

Wymogi dla klatki ołowianej dla linii eksperymentalnej XMCD

1. Informacje ogólne

Przedmiotem postępowania jest projekt, wykonanie, dostawa i montaż **klatki ołowianej dla linii eksperymentalnej XMCD**, stanowiącej fizyczne odseparowanie część linii oraz osłonę radiologiczną dla personelu Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w Krakowie przed podwyższonym poziomem promieniowania.

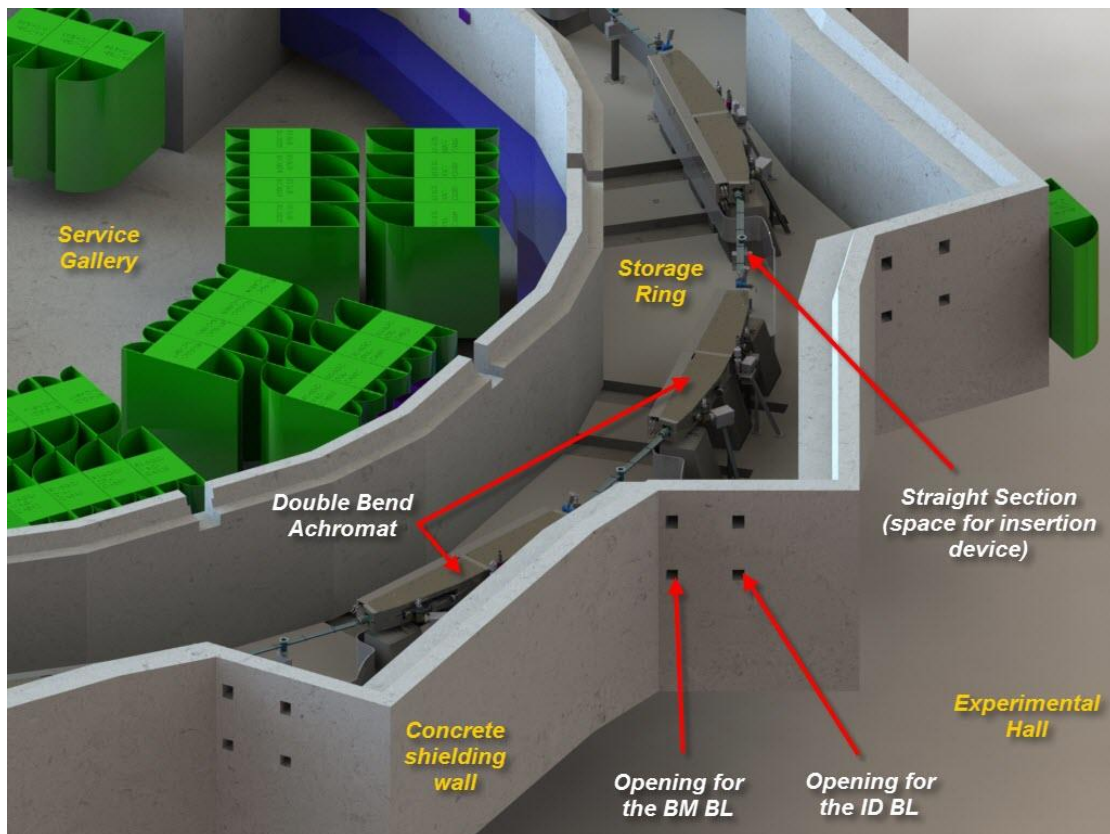
Synchrotron SOLARIS jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego 3 generacji, bazującym na pierścieniu akumulacyjnym 1.5 GeV, w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w Krakowie. Charakteryzuje się on małą emitancją 6 nm·rad, a maksymalny prąd wiązki elektronów wynosi 500 mA. Sieć magnetyczna pierścienia składa się z 12 identycznych „komórek” achromatycznych (ang. *Double-Bend Achromat – DBA*), z których każda jest zrealizowana na bazie jednego żelaznego bloku. Zaprojektowano dwanaście sekcji prostych, każda długości 3335 mm. Dziesięć z nich będzie dostępne dla różnego rodzaju urządzeń wstawkowych generujących promieniowanie elektromagnetyczne (ang. *Insertion Device – ID*).

Linia eksperymentalna XMCD wytwarzać będzie promieniowanie o zmiennej polaryzacji z undulatora typu *Elliptically Polarizing Undulator* (EPU). Klatka zbudowana będzie w obrębie wydzielonego obszaru hali eksperymentalnej przeznaczonego dla linii eksperymentalnej XMCD. Osłaniać ona będzie między innymi silnie rozpraszające elementy optyczne, przyczyniające się do występowania wzmożonego promieniowania w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

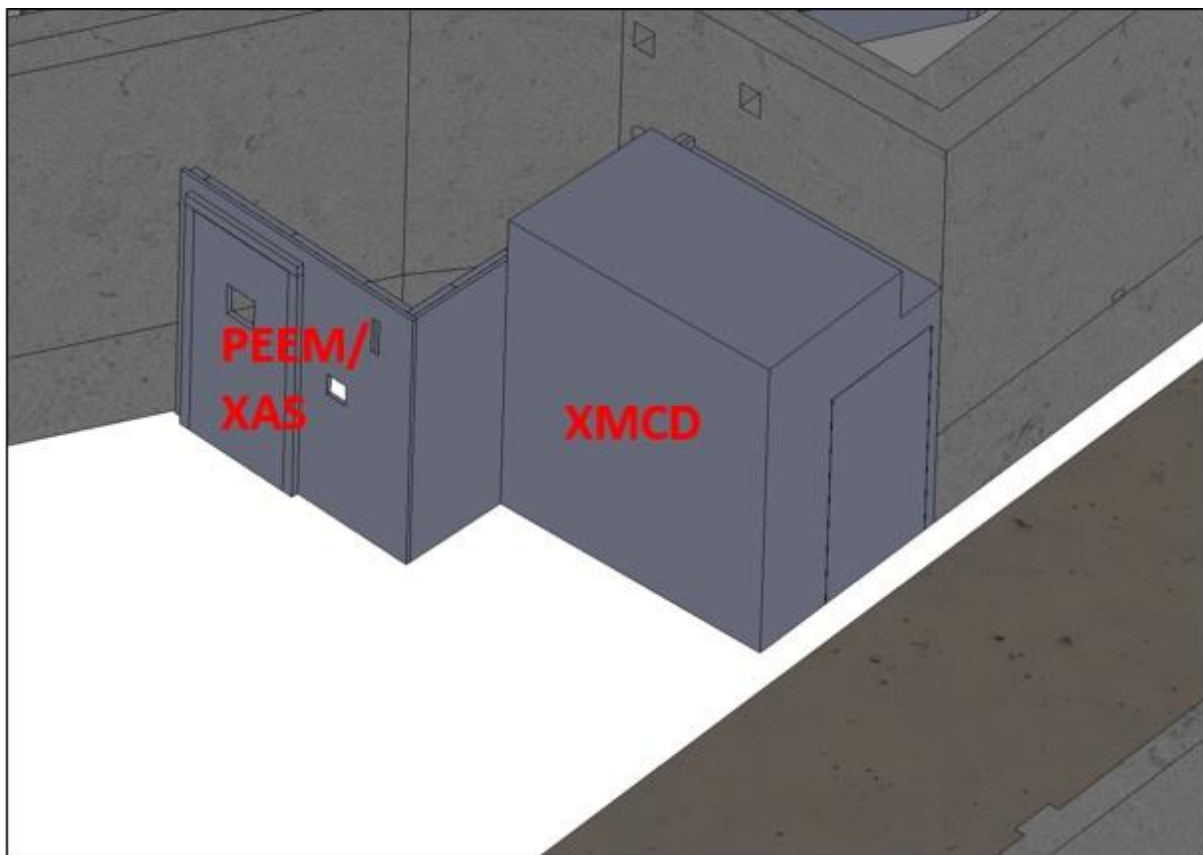
2. Zakres zamówienia

Klatka ołowiana zbudowana będzie w obrębie obszaru dostępnego dla linii eksperymentalnej XMCD. Będzie ona przylegać do ściany ochronnej pierścienia akumulacyjnego wykonanej z cementu barytowego (*Rys. 1*). W ścianie tej zrobione są otwory, którymi do linii doprowadzane jest promieniowanie. Otwór dla linii XMCD musi w całości znajdować się wewnątrz klatki, pozostałe niewykorzystywane otwory będą szczelnie osłonięte. Jedna z jej ścian będzie współdzielona z istniejącą klatką ołowianą dla linii (PEEM/XAS) zajmującej sąsiedni obszar. Żadna ze ścian klatki nie może wychodzić poza obszar zaznaczony. Wysokość części klatki musi pozwalać na montaż dwóch poziomów korytek kablowych na ścianie betonowej. Z

zewnątrz przez szykany w ścianie doprowadzone będą media oraz kable elektryczne i sygnałowe. Wewnątrz klatki media i kable będą poprowadzone w korytkach. Ze względu na ryzyko wydostania się promieniowania, zabronione jest wiercenie w ścianach ołowianych. Wykonawca musi wziąć pod uwagę przebieg tras kablowych i mediów wewnątrz i na zewnątrz klatki po wcześniejszej konsultacji z SOLARIS, a ich montaż musi być zaplanowany z wykorzystaniem stalowej konstrukcji szkieletowej klatki. Przykładowy model klatki znajduje się na Rys. 2.



Rys. 1. Widok na ścianę ochronną pierścienia akumulacyjnego, wykonaną z cementu barytowego oraz otworów przewidzianych dla linii eksperymentalnych (widok od strony hali eksperymentalnej).



Rys. 2. Przykładowa klatka dla linii eksperymentalnej XMCD.

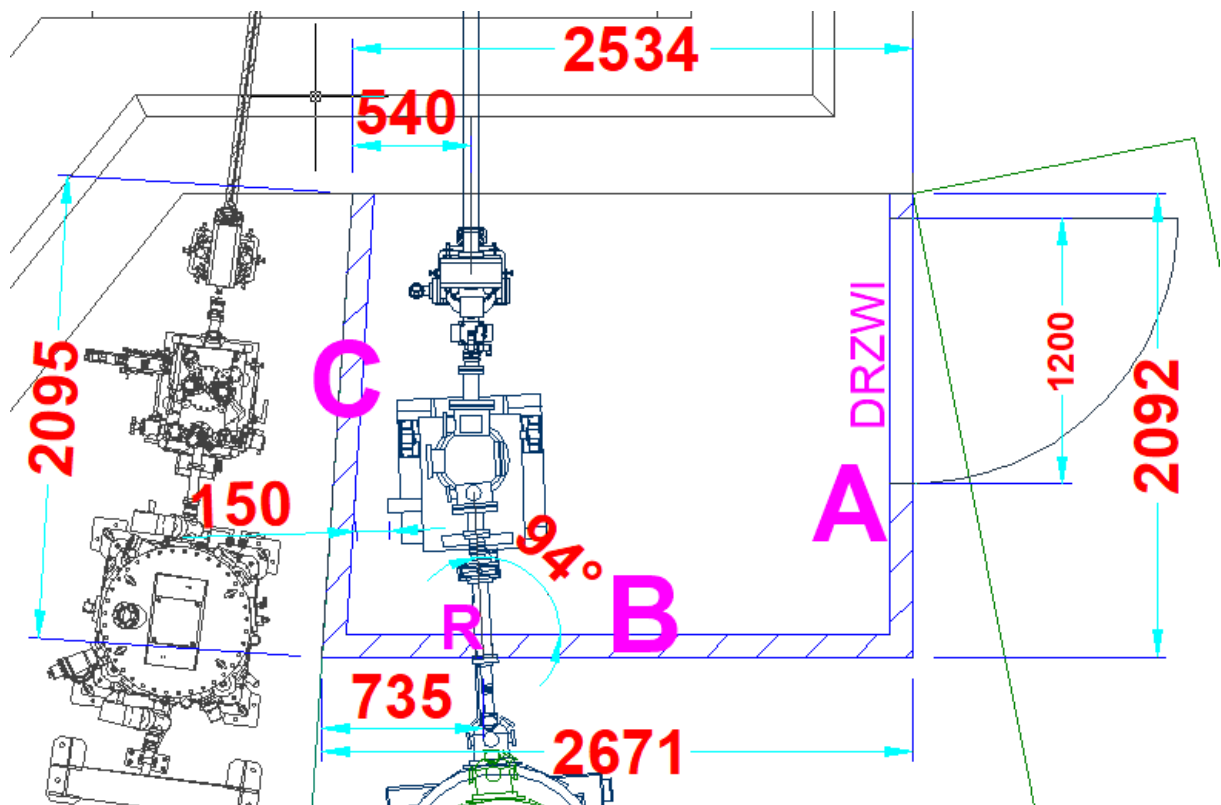
2.1. Opis konstrukcji klatki ołowianej

Klatka musi spełniać następujące warunki:

- a) Posiadać **ściany i dach z płyty warstwowej** z warstwą blachy ołowianej o osłonności w każdym punkcie klatki równej min. 5 mm (osłonność dla dachu 2.5 mm). Klatka musi ściśle przylegać do ściany osłonowej pierścienia akumulacyjnego o szerokości 2534 mm (Rys. 3). Kolor płyt klatki to RAL-5024.
- b) Posiadać **kształt podstawy trapezu prostokątnego i wymiary** trzech ścian 2092 mm (ściana A) × 2671 mm (ściana B) × 2095 mm (ściana C) (± 50 mm), przy czym ściana C umiejscowiona będzie na granicy dostępnego obszaru (Rys. 3). Graniczny obszar będzie wyznaczony przez ścianę klatki ołowianej linii eksperymentalnej XAS/PEEM. Ściana C musi ściśle przylegać do ściany klatki ołowianej linii XAS/PEEM. Wymiary klatki będą dostosowane do geometrii linii eksperymentalnej. Klatka ołowiana musi zapewniać swobodny dostęp do elementów linii znajdujących się w jej wnętrzu, z

zachowaniem co najmniej (1555 ± 50) mm wolnej przestrzeni pomiędzy najbardziej zewnętrzną krawędzią elementu linii a ścianą z drzwiami (ściana A). Odległość krótszej ściany (ściany B) od ściany osłonowej pierścienia akumulacyjnego determinuje pozycja stolika pod komorę próżniową Lustra (nie będącego przedmiotem zamówienia). Odległość dolnej krawędzi stolika od ściany B musi wynosić (380 ± 50) mm.

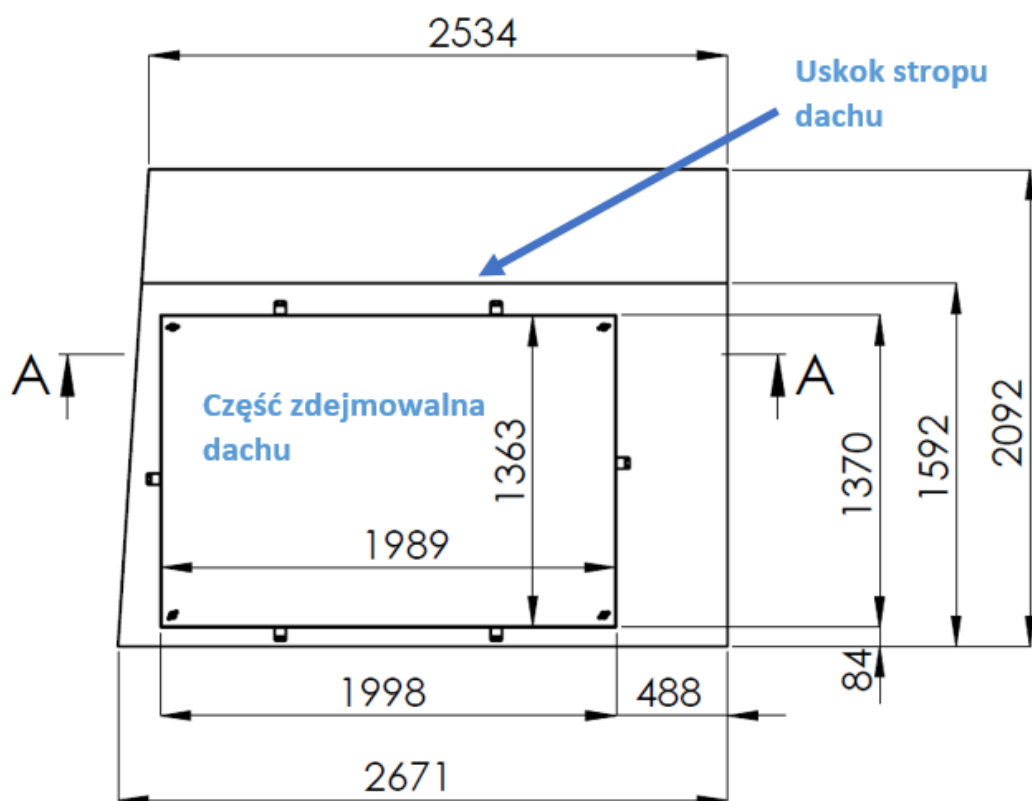
- c) W ścianie B znajdować się będzie **otwór na rurę próżniową DN 63 CF** z kołnierzem (dostarczane przez Zamawiającego), wyprowadzającą wiązkę pomiarową z klatki. Otwór musi mieć wielkość umożliwiającą zainstalowanie rur (Rys. 3). Ściana B będzie zorientowana pod kątem 94° w stosunku do rury próżniowej R, dlatego pozycja otworu dla R wyznaczona będzie po dokładnym określeniu pozycji ściany B (długości klatki). Oś symetrii rury próżniowej R znajdować się będzie na wysokości 1300 mm (oś symetrii rury od podłogi – pozycji wiązki). Dokładna wartość, uwzględniająca nierówności podłogi, podana będzie na etapie projektowym po ustaleniu pozycji ściany B.



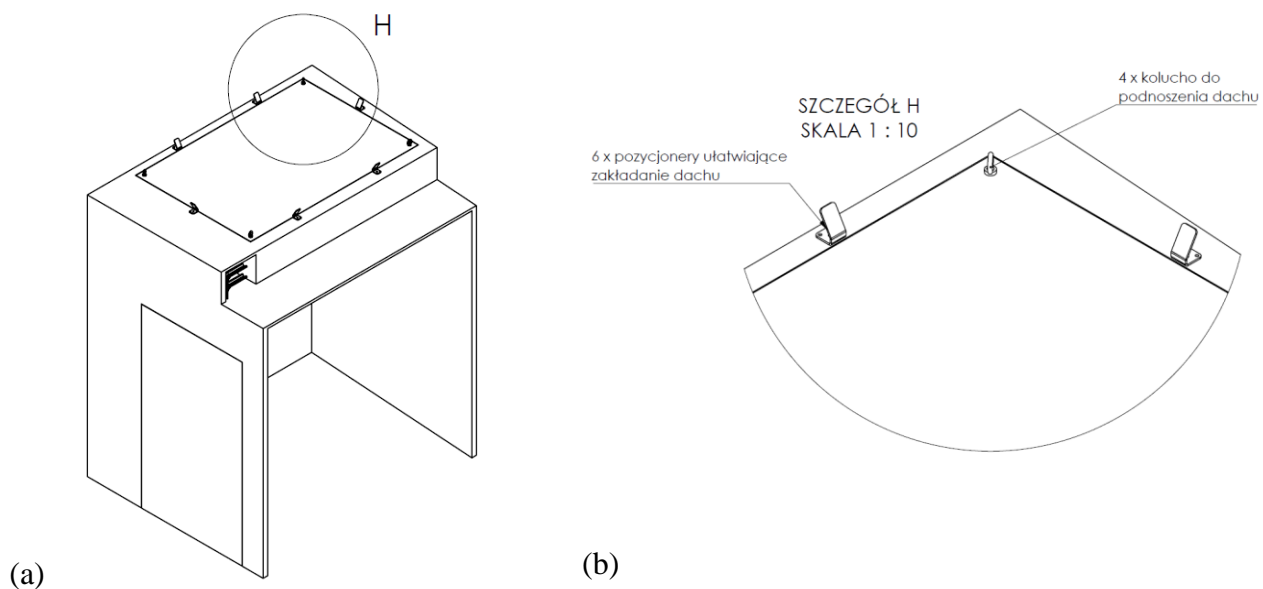
Rys. 3. Rzut z góry przykładowej klatki ołowianej wraz z jej podstawowymi wymiarami.

d) **Dach** klatki będzie składał się z kilku części umieszczonych na dwóch poziomach wysokości. Przewidziana będzie jedna część zdejmowalna oraz części zamontowane na stałe. Prześwit pozostały po usunięciu części zdejmowalnej służyć będzie transportowi komponentów linii za pomocą suwnicy, jak i montowaniu modułowego pomieszczenia czystego. Pozycja i wymiary prześwitu w konstrukcji nośnej dachu klatki, nad którymi znajdować się będzie część zdejmowalna jest zaznaczona na *Rys. 4* oraz *Rys. 5*. Wymiary i pozycje prześwitów będą określone na etapie projektu. Zdejmowalna część dachu znajdująca się w wyższej części dachu musi być wyposażona w odpowiednią ilość koluch o prześwicie 35-40 mm, o udźwigu dostosowanym do masy podnoszonego elementu. Zamawiający sugeruje wyposażenie dachu w pozycjonery ułatwiające zakładanie części zdejmowalnej dachu na miejsce (*Rys. 5 (b)*). Części zdejmowalne powinny być zaplanowane tak, by przy złożonym w całość dachu zachować wymaganą osłonność radiologiczną klatki.

- Niższa część dachu przylegająca do ściany betonowej, razem z elementami konstrukcji powinna znajdować się ponad górnym otworem w ścianie osłonowej, tj. powyżej poziomu 2420 mm. Musi się ona również znajdować pod korytkami kablowymi, przymocowanymi do ściany betonowej, czyli poniżej poziomu 2570 mm.
- Wyższy poziom dachu znajdować się będzie poniżej 2900 mm. Wyższy poziom dachu musi być połączony z niższym poziomem dachu płytą, z której wykonany jest dach. W tej części dachu przewidziana jest część zdejmowalna. Na *Rys. 4* przedstawiono szczegóły konstrukcji i wymiary dachu oraz części zdejmowalnej dachu klatki ołowianej – ostateczne wymiary części zdejmowalnej dachu powinny zostać ustalone na etapie projektu.



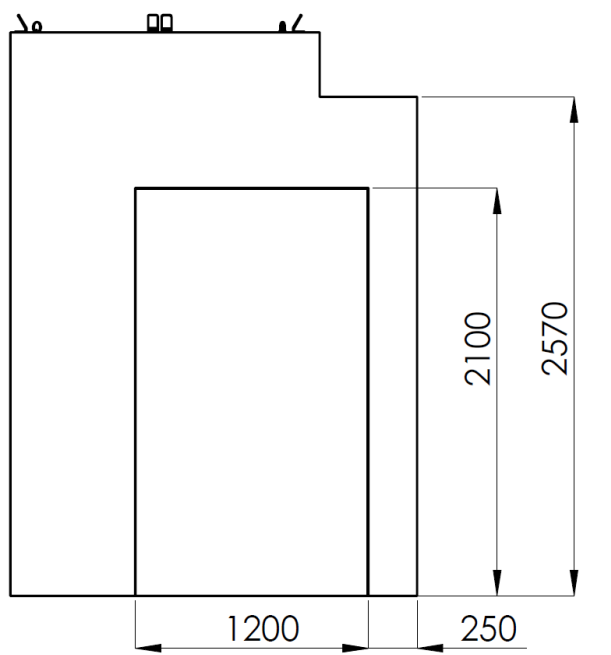
Rys. 4. Konstrukcja dachu oraz części zdejmowalnej dachu klatki ołowianej.



Rys. 5. Przykładowa konstrukcja części zdejmowalnej dachu. Na obrazie (a) przedstawiono docelowe miejsce części zdejmowalnej, a na obrazie (b) pokazano elementy pomocnicze części zdejmowalnej.

- e) Klatka posiadać będzie **jednoskrzydłowe drzwi otwierane** ulokowane w ścianie A, o szerokości całkowitej (1200 ± 50) mm i wysokości min. 2100 mm w prześwicie, nie licząc osprzętu drzwi. Drzwi wyposażone będą w **otwór rewizyjny (okienko)** o wymiarach co najmniej $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$. Drzwi wraz z okienkiem po zamknięciu muszą być szczelne radiologicznie i gwarantować osłonę radiologiczną nie gorszą niż ściany klatki.

Umieszczenie drzwi pokazuje Rys. 3. Na Rys. 6 pokazano widok boczny ściany A wraz z sugerowanymi wymiarami drzwi.



Rys. 6. Widok boczny ściany A.

- f) Klatka i drzwi zostaną wyposażone w **system zabezpieczenia PSS**. Wykonawca musi dostarczyć i zamontować następujący osprzęt drzwi (po wcześniejszym uzgodnieniu szczegółów z SOLARIS):
- 1 zwór elektromagnetyczny (zalecane jest zastosowanie obecnie zainstalowanych w SOLARIS zwór firmy Dorma EM3000AH lub równoważnych)
 - Samozamykacz drzwiowy z ramieniem z funkcją STOP, dostosowany do wymiarów i wagi drzwi, z regulacją prędkości zamykania i docisku końcowego
 - Dźwignia antypaniczna zamontowana na skrzydle, z wyprowadzonym stykiem odcinającym zasilanie na zworze elektromagnetycznym drzwi.

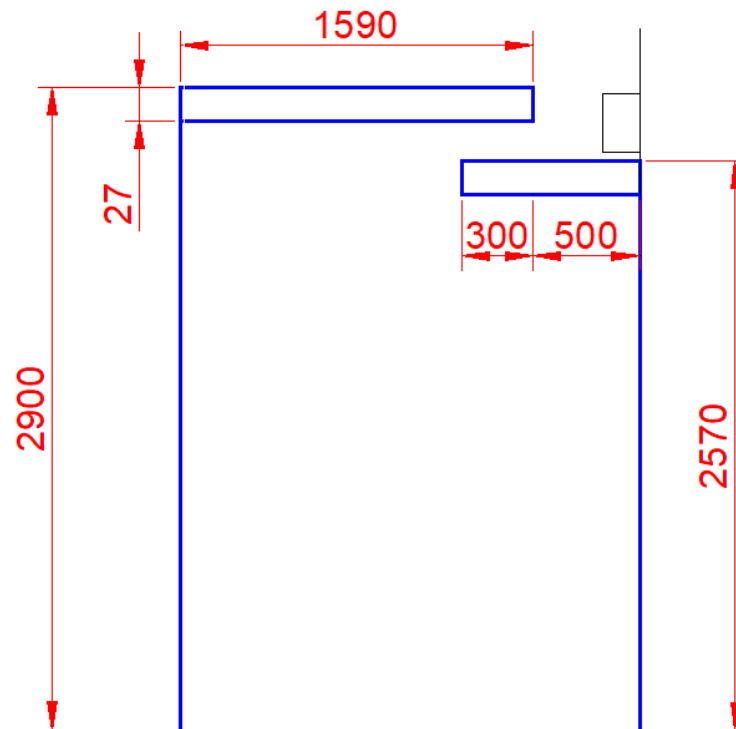
Elementy systemu PSS dostarczone przez SOLARIS będą montowane przez Wykonawcę. W ich skład wchodzi:

- 2 czujniki otwarcia drzwi:
 - 1 krańcówka mechaniczna,
 - 1 krańcówka magnetyczna,
- 1 przyciski awaryjnego zatrzymania,
- 1 przyciski przeszukania,
- lampa sygnalizacyjna otwarcia drzwi,
- przełącznik kluczykowy,
- syrena bezpieczeństwa.

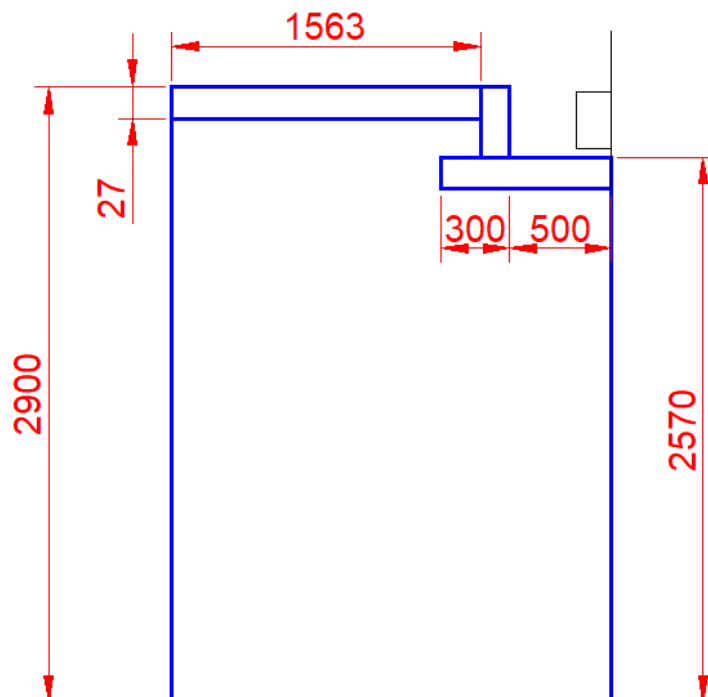
Przed zamontowaniem elementów konieczna jest wizja lokalna w celu zapoznania się ze szczegółami konstrukcyjnymi elementów i zaplanowania ich rozmieszczenia w klatce.

- g) **Konstrukcja klatki** będzie się składać ze stalowych kształtowników zabezpieczonych antykorozyjnie farbą klasy min. C2 w kolorze RAL-5024, posadowiona w istniejącej hali eksperymentalnej na istniejącej wykończonej posadzce betonowej za pomocą kotew stalowych. Musi ona być samonośna, stabilna i dostosowana do założonych obciążeń (Wykonawca musi dostarczyć stosowne obliczenia). Musi umożliwiać przymocowanie elementów osłonnych na zewnątrz klatki (panele, płyty, itp.) oraz umożliwiać montaż wsporników pod instalacje wewnątrz (elektryczną, wody chłodzącej, itp.) z zachowaniem wymaganej osłonności klatki. Przewidywany ciężar instalacji to 20 kg na metr bieżący. Grubość ścian z konstrukcją nośną nie może być większa niż 150 mm. Konstrukcja nośna dachu musi zapewniać odpowiednie prześwity o orientacyjnych wymiarach podanych na *Rys. 4*. Po usunięciu zdejmowalnej części dachu konstrukcja musi pozwalać na zamontowanie elementów tzw. modułowego pomieszczenia czystego („softwall cleanroom”), umożliwiającym pracę przy komorze w sterylnych warunkach. Konstrukcja pomieszczenia czystego musi wykorzystywać konstrukcję nośną klatki. W prześwitach montowane będą płyty aluminiowe bądź stalowe z zamontowanymi nawiewnikami laminarnymi (dostarczonymi przez SOLARIS) z zaczepami dla modułów miękkich ścian. Nawiewnik laminarny znajdujący się w ośrodku SOLARIS ma wymiary: 610mm × 920mm × 330mm, a jego waga to 29,8kg. Szczegóły techniczne związane z modułowym pomieszczeniem czystym istotne z punktu widzenia Wykonawcy będą ustalone na etapie projektu.

- h) Na konstrukcji klatki wewnątrz i na zewnątrz należy zamontować **szyny montażowe** 30 mm × 30 mm × 2.0 mm, np. NICZUK A2-30x30 lub równoważne. Wewnątrz klatki szyny muszą być zamontowane na każdym słupie konstrukcyjnym na całej jego długości. Na zewnątrz klatki szyny zamontowane będą na każdym słupie konstrukcyjnym na odcinkach 700 mm od dachu klatki z wyjątkiem całości ściany C, która będzie współdzielona z klatką dla sąsiedniej linii. Szyny muszą być zabezpieczone antykorozyjnie farbą klasy min. C2 w kolorze RAL-5024.
- i) Na zewnątrz klatki, w pobliżu drzwi znajdować się będzie **główna skrzynka rozdzielcza PSS** o wymiarach ok. 800 mm × 1200 mm i wadze ok 50 kg. Skrzynka zamocowana będzie około 500 mm nad podłogą. Wykonawca musi przewidzieć wsporniki do zamontowania w/w skrzynki. Do skrzynki poprowadzone będą kable od elementów systemu PSS.
- j) Klatka musi posiadać **konstrukcję łatwą do rozmontowania i/lub przebudowy całości/części klatki**, jeśli będzie to konieczne. Konstrukcja powinna, w miarę możliwości, składać się z powtarzalnych elementów. Tam, gdzie zastosowanie takich elementów nie będzie możliwe, Wykonawca musi w sposób jednoznaczny oznakować elementy (np. ponumerować) i dostarczyć ich instrukcję montażu/demontażu.
- k) Klatka nie jest przeznaczona do długotrwałego przebywania w niej osób i nie ma w niej istotnych źródeł ciepła tym niemniej należy przewidzieć system wentylacji. Zamawiający proponuje pozostawienie otworu pomiędzy dwoma zachodzącymi na siebie częściami dachu (*Rys. 7 oraz Rys. 10*). Zachodzące na siebie dwie części dachu będą tworzyć szykanę, która umożliwi przepływ powietrza oraz wprowadzenia przewodów do klatki ołowianej. Drugi otwór wentylacyjny/szykana będzie znajdować się w ścianie B. Wymiary otworu drugiej szykany: wys. 700 mm x szer. 100 mm. Szykana ta powinna spełniać wymogi ochrony radiologicznej.
- W pozostałej części dachu, gdzie nie jest przewidziany otwór na wprowadzanie przewodów oraz wentylacja wnętrza klatki ołowianej, wyższy poziom dachu będzie połączony z niższą płytą, z której wykonany jest dach (*Rys. 8*).



Rys. 7. Przekrój boczny (przy ścianie A). Klatka styka się ze ścianą betonową z prawej strony. W prawym górnym rogu znajdują się dwa rzędy korytek przymocowane do ściany betonowej. Pokazano wysokość zmierzoną od wspornika koryta dolnego do poziomu podłogi. Górny otwór w ścianie betonowej musi znajdować się w całości w klatce. Elementy konstrukcji nie mogą go zasłaniać. Zachodzące na siebie dwie części dachu stanowią szykanę umożliwiającą wentylację klatki i wejście kabli elektrycznych/mediów do klatki.



Rys. 8. Przekrój boczny (przy ścianie C). Klatka styka się ze ścianą betonową z prawej strony. W prawym górnym rogu znajdują się dwa rzędy korytek przymocowane do ściany betonowej. Pokazano wysokość zmierzoną od wspornika koryta dolnego do poziomu podłogi. Górny otwór w ścianie betonowej musi znajdować się w całości w klatce. Elementy konstrukcji nie mogą go zasłaniać. Zachodzące na siebie dwie części dachu połączone są na stałe płytą, z której wykonany jest dach..

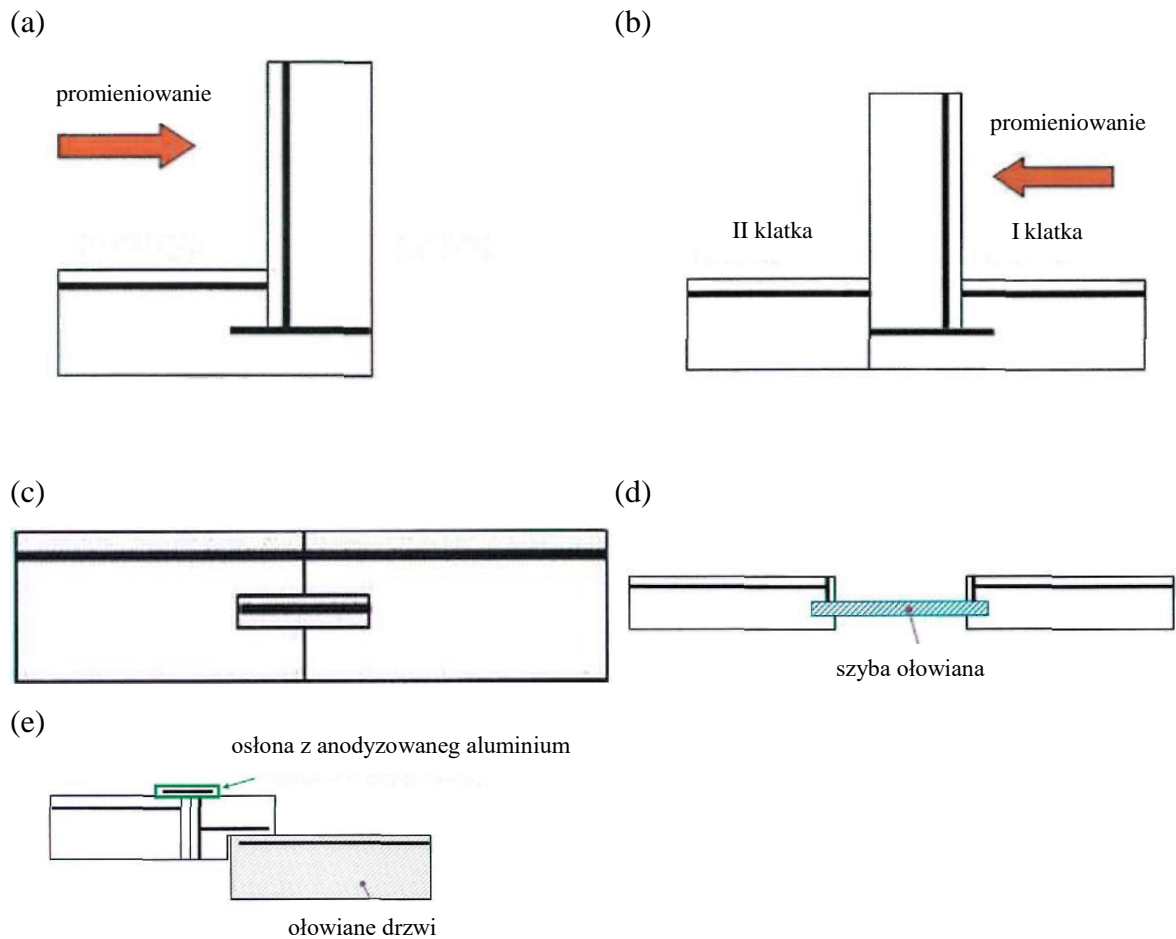
Powyższe ustalenia mogą ulec zmianie pod warunkiem, że obydwie strony wyrażą na to zgodę.

2.2. Zalecenia dotyczące osłonności radiologicznej klatki ołowianej

Klatka musi spełniać następujące warunki wynikające z wymogów ochrony radiologicznej:

- a) Ściany, drzwi klatki i elementy szykan i elementy uszczelniające powinny mieć osłonność radiologiczną w każdym punkcie klatki min. 5 mm ołowiu o czystości min. 99.94%. Osłonność radiologiczna okna w drzwiach musi odpowiadać ekwiwalentowi ołowiu min. 5 mm. Wymagana minimalna osłonność radiologiczna dachu klatki to 2.5 mm ołowiu o czystości min. 99.94%.
- b) Przy konstruowaniu klatki należy zapewnić ciągłość osłon w celu zapobiegnięcia przedostawania się promieniowania na zewnątrz klatki, szczególnie w przypadku kątów występujących w klatce oraz połączeń pomiędzy drzwiami klatki a płytami ścian.

Możliwe jest kilka rozwiązań równoważnych z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Na Rys. 9 przedstawiono niektóre akceptowane przez SOLARIS przykłady rozmieszczenia osłon.

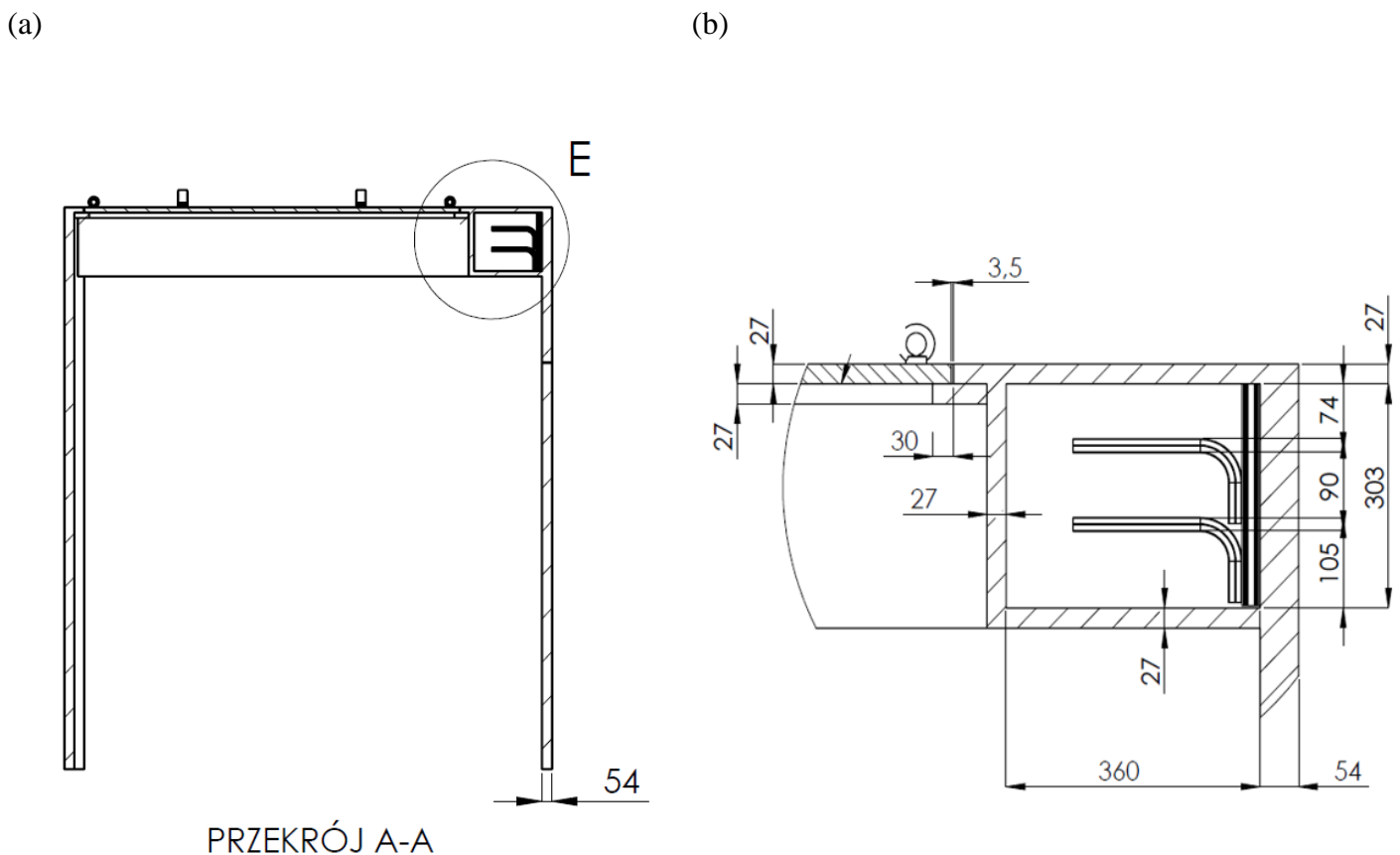


Rys. 9. Rama osłaniająca z ołowiu (grube czarne linie) w odniesieniu do (a) kąta klatki, (b) połączenia pomiędzy dwiema klatkami, (c) połączenia pomiędzy dwiema płytami, (d) okienka z szyby ołowianej, (e) drzwi klatki.

Miejsca krytyczne wymagające szczególnej uwagi:

- połączenia paneli ochronnych,
- naroża,
- połączenia paneli z futryną,
- połączenia paneli w obrębie otworu rewizyjnego,
- punkty mocowania szyn montażowych,
- przepusty przez panele,

- przestrzeń pomiędzy skrzydłami drzwi a podłogiem.
- c) Media i okablowanie będzie przeprowadzane do wnętrza klatki poprzez szykanę wykonaną na dachu (część niezdemowalna) konstrukcji klatki ołowianej. Szykana ta musi posiadać taką samą osłonność jak reszta klatki, uniemożliwiające wydostanie się promieniowania na zewnątrz. Szykana musi dać możliwość przeprowadzenia koryt kablowych oraz szyn montażowych opisanych powyżej. Zamawiający sugeruje zastosowania rozwiązania pokazanego na Rys. 10.



Rys. 10. Przykładowa konstrukcja mocowania oraz prowadzenia koryt kablowych prowadzonych do klatki ołowianej przez szykanę w dachu. Na obrazie (a) pokazano miejsce szykany służącej do wprowadzenia przewodów do klatki. Na obrazie (b) pokazano sugerowane umiejscowienie szyny oraz koryt kablowych w szykanie.