

## **ZAŁOŻENIA WSTĘPNE PROJEKTU**

Projekt pt. „Stworzenie kompleksu laboratoriów na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, ul. Warszawska 24, Kraków”, zrealizowany został ze środków Unii Europejskiej w ramach Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego (działanie 1.1. Poprawa jakości usług edukacyjnych) oraz dotacji MNiSW.

**Dotyczył on stworzenia nowych laboratoriów dydaktycznych oraz modernizacji już istniejących laboratoriów w trzech Instytucjach Wydziału.**

**Głównym celem Projektu było podniesienie jakości i poziomu kształcenia studentów Wydziału Inżynierii Lądowej PK, poprzez rozwój infrastruktury służącej celom dydaktycznym i badawczym, a także poprawa warunków praktycznej nauki zawodu, umożliwiających kształtowanie wymaganych na rynku kompetencji zawodowych.**

Wartość Inwestycji poczynionych w ramach tego przedsięwzięcia wynosiła ponad **8 200 000 zł.** Prace nad przygotowaniem Projektu rozpoczęły się w 2008 r., a jego realizacja trwała w latach 2009-2011.

Z unowocześnionych i wyposażonych w sprzęt pomieszczeń laboratoryjnych korzystać mogą studenci kierunków Budownictwo i Transport. Możliwość korzystania z nowoczesnych technik badawczych w ramach zajęć dydaktycznych pozwala im nabyć umiejętności oraz wiedzę niezbędną do wykonywania zawodu, w tym prowadzenia badań i interpretacji otrzymanych wyników. Dzięki temu Wydział Inżynierii Lądowej PK kształci absolwentów, którzy dzięki zdobytej wiedzy są konkurencyjni nie tylko w regionie i kraju, ale i na międzynarodowych rynkach pracy.

Projekt obejmował również częściowe dostosowanie pomieszczeń laboratoryjnych, związane z lokalizacją nowej aparatury. Na podkreślenie zasługuje fakt, że część aparatury zakupiona była wraz z komorami dźwiękoszczelnymi, izolującymi od otoczenia szczególnie głośne urządzenia, co wpłynęło na istotną poprawę warunków pracy dydaktycznej, w szczególności klimatu akustycznego, a przez to ochronę zdrowia studentów oraz pracowników.

**Podsumowując, zakupiono 95 urządzeń, w wyniku czego laboratoria dydaktyczne Wydziału Inżynierii Lądowej PK posiadają nowoczesną aparaturę badawczą, niejednokrotnie unikalną w skali kraju.**

Zrealizowane zakupy pozwalają na przeprowadzenie demonstracji badań betonowych, murowych, stalowych, zespolonych bądź drewnianych konstrukcji budowlanych lub ich elementów.



- **Uniwersalna maszyna wytrzymałościowa** do 1200 kN o napędzie elektromechanicznym posiadająca 4-kolumnową ramę o ponad 2 metrowej wysokości przestrzeni roboczej. Dodatkowe wyposażenie stanowi m.in. w pełni automatyczny ekstensometr, o bazie pomiarowej od 10 do 600 mm, z automatycznym otwieraniem i zamykaniem czujników pomiarowych. Urządzenie pozwala na precyzyjną realizację prób rozciągania, ściskania i zginania materiałów i wyrobów budowlanych.



- **Uniwersalna prasa do badań wytrzymałościowych** do siły maksymalnej 6000 kN ze wzmocnioną ramą o zwiększonej sztywności. Urządzenie pozwala na realizację prób ściskania materiałów mineralnych z możliwością precyzyjnego pomiaru ich odkształceń.

Dzięki projektowi laboratorium posiada unikalne w skali kraju, najnowocześniejsze maszyny wytrzymałościowe, umożliwiające badanie elementów konstrukcji budowlanych w skali rzeczywistej.

- **Rozbudowa posiadanego systemu badawczego Instron Schenck Testing Systems**, umożliwiającego badania statyczne i dynamiczne dużych elementów konstrukcyjnych.

Ponadto laboratorium wyposażone zostało w nowoczesny sprzęt do badań diagnostycznych w istniejących konstrukcjach (sklerometry z odczytem elektronicznym typu UL i UN, defektoskop ultradźwiękowy, przenośny twardościomierz, miernik grubości powłok, mikroskop do pomiaru rozwarości rys o dokładności 0,02 mm).



**Dzięki zainwestowanym środkom laboratorium wzbogaciło się o nowoczesny sprzęt stosowany w badaniach chemicznych materiałów budowlanych.**



Nabyte urządzenia pozwalają na precyzyjne określenie cech i parametrów materiałów budowlanych, zgodnie z obowiązującymi normami.



Niektóre urządzenia dzięki dodatkowemu oprogramowaniu pozwalają na pomiar materiałowych zależności w sposób bezpośredni.

Przykładem jest **lepkościomierz**, który umożliwia oznaczenie lepkości zaczynów cementowych oraz określenie wpływu wszystkich obecnie stosowanych domieszek w technologii betonu na ich reologię.



Możliwa jest obserwacja zmiany konsystencji zaczynów cementowych, zachodząca w obecności domieszek.



Cennym z punktu widzenia poszerzenia spektrum badawczego laboratorium chemii budowlanej jest **zakup komory badań cieplnych**.

Jest to urządzenie bardzo często wykorzystywane w badaniach korozyjnych – starzeniowych. Odpowiednie oprogramowanie umożliwi symulację warunków odpowiednich dla tego typu badań.

Zajęcia prowadzone z wykorzystaniem zakupionego sprzętu pozwalają studentom poznać najnowsze techniki i kierunki badań materiałów budowlanych, przy jednoczesnej unowocześnieniu przebiegu prowadzonych zajęć dydaktycznych. Urządzenia pozwalają na określenie wielu dodatkowych parametrów materiałów stosowanych w budownictwie, min. stopów metali, materiałów ceramicznych, cementów czy tworzyw sztucznych.





- **Urządzenie do badania przepuszczalności metodą Torrent'a** oraz aparat do badania przepuszczalności betonu dla wody, służące do szybkiej oceny przepuszczalności betonu. Badania te związane są z określaniem trwałości betonu w konstrukcji.



- **Modernizacja pomieszczenia do cięcia i szlifowania materiałów mineralnych** i wyposażenie go w piłę stołową do cięcia betonu oraz szlifierkę stołową do powierzchni betonowych z automatycznym przesuwem głowicy roboczej. Realizacja tego zadania pozwoliła na poprawne przygotowanie próbek materiałów mineralnych do badań.



- **Mała wytwórnia betonu z mieszarką turbinową o pojemności 0,35 m<sup>3</sup> wraz z zasobnikami**, charakteryzująca się wysokim stopniem homogenizacji mieszanki betonowej w krótkim czasie. Wytwórnia zaopatrzona w zintegrowany zespół magazynowania składników, tj. kruszywa, cementu oraz domieszek. Dzięki możliwości precyzyjnego dozowania składników studenci mogli będą wykonywać zaprojektowane przez siebie mieszanki betonowe w skali nieomal technicznej.
- **Automatyczna mieszarka do zapraw**

■ **Porozymetr rtęciowy**

umożliwiający wyznaczenie wielu właściwości teksturalnych (objętości oraz rozmiaru makro i mezoporów) stosowanych w praktyce materiałów budowlanych.

W metodzie wykorzystuje się rtęć jako ciecz intruzyjną, ponieważ wykazuje ona brak zwilżalności powierzchni ciał stałych, czyli samoczynnie nie penetruje ona wnętrza porów. Zakupiony porozymetr jest najnowocześniejszym urządzeniem badawczym, które w sposób automatyczny dokonuje pomiarów wielkości porów w zakresie średnic od ponad 950  $\mu\text{m}$  do około 0,003  $\mu\text{m}$ .

Kompletne urządzenie wraz z zewnętrzną pompą próżniową umieszczone jest w wentylowanej komorze dygestorium i spełnia wszelkie wymogi BHP stosowane przy pracy z rtęcią.

Standardowym wyposażeniem porozymetru jest wbudowana pułapka elektryczną zatrzymującą krople rtęci oraz wymrażarka kriogeniczna wbudowana w układ próżniowy urządzenia.

**Posiadanie tak wyspecjalizowanego i nowoczesnego sprzętu badawczego znacząco poszerzyło zakres badań doświadczalnych prezentowanych w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych oraz umożliwiło realizację bardzo ciekawych tematów prac dyplomowych.**



Fizyka budowli jest dziedziną wiedzy zajmującą się m.in. zapotrzebowaniem budynków na energię do ogrzewania oraz komfortem cieplnym w ich wnętrzach.



Podjęta modernizacja laboratoriów dydaktycznych fizyki budowli będzie więc bezpośrednio służyła do lepszego kształcenia i przygotowania studentów budownictwa do realizacji kluczowych technologii regionu i państwa.



- **Laboratoryjny zestaw dydaktyczny** znakomicie pozwala na demonstrację zjawisk fizycznych związanych z transportem ciepła i wilgoci nawet w warunkach sali wykładowej oraz wykonanie podstawowych pomiarów ilościowych. Powstała możliwość demonstracji i pomiaru przewodzenia ciepła, wymiany ciepła przez promieniowanie, wymiany ciepła przez konwekcję, złożonego transportu ciepła oraz temperatury punktu rosy. Wszystkie stanowiska wyposażone są w obszerne instrukcje dotyczące zarówno badanego zjawiska jak też sposobu prowadzenia eksperymentu i obliczania wniosków.



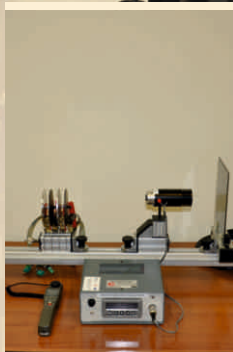


**Znaczący udział energii zużywanej przez budynki w bilansie energetycznym sprawia, że energochłonność budownictwa jest pierwszoplanowym zagadnieniem w krajach całej Europy.**

- **Kamera termowizyjna** jest urządzeniem, które niezależnie od ograniczeń fizycznych związanych z tym pomiarem, umożliwia błyskawiczne uzyskanie obrazu termalnego badanego obiektu i jego diagnostykę jakościową. Jest więc narzędziem niezastąpionym przy ocenie właściwości dużych obiektów budowlanych.

Możliwość wizualizacji zjawisk związanych z transportem ciepła przez przegrody, potwierdzenia wyników uzyskiwanych z symulacji komputerowych czy wreszcie szybkiej i pełnej oceny jakości oraz poprawności wykonania przegród spełnia szczególną rolę w procesie dydaktycznym.

Zakupiona w ramach programu kamera charakteryzuje się bardzo wysoką czułością w czasie rzeczywistym oraz automatycznym ogniskowaniem, umożliwia zapis sekwencyjny obrazów termicznych, nakładanie obrazu termicznego i widzialnego.



**W trakcie zajęć studenci uczą się zasad doboru przegród budowlanych (ścian i stropów) zgodnie z wymaganiami polskich przepisów oraz przeprowadzania badań weryfikacyjnych izolacyjności akustycznej tych przegród.**



Dodatkowo poznają zasady określania dopuszczalnych poziomów hałasu w pomieszczeniach wraz ze sprawdzeniem czy poziom hałasu spełnia wymagania polskich przepisów.



Potrzebę opanowania tej wiedzy przez przyszłych inżynierów budowlanych z pewnością doceni każdy, kto w ostatnim czasie nabył mieszkanie w budynku, w którym odgłosy rozmów sąsiadów, kroków na korytarzach czy przepływającej rurami wody przeszkadzają w pracy i wypoczynku. Te i inne problemy akustyczne omawiane są na prowadzonych zajęciach.

**W ramach laboratorium stworzone zostały 4 stanowiska badawcze.**

- **Stanowisko do pomiarów** izolacyjności akustycznej przegród budowlanych od dźwięków powietrznych.
- **Stanowisko do pomiarów** izolacyjności akustycznej stropów od dźwięków uderzeniowych.
- **Stanowisko do pomiarów** akustyki pomieszczeń na modelach w skali 1:20 oraz w rzeczywistych pomieszczeniach.
- **Stanowisko do pomiarów** izolacyjności akustycznej lub współczynnika pochłaniania dźwięku drobnowymiarowych próbek materiałów.





- **Zestaw aparatury do badania przyczepności asfaltu do kruszywa**, dzięki któremu można ocenić w jakim stopniu adhezja kruszywa do asfaltu wpływa na trwałość mieszanki mineralno-asfaltowej.



- **Suszarka próżniowa z pompą próżniową i kontrolerem próżni.** Urządzenie to przyspiesza nasycanie wodą materiałów kamiennych, w porównaniu do nasycania przy ciśnieniu atmosferycznym, co pozwala ocenić ich nasiąkliwość.



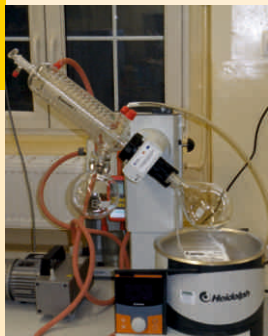
- **Ubijak Proctora** wyposażony w szafę dźwiękoszczelną. Urządzenie to pozwala na przygotowanie próbek gruntów i innych materiałów przeznaczonych do badania zagęszczalności i nośności, zapewniając bezpieczne i higieniczne warunki dla studentów. Studenci mogą ocenić wpływ wilgotności materiału na jego zagęszczenie i nośność

- **Komora dźwiękoszczelna do bębna Los Angeles.** Urządzenie umożliwia komfortowe (bez hałasu i wibracji) prowadzenie podstawowego badania dla kruszyw, tj. ścieralności.
- **Automatyczna komora do badania mrozoodporności kruszywa i innych materiałów** jest bezobsługowym urządzeniem, które umożliwia realizację dowolnie zaprogramowanych cykli zamrażania i odmrażania kruszyw.

Wymienione wyposażenie pozwala na prezentację i wykonywanie badań gruntów, kruszyw i surowców skalnych zgodnie z obowiązującymi obecnie normami PN-EN.

**Na podkreślenie zasługuje fakt, że szczególnie hałaśliwe urządzenia wyposażone są w komory dźwiękoszczelne izolujące (bęben Los Angeles, ubijak Proctora) od otoczenia, co wpłynęło na poprawę klimatu akustycznego pomieszczeń laboratoryjnych i ochronę zdrowia studentów oraz pracowników laboratoriów.**





- **Ekstraktor ultradźwiękowy** do ekstrakcji asfaltu z mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA) wraz z wyparką próżniową, -umożliwia przygotowywanie próbek odzyskanego asfaltu do badań jego własności.

Ekstraktor umożliwia znaczne skrócenia czasu ekstrakcji jednej próbki do około 45 minut (bez konieczności jej wcześniejszego namaczania w rozpuszczalniku). Ponadto urządzenie jest bardzo szczelne, co umożliwia jego bezpieczną pracę bez konieczności montowania dygestorium.

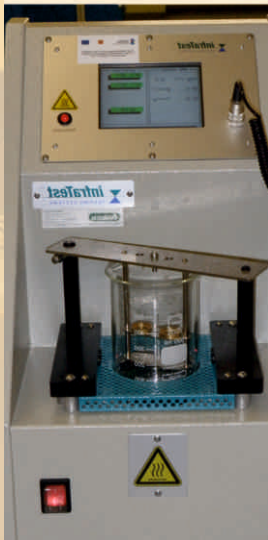
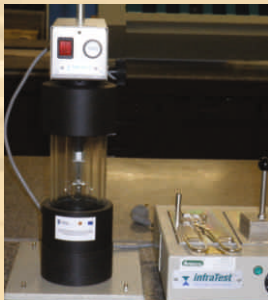


- **Duktylometr z pomiarem siły**, służący do badania ciągliwości asfaltu z pomiarem siły rozciągania lub pomiaru nawrotu sprężystego dla asfaltów modyfikowanych. Badanie może być przeprowadzane równocześnie na 4 próbkach i w różnych temperaturach, przy pełnej kontroli temperatury poprzez termostat.



## PRACOWNIA POMIARÓW WŁASNOŚCI ASFALTÓW DROGOWYCH

- **Aparatura Fraassa** do badania temperatury łamliwości asfaltu, wraz z urządzeniem do przygotowania próbek do badań. Zakupiony sprzęt pozwala na automatyczne badanie temperatury łamliwości asfaltu i porównanie zachowania różnych asfaltów w niskich temperaturach.
- **Aparat PiK** do badania temperatury mięknięcia asfaltu. Urządzenie umożliwia kontrolę warunków badania poprzez sterowanie przyrostem temperatury, automatyczne mieszanie płynu w zlewce, zastosowanie zarówno wody jak i gliceryny jako płynu do badania próbek asfaltu oraz automatyczny pomiar temperatury mięknięcia za pomocą 2 fotokomórek. Aparat ten umożliwia badanie zachowania się różnych asfaltów (w tym bardzo twardych) w wysokich temperaturach eksploatacyjnych, jakie występują w nawierzchniach asfaltowych latem.





■ **Prasa żyratorowa**

do zagęszczania próbek MMA z zestawem komputerowym, używana do przygotowywania próbek z równoczesnym pomiarem ich własności związanych z zagęszczalnością i odpornością na odkształcenia trwałe. Pozwala ona zaprezentować studentom projektowanie recept nowoczesnych mieszanek mineralno-asfaltowych, wg podejścia funkcjonalnego.



■ **Ubijak Marshalla** służący do przygotowywania próbek do badań podstawowych cech fizycznych i wytrzymałościowych MMA. Dzięki wyposażeniu urządzenia w szafę dźwiękochłonną zmniejszona została uciążliwość hałasu, co poprawiło bezpieczeństwo studentów.



■ **Prasa MTS**

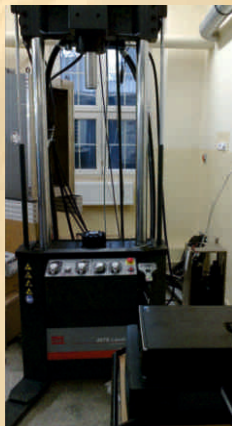
do badań zmęczeniowych mieszanek mineralno-asfaltowych metodą belki 4-punktowo zginanej oraz metodą ściskania -rozciągania, z możliwością ustawień parametrów obciążenia.

■ **Mieszarka laboratoryjna o pojemności 30 litrów.**

Urządzenie umożliwia przygotowanie w laboratorium zarobu mieszanki mineralno-asfaltowej w czasie mieszania nie dłuższym niż 3 minuty oraz dodatkowo możliwość mieszania MMA w atmosferze azotu, co zabezpiecza mieszankę przed starzeniem technologicznym (utwardzanie się asfaltu).

Dzięki sprawnemu systemowi mieszania i podgrzewania składników uzyskuje się przyspieszone przygotowanie mieszanek mineralno-asfaltowych w laboratorium, przy jednoczesnym zapewnieniu ich lepszej jednorodności.

Dodatkowo urządzenie jest wyposażone w sterowany komputerowo system pomiaru energii mieszania, co pozwala ustalić optymalną temperaturę mieszania dla danej mieszanki.





Dzięki zainwestowanym środkom Instytut Technologii Informatycznych w Inżynierii Lądowej wzbogacił się o sprzęt pozwalający na zainstalowanie nowoczesnego oprogramowania związanego z komputerowo wspomaganym projektowaniem i analizą konstrukcji, a szczególnie z nowym polem badań i aplikacji **w postaci zintegrowanego modelowania i informacji o przedsięwzięciu budowlanym (ang. Building Information Management, BIM).**

Praca na architekturze informatycznej typu BIM, opartej na zaawansowanej grafice komputerowej, pozwala obecnie na wykonywanie dużej ilości rysunków, wizualizacji, renderingu, animacji i analiz, a studenci mają możliwość uzyskania rezultatów w postaci gotowych wydruków wysokiej jakości.

Realizacja Projektu umożliwiła prowadzenie zajęć dydaktycznych w sposób efektywny, z wykorzystaniem nowoczesnego software'u i technologii informatycznych, bez których praca współczesnego inżyniera budowlanego nie jest możliwa.

Adaptacja pomieszczeń umożliwiła stworzenie dwóch niezależnych laboratoriów, **każde z 18 stanowiskami studenckimi i stanowiskiem dla prowadzącego zajęcia oraz dała możliwość instalacji serwera w odizolowanej części pomieszczenia.**



