

## **Opis przedmiotu zamówienia**

### **System do pomiarów metodą małąkątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego do instalacji w stacji końcowej linii SMAUG**

Zakup jest realizowany w ramach projektu inwestycyjnego *Budowa linii pomiarowej do badań z użyciem małąkątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego* finansowanego przez MEiN (IA/SP/564156/2023).

## **Spis treści**

1. Informacje ogólne .....	3
2. NCPS SOLARIS i linia badawcza SMAUG .....	3
3. Ogólna specyfikacja zakresu zamówienia .....	4
4. Parametry techniczne, którymi ma się charakteryzować dostarczany system SAXS .....	6
4.1. Źródło promieniowania .....	6
4.1.1. Źródło stacjonarne .....	6
4.1.2. Źródło promieniowania synchrotronowego – podstawowe parametry wiązki promieniowania synchrotronowego dostarczanej przez NCPS .....	7
4.2. Podstawowe parametry techniczne systemu SAXS (stacji końcowej) .....	8
4.2.1. Moduł optyki typu Bonse-Hart .....	9
4.2.2. Komora pomiarowa i statywy na próbki .....	10
4.3. Detektory promieniowania .....	11
4.3.1. Detektor główny SAXS .....	11
4.3.2. Detektor pomocniczy – WAXS .....	12
4.4. Moduł ekspozycyjny i kuwety pomiarowe oraz autosampler dla próbek ciekłych .....	13
4.5. Pozostałe moduły pomiarowe .....	15
4.6. Oprogramowanie do sterowania i analizy danych .....	16
4.7. Komputery do sterowania systemem pomiarowym i analizy danych .....	17
4.8. Integracja z systemem optycznym linii SMAUG .....	18
4.9. Pozostałe wymagane parametry i warunki techniczne .....	19
4.10. Lokalizacja systemu w hali pomiarowej .....	19

4.11.	Pozycjonowanie systemu.....	20
5.	Dodatkowe warunki realizacji zamówienia .....	21
5.1.	Infrastruktura IT .....	21
5.2.	Systemy bezpieczeństwa PSS (zabezpieczenia PLC) .....	21
5.3.	Systemy wody chłodzącej i sprężonego powietrza .....	22
5.3.1.	<i>Woda chłodząca</i> .....	22
5.3.2.	<i>Sprężone powietrze</i> .....	22
5.4.	Zasilanie .....	23
5.5.	Harmonogram (projekt, produkcja, dostawa) .....	23
5.7.	Proponowany zakres testów odbiorczych (SAT, FAT) .....	26
5.8.	Pakowanie, dostawa i instalacja .....	26
6.	Dokumentacja dostarczona przez Wykonawcę .....	27
7.	Wykaz załączników .....	28

## 1. Informacje ogólne

Przedmiotem postępowania przetargowego jest wykonanie systemu do badań małokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (*small angle X-ray scattering* - SAXS), który ma docelowo służyć jako stacja końcowa synchrotronowej linii SMAUG, jego dostawa i instalacja w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS, uruchomienie go ze stacjonarnymi źródłami promieniowania rentgenowskiego oraz następnie integracja tego systemu SAXS jako stacji końcowej z systemem synchrotronowym (linią transferową promieniowania synchrotronowego) oraz uruchomienie do pracy z promieniowaniem synchrotronowym wraz z przeszkoleniem zespołu w zakresie obsługi i serwisu.

### Wykaz stosowanych skrótów:

PDR (ang. *preliminary design review*) - wstępna weryfikacja projektu

FDR (ang. *final design review*) - końcowa weryfikacja projektu

FAT (ang. *factory acceptance test/tests*) - fabryczne testy odbiorcze

SAT (ang. *site acceptance test/tests*) - testy odbiorcze na miejscu (w NCPS SOLARIS)

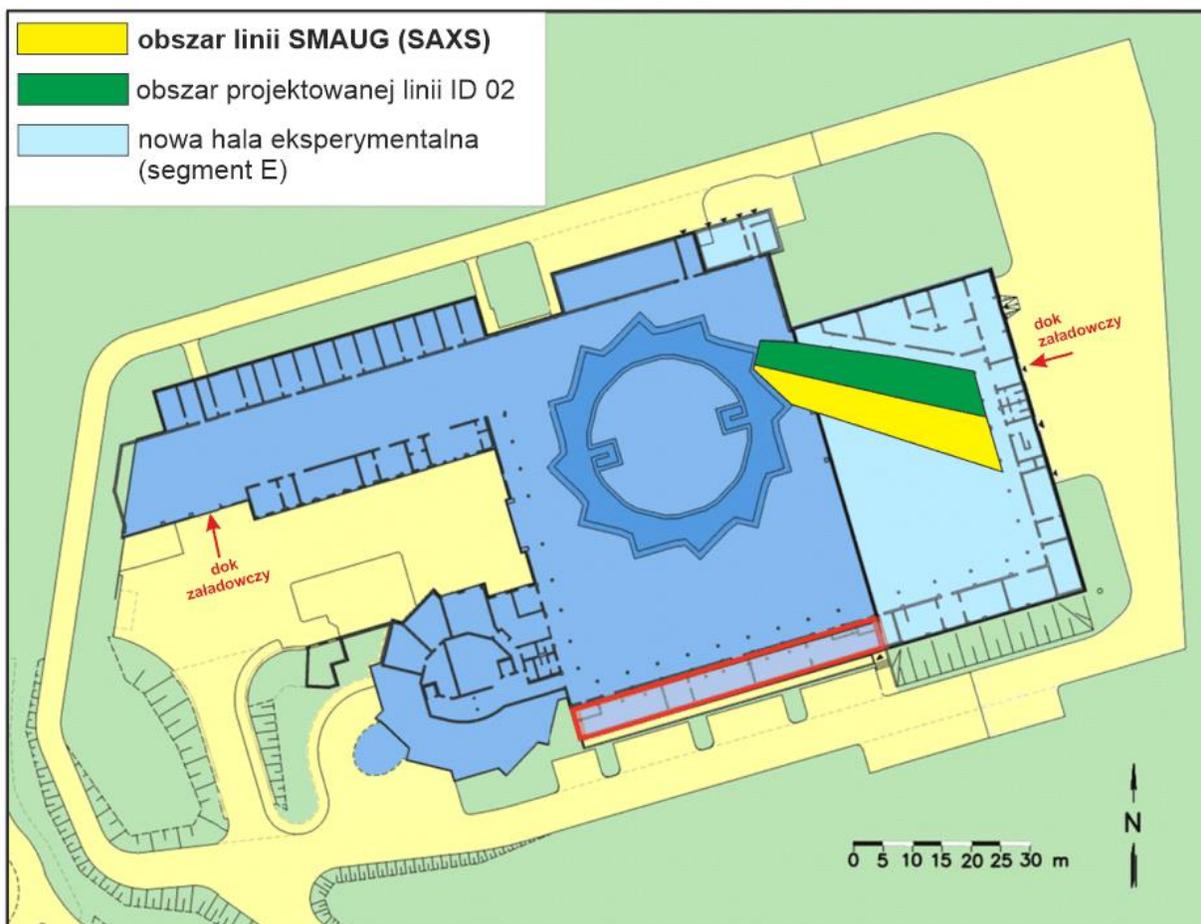
BM (ang. *bending magnet*) - magnes zakrzywiający

SDD (ang. *sample to detector distance*) – odległość próbka-detektor.

## 2. NCPS SOLARIS i linia badawcza SMAUG

Linia do badań małokątowego rozpraszania promieniowania synchrotronowego (SAXS) SMAUG konstruowana jest w ramach projektu koordynowanego przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ale zlokalizowana jest w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w Krakowie (NCPS SOLARIS). Synchrotron SOLARIS jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego 3 generacji bazującym na pierścieniu akumulacyjnym o energii 1,5 GeV. Charakteryzuje się on małą emitancją (6 nm·rad), a maksymalny prąd wiązki elektronów wynosi 500 mA. Struktura magnetyczna pierścienia akumulacyjnego składa się z 12 identycznych „sektorów” achromatycznych (ang. Double-Bend Achromat – DBA), z których każdy jest wykonany na bazie jednego, żelaznego bloku. Zaprojektowano dwanaście sekcji prostych, każda długości 3335 mm. Dziesięć z nich jest dostępna dla różnego rodzaju urządzeń wstawkowych (ang. *insertion devices*) generujących promieniowanie elektromagnetyczne. Linia SMAUG będzie wykorzystywała promieniowanie

uzyskiwane z magnesu zakrzywiającego i zlokalizowana jest w nowej części hali eksperymentalnej NCPS SOLARIS (rys. 1). Szczegółowe parametry źródła BM opisane zostały w załączniku SOURCE-1.



Rysunek 1. Schematyczna reprezentacja ośrodka NCPS SOLARIS wraz z zaznaczonym obszarem w hali pomiarowej zarezerwowanym na potrzeby linii badawczej SMAUG (żółty wielokąt) oraz dokami załadowczymi umożliwiającymi dostawę komponentów.

### 3. Ogólna specyfikacja zakresu zamówienia

System do małokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (SAXS), który ma zostać zakupiony w ramach niniejszego przetargu, ma cechować się możliwościami prowadzenia

pomiarów rozpraszania promieniowania rentgenowskiego w różnych konfiguracjach geometrycznych i różnych warunkach środowiskowych. System powinien nadawać się do bezpośredniego połączenia z sekcją optyki rentgenowskiej linii synchrotronowej SMAUG, która będzie głównym źródłem promieniowania, powinien posiadać pomocnicze źródła promieniowania rentgenowskiego (lampy rentgenowskie z anodami wykonanymi z Cu i Mo) oraz system kolimacji optycznej, próżniową komorę do badań próbek z możliwością pomiaru w powietrzu. Poza tym system ten powinien być wyposażony w zestaw uchwyty próbek i komór próbek do badań w warunkach niestandardowych, przystawek do badań specjalistycznych, detektorów promieniowania rentgenowskiego, odpowiednich uchwyty detektora, systemu chłodzenia/grzania, systemu próżniowego, pełnej infrastruktury do wytwarzania próżni w układzie (pompy próżniowe, zawory, manometry itp.), systemu filtrów (jeżeli są konieczne), komputerów sterujących i analizujących dane, a także niezbędnego oprogramowania do sterowania systemem, akwizycji danych, przetwarzania danych i analizy oraz zestawu części zamiennych (przynajmniej na okres 2 lat pracy systemu). **System w momencie instalacji (realizacja pierwszego etapu zamówienia) musi posiadać pełne możliwości pomiarowe z wykorzystaniem źródeł stacjonarnych (generatory z lampami rentgenowskimi z mikroogniskiem i anodami Cu i Mo).**

**Dostawca będzie zobowiązany w pierwszym etapie** do instalacji dostarczonego systemu SAXS w oparciu o źródła stacjonarne, sprawdzenie poprawnego działania stacji pomiarowej ze źródłami stacjonarnymi ze specyfikacją dostarczoną przez Zamawiającego, **a następnie w drugim etapie** (po oddaniu do użytku sektora optyki linii SMAUG) do integracji z infrastrukturą optyczną linii SMAUG oraz sprawdzenia poprawnej integracji stacji pomiarowej ze źródłem promieniowania synchrotronowego zgodnie ze specyfikacją dostarczoną przez Zamawiającego.

Dostawca urządzenia będzie zobowiązany do jego uruchomienia zgodnie z udzielonym tej jednostce zezwoleniem na uruchamianie urządzeń tego typu (Ustawa z dn. 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe ([Dz.U. z 2023 poz. 1173](#)) oraz aktualne RRM). Dostawca przekaże kopię dokumentów złożonych do Państwowej Agencji Atomistyki w celu uzyskania ww. zezwolenia.

## 4. Parametry techniczne, którymi ma się charakteryzować dostarczany system SAXS

System do badań rozpraszania promieniowania rentgenowskiego, który jest przedmiotem zamówienia ma docelowo służyć jako stacja końcowa linii SMAUG i być wykorzystywany do badań najróżniejszych układów biologicznych (białka, kwasy nukleinowe, lipidy w roztworze itp.) - bioSAXS, pomiarów próbek szerokiej gamy materiałów obejmującej zarówno układy ciekłe (np. nanocząstki w roztworach, polimery, ciekłe kryształy itp.), żele, jak i ciała stałe (polimery, kompozyty polimerowe, sita molekularne itp.).

### 4.1. Źródło promieniowania

System będzie wykorzystywany w **dwóch trybach pomiarowych** determinowanych przez wybór źródła promieniowania.

**Pierwszy tryb** obejmuje pracę z wykorzystaniem 2 źródeł stacjonarnych (laboratoryjnych) przeznaczonych do badań przed integracją stacji końcowej z synchrotronem SOLARIS oraz w okresach, gdy ze względów technicznych (okresy przestoju serwisowego) pierścień synchrotronu jest wyłączony.

**Drugi tryb pomiarowy** zakłada wykorzystanie promieniowania synchrotronowego dostarczanego do linii SAXS z magnesu zakrzywiającego BM02 SOLARIS za pośrednictwem optyki linii SMAUG.

#### 4.1.1. Źródło stacjonarne

Dostarczany system SAXS musi posiadać źródło stacjonarne promieniowania rentgenowskiego, składające się przynajmniej z dwóch niezależnych lamp rentgenowskich zintegrowanych z odpowiednim generatorem lub generatorami i systemem optycznym, które pozwolą na pracę systemu w sytuacji, gdy nie będzie dostarczane promieniowanie synchrotronowe.

Źródło promieniowania rentgenowskiego to lampa rentgenowska z mikroogniskiem punktowym o rozmiarze  $\leq 50 \mu\text{m}$  i mocy  $P: 30 \text{ W} \leq P \leq 50 \text{ W}$ , połączona z dedykowaną optyką rentgenowską

2D zapewniającą monochromatyczne promieniowanie Cu K $\alpha$  i Mo K $\alpha$  wykorzystujące pojedyncze odbicie w celu uzyskania wyższej wydajności.

Źródło powinno cechować się następującymi parametrami generowanego strumienia fotonów:

- w przypadku promieniowania Cu K $\alpha$  całkowity strumień fotonów promieniowania rentgenowskiego padający na próbkę musi być większy niż 450 000 000 ph/s (liczba fotonów/sekunda),
- oraz większy niż 10 000 000 ph/s (liczba fotonów/sekunda) padających na próbkę dla promieniowania Mo K $\alpha$ .

#### ***4.1.2. Źródło promieniowania synchrotronowego – podstawowe parametry wiązki promieniowania synchrotronowego dostarczanej przez NCPS***

Źródłem promieniowania synchrotronowego dla systemu do badań małokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego przeznaczonego dla stacji końcowej linii SMAUG jest magnes zakrzywiający pierścienia akumulacyjnego w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS zlokalizowany w sekcji BM02. Szczegółowe parametry źródła opisane zostały w załączniku SOURCE-1, natomiast oczekiwane parametry wiązki promieniowania synchrotronowego, skupionej i skolimowanej w układzie optyki linii SMAUG, zawarto w załączniku SOURCE-2.

Zamawiający oczekuje, że Wykonawca po zakończeniu konstrukcji części optycznej linii SMAUG podłączy stację końcową do źródła promieniowania synchrotronowego. Przewidywany termin integracji to pierwsze półrocze 2026 roku (około 24 miesiące od podpisania kontraktu). Równoległe do przetargu na stację końcową prowadzony będzie przetarg na wykonanie części optycznej linii SMAUG. Zamawiający udostępni Wykonawcy wszystkie wymagane dane techniczne projektowanej optyki rentgenowskiej linii SMAUG, w szczególności wysokość wiązki od posadzki hali w miejscu integracji i parametry strumienia fotonów (średnica, intensywność). Zamawiający dopuszcza jednak 6-miesięczne przesunięcie terminu w związku z koniecznością oddania do użytku sektora optycznego linii SMAUG (w przypadku problemów technicznych). Na potrzeby podłączenia na etapie konstrukcji sekcji optyki rentgenowskiej linii SMAUG wykonane

zostanie okno berylowe lub podobne, spełniające parametry transmisji promieniowania zdefiniowane przez Zamawiającego na potrzeby odrębnego przetargu na sektor optyczny linii SMAUG, stanowiące zakończenie linii transferowej promieniowania synchrotronowego z sekcji optycznej. Schemat ideowy sekcji optycznej linii SMAUG przedstawiony jest w załączniku – SOURCE-2.

## 4.2. Podstawowe parametry techniczne systemu SAXS (stacji końcowej)

Zamawiający wymaga aby układ SAXS cechował się zawartymi poniżej następującymi minimalnymi parametrami technicznymi.

Oczekiwana rozdzielczość i pokrywany zakres wektora rozpraszania powinien wynosić:

- $Q_{\min} \leq 0,009 \text{ nm}^{-1}$ ,  $\Delta Q_{\text{pixel}} \leq 0,002 \text{ nm}^{-1}$  (wartość tą należy podać na podstawie fizycznego rozmiaru piksela proponowanego detektora), gdzie  $Q = \frac{4\pi}{\lambda} \sin \theta$ , a  $2\theta$  jest kątem rozpraszania.
- $Q_{\max} \geq 45 \text{ nm}^{-1}$ . **Wartości Q wyliczone dla Cu K $\alpha$ .**

System kolimacji musi składać się z przynajmniej 2 nierozpraszających (ang. scatterless), zmotoryzowanych szczelin (ang. slits), które zapewniają ciągłą zmianę apertury w zakresie od  $\sim 150 \mu\text{m}$  do  $\sim 2 \text{ mm}$  w każdym kierunku.

System SAXS powinien cechować się możliwością prowadzenia eksperymentów bez użycia tłumika (osłabiacza) wiązki jako zintegrowaną w pełni funkcją systemu. Ma ona zapewniać pomiary bezwzględnego natężenia wiązki za pomocą bezpośredniego pomiaru transmisji wiązki przez próbkę (zamiast półtransparentnego tłumika wiązki). Detektor musi być wyposażony w zmotoryzowane okno ochronne, które może być automatycznie opuszczane i podnoszone przed detektorem, co rozumie się jako możliwość usuwania okna podczas pomiaru w warunkach SAXS lub możliwość ochrony detektora, gdy jest to wymagane. Okno ochronne może być zintegrowane z detektorem lub być zaimplementowane w inny sposób pozwalający na uzyskanie wymaganych funkcji ochrony detektora. Wykorzystanie pomiaru transmisji wiązki przez próbkę przy użyciu

półtransparentnego tłumika wiązki powinno też być przewidziane dla promieniowania synchrotronowego.

System SAXS powinien posiadać możliwość wykonywania automatycznych pomiarów SAXS bez wyłączania wiązki promieniowania i z bezpośrednią detekcją rozproszenia wiązki (pomiar bez tłumika wiązki pierwotnej – „beam stop”) w konfiguracji ze źródłami stacjonarnymi. W konfiguracji roboczej opcja automatycznych pomiarów SAXS z wykorzystaniem wiązki promieniowania synchrotronowego powinna być wprowadzona możliwość wykonywania pomiarów z tłumikiem wiązki pierwotnej („beam stop”). Wykorzystanie tłumika w przypadku pomiarów z użyciem promieniowania synchrotronowego ma uchronić detektor przed uszkodzeniem.

**System SAXS musi też być dostarczony wraz z pełnym zestawem urządzeń pomocniczych (pomp próżniowych, systemów chłodzenia/grzania itp.) niezbędnych do poprawnego działania systemu.**

#### **4.2.1. Moduł optyki typu Bonse-Hart**

Układ SAXS ma mieć też możliwość pomiaru próbek o mikrometrycznych wymiarach cząstek, dlatego wymagane jest zainstalowanie w nim modułu optyki typu Bonse-Hart (w konfiguracji oferowanej w przetargu). Moduł optyki typu Bonse-Hart ma być w pełni zautomatyzowany do pomiarów w zakresie USAXS (*ultra small angle X-ray scattering*). Moduł powinien składać się z czteroodbiciowego monochromatora krzemowego (płaszczyzna kryształu Si (111)) pierwotnego oraz analizatora zlokalizowanego przed detektorem tworzącego układ typu Bonse-Hart (w trybie detektora 0D) zwiększając rozdzielczość systemu SAXS do wartości  $Q_{\min} \leq 0,0015 \text{ nm}^{-1}$ , **Wartości Q wyliczone dla Cu K $\alpha$** . Moduł optyki typu Bonse-Hart ma umożliwić pomiar cząstek o wielkości do  $2,5 \mu\text{m}$  i zapewniać automatyczny ciągły pomiar w zakresie USAXS/SAXS/WAXS (*Wide Angle X-ray Scattering*) do wartości wektora rozpraszania  $Q_{\max} = 49 \text{ nm}^{-1}$ . Moduł Bonse-Hart powinien być w razie potrzeby demontowany przez użytkownika lub mieć możliwość automatycznego wysuwania z osi wiązki promieniowania podczas pomiarów nie wymagających jego użycia.

#### ***4.2.2. Komora pomiarowa i statywy na próbki***

Komora pomiarowa systemu SAXS powinien zapewniać odpowiednią przestrzeń do instalacji dedykowanych lub konstruowanych przez użytkownika statywów na próbki lub przystawek pomiarowych.

Komora pomiarowa powinna posiadać objętość co najmniej 80 litrów i mieć możliwość automatycznego wykrywania pozycji próbek, uchwytów i przystawek/komór pomiarowych.

Konstrukcja komory musi uwzględniać możliwość instalacji detektora pomocniczego WAXS o matrycy do 500 000 pikseli.

- Zmotoryzowany statyw na próbki wzdłuż 2 osi prostopadłych do osi propagacji wiązki rentgenowskiej (wzdłuż osi X i Z) do analizy i skanowania wielu próbek. Statyw musi zapewniać instalowanie, przemieszczenie i pozycjonowanie uchwytów na wiele próbek ciekłych, kapilar, proszków, żeli, ciał stałych (co najmniej 15) do pomiarów SAXS/WAXS.
- Wszystkie zaoferowane rodzaje uchwytów próbek lub przystawek muszą być pozycjonowane automatycznie i sterowane z poziomu oprogramowania kontrolującego pomiary.

Układ pomiarowy, który jest obiektem niniejszej procedury przetargowej, musi zapewnić wykonywania pomiarów z próbką w powietrzu i z minimalną ścieżką powietrzną (< 150 mm), dla pomiarów w geometrii SAXS i WAXS.

- System musi mieć możliwość redukcji (tłumienia) promieniowania kosmicznego w celu uzyskania niskiego poziomu szumów. Wpływ promieniowania kosmicznego musi być korygowany przez oprogramowanie, a nie za pomocą wysokoenergetycznego dyskryminatora detektora, tak aby nie miało to wpływu na szybkość zliczania fotonów promieniowania rentgenowskiego przez detektor.

System pomiarowy powinien zostać wyposażony, na potrzeby badań z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego, w półprzezroczysty tłumik wiązki pierwotnej (ang. semitransparent beam stop) w oparciu o diodę typu PIN (ang. P-type, Intrinsic, N-type semiconductor).

### 4.3. Detektory promieniowania

**Detektory promieniowania zastosowane w zamawianym systemie SAXS dostosowane muszą być do badań z wykorzystaniem zarówno promieniowania synchrotronowego bez osłabienia wiązki pierwotnej (dopuszczalna jest instalacja beam-stopu) jak i promieniowania uzyskiwanego ze źródeł stacjonarnych (Mo  $K\alpha$  i Cu  $K\alpha$ ).** Strumień fotonów dla wiązki promieniowania synchrotronowego będzie miał intensywność około  $10^{12}$  fotonów/sekundę przy rozmiarze poprzecznym wiązki w obu kierunkach od około 100 do 150  $\mu\text{m}$ .

#### 4.3.1. Detektor główny SAXS

Wraz z systemem pomiarowym powinien zostać dostarczony zintegrowany z nim detektor SAXS. Detektor ten powinien spełniać wymogi detektora półprzewodnikowego typu *hybrid single photon counting detector* o rozmiarze pojedynczego piksela 75  $\mu\text{m}$  lub mniejszej oparty na matrycy krzemowej o grubości min, 450  $\mu\text{m}$ . Wymagana technologia referencyjna detektora: Dectris Eiger2 albo nowsza lub równoważna). Oczekiwana rozdzielczość detektora to przynajmniej 4 000 000 pikseli (4M). Detektor musi być zdolny do pracy zarówno ze źródłami stacjonarnymi z anodą miedziową i molibdenową jak i wiązką promieniowania synchrotronowego bez jej dodatkowego osłabiania w zakresie energii stosowanego promieniowania od 6 keV do 14 keV. Detektor powinien być nowy i nie starszy niż 10 miesięcy.

Jedynym dopuszczalnym sposobem osłabiania wiązki promieniowania synchrotronowego jest tłumik wiązki pierwotnej („beam stop”) zlokalizowany w centrum detektora. Szczegółowe parametry technologiczne synchrotronu SOLARIS zawarto w załączniku SOURCE-1, a szczegółowe parametry wiązki promieniowania formowanej w systemie optycznym, SMAUG i padającej na próbkę zawarto w Załączniku SOURCE-2.

Detektor zainstalowany w systemie SAXS powinien być zmotoryzowany wzdłuż 2 osi prostopadłych do osi propagacji wiązki rentgenowskiej (wzdłuż osi X i Z), aby uzyskać obszar zbierania fotonów  $> 200 \times 200 \text{ mm}^2$ .

System musi być wyposażony w zmotoryzowany hybrydowy detektor pomiaru fotonów z bezpośrednią konwersją danych rentgenowskich zamontowany na zmotoryzowanym statywie wzdłuż osi wiązki (Y) w celu automatycznej zmiany odległości próbki od detektora (ang. sample to detector distance – SDD) w zakresie przynajmniej od **SDD  $\leq$  4500 mm do SDD  $\geq$  42,5 mm**.

Detektor musi posiadać niezbędny system sterowania i akwizycji danych, zintegrowany z oprogramowaniem sterującym pomiarami. Dopuszczalna ilość martwych pikseli poniżej 0,03%. Niedopuszczalna jest kumulacja martwych pikseli w pojedynczym obszarze detektora, która w jakikolwiek sposób wpływać będzie na parametry systemu. Detektor musi posiadać wszystkie wymagane systemy kalibracji własnej oraz chłodzenia.

#### **4.3.2. Detektor pomocniczy – WAXS**

Detektor WAXS przeznaczony jest do badań dynamicznych z możliwością jednoczesnego wykonywania pomiarów GISAXS i GIWAXS lub jednoczesnego SAXS i 2D WAXS. Detektor musi być zmotoryzowany, aby przemieszczać się wzdłuż 1/8 sfery Ewalda wyśrodkowanej na pozycji pomiarowej próbki w celu zebrania danych rozpraszania w płaszczyźnie i poza płaszczyzną w zakresie  $Q \Rightarrow > 57 \text{ nm}^{-1}$  dla anizotropii. Detektor WAXS musi być ruchomy, zmotoryzowany i automatycznie przemieszczany poza komorę pomiarową do pozycji bezpiecznej (parkingowej), tak aby nie zakłócał działania głównego detektora dla 2D SAXS/WAXS/GISAXS/GIWAXS, co znaczy, że nie powinien ograniczać SDD osiągalnego za pomocą głównego detektora. Nie może być wymagane przenoszenie detektora z komory w celu przeprowadzenia innych eksperymentów rozpraszania (SAXS/WAXS/USAXS). Detektor WAXS powinien być hybrydowym detektorem zliczającym fotony typu 2D z bezpośrednią detekcją promieniowania rentgenowskiego (wymagana technologia referencyjna: Dectris Eiger2 albo

nowsza lub równoważna) z co najmniej 500 tys. pikseli, o fizycznym rozmiarze piksela 75  $\mu\text{m}$  lub mniejszym.

Detektor musi posiadać niezbędny system sterowania i akwizycji danych, zintegrowany z oprogramowaniem sterującym pomiarami. Dopuszczalna ilość martwych pikseli poniżej 0,03%. Niedopuszczalna jest kumulacja martwych pikseli w pojedynczym obszarze detektora, która w jakikolwiek sposób wpływać będzie na parametry systemu. Detektor musi posiadać wszystkie wymagane systemy kalibracji własnej oraz chłodzenia.

#### **4.4. Moduł ekspozycyjny i kuwety pomiarowe oraz autosampler dla próbek ciekłych**

System SAXS będzie wykorzystywany do badań szerokiej gamy próbek ciekłych (roztworów białek, kwasów nukleinowych itp.), dlatego konieczne jest dobranie odpowiedniego modułu ekspozycyjnego, który pozwoli na automatyzację tych pomiarów oraz łatwe czyszczenie i konserwację. System SAXS powinien więc posiadać następujące komponenty.

- Kuweta pomiarowa do pomiarów SAXS próbek ciekłych w małych objętościach, zdolna do pomiarów próbek o objętości do 5  $\mu\text{L}$  (roztwory białek i innych makromolekuł lub cenne próbki). Powinna posiadać możliwość podłączenia spektrometru UV-VIS w celu pomiaru stężenia w miejscu pomiaru próbki (ekspozycji promieniowania rentgenowskiego).
- Kuweta lub kuwety pomiarowe typu przepływowego kapilarne i niskoszumowe (low-noise cell).
- Badania prowadzone za systemie SAXS przewidują wykorzystanie go do weryfikacji próbek z eksperymentów mikrofluidycznych (realizowanych niezależnie przez użytkowników na systemach zewnętrznych) dlatego komora pomiarowa do próbek ciekłych powinna umożliwiać ręczne wprowadzanie próbek uzyskiwanych w systemach mikrofluidycznych. Komora powinna więc gwarantować kontrolowany manualne wstrzykiwanie próbki za pomocą strzykawki.

- Dedykowana cela do próbek ciekłych umożliwiająca bezpośrednie wstrzyknięcie próbki za pomocą pipety do celi pomiarowej, bez przerywania próżni, przy minimalnym transferze z końca pipety, aby zapewnić minimalną utratę próbki i zminimalizować efekty napięcia powierzchniowego dla próbek o wysokiej zawartości białka i środków powierzchniowo czynnych. Układ ten musi być wyposażony w zautomatyzowanym systemie wprowadzania próbek za pomocą systemu robotycznego.
  
- Robot do pipetowania z bezpośrednim wprowadzaniem próbki do kuwety pomiarowej, w poniższej konfiguracji:
  - ❖ Automatycznie sterowane ramię robota.
  - ❖ Dwie tacki/płytki z 96 dołkami.
  - ❖ Zmniejszone zużycie próbki do 10  $\mu\text{L}$  (lub mniejszej objętości).
  - ❖ Stosowanie jednorazowych końcówek do pipet zapobiegające zanieczyszczeniu kuwety ekspozycyjnej.
  - ❖ Tacki z termostatowanymi płytkami 96-dołkowymi (wymagany zakres temperaturowy przynajmniej od +4 °C do + 60 °C).
  - ❖ Automatyczne czyszczenie i suszenie kuwety ekspozycyjnej (możliwość wykorzystania 3 środków czyszczących).
  - ❖ Szybkie przejście do pomiarów próbek wewnątrz komory (bez konieczności demontowania kuwety pomiarowej ani robota).
  
- Cela na próbki ciekłe powinna również być wyposażona w zautomatyzowany system pompowania połączony z monitorowaniem wizyjnym, który zapewnia automatyczne wyrównanie próbki w celi pomiarowej, a także ciągłą kontrolę położenia próbki podczas pomiaru oraz przepływ próbki podczas pomiaru aby zredukować uszkodzenia radiacyjne.
  
- Zawór SEC-SAXS – system musi być wyposażony w specjalny zawór zapewniający możliwość przeprowadzenia eksperymentów typu chromatografia wykluczenia (ang. Size Exclusion Chromatography SEC) i możliwości podłączenia do wysokosprawnego

chromatografu cieczowego (ang. High Performance Liquid Chromatography - HPLC) przy użyciu przyłączy chromatograficznych i zaworu SEC-SAXS.

- Kamera do monitorowania pomiaru wewnątrz komory i/lub w kuwecie. System powinien posiadać możliwość wizualizacji próbek podczas pomiarów

#### 4.5. Pozostałe moduły pomiarowe

- Stolik do pomiarów GISAXS ( ang. *grazing incidence small angle X-ray scattering*) z regulacją kąta padania wiązki promieniowania (omega) w zakresie od  $-3^\circ$  do  $+5^\circ$  z rozdzielczością  $0.002^\circ$  lub lepszą. Moduł powinien być przystosowane do analizy różnych próbek (zróżnicowana konsystencja) o średnicy holdera co najmniej 60 mm. Stolik do pomiarów GI SAXS powinien też być wyposażony w dodatkowy stopień obrotu Phi wokół osi pionowej w zakresie od  $-91^\circ$  do  $+91^\circ$  do analizy tekstury i anizotropii rozpraszania. Rozdzielczość w zakresie kąta Phi  $0.01^\circ$  lub lepsza.
- Uchwyt (stolik) do pomiarów wysokotemperaturowych dostosowany do badań w warunkach próżni ciał stałych, kapilar, cienkich warstw i możliwości pracy w zakresie SAXS/WAXS/GISAXS. Powinien mieć możliwość pracy w zakresie temperatur przynajmniej od  $-150^\circ\text{C}$  do  $+350^\circ\text{C}$ . Uchwyt powinien być dostarczony w zestawie razem z układem chłodzenia ciekłym azotem i dostosowanym zbiornikiem typu Dewara.
- Stolik (uchwyt) na próbki do pomiarów z ogrzewaniem/chłodzeniem wielu próbek przy użyciu modułu Peltiera zdolny do pracy w próżni w zakresie temperatur przynajmniej od  $-30^\circ\text{C}$  do  $+150^\circ\text{C}$ . Moduł ten musi być dostosowany do badań ciał stałych, proszków, kapilar i przystosowany do obsługi co najmniej 8 próbek każdego typu.
- Cella pomiarowa RheoSAXS – kompaktowa cela ścinająca (typ kuwety), przeznaczona do symultanicznych pomiarów reologicznych i SAXS (reoSAXS), zapewniająca pomiar osiowy oraz styczny. Oczekiwany zakres temperatur wynosi przynajmniej od  $+10^\circ\text{C}$  do  $+65^\circ\text{C}$ . Zakres szybkości ścinania powinien wynosić przynajmniej od  $0,2\text{ s}^{-1}$  do  $1020\text{ s}^{-1}$ .

Stała szczelina 1 mm pomiędzy cylindrem a wewnętrzną powierzchnią wirnika. Tryb pracy: w trybie kontrolowanej prędkości obrotowej (CR) i oscylacji. Tuleja i zewnętrzny wirnik cylindra powinny być wykonane z poliwęglanu zapewniające transmisję promieniowania rentgenowskiego i niskie rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego. Cella powinna być dostosowana do pracy w powietrzu.

- Przystawka do testów mechanicznych (rozciągania) pracujący w zakresie temperatur -150°C do +350°C i wysokim zakresie sił 0-600N (rozdzielczość 0,01 N), niskim zakresie sił 0-2 N (z rozdzielczością  $10^{-5}$  N).
- Komora do badań z wykorzystaniem opcji pomiarów symultanicznych metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) i rozpraszania promieniowania rentgenowskiego w pojedynczej komórce i pełną kontrolowaną regulacją temperatury (zakres skanowania temperatury) w zakresie przynajmniej od -150°C do +600 °C i tempie zmiany temperatury przynajmniej 100 °C/minutę.

#### **4.6. Oprogramowanie do sterowania i analizy danych**

System SAXS dostarczony powinien być razem z pełnym oprogramowaniem umożliwiającym sterowanie systemem i wszystkimi dostarczonymi jego komponentami, wykonywaniem pomiarów i obróbką wyników.

W szczególności Zamawiający wymaga aby oprogramowanie dostarczone razem z systemem pozwalało na sterowanie wszystkimi elementami składowymi systemu, takimi jak: migawka (ang. shutter) źródła, szczeliny, stoliki próbek, robot do próbek ciekłych, układ kontroli próżni, układ kontroli temperatury, położenie detektora, wszystkie funkcjonalności detektora (zbieranie danych, transfer danych itp.), zbieranie danych i inne funkcjonalności.

Oprogramowanie powinno uwzględniać zmianę długości fali przez użytkownika (lub operatora linii) w zakresie energetycznym przewidzianym dla linii SMAUG – od 6 keV do 13 keV. Funkcja ta musi być przewidziana w modzie sterującym, najpóźniej na etapie integracji stacji końcowej z wiązką promieniowania synchrotronowego. Zmiana długości fali będzie realizowana z poziomu

oprogramowania własnego linii SMAUG. Informacja o długości fali może być transferowana automatycznie do oprogramowania stacji końcowej (systemu SAXS będącego przedmiotem postępowania) lub wprowadzana manualnie. Ten aspekt powinien zostać ustalony podczas spotkania FDR.

Poza tym oprogramowanie musi posiadać interfejs graficzny do przetwarzania danych umożliwiający wizualizację danych pomiarowych i ich wstępne przetwarzanie on-line (obrazów 2D) podczas akwizycji. Oprogramowanie powinno także oferować wyświetlanie na żywo bieżących pomiarów jako obrazów 2D i 1D, a także posiadać podstawowe narzędzia do przetwarzania obrazu w celu utworzenia odpowiednich modyfikacji obrazów 1D jak i obejmować przetwarzanie danych 2D, takie jak, korygowanie obrazu GIWAXS (projekcja sferyczna Ewalda) i wyświetlanie obrazów 2D w różnych współrzędnych definiowanych przez użytkownika umożliwia obsługę standardowych funkcji pomiarowych lub niestandardowych makr, które można zaprogramować wraz z dokumentacją oprogramowania (podręcznik użytkownika).

System powinien także być wyposażony w dedykowane oprogramowanie do wykonywania podstawowych funkcji analizy danych, takich jak np. automatyczne wyszukiwanie pików, dopasowanie współczynnika kształtu, wyznaczanie rozkładu wielkości cząstek, obliczanie powierzchni właściwej, obliczanie stopnia krystaliczności, określanie parametrów struktury lamelarniej itp. Dane 1D powinny być kompatybilne do dalszego przetwarzania danych z otwartym oprogramowaniem analitycznym SASFit, ATSAS, SASView i IRENA.

#### **4.7. Komputery do sterowania systemem pomiarowym i analizy danych**

System powinien zostać dostarczony razem z zestawem przynajmniej 3 komputerów: komputer sterujący pomiarami (1 szt.), komputer magazynujący dane (1 szt.) i komputer przeznaczony do zaawansowanej obróbki danych (1 szt.).

**2 komputery** do sterowania pomiarami i magazynowania powinny zostać dobrane adekwatnie do wymogów systemu pomiarowego, przy czym wymagane jest aby cechowały się minimalnymi parametrami:

- Procesor: przynajmniej Intel® Core™ i7-13700 lub równoważny

- Pamięć minimum 32 GB DDR5-4 400MHz (UDIMM)
- Pozostałe parametry:
- Dyski:
  - 1-wszy - SSD przynajmniej 1 TB, M.2 2280, OB M.2 SSD G4
  - 2-gi HDD - przynajmniej 2 TB 7200 rpm
- 2 x Karta Ethernet Ethernet Intel I210-T1 PCIe 1 Gb/s
- Karta graficzna zintegrowana
- Zasilacz przynajmniej 500W
- System operacyjny: Linux Ubuntu
- 2x Monitor: 27" 4K UHD LCD IPS Monitor 16:9 3840 x 2160

**Komputer do obróbki i analizy danych** powinien cechować się parametrami nie gorszymi niż przykładowy system poniżej:

- Procesor: AMD Threadripper PRO 2024, 24-Core 3.80 GHz AMD Threadripper Pro 5965WX (lub równoważny)
- System chłodzenia procesora: Liquid Cooling System (CPU; extra stability and low noise)
- Pamięć RAM: 256 GB (4 x 64 GB 3200 MHz DDR4 ECC/REG)
- GPU Support: 1 GPU-Ready for 1x RTX 4090/4080 (1200W power supply) (lub układ równoważny)
- System operacyjny: Linux Ubuntu
- Karta graficzna: NVIDIA RTX 4090 24 GB (lub równoważna)
- dysk SSD (system operacyjny, aplikacje): 15.36 TB PCI-E 4.0 NVMe SSD
- dyski HDD: 2 x 22 TB HDD
- Network: 802.11ac WiFi + Bluetooth + 10 Gigabit Ethernet (built-in)
- Monitor: 32" 4K UHD LCD IPS Monitor 16:9 3840 x 2160 (or equivalent)
- Gwarancja/wsparcie: Lifetime Expert Care & 3 Year Warranty.

#### **4.8. Integracja z systemem optycznym linii SMAUG**

System SAXS po instalacji w NCPS SOLARIS w początkowym okresie (ok 18 miesięcy) pracować będzie wyłącznie z wykorzystaniem źródeł stacjonarnych. W tym okresie instalowana

będzie sekcja optyczna i linia transferu promieniowania synchrotronowego. **Zamawiający wymaga aby Wykonawca po zakończeniu instalacji sektora optyki rentgenowskiej linii SMAUG dokonał integracji systemu SAXS z optyką linii.**

Integracja obejmuje również odpowiednie modyfikacje oprogramowania jeżeli takie będą konieczne aby zachować wszystkie wymagane funkcjonalności.

**Zamawiający wymaga aby w procesie integracji zachować optymalne parametry wiązki promieniowania synchrotronowego dostarczanego z sekcji optycznej.** Wykonawca powinien więc przewidzieć odpowiednie parametry szczelin (przesłon) kolimujących o ile szczeliny dostarczane rutynowo z systemem będą wymagały modyfikacji aby dopasować je do wiązki promieniowania opisanej w załączniku SOURCE-2.

#### **4.9. Pozostałe wymagane parametry i warunki techniczne**

Urządzenie musi być fabrycznie nowe, jak również wszystkie jego komponenty pozyskane od dostawców zewnętrznych.

Gwarancja – 24 miesiące na całe urządzenie z wyłączeniem detektorów, komputerów i źródeł rentgenowskich dostarczonych z urządzeniem, na które gwarancja musi wynosić 36 miesięcy. Gwarancja liczona jest od momentu uruchomienia systemu ze źródłami stacjonarnymi (zakończenie I etapu).

**Przewidywany termin dostawy i instalacji urządzenia – 7 miesięcy od podpisania umowy.**

**Urządzenie musi zostać połączone z linią synchrotronową SOLCRYS w przeciągu 18 miesięcy od momentu jego zainstalowania oraz musi gwarantować poprawną pracę z tego typu źródłem promieniowania.**

Zamawiający dopuszcza przedłużenie etapu integracji o dodatkowe 6 miesięcy w związku z realizowanym równoległym projektem budowy części optycznej linii SMAUG.

#### **4.10. Lokalizacja systemu w hali pomiarowej**

Proponowaną lokalizację systemu SAXS w pomieszczeniu stacji końcowej przedstawiono na rysunku 2 oraz załącznikach MECH1-SMAUG i MECH2-SMAUG. System SAXS zgodnie z poniższym rysunkiem zostanie zainstalowany w klatce pomiarowej stacji końcowej.



Wraz z dostawą urządzeń Wykonawca dostarcza dokumentację konieczną do wykonania pozycjonowania systemu w tym informację o położeniu punktów referencyjnych względem osi wiązki (dokumentacja z fidualizacji), sprawdzoną podczas testów FAT (pomiarach poprodukcyjnych) (szczegóły - Załącznik ALIGN1).

Zamawiający wskazuje, że pozycjonowanie urządzenia w hali pomiarowej wykonają pracownicy Wykonawcy w współpracy z zespołem SOLARIS na podstawie dokumentacji dostarczonej przez Wykonawcę (testy FAT).

## **5. Dodatkowe warunki realizacji zamówienia**

### **5.1. Infrastruktura IT**

Wykonawca dostarczy wytyczne dotyczące wymaganej infrastruktury IT – w szczególności wymagania dotyczące potencjalnej lokalizacji przyłączy do sieci LAN. Lokalizacja musi być uzgodniona z Zamawiającym i zespołem NCPS SOLARIS na etapie uzgodnień projektu (PDR, FDR).

### **5.2. Systemy bezpieczeństwa PSS (zabezpieczenia PLC)**

Stosowane w NCPS SOLARIS systemy bezpieczeństwa PSSPLC dzielą się na dwa podsystemy: PSS Synchrotronu oraz PSS linii eksperymentalnej. System ochrony urządzeń (ang. Machine Protection System – MPS) oraz System ochrony ludzi (system ochrony ludności (ang. Personal Safety System – PSS) zostały zaprojektowane po to, aby chronić personel i użytkowników przed promieniowaniem jonizującym, poprzez kontrolowanie dostępu do wyznaczonych terenów i zatrzymanie pracy synchrotronu w przypadku zaistnienia sytuacji niebezpiecznej. Bazuje ono na sterownikach PLC (programmable logic controllers), zawiera elementy niezawodne, bezpieczne w razie uszkodzenia, redundantne i zróżnicowane (szczególnie najbardziej krytyczne części).

Wykonawca dostarczy wytyczne do projektu systemów bezpieczeństwa, jeżeli konieczna będzie integracja systemu SAXS z nimi. Wszystkie wytyczne do projektu powinny być dostarczone w okresie do 2 miesięcy od zaakceptowania projektu całości (FDR).

Po otrzymaniu obliczeń radiologicznych oraz projektu osłon dla ww. systemu w konfiguracji jako oddzielna stacja końcowa jak również w przypadku integracji ze światłem synchrotronowym zostanie podjęta decyzja o budowie klatki radiacyjnej, jak i integracji z istniejącym w NCPS Solaris systemem PSS.

Jeżeli system SAXS nie będzie w konfiguracji jako stacja końcowa wymagał instalacji zintegrowanego systemu PSS konieczne jest przedstawienie odpowiedniej dokumentacji wskazującej na spełnienie norm radiologicznych itp.

W sytuacji, gdy konieczna będzie integracja z systemem PLC, Wykonawca dostarczy wykaz tych urządzeń, które wymagają podłączenia do systemów PLC, a w szczególności schematy połączeń elektrycznych dedykowanych interfejsów i złącz zewnętrznych, wymagane parametry prądowe, napięciowe itd.

Preferowanymi urządzeniami obsługiwanymi przez systemy bezpieczeństwa PLC, są te, które akceptują 24 VDC jako standardowe napięcie na zewnętrznych interfejsach wejściowo-wyjściowych.

### **5.3. Systemy wody chłodzącej i sprężonego powietrza**

#### **5.3.1. Woda chłodząca**

Dostawca zobowiązany jest przestrzegać wymagań NCPS SOLARIS dotyczących standardów wody chłodzącej, opisanych w załączniku WAT-CW1.

Wykonawca powinien przedstawić wymagania systemu SAXS w zakresie wykorzystania instalacji wody chłodzącej, o ile przewiduje jej wykorzystanie podczas realizacji zlecenia. Dane te powinny zostać przedstawione najpóźniej podczas spotkania PDR aby możliwe było ich uwzględnienie na etapie projektowania klatki radiacyjnej dla stacji końcowej.

#### **5.3.2. Sprężone powietrze**

Wykonawca powinien przedstawić wymagania systemu SAXS w zakresie wykorzystania instalacji sprężonego powietrza (pobór ciągły, chwilowy pobór maksymalny). Dane te powinny

zostać przedstawione najpóźniej podczas spotkania PDR aby możliwe było ich uwzględnienie na etapie projektowania klatki dla stacji końcowej.

Dostawca zobowiązany jest przestrzegać wymagań NCPS SOLARIS dotyczących standardów sprężonego powietrza, opisanych w załączniku WAT-CA1.

## **5.4. Zasilanie**

Zamawiający zapewnia zasilanie w energię elektryczną o napięciu 230/400V i częstotliwości 50Hz.

Do podłączenia urządzeń należy wykorzystać wtyk 16A typu E dla napięcia 230V oraz wtyk CEE 32A 5P dla napięcia 400V. Ze względu na niewielkie odległości od źródła zasilania na obiekcie, wszelkie zabezpieczenia nadprądowe powinny mieć wytrzymałość zwarciovą na poziomie 10kA.

## **5.5. Harmonogram (projekt, produkcja, dostawa)**

Wykonawca przedstawi szczegółowy harmonogram wszystkich działań opisanych w niniejszej specyfikacji i dostarczy go w ciągu jednego miesiąca od daty podpisania Umowy.

- a) Harmonogram zawiera kluczowe daty poszczególnych etapów (projekty, testy, dostawy) i ma stanowić ogólny przegląd procesów projektowania i produkcji oraz pozwolić na uzyskanie szybkiej informacji o postępach w realizacji projektu.
- b) Harmonogram powinien zawierać daty i sposób dostawy dla wszystkich elementów, które mają być dostarczane przez Zamawiającego.
- c) Harmonogram powinien zawierać daty/okresy spotkań, wizyt na miejscu etc.
- d) Harmonogram powinien zawierać terminy dostarczenia dokumentacji przed poszczególnymi etapami.

Tabela 1. Zestawienie głównych etapów projektu.

Etapy		Elementy niezbędne do uznania etapu za zakończony	Terminy zakończenia etapu
<b>Etap 1</b>			
1.1	Spotkanie startowe/video konferencja	Harmonogram realizacji projektu	Do 2 tygodni od podpisania kontraktu
1.2	PDR (Przegląd projektu wstępnego)	Wykonawca powinien zidentyfikować wszystkie kwestie techniczne i proponowane rozwiązania techniczne.	6 tygodni od podpisania kontraktu
1.3	FDR (Przegląd projektu końcowego)	Zakończenie szczegółowego projektu. Akceptacja FDR przez Zamawiającego, zgoda na produkcję.	10 tygodni od podpisania kontraktu
1.4	FAT (Odbiór techniczny, testy fabryczne u Wykonawcy)	Uzgodnione testy powinny zostać wykonane przez Wykonawcę i zatwierdzone przez Zamawiającego.	23 tygodnie od podpisania kontraktu
1.5	Dostawa komponentów stacji końcowej	Elementy powinny być dostarczone pod wskazany adres i sprawdzone pod kątem ewentualnych uszkodzeń.	6 miesięcy od podpisania kontraktu
1.6	Instalacja stacji końcowej, SAT (testy odbiorcze "na miejscu") oraz szkolenie	Uzgodnione testy powinny zostać wykonane przez Zamawiającego pod nadzorem Wykonawcy (jeśli wymagane) i dostarczone urządzenia powinny przejść pomyślnie wszystkie testy. Personel zostanie przeszkolony przez Wykonawcę w zakresie właściwego utrzymania i bezpiecznej eksploatacji dostarczonego sprzętu.	7 miesięcy od podpisania kontraktu na instalację ze źródłami laboratoryjnymi (bez wiązki promieniowania synchrotronowego)
<b>Etap 2</b>			
2.1	Integracja stacji końcowej z linią, (testy odbiorcze "na miejscu" z wiązką promieniowania synchrotronowego)	Uzgodnione testy powinny zostać wykonane przez Zamawiającego pod nadzorem Wykonawcy (jeśli wymagane) i zintegrowane urządzenie powinno przejść pomyślnie wszystkie testy.	25 miesięcy od podpisania kontraktu. <b>Zamawiający dopuszcza przesunięcie integracji o 6 miesięcy z uwagi na konieczność</b>

			<b>ukończenia sektora optycznego</b>
--	--	--	--------------------------------------

## 5.6. Zatwierdzanie etapów realizacji

### Projekt wstępny powinien zawierać:

- Wstępne wytyczne do schematu systemu chłodzenia dla wszystkich elementów wymagających chłodzenia wodnego.
- Wstępne wytyczne niezbędne do schematu systemu sprężonego powietrza.
- Wstępne wytyczne dla klatki eksperymentalnej od strony funkcjonalnej (ograniczenia konstrukcyjne związane z lokalizacją komponentów i procesem instalacji, ograniczenia dla infrastruktury, wymagane połączenia elektryczne i IT).
- Wstępne wytyczne dla systemów bezpieczeństwa (PSS), o ile system wymaga ich wprowadzenia. Dokumentacja radiologiczna potwierdzająca brak konieczności instalacji PSS o system nie wymaga ich wprowadzenia.

### Projekt końcowy powinien zawierać:

- Szczegółowe wytyczne do schematu systemu chłodzenia dla wszystkich elementów wymagających chłodzenia wodnego lub akceptację przedstawionego wcześniej przez Zamawiającego schematu.
- Szczegółowe wytyczne do schematu systemu sprężonego powietrza lub akceptację przedstawionego wcześniej przez Zamawiającego schematu.
- Szczegółowe wytyczne dla klatki eksperymentalnej od strony funkcjonalnej (ograniczenia konstrukcyjne związane z lokalizacją komponentów i procesem instalacji, ograniczenia dla infrastruktury, wymagane połączenia elektryczne i IT) lub akceptację przedstawionego wcześniej przez Zamawiającego schematu.
- Wszystkie niezbędne informacje dla projektu systemów bezpieczeństwa linii
- Zakresy prac instalacyjnych dla obu stron.

## 5.7. Proponowany zakres testów odbiorczych (SAT, FAT)

Zakresy FAT i SAT zostaną uzgodnione na spotkaniu startowym lub najpóźniej na spotkaniu w sprawie PDR. Zamawiający przewiduje udział członków zespołu linii SMAUG w wybranych testach fabrycznych oraz testach odbiorczych

Proponowane testy odbiorcze u Wykonawcy (FAT)

- testy stabilności wiązki,
- testy mechaniczne robota,
- testy kontrolne detektorów,
- pomiary testowe na wzorcach Wykonawcy,
- testy wszystkich ruchomych komponentów system (mechaniki detektorów, przystawek, uchwytów próbek itp.).

Proponowane testy odbiorcze w NCPS SOLARIS (SAT) – po instalacji systemu ze źródłami laboratoryjnymi

- testy stabilności wiązki,
- testy mechaniczne robota,
- testy mechaniczne wszystkich ruchomych podzespołów systemu (mechanika detektora, przystawek i uchwytów próbek itp.),
- pomiary testowe (proponowane wzorce: woda, albumina wołowa (BSA) oraz standardy walidacyjne Wykonawcy dostarczone z urządzeniem LaB6, glassy carbon). Odpowiednie standardy do testów modułu GI SAXS i modułu DSC zostaną wybrane na FDR.

## 5.8. Pakowanie, dostawa i instalacja

System zostanie dostarczony przez Wykonawcę na wyznaczone przez Zamawiającego miejsce instalacji. Miejscem docelowym dostawy i instalacji jest hala eksperymentalna Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS, ul. Czerwone Maki 98, 30-392 Kraków, gdzie ma zostać przeprowadzony montaż. Wszystkie podzespoły systemu SAXS dla stacji końcowej linii SMAUG muszą zostać odpowiednio wyekspediowane, tak by nie zostały uszkodzone i zabrudzone w czasie transportu. Należy zapewnić odpowiednie opakowanie i ochronę podczas transportu. Z uwagi na wewnętrzne regulacje w NCPS SOLARIS, dostęp do hali

zapewniony jest poprzez dok załadowczy, dlatego należy zapewnić, aby transportowane podzespoły były sztywne, zapakowane w skrzynie lub inne opakowania gwarantujące bezpieczeństwo oraz by istniała możliwość ich podnoszenia za pomocą wózka widłowego oraz suwnicy bez narażania ich na uszkodzenie. W hali eksperymentalnej dostępna jest suwnica o nośności 8 ton. Wykonawca powinien oszacować wymaganą na składowanie i częściowy montaż elementów systemu powierzchnię roboczą w hali.

## **6. Dokumentacja dostarczona przez Wykonawcę**

Dokumentacja niezbędna do zatwierdzenia etapów projektu (np. PDR, FDR, FAT, SAT) powinna być przedłożona wystarczająco wcześniej.

Dokumentacja wszystkich zamontowanych podzespołów systemu SAXS będącego głównym elementem stacji końcowej powinna obejmować co najmniej:

- dokument odbiorczy dotyczący wszystkich dostarczonych urządzeń obejmujący ich numery seryjne, daty dostarczenia, nazwy producentów podane na podstawie kodu rysunku podzespołu oraz dokument odbioru wszystkich dostarczonych kabli.
- Karty gwarancyjne dotyczące wszystkich dostarczonych urządzeń do NCPS SOLARIS.
- Opis parametrów technicznych regularnego serwisu i konserwacji dostarczanego systemu. Wykonawca dostarczy podręcznik (procedury montażu, demontażu, konserwacji i serwisowania systemu). Koszt całej dokumentacji zostanie uwzględniony w umowie.
- Instrukcja obsługi systemu w języku polskim i angielskim.
- Pliki instalacyjne oprogramowania do sterowania systemem SAXS, pomiarami i analizy danych. Wykonawca powinien zapewnić bezpłatne aktualizacje oprogramowania przez okres co najmniej 5 lat.
- Wykonawca powinien zapewnić możliwość rozwoju oprogramowania przez co najmniej kolejne 5 lat po instalacji, szczególnie w przypadku nowych modułów lub komponentów oferowanych Zamawiającemu.
- Wyniki testów ruchu, raporty pomiarów próżni i testów ciśnienia w mediach (woda) przeprowadzonych podczas FAT.
- Dokumentacja pozycjonowania (fiducjalizacji) - procedura i współrzędne wyników.

## 7. Wykaz załączników

- Załącznik MECH1-SMAUG – Plan obszaru roboczego stacji końcowej SMAUG
- Załącznik MECH2- SMAUG – Wymiary obszaru roboczego stacji końcowej SMAUG
- Załącznik ALIGN1 – Wytyczne z zakresu pozycjonowania
- Załącznik WAT-CW1 – Standardy wody chłodzącej
- Załącznik WAT-CA1 – Standardy sprężonego powietrza
- Załącznik SOURCE-1 – parametry źródła promieniowania synchrotronowego
- Załącznik SOURCE-2 – przewidywane parametry optyki linii SMAUG.