Ogólne zestawienie

Przedmiot zamówienia został podzielony na 6 części (zadań).

Numer części (zadania)	Nazwa laboratorium	wyposażenie – ogólnie
1	Laboratorium Komputerowego Wspomagania Badań i Projektowania Konstrukcji Lotniczych i Alternatywnych – Odnawialnych Źródeł Energii (Pracownia Projektowania Konstrukcji Lotniczych Alternatywnych – Odnawialnych Źródeł Energii)	I OPROGRAMOWANIE (niżej wymienione oprogramowanie będzie wykorzystywane do prowadzenia badań, nie będą na nim wykonywane prace o charakterze komercyjnym) 1. Ansys Academic Research - lub równoważny 5 licencji z pięcioletnim wsparciem technicznym System obliczeniowy do analiz metodą objętości i elementów skończonych. 2. Ansys Academic CFD Turbo Tools – lub równoważny 5 licencji z pięcioletnim wsparciem technicznym 3. CATIA V5 , konfiguracja CAT+MCE+FPE – lub równoważny 1 licencja komercyjna z pięcioletnim wsparciem technicznym. I. SZKOLENIA II. Szkolenie z oprogramowania oferowanego z punktu 1 : 10 dni dla grupy 5-8 osób w Rzeszowie z zakresu obejmującego zakupione moduły.
2	Laboratorium Zastosowań Systemów Informatycznych w Diagnostyce (Pracownia informatyki medycznej)	Sprzęt i oprogramowanie
3	Laboratorium Materiałów Kompozytowych i Polimerowych dla potrzeb lotnictwa	Urządzenie do pomiaru przewodnictwa cieplnego materiałów polimerowych.
4	Laboratorium Materiałów Kompozytowych i Polimerowych dla potrzeb lotnictwa	Aparatura do badań elektrycznych właściwości kompozytów polimerowych (oporność powierzchniowa, skrośna, ocena właściwości antyelektrostatycznych).
5	Laboratorium Materiałów Kompozytowych i Polimerowych dla potrzeb lotnictwa	Digestoria laboratoryjne 2 szt. z instalacją nawiewno-wywiewną.
6	Laboratorium Materiałów Kompozytowych i Polimerowych dla potrzeb lotnictwa	Przyrząd do optycznych pomiarów porowatości materiałów.

Numer części (zadania)	Termin wykonania liczony od daty zawarcia umowy	Terminy gwarancji	Kody CPV
1	3 miesiące	Minimum 24 miesiące	48000000-8 Pakiety oprogramowana i

			systemy informatyczne
2	3 miesiące	Minimum 24 miesiące	38500000-0 Aparatura kontrolna i badawcza
3	3 miesiące	Minimum 24 miesiące	38540000-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa
4	3 miesiące	Minimum 24 miesiące	38540000-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa
5	3 miesiące	Minimum 24 miesiące	39180000-7 Meble laboratoryjne
6	3 miesiące	Minimum 24 miesiące	38540000-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa

Numer części (zadania)	Termin wykonania liczony od daty zawarcia umowy
1	3 miesiące
2	3 miesiące
3	3 miesiące
4	3 miesiące
5	3 miesiące
6	3 miesiące

ZADANIE 1
Termin realizacji 3 miesiące
Gwarancja minimum 24 miesiące od protokolarnego odbioru.

48000000-8. Pakiety oprogramowania i systemy informatyczne

Laboratorium Komputerowego Wspomagania Badań i Projektowania Konstrukcji Lotniczych i Alternatywnych – Odnawialnych Źródeł Energii
Pracownia Projektowania Konstrukcji Lotniczych Alternatywnych – Odnawialnych Źródeł Energii

I . OPROGRAMOWANIE (niżej wymienione oprogramowanie będzie wykorzystywane do prowadzenia badań, nie będą na nim wykonywane prace o charakterze komercyjnym)

4. Ansys Academic Research - lub równoważny **5 licencji** z pięcioletnim wsparciem technicznym System obliczeniowy do analiz metodą objętości i elementów skończonych.

Funkcjonalność pakietu:

- możliwość tworzenie sparametryzowanej geometrii i modelu numerycznego (podział na elementy, warunki brzegowe i początkowe, obciążenia).
- import i naprawa gotowych modeli geometrycznych wraz z przeniesieniem cech (parametry - dwukierunkowa komunikacja, materiały i nazwy) bezpośrednio z następujących systemów CADowskich: Unigraphics, Solidworks, Solid Edge, Catia v5, CREO, One Space Designer oraz Inventor.
- Możliwość importu geometrii z formatów zewnętrznych takich jak: STEP, IGES, Parasolid, STL czy SAT
- zawiera wydajne narzędzia do generacji siatki umożliwiające szybkie zmiany geometrii poprzez zmianę parametrów.
- pozwala na zaawansowaną generację dowolnych typów siatek włączając w to siatki strukturalne hexahedralne.
- pozwala na edycję siatki w tym: automatyczną i ręczną edycję jakości elementów, pełna diagnostykę jakości siatki pod zadanymi kryteriami, łączenie różnych typów siatek,
- pozwala na przygotowanie odpowiedniej siatki do symulacji wytrzymałościowej, przepływów, explicit i elektromagnetycznej.
- posiada możliwość automatycznego wykrywania powierzchni kontaktujących się części modelu i narzędzie do diagnostyki ustawień kontaktu.
- zawiera postprocesor pozwalający na prezentację wyników, tworzenie obrazów oraz filmów ilustrujących efekt obliczeń z możliwością tworzenia automatycznych raportów w formacie HTML.
- posiada polski interfejs użytkownika
- posiada możliwość zaawansowanej definicji analiz przy użyciu własnych skryptów
- standardowo umożliwia obliczenia wieloprocesorowe i rozproszone na 4 rdzeniach. Posiada możliwość skalowalnej rozbudowy na większą ilość CPU.
- posiada możliwość wykorzystania do obliczeń kart GPU
- umożliwia użycie solwerów bezpośrednich i iteracyjnych
- ma możliwość prowadzenia analiz zmęczeniowych
- ma możliwość prowadzenia analiz mechaniki ciał sztywnych
- ma możliwość prowadzenia analiz przepływów
- posiada dwa niezależne solwery przepływowe
- pozwala na optymalizację parametryczną i probabilistyczną
- pozwala na parametryczny morphing siatek
- pozwala na import modeli numerycznych z takich systemów jak ANSYS, ABAQUS czy Nastran

System nie ma mieć ograniczeń jeśli chodzi o wielkość analizowanego modelu (liczba węzłów).
Dostawca oprogramowania musi zapewniać wsparcie techniczne w języku polskim

5. Ansys Academic CFD Turbo Tools – lub równoważny **5 licencji** z pięcioletnim wsparciem technicznym

Szczegółowe zestawienie dwu i trójwymiarowych analiz:

1. Analiza wytrzymałościowa - analiza pól odkształceń i naprężeń materiałów i konstrukcji z uwzględnieniem:
   -nieliniowości geometrycznych, efekty ‘Stress Stiffening’,‘Spin Softening’, ‘Follower Forces’, ‘Large Strain’, ‘Large Deflection’,

-nieliniowości materiałowych; modele sprężysto-plastyczne, hiperelastyczne, lepkoplastyczne, lepkosprężyste, anizotropowe modele plastyczności (Generalized Hill Potential Theory), materiały z pamięcią kształtu, Druckera – Pragera, Gursona, beton
-zagadnień dynamicznych (analiza modalna, harmoniczna, w stanie nieustalonym implicit, spektralna, PSD, uwzględnienie sił Coriolisa, wykresy Campbella)
- wyboczenia liniowego (wyznaczanie Eulerowskiej siły krytycznej) i nieliniowego (zachowanie się konstrukcji po utracie stateczności)
-zagadnień kontaktu (kontakt penalty i MPC, termiczny, elektryczny i magnetyczny, z tarciem i bez, powierzchnia-powierzchnia, węzeł – powierzchnia, węzeł- węzeł, belka – powierzchnia, belka - belka)
-delaminacji, pęknięć (wyznaczanie WIN i całki J)
-optymalizacji wielokryterialnej
- adaptacyjnego siatkowania
- submodelingu i cyklicznej symetrii
- element birth and death

2. Analiza termiczna dla stanów ustalonych oraz zmiennych w czasie uwzględniająca:
   -przewodność
   -konwekcję
   -promieniowanie
   -przemiany fazowe
   -wewnętrzne źródła ciepła
   -użycie uzyskanych pól temperatur jako obciążenia w analizie wytrzymałościowej

3. Analiza przepływów dla stanów ustalonych oraz zmiennych w czasie uwzględniająca:
   -płyny ściśliwe oraz nieściśliwe, newtonowskie oraz nienewtonowskie
   -przepływy laminarne i turbulentne
   -przepływ z powierzchnią swobodną
   -możliwość prowadzenia obliczeń rozproszonych: na wielu komputerach i/lub na wielu procesorach.
   -możliwość prowadzenia zaawansowanych analiz: maszyn wirnikowych, reakcji chemicznych, przepływów wielofazowych, zaawansowanych symulacji aerodynamicznych. Powinna istnieć możliwość powiązania w/w zjawisk.
   -możliwość bezpośredniego transferu wyników z symulacji przepływów jako obciążeń w analizie wytrzymałościowej.
   -możliwość symulacji spalania na wielu poziomach szczegółowości wraz z uwzględnieniem powstawiania termicznych NOx czy SOx. Program powinien posiadać wbudowaną bogatą bazę reakcji i materiałów.
   -możliwość dostosowania interfejsu programu do własnych wymagań.
   -możliwość połączenia symulacji przepływów z symulacjami wytrzymałościowymi (dwukierunkowa wymiana danych)
   -możliwość powiązania analizy CFD z analizą elektromagnetyczną (jedno i dwukierunkową) - możliwość automatycznej optymalizacji konstrukcji w oparciu o morphing siatki w kierunku redukcji oporów przepływu czy zmiany siły nośnej.
   - możliwość zadawania morphingu siatki w oparciu o definiowany ruch przy równoczesnym wykorzystaniu remeshingu
   - możliwość poprawy jakości siatki poprzez zamianę elementów tetrachedralnych na siatkę polyhedralną.

4. Analizy elektromagnetyczne:
   - elektrostatyka (obrazy pola elektrycznego, siły elektrostatyczne, obliczenia pojemności),
   - magnetostatyka, analiza harmoniczna i w stanie nieustalonym,

- analiza obwodów: oporniki, kondensatory, cewki indukcyjne, diody, transformatory, źródła prądu i napięcia,
- wysokoczęstotliwościowy elektromagnetyzm (propagacja energii elektromagnetycznej w przestrzeni lub dielektryku częstotliwości radiowe RF), analiza harmoniczna i w stanie nieustalonym,
- charakterystyka anteny, właściwy współczynnik pochłaniania SAR, powierzchnie selektywne częstotliwościowo FSS, przekroje radarów RCS.

5. Symulacje szybkozmiennych wysokonieliniowych zjawisk:

   Analizy typu explicit (Cash testy, wybuchy itp.), łącznie z powiązaniem tych analiz z analizami tylu implicit.
   Pozwala na symulację metodami Eulera, Lagranga i SPH. Oprogramowanie ma dostęp modele równania stanu: gaz idealny, liniowe, Mie-Gruneisen, wielomianowe, shock, expansion, Tillotson, Puff, dwu-fazowe, dla materiałów porowatych, Sesame, JWL, JWL-Miller, Lee-Tarver, Powder Burn
   Posiada także modele hipersprężyste: Neo-Hookean, Mooney-Rivlin, Yeoh, Ogden, Arruda-Boyce oraz modele wytrzymałościowe: hydro model, model sprężysty, model Von Mises, Johnson – Cook, kawałkowy JC, Zerilli-Armstrong, Steinberg-Guinan, Cowper-Symonds, umocnienie plastyczne, Drucker-Prager, MO Granular, Johnson-Holmquist, RHT Concrete, ortotropowe uplastycznienie, pianka zgniatana, lepkosprężysty, użytkownika. Modele ortotropowe, modele zniszczenia: izotropowy, kierunkowy, Johnson-Cook Fracture, Graddy Spall, ortotropowy, cumulative damage, Johnson-Holmquist, Stochastic Failure, Tsai-Hoffman-Hill i użytkownika.

6. Analiza pól sprzężonych (bezpośrednie sprzężenie oraz metodę transferu obciążeń):

   Rodzaje sprzężeń:
   - termika/wytrzymałość
   -elektromagnetyzm/termika, ektromagnetyzm/termika/wytrzymałość (grzanie indukcyjne, RF, chłodzenie Peltiera)
   - elektrostatyka/wytrzymałość (MEMS)
   - magnetyzm/wytrzymałość (solenoidy, maszyny elektromagnetyczne)
   - przepływ płynów/wytrzymałość
   - elektromagnetyzm/wytrzymałość/przepływy (systemy hydrauliczne, EFI)
   - akustyka/wytrzymałość (sonary, SAW)
   - piezoelektryki (mikrofony, sensory, aktuatory, rezonatory, przetworniki)
   - piezooporniki (akcelerometry, mierniki odkształcenia, czujniki ciśnienia)
   - termika/elektryczność (czujniki temperatury, generatory termoelektryczne)
   - elektryczność/termika/wytrzymałość/magnetyzm (IC, PCB, aktuatory MEMS)
   - przepływy/termika

6. CATIA V5 , konfiguracja CAT+MCE+FPE – lub równoważny **1 licencja** komercyjna z pięcioletnim wsparciem technicznym.

Modelowanie bryłowe. Budowanie złożonych elementów z prymitywów (sześcianów, walców, stożków itp.) z możliwością ich łączenia oraz zaawansowanego edytowania. Odpowiednio dostosowane narzędzia dla projektowania zaawansowanych struktur oraz przeprowadzania analizy technologiczności modeli.
Tworzenie złożonych modeli powierzchniowych z wykorzystaniem elementów geometrii krawędziowej i bryłowej. Narzędzia do projektowanie i wprowadzania poprawek

w istniejących modelach. Opcja projektowania hybrydowego dla powiązania elementów bryłowych z elementami powierzchniowymi, zarządzania nimi oraz edycji.
Tworzenie modeli powierzchniowych z wykorzystaniem elementów geometrii krawędziowej.
Generowanie dokumentacji od podstaw lub na bazie modelu 3D. Narzędzia do szkicowania, dodawania adnotacji, tekstów, generowania i zarządzania rzutami i przekrojami, analizowania rysunków. Łatwe wymiarowanie w trybie ręcznym lub automatycznym, nakładanie tolerancji wymiarowych i geometrycznych, generowanie list materiałowych BOM.
Narzędzia służące do analizy i generowania dokumentacji 2D. Importowanie oraz edycja rysunków z systemu CATIA V4.
Zapis i odczyt plików z rozszerzeniem IGES, DXF, DWG, CATIA V4/V5, STEP.
Budowanie złożeń wraz z funkcją symulacji ruchu elementów składowych w kontekście więzów. Wykrywanie kolizji i projektowanie kontekstowe z kontrolą asocjatywności.
Tworzenie fotorealistycznych widoków modeli 3D.
Narzędzia do automatyzacji procesów projektowych poprzez konstruowanie własnych reguł projektowych, reguł sprawdzających poprawność ustalonych parametrów, tworzenie szablonów konstrukcyjnych itp.
Eksport danych do postaci 3D XML, tworzenie dynamicznych wizualizacji produktu w formie graficznej reprezentacji pozbawionej historii tworzenia modeli.
Narzędzia umożliwiające współpracę grupy inżynierów nad projektem w tym samym czasie. Zdalne udostępnianie danych projektowych, prowadzenie interaktywnych konferencji połączonych ze zdalnym udostępnianiem pulpitu i wymiany informacji w formie chatu.
Specjalistyczne narzędzia do projektowania modeli cienkościennych wykonywanych z arkuszy metalowych. Możliwość budowania modeli w dedykowanym środowisku projektowym od podstaw oraz na podstawie zaimportowanych zaawansowanych modeli powierzchniowych, którym nadawana jest odpowiednia grubość. Możliwość importowania modeli bryłowych bez historii z możliwością dalszej ich edycji oraz sprawdzania poprawności zaprojektowanych modeli cienkościennych w kontekście możliwości wykonania fizycznego produktu.

Zautomatyzowane projektowanie konstrukcji spawanych. Szybkie i sprawne wstawianie wszelkich rodzajów spoin pomiędzy elementami konstrukcji. Opcje umożliwiające nadawanie powiązań pomiędzy poszczególnymi detalami oraz sprawdzanie zakresu ruchów w odniesieniu do wprowadzonych spoin oraz więzów.
Tworzenie złożonych modeli powierzchniowych z wykorzystaniem elementów geometrii krawędziowej i bryłowej. Narzędzia do modelowania i edycji powierzchni.
Modelowanie bryłowe wykorzystujące zaawansowane operacje edycyjne na bryłach, zawierające narzędzia umożliwiające analizę technologiczności modelu.
Narzędzia dedykowane do projektowania części odlewanych i wykonywanych z tworzyw sztucznych. Mechanizmy szybkiego zamodelowania detalu poprzez możliwość wstawienia kilku modyfikacji w jednej operacji.
Narzędzia do projektowania złożeń. Możliwość tworzenia zaawansowanych definicji złożeń, analiz stopni swobody, tworzenia i zarządzania scenami produktu, publikowania charakterystycznych elementów referencyjnych.
Narzędzia do przeprowadzania analiz strukturalnych produktu podczas fazy projektowania.
Narzędzia umożliwiające nakładanie siatki elementów skończonych, zbadanie stanu naprężeń, odkształceń, wyznaczenie ekstremów, przeprowadzanie animacji deformacji badanego elementu jak również szybkie generowanie raportów analizy do postaci html.
Narzędzia umożliwiające przeprowadzenie analiz MES na dowolnych złożeniach.

Narzędzia pozwalające na definiowanie rodzajów kontaktu pomiędzy badanymi częściami, symulowanie połączeń spawanych, wciskowych, śrubowych i wiele innych umożliwiających użytkownikowi zdefiniowanie ich według ściśle określonych kryteriów.
Możliwość dodawania części wirtualnych do analizy złożeń bez potrzeby ich projektowania.

II. SZKOLENIA

Szkolenie z oprogramowania oferowanego z punktu I. OPROGRAMOWANIE: 10 dni dla grupy 5-8 osób w Rzeszowie z zakresu obejmującego zakupione moduły.

ZADANIE 2
Termin realizacji 3 miesiące
Gwarancja minimum 24 miesiące od protokolarnego odbioru.

38500000-0. Aparatura kontrolna i badawcza

Sprzęt:
Zestaw czujników inercyjnych wraz z ich mocowaniem na ciało człowieka, pozwalających na bezprzewodową równoczesną rejestrację ruchów postępowych i obrotowych wszystkich segmentów ciała człowieka i ich położenia w przestrzeni 3D bez użycia dodatkowego zewnętrznego sprzętu, jak np. systemy optoelektroniczne (kamery optyczne, na podczerwień itp.) oraz bez potrzeby stosowania dodatkowych markerów na ciele badanej osoby. Pomiar za pomocą minimum 17 czujników.
Mocowanie i wielkość czujników nie mogą upośledzać ruchów badanego obiektu. W wyposażeniu urządzenia do bezprzewodowej komunikacji obiekt badany-komputer, akumulatory i ładowarki, okablowanie, pasy mocujące czujniki do ciała.
Oprogramowanie:
Oprogramowanie musi bazować na 23 segmentowym modelu człowieka, pozwalać na wizualizację w czasie rzeczywistym ruchów całego ciała człowieka, poszczególnych segmentów ciała i dodatkowych obiektów oraz zapis do późniejszej analizy wartości fizycznych: położenia XYZ, przyspieszeń liniowych i kątowych w trzech płaszczyznach ze wszystkich punktów pomiarowych. Oprogramowanie powinno działać w systemie Windows 8 lub Windows 7.
Wymagana jest bezpłatna aktualizacja oprogramowania co najmniej przez 24 miesiące od momentu dostawy.
Wymagana jest licencja na oprogramowanie nieograniczona w czasie.

Zasięg łączności bezprzewodowej zestawu w otwartej przestrzeni: min. 100m.
Częstotliwość zapisu min. 120Hz.
Czas pracy po naładowaniu akumulatorów minimum 3 godziny.
Dokładność minimum:
Orientacja 3D < 0,5 st.
Rozdzielczość 0,05 st.
Przyśpieszenia ±180 m/(s.s)
Zakres żyroskopowy 1200st/s

Temperatura pracy: - 20...+50 st.C
Wodoodporność: na pot i zachlapanie lub możliwość zabezpieczenia sprzętu przed wilgocią i zachlapaniem wodą.
Masa pojedynczego czujnika inercyjnego max.40g.
Wymagane certyfikaty: CE.

ZADANIE 3
Termin realizacji 3 miesiące
Gwarancja minimum 24 miesiące od protokolarnego odbioru.
Instruktaż

38.54.00.00-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa

Urządzenie do pomiaru przewodnictwa cieplnego materiałów polimerowych.
Przyrząd do pomiaru przewodnictwa cieplnego próbek z tworzyw polimerowych wykonanych z polimerów termoplastycznych, kompozytów polimerowych itp. w postaci płytek o wymiarach minimum 60x60 mm i grubości od 0,5 do 5 mm. Sterowanie urządzeniem za pomocą komputera PC wraz z monitorem i zainstalowanym programem

Dane techniczne przyrządu::

- zakres temperatury pomiaru: przynajmniej 0-100 ^{0}C
- dokładność pomiaru współczynnika przewodnictwa cieplnego (λ) nie gorsza niż ±4% dla testu wykonywanego w temperaturze pokojowej i wartości stosunku jej grubości do λ 2,5-15 x 10^{-3} m^2K/W:
- powtarzalność pomiaru λ (w temperaturze pokojowej) nie gorsza niż ± 1%
- maksymalny czas pomiaru λ - 1 h
- zasilanie prąd jednofazowy, 230 V.

ZADANIE 4
Termin realizacji 3 miesiące
Gwarancja minimum 24 miesiące od protokolarnego odbioru.
Instruktaż

38.54.00.00-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa

Aparatura do badań elektrycznych właściwości kompozytów polimerowych (oporność powierzchniowa, skrośna, ocena właściwości antyelektrostatycznych).

Aparatura do pomiarów rezystywności skrośnej i powierzchniowej oraz oceny oporu upływu tworzyw polimerowych . Pomiary wykonywane za pomocą tej aparatury powinny spełniać wymagania odpowiednich nrom: PN-EN 60674-1:2002, PN-88/E-04403, PN-88/E-04405 i PN-EN ISO 3915:2002.
Aparatura powinna zapewniać możliwość pomiaru rezystywności badanych próbek polimerowych o charakterze izolatorów od 10^{10}-10^{17} Ωm oraz próbek wykonanych z kompozycji przewodzących (<10^{2} Ωm).
Wymiary próbek do badań: krążki o średnicy 50 lub 100 mm i grubości 2-4 mm.
Możliwość doboru zakresu pomiarowego do rezystywności próbki.
Pomiar przy dwóch napięciach 230 i 500 V.
Stół przystosowany do zainstalowania na nim urządzeń.

Sterowanie aparatura za pomocą programu komputerowego zainstalowanego na komputerze PC

ZADANIE 5
Termin realizacji 3 miesiące
Gwarancja minimum 24 miesiące od protokolarnego odbioru.
Instruktaż

39180000-7. Meble laboratoryjne

Digestoria laboratoryjne 2 szt. z instalacją nawiewno-wywiewną.

2 digestoria o wymiarach: 1600x900x2200 mm, w tym przestrzeń robocza: 1400x700x1100. Pulpit roboczy wykonany z litej ceramiki lub płytek ceramicznych, spoinowane, odporne na żrące chemikalia. Wyposażenie w instalacje: elektryczną – min. 3 gniazda 230 V i oświetleniem wewnętrznym, wodociągową (2 kraniki) i studzienkę kanalizacyjną. Regulacja przepływu powietrza w funkcji otwarcia okna. Pod blatem roboczym umieszczone szafki z półkami do przechowywania drobnego sprzętu.

ZADANIE 6
Termin realizacji 3 miesiące
Gwarancja minimum 24 miesiące od protokolarnego odbioru.
Instruktaż

38.54.00.00-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa

Przyrząd do optycznych pomiarów porowatości materiałów.

Przyrząd wyposażony w mikroskop optyczny sprzężony z komputerem i program pozwalający na interpretację uzyskanych obrazów dla ilościowej oceny stopnia spienienia próbki poprzez obróbkę obrazu. Program powinien zapewniać również możliwość wielkości porów i statystycznego obliczenia rozkładu wielkości porów.