**Załącznik nr 2 do SWZ**

**Opis przedmiotu zamówienia**

1. Przedmiot zamówienia:

Przedmiotem zamówienia jest dostawa porozymetru rtęciowego do określania struktury porów w próbkach kompozytów budowlanych wraz z komorą nastołową oraz niezbędnymi akcesoriami, urządzeniem do akwizycji danych i oprogramowaniem dla Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej.

Zamówienie jest realizowane w ramach projektu pt. „Innowacyjne elementy nawierzchni peronów kolejowych z betonu fotokatalitycznego oczyszczającego powietrze” (BRIK-II/0035/2022).

1. Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia

Zamówienie obejmuje dostawę porozymetru rtęciowego wraz z komorą nastołową oraz niezbędnymi akcesoriami, urządzeniem do akwizycji danych i oprogramowaniem. Przedmiot zamówienia będzie spełniał wymagania sformułowane w tabeli 1.

Zamówienie będzie realizowane dla Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Zadaniem wykonawcy będzie dostarczenie na koszt własny porozymetru rtęciowego wraz z niezbędnymi akcesoriami, urządzeniem do akwizycji danych i oprogramowaniem do pomieszczenia zlokalizowanego w gmachu Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskie, a następnie uruchomienie urządzenia i zademonstrowanie poprawności jego działania, a także przeprowadzenie szkolenia z procedury obsługi urządzenia.

Przed dostarczeniem porozymetru Wykonawca będzie zobowiązany do dostarczenia oraz montażu komory nastołowej, spełniającej wymagania opisane w tabeli 1, we wskazanym przez Zamawiającego miejscu, tak żeby porozymetr rtęciowy wraz z akcesoriami mógł być ustawiony wewnątrz komory.

Wykonawca przeprowadzi szkolenie po uruchomieniu porozymetru dla przynajmniej 5 osób wskazanych przez Zamawiającego. Szkolenie musi obejmować co najmniej:

* procedurę obsługi urządzenia, w tym wykonywania pomiarów poszczególnych charakterystyk struktury porowatości;
* obsługi oprogramowania do sterowania i akwizycji danych;
* procedury rozpoznawania awarii, w tym przygotowanie i przedstawienie harmonogramu okresowych czynności obsługowych i konserwacyjnych;
* procedurę kalibracji urządzenia;
* inne zagadnienia zalecane przez producenta;

Akceptacja wykonania zamówienia nastąpi po dostarczeniu i montażu komory nastołowej oraz porozymetru rtęciowego wraz z akcesoriami, urządzeniem do akwizycji danych i niezbędnym oprogramowaniem, uruchomieniu urządzenia oraz zademonstrowaniu poprawności jego działania, a także przeprowadzeniu szkolenia z obsługi aparatury pomiarowej, co zostanie potwierdzone protokołem odbioru.

Tabela 1. Szczegółowe wymagania odnośnie podzespołów stanowiska

| Oznaczenie wymagania | Wymagania Minimalne |
| --- | --- |
| **Porozymetr rtęciowy** | |
| Ogólne | Fabrycznie nowy, nie demonstrowany wcześniej w żadnym laboratorium lub na pokazach i posiadający certyfikat CE. Rok produkcji: nie wcześniej niż 2022 r. |
| Dokumentacja | Zostanie przekazana przez Wykonawcę w dniu dostarczenia urządzenia i będzie obejmowała:   * pełną oryginalną dokumentację producenta z polskim tłumaczeniem, zawierającą: instrukcję działania, obsługi (zapobiegawczej i naprawczej), konserwacji, rysunki, schematy. Cała dokumentacja dostarczona w formie drukowanej, oprawiona w sposób zapobiegający zniszczeniu oraz w formie elektronicznej w formacie \*.pdf, lub \*.docx; * kartę gwarancyjną (od daty podpisania protokołu odbioru przedmiotu Zamówienia) wystawioną przez Wykonawcę w formie papierowej. |
| Funkcjonalność  1 | Urządzenie powinno umożliwiać pomiar: średnicy, dystrybucji makroporów i mezoporów w próbkach stałych i sproszkowanych, objętości porów z zastosowaniem intruzji i ekstruzji rtęci oraz rozmiaru cząstki w oparciu o model Mayer-Stove`a. |
| Funkcjonalność  2 | Zakres pomiarowy średnicy porów dla aparatu, co najmniej od 1100 µm do 0,0065 µm. |
| Funkcjonalność  3 | Wymagany zakres ciśnienia pracy, co najmniej w zakresie od 0,2 psia do 33 000 psi z dokładnością wskazania ciśnienia nie gorszą niż ± 0.11%. |
| Funkcjonalność  4 | Możliwość rejestracji co najmniej 2000 punktów pomiarowych. |
| Funkcjonalność  5 | Objętościowa dokładność pomiarowa dla intruzji rtęci: +/-1% objętości słupa celi pomiarowej. |
| Funkcjonalność  6 | Wymagana rozdzielczość odczytu objętości nie gorsza niż 0,03μL dla najmniejszej celi pomiarowej. |
| Funkcjonalność  7 | Urządzenie powinno zawierać, co najmniej 2 przetworniki ciśnienia w zakresie:  - co najmniej od 0.2 psi do 50 psi  - co najmniej od 20 psi do 33 000 psi  (lub zamiennie odpowiednie wartości w jednoskach MPa, Pa albo kPa) |
| Funkcjonalność 8 | Rozdzielczość odczytu ciśnienia nie gorsza niż 8 x 10-4 psi dla stacji pomiarowej. |
| Funkcjonalność  9 | Co najmniej dwa porty niskociśnieniowe i co najmniej jeden port wysokociśnieniowy. Porty nisko i wysokociśnieniowe rozdzielone i znajdujące się w tym samym urządzeniu. |
| Funkcjonalność  10 | Pomiary w stacjach niskiego ciśnienia powinny być wykonywane w pozycji poziomej penetrometru, aby zminimalizować naturalne ciśnienie w słupie kolumny z ciekłą rtęcią. |
| Funkcjonalność 11 | Porty niskiego ciśnienia schowane całkowicie wraz z trzonem przyłączeniowym w wewnętrznej szufladzie urządzenia lub w inny sposób zamykane w przedziale obudowy zewnętrznej w celu zmniejszenia ryzyka ew. zabrudzenia rtęcią przestrzeni zewnętrznej poza aparatem w czasie wymiany próbek. |
| Funkcjonalność 12 | Zwiększanie ciśnienia można prowadzić w urządzeniu w trybie ciągłego skanowania lub w trybie krokowym. Tryb ciągłego skanowania powinien obejmować stałą prędkość oraz automatyczna regulację szybkości zwiększania ciśnienia w odpowiedzi na objętość wtłoczonej i wyciągniętej za pomocą podciśnienia rtęci. Krokowy tryb zwiększania ciśnienia powinien obejmować wybierane przez użytkownika czasy równowagi z tabeli ciśnienia. |
| Funkcjonalność  13 | Urządzenie powinno posiadać możliwość odczytu wartości ciśnienia przynajmniej na portach niskiego ciśnienia bez użycia komputera (na obudowie aparatu). |
| Funkcjonalność  14 | Urządzenie powinno posiadać możliwość filtracji i recyrkulacji oleju w celu zmniejszenia zużycia i utylizacji oleju hydraulicznego. |
| Funkcjonalność  15 | Aparat wyposażony w układ hydrauliczny i zbiornik oleju montowany wewnątrz urządzenia z automatycznym usuwaniem powietrza z układu |
| Funkcjonalność  16 | Urządzenie powinno zapewniać możliwość użycia różnych naczyń pomiarowych możliwych do zamówienia u Wykonawcy (dedykowanych dla próbek stałych i próbek sypkich), o różnej średnicy kapilary i różnej objętości głowicy pomiarowej celem pełnego wykorzystania rozdzielczości pomiarowej aparatu w całym jego zakresie pracy. |
| Funkcjonalność  17 | Urządzenie powinno być wyposażone w zestaw dedykowanych penetrometrów (co najmniej 6 sztuk) do pomiarów porowatości materiałów sypkich, granulowanych oraz brył. Penetrometry na próbkę używane w urządzeniu powinny być wykonane z przezroczystego szkła, aby umożliwić łatwą obserwację trzonu naczynia w celu potwierdzenia prawidłowego wypełnienia rtęcią przestrzeni wewnętrznej i braku zanieczyszczania. Wymagane jest, aby w komplecie penetrometrów znajdowały się co najmniej 4 penetrometry z możliwością pomiaru próbek stałych o średnicy lub szerokości większej niż 14mm. |
| Wymiary i masa | Urządzenie o masie poniżej 200kg i poniżej 1,1m wysokości, przystosowane do instalacji w komorze nastołowej. |
| Bezpieczeństwo stosowania | Urządzenie powinno być wyposażone w następujące systemy bezpieczeństwa:  - zimna pułapka umożliwiająca łatwe uzupełnianie ciekłego azotu, zapobiegająca uwalnianiu się oparów rtęci do środowiska laboratoryjnego i zabezpieczająca układ próżniowy;  - przycisk awaryjnego zatrzymania dla komory wysokiego ciśnienia łatwo dostępny na obudowie urządzenia (niezależny od sterowania komputerem). |
| Ergonomia | Wymagana zamknięta konstrukcja stołowa porozymetru spełniająca wymagania BHP przy pracy z rtęcią, która pozwala na instalację urządzenia wewnątrz zamykanej komory nastołowej w laboratorium, na blacie roboczym o wysokości standardowej szafki laboratoryjnej, utrzymywanej w wentylowanym środowisku, dla wygodnej pracy operatora. |
| Gwarancja | Wykonawca udzieli co najmniej **24** miesięcznej gwarancji na urządzenie, liczonej od daty podpisania protokołu odbioru przedmiotu Zamówienia.  - Wszelkie koszty związane z realizacją gwarancji ponosi Wykonawca (robocizna i części zamienne);  - Faktyczną datę naprawy gwarancyjnej Wykonawca poświadcza w karcie gwarancyjnej;  - Zakres gwarancji musi obejmować, co najmniej wady fabryczne, konstrukcyjne i materiałowe urządzenia z wyłączeniem elementów zużywalnych lub szklanych naczyń pomiarowych;  - Wykonawca zapewni realizację świadczeń gwarancyjnych przez autoryzowany serwis gwarancyjny;  - Pracownicy serwisujący powinny posługiwać się biegle językiem polskim w kontaktach z Zamawiającym;  - Przez okres gwarancji Wykonawca zobowiązany jest do udzielania Zamawiającemu bezpłatnych konsultacji telefonicznych związanych z funkcjonalnością i eksploatacją urządzenia;  - W okresie gwarancji Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia co najmniej 2 przeglądów okresowych, świadczonych bezpłatnie, w zakresie przewidzianym dla porozymetru, w tym wymiany części zamiennych i materiałów eksploatacyjnych. |
| **Akcesoria do porozymetru rtęciowego** | |
| Ogólne | Wszystkie akcesoria fabrycznie nowe. Nie demonstrowane wcześniej w żadnym laboratorium lub na pokazach. |
| Akcesoria  1 | Co najmniej dwa wzorce porowatości, jeden dla zakresu mezoporów i jeden dla zakresu makroporów. |
| Akcesoria  2 | Pompa próżniowa z możliwością montażu poza obudową i w pewnej odległości od porozymetru. |
| Akcesoria  3 | Zdejmowana dolna metalowa podstawa (na której można ustawić aparat) z kanałem serwisowym typu rynienka lub kratka odpływowa, dającym w razie potrzeby możliwość łatwego usunięcia ewentualnych zanieczyszczeń rtęci podczas demontażu próbek. |
| Akcesoria  4 | Zestaw zapasowych elementów urządzenia, w tym: co najmniej dwa zapasowe naczynia pomiarowe do próbek stałych i sypkich, co najmniej jedna zapasowa pułapka rtęciowa oraz co najmniej dwie zapasowe igły do ściągania nadmiaru rtęci z kapilar. |
| Akcesoria  5 | Smar silikonowy do uszczelnień, co najmniej 2 opakowania. |
| Akcesoria  6 | 7 kg rtęci do wykonywania pomiarów. Rtęć powinna spełniać wymagania formułowane przez producenta porozymetru. |
| **Urządzenie do akwizycji danych wraz z oprogramowaniem** | |
| Urządzenie | Komputer przenośny typu laptop, o parametrach min. 16GB RAM, Dysk SSD min. 256GB, wraz z systemem operacyjnym MS Windows 10 (64 bit) lub Windows 11. Komputer powinien być fabrycznie nowy, nieużywany wcześniej oraz posiadać **co najmniej 24 miesięczną gwarancję**, obejmującą wady fabryczne, konstrukcyjne i materiałowe. Rok produkcji nie wcześniej niż 2022 r. |
| Oprogramowanie  1 | Oprogramowanie będzie umożliwiało sterowanie porozymetrem oraz zapisywanie wyników z portów nisko i wysokociśnieniowego w jednym pliku. Wymagana dożywotnia licencja wielostanowiskowa z możliwością instalacji na nieograniczonej liczbie komputerów. |
| Oprogramowanie  2 | Oprogramowanie będzie umożliwiało obróbkę i zbieranie danych pomiarowych z porozymetru oraz powinno prawidłowo funkcjonować w środowisku Windows 10 lub nowszym. |
| Oprogramowanie  3 | Oprogramowanie będzie umożliwiało obliczanie gęstości objętościowej kompozytów budowlanych oraz będzie umożliwiało nakładanie krzywych porozymetrycznych z różnych eksperymentów, w celu porównania wyników i określania trendu. |
| Oprogramowanie  4 | Interfejs oprogramowania powinien być w napisany w języku polskim lub angielskim. |
| **Komora nastołowa** | |
| Ogólne | Komora nastołowa wraz z blatem roboczym oraz stelażem powinna być nowa, wcześniej nieużywana. |
| Wymiary | Komora będzie miała około 1,7 m wysokości oraz co najmniej 1,6 m szerokości |
| Blat roboczy | Komora zostanie dostarczona wraz z pasującym do niej blatem roboczym i stelażem, umożliwiającym umieszczenie porozymetru na wysokości ok. 80-90 cm nad podłogą. Stacje pomiarowe w aparacie po zainstalowaniu urządzenia w komorze na blacie nie powinny być wyżej jak 130cm od powierzchni podłogi dla swobodnej obsługi. Nośność blatu roboczego wraz ze stelażem powinna przekraczać masę porozymetru z co najmniej 25 kg zapasem. |
| Komora | Komora nastołowa będzie wentylowana oraz powinna posiadać: przesuwne drzwi otwierane ku górze, zapewniające swobodny dostęp do porozymetru. Komora powinna być wyposażona również w czujnik przepływu i wentylator dla zapewnienia odprowadzenia oparów rtęci z otoczenia aparatu lub zostać przystosowana do podłączenia do istniejącego systemu wentylacji w pomieszczeniu Zamawiającego |
| Gwarancja | Komora nastołowa wraz z blatem roboczym i stelażem będzie objęta **co najmniej 12 miesięczną gwarancją**, obejmującą wady fabryczne, konstrukcyjne i materiałowe |