizy harmonicznej. Wykorzystanie wybranych metod heurystycznych w sytuacjach pozyskiwania informacji od ekspertów (metoda delficka) albo od usługobiorców (metoda ankietowa).	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01
7	Analiza decyzji i statystyka bayesowska. Sformułowanie zadania decyzyjnego. Wieloetapowy proces rozwiązania zadania decyzyjnego. Drzewa decyzyjne. Korzystanie z dodatkowych informacji za pomocą twierdzenia Bayesa. Zastosowanie podejścia bayerowskiego w dyskretnych modelach probabilistycznych, gdzie wykorzystuje się połączenie danych z informacjami <i>a priori</i> dla przeprowadzenia wnioskowania statystycznego na podstawie aposteriorycznego prawdopodobieństwa danego parametru.	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01

2. Treści kształcenia w zakresie ćwiczeń

3. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych

Nr zajęć ćwiczeń	Treść kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych dla wybranych zagadnień analizy szeregów czasowych. Analiza trendu za pomocą prostej regresji liniowej. Wygładzanie szeregu z użyciem średniej ruchomej. Zastosowanie metody dzielenia przez średnią ruchomą do identyfikacji indeksów sezonowych. Wyznaczanie składowych cyklicznej i losowej szeregu.	W_01 U_01 U_02 K_01
2	Budowa modelu multiplikatywnego i zastosowanie jego do analizy zmienności badanej cechy i do prognozowania. Problemy utworzenia prognozy dla funkcji zmian cyklicznych. Analiza metody prostego wygładzenia wykładniczego. Przykłady wyznaczenia prognoz za pomocą równań rekurencyjnych metody wygładzenia wykładniczego.	W_01 U_01 U_02 K_01
3	Przygotowanie arkuszy i metodyki zbierania i opracowania danych z ankietowych badań własnych dot. przemieszczania się ludzi w określonych celach oraz identyfikacja kosztów wykorzystania różnych środków transportu w mieście Kielce, w powiecie kieleckim i w województwie świętokrzyskim.	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01
4	Zastosowanie liniowego modelu wygładzania wykładniczego Holta w szeregach czasowych, w których występuje trend i wahania przypadkowe. Przykłady prognozowania przewozów wybranych towarów za pomocą modelu Holta. Zadanie przykładowe zawierające dane tworzące szereg czasowy z tendencją rozwojową, wahaniami sezonowymi i przypadkowymi. Użycie modelu Wintersa z zastosowaniem równań zarówno dla wersji addytywnej i multiplikatywnej. Zasady doboru wartości trzech parametrów modelu. Prognozowanie.	W_01 U_01 U_02 K_01
5	Analiza danych z monitoringu ciągłego natężenia ruchu pojazdów w różnych okresach czasu na wybranych ulicach m. Kielce. Zastosowanie statystyki opisowej dla przykładowych zestawów danych. Identyfikacja miar rozproszenia danych i miar tendencji centralnej : percentyle i kwartyle, dominanta, mediana, średnia w próbie i w populacji. Miary zmienności: rozstęp, wariancja i odchylenie standardowe w próbie i w populacji. Grupowanie danych i histogramy. Histogram względnej częstości. Skośność i spłaszczenie rozkładu częstości. Podstawy estymacji parametrów modeli probabilistycznych. Charakterystyka podstawowych pojęć: populacja, próba reprezentatywna, przestrzeń prób, zdarzenie elementarne, prawdopodobieństwo zdarzenia, dystrybuanta, rozkład prawdopodobieństwa, wartość średnia, wariancja i odchylenie standardowe w próbie i w populacji. Przykłady obliczeń.	W_01 U_01 U_02 K_01
6	Zastosowanie metod prezentacji danych z poprzednich ćwiczeń laboratoryjnych. Zestawienie danych w formie <i>lodyga-liście</i> oraz w formie wykresów <i>pudełko</i> zawierającego informacje o wartościach: mediany, pierwszego i trzeciego kwartyła, ekstremalnych. Wnioskowanie o obserwacjach podejrzanych o nietypowość i identyfikacja obserwacji nietypowych. Przykłady obliczeń.	W_01 U_01 U_02 K_01
7	Pisemny sprawdzian wiedzy i ocena zadania własnego badań mobilności w rodzinach z uwzględnieniem celu, odległości, kosztów i wykorzystanych środków przemieszczania się.	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01
8	Przestrzenny wymiar transportu, poznanie oprogramowania Quantum GIS – definicja, zastosowanie, zasady pracy. 1. Interfejs programu - układ okien i menu programu.	W_01 U_01 U_02 K_01

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Właściwości programu i projektu. 3. Układy współrzędnych, jednostki, edycja, zapis i odczyt projektu. 4. Wektorowy i rastrowy model danych. 5. Technologia GIS dla transportu i komunikacji – przykład Via Baltica. 	
9	<p>Zarządzanie warstwami i ich właściwościami w programie Quantum GIS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wczytywanie warstw wektorowych i ich właściwości. 2. Wczytywanie warstw rastrowych i ich właściwości. 3. Nawigacja mapy. 4. Atrybuty opisowe obiektów i kreator zapytań logicznych. 	<p>W_01 U_01 U_02 K_01</p>
10	<ol style="list-style-type: none"> 2. Poznanie i praktyczne wykorzystanie narzędzia Georeferencer do przypisywania posiadanym mapom (w formie rastrowych plików graficznych) odpowiednich układów współrzędnych geodezyjnych w celu dalszego wykorzystania ich w programie Quantum GIS i innych programach GIS. <ol style="list-style-type: none"> 1) Stosowane w Polsce układy współrzędnych geodezyjnych. 2) Wybór odpowiedniego układu współrzędnych geodezyjnych. 3) Georeferencja rastra na podstawie mapy z nadaną georeferencją obecną na dysku komputera. 4) Georeferencja rastra na podstawie mapy pobranej poprzez usługę WMS z geoportalu miasta Kielce. 5) Analiza metod i błędów interpolacji rastra stosowanych w trakcie nadawania georeferencji. 	<p>W_01 U_01 U_02 K_01</p>
11	<p>Tworzenie nowych warstw wektorowych o odpowiednich parametrach i strukturze tabeli atrybutów dzięki wykorzystaniu różnych źródeł danych przestrzennych oraz przygotowanie danych do przeprowadzenia analiz przestrzennych.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Korzystanie z zewnętrznych źródeł danych – WMS, WFS, OpenLayers. 2. Tworzenie nowej warstwy wektorowej przystanków komunikacji miejskiej (typ, układ współrzędnych, struktura tabeli atrybutów). 3. Edycja warstwy wektorowej– dodawanie, modyfikacja i usuwanie obiektów. 4. Edycja tabeli atrybutów (zmiana wartości tabeli, dodawanie i usuwanie kolumn tabeli). 5. Zapisywanie utworzonych warstw. 	<p>W_01 U_01 U_02 K_01</p>
12	<p>Wykorzystanie QGis do analizy przebiegu linii komunikacyjnej oraz do generowania profilu wysokościowego trasy.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wektoryzacja trasy linii autobusowej. 2. Wczytanie numerycznego modelu terenu. 3. Utworzenie profilu przebiegu linii autobusowej przy pomocy narzędzia qProf. 4. Analiza wysokościowa linii do obliczeń zużycia paliwa. 	<p>W_01 U_01 U_02 K_01</p>
13	<p>Analiza powierzchni uszczelnionych oraz powierzchni biologicznie czynnej wybranego obszaru w celu oceny odpływu wód opadowych. Obliczenia spływu powierzchniowego w pasach drogowych i z innych powierzchni zajmowanych przez infrastrukturę transportową.</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Stworzenie wektorowego modelu powierzchni uszczelnionych i biologicznie czynnych. b) Przypisywanie poszczególnym obiektom odpowiednich parametrów jakościowych i ilościowych (np typ nawierzchni, współczynnik przepuszczalności). c) Edycja tabeli atrybutów, wprowadzenie formuł obliczeniowych oraz analiza statystyczna. 	<p>W_01 W_02 U_01 U_02 K_01</p>

14	Ciąg dalszy analiz i obliczeń zapoczątkowanych na poprzednich ćwiczeniach laboratoryjnych.	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01
15	Zastosowanie metody Monte Carlo w zadaniach własnych dotyczących badań ekonomicznej efektywności inwestycji w przedsiębiorstwach transportowych w symulowanych warunkach eksploatacji środków transportu. Zaliczenie zajęć.	W_01 W_02 U_01 U_02 K_01

4. Charakterystyka zadań projektowych
5. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01	Pisemny sprawdzian wiedzy Student, aby zaliczyć sprawdzian powinien znać – co najmniej - w stopniu dostatecznym wszystkie treści wymienione w wykładach oznaczonych numerami od 1 do 6. Powinien wykazać przede wszystkim znajomość podstawowych pojęć, problemów zjawisk związanych z modelowaniem wybranych procesów transportowych z elementami prognozowania.
W_02	Pisemny sprawdzian wiedzy i pytania na ćwiczeniach Student powinien znać uwarunkowania ekologiczne, społeczne i gospodarcze transportu miejskiego oraz umieć stosować metody uwzględniające wybrane zagadnienia ekonomiki transportu z wykorzystaniem prostych metod optymalizacji i symulacji wybranych procesów.
U_01	Pisemny sprawdzian wiedzy. Student powinien znać wykorzystać wiedzę teoretyczną zdobytą na wykładach oraz pozyskaną z innych źródeł do rozwiązywania problemów inżynierskich określonych w treściach kształcenia w zakresie ćwiczeń laboratoryjnych dostrzegając aspekty pozatechniczne
U_02	Pisemny sprawdzian wiedzy i pytania na ćwiczeniach Student powinien umieć wykorzystać wiedzę teoretyczną zdobytą na wykładach i ćwiczeniach laboratoryjnych w celu symulacji, optymalizacji, prognozowania i planowania wykorzystując między innymi techniki GIS.
K_01	Obserwacja postawy studenta pytania podczas zajęć dydaktycznych Student, aby uzyskać ocenę dobrą powinien rozumieć potrzebę stałego uzupełniania wiedzy z zakresu programu przedmiotu. Aby uzyskać ocenę bardzo dobrą, powinien uzupełniać wiedzę w zakresie szerszym od członków grupy.

D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	15 h
2	Udział w ćwiczeniach	
3	Udział w laboratoriach	30 h
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	5 h
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	
7	Udział w egzaminie	
8		
9	Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	50 h <i>(suma)</i>
10	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	2,0
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	7 h
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	8 h
15	Wykonanie sprawozdań	
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	5 h
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	5 h
18	Przygotowanie do egzaminu	
19		
20	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	25 h <i>(suma)</i>
21	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	1,0
22	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75 h
23	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	3,0
24	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	53 h
25	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	2,1

E. LITERATURA

Wykaz literatury	<ol style="list-style-type: none">1. Aczel A.D.: Statystyka w zarządzaniu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.2. Bryniarska Z., Starowicz W.: Wyniki badań systemów publicznego transportu zbiorowego w wybranych miastach. Monografia nr 19 (zeszyt 155), Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie, Kraków 2010.3. Brzozowska L., Brzozowski K., Drąg Ł.: Transport drogowy a jakość powietrza atmosferycznego. Modelowanie komputerowe w mezoskali. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.4. Chyliński A.: Metoda Monte Carlo w bankowości. Wyd. Twigger S.A., Warszawa 1999.5. Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.6. Gutenbaum J.: Podstawy modelowania matematycznego. Skrypt, Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa 2001.7. Jacyna M.: Wybrane zagadnienia modelowania systemów transportowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.8. Leszczyński J.: Modelowanie systemów i procesów transportowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.9. Niewczas A. (pod red): Wybrane zagadnienia transportu samochodowego. Wydawca: Polskie Naukowo-Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne, Warszawa 2005.10. Powierża L.: Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych, Instytut Technologii Eksploatacji, Radom 1997.11. Smalko Z.: Modelowanie eksploatacyjnych systemów transportowych. Instytut Technologii Eksploatacji, Radom 1996.12. Skrobacki Z.: A Transport System in the Social, Economic and Natural Environments. [W:] Pawełczyk M., Skrobacki Z.: Problems of Maintenance of Sustainable Technological Systems. Sustainable Development of Transport. Monographs of the Maintenance Systems Unit, Polish Academy of Sciences, Published by Kielce University of Technology, Kielce 2012.13. Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S.: Prognozowanie ekonomiczne. Teoria , przykłady, zadania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.14. Żurowska J.: Prognozowanie przewozów. Modele, metody, przykłady. Politechnika Krakowska , Kraków 2005.
Witryna WWW modułu/przedmiotu	