



ZP/327/051/D/15

Opis funkcjonalny urządzeń

Nowe stanowiska deweloperskie wspomagające przygotowanie symulacji rzeczywistości wirtualnej dla Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej (LZWP) mają usprawnić proces przygotowywania tam uruchamianych aplikacji. Ponadto w sąsiednim Audytorium nr 2 ma zostać udostępniona projekcja 3D, pozwalająca m.in. na stereoskopowe oglądanie symulacji odbywającej się w LZWP.

Na przedmiot zamówienia składa się dostawa wraz z montażem, instalacją i uruchomieniem stanowisk deweloperskich wspomagających przygotowanie symulacji rzeczywistości wirtualnej dla LZWP oraz systemu projekcji 3D w Audytorium nr 2 WETI, mebli i dodatkowego wyposażenia LZWP. W ramach niniejszego zamówienia powinny zostać zaprojektowane, wykonane (montaż wraz z niezbędnym okablowaniem) i uruchomione poniższe rozwiązania techniczne:

a) Cztery jednokomputerowe stanowiska deweloperskie dla aplikacji na etapie wstępnym

(do tworzenia, uruchamiania i testowania aplikacji w początkowym etapie prac)

umiejscowione w sali 88 o następujących parametrach technicznych:

- Cztery identyczne komputery PC maksymalnie zbliżone budową do znajdujących się w LZWP z możliwością współpracy z dwoma niezależnymi sieciami komputerowymi: Ethernet i InfiniBand. Komputery mogą być umieszczone we wspólnej szafie stelażowej (rackowej) o wysokości min. 42U wyposażonej w panel wentylatorów, ustawionej w sali 88 bokiem do ściany, tak by był swobodny dostęp do strony czołowej i tylnej zamocowanych tam komputerów.
- Każdy komputer powinien być wyposażony w odpowiednie chłodzenie, Wykonawca powinien udokumentować obliczeniami brak konieczności zastosowania dodatkowych urządzeń chłodzących lub je zapewnić.
- Otwarcie obudowy oraz montaż i demontaż kart rozszerzeń oraz dysków powinien odbywać się bez konieczności użycia narzędzi.
- Charakterystyka pojedynczego komputera:
 - Procesor:
 - minimum 4 rdzenie i 8 wątków,
 - wykonany w architekturze x86, zapewnia komputerowi w testach Cinebench R11.5:
 - minimum 7,23 punktu w teście xCPU,
 - minimum 1,6 punktu w teście przy użyciu jednego rdzenia,
 - możliwość uruchamiania aplikacji 64 bitowych,
 - mechanizm automatycznego zwiększania szybkości działania względem częstotliwości operacyjnej, o ile procesor nie przekracza określonych w specyfikacji limitów dotyczących energii, zasilania i temperatury,
 - przynajmniej 10 MB pamięci podręcznej (ang. *cache*),
 - obsługa pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC),
 - maksymalna pojemność obsługiwanej pamięci ≥ 640 GB,
 - liczba obsługiwanych linii *PCI Express* ≥ 40 ,
 - sprzętowe wsparcie technologii wirtualizacji,
 - sprzętowe wsparcie dla ochrony danych w wirtualnych środowiskach obliczeniowych,
 - sprzętowe wsparcie dla generacji liczb losowych wykorzystywanych do szyfrowania,
 - obsługa wielowątkowości współbieżnej,
 - moc oddawana w postaci ciepła ≤ 140 W.
 - Karta graficzna:
 - równoległa architektura obliczeniowa z liczbą rdzeni ≥ 2304
 - bufor ramki z co najmniej 8 GB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym, o napięciu zasilania $\leq 1,5$ V, o przepustowości ≥ 173 GB/s,
 - interfejs pamięci ≥ 256 b



- zgodność z Shader Model ≥ 5.0 , DirectX ≥ 11.2 i OpenGL ≥ 4.5 ,
- złącza DVI-I DL, DVI-D DL, 2 złącza DisplayPort ≥ 1.2 , złącze stereo,
- mechanizm synchronizacji klatek pomiędzy różnymi kartami pozwalający na synchronizację ich działania za pomocą zewnętrznego źródła,
- wydajność (*3D primitive performance*) powyżej 1 miliarda trójkątów na sekundę,
- wydajność (*3D application relative performance*) w testach SPECviewperf 11 ponad 36.
- Pamięć – minimum 32 GB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym z systemem korekcji błędów (ECC), o napięciu zasilania $\leq 1,2$ V, w organizacji 4×8 GB skonfigurowane do pracy w trybie 2-kanalowym, możliwość rozszerzenia do przynajmniej 256 GB pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC).
- Dysk SSD 2.5" – pojemność: minimum 256 GB, liczba 4 kB operacji zapisu na sekundę: minimum 80 tysięcy, zapis liniowy: minimum 500 MB/s.
- Dysk HDD 3.5" – pojemność: minimum 1 TB SATA, 7200 obrotów na minutę.
- Kontroler dysków – zintegrowany kontroler SATA/AHCI (6×6 Gb/s), programowy RAID 0/1/5/10.
- Napęd optyczny – wewnętrzna nagrywarka DVD-RW/+RW SATA.
- Czytnik kart – 19-in-1 *Media Card Reader*.
- Porty USB minimum 5, w tym minimum 3 w standardzie USB 3.0.
- Karta dźwiękowa obsługująca dźwięk wielokanałowy – min. 1 port mikrofonowy, min. 1 stereo port line-in, min. 1 stereo port line-out, min. 1 port słuchawkowy.
- Karta sieciowa 10/100/1000 Mb/s z obsługą trybów WOL i PXE, min. 1 port RJ45.
- Karta sieciowa InfiniBand z protokołem RDMA gwarantująca czas dostępu (MPI ping latency) $\leq 1,2$ μ s, z wirtualizacją wejścia/wyjścia (I/O), z wbudowaną kontrolą zatorów (*congestion control*) i obsługą techniki Multicast, minimum 1 port 40 Gb/s ($4 \times$ QSFP).
- Zasilacz – minimum 685W z wyłącznikiem, certyfikat 80+ bronze, zgodny ze standardem ATX ≥ 2.2 wyposażony w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe i termostat regulujący obroty wentylatora, niezawodność MTBF ≥ 100 tys. godzin, chłodzony pasywnie lub za pomocą wentylatora z termiczną regulacją prędkości o średnicy ≥ 110 mm.
- Dwa 64-bitowe systemy operacyjne z GUI: system uniksowy lub podobny i okienkowy system nieuniksowy w polskiej wersji językowej, nie używający interfejsu kafelkowego.
- Komputer powinien mieć zdolność pracy zarówno w pozycji pionowej, jak i poziomej.
- Gwarancja dla komputera ≥ 4 lata, naprawa na miejscu następnego dnia roboczego po zgłoszeniu usterki.
- Możliwość sprawdzenia statusu gwarancji komputera na stronie internetowej producenta lub jego przedstawiciela..
- Wyposażenie dodatkowe każdego komputera:
 - Każdy komputer powinien być wyposażony w kartę umożliwiającą zdalny dostęp do wyposażonego w nią komputera (niezależnie od usług oferowanych przez zainstalowane systemy operacyjne) włącznie z możliwością zdalnego uruchomienia komputera w wybranym systemie operacyjnym:
 - rozdzielczość przekazywanych obrazów $\geq 1 \times 2560 \times 1600$ lub $2 \times 1920 \times 1200$,
 - liczba klatek na sekundę (*frame rate*) ≥ 60 fps,
 - porty wideo PCIe (podłączone do wyjść GPU): $2 \times$ miniDP,
 - porty $4 \times$ USB 2.0.
 - Mysz optyczna lub laserowa.
 - Klawiatura QWERTY.
 - Zintegrowane środowisko uruchomieniowe (deweloperskie) z wymaganymi licencjami (mogą być edukacyjne) nieograniczonymi czasowo do tworzenia gier dwu- i trójwymiarowych oraz innych interaktywnych aplikacji wizualizacyjnych pozwalające na uruchamianie ich pod kontrolą obu zainstalowanych systemów operacyjnych również na istniejących urządzeniach LZWP i obsługujące formaty:
 - pliki graficzne: psd, jpg, png, gif, bmp, tga, tiff, iff, dds,
 - pliki dźwiękowe: mp3, ogg, aiff, wav, mod, it, sm3,
 - pliki wideo: mov, avi, asf, mpg, mpeg, mp4,



- pliki tekstowe: txt, htm, html, xml,
- modele trójwymiarowe: fbx, dae, 3ds, dxf, obj, c4d.
- Wyświetlanie obrazu z każdego komputera:
 - Kolorowy monitor 3D:
 - przekątna monitora $\geq 27''$,
 - rozdzielczości WUXGA lub większa ($\geq 1920 \times 1200$),
 - częstotliwości odświeżania ≥ 120 Hz,
 - czas odpowiedzi ≤ 1 ms.
 - Aktywne bezprzewodowe okulary migawkowe (*shutter*) do stereoskopii.
 - Kontroler-nadajnik poczerwieni lub radiowy sterujący okularami migawkowymi, należy zapewnić niezakłócone funkcjonowanie stereoskopii na oddzielnych stanowiskach.
- Emisja dźwięku z każdego komputera:
 - Zestaw głośników 2.1 (może być wbudowany w monitor):
 - moc niskotonowa (średnia kwadratowa) ≥ 4 W,
 - moc głośnika satelitarnego (średnia kwadratowa) $\geq 1,5$ W.

b) Wielokomputerowe stanowisko deweloperskie dla aplikacji zaawansowanych

(do uruchamiania i testowania aplikacji w końcowym etapie prac)

umiejscowione w sali 88 o następujących parametrach technicznych:

- Klaster 4 × komputer PC + 4 × monitor 3D + okulary 3D + kontroler-nadajnik.
- Cztery identyczne (również z komputerami z punktu a) komputery PC maksymalnie zbliżone budową do znajdujących się w LZWP z możliwością współpracy z dwoma niezależnymi sieciami komputerowymi: Ethernet i InfiniBand.
- Szafa stelażowe – komputery powinny być umieszczone w szafie stelażowej (rackowej) wyposażonej w panel wentylatorów, o wysokości min. 42U ustawionej w sali 88 bokiem do ściany, tak by był swobodny dostęp do strony czołowej i tylnej zamocowanych tam komputerów.
- Każdy komputer powinien być wyposażony w odpowiednie chłodzenie, Wykonawca powinien udokumentować obliczeniami brak konieczności zastosowania dodatkowych urządzeń chłodzących lub je zapewnić.
- Otwarcie obudowy oraz montaż i demontaż kart rozszerzeń oraz dysków powinien odbywać się bez konieczności użycia narzędzi.
- Charakterystyka pojedynczego komputera w obu stanowiskach (jak w punkcie a):
 - Procesor:
 - minimum 4 rdzenie i 8 wątków,
 - wykonane w architekturze x86, zapewnia komputerowi w testach Cinebench R11.5:
 - minimum 7,23 punktu w teście xCPU,
 - minimum 1,6 punktu w teście przy użyciu jednego rdzenia,
 - możliwość uruchamiania aplikacji 64 bitowych,
 - mechanizm automatycznego zwiększania szybkości działania względem częstotliwości operacyjnej, o ile procesor nie przekracza określonych w specyfikacji limitów dotyczących energii, zasilania i temperatury,
 - przynajmniej 10 MB pamięci podręcznej (ang. *cache*),
 - obsługa pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC),
 - maksymalna pojemność obsługiwanej pamięci ≥ 640 GB,
 - liczba obsługiwanych linii *PCI Express* ≥ 40 ,
 - sprzętowe wsparcie technologii wirtualizacji,
 - sprzętowe wsparcie dla ochrony danych w wirtualnych środowiskach obliczeniowych,
 - sprzętowe wsparcie dla generacji liczb losowych wykorzystywanych do szyfrowania,
 - obsługa wielowątkowości współbieżnej,
 - moc oddawana w postaci ciepła ≤ 140 W.



- Karta graficzna:
 - równoległa architektura obliczeniowa z liczbą rdzeni ≥ 2304
 - bufor ramki z co najmniej 8 GB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym, o napięciu zasilania $\leq 1,5$ V, o przepustowości ≥ 173 GB/s,
 - interfejs pamięci ≥ 256 b
 - zgodność z Shader Model ≥ 5.0 , DirectX ≥ 11.2 i OpenGL ≥ 4.5 ,
 - złącza DVI-I DL, DVI-D DL, 2 złącza DisplayPort ≥ 1.2 , złącze stereo,
 - mechanizm synchronizacji klatek pomiędzy różnymi kartami pozwalający na synchronizację ich działania za pomocą zewnętrznego źródła,
 - wydajność (*3D primitive performance*) powyżej 1 miliarda trójkątów na sekundę,
 - wydajność (*3D application relative performance*) w testach SPECviewperf 11 ponad 36.
- Pamięć – minimum 32 GB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym z systemem korekcji błędów (ECC), o napięciu zasilania $\leq 1,2$ V, w organizacji 4×8 GB skonfigurowane do pracy w trybie 2-kanalowym, możliwość rozszerzenia do przynajmniej 256 GB pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC).
- Dysk SSD 2.5" – pojemność: minimum 256 GB, liczba 4 kB operacji zapisu na sekundę: minimum 80 tysięcy, zapis liniowy: minimum 500 MB/s.
- Dysk HDD 3.5" – pojemność: minimum 1 TB SATA, 7200 obrotów na minutę.
- Kontroler dysków – zintegrowany kontroler SATA/AHCI (6×6 Gb/s), programowy RAID 0/1/5/10.
- Napęd optyczny – wewnętrzna nagrywarka DVD-RW/+RW SATA.
- Czytnik kart – 19-in-1 *Media Card Reader*.
- Porty USB minimum 5, w tym minimum 3 w standardzie USB 3.0.
- Karta dźwiękowa obsługująca dźwięk wielokanałowy – min. 1 port mikrofonowy, min. 1 stereo port line-in, min. 1 stereo port line-out, min. 1 port słuchawkowy.
- Karta sieciowa 10/100/1000 Mb/s z obsługą trybów WOL i PXE, min. 1 port RJ45.
- Karta sieciowa InfiniBand z protokołem RDMA gwarantująca czas dostępu (MPI ping latency) $\leq 1,2$ μ s, z wirtualizacją wejścia/wyjścia (I/O), z wbudowaną kontrolą zatorów (*congestion control*) i obsługą techniki Multicast, minimum 1 port 40 Gb/s ($4 \times$ QSFP).
- Zasilacz – minimum 685W z wyłącznikiem, certyfikat 80+ bronze, zgodny ze standardem ATX ≥ 2.2 wyposażony w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe i termostat regulujący obroty wentylatora, niezawodność MTBF ≥ 100 tys. godzin, chłodzony pasywnie lub za pomocą wentylatora z termiczną regulacją prędkości o średnicy ≥ 110 mm.
- Dwa 64-bitowe systemy operacyjne z GUI: system uniksowy lub podobny i okienkowy system nieuniksowy w polskiej wersji językowej, nie używający interfejsu kafelkowego.
- Komputer powinien mieć zdolność pracy zarówno w pozycji pionowej, jak i poziomej.
- Gwarancja dla komputera ≥ 4 lata, naprawa na miejscu następnego dnia roboczego po zgłoszeniu usterki.
- Możliwość sprawdzenia statusu gwarancji komputera na stronie internetowej producenta lub jego przedstawiciela.
- Wyposażenie dodatkowe każdego komputera:
 - Każdy komputer (4 szt.) powinien być wyposażony w kartę umożliwiającą zdalny dostęp do wyposażonego w nią komputera (niezależnie od usług oferowanych przez zainstalowane systemy operacyjne) włącznie z możliwością zdalnego uruchomienia komputera w wybranym systemie operacyjnym:
 - rozdzielczość przekazywanych obrazów $\geq 1 \times 2560 \times 1600$ lub $2 \times 1920 \times 1200$,
 - liczba klatek na sekundę (*frame rate*) ≥ 60 fps,
 - porty wideo PCIe (podłączone do wyjść GPU): $2 \times$ miniDP,
 - porty $4 \times$ USB 2.0.
 - Wybrany jeden z komputerów będzie pełnił funkcję serwera interfejsu użytkownika, wyposażenie (jak w punkcie a):
 - Mysz optyczna lub laserowa.
 - Klawiatura QWERTY.
 - Zintegrowane środowisko uruchomieniowe (deweloperskie) z wymaganymi licencjami



(mogą być edukacyjne) nieograniczonymi czasowo do tworzenia gier dwu- i trójwymiarowych oraz innych interaktywnych aplikacji wizualizacyjnych pozwalające na uruchamianie ich pod kontrolą obu zainstalowanych systemów operacyjnych również na istniejących urządzeniach LZWP i obsługujące formaty:

- pliki graficzne: psd, jpg, png, gif, bmp, tga, tiff, iff, dds,
- pliki dźwiękowe: mp3, ogg, aiff, wav, mod, it, sm3,
- pliki wideo: mov, avi, asf, mpg, mpeg, mp4,
- pliki tekstowe: txt, htm, html, xml,
- modele trójwymiarowe: fbx, dae, 3ds, dxf, obj, c4d.
- Pozostałe komputery (3 szt.) bez wyposażenia dodatkowego, ale niezależnie od systemu operacyjnego z możliwością zdalnej ich obsługi z komputera wyposażonego w klawiaturę i mysz (włącznie z przeniesieniem plików między dyskami różnych komputerów).
- Wyświetlanie obrazu z każdego komputera:
 - 4 × kolorowy monitor 3D (jak w punkcie a):
 - przekątna monitora $\geq 27''$,
 - rozdzielczości WUXGA lub większa ($\geq 1920 \times 1200$),
 - częstotliwości odświeżania ≥ 120 Hz,
 - czas odpowiedzi ≤ 1 ms,
 - Aktywne bezprzewodowe okulary migawkowe (*shutter*) do stereoskopii.
 - Kontroler-nadajnik podczerwieni lub radiowy do synchronizacji okularów 3D z obrazem - wszystkie cztery monitory klastra powinny współpracować jednocześnie z powyższą parą okularów migawkowych, pozwalając na oglądanie obrazu stereoskopowego równocześnie na wszystkich czterech monitorach – okulary powinny być więc sterowane jednym wspólnym dla wszystkich monitorów kontrolerem-nadajnikiem.
 - Połączenie monitorów z komputerami kablami wideo odpowiedniej długości, ewentualnie z wykorzystaniem dodatkowych transmiterów sygnału wideo, dopuszczalne jest również połączenie zrealizowane za pomocą światłowodów i światłowodowych urządzeń nadawczo-odbiorczych w standardzie Multimode, o parametrach nie pogarszających jakości wyświetlania obrazu.
 - Monitory powinny być umocowane na specjalnie zaprojektowanym i wykonanym stelażu, tak by przylegać nawzajem do siebie pod kątami prostymi i wspólnie tworzyć prostopadłościenną minijaskinię rzeczywistości wirtualnej z monitorami stanowiącymi zwrócone obrazami do siebie 4 ściany prostopadłościennego – 3 ściany pionowe i poziomą ścianę-podłogę.
 - Stelaż minijaskini powinien mieć regulowaną wysokość położenia, tak by zwrócony w górę ekran monitora umocowanego poziomo znajdował się w odległości od 615 do 835 mm od powierzchni podłogi.
 - Stelaż minijaskini powinien ponadto bezpośrednio przed monitorem umocowanym poziomo, 30-120 mm poniżej poziomu jego ekranu, naprzeciw ekranu środkowego zawierać półkę wykonaną z płyty wiórowej laminowanej (kolor brzoza lub jasnoszary), na której swobodnie będzie się mieścił klawiatura i standardowa podkładka pod mysz, pod półką zaś powinna być przewidziana odpowiednia przestrzeń na krzesło i nogi użytkownika.
- Emisja dźwięku na stanowisku:
 - Zestaw głośników 5.1:
 - moc niskotonowa (średnia kwadratowa) ≥ 27 W,
 - moc głośnika satelitarnego (średnia kwadratowa) ≥ 8 W.
- Śledzenie w obrębie całego stanowiska:
 - System śledzenia obiektów wewnątrz przestrzeni między ekranami tworzącymi minijaskinię rzeczywistości wirtualnej, a także przed nią – w pewnym obszarze naprzeciw ekranu środkowego (np. do śledzenia położenia głowy użytkownika w celu uzyskania poprawnej perspektywy generacji obrazu).
 - Dokładność określenia położenia w systemie śledzenia powinna uniemożliwiać dostrzeżenie przez użytkownika błędów perspektywy podczas generacji obrazu z uwzględnieniem położenia głowy obserwatora.
 - System śledzenia powinien być zintegrowany z pozostałymi systemami, w tym z ekranami



- (minimalnie widoczny i niezakłócający pracy pozostałych systemów).
- Wymagany jest optyczny (podczerwień) system śledzenia z częstotliwością śledzenia przynajmniej 60 ramek na sekundę i zasięgiem pokrywającym całą przestrzeń między ekranami tworzącymi minijaskinię rzeczywistości wirtualnej (ewentualnie z wykluczeniem najbliższego sąsiedztwa ekranów) oraz pewien obszar naprzeciw ekranu środkowego sięgający poza minijaskinię (tak by obiekt znajdujący się przed samą jaskinią, z jej przodu, również był śledzony).
 - Na system śledzenia powinny się składać:
 - dwie kamery do śledzenia (*trackingu*) rozmieszczone we wspólnej obudowie wyposażonej w złącza BNC (synchronizacja), RJ45 (wyjście) i USB, pozwalające na śledzenie do 4 targetów zarówno z markerami pasywnymi, jak i aktywnymi,
 - różdżka z markerami pasywnymi pod obudową, z czterema przyciskami, cynglem (*trigger*) i joystickiem, zasilana 3 bateriami AAA, komplet akumulatorów AAA i ładowarka; różdżka powinna być kompatybilna z systemem śledzenia używanym w istniejącej jaskini w LZWP i w instalowanym stanowisku testowo-pokazowym dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*), przy czym różdżka ta powinna być rozróżnialna (przez systemy śledzenia) od tamtejszych różdżek i targetów,
 - target (kontroler umożliwiający śledzenie) z 6 markerami pasywnymi $\varnothing 10\div 16$ mm do okularów kompatybilny z systemem śledzenia używanym w istniejącej jaskini w LZWP i w instalowanym stanowisku testowo-pokazowym dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*); powinien on być rozróżnialny (przez systemy śledzenia) od tamtejszych targetów i różdżek.

c) Urządzenia sieciowe

(do podłączenia wszystkich komputerów zamówienia oraz instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji ukończonych *Powerwall 3D*)

umiejscowione głównie w serwerowni (w sali 92) o następujących parametrach technicznych:

- Wszystkie komputery z punktu a i b powinny być połączone trzema niezależnymi od siebie sieciami komputerowymi o strukturze gwiazdистой, z dostosowanymi do typu sieci przełącznikami (switchami), do których podłączone będą wszystkie ww. komputery:
 - szybka sieć światłowodowa w technologii InfiniBand z protokołem RDMA o przepływności ≥ 40 Gb/s i opóźnieniu (end-to-end latency) $\leq 1,2$ μ s; sieć ta wykorzysta istniejący w LZWP przełącznik InfiniBand oraz przełącznik InfiniBand zamówiony w ramach instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) – w związku z tym zamówienie osobnego przełącznika nie będzie potrzebne,
 - sieć w technologii Ethernet o okablowaniu kategorii 6a i przepływności ≥ 1 Gb/s; sieć ta wykorzysta istniejące w LZWP przełączniki Ethernet oraz przełącznik Ethernet zamówiony w ramach instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*), a także przełączniki znajdujące się w dalszej części zamówienia,
 - dodatkowa sieć w technologii Ethernet o okablowaniu kategorii 6a i przepływności ≥ 1 Gb/s do obsługi kart umożliwiających zdalny dostęp, sieć ta powinna obejmować również istniejące komputery LZWP (po wyposażeniu ich w ww. karty zgodnie z punktem d).
- 3 x przełącznik (switch) w technologii Ethernet:
 - przynajmniej 24 porty (interfejsy) 1 Gb/s 10/100/1000Base-T,
 - przynajmniej 4 interfejsy 10Gb z transceiverami SFP+ SM LC,
 - obsługa protokołów: LLDP, LACP, MSTP, STP, RSTP, IEEE 802.1x, multiple 802.1x user per port (co najmniej 8 użytkowników na port), IEEE 802.1q, TFTP, TELNET, SSHv2, RIPv2, BOOTP, NTP, UDLD, ARP, SNMPv1/v2c/v3, IEEE 802.1v, ICMPv6, RFC4541, Audio-MDIX, sFlow v5, IGMP, OSPFv3,
 - definiowanie list ACL na podstawie adresu MAC/IP (docelowy i źródłowy)/portu TCP/UDP,
 - możliwość definiowania więcej niż dwóch profili serwera AAA,



- przypinanie dowolnego wybranego portu urządzenia do dowolnego profilu serwera AAA w tym samym czasie,
- możliwość używania jednocześnie przynajmniej dwóch różnych profili serwera AAA w tym samym czasie do uwierzytelnienia na różnych portach urządzenia,
- przypinanie ACL do portu lub do VLAN,
- przypinanie list ACL do uwierzytelnionych użytkowników,
- dhcp-spoofing oraz arp-protect,
- icmp-throttling,
- obsługa statycznego routingu IP,
- broadcast-throttling per port,
- stp-root-guard,
- dostępne nadawanie nazw portom,
- wbudowana pamięć nieulotna typu flash mieszcząca m.in. dwie wersje firmware'u,
- tablica routingu dla przynajmniej 2000 wpisów,
- miejsce w tablicy adresów MAC na min 16000 wpisów,
- priorytetyzacja pakietów na podstawie portu TCP/UDP,
- obsługa mechanizmów QOS SRR, SDWRR, LLQ, WTD, WRR,
- strict-priority dla przynajmniej 8 kolejek na port,
- możliwość awaryjnego uruchomienia przełącznika z portu USB,
- przepustowość na poziomie nie mniejszym niż 129 Mpps (przy 64-bajtowych pakietach),
- zapewniony mechanizm zmiany konfiguracji w trybie offline przez zatwierdzenie wprowadzonych zmian oddzielną komendą z możliwością ich automatycznego wycofania w przypadku braku logowania użytkownika w określonym czasie po zatwierdzeniu zmian w konfiguracji,
- wydajność przełączania na poziomie nie mniejszym niż 175 Gbps,
- możliwość łączenia w stos przełączników tego samego typu/rodziny do pracy jako jedno logiczne urządzenie:
 - liczba przełączników łączonych w stos ≥ 8 szt.,
 - łączenie w stos poprzez dodatkowe porty dedykowane, czyli porty inne niż 24 porty opisane w pierwszym punkcie specyfikacji tego przełącznika,
 - aktywowanie portu do łączenia w stos nie może dezaktywować żadnego portu z 24 portów opisanych w pierwszym punkcie specyfikacji tego przełącznika,
 - aktywowanie portu do łączenia w stos nie może wymagać zakupu odrębnych licencji,
- obsługa transmisji Full Duplex i pakietów Flow Control (protokół IEEE 802.3x),
- autonegocjacja prędkości na każdym porcie,
- obsługa protokołu spanning tree oraz trunking portów,
- AutoMDIX na każdym porcie,
- możliwość konfiguracji przez ssh, telnet, snmp, www oraz dedykowany port konsoli RS-232, do montażu w szafie (stelażu) typu rack 19" (z kompletem mocowań i śrub do montażu) ,
- kabel zasilający dla strefy europejskiej minimum 1,8 m,
- kabel do podłączenia konsoli zarządzającej urządzenia długości minimum 1,8 m.
- Zamówienie obejmuje również dostawę i instalację okablowania niezbędnego do poprawnej pracy wszystkich trzech sieci z wszystkimi jej elementami i dołączenia jej do Internetu, w tym kable sieci komputerowej:
 - kategorii 6a o przepływności przynajmniej 1Gb/s dla sieci Ethernet (w odpowiedniej liczbie i długości uzależnionej od rozmieszczenia łączonych urządzeń),
 - o przepływności co najmniej 40 Gb/s dla sieci InfiniBand z protokołem RDMA:
 - 7 × aktywny kabel światłowodowy o odpowiedniej długości (szacowane po 50 m), ze zintegrowanymi obustronnie transceiverami QSFP QDR,
 - 10 × kabel miedziany o odpowiedniej długości (7 szacowanych po 15 m, 3 szacowane po 1 m) zakończony obustronnie złączami QSFP QDR.
- Jeden z planowanych przełączników ma zastąpić istniejący w LZWP przełącznik z 48 portami, który ma być następnie użyty do połączenia wszystkich kart umożliwiających zdalny dostęp.
- Komputer pełniący funkcję routera między lokalną siecią Ethernet łączącą istniejące komputery LZWP, komputery instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji



ukończonych (*Powerwall 3D*) i komputery tego zamówienia a Internetem (komputer jak w punktach a i b, ale z trzema kartami sieciowymi Ethernet po dwa wyjścia SFP+ każda, bez wysoko wydajnej karty graficznej, bez karty sieciowej Infiniband i tylko z jednym uniksowym lub podobnym systemem operacyjnym).

- Powyższy komputer powinien być umieszczony w szafie stelażowej (rackowej) znajdującej się w sali 92, tak by był swobodny dostęp do jego strony czołowej i tylnej.
- Powyższy komputer powinien być wyposażony w odpowiednie chłodzenie, Wykonawca powinien udokumentować obliczeniami brak konieczności zastosowania dodatkowych urządzeń chłodzących lub je zapewnić.
- Otwarcie obudowy powyższego komputera oraz montaż i demontaż kart rozszerzeń oraz dysków powinien odbywać się bez konieczności użycia narzędzi.
- Charakterystyka komputera pełniącego funkcję routera:
 - Procesor:
 - minimum 4 rdzenie i 8 wątków,
 - wykonany w architekturze x86, zapewnia komputerowi w testach Cinebench R11.5:
 - minimum 7,23 punktu w teście xCPU,
 - minimum 1,6 punktu w teście przy użyciu jednego rdzenia,
 - możliwość uruchamiania aplikacji 64 bitowych,
 - mechanizm automatycznego zwiększania szybkości działania względem częstotliwości operacyjnej, o ile procesor nie przekracza określonych w specyfikacji limitów dotyczących energii, zasilania i temperatury,
 - przynajmniej 10 MB pamięci podręcznej (ang. *cache*),
 - obsługa pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC),
 - maksymalna pojemność obsługiwanej pamięci ≥ 640 GB,
 - liczba obsługiwanych linii *PCI Express* ≥ 40 ,
 - sprzętowe wsparcie technologii wirtualizacji,
 - sprzętowe wsparcie dla ochrony danych w wirtualnych środowiskach obliczeniowych,
 - sprzętowe wsparcie dla generacji liczb losowych wykorzystywanych do szyfrowania,
 - obsługa wielowątkowości współbieżnej,
 - moc oddawana w postaci ciepła ≤ 140 W.
 - Karta graficzna ze złączem DisplayPort ≥ 1.2 , może być zintegrowana z płytą główną.
 - Pamięć – minimum 32 GB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym z systemem korekcji błędów (ECC), o napięciu zasilania $\leq 1,2$ V, w organizacji 4 \times 8 GB skonfigurowane do pracy w trybie 2-kanalowym, możliwość rozszerzenia do przynajmniej 256 GB pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC).
 - Dysk SSD 2.5" – pojemność: minimum 256 GB, liczba 4 kB operacji zapisu na sekundę: minimum 80 tysięcy, zapis liniowy: minimum 500 MB/s.
 - Dysk HDD 3.5" – pojemność: minimum 1 TB SATA, 7200 obrotów na minutę.
 - Kontroler dysków – zintegrowany kontroler SATA/AHCI (6 \times 6 Gb/s), programowy RAID 0/1/5/10.
 - Napęd optyczny – wewnętrzna nagrywarka DVD-RW/+RW SATA.
 - Czytnik kart – 19-in-1 *Media Card Reader*.
 - Porty USB minimum 5, w tym minimum 3 w standardzie USB 3.0.
 - 3 \times serwerowa karta sieciowa PCIe 10 Gigabit Ethernet:
 - przynajmniej 2 porty SFP+,
 - 2 \times transceiver SFP+ 10 Gbps Ethernet Single-Mode:
 - typ złącza: Duplex LC,
 - budżet mocy zapewniający łączność na dystansie 20 km,
 - długość fali 1310 nm,
 - wbudowany interfejs diagnostyczny DDM,
 - obsługa PXE,
 - obsługa 802.1Q.
 - Zasilacz – minimum 685W z wyłącznikiem, certyfikat 80+ bronze, zgodny ze standardem ATX ≥ 2.2 wyposażony w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe i termostat regulujący



- obroty wentylatora, niezawodność MTBF ≥ 100 tys. godzin, chłodzony pasywnie lub za pomocą wentylatora z termiczną regulacją prędkości o średnicy ≥ 110 mm.
- Komputer powinien mieć zdolność pracy zarówno w pozycji pionowej, jak i poziomej.
- Gwarancja dla komputera ≥ 4 lata, naprawa na miejscu następnego dnia roboczego po zgłoszeniu usterki.
- Możliwość sprawdzenia statusu gwarancji komputera na stronie internetowej producenta lub jego przedstawiciela.
- Wyposażenie dodatkowe komputera pełniące funkcję routera:
 - Komputer ten powinien być wyposażony w kartę umożliwiającą zdalny dostęp do wyposażonego w nią komputera (niezależnie od usług oferowanych przez zainstalowane systemy operacyjne) włącznie z możliwością zdalnego uruchomienia komputera w wybranym systemie operacyjnym:
 - rozdzielczość przekazywanych obrazów $\geq 1 \times 2560 \times 1600$ lub $2 \times 1920 \times 1200$,
 - liczba klatek na sekundę (*frame rate*) ≥ 60 fps,
 - porty wideo PCIe (podłączone do wyjść GPU): $2 \times$ miniDP,
 - porty $4 \times$ USB 2.0.

d) Wzbogacenie istniejącej infrastruktury LZWP

o uzupełniające elementy:

- $14 \times$ karta umożliwiająca zdalny dostęp do wyposażonych w nią komputerów (niezależnie od usług oferowanych przez zainstalowane systemy operacyjne) włącznie z możliwością zdalnego uruchomienia komputera w wybranym systemie operacyjnym, zamówienie obejmuje instalację ww. kart w komputerach istniejącej jaskini LZWP:
 - rozdzielczość przekazywanych obrazów $\geq 1 \times 2560 \times 1600$ lub $2 \times 1920 \times 1200$,
 - liczba klatek na sekundę (*frame rate*) ≥ 60 fps,
 - porty wideo PCIe (podłączone do wyjść GPU): $2 \times$ miniDP,
 - porty $4 \times$ USB 2.0.
- $4 \times$ komputer typu cienki klient do zdalnego dostępu do komputerów wyposażonych w ww. karty w istniejącej jaskini LZWP, instalowanym stanowisku testowo-pokazowym dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) oraz w nowych stanowiskach (z punktu a, b, c i d zamówienia):
 - Cienki klient oferujący dostęp zdalny do komputerów wyposażonych w ww. karty:
 - procesor wspierający podwójną rozdzielczość \geq WUXGA (1920×1200),
 - pamięć: minimum 512 MB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym, o napięciu zasilania $\leq 1,2$ V,
 - dodatkowa pamięć typu flash,
 - złącza $4 \times$ USB, DVI-I, LAN (1 Gb Ethernet), VGA, DisplayPort, audio,
 - Kolorowy monitor 2D:
 - przekątna monitora ≥ 24 "
 - rozdzielczości WUXGA lub większa ($\geq 1920 \times 1200$),
 - częstotliwości odświeżania ≥ 60 Hz,
 - proporcje obrazu 16:10,
 - jasność ≥ 350 cd/m²,
 - kontrast $\geq 1000:1$,
 - kąt widzenia $\geq 178^\circ$,
 - czas odpowiedzi ≤ 6 ms,
 - złącza DisplayPort, DVI-D (z HDCP), HDMI, USB ver. 2.0, mini D-sub 15 pin,
 - $2 \times$ głośnik wbudowany 1 W, wtyczka Jack,
 - regulacja wysokości i odchylenia ekranu od pionu,
 - czujnik natężenia oświetlenia otoczenia, czujnik obecności użytkownika,
 - czarna obudowa, czarna ramka ekranu.
 - Mysz optyczna lub laserowa.
 - Klawiatura QWERTY.



- Komputer (serwer) z interfejsami wyjściowymi do zarządzania przesyłaniem obrazu między ww. kartami zdalnego dostępu a komputerami typu cienki klient (komputer jak w punktach a i b, ale z kartą sieciową Ethernet z czterema wyjściami, bez wysoko wydajnej karty graficznej, bez karty sieciowej Infiniband i tylko z jednym systemem operacyjnym).
- Powyższy komputer powinien być umieszczony w szafie stelażowej (rackowej) znajdującej się w sali 92, tak by był swobodny dostęp do jego strony czołowej i tylnej.
- Powyższy komputer powinien być wyposażony w odpowiednie chłodzenie, Wykonawca powinien udokumentować obliczeniami brak konieczności zastosowania dodatkowych urządzeń chłodzących lub je zapewnić.
- Otwarcie obudowy powyższego komputera oraz montaż i demontaż kart rozszerzeń oraz dysków powinien odbywać się bez konieczności użycia narzędzi.
- Charakterystyka powyższego komputera do zarządzania przesyłaniem obrazu:
 - Procesor:
 - minimum 4 rdzenie i 8 wątków,
 - wykonany w architekturze x86, zapewnia komputerowi w testach Cinebench R11.5:
 - minimum 7,23 punktu w teście xCPU,
 - minimum 1,6 punktu w teście przy użyciu jednego rdzenia,
 - możliwość uruchamiania aplikacji 64 bitowych,
 - mechanizm automatycznego zwiększania szybkości działania względem częstotliwości operacyjnej, o ile procesor nie przekracza określonych w specyfikacji limitów dotyczących energii, zasilania i temperatury,
 - przynajmniej 10 MB pamięci podręcznej (ang. *cache*),
 - obsługa pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC),
 - maksymalna pojemność obsługiwanej pamięci ≥ 640 GB,
 - liczba obsługiwanych linii *PCI Express* ≥ 40 ,
 - sprzętowe wsparcie technologii wirtualizacji,
 - sprzętowe wsparcie dla ochrony danych w wirtualnych środowiskach obliczeniowych,
 - sprzętowe wsparcie dla generacji liczb losowych wykorzystywanych do szyfrowania,
 - obsługa wielowątkowości współbieżnej,
 - moc oddawana w postaci ciepła ≤ 140 W.
 - Karta graficzna ze złączem DisplayPort ≥ 1.2 , może być zintegrowana z płytą główną.
 - Pamięć – minimum 32 GB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym z systemem korekcji błędów (ECC), o napięciu zasilania $\leq 1,2$ V, w organizacji 4×8 GB skonfigurowane do pracy w trybie 2-kanalowym, możliwość rozszerzenia do przynajmniej 256 GB pamięci wyposażonej w system korekcji błędów (ECC).
 - Dysk SSD 2.5" – pojemność: minimum 256 GB, liczba 4 kB operacji zapisu na sekundę: minimum 80 tysięcy, zapis liniowy: minimum 500 MB/s.
 - Dysk HDD 3.5" – pojemność: minimum 1 TB SATA, 7200 obrotów na minutę.
 - Kontroler dysków – zintegrowany kontroler SATA/AHCI (6×6 Gb/s), programowy RAID 0/1/5/10.
 - Napęd optyczny – wewnętrzna nagrywarka DVD-RW/+RW SATA.
 - Czytnik kart – 19-in-1 *Media Card Reader*.
 - Porty USB minimum 5, w tym minimum 3 w standardzie USB 3.0.
 - Karta sieciowa 10/100/1000 Mb/s z obsługą VLAN i trybów WOL i PXE oraz z agregacją łącza, min. 4 porty RJ45.
 - Zasilacz – minimum 685W z wyłącznikiem, certyfikat 80+ bronze, zgodny ze standardem ATX ≥ 2.2 wyposażony w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe i termostat regulujący obroty wentylatora, niezawodność MTBF ≥ 100 tys. godzin, chłodzony pasywnie lub za pomocą wentylatora z termiczną regulacją prędkości o średnicy ≥ 110 mm.
 - Specjalistyczne oprogramowanie do zarządzania zdalnym dostępem do komputerów z kompatybilnym wirtualizatorem (z ewentualnymi licencjami nieograniczonymi czasowo na serwer, każdą kartę zdalnego dostępu i komputer typu cienki klient – o ile są potrzebne); oprogramowanie to powinno zapewniać:
 - zarządzanie parametrami wszystkich urządzeń wyposażonych w karty zdalnego



- dostęp i ciekich klientów oraz tworzenie ich grup,
- monitorowanie statusu tych urządzeń,
- uaktualnienie oprogramowania,
- możliwość zdalnego włączenia oraz wyłączenia urządzenia lub zresetowania.
- Certyfikat kompatybilności dla platformy wirtualizacji VMware.
- Komputer powinien mieć zdolność pracy zarówno w pozycji pionowej, jak i poziomej.
- Gwarancja dla komputera ≥ 4 lata, naprawa na miejscu następnego dnia roboczego po zgłoszeniu usterki.
- Możliwość sprawdzenia statusu gwarancji komputera na stronie internetowej producenta lub jego przedstawiciela.
- Wyposażenie dodatkowe powyższego komputera do zarządzania przesyłaniem obrazu:
 - Komputer ten powinien być wyposażony w kartę umożliwiającą zdalny dostęp do wyposażonego w nią komputera (niezależnie od usług oferowanych przez zainstalowane systemy operacyjne) włącznie z możliwością zdalnego uruchomienia komputera w wybranym systemie operacyjnym:
 - rozdzielczość przekazywanych obrazów $\geq 1 \times 2560 \times 1600$ lub $2 \times 1920 \times 1200$,
 - liczba klatek na sekundę (*frame rate*) ≥ 60 fps,
 - porty wideo PCIe (podłączone do wyjść GPU): $2 \times$ miniDP,
 - porty $4 \times$ USB 2.0.
- 2 \times termometr internetowy z powiadamianiem mailowym o wystąpieniu temperatury lub wilgotności poza określonym przedziałem:
 - protokoły IP: ARP, TCP/IP (HTTP, SMTP), UDP/IP (SNMP),
 - zdalne zarządzania (wsparcie SNMP),
 - protokół dynamicznego konfigurowania hostów dla przydzielania IP (wsparcie DHCP),
 - dokładność pomiaru temperatury nieprzekraczająca $\pm 0,5$ °C,
 - zakres temperatur przynajmniej od $- 10$ °C do 60 °C,
 - czujnik wilgotności.
- Wycieraczka gumowa czarna z otworami do położenia przed wejściem do istniejącej jaskini: długość $3,2 \div 3,4$ m, szerokość $0,4 \div 0,6$ m, grubość ≥ 1 cm,
- Dywanik podklejony filcem na całej powierzchni do wchodzenia do sferycznego symulatora chodu umieszczonego w jaskini: długość ≥ 1 m, szerokość dopasowana do odległości podstawy symulatora od krawędzi ekranu podłogowego (około $0,6$ m),
- Zadaszenia (baldachimy) nad projektorami w kolorze czarnym, osłaniające projektory przed ewentualną wodą ciekącą z sufitu (płaskie, poziome z kapinosami na obrzeżach, ewentualnie jedno- lub dwuspadziste):
 - 3 zadaszenia nałożone na istniejące stelaże projektorów świecących na ściany pionowe jaskini rzeczywistości wirtualnej: wymiary orientacyjne 138 cm \times 88 cm,
 - 1 zadaszenie wraz ze stelażem dla projektorów świecących na ruchomy ekran (wrota) jaskini rzeczywistości wirtualnej: wymiary orientacyjne 138 cm \times 88 cm,
 - 2 zadaszenia nałożone na istniejące stelaże projektorów świecących na sufit jaskini rzeczywistości wirtualnej: wymiary orientacyjne 187 cm \times 157 cm.
- Kolorowy monitor 4K Ultra HD z uchwytem montażowym (do zawieszenia pionowo w korytarzu LZWP w celach promocyjnych) oraz z przewodami zasilania, RS232 i HDMI:
 - rozdzielczość $\geq 3840 \times 2160$ (przy 60 Hz),
 - rozmiar ekranu po przekątnej ≥ 84 "
 - możliwość montażu w pionie,
 - przystosowanie do pracy całodobowej,
 - jasność ≥ 500 cd/m²,
 - współczynnik kontrastu (typowy) $\geq 1400:1$,
 - dynamiczny współczynnik kontrastu $\geq 500000:1$,
 - format obrazu: $16:9$,
 - czas odpowiedzi (standardowy) ≥ 12 ms,
 - kąt widzenia $\geq 178^\circ$,
 - wejście wideo: VGA (analog D-Sub), DisplayPort 1.2, DVI-D, $3 \times$ HDMI, kompozytowe



- (BNC), komponentowe (BNC),
- wyjście wideo: DisplayPort,
- wejście audio: gniazdo 3,5 mm,
- wyjście audio: gniazdo 3,5 mm, złącze zewnętrznych głośników,
- zdalne sterowanie: RS232C (wejście/wyjście), gniazdo 2,5 mm, RJ45, dołączony pilot,
- złącze USB,
- dwa wbudowane głośniki o mocy ≥ 10 W RMS każdy,
- język polski dostępny w menu ekranowym,
- certyfikaty: CE, UL/cUL, CCC, C-Tick, RoHS, GOST, FCC, klasa A.
- Odtwarzacz (player) 4K współpracujący z ww. monitorem 4K:
 - rozdzielczość natywna $\geq 3840 \times 2160$ (24/25/30/50/60p),
 - gniazdo SD dla SDHC i SDXC, wewnętrzne gniazdo Micro SD,
 - interfejsy: mSATA, USB 3.0, S/PDIF Out, 3,5 mm IR Out, HDMI 2.0 Out,
 - port Gigabit Ethernet (funkcja IP streaming),
 - wsparcie dla kodeków wideo: H.265 (Full HD i 4K/UHD), H.264 (Full HD), MPEG-1 (Full HD), MPEG-2 (Full HD), WMV (Full HD),
 - obsługa formatów graficznych: BMP, JPEG, PNG,
 - obsługa formatów dźwiękowych: MP2, MP3, AAC, WAV,
 - wsparcie dla HTML5,
 - okablowanie umożliwiające współpracę z ww. monitorem 4K.
- Pozostałe elementy (okulary, różdżki i targety) w tym samym kształcie co posiadane.
- Targety i różdżki powinny współpracować i być kompatybilne z systemem śledzenia w istniejącej jaskini LZWP, w instalowanym stanowisku testowo-pokazowym dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) i w stanowisku z punktu b tego zamówienia.
- Targety i różdżki powinny pozwalać na równoległe i nie kolidujące ze sobą ich śledzenie – targety powinny być rozróżnialne przez system śledzenia (z wyjątkiem targetów dla różnych zestawów okularów, gdzie parami powinny być nierozróżnialne).
- Możliwość śledzenia wszystkich targetów i różdżek jednocześnie w całym obszarze jaskini (odpowiednia liczba licencji na śledzenie):
- Zamówienie obejmuje następujące elementy:
 - 3 × pasywne okulary stereoskopowe z rozdziałem widma kompatybilne z systemem projekcji używanym w istniejącej jaskini w LZWP, o szklach zakrzywionych i powierzchni pojedynczego szkła ≥ 25 cm², ze składanymi zausznikami,
 - 3 × aktywne okulary stereoskopowe migawkowe (*shutter*) kompatybilne z systemem projekcji używanym w istniejącej jaskini w LZWP,
 - 3 × zapasowy zausznik do okularów pasywnych z selekcją widma pasujący zarówno do posiadanych okularów LZWP, okularów instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) i ww. okularów pasywnych, w tym:
 - 2 × lewy zausznik (jeden do wymiany ułamanego zausznika, jeden na zapas),
 - 1 × prawy zausznik (na zapas),
 - 4 × różdżka z markerami pasywnymi pod obudową, z czterema przyciskami, cynglem (*trigger*) i joystickiem, zasilana 3 bateriami AAA, kompatybilna z systemem śledzenia używanym w istniejącej jaskini w LZWP, w instalowanym stanowisku testowo-pokazowym dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) i w stanowisku z punktu b tego zamówienia, różdżki powinny być rozróżnialne między sobą i z posiadаныmi różdżkami, komplet akumulatorów AAA do wszystkich różdżek i jedna wspólna ładowarka,
 - 1 × target z 6 markerami pasywnymi $\varnothing 10\div 16$ mm do okularów kompatybilny z systemem śledzenia używanym w istniejącej jaskini w LZWP i nierozróżnialny z posiadany targetem (oba targety mają służyć dwóm różnym typom okularów),
 - 12 × target z 6 markerami pasywnymi $\varnothing 10\div 16$ mm do obu zestawów okularów:
 - rozróżnialny przez system śledzenia z powyższymi różdżkami i posiadany targetem,
 - parami nierozróżnialnych (do zamiennego użycia z obu typami okularów),
 - między parami rozróżnialnych (w obrębie okularów tego samego typu),
 - 7 × target uniwersalny z przynajmniej 4 markerami pasywnymi $\varnothing 10\div 16$ mm, targety



powinny być rozróżnialne między sobą oraz z ww. różdżkami i targetami.

- Wymienione powyżej targety i różdżki nie powinny zakłócać śledzenia posiadanego w LZWP targetu i różdżek oraz pozostałych targetów i różdżek z tego punktu zamówienia (z wyjątkiem par targetów przeznaczonych dla różnych zestawów okularów), a także – w miarę możliwości – targetów, różdżek i innych kontrolerów dla instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) i stanowiska z punktu b tego zamówienia.

e) Akwizycja obrazu

- Rejestrator (*recorder*) – stacja robocza do nadzoru wideo wysokiej rozdzielczości (HD):
 - obsługa przynajmniej 16 kanałów, możliwość rozszerzenia do co najmniej 24 kanałów,
 - pamięć – minimum 4 GB synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym,
 - dysk HDD – pojemność: minimum 3 TB SATA, 7200 obrotów na minutę, cache ≥ 64 MB,
 - kontroler dysków – SATA 6 Gb/s, RAID 1,
 - karta graficzna z pamięcią ≥ 1 GB, obsługa DirectX 11.2, Mantle, OpenGL 4.3,
 - napęd optyczny – wewnętrzna nagrywarka DVD-RW,
 - karta sieciowa 10/100/1000 Mb/s,
 - złącza: przynajmniej 6 \times USB 2.0, 4 \times USB 3.0, 3 \times DisplayPort, 1 \times VGA, 1 \times Dual link DVI-I Network, Line-in/out,
 - obsługa przynajmniej 2 monitorów,
 - klawiatura i mysz,
 - strumień wideo na żywo: 15 fps dla rozdzielczości do 5 MPx, na poziomie kompresji 30,
 - nagrywanie: 24 kanały wideo z prędkością 96 Mb/s,
 - nieuniknowy okienkowy system operacyjny,
 - software wspierający AAC, G.711, G.726, H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC), Motion JPG.
- Mysz optyczna lub laserowa do rejestratora.
- Klawiatura QWERTY do rejestratora.
- Kolorowy monitor wielodotkowy 2D do rejestratora:
 - przekątna monitora (obrazu) ≥ 23 " ,
 - rozdzielczość Full HD lub większa ($\geq 1920 \times 1080$) przy 60 Hz,
 - proporcje obrazu 16:9,
 - jasność (standardowo) ≥ 270 cd/m²,
 - przynajmniej 16,7 miliona kolorów,
 - kontrast (standardowo) $\geq 1000:1$, kontrast dynamiczny $\geq 8000000:1$,
 - kąt widzenia (standardowo) $\geq 178^\circ$,
 - czas odpowiedzi (standardowo) ≤ 8 ms z akceleracją (od szarego do szarego),
 - typ panelu: technologia IPS, błyszczący,
 - podświetlenie panelu: LED,
 - technologia wykrywania dotyku: pojemnościowa,
 - liczba punktów dotyku ≥ 10 ,
 - podstawa: przegubowa, z możliwością przechylenia,
 - wbudowana kamera Full HD i dwa mikrofony,
 - gniazdo zabezpieczenia przed kradzieżą,
 - wbudowane głośniki: 2 \times 5 W,
 - złącza: DisplayPort, HDMI, USB 3.0, złącze G/Ethernet, gniazdo słuchawek i mikrofonu,
 - zgodny z Energy Star.
- System akwizycji obrazu powinien umożliwiać obserwację (ze sterowni i z Auditorium nr 2, a w ogólności z dowolnego miejsca przez Internet), rejestrację i odtworzenie (ze sterowni) obrazu z kamer posiadanych w LZWP, kamer instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) i nowych kamer o opisanych poniżej parametrach:
 - obrotowa kamera IP (do nadzoru pomieszczenia nr 88 ze stanowiskami z punktów a i b):
 - obiektywy: $f = 3,8 \div 42,9$ mm, F1,4 \div 2,1,



- rozdzielczość $\geq 1920 \times 1080$ (minimum full HD),
- częstotliwość ramek ≥ 25 fps,
- PTZ: obrót (*pan*) 360° , pochylenie (*tilt*) 180° , powiększenie optyczne (*zoom*) $\geq 12\times$,
- przynajmniej 100 położen zaprogramowanych,
- kompresja wideo: H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC), Motion JPEG,
- kompresja audio: AAC-LC 8/16 kHz, G.711 PCM 8 kHz, G.726 ADPCM 8 kHz,
- wspierane protokoły: IPv4/v6, HTTP, HTTPS, SSL/TLS, QoS Layer 3 DiffServ, FTP, CIFS/SMB, SMTP, Bonjour, UPnP, SNMP v1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, SFTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS, SSH,
- pamięć o dostępie swobodnym (RAM) ≥ 512 MB, pamięć trwała typu flash ≥ 256 MB,
- zasilanie: Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3af/802.3at Type 1 Class 3, 24 V AC/DC,
- złącza: RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE, AC/DC power, 4 konfigurowalne we/wy alarmowe, wejście mikrofonowe, wyjście liniowe,
- gniazdo karty pamięci SD/SDHC/SDXC,
- możliwość zapisu w dedykowanej sieciowej pamięci masowej (NAS),
- okablowanie niezbędne do podłączenia.
- obrotowa kamera IP (do nadzoru projekcji w Audytorium nr 2):
 - obiektywy: $f = 4,3\div 129$ mm, $F1,6\div 4,7$,
 - rozdzielczość $\geq 1920 \times 1080$ (minimum full HD),
 - częstotliwość ramek ≥ 25 fps,
 - PTZ: obrót (*pan*) 360° , pochylenie (*tilt*) 180° , powiększenie optyczne (*zoom*) $\geq 30\times$,
 - przynajmniej 100 położen zaprogramowanych,
 - kompresja wideo: H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC), Motion JPEG,
 - kompresja audio: AAC-LC 8/16 kHz, G.711 PCM 8 kHz, G.726 ADPCM 8 kHz,
 - wspierane protokoły: IPv4/v6, HTTP, HTTPS, SSL/TLS, QoS Layer 3 DiffServ, FTP, CIFS/SMB, SMTP, Bonjour, UPnP, SNMP v1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, SFTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS, SSH,
 - pamięć o dostępie swobodnym (RAM) ≥ 512 MB, pamięć trwała typu flash ≥ 256 MB,
 - zasilanie: Power over Ethernet Plus (PoE+) IEEE 802.3at Type 2 Class 4, 24 V AC/DC,
 - złącza: RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE, RJ45 typu push-pull (IP66), AC/DC power, 4 konfigurowalne we/wy alarmowe, wejście mikrofonowe, wyjście liniowe,
 - gniazdo karty pamięci SDHC UHS-I / SDXC UHS-I obsługujące karty ≥ 64 GB,
 - możliwość zapisu w dedykowanej sieciowej pamięci masowej (NAS),
 - okablowanie niezbędne do podłączenia.
- kamera IP (do obserwacji wnętrza korytarza dostępowego do LZWP):
 - obiektywy: M12 mount, F2,8,
 - rozdzielczość $\geq 1920 \times 1080$ (minimum full HD),
 - częstotliwość ramek ≥ 25 fps,
 - kompresja wideo: H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC), Motion JPEG,
 - wspierane protokoły: IPv4/v6, HTTP, HTTPS, SSL/TLS, QoS Layer 3 DiffServ, FTP, CIFS/SMB, SMTP, Bonjour, UPnP, SNMP v1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS, SSH,
 - pamięć o dostępie swobodnym (RAM) ≥ 256 MB, pamięć trwała typu flash ≥ 128 MB,
 - zasilanie: Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3af/802.3at Type 1 Class 1, $\leq 2,7$ W.
 - złącza: wtyk RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE na kablu sieciowym ≥ 2 m,
 - gniazdo karty pamięci microSD/microSDHC/microSDXC,
 - możliwość zapisu w dedykowanej sieciowej pamięci masowej (NAS),
 - okablowanie niezbędne do podłączenia.
- System ten powinien być zintegrowany z pozostałymi systemami – kamery powinny być minimalnie widoczne i nie powinny zakłócać pracy pozostałych systemów.
- System akwizycji obrazu powinien wykorzystywać znajdujący się w LZWP przełącznik (*switch*) wspierający zasilanie przez Ethernet (PoE) – podpięte tam urządzenia inne niż kamery



powinny zostać przepięte do innych przełączników posiadanych przez LZWP, przełączników zakupionych do instalowanego stanowiska testowo-pokazowego dla aplikacji ukończonych (*Powerwall 3D*) lub przełączników wyszczególnionych w tym zamówieniu.

- System akwizycji obrazu ma również zapewniać monitorowanie zachowania uczestnika symulacji (dla zapewnienia jego bezpieczeństwa).

f) **Projekcja 3D w Audytorium nr 2**

- Projektor 3D 3-chip DLP:
 - rozdzielczość projekcji: WUXGA lub większa ($\geq 1920 \times 1200$),
 - sumaryczny strumień świetlny ≥ 12000 ANSI lm,
 - projekcja trójwymiarowa (stereoskopowa) z częstotliwością przynajmniej 120 Hz, działająca równolegle w oparciu o podane poniżej dwie technologie:
 - technologia z rozdziałem widma wykorzystująca filtry interferencyjne, opcja automatycznej korekcji barwy dla obojga oczu, pożądane ponadto rozwiązanie aktywne, czyli wykorzystujące tylko jeden projektor dla generacji obrazów dla obojga oczu,
 - technologia aktywna migawkowa używająca okularów z *shutterami* LCD,
 - złącze: *Twin dual-link* DVI,
 - porty komunikacyjne: RS232 (D9), 10/100 Mb/s Ethernet (RJ45),
 - obiektyw o niskiej dyspersji,
 - chłodzenie projektora cieczą (ze względu na minimalizację niepożądanego hałasu),
 - sterowanie za pomocą pilota bezprzewodowego i przycisków na obudowie.
- Lampa w projektorze: ksenonowa, o żywotności przynajmniej 750 h pracy, przy czym projektor powinien być wyposażony dodatkowo w jedną lampę zapasową.
- Projektor z osprzętem powinien być umocowany do sufitu audytorium na solidnych elementach konstrukcyjnych, gwarantujących stabilność toru optycznego.
- Projektor powinien być połączony kablem wizyjnym i synchronizacyjnym z jednym z komputerów istniejącej jaskini LZWP znajdującym się w sterowni (nie podłączonym do żadnego projektora jaskini) w sposób identyczny jak projektory istniejącej jaskini. Zmawiający wskaże komputer do którego należy podłączyć projektor.. Połączenie wizyjne powinno być zrealizowane za pomocą światłowodów i światłowodowych urządzeń nadawczo-odbiorczych w standardzie Multimode, o parametrach nie pogarszających jakości projekcji.
- Nagrywarka Blu-ray wewnętrzna do komputera z podłączonym ww. projektorem:
 - bufor ≥ 4 MB, prędkość odczytu $\geq 12 \times$, prędkość zapisu $\geq 16 \times$.
- Projektor powinien być zsynchronizowany z pozostałymi urządzeniami LZWP.
- 100 par pasywnych okularów stereoskopowych pozwalających na oglądanie obrazu 3D w technologii z rozdziałem widma o szklach zakrzywionych i powierzchni pojedynczego szkła ≥ 12 cm².
- 4 pary lekkich aktywnych bezprzewodowych okularów migawkowych (*shutter*) pozwalających na oglądanie obrazu 3D w technologii aktywnej migawkowej.
- Kontroler-nadajnik poczerwieni lub radiowy sterujący okularami migawkowymi o zasięgu pokrywającym całe audytorium, należy zapewnić wzajemny brak zakłóceń w funkcjonowaniu okularów migawkowych w audytorium i przy stanowiskach z punktów a i b tego zamówienia.
- Światłowodowy moduł odbiorczy DVI w obudowie metalowej:
 - obsługa: singlemode i multimode,
 - złącza światłowodowe: $4 \times$ LC,
 - typ sygnału: DVI, DDC,
 - złącza: DVI-D, RJ45,
 - transmisja rozdzielczości $\geq 2560 \times 1600 @ 60$ Hz bez kompresji,
 - optyczny budżet mocy ≥ 10 dB,
 - temperatura pracy: $0 \div 50^\circ\text{C}$, temperatura składowania: $-30 \div 70^\circ\text{C}$.
- Światłowodowy moduł nadawczy DVI w obudowie metalowej:



- obsługa: singlemode i multimode,
- złącza światłowodowe: 4 × LC,
- typ sygnału: DVI, DDC,
- złącza: DVI-D, RJ45,
- transmisja rozdzielczości $\geq 2560 \times 1600 @ 60\text{Hz}$ bez kompresji,
- optyczny budżet mocy $\geq 10\text{dB}$,
- temperatura pracy: $0 \div 50^\circ\text{C}$, temperatura składowania: $-30 \div 70^\circ\text{C}$.

g) Projekcja 2D w sali seminaryjnej nr 93 i w górnej galerii obserwacyjnej nr 99

- 2 × projektor 3LCD:
 - rozdzielczość projekcji obrazu: WUXGA lub większa ($\geq 1920 \times 1200$),
 - sumaryczny strumień świetlny pojedynczego projektora ≥ 4000 ANSI lm,
 - częstotliwość projekcji obrazu: $48 \div 92$ Hz,
 - oddalenie projekcji (*projection distance*) zawierające przedział od 1,2 m do 5,5 m,
 - współczynnik projekcji (*throw ratio*) $\leq 1,5:1$
(tzn. obraz o szerokości 1 m wyświetlany z odległości $\leq 1,5$ m),
 - złącza graficzne: VGA (D-Sub), 2 × HDMI, S-Video, RCA,
 - inne złącza: 10/100 Mb/s Ethernet (RJ45), HDBaseT, USB,
 - okablowanie pozwalające na komfortowe podłączenie urządzeń odtwarzających,
 - głośniki o mocy ≥ 12 W,
 - lampa o żywotności przynajmniej 5000 h pracy (w trybie niskiej jasności), przy czym projektor powinien być wyposażony dodatkowo w jedną lampę zapasową,
 - sterowanie za pomocą pilota bezprzewodowego, styków zwiernych i przycisków na obudowie.
- Oba projektory z osprzętem powinny być umocowane do sufitu (lub do ściany w przypadku górnej galerii obserwacyjnej nr 99) na solidnych elementach konstrukcyjnych, gwarantujących stabilność toru optycznego.
- Elektrycznie rozwijany ekran projekcyjny o rozmiarach (szer. × wys.) $\geq 2,29 \times 1,72$ m do projekcji przedniej przysłaniający po rozwinięciu całkowicie okno w sali nr 93 do hali głównej:
 - montaż do ściany lub do sufitu,
 - powierzchnia biała, dookoła czarna ramka, tył czarny, obudowa anodowane aluminium,
 - współczynnik odbicia światła: $1,0 \leq \textit{gain} \leq 1,2$,
 - kąt widzenia $\geq 150^\circ$.
 - grubość ekranu $\geq 0,4$ mm.
- Elektrycznie rozwijany ekran projekcyjny o rozmiarach (szer. × wys.) $\geq 1,82 \times 1,27$ m do projekcji przedniej przysłaniający po rozwinięciu całkowicie środkowe okno w górnej galerii obserwacyjnej nr 99 do hali głównej w obszarze powyżej poręczy umieszczonej przed oknem:
 - montaż do ściany lub do sufitu,
 - powierzchnia biała, dookoła czarna ramka, tył czarny, obudowa anodowane aluminium,
 - współczynnik odbicia światła: $1,0 \leq \textit{gain} \leq 1,2$,
 - kąt widzenia $\geq 150^\circ$.
 - grubość ekranu $\geq 0,4$ mm,.
- 2 × moduł sterujący do rozwijanych elektrycznie ekranów projekcyjnych:
 - pilot bezprzewodowy RF, możliwość zapamiętania 10 kodów pilotów zdalnego sterowania,
 - sterowanie za pomocą:
 - pilota RF,
 - styków zwiernych,
 - przycisków na obudowie (górną, stop, dół),
 - zasilanie 230V, prąd sterowania 10A,
 - kontrolka zasilania, kontrolka aktywności.
- Zwinięte ekrany nie powinny utrudniać zaglądania do hali głównej przez okno.



- W górnej galerii obserwacyjnej nr 99 możliwy jest również ekran stały o bezprzewodowo regulowanej przezroczystości (od matowego do przeziernego), dopuszczalna jest wówczas instalacja projektora po drugiej stronie okna, tak jednak, by jego projekcja była niewidoczna z hali głównej LZWP.

h) Zaciemnienie: kotary, żaluzje, rolety w salach 81, 83, 88, 91 i 98:

- Przedmiot zamówienia obejmuje dokonanie dokładnego obmiaru okien, dopasowania rozwiązania do potrzeb sali oraz do kształtu i rozmiaru okien, a także montaż.
- Przedstawione wymiary okien (podane w cm) należy traktować jako orientacyjne, zwłaszcza że w sali 98 górna krawędź okien jest ukośna.
- Wykonawca przed przystąpieniem do realizacji zamówienia uzgodni z zamawiającym kolorystykę i parametry zaciemnienia.
- Żaluzje w 6 małych oknach ($\approx \frac{1}{2} \text{ m}^2$) o wymiarach szyb (wysokość \times szerokość w cm):
 - 53 \times 74 i 56,5 \times 77,5 w sali 81,
 - 58,5 \times 79,5; 53,5 \times 74,5; 77,5 \times 79 i 72,5 \times 74,5 w sali 91.
- Żaluzje w oknach biura LZWP (sala 83) o wymiarach szyb (wys. \times szer. w cm):
 - 234,5 \times 103,5; 211,5 \times 80; 234,5 \times 30; 250 \times 176,5; 33 \times 109; 193 \times 89,5 (drzwi).
- Kotary albo szczelne rolety w oknach sali pod galerią dolną (sala 88) gwarantujące odpowiednie zaciemnienie sali umożliwiające komfortowy odbiór obrazu wyświetlanego podczas projekcji (tzw. *blackout*):
 - powierzchnia zajmowana przez okna (wys. \times szer. w cm): 258 \times 309 i 258 \times 1293,
 - wymiary poszczególnych szyb (wys. \times szer. w cm): 247 \times 73; 247 \times 73,5; 247 \times 74; 247 \times 74,5; 247 \times 98,5; 247 \times 98; 247 \times 99,5; 247 \times 99,5; 247 \times 99; 247 \times 99; 247 \times 99,5; 247 \times 99,5; 247 \times 99; 247 \times 99; 247 \times 113,5 i 247 \times 113.
- Kotary albo szczelne rolety w oknach dolnej galerii obserwacyjnej (sala 98) gwarantujące odpowiednie zaciemnienie sali umożliwiające komfortowy odbiór obrazu wyświetlanego podczas projekcji (tzw. *blackout*):
 - powierzchnia zajmowana przez okna (wys. \times szer. w cm): 412 \times 309 i 313 \div 412 \times 1293 (trapez prostokątny z ukośną krawędzią górną $\approx 4^\circ$),
 - wymiary poszczególnych szyb (wys. \times szer. w cm):
 - dolny rząd szyb: 248 \times 72,5; 248 \times 72,5; 248 \times 73,5; 248 \times 73,5; 248 \times 98,5; 248 \times 98; 248 \times 99,5; 248 \times 99,5; 248 \times 99; 248 \times 99; 248 \times 99,5; 248 \times 99,5; 248 \times 99; 248 \times 99; 248 \times 113,5 i 248 \times 113,
 - górny rząd szyb (cztery pierwsze szyby prostokątne, pozostałe szyby w kształcie trapezów prostokątnych z ukośną krawędzią górną $\approx 4^\circ$ – jako wysokość podano wówczas dłuższą krawędź): 145 \times 72,5; 145 \times 72,5; 145 \times 73,5; 145 \times 73,5; 144,5 \times 98,5; 137 \times 98; 129 \times 99,5; 120,5 \times 99,5; 112,5 \times 99; 105 \times 99; 96,5 \times 99,5; 88,5 \times 99,5; 80 \times 99; 71,5 \times 99; 64 \times 113,5 i 54,5 \times 113.

i) Wyposażenie biurowe

- Komputer przenośny:
 - wydajność
 - laptop x86 o wydajności minimum 6,4 punkta w teście Cinebench R11.5 xCPU,
 - sprzętowe wsparcie technologii wirtualizacji wraz z wsparciem dla bezpośredniego użycia urządzeń peryferyjnych (dysku, kart graficznych, kontrolera sieciowego),
 - pamięć: minimum 16 GB,
 - dysk twardy:
 - SSD minimum 120 GB,



- HDD minimum 750 GB,
- napęd optyczny: nagrywarka DVD,
- ekran:
 - rozmiar 17,3",
 - rozdzielczość nominalna 1920 × 1080,
 - matowy lub antyodblaskowy,
- komunikacja - wbudowana sieciowa 10/100/1000 BaseT RJ 45:
 - wbudowana bezprzewodowa zgodna z IEEE 802.11g i 802.11n,
 - wbudowana obsługa technologii bluetooth 4.0,
 - wbudowana kamera,
 - wbudowany mikrofon,
 - podświetlana klawiatura QWERTY z wydzieloną sekcją numeryczną,
 - wielodotykowy gładzik,
- złącza wbudowane:
 - minimum 4 × USB, w tym minimum 2 × USB 3.0,
 - złącze HDMI,
 - złącze DP lub miniDP,
 - złącze VGA lub przejściówka ze złącza cyfrowego,
 - czytnik kart pamięci SD, SDXC,
 - wyjście słuchawkowe, wejście mikrofonowe jako oddzielne gniazda lub współdzielone,
- bezpieczeństwo: slot zgodny z Kensington lock,
- inne: obudowa w kolorze czarnym, szarym, grafitowym granatowym lub srebrnym, dodatkowy zasilacz.
- zintegrowane środowisko uruchomieniowe (deweloperskie) z wymaganymi licencjami (mogą być edukacyjne) nieograniczonymi czasowo do tworzenia gier dwu- i trójwymiarowych oraz innych interaktywnych aplikacji wizualizacyjnych pozwalające na uruchamianie ich pod kontrolą obu zainstalowanych systemów operacyjnych również na istniejących urządzeniach LZWP i obsługujące formaty:
 - pliki graficzne: psd, jpg, png, gif, bmp, tga, tiff, iff, dds,
 - pliki dźwiękowe: mp3, ogg, aiff, wav, mod, it, sm3,
 - pliki wideo: mov, avi, asf, mpg, mpeg, mp4,
 - pliki tekstowe: txt, htm, html, xml,
 - modele trójwymiarowe: fbx, dae, 3ds, dxf, obj, c4d.
- Torba do laptopa 17":
 - standardowa torba dla komputera przenośnego z ekranem 17,3" umożliwiająca bezpieczne przenoszenie i transport:
 - min. 1 komora na komputer przenośny wyposażona w paski zabezpieczające,
 - min. 1 dodatkowa komora na dodatkowe akcesoria,
 - zewnętrzna kieszka na dodatkowe akcesoria,
 - materiał: nylon lub skóropodobny/inne tworzywo.
- Urządzenie wielofunkcyjne:
 - technologia druku i cechy funkcjonalne:
 - laserowa w kolorze,
 - druk formatów A4,
 - dwustronne drukowanie, kopiowanie, skanowanie oraz faks w standardzie,
 - podajnik dokumentów na 75 arkuszy z funkcją obracania dokumentu z obsługą A6,
 - pojemność papieru (przy założeniu grubości arkuszy 0,11 mm):
 - taca uniwersalna ≥ 100 arkuszy,
 - podajnik kasetowy ≥ 250 arkuszy,
 - rozdzielczość druku ≥ 600 × 600 dpi,
 - szybkość druku ≥ 30 stron A4 /minutę w kolorze i mono,
 - czas nagrzewania ≤ 26 s,
 - czas pierwszego wydruku ≤ 9 s w kolorze,
 - czas pierwszej kopii ≤ 12 s w kolorze,



- pamięć: 1024MB, rozszerzalna do 2048 MB,
- złącza: GigaBit Ethernet 10Base-T/100BaseTX/1000BaseT, USB 2.0 (Hi-Speed), 2 × USB Host 2.0, gniazdo na dodatkowy wewnętrzny interfejs lub dysk twardy SSD, gniazdo dodatkowej karty SD/SDHC
- drukowanie:
 - emulacja PCL6 (PCL5c/PCL-XL), KPDL3 (zgodna z PostScript 3), bezpośrednie drukowanie PDF 1.7 i XPS
- kopiowanie:
 - zakres zoom: przynajmniej 25÷400 % z dokładnością do 1 %,
- skanowanie:
 - format kompresji: MMR/JPEG,
 - typy plików: TIFF, PDF, PDF/A, skompresowany PDF, szyfrowany PDF, JPEG, XPS,
 - rozdzielczość ≥ 600 dpi,
 - szybkość ≥ 30 obrazów/min (dla obrazu cz.-b. A4 600 dpi lub kolorowego A4 300 dpi),
- faks:
 - formaty kompresji: JBIG, MMR, MR, MH,
 - szybkość modemu ≥ 33 kbps,
 - czas transmisji ≤ 3 s,
 - rozdzielczość ≥ 200 × 200 dpi,
- zgodność programowa: Windows 7/8, Linux, UNIX, MAC OS X 10.5 lub wyższa,
- okablowanie niezbędne do podłączenia.
- dwa komplety tonerów na zapas
- Pamięć pendrive:
 - pamięć minimum 120 GB,
 - USB 3.0,
 - maksymalna prędkość odczytu minimum 80 MB/s.

j) Meble

W ramach zamówienia wykonawca dostarczy i zamontuje meble do pomieszczeń LZWP.

Przed przystąpieniem do realizacji zamówienia wykonawca dokona szczegółowych obmiarów oraz uzgodni z zamawiającym kolorystykę mebli, przy czym kolorystyka i stylistyka mebli ma być dopasowana do mebli znajdujących się już w LZWP.

Ogólny opis mebli

1. Biurka: blat biurka wykonany z płyty wiórowej laminowanej o grubości 22-25 mm, kolor brzoza lub jasnoszary (z wyjątkiem biurka w jaskini głównej LZWP które ma być w kolorze czarnym) obrzeża wykonane z PCV, rama nośna malowana proszkowo, dwuczęściowa, noga okrągła z podstawą w kształcie litery T, jasnoszara lakierowana proszkowo, wysokość regulowana ręcznie np. na korbkę, zakres od 615 do 835 mm, ukryta śruba regulacyjna do poziomowania zakres 0 do 10 mm, system do okablowania ukrytego (skrzynka na kable montowana w blacie).
Kontener mobilny pod biurko: z 3 szufladami, zamykany na zamek z kluczykiem łamanym, na kółkach, przednie kółka z hamulcem, uchwyty miękkie z tworzywa w kolorze ciemnoszarym.
2. Stoły konferencyjne: składany, blat 140 × 70 z płyty wiórowej laminowanej grubości 22-25 mm, kolor brzoza lub jasnoszary, brzegi oklejone PCV, stalowe nogi okrągłe na czterech kółkach z blokadą dwóch kółek, sposób składania stołów umożliwiający ich wygodne i praktyczne składowanie (np. z uchylnym blatem lub z możliwością układania jednego stołu w drugim).
3. Szafy i szafki: wykonane z płyty wiórowej laminowanej, plecy z materiału drewnopodobnego,



korpus, boki, szuflady, drzwi – grubość około 16 mm, półki, panele górne – grubość około 20 mm, cokół z wysuwanymi regulowanymi stopkami zapewniającymi stabilność, zamykanie na zamki z kluczykiem łamanym, uchwyty miękkie z tworzywa w kolorze ciemnoszarym.

Żaluzje w szafkach wyposażone w specjalny hamulec, który chroni palce przed przycięciem. Wszystkie żaluzje wykonane z drewna, z zamkiem na kluczyk łamany. Mniejsze szafki z żaluzjami mają posiadać uchwyty umożliwiające ich zawieszenie na ścianie.

Półki w szafach i szafkach z laminatu lub metalowe, ilość półek dopasowana do wielkości szafki, wysokości półek pozwalające schować segregatory na dokumenty format A4, kolor dopasowany do szafek istniejących, znajdujących się w budynku LZWP.

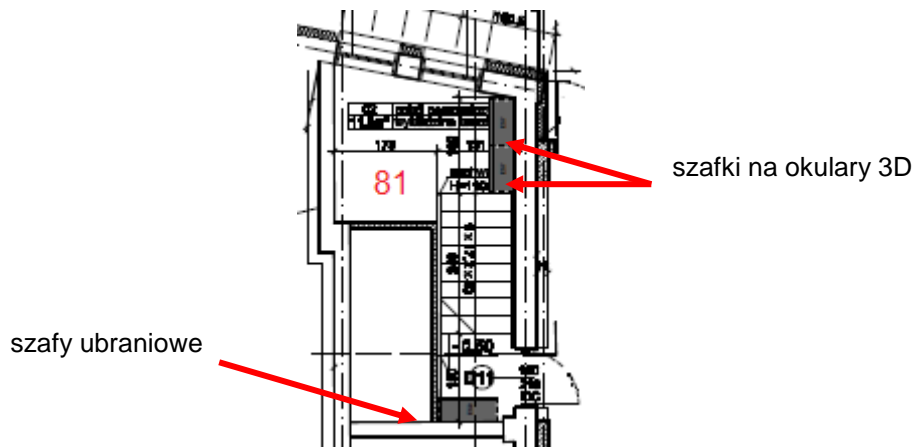
Szafy o wysokości powyżej 1,8 m powinny być kotwione do ściany.

4. Meble do zabudowy stałej: z płyty laminowanej wg wymiaru w podobnej strukturze co reszta mebli, pod blatem szuflady wewnętrzne z cichym domykaniem i pełnym wysuwem, zwalniacze w szafkach dolnych i górnych, przynajmniej jedna półka w każdej szafce, fronty w kolorze pozostałych mebli, uchwyty miękkie z tworzywa w kolorze ciemnoszarym, zlewozmywaki i baterie wkomponowane w zabudowę.
5. Regał metalowy: malowany proszkowo, obciążenie półki ≥ 175 kg (≥ 200 kg przy mocowaniu regału do ściany lub skręceniu regałów plecami ze sobą) szkielet regału wykonany z blachy stalowej grubości 1,5 mm, składany na wcisk, z sześcioma półkami wykonanymi z blachy stalowej grubości 0,8 mm, przestawnymi przynajmniej co 3 cm.
6. Fotele obrotowe tapicerowane: szary lub czarny, na pięcioramiennej podstawie z podnożkiem antypoślizgowym, kółka przystosowane do twardej powierzchni, mechanizm *freefloat*, siedzisko i oparcie poruszające się niezależnie od siebie, regulacja oporu poszczególnych funkcji do wagi siedzącego, siedzisko i oparcie można zablokować w dowolnej pozycji, wysuwane siedzisko, podnośnik gazowy, oparcie z możliwością regulacji wysokości i kąta nachylenia, zagłówki z regulacją wysokości, głębokości i kąta nachylenia, podłokietniki z czarnego elastycznego poliuretanu z regulacją wysokości, głębokości i kąta.
7. Krzeseła całkowicie tapicerowane: kolor zgodny z kolorem foteli, obicie – poliester z systemem sprężyn poliesterowych, malowana proszkowo rama nośna rurkowa, podłokietniki z nakładką poliuretanową, 4 nogi zapewniające stabilną pozycję krzesła, krzesła w dwóch wersjach: na kółkach na twardej powierzchni lub na płozach (jedynie krzesła do hali głównej).

Opis mebli wg pomieszczeń

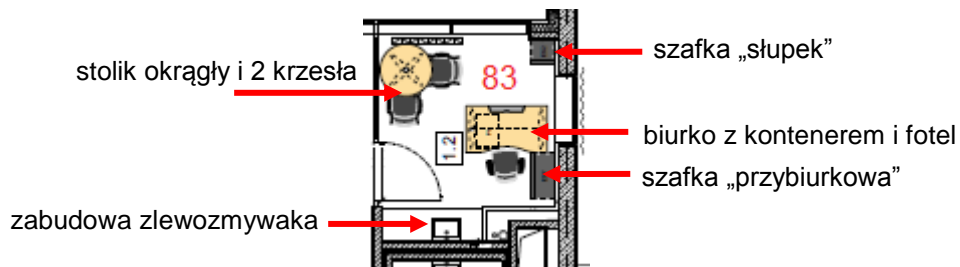
Wymiary mebli podane w centymetrach z dokładnością do 0,5 cm, dla szaf, szafek i regału w kolejności: wysokość × szerokość × głębokość, dla biurek i stołów: szerokość × głębokość.

- tabliczki z numerami drzwi (Wykonawca uzgodni ich wygląd z zamawiającym):
 - numery drzwi: 70-75, 90-99,
- łącznik do LZWP (pomieszczenie pomiędzy drzwiami 70 a drzwiami 71 i 72):
 - 4 × wisząca, zamykana kluczem gabłota oszklona, otwierana do przodu, o rozmiarach: szerokość 1,2÷1,6 m, wysokość 0,75÷1,0 m, szerokość ramy ≤ 4 cm, głębokość ≥ 2 cm, kolor ramy: czarny, grafitowy lub aluminiowy, kolor wnętrza gabłoty: biały lub kolor ramy.
 - wisząca, zamykana kluczem witryna ścienna oszklona, otwierana do przodu, z 2 półkami szklanymi, o rozmiarach: szerokość 0,8÷1,0 m, wysokość 0,75÷1,0 m, głębokość $\geq 0,2$ m, kolor ramy: jak kolor ramy powyższych gabłot, kolor wnętrza gabłoty: biały lub kolor ramy.
- parter, pokój pomocniczy (81, rys. 5) – szafa ubraniowa, 2 szafki:
 - 2 × szafa ubraniowa 164 × 60 × 33 (wysokość × szerokość × głębokość [cm]) dla obsługi LZWP z wysuwanym wieszakiem, lustrem i górną półką, we wnęce za drzwiami 81,
 - 2 × szafka 98 × 80 × 40 z szufladą i żaluzją (zamiast drzwi) oraz jedną półką do składowania okularów 3D dla sąsiedniego Audytorium nr 2, pod oknami.

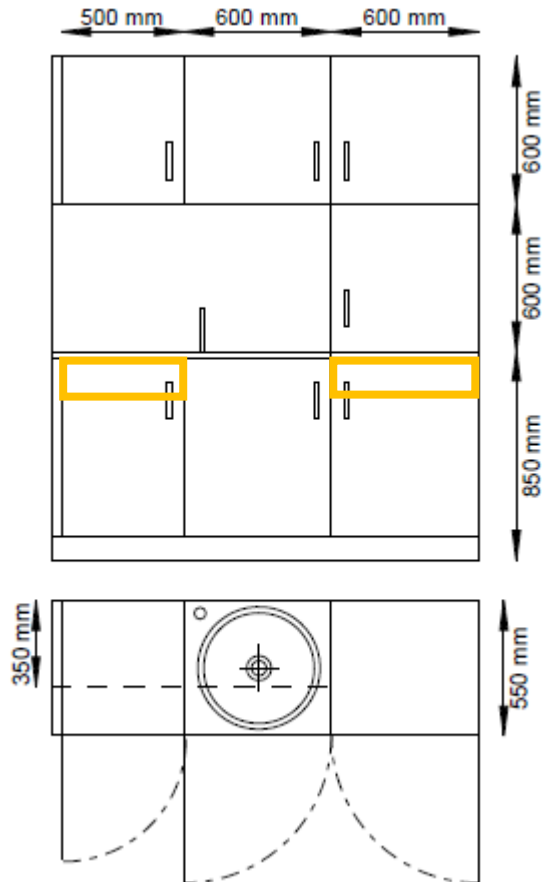


Rys. 5. Pokój pomocniczy 81 (powiększony fragment rys. 3)

- parter, magazyn zawierający urządzenia klimatyzacyjne (82):
 - nie dotyczy.
- parter, biuro (83, rys. 6) – biurko, fotel, 2 szafki, stolik, 2 krzesła + zabudowa zlewozmywaka 3,49 m²:
 - biurko 140 × 80 z wycięciem i z kontenerem 53,7 × 40 × 60 zawierającym 3 szuflady,
 - fotel obrotowy,
 - szafka „słupek” 203,4 × 40 × 40, między oknem zewnętrznym a oknem do hali głównej,
 - szafka „przybiurkowa” 136,4 × 80 × 40 z żaluzją,
 - stolik okrągły \varnothing 90, wys. 74 cm, noga pilarowa,
 - 2 × krzesło z podłokietnikami i kółkami,
 - zabudowa zlewozmywaka 3,49 m² z dwiema szufladami wewnętrznymi wg rys. 7.

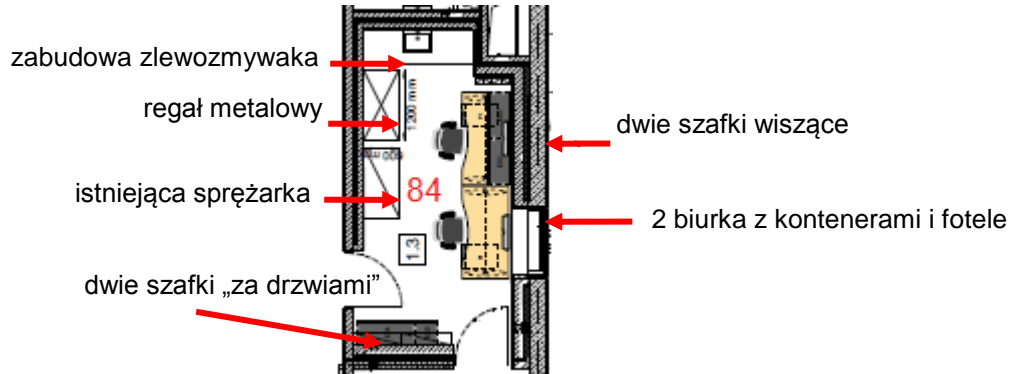


Rys. 6. Biuro laboratorium 83 (powiększony fragment rys. 3)

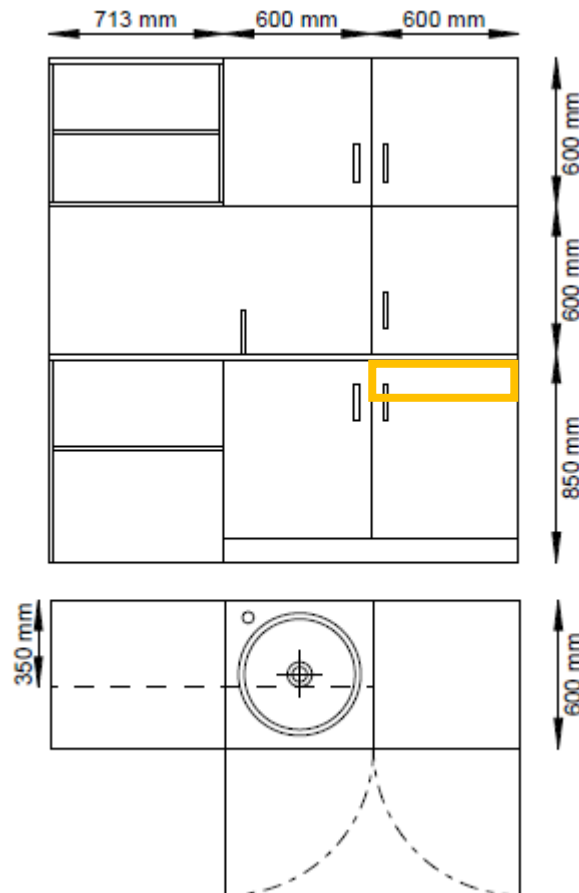


Rys. 7. Zabudowa zlewozmywaka w biurze laboratorium 83 (szuflady na pomarańczowo)

- parter, maszynownia (84, rys. 8) – 2 biurka, 2 fotele, 4 szafki, regał
+ zabudowa zlewozmywaka 3,92 m²:
 - 2 × biurko 160 × 80 z wycięciem i z kontenerem 53,7 × 40 × 60 zawierającym 3 szuflady,
 - 2 × fotel obrotowy,
 - szafka 85,2 × 100 × 40 z żaluzją i jedną półką, za drzwiami,
 - szafka 85,2 × 40 × 40 z drzwiczkami i jedną półką, za drzwiami,
 - 2 × szafka wisząca 41,4 × 80 × 40 z żaluzją, nad biurkami,
 - regał metalowy 198 × 100 × 50, z przynajmniej 6 półkami przestawnymi przynajmniej co 3 cm, malowany proszkowo, obciążenie ≥ 175 kg na półkę, między sprężarką a zabudową,
 - zabudowa zlewozmywaka 3,92 m² z jedną szufladą wewnętrzną wg rys. 9.

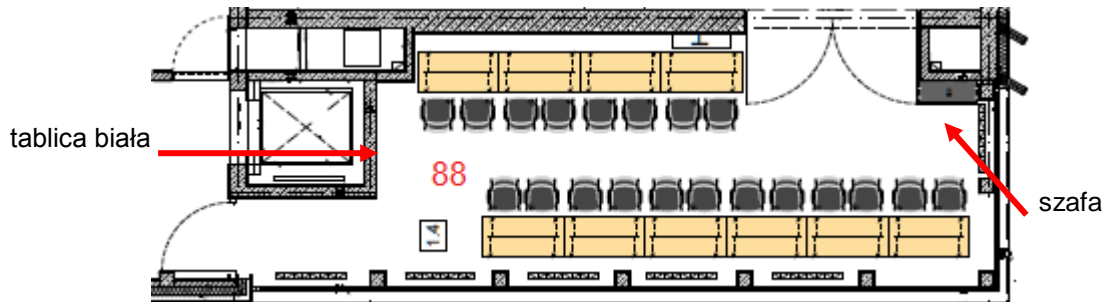


Rys. 8. Maszynownia 84 (powiększony fragment rys. 3)



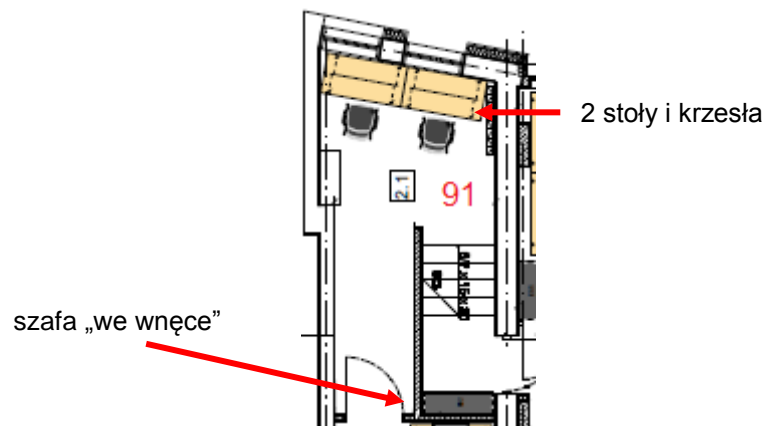
Rys. 9. Zabudowa zlewozmywaka w maszynowni 84 (szuflada na pomarańczowo)

- parter, śluza dostępową (85):
 - nie dotyczy.
- parter, pom. wielofunkc. (88, rys. 10) – 10 stołów, 20 krzeseł, 3 szafki:
 - 10 × stół konferencyjny składany 140 × 70 (dla stanowisk deweloperskich z punktu a i b),
 - 20 × krzesło z podłokietnikami i kółkami,
 - szafa z co najmniej 5 półkami 203,4 × 100 × 40, drzwiczki zamykane na kluczyk łamany,
 - tablica suchościernalna magnetyczna ceramiczna biała 120 × 90 z półką na flamastry.



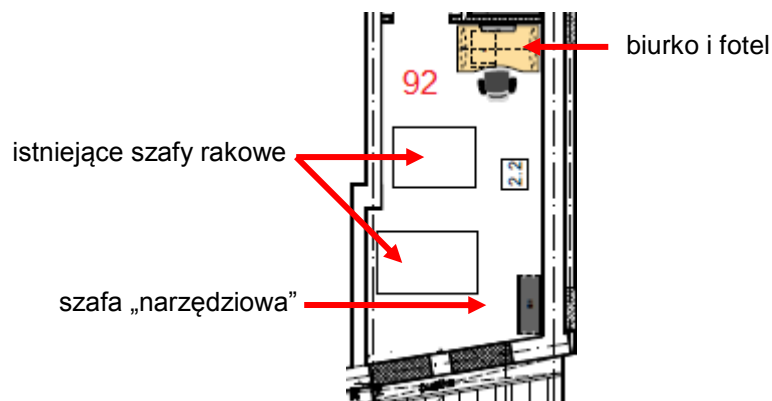
Rys. 10. Pomieszczenie wielofunkcyjne 88 (powiększony fragment rys. 3)

- piętro, pom. techniczne (91, rys. 11) – 2 stoły, 2 krzesła, szafa:
 - 2 × stół konferencyjny składany 140 × 70,
 - 2 × krzesło z podłokietnikami i kółkami,
 - szafa 124,6 × 120 × 40 z żaluzją zamykaną na klucz i 2 półkami, we wnęcie za drzwiami 91.



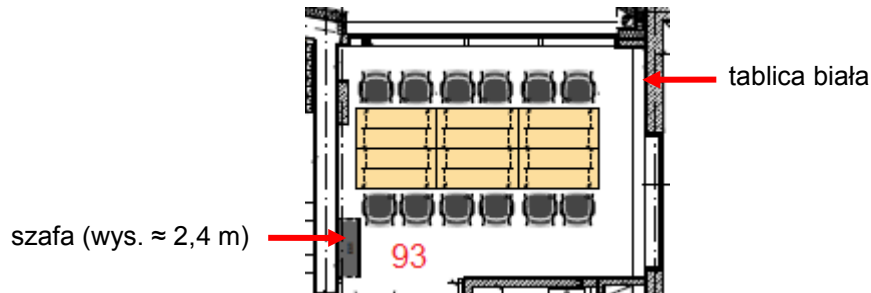
Rys. 11. Pomieszczenie techniczne 91 (powiększony fragment rys. 4)

- piętro, serwerownia (92, rys. 12) – biurko, fotel, szafa:
 - biurko 140 × 80 z wycięciem i z kontenerem 53,7 × 40 × 60 zawierającym 3 szuflady,
 - fotel obrotowy,
 - szafa na narzędzia 242,8 × 100 × 40 z żaluzją i co najmniej 7 półkami.



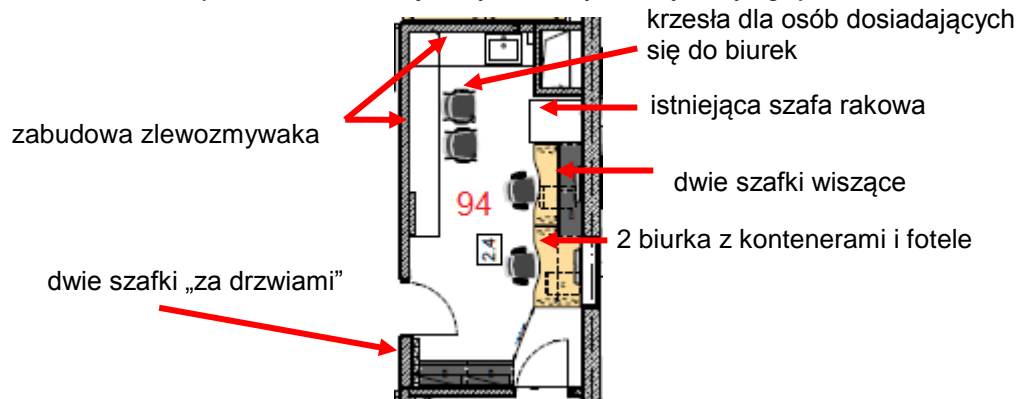
Rys. 12. Serwerownia 92 (powiększony fragment rys. 4)

- piętro, sala seminaryjna (93, rys. 13) – 6 stołów, 12 krzeseł, szafka:
 - 6 × stół konferencyjny składany 140 × 70,
 - 12 × krzesło z podłokietnikami i kółkami,
 - szafa 242,8 × 100 × 40 z żaluzją i co najmniej 7 półkami.,
 - tablica suchościeralna magnetyczna ceramiczna biała 120 × 90 z półką na flamastry.



Rys. 13. Sala seminaryjna 93 (powiększony fragment rys. 4)

- piętro, sterownia (94, rys. 14) – 2 biurka, 2 fotele, 4 szafki, 2 krzesła + zabudowa zlewozmywaka 10,25 m²:
 - 2 × biurko 140 × 80 z wycięciem i z kontenerem 53,7 × 40 × 60 zawierającym 3 szuflady,
 - 2 × fotel obrotowy,
 - 2 × krzesło z podłokietnikami i kółkami,
 - 2 × szafka 98 × 80 × 40 z szufladą, żaluzją i jedną półką,
 - 2 × szafka wisząca 41,4 × 80 × 40 z żaluzją, nad biurkami,
 - zabudowa zlewozmywaka 10,25 m² z jedną szufladą wewnętrzną wg rys. 15.

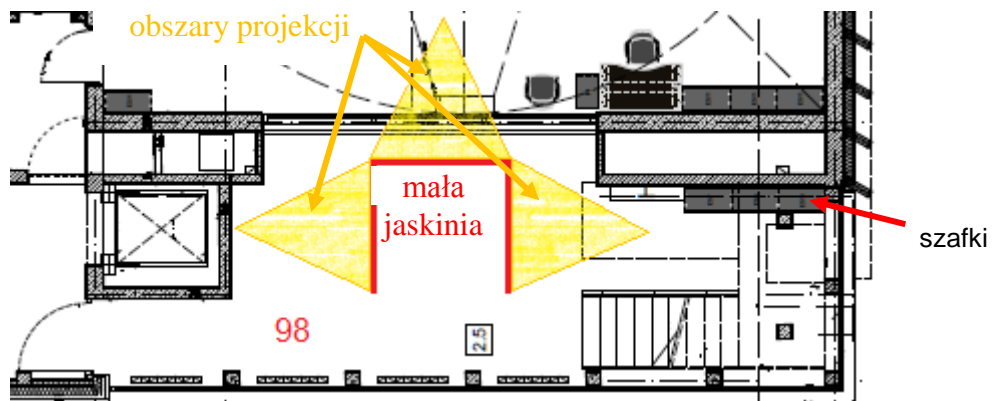


Rys. 14. Sterownia 94 (powiększony fragment rys. 4)



Rys. 15. Zabudowa zlewozmywaka w sterowni 94 (szuflada na pomarańczowo)

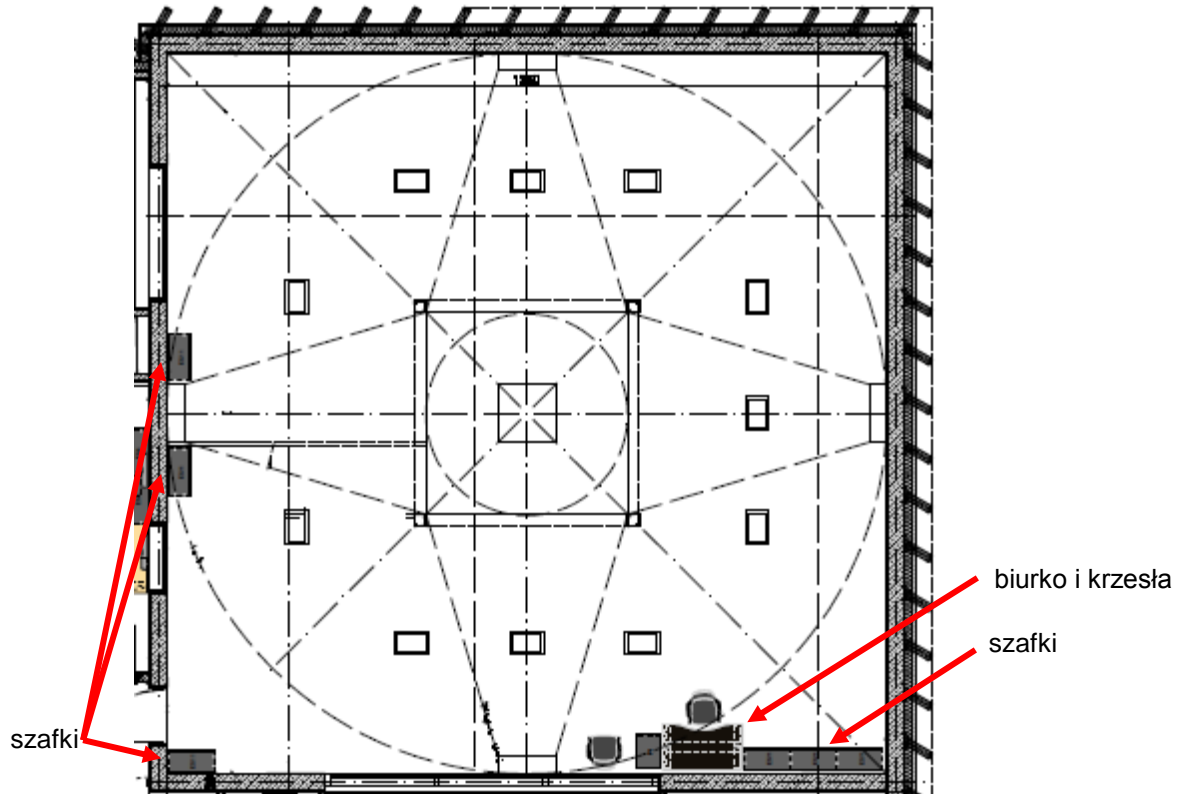
- piętro, śluza dostępowa (95):
 - dwa wieszaki na odzież stojące (po przynajmniej 12 miejsc do wieszania) malowane proszkowo o rozmiarach 175 × 150 × 61 (wys. × szer. × głęb. [cm]), dla gości LZWP.
- piętro, dolna galeria obserwacyjna (98, rys. 16) – 3 szafki
 - 3 × szafka z żaluzją i 2 półkami 136,4 × 80 × 40, pomieszczenie przewidziane na stanowisko testowo-pokazowe „Powerwall 3D”.



Rys. 16. Dolna galeria obserwacyjna 93 (powiększony fragment rys. 4)



- piętro, hala główna (rys. 17) – biurko, 2 krzesła, 6 szafek:
 - biurko w kolorze czarnym, 140 × 80 z wycięciem i z kontenerem 53,7 × 40 × 60 zawierającym 3 szuflady,
 - 2 × krzesło na płozach z podłokietnikami,
 - 6 × szafka 98 × 80 × 40 z szufladą, żaluzją i jedną półką, szafki do przechowywania okularów, targetów, różdżek, laczków, mikrofonu itp.



Rys. 17. Hala główna LZWP (powiększony fragment rys. 4)