

## KARTA PRZEDMIOTU

<b>Nazwa przedmiotu:</b>		<b>Technologie i algorytmy HPC</b>	
<b>Stopień studiów:</b>		II (magisterski), III (doktorancki)	
<b>Kierunek studiów, specjalność:</b>		wszystkie specjalności	
<b>Kod przedmiotu:</b>		<b>Semestr studiów:</b>	<b>Liczba punktów ECTS: 3</b>
<b>Poziom przedmiotu:</b> średnio zaawansowany		<b>Typ przedmiotu:</b> obieralny	
<b>Wymiar przedmiotu:</b> 60 h	Wykłady:	15 h	Praca własna: 20 h
	Ćwiczenia:	0 h	
	Laboratoria:	15 h	
	Konsultacje:	10 h	
<b>Odpowiedzialny za przedmiot:</b>		dr inż. Stanisław Gepner	
<b>Cele przedmiotu</b>			
<p><b>C1.</b> Nauczenie podstaw wykorzystania nowoczesnej infrastruktury komputerowej.</p> <p><b>C2.</b> Zapoznanie z możliwościami prowadzenia obliczeń wielowątkowych i równoległych.</p> <p><b>C3.</b> Zapoznanie z technikami programowania równoległego.</p>			
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji</b>			
<p>1. Elementarna wiedza z zakresu obsługi komputera i programowania w języku C lub C++.</p> <p>2. Podstawowa znajomość systemu Linux</p>			
<b>Efekty uczenia się (wiedza)</b>			
<p><b>EW1</b> - Student rozumie hierarchiczną strukturę pamięci komputera oraz ograniczenia w dostępie do niej.</p> <p><b>EW2</b> - Student wie o możliwości wykonywania przez procesory operacji w sposób wektorowy oraz zna mechanizmy jej wykorzystania.</p> <p><b>EW3</b> - Student zna podstawowe typy architektury systemów do prowadzenia przetwarzania równoległego.</p> <p><b>EW4</b> - Student rozróżnia przetwarzanie wielowątkowe i wieloprocessorowe, zna ich możliwości i związane z nimi podejścia algorytmiczne.</p> <p><b>EW5</b> - Student zna podstawowe pojęcia i heurystyczne prawa związane z przetwarzaniem równoległym.</p>			
<b>Efekty uczenia się (umiejętności)</b>			
<p><b>EU1</b> – Student potrafi konstruować kod tak, aby optymalnie wykorzystywał możliwości współczesnych superskalarnych procesorów.</p> <p><b>EU2</b> - Student potrafi wykorzystać wybrane implementacje do przetwarzania wielowątkowego określonych problemów.</p> <p><b>EU3</b> - Student jest w stanie wykonać analizę efektywności przetwarzania równoległego, przedstawić wyniki skalowania oraz odnieść wyniki do oczekiwanych wartości teoretycznych.</p> <p><b>EU4</b> - Student potrafi wykorzystać infrastrukturę typu HPC do prowadzenia obliczeń, korzysta z systemu kolejkowego udostępniania zasobów.</p> <p><b>EU5</b> - Student potrafi napisać prosty program z wykorzystaniem biblioteki komunikacyjnej MPI oraz CUDA.</p>			
<b>Treści merytoryczne przedmiotu</b>			
<b>Wykłady</b>			<b>Liczba godzin</b>
Wprowadzenie do zagadnienia obliczeń HPC, podstawowe pojęcia związane z tematyką i omówienie architektury współczesnego procesora.			2
Zagadnienie dostępu do pamięci i ograniczenia wynikające z architektury komputera.			2
Omówienie pojęcia wektoryzacji w kontekście przetwarzania danych.			2

Wprowadzenie do wielowątkowości. Omówienie różnicy między procesem a wątkiem. Ilustracja pojęć na prostych przykładach zadań obliczeniowych. Zagadnienie wyścigu danych, operacje atomowe i mutexy. Wykorzystanie standardowej implementacji języka C++ oraz biblioteki TBB.	2
Wprowadzenie do przetwarzania równoległego z wykorzystaniem standardu MPI. Prezentacji zasad i schematów komunikacji. Przedstawienie prostych przykładów.	2
Elementy zarządzania infrastrukturą HPC oraz wprowadzenie systemu kolejkowego SLURM.	1
Obliczenia z wykorzystaniem GPU. Przedstawienie architektury NVIDIA CUDA. Przedstawienie prostego programu oraz wprowadzenie bibliotek programistycznych.	4
<b>Laboratoria</b>	
Zapoznanie z mechanizmami pomiaru wydajności programów	1
Przedstawienie efektu niehomogeniczności pamięci na prędkość wykonania zadań oraz zagadnienia związane z wektoryzacją.	2
Programowanie przy użyciu paradygmatu wielowątkowego oraz pomiar prędkości wykonania zadań o różnym stopniu zrównoleglenia. Przygotowanie wyników pomiaru efektywności równoległej.	3
Wprowadzenie biblioteki TBB oraz przykłady zastosowania.	3
Wprowadzenie programowania wieloprocesorowego z wykorzystaniem standardu MPI. Przedstawienie podstawowych zagadnień wymiany danych.	2
Praca na współdzielonym serwerze HPC, wykorzystanie systemu kolejkowego do wykonania przygotowanych wcześniej programów równoległych.	2
Programowanie i prowadzenie obliczeń z zastosowaniem przetwarzania na GPU	2
<b>Literatura podstawowa i uzupełniająca</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Ogólnodostępne materiały dydaktyczne.</li> <li>Materiały na stronie wydziału przygotowane przez prowadzącego zajęcia.</li> <li>CUDA C++ programming Guide, NVidia, 2022.</li> <li>Wienzierl Tobias, Principles of Parallel Scientific Computing: A First Guide to Numerical Concepts and Programming Methods (Undergraduate Topics in Computer Science). Springer, 2022.</li> <li>Peter S. Pacheco; Matthew Malensek, Introduction to Parallel Computing, 2nd ed. Elsevier, 2022.</li> </ol>	
<b>Obciążenie studenta pracą</b>	
<b>Forma aktywności</b>	<b>Średnia liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia)	30
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje)	10
Praca własna, prace domowe - projekty	20
<b>SUMA</b>	<b>60</b>

### Narzędzia dydaktyczne

1. Wykłady w formie prezentacji w formacie PDF.
2. Treść wykładów i zadania laboratoryjne w formie plików (PDF).
3. Praca na laboratoriach przy komputerach.
4. Zindywidualizowane projekty programistyczne do samodzielnego rozwiązania.
5. Dostęp do strony internetowej przedmiotu, repozytorium przedmiotu [na portalu GitHub](#) oraz instrukcje laboratoryjne.

### Metody oceny (F – formująca, P – podsumowująca)

**Fd1-Fd2** – oceny z prac domowych,

**F11-F15** – oceny z ćwiczeń laboratoryjnych,

**F1** – ocena z testu na laboratorium,

Ocenie podlegają, praca na zajęciach laboratoryjnych oraz projekt indywidualny lub grupowy przedstawiony na zajęciach. Szczegóły systemu oceniania opublikowane na stronie internetowej przedmiotu.

### Realizacja efektów uczenia się

Efekt uczenia się	Odniesienie do efektów zdefiniowanych dla całego programu	Cele przedmiotu	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EW1		C1,C2	Wykład, praca samodzielna na laboratoriach oraz przygotowanie projektu	Ocena w skali ocen 2-5 oraz ocena opisowa
EW2		C3	jw	jw
EW3		C2,C3	jw	jw
EW4		C1,C2,C3	jw	jw
EU1		C1,C3	jw	jw
EU2		C1,C2	jw	jw
EU3		C2,C3	jw	jw
EU4		C1,C2	jw	jw