

1. Opis potencjału badawczego, wyposażenia laboratoriów wchodzących w skład Instytutu Techniki Uzbrojenia Wydziału Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa

Instytut Techniki Uzbrojenia Wydziału Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa WAT dysponuje trzema laboratoriami, w ramach których działa osiem pracowni.

Laboratorium Artylerii i Balistyki (LBA), działające w Zakładzie Artylerii i Balistyki ITU WML WAT, zawiera dwie pracownie: Pracownię Badań Doświadczalnych Balistyki (PBB) oraz Pracownię Modelowania Zjawisk Balistyki (PMB).

Pracownia Badań Doświadczalnych Balistyki zajmuje się kompleksowymi badaniami doświadczalnymi właściwości energetyczno-balistycznych stałych materiałów miotających (prochów) i stałych paliw rakietowych, takich jak: ciepło spalania; siła prochu; kowolumen gazów prochowych; współczynniki prawa szybkości spalania (m.in. według procedur STANAG 4115, MIL STD 286B); impuls jednostkowy ciągu; funkcja ciśnieniowa i temperaturowa stałych paliw rakietowych.

Ponadto w pracowni wykonuje się badania doświadczalne parametrów dynamicznych pracy lufowych prochowych układów miotających kalibru 4,6-40 mm standardu C.I.P i NATO EPVAT (ciśnienie gazów w przestrzeni zapociskowej lufy) oraz parametrów lotu pocisków (prędkość i skupienie pocisków w odległości do 50 m od wylotu lufy). Pracownia dysponuje tunelem strzeleckim o długości 50 m oraz specjalistyczną aparaturą naukowo-badawczą, w tym m.in.: układem do kalibracji czujników ciśnienia firmy HPI, kamerą szybką, radarem dopplerowskim, komorami manometrycznymi oraz laboratoryjnymi silnikami rakietowymi na paliwo stałe.

Pracownia Badań Doświadczalnych Balistyki dysponuje bazą naukowo-badawczą, umożliwiającą prowadzenie badań eksperymentalnych zjawisk balistyki: wewnętrznej, przejściowej, zewnętrznej i końcowej, w tym kompleksowych badań doświadczalnych właściwości energetyczno-balistycznych stałych materiałów miotających i stałych paliw rakietowych, a także badań doświadczalnych prochowych układów miotających kalibru od 5,56 mm do 40 mm i rakietowych układów napędowych.

Pracownia Badań Doświadczalnych Balistyki dysponuje tunelem strzeleckim o długości 50 m oraz wyspecjalizowaną aparaturą naukowo – badawczą, m.in.:

1. Stanowisko do pomiarów ciśnienia gazów prochowych w przestrzeni zapociskowej przewodu luf ciśnieniowych, prędkościowych i skupieniowych (fot.);
2. Bariera optoelektroniczna B-470 (fot.) firmy HPI (Austria) będąca elementem stanowiska badawczego do wyznaczania prędkości pocisków strzeleckich na torze lotu (do 50 m);

3. Bariera optoelektroniczna B-571 (fot.) firmy HPI (Austria) umożliwiająca wyznaczania prędkości i skupienia pocisków strzeleckich (u celu);
4. Komory manometryczne B-180 (fot.) firmy HPI (Austria) o objętościach 200 cm³ i 700 cm³ do badań pirostatycznych stałych materiałów miotających;



Fot. Stanowisko do pomiarów ciśnienia gazów prochowych w przestrzeni zapociskowej przewodu lufy



Fot. Stanowisko do wyznaczania prędkości pocisków strzeleckich na torze lotu – bariera optoelektroniczna B-470



Fot. Stanowisko do wyznaczania prędkości i skupienia pocisków strzeleckich – bariera optoelektroniczna B-571



Fot. Komory manometryczne B-180 o objętościach 200 cm³ i 700 cm³ do badań pirostatycznych stałych materiałów miotających



Fot. Stanowiska do pomiarów ciśnienia gazów w komorach spalania laboratoryjnych silników raketowych i ciągu raketowego



Fot. Kalorymetr KL-12

5. Stanowiska do pomiarów ciśnienia gazów w komorach spalania laboratoryjnych silników raketowych i ciągu silnika raketowego (własny oryginalny projekt) – fot. 9.2.5;
6. Kalorymetr KL-12 (fot. 9.2.6) firmy Precyzja (Polska) do badań ciepła spalania materiałów wysokoenergetycznych.

Ponadto Pracownia Badań Doświadczalnych Balistyki dysponuje gazowym (helowym) układem miotającym, wykorzystywanym do badań właściwości dynamicznych materiałów.

Działalność naukowo – badawcza Zakładu Artylerii i Balistyki realizowana w oparciu o potencjał zlokalizowanego w tym zakładzie Laboratorium Artylerii i Balistyki jest skupiona w obszarach:

- teoretycznych metod podbudowujących konstruowanie, projektowanie i eksploatację (użytkowanie) urządzeń mechatronicznych, ze szczególnym uwzględnieniem artylerii lufowej i raketowej;
- badań dynamicznych artylerii lufowej i raketowej;
- procedur i algorytmów skutecznego wykorzystywania artylerii na współczesnym polu walki, w tym systemów kierowania ogniem;
- badań eksperymentalnych właściwości stałych materiałów miotających i paliw raketowych;
- badań eksperymentalnych prochowych układów miotających i raketowych układów napędowych;
- badań eksperymentalnych zjawisk balistyki wewnętrznej, przejściowej, zewnętrznej i końcowej;
- rozwijania metod modelowania zjawisk balistyki, dynamiki lotu i mechaniki wybuchu;
- analizy oddziaływania wybuchu na różnego typu materiały i obiekty techniczne.

Pracownia Modelowania Zjawisk Balistyki zajmuje się modelowaniem i symulacją numeryczną zjawisk balistyki wewnętrznej, przejściowej, zewnętrznej i końcowej w środowiskach: PASCAL, MATLAB, PRODA, CFD ANSYS FLUENT, ANSYS AUTODYN i ANSYS LS-DYN. Ponadto, pracownia specjalizuje się w rozwiązywaniu problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGBW) lufowych układów miotających zbudowanych w układzie klasycznym (w tym według STANAG 4367), układów miotających nieklasycznych (moździerzowych, dwukomorowych, bezodrzutowych, z ładunkiem wędrującym, z dodatkowym zespołem napędowym) oraz silników rakietowych na paliwo stałe. Inne rodzaje realizowanych badań obejmują m.in.: modelowanie, identyfikację i badania numeryczne dynamiki lotu obiektów balistycznych (w tym według STANAG 4355), analizę numeryczną ruchu pocisku w okresie przejściowym, badania numeryczne propagacji i oddziaływania uderzeniowej fali podmuchu oraz badania numeryczne oddziaływania różnego rodzaju obiektów na struktury ochronne (w tym pancerze).

Studenci mają umożliwiony dostęp do pracowni PMB zarówno w godzinach pracy jak i w czasie konsultacji pracowników dydaktycznych i badawczo – dydaktycznych. Pracownia komputerowa dostępna jest dla studentów także poza zajęciami po ustaleniu zakresu pracy z kierownikiem pracowni lub promotorem pracy.

Pomieszczenia dydaktyczne spełniają wymagania związane z przepisami BHP oraz przeciwpożarowe. Kadra Zakładu Artylerii i Balistyki uczestniczy w szkoleniach z zasad udzielania pierwszej pomocy oraz postępowania w razie zaistnienia pożaru w budynku. Budynek przystosowany jest do poruszania się w nim osób z niepełnosprawnością, podjazdy przy wejściu oraz szerokie korytarze nie utrudniają poruszania się na wózkach inwalidzkich. Budynek wyposażony jest także w windę osobową z podjazdem oraz toalety dla osób niepełnosprawnych.

W komputerowej Pracowni Modelowania Zjawisk Balistyki znajdującej się w budynku 36 dostępne są 33 stanowiska komputerowe wyposażone w specjalistyczne oprogramowanie pozwalające na kształcenie studentów z wykorzystaniem nowoczesnych technik komputerowych.



Fot. Sala komputerowa 31

Zainstalowane oprogramowanie wraz z licencjami edukacyjnymi obejmuje takie aplikacje jak:

Matlab – służący do nauki programowania oraz numerycznych obliczeń zjawisk fizycznych za pomocą specjalistycznego języka programowania;

Solid Edge oraz **Solid Works** – oprogramowanie służące do modelowania bryłowego mechanizmów oraz analizy kinematycznej i wytrzymałościowej. W oprogramowaniu możliwe jest także wykonywanie rysunków wykonawczych oraz złożeniowych.

Ansys – pakiet oprogramowania umożliwiający modelowanie różnych zjawisk fizycznych m.in.:

- **LS Dyna** – służący do obliczeń zjawisk szybkozmiennych pod dużymi obciążeniami. Umożliwia symulację zderzeń pojazdów, zniszczeń mechanizmów czy też balistyki końcowej.

- **Fluent** – aplikacja do obliczeń mechaniki płynów, służy studentom do zapoznania się ze zjawiskami opływu obiektów lub wypływu gazów.

- **Mechanical** – umożliwia obliczenia wytrzymałościowe zarówno w układach statycznych jak i dynamicznych. Studenci zapoznają się z metodami wyznaczania stateczności oraz drgań własnych obiektów mechanicznych.

- **PRODAS** - program służący do wyznaczania charakterystyk aerodynamicznych obiektów oraz charakterystyk masowo – bezwładnościowych. Umożliwia także obliczanie trajektorii ruchu obiektów latających w układach z sześcioma stopniami swobody.

- **Geomagic** – program służący do analizy chmury punktów pochodzących ze skanerów i adaptacji ich do powierzchni i obiektów bryłowych.

- **Windopp** – aplikacja służąca do obliczeń prędkości pocisku na torze lotu oraz charakterystyk aerodynamicznych pocisków na podstawie zarejestrowanych sygnałów dopplerowskich rzeczywistych obiektów.

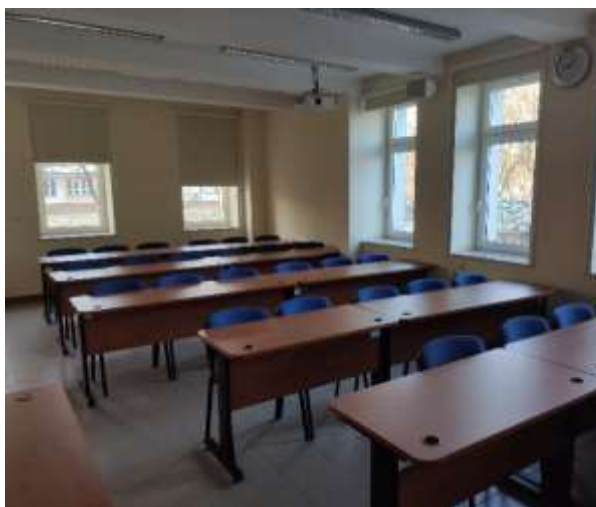
- **Adams** – oprogramowanie umożliwiające analizę statyczną, quasistatyczną, dynamiczną i kinematyczną wielu obiektów.

W sali znajduje się również system sterowania zewnętrznymi żaluzjami w celu ograniczenia nasłonecznienia wnętrza sali.

Sale wykładowe w budynku 36 wyposażone są w sprzęt audio-wizualny wspomagający realizację procesu dydaktycznego. W jego skład wchodzi:

- projektor multimedialny;
- wizualizer;
- rozwijany ekran;
- system nagłośnieniowy;
- komputer sterujący pracą systemu audio-wizualnego.

Sale są w stanie pomieścić 29 i 33 słuchaczy. Ponadto jako pomoc dydaktyczna w sali znajdują się dwie tablice (kredowa i sucho ścieralna) oraz zestaw narzędzi kreślarskich. W salach znajdują się także rolety umożliwiające ograniczenie nasłonecznienia.



Fot. Sale dydaktyczne w budynku 36

Laboratorium Systemów Uzbrojenia (LSU), działające w Zakładzie Broni i Amunicji ITU WML WAT zawiera cztery pracownie: Pracownię Broni Palnej (PBP), Pracownię Eksploatacji Broni (PEB), Pracownię Uzbrojenia Klasycznego (PUK) oraz Pracownię Środków Bojowych (PSB). Baza dydaktyczna Zakładu Broni i Amunicji dedykowana jest do kształcenia specjalistycznego kandydatów na żołnierzy zawodowych, ale dostępna jest dla wszystkich studentów Akademii, w ramach ich pracy własnej lub też działalności w ramach Koła Naukowego Studentów Techniki Uzbrojenia. Osoby zainteresowane korzystaniem ze sprzętu i oprogramowania Laboratorium Broni Palnej mają taką możliwość zarówno w godzinach pracy Akademii jak i w godzinach popołudniowo-wieczornych po wcześniejszym ustaleniu z opiekunem danej pracowni lub opiekunem KNS. Dostępny dla wszystkich zainteresowanych plan konsultacji kadry ułatwia zaplanowanie korzystania ze sprzętu.

Działalność badawczo – dydaktyczna Zakładu Broni i Amunicji, realizowana w oparciu o bazę i wyposażenie Laboratorium Systemów Uzbrojenia obejmuje następujące obszary:

- teoretycznych metod podbudowujących konstruowanie, projektowanie i eksploatację (użytkowanie) urządzeń mechatronicznych, ze szczególnym uwzględnieniem broni strzeleckiej, broni artyleryjskiej (lufowej i raketowej) oraz środków bojowych;
- projektowania nowych i modernizacji eksploatowanych konstrukcji uzbrojenia i środków bojowych;
- badań dynamicznych broni strzeleckiej, broni artyleryjskiej (lufowej i raketowej) oraz środków bojowych;
- procedur i algorytmów skutecznego wykorzystywania artylerii na współczesnym polu walki;
- badań nad rozwojem technicznych środków przeciwterrorystycznych;
- badań nad bezpieczeństwem użytkowania strzelnic.

Pracownia Broni Palnej (PBP) prowadzi badania porównawcze i eksperckie broni (strzeleckiej, artyleryjskiej i raketowej), badania dynamiczne broni palnej i jej elementów na unikatowych stanowiskach badawczych, umożliwiających m.in. wyznaczanie: parametrów „automatyki” broni oraz dwukomorowych układów miotających; parametrów węzła gazowego karabinka kalibru 5,56 mm; parametrów odrzutu swobodnego broni; efektywności hamulców wylotowych oraz charakterystyk spustu broni. Ponadto, prowadzi badania: nagrzewania się elementów broni palnej, odporności kamizelek kuloodpornych i hełmów oraz bezpieczeństwa użytkowania strzelnic i innych obiektów szkoleniowych wykorzystujących broń palną. **Pracownia dysponuje specjalistyczną aparaturą pomiarowo-rejestrującą, umożliwiającą m.in.: określanie prędkości pocisku, pomiar ciśnienia gazów prochowych oraz wyznaczanie parametrów odrzutu i ruchu „automatyki” broni.** Dysponuje także unikalnym systemem kalibracji przetworników dynamicznych firmy Kistler oraz oprogramowaniem komputerowym (np. PRODAS, SOLIDWORKS, ANSYS WORKBENCH), umożliwiającym wykonywanie min. tabel strzelniczych, analiz wytrzymałościowych i ekspertyz z zakresu szeroko rozumianego sprzętu uzbrojenia. Zgromadzona w pracowni aparatura pomiarowa oraz oprogramowanie komputerowe wykorzystywane jest do prowadzenia dydaktyki w obszarze projektowania uzbrojenia oraz środków bojowych oraz balistyki. Główny obszar działalności naukowo-badawczej Pracowni Broni Palnej dotyczy badań specjalistycznych broni strzeleckiej, artyleryjskiej i środków bojowych. Dzięki jego wyposażeniu m.in. w unikatową aparaturę i stanowiska laboratoryjne do badania charakterystyk dynamicznych, jest zaangażowane w realizację projektów badawczych nad nową lub modernizowaną bronią palną.



Fot. Stanowisko do badań dynamicznych i cieplnych broni strzeleckiej



Fot. Stanowisko do badań charakterystyk spustu broni strzeleckiej



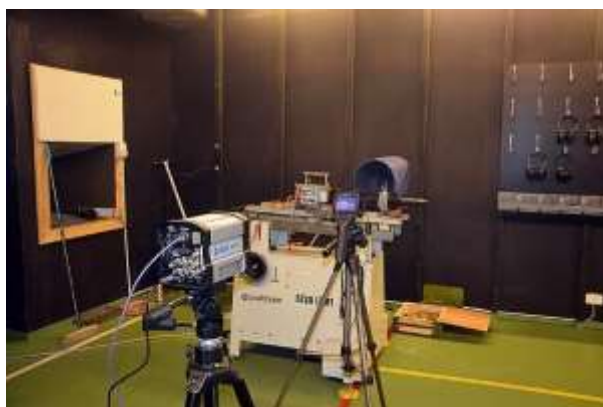
Fot. Stanowisko do badań odrzutu swobodnego broni strzeleckiej



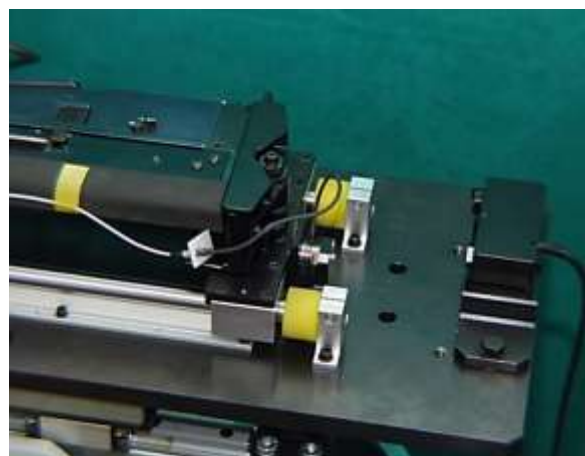
Fot. Stanowisko do obserwacji i rejestracji prób z aparaturą rejestrującą



Fot. Stanowisko do badań poziomu dźwięku broni strzeleckiej



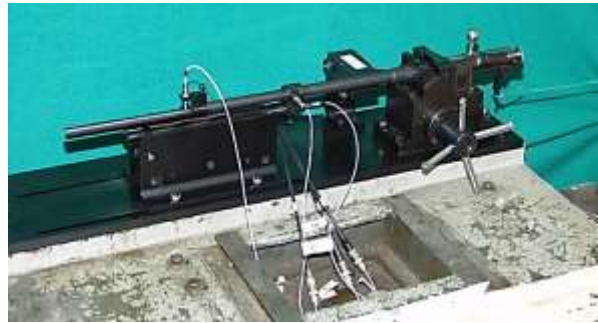
Fot. Stanowisko do badań nagrzewania się broni strzeleckiej



Fot. Stanowisko do pomiaru parametrów odrzutu i podrzutu broni strzeleckiej



Fot. Stanowisko do badania węzła gazowego
5,56 mm kbk Beryl



Fot. Stanowisko do badania uniwersalnego węzła
gazowego broni strzeleckiej



Fot. Stanowisko do badania i weryfikacji
dwukomorowych układów miotających



Fot. Stanowisko do badania efektywności
hamulców wylotowych



Fot. Stanowisko do pomiarów szybkostrzelności broni automatycznej





Fot. Stanowisko do badania oporopowrotnika



Fot. Stanowisko do kalibracji dynamicznej przetworników ciśnienia firmy Kistler



Fot. Przetwornik ciśnienia Kistler 6215



Fot. Stanowisko do kalibracji statycznej przetworników ciśnienia firmy Kistler



Fot. Zestaw przetworników Kistler 6215 i 6213 i wzmacniacze ładunków do mierzenia ciśnienia w broni palnej i lufach balistycznych



Fot. Stanowisko do pomiaru prędkości pocisku za pomocą radaru balistycznego



Fot. Stanowisko do pomiaru prędkości pocisku za pomocą bramek optycznych



Fot. Stanowisko badawcze AST do badania odporności kamizelek kuloodpornych i hełmów

Pracownia Eksploatacji Broni (PEB) dysponuje parkiem maszynowym i narzędziowym, umożliwiającym utrzymanie w sprawności eksploatacyjnej sprzęt uzbrojenia, środki bojowe oraz stanowiska laboratoryjne znajdujące się w Laboratorium Systemów Uzbrojenia. W pracowni wykonywane są min. w ramach realizowanych w Instytucie (Wydziale) prac dyplomowych modele badawcze broni, amunicji (i jej elementów) oraz urządzeń badawczych (i ich elementów, zespołów i mechanizmów), a także drobne naprawy i modyfikacje instytutowej techniki wojskowej, wykorzystywanej w działalności dydaktycznej i badawczej. Ponadto, w Pracowni wykonywane są m.in. elementy stanowisk badawczych, modele badawcze broni i jej części, a także prace dyplomowe studentów, zwłaszcza działających w instytutowych Kołach Naukowych Studentów.

Pracownia Eksploatacji Broni dysponuje obrabiarkami skrawającymi, w tym: tokarką model CD6241/1000 (z oprzyrządowaniem i odczytem numerycznym umożliwiającą obróbkę materiałów do 50 mm średnicy z dokładnością do 0,01 mm); tokarką stołową do obróbki materiałów o średnicy do 20 mm z dokładnością do 0,02 mm; tokarką zegarmistrzowską do małych elementów; frezarką FUZ 200P; wiertarką słupową typ WSA 25; piłą ramową. Pracownia posiada również: zgrzewarkę ZSK, spawarkę transformatorową oraz narzędzia elektryczne i ślusarskie.



Fot. Fragment Pracowni Eksploatacji Broni Palnej (s. 1)

Pracownia Środków Bojowych (PSB) prowadzi badania porównawcze i eksperckie amunicji (strzeleckiej, artyleryjskiej i rakietowej) oraz badania statyczne i dynamiczne środków bojowych na oryginalnych stanowiskach badawczych, umożliwiającym m.in.: wyznaczanie: charakterystyk masowych i bezwładnościowych pocisków strzeleckich i artyleryjskich; parametrów spłonki i zapłonników amunicji strzeleckiej oraz artyleryjskiej; parametrów zapalników artyleryjskich oraz charakterystyk palenia się ścieżek pirotechnicznych. Pracownia dysponuje około 150 wzorami broni, ponad 140 lufami balistycznymi (w różnych kalibrach i standardach), specjalistyczną aparaturą pomiarowo-rejestrującą i oprogramowaniem

komputerowym oraz oprzyrządowaniem do elaboracji podstawowych wzorów amunicji strzeleckiej. Zgromadzone w pracowni uzbrojenie, środki bojowe i aparatura wykorzystywane są do prowadzenia dydaktyki w obszarze konstrukcji i badań broni i środków bojowych, wspierając zwłaszcza inicjatywy studenckie realizowane w ramach działalności KNS. PSB prowadzi działalność w zakresie posiadanej przez WAT Koncesji MSWiA nr B-344/2003 na wykonywanie działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania i obrotu materiałami wybuchowymi, bronią i amunicją oraz wyrobami i technologią o przeznaczeniu wojskowym i policyjnym. Umożliwia to min. realizację zakupów broni i amunicji oraz materiałów miotających wykorzystywanych min. do działalności dydaktycznej. Przykładowo studenci na zajęciach laboratoryjnych składają amunicję pod nadzorem wykładowcy, po czym badają jej wybrane parametry.



Fot. Stanowisko badawcze UZ-2002 do badania amunicji strzeleckiej



Fot. Stanowisko badawcze UZ-2011_40 do badania amunicji granatnikowej



Fot. Stanowisko badawcze UZ-2010 do badania amunicji od 12,7 do 23 mm



Fot. Lufy balistyczne (ciśnieniowe, prędkościowe, skupieniowe, CIP i EPVAT) do badania amunicji od 4,6 do 23 mm



Fot. Programowalny wyzwalacz aparatury badawczej



Fot. Urządzenie do pomiaru prędkości wylotowej pocisku



Fot. Pracownia Środków Bojowych (s. 8)



Fot. Stanowisko do badania czasu palenia ścieżek pirotechnicznych w różnych warunkach atmosferycznych



Fot. Stanowisko badawcze PST do badania spłonek i zapłonników



Fot. Stanowisko do elaboracji amunicji

Pracownia Uzbrojenia Klasycznego (PUK) dysponuje bogatą kolekcją broni polskiej i zagranicznej, a także unikatowy w skali kraju zbiór amunicji: strzeleckiej, artyleryjskiej (polowej, przeciwlotniczej i pokładowej) oraz raketowej, w tym broń i amunicję o przeznaczeniu wojskowym, myśliwskim, sportowym i eksperymentalnym (badawczym). Ponadto, dysponuje dodatkowym wyposażeniem broni (bagnetami, celownikami, podstawami, akcesoriami poprawiającymi ergonomię itp.), przyborami eksploatacyjnymi i zestawami części zamiennych, przyrządami celowniczymi (w tym nokto- i termowizyjnymi), kalkulatorami artyleryjskimi i przyrządami kierowania ogniem. To sprawia, że laboratorium ma unikatowe kompetencje w zakresie prowadzenia dydaktyki w obszarze projektowania, konstrukcji i eksploatacji broni palnej, jej wyposażenia oraz środków bojowych. Unikatowa kolekcja broni strzeleckiej PUK wykorzystywana jest intensywnie w trakcie regularnie odbywających się spotkań KNS TU (zwykle czwartek), które zrzesza zarówno studentów wojskowych, jak i cywilnych, w tym wywodzących się również z poza Wydziału Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa.

W Pracowni Uzbrojenia Klasycznego (fot.) zgromadzono, największy w Polsce (w kategorii uczelni), zbiór broni i amunicji, w tym m.in.:

- amunicji strzeleckiej i artyleryjskiej od 4,5 mm do 203 mm oraz przeciwpancernymi pociskami kierowanymi (PPK);
- broni strzeleckiej polskiej i zagranicznej (ok. 400 egzemplarzy) z lat od 1870 r. do 2020 r.; w tym wiele unikatowych egzemplarzy w postaci modeli/ prototypów broni, w tym nie produkowanych seryjnie lub produkowanych w małych seriach (np. FG-42);
- broni artyleryjskiej np.: 23 mm poczwórnice sprężony zestaw przeciwlotniczy ZSU-23-4 SZYŁKA, 23 mm armata przeciwlotnicza ZU-23-2, 23 mm lufowo-raketowy zestaw przeciwlotniczy ZUR-23-2TG, 35 mm armata KDA, 37 mm armata przeciwlotnicza wz.1939, 57 mm armata przeciwlotnicza S-60, 85 mm armata D-44 i D-48, 130 mm armata M-46, 122 haubica wz.1938/85, 122 mm haubica samobieżna 2S1 GOŹDZIK, 152 mm armatohaubica wz.1937/85, 122 mm polowa wyrzutnia raketowa BM-21 i RM-70/85, wyrzutnia WP-8Z, działa bezodrzutowe B-10, B-11, SPG-9, M20 oraz moździerze kalibru 60, 81, 82, 120, 160 i 240 mm;
- wozów bojowych np.: T-72M, PT-91 TWARDY, BWP-1, MORS, trenażery uzbrojenia pokładowego czołgu T-72 i BWP-1 oraz armaty D10-T2S, 2A46 i 2A28.



Fot. Pracownia Uzbrojenia Klasycznego (w części dotyczącej środków bojowych, s. 7)



Fot. Pracownia Uzbrojenia Klasycznego (w części dotyczącej broni strzeleckiej, s. 18)





Fot. Pracownia Uzbrojenia Klasycznego (w części dotyczącej broni artyleryjskiej, s.29)

Sale wykładowe w budynku 69 wyposażone są w sprzęt audio-wizualny wspomagający realizację procesu dydaktycznego. W jego skład wchodzi:

- projektor multimedialny;
- wizualizer;
- rozwijany ekran;
- system nagłośnieniowy;
- komputer sterujący pracą systemu audio-wizualnego.

Sale są w stanie pomieścić 39 (s. 20) i 32 (s.28) słuchaczy. Ponadto jako pomoc dydaktyczna w sali znajdują się tablice kredowe oraz zestawy narzędzi kreślarskich. W salach znajdują się także rolety umożliwiające ograniczenie nasłonecznienia.



Fot. Sala 20 i 28



Fot. Sala 28

Laboratorium Systemów Inżynierskich i Technologii (LIT), działające w Zakładzie Technologii i Eksploatacji Uzbrojenia ITU WML WAT, zawiera dwie pracownie: Pracownię Komputerowych Systemów Inżynierskich (PSI) oraz Pracownię Technologii (PTG).

Pracownia Komputerowych Systemów Inżynierskich zajmuje się kompleksowym kształceniem w obszarze systemów CAD-CAM-CAE. Dysponuje dwoma salami komputerowymi: pierwsza – dedykowana systemom CAD-CAE – ma 32 stanowiska komputerowe do pracy m.in. z programami: Solid Edge, SolidWorks, NX i Ansys, natomiast druga – dedykowana systemom CAD-CAM – ma 18 stanowisk komputerowych do pracy z programami wymienionymi wcześniej oraz EdgeCAM i MasterCAM. Dodatkowo w sąsiedztwie tej sali znajdują się edukacyjne obrabiarki CNC (tokarka, frezarka, elektrodrażarka), pozwalające na praktyczną realizację przygotowanych procesów technologicznych. Ponadto, pracownia specjalizuje się w technikach przyrostowych, wykorzystując 14 drukarek 3D (drukującymi w technologii FDM/FFF, SLS i DLP), a także posiada wyposażenie dedykowane inżynierii odwrotnej (skanery 3D) do cyfrowego odtworzenia geometrii obiektów oraz oprogramowanie (Geomagic DesignX) do obróbki chmury punktów.

Pracownia jest wyposażona m.in. w urządzenie do szybkiego prototypowania (drukarka 3D Dimension SST 1200es Stratasys) oraz skaner 3D (LPX-250 Roland). Urządzenia te (fot.) umożliwiają wykorzystanie nowoczesnych technik wytwarzania w praktyce inżynierskiej szczególnie podczas realizacji prac naukowo-badawczych o zabarwieniu konstrukcyjnym.



Fot. Stanowisko do szybkiego prototypowania

Pracownia Komputerowych Systemów Inżynierskich jest wyposażona ponadto w stanowiska komputerowe, na których zainstalowano oprogramowanie (pakiet Microsoft Office, Microsoft SQL Server, Matlab, Solid Edge, SolidWorks, Ansys, EdgeCam, MasterCam, Pixform, Baza działek 1, Calypso, Nikon NIS-elements) umożliwiające wykonywanie analiz projektowych, technologicznych oraz eksploatacyjnych maszyn i urządzeń powstających w ramach realizowanych projektów badawczo-rozwojowych.

Pomieszczenia dydaktyczne zlokalizowane są w budynku 25.

Pracownia Komputerowych Systemów Inżynierskich jest wyposażona m.in. w wysokowydajne jednostki komputerowe i nowoczesne oprogramowanie, a także laserowe skanery i drukarki 3D. To sprzyja prowadzeniu prac naukowo-badawczych z zakresu zaawansowanych metod projektowania, wytwarzania i eksploatacji złożonych obiektów technicznych, w tym zwłaszcza techniki wojskowej.

Baza dydaktyczna Zakładu Technologii i Eksploatacji Uzbrojenia dostępna jest dla wszystkich studentów Akademii. Osoby zainteresowane korzystaniem ze sprzętu i oprogramowania Laboratorium Systemów Inżynierskich i Technologii mają taką możliwość zarówno w godzinach pracy Akademii jak i w godzinach popołudniowo-wieczornych po wcześniejszym ustaleniu z opiekunem danej pracowni. Dostępny dla wszystkich zainteresowanych plan konsultacji kadry ułatwia zaplanowanie korzystania ze sprzętu.

W Zakładzie Technologii i Eksploatacji Uzbrojenia, który mieści się w budynku 25, znajdują się następujące sale i pomieszczenia dydaktyczne:

- 1) Sale wykładowe:
 - a) Sala na 32 osoby (sala nr 6 o pow. 44,18 m²);
 - b) Sala na 32 osoby (sala nr 7 o pow. 57,8 m²);
- 2) Sala komputerowa wyposażona w 32 stanowiska komputerowe (sala nr 113 o pow. 86 m²);
- 3) Stanowiska tematyczne:
 - a) Stanowisko badań właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych (sala nr 2 o pow. 50,69 m² oraz sala nr 29 o pow. 34,5 m²);
 - b) Stanowisko preparatyki zglądów metalograficznych (sala nr 3 o pow. 16,41 m²);
 - c) Stanowisko pomiaru wielkości geometrycznych (sala nr 4 o pow. 17,37 m²);
 - d) Stanowisko badań metalograficznych (sala nr 5 o pow. 23,47 m²);
 - e) Stanowisko technik przyrostowych (sala nr 8 o pow. 41,17 m²);
 - f) Stanowisko obróbki cieplnej (sala nr 14 o pow. 74,37 m² oraz sala 26 o pow. 29,71 m²);
 - g) Stanowisko metalurgii proszków (sala nr 15 o pow. 57,26 m²);
 - h) Stanowisko trwałości, niezawodności i badań nieniszczących (sala nr 16 o pow. 36,97 m²);

- i) Stanowisko komputerowych systemów CAD/CAM (sala nr 17 o pow. 42,99 m²);
- j) Stanowisko obrabiarek CNC (sala nr 18 o pow. 36,47 m²);
- k) Stanowisko badań właściwości dynamicznych materiałów (sala nr 19 o pow. 51,60 m²);
- l) Stanowisko badań materiałów inżynierskich (sala nr 24 o pow. 35,53 m²);
- m) Sale audytoryjne (sala nr 13 o pow. 36,28 m² oraz sala nr 20 o pow. 62,6 m²);
- 4) Warsztat obróbki skrawaniem (sala nr 12 o pow. 175,5 m²);

Sala technik przyrostowych (sala nr 8)

Działalność stanowiska skupia się na zagadnieniach związanych z technikami addytywnymi (druku 3D) oraz metodami pomiarowymi stosowanymi w inżynierii odwrotnej. Posiadana baza laboratoryjna umożliwia prezentację najpopularniejszych rozwiązań stosowanych współcześnie. Posiadane drukarki 3D umożliwiają wytwarzanie części z użyciem różnych materiałów (tworzyw sztucznych) oraz łączenia ich ze sobą. Niektóre z rozwiązań umożliwiają stosowanie dodatkowego rozpuszczalnego materiału stanowiącego podporę dla budowanych elementów. Rozszerzenia "Multi Material" stosowane w drukarkach Prusa i3 umożliwiają wykorzystanie do 5 materiałów w pojedynczym wydruku. Dodatkowo możliwe jest przedstawienie procesu przygotowania i przeprowadzenia procesu druku 3D dla materiałów w postaci proszku (SLS) lub żywicy światłoczułej (DLP). Skanery 3D wchodzące w skład wyposażenia sali pozwalają na ręczne zeskanowanie obiektów z niską dokładnością geometryczną w celu pokazania potencjału tej technologii jak i na skanowanie obiektów z dokładnością do 13µm z wykorzystaniem skanera stacjonarnego. Wysoki potencjał naukowy i dydaktyczny pracowni potwierdzony jest przeprowadzonymi licznymi pracami dyplomowymi oraz opublikowanymi artykułami naukowymi. Na wyposażeniu stanowiska technik przyrostowych znajduje się kilkanaście urządzeń, w skład których wchodzi:

- urządzenia do szybkiego prototypowania (drukarki 3D) w technologii FFF/FDM (ang. Fused Filament Fabrication / Fused Deposition Modeling)
 - Stratasys Dimension 1200es,
 - Zortrax M200,
 - Zortrax M300 Dual,
 - BCN3D Sigma R19,
 - MonkeyFab Prime,
 - MonkeyFab Spire,
 - Prusa i3 MK3S (3 sztuki),
 - Prusa i3 MK3S + rozszerzenie Multi Material 2.0S (MMU2S) (3 sztuki),
- drukarka 3D w technologii SLS (ang. Selective Laser Sintering) Sinterit Lisa,

- drukarka 3D w technologii DLP (ang. Digital Light Processing) Liquid Crystal HR,
- skaner laserowy Roland Picza LPX-250,
- skaner optyczny Smarttech Micron 3D Green,
- skaner ręczny 3D Sense USB.

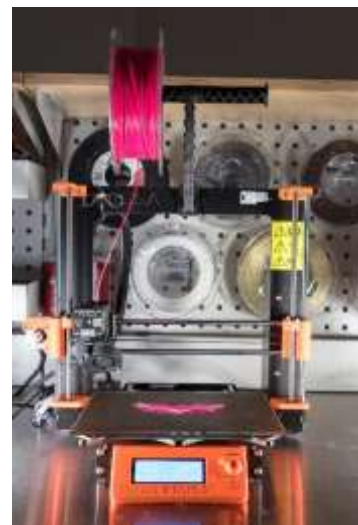
Posiadane rozwiązania umożliwiają realizację zajęć dydaktycznych związanych z drukiem 3D jak i z inżynierii odwrotnej, w grupach do 15 osób z możliwością podziału na mniejsze zespoły. W ramach zajęć z druku 3D każdy zespół ma możliwość pracy przy indywidualnym stanowisku. Programy wykonawcze drukarek 3D przygotowywane są na pracowni komputerowej, a po zatwierdzeniu przez osobę prowadzącą, realizowane na wybranym urządzeniu. W ramach zajęć z inżynierii odwrotnej studenci mają możliwość skanowania przy pomocy skanera ręcznego lub przy pomocy skanera optycznego, prostych obiektów technicznych bądź elementów zespołów maszyn. Pozyskane chmury punktów obrabiane są przez każdego studenta samodzielnie za pomocą specjalistycznego oprogramowania Geomagic Design X dostępnego w sali komputerowej 113 oraz 17.

Posiadana baza urządzeń pozwala na wykonywanie:

- modeli trójwymiarowych z pojedynczego materiału (tworzywa sztucznego lub elastomeru),
- modeli trójwymiarowych o skomplikowanej budowie wymagających struktur podporowych z materiałów rozpuszczalnych,
- modeli trójwymiarowych z wielu materiałów,
- digitalizacji obiektów trójwymiarowych.



Pracownia technik przyrostowych



Drukarka 3D firmy Prusa



Drukarka 3D firmy Zortrax



Stanowisko technik przyrostowych

Sale wykładowe w Pracowni Komputerowych Systemów Inżynierskich przeznaczone są dla grup do 30-osób. Wyposażone są w projektory multimedialne, rozwijane ekrany oraz komputery sterujące pracą systemu wizualnego. Każda sala wykładowa posiada tablice kredowe wspomagające prowadzenie procesu dydaktycznego. Sala nr 7 dodatkowo wyposażona jest w rzutnik do projekcji foliogramów.



Sala nr 6



Sala nr 7

Sala komputerowa (sala nr 113) wyposażona jest w 32 stanowiska komputerowe przeznaczone dla studentów i wykładowcy. Komputery znajdujące się w pracowni wyposażone są w nowoczesne, szybkie procesory, szybkie dyski SSD oraz karty graficzne dedykowane do pracy z zaawansowanym specjalistycznym oprogramowaniem inżynierskim, m.in. Solid Edge, Solid Works, HSMWorks, Ansys, NX, Pixform, Geomagic Design X, Mesh3D, Matlab, EdgeCam, MasterCam, GOM Inspect, Office 365, specjalistyczne oprogramowanie służące do wspomagania procesu eksploatacji (Sekcja, Baza Działek 1).



Pracownia komputerowa nr 113

Ponadto sala komputerowa wyposażona jest w wysokiej jakości projektor multimedialny, rozwijany elektrycznie ekran oraz dużą tablicę sucho-ścieralną. W sali znajdują się rolety o dużym stopniu tłumienia promieni słonecznych.

Pracownia Technologii umożliwia wytwarzanie próbek materiałowych i prowadzenie szerokiego zakresu badań ich właściwości mechanicznych. Działalność naukowa prowadzona w Pracowni dotyczy przede wszystkim konstrukcji oraz technologii wytwarzania elementów uzbrojenia przy zastosowaniu metod metalurgii proszków oraz nowoczesnych technik przyrostowych.

Stanowisko badań właściwości mechanicznych materiałów (sale nr 2 i 29) wyposażone jest w dwa urządzenia do badań wytrzymałościowych: uniwersalna maszyna wytrzymałościowa MTS Criterion C45.105 oraz młot opadowy Zwick/Roell Amsler HIT2000F.

Maszyna wytrzymałościowa z podwójną przestrzenią roboczą pozwala na realizację badań quasistatycznych w warunkach działania sił ściskających i rozciągających. Model ten charakteryzuje się dwoma przestrzeniami roboczymi, wyposażonymi w dwa czujniki siły 10 kN (do badań materiałów tworzywowych) i 100 kN do badań materiałów metalicznych. Dodatkowo maszyna wyposażona jest w komorę klimatyczną umożliwiającą realizowanie badań w temperaturach od $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Młot opadowy pozwala na realizację badań w zakresie odkształceń dynamicznych. Budowa ww. urządzenia umożliwia wykonywanie prób w warunkach ściskania z prędkościami uderzenia do 20 m/s przy zakumulowanej energii nawet do 2100 J. Jest to obecnie jedyne takie stanowisko w Polsce do badań udarności.

W skład jego wyposażenia wchodzi:

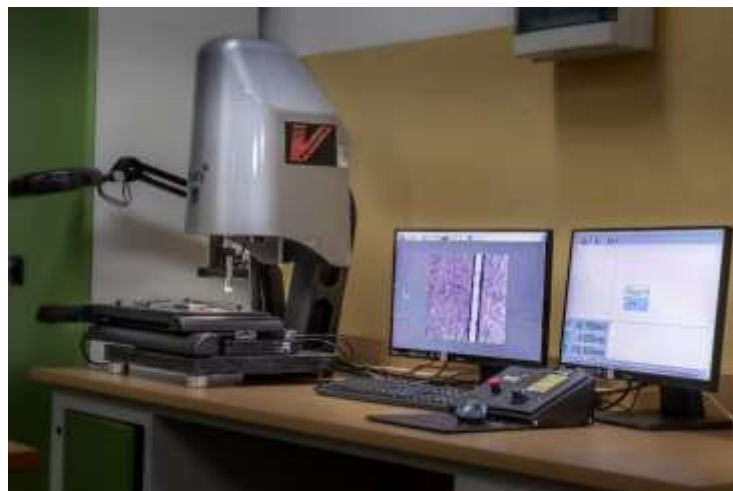
- komora klimatyczna pozwalająca realizować badania w zakresie temperatur -90°C – $+180^{\circ}\text{C}$.
- Zestaw bijaków do badania folii i tworzyw sztucznych zgodnie z normami ISO 7765-2, ISO 6603-2 oraz ASTM D3763
- Zestaw bijaków do prób udarowościowych wg metody Charpy'ego zgodnie z normami ISO 179-2 oraz ISO 148-1
- Bijak uniwersalny do badania komponentów z czujnikiem siły 250 kN



Maszyna wytrzymałościowa MTS Criterion C45



Młot opadowy
Zwick/Roell Amsler Hit 2000F



Hybrydowa maszyna pomiarowa Venture

Ponadto w pracowni znajduje się maszyna wytrzymałościowa EDZ-20 do badania właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych w warunkach statycznej próby rozciągania i ściskania o zakresie pomiarowym do 200 kN. Dodatkowo w pracowni (sala nr 2)

znajdują się przyrządy oraz urządzenia pomiarowe wykorzystywane w procesie dydaktycznym studentów. Urządzenia te stosowane są w ramach pomiarów wielkości geometrycznych (przedmiot: Laboratorium inżynierii wytwarzania i pomiarów warsztatowych). W skład wchodzi takie urządzenia jak: profilografometr, dwa optyczne mikroskopy warsztatowe oraz hybrydowa maszyna pomiarowa Venture. W pracowni znajdują się również podstawowe przyrządy pomiarowe takie jak: suwmiarki, mikrometry, sprawdziany końcowe.

Stanowisko preparatyki zglądów metalograficznych (sala nr 3) stanowi niezbędny element procesu wytwarzania nowych materiałów inżynierskich. Wyposażona jest w dwie przecinarki: manualną Discotom-2 i precyzyjną automatyczną przecinarkę Secotom-50, prasę do inkludowania materiałów na gorąco Citopress-15, szlifierkę Planopol-3, zautomatyzowaną szlifierko polerkę Tegramin-20 oraz automatyczną, sterowaną mikroprocesorowo elektropolkę do elektrolitycznego polerowania i trawienia próbek mikroskopowych Lectropol-5. Producentem posiadanych urządzeń jest firma Struers. Ponadto stanowisko wyposażone jest w dygestorium firmy Labdud DCL-90 z mechanicznym wyciągiem szkodliwych oparów do przygotowywania trawiantów do ręcznego trawienia próbek mikroskopowych oraz dwie myjki ultradźwiękowe Degas JPS100A 30l i Emag Emmi 12 HC waz z wyposażeniem i zestawem specjalistycznych koncentratów myjących.

Posiadane urządzenia pozwalają na przygotowywanie pożądanych kształtów, wymiarów oraz powierzchni materiałów do dalszych badań: mikrostrukturalnych, składu fazowego, mechanicznych, elektrycznych, cieplnych poprzez zastosowanie obróbki mechanicznej, chemicznej, mechano-chemicznej oraz chemicznego trawienia wypolerowanych powierzchni próbek w celu ujawnienia elementów ich mikrostruktury. Myjki ultradźwiękowe umożliwiają dokładne oczyszczenie elementów, z których zostaną przygotowane próbki jak i samych próbek po procesie obróbki.



Precyzyjna zmotoryzowana przecinarka
Secotom-50 firmy Struers



Praska CitoPress-15 oraz szlifierko-polerka
Tegramin-20 firmy Struers

Stanowisko pomiaru wielkości geometrycznych (sala nr 4). Zakres działalności stanowiska koncentruje się na zagadnieniach metrologii ogólnej, metrologii wielkości geometrycznych oraz współrzędnościowej technice pomiarowej, mechanizacji, automatyzacji i komputeryzacji pomiarów. W skład stanowiska wchodzi:

- Ramię pomiarowe Stinger II firmy Cimcore,
- Portalowa maszyna współrzędnościowa Vista firmy Zeiss,
- Portalowa maszyna współrzędnościowa C400 firmy Zeiss,
- Projektor pomiarowy VB400 firmy Starrett.



Ramię pomiarowe Stinger II



Współrzędnościowa maszyna
pomiarowa Vista



Współrzędnościowa maszyna pomiarowa C400



Projektor pomiarowy

Stanowisko badań metalograficznych (sala nr 5) wyposażone jest w:

- ✓ mikroskop metalograficzny Axio Observer.Z1m firmy Carl ZEISS z możliwością obserwacji struktur materiałów w powiększeniu do x1250,
- ✓ elektronowy mikroskop skaningowy SEM Phenom Pro X,
- ✓ elektronowy mikroskop skaningowy JEOL JSM-5400 z mikroanalizatorem rentgenowskim (napięcie przyspieszające od 0,5 do 30 kV, zakres powiększeń od x15 do x200000, zdolność rozdzielcza 4nm),
- ✓ cyfrowy mikroskop optyczny VHX-6000 firmy KEYENCE,
- ✓ w pełni zautomatyzowany mikrotwardościomierz firmy Qness Q10A+,
- ✓ dwie napyłarki próżniowe do przygotowywania próbek do badań z wykorzystaniem mikroskopu skaningowego,
- ✓ analizator cząstek IPS UA K μ K do określania granulacji cząstek stałych o rozmiarach 0,5-2000 μ m.

W ramach tego stanowiska prowadzone są badania w zakresie:

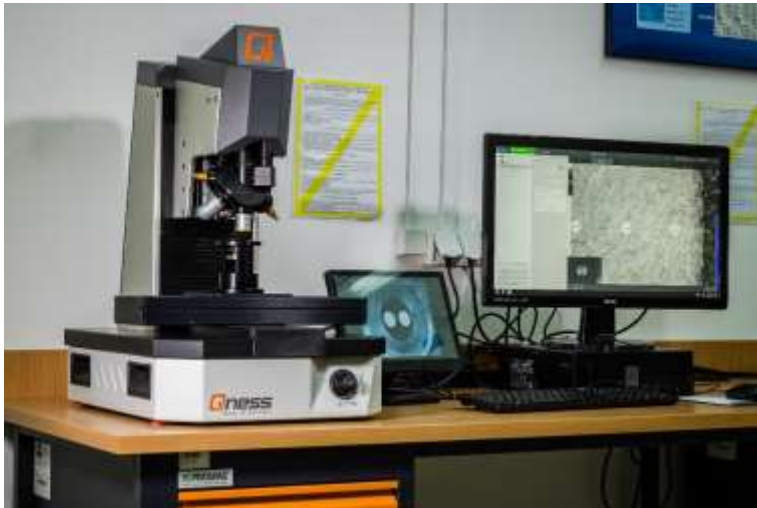
- obserwacji struktury materiałów i jej składników w szerokim zakresie powiększeń,
- analizy składu fazowego lub chemicznego w mikroobszarach,
- trójwymiarowe analizy struktury i składu pierwiastkowego materiałów,
- diagnostyka wad produktów i materiałów
- weryfikacja procesów technologicznych (np. pomiary wielkości cech, analiza warstw powierzchniowych i ich granic)
- analiza twardości i mikrotwardości metodą Vickersa i Knoopa (ocena głębokości warstw nawęglonych i azotowanych zgodnie z aktami normatywnymi)



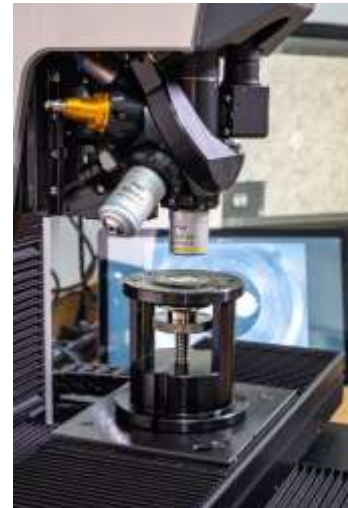
Mikroskopy (od lewej): metalograficzny AxioObserver oraz elektronowy Phenom X



Cyfrowy mikroskop pomiarowy firmy Keyence



Mikrotwardościomierz firmy Qness Q10A+



Stanowisko badawcze metalurgii proszków (sala nr 15) dysponuje aparaturą umożliwiającą przechowywanie materiałów proszkowych w atmosferze ochronnej oraz wytwarzanie elementów części maszyn metodami klasycznej metalurgii proszków. Stanowisko wyposażone jest w:

- Jednostanowiskową komorę rękawicową UNIlabplus firmy MBraun do przechowywania proszków w ochronnej atmosferze argonu,
- Precyzyjne wagi laboratoryjne do odmierzania naważek proszków potrzebnych do wykonania wypraski proszkowej,
- Wysokoenergetyczny młyn kulowy Attritor01HD firmy Union Process do wysokoenergetycznego rozdrabniania proszków i/lub ich mechanicznego stopowania,
- Dwa młyny planetarne do rozdrabniania proszków metali,

- Młynek łopatkowy do rozdrabniania proszków metali,
- Prasę izostatyczną firmy NationalForge do prasowania proszków metali metodą izostatycznego prasowania na zimno (ang. CIP – Cold Isostatic Press), ciśnienie maksymalne 4000 bar, komora robocza $\varnothing$ 203x610mm,
- Dwie prasy ręczne firmy TESTCHEM z analogowym odczytem siły o zakresie pracy do 100 kN i cyfrowym odczytem o zakresie pracy do 250 kN,



Stanowisko badawcze metalurgii proszków

Ponadto stanowisko posiada wyposażenie do badań udarności tworzyw sztucznych - młot Charpy`ego oraz urządzenie do określania temperatury mięknienia tworzyw sztucznych wyposażone w system akwizycji danych z czujnikami pomiaru temperatury oraz precyzyjnymi czujnikami pomiaru wielkości zagłębienia igieł pomiarowych w badanych materiałach.

Stanowisko badań trwałości, niezawodności i badań nieniszczących (sala nr 16).
W ramach działalności tego stanowiska prowadzone są zajęcia oraz prace badawcze z zakresu badań zmęczeniowych materiałów, eksploatacji uzbrojenia lotniczego oraz nieniszczących badań materiałów.

Stanowisko posiada:

- specjalistyczne stanowisko do badań wytrzymałości zmęczeniowej HSN 19D,
- specjalistyczne stanowisko do badań momentu tarcia łożysk ślizgowych HFN5/E,
- specjalistyczne stanowisko do statycznego badania sprężyn powrotnych działek NR-30,

- specjalistyczne stanowisko do analizy kinematyczno-dynamicznej elementów automatyki działka NR-30 wyposażone w triangulacyjny system pomiaru przemieszczenia oraz system akwizycji danych NI PXiE,
- specjalistyczne stanowisko do analizy uszkodzeń elektrycznych w obiektach mechatronicznych,
- zestaw defektoskopów do realizacji oceny stanu technicznego obiektów metodami badań nieniszczących takich jak: penetracyjna, magnetyczna, ultradźwiękowa i wiroprowowa,
- zestaw dodatkowych przyrządów pomiarowych: luksomierz, miernik pola magnetycznego, miernik natężenia promieniowania UV, miernik grubości powłok, grubościomierz ultradźwiękowy, wzierniki sztywne (boroskopy) i miękkie do diagnostyki optycznej oraz wzorce kalibracyjne do przyrządów pomiarowych i defektoskopów.



Pracownia trwałości, niezawodności i
badań nieniszczących



Stanowisko do badań wytrzymałości
zmęczeniowej HSN 19D

Sala komputerowych systemów CAD/CAM (sala nr 17) wyposażona jest w 20 stanowisk komputerowych przeznaczonych dla studentów i wykładowcy. Komputery znajdujące się w pracowni, podobnie jak w pracowni nr 113, wyposażone są w nowoczesne szybkie procesory, szybkie dyski SSD oraz karty graficzne dedykowane do pracy z zaawansowanym specjalistycznym oprogramowaniem inżynierskim, m.in. Solid Edge, Solid Works, HSMWorks, Ansys, NX, Pixform, Geomagic Design X, Mesh3D, Matlab, EdgeCam, MasterCam, GOM Inspect, Office 365, specjalistyczne oprogramowanie służące do wspomagania procesu eksploatacji (Sekcja, Baza Działek 1).



Pracownia komputerowych systemów CAD/CAM

Ponadto sala komputerowa wyposażona jest w wysokiej jakości projektor multimedialny oraz dużą tablicę sucho-ścieralną. W sali znajdują się rolety o dużym stopniu tłumienia promieni słonecznych.

Sala obrabiarek CNC (sala nr 18) przeznaczona jest do zapoznania studentów z technologią wytwarzania przedmiotów metodami obróbki z wykorzystaniem maszyn CNC. Ta sala maszyn wyposażona jest w:

- tokarkę CBKO TS 20N z systemem sterowania Pronum o rozdzielczości 0,001 mm, posuw roboczy 1-12000 mm/min, prędkość wrzeciona 1-10000 obr/min,
- frezarkę CBKO FYS 16N z systemem sterowania Fanuc, zakres roboczy (x-y-z) 250x170x220 mm, posuw roboczy 1-2000 mm/min, posuw szybki: 6 m/min, max moment obr. 23 Nm, max obroty 10000 obr/min,
- elektroerozyjną drążarkę drutową CNC ZAP BP 95dn służącą do cięcia materiałów przewodzących prąd elektrodą drutową, zakres roboczy 300x180 mm, dokładność pozycji. 0,02 mm, dielektryk: woda dejonizowana, napięcie robocze: 300 V, moc pobierana 1,5 kW. Ponadto drążarka wyposażona jest w dwie dodatkowe przystawki: wiertarkę elektroerozyjną, która pozwala na drażenie otworów w materiałach trudnoskrawalnych oraz w tokarkę elektroerozyjną, która pozwala na obróbkę profilu tokarskiego w materiałach trudnoobrabialnych.



Stanowisko obrabiarek CNC



Przykładowe elementy wytworzone technologią elektroerozyjnego drażenia drutowego

Stanowisko badań właściwości dynamicznych materiałów (sala nr 19) wyposażone jest w aparaturę badawczą umożliwiającą badanie reakcji mechanicznej materiałów konstrukcyjnych w zakresie szybkości odkształcenia od 10^2 do 10^4 s^{-1} . Dynamiczne badania materiałów mogą być przeprowadzone za pomocą trzech technik eksperymentalnych, tj.: dzielonego pręta Hopkinsona na ściskanie, uderzeniowego testu Taylora oraz elektromagnetycznego testu pierścieniowego. Dzięki opracowanym procedurom badawczym za pomocą ww. technik możliwe jest m.in. wyznaczenie dynamicznych parametrów określających właściwości wytrzymałościowe materiałów oraz ich ciągliwość dynamiczną. Ponadto, opracowano i stosuje się metodyki wyznaczania wartości parametrów materiałowych równania konstytutywnego Johnsona-Cooka na podstawie danych doświadczalnych otrzymanych metodą dzielonego pręta Hopkinsona lub uderzeniowego testu Taylora.



Stanowisko dzielonego pręta Hopkinsona do badań właściwości struktur energochłonnych



Przykładowa struktura energochłonna podczas badania



Stanowisko dzielonego pręta Hopkinsona do określania współczynników modeli konstytutywnych

Sala badań materiałów inżynierskich (sala nr 24) przeznaczona jest do prowadzenia zajęć w grupach 15-osobowych. Wyposażona jest w:

- stanowisko do badań dylatometrycznych,
- stanowisko do analizy termicznej stopów metali,
- stanowisko do badania gęstości materiałów porowatych i proszków,

- stanowisko do badania wpływu parametrów procesu wytwarzania wypraski na właściwości wytworzonych wyrobów,
- młot Charpy`ego typ 5113.100 do badania udarności materiałów konstrukcyjnych.



Pracownia badań materiałów inżynierskich



Stanowisko do badań dylatometrycznych

Sale audytoryjne (sale nr 13 i 20) wyposażone są w duże tablice sucho-ścieralne wspomagające proces dydaktyczny. Sala audytoryjna nr 20 przeznaczona jest do prowadzenia zajęć dydaktycznych dla 33 osób. Sala nr 13 przeznaczona do prowadzenia zajęć dydaktycznych dla grup 16-osobowych. W sali znajdują się mikrotwardościomierz pomiarowy firmy Zwick 3212 Härteprüfung umożliwiający pomiary twardości metodami Vickers'a, Brinell'a, Knoop'a oraz Rockwell'a, twardościomierz do pomiarów metodą Rockwella oraz twardościomierz uniwersalny firmy TestLab UHT-910.



Sala audytoryjna nr 13



Sala audytoryjna nr 20