

Laboratoria Centrum Doskonałości  
Fizyki Stosowanej w Zrównoważonym  
Rolnictwie

# AGROPHYSICS

organizacja - wyposażenie – badania - aplikacje

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk



Laboratoria Centrum Doskonałości Fizyki Stosowanej w Zrównoważonym Rolnictwie AGROPHYSICS zmodernizowane oraz wyposażone zostały w latach 2008-2011 w ramach projektu: Rozbudowa infrastruktury i doposażenie laboratoriów Centrum Doskonałości AGROPHYSICS realizowanego z Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej na lata 2007 -2013 współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego

- Wartość projektu 26 371 086,00 PLN
- Wkład wspólnotowy: Europejski Fundusz Rozwoju regionalnego 21 527 147,60 PLN tj. 81,63%
- Budżet państwa 1 266 302,40 PLN tj. 4,80%
- MNiSW 3 557 000,00 PLN tj. 13,49%

**Dane teleadresowe**

**Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk  
ul. Doświadczalna 4  
P.O. Box 201  
20-290 Lublin 27**

**Telefony:**

**81-744 50 61 - centrala IA PAN  
81-743 85 58 - sekretariat IA PAN  
81-744 50 67 - fax**

**E-mail: [sekretariat@ipan.lublin.pl](mailto:sekretariat@ipan.lublin.pl)**



Szanowni Państwo,

Jednym z głównych oczekiwań współczesnego społeczeństwa jest wysokiej jakości życie, na które składa się nasze zdrowie, jakość środowiska, w którym żyjemy i pracujemy, a także jakość żywności. Wiedzę naukową, niezbędną do realizacji tych oczekiwań, dostarczają nauki o życiu: medycyna, biologia oraz nauki rolnicze. W dzisiejszej dobie nauki rolnicze są jedną z najbardziej interdyscyplinarnych dziedzin wiedzy. Wśród nauk, które coraz szerzej wykorzystywane są przez zaawansowane i nowoczesne rolnictwo, znajdują się biologia, genetyka, chemia, matematyka, informatyka, elektronika, technologia żywności, automatyka, fizyka i wiele, wiele innych. Ten obszar fizyki, która związana jest z szeroko pojętymi naukami rolniczymi nosi nazwę „agrofizyka”. Agrofizyka zajmuje się zastosowaniem fizyki i fizykochemii do badania właściwości materiałów oraz procesów występujących w produkcji i przetwarzaniu płodów rolnych, ze szczególnym uwzględnieniem jakości surowców i produktów żywnościowych. Agrofizyka pomaga również w rozwiązywaniu złożonych zagadnień w szeroko pojętej ochronie środowiska przyrodniczego i kontroli jego jakości czy alternatywnym wykorzystaniu surowców rolniczych, szczególnie w zakresie odnawialnych źródeł energii.

Szansę szybkiego uzyskania istotnych dla nauki i praktyki rozwiązań daje opracowanie i doskonalenie specjalistycznych agrofizycznych metod pomiarowych do oceny jakości surowców i produktów żywnościowych w poszczególnych ogniwach łańcucha produkcji żywności (spektroskopia dielektryczna, mikrotomografia, mechatronika, analiza obrazu), modelowania procesów, identyfikacji uszkodzeń materiałów roślinnych, oceny wybarwienia, jędrności, mikrostruktury i tekstury owoców i warzyw oraz kontroli przebiegu procesów technologicznych produkcji bezpiecznej żywności, zbioru, transportu i przechowywania (metody spektroskopowe w pełnym zakresie widma elektromagnetycznego – od termografii do rentgenografii, elektrometryczne – potencjometryczne, amperometryczne, jonometryczne, czy emisji akustycznej).

Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN w Lublinie od ponad 40 lat zajmuje się agrofizyką, współpracując z ponad 60 ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. Wysokie uznanie w środowisku międzynarodowym dla poziomu badań naukowych prowadzonych w Instytucie zaowocowało przyznaniem Instytutowi w 2003 r. w ramach 5 Programu Ramowego Unii Europejskiej statusu Centrum Doskonałości „Fizyki Stosowanej w Zrównoważonym Rolnictwie – AGROPHYSICS”. Status Centrum Doskonałości umocnił międzynarodową pozycję Instytutu, dzięki czemu agrofizyka zyskała bardzo wysokie uznanie w międzynarodowym środowisku naukowym. Ogromną szansę rozwoju potencjału badawczego i unowocześnienia metod pomiarowych zyskał Instytut dzięki wsparciu finansowemu pozyskanemu w projekcie „Rozbudowa infrastruktury i doposażenie laboratoriów Centrum Doskonałości AGROPHYSICS”. W ramach Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej na lata 2009-2013 utworzonych zostało i wyposażonych w najnowocześniejszą aparaturę naukowo-badawczą 12 specjalistycznych laboratoriów naukowych. Mamy wielką nadzieję, że dzięki ich pracy nastąpi istotne polepszenie efektywności naukowej Instytutu, współpracy z jednostkami naukowymi, a przede wszystkim współpracy instytucjonalnej w regionie dla wdrażania innowacyjnych rozwiązań w małych i średnich przedsiębiorstwach sektora rolno-spożywczego w sferze B+R.

Zachęcamy do lektury przygotowanego folderu stanowiącego przegląd nowo pozyskanej aparatury badawczej, który winien posłużyć innym placówkom naukowym jako przewodnik ilustrujący aktualne możliwości Instytutu. Proponujemy spojrzeć na nasz potencjał zarówno pod kątem zakresu tematycznego badań prowadzonych w poszczególnych laboratoriach jak też posiadanego przez nich wyposażenia aparaturowego. Podmioty gospodarcze dążące do podnoszenia innowacyjności swej produkcji zainteresują zapewne przedstawione tam przykładowe zastosowania praktyczne. Podkreślamy również, że folder posiada formę skróconą. Intencją naszą było zasygnalizowanie najważniejszych punktów naszej działalności. Jesteśmy otwarci na współpracę naukową (także interdyscyplinarną) i innowacyjną. Przy każdym laboratorium znajdziecie Państwo kontakt do osoby mogącej udzielić szerokiego zakresu informacji. Być może wspólnie, na bazie nowoczesnej aparatury a także naszego oraz Państwa doświadczenia i dorobku, odkryjemy nowe podkłady wiedzy z obopólną korzyścią. Jesteśmy otwarci na współpracę i zachęcamy do kontaktu (zwłaszcza, że zasady programu PO RPW 2007-2013 obligują nas do współpracy nieodpłatnej!)

Zapraszamy zatem instytucje naukowe oraz podmioty gospodarcze do szerokiej współpracy naukowej, naukowo-badawczej, wdrożeniowej oraz edukacyjnej. Czas na wiedzę i innowacje!

Józef Horabik  
Dyrektor Instytutu Agrofizyki PAN

Opiekun laboratorium: prof. dr hab. Bogusław Usowicz

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81- 744 50 67

e-mail: c.slawinski@ipan.lublin.pl

<http://zmmpa.opan.lublin.pl>

<http://www.ipan.lublin.pl>

Laboratorium prowadzi badania wpływu wilgotności, potencjału wody glebowej, temperatury i koncentracji soli na warunki wzrostu i rozwoju roślin oraz na przebieg procesów wymiany masy i energii w profilu glebowym. W laboratorium wykonywane są pomiary wodnych i cieplnych charakterystyk gleby: krzywej retencji wodnej, współczynnika przewodnictwa wodnego i cieplnego oraz pojemności cieplnej. Prowadzony jest również monitoring wilgotności, temperatury, zasolenia gleby i strumienia ciepła w aspekcie opisu i modelowania procesów transportu masy i energii w systemie gleba-roślina-atmosfera.

Profil badań:

- Opracowywanie metodyk pomiaru wodnych i cieplnych parametrów i charakterystyk ośrodków porowatych,
- Pomiary wodnych i cieplnych charakterystyk ośrodków porowatych,
- Opracowywanie metod oceny parametrów ośrodka glebowego
- Monitorowanie parametrów środowiska przyrodniczego

Wyposażenie

## ■ Urządzenie do pomiaru potencjału wody glebowej i wilgotności gleb metodą TDR, Producent: IA PAN (2010)

- Pomiar wilgotności ośrodków porowatych metodą TDR w zakresie od 0 v/v do pełnego nasycenia.
- Pomiar potencjału wody glebowej w zakresie od – 800 hPa do 0.
- Pomiar konduktywności w zakresie od 0 do 1 S/m.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Pomiar i monitoring zmian wilgotności i potencjału wody glebowej w glebach. Wyznaczanie krzywej retencji wodnej oraz przewodnictwa wodnego metodą profili chwilowych.
- Aplikacyjne: Monitoring wilgotności, przewodnictwa elektrycznego, temperatury dowolnych ośrodków porowatych.



## ■ Urządzenie do pomiaru efektu histerezy w ośrodkach porowatych, Producent: SOILMOISTURE (2010)

- Wyznaczanie przebiegu histerezy krzywej retencji (nawilżanie - osuszanie) w ciałach porowatych.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Dynamiczne badania zależności wilgotności ośrodka porowatego od potencjału wody glebowej.
- Aplikacyjne: Określanie zawartości wody użytecznej dla roślin oraz charakterystycznych punktów krzywej retencji wodnej w procesach sorpcji i desorpcji.



## ■ Urządzenie do pomiaru przewodnictwa wodnego gleb w strefie nasyconej, Producent: Eijkelkamp (2000)

Pomiar przewodnictwa wodnego gleb w strefie nasyconej.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Wyznaczanie przewodnictwa wodnego gleb w strefie nasyconej.
- Aplikacyjne: Wyznaczanie przewodnictwa wodnego struktur porowatych, np. gruntów, filtrów, materiałów budowlanych.



## ■ Urządzenie do pomiaru krzywej pF metodą Richardsa, Producent: SOILMOISTURE (2010)

Pomiar krzywej retencji wodnej gleb w procesie osuszania.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Wyznaczanie głównej gałęzi krzywej retencji wodnej ośrodków porowatych.
- Aplikacyjne: Określanie zawartości wody użytecznej dla roślin oraz charakterystycznych punktów krzywej retencji wodnej, np. połowa pojemność wodna, punkt trwałego więdnięcia.



## System rejestracji parametrów agroklimatycznych, Producent: Delta-T (2010)

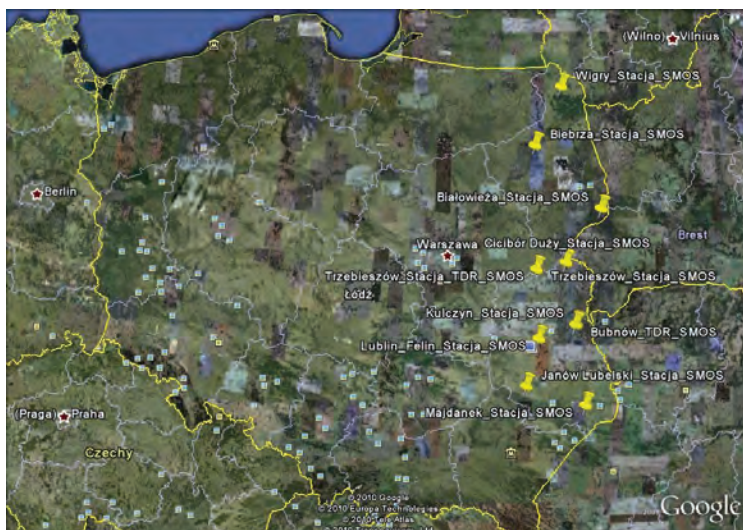
Pomiary wielkości fizycznych:

- Bilans promieniowania radiacyjnego, PAR
- Parowanie potencjalne wody
- Wilgotność i temperatura powietrza
- Prędkość i kierunek wiatru
- Wilgotność (od 0 v/v do pełnego nasycenia) i temperatura gleby
- Potencjał wody glebowej
- Konduktywność gleby od 0 do 1 S/m
- Opad deszczu

Przykłady zastosowań:

**Naukowe:** Badanie bilansu cieplnego powierzchni czynnej, modelowanie przepływu masy i energii w systemie gleba-roślina-atmosfera, modelowanie cieplnych właściwości gleby. Badanie przestrzennego rozkładu wybranych wielkości fizycznych gleby i atmosfery, w tym suszy, nadmiernego uwilgotnienia gleby, badanie dynamiki wilgotności, temperatury gleby i atmosfery, potencjału wody glebowej, parowania, opadu, promieniowania radiacyjnego, prędkości i kierunku wiatru, badanie i wpływ mokradeł na zmiany klimatu na bazie danych naziemnych i satelitarnych.

**Aplikacyjne:** Monitoring wilgotności, temperatury powietrza i gleby, potencjału wody w glebie, parowania z powierzchni wody, prędkości i kierunku wiatru, opadu, przewodnictwa elektrycznego, promieniowania, krótkofalowego i długofalowego, promieniowania fotosyntetycznego czynnego (PAR).  
Rozmieszczenie stacji pomiarowych na terenie Polski



Opiekun laboratorium: prof. nadzw. dr hab. Piotr Baranowski

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81- 744 50 67

e-mail: p.baranowski@ipan.lublin.pl

<http://zmmpa.ipan.lublin.pl>

<http://www.ipan.lublin.pl>

Laboratorium stosuje metody badawcze polegające na zdalnej i bezkontaktowej ocenie rozkładu temperatury na powierzchni badanego ciała oraz obserwacji i zapisie rozkładu wysyłanego przez nie promieniowania podczerwonego do diagnostyki zaburzeń przewodnictwa cieplnego gleb, materiałów pochodzenia roślinnego oraz innych obiektów (w medycynie, architekturze) objawiających się niejednorodnościami rozkładu temperatury ich powierzchni. Zastosowanie nieniszczącej metody spektroskopii obrazowej (w zakresie ultrafioletu, światła widzialnego i bliskiej podczerwieni) umożliwia określenie właściwości absorpcyjnych, rozproszeniowych i emisyjnych badanych obiektów.

Profil badań:

zobrazowania w bliskiej i średniej podczerwieni wykorzystywane w:

- badaniach agrofizycznych - modelowaniu transportu masy i energii w systemie gleba-roślina-atmosfera, określaniu jakości płodów rolnych, badaniu źródeł energii odnawialnej
- w diagnostyce medycznej
- w ekspertyzsch przemysłowych: energetyka, budownictwo, przemysł maszynowy

Wyposażenie

### **Laboratoryjna kamera termograficzna SC7600, Producent: FLIR Systems, Inc. (2010)**

- Badania rozkładu temperatury radiacyjnej (w zakresie 3 – 5  $\mu\text{m}$ ) powierzchni dowolnych materiałów.
- Zakres pomiaru temperatury 5 – 300°C; rejestracja z częstotliwością 100 Hz w pełnej rozdzielczości (640x480 pikseli), 335 Hz dla połowy rozdzielczości oraz 970 Hz przy 1/4 rozdzielczości detektora.
- Pomiar temperatury obiektów o zróżnicowanej wielkości przy wykorzystaniu obiektywu 50 mm z pierścieniami dystansowymi do wykonywania obrazów w trybie makro.
- Oprogramowania „Altair” z wieloma funkcjami pomiarowymi: punkt, obszar (w tym automatycznie wskazujący najwyższą i najniższą temperaturę w zaznaczonym obszarze), różnica temperatur, izoterma.



Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania właściwości cieplnych tkanek roślinnych i zwierzęcych.

Wykrywanie uszkodzeń mechanicznych

i zmian fizjologicznych tkanki owoców i warzyw. Wykrywanie stresu wodnego i biotycznego roślin.

Aplikacyjne: Pomiary zdolności kiełkowania nasion. Wykrywanie przypowierzchniowych defektów w dowolnych materiałach. Diagnostyka medyczna: wykrywanie stanów zapalnych, niedokrwienia kończyn, nadpotliwości dłoni i stóp, kontrola gojenia ran pooperacyjnych.

### **Przenośna kamera termograficzna SC620, Producent: FLIR Systems, Inc. (2010)**

- Badania rozkładu temperatury radiacyjnej (w zakresie 8 – 13  $\mu\text{m}$ ) powierzchni dowolnych materiałów.
- Zakres pomiaru temperatury -40 – 500°C; rejestracja z częstotliwością 30 Hz w pełnej rozdzielczości (640x480 pikseli).
- Jednoczesny zapis obrazów termicznych i foto, automatyczne kojarzenie obrazu widzialnego z obrazem termalnym, znaczniki na obrazach termicznych i foto.
- Oprogramowanie „FLIR R&D software 1.2” z możliwością analizy pojedynczych obrazów i sekwencji termogramów.

Przykłady zastosowań

Naukowe: Określanie stosunków wodnych pola uprawnego z możliwością wykorzystania do sterowania systemami nawadniania. Modelowanie ewapotranspiracji rzeczywistej. Badanie warunków temperaturowych w szklarniach pod kątem optymalnej ich eksploatacji.

Aplikacyjne: Wykrywanie powierzchni roślinnych zaatakowanych chorobami i szkodnikami. Diagnostyka urządzeń mechanicznych, obwodów elektrycznych i izolacji cieplnej budynków.

### System termografii aktywnej, Producent: AT – Automation Technology GmbH (2010)

- Wykonywanie pomiarów termograficznych metodą impulsową (pulse thermography), synchroniczną (lock-in thermography) oraz impulsowo-fazową (pulsed-phase thermography)
- Sterowanie załączaniem zestawu lamp halogenowych lub wyzwalaniem lampy błyskowej synchronicznie z rejestracją danych termograficznych (we współpracy z kamerą termograficzną i z generatorem fali ciepłej).
- Pobudzenie cieplne badanych materiałów za pomocą pojedynczego impulsu (o różnym kształcie) lub fali ciepłej.
- Rejestracja temperatury wnętrza materiałów za pomocą zewnętrznych czujników kontaktowych zsynchronizowana z pomiarem termograficznym.
- Oprogramowanie i sprzęt do badań aktywnej termografii pozwala na wykonywanie badań z użyciem kamery laboratoryjnej SC7600 i przenośnej SC620

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Modelowanie transportu ciepła w biomateriałach. Opracowywanie procedur termograficznej detekcji zmian chorobowych tkanki roślin i zwierząt przy wykorzystaniu nowoczesnych metod analizy obrazu. Określanie związku między temperaturą radiacyjną powierzchni owoców i warzyw a ich właściwościami mechanicznymi i chemicznymi.
- Aplikacyjne: Kontrola i optymalizacja warunków przechowywania owoców i warzyw. Klasyfikacja i selekcja owoców i warzyw. Wykrywanie defektów w warstwie przypowierzchniowej różnych materiałów.

### Kamera spektralna UV (200-400 nm) Hamamatsu C8800 ze spektrografem obrazującym ImSpector UV4E, Producent: SPECIM (2010)

- Rejestracja obrazów w zakresie UV z rozdzielczością 1000x1000 pikseli oraz otrzymywanie charakterystyk spektralnych UV dla dowolnych punktów obrazu z rozdzielczością nominalną 2 nm.
- Oprogramowanie SpectralDAQ\_UV do zbierania danych i kontroli migawki;

Przykłady zastosowań

- Naukowe: Badania charakterystyk spektralnych w zakresie UV różnych materiałów, w tym biologicznych. Badanie odporności tkanki roślin i zwierząt na promieniowanie UV.
- Aplikacyjne: Testy źródeł światła UV. Testowanie kremów przeciwsłonecznych. Badanie dzieł sztuki.

### Kamera spektralna VNIR (400-1000 nm) ze spektrografem obrazującym ImSpector V10E, Producent: SPECIM (2010)

- Uzyskiwanie obrazów spektralnych o rozdzielczości 1344x1024 pikseli dla światła widzialnego i bliskiej podczerwieni VNIR oraz charakterystyk spektralnych dla dowolnych punktów obrazu z rozdzielczością 2,8 nm.
- Rejestracja obrazów VNIR z szybkością akwizycji 11 klatek na sekundę dla pełnej rozdzielczości;
- oprogramowanie SpectralDAQ\_VNIR do zbierania danych i kontroli migawki;

Przykłady zastosowań

- Naukowe: Określanie związku między kolorem a innymi parametrami jakości żywności. Badanie związku między charakterystykami spektralnymi gleby a jej składem granulometrycznym i właściwościami wodnymi. Badanie stanu fizjologicznego roślin.
- Aplikacyjne: Nieniszcząca analiza jakości owoców i warzyw podczas przechowywania. Wykrywanie chorób i uszkodzeń owoców i warzyw. Badanie stopnia dojrzałości owoców. Diagnostyka odbarwień i stanów chorobowych skóry.

### Wysokorozdzielcza kamera spektralna SWIR (1000 nm - 2,5 μm), ze spektrometrem obrazującym N25E 2/3", Producent: SPECIM (2010)

- Rejestracja obrazów w zakresie SWIR o rozdzielczości 320x256 pikseli oraz otrzymywanie charakterystyk spektralnych SWIR dla dowolnych punktów obrazu z rozdzielczością 10 nm.
- Rejestracja obrazów SWIR częstotliwością 100 klatek na sekundę.
- Oprogramowanie SpectralDAQ\_SWIR do zbierania danych i kontroli migawki.



Przykłady zastosowań

- Naukowe: Badanie zawartości związków chemicznych i proporcji między składnikami żywności. Wczesne wykrywanie infekcji wirusowych i bakteryjnych w liściach. Testy genetyczne roślin.
- Aplikacyjne: Kontrola dojrzałości i jakości owoców i warzyw. Detekcja uszkodzeń powierzchniowych i wewnętrznych tkanki. Diagnostyka medyczna.



Opiekun laboratorium: prof. nadzw. dr hab. Andrzej Bieganowski

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81- 744 50 67

e-mail: a.bieganowski@ipan.lublin.pl

<http://zmpa.ipan.lublin.pl>

<http://www.ipan.lublin.pl>

Kształt, wielkość, rozkład wielkości oraz potencjał elektrokinetyczny cząstek decydują o właściwościach różnych substancji, co jest istotne dla wielu gałęzi gospodarki takich jak: przemysł spożywczy, rolniczy, ochrona środowiska, przemysł chemiczny, ceramiczny, farmacja, medycyna, biologia i biotechnologia, przemysł cementowy i in. Dlatego też tak ważny jest pomiar tych wielkości. Pomiar taki powinien być łatwy do realizacji, szybki, tani i precyzyjny. Próbką do analizy nie powinna być zbyt duża a sposób przygotowania próbek jak najmniej czasowy i pracochłonny. Warunki te spełniają urządzenia wykorzystywane w Laboratorium Zastosowań Optycznych Techniki Pomiarowych.

Profil badań

- Opracowywanie metod pomiarowych dla różnych materiałów (biologicznych i innych)
- Badanie/pomiary wielkości, rozkładu wielkości oraz kształtu cząstek
- Badanie/pomiary potencjału elektrokinetycznego (zeta, dzeta,  $\zeta$ ) cząstek w zawiesinach wodnych i niewodnych

Wyposażenie

### ■ Zetasizer Nano ZS, Producent: Malvern Instruments Ltd. (2004)

- Pomiar wielkości cząstek (0,6 nm – 6  $\mu$ m) metodą PCS (Photon Correlation Spectroscopy)
- Pomiar potencjału zeta (elektrokinetycznego) cząstek zdyspergowanych o wielkości 3 nm – 10  $\mu$ m z zastosowaniem metod: LDV (Laser Doppler Velocimetry), M3 (Mixed Mode Measurement) i PALS (Phase Analysis Light Scattering)
- Badania cząstek zawieszonych w ośrodkach wodnych i niewodnych
- Bardzo mała objętość próbki (ok. 1 ml) i krótki czas analizy
- Możliwość prowadzenia pomiarów w szerokim zakresie temperatur (2 – 90°C)



Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Analiza wielkości cząstek, polidispersyjności i potencjału zeta nano-materiałów w różnych ośrodkach dyspergujących. Analiza stabilności emulsji. Charakterystyka stabilności układów koloidalnych. Analiza procesów agregacji/dysagregacji w zawiesinach gleb, minerałów, biomateriałów (np., bakterie, białka) itp.
- Aplikacyjne: Pomiary wielkości cząstek i/lub potencjału zeta w wodzie pitnej, cieczach po filtracji (skuteczność filtra), emulsjach spożywczych, kosmetycznych i farmaceutycznych, różnego typu osadach, zawiesinach proszków, pyłów, pigmentów, tonerów itp.

### ■ Mastersizer 2000, Producent: Malvern Instruments Ltd. (2003)

- Wyznaczanie rozkładu wielkości cząstek (granulometrycznego) w zakresie 0,02  $\mu$ m - 2mm metodą dyfrakcji laserowej
- Mała ilość badanego materiału (od 0,5 do kilku gramów)
- Możliwość stosowania nieorganicznych i organicznych dyspergantów
- Krótki czas analizy



Przykłady zastosowań

- Naukowe: Badania trwałości agregatów glebowych. Wyznaczenie dynamiki procesu dyspergowania w różnych ośrodkach dyspergujących. Wyznaczanie rozkładu granulometrycznego gleb z małych objętości pobranych próbek dające możliwość analizy cienkich warstw osadów.
- Aplikacyjne: Wyznaczanie rozkładów granulometrycznych gleby, osadów, mikroorganizmów i małych organizmów (np. glony, drożdże, pierwotniaki itp.), proszków, pyłów i zanieczyszczeń w różnych ośrodkach dyspergujących. Wyznaczanie rozkładów wielkości cząstek w materiałach spożywczych (np. napoje, soki owocowe, skrobia, czekolada) i innych.



### ■ **Morphologi G3, Producent: Malvern Instruments Ltd. (2010)**

- Pomiar wielkości cząstek w zakresie 0,5  $\mu\text{m}$  – 2 mm z zastosowaniem mikroskopii optycznej i analizy obrazu
- Wyznaczanie rozkładu z możliwością dokładnego wyznaczenia liczby analizowanych cząstek
- Analiza kształtu cząstek w oparciu o wiele zdefiniowanych w oprogramowaniu parametrów (np. wydłużenie, kolistość, wypukłość)
- Badania suchych sproszkowanych materiałów oraz ich zawiesin w cieczach
- Możliwość wykonywania kolorowych zdjęć obrazu próbki pod mikroskopem



Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Analiza wielkości i kształtu cząstek w postaci suchej i w różnego typu dyspersjach. Badania wielkości, kształtu i liczby cząstek granularnych pochodzenia naturalnego lub syntetycznych (proszki, pudry itp.), materiałów pochodzenia roślinnego (np. nasiona, korzenie roślin itp.), biomateriałów, mikroorganizmów.
- Aplikacyjne: Pomiary wielkości, kształtu i liczby cząstek szerokiej gamy materiałów (zawiesiny, osady, zanieczyszczenia z filtrów, mikroorganizmy, pyły, proszki, mikrokapsułki, granulaty i inne) .

Dodatkowe wyposażenie pozwalające m.in. na odpowiednie przygotowanie i scharakteryzowanie próbek do pomiarów

### ■ **Piknometr helowy ULTRAPYC 1200e, Producent: Quantachrome Instruments (2010)**

- Pomiary objętości i gęstości ciał stałych, proszków i zawiesin
- Objętość próbek 0,2-135  $\text{cm}^3$

### ■ **Kalcyometr, Producent: Eijkelkamp Agrisearch Equipment BV (2010)**

- Wyznaczanie zawartości węglanów metodą Scheiblera
- Ilość gleby od 1 do 10g

### ■ **Wytrząsarka z zestawem sit, Producent: Fritsch GmbH (2010)**

- Możliwość segregacji cząstek „na sucho” i „na mokro”
- Wielkość oczek w sitach dobierana do potrzeb prowadzonych analiz

### ■ **Młyn planetarny, Producent: Fritsch GmbH (2010)**

- Maksymalne uziarnienie początkowe materiału: 10mm
- Uziarnienie materiału po zmieleniu: poniżej 1 $\mu\text{m}$
- Możliwość rozdrabniania zarówno materiałów miękkich jak i bardzo twardych

## Laboratorium Spektroskopii Dielektrycznej Zakład Metrologii i Modelowania Procesów Agrofizycznych

Opiekun laboratorium: prof. nadzw. dr hab. inż. Wojciech Skierucha

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81- 744 50 67

e-mail: w.skierucha@ipan.lublin.pl

<http://zmmpa.ipan.lublin.pl>

<http://www.ipan.lublin.pl>

Laboratorium prowadzi badania właściwości dielektrycznych materiałów porowatych oraz opracowuje modele elektryczne prototypowych sensorów fizykochemicznych właściwości gleb i roślin, (jonoselektywne, potencjału Redox, natlenienia i innych). Prowadzone są również pomiary wilgotności i zasolenia materiałów z wykorzystaniem technik TDR (time domain reflectometry) i FDR (frequency domain reflectometry).

Profil badań

- Badanie właściwości dielektrycznych materiałów i produktów pochodzenia rolniczego w celu oceny ich jakości
- Opracowanie sensorów do pomiaru zespolonej przenikalności elektrycznej materiałów porowatych
- Projektowanie i uruchamianie prototypów aparatury elektronicznej do pomiaru fizycznych właściwości materiałów porowatych



## Wyposażenie

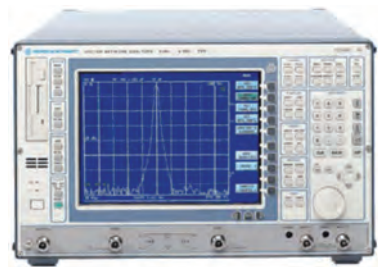
### ■ Wektorowy analizator sieci, typ ZVCE, 20 kHz – 8 GHz, 3 kanały, opcja TDR, pasywny zestaw kalibratorów, złącza typu N, Producent: Rohde & Schwarz (2001)

- Mierzone wielkości: przesunięcie fazy i tłumienie amplitudy sygnału sinusoidalnego odbitego lub przechodzącego przez badany obiekt

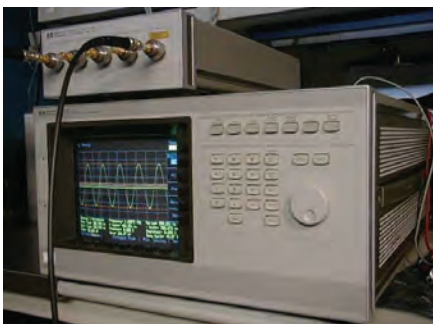
#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: badanie właściwości dielektrycznych materiałów i produktów rolniczych, wyznaczenie zespolonej przenikalności elektrycznej materiałów porowatych, opracowanie wskaźników jakości materiałów jednorodnych, opracowanie sensorów dielektrycznych FDR i TDR

Aplikacyjne: badanie jakości materiałów i produktów rolniczych.



### ■ Szerokopasmowy oscyloskop próbkujący HP54120B z czterokanałowym modułem próbkującym i generatorem impulsów pikosekundowych HP 54121A, pasmo częstotliwości DC – 21 GHz, złącza typu SMA, sprzęg GPIB, Producent: Hewlett Packard (1995)



### ■ Szerokopasmowy oscyloskop próbkujący SAS-601B, Pasma częstotliwości DC – 12,4 GHz, złącza typu SMA, Producent: Iwatsu (1994)



- Mierzone wielkości: opóźnienie i tłumienie impulsów przechodzących i odbitych od badanego obiektu.

#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: pomiar wilgotności i zasolenia materiałów z wykorzystaniem technik TDR (time domain reflectometry) i FDR (frequency domain reflectometry),

Aplikacyjne: opracowanie konstrukcji sensorów do pomiaru wilgotności i zasolenia gleby i innych materiałów porowatych.

### ■ Precyzyjny miernik LCR E4980A, z opcją do pomiaru przenikalności elektrycznej ciał stałych, 20 Hz do 3 MHz, Producent: Agilent (2009)

- Mierzone wielkości: parametry skupione R, L, C badanych obiektów, pomiar impedancji zespolonej.

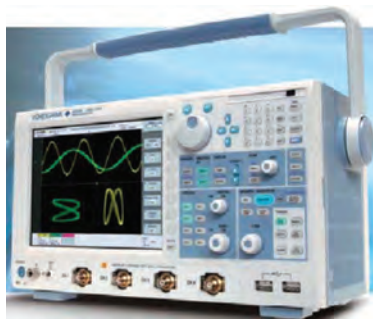
#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: charakterystyki elektryczne materiałów stałych i ciekłych, pomiar przenikalności elektrycznej materiałów porowatych, pomiary weryfikujące modele sensorów wielkości nieelektrycznych.

Aplikacyjne: wyznaczenie wskaźników jakości produktów rolniczych i spożywczych, kalibracja urządzeń pomiarowych.



■ **Oscyloskop cyfrowy DL9240, 4 kanały, pasmo częst. 1,5 GHz, próbkowanie 10 Gs/s, Producent: Yokogawa (2007)**



Mierzone wielkości: kształt sygnału elektrycznego w czasie,

Przykłady zastosowań:

Naukowe: badanie charakterystyk czasowych, częstotliwościowych, badanie selektywności pomiaru sensorów wielkości fizykochemicznych.

Aplikacyjne: opracowanie konstrukcji sensorów fizykochemicznych, uruchamianie opracowanych sensorów i przyrządów pomiarowych

■ **Źródło mierzące SMU2602, zakres pracy 1mV-200V, 1 pA-10A, 10mW-200MW, łącze GPIB, RS-232, dwa kanały, Producent: Keithley (2009)**



Mierzone wielkości: wymuszanie i pomiar napięcia i natężenia prądu stałego w pomiarach potencjometrycznych i amperometrycznych

Przykłady zastosowań:

Naukowe: analiza odpowiedzi sensorów fizykochemicznych na wymuszenia prądowe i napięciowe,

Aplikacyjne: opracowanie konstrukcji sensorów fizykochemicznych, np. potencjału Redox w glebie, sensorów jonoselektywnych, natlenienia gleby oraz badanie ich selektywności pomiaru, uruchamianie opracowanych sensorów i przyrządów pomiarowych

■ **Komora klimatyczna WKL 100, Zakres temperatury -20 – 120°C, wilg. wzgl. 10 – 98%, pojemność 100 l, Producent: Weiss (2008)**

Przeznaczenie naukowe:  
Przeznaczenie aplikacyjne:

intepretacja zachowania się obiektów badanych w zmiennych warunkach klimatycznych. testowanie opracowanych sensorów i mierników wielkości elektrycznych i nieelektrycznych w zmiennej temperaturze i wilgotności (niezawodność, dokładność, powtarzalność długo- i krótko-terminowa), wprowadzanie korekt temperaturowych.

■ **Częstościomierz cyfrowy Pendulum CNT-91, rozdzielczość 50 ps, łącze GPIB/USB, wyświetlacz graficzny, pamięć wewn. 3,5 MBajtów, precyzyjne źródło częstotliwości, Producent: Pendulum (2009)**



Mierzone wielkości: częstotliwość sygnału elektrycznego

■ **Woltomierz precyzyjny 2100, 6 ½ cyfry, GPIB, bogate oprogramowanie wewnętrzne, Producent: Keithley (2009)**



Mierzone wielkości: rezystancja wewnętrzna biosensorów, pomiary sensorów wysokoimpedancyjnych

## Komputerowa stacja robocza z oprogramowaniem

Przeznaczenie naukowe i aplikacyjne: projektowanie i programowanie modułów elektronicznych oraz mikrokontrolerów (Altium Designer, LabView v.5, Hi-Tech C Compiler, MPLAB C18 Compiler) opracowanie mechanicznych elementów (Autocad LT) prototypów sensorów wielkości fizycznych, analiza danych, przetwarzanie danych oraz modelowanie matematyczne (MatLab), archiwizacja i obróbka dokumentów (Adobe Acrobat), opracowanie interfejsów programowych dla użytkowników (Borland Studio 2006, Visual Basic 6 Professional).



**Grawerko-frezarka wysokoobrotowa CNC, obszar roboczy 400x 375x130 mm, wyposażona w serwomechanizmy, Producent: Kimla Sp. z o.o. (2010)**



**Trzy laboratoryjne pomieszczenia ESD (jedno klimatyzowane) z umeblowaniem. Producent: Treston (2010)**

Przeznaczenie naukowe: wykonywanie pomiarów przy użyciu aparatury wrażliwej na wyładowania elektrostatyczne, opracowanie i wykonanie elektrycznych i mechanicznych elementów dla prototypów urządzeń pomiarowych.

Przeznaczenie aplikacyjne: pomiary wolt-ampierometryczne oraz wysokoczęstotliwościowe z wykorzystaniem czulej aparatury, wykonanie precyzyjnych detali mechanicznych sensorów wielkości nieelektrycznych.

## Laboratorium Mikroskopii Zakład Mikrostruktury i Mechaniki Biomateriałów

Opiekun laboratorium: prof. nadzw. dr hab. Artur Zdunek  
Tel: 81-744 50 61  
Fax: 81- 744 50 67  
e-mail: a.zdunek@ipan.lublin.pl  
<http://borz.ipan.lublin.pl/labs/mikro.html>  
<http://www.ipan.lublin.pl>

W laboratorium prowadzone są badania struktury materiałów pochodzenia biologicznego (biomateriałów) w skali od „nano” do „makro”. Klasyfikacja mikrostruktury biomateriałów wymaga użycia różnych technik mikroskopowych i wyspecjalizowanych procedur obrazu. Mikroskopia konfokalna umożliwia uzyskanie obrazu struktury komórkowej o bardzo dobrej jakości, łatwego do analizy ilościowej. Do scharakteryzowania wielkości i kształtu komórek wystarcza stosunkowo prosta preparatyka, natomiast do analizy chwilowej struktury niezbędna jest specjalna procedura jej utrwalania. Przy pomocy mikroskopii sił atomowych, po odpowiednim przygotowaniu próbek, możliwe jest charakteryzowanie struktury w skali „nano”. W laboratorium prowadzone są prace przede wszystkim nad poszukiwaniem związków między strukturą materiałów, ich właściwościami mechanicznymi oraz składem chemicznym określanym metodami spektralnymi.

### Profil badań

- Preparatyka próbek do mikroskopii, obserwacje mikroskopowe oraz analiza ilościowa mikro- i nanostruktury różnych materiałów
- Analiza składu chemicznego i struktury chemicznej związków na podstawie metod spektroskopowych
- Pomiar właściwości mikromechanicznych w odniesieniu do topografii biomateriałów

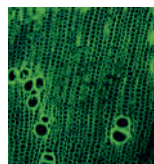
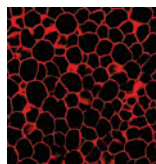
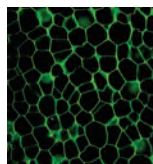
### Wyposażenie

#### Mikroskop Konfokalny Laserowy FluoView300, Producent: OLYMPUS Corporation (2007)

- Analiza mikrostruktury materiałów.
- Kontrastowe obrazy mikroskopowe wybranych obiektów po ich wybarwieniu. Możliwa analiza 3D.
- Zdjęcia mikroskopowe o wysokiej rozdzielczości wybarwionych próbek z użyciem fluorescencji wzbudzonej laserami He-Ne i Ar-ion.

Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania struktury materiałów. Analizy procesów zachodzących w strukturze materiałów biologicznych w czasie zbioru, transportu, przechowywania, przetwarzania.  
Aplikacyjne: Badania histologiczne, wykrywanie defektów w tkankach roślinnych.



Tkanka ziemniaka

Tkanka ziemniaka

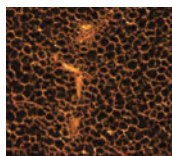
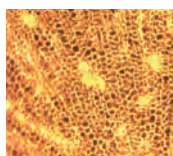
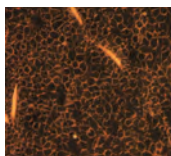
Tkanka chrzanu

**Makroskop, Producent: IA PAN (2007)**

- Analiza mikrostruktury materiałów.
- Obserwacja i uzyskanie zdjęć makroskopowych (o wielkości ok. 8x6mm) próbek w świetle przechodzącym.

Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania struktury materiałów. Analizy procesów zachodzących w strukturze materiałów biologicznych w czasie zbioru, transportu, przechowywania, przetwarzania.  
Aplikacyjne: Wykrywanie defektów w tkankach roślinnych.



Tkanka jabłka

Tkanka marchwi

Tkanka ziemniaka

Uszkodzona tkanka bulwy ziemniaka

**Mikroskop stereoskopowy do badań w świetle przechodzącym i odbitym z wyposażeniem, Producent: OLYMPUS Corporation (2009)**

- Analiza mikrostruktury materiałów.
- Obserwacja i uzyskanie zdjęć mikroskopowych o wysokiej rozdzielczości próbek w świetle przechodzącym i odbitym.

Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania struktury materiałów. Analizy procesów zachodzących w strukturze materiałów biologicznych w czasie zbioru, transportu, przechowywania, przetwarzania.  
Aplikacyjne: Analiza uszkodzeń w materiałach konstrukcyjnych, Analizy jakościowe porażen mikrobiologicznych produktów spożywczych.

**Mikroskop sił atomowych, Bioscope Catalyst, Producent: Veeco Instruments Inc. (2009)**

- Analiza mikrostruktury i właściwości mechanicznych materiałów.
- Obserwacja i uzyskanie zdjęć mikroskopowych próbek oraz analiza właściwości mechanicznych z nano-rozdzielczością
- Zdjęcia topograficzne i analiza właściwości mechanicznych struktury materiałów stałych i biologicznych w powietrzu i w cieczy.

Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania struktury materiałów. Analiza zmian nano-struktury i właściwości materiałów w wyniku dodatków do żywności.  
Aplikacyjne: Analiza mikroporowatości materiałów konstrukcyjnych, analiza siły wiązania substancji leczniczych z matrycą w produktach farmaceutycznych.

**Mikroskop optyczny N-800N, Producent: MBL (2006)**

- Analiza mikrostruktury materiałów
- Obserwacja i uzyskanie zdjęć mikroskopowych o wysokiej rozdzielczości próbek w świetle przechodzącym.

Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania struktury materiałów. Analizy procesów zachodzących w strukturze materiałów biologicznych w czasie zbioru, transportu, przechowywania, przetwarzania.  
Aplikacyjne: Badania histologiczne, wykrywanie defektów w tkankach roślinnych.

**Wibratom VT 1000S, Producent: Leica Microsystems GmbH (2007)**

- Przygotowanie preparatów do badań mikroskopowych: tkanek roślinnych i zwierzęcych w stanie naturalnym o grubości od 100 mikrometrów.



#### ■ Mikrotom RM 2155, Producent: Leica Microsystems GmbH (2000)

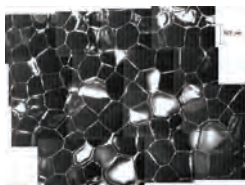
- Przygotowanie preparatów do badania mikroskopowych tkanek roślinnych i zwierzęcych o dużej twardości oraz w stanie utrwalonym o grubości od 0.5  $\mu\text{m}$ .

#### ■ Oprogramowanie do analizy obrazu Apherion Dev. 4.0, Producent: ADCIS (2009)

- Komputerowa analiza obrazu 2D i 3D.
- Przekształcenia obrazu oraz analiza cech obrazu, w tym kolor, wielkość i orientacja obiektów, itp. w dwóch lub trzech wymiarach.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Zależność właściwości mechanicznych owoców od ich mikrostruktury. Wizualna analiza uszkodzeń owoców i warzyw podczas zbioru, transportu, przechowywania.
- Aplikacyjne: Test skrobiowy. Analiza zmian wybarwienia owoców.



#### ■ System spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera/spektroskopii ramanowskiej, Producent: Thermo Scientific (2010)

- System: dyspersyjny spektrometr Ramana z laserem o  $\lambda = 532\text{nm}$ , spektrometr Ramana z transformacją Fouriera z laserem  $\lambda = 1064\text{ nm}$ , spektrometr w podczerwieni, spektrometr UV VIS.
- Identyfikacja i analiza struktury związków chemicznych, mapowanie rozkładu związków chemicznych próbkach.

Przykłady zastosowań

- Naukowe: Analiza struktury związków wielocząsteczkowych, analiza krystaliczności celulozy.
- Aplikacyjne: Rozkład substancji leczniczych w tabletkach farmaceutycznych, chemometryczna analiza polimerów.

## Laboratorium Analizy Sensorycznej i Właściwości Mechanicznych Zakład Mikrostruktury i Mechaniki Biomateriałów

Opiekun laboratorium: prof. nadzw. dr hab. Artur Zdunek

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81- 744 50 67

e-mail: a.zdunek@ipan.lublin.pl

<http://borz.ipan.lublin.pl/labs/sens.html>

<http://www.ipan.lublin.pl>

W ocenie jakości materiałów pochodzenia biologicznego (biomateriałów) kluczową rolę odgrywają ich właściwości mechaniczne, które wyznacza się zwykle przy pomocy odpowiednich testów, m.in. ściskania, rozciągania, zginania. Wiele właściwości mechanicznych biomateriałów jest związanych z podatnością na niszczenie i propagacja pęknięć wewnątrz materiału. Procesy niszczenia mogą być analizowane przy pomocy maszyn wytrzymałościowych lub metodą emisji akustycznej. Owoce i warzywa są bardzo wrażliwe na warunki zbioru i przechowywania. Jakość owoców i warzyw można też analizować w sposób nieniszczący. W laboratorium opracowywana jest aparatura służąca do badań nieniszczących. Proponujemy m.in. nową metodę bazującą na przestrzenno – czasowej korelacji plamkowej (biospeckle). Jako metodę referencyjną stosujemy badania sensoryczne, posiadamy kompletne stanowiska do analizy sensorycznej a także przeszkolony panel sensoryczny. Do matematycznego modelowania różnych procesów zachodzących w biomateriałach w laboratorium stosowane jest specjalistyczne oprogramowanie, przy pomocy którego możliwe jest także prognozowanie zmian fizjologicznych materiałów roślinnych na podstawie wejściowych danych doświadczalnych.

Profil badań:

- Badanie i analiza właściwości mechanicznych oraz procesu pęknięcia biomateriałów
- Projektowanie aparatury pomiarowej i opracowywanie metod oceny jakości biomateriałów
- Modelowanie procesów mechanicznych w tkankach roślinnych
- Badania sensoryczne i instrumentalne tekstury owoców i warzyw

Wyposażenie

#### ■ Maszyna wytrzymałościowa Lloyd LRX, Producent: Lloyd Instruments Ltd, Hampshire (1997)

- Badania właściwości mechanicznych, w tym wytrzymałości dowolnych materiałów.
- Jednoosiowe rozciąganie i ściskanie dowolnych próbek.
- Pomiar sił ściskających i rozciągających w dowolnych testach mechanicznych z dokładnością 0,01% z prędkością 0.1-1000 mm/min, w zakresie sił do 2.5 kN i odkształceniu do 750mm.

Zastosowania:

- Naukowe: Analiza modułu sprężystości tkanek roślinnych i zwierzęcych. Analiza zmęczeniowa kości. Analiza płynięcia i pełzania materiałów stałych.
- Aplikacyjne: Pomiary tekstury produktów żywnościowych. Pomiar adhezji. Pomiar wytrzymałości materiałów tekstylnych.

**Contact Acoustic Emission Detector CAED, Producent: IA PAN (2009)**

- Instrumentalny pomiar tekstury jabłek, w tym kruchości.
- Pomiar liczby zliczeń emisji akustycznej i jędrności jabłek podczas testu przebicia
- Kontrola jakości owoców pod kątem przydatności konsumpcyjnej i technologicznej.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Analiza wpływu dodatków do żywności na teksturę jabłek.  
Analiza procesów pęknięcia tkanek roślinnych.
- Aplikacyjne: Kontrola jakości konsumpcyjnej na poszczególnych etapach produkcji i obrotu jabłkami. Analiza zmian tekstury podczas przechowywania. Optymalizacja terminu zbioru oraz sposobu przechowywania jabłek

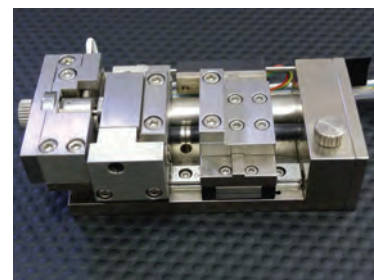


**Mikrotester mechaniczny do miękkich tkanek roślinnych, MICROTTEST 200N Tensile stage, Producent: Deben LTD (2009)**

- Wytrzymałość materiałów.
- Pomiar siły w zakresie do 200N i odkształcenia w zakresie do 20mm w teście ściskania i rozciągania cienkich skrawków próbek wraz z jednoczesną rejestracją video mikroskopowego obrazu odkształcanej próbki.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Mikroskopowa analiza procesu deformacji miękkich tkanek roślinnych. Wizualizacja procesów odkształcania próbek. Modelowanie procesów deformacji.
- Aplikacyjne: Wyznaczanie wytrzymałości materiałów. Wyznaczanie stałych materiałowych.



**Akustyczny tester jędrności owoców i warzyw, AFS, Producent: AWETA G&P (2010)**

- Nieniszcząca ocena jakości owoców i warzyw, takich jak jabłka, pomidory, gruszki, itp.
- Indeks jędrności.
- Kontrola jakości owoców i warzyw.

Przykłady zastosowań

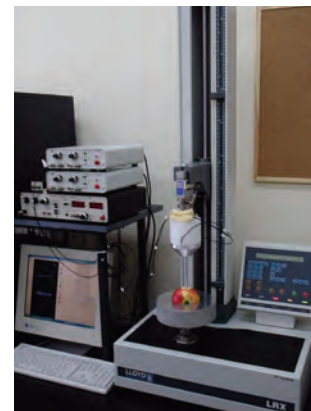
- Naukowe: Monitoring zmian właściwości materiału biologicznego podczas dojrzewania.
- Aplikacyjne: Analiza nieniszcząca zmian jakości owoców i warzyw podczas przechowywania. Monitoring rozwoju chorób i uszkodzeń. Optymalizacja terminu zbioru.

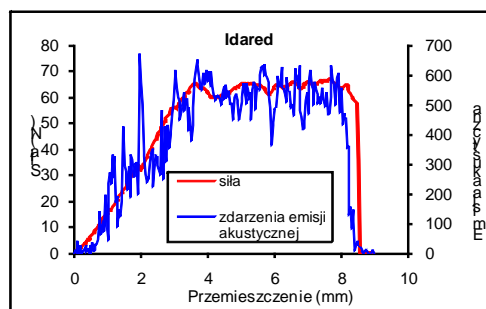
**Stanowisko laboratoryjne do rejestracji emisji akustycznej (AE). Producent: IAPAN i IPPT (2008)**

- Badania procesów pęknięcia, analizy wytrzymałościowe.
- Pomiary sygnału akustycznego podczas mechanicznej deformacji materiału.
- Pomiar liczby zdarzeń, energii i średniej amplitudy wraz z charakterystykami widmowymi w zakresie słyszalnym i ultradźwiękowym materiałów podczas ich mechanicznego niszczenia.

Przykłady zastosowań

- Naukowe: Analiza procesów pęknięcia różnych materiałów, w tym biologicznych.
- Aplikacyjne: Kontrola jakości konsumpcyjnej na poszczególnych etapach produkcji i obrotu płodów rolnych. Analiz zmian tekstury owoców i warzyw podczas przechowywania. Optymalizacja terminu zbioru oraz sposobu przechowywania.



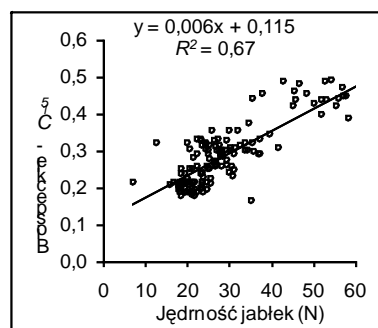
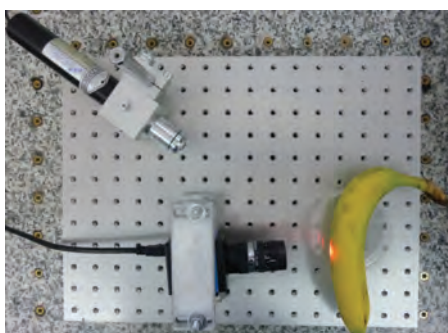


**Stanowisko do przestrzenno-czasowej korelacji plamkowej- BIOSPECKLE, Producent: IAPAN (2007)**

- Kontrola jakości owoców i warzyw oraz innych materiałów biologicznych.
- Pomiary dynamiki obrazu plamkowego dowolnych materiałów.
- Rejestracja zdjęć obrazu plamkowego (maksymalnie 640 x 480 pikseli) z użyciem lasera He-Ne i kamery CCD z prędkością do 60 klatek/s.

Przykłady zastosowań

Naukowe: Monitoring zmian właściwości materiału biologicznego podczas dojrzewania.  
 Aplikacyjne: Analiza niedestrukcyjna zmian jakości owoców i warzyw podczas przechowywania. Monitoring rozwoju chorób i uszkodzeń. Optymalizacja terminu zbioru.



**Reometr R/S Plus, Producent: Brookfield Engineering Laboratories, Inc. (2009)**

- Pomiary lepkości i wyznaczenie charakterystyki płynięcia płynów i miękkich ciał stałych w zakresie lepkości 0,0015 do 124 000 Pa·s w temperaturach od -20 do +200°C.
- Możliwość zastosowania do badań produktów owocowo-warzywnych: dżemów, przecierów, olejów, sosów, materiałów niespożywczych, np. smarów, olejów.

Przykłady zastosowań

Naukowe: wyznaczenie zależności prędkości ścinania od lepkości roztworów biopolimerów, badanie właściwości reologicznych skrobi.  
 Aplikacyjne: oznaczenie lepkości soków owocowych po dodaniu różnych preparatów teksturotwórczych, obserwacja zmian lepkości smarów technicznych w różnych temperaturach.

**Stanowiska analizy sensorycznej (4szt.), Producent: IA PAN (2008)**

- Kontrola jakości produktów spożywczych
- Analiza sensoryczna produktów spożywczych (QDA) w kontrolowanych warunkach przez wyszkolonych asesorów.

Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania wpływu przechowywania na cechy sensoryczne owoców i warzyw. Badanie wpływu dodatków na jakość sensoryczną produktów spożywczych.  
 Aplikacyjne: Kontrola jakości produktów spożywczych. Klasyfikacja produktów spożywczych.

**Program do modelowania metodą elementów skończonych ANSYS v11, Producent: ANSYS, Inc. (2008)**

- Badania modelowe
- Program do obliczeń i symulacji procesów mechanicznych metodą elementów skończonych
- Obliczenia wytrzymałościowe, zagadnienia liniowe i nieliniowe, przepływy.

Przykłady zastosowań

Naukowe: Modelowanie właściwości mechanicznych materiałów. Modelowanie procesów przepływu i transportu w materiałach.  
 Aplikacyjne: Przewidywanie wytrzymałości elementów konstrukcyjnych.



Opiekun laboratorium: prof. dr hab. Zofia Sokołowska

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81-744 50 67

e-mail: z.sokolowska@ipan.lublin.pl

<http://zfmp.ipan.lublin.pl>

<http://www.ipan.lublin.pl>

Zjawiska i procesy zachodzące na granicy faz układu glebowego ciało stałe – gaz, ciało stałe – ciecz różnią się od zjawisk zachodzących w fazach objętościowych tym, że podlegają działaniu sił powierzchniowych. Bez rozpatrzenia istoty zjawisk i sił powierzchniowych nie jest praktycznie możliwe zrozumienie i kontrolowanie w skali makro procesów fizykochemicznych zachodzących w glebie np. obserwowane w skali polowej procesy transportu wody glebowej są odbiciem zwilżalności cząstek fazy stałej gleby, adsorpcji pary wodnej, mikroporowatości, pęcznienia minerałów ilastych i substancji organicznej, hydratacji kationów powierzchniowych, wielkości swobodnej energii powierzchniowej, ładunku i dysocjacji powierzchniowych grup funkcyjnych itp. W przypadku gleb organicznych istotne jest również poznanie ich fizykochemicznych i powierzchniowych właściwości dla potrzeb melioracji. Należy podkreślić, że adsorbenty „rolnicze”, takie jak gleba, minerały ilaste czy substancja organiczna (próchnica) mają złożony charakter, zarówno pod względem składu chemicznego, budowy jak i porowatej struktury. Gleba jest bowiem układem wielofazowym (ciekłym, stałym i gazowym), wiekoskładnikowym (minerały ilaste, substancja organiczna, połączenia organo-mineralne, organizmy żywe) i polidispersyjnym (od cząstek koloidalnych do makroskopowych ziaren krzemionki).

Jedną z podstawowych wielkości charakteryzujących ciała stałe jest ich porowatość oraz powierzchnia właściwa.

W zależności od zastosowanej metody pomiarowej i rodzaju ciała stałego wyróżnia się powierzchnię właściwą:

- całkowitą - wyznaczaną przy zastosowaniu adsorbatów polarnych,
- zewnętrzną - wyznaczaną przy zastosowaniu adsorbatów apolarnych,
- wewnętrzną - obliczaną z różnicy pomiędzy wielkością powierzchni właściwej całkowitej i zewnętrznej.
- międzypakietową - dotyczy minerałów pęczniących typu monmorylonitu i wermikulitu.

Powierzchnia właściwa jest zintegrowaną cechą charakteryzującą stan rozdrobnienia i przekształceń składników mineralnych i organicznych gleb. W układach glebowych powierzchnia właściwa jest dobrze skorelowana z zawartością i rodzajem frakcji ilastej i próchnicy glebowej, a ponadto z właściwościami sorpcyjnymi i fizycznymi gleb takimi jak: mikroporowatość gleby, zawartość wody niedostępnej dla roślin, zwięźłość i lepkość gleby. Okazała się ona również czułym wskaźnikiem przebiegu procesów strukturalnych, glebotwórczych i erozyjnych. W związku z powyższym powierzchnia właściwa może być także wykorzystana do monitoringu degradacji gleb.

Porowatość fazy stałej opisuje ogólnie strukturę, którą można przedstawić jako kształty, rozmiary i wzajemne ułożenie cząstek i agregatów. W glebie ilość porów, ich objętość i rozmiary warunkują wiele istotnych zjawisk jak zatrzymywanie i obieg gazów, wody i składników pokarmowych oraz stopień penetracji gleby przez korzenie. Z tego powodu porowatość i rozkład porów coraz częściej brane są pod uwagę w rozważaniach dotyczących nie tylko struktury gleby, ale również przy śledzeniu wszelkich procesów przenoszenia wody składników pokarmowych oraz procesów degradacji gleby.

Woda zatrzymywana jest przez glebę dzięki działaniu sił przyciągania międzycząsteczkowego Van der Waalsa i sił elektrostatycznych (kulombowskich), wywołujących adsorpcję oraz sił kapilarnych, których źródłem są siły napięcia powierzchniowego i adhezji na granicy faz ciała stałe-ciecz i gaz. Właściwości hydrofilowo-hydrofobowe ciała stałego określają nie tylko zwilżalność, ale również decydują o jego hydrofizycznych właściwościach. Ciecz na powierzchni ciała stałego może się bardziej lub mniej rozpląwać. Zależy to od sił międzycząsteczkowych ciała stałego i cieczy. Miarą hydrofobowości lub hydrofilności powierzchni ciała stałego mogą być: kąt zwilżania ( $\theta$ ), swobodna energia międzyfazowa ( $\gamma_{ij}$ ) albo praca rozpląwania ( $W_s$ ). W przypadku materiałów bardziej złożonych, takich jak gleba, zwilżalność czy hydrofobowość można opisać opierając się na jakościowych parametrach np. wysokości podsiąku kapilarnego lub czasu wsiąkania kropli umieszczonej na powierzchni ciała stałego pomiarze kąta zwilżania lub składowych swobodnej energii powierzchniowej.

## Profil badań

- Gleba jako środowisko fizykochemiczne ze szczególnym uwzględnieniem procesów międzyfazowych lub na granicy faz
- Właściwości powierzchniowe jako wskaźniki zmian materiału glebowego i roślinnego pod wpływem czynników środowiskowych
- Fizykochemiczne warunki tworzenia i trwałości struktury gleby (porozymetria rtęciowa)
- Opis zwilżalności gleby, oddziaływań międzycząsteczkowych i trwałości agregatów przy zastosowaniu wielkości swobodnej energii powierzchni
- Równowagi kwasowo-zasadowe w glebie, ładunek cząstek glebowych, pojemność buforowa
- Degradacja gleby, fizykochemiczne metody melioracji i detoksyfikacji gleb zanieczyszczonych, zasolonych i kwaśnych; laboratoryjne symulacje procesów

## Wyposażenie

### ANALIZATOR WĘGLA I AZOTU TOC MULTI N/C 2000, HT 1300

Producent: Analytik Jena (2006)

- Analiza zawartości węgla całkowitego i organicznego w ciele stałym i roztworze.
- Analiza zawartości azotu całkowitego w roztworze.
- Próbkę nie wymagają dodatkowej chemicznej obróbki, jedynie w przypadku próbek stałych przydatne jest roztarcie ich do uziarnienia piasku, a w przypadku roztworów przefiltrowanie na zwykłym sączku.
- Zastosowana w analizatorze aparatura pozwala analizować dowolne próbki stałe, zawierające węgiel w zakresie stężeń od ppm do %.



### **ANALIZATOR ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH W ROZTWORACH ASA contr AA 300 Producent: Analytik Jena (2008)**

- W pełni zautomatyzowany zestaw do analizy zawartości metali ciężkich w roztworze.
- Jedyny model na rynku, w którym analiza kilku pierwiastków jest przeprowadzana z jednej próbki w sposób automatyczny.
- Stosując automatyczny podajnik próbek można analizować kilkadziesiąt próbek w sposób ciągły.
- Zakres pomiarowy w zależności od pierwiastka sięga nawet dziesiętnych części 1ppm.
- Zastosowania: analiza próbek glebowych, materiałów roślinnych i materiałów spożywczych.



### **SPKTRFOTOMETR UV VIS V-530 Producent: Jasco INC., (2007)**

- Pomiar przepuszczalności lub wartości absorpcji promieniowania przy określonej długości fali.
- Praca w zakresie światła widzialnego i UV (200-1100 nm).
- Istnieje możliwość pomiaru całego widma lub absorbancji przy jednej ściśle określonej długości fali.
- Zastosowanie w naukach biologicznych, medycynie jak i w przemyśle, np. spożywczym czy chemicznym.



### **ZESTAW DO MIARECZKOWANIA Titrino 702 SM, Producent: Metrohm AG (2006),**

- Zautomatyzowany aparat do chemicznej analizy ilościowej w roztworze.
- Miareczkowanie bezpośrednie - wykorzystanie bezpośredniej reakcji między titrantem a oznaczanym związkiem chemicznym.
- Miareczkowanie pośrednie - oznaczany związek nie reaguje bezpośrednio z titrantem, lecz pośrednio z inną substancją, a miareczkowany jest produkt tej reakcji
- Miareczkowanie odwrotne - do badanego roztworu dodaje się odmierzoną ilość roztworu mianowanego w nadmiarze, a następnie miareczkuje się odpowiednio dobranym titrantem.



### **ANALIZATOR POWIERZCHNI WŁAŚCIWEJ Sorptomat QUADRASORB SI, Producent: Quantachrome Instruments (2009)**

- Pomiar powierzchni właściwej ciał stałych.
- Pomiar prowadzony w środowisku ciekłego azotu i polega na adsorbowaniu gazowego azotu na powierzchni analizowanego materiału stałego.
- Możliwe do stosowania adsorbaty: azot, argon i dwutlenek węgla.
- Stałe próbki przygotowywane do pomiaru, mogą być odgazowane podczas wygrzewania w piecu do temperatury 450 °C lub nagazowane adsorbatem.
- Wielkość mierzonej powierzchni właściwej powyżej 0,05 m<sup>2</sup>/g,
- Wielkość porów mierzona przy zastosowaniu azotu od 50 do 2000 Å (5-200nm),
- Objętość mierzonych porów musi być równa lub mniejsza od 0,05 m<sup>3</sup>/g.
- Aparat służy do pomiaru materiału stałego, którym mogą być m.in., gleby, minerały, materiał roślinny i spożywczy, preparaty z przemysłu chemicznego, materiału budowlane.



### **LIOFILIZATOR Alpha 1-4 LSC, Producent: Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH (2009)**

- Suszenie sublimacyjne, stosowane do produktów termolabilnych.
- Liofilizację można stosować m.in. do:
  - zagęszczania i suszenia substancji,
  - produkcji żywności liofilizowanej,
  - produkcji białek enzymatycznych,



### **PIEC MUFLOWY FCF 12 SP, Producent: CZYLOK (2007)**

- Spopielenie materiału stałego.
- Pełna automatyka procesu z możliwością precyzyjnego ustawienia i przeprowadzenia gradientu temperatur, w sposób wymagany przez preparatykę procesu analizy, np. zawartości metali ciężkich w materiale stałym.
- Temperatura do 1100°C.
- Piec jest urządzeniem, w którym są przygotowywane próbki do dalszych analiz, np. analizy zawartości metali ciężkich. Dodatkowo dzięki swoim zakresom temperaturowym może być wykorzystany do badania wytrzymałości na wysokie temperatury badanych materiałów.



## Laboratorium Chromatografii Gazowej Zakład Biogeochemii Środowiska Przyrodniczego

Opiekun laboratorium: dr Paweł Szarlip  
Tel: 81-744 50 61  
Fax: 81-744 50 67  
e-mail: p.szarlip@ipan.lublin.pl  
<http://chg.ipan.lublin.pl>  
<http://www.ipan.lublin.pl>

Laboratorium zajmuje się pomiarem produkcji i emisji gazów szklarniowych (dwutlenek węgla, metan, tlenek azotu(I)) z gleby i wód powierzchniowych. Badania dotyczą również aktywności drobnoustrojów w środowiskach glebowych i wodnych, analizy zdolności gleby do oczyszczania wód pościekowych ze związków azotu i fosforu, wpływem nawożenia azotowego na emisję tlenu azotu(I) oraz reakcji roślin na stres wywołany niedoborem tlenu w strefie korzeniowej.

### Profil badań

- badanie wpływu czynników środowiskowych i antropogenicznych na aktywność biologiczną oraz metabolizm drobnoustrojów
- badanie procesów wydzielania i pochłaniania gazów cieplarnianych
- oznaczanie składu mieszanin gazów

### Wyposażenie

#### ■ Chromatograf Gazowy GC-2014 z detektorami TCD, FID i ECD, Producent Shimadzu (2010) Chromatografy Gazowe: GC-14A z detektorem TCD oraz GC-14B z detektorami ECD i TCD Producent Shimadzu (1991)

- Badanie składu mieszanin gazów w szerokim zakresie stężeń ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ )

### Przykłady zastosowań:

- Określanie składu powietrza atmosferycznego i glebowego oraz innych układów (np. silosy, przechowalnie)
- Badania emisji gazów cieplarnianych
- Określanie aktywności respiracyjnej (wydzielanie  $\text{CO}_2$  i pochłanianie  $\text{O}_2$ ) gleby i materiałów biologicznych
- Monitoring stężenia gazów w układach zamkniętych
- Monitorowanie statusu biologicznego gleby
- Badanie aktywności nitrogeazy
- Badanie aktywności, metanotroficznej, metanogennej, nityfikacyjnej i denityfikacyjnej



#### ■ Spektrometr Masowy DELTA V Advantage Producent Thermo Fisher Scientific (2010)

- Badanie stosunków izotopów stabilnych w próbkach gazowych
- Zintegrowany system Pre-Con umożliwiający preparatykę gazów śladowych ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  i  $\text{CH}_4$ ) w powietrzu atmosferycznym



Analizy pierwiastków:  
 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$

### Przykłady zastosowań:

- Badanie cyklu przemian biochemicznych azotu i węgla
- Badanie procesów powstawania i pochłaniania tlenu azotu(I)
- Badanie procesu utleniania metanu w warunkach beztlenowych

#### ■ Wieloparametrowy miernik do pomiarów w warunkach laboratoryjnych i terenowych, Producent HACH LANGE (2010)

### Analizy zawartości:

- tlenu - sonda tlenu LDO, metoda optycznego pomiaru  $\text{O}_2$  w roztworach wodnych; automatyczna kompensacja ciśnienia powietrza; zakres 0,00-20,0 mg/L  $\text{O}_2$ ;
- jonów sodu - elektroda do pomiaru jonów sodu w próbkach wodnych z wbudowanym czujnikiem temperatury; zakres 0,023 mg/L ( $1 \times 10^{-6}\text{M}$ ) do 23,000 mg/L (1M)  $\text{Na}^+$
- przewodności - elektroda przewodności; zakres 0,01  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -400 mS/cm
- potencjału redox - standardowa elektroda redoks w z wbudowanym czujnikiem temperatury; zakres +/-1200 mV;
- pH - sonda pH; zakres pH 0-14 do zastosowania w roztworach wodnych i glebie

Terenowe wersje elektrod do pomiaru jonów sodu, potencjału redoks i pH są wyposażone w czujniki temperatury



### Analizator pH i Eh - Stacja miareczkująca. Producent HACH LANGE (2010)

Pomiary:

- potencjał redox - standardowa elektroda redoks z wbudowanym czujnikiem temperatury; zakres +/-1200 mV;
- pH - sonda pH; zakres pH 0-14 do zastosowania w roztworach wodnych i glebie
- miareczkowanie potencjometryczne

Przykłady zastosowań:

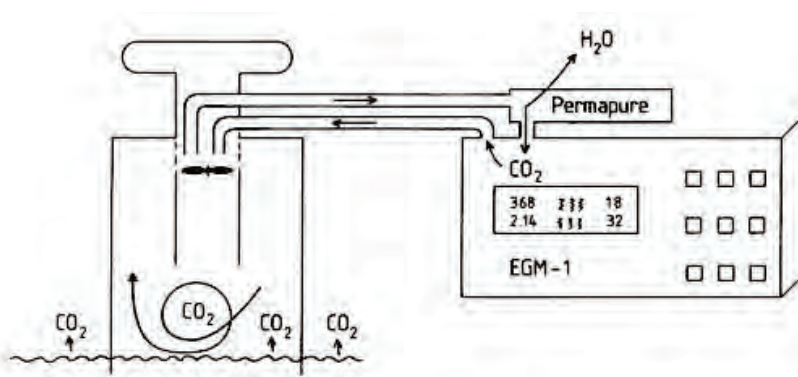
- Kontrola natlenienia, pomiar przewodności, potencjału redoks i pH wód powierzchniowych i roztworów glebowych;
- Badanie wpływu zawartości jonów sodu, potencjału redoks i pH na aktywność biologiczną gleby oraz innych układów biologicznych;
- Wyznaczanie odporności gleb na redukcję;
- Określanie wartości FOS/TAC w reaktorach biogazu.

### EGM-4 - Środowiskowy system do monitorowania stężenia CO<sub>2</sub>, Producent PP SYSTEMS (2010)

- Analizator gazu w podczerwieni IRGA do pomiaru stężenia CO<sub>2</sub> w warunkach naturalnych oraz w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych lub pół-kontrolowanych (np.: szklarnie, komory wzrostu)
- Dodatkowe funkcje: pomiar temperatury i wilgotności gleby

Przykłady zastosowań:

- Badanie aktywności respiracyjnej żywych elementów ekosystemu
- Badanie asymilacji CO<sub>2</sub> przez rośliny
- Badanie oddychania gleby w zależności od warunków środowiska
- Badanie emisji CO<sub>2</sub> in situ



### Zestaw pomiarowy: Radiometer Copenhagen PHM 82 STANDARD pH METER, PMM 64 RESEARCH pH METER, TTT 80 TITRATOR, Producent Radiometer Copenhagen (1986)

Pomiary: pH, potencjał redoks, miareczkowanie potencjometryczne.

### Zestaw do pomiaru rozpuszczalnych związków azotu i fosforu FIAStar 5000 Analyzer, Producent FOSS TECATOR (2000)

Pomiar stężenia azotanów(V) (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), azotanów(III) (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), formy amonowej (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) oraz fosforanów (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) w wodzie pitnej, wodach gruntowych i powierzchniowych oraz ekstraktach glebowych.

Przykłady zastosowań:

- Badania stopnia zanieczyszczenia wód rozpuszczalnymi związkami azotu i fosforu.
- Badania określające stopień wymywania związków nawozowych przez wody opadowe.



Opiekun laboratorium: dr Artur Nosalewicz

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81-744 50 67

e-mail: a.nosalewicz@ipan.lublin.pl

http://skr.ipan.lublin.pl

http://www.ipan.lublin.pl

W laboratorium prowadzone są pomiary całkowitego oraz kompensacyjnego poboru wody przez części systemu korzeniowego w zależności od rodzaju i właściwości fizycznych gleby oraz stopnia otwarcia aparatów szparkowych w liściach. Badane są długotrwałe mechanizmy poboru wody związane ze wzrostem systemu korzeniowego (głębokością ukorzenia, zmianami budowy korzeni) oraz szybkie, związane z przemieszczeniem się wody w korzeniu różnymi drogami. Mechaniczne właściwości gleby jak opór penetracji i wytrzymałość mechaniczna agregatów glebowych są istotnym wskaźnikiem jakości środowiska wzrostu korzeni roślin. Badania w tym zakresie są użyteczne przy rozwiązywaniu problemów dotyczących stabilności struktury gleby i przeciwdziałaniu jej nadmiernemu zagęszczeniu pod wpływem przejazdów maszyn rolniczych.

Profil badań

- Określenie wpływu właściwości i stanu środowiska glebowego na wzrost i funkcjonowanie części nadziemnych i korzeni roślin
- Badanie wpływu zróżnicowanego użytkowania na zmiany właściwości i struktury gleby
- Analiza wpływu stanu gleby na właściwości systemu korzeniowego roślin i relacji między korzeniami a częściami nadziemnymi roślin

Wyposażenie

### System analizy obrazu do badań korzeni i części naziemnych roślin

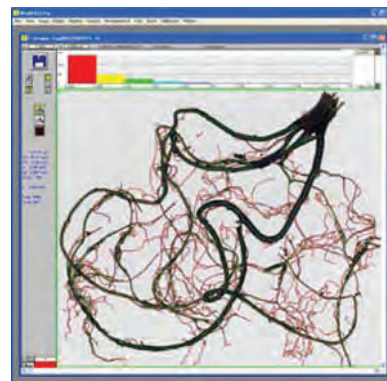
Oprogramowanie: WinRhizo PRO, REGENT INSTRUMENTS INC, (2007)

Pakiety MATLAB min. Simulink, SimBiology, Image Processing Toolbox,

Statistics Toolbox, The MathWorks (2010)

Skaner Epson XL10000 z przystawką do materiałów transparentnych (2010)

- Pomiary długości i średnicy korzeni głównych i bocznych, liczby wierzchołków i rozgałęzień systemu korzeniowego.
- Pomiary powierzchni liści w trakcie wegetacji i po ścięciu.
- Analiza koloru korzeni i liści.
- Dokładność pomiaru i wielkość analizowanej powierzchni do 4000dpi i A3.

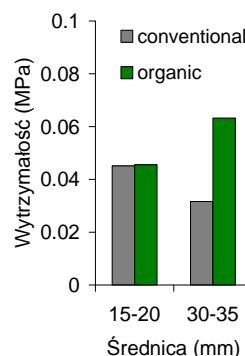


Przykłady zastosowań

- Ocena wpływu użytkowania, zagęszczenia, zanieczyszczenia gleby na szybkość wzrostu korzeni i części nadziemnych roślin.
- Określenie odporności roślin na niekorzystne warunki glebowe.

### Maszyna wytrzymałościowa do prób statycznych na ściskanie i rozciąganie, BT1-FR5.0TN.D30, Producent: Zwick GmbH&Co.KG (2007)

- Badania właściwości mechanicznych dowolnych materiałów do sił 5000 N.
- Mierzone wartości:
- siła, zakres 0-5000N, dokładność 0,25%;
- położenie
- Głowice: 100, 5000N. Wysokość przestrzeni badawczej: 1050 mm. Szybkość zadawania odkształcenia ciągłego: od 0,05 do 500 mm/min.
- Wyposażenie do testów ściskania i przebicia. Dowolne programy ściskania i rozciągania.
- Oprogramowanie umożliwia automatyczne wyznaczenie między innymi: siły maksymalnej, wytrzymałości oraz modułu sprężystości.



Przykłady zastosowań

Naukowe: Analiza wytrzymałości mechanicznej elementów struktury gleby. Analiza modułu sprężystości tkanek roślinnych i zwierzęcych.

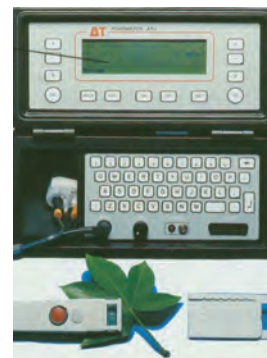
Aplikacyjne: Pomiary tekstury produktów żywnościowych. Pomiary wytrzymałości opakowań kartonowych na przebijanie.

### ■ Aparat do pomiaru oporu dyfuzyjnego liści AP-4, Producent: Delta-T (2000)

- Pomiary oporu dyfuzyjnego ( $\text{cm s}^{-1}$ ) i przewodnictwa aparatów szparkowych ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) liści. Błąd pomiarowy poniżej 2%. Czas trwania pomiaru 15-60s.
- Czujniki: natężenia oświetlenia PAR, temperatury i ciśnienia powietrza zamontowane na głowicy pomiarowej.

#### Przykłady zastosowań

- Optymalizacja warunków wzrostu roślin np. temperatury, wilgotności podłoża lub gleby, nawożenia.
- Porównanie odporności na stres odmian roślin.



### ■ Zautomatyzowany system pomiaru emisji CO<sub>2</sub> z gleby, Producent: ACE (2009)

- Pomiary stężenia CO<sub>2</sub>, zakres 0-896ppm, dokładność 1ppm. System otwarty (pojemność komory 1,0L) – bez gradientu ciśnienia i zamknięty (pojemność komory 2,6L). Szybkość przepływu 100-500ml min<sup>-1</sup> dokładność 2%;
- PAR: 0-3000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ;
- temperatura gleby.
- Czas pracy na akumulatorze 40Ah do 28 dni.

#### Przykłady zastosowań

- Ciągły monitoring środowiska glebowego, pomiary aktywności respiracyjnej gleb w warunkach polowych.
- Określenie wpływu czynników antropogenicznych na emisję CO<sub>2</sub> z gleby.



### ■ Przenośny miernik powierzchni liści LAI2200, Producent: Li-Cor (2010)

- Przyrząd do szybkiego, nieniszczącego pomiaru wskaźnika powierzchni liści (Leaf Area Index – LAI) i innych cech powierzchni roślin, takich jak średni kąt nachylenia (Mean Tip Angle – MTA). Pomiary LAI traw jak i wysokich drzew można przeprowadzać w różnych warunkach pogodowych.
- Czujnik pracujący w zakresie 320-490 nm z nasadkami ograniczającymi pole widzenia do 12.3°, 28.6°, 43.4°, 58.1°, 74.1°.



#### Przykłady zastosowań

- Monitoring okrywy roślinnej.
- Ocena efektywności stosowanych środków ochrony roślin.

### ■ Spektrofotometr, Helios Gamma, Producent: Thermo Spectronic (2002)

- System optyczny jednowiązkowy. Zakres długości fali: 190-1100 nm, szerokość spektralna szczeliny: 2 nm, dokładność długości fali: <1 nm. Powtarzalność długości fali: +/- 0,2 nm.
- Wyznaczanie charakterystyki widmowej w całym zakresie spektralnym w trybie ABS (odczyt w jednostkach absorbancji) i %T (odczyt w % transmitancji). Wyznaczanie krzywych kalibracji i kinetyki reakcji.

#### Przykłady zastosowań

- Badania aktywności enzymatycznej gleby, osadu ściekowego i innych materiałów.
- Badania aktywności enzymatycznej mikroorganizmów.

# Laboratorium Właściwości Fizycznych Owoców i Warzyw Zakład Fizycznych Właściwości Materiałów Roślinnych

Opiekun laboratorium: dr Dariusz Wiącek

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81- 744 50 67

e-mail: d.wiacek@ipan.lublin.pl

<http://wfow.ipan.lublin.pl>

<http://www.ipan.lublin.pl>

Laboratorium prowadzi badania jakości owoców (jabłka, gruszki, truskawki, śliwki, porzeczki, wiśnie, cytrusy) i warzyw (marchew, por, seler, burak, papryka, pomidor) a głównie uszkodzeń mechanicznych (stłuczenia i zgniecenia) na jakie narażone są surowce podczas zbioru, transportu i przechowywania.

Badany jest wpływ odmiany, temperatury, czasu przechowywania i stopnia dojrzałości na właściwości optyczne (kolor, intensywność wybarwienia) owoców i warzyw metodą kolorymetryczną i spektrofotometryczną oraz na właściwości mechaniczne (jędrność, odporność na uszkodzenia) za pomocą testów ściskania i wibracji. Laboratorium wykonuje statyczne i dynamiczne testy obciążeniowe, badania łamliwości i testy zmęczeniowe w szerokim zakresie temperatury (chłodzenie, zamrażanie, ogrzewanie).

## Profil badań

- Opracowywanie fizycznych metod oceny jakości owoców i warzyw
- Badanie/pomiary właściwości mechanicznych materiałów roślinnych w warunkach obciążeń statycznych i dynamicznych
- Badanie/pomiary barwy materiałów roślinnych

## Wyposażenie

### ■ Maszyna wytrzymałościowa INSTRON 6022, Producent: Instron Ltd. (1987)

- Badanie wytrzymałości materiałów w warunkach obciążeń statycznych.
- Testy osiowe: ściskania, rozciągania, zginania, pełzania i relaksacji naprężeń.
- Wyznaczanie: siły, deformacji, energii i modułu sprężystości badanych materiałów.
- Prędkością roboczą 0-1000 mm/min, zakresie siły do 10 kN (dokładność 0,1%) i przestrzeń roboczą do 1635mm (dokładność 0,01mm) .

#### Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Badania modelowe, ocena wytrzymałości, analiza: sprężystości, płynięcia i relaksacji naprężeń materiałów, w tym: roślinnych, zwierzęcych, mleczarskich, budowlanych i stomatologicznych.
- Aplikacyjne: Ocena porównawcza właściwości mechanicznych owoców rolnych, wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych elementów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń stosowanych w rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym.

### ■ Maszyna wytrzymałościowa INSTRON 8872, Producent: Instron Ltd. (2001)

- Badanie wytrzymałości materiałów w warunkach obciążeń statycznych i dynamicznych.
- Testy osiowe: ściskania, rozciągania, łamania, pełzania, płynięcia, zmęczeniowe i cykliczne.
- Zakres siły do 25kN, skok roboczy 50mm, częstotliwość do 50Hz.

#### Przykłady zastosowań

- Naukowe: Badania modelowe, zmęczeniowe, ocena wytrzymałości, analiza sprężystości, płynięcia i pełzanie dowolnych materiałów w warunkach obciążeń statycznych i dynamicznych.
- Aplikacyjne: Badania porównawcze właściwości mechanicznych jabłek, malin, pędów kwiatów i rzepaku. Ocena wytrzymałości naciągów tenisowych.



## Kolorometr odwzorowujący Lovibond CAM-System 500, Producent: Tintometer Ltd (2008)

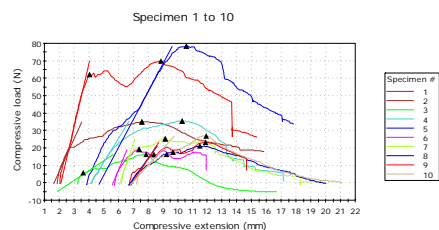
źródło: <http://www.globalspec.com>

Urządzenie ocenia wygląd rejestrując obraz z rozdzielczością 752X582 pikseli i zapisując każdy piksel w postaci składników RGB.

- Ekran o profilu czasowym umożliwia wychwycenie sekwencji obrazów w ustalonych interwałach oraz odtworzenie w trybie on-line.
- System przydatny w ocenie niejednorodnej lub zmiennej barwy obiektów badań, których nie można zmierzyć przy użyciu konwencjonalnych spektrofotometrów. Umożliwia rejestrację całego obrazu lub potrzebnych obszarów (powierzchni) próbki.
- Rozmiar próbki 240X180X120 mm.
- Czas pomiaru 1,2 sekundy.
- Nie kontaktowa technika stosowana w przyrządzie powoduje, że na wynik pomiaru nie wpływa konsystencja i faktura produktu.
- Możliwość pomiaru wielkości i kształtu.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Badania, analiza i ocena barwy dowolnych materiałów.
- Aplikacyjne: Badanie jakości produktów w tym owoców i warzyw. Ilościowa ocena barwy i wyglądu - system kontroli jakości, umożliwiający użytkownikowi podjęcie decyzji, czy produkt spełnia wymagane kryteria barwy i wyglądu, lub posiada niepożądane wady.

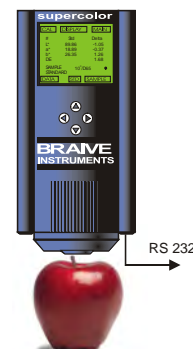


## Kolorometr Supercolor Braive model 6016, Producent: Braive Instruments (1995)

- Instrumentalny pomiar barwy w zakresie widzialnego światła odbitego w opracowanym przez CIE systemie barwy  $L^*a^*b^*$ .
- Przestrzeń pomiarowa o średnicy 11mm.
- Urządzenie może być wykorzystane zarówno w badaniach laboratoryjnych jak i polowych.

Przykłady zastosowań:

- Naukowe: Badania wpływu agrotechniki, zbioru, transportu, przechowywania oraz obrotu owoców i warzyw na właściwości optyczne skórki i ich zmiany.
- Aplikacyjne: Ocena i klasyfikacja jakościowa świeżych oraz przetworzonych owoców i warzyw.



## Laboratorium Oceny Jakości Surowców Zbożowych i Oleistych Zakład Fizycznych Właściwości Materiałów Roślinnych

Opiekun laboratorium: dr Agnieszka Nawrocka

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81- 744 50 67

e-mail: [a.nawrocka@ipan.lublin.pl](mailto:a.nawrocka@ipan.lublin.pl)

<http://ojszo.ipan.lublin.pl>

<http://www.ipan.lublin.pl>

W laboratorium przeprowadzana jest ocena właściwości fizycznych i chemicznych nasion i łodyg roślin uprawnych, a szczególnie nowych odmian i hybryd rzepaku dla potrzeb przemysłu tłuszczowego oraz uzyskiwania olejów napędowych jako alternatywnych źródeł energii. Badane są właściwości mechaniczne nasion decydujące o ich twardości i odporności na uszkodzenia oraz ich zależność od wilgotności materiału. Do detekcji uszkodzeń wewnętrznych bielma przyczyniających się do strat ilościowych i obniżenia wartości technologicznej ziarna oraz obecności szkodników żerujących wewnątrz ziarna stosowana jest metoda rentgenowska. Określenie z jej pomocą stadiów rozwoju szkodników pozwala na odtworzenie historii transportu ziarna od producenta do magazynu. Laboratorium prowadzi badania właściwości fizycznych glutenu mokrego: zawartości wody związanej i niezwiązanej będące czułym narzędziem monitorowania skutków procesów fizjologicznych i technologicznych podczas obróbki mąki oraz zdolności ekspansji błon glutenowych w funkcji temperatury, co pozwala określić parametry kształtowania dobrego miękkiszu pieczywa.

Profil badań

- Badania właściwości fizycznych surowców roślinnych (rośliny w czasie wegetacji, nasion roślin uprawnych, owoców i warzyw) oraz procesów fizycznych zachodzących podczas zbioru, transportu, przechowywania i przetwarzania płodów rolnych
- Opracowywanie metod badania właściwości fizycznych materiałów roślinnych



## Wyposażenie

### ■ Chromatograf ciekowy - ACQUITY UPLC SYSTEM; Producent: Waters (2010)

- Analiza jakościowa i ilościowa złożonych mieszanin
- Identyfikacja rozdzielonych związków na podstawie czasów retencji
- Określanie stężenia związku w badanej próbce.

#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania składu złożonych mieszanin.  
Aplikacyjne: Analiza produktów naturalnych, ekstrakcja interesujących związków do dalszych badań.

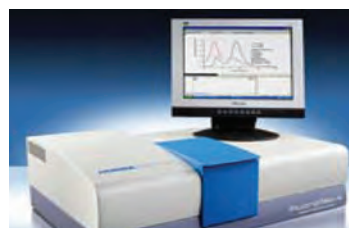


### ■ Spektrofluorymetr - FLUOROMAX-4P; Producent: Horiba Jobin Yvon (2010)

- Pomiar dynamiki molekuł w roztworach, układach micelarnych, itp. (pomiar anizotropii).
- Rejestracja widm emisyjnych i wzbudzeniowych (molekuły o właściwościach fluorescencyjnych, nanocząstki, itp.)

#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: Detekcja i oznaczanie wszelkich substancji fluoryzujących  
Aplikacyjne: Detekcja śladowych komponentów w produktach spożywczych (aminokwasy, witaminy, proteiny, toksyny), detekcja i oznaczanie śladów enzymów, koenzymów, lipidów, protein, chlorofilu.



### ■ Spektrometr ICP OES - iCAP 6500Duo; Producent: Thermo Scientific (2010)

- Analiza zawartości pierwiastków w żywności, wodzie oraz glebie
- Szybka i jednoczesna analiza wielu pierwiastków głównych jak i śladowych
- Oznaczanie pierwiastków o wysokich potencjałach wzbudzeniowych (np. W, Cl, Br, I, S, U)

#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: Badania składu pierwiastkowego próbek organicznych oraz nieorganicznych  
Aplikacyjne: Badanie składu pierwiastkowego, wykrywanie zanieczyszczeń pierwiastkami ciężkimi.

### ■ Spektrofotometr - Cary 300/Biomelt; Producent: Varian Pty (2010)

- Rejestracja widm absorpcji lub transmitancji światła w zależności od długości fali światła
- Analiza jakościowa i ilościowa związków na podstawie zarejestrowanych widm absorpcji.

#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: Analiza związków absorbujących promieniowanie w zakresie widzialnym i nadfiolecie  
Aplikacyjne: Oznaczanie substancji organicznych (np. węglowodory aromatyczne, aldehydy, ketony, aminy) i nieorganicznych (np. pierwiastki ziem rzadkich, ozon, SO<sub>2</sub>) wykazujących absorpcję w nadfiolecie, związków absorbujących promieniowanie w zakresie widzialnym w tym barwniki i barwne sole metali (np. KMnO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>)

### ■ Spektrometr FT-IR – Nicolet 6700; Producent: Thermo Scientific (2010)

- Analiza zanieczyszczeń środowiska
- Analiza zanieczyszczeń wód i gleb np. węglowodorami alifatycznymi albo aromatycznymi
- Badanie materiałów biologicznych.

#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: Analiza jakościowa związków organicznych, badania zmiany stężeń w czasie  
Aplikacyjne: Określanie własności fizykochemicznych (struktura związków), analiza grup funkcyjnych związków chemicznych.



### ■ Szybki ekstraktor próbek – ASE 350; Producent: Dionex Corporation (2010)

- Badania żywności, pasz, gleby, monitoring środowiska
- Wyodrębnianie związków rozpuszczalnych w produktach spożywczych.

#### Przykłady zastosowań:

Naukowe: Analiza substancji rozpuszczalnych w produktach żywnościowych, paszach, wodzie  
Aplikacyjne: Oznaczanie związków rozpuszczalnych w żywności (pozostałość pestycydów, antybiotyków, zanieczyszczenia)



### Zestaw do oznaczania suchej masy – HG63;

**Producent: Mettler-Toledo (2010)**

- Ekstrakcja suchej masy z biomasy roślinnej
- Oznaczanie zawartości suchej masy w próbce oraz przygotowywanie do dalszych badań.



### Mineralizator – Speed four; Producent: Berghoff Products + Instruments GmbH (2010)

- Przygotowanie próbek przed wykonaniem oznaczenia
- Mineralizacja związków organicznych w paszach, roślinach, glebie, wodzie.

### Laboratoryjny system rentgenowski do oznaczania struktury materiałów roślinnych, Elektronika 25 (2000), Faxitron MX-20 (2010).

- Dwa aparaty wykonujące rentgenogramy materiałów biologicznych
- z wykorzystaniem klisz rentgenowskich
- Obrazowanie defektów materiałów biologicznych np. pęknięć poprzecznych bielma ziarniaka, stopnia porażenia przez szkodniki owadzie.
- Bank obrazów rentgenowskich agromateriałów (dostępny na stronie internetowej IA PAN),
- Aparatura rentgenowska może służyć również do tworzenia systemu detekcji uszkodzeń wewnętrznych owoców i pędów roślin uprawnych powodowanych przez szkodniki owadzie.



### Ekstensograf – E, Producent: Brabender (2009)

- Określanie właściwości reologicznych ciasta w procesie jego kontrolowanego rozciągania,
- Pomiar „energii” ciasta, rozciągliwości, oporu ciasta na rozciąganie zgodnie z normami międzynarodowymi ICC standard 114/1, AACC standard 54-10 i ISO 5530-2.
- Ocena wartości użytkowej mąki i ciasta.



### Farinograph E, Producent: Brabender (2009)

- Określanie właściwości reologicznych ciasta pszennego w procesie miesienia,
- Pomiar cech użytkowych mąki i ciasta zgodnie z normami: ICC standard 115/1, AACC standard 54-21 i ISO 5530-1.
- Ocena wartości użytkowej mąki oraz ciasta.
- Pomiar wodochłonności mąki, czasu rozwoju ciasta, stałości ciasta oraz jego rozmiękczenia.



#### Przykłady zastosowań:

- Ocena właściwości wypiekowych mąki,
- Kontrola wpływu dodatków technologicznych (np. enzymów proteolitycznych, emulgatorów, substancji prozdrowotnych) na jakość ciasta
- Badania wpływu zabiegów technologicznych (np. intensywności i czasu miesienia, okresu leżakowania) na własności reologiczne ciasta.

### Aparat do oznaczania cech fizycznych ziarniaków – SKCS 4100, Producent: Perten Instruments (2009)

- Pomiar masy (zakres 12÷80 mg), średnicy umownej, wilgotności (zakres 9÷19%), twardości ziarna pszenicy,
- Badania wartości technologicznej ziarna pszenicy, pszenżyta i jęczmienia różnych odmian.



### Zestaw do oznaczania ilości i jakości glutenu Glutomatic 2200, Producent: Perten Instruments (2010)

- Wymywanie glutenu z próbek młewa pełnoziarnistego i mąki
- Określanie jakości glutenu mokrego zgodnie z normą ICC 155.
- Określanie ilości glutenu mokrego oraz indeksu glutenu.
- Przykłady zastosowań:
- Badania wpływu obróbki cieplnej glutenu na jego zdolność ekspansji.
- Określanie wpływ nawilżania i suszenia ziarna na ilość i jakość glutenu.
- Badania zależności efektywności przemiału ziarna od jakości glutenu.



### Aparat do oznaczania aktywności $\alpha$ -amylazy – Falling Number 1800, Producent: Perten Instruments (2010)

- Określanie aktywności enzymu  $\alpha$ -amylazy w ziarnie metoda Hagberga – Pertena zgodnie z normami: ICC 107, AACC 56-81B i ISO 3093.
- Pomiar liczby opadania.



Przykłady zastosowań:

- Badania wpływu warunków pogodowych w czasie przedzbiorowym pszenicy.
- Badania wpływu zabiegów laboratoryjnego nawilżania na aktywność amylolityczną ziarna.

■ **Reometr rotacyjno-oscyłacyjny Stress-Tech, Producent: Reologica Instruments (2009)**

- Wyznaczanie modułów dynamicznych (moduł zachowawczy, moduł stratności), kąta przesunięcia fazowego oraz lepkości.
- Układy pomiarowe: płytka-płytką oraz płytka-stożek.
- Wielkości mierzone bezpośrednio: naprężenie normalne, naprężenie ścinające, częstotliwość oscylacji oraz odkształcenie kątowe.



Przykłady zastosowań:

- Badania wpływu dodatków prozdrowotnych na właściwości reologiczne ciasta.
- Badania związków pomiędzy składem chemicznym ciasta (np. frakcji białek glutenowych) a jego właściwościami reologicznymi.

■ **Aparat do wykonywania testu Zeleny'ego z oprogramowaniem, Producent: Brabender (2010)**

- Określanie jakości substancji białkowej w mące.
- Pomiar wskaźnika sedimentacji.

■ **Sortownik do ziarna, Producent: Sadkiewicz Instruments (2010)**

- Określanie celności i wyrównania ziarna zbóż zgodnie z normą BN-699131-02.
- Każdy zestaw składa się z 5 sit o następujących otworach szczelinowych: 1,6; 2,0; 2,2; 2,5 i 2,8 mm.

■ **Młynek pasażowy do ziarna, Producent: Brabender (2010)**

- Przemiał ziarna na mąkę spełniającą wymagania norm: ICC 115/1, AACC 54-21 i ISO 5530-1.
- Czas przemiału 100g ziarna wynosi  $90 \pm 10$ s.

## Laboratorium Mechaniki Materiałów Sypkich Zakład Fizycznych i Technologicznych Właściwości Agromateriałów

Opiekun laboratorium: dr inż. Mateusz Stasiak

Tel: 81-744 50 61

Fax: 81-744 50 67

e-mail: [m.stasiak@ipan.lublin.pl](mailto:m.stasiak@ipan.lublin.pl)

<http://lgm.ipan.lublin.pl/>

<http://www.ipan.lublin.pl>

W laboratorium prowadzone są badania cech mechanicznych materiałów sypkich a także modelowanie oraz symulacje komputerowe przebiegu operacji technologicznych (magazynowanie, obróbka i przetwarzanie) wykorzystujących takie materiały, głównie w przemyśle rolno-spożywczym.

Profil badań

- Badanie właściwości fizycznych sypkich surowców i produktów spożywczych istotnych w procesach składowania i przemieszczania
- Modelowanie procesów fizycznych zachodzących w materiałach sypkich podczas operacji technologicznych związanych ze składowaniem, przemieszczaniem i obróbką materiału
- Badanie rozkładu naporu w modelach cienkościennych silosów zbożowych oraz czynników wpływających na opory przepływu powietrza przez materiał sypki

Wyposażenie

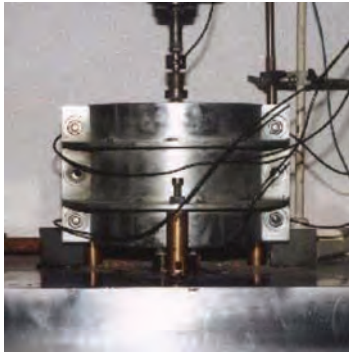
■ **Aparat jednoosiowego ściskania z komorą cylindryczną, Producent: IA PAN (2000)**

- Pomiar naporu poziomego, średnica aparatu 210mm, maksymalny napór pionowy 100kPa, pomiar siły z dokładnością 1N.
- Wyznaczanie zależności napór-odkształcenie materiałów sypkich z równoczesnym pomiarem średniego naporu na ściany.
- Wyznaczane wielkości: iloraz naporu, moduł sprężystości, stała Poissona, ściśliwość.



#### Przykłady zastosowań

- Analiza modułu sprężystości, ilorazu naporu, stałej Poissona i ściśliwości złoża roślinnych materiałów sypkich.
- Analiza wpływu wilgotności na powyższe parametry.
- Wyznaczanie parcia materiału sypkiego na ściany silosu.



#### ■ **Edometr Joanna, Aparat jednoosiowego ściskania z komorą sześcienną, Producent: IA PAN (2007)**

- Badania mechaniczne materiałów sypkich, w szczególności pomiar rozkładu naporu materiału na ściany.
- Odległość pomiędzy dwoma ścianami od 8 do 95 mm, wysokość 120 mm, maksymalny napór pionowy 100kPa

#### Przykłady zastosowań

- Badanie wpływu sposobu formowania złoża na stan naprężeń.
- Badanie stanu naprężeń w sześciennym wycinku złoża.

#### ■ **Aparat trójosiowego ściskania, Producent: GEOTEKO (2004)**

- Badania parametrów mechanicznych materiałów sypkich.
- Analiza prędkości poprzecznych fal akustycznych w złożu materiału sypkiego.
- Pomiary: moduł sztywności, moduł sprężystości. Zakres częstotliwości: 1 - 10 kHz, rozmiary próbki: wysokość 150mm, średnica 70 mm ciśnienia hydrostatycznego od 10 do 90 kPa.

#### Przykłady zastosowań

- Oznaczanie modułu odkształcenia postaciowego materiałów sypkich.
- Oznaczanie modułu sprężystości materiałów sypkich.
- Reakcja złoża na obciążenie mechaniczne.

#### ■ **Silos o średnicy 1,7 m do badań rozkładu temperatury i wilgotności w złożu ziarna.**

##### **Producent: IA PAN (2000)**

- Modelowy silos wraz z siatką sond.
- Pomiar rozkładu wilgotności względnej oraz temperatury w przestrzeniach międzyziarnowych. Objętość: 3,85 m<sup>3</sup>, ładowność od 2,5 do 3 ton.
- Monitoring samonagrzewania nasion.
- Monitoring migracji wilgoci i propagacji temperatury w złożu nasion.

#### Przykłady zastosowań

- Badania dynamiki wzrostu i rozkładu temperatur i wilgotności w złożu nasion.
- Monitoring on-line w/w wymienionych wartości w trakcie przechowywania nasion.

#### ■ **Aparaty bezpośredniego ścinania (aparaty Jenikego) – 3 szt. dla materiałów o różnych rozmiarach granул, Producent: IA PAN (2000)**

- Bezpośredni pomiar siły stycznej z dokładnością do 0,05N.
- Średnice aparatów: 60, 120, 210mm, zakres naporów: od 2 do 100kPa, prędkość odkształcenia 2mm/min, 4mm/min

#### Przykłady zastosowań

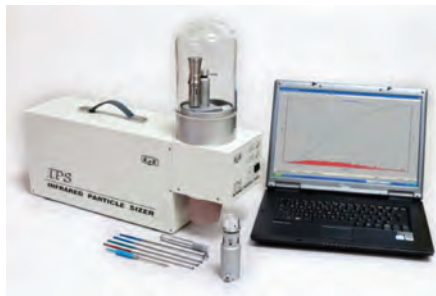
- Określenie sypkości proszków spożywczych.
- Wytrzymałość materiałów sypkich.
- Określenie geometrii wypływu z silosu.
- Określenie parametrów do projektowania procesu technologicznego.



## ANALIZATOR IPS UA, Urządzenie do określania granulacji cząstek stałych w powietrzu, Producent: Kamika (2009)

### Przykłady zastosowań

- Pomiar wielkości cząstek wilgotnych i sklejących się od 0.5 do 1000 mm.
- Pomiar wielkości cząstek niesklejących się od 2 do 2000 mm.
- Odczyt drugiego średniego wymiaru cząstki i określenia współczynnika kształtu.
- Do oznaczenia powierzchni właściwej badanych substancji (przy znanym stopniu porowatości ziaren).



## Aparat pierścieniowo-obrotowy bezpośredniego ścinania, RST-01, Schulze (2010)

- Określanie jakości proszków, wyznaczanie parametrów mechanicznych proszków, określanie wytrzymałości i sypkości proszków, tarcia o materiały konstrukcyjne, gęstości złoża.
- Pomiar siły ścinania.
- Dwie komory pomiarowe: o pow. ścinania 235cm<sup>2</sup> i obj. 900cm<sup>3</sup> oraz o pow. ścinania 85cm<sup>2</sup> i obj. 200cm<sup>3</sup>.
- Pomiar siły ścinania do 400N, pomiar siły konsolidującej do 500N, prędkość ścinania od 0,05mm/min do 30 mm/min .

### Przykłady zastosowań

- Określenie sypkości proszków spożywczych.
- Wytrzymałość materiałów sypkich.
- Określenie geometrii wypływu z silosu.
- Określenie parametrów do projektowania procesu technologicznego.



## Automatyczny tester proszków, Hosokawa Powders Tester, Hosokawa (2010)

- Pomiar: sypkości, kąta nasypu, kąta zsypu, kąta różnicy, gęstości usypnej, gęstości upakowanej, ściśliwości, kohezji, jednorodności, kąta łopatki, rozproszenia.

### Przykłady zastosowań

- Badania jakości proszków.
- Określenie parametrów do prawidłowego projektu procesu.

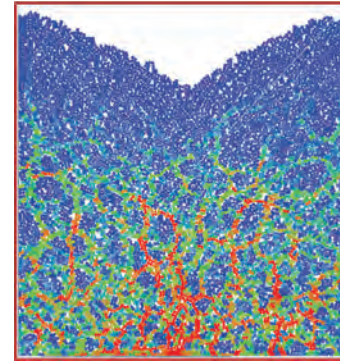
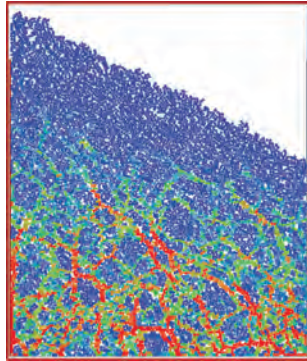
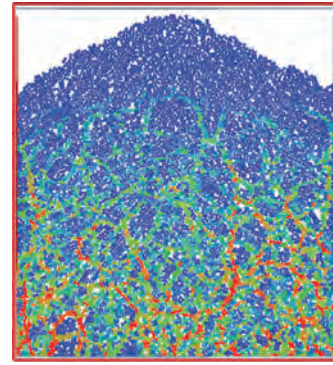
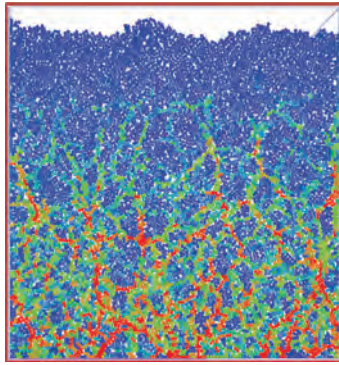


## Pakiet programowy do modelowania metodą DEM, 2.2.1, DEM Solutions (2010)

- Modelowanie procesów mechanicznych w układzie trójwymiarowym dla różnych materiałów.
- Pomiar energii i prędkości modelowanych obiektów oraz sił działających na elementy układu.

### Przykłady zastosowań

- Analiza oddziaływań zachodzących w ośrodkach sypkich na poziomie mikrostrukturalnym.
- Analiza wpływu kształtu elementów ośrodka na przebieg modelowanego procesu.
- Analiza wpływu wielkości elementów ośrodka na przebieg modelowanego procesu.
- Modelowanie procesów technologicznych dla elementów o różnych parametrach materiałowych i geometrycznych w celu podniesienia efektywności urządzeń przemysłowych.
- Modelowanie procesów napełniania i opróżniania urządzeń magazynowych w celu zapobiegania ich uszkodzeniom.



Rozkład sił ściskających w złożach cząstek o parametrach nasion pszenicy, generowanych czterema sposobami:  
 a – strumieniem rozproszonym,  
 b – centrycznym,  
 c – skrajnie acentrycznym,  
 d – obwodowym.

**Sita do wyznaczania rozkładu granulometrycznego proszków, Multiserw Morek (2005 i 2009)**

- Wielkości oczek: od 0,025 do 5,0.
- Spełniające wymogi ISO DIN 3310-1.

Przykłady zastosowań

- Analizy granulometryczne proszków.
- Oznaczanie zawartości części pylistych w biomasie.







**Druk:**  
Drukarnia Geokart-International Sp. z o.o.  
e-mail: [drukarnia@geokart.com.pl](mailto:drukarnia@geokart.com.pl)  
tel. (17) 85 55 001