

# Wymogi dla klatki ołowianej dla linii eksperymentalnej PHELIX

## 1. Informacje ogólne

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

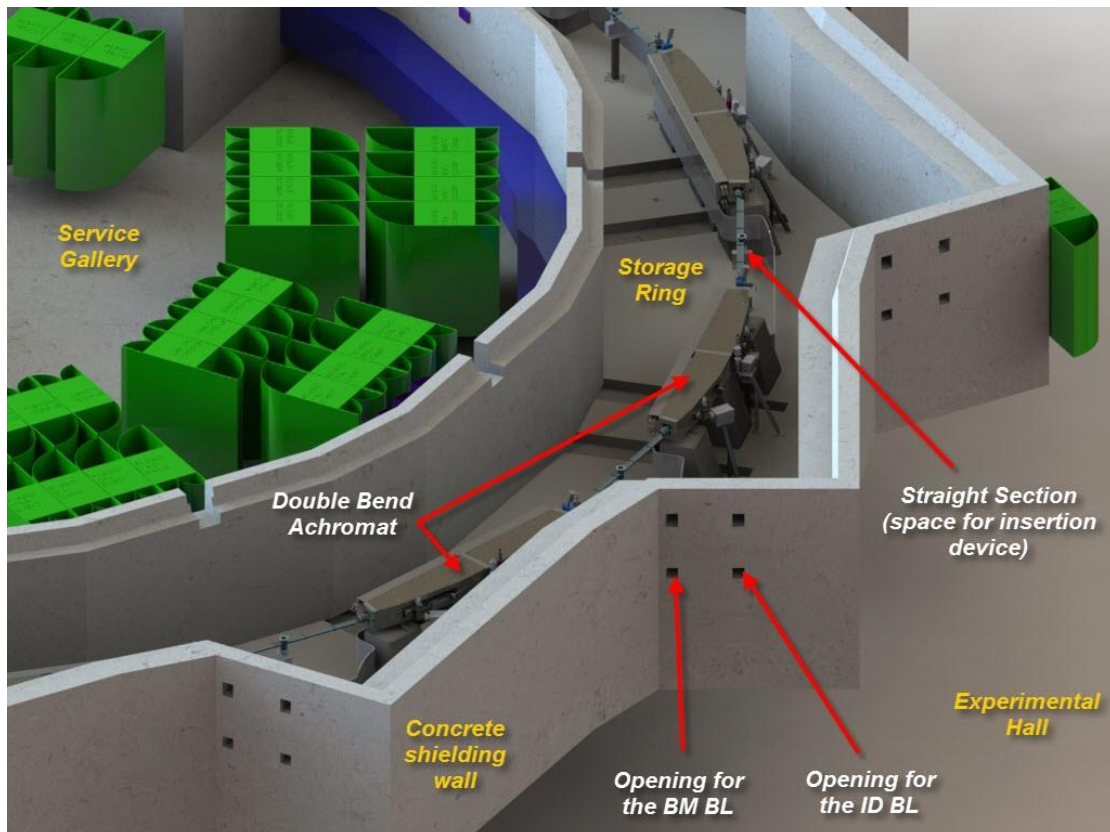
Synchrotron SOLARIS jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego 3 generacji, bazującym na pierścieniu akumulacyjnym 1.5 GeV, w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w Krakowie. Charakteryzuje się on małą emitancją 6 nm·rad, a maksymalny prąd wiązki elektronów wynosi 500 mA. Sieć 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 PHELIX 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 PHELIX. Osłaniać ona będzie między innymi silnie rozpraszające elementy optyczne, przyczyniające się do występowania wzmożonego promieniowania w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

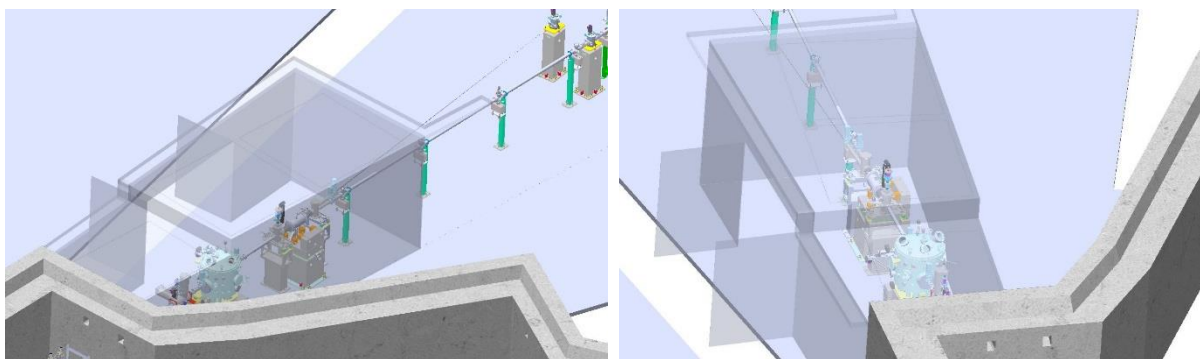
## 2. Zakres zamówienia

Klatka ołowiana zbudowana będzie w obrębie obszaru dostępnego dla linii eksperymentalnej PHELIX. 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 PHELIX musi w całości znajdować się wewnątrz klatki, pozostałe niewykorzystywane otwory będą szczelnie osłonięte. Jedna z jej ścian będzie współdzielona z przyszłą klatką ołowianą dla linii 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).

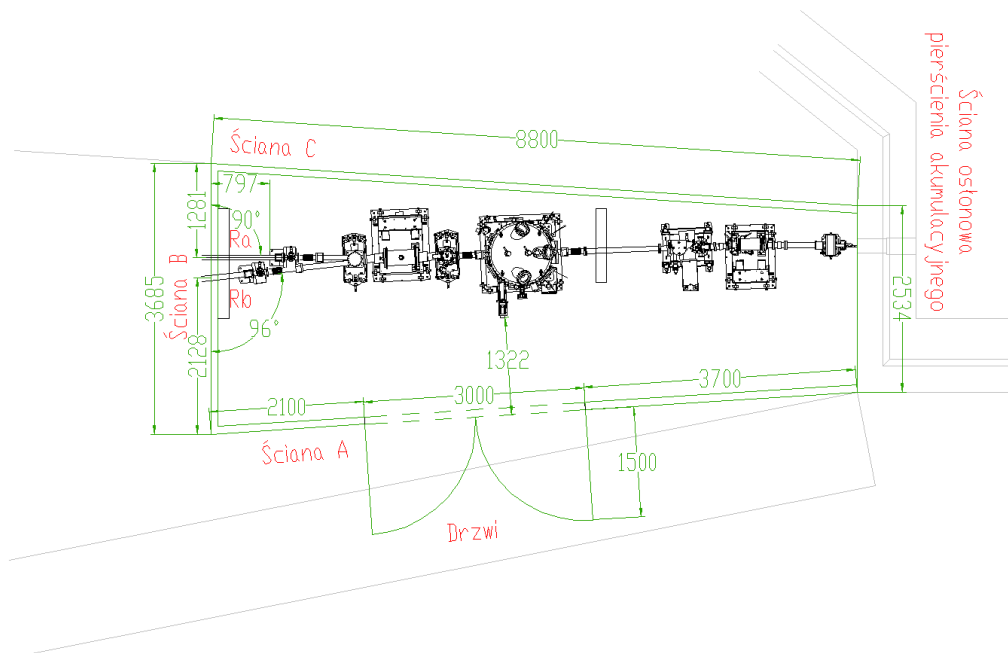


Rys. 2. Przykładowa klatka dla linii eksperymentalnej PHELIX.

## 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 równej 5 mm dla ścian i 2.5 mm dla dachu. Klatka musi ściśle przylegać do ściany osłonowej pierścienia akumulacyjnego o szerokości 2534 mm (*Rys. 3*). Kolor płyt klatki to RAL-1023.
- b) Posiadać **kształt podstawy trapezu równoramiennego i wymiary** trzech ścian 8800 mm (ściana A) × 3685 mm (ściana B) × 8800 mm (ściana C) ( $\pm 50$  mm), przy czym ściana C umiejscowiona będzie na granicy dostępnego obszaru (*Rys. 3*). 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 ( $1320 \pm 50$ ) 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 planowanych podpór pod pompy jonowe (nie będących przedmiotem zamówienia). Odległość dolnej krawędzi podpory dla gałęzi „a” (PHELIX) od ściany B musi wynosić ( $800 \pm 50$ ) mm.
- c) W ścianie B znajdować się będą **otwory na rury próżniowe DN 63 CF** z kołnierzami (dostarczane przez Zamawiającego), wyprowadzające wiązkę pomiarową z klatki. Otwory muszą mieć wielkość umożliwiającą zainstalowanie rur (*Rys. 3*). Ściana B będzie zorientowana pod kątem  $90^\circ$  w stosunku do rury próżniowej Ra, tak więc pozycja otworu dla Ra nie zależy od pozycji ściany B (odległości ściany B od ściany osłonowej pierścienia akumulacyjnego). Rury próżniowe Ra i Rb znajdować się będą na tej samej wysokości, a oś symetrii rur od podłogi (pozycja wiązki) wynosić będzie nominalnie 1324mm (dokładna wartość, uwzględniająca nierówności podłogi, podana będzie na etapie projektowym po ustaleniu pozycji ściany B). Rura Rb zorientowana będzie pod kątem  $96^\circ$  w stosunku do ściany B, dlatego pozycja otworu dla Rb wyznaczona będzie po dokładnym określeniu pozycji ściany B (długości klatki). Po instalacji linii PHELIX (styczeń-luty 2019 r.) otwór na rurę Ra będzie doszczelniony, a otwór na rurę Rb tymczasowo zaślepiony. Do Wykonawcy należeć będzie dopasowanie, wykonanie i przymocowanie zarówno doszczelnień na obydwie rury, jak i tymczasowego zaślepienia na rurę Rb.



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. Przewidziane będą trzy części zdejmowalne oraz części zamontowane na stałe. Prześwity pozostałe po usunięciu części zdejmowalnych służyć będą transportowi komponentów linii za pomocą suwnicy, jak i montowaniu modułowego pomieszczenia czystego. Orientacyjna pozycja i wymiary prześwitów w konstrukcji nośnej dachu klatki, nad którymi znajdować się będą części rozbieralne są zaznaczone w „Załączniku B – Wymiary klatki ołowianej” Ruchome elementy dachu powinny być wyposażone w odpowiednią ilość koluch o prześwicie 35-40mm, o udźwigu dostosowanym do masy podnoszonego elementu. 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. Jedna część niższego dachu musi być zdejmowalna i znajdować się nad otworem o prześwicie 1996 mm × 1370 mm.
- Wyższy poziom dachu znajdować się będzie poniżej 2900mm. W tym obszarze będą dwie części zdejmowalne, znajdujące się nad otworami o prześwitach 2598 mm × 2266 mm oraz 1996 mm × 1370 mm.

- e) Klatka posiadać będzie **dwuskrzydłowe drzwi otwierane** ulokowane w ścianie A, o szerokości całkowitej (3000±50) mm (jedno skrzydło 1500 mm) i wysokości min. 2100 mm w prześwicie, nie licząc osprzętu drzwi. Drzwi wyposażone będą w **otwór rewizyjny (okienko)** o wymiarach co najmniej 300 mm × 300 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*.
- f) Klatka i drzwi zostaną wyposażone w **system zabezpieczenia PSS**. Wykonawca musi dostarczyć i zamontować następujący osprzęt drzwi (po wcześniejszym uzgodnieniu szczegółów z SOLARIS):

- 2 zwory elektromagnetyczne (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, po jednym na każde skrzydło
- Dźwignia antypaniczna zamontowana na skrzydle głównym, z wyprowadzonym stykiem odcinającym zasilanie na zworach elektromagnetycznych obu skrzydeł.

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

- 4 czujniki otwarcia drzwi:
  - 2 krańcówki mechaniczne,
  - 2 krańcówki magnetyczne,
- 3 przyciski awaryjnego zatrzymania,
- 2 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-1023 lub w odcieniu najbardziej do niego zbliżonym, 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 prześwitki wymiarowane w „Załączniku B – Wymiary klatki ołowianej”. Po usunięciu zdejmowalnej części dachu konstrukcja musi pozwalać na zamontowanie elementów tzw. modułowego pomieszczenia czystego („softwall cleanroom”) nad każdym z trzech elementów optycznych, umożliwiającym pracę przy komorze w sterylnych warunkach. Konstrukcja pomieszczenia czystego musi wykorzystywać konstrukcję nośną klatki. W prześwitkach 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: 610 mm × 920 mm × 330 mm, a jego waga to 29,8 kg. 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, zapewniające odpowiedni udźwig i możliwości montażowe. 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-1023 lub w odcieniu najbardziej do niego zbliżonym.
- 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. Konstrukcja powinna też przewidzieć i ułatwić w przyszłości konieczność dobudowy innej klatki ołowianej dla sąsiedniej linii, ściśle przylegającej do ściany C.

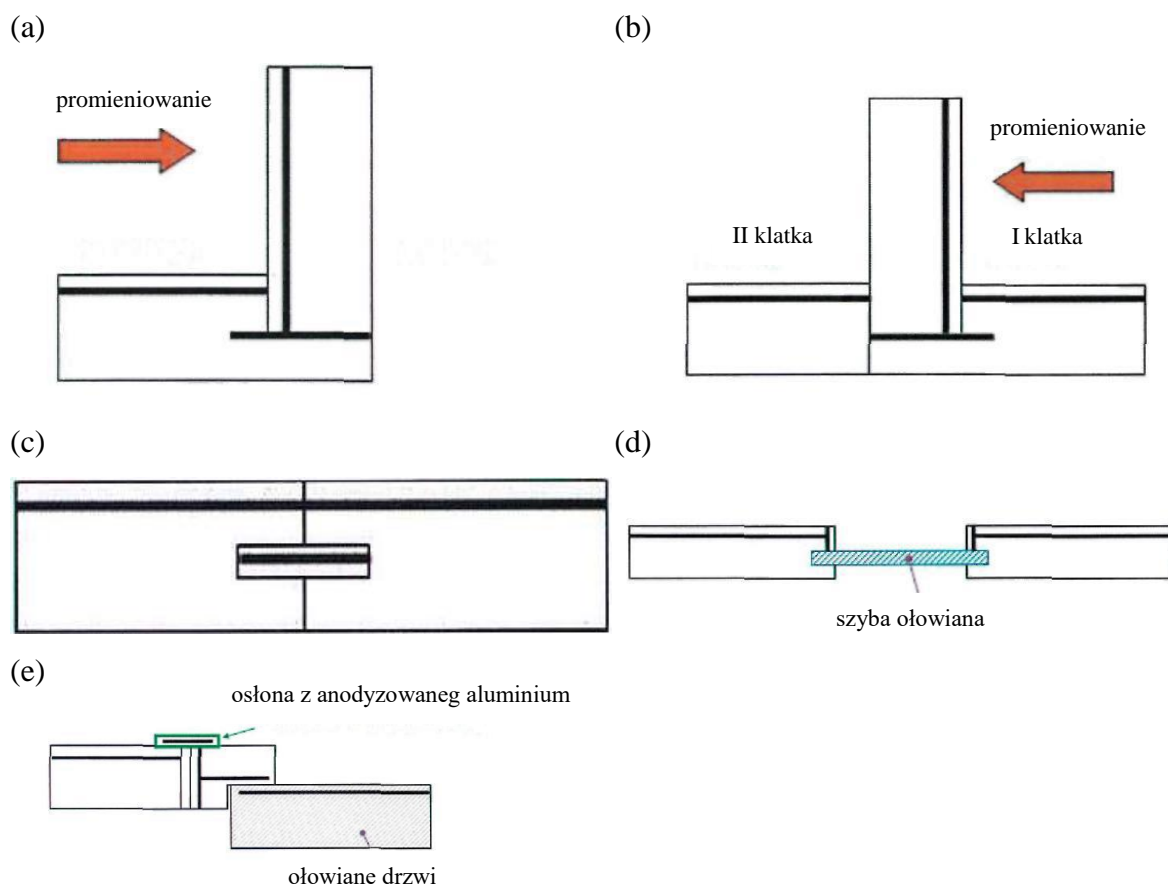
- k) Klatka nie jest przeznaczona do długotrwałego przebywania w niej osób i nie ma w niej istotnych źródeł ciepła, tym niemniej należy przewidzieć rozwiązania konstrukcyjne umożliwiające zamontowanie **systemu wentylacji** stabilizującego temperaturę w klatce na poziomie  $20\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . System wentylacji nie jest przedmiotem zamówienia. Połączenia pomiędzy chillerem zamontowanym na zewnątrz a klimakonwektorem wewnątrz klatki będą prowadzone przez szykanę dla mediów. Szczegóły dotyczące instalacji wentylacji będą uzgodnione na etapie projektu.

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, elementy szyszan 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. 4 przedstawiono niektóre akceptowane przez SOLARIS przykłady rozmieszczenia osłon.



Rys. 4. 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 podłożem.

c) Media i okablowanie będzie przeprowadzane do wnętrza klatki poprzez szykany posiadające taką samą osłonność jak reszta klatki, uniemożliwiające wydostanie się promieniowania na zewnątrz. Szykana dla mediów będzie zlokalizowana na ścianie B blisko dachu i narożnika ze ścianą C na wysokości 1910 mm od poziomu podłogi do dolnej krawędzi otworu. Szykana dla okablowania będzie umiejscowiona na ścianie A



blisko narożnika ze ścianą B, na wysokości 1120 mm od poziomu podłogi do dolnej krawędzi otworu. Szykany zwymiarowane są w „Załączniku B – Wymiary klatki ołowianej”. Szykany muszą być w części demontowalne w celu umożliwienia łatwego przeciągnięcia instalacji do wnętrza klatki, a ich otwory muszą mieć orientację horyzontalną (szykana dla okablowania, Rys. 5).



*Rys. 5. Przykład szykany horyzontalnej dla mediów i okablowania dostarczanych do wnętrza klatki ołowianej.*