

1. **Rozwój bazy dydaktyczno-badawczej poprzez budowę budynku Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki Politechniki Krakowskiej wraz z wyposażeniem w infrastrukturę ICT.**

1.1 **Zarys projektu**

Przedmiotem projektu będzie budowa budynku dydaktyczno-badawczego Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki Politechniki Krakowskiej wraz z wyposażeniem obejmującym w szczególności implementację szkieletowej sieci komputerowej pozwalającej na wdrożenie wysokowydajnej infrastruktury ICT.

Wspierane kierunki:

Matematyka
Fizyka Techniczna
Informatyka
Nanotechnologie i Nanomateriały

Zakres realizacji obejmuje:

1. Budowę budynku Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki PK z podziemnym parkingiem przewiązką łączącą z budynkiem Wydziału Architektury 10-25, drogami dojazdowymi, wewnętrznymi instalacjami elektrycznymi, sanitarnymi wod.-kan., c.o., gazowymi, teletechnicznymi i p.poż na działkach 3/12, 3/11, 3/5, 3/8, 63 obr. 118 Śródmieście przy ul. Warszawskiej 24 w Krakowie.
2. Wyposażenie budynku w infrastrukturę ICT dla potrzeb dydaktyki (wyposażenie sal wykładowych i laboratoriów) z uwzględnieniem instalacji wysokowydajnej sieci komputerowej oraz przyłączenie do uczelnianej i metropolitalnej akademickiej sieci komputerowej. Wyposażenie budynku - w szczególności w wysoko-przepustową sieć komputerową zrealizowaną w oparciu o system okablowania światłowodowego oraz strukturalnego o najwyższej obecnie stosowanej klasie wydajności. Budowa serwerowni zapewniającej kompleksową obsługę realizowanych zajęć dydaktycznych.
3. Wyposażenie budynku w instalacje ograniczające zapotrzebowanie na energię użytkową poprzez stosowanie systemów wentylacji z odzyskiem ciepła, wykorzystaniem ciepła odpadowego oraz stosowanie energooszczędnego systemu oświetlenia wykorzystującego odnawialne źródła energii (wiatrowa i słoneczna).

1.2. **Szczegółowe uzasadnienie zakupu wyposażenia naukowo-badawczego**

Sprzęt określony w ramach poniższych kategorii wspomaga prowadzenie badań naukowych o charakterze dydaktycznym na II i III stopniu nauczania.

Kategoria zakupu	Uzasadnienie wykorzystania do celów naukowo-badawczych
Dydaktyczne/laboratoryjne zestawy komputerowe	Wyposażenie laboratoriów dydaktycznych i badawczych w wielordzeniowe zestawy komputerowe pozwoli na podniesienie jakości zajęć dydaktycznych (praca studentów na najbardziej zaawansowanym technologicznie sprzęcie). Wykorzystane może być oprogramowanie najnowszej generacji, oraz możliwa będzie praca w trybie obliczeń rozproszonych. Dzięki połączeniu komputerów wysokowydajną siecią komputerową o przepustowości min. 10Gb w rdzeniu (docelowo zwiększaną do 20 - 40Gb), stworzona farma będzie posiadać skalowalną moc obliczeniową wykorzystywaną do obliczeń naukowych, prac badawczych studentów.
Urządzenia aktywne (routery, przełączniki, punkty dostępowe Wi-Fi, zapory)	Stosowanie zaawansowanych urządzeń sieciowych o wysokiej wydajności w połączeniu z optycznymi i miedzianymi kablami transmisyjnymi o klasie wydajności FA/ kategorii 7A, gwarantuje uzyskanie dużych prędkości transmisji w obrębie budynku, jak i do Uczelnianej/Metropolitalnej sieci komputerowej. Parametry wydajności sieci pozwolą np. na prowadzenie wielu wykładów on-line dla studentów, przesyłanie dużych ilości danych w krótkim czasie (praca w czasie rzeczywistym). Wyposażenie w punkty dostępowe Wi-Fi w połączeniu z <i>eduroam</i> (międzynarodowym projektem, którego celem jest udostępnienie bezpiecznej łączności w ramach środowiska naukowego), pozwoli studentom i pracownikom naukowym na dostęp do zasobów sieciowych (Internet) w trybie pracy mobilnej. Zarządzanie siecią, tworzenie v-lanów, monitorowanie pracy i wydajności sieci, w znaczący sposób poprawi efektywność i komfort pracy zarówno studentów jak i pracowników naukowych.
Serwery, macierze dyskowe, klastry obliczeniowe	Wyposażenie w wysokowydajne serwery, macierze dyskowe o dużej pojemności pozwoli na prowadzenie badań naukowych realizowanych przez studentów – w szczególności magistrantów i doktorantów, pracowników naukowych,

	udostępnianie usług e-learningowych dla pracy zdalnej studentów. Duża moc obliczeniowa klastra będzie mogła być efektywniej wykorzystana w badaniach i dydaktyce. Możliwe stanie się uruchomienie nowych zajęć dydaktycznych wykorzystujących duże moce obliczeniowe i zasoby dyskowe serwerów i klastra.
Systemy akwizycji danych, systemy akwizycji obrazu i dźwięku	Do prowadzenia zajęć dydaktycznych na kierunku informatyka (specjalność grafika komputerowa i multimedia) jest konieczne wyposażenie laboratoriów dydaktycznych w sprzęt do akwizycji obrazu w technice 2D i 3D oraz wielokanałowego dźwięku przestrzennego. Podniesie to w znaczny sposób jakość zajęć dydaktycznych oraz ich atrakcyjność dla różnych grup studentów. Pozwoli na wykonywanie projektów i prac badawczych przez studentów studiów na poziomie oczekiwanym przez przyszłych pracodawców.
Urządzenia do prezentacji multimedialnych, interaktywne systemy prezentacji, serwery prezentacji on-line dla potrzeb e-learningu	Wyposażenie laboratoriów, sal dydaktycznych i wykładowych w wysokiej jakości sprzęt do prezentacji zdecydowanie poprawi jakość odbioru materiału przekazywanego na wykładach, ćwiczeniach. Możliwa będzie transmisja on-line wykładów dla szerszych grup studentów - szczególnie osób niepełnosprawnych. Wprowadzenie systemu do sprawdzania poziomu wiedzy studentów (przeprowadzanie testów, kolokwii, egzaminów) pozwoli na zweryfikowanie stanu wiedzy studenta.
Aparatura diagnostyczna, testery mierniki dla badań parametrów sieci komputerowej, bezpieczeństwa, sieciowych urządzeń aktywnych	Wyposażenie laboratorium dla specjalizacji teleinformatyka pozwoli na badanie w warunkach laboratoryjnych nowych rozwiązań sieciowych, weryfikację parametrów urządzeń. Studenci podczas ćwiczeń praktycznych będą mogli testować różne konfiguracje i parametry sieci. Wykorzystana zostanie również do prowadzenia prac badawczych przez studentów.

1.3. Sylwetka absolwenta

Sylwetka absolwenta

Kierunek Matematyka

Studia I stopnia

Podstawowe umiejętności absolwenta

Absolwent posiada podstawową wiedzę z zakresu matematyki i jej zastosowań. Wiedza ta uzupełniona jest umiejętnościami: przeprowadzania rozumowań matematycznych (dowodów), w szczególności klarownej identyfikacji założeń i konkluzji; dokonywania złożonych obliczeń; przedstawiania treści matematycznych w mowie i piśmie; wydobywania informacji jakościowych z danych ilościowych; formułowania problemów w sposób matematyczny w postaci symbolicznej, ułatwiającej ich analizę i rozwiązanie; korzystania z modeli matematycznych niezbędnych w zastosowaniach matematyki i rozwijania ich; posługiwania się narzędziami informatycznymi przy rozwiązywaniu teoretycznych i aplikacyjnych problemów matematycznych oraz samodzielnego pogłębiania wiedzy matematycznej.

Absolwent specjalności *Matematyka w Finansach i Ekonomii* posiada dodatkowo podstawową wiedzę i praktyczne umiejętności z ekonomii, zarządzania, rachunkowości, finansów i bankowości.

Absolwent specjalności *Modelowanie Matematyczne* posiada dodatkową wiedzę i umiejętności związane z modelowaniem procesów dyskretnych i ciągłych w fizyce i technice, symulacjami komputerowymi i układami dynamicznymi.

Absolwent zna język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz umie posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu matematyki.

Branże/działy gospodarki, w których absolwent znajdzie zatrudnienie

Absolwent jest przygotowany do pracy w instytucjach wykorzystujących metody matematyczne oraz do podjęcia studiów drugiego stopnia. Po dodatkowym zdobyciu uprawnień pedagogicznych (np. w ramach studium dla studentów prowadzonego przez Centrum Pedagogiki i Psychologii Politechniki Krakowskiej) absolwent jest przygotowany do nauczania matematyki w szkołach podstawowych, gimnazjach i szkołach zawodowych.

Absolwenci znajdują zatrudnienie w następujących sektorach gospodarki:

- przemysł
- ośrodki naukowo-badawcze
- sektor bankowy
- instytucje finansowe
- uczelnie wyższe
- staż na Politechnice Krakowskiej

Studia II stopnia

Podstawowe umiejętności absolwenta

Absolwent posiada pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki i jej zastosowań. Wiedza ta uzupełniona jest umiejętnościami: konstruowania rozumowań matematycznych, testowania prawdziwości hipotez matematycznych, przedstawiania treści matematycznych w mowie i piśmie; budowania modeli matematycznych niezbędnych w zastosowaniach matematyki; posługiwania się zaawansowanymi narzędziami informatycznymi przy rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów matematycznych oraz samodzielnego poszerzania wiedzy matematycznej w zakresie aktualnych wyników badań.

Absolwent specjalności *Matematyka w Finansach i Ekonomii* posiada dodatkowo wiedzę i umiejętności z ekonometrii, zaawansowanej matematyki finansowej, ekonomii matematycznej i strategii zarządzania.

Absolwent specjalności *Modelowanie Matematyczne* posiada dodatkową wiedzę i umiejętności związane z zaawansowanymi metodami numerycznymi, teorią równań różniczkowych cząstkowych, ogólnym modelowaniem stochastycznym i jego zastosowaniem w modelach rynków finansowych.

Branże/działy gospodarki, w których absolwent znajdzie zatrudnienie

Absolwent jest przygotowany do samodzielnej pracy w instytucjach wykorzystujących metody matematyczne do przetwarzania i analizy danych oraz do podjęcia studiów trzeciego stopnia. Po dodatkowym zdobyciu uprawnień pedagogicznych (np. w ramach studium dla studentów prowadzonego przez Centrum Pedagogiki i Psychologii Politechniki Krakowskiej) absolwent jest przygotowany do nauczania matematyki w szkołach wszystkich poziomów.

Absolwenci znajdują zatrudnienie w następujących sektorach gospodarki:

- Przemysł
- Ośrodki naukowo – badawcze
- Sektor bankowy
- Instytucja finansowe
- Uczelnie wyższe
- Staż na PK

Kierunek Informatyka

Podstawowe umiejętności absolwenta

Celem tego kierunku jest wykształcenie absolwenta doskonale przygotowanego do radzenia sobie na szybko zmieniającym się rynku pracy. W czasie pierwszych lat studiów student pozna podstawowe zagadnienia informatyki, teorii systemów operacyjnych, architektury komputerów, baz danych oraz sieci komputerowych. Solidny kurs teoretycznych aspektów konstrukcji algorytmów oraz struktur danych w połączeniu z nauką najważniejszych technik i języków programowania (programowanie obiektowe w językach C++, Java, programowanie urządzeń mobilnych), stworzy studentowi podstawy do rozwoju swych umiejętności na wyższych latach studiów. Rozwój zdolności nie tylko programistycznych, ale także samodzielności oraz umiejętności projektowania i nadzorowania powstawania systemów informatycznych zapewnią liczne zadania projektowe w trakcie przedmiotów takich jak Inżynieria Oprogramowania, Projektowanie Baz Danych, Projektowanie Sieci Komputerowych. Nie zapominając o ogromnej roli Internetu oraz technik multimedialnych we współczesnym świecie, studenci kierunku Informatyka na Wydziale Fizyki, Matematyki i Informatyki posiadają wiedzę z dziedziny grafiki komputerowej, technik multimedialnych oraz języków hipertekstowych, przygotowującą do tworzenia profesjonalnych serwisów i witryn internetowych. Jednocześnie student nabędzie wiedzę z przedmiotów ścisłych oraz technicznych (m.in. matematyki, podstaw fizyki, elektroniki, technik cyfrowych i mikroprocesorowych). W całym okresie studiów, student może rozwijać swoje umiejętności uczestnicząc w działalności Koła Naukowego Programistów. Student ma dostęp do współczesnych środowisk informatycznych (platforma NET firmy Microsoft) i techniczno-obliczeniowych (Matlab). Dzięki podpisanym umowom z firmami Microsoft i IBM student ma styczność z nowymi technologiami oraz narzędziami świata informatyki. Dla najzdolniejszych istnieje możliwość otrzymania stypendium zagranicznego w ramach programu Erasmus oraz programu IT PRO realizowanego we współpracy z Politechniką w Jyväskylä w Finlandii. Absolwent kierunku Informatyka na Wydziale Fizyki, Matematyki i Informatyki Stosowanej będzie przygotowany do podjęcia pracy na wielu stanowiskach wymagających profesjonalnej wiedzy i umiejętności informatycznych, znajomości nowoczesnych technik, zdolności tworzenia nowych rozwiązań w oparciu o możliwości współczesnych systemów informatycznych. Będzie przygotowany do podjęcia pracy przy projektowaniu, powstawaniu oraz wdrożeniu systemów informatycznych. Jego wiedza pozwoli mu znaleźć pracę wszędzie tam, gdzie istnieje potrzeba administrowania systemami informatycznymi, systemami baz danych, sieciami komputerowymi czy serwisami internetowymi przedsiębiorstw. Umiejętności nabyte w czasie studiów pozwolą rozwiązywać postawione przed Absolwentem problemy, począwszy od ich analizy, poprzez stworzenie modeli, ich algorytmizację, aż do zaprojektowania i stworzenia oprogramowania.

Branże/działy gospodarki, w których absolwent znajdzie zatrudnienie

Absolwent Informatyki znajdzie zatrudnienie w firmach komputerowych, programistycznych, działach informatycznych firm prywatnych oraz administracji państwowej, jak również na licznych stanowiskach pracy kreowanych przez dynamicznie rozwijający się rynek technik informatycznych. Absolwent studiów II stopnia może znaleźć zatrudnienie w firmach informatycznych, organizacjach i instytucjach utrzymujących i rozwijających duże systemy informatyczne na stanowisku analityka, projektanta, programisty, administratora systemów informatycznych. Gruntowne podstawy teoretyczne umożliwiają im również pracę w ośrodkach naukowo-badawczych i w szkolnictwie wyższym. Mogą się także ubiegać o przyjęcie na studia III stopnia (doktoranckie).

Specjalność: Modelowanie komputerowe

Specjalność ta kształci w zakresie zastosowania informatyki, fizyki i matematyki w nauce, technice i biznesie. Pierwsze dwa lata studiów obejmują m.in. kursy analizy matematycznej, fizyki ogólnej, języków programowania i elektroniki. Studenci specjalności modelowanie komputerowe zapoznają się z metodami komputerowego modelowania zjawisk: poznają tajniki metod numerycznych oraz grafiki komputerowej. Studia umożliwiają zdobycie specjalistycznej wiedzy teoretycznej i praktycznej w zakresie algorytmów, sieci neuronowych, systemów rozproszonych i obliczeń wysokiej wydajności. Studenci poznają zagadnienia dotyczące sieci komputerowych, protokołów sieciowych, systemów operacyjnych oraz opanowują kanony obliczeń symbolicznych i metod wizualizacji wyników. Nasi absolwenci potrafią wykorzystywać zaawansowane techniki komputerowe do symulacji rozmaitych zjawisk fizycznych, biologicznych, ekonomicznych oraz procesów technologicznych. Studia przygotowują teoretycznie i praktycznie do samodzielnego formułowania oraz rozwiązywania konkretnych problemów fizycznych i technicznych, wymagających zastosowania współczesnych, zaawansowanych metod modelowania komputerowego. Studenci naszego Wydziału mają dostęp do osobistych bezpłatnych licencji systemów operacyjnych i rozmaitych narzędzi programistycznych w ramach programu MSDN AA firmy Microsoft.

Specjalność: Nowoczesne materiały i technologie

Pierwsze dwa lata studiów studenci specjalności nowoczesne materiały i technologie oraz fizyka fazy skondensowanej odbywają wspólnie ze specjalnością modelowanie komputerowe. Na wyższych latach poznają między innymi budowę atomu, układy mezoskopowe, podstawy nanotechnologii, metody modelowania komputerowego, komputerowe sterowanie aparaturą pomiarową, podstawy nowoczesnej inżynierii materiałowej, a w tym, właściwości i zastosowania polimerów, ciekłych kryształów oraz materiałów magnetycznych. Uzyskana wiedza w zakresie technologii wytwarzania nowoczesnych materiałów oraz nauki o materiałach pozwoli absolwentom na zatrudnienie w przemysłowych i akademickich laboratoriach naukowo-badawczych.

Specjalność: Fizyka fazy skondensowanej

Absolwenci tej specjalności otrzymają interdyscyplinarne wykształcenie w zakresie fizyki ciała stałego obejmujące m.in. syntezę i badanie materiałów oraz nanomateriałów, jak również wspomagane komputerowo nowoczesne techniki pomiarowe. Studenci są wdrażani do badań naukowych, ściśle związanych z najnowszymi postępami w fizyce fazy skondensowanej, które determinują rozwój wielu dziedzin sektora zaawansowanych technologii. Absolwenci będą przygotowani do pracy w laboratoriach naukowych, na uczelniach wyższych oraz do kontynuacji nauki na studiach doktoranckich.

Absolwenci wszystkich specjalności kierunku **Fizyka Techniczna** zdobędą umiejętność łatwego przystosowywania się do stale zmieniających się wymagań rynku. Będą posiadać kwalifikacje w zakresie szeroko rozumianych matematycznych, fizycznych i informatycznych aspektów mechaniki i fizyki fazy skondensowanej, komputerowego sterowania aparaturą pomiarową, komputerowego modelowania zjawisk fizycznych z wykorzystaniem najnowszych technik numerycznych oraz podstaw nowoczesnej inżynierii materiałowej.

Ważną cechą absolwenta będzie również umiejętność programowania w najważniejszych językach podstawowych, jak również symulacyjnych i obiektowych oraz stosowania tych umiejętności w rozwiązywaniu praktycznych zagadnień inżynierskich. Ponadto absolwent powinien poznać nowe zaawansowane systemy komputerowe dające możliwość analizy skomplikowanych modeli rozmaitych zjawisk. Absolwent będzie również przygotowany do uruchamiania komputerowo sterowanych stanowisk pomiarowych, stosowanych w badaniach naukowych i w przemyśle. Opanuje także podstawowe kanony obliczeń symbolicznych oraz wizualizacji wyników.

Branże/działy gospodarki, w których absolwent znajdzie zatrudnienie

Absolwenci kierunku poza podstawową praktyczną wiedzą inżynierską posiadają znaczny zasób wiedzy informatycznej, pozwalający im na uzyskanie intratnego zatrudnienia zarówno w instytucjach naukowych, administracji państwowej jak również w krajowych i zagranicznych firmach komputerowych. Nasi absolwenci pracują w znanych firmach, bankach, na uczelniach i w instytutach badawczych, a niektórzy z nich kontynuują naukę na studiach doktoranckich.

Absolwenci znajdują zatrudnienie w nast. sektorach gospodarki:

- informatyka i telekomunikacja
- zaawansowane technologie: optoelektronika, elektronika, energetyka
- przemysł
- ośrodki naukowo-badawcze
- sektor bankowy
- instytucje finansowe
- uczelnie wyższe
- staż na Politechnice Krakowskiej

1.4. Beneficjenci projektu

Nazwa kierunku	Priorytetowy – TAK/NIE	Liczba beneficjentów	Udział % w całkowitej liczbie beneficjentów
Fizyka techniczna	TAK	202	10,1%
Matematyka	TAK	398	19,9%
Informatyka	TAK	1349	67,5%
Nanotechnologie i nanomateriały	NIE	51	2,5%

1.5. Opis zajęć dydaktycznych, na których w procesie dydaktycznym zostanie zastosowany wysokospecjalistyczny sprzęt oraz wykorzystana zostanie infrastruktura techniczna

Nazwa kierunku	Opis zajęć	Zastosowanie sprzętu
Fizyka techniczna	Komputerowe wspomaganie eksperymentu	Sprzęt komputerowy (stacje robocze) przeznaczony jest do pracy z oprogramowaniem wykorzystywanym w trakcie zajęć dydaktycznych. Komputery podłączone zostaną do wysokowydajnej sieci, zrealizowanej w technologii okablowania strukturalnego o klasie wydajności FA/ kategorii 7A. Zastosowane okablowanie umożliwi minimalną transmisję 10 Gb w połączeniach rdzeniowych (między segmentami sieci, serwerami, macierzami dyskowymi), oraz minimum 1Gb do pracy pojedynczego stanowiska. Struktura przystosowana jest do agregacji połączeń rdzeniowych do 20Gb, 40Gb . Do poszczególnych stanowisk roboczych możliwa jest transmisja do 10Gb w oparciu o zastosowane okablowanie strukturalne oraz zastosowany sprzęt aktywny. Struktura sprzętowa pozwala na uruchamianie aplikacji na stacjach roboczych, logowanie się do serwerów, pobieranie i składowanie danych na sieciowych macierzach dyskowych, wykorzystywania zainstalowanych tam baz danych. Umożliwia tworzenie, testowanie oprogramowania przez studentów i pracowników w trakcie zajęć dydaktycznych i badań naukowych. Sprzęt do akwizycji obrazu i dźwięku wykorzystywany będzie do tworzenia studenckich projektów i prac z zakresu Grafiki Komputerowej i Multimediiów w technologii 2D i 3D, oraz dźwięku przestrzennego – w połączeniu z wizualizacją i animacją komputerową. Urządzenia multimedialne umieszczone
Fizyka techniczna	Modelowanie komputerowe	
Fizyka techniczna	Adaptacyjne metody numeryczne	
Fizyka techniczna	Komputerowe przetwarzanie obrazu	
Fizyka techniczna	Modelowanie przestrzenne	
Fizyka techniczna	Wizualizacja i animacja komputerowa	
Fizyka techniczna	Programowanie urządzeń mobilnych	
Fizyka techniczna	Programowanie dla fizyków	
Fizyka techniczna	Grafika inżynierska	
Fizyka techniczna	Techniki multimedialne	
Matematyka	Technologia informacyjna	
Matematyka	Informatyka	
Informatyka	Wstęp do programowania	
Informatyka	Algorytmy i struktury danych	
Informatyka	Podstawy elektroniki i techniki cyfrowej	
Informatyka	Mikroprocesory i mikrokontrolery	
Informatyka	Systemy wbudowane	
Informatyka	Architektura systemów komputerowych	
Informatyka	Systemy operacyjne	
Informatyka	Podstawy baz danych	
Informatyka	Grafika i komunikacja człowiek – komputer	
Informatyka	Wstęp do sztucznej inteligencji	
Informatyka	Inżynieria oprogramowania	
Informatyka	Podstawy sieci komputerowych	
Informatyka	Programowanie w języku Java	
Informatyka	Teoria aproksymacji i jej zastosowania	
Informatyka	Wstęp do metod Monte Carlo	
Informatyka	Projektowanie aplikacji internetowych	
Informatyka	Technologie obiektowe	
Informatyka	Techniki multimedialne	
Informatyka	Bezpieczeństwo systemów komputerowych	
Informatyka	Algorytmy immunologiczne	
Informatyka	Programowanie usług sieciowych	
Informatyka	Przetwarzanie współbieżne	
Informatyka	Bazy danych II	
Informatyka	Języki assemblera	
Informatyka	Administrowanie systemami komputerowymi	
Informatyka	Systemy informatyczne w zarządzaniu	
Informatyka	Przetwarzanie języka naturalnego	
Informatyka	Języki formalne i automaty	
Informatyka	Gramatyki, automaty i techniki translacji	

Informatyka	Języki programowania C/C++	w laboratoriach, salach wykładowych, salach ćwiczeniowych przeznaczone do prezentacji wykładów, prac studentów, prowadzenia ćwiczeń, wykładów i laboratoriów. Możliwe będzie prowadzenie zajęć on-line dla studentów niepełnosprawnych. Zapisywanie i przygotowywanie wykładów i materiałów do zajęć e-learningu, wykorzystujących w tym celu sprzęt do akwizycji obrazu i dźwięku, serwery do przechowywania i udostępniania materiałów oraz infrastrukturę sieciową do dystrybucji danych (przy pomocy platformy e-learningowej np. Moodle, Blackboard). Przewidywane wykorzystanie formy e-learning wynosi 50%.
Informatyka	Metody Obliczeniowe w Nauce i Technice	
Informatyka	Współczesne systemy komputerowe	
Informatyka	Zaawansowane techniki programowania	
Informatyka	Modelowanie przestrzenne	
Informatyka	Programowanie równoległe i rozproszone	
Informatyka	Sieci komputerowe	
Informatyka	Zarządzanie projektem informatycznym	
Informatyka	Systemy CAx	
Informatyka	Wizualizacja i animacja komputerowa	
Informatyka	Komputerowe przetwarzanie obrazu	
Informatyka	Programowanie równoległe i rozproszone	
Informatyka	Technologie aplikacji internetowych	
Informatyka	Modelowanie procesów dyskretnych	
Informatyka	Inteligentne narzędzia informatyczne	
Informatyka	Zaawansowane technologie baz danych	
Informatyka	Technologie ochrony systemów informatycznych	
Informatyka	Systemy OLAP	
Informatyka	Programowanie niskopoziomowe	
Informatyka	Sieci neuronowe	
Informatyka	Modelowanie rozmyte	
Informatyka	Obliczenia wysokiej wydajności	
Informatyka	Akwizycja i przetwarzanie sygnałów cyfrowych	
Informatyka	Metody rozpoznawania obrazów	
Informatyka	Architektura zorientowana na usługi	
Informatyka	Integracja aplikacyjna i systemowa	
Informatyka	Inżynieria wiedzy	
Nanotechnologie i nanomateriały	Podstawy informatyki	

1.6. Opis celów w procesie dydaktycznym i sposób ich wdrożenia

Cel dydaktyczny	Sposób realizacji celu
1. Rozszerzenie i wzbogacenie oferty dydaktycznej o nowe kierunki studiów oraz o nowe przedmioty w ramach istniejących kierunków pozwalające w pełni zrealizować uchwalone przez Senat PK efekty kształcenia oraz poprawę jakości kształcenia na pierwszym i drugim stopniu.	Kontynuacja kształcenia na kierunkach, które spotykają się z niesłabnącym zainteresowaniem kandydatów na studia, zarówno w zakresie studiów I jak i II stopnia. Dalszy udział w programach kształcenia na kierunkach zamawianych.
2. Wzrost kompetencji i kwalifikacji kadry dydaktycznej w celu podwyższenia jakości kształcenia poprzez organizację systemu szkoleń w zakresie oprogramowania, certyfikacji i staży zawodowych.	Zapewnienie obsady kadrowej spełniającej wymogi określone w przepisach nadrzędnych, dla każdego z prowadzonych kierunków studiów. Działania na rzecz wzmocnienia potencjału kadry dydaktycznej poprzez realizację staży w wiodących zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych oraz szkolenia w zakresie nowoczesnych technik dydaktycznych. Działania te będą w dalszym ciągu wspomagane, jak w latach poprzednich, realizacją projektu POKL „Politechnika XXI wieku – Program rozwojowy Politechniki Krakowskiej – najwyższej jakości dydaktyka dla przyszłych polskich inżynierów”.
3. Integracja osób niepełnosprawnych w społeczności studenckiej i umożliwienie im korzystania z pełnej oferty dydaktycznej.	Przystosowanie obiektów dydaktycznych do potrzeb osób niepełnosprawnych. Przygotowanie pomocy naukowych przystosowanych dla osób niepełnosprawnych.
4. Rozbudowa i modernizacja bazy dydaktycznej w celu stworzenia warunków do nowoczesnego studiowania.	Podjęcie inicjatyw i prac mających na celu uzyskania środków finansowych, niezbędnych do wybudowania nowych obiektów dydaktycznych przeznaczonych dla Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki, które znacząco podniosą jakość kształcenia i dadzą studentom możliwość prowadzenia badań i odbywania ćwiczeń na najbardziej zaawansowanym sprzęcie.

1.7. Uzasadnienie potrzeby realizacji projektu z punktu widzenia rynku pracy

Z prognoz TNS OBOP wynika, że w 2013 w Polsce zabraknie 76 tys. inżynierów. ECRKZ przewiduje, że do 2015 UE wygeneruje dla inżynierów do 1.5 mln miejsc pracy. Prognozowany deficyt pokazuje, że inżynier to zawód przyszłości. Nie oznacza to, że absolwent każdej uczelni technicznej będzie pożądanym na rynku pracy. Szybki rozwój wiedzy i technologii powoduje, że system kształcenia musi nadążać za zmianami, na których opiera się nowoczesna gospodarka. Badania przeprowadzone przez między innymi: www.qpracy.pl www.rp.pl wskazują na rosnący popyt na zawód inżyniera w branżach

kluczowych dla rozwoju gosp. (biotechnologia, ochrona środowiska, teleinformatyka, odnawialne źródła energii, nowoczesne technologie). Z prognoz Międz. Zesp. do Prognoz. Popytu na Pracę przy RCSS - w najbliższych latach utrzyma się popyt na inżynierów nowoczesnych technologii, najwięcej miejsc pracy w dziedzinach: informatyka, telekomunikacja, technologie informatyczne, ochrona środowiska i biotechnologia. Badania Małopolskiego Obserwatorium Rynku Pracy i Edukacji potwierdzają tę tendencję w odniesieniu regionu. Aby na rynku pojawiali się specjaliści odpowiadający na te potrzeby, uczelnie powinny proponować odpowiednie kształcenie w w/w dziedzinach.

1.8. Uzasadnienie planowanej inwestycji wraz z odpowiednią koncepcją funkcjonowania oraz wykorzystania i utrzymania rezultatów projektu w przyszłości;

Wskaźnik	Wartość bazowa (2012)	Zakładana wartość w roku docelowym (2015)
Dodatkowa liczba miejsc na wspartych kierunkach - w tym liczba kobiet	0 0	292 105
Liczba studentów korzystających ze wspartej infrastruktury, - w tym liczba kobiet	1708 415	2000 520
- w tym liczba studentów na kierunkach ścisłych i technicznych korzystających ze wspartej infrastruktury (zgodnie z listą kierunków opracowaną przez MNiSW)	1708	2000
- w tym liczba kobiet	415	520
Liczba studentów wykorzystujących utworzoną, w ramach projektu infrastrukturę ICT - w tym uczestniczących w kursach eLearning (liczba użytkowników)	1708 1340	2000 1540
- w tym liczba kobiet	320	400

1.9. Kompleksowość projektu

Rozwój bazy dydaktyczno-badawczej poprzez budowę budynku Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki Politechniki Krakowskiej wraz z wyposażeniem w infrastrukturę ICT, wpisuje się w obszary wspierane przez POIiŚ, jako inwestycja w sektorze infrastruktury szkolnictwa wyższego. Z planowanej inwestycji w przeważającym procencie (98% na dzień 01.08.2012 i przy zachowaniu tej tendencji w latach następnych), korzystać będą studenci kierunków wspieranych tj. matematyki, fizyki technicznej i informatyki studiów stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia.

Budynek dydaktyczno naukowy Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki poprzez swoje wyposażenie w wysokowydajną sieć komputerową, serwerownie, laboratoria dydaktyczne, oferując dostęp do zasobów dydaktycznych on-line umożliwi kształcenie na odległość (e-learning). Zastosowana infrastruktura informatyczna pozwoli na wirtualizację procesu dydaktycznego, zwiększenie jego efektywności dla kierunków wspieranych. Projekt jest komplementarny z PO KL. Obecnie na Wydziale realizowane są trzy projekty z PO KL, których komplementarnym dopełnieniem jest projekt inwestycji w budowę budynku dydaktyczno - badawczego Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki.

1.10 Kierunki rozwoju dydaktyki i badań - podejmowanie działań w celu podnoszenia jakości zajęć dydaktycznych

Budowa nowego obiektu dla Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki, w którym będą zlokalizowane: Instytut Informatyki, Instytut Matematyki, Instytut Teleinformatyki oraz Instytut Ekonomii Socjologii i Filozofii jest jedyną szansą dla rozwoju wydziału zarówno w obszarze dydaktyki jak i badań naukowych. W obszarze kształcenia, nowa lokalizacja instytutów wydziału pozwoli na utworzenie specjalizowanych laboratoriów komputerowych wykorzystujących nowe technologie informatyczne dla rozwoju unikatowych kierunków studiów i specjalności, zwłaszcza z dziedzin priorytetowych Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

Kierunek Informatyka – specjalność Grafika Komputerowa i Multimedia. Projektowane w nowym obiekcie laboratoria pozwolą na znaczne uatrakcyjnienie kształcenia w zakresie wymienionej, nowej specjalności. Jej prowadzenie, rozpoczęte w 2007 roku, było odpowiedzią Wydziału na ogromne zapotrzebowanie rynku. Specjalność mieści się w obszarze Informatyki prowadzonej na Wydziale.

Kształcenie zarówno na kierunku informatyka jak i specjalności Grafika Komputerowa i Multimedia, wymaga dostarczenia odpowiednio dużych mocy obliczeniowych. Stąd przewiduje się w nowych laboratoriach organizację pracowni obliczeń wysokiej wydajności. Komputery połączone z siecią uczelnianą przy wykorzystaniu wysokowydajnych (min. 10Gb) połączeń rdzeniowych. W pracowniach istnieje możliwość odłączenia od sieci uczelnianej i stworzenia sieci lokalnej, zawierającej tylko komputery z laboratorium. Ta ostatnia możliwość ma znaczenie przy testowaniu wydajności programów równoległych. Dla celów obliczeń równoległych i algorytmów wysokiej wydajności wykorzysta się system operacyjny Linux wraz z dostarczającymi standardowo narzędziami do tworzenia środowisk obliczeń równoległych. Używane będą dwa systemy pozwalające na przekształcanie sieci PC w równoległą maszynę wieloprocesorową z rozproszoną pamięcią operacyjną. Jednym z nich jest PVM (Parallel Virtual Machine), drugim LAM-MPI (implementacja LAM – Local Area Multicomputer – de facto standardu MPI). W obu wypadkach utworzona maszyna równoległa będzie służyć do realizacji obliczeń w modelu jawnego przesyłania komunikatów.

Tak skonfigurowane laboratoria pozwolą na realizację między innymi następujących zadań związanych z podniesieniem poziomu kształcenia na kierunku INFORMATYKA:

- zdobycie umiejętności wykorzystania narzędzi systemowych do wspomagania obliczeń wysokiej wydajności i równoległych: kompilatory optymalizujące, środowiska tworzenia oprogramowania, narzędzia tworzenia profili programów, programy użytkowe udostępniające i mierzące wykorzystanie zasobów komputera,
- właściwe prowadzenie pomiarów wydajności komputerów i sieci komputerowych: testy poszczególnych elementów komputera, syntetyczne i ukierunkowane na zastosowania, testy sieci połączeń między komputerami,
- nauka programowania współbieżnego z wykorzystaniem narzędzi systemu operacyjnego UNIX: wątki programów, wykorzystanie wątków do obliczeń równoległych,
- rozpoznanie środowisk programowania komputerów z pamięcią wspólną OpenMP: poznanie zasad tworzenia programów; rozpoznanie środowisk programowania komputerów z pamięcią rozproszoną w standardzie MPI: system LAM MPI, zasady przesyłania komunikatów, tworzenie prostych programów równoległych,
- zastosowanie środowiska PVM programowania heterogenicznych wielokomputerów (systemów złożonych z różnych komputerów): tworzenie maszyny wirtualnej PVM, przesyłanie komunikatów, tworzenie prostych programów równoległych,
- implementacja algorytmów obliczeń równoległych w ramach systemów PVM lub MPI w zaawansowanych systemach obliczeń molekularnych i przetwarzania obrazu,
- analiza programów obliczeń naukowych i inżynierskich z obszaru obliczeń molekularnych i przetwarzania obrazu: inżynieria złożonego oprogramowania do obliczeń wielkiej skali, wykorzystanie komponentów, modułów i bibliotek, zagadnienia optymalizacji sekwencyjnej i równoległej,
- tworzenie elementów równoległych programów do obliczeń naukowych i inżynierskich: wykorzystanie zdobytych umiejętności do tworzenia zoptymalizowanych komponentów złożonych programów obliczeniowych.

Kierunek Fizyka Techniczna obecnie prowadzi specjalności Fizyka Fazy Skondensowanej, oraz Modelowanie Komputerowe. Dodatkowo w odpowiedzi na zapotrzebowanie rynku uruchomiono tym roku kolejną specjalność Nanotechnologie i nanomateriały. W ramach tej specjalności studenci rozwijają swoją wiedzę w zakresie projektowania i analizy nowych materiałów, w tym materiałów inteligentnych. Ich komputerowe symulacje będą realizowane w projektowanych laboratoriach komputerowych.

Ponadto na nowej bazie laboratoryjnej Wydział będzie mógł znacznie intensywniej rozwijać badania z zakresu Informatyki Stosowanej w obszarach obejmujących między innymi systemy projektowania CAD, zastosowania obliczeń numerycznych w modelowaniu procesów biznesowych, budowy systemów sztucznej inteligencji dla modelowania konstrukcji i sterowania procesami przemysłowymi, zastosowania systemów informacyjnych w systemach zarządzania, budowy sieciowych systemów obliczeniowych, projektowania sieci i systemów komunikacyjnych oraz bezpieczeństwa w systemach informatycznych. Ponadto będzie możliwe dalsze rozwijanie nowatorskich badań naukowych w zakresie budowy i opracowania specjalizowanych algorytmów ewolucyjnych implementowanych dla zagadnień optymalizacji globalnej, metod obliczeniowych mechaniki ciał stałych i płynów oraz elektromagnetyzmu, analizy dużych deformacji ustrojów wiotkich, metod komputerowej wizualizacji obiektów architektonicznych i obszarów krajobrazowych, obliczeń równoległych wielkiej skali, analizy współczesnych metodyk tworzenia systemów informatycznych i zarządzania projektami informatycznymi.

W dalszej perspektywie prowadzone badania naukowe w zakresie Informatyki Stosowanej wspierające realizowane kształcenie powinny doprowadzić do uzyskania przez Wydział praw doktoryzowania w dziedzinie Informatyki i podjęcia prowadzenia studiów trzeciego stopnia, tj. studiów doktoranckich oraz odpowiednich studiów podyplomowych.

Rozwój kierunku Fizyka Techniczna na Wydziale jest gwarantowany realizacją szeregu prac badawczych, w których poza specjalizowanym sprzętem fizycznym wykorzystywane są laboratoria komputerowe, w których przeprowadza się symulacje różnego rodzaju zjawisk fizycznych. W szczególności prowadzone badania symulacyjne dotyczą: analizy silnie skorelowanych układów fermionów i gęstej materii jądrowej; własności magnetycznych i przejść fazowych w układach związków międzymetalicznych, identyfikacji własności fizycznych ciekłych kryształów, badania miękkiej materii oraz biologicznych i syntetycznych polimerów, budowy teorii macierzy przypadkowych i chaosu kwantowego; opracowania kryteriów i metod optymalnego kształtowania konstrukcji narażonych na utratę stateczności i drgania czy też implantacji jonowej szkieletów i powłok ochronnych.

Makrokierunek Nanotechnologie i nanomateriały – w ramach rozwoju programów kształcenia, wydział współpracuje z Wydziałem Inżynierii i Technologii Chemicznej dla opracowania nowego, atrakcyjnego kierunku studiów Nanotechnologie i nanomateriały wspieranego bazą laboratoriów komputerowych Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki. Laboratoria komputerowe będą wykorzystywane dla symulacji procesów chemicznych. Dodatkowo złożone obliczenia molekularne będą realizowane z wykorzystaniem projektowanego w nowej lokalizacji klastra dla obliczeń wysokiej wydajności.

Wydział intensywnie rozwija współpracę w ramach programu Erasmus. Program wspiera międzynarodową współpracę szkół wyższych, umożliwia wyjazdy studentów za granicę na część studiów i praktykę, promuje mobilność pracowników uczelni, stwarza uczelniom liczne możliwości udziału w projektach wraz z partnerami zagranicznymi. Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki uczestniczy w programie (wcześniej zwanym Socratesem) od 2002. Do tej pory na uczelniach zagranicznych studiowało ponad 100 studentów. Wydział Fizyki Matematyki i Informatyki ma podpisanych szereg umów z uczelniami partnerskimi z całej Europy. W roku akademickim 2011/2012 studenci Wydziału mają możliwość studiowania, wyjazdów na staże, praktyki do: Finlandii (3 uczelnie), Hiszpanii (5 uczelni), Niemcy (4 uczelnie), Holandii, Portugalii (2 uczelnie), Rumunii, Turcji (2 uczelnie), Węgier, Włoch, Wielkiej Brytanii.

Reasumując nowa baza lokalowa i laboratoryjna Wydziału Fizyki Matematyki i Informatyki stworzy możliwość zarówno poprawienia jakości obecnego poziomu kształcenia, jak również pozwoli na znaczne rozszerzenie jego zakresu na

wspomniane powyżej priorytetowe dla Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko kierunki i specjalności. Dzięki temu Wydział będzie miał szansę stać się ośrodkiem naukowym rozwijającym zagadnienia konstrukcji niezawodnych i bezpiecznych systemów informatycznych, technologii inteligentnych, przetwarzania danych i wspomagania decyzji oraz metod i narzędzi elektronicznej komunikacji społecznej w tym nowych interaktywnych mediów cyfrowych. Zaprezentowany program rozwoju dydaktyki i nauki na Wydziale Fizyki Matematyki i Informatyki jest komplementarny do przyjętego w ramach Strategii Politechniki Krakowskiej Celu 1. tj. Rozszerzenie i uatrakcyjnienie oferty kształcenia oraz ciągle podnoszenie jego jakości i użyteczności na rynku pracy z uwzględnieniem kształcenia ustawicznego w różnych formach i stopniach.

1.11 Poziom informatyzacji

Budowa nowego obiektu dla Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki jest koniecznością wynikającą z braku odpowiedniej infrastruktury oraz zwiększającą się ilością studentów. Pozwoli na utworzenie nowych laboratoriów komputerowych wykorzystujących nowe technologie informatyczne dla rozwoju unikatowych kierunków studiów (inżynieria mediów, biocybernetyka). Stworzona infrastruktura informatyczna umożliwi wdrożenie nowych technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) pozwalających na rozbudowę odpowiedniej platformy e-learningowej, portali wspierających nauczanie na odległość (*distance learning*) oraz technologii dających możliwości dostosowywania swojego wykształcenia do potrzeb rynku poprzez studia podyplomowe i doktoranckie (*continuing education*). Budowa odpowiedniej infrastruktury informacyjno – komunikacyjnej pozwoli również na skuteczniejszą wymianę myśli naukowej, realizacji interdyscyplinarnych projektów IST czy też udostępnienie środowiskom naukowym i studenckim mocy obliczeniowych w nowych laboratoriach. Będą one wspierać istniejący w Instytucie Informatyki klaster obliczeniowy.

Projekt jest zgodny z celami rozwoju informatyki zawartymi w Strategii Informatyzacji Politechniki Krakowskiej na poziomie celu strategicznego: tworzenie warunków umożliwiających studentom zdobywanie umiejętności korzystania ze współczesnych systemów informatycznych, upowszechnianie e-learningu. W zakresie celów długoterminowych dla nauki: rozbudowa infrastruktury badawczej i wyposażanie jej w najnowsze technologie informatyczne, oraz w zakresie kształcenia: budowa laboratoriów komputerowych wyposażonych w najnowsze programy, wdrażanie informatycznych systemów wspomagających procesy kształcenia w tym nauczania na odległość.

Opis infrastruktury informatycznej inwestycji

System okablowania strukturalnego

Ze względu na wciąż rosnące wymagania prędkościowe komputerów i aplikacji, coraz mocniej zaznaczające swą obecność i przydatność usługi multimedialne, **minimalne** wymagania elementów okablowania strukturalnego to rzeczywista Kategoria 7 / Klasa F dla połączeń na skrętce miedzianej 4 parowej, a dla połączeń światłowodowych kompletny system połączeń zbudowany w oparciu o włókno wielomodowe 50/125µm klasy OM4 . Przepustowość infrastruktury w połączeniach rdzeniowych to minimum 10Gb, z możliwością rozbudowy do 20 Gb i więcej.

W celu zachowania wystarczającego poziomu innowacyjności i wydajności systemu do zadań, jakie w następnych latach realizowane będą w procesie dydaktycznym i badaniach naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki Matematyki i Informatyki system okablowania strukturalnego powinien **bezwzględnie** spełniać następujące warunki:

- Należy zastosować w **okablowaniu poziomym** ekranowane kable logiczne o paśmie przenoszenia do 1500 MHz w celu zapewnienia przyszłościowej rozbudowy i możliwości integracji usług multimedialnych w ramach okablowania.
- Jako bazową kategorię dla systemu okablowania przyjęto kategorię 7A, dlatego celem zapewnienia innowacyjności i spełnienia najwyższych standardów wykonania okablowania poziomego (od gniazdka użytkownika do panelu w szafie dystrybucyjnej), należy doboru gniazd i paneli dokonać momencie realizacji robót instalacyjnych. Należy wybrać osprzęt spełniający w danym momencie najwyższe parametry określone przez aktualne w danej chwili normy.
- System pozwalał będzie na transmisję sygnału TV w pełnym paśmie oraz integrację transmisji CATV w ramach istniejącej infrastruktury kablowej przez zamontowanie gniazd z interfejsem typu F.
- W torach transmisyjnych **okablowania pionowego (rdzeniowego)** łączącego piętrowe szafy dystrybucyjne oraz budynkowe przyłączy do Uczelnianej Sieci Komputerowej należy zastosować połączenia światłowodowe przy wykorzystaniu kabli światłowodowych klasy OM4 transmisji 10 Gbps.

Osprzęt aktywny lokalnej sieci budynku wydziału

Projekt infrastruktury informatycznej nowego budynku przewiduje wyposażenie w routery, przełączniki, punkty dostępowe Wi-Fi umożliwiające pracę laboratoriów komputerowych, dostęp do serwerów i zasobów dyskowych. W oparciu o infrastrukturę informatyczną zintegrowane zostaną systemy dostępu, monitoringu, automatyki budynkowej (BMS) oraz sterowania wyposażeniem multimedialnym.

Zasoby programowe

Infrastruktura informatyczna nowego budynku obejmuje również zasoby programowe pozwalające na właściwe funkcjonowanie wszystkich jej elementów. Oprogramowanie systemowe sterujące pracą urządzeń aktywnych rdzenia sieci lokalnej, oprogramowanie dydaktyczne będzie zdobywane dla Wydziału poprzez ogólno-uczelniane umowy. Dotyczy to oprogramowania Autodesk oraz Matlab oraz dla specjalności związanych ze sztuczną inteligencją. Dodatkowo niezbędne

będzie oprogramowanie do produkcji mediów i obróbki zdjęć oraz programów Microsoft w ramach wydziałowej licencji MSDNAA.

Kolejnym elementem wspierającym dydaktykę będzie instalacja i wdrożenie platform Moodle i Blackboard dla implementacji e-learningu i distance learningu. Przewiduje się ich wykorzystanie w obszarze studiów stacjonarnych i niestacjonarnych. Należy szacować, iż w roku akademickim będzie z nich bezpośrednio korzystać od 1500 do 1700 studentów.

Serwerownia

Jako komplementarne do infrastruktury sieciowej w warstwie transmisyjnej jest wyposażenie budynku w centralną serwerownię z umieszczonymi tam serwerami, systemami gromadzenia i przechowywania danych (macierze dyskowe, serwery danych). Ilość i jakość zainstalowanej mocy obliczeniowej i zasobów dyskowych zapewni realizację wszystkich zajęć dydaktycznych i naukowych. W serwerowni zainstalowany również będzie posiadany już przez Wydział klaster obliczeniowy (zakupiony z dotacji na DS). Instalowane będą również urządzenia do wspomagania wirtualnego dostępu do zasobów oraz serwery dla e-learningu.