

Przedmiotem Zamówienia będzie :

Zaprojektowanie, wyprodukowanie, przetestowanie w siedzibie Wykonawcy próżniowego systemu linii VUV oraz dostawę systemu wraz z dokumentacją powykonawczą do NCBJ.

Zamawiany przedmiot został w szczegółach opisany w poniższej specyfikacji.

Specyfikacja układu próżniowego linii wiązki VUV lasera na swobodnych elektronach PoLFEL

Spis treści

1. Wstęp	2
2. Komora zwierciadła M1	8
3. Komora zwierciadła M2	10
4. Komora zwierciadła M3	11
5. Komora eksperymentalna.....	13
6. Komory diagnostyczne	16
7. Komponenty próżniowe (zawory, łączniki, mierniki).....	18
8. Media - sprężone powietrze.....	19
9. Sterowanie układem próżniowym linii wiązki	19
10. Układ stelaży	20
11. Pozycjonowanie i fidualizacja.....	21
12. Kontrole i testowanie	22
13. Dokumentacja	23
14. Opis zakresu dostawy	24

1. Wstęp

Laser na swobodnych elektronach PoFEL w Świerku będzie wytwarzał wiązkę spójnego promieniowania elektromagnetycznego o długości fali w zakresie od około 150 nm do 300 nm, obejmującego obszar nadfioletu dalekiego (ang. *far ultraviolet* – FUV) oraz nadfioletu pośredniego (ang. *medium ultraviolet* - MUV). Poprzez selekcję 3. harmonicznej możliwe będzie otrzymanie promieniowania o krótszej długości fali w przedziale od 50 nm do 100 nm. Ponieważ promieniowanie takie jest bardzo silnie pochłaniane przez każdy rodzaj materii i może propagować się tylko w próżni, nosi nazwę nadfioletu próżniowego (ang. *vacuum ultraviolet* – VUV).

Promieniowanie w laserze PoFEL będzie wytwarzane w wyniku oddziaływania wiązki relatywistycznych elektronów przyspieszanych liniowym akceleratorem z polem magnetycznym undulatora. Proces przyspieszania elektronów oraz wytwarzania promieniowania wymaga stosowania w układzie akceleratora oraz undulatora ultrawysokiej próżni/wysokopróżniowym (ang. *ultrahigh vacuum* – UHV). Z tego względu konstrukcja układu próżniowego linii wiązki (ang. *beamline*) lasera PoFEL musi zapewniać warunki UHV, co umożliwi także propagację promieniowania VUV.

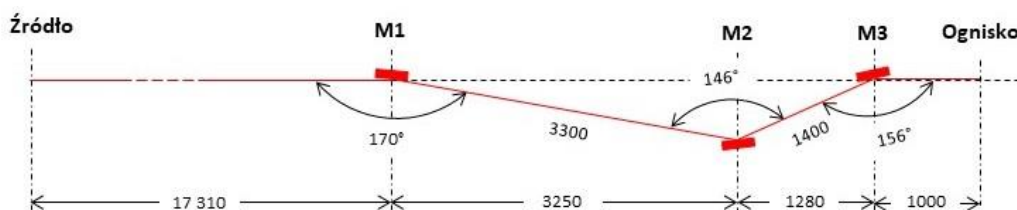
W trakcie operacji układ próżniowy linii wiązki (ang. *beamline*) będzie połączony z całym laserem PoFEL, dlatego konstrukcja układu próżniowego prowadzenia wiązki VUV musi być bezpieczna dla całego urządzenia.

Prowadzenie wiązki fotonowej

Wiązka fotonowa wychodzi ze źródła na wysokości 1400 mm nad podłogą.

Schemat układu optycznego linii wiązki VUV przedstawiony jest na rys. 1. Układ składa się z trzech następujących głównych elementów optycznych:

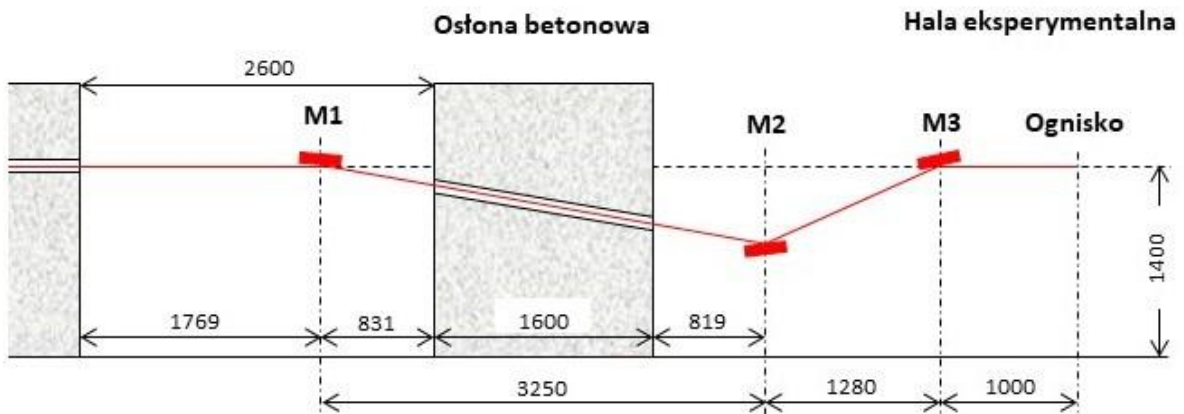
- Płaskiego zwierciadła kierującego (M1),
- Płaskiego zwierciadła kierującego (M2),
- Elipsoidalnego zwierciadła ogniskującego (M3).



Rys. 1. Schemat układu optycznego linii wiązki VUV lasera PoFEL.

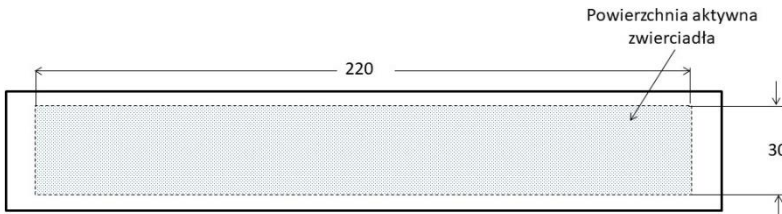
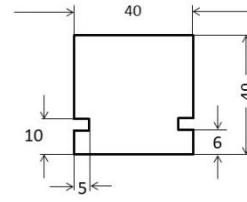
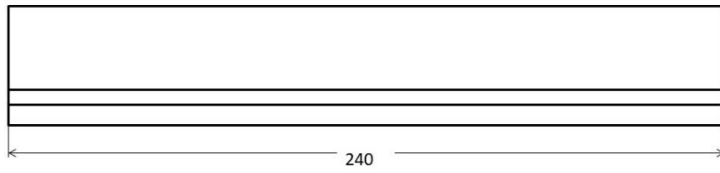
Wiązka promieniowania wytwarzana laserem PoFEL pada na płaskie zwierciadło M1 pod kątem poślizgu (ang. *grazing incidence*) równym 5° . Po odbiciu od zwierciadła M1 wiązka pada na kolejne płaskie zwierciadło M2 pod kątem poślizgu 17° , które kieruje wiązkę na elipsoidalne zwierciadło M3, ogniskujące wiązkę w płaszczyźnie obrazu przechodzącej przez

ognisko elipsoidy. Wymagania ochrony radiologicznej dla użytkowników wymagają, żeby zwierciadło kierujące M1, które znajduje się na przedłużeniu toru wiązki elektronów, zostało umieszczone za betonową ścianą (*rachel wall*) o grubości 3 m, która oddziela halę akceleratora od hali eksperymetalnej. Dodatkowo zwierciadło kierujące M1 jest umieszczone w torze wiązki elektronów za betonową ścianą o grubości 3 m, która oddziela halę akceleratora od hali eksperymetalnej. Zwierciadło M1 znajduje się w dodatkowym pomieszczeniu (ang. *hutch*) oddzielonym od hali eksperymetalnej betonową ścianą o grubości 1,6 m. Zmiana kierunku propagacji wiązki promieniowania względem kierunku propagacji wiązki elektronów, która jest skutkiem zastosowania w układzie zwierciadła kierującego M1, pozwala na zmniejszenie poziomu radiacji w hali eksperymetalnej do poziomu określonego przez przepisy ochrony przed promieniowaniem jonizującym. Schemat położenia elementów optycznych linii wiązki VUV w dodatkowym pomieszczeniu oraz w hali eksperymetalnej pokazano na Rys. 2.



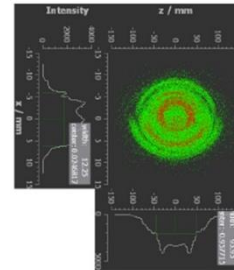
Rys. 2. Schemat położenia elementów optycznych linii wiązki VUV w dodatkowym pomieszczeniu oraz w hali eksperymetalnej.

Rozmiary zwierciadeł zostały wyznaczone poprzez analizę rozkładów promieniowania w wiązce VUV wykonaną metodami symulacji komputerowych za pomocą programu RAY-UI. Jest to program typu *ray-tracing* opracowany w Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB). Schematyczne rysunki zwierciadeł M1, M2 i M3, wraz z podanymi wymiarami oraz rozkładami padającego promieniowania na powierzchnię zwierciadeł, pokazane zostały na Rys. 3, 4 i 5, odpowiednio.



Wszystkie krawędzie zaokrąglone
Wymiary w mm
Tolerancje, o ile nie podano +/- 0.5

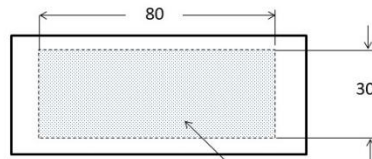
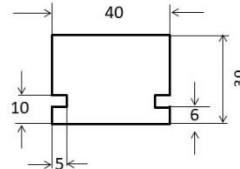
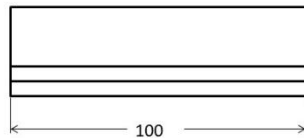
Profil wiązki w płaszczyźnie zwierciadła M1



Powierzchnia aktywna
zwierciadła
220 × 30

Profil wiązki obliczony za pomocą programu RAY-UI

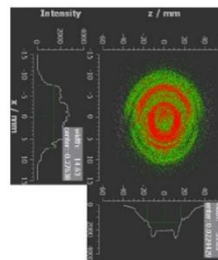
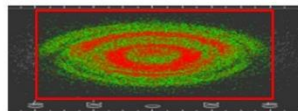
Rys. 3. Schemat oraz wymiary płaskiego zwierciadła kierującego M1 układu optycznego linii wiązki VUV lasera PolFEL.



Wszystkie krawędzie zaokrąglone
Wymiary w mm
Tolerancje, o ile nie podano +/- 0.5

Profil wiązki w płaszczyźnie zwierciadła M2

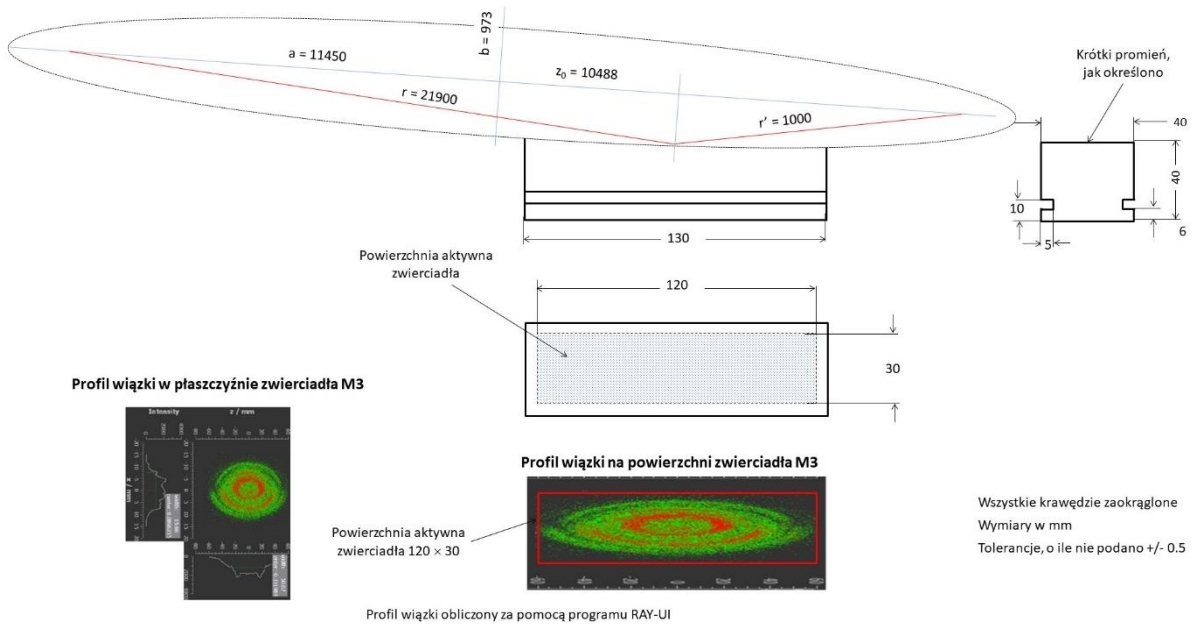
Profil wiązki na powierzchni zwierciadła M2



Powierzchnia aktywna
zwierciadła 80 × 30

Profil wiązki obliczony za pomocą programu RAY-UI

Rys. 4. Schemat oraz wymiary płaskiego zwierciadła kierującego M2 układu optycznego linii wiązki VUV lasera PolFEL



Rys. 5. Schemat oraz wymiary elipsoidalnego zwierciadła ogniskującego M3 układu optycznego linii wiązki VUV lasera PolFEL

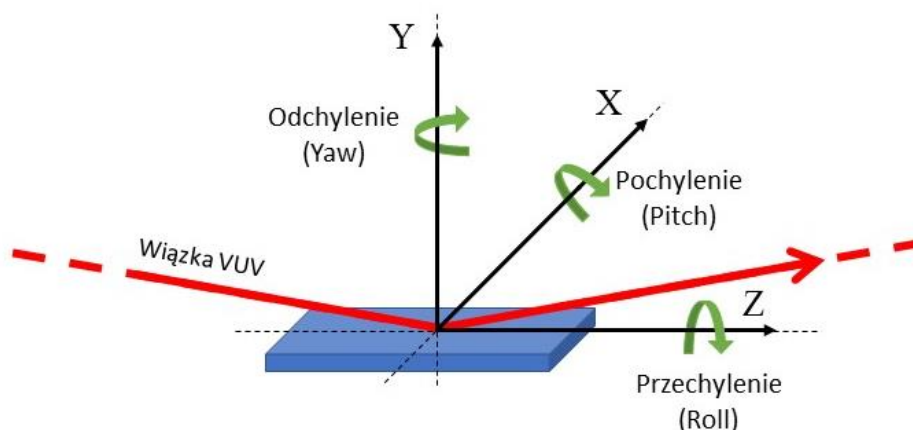
Komory zwierciadeł są wyposażone w manipulatory do regulacji położenia i orientacji zwierciadeł w linii wiązki, które są połączone z komorami za pomocą mieszek w celu eliminacji przenoszenia drgań komór na zwierciadła. Konstrukcja uchwytów, w których są zamocowane zwierciadła, powinna zapewniać kontakt uchwytu z powierzchnią zwierciadła przeciwległą do powierzchni odbijającej zwierciadła (ang. *mirror active area*). Umożliwi to odbiór ciepła ze zwierciadła wynikającego z pochłaniania promieniowania w materiale zwierciadła. Położenie zwierciadeł w układzie optycznym linii wiązki VUV oraz ich orientacja kątowa są regulowane za pomocą precyzyjnych manipulatorów. Ich konstrukcja powinna zapewnić przesuw zwierciadeł w kierunku propagacji wiązki VUV i w kierunkach prostopadłych oraz ruchy kątowe wokół kierunków przesuwów w warunkach próżni UHV. Orientacja układu współrzędnych, których osie wyznaczają kierunki przesuwów zwierciadła oraz przyjęte określenia dla ruchów kątowych zwierciadła względem osi przedstawiono na Rys. 6. Konstrukcja uchwytów/manipulatorów musi zapewnić izolację przed wibracjami z komory, w której jest zamontowana, oraz zapewnić że wibracje nie są przenoszone na elementy optyczne. Zakresy przesuwów i obrotów oraz ich dokładności, wraz z rodzajem sterowania manipulatorem, zostały przedstawione w Tabeli 1.

Wymiary komór wynikają z rozmiarów zwierciadeł i ich uchwytów oraz manipulatorów.

Wymiary zwierciadeł:

- M1 o wymiarach 240 x 40 x 40 mm³,
- M2 o wymiarach 100 x 40 x 30 mm³,
- M3 o wymiarach 130 x 40 x 40 mm³.

Zamocowanie zwierciadła musi zapewnić jego kontakt z podłożem metalowym w celu odprowadzania ciepła oraz odpowiedni kontakt elektryczny.



Rys. 6. Ruchy kątowe zwierciadeł układu optycznego linii wiązki VUV.

Tabela 1. Zakresy przesuwów i ruchów kątowych zwierciadeł oraz ich dokładności.

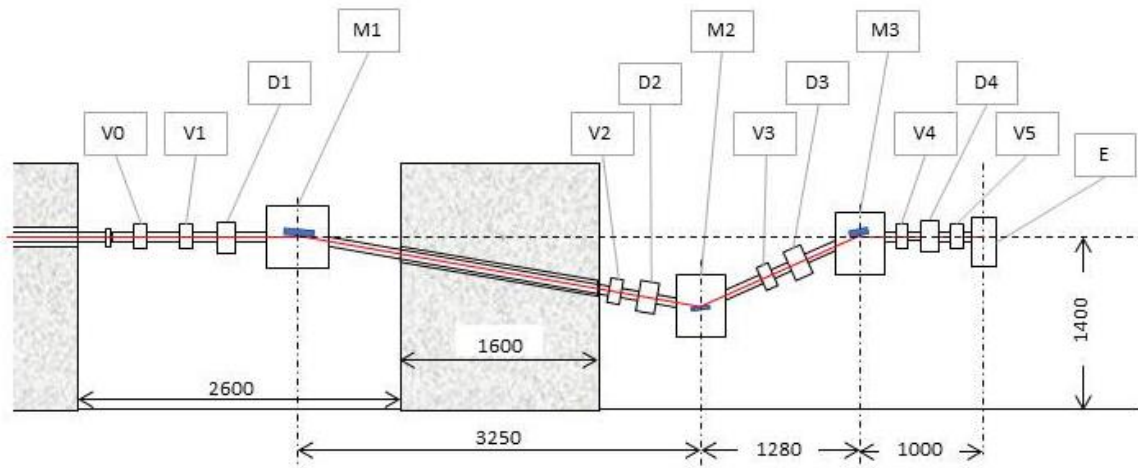
Reg.	Zwierciadło	Oś	Zakres	Dokładność	Komentarz	Przesuw/Ruch kątowy
1	M1	X	±10 mm	1 mm		Motor
2		Y	±10 mm	1 mm		Motor
3		Z	±10 mm	1 mm		Ręczny
4		Pitch	10 mrad	0.05 mrad	Stabilność 0.01 mrad	Motor
5		Roll	10 mrad	0.2 mrad		Ręczny
6	M2	X	±5 mm	1 mm		Ręczny
7		Y	±5 mm	1 mm		Ręczny
8		Z	±5 mm	1 mm		Ręczny
9		Pitch	10 mrad	0.05 mrad	Stabilność 0.01 mrad	Motor
10		Roll	10 mrad	0.1 mrad		Ręczny
11	M3	X	±5 mm	0.5 mm		Ręczny
12		Y	±5 mm	0.1 mm		Ręczny
13		Z	±5 mm	0.1 mm		Ręczny
14		Pitch	10 mrad	0.05 mrad	Stabilność 0.01 mrad	Motor
15		Roll	10 mrad	1 mrad		Ręczny
16		Yaw	10 mrad	0.05 mrad		motor

Schemat układu próżniowego linii wiązki VUV lasera PoFEL jest przedstawiony na Rys. 7. Układ składa się z następujących systemów i komponentów próżniowych wykonanych w standardzie UHV:

- komory próżniowej zwierciadła kierującego M1,
- komory próżniowej zwierciadła kierującego M2,



- komory próżniowej zwierciadła ogniskującego M3,
- komory eksperymentalnej E,
- komór diagnostycznych D,
- zaworów bramowych V,
- rur próżniowych,
- układu pomp jonowych o wydajności pompowania pozwalających otrzymać poziom próżni nie mniejszy niż rzędu 10^{-9} mbar (bez wiązki fotonowej),
- mierników do kontroli poziomu próżni,
- stelaży,
- mieszkań.



Rys. 7. Schemat układu próżniowego linii wiązki VUV lasera PolFEL.

Komory zwierciadeł M1, M2 i M3 oraz komora eksperymentalna E są wyposażone w pompy jonowe o wydajności pompowania zapewniającej utrzymanie próżni UHV oraz mierniki do kontroli poziomu próżni. Komory zwierciadeł są wyposażone w manipulatory do regulacji położenia i orientacji zwierciadeł w linii wiązki, które są połączone z komorami za pomocą mieszkań w celu eliminacji przenoszenia drgań komór na zwierciadła. Wymiary komór wynikają z rozmiarów zwierciadeł i ich uchwytów oraz manipulatorów. Komora eksperymentalna wyposażona jest w układ mocowania i przesuwu próbki. W komorach diagnostycznych D1, D2, D3 i D4 znajduje się układ pomiarowy do kontroli położenia wiązki VUV, który jest wprowadzany w tor wiązki podczas justowania zwierciadeł. Komora diagnostyczna D3 jest dodatkowo wyposażona w układ optyczny do wyprowadzania wiązki UV z toru wiązki VUV, natomiast w komorze D4 możliwe jest wprowadzanie filtra blokującego promieniowanie UV w wiązkę, a przepuszczającego promieniowanie VUV. Wszystkie elementy przyłączeniowe komór oraz zaworów wykonane są w standardzie CF. Szczegółowe wymagania odnośnie komór zwierciadeł, wraz z podaniem średnic okien wejściowych i wyjściowych wiązki VUV oraz wymagań dotyczących zakresów i dokładności regulacji manipulatorów, są podane w rozdziałach 2-4 specyfikacji. Wymagania dotyczące

komory eksperymentalnej oraz komór diagnostycznych podane są w rozdziałach 5-6 specyfikacji.

2. Komora zwierciadła M1

Komora wykonana ze stali nierdzewnej w standardzie UHV. Wyposażona w okna próżniowe do przeprowadzenia wiązki VUV przez komorę, okna do zamocowania zwierciadła oraz wprowadzenia dźwigni manipulatora, okna do podłączenia pomp próżniowych oraz zestawu okien próżniowych z zaślepkami.

W komorze umieszczone jest płaskie zwierciadło M1 o wymiarach 240 x 40 x 40 mm³ zamocowane w uchwycie połączonym z dźwigniami manipulatora. Zamocowanie zwierciadła zapewnia jego kontakt z podłożem metalowym w celu odprowadzania ciepła.

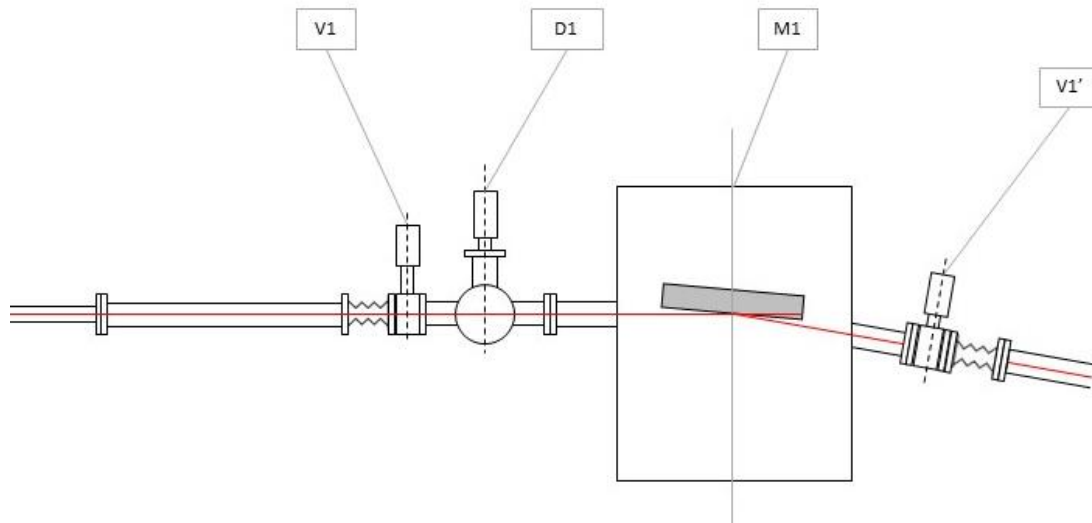
Manipulator powinien zapewnić przesuw zwierciadła w trzech kierunkach wzdłuż osi X-Y-Z oraz ruchy kątowe względem osi X (*Pitch*) oraz Z (*Roll*), zgodnie ze schematem pokazanym na Rys. 6. Parametry (zakresy i dokładności) przesułów i ruchów kątowych są następujące:

- wielkość kroku powinna być mniejsza niż $\pm 10 \mu\text{m}$
- przesuw wzdłuż osi X w zakresie $\pm 10 \text{ mm}$ z dokładnością 1 mm - zmotoryzowany
- przesuw wzdłuż osi Y w zakresie $\pm 10 \text{ mm}$ z dokładnością 1 mm - zmotoryzowany
- przesuw wzdłuż osi Z w zakresie $\pm 10 \text{ mm}$ z dokładnością 1 mm - ręczny
- ruch kątowy względem osi X (*Pitch*) w zakresie $\pm 10 \text{ mrad}$ z dokładnością 50 μrad - zmotoryzowany
- ruch kątowy względem osi Z (*Roll*) w zakresie $\pm 10 \text{ mrad}$ z dokładnością 200 μrad - ręczny

Manipulator nie posiada chłodzenia.

Zwierciadło M1 zostanie dostarczone przez zamawiającego.

Schematyczny rysunek komory M1 przedstawiony jest na Rys. 8 (na rysunku nie pokazano manipulatorów oraz układu pompowego i systemu pomiaru próżni).



Rys. 8. Schematyczny rysunek komory M1 z wyposażeniem.

Minimalne wymagane wyposażenie komory zwierciadła wraz ze stelażem plus akcesoria

- 2 × zawór bramowy DN 40CF elektro – pneumatyczny
- 1 × zawór bramowy DN 40CF ręczny – do wstępnego odpompowania
- Stelaż: 1 × blok granitowy zapewniający wysoką stabilizację manipulatorów
- 1 × układ pompowy zawierający:
 - Pompę jonową wraz zasilaczem
 - Pompę tytanowo - sublimacyjną z zasilaczem
 - Próżnia wstępna uzyskiwana poprzez mobilne stanowisko pompowe NCBJ
- 1 × system pomiaru próżni zawierający:
 - głowica Bayard-Alpert do UHV (2×10^{-11} – 1×10^{-3} mbar) z 7,5 m kablem wygrzewalnym (do 180°C)
 - głowica Pirani z kablami, do próżni wstępnej
 - miernik próżni (do 1×BA głowic, 4× 0-10V głowic)

Akcesoria

- 1 × stelaż, tzn. regulowana sztywna rama stalowa dla systemu z płytą montażową łatwego umieszczenia systemu. W zestawie system dystrybucji mediów.
- 1 × układ wygrzewania aparatury w sposób kontrolowany, z regulacją szybkości wzrostu temperatury (w zakresie od 1°/min do 5°/min), z zagwarantowanym niezależnym wygrzewaniem wszystkich komór wchodzących w skład systemu – 1 strefa grzejna, która składa się z taśm grzewczych oraz powinny być dostarczone kontrolery wygrzewania zapewniające jednocześnie wygrzewanie przynajmniej trzech stref. Układ wygrzewania powinien być bezpieczny dla elementów znajdujących się w komorach, powinien być kontrolowany i bezpieczny dla osób obsługujących.

3. Komora zwierciadła M2

Komora wykonana ze stali nierdzewnej w standardzie UHV. Wyposażona w zestaw okien próżniowych niezbędnych do przeprowadzenia wiązki, montażu płaskiego zwierciadła, doprowadzenia dźwigni manipulatorów oraz w zestaw okien próżniowych z zaślepkami.

W komorze jest umieszczone płaskie zwierciadło M2 o wymiarach 100 x 40 x 30 mm³ zamocowane w uchwycie przyłączonym do dźwigni manipulatora. Zamocowanie zwierciadła zapewnia jego kontakt z podłożem metalowym w celu odprowadzania ciepła.

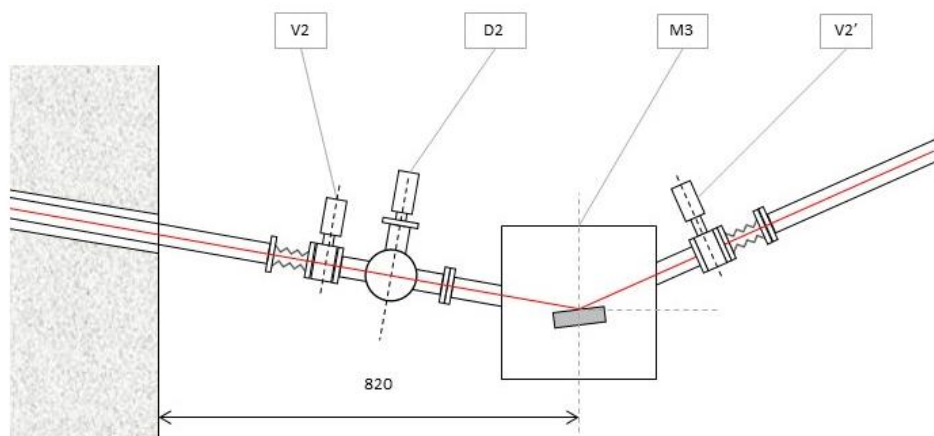
Manipulator powinien zapewnić następujące parametry przesuwów i ruchów kątowych:

- wielkość kroku powinna być mniejsza niż $\pm 10 \mu\text{m}$
- przesuw wzdłuż osi X w zakresie $\pm 5 \text{ mm}$ z dokładnością 1 mm - ręczny
- przesuw wzdłuż osi Y w zakresie $\pm 5 \text{ mm}$ z dokładnością 1 mm - ręczny
- przesuw wzdłuż osi Z w zakresie $\pm 5 \text{ mm}$ z dokładnością 1 mm - ręczny
- ruch kątowy względem osi X (*Pitch*) w zakresie $\pm 10 \text{ mrad}$ z dokładnością 50 μrad - zmotoryzowany
- ruch kątowy względem osi Z (*Roll*) w zakresie $\pm 10 \text{ mrad}$ z dokładnością 100 μrad - ręczny

Manipulatory nie posiadają chłodzenia.

Zwierciadło dostarczy zamawiający.

Schematyczny rysunek komory M2 przedstawiony jest na Rys. 9 (na rysunku nie pokazano manipulatorów oraz układu pompowego i systemu pomiaru próżni).



Rys. 9. Schematyczny rysunek komory M2 z wyposażeniem.

Minimalne wymagane wyposażenie komory zwierciadła wraz ze stelażem plus akcesoria

- 2 × zawór bramowy DN 40CF elektro - pneumatyczny
- 1 × zawór bramowy DN 40CF ręczny – do wstępnego odpompowania
- Stelaż: 1 × blok granitowy zapewniający wysoką stabilizację manipulatorów

- 1 × układ pompowy zawierający:
 - Pompę jonową wraz zasilaczem
 - Pompę tytanowo - sublimacyjną z zasilaczem
 - Próżnia wstępna uzyskiwana poprzez mobilne stanowisko pompowe NCBJ
- 1 x system pomiaru próżni zawierający:
 - głowica Bayard-Alpert do UHV (2×10^{-11} – 1×10^{-3} mbar) z 7,5 m kablem wygrzewalnym (do 180°C)
 - głowica Pirani z kablami, do próżni wstępnej
 - miernik próżni (do 1×BA głowic, 4× 0-10V głowic)

Akcesoria

- 1 × stelaż. W zestawie system dystrybucji odpowiednich mediów
- 1 × układ wygrzewania aparatury w sposób kontrolowany, z regulacją szybkości wzrostu temperatury (w zakresie od 1°/min do 5°/min), z zagwarantowanym niezależnym wygrzewaniem wszystkich komór wchodzących w skład systemu – 1 strefa grzejna, która składa się z taśm grzewczych oraz powinny być dostarczone kontrolery wygrzewania zapewniające jednocześnie wygrzewanie przynajmniej trzech stref. Układ wygrzewania powinien być bezpieczny dla elementów znajdujących się w komorach, powinien być kontrolowany i bezpieczny dla osób obsługujących.

4. Komora zwierciadła M3

Komora musi być wykonana ze stali nierdzewnej w standardzie UHV. Wyposażona będzie w zestaw okien próżniowych niezbędnych do przeprowadzenia wiązki VUV przez komorę, do montażu elipsoidalnego zwierciadła ogniskującego M3, wprowadzenia dźwigni manipulatora, zamocowania systemu pompowego oraz zestaw okien próżniowych z zaślepkami.

W komorze jest umieszczone elipsoidalne zwierciadło M3 o wymiarach 130 x 40 x 40 mm³ zamocowane w uchwycie przyłączonym do dźwigni manipulatora. Zamocowanie zwierciadła zapewnia jego kontakt z podłożem metalowym w celu odprowadzania ciepła.

Manipulator powinien zapewniać następujące parametry przesuwu oraz ruchów kątowych zwierciadła:

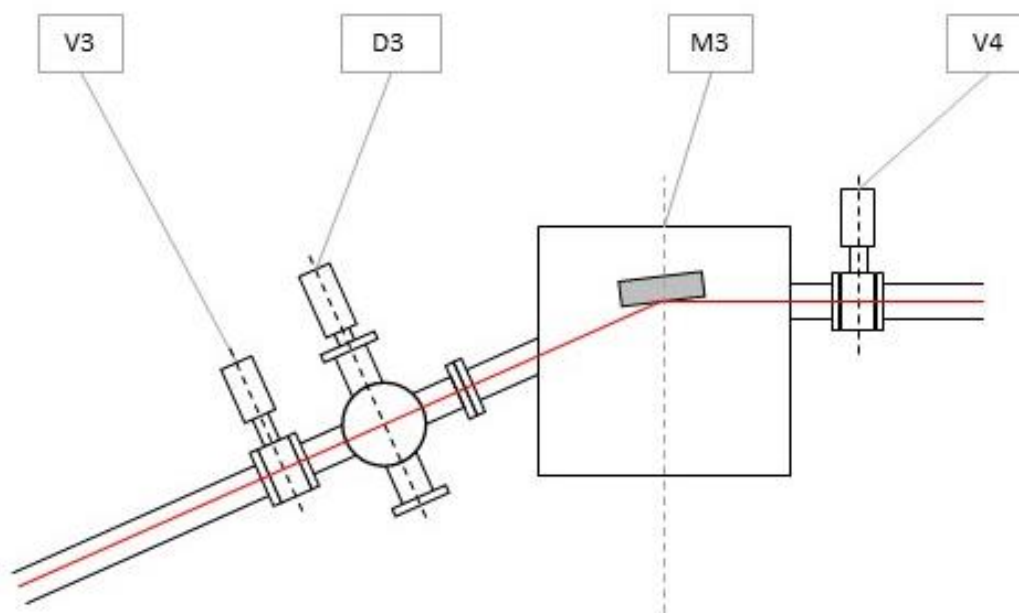
- wielkość kroku powinna być mniejsza niż $\pm 10 \mu\text{m}$
- przesuw wzdłuż osi X w zakresie ± 5 mm z dokładnością 0,5 mm - ręczny
- przesuw wzdłuż osi Y w zakresie ± 5 mm z dokładnością 0,1 mm - ręczny
- przesuw wzdłuż osi Z w zakresie ± 5 mm z dokładnością 0,1 mm - ręczny
- ruch kątowy względem osi X (*Pitch*) w zakresie ± 10 mrad z dokładnością 50 μrad - zmotoryzowany
- ruch kątowy względem osi Z (*Roll*) w zakresie ± 10 mrad z dokładnością 1 mrad - ręczny

- ruch kątowy względem osi Y (*Yaw*) w zakresie ± 10 mrad z dokładnością 50 μ rad – ręczny

Manipulator nie posiada chłodzenia.

Zwierciadło dostarczy zamawiający.

Schematyczny rysunek komory M3 przedstawiony jest na Rys. 10 (na rysunku nie pokazano manipulatorów oraz układu pompowego i systemu pomiaru próżni).



Rys. 10. Schematyczny rysunek komory M3 z wyposażeniem.

Minimalne wymagane wyposażenie komory zwierciadła wraz ze stelażem plus akcesoria

- 2 \times zawór bramowy DN 40CF elektro - pneumatyczny
- 1 \times zawór bramowy DN 40CF ręczny – do wstępnego odpompowania
- Stelaż: 1 \times blok granitowy zapewniający wysoką stabilizację manipulatora
- 1 \times układ pompowy zawierający:
 - Pompę jonową wraz zasilaczem
 - Pompę tytanowo - sublimacyjną z zasilaczem
 - Próżnia wstępna uzyskiwana poprzez mobilne stanowisko pompowe NCBJ
- 1 \times system pomiaru próżni zawierający:
 - głowica Bayard-Alpert do UHV (2×10^{-11} – 1×10^{-3} mbar) z 7,5 m kablem wygrzewalnym (do 180°C)
 - głowica Pirani z kablami, do próżni wstępnej
 - miernik próżni (do 1 \times BA głowic, 4 \times 0-10V głowic)

Akcesoria

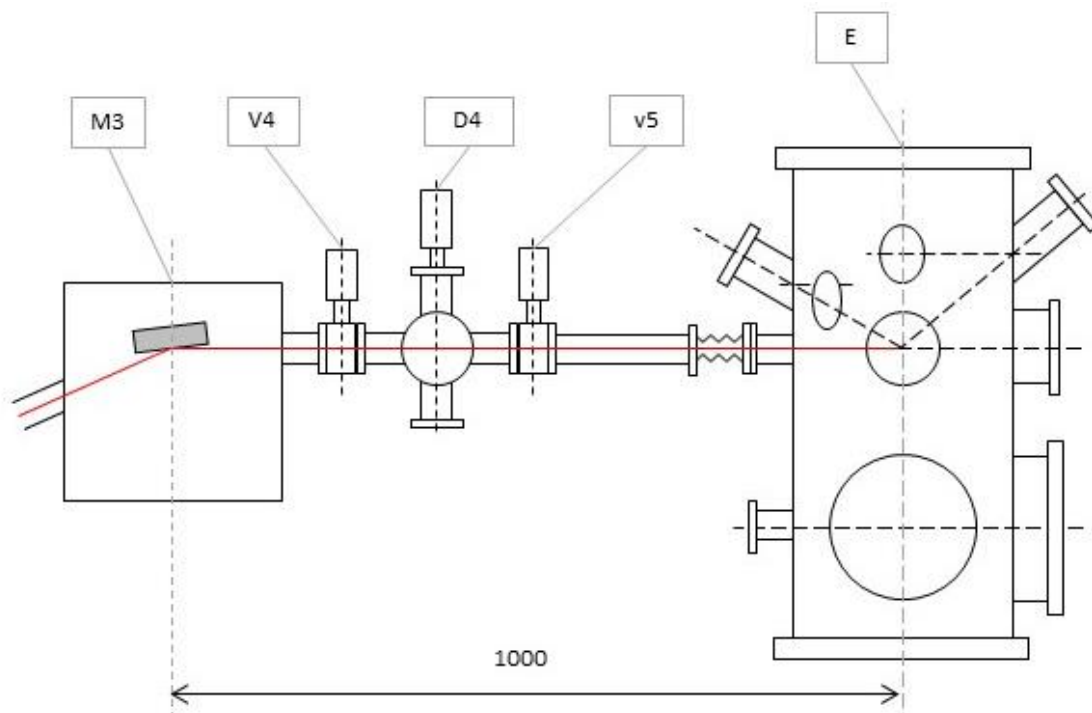
- 1 \times stelaż. W zestawie system dystrybucji odpowiednich mediów.

- 1 × układ wygrzewania aparatury w sposób kontrolowany, z regulacją szybkości wzrostu temperatury (w zakresie od 1°/min do 5°/min), z zagwarantowanym niezależnym wygrzewaniem wszystkich komór wchodzących w skład systemu – 1 strefa grzejna, która składa się z taśm grzewczych oraz powinny być dostarczone kontrolery wygrzewania zapewniające jednocześnie wygrzewanie przynajmniej trzech stref. Układ wygrzewania powinien być bezpieczny dla elementów znajdujących się w komorach, powinien być kontrolowany i bezpieczny dla osób obsługujących.

5. Komora eksperymentalna

Komora eksperymentalna o średnicy DN300 jest wykonana ze stali nierdzewnej w standardzie UHV z kołnierzami CF. Wyposażona w zestaw kołnierzy próżniowych niezbędnych do wprowadzenia wiązki VUV, uchwytu i manipulatora próbki i systemu pompowego (wraz z miernikami próżni) oraz zestaw portów próżniowych z zaślepkami (około 12 okien). Komora połączona jest z komorą M3 giętkim łącznikiem z mieszkiem umożliwiającym jej przesuw w zakresie ± 50 mm.

Schematyczny rysunek komory eksperymentalnej przedstawiony jest na Rys. 11 (na rysunku nie pokazano manipulatorów oraz układu pompowego i systemu pomiaru próżni).



Rys. 11. Schematyczny rysunek komory eksperymentalnej z wyposażeniem.

Minimalne wymagane wyposażenie komory eksperymentalnej wraz z manipulatorem, oraz stelaż i akcesoria.

- 1 × zawór bramowy DN 40CF elektro – pneumatyczny



- 1 × zawór bramowy DN 100CF elektro – pneumatyczny
- 1 × zawór bramowy DN 160CF elektro – pneumatyczny
- Stelaż: umożliwiający wysoką stabilizację komory
- 1 × układ pompowy zawierający:
 - pompa turbomolekularna o prędkości pompowania minimum 260l/s
 - sucha pompa próżniowa
 - zawory bezpieczeństwa i zapowietrzający
 - niezbędne podłączenia i akcesoria
 - elektroniczne urządzenie mikroprocesorowe do sterowania układem pompowym (pompy próżniowe, pompy UHV, zawory i wakuometry). Jednostka zawiera kilka blokad, które chronią system próżniowy podczas awarii zasilania lub w przypadku awarii jego elementów. Jednostka będzie używana również jako kontroler głowicy
 - pompę jonową wraz zasilaczem o prędkości pompowania 400 l/s dla N₂
- 1 × system pomiaru próżni zawierający:
 - głowica Bayard-Alpert do UHV (2×10^{-11} – 1×10^{-3} mbar) z 7,5 m kablem wygrzewalnym (do 180°C)
 - głowica Pirani z kablami, do próżni wstępnej
 - miernik próżni (do 2×BA głowic, 4× 0-10V głowic)
 -

Manipulator

4-osiowy manipulator UHV z funkcją ogrzewaniem w standardzie kompatybilnym z nośnikami próbek.

- moduł przesuwny XY – ręczny
Zawiera moduł XY – moduł ruchu (*motion module*) o skoku $\pm 12,5$ mm montowany na kołnierzu DN 160CF
Specyfikacje ruchu XY: Rozdzielczość: 5 μ m przy przesuwie ręcznym (1 μ m w przypadku motoryzacji)
- moduł przesuwny Z – ręczny, należy przewidzieć automatyzację, czyli oś z wyposażoną w silniki krokowe lub z możliwością wyposażenia w przyszłości w silniki krokowe i system automatyzacji z gniazdem.
Zawiera moduł Z-motion o długości przesuwu dostosowanej do wielkości komory
Specyfikacje ruchu Z: Rozdzielczość: 500 μ m przy przesuwie ręcznym (10 μ m w przypadku motoryzacji)
- moduł obrotowy R1 – zmotoryzowany z możliwością obsługi ręcznej po wyłączeniu silnika)
R1 - obrót θ , $\pm 175^\circ$ max (wokół osi Z)
Specyfikacje ruchu R1: Rozdzielczość: 1° przy przesuwie ręcznym ($0,1^\circ$ w przypadku motoryzacji)

- stacja odbiorcza próbek z ogrzewaniem do uchwytów na próbki PTS

Stacja odbiorcza nośników z grzaniem, wyposażona w możliwość, sprężonego powietrza, mechanicznych i elektrycznych (termopara K na złączu typu push –pull , (możliwy również pomiar potencjału próbki), 2 przejścia do grzania przy natężeniu prądu do 15 A). Stacja zapewnia utrzymanie stabilnej temperatury procesowej próbek. w zakresie do 500°C dla uchwytu z grzaniem rezystywnym. Temperatura próbek musi być kontrolowana przez termoparę umieszczoną bezpośrednio na powierzchni uchwytu. Urządzenie służy do ogrzewania rezystancyjnego próbki. Urządzenie posiada wbudowany regulator temperatury PID (z możliwością ustawiania wielu ramp temperaturowych). Podgrzewanie mocy rampy zabezpiecza grzałkę przed przegrzaniem próbki. Urządzenie może pracować w trybie z kontrolą temperatury lub w trybie z kontrolą prądu.
- Nośnik próbek kompatybilny z manipulatorem standard (BIAS)

Standardowy nośnik próbek z możliwością pomiarów BIAS. Bez grzania i chłodzenia. Odizolowany stolik montażowy, wykonany z tytanu. Termopara umieszczona bezpośrednio na powierzchni nośnika.
- Uchwyt i gniazdo muszą być wyposażone w kontakty elektryczne umożliwiające model rozwojowy grzania oporowe i elektronowego, pomiar temperatury czy biasowanie próbki (ang. *bias*)
- Okna pozwalające na prowadzenie badań i podłączenie urządzeń zewnętrznych.

Akcesoria

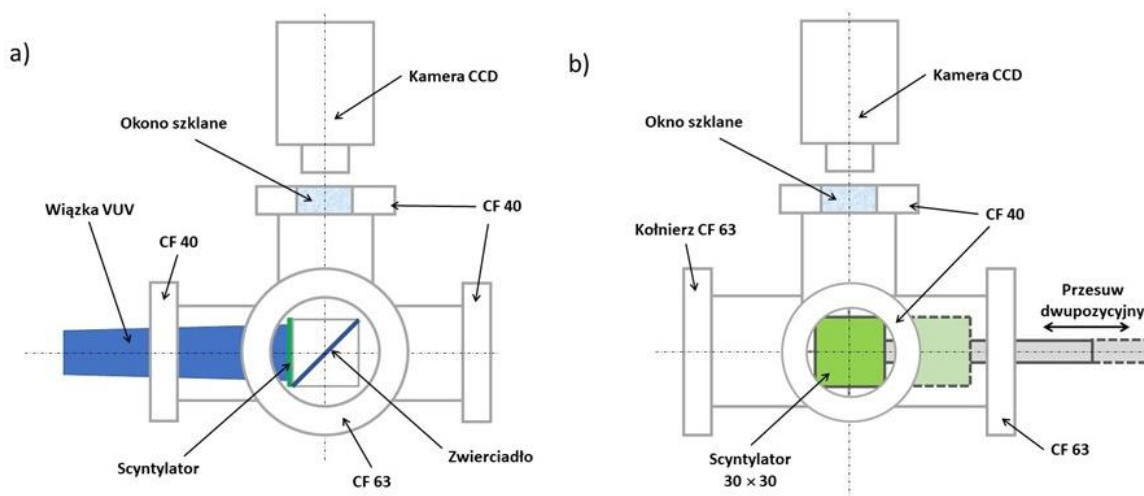
- 1 × stelaż, tzn. regulowana sztywna rama stalowa dla systemu z płytą montażową (stal, płyta izolacyjna i płyta montażowa ze stali nierdzewnej). W zestawie system dystrybucji odpowiednich mediów.
- 1 × układ wygrzewania aparatury w sposób kontrolowany, z regulacją szybkości wzrostu temperatury (w zakresie od 1°/min do 5°/min), z zagwarantowanym niezależnym wygrzewaniem wszystkich komór wchodzących w skład systemu – 1 strefa grzejna, która składa się z taśm grzewczych oraz powinny być dostarczone kontrolery wygrzewania zapewniające jednoczesne wygrzewanie przynajmniej trzech stref. Układ wygrzewania powinien być bezpieczny dla elementów znajdujących się w komorach, powinien być kontrolowany i bezpieczny dla osób obsługujących.
- Układ pomp turbo/jonowa pozwalający na uzyskanie UHV próżni o rzędzie wielkości nie mniejszej niż 10^{-10} mbar wewnątrz komory. Kontrolery próżni wewnątrz komory umieszczone w odpowiedniej odległości od pomp próżniowych.

6. Komory diagnostyczne

Układ próżniowy linii wiązki VUV ma cztery komory diagnostyczne wyposażone, w zależności od komory, w układy pomiarowe do kontroli położenia wiązki VUV, diagnostyki parametrów wiązki, wyprowadzania wiązki UV z toru wiązki VUV oraz wprowadzanie w tor wiązki VUV filtra absorpcyjnego UV. Komory są połączone z elementami układu próżniowego za pomocą kołnierzy CF40. Komory diagnostyczne są na wejściu do głównych komór zwierciadeł i nie posiadają własnego stelaża.

Kontrola położenia wiązki VUV podczas justowania zwierciadeł prowadzona będzie poprzez obserwację obrazu wiązki powstającego na scyntylatorze wprowadzanym w tor wiązki. Scyntylator jest umieszczony na wysięgniku wsuwanym w tor wiązki za pomocą mechanizmu przesuwu dwupozycyjnego zamocowanego do kołnierza CF63. Obraz wiązki na scyntylatorze jest obserwowany za pomocą zwierciadła umieszczonego w torze wiązki za scyntylatorem pod kątem 45° oraz kamery CCD zamocowanej do łącznika CF40 prostopadłego do wiązki. Wysięgnik z scyntylatorem wsuwany jest ręcznie. Kamera służąca do kontroli położenia wiązki VUV musi mieć możliwość zewnętrznej synchronizacji wyzwalania, rozdzielczość min. 1 MPix, czułość widmowa 400-700nm (lub lepsza), komunikacja w standardzie GigE, migawka w trybie Global Shutter, obraz monochromatyczny min. 12bit. Kamera musi posiadać także odpowiednio dobrany obiektyw umożliwiający poprawne zobrazowanie obrazu ze scyntylatora.

Komora diagnostyczna D1 jest zamocowana do okna wejściowego wiązki do komory M1. Wewnątrz komory znajdują się scyntylator, którego wymiary scyntylatora wynoszą 30×30 mm, natomiast zwierciadło posiada wymiary 30×45 mm. Identyczny układ pomiarowy znajduje się w komorze diagnostycznej D2 zamocowanej do okna wejściowego wiązki do komory M2. Schemat układu pomiarowego do kontroli położenia wiązki VUV, zainstalowanego w komorze D1 i D2, jest pokazany na Rys. 8.

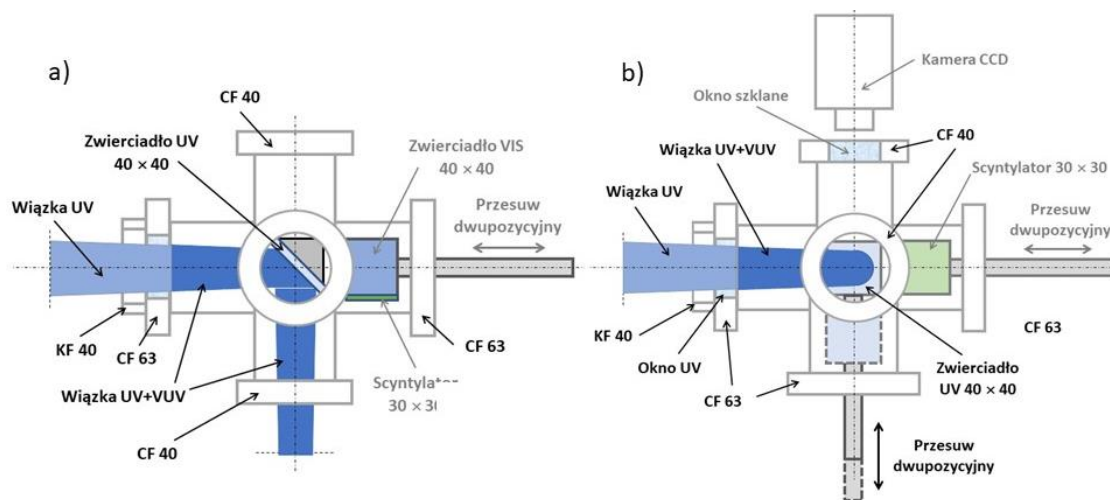


Rys. 12. Schemat układu pomiarowego do kontroli położenia wiązki VUV zainstalowanego w komorze D1 i D2. (a) widok w kierunku prostopadłym do wiązki VUV. (b) widok wzdłuż wiązki VUV.

Komora diagnostyczna D1 i D2 będzie wyposażona w fotodetektor do pomiaru parametrów wiązki, wprowadzany w tor wiązki VUV za pomocą mechanizmu przesuwu dwupozycyjnego zamocowanego do kołnierza CF63. Detektor będzie wprowadzany w tor wiązki po wyprowadzeniu z toru układu do kontroli prowadzenia wiązki.

Komora diagnostyczna D3, zamocowana do okna wejściowego wiązki do komory M3, jest dodatkowo wyposażona w układ optyczny do wyprowadzenia wiązki lasera PolFEL z toru wiązki VUV i skierowania jej do stanowiska do diagnostyki wiązki oraz do laboratorium biologicznego. Układ do wyprowadzania wiązki UV składa się ze zwierciadła UV o wymiarach 40×40 mm wprowadzanego w tor wiązki pod kątem 45° za pomocą mechanizmu przesuwu dwupozycyjnego. Wiązka UV po przejściu przez okienko szafirowe zamocowane w zaślepce kołnierza CF63 jest skierowane do stanowiska pomiarowego oraz laboratorium badawczego. Zaślepka umożliwia podłączenie łącznika próżniowego z kołnierzem KF 40. Wysokość wyprowadzenia wiązki UV będzie kluczowa dla projektowanego przez NCBJ stanowiska pomiarowego i musi być uzgadniana z NCBJ.

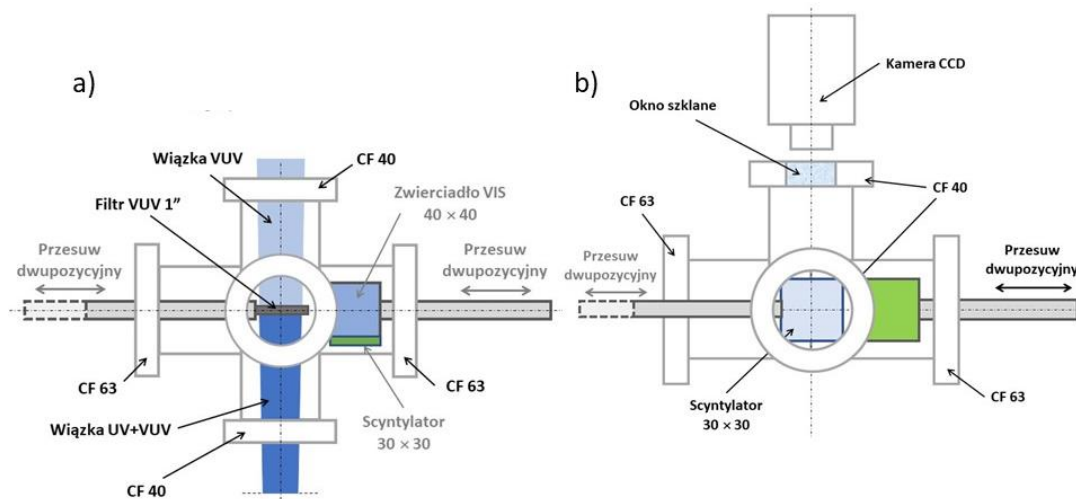
Schemat układu pomiarowego do kontroli położenia wiązki oraz schemat układu optycznego do wyprowadzania wiązki UV z toru wiązki VUV, umieszczone w komorze diagnostycznej D3, są pokazane na Rys. 13.



Rys. 13. Schemat układu pomiarowego do kontroli położenia wiązki VUV oraz schemat układu optycznego do wyprowadzania wiązki UV z toru wiązki VUV umieszczonych w komorze diagnostycznej D3. (a) widok z góry. (b) widok wzdłuż wiązki VUV.

Komora diagnostyczna D4 jest analogiczna do komór D1 i D2. Jest wyposażona dodatkowo, poza układem pomiarowym do kontroli położenia wiązki VUV, w układ umożliwiający wprowadzanie w tor wiązki cienkiego filtra absorpcyjnego o średnicy 1". Filtr posłuży do selekcji promieniowania VUV z wiązki lasera. Filtr jest wprowadzany w tor wiązki za pomocą

mechanizmu przesuwu dwupozycyjnego zamocowanego do kołnierza CF 63. Filtr jest wprowadzany w tor wiązki zamiennie z układem pomiarowym do kontroli położenia wiązki. Schemat układu pomiarowego do kontroli położenia wiązki VUV oraz schemat układu do wprowadzania filtra absorpcyjnego w tor wiązki VUV, umieszczonych w komorze diagnostycznej D4, jest pokazany na Rys. 14.



Rys. 14. Schemat układu pomiarowego do kontroli położenia wiązki VUV oraz schemat układu do wprowadzania filtra absorpcyjnego w tor wiązki VUV, umieszczonych w komorze diagnostycznej D4.
(a) widok z góry. (b) widok wzdłuż wiązki.

Stelaż metalowy jest dopuszczalny (pod warunkiem, że zabezpiecza przed przenoszeniem wibracji).

Elementy wyposażenia komór diagnostycznych:

Monitory wiązki – czyli scyntylatory, photodiody itp. Dostarcza Zamawiający

Kamery dostarcza Wykonawca, typ kamery musi być zatwierdzony przez Wykonawcę.

7. Komponenty próżniowe (zawory, łączniki, mierniki)

Rys. 2 przedstawia schemat układu próżniowego linii wiązki VUV lasera PolFEL. W układzie próżniowym linii wiązki VUV znajduje się pięć zaworów bramowych w standardzie CF40 wraz z zaworem szybkim. Wszystkie zawory muszą spełniać warunek zgodności z technologią UHV. Zawór oznaczony jako V0 jest zaworem szybkim. Jego stan logiczny będzie włączony w system MPS (ang. *machine protection system*). Zawory V1 oraz V2 muszą być to tzw. *all metal*. Pozostałe zawory w obszarze UHV znajdujące się w odległości od źródła mogą być wykonane w technologii innej niż *all metal*, ale zachowując zgodność z UHV. Szczegółowo, zawór V1 zamocowany jest przed komorą diagnostyczną D1 i podłączony jest za pomocą giętkiego łącznika z mieszkem do łącznika próżniowego CF 25 łączącego układ lasera z linią wiązki VUV. Zawór bramowy V1' zamocowany jest za komorą M1. Zawór bramowy V2 zamocowany

jest przed komorą diagnostyczną D2. Podłączony jest za pomocą giętkiego łącznika z mieszkiem z łącznikiem CF40, który podłączony jest za także za pomocą giętkiego łącznika z mieszkiem do zaworu V1' za komorą M1. Zawór bramowy V3 zamocowany jest przed komorą diagnostyczną D3 i podłączony jest, za pomocą giętkiego łącznika z mieszkiem, do komory zwierciadła M2. Zawór bramowy V4 zamocowany jest do okna wyjściowego wiązki z komory zwierciadła M3. Do zaworu przymocowana jest komora diagnostyczna D4, za którą zamocowany jest zawór bramowy V5. Zawór V5 jest wyposażony w okno szafirowe UV, które odcina, w momencie zamknięcia zaworu, układ próżniowy komory eksperymentalnej od układu próżniowego linii wiązki VUV. Zawór V5 połączony jest z komorą eksperymentalną za pomocą giętkiego łącznika z mieszkiem. Wszystkie łączniki w układzie są w standardzie CF40.

Na każdej komorze lustra należy przewidzieć stosowne zawory do późniejszego montażu spektrometru masowego.

Na każdej komorze lustra należy przewidzieć zawór naciekowy 16 CF.

Komory zwierciadeł wyposażone są w mierniki do kontroli próżni UHV. Mierniki próżni, żeby spełniały swoją funkcję, muszą mierzyć wartość próżni w odległości stosownej od pomp próżniowych.

8. Media - sprężone powietrze

W ośrodku PolFEL planowana jest instalacja zbiorcza osuszonego sprężonego powietrza. Instalacja powietrza będzie doprowadzona do hali eksperymentalnej, skąd Wykonawca musi zaplanować oraz rozprowadzić sprężone powietrze do urządzeń sterowanych pneumatycznie. Wykonawca musi dostarczyć odpowiedni system sterowania oraz kontroli przepływu tego powietrza (manometry, węże itp.).

9. Sterowanie układem próżniowym linii wiązki

Układ sterowania jest zaprogramowany tak, aby zagwarantować użytkownikom bezpieczeństwo oraz przeciwdziałanie uszkodzeniu mechaniki i optyki linii. Układ sterownia linii przesyłowej fotonów (ang. *beamline*) powinien umożliwiać odczyt wszystkich czujników oraz możliwość sterowania wszystkimi aktuatorami. Układ musi umożliwiać odczyt i zadawanie parametrów za pomocą wybranego protokołu (np. MODBUS TCP), wybór kontentego protokołu komunikacji nastąpi w wyniku uzgodnień zamawiającego z wykonawcą. Oprócz komunikacji za pomocą wybranego protokołu, układ sterownia linii przesyłowej musi udostępniać szybkie sygnały elektryczne (np. w postaci pętli prądowych), których zadaniem jest sygnalizowanie sytuacji niepożądanych, które wymagają szybkiej reakcji ze strony systemów bezpieczeństwa akceleratora (np. wyłączenie wiązki). Jednocześnie układ ten musi mieć możliwość odczytania szybkich sygnałów elektrycznych sterowanych przez systemy bezpieczeństwa akceleratora, w celu zabezpieczenia linii przesyłowej. W celu zarządzania wszystkimi sygnałami blokującymi (interlokami) pochodzącymi z komponentów linii

instalowane jest PLC (ang. *Programmable Logic Controller*): jego sygnały wejściowe i wyjściowe (poziomy logiczne) są zawsze dobrze zdefiniowane, nawet w przypadku awarii zasilania. W tym celu w systemie próżniowym brane są pod uwagę różne źródła blokad (interloków): ciśnienie, temperatura, sprężone powietrze, stany zaworów.

Układ sterowania linii przesyłowej (czuli linii VUV od undulatora do stacji eksperymentalnej), powinien działać autonomicznie, bez konieczności połączenia z centralnym system sterowania, tak by można go było niezależnie przetestować. Wykonawca powinien dostarczyć oprogramowanie umożliwiające operowanie układem linii przesyłowej w zakresie podstawowych wraz z kodem źródłowym warstwy *back-end* odpowiedzialnym za komunikację z hardware, algorytmy sterowania dostarczy Zamawiający.

Układ próżniowy linii wiązki będzie wyposażony w system sterowania, w skład którego wchodzi następujące podzespoły:

- 1 × oprogramowanie sterujące zapewniające pełną obsługę próżniową oferowanej linii, które:
 - pozwala na niezależną kontrolę próżniową poszczególnych komór jak i kontrolę wszystkich osi zmotoryzowanych manipulatorów,
 - posiada wbudowany system zabezpieczeń przed promieniowaniem laserowym w postaci zintegrowanego systemu przesłona na oknach próżniowych,
 - sterownik będący interfejsem zapewniający komunikację z protokołem wybranym w wyniku uzgodnień zamawiającego z wykonawcą
 - umożliwia pełną akwizycję danych z systemu,
 - posiada pełną graficzną wizualizację statusu pracy linii eksperymentalnej jak i poszczególnych sekcji,
 - posiada pełną kontrolę nad systemem wygrzewania poszczególnych sekcji linii eksperymentalnej,
 - umożliwia integrację z mobilną jednostką sterującą.
- 1 × sterownik PLC
- 1 zestaw szafy 19” na wszystkie urządzenia elektroniczne - podłączenie elektryczne odbywa się za pomocą 32A, 3-fazowego zasilania 400VAC i jest zabezpieczone wyłącznikiem głównym oraz wyłącznikiem awaryjnym
- Układ sterowania wiązki powinien działać autonomicznie, bez konieczności połączenia z centralnym system sterowania, tak by można go było niezależnie przetestować.
- Wykonawca powinien dostarczyć oprogramowanie umożliwiające operowanie układem linii przesyłowej w zakresie podstawowych wraz z kodem źródłowym warstwy *back-end* odpowiedzialnym za komunikację z hardware.

10. Układ stelaży

Wiązka fotonowa wychodzi ze źródła (undulatora) na wysokości 1400 mm, wzdłuż osi wiązki wysokość jest zmienna a jej wysokość wynika z geometrii układu optycznego patrz rys.1

Stelaże dla komór, muszą zapewnić antywibracyjną i sztywną podstawę. Konieczne jest zapewnienie stóp regulacji trójwymiarowej o poprzecznym i wertykalnym skoku wynoszącym $\pm 15\text{mm}$ oraz rozdzielczości $\leq 0.1\text{ mm}$. Stopy regulacyjne muszą być rozmieszczone w taki sposób, aby umożliwiać regulację nachylenia, obrotu i odchylenia w zakresie $\pm 1^\circ$. Stopy należy zamocować na wypoziomowanej wylewce na posadzce w celu zapewnienia sztywnego połączenia z każdą nogą.

Dla stacji eksperymentalnej system dokładności przesuwu podpory będzie ustalony na etapie projektowym.

11. Pozycjonowanie i fidualizacja

Do prawidłowego pozycjonowania komór wzdłuż linii wiązki fotonowej oraz położenia elementów ruchomych w pierwszym przybliżeniu stosowane są metody metrologii to znaczy metody uzyskiwania współrzędnych położenia w przestrzeni danego obiektu przy pomocy trackera laserowego. Tracker laserowy to przenośny przyrząd pomiarowy, który wykorzystuje wiązkę lasera do dokładnych pomiarów położenia danego elementu w przestrzeni trójwymiarowej. Wiązka laserowa przesyłana jest do retroreflektora mocowanego sferycznie (SMR) na tzw. gniazdach głowic pozycjonowania, i mierzone są kąty z dwóch osi mechanicznych trackera, oś azymutu oraz oś wysokości lub oś zenitu. Dane te następnie są łączone z odległością od trackera, w celu obliczenia współrzędnych X, Y, Z danego obiektu. Miejsca w których znajdują się gniazda nazywa się punktami referencyjnymi.

W obrębie komory należy przewidzieć stosowną liczbę gwintowanych otworów i płaskich powierzchni dla głowic pozycjonowania. Otwory powinny mieć gwint M6. Gniazda głowic pozycjonowania będą dostarczone przez Zamawiającego.

Punkty referencyjne muszą być wykonane na poziomych lub pionowych płaszczyznach zasadniczej komory próżniowej lub elementów na stałe przyspawanych (odłączane lub ruchome elementy takie jak obrotowe kołnierze nie są dozwolone). Jako zasadę należy stosować 3-5 punktów referencyjnych możliwie jak najbardziej rozdzielonych w przestrzeni i nieumiejscowionych w jednej linii. Wykonawca musi o uzgodnić położenia punktów referencyjnych z Zamawiającym. Tolerancje położenia względem ich nominalnych pozycji powinna być $< \pm 0.05\text{ mm}$ i musi być zweryfikowana po końcowym montażu. Ostateczny zestaw rysunków dostarczonych dla Zamawiającego musi zawierać zweryfikowane pozycje punktów referencyjnych.

Metrologia zwierciadeł

Wykonawca udostępni Zamawiającemu przestrzeń na wykonanie metrologii zwierciadeł na ostatnim etapie produkcji. W tym celu Zamawiający dostarczy do Wykonawcy zwierciadła testowe tzw. *dummy* oraz zapewni personel i oprzyrządowanie pomiarowe. Warunki przeprowadzenia metrologii zwierciadeł zostaną ustalone na etapie projektu konstrukcyjnego.

12. Kontrole i testowanie

Zamawiający lub jego autoryzowany przedstawiciel będzie miał dostęp do producenta oraz do podwykonawców, w uzasadnionym zakresie, w celu kontroli postępów na wszystkich etapach produkcji. Pod koniec każdego miesiąca Wykonawca przekaże raport z wykonanych prac.

Raport będzie wymagał akceptacji ze strony Zamawiającego.

NCBJ ma prawo być świadkiem wszystkich testów, które mogą być konieczne zgodnie z warunkami niniejszej specyfikacji i zostanie poinformowany o testach z co najmniej 3-tygodniowym wyprzedzeniem. Wyniki testów wykonawca przedstawi na piśmie.

Zamawiający wymaga wykonania następujących testów:

Odbiorcze testy fabryczne (ang. *Factory Acceptance Tests*):

Należy wykonać następujące testy odbiorcze:

- Kontrola wizualna
- Testy funkcjonalności i rozmiarowy
- Test ruchu

Wszystkie zdalnie sterowane urządzenia zostaną sprawdzone pod kątem prawidłowego działania. Siłowniki na sprężone powietrze, siłowniki zmotoryzowane, osie zmotoryzowane i wyłączniki krańcowe będą weryfikowane w całym określonym zakresie roboczym ruchu.

Testy ruchu zmotoryzowanego i niezmotoryzowanego zostaną przeprowadzone w zakresie całkowitych ruchów przesuwu, aktywacji wyłączników krańcowych oraz dokładności, rozdzielczości i powtarzalności ruchów. Wymagana rozdzielczość musi zostać zweryfikowana, a położenie wyłączników krańcowych będzie mierzone w odniesieniu do pozycji enkodera, znacznika 0 (zero) enkodera inkrementalnego lub przełącznika referencyjnego. Badania należy przeprowadzać z zamontowanymi enkoderami i zewnętrznymi urządzeniami pomiarowymi.

- Test mechaniczny
Należy przeprowadzić weryfikację wszystkich ruchów mechanicznych w projektowanym zakresie.
- Test regulacji
Wykonawca jest zobowiązany do sprawdzenia ustawienia wszystkich elementów.
- Test elektryczny
 - a) Test okablowania
 - b) Testy ciągłości
 - c) Testy funkcjonalne: wszystkie kable i połączenia zostaną sprawdzone zgodnie z poniższym opisem: sprawdzenie zgodności z projektem elektrycznym, dotyczące wyłączników krańcowych, enkoderów położenia i wszystkich podzespołów elektromechanicznych zostanie przeprowadzone przy użyciu odpowiednich kontrolowanych pod kątem zgodności z ich specyfikacją.
Zgodność zdolności rozdzielczej, dokładności i powtarzalności ruchów dla osi zmotoryzowanych.

- Test próżniowy
 - a) Pomiar Ciśnienia. Ciśnienie bazowe to ciśnienie uzyskiwane w komorze próżniowej po kondycjonowaniu (wygrzewaniu komory i pomp oraz aktywacji pomp). Dopuszczalny poziom ciśnienia bazowego $\leq 5 \times 10^{-10}$ mbar powinien być mierzony na wszystkich pompach jonowych i wakuometrach w zakresie sektora próżni, gdy wszystkie zawory są zamknięte.
 - b) Sprawdzenie szczelności.

Całkowity wskaźnik przecieku (suma wszystkich przecieków) musi być równy lub niższy niż 2×10^{-10} mbar x l/s.

Elementy próżniowe są uważane za wolne od węglowodorów, jeżeli w układzie szczelnym o ciśnieniu całkowitym poniżej 1×10^{-7} mbar suma ciśnień cząstkowych mas powyżej masy 45 do 100 jest mniejsza niż 10^{-3} ciśnienia całkowitego.

Test RGA należy wykonać dla stanu statycznego komory (brak ruchów elementów ruchomych) oraz dla stanu dynamicznego komory (podczas ruchów elementów ruchomych takich jak: szczelina, siatki dyfrakcyjne, maska itp.). Podczas testu RGA wszystkie pompy rozpylające jonowe powinny być wyłączone, aby nie zakrywać źródła zanieczyszczenia.
 - c) Analiza gazów resztkowych (zawartość węglowodorów)

Osiągnięcie próżni bazowej używając tylko pompy jonowej po procesie wygrzewania. Analiza gazów resztkowych i pomiary poziomu nacieku helu.

Testy próżniowe muszą być należycie udokumentowane i są nieodłączną częścią wymaganej dokumentacji dostarczonej przez Wykonawcę.

13. Dokumentacja

Wykonawca dostarcza dokumentację techniczną. Jako dokumentację techniczną rozumie się każdy dokument zawierający dane techniczne dla przedmiotu zamówienia. Warunki jakie musi spełniać dokumentacja techniczna zostały opisane w poniższym paragrafie.

Dokumentację niezbędną do zatwierdzenia kamieni milowych projektu (np. PDR, FDR, FAT) należy złożyć z odpowiednim wyprzedzeniem przed tymi przypadkami. Dokumentacja wszystkich montowanych podzespołów dotycząca linii badawczej powinna obejmować co najmniej następujące elementy:

1. Dokument inwentaryzacji wszystkich dostarczonych urządzeń z ich numerami seryjnymi, datami dostawy, nazwami producentów oraz dokument inwentaryzacji wszystkich dostarczonych kabli.
2. Projekty konstrukcyjne (nie zawierające tajemnicy przedsiębiorstwa) obejmujące modele 3D (format *.step lub *.iges) oraz 2D (format *.dwg, *.dxf lub *.pdf) dostarczonego sprzętu w związku z rysunkami montażowymi. Obowiązkiem Wykonawcy jest zapewnienie, że informacje na rysunkach są prawidłowe i kompletne.

3. Karty gwarancyjne dotyczące całego sprzętu dostarczonego do NCBJ.
4. Opis parametrów technicznych usług regularnych i przeglądów. Wykonawca dostarczy instrukcję (procedury instalacji, montażu, demontażu, konserwacji i serwisu systemu).
5. Instrukcja obsługi, schematy elektryczne, w tym procedura ustawiania pozycji manipulatorów.
6. Wyniki testów ruchu, raporty z pomiarów próżni przeprowadzonych podczas FAT.
7. Dokumentacja zgodności (procedura i wyniki-współrzędne).
8. Wszystkie dostarczone elementy muszą być oznaczone i opisane zgodnie z nomenklaturą przyjętą w NCBJ lub nazewnictwo musi być uzgodnione z NCBJ. Dostarczone kable muszą być oznakowane zgodnie z ich przeznaczeniem (typ urządzenia , początek kabla –koniec kabla). Wykonawca dostarcza listę dostarczanych elementów w postaci pliku excelowskiego, lub równoważnego. Koszt całej dokumentacji technicznej zostanie uwzględniony w umowie.

14. Opis zakresu dostawy

Przedmiot zamówienia składa się z :

- trzech komór próżniowych na zwierciadła M1, M2, M3. Wyposażone w manipulatory zmotoryzowane/ręczne przystosowane do zamontowania zwierciadeł oraz ich precyzyjnego ruchu. Położenia zwierciadeł oraz ich zakres ruchu jest zdefiniowany przez Zamawiającego w OPZ w Tabeli 1. Wymiar zwierciadeł oraz wielkość wiązki fotonowej na zwierciadłach wynika z symulacji i jest podana w rozdziale 1. Zwierciadła dostarcza Zamawiający.
- systemu komór próżniowych na elementy diagnostyczne (D1,D2,D3,D4) z manipulatorami / przesuwnikami przystosowanymi do zamontowania elementów diagnostycznych i ich ruchu, oraz manipulatora do odbicia i wyprowadzenia wiązki UV. Kamery dostarcza Wykonawca, typ kamery musi być zatwierdzony przez Zamawiającego. Warunki jakie musi spełniać kamera opisano w rozdziale 6.

Schemat diagnostycznego układu pomiarowego został przedstawiony na rys. 13 i 14.

- komory próżniowej stacji eksperymentalnej z manipulatorem przystosowanym do montażu, transportu, wygrzewania i chłodzenia próbek, okienkiem przystosowanym do wprowadzenia wiązki pompującego lasera optycznego.
- mierników próżniowych umożliwiających pomiar wysokiej oraz niskiej próżni, zamontowanych zgodnie z dobrymi praktykami inżynierskimi i wiedzą o ultra wysokiej próżni.
- komponentów próżniowych (m.in rury, mieszki, kołnierze, zawory) odpowiednio tworzących bezpieczne sekcje próżniowe. Próżniowy system linii VUV zaczynać będzie się za pierwszym zaworem szybkim, oddzielającym układ undulatorów (zwany źródłem) od linii VUV zaś kończyć za komorą eksperymentalną.



- systemu pompowania- układu pomp próżniowych wraz z zasilaczami. Układ pompowania linii musi zapewnić warunki próżniowe określone w powyższym dokumencie, układ pompowy nie może powodować wibracji w układzie próżniowym linii.
- systemu wygrzewania urządzeń (tzw. bake out) składający się z odpowiednich elementów do wygrzewania linii wraz z zasilaczami.
- systemu powietrza sprężonego – Wykonawca dostarcza projekt oraz system sprężonego powietrza składający się m.in. z manometrów, węży przepływomierzy. Instalacja sprężonego powietrza zaczyna się od wyjście przyłącza głównego osuszonego sprężonego powietrza (punkt położenia wyznaczony przez Zamawiającego) a urządzeniami zasilanymi powietrzem. Dostarczony przez Wykonawcę system musi być dostosowany do parametrów osuszonego powietrza sprężonego, które jest planowane w NCBJ.
- systemu okablowania, Wykonawca musi dostarczyć projekt oraz wykonać i dostarczyć niezbędne okablowanie wraz z tabliczkami oznakowania kabli zgodnie z zapisem rozdz.13.
- układu stelaży odpowiedni dla wymagań antywibracyjnych i sztywności dla poszczególnych elementów, z zadaniem skokiem regulacji.
- systemu autonomicznego sterowania układem próżniowym linii VUV (linii wiązki) zawierającym układ sterowania, PLC oraz oprogramowanie pozwalające na przetestowanie systemu.
- podstawowego interfejsu graficznego Graphic User Interface (GUI)
- podzespołów elektronicznych m.in. takich jak zasilacze, szafy sterownicze, sterowniki.
- odbiorczych testów fabrycznych Testy FAT zgodnie z rozdz. 12. Wykonawca jest zobowiązany do wykonania testów.
- dokumentacji powykonawczej

Poniższe elementy dostarcza Zamawiający:

- elementy wyposażenia komór diagnostycznych takie jak np. monitory wiązki (scyntylatory, fotodiody) itp. dostarcza Zamawiający.
- zawór szybki na wejściu wiązki od strony undulatora, dostarcza Zamawiający.