 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 1 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0


## Urządzenia sekcji front end dla linii ID03

<b>Wersja:</b>	3.0
<b>Status:</b>	Dokument końcowy
<b>Właściciel:</b>	Marcin Zając, mar.zajac@uj.edu.pl
<b>Lokalizacja:</b>	FRONT END\_Solaris-3PW-description
<b>Nazwa pliku:</b>	Załącznik FE2-ID03 - Ogólne założenia dla sekcji front endu 3PW - general
<b>Ostatnia aktualizacja:</b>	08.01.2025

### Historia zmian:

Wersja	Data	Opis	Podpis
1.0	31.03.2014	Połączone funkcjonalne i techniczne dokumenty przetargowe od zespołu MaxIV Laboratory	Koordynowane przez Yngve Cerenius
2.0	06.02.2017	Wersja zaadoptowana dla Solaris	Marcin Zając
2.1	24.03.2017	Zmiany edytorskie	Marcin Zając
2.2	01.03.2018	Zmiany w opisie i pozycji komponentów	Marcin Zając
2.3	05.04.2018	Zmiany edytorskie związane z geometrią pierścienia i lokalizacją absorbera, zmieniony rysunek dla stałej maski	Marcin Zając
3.0	08.01.2025	Zmiany dla źródła promieniowania wiggler 3-polowy	Marcin Zając

**Autorzy:**  
Marcin Zając

 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 2 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

## 1 Wstęp

Dodatek ten stanowi materiał wyjściowy do zamówienia zestawu urządzeń i komponentów pomiędzy pierścieniem akumulacyjnym a linią eksperymentalną, dalej opisywany jako Front end lub w skrócie FE, dla źródła promieniowania którym będzie wiggler 3-polowy w pierścieniu akumulacyjnym Solaris (1,5 GeV). Bazuje on na specyfikacji i powiązanych dokumentach dla poprzednich przetargów Zamawiającego na sekcje front end oraz dyskusji z ekspertami w tej dziedzinie i identyfikuje potrzebną funkcjonalność; proponuje projekt na poziomie koncepcyjnym, a także wymienia wymagane główne komponenty. Sprzedawca ma prawo zaproponować zmiany lub rozwiązania alternatywne do schematu sugerowanego w niniejszym dodatku. W tym przypadku sprzedawca powinien wyraźnie wskazać zalety i wady tych rozwiązań technicznych, jak i ich możliwy wpływ na cenę. Nabywca, jednakże zastrzega sobie prawo do odrzucenia wszelkich modyfikacji, że kupujący uzna za szkodliwe dla działania lub wydajności front endu.

### Słowniczek 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 SOLARIS)


FE (ang. Front end) = zestaw urządzeń i komponentów pomiędzy pierścieniem akumulacyjnym a linią eksperymentalną, zwany dalej jako front end

XBPM (ang. X-ray beam position monitor) = monitor położenia wiązki fotonów

3PW (ang. 3-pole wiggler) = wiggler 3-polowy


## 2 Informacje wstępne i wymiary

Ograniczona odległość pomiędzy kołnierzem pierścienia akumulacyjnego oraz bliższą powierzchnią ściany zewnętrznej pierścienia akumulacyjnego wymaga zaprojektowania elementów sekcji front endu o niewielkich rozmiarach. Wstępny absorber ciepła (HAA) oraz zawór (V0) są zainstalowane na przedłużeniu sekcji prostej źródła na samym początku sekcji FE (tak zwana komora VK5). Absorber HAA jest zaprojektowany do przejęcia obciążenia termicznego pochodzącego ze źródła magnesu zakrzywiającego ale również może przejąć promieniowanie pochodzące ze źródła 3PW. Odległość pomiędzy środkiem sekcji prostej, a kołnierzem zaworu płytowego DN40CF (V0) wynosi 4009 mm. To jest 3142 mm od źródła 3PW ponieważ wiggler jest przesunięty w stronę sekcji FE i linii pomiarowej o 867 mm względem środka sekcji prostej pierścienia akumulacyjnego. Jest to koniec układu próżniowego pierścienia akumulacyjnego oraz początek sekcji front endu. Odległość projektowa od kołnierza wyjściowego układu próżniowego pierścienia akumulacyjnego do osłony z ołowiu i żelaza wynosi około 5740 mm, osłona z ołowiu i żelaza ma grubość 250 mm, a ściana 800 mm; zewnętrzna część ściany znajduje się zatem w odległości 9933 mm od źródła (10800 mm od środka sekcji prostej). Odległość poprzeczna od ścieżki promieniowania synchrotronowego do ściany osłonowej pierścienia akumulacyjnego wynosi 995 mm. Dostępne miejsce dla komponentów próżniowych wraz z podporami oraz infrastrukturą elektryczną i chłodzenia w sekcji FE jest ograniczone głównie w kierunku poprzecznym. Ogólne ograniczenie jest następujące: 350 mm na lewo oraz 250 mm na prawo mierząc od teoretycznej trajektorii wiązki fotonów z urządzenia wstawkowego patrząc od strony

 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 3 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

źródła. Instalacja pierwszej podpory może być w obszarze obok środkowej podpory betonowej Achromaty o podwójnym zakrzywieniu (DBA). Podstawa ta może podtrzymywać pierwszą część układu komór front endu. Ogólną zasadą jest, że urządzenie do pomiaru pozycji wiązki fotonów (XBPM) powinno zostać zainstalowane na osobnej sztywnej podporze. Projekt wstępny zakłada, że urządzenie XBPM będzie zlokalizowane przed nieruchomą maską. Z uwagi na przeszkodę w postaci podstawy achromaty, koryt kablowych oraz specjalnego korytarza w podłodze betonowej przeznaczonego dla infrastruktury wody chłodzącej oraz kabli (szczegóły można znaleźć w Załączniku MECH3-ID03) pierwsza możliwa podpora może być umieszczony w obszarze nie bliżej niż w przybliżeniu od 3460 mm do 4160 mm od źródła (w przybliżeniu od 320 do 1020 mm za kołnierzem wyjściowym zaworu płytowego pierścienia akumulacyjnego) i powinna zakończyć się tuż przed zagłębieniem technologicznym w podłodze betonowej (ang. trench). Następnym urządzeniem w sekcji front endu będzie deflektor wiązki elektronów (E-defl). Przeznaczeniem tego urządzenia jest zapobieganie tego, aby wstrzyknięta wiązka elektronów przypadkowo nie dotarła do klatki ochrony radiologicznej (hutch) w czasie ciągłego dopełniania wiązki elektronów (ang. top-up). Urządzenie będzie się składało z kilku bloków magnetycznych zamontowanych na nabiegunkach o całkowitej długości 250 mm. Pomimo tego, że E-defl jest wyłączony z tego postępowania przetargowego powinno zostać przewidziane miejsce na to urządzenie wraz z podporą. Z tego powodu oraz z uwagi na położenie specjalnego korytarza dla infrastruktury pierścienia akumulacyjnego w podłodze betonowej występuję specjalne ograniczenie dla położenia kolejnych podpór urządzeń sekcji front endu. Kolejne podpory mogą się zacząć w odległości ok. 5070 mm od źródła (ok. 1930 mm za kołnierzem wyjściowym zaworu płytowego pierścienia akumulacyjnego) i powinny być przeznaczone dla kolejnych urządzeń sekcji front endu (komory absorbera ciepła – przesłona fotonów, komory wspomagające pompowanie (jeśli konieczna), ruchome przesłony wiązki białej i komory z przesłonami bezpieczeństwa). Wszystkie szczegółowe ograniczenia dla komór, podpór i infrastruktury dla komponentów FE (instalacja wody, sprężone powietrze, korytka kablowe, itd.) związane z dostępnością miejsca są zdefiniowane i opisane w Załączniku MECH3-ID03. Podpory dla komponentów powinny się zakończyć przed powyżej wspomnianą osłoną z ołowiu i żelaza. Dodatkowo, ostatnia komora sekcji FE będzie się znajdować za zewnętrzną ścianą pierścienia akumulacyjnego na obszarze hali eksperymentalnej. Konstrukcja elementów front endu dla źródła 3PW nie może jednak wykluczać możliwości późniejszego dodania front endu magnesu zakrzywiającego. Nakłada to pewne ograniczenia względem dostępnej przestrzeni zgodnie z Załącznikami MECH3-ID03 and MECH5-ID03, gdzie elementy FE oraz ich podpory muszą umożliwiać potencjalną późniejszą instalację specjalnych podpór dla pierwszej części sąsiadującej sekcji front endu dla linii eksperymentalnej ze źródłem magnesu dipolowego pod kątem 7,5°. Z uwagi na te ograniczenia, podpory i komponenty powinny być zaprojektowane jako elementy o małych rozmiarach oraz nie przekraczać ograniczeń przestrzeni poprzecznej zaznaczonej na rysunkach względem osi wiązki.




 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 5 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

3PW i poprzedzającego magnesu zakrzywiającego można znaleźć w załączniku HEAT-RAY-03ID.


- 3.3 Układ chłodzenia zostanie zaprojektowany w taki sposób, aby ciepło nie przenikało do komory próżniowej lub podpór.
- 3.4 Wymogi w zakresie stabilności pracy układu będą spełniać warunek przy zmianach temperatury  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$  w obszarze urządzeń FE.
- 3.5 Projekt komór próżniowych będzie obejmować pompy jonowe, pompy typu TSP (jeśli konieczne), zawory oraz mieszki. Załącznik VAC1 zawiera opis wszystkich standardowych komponentów próżniowych stosowanych w SOLARIS. Szybkość pompowania i modele pomp zostaną zdefiniowane przez Wykonawcę najpóźniej na etapie projektu wstępnego. Należy użyć pomp jonowych typu Differential wyposażonych w grzałki do wygrzewania. Należy zastosować kontrolery do pomp jonowych typu SPC. Jeżeli proponowane rozwiązanie mechaniczne wymaga zastosowania specjalnych pomp, dostawca powinien umieścić odpowiednią informację w ofercie.
- 3.6 Elementy spawane komory próżniowej (kołnierze, plomby oraz wszystkie elementy zintegrowane, niestanowiące części oprzyrządowania) będą wygrzewalne do temperatury gwarantującej uzyskanie wymaganego poziomu próżni; wartość tej temperatury zostanie podana w dokumentacji. Kanały wodne przechodzące do komór próżniowych nie powinny mieć bezpośredniego kontaktu rodzaju woda-próżnia.
- 3.7 Należy zapewnić wystarczającą liczbę kołnierzy obrotowych.
- 3.8 Schematy układu próżniowego ze wskazaniem miejsca oraz wymiarów kołnierzy zostaną przedstawione do zatwierdzenia przez Zamawiającego podczas weryfikacji projektu wstępnego.
- 3.9 Wysokość wiązki fotonów przy urządzeniu wstawkowym wynosi 1300 mm ponad poziomem podłogi. Wiązka fotonów wysyłana z urządzenia wstawkowego jest ustawiona poziomo i biegnie równoległe do podłogi.
- 3.10 Założenia leżące u podstaw teoretycznej wiązki fotonów wychodzących z 3PW: fotony wytwarzane w synchrotronie są przesyłane do stacji końcowej. W celu zaprojektowania elementów FE zakładając teoretyczną trasę, jaką mają przebyć, należy zwrócić uwagę na geometrię i budowę pierścienia akumulacyjnego. Odniesieniem jest wzajemne położenie kołnierzy próżniowych w odniesieniu do teoretycznej trajektorii fotonu. Należy również zwrócić uwagę na fakt, że w płaszczyźnie pionowej oś wiązki fotonów pokrywa się z osią kołnierza próżniowego, a przemieszczenie ma miejsce tylko w płaszczyźnie poziomej. Szczegółową orientację przedstawiono w załączniku MECH2. Odległość od osi kołnierza próżniowego na wyjściu z odcinka próżniowego odcinka prostego dla komory VK5 wynosi odśrodkowo 2,2 mm (sekcja VK5E-VK5E, Załącznik MECH2).
- 3.11 Projekt elementów FE nie zawsze umożliwia podłączenie pomp jonowych bezpośrednio na komponentach. W takich przypadkach należy przewidzieć podłączenie układu pomp. Jednostki te powinny składać się z komory próżniowej wyposażonej w pompę jonową, zaworu kąтового (DN40 lub DN63) w celu umożliwienia odpompowania wstępnego oraz dodatkowych portów zapasowych. Dla komory przesłon bezpieczeństwa wymagane jest



 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 6 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

użycie zaworu kąтового CF63. Dostawca ma obowiązek zaprojektowania urządzeń sekcji FE z wystarczającą liczbą pomp, aby zapewnić osiągnięcie ciśnienia bazowego (poziom próżni)  $\leq 5 \times 10^{-10}$  mbar w czasie 48 h od momentu zakończenia wygrzewania oraz poziom próżni  $\leq 1 \times 10^{-9}$  mbar z wiązką fotonów (patrz załącznik VAC1). Poziom nacieku helu powinien kształtować się na poziomie  $\leq 2 \times 10^{-10}$  mbar\*l/s.

- 3.12 Kwadrupolowy spektrometr masowy gazów reszkowych (RGA) należy zainstalować poprzez/za pośrednictwem niezależnych dwóch zaworów kątowych zamontowany na jednym z portów DN40 w komorze z przesłonami bezpieczeństwa (szczegóły można znaleźć w Załączniku VAC1, rozdział 3.4). Miejsce instalacji urządzenia RGA zależy od typu zaoferowanego przez Wykonawcę urządzenia.
- 3.13 Mieszki spawane krawędziowo będą zainstalowane po stronie wylotowej i dolotowej wszystkich elementów ruchomych. Mieszki formowane wodą powinny być wykorzystywane wyłącznie jako rury przejściowe w celu minimalizacji błędów ustawień oraz rozszerzalności cieplnej w trakcie procesu wygrzewania. Zakres wszystkich mieszków powinna być zdefiniowana przez Dostawcę oraz zgodnie z ruchem wszystkich komponentów.
- 3.14 Wszystkie zawory kątowe pompujące do pompowania wstępnego powinny znajdować się z lewej strony komór patrząc od strony źródła lub od góry komory.
- 3.15 Wielkość rur wiązki nie powinna przekraczać DN63, a Dostawca powinien dobrać rozmiar odpowiednio do konstrukcji poszczególnych komponentów i wymagań szybkości pompowania. Wielkość rur próżniowych za maską stałą powinna najlepiej wynosić DN40.
- 3.16 Geometria dla aktywnych powierzchni, na które pada promieniowanie powinna uniemożliwić bezpośrednią i prostą ścieżkę fotoelektronów do pomp jonowych, szczególnie dla absorbera mocy.
- 3.17 Stosowane gwinty powinny być metryczne. Wszystkie pompy jonowe powinny być zamontowane w taki sposób, aby umożliwiała to ich wymontowanie bez rozmontowywania i przenoszenia komory. Aby spełnić to ogólne założenie powinna zostać przewidziana dodatkowa konstrukcja na podporach komór w celu instalacji przenośnej półki o niezmiennych rozmiarach z ruchomymi szynami. Jedna taka półka powinna zostać dostarczona wraz z komponentami FE.
- 3.18 Wszystkie zmotoryzowane ruchy muszą być wyposażone w wysokiej trwałości wyłączniki krańcowe i liniowe enkodery absolutne ("instant on") z zachowaniem odpowiedniej rozdzielczości. Wykonawca jest odpowiedzialny za wykonanie pośredniczących układów elektrycznych pomiędzy elementami zmotoryzowanymi a standardowymi kontrolerami wykorzystywanymi w SOLARIS (IcePAP), patrz Załącznik CS1. Położenie skrzynek pośredniczących na podporze elementu wymagającego motoryzacji zostanie zdefiniowane w czasie projektu, ale jest zabronione instalowanie skrzynek po prawej stronie podpory patrząc od strony źródła.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 7 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0


## 4 Komponenty oraz projekt wstępny

W tej sekcji zdefiniowano ogólne wymagania techniczne dla głównych komponentów sekcji FE. "Pozycja" to odległość od środka wigglera 3-polowego (źródło) do środka elementu i może być brana jako wstępna propozycja lokalizacji. Odległości te (położenia) zostały założone dla obliczeń ochrony radiologicznej.

	Element	Miejsce (środek) [mm]	Dostawca
1	Zawór V0 (CF40) kończący komorę pierścienia akumulacyjnego	3110	Solaris
2	XBPM z mieszkaniami i 2-osiowym stolikiem zmotoryzowanym	-	Wykonawca
3	Maska nieruchoma (FM)	~4100 lub ~5100	Wykonawca
4	Miejsce dla deflektora elektronów (E-Defl). Urządzenie będzie zastąpione rurą próżniową.	-	Wykonawca
5	Absorber ciepła (heat absorber - HA) (przesłona fotonów)	-	Wykonawca
6	Zawór płytowy 1 (V1)	-	Wykonawca
7	Układ pompowy	-	Wykonawca
8	Szybki zawór 1 (FV)	-	Wykonawca
9	Ruchome przesłony wiązki białej (SLITS)	-	Wykonawca
10	Zawór płytowy 2 (V2)	-	Wykonawca
11	Ekran fluorescencyjny (FLSC)	-	Wykonawca
12	Przesłona bezpieczeństwa 1 (SS1) w komorze przesłon	~ 7950	Wykonawca
13	Przesłona bezpieczeństwa 2 (SS2) w komorze przesłon	~ 8300	Wykonawca
14	Rura prowadząca wiązkę w ścianie zewnętrznej tunelu	-	Wykonawca
15	Zawór płytowy 3 (V3)	-	Wykonawca
16	Komora próżniowa wraz z układem filtrów (FATU)	~ 10700	Wykonawca
17	Okno wykonane z berylu (BW)	-	Wykonawca
	Inne		
18	Standardowe komponenty próżniowe (określone w głównej dokumentacji przetargowej: <i>Opis przedmiotu zamówienia Załącznik A</i> )		Wykonawca

**Tabela 1.** Poszczególne komponenty sekcji front end'u oraz Dostawca.

W razie konieczności, Wykonawca może zmodyfikować ten projekt w okresie opracowywania projektu wstępnego. Poważne zmiany obejmujące wyłączenie lub dodawanie elementów, bądź zmiana kolejności poszczególnych elementów powinny zostać poruszone/wskazane już na etapie postępowania przetargowego i wymagają uzgodnienia z Zamawiającym najpóźniej w fazie projektu wstępnego. Szczegóły zmian zostaną omówione już w raporcie z projektu wstępnego.

 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 8 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

#### 4.1. Układ monitorowania położenia wiązki fotonów (XBPM)

4.1.1. Informacje dotyczące przestrzennego położenia padającej wiązki promieni fotonów będą rejestrowane. Można to wykonać za pomocą układu monitoringu położenia wiązki promieni Rtg. Wykonawca powinien określić maksymalną rozdzielczość możliwą do osiągnięcia. Oczekuje się, że rozdzielczości będą mieścić się w przedziale kilku dziesiątych mikrometra.

4.1.2. Proponowane położenie XBPM jest przed Maską stałą na osobnej dedykowanej podporze.

4.1.3. Dostawca może zaproponować typ układu monitorującego, ale należy zapewnić możliwość monitorowania pozycji wiązki promieniowania synchrotronowego przy pełnej mocy źródła w celu prowadzenia ciągłych pomiarów. Urządzenie powinno być także optymalizowane pod kątem zakresu energii linii eksperymentalnej (4-25 keV). Wymagany typem złącza dla każdego z kanałów prądowych dla XBPM jest Triax BNC. Dla polaryzacji wysokonapięciowej elektrody, złącze SHV jest wymagane. Użycie innych rodzajów złączy musi zostać uprzednio zaakceptowane przez Zamawiającego. Wstępne obliczenia dotyczące rozkładu promieniowania i geometrii XBPM można znaleźć w Załączniku HEAT-RAY-03ID.

4.1.4. SOLARIS używa standardowej elektroniki Libera Photon z firmy Instrumentation Technologies. Nie uwzględniać w ofercie elektroniki i zasilaczy dla urządzenia XBPM.


4.1.5. XBPM będzie dostarczony wraz z układem pozycjonowania (dwie translacje pozioma i pionowa) napędzanym silnikiem oraz z enkoderami bezwzględными i wyłącznikami krańcowymi/ruchu roboczego. Ruch translacyjny powinien być z rozdzielczością co najmniej 0,001 mm oraz powtarzalnością i dokładnością 0,002 mm lub lepszą – pełny krok silnika. Wszystkie elementy układu elektronicznego muszą być zabezpieczone przed promieniowaniem w obszarze FE.

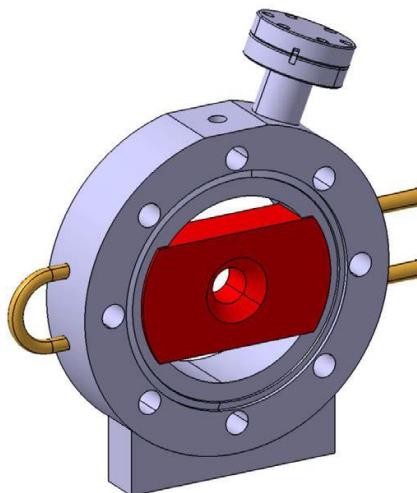
#### 4.2. Maska stała (Fixed Mask - FM)

4.2.1. Część front endu będzie zawierać maskę stałą. Całkowity kąt przyjęcia apertury będzie wynosić 1,5 mrad x 1,0 mrad (h x v).

4.2.2. Wykonawca powinien przedstawić dokładne długości oraz kąty projektowanej maski. Dobrą praktyką jest zastosowanie „ujemnego” kąta w tylnej części urządzenia (patrz Rysunek 2) w celu minimalizowania rozpraszania promieniowania. Na podstawie istniejących projektów i zakładanego obciążenia cieplnego stała maska może być zasadniczo króćcem UHV z grubym blokiem miedzianym przylutowanym na środku – do potwierdzenia przez Wykonawcę. Otwarcie powinno mieć kształt prostokątny o rozmiarze przecinającym określony stożek promieniowania, a wejście powinno być stożkowe.



 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 9 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0



**Rys.2.** Ogólna koncepcja Maski stałej (projekt z ośrodka Elettra).

4.2.3. Maska powinna być chłodzona wodą. Układ chłodzenia maski zostanie omówiony szczegółowo wraz z obliczeniami metodą elementów skończonych (Finite Element Method – FEM) na spotkaniu FDR.

4.2.4. Projekt będzie obejmować elementy monitoringu temperatury powierzchni maski, która będzie wystawiona bezpośrednio na działanie wiązki fotonów.

4.2.5. Projekt musi obejmować pompę jonową umieszczoną w pobliżu FM.

#### 4.3. Absorber ciepła (Heat Absorber – HA)

4.3.1. Jednym z elementów front endu będzie absorber ciepła.

4.3.2. Absorber ciepła będzie zaprojektowany w taki sposób, aby wytrzymać obciążenie cieplne 3PW oraz poprzedzającego magnesu zakrzywiającego podczas normalnych warunków pracy oraz z ostatecznie określonym otwarciem maski stałej (FM).


4.3.3. Absorber ciepła będzie chłodzony wodą. Układ chłodzenia absorbera wraz z obliczeniami metodą elementów skończonych (Finite Element Method – FEM) zostanie szczegółowo omówiony na spotkaniu FDR.

4.3.4. Absorber ciepła powinien być poruszany/wprowadzany za pośrednictwem układu pneumatycznego do i z wiązki. Absorber będzie blokował wiązkę promieniowania rentgenowskiego w położeniu dolnym. W przypadku awarii układu pneumatycznego lub elektrycznego zapewnione będzie zamknięcia absorbera grawitacyjnie. Każda pozycja będzie posiadać dwa redundantne czujniki wskazujące pozycję otwartą i zamkniętą (łącznie 4 czujniki).

4.3.5. Projekt musi zapewnić monitoring temperatury powierzchni absorbera, które będą wystawione na działanie wiązki fotonów.

#### 4.4. Przesłony ruchome wiązki białej (SLITS)

4.4.1. Front end dla 3PW będzie wyposażony w układ, który będzie definiować wielkość wiązki zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym od maksymalnej wielkości wiązki zdefiniowanej na wlocie elementów FE po w pełni zamkniętej z dokładnością co najmniej 0,005 mm oraz powtarzalnością 0,005 mm lub lepszą. Ruchome płytki/przesłony powinny mieć zakres ruchu zapewniający kilku mm przesłanianie pomiędzy sobą. Otwarcie pojedynczej płytki względem osi komory powinno wynosić co najmniej 16 mm a zamknięcie pojedynczej płytki względem osi

 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 10 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

komory powinno wynosić co najmniej 7 mm. W dokumentacji należy wyszczególnić wartość enkodera dla położenia aktywnej krawędzi płytki każdej z przysłon dla położenia w osi wiązki (osi komory). Wartości te powinny być wyznaczone z dokładnością 0,2 mm.

4.4.2. Układ ten będzie w stanie obsłużyć wiązkę fotonów ze źródła 3PW oraz poprzedzającego BM. Układ zawierający elementy nachylone pod kątem, np. cztery niezależne płytki/przesłony umieszczone jedna po drugiej.

4.4.3. Ruchome przesłony będą chłodzone wodą.

Układ chłodzenia przesłon wiązki białej wraz z obliczeniami metodą elementów skończonych (Finite Element Method – FEM) zostanie szczegółowo omówiony na spotkaniu FDR.

4.4.4. Rozdzielczość, dokładność, powtarzalność oraz wymogi stabilności będą spełnione w czasie operacji wraz z podłączonymi i działającymi układami (próżnia, termopary, układ chłodzenia wodą, etc.).

4.4.5. Wszystkie elementy układu elektronicznego będą osłonięte przed promieniowaniem w obszarze FE.

4.4.6. Układ będzie zawierał elektryczne wyłączniki/ograniczniki zakresu roboczego w celu zapewnienia zatrzymania układu po otrzymaniu odpowiedniego sygnału z urządzeń sprzężonych. Położenie wyłączników krańcowych musi być regulowalne.

4.4.7. Projekt powinien obejmować układ pompowania.

#### 4.5. Ekran fluorescencyjny (FLSC)

4.5.1. Ekran fluorescencyjny będzie używany w celu ustawienia położenia komponentów znajdujących się przed nim; zakłada się, że ekran może być oświetlany pełną moc wiązki fotonów ograniczoną/zdefiniowaną przez nieruchomą maskę.

4.5.2. Ekran FLSC jest w zasadzie grubym blokiem miedzi typu OFHC wyposażonym w układ chłodzenia i skalę wygrawerowaną na przedniej powierzchni. Ekran będzie zamontowany za przesłonami ruchomymi (SLITS).

4.5.3. Ekran będzie chłodzony wodą. Układ chłodzenia FLSC zostanie szczegółowo przedstawiony na spotkaniu FDR.

4.5.4. Ekran powinien być przesuwany za pomocą układu pneumatycznego do i z wiązki. Położenie w wiązce “in beam” powinno mieć dokładność oraz możliwość powielenia/powtarzalności rzędu 0,05 mm lub lepszą.

4.5.5. Ekran powinien być wyposażony w czujniki wskazujące daną pozycję (status) w oraz poza wiązką.


4.5.6. Projekt powinien uwzględniać okienko rewizyjne umożliwiające montaż kamery CCD. Orientacja dedykowanego okna próżniowego zostanie zdefiniowania w fazie PDR.

#### 4.6. Przesłony bezpieczeństwa (SS1&SS2)

4.6.1. Przewiduje się dwie niezależnie przesłony bezpieczeństwa. Mogą one być zamontowane w tej samej komorze próżniowej i umieszczone odpowiednio w przybliżeniu 7,95 m i 8,3 m od źródła.

4.6.2. Każda przesłona będzie zawierać walcowy blok wykonanych z wolframu (W) lub stopu Densimet 180, który porusza się w próżni za pomocą siłowników pneumatycznych. Blok walcowy jest przesłoną fotonów wysokoenergetycznych, musi być średnicy co najmniej 80 mm. Długość każdego bloku wolframu musi wynosić 200 mm.

4.6.3. Bloki będą sterowane pneumatycznie i będą gwarantować dwie pozycje: otwartą i zamkniętą. Każda pozycja dla każdego bloku będzie mieć dwa redundantne czujniki wskazujące pozycję otwartą i zamkniętą (łącznie 8 czujników). Bloki będą przesłaniać promieniowanie bremsstrahlung

 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 11 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

w położeniu dolnym w celu zapewnienia możliwości zamknięcia grawitacyjnego w przypadku awarii pneumatycznej lub elektrycznej.

4.6.4. Pompa jonowa powinna zostać podłączona bezpośrednio do komory próżniowej.

#### 4.7. Rura prowadząca wiązkę przez ścianę zewnętrzną tunelu pierścienia akumulacyjnego

4.7.1. Przez ścianę będzie przeprowadzona rura próżniowa. Grubość ściany zewnętrznej pierścienia wynosi 800 mm plus poprzedzająca ją ściana 80 mm wykonana z żelaza oraz 150 mm osłona z ołowiu. Osłona z ołowiu umieszczona w odległości ~ 8.99 m od źródła.

4.7.2. Rura próżniowa będzie wyposażona w kołnierze z obu stron. Kołnierz przedni nie powinien się znajdować bliżej niż 350 mm od powierzchni betonowej ściany pierścienia, natomiast kołnierz końcowy nie powinien być bliżej niż 300 mm od zewnętrznej płaszczyzny betonowej ściany tunelu pierścienia.

4.7.3. Wymagane jest aby rura próżniowa posiadała na trwałe montowane pasy grzewcze w celu wygrzewania. Rura powinna mieć średnicę maksymalną 45 mm wraz z układem grzałek.

#### 4.8. Komora próżniowa z zestawem filtrów i trigger unit (FATU)

4.8.1. Zestaw filtrów i elementy wyzwalające szybki zawór będą tworzyć jeden układ. W sekcji FE będzie wyzwalany szybko działający zawór uruchamiany przez urządzenia zainstalowane w komorze FATU umieszczonej tuż za ścianą zewnętrzną pierścienia.

4.8.2. FATU będzie składać się z komory próżniowej wyposażonej w wyzwalający próżniomierz jako urządzenie pomiarowe, zawór kątowy dla pompy wstępnej, płytowy zawór pneumatyczny DN40 zamontowany przed komorą, co najmniej dwa dodatkowe porty DN40 oraz pompy jonowej.

4.8.3. Poprzedzający komorę zawór DN40 nie może być bliżej niż 300 mm od powierzchni ściany pierścienia.

4.8.4. Front end dla źródła 3PW powinien być wyposażony w układ zespołu filtrów, który może tłumić intensywność wiązki od maksymalnej intensywności do mniejszej i/lub kształtować widmo energii. Wkłady filtrów powinny mieć określone wymiary (poziome x pionowe: 20 mm x 10 mm) i poruszać się z dokładnością co najmniej 0,01 mm i powtarzalnością 0,01 mm lub lepszą. Środek ruchomego filtra powinien mieć zakres ruchu z zapasem umożliwiającym przesunięciem o kilka mm poza oś wiązki.

4.8.5. Zespół filtrów powinien być w stanie działać poprawnie z wiązką fotonów ze źródła 3PW zdefiniowaną przez poprzedzającą stałą maskę.

4.8.6. System powinien być wyposażony w 2 stojaki po 3 wkłady na filtry, każdy o grubości filtra od 0,01 do 3 mm.


4.8.7. Wymagania dotyczące rozdzielczości, dokładności, powtarzalności i stabilności muszą być spełnione podczas pracy, a wszystkie systemy (próżnia, termopary, chłodzenie wodne itp.) podłączone i działające.

4.8.8. Cała elektronika powinna być chroniona przed promieniowaniem w obszarze front endu.

4.8.9. System powinien zawierać elektryczne wyłączniki krańcowe, aby zapewnić zatrzymanie ruchu elektrycznie za pomocą sygnałów blokujących. Położenie tych przełączników powinno być regulowane.

#### 4.9. Okienko berylowe (BW)

4.9.1. W ostatniej sekcji front endu powinno znajdować się okno berylowe. Grubość okna berylowego powinna wynosić 0,40 mm. Całkowity kąt otwarcia materiału berylu musi wynosić minimum 2,0 mrad x 1,5 mrad (poziomo x pionowo). Aby mieć pewien bezpieczny margines dla

 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 12 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

stożka promieniowania synchrotronowego wymagany wymiar wynosi około 20 mm x 15 mm (szer. x wys.). Wartości te opierają się na założeniu, że okno berylu będzie znajdować się nie bliżej niż 11,2 m od źródła. Jeżeli okno berylowe będzie znajdowało się bliżej niż 11,2 m od źródła, otwarcie o wymiarach 20 mm x 15 mm (wys. x szer.) powinno zostać podtrzymane. Oczekuje się, że okno berylowe zostanie zamontowane na porcie wyjściowym FATU jako osobny komponent.

4.9.2. Urządzenie to w zasadzie nypel UHV o długości osiowej około 150-200 mm z grubym blokiem miedzi OFHC tylko z materiałem berylu na nim w centrum.

4.8.3. Okno berylowe powinno być chłodzone wodą. BW będzie w stanie pracować z wiązką fotonów dostarczaną ze źródła 3PW i poprzedzający BM i zdefiniowaną przez Stałą maskę (FM). Układ chłodzenia BW wraz z obliczeniami metodą elementów skończonych (Finite Element Method – FEM) zostanie szczegółowo omówiony na spotkaniu FDR.

4.9.4. Okno berylu powinno wytrzymać ciśnienie 1,25 atmosfery ze współczynnikiem bezpieczeństwa 4. Podczas normalnej pracy (wiązka na oknie) okno berylu będzie po obu stronach w środowisku UHV. Dla okna berylowego wymagane jest użycie materiału typu IF-1® o czystości 99,8 % lub lepszej.


## **5 Obciążenie termiczne oraz źródło ID**

Na początku należy zdefiniować geometrię związaną z położeniem źródła w pierścieniu akumulacyjnym. Kilka ważnych wymiarów określa ograniczenia dla stożka promieniowania:

- odległość pomiędzy centrum sekcji prostej i punktem początku ugięcia wiązki dla magnesu zakrzywiającego znajdującego się za sekcją prostą oraz odległość pomiędzy centrum sekcji prostej i punktem końca ugięcia wiązki dla magnesu poprzedzającego sekcję prostą: obie odległości są równe 2225 mm
- odległość pomiędzy centrum sekcji prostej i początkową krawędzią absorbera typu crotch wynosi 3280 mm.
- Wiggler 3-polowy (źródło) przesunięte jest względem centrum sekcji prostej o 867 mm w kierunku sekcji FE

Apertura (otwarcie) stałego absorbera promieniowania pierścienia akumulacyjnego typu crotch w kierunku poziomym wynosi:  $\pm 10,2$  mm (całkowite otwarcie 20,4 mm). W płaszczyźnie pionowej otwarcie wynosi  $\pm 5,6$  mm (całkowite otwarcie wynosi 11,2 mm). Absorber definiuje stożek promieniowania dostarczany do sekcji FE. Bazując na podanych powyżej odległościach źródło-absorber dla wszystkich obliczeń związanych z geometrią można założyć, że zdefiniowane otwarcie (apertura) absorbera typu crotch jest zlokalizowana 3280 mm od centrum sekcji prostej oraz 2413 mm od źródła.

Z uwagi na otwarcie absorbera typu crotch pierwszy odcinek sekcji FE musi wykonany używając rur o rozmiarze DN63 CF do momentu gdy stożek promieniowania nie zostanie ograniczony przez nieruchomą maskę. Za absorberem typu crotch jest zainstalowany absorber HAA w celu zapewnienia ochrony zaworu próżniowego przed promieniowaniem z magnesu zakrzywiającego. Z wstępnych obliczeń obciążenia termicznego dysypacja mocy w absorberze HAA jest poniżej maksymalnego dopuszczalnego limitu i może być uznany za absorber ciepła dla źródła ID dla pierwszych komponentów. Niezależnie od tego w pierwszej części sekcji FE dodatkowy absorber mocy (HA) jest wymagany.

 <b>SOLARIS</b> <small>NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE</small>	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 13 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

Elementy sekcji FE będą zaprojektowane w celu wytrzymania obciążenia cieplnego 3 Teslowego 3PW dostarczającego moc określonej gęstości, ale także uwzględniającego obciążenie termiczne pochodzące od poprzedzającego magnes zakrzywiającego. Parametry 3PW są opisane w Załączniku SOURCE-ID03. Dostawca powinien przedstawić wszystkie niezbędne obliczenia metodą elementów skończonych (Finite Element Analysis - FEA) wraz z obliczeniami najbardziej krytycznych elementów podczas FDR.

Nie przeprowadzono szczegółowej analizy obciążenia cieplnego elementów FE przez pracowników ośrodka SOLARIS; poniższa tabela przedstawia jedynie wstępne przybliżenia pochłanianej mocy w różnych elementach front endu bazując na raporcie z Załącznika HEAT-RAY-03ID i powinny być potwierdzone przez Wykonawcę.

Komponent	Odległość od źródła [mm]	Apertura H x V	Magnes zakrzywiający		Wiggler 3-polowy	
			Moc padająca [W]	Moc pochłonięta [W]	Moc padająca [W]	Moc pochłonięta [W]
SR absorber (dedykowany absorber croach)	2413	20.4 mm x 11.2 mm	733	655	370	185
Maska stała (FM)	~ 4 100 or ~ 5 200	1.5 mrad x 1.0 mrad	78	tbc	185	tbc
Absorber mocy (HA), Przesłony wiązki białej (SLITS), Ekran fluorescencyjny (FLSC), Zestaw filtrów (FATU), Okno berylowe (BW)		1.5 mrad x 1.0 mrad	tbc	tbc	tbc	tbc

**Tabela 2.** Wymiary apertur, oraz padająca i pochłonięta moc przez urządzenia sekcji Front End, tbc - do obliczenia przez Wykonawcę.


Wykonując obliczenia obciążenia cieplnego, należy wziąć pod uwagę oba czynniki: magnes zakrzywiający i wiggler 3-polowy. Szczegóły dotyczące źródła 3PW można znaleźć w Załączniku SOURCE-ID03, a dotyczące źródła BM w Załączniku SOURCE.

Całkowita moc w miejscu absorbera typu croach wynosi 1,1 kW (733 W z poprzedzającego magnesu zakrzywiającego i 370 W z 3PW). Maksymalna gęstość mocy nie przekracza 6 W/mm<sup>2</sup> dla źródła magnesu zakrzywiającego i 8 W/mm<sup>2</sup> dla źródła 3PW. Całkowita moc na wejściu sekcji front end'u wynosi 0,27 kW (0,08 kW z BM i 0,19 kW z 3PW). Maksymalna gęstość mocy nie przekracza 4,0 W/mm<sup>2</sup> z BM i 5,0 W/mm<sup>2</sup> z 3PW.

PDR front endu będzie uzupełnione o szczegółowe obliczenia mocy w celu zapewnienia, że:

- gęstość mocy na dowolnej powierzchni wystawionej na jej działanie nie przekroczy limitu bezpieczeństwa wynoszącego 8 W/mm<sup>2</sup> chyba, że zostanie użyty stop Glidcop (patrz: p. 3.2)



 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 14 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

- Temperatura w tych obszarach w normalnym trybie pracy nie przekroczy temperatury wygrzewania układu (120-200 °C).

W przypadku komponentów wykonanych z OFHC także poniższe kryteria muszą być spełnione:

- Cykle zmęczenia powyżej  $1 \times 10^5$  cykli (obciążenie  $< 0.1 \%$ )
- Maksymalny gradient/nachylenie dla temperatur:  $DT_{max} < 150^\circ\text{C}$
- Maksymalny stres = 60 MPa


W odniesieniu do komponentów wykonanych ze stopu Glidcop powinny być spełnione również poniższe kryteria:

- Cykle zmęczenia powyżej  $1 \times 10^5$  cykli (obciążenie  $< 0.2 \%$ )
- Maksymalny gradient/nachylenie dla temperatur:  $DT_{max} < 300^\circ\text{C}$
- Maksymalny stres = 250 MPa

W związku z FDR analiza elementów skończonych (Finite Element Analysis - FEA) zostanie przeprowadzona w celu oszacowania wartości naprężenia, obciążenia, temperatury maksymalnej oraz chłodzenia we wszystkich komponentach narażonych na działanie promieniowania (maska stała, absorber mocy, przesłony ekran fluorescencyjny, filtry, BW).

Wszystkie elementy FE narażone na działanie wiązki będą chłodzone wodą.

Szczegółowe (ray tracing) studium zawierające tolerancje ustawienia i kąta nachylenia wiązki elektronów, tolerancje produkcyjne oraz pozycyjne poszczególnych komponentów FE będą opracowane w fazie projektu wstępnego w celu zapewnienia, że żadna z powierzchni nie zostanie zaprojektowana w sposób zagrażający na przyjęcie obciążenia cieplnego pozostając w kontakcie z wiązką synchrotronu.

 <b>SOLARIS</b> NATIONAL SYNCHROTRON RADIATION CENTRE	Normy i zalecenia ośrodka SOLARIS	
	<b>Urządzenia sekcji front end dla źródła wiggler 3-polowy</b>	Strona 15 z 15
		Data 08.01.2025
	Dokument końcowy	Wersja: 3.0

## 6 **Konstrukcja podpór i pozycjonowanie (ustawienie)**

- 6.1 Ogólne wymogi w zakresie elementów mechanicznych konstrukcji wsporczych, podpór oraz procedury regulacji/ustawiania są opisane odpowiednio w Załącznikach MECH1, MECH3-ID03 oraz ALIGN1.
- 6.2 Długość, szerokość oraz wysokość każdej konstrukcji wsporczej będzie określona indywidualnie na podstawie wymogów wynikających z różnych komponentów i będzie opracowana przez Dostawcę. Współpraca z Zamawiającym w okresie PDR oraz projektu końcowego i weryfikacji (FDR) procesów będzie wiązać się z ogólnym ustaleniem funkcjonalności konstrukcji wsporczej / podstawy.
- 6.3 Proponowany projekt sekcji front endu może zawierać kilka różnych podstaw wraz z komorą TU, gdzie szczególny nacisk jest kładziony na wyizolowaniu wrażliwych elementów od potencjalnych źródeł drgań oraz ograniczenia długości i szerokości każdej podpory w celu ułatwienia obsługi. Podpora pod deflektor wiązki elektronów zostanie dodatkowo zaprojektowana i wykonana w przyszłości przez Zamawiającego.
- 6.4 Dostawca przeprowadzi montaż elementów na sztywnej konstrukcji wsporczej/podstawie.
- 6.5 Podpory będą umożliwiać ręczne ustawienie kompletnego zestawu zamontowanych elementów na każdej ramie ze standardową dokładnością 0,1 mm. Jeżeli konieczna jest większa dokładność lub jeżeli poszczególne komponenty wymagają precyzyjnego ustawienia względem siebie, Wykonawca będzie musiał uwzględnić dodatkowe możliwości ustawienia (wyrównania) w porozumieniu z Zamawiającym. Wykonawca będzie zobowiązany do wyposażenia różnych komponentów lub ram w znaki odniesienia (gniazdo docelowe dla pozycjonera laserowego) w celu umożliwienia pozycjonowania. Położenie gniazd będzie określone po uzgodnieniu z Zamawiającym. Wykonawca ma obowiązek określenia związków pomiędzy osią optyczną, a gniazdem pozycjonowania na urządzeniu (proces fidualizacji). Wszystkie szczegóły związane z pozycjonowaniem i procesem fidualizacji są opisane w Załączniku ALIGN1.
- 6.6 Końcowe pozycjonowanie z dokładnością do 0,1 mm zostanie wykonane przez Grupę odpowiedzialną za pozycjonowanie w SOLARIS po zakończeniu procesu wygrzewania.