

Zestawienie sprzętowe

1. Dwie autonomiczne szafy serwerowe w układzie szczelnym

1.1. Autonomiczna szafa serwerowa

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
	Liczba i rozmieszczenie	2 sztuki połączone w jeden układ szczelny
1	Konstrukcja	Obudowa typu rack musi być przystosowana do pracy w układzie zamkniętym w klasie szczelności co najmniej IP54. Obudowa musi posiadać następujące parametry: - Wysokość maksymalna do 47U z zachowaniem wymiarów zewnętrznych nie większych niż: 2200/1000/1200mm, wys./szer./gł. Wymaga się dostarczenia dedykowanego cokołu o wysokości 100mm. Szafa musi umożliwiać montaż urządzeń o sumarycznej wysokości co najmniej 42U. - Projekt i produkcja oferowanych szaf muszą odbywać się zgodnie z standardem ISO 9001 oraz ISO 14001 (lub równoważnych, Zamawiający zaakceptuje również inne dowody potwierdzające stosowanie równoważnych środków zapewnienia jakości i zarządzania środowiskowego), dla zapewnienia wysokiej jakości wyrobu gotowego. - Dla zachowania pełnej standaryzacji oraz kompatybilności z innymi systemami szafy serwerowe muszą spełniać założenia następujących norm: IEC 62208:2011 zharmonizowaną z dyrektywą 2014/35/EU, EIA-310-E, EN 60297-3-100:2009-02, IEC 60297-100-3, EN 15085-2, EN 3834-2:2005 (lub równoważnych, jeżeli takie istnieją). - Szafa musi być skręcana, o nośności minimum 1500 kg, potwierdzone badaniami wykonanymi przez zewnętrzną jednostkę badawczą, zakończonymi uzyskaniem certyfikatu. Nie dopuszcza się składania oświadczeń producenta dotyczących nośności konstrukcji szafy rack bez certyfikatu. - Dla zachowania możliwości organizacji okablowania strukturalnego poza strefą 19", wymagane jest zastosowanie dodatkowego otworowania ramy w siatce DIN 25 w ramie szafy. Otworowanie pozwoli na mocowanie dodatkowych organizatorów okablowania (drabinki pionowe oraz poziome). Niezbędne jest zastosowanie, co najmniej 2 organizatorów/grzebieni kablowych pionowych oraz poziomych z zastosowaniem elementów z tworzywa sztucznego, aby nie dopuścić do uszkodzenia okablowania LAN oraz rozprowadzić je wewnątrz szafy zgodnie z najlepszymi praktykami. - Wymagane jest zapewnienie odpowiedniego przepływu powietrza w obszarze szafy. Wymagane jest zastosowanie konstrukcji szafy w układzie szczelnym z ochroną sprzętu wewnątrz na poziomie co najmniej IP54. - Dla zapewnienia łatwości instalacji, serwisowania oraz adaptacji w trakcie trwania projektu wymagany jest, aby profile 19" posiadały trwałe oznaczenia jednostek U. Dodatkowo maskownice i organizatory również muszą posiadać możliwość instalacji bez użycia narzędzi. - Bezpieczeństwo fizyczne zamontowanego sprzętu wewnątrz szafy musi być zapewnione poprzez zastosowanie, co najmniej 5 punktowego systemu zamykania drzwi jednoskrzydłowych oraz 3 punktowego systemu w przypadku drzwi dzielonych. W standardzie należy dostarczyć drzwi szafy posiadające rozwiązanie z otworowaniem dedykowanym do klamki oraz prowadzeniem kabli tak, aby w dowolnym momencie można było zaadaptować szafę do wyposażania w system kontroli dostępu. Adaptacja powinna przebiegać bez prac wprowadzających możliwość uszkodzenia sprzętu (wiercenie, cięcie). Dla konstrukcji szafy konieczne jest posiadanie dokumentacji z badań potwierdzających ciągłość obwodu ochronnego.
2	Akcesoria	W szafie należy zastosować system zapewniający możliwość monitorowania warunków środowiskowych o minimalnych parametrach: - Pomiary: temperatura, wilgotność - Wykrywanie: dym, zalanie, otwarcie drzwi - Możliwość odczytu parametrów zdalnie za pośrednictwem protokołu SNMP i poprzez przeglądarkę WWW. - Powiadomienie co najmniej e-mail.
3	Uziemienie i zgodność	Szyna uziemiająca oraz zestaw połączeń ekwipotencjalnych drzwi, paneli i ram. Oznaczenie CE.
4	Gwarancja i serwis	Gwarancja minimum 36 miesięcy na szafę wraz z wyposażeniem (drzwi, zamki, zawiasy, rama, cokoł, organizatory okablowania oraz system monitorowania warunków środowiskowych), liczona od daty podpisania protokołu odbioru, zarejestrowana na Zamawiającego. Naprawa lub wymiana uszkodzonych elementów na nowe albo równoważne, realizowana w miejscu instalacji. Nieodpłatny dostęp do wsparcia technicznego producenta oraz do aktualizacji oprogramowania układowego modułu monitorowania warunków środowiskowych przez cały okres gwarancji. Producent zapewnia dostępność części zamiennych przez okres nie krótszy niż okres gwarancji.

1.2. Listwy zasilające (PDU)

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Liczba i rozmieszczenie	Każda szafa rack musi być wyposażona w co najmniej dwie listwy zasilające, aby mieć możliwość doprowadzenia zasilania do sprzętu aktywnego z dwóch niezależnych torów. Listwy podłączone do gwarantowanego toru zasilania nie powinny posiadać filtrów przeciwzakłóceńowych. Wymagane jest zastosowanie co najmniej 18 gniazd hybrydowych C13/C19 lub co najmniej 3 gniazd typu IEC320 C19 (16A) i 15 gniazd typu IEC320 C13 (10A).
2	Parametry listew	Minimalne wymagania każdej z listew: • inteligentna listwa zasilająca z pomiarem energii na wejściu i wyjściu oraz zarządzaniem gniazdami jednofazowa 230 V 50-60 Hz • maksymalne obciążenie 32 A • moc znamionowa 7360 W • przewód zasilający • obsługiwane protokoły: DHCP, IPv4, DNS, http/https, SSHv.2, SNMP v1/v2c/v3, SNMP TRAPS/SETs/GETs, SMTP, Modbus, Telnet, TCP, RADIUS, Syslog, TLS 1.2, SNTP/NTP, ARP, ICMP, UDP, • przycisk Reset do restartu elektroniki • podgląd poprzez interfejs użytkownika www mierzonych wartości: napięcia [V], natężenia prądu [A], mocy czynnej [W], mocy pozornej [VA], częstotliwości [Hz], zużycia energii [kWh] • podgląd wartości rejestrowanych dla każdego gniazda indywidualnie. • funkcja zarządzania umożliwiająca włączanie i wyłączanie natychmiastowe, z opóźnieniem lub według ustalonego harmonogramu pojedynczego gniazda lub grupy gniazd
3	Gwarancja i serwis	Gwarancja minimum 36 miesięcy na każdą listwę, liczona od daty podpisania protokołu odbioru, zarejestrowana na Zamawiającego. Naprawa lub wymiana uszkodzonej listwy na nową albo równoważną. Z uwagi na to, że listwy stanowią urządzenia sieciowe z własnym interfejsem zarządzania, Wykonawca zapewnia nieodpłatny dostęp do aktualizacji oprogramowania układowego — w tym aktualizacji usuwających podatności bezpieczeństwa — przez cały okres gwarancji. Oznaczenie CE.

1.3. System gaszenia gazem

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Liczba i rozmieszczenie	W każdej szafie rack należy zastosować panel gaśniczy dla zabezpieczenia sprzętu aktywnego przed pożarem
2	Parametry	Minimalne wymagania systemu: • urządzenie musi być montowane w systemie RAC 19" o wysokości nie większej niż 1U • zastosowany środek gaśniczy ekologiczny o parametrach nie gorszych niż: - o potencjał niszczenia warstwy ozonowej równy zero (ODP = 0), - o potencjał tworzenia efektu cieplarnianego równy jeden (GWP = 1), - o czas życia w atmosferze – maksymalnie 5 dni, - o margines bezpieczeństwa dla ludzi - stężenie projektowe gazu w przedziale 4-6% • możliwość pracy w trybie Master/Slave dla zachowania możliwości rozbudowy systemu w przyszłości, • możliwość integracji/wystawienia sygnału dla budynkowego systemu p.poż
3	Gwarancja i serwis	Gwarancja minimum 36 miesięcy na urządzenie gaśnicze wraz z butlą, czujnikami i układem sterowania, liczona od daty podpisania protokołu odbioru, zarejestrowana na Zamawiającego. W cenie oferty Wykonawca zapewnia wykonanie wszystkich przeglądów okresowych wymaganych dokumentacją techniczno-ruchową producenta w całym okresie gwarancji, przez podmiot posiadający uprawnienia wymagane dla tego rodzaju urządzeń, wraz z przekazaniem Zamawiającemu protokołów z przeglądów. Wykonanie przeglądów nie może być uzależnione od dodatkowej odpłatności ani warunkować utrzymania gwarancji. Zadziałanie systemu w sytuacji pożarowej nie stanowi podstawy do odmowy uznania gwarancji; koszt ponownego napełnienia butli. Producent zapewnia dostępność środka gaśniczego i części zamiennych przez okres nie krótszy niż okres gwarancji.

1.4. Autonomiczna klimatyzacja

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Liczba i rozmieszczenie	W każdej szafie po jednej jednostce klimatyzacji w pełni zintegrowanej z szafą. Instalacja systemu klimatyzacji nie może wymagać instalowania żadnych dodatkowych urządzeń zewnętrznych oddalonych od szafy, może jedynie wymagać odprowadzenia skroplin.
2	Parametry	Wymagania: • moc chłodnicza min. 7kW (35°C/35°C) • instalacja przystosowana do pracy w układzie szczelnym • zasilanie 230V, 50/60 Hz • wymiary nie większe niż 1650/610/500 • waga nie większa niż 100 kg

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
		• czynnik chłodniczy R513a lub inny czynnik chłodniczy o parametrach technicznych, użytkowych i środowiskowych nie gorszych niż R513A, zapewniającego prawidłową i bezpieczną pracę urządzenia. • komunikacja po SNMP • przepływ powietrza nie mniejszy niż 2000 m³/h • pobór mocy nie większy niż 2,5kW (35°/35°C) • Zakres temperatur pracy -40 do +55 °C • poziom hałasu mierzony w odległości 1,5m nie większy niż 65dB(A).
3	Gwarancja i serwis	Gwarancja minimum 36 miesięcy na jednostkę klimatyzacji, liczona od daty podpisania protokołu odbioru, zarejestrowana na Zamawiającego, obejmująca układ chłodniczy, sprężarkę, elektronikę sterującą oraz moduł komunikacyjny. Naprawa lub wymiana w miejscu instalacji. W cenie oferty Wykonawca zapewnia wykonanie w całym okresie gwarancji wszystkich przeglądów okresowych wymaganych dokumentacją producenta oraz obowiązującymi przepisami, wraz z przekazaniem Zamawiającemu protokołów. Jeżeli oferowane urządzenie podlega obowiązkowi wynikającym z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/573 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych, czynności serwisowe i kontrole szczelności wykonują osoby posiadające wymagane certyfikaty, a Wykonawca zakłada kartę urządzenia i dokonuje wymaganych wpisów w Centralnym Rejestrze Operatorów, przekazując Zamawiającemu potwierdzenie.

1.5. Zasilacz awaryjny (UPS)Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Topologia i moc	UPS online z podwójną konwersją (VFI), montaż w szafie 19". Współczynnik mocy wyjściowej 1,0 (moc czynna = moc pozorna). Moc dobrana do bilansu obciążenia wszystkich dostarczanych urządzeń z zapasem, nie mniejsza niż 3 kVA / 3 kW. Sinusoidalny przebieg wyjściowy, sprawność w trybie online minimum 92%.
2	Podtrzymanie i rozbudowa	Czas podtrzymania wystarczający na kontrolowane zamknięcie węzłów klastra i pozostałych urządzeń przy docelowym obciążeniu. Możliwość rozbudowy o dodatkowe moduły bateryjne bez wymiany UPS. Wymienne baterie, ładowarka o odpowiedniej wydajności.
3	Komunikacja i funkcje	Karta sieciowa SNMP oraz oprogramowanie umożliwiające skoordynowane, kontrolowane zamknięcie serwerów klastra i macierzy przy zaniku zasilania. Funkcje: bypass automatyczny i ręczny, zimny start, wyłącznik awaryjny EPO. Interfejsy komunikacyjne: minimum RS232/USB oraz slot lub karta sieciowa.
4	Zasilanie i redundancja	Zasilanie wejściowe 200–240 V AC; wymagane zasilanie z dedykowanego obwodu o obciążalności dostosowanej do mocy UPS (dla UPS 3 kVA — obwód minimum 16 A). Rozprowadzenie zasilania odbiorów przez listwy PDU; Zamawiający dopuszcza zasilanie odbiorów wyłącznie przez PDU, nie bezpośrednio z gniazd UPS. Układ torów: tor A z UPS, tor B bezpośrednio z sieci z odrębnego, dedykowanego obwodu. Urządzenia wyposażone w redundantne zasilacze podłączane są jednym zasilaczem do toru A, drugim do toru B.
5	Zgodność	Oznaczenie CE. Gwarancja minimum 36 miesiące. Wymiana uszkodzonego sprzętu w okresie gwarancji; dostęp do wsparcia technicznego producenta i aktualizacji oprogramowania układowego bez dodatkowych opłat; możliwość weryfikacji statusu gwarancji po numerze seryjnym.

1.6. Zasilanie szaf oraz jednostek klimatyzacji

Należy dostosować instalację zasilania na potrzeby szaf autonomicznych oraz jednostek klimatyzacji. Należy przygotować dedykowane obwody zasilania z dobranymi zabezpieczeniami oraz odpowiednie okablowanie dostosowane do obciążenia. Każda szafa powinna być zasilona z dwóch niezależnych torów. Każda jednostka klimatyzacji zasilana z osobnego toru.

2. Serwery (2 szt.)

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
A. KONSTRUKCJA		

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Ilość sztuk	2 sztuki. Oba serwery muszą być tego samego producenta, modelu i w identycznej konfiguracji (jednorodność węzłów klastra).
2	Obudowa	Do instalacji w szafie Rack 19", wysokość nie więcej niż 1U, z zestawem szyn do mocowania w szafie i wysuwania do celów serwisowych, z dedykowanym ramieniem do zarządzania kablami. Obudowa umożliwiająca instalację 8 dysków 2,5" SAS/SATA.
B. PROCESOR I PAMIĘĆ		
3	Procesor	Architektura x86-64. Minimalna liczba rdzeni fizycznych: 16. Minimalna liczba kanałów pamięci obsługiwanych przez procesor: 8. Maksymalny TDP procesora: 250 W. Zamawiający nie stawia wymagań co do częstotliwości taktowania — o klasie wydajnościowej rozstrzyga wyłącznie wynik benchmarku określony poniżej. Wynik wydajności nie niższy niż 387 punktów base w teście SPECrate 2017 Integer, opublikowany przez SPEC.org (www.spec.org) dla oferowanego modelu serwera w konfiguracji dwuprocesorowej z procesorem oferowanego typu. Serwer dostarczany jest z jednym procesorem — wynik służy wyłącznie potwierdzeniu klasy wydajnościowej platformy i oferowanego procesora. Dopuszcza się wynik opublikowany dla modelu technicznie równoważnego tego samego producenta, jeżeli dla oferowanego modelu publikacja SPEC nie jest jeszcze dostępna.
4	Liczba zainstalowanych procesorów	1
5	Płyta główna	Płyta główna dedykowana do pracy w serwerach, wyprodukowana przez producenta serwera, umożliwiająca instalację co najmniej dwóch procesorów x86-64 tego samego producenta i generacji, wykonujących 64-bitowe instrukcje.
6	Pamięć operacyjna	Zainstalowane minimum 128 GB pamięci RAM DDR5 ECC RDIMM. Prędkość pracy modułów – maksymalna wspierana przez zaoferowany procesor przy zadanym obsadzeniu. Moduły rozmieszczone symetrycznie, z obsadzeniem co najmniej jednego modułu w każdym kanale pamięci procesora. Minimum 16 slotów na pamięć. Możliwość rozbudowy do minimum 2 TB RAM; dopuszcza się wymianę zainstalowanych modułów.
7	Zabezpieczenie pamięci	ECC oraz co najmniej dwa mechanizmy zaawansowanej ochrony pamięci spośród: memory mirroring, memory sparing, SDDC (Single Device Data Correction), ADDDC (Adaptive Double Device Data Correction) lub mechanizmów równoważnych funkcjonalnie, oferowanych przez producenta procesora.
C. PODSYSTEM DYSKOWY LOKALNY		
8	Rozbudowa dysków	W chwili dostawy serwer musi posiadać zainstalowane minimum 2 dyski SSD SATA lub SAS o pojemności minimum 480 GB każdy i wytrzymałości minimum 3 DWPD, podłączone do sprzętowego kontrolera dyskowego i skonfigurowane w RAID 1. Nośniki systemowe muszą być fizycznie i logicznie odseparowane od zasobów macierzy dyskowej. Wymiana dysków nie może wymagać wyłączenia serwera. Możliwość rozbudowy serwera do 8 dysków SAS/SATA.
9	Kontroler dyskowy	Dedykowany przez producenta serwera sprzętowy kontroler dyskowy SAS/SATA, obsługujący minimum poziomy RAID 0/1/10, z obsługą globalnych dysków hot-spare. Nie dopuszcza się realizacji lustra RAID 1 wyłącznie programowo po stronie systemu operacyjnego. Sposób montażu kontrolera nie może ograniczać możliwości jednoczesnej instalacji wymaganej karty sieciowej oraz HBA SAS zapewniającego łączność dual-path z macierzą.
D. INTERFEJSY		
10	Interfejsy sieciowe	Zainstalowana jedna dwuportowa karta 25 Gb SFP28 (dopuszcza się karty 10/25 Gb). Dopuszcza się realizację na module OCP 3.0 lub w slotcie PCIe, pod warunkiem zapewnienia jednoczesnej instalacji karty sieciowej oraz HBA SAS. Zainstalowany HBA SAS 12 Gb/s zapewniający minimum 4 zewnętrzne porty SAS, umożliwiający zestawienie co najmniej dwóch niezależnych ścieżek do obu kontrolerów oferowanej macierzy. Typ złącza zewnętrznego musi być zgodny z oferowaną macierzą; Wykonawca dostarcza komplet kabli niezbędnych do zestawienia topologii dual-path. Jeden port RJ-45 o przepustowości 1 GbE dedykowany dla karty zarządzającej.
11	Sloty I/O	Serwer musi zapewniać liczbę i typ slotów rozszerzeń (PCIe i/lub OCP 3.0) wystarczającą do jednoczesnej instalacji wymaganej karty sieciowej oraz kontrolera/HBA SAS zapewniającego łączność dual-path z macierzą, bez rezygnacji z żadnej innej funkcji wymaganej w niniejszym opisie. Minimalna przepustowość slotu użytego pod HBA SAS: PCIe Gen4 x8 lub równoważna.
12	Dodatkowe porty	Z przodu obudowy: minimum 1 port USB 3.x oraz lokalny port wideo (VGA / DisplayPort / Mini-DP) albo dedykowany port serwisowy umożliwiający lokalną diagnostykę i konfigurację serwera bez jego wysuwania z szafy. Wewnątrz obudowy: minimum 1 port USB umożliwiający instalację wewnętrznego nośnika rozruchowego. Z tyłu obudowy: minimum 2 porty USB, 1 port wideo, 1 port RJ-45 do zarządzania serwerem. Wymagana obsługa konsoli szeregowej — port DB9 albo przekierowanie konsoli szeregowej przez moduł zarządzania.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
13	Procesor graficzny	Zintegrowana karta graficzna z minimum 16 MB pamięci, osiągająca rozdzielczość 1920×1200 przy 60 Hz.
E. ZASILANIE I CHŁODZENIE		
14	Zasilacz	Minimum dwa redundantne zasilacze hot-swap o sprawności potwierdzonej certyfikatem 80 PLUS Platinum lub wyższym. Moc pojedynczego zasilacza musi być wystarczająca do zasilenia serwera w oferowanej konfiguracji przy pracy w trybie 1+1. Napięcie zasilania 200–240 V AC.
15	Chłodzenie	Wentylatory wspierające wymianę hot-swap, zamontowane nadmiarowo minimum N+1. Sterowanie prędkością wentylatorów w funkcji temperatury. Gwarantowana poprawność pracy serwera w temperaturze otoczenia 30 °C.
F. ZARZĄDZANIE I BEZPIECZEŃSTWO		
16	Zarządzanie	Serwer musi zapewniać lokalną diagnostykę bez konieczności podłączania monitora i klawiatury, zrealizowaną jako panel LCD, wyświetlacz, zestaw diod diagnostycznych albo dedykowany port serwisowy współpracujący z aplikacją producenta. Rozwiązanie musi umożliwiać odczyt co najmniej: – aktywnych ostrzeżeń oraz statusu serwera, – typu i modelu serwera oraz numeru seryjnego, – wersji oprogramowania UEFI oraz modułu zarządzania, – informacji o module zarządzania: nazwa hosta, adres MAC, adres IP, adres DNS, – danych środowiskowych: temperatura procesora, poziom napięcia wejściowego, poziom zużycia energii. Wymagany wbudowany, sprzętowy kontroler zdalnego zarządzania (BMC), niezależny od systemu operacyjnego, z własnym adresem IP i dedykowanym portem RJ-45. Sposób fizycznej realizacji (na płycie głównej lub na module) pozostaje w gestii producenta. Monitoring stanu systemu — komponenty objęte monitoringiem to przynajmniej: CPU, pamięć RAM, dyski, karty PCI, zasilacze, wentylatory, płyta główna. Pozyskanie następujących informacji o serwerze: nazwa, typ i model, numer seryjny, nazwa systemu, wersja UEFI oraz BMC, adres IP karty zarządzającej, użycie CPU, użycie pamięci oraz komponentów I/O, lokalizacja. Moduł zarządzania musi prowadzić trwały dziennik zdarzeń systemowych, zdarzeń związanych z działaniami użytkownika oraz zdarzeń serwisowych (aktualizacja firmware, zmiana lub instalacja sprzętu), z możliwością eksportu. Łączna pojemność dzienników: minimum 1000 zdarzeń albo retencja minimum 30 dni. Pozostałe wymagane funkcje modułu zarządzania: – wysyłanie określonych zdarzeń poprzez SMTP oraz SNMPv3, alerty syslog; – aktualizacja systemowego firmware, w tym aktualizacja wielu komponentów z wykorzystaniem jednego pakietu (bundle) pobieranego bezpośrednio ze strony producenta; – monitoring i możliwość ograniczenia poboru prądu; wyświetlanie danych aktualnych i historycznych dla zużycia energii oraz temperatury serwera; – zdalne włączanie, wyłączanie i restart serwera; możliwość przejścia zdalnego ekranu; możliwość zdalnej instalacji systemu operacyjnego; – zapis wideo zdalnych sesji oraz zrzut ekranu w momencie zawieszenia systemu; wszystkie licencje niezbędne do uruchomienia tych funkcji muszą wchodzić w zakres dostawy i obowiązywać przez cały okres gwarancji; – przekierowanie konsoli szeregowej (Serial-over-LAN) przez moduł zarządzania — dopuszcza się realizację przez IPMI SOL, SSH lub Redfish. Zdalna konsola graficzna i wirtualne media dostępne przez przeglądarkę w technologii HTML5, bez wymogu instalacji Java, ActiveX ani dodatkowych wtyczek. Możliwość zamontowania w trakcie jednej sesji co najmniej jednego obrazu ISO z lokalnego dysku operatora oraz co najmniej jednego dodatkowego obrazu lub urządzenia. Możliwość mapowania obrazu ISO z lokalnej stacji operatora oraz z co najmniej dwóch zdalnych źródeł spośród: HTTPS, SFTP, SMB/CIFS, NFS. Możliwość jednoczesnej pracy co najmniej 6 użytkowników w interfejsie zarządzania, przy czym sesja wirtualnej konsoli może być współdzielona przez co najmniej 2 użytkowników. Wspierane protokoły i interfejsy: SNMP v3 oraz REST API zgodne ze specyfikacją Redfish; uwierzytelnianie LDAP/Active Directory oraz szyfrowana komunikacja TLS. Obsługa IPMI v2.0, CIM oraz DCMI v1.5 stanowi funkcję opcjonalną. Monitorowanie zmian sprzętowych w celu wykrycia nieoczekiwanych zmian. Po wykryciu zmiany — zapis w dzienniku zdarzeń oraz możliwość wygenerowania alertu. Blokada uruchomienia serwera po wykryciu nieautoryzowanej zmiany jest funkcją opcjonalną. Możliwość synchronizacji konfiguracji i poziomów firmware pomiędzy serwerami. Producent musi udostępniać oprogramowanie do centralnego zarządzania infrastrukturą serwerową (konsola HTML5, automatyczna inwentaryzacja, aktualizacje firmware, alerty SNMP/e-mail/syslog, integracja z LDAP/AD, REST API). Szczegółowy zakres funkcji nie może zawężyć oferty do jednego producenta.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
17	Funkcje zabezpieczeń	Zainstalowany czujnik otwarcia obudowy zintegrowany z modulem zarządzania serwerem, hasło włączania, hasło administratora, sprzętowy łańcuch zaufania (silicon root of trust) wspierający TPM 2.0 oraz mechanizm odporności i integralności firmware (Platform Firmware Resiliency – PFR – lub równoważny). UEFI Secure Boot. Zamykana na klucz maskownica przednia albo równoważne zabezpieczenie fizyczne ograniczające dostęp do dysków i przycisków sterujących — dostarczone jako element konfiguracji. Możliwość wyłączenia w BIOS funkcji przycisku zasilania. Możliwość włączania i wyłączania portów USB na obudowie z poziomu BIOS/UEFI lub systemu zarządzania serwerem. Możliwość wymazania danych z dysków znajdujących się wewnątrz serwera — niezależnie od zainstalowanego systemu operacyjnego, uruchamiana z systemu zarządzania serwerem. Wbudowany w BIOS mechanizm umożliwiający usunięcie konfiguracji kart zarządzających, BIOS oraz danych ze wszystkich wewnętrznych urządzeń pamięci masowej. Możliwość automatycznego przywrócenia BIOS do wspieranej wersji w przypadku wykrycia nieautoryzowanej modyfikacji. Urządzenie musi posiadać mechanizm ochrony integralności platformy, umożliwiający monitorowanie i weryfikację kluczowych elementów sprzętowych w celu wykrywania prób nieautoryzowanych modyfikacji. Rozwiązanie musi działać niezależnie od systemu operacyjnego i umożliwiać raportowanie stanu integralności platformy do systemów zarządzania producenta.
G. SERWIS, ZGODNOŚĆ, GWARANCJA		
18	Urządzenia hot swap	Dyski twarde, zasilacze, wentylatory.
19	Obsługa	Komponenty serwisowe — dyski, zasilacze, wentylatory, karty rozszerzeń, risery PCIe i backplane’y dysków twardych — muszą być wymienne bez użycia narzędzi albo przy użyciu jednego standardowego narzędzia (śrubokręt), bez konieczności demontażu innych komponentów niepodlegających wymianie.
20	Diagnostyka	Monitorowanie stanu oraz alertowanie o błędach lub przewidywanej awarii dla: pamięci operacyjnej, dysków wewnętrznych, wentylatorów, zasilaczy i kontrolera RAID. Dla procesorów i regulatorów napięcia dopuszcza się alertowanie o wystąpieniu stanu krytycznego lub błędów korygowalnych.
21	Systemy operacyjne	Systemy wymagane — Wykonawca potwierdza oficjalne wsparcie producenta serwera linkiem do listy zgodności (matrycy kompatybilności) producenta sprzętu lub oprogramowania: – Microsoft Windows Server 2022 oraz 2025; – Red Hat Enterprise Linux 9 lub nowszy; – SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 lub nowszy; – VMware vSphere (ESXi) 8.0 U3 lub nowszy. Systemy dopuszczalne — platforma sprzętowa nie może zawierać rozwiązań uniemożliwiających uruchomienie: Ubuntu Server LTS, Oracle Linux, XenServer, Proxmox VE. Dla tych systemów nie wymaga się przedstawienia certyfikacji producenta serwera.
22	Waga	Maksymalnie 20 kg w oferowanej konfiguracji, bez opakowania.
23	Gwarancja	Gwarancja minimum 36 miesięcy, liczona od daty podpisania protokołu odbioru. Gwarancja (nie gwarancja Wykonawcy ani pośrednika), zarejestrowana na Zamawiającego. Przyjmowanie zgłoszeń i diagnostyka zdalna w trybie 24×7 (telefonicznie, przez portal WWW oraz z wykorzystaniem aplikacji), z rozpoczęciem diagnostyki już w momencie zgłoszenia. Podjęcie naprawy w miejscu instalacji (on-site) najpóźniej następnego dnia roboczego od zakończenia diagnostyki zdalnej; wymiana uszkodzonych komponentów na nowe lub równoważne. Obsługa zgłoszeń w języku polskim w dni robocze w godzinach 9:00–17:00. Zamawiający oczekuje bezpośredniego dostępu do wykwalifikowanej kadry inżynierów technicznych, a w przypadku konieczności eskalacji zgłoszenia serwisowego — wyznaczonego Kierownika Eskalacji po stronie Wykonawcy. Przyjęte zgłoszenie jest potwierdzane przez zespół pomocy technicznej (mail / telefon / aplikacja / portal) przez nadanie unikalnego numeru zgłoszenia. Zamawiający oczekuje możliwości samodzielnego kwalifikowania poziomu ważności naprawy. Zamawiający wymaga, aby serwer był objęty usługą gwarantującą zatrzymanie wymienianego w ramach gwarancji uszkodzonego nośnika danych (HDD/SSD) przez Zamawiającego — uszkodzone nośniki nie podlegają zwrotowi do producenta. Możliwość sprawdzenia statusu gwarancji na stronie producenta po numerze seryjnym oraz pobierania uaktualnień mikro kodu, sterowników i dokumentacji technicznej przez cały okres gwarancji, bez dodatkowych opłat. Zamawiający oczekuje nieodpłatnego udostępnienia narzędzi serwisowych i procesów wsparcia umożliwiających wykrywanie usterek sprzętowych z predykcją awarii oraz automatyczną diagnostykę i zdalne otwieranie zgłoszeń serwisowych. Zamawiający wymaga możliwości rozszerzenia wsparcia serwisowego do poziomu z gwarantowanym czasem naprawy wynoszącym maksymalnie 24 godziny od momentu zgłoszenia usterki

3. Macierz dyskowa blokowa (1 szt.)

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
A. KONSTRUKCJA		
1	Obudowa	Rozmiar obudowy zawierającej kontrolery macierzowe nie może przekraczać 2U; montaż w szafie 19" wraz z kompletem szyn. Dodawanie kolejnych półek lub dysków musi odbywać się bezprzerwowo.
2	Kontrolery	Macierz musi zapewniać wysoką dostępność w oparciu o pełną redundancję komponentów (kontrolery, zasilacze, ścieżki) i automatyczny failover, deklarowaną przez producenta. Macierz musi posiadać dwa kontrolery pracujące równocześnie, wymienne w trybie hot-swap. Nie dopuszcza się konfiguracji jednokontrolerowej. Dla każdego wolumenu musi być możliwe wskazanie preferowanego właściciela oraz ręczna zmiana własności wolumenu z poziomu interfejsu graficznego i wiersza poleceń. Rozwiązanie musi udostępniać do każdego wolumenu co najmniej dwie ścieżki: aktywne i zoptymalizowane (prowadzące do kontrolera będącego właścicielem wolumenu) oraz aktywne, lecz niezoptymalizowane (prowadzące do kontrolera partnerskiego), zgodnie z mechanizmem ALUA. Systemy operacyjne hostów korzystają z mechanizmów wielościeżkowych (MPIO) w celu wyboru właściwej ścieżki. Macierz musi umożliwiać monitorowanie obciążenia kontrolerów. Automatyczne równoważenie obciążenia poprzez zmianę własności wolumenów jest funkcją opcjonalną — sposób jej realizacji pozostaje zgodny z architekturą producenta. Dane buforowane do zapisu na jednym kontrolerze muszą być lustrzane do pamięci drugiego kontrolera, tak aby w razie awarii jednego z nich drugi mógł dokończyć wszystkie nierozpisane operacje zapisu. Funkcja musi być dostępna przy włączonej pamięci zapisu i obecnych dwóch kontrolerach oraz domyślnie aktywna podczas tworzenia wolumenów. W przypadku utraty jednego kontrolera ruch wejścia/wyjścia ma być nieprzerwanie kontynuowany przez ścieżki alternatywne oraz — w razie potrzeby — po automatycznej zmianie właściciela wolumenu.
3	Cache	Każdy z kontrolerów macierzy musi być wyposażony w minimum 12 GB pamięci cache zabezpieczonej mechanizmem mirroringu. Pamięć podręczna musi być zabezpieczona przed utratą danych w przypadku zaniku zasilania. Rozwiązania wykorzystujące do tego celu wyłącznie podtrzymanie cache za pomocą baterii nie są akceptowalne. Bateria może być użyta wyłącznie na czas zrzutu danych z cache na pamięć nieulotną.
B. ŁĄCZNOŚĆ Z HOSTAMI		
4	Dostępne porty	Minimum 8 portów 12 Gb SAS umożliwiających podłączenie hostów (minimum 4 na kontroler). Porty muszą umożliwiać bezpośrednie podłączenie (direct attach) 2 serwerów w topologii dual-path — każdy serwer połączony z oboma kontrolerami. Liczba portów rozszerzeń SAS wystarczająca do rozbudowy macierzy do wymaganej liczby dysków przy zachowaniu redundancji ścieżek do półek dyskowych. Minimum jeden port konsoli serwisowej na kontroler; typ złącza (RJ-45, USB, micro-USB) pozostaje w gestii producenta. Porty iSCSI 10/25 Gb SFP28 do hostów — opcjonalnie, niewymagane; łączność z węzłami klastra realizowana przez SAS. Należy dostarczyć minimum 4 kable 3 m MiniSAS HD 8644 – MiniSAS HD 8644 lub kable zgodne ze złączami oferowanego rozwiązania, w liczbie zapewniającej topologię dual-path z obu węzłów klastra.
C. POJEMNOŚĆ I OCHRONA DANYCH		
5	Dyski	Macierz musi obsługiwać dyski twarde typu SSD oraz dyski obrotowe SAS i NL-SAS. Dostarczona macierz musi być wyposażona w dyski klasy Enterprise (SAS 10k lub SSD SAS) zapewniające minimum 9 TB pojemności użytecznej w RAID 6 lub równoważnej ochronie z podwójną parzystością, oraz zabezpieczenie w postaci minimum jednego dysku hot-spare albo równoważnej rozproszonej przestrzeni zapasowej (distributed spare). Wykonawca dobiera liczbę, typ i pojemność dysków i przedstawia w ofercie wyliczenie pojemności użytecznej. Po dostarczeniu musi pozostać minimum 12 wolnych zatok; zatoki nieobsadzone wypełnione zaślepkami. Oferowana konfiguracja macierzy musi umożliwiać rozbudowę o półki dyskowe tego samego producenta, do minimum 96 dysków, bez wymiany kontrolerów. Opcjonalnie: obsługa akceleracji odczytu z wykorzystaniem dysków SSD (SSD read cache) lub mechanizmu automatycznego tieringu — funkcja niewymagana w chwili dostawy; realizacja i nazewnictwo wg producenta.
D. FUNKCJONALNOŚĆ I ZARZĄDZANIE		
6	Funkcjonalności	Macierz musi obsługiwać poziomy RAID 1, 5, 6, 10 (dopuszcza się dodatkowo RAID 0 oraz rozproszone schematy ochrony producenta). Macierz musi obsługiwać rozproszony schemat ochrony danych, w którym dane i informacja nadmiarowa (parzystość pojedyncza i podwójna) są rozłożone na wszystkich dyskach puli tego samego typu, a odtwarzanie po awarii dysku wykorzystuje równolegle wiele dysków puli w celu skrócenia czasu rekonstrukcji. Nazewnictwo i szczegóły implementacji pozostają w gestii producenta.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
		Obliczanie kodów parzystości dla grup dyskowych RAID 5 i RAID 6 musi być realizowane przez kontrolery macierzy, bez obciążania zasobów podłączonych serwerów. Macierz musi umożliwiać zwiększanie online pojemności poszczególnych wolumenów logicznych oraz dynamiczne alokowanie przestrzeni dyskowej (thin provisioning). Macierz musi zapewniać mechanizm ochrony integralności danych umożliwiający wykrycie błędów transmisji i zapisu na ścieżce od hosta do nośnika (np. T10 PI / DIF lub mechanizm równoważny). Macierz musi mieć możliwość wykonywania minimum 64 kopii migawkowych (snapshot) z możliwością rozbudowy oraz funkcjonalność klonowania danych. Wymagana możliwość definiowania maksymalnej liczby kopii migawkowych; w przypadku osiągnięcia zdefiniowanej liczby system musi automatycznie kasować kopie najstarsze. Macierz musi posiadać funkcjonalność tworzenia konsystentnych kopii migawkowych ze wskazanych przestrzeni dyskowych. Oferowany model macierzy musi przewidywać możliwość asynchronicznej replikacji blokowej po FC lub IP, jako opcję rozbudowy. Dopuszcza się, że funkcja wymaga dodatkowych modułów portów lub licencji. Nie wymaga się dostarczenia replikacji ani wymaganych do niej portów i licencji w chwili dostawy. Macierz musi umożliwiać mapowanie wolumenów do wielu hostów i klastrów jednocześnie (wymagane dla wolumenów współdzielonych klastra – CSV), bez istotnego dla wdrożenia ograniczenia licencyjnego liczby hostów. Macierz musi mieć możliwość przypisania wolumenu danych tylko do wybranego hosta należącego do zdefiniowanego klastra. Wymagana możliwość definiowania globalnych dysków hot-spare oraz logicznej zamiany dysków z wykorzystaniem dysków nieprzypisanych, z automatyczną odbudową po awarii dysku. Macierz musi posiadać automatyczny monitoring z możliwością informowania o awariach poprzez protokoły SMTP oraz SNMP, w tym wysyłania powiadomień do wskazanych odbiorców. Powiadomienia muszą zawierać nazwę macierzy, typ zdarzenia, datę i czas wystąpienia oraz krótki opis. Macierz musi mieć możliwość definiowania poziomu zajętości miejsca, po osiągnięciu którego nastąpi wysłanie powiadomienia pod wskazane adresy e-mail. Interfejs zarządzania musi udostępniać kreator wstępnej konfiguracji macierzy (pule dyskowe, wolumeny, powiadomienia). Macierz musi umożliwiać rozpoznanie podłączonych hostów oraz ręczną lub automatyczną rejestrację ich inicjatorów wraz z określeniem typu systemu operacyjnego, z możliwością późniejszej edycji. Producent musi udostępniać rekomendacje lub szablony konfiguracji przestrzeni dyskowych dla typowych obciążeń, co najmniej dla Microsoft SQL Server oraz VMware. Dopuszcza się realizację w postaci kreatora, szablonów, dokumentu best practices lub ręcznego doboru parametrów zgodnego z dokumentacją producenta. Macierz musi umożliwiać tworzenie i rozbudowę pul dyskowych online. Automatyczne grupowanie dysków jest funkcją opcjonalną. Macierz musi mieć możliwość definiowania priorytetu operacji wprowadzanych zmian konfiguracji w odniesieniu do obciążenia generowanego przez podłączone hosty. Wymagana jest możliwość sprawdzenia aktualnych zadań macierzy. Oferowany model macierzy musi przewidywać możliwość szyfrowania danych w spoczynku (data at rest) z wykorzystaniem dysków samoszyfrujących (SED / FIPS 140-2 lub nowszy) albo szyfrowania realizowanego przez kontrolery. Nie wymaga się dostarczenia tej funkcjonalności ani wymaganych do niej dysków i licencji w chwili dostawy. Macierz musi posiadać możliwość fizycznej identyfikacji (dioda LED) aktywowanej z interfejsu zarządzania oraz funkcjonalność fizycznego identyfikowania dysków (dioda LED) należących do jednej przestrzeni logicznej. Macierz musi być wspierana przez wiodące oprogramowanie do backupu środowisk wirtualnych – potwierdzone dokumentacją producenta. Wszystkie funkcje wymagane powyżej muszą być objęte licencją bezterminową, dostarczoną w cenie oferty. Nie dopuszcza się licencji czasowych ani funkcji wymagających dopłaty po wdrożeniu.
7	Wydajność	Wymaga się możliwości rozbudowania macierzy do minimalnego poziomu wydajności deklarowanego przez producenta: przynajmniej 300 000 operacji wejścia/wyjścia dla losowego odczytu, przynajmniej 100 000 operacji wejścia/wyjścia dla losowego zapisu oraz przynajmniej 9 GB/s dla odczytu sekwencyjnego. Wymagana pojemność dla wolumenów z dynamiczną alokacją przestrzeni to przynajmniej 256 TB.
8	Zarządzanie macierzą	Minimum dwa fizyczne porty zarządzania 1 GbE (UTP, RJ-45) — co najmniej po jednym na kontroler, zapewniające dostęp do zarządzania po awarii jednego kontrolera. Zarządzanie macierzą musi być możliwe za pomocą graficznego interfejsu użytkownika dostępnego poprzez protokół HTTPS oraz za pomocą linii komend (CLI) osiągalnej poprzez protokół SSH. Wymagane powiadomienia SNMPv3, e-mail oraz syslog. Interfejs zarządzania musi umożliwiać skonfigurowanie wylogowania sesji po maksymalnie 15 minutach bezczynności oraz zablokowania dostępu po maksymalnie 5 nieudanych próbach podania hasła administratora. Wymagana możliwość uwierzytelniania przez LDAP/AD oraz kontrola dostępu oparta na rolach (RBAC) z możliwością zdefiniowania co najmniej trzech poziomów uprawnień: pełna administracja,

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
		dostęp serwisowy oraz dostęp tylko do odczytu. Wydzielenie odrębnej roli administratora bezpieczeństwa będzie traktowane jako rozwiązanie równoważne lub lepsze. Producent musi udostępniać narzędzie umożliwiające centralne zarządzanie wieloma macierzami. Wymagana możliwość powtarzalnego odtworzenia konfiguracji — poprzez eksport i import ustawień, szablony konfiguracyjne albo interfejs programistyczny (REST API / CLI).
E. ZGODNOŚĆ I GWARANCJA		
9	Inne	Wymagana jest bezprzerwowa wymiana następujących elementów macierzy: kontrolery, moduły I/O, dyski, zasilacze oraz wkładki optyczne — o ile oferowana konfiguracja jest w nie wyposażona. Obsługa systemów operacyjnych hosta: Microsoft Windows Server; Red Hat Enterprise Linux (RHEL); SUSE Linux Enterprise Server (SLES); VMware vSphere. Macierz musi być zgodna z regulacjami UE: oznaczenie CE (EN 55032 Class A, EN 55024, EN 62368-1) oraz dyrektywa RoHS 2011/65/UE.
10	Gwarancja	Co najmniej 36 miesięcy wsparcie 24×7 w trybie NBD. Gwarancja, serwis w miejscu instalacji sprzętu świadczony przez producenta macierzy lub autoryzowanego partnera serwisowego. W przypadku awarii dyski pozostają własnością Zamawiającego.

4. Oprogramowanie systemowe, licencje i zgodność platformy

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	System operacyjny	Microsoft Windows Server 2025 Standard (lub równoważny — warunki równoważności określa wiersz 6 niniejszej tabeli), wersja 64-bitowa, wielojęzyczna z obsługą języka polskiego. Licencjonowanie w modelu rdzeniowym. Liczba licencji rdzeniowych musi pokrywać wszystkie rdzenie fizyczne zaoferowanych procesorów, zgodnie z zasadami licencjonowania producenta. Nośniki lub prawo do pobrania obrazu instalacyjnego ze źródeł producenta.
2	Prawa do wirtualizacji	Dostarczone licencje muszą zapewniać uruchomienie co najmniej 4 maszyn wirtualnych w klastrze, z zachowaniem pełnej funkcjonalności klastra wysokiej dostępności (migracja na żywo, automatyczne przejęcie zasobów po awarii węzła). Wykonawca dobiera liczbę i rodzaj licencji (w tym ewentualne zwielokrotnienie licencji rdzeniowych lub edycję Datacenter) tak, aby powyższe było spełnione zgodnie z zasadami licencjonowania producenta oraz liczbą rdzeni zaoferowanych procesorów — bez dopłaty ze strony Zamawiającego.
3	Licencje dostępne (CAL)	Licencje dostępne w wariantach na użytkownika: minimum 20 sztuk, w wersji nie starszej niż wersja serwera, przypisane do Zamawiającego. Licencje bezterminowe. Nie dopuszcza się licencji czasowych ani subskrypcyjnych wygasających w okresie eksploatacji, chyba że Wykonawca zapewni ich odnowienie w cenie oferty na cały okres gwarancji. Dopuszcza się licencje typu OEM/ROK producenta serwera, trwale przypisane do dostarczanych serwerów. Licencje z legalnego kanału dystrybucji na terenie UE, zarejestrowane na Zamawiającego; dokumenty licencyjne najpóźniej w dniu odbioru. Nie dopuszcza się licencji używanych ani z rynku wtórnego.
4	Certyfikacja platformy	Zaoferowany model serwera musi posiadać certyfikację dla oferowanego systemu operacyjnego potwierdzoną wpisem w katalogu kompatybilności producenta systemu operacyjnego. Zamawiający wymaga podania w ofercie linku do wpisu katalogowego.
5	Wsparcie klastra	Zaoferowany zestaw (serwer + HBA SAS + macierz) musi być objęty wsparciem producenta dla pracy w klastrze Windows Server Failover Cluster z rolą Hyper-V i wolumenami CSV. Wymagane wsparcie dla MPIO w systemie Windows Server wraz z dedykowanym modułem DSM producenta macierzy albo potwierdzoną obsługą przez natywny MPIO systemu Windows.
6	Równoważność systemu operacyjnego	Wskazanie systemu Microsoft Windows Server 2025 Standard jest uzasadnione specyfiką przedmiotu zamówienia (art. 99 ust. 5 ustawy Pzp): koniecznością zachowania pełnej zgodności z eksploatowanym środowiskiem Active Directory i Hyper-V Zamawiającego oraz z istniejącymi maszynami wirtualnymi, której nie można opisać w sposób wystarczająco precyzyjny bez tego wskazania. Zamawiający dopuszcza rozwiązanie równoważne. System równoważny musi spełniać łącznie następujące kryteria: – pełna zgodność ze środowiskiem Active Directory Zamawiającego (kontrolery domeny, zasady grupy, uwierzytelnianie Kerberos/NTLM) — bez konieczności wdrażania warstw pośredniczących; – natywna obsługa hipernadzorczy typu 1 z funkcjami klastra wysokiej dostępności: wolumeny współdzielone klastra, migracja maszyn wirtualnych na żywo bez przerwy w ich działaniu oraz automatyczne przejęcie zasobów po awarii węzła; – obsługa formatu dysków wirtualnych używanego przez Zamawiającego oraz możliwość zaimportowania istniejących maszyn wirtualnych bez konwersji wymagającej przestoju; – obsługa wielościeżkowości (MPIO) dla wolumenów udostępnianych przez macierz zaoferowaną w rozdziale 3, z zachowaniem topologii dual-path do obu kontrolerów macierzy; – udokumentowana zgodność z zaoferowaną platformą sprzętową, potwierdzona wpisem na oficjalnej liście zgodności producenta systemu operacyjnego albo pisemnym oświadczeniem tego producenta obejmującym zaoferowany model serwera;

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
		– zapewnienie zgodności z eksploatowanym oprogramowaniem użytkowym Zamawiającego — ciężar wykazania oraz ewentualne koszty migracji obciążają Wykonawcę; – wsparcie producenta obejmujące aktualizacje bezpieczeństwa przez okres nie krótszy niż okres gwarancji na serwery. Wymagania wierszy 2, 4 i 5 niniejszej tabeli stosuje się odpowiednio do systemu równoważnego. Ciężar wykazania równoważności spoczywa na Wykonawcy, który przedkłada wraz z ofertą dokumentację techniczną producenta potwierdzającą spełnienie każdego z powyższych kryteriów.

5. Serwer kopii bezpieczeństwa (1 szt.)

Miejsce docelowe kopii zapasowych maszyn wirtualnych.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
A. KONSTRUKCJA I POJEMNOŚĆ		
1	Obudowa	Typ rack, montaż w szafie 19", wysokość maksymalnie 2U. Komplet szyn montażowych w komplecie. Minimum 8 wnęk dyskowych 3,5" hot-swap (obsługa dysków SATA), z możliwością instalacji dysków 2,5". Możliwość rozbudowy o jednostki rozszerzające tego samego producenta do minimum 12 wnęk dyskowych.
2	Dyski i pojemność	Obsadzone minimum 4 dyski klasy NAS/Enterprise o pojemności minimum 8 TB każdy, przeznaczone do pracy ciągłej 24/7. Konfiguracja z redundancją zapewniającą przetrwanie awarii minimum jednego dysku (RAID 5/6/10, SHR lub równoważna), z minimum 16 TB pojemności użytecznej po sformatowaniu. Wszystkie dyski jednego typu i pojemności; wnętrza nieobsadzone wypełnione zaślepkami.
3	System plików i ochrona danych	System plików z obsługą migawek (snapshots) oraz mechanizmów wykrywania i korekty uszkodzeń danych (np. Btrfs, ZFS lub równoważny). Obsługa harmonogramowanych migawek z możliwością szybkiego przywracania.
B. SIEĆ, FUNKCJE, ZASILANIE		
4	Interfejsy sieciowe	Minimum 1 port 10 GbE (10GBASE-T RJ-45 lub SFP+), natywny lub zrealizowany kartą rozszerzeń dostarczoną w komplecie. Dodatkowo minimum 2 porty 1 GbE RJ-45 z obsługą agregacji łączy (LACP) i przełączania awaryjnego.
5	Oprogramowanie kopii zapasowych	Oprogramowanie umożliwiające tworzenie kopii zapasowych maszyn wirtualnych środowiska Hyper-V (na poziomie całych maszyn wirtualnych), w cenie oferty, bez ograniczeń licencyjnych czasowych. Obsługa harmonogramowania, wersjonowania, retencji oraz odtwarzania pojedynczych plików i całych maszyn. Obsługa replikacji kopii do drugiej lokalizacji lub chmury (rsync / S3-compatible lub równoważne).
6	Zarządzanie i zasilanie	Interfejs webowy w języku polskim lub angielskim, powiadomienia e-mail. Integracja z Active Directory / LDAP dla uwierzytelniania dostępu do udziałów. Minimum 1 zasilacz; obsługa zasilania 200–240 V AC. Kabel zasilający w komplecie. Obsługa monitorowania i kontrolowanego zamknięcia przy współpracy z zasilaczem UPS (przez USB lub sieć).
7	Zgodność i gwarancja	Oznaczenie CE. Gwarancja minimum 36 miesięcy. Wymiana uszkodzonego sprzętu w okresie gwarancji; dostęp do wsparcia technicznego producenta i aktualizacji oprogramowania układowego bez dodatkowych opłat; możliwość weryfikacji statusu gwarancji po numerze seryjnym.

6. Przełączniki rdzeniowe (2 szt.)

Para przełączników rdzeniowych w układzie wysokiej dostępności—Priorytetem jest liczba portów SFP+ 10G, do których wpinane są serwery, przełączniki dostępowe oraz przełączniki dostarczane odrębnie.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
A. KONSTRUKCJA I PORTY		
1	Obudowa	Typ rack, montaż w szafie 19", wysokość maksymalnie 1U. Komplet elementów montażowych w komplecie. Dostawa 2 sztuk o identycznej konfiguracji (para pracująca w układzie wysokiej dostępności).
2	Porty	Minimum 8 portów 10G SFP+ na każdym przełączniku. Minimum 4 wbudowane fabrycznie (natywne) porty 10GBASE-T (RJ-45) z obsługą multi-gigabit (co najmniej 1/2,5/5/10 Gb/s) na każdym przełączniku; nie dopuszcza się realizacji tych portów wkładkami SFP+ RJ-45. Wszystkie porty 10G pracujące z pełną, nieblokującą przepustowością (wire-speed). Porty SFP+ muszą przyjmować zarówno kable DAC, jak i wkładki optyczne SFP+.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
3	Dobór liczby portów do topologii	Para przełączników rdzeniowych musi łącznie zapewnić liczbę portów SFP+ wystarczającą do podłączenia w topologii redundantnej wszystkich uplinków: serwerów, serwera kopii bezpieczeństwa, łącza międzyprzełącznikowego (ISL), przełączników dostępowych objętych niniejszym zamówieniem oraz przełączników dostarczanych odrębnie przez innych wykonawców, wpinanych do rdzenia. Jeżeli liczba wymaganych uplinków przekracza liczbę portów zaoferowanych przełączników, Wykonawca dobiera przełączniki o większej liczbie portów SFP+ — bez dopłaty ze strony Zamawiającego.
B. FUNKCJE L2/L3 I WYSOKA DOSTĘPNOŚĆ		
4	Warstwa 3 i przełączanie	Przełącznik w pełni zarządzalny, warstwy 3 (L3). Routing statyczny oraz dynamiczny (minimum OSPF), routing międzysieciowy VLAN. Obsługa VLAN 802.1Q, agregacji łączy LACP (802.3ad), Spanning Tree (RSTP/MSTP), jumbo frames. Obsługa QoS oraz list kontroli dostępu (ACL). Wydajność: przepustowość przełączania minimum 240 Gb/s (full duplex) oraz szybkość przekazywania pakietów minimum 178 Mpps, potwierdzone w oficjalnej karcie katalogowej producenta. Tablica adresów MAC minimum 16 000 wpisów, tablica ARP minimum 2 000 wpisów, bufor pakietów minimum 16 MB.
5	Wysoka dostępność	Obsługa łączenia dwóch przełączników w sposób umożliwiający agregację łączy pomiędzy nimi (stackowanie, MLAG/MC-LAG lub równoważny mechanizm), tak aby pojedyncze urządzenie downstream mogło być podłączone redundantnie do obu przełączników rdzeniowych jednocześnie. Awaria jednego przełącznika rdzeniowego nie może powodować przerwania komunikacji urządzeń podłączonych redundantnie.
6	Zarządzanie i zasilanie	Zarządzanie przez interfejs webowy (HTML5), CLI oraz SNMP. Monitorowanie ruchu (sFlow, NetFlow/IPFIX lub RMON) oraz uwierzytelnianie administratorów w oparciu o RADIUS lub TACACS+. Zasilanie 200–240 V AC; kabel zasilający w komplecie.
7	Zgodność i gwarancja	Oznaczenie CE. Gwarancja minimum 36 miesięcy. Wymiana uszkodzonego sprzętu w okresie gwarancji; dostęp do wsparcia technicznego producenta i aktualizacji oprogramowania układowego bez dodatkowych opłat; możliwość weryfikacji statusu gwarancji po numerze seryjnym.

7. Przełączniki dostęgowe (3 szt.)

Przełączniki dostęgowe dla stacji roboczych, instalowane w obrębie jedynej lokalizacji Zamawiającego. się rozwiązania równoważne.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Obudowa	Typ rack, montaż w szafie 19", wysokość maksymalnie 1U. Komplet elementów montażowych w komplecie. Dostawa 3 sztuk.
2	Porty	Minimum 48 portów 1 GbE RJ-45. Minimum 4 porty 10G SFP+ (uplink), przyjmujące kable DAC oraz wkładki optyczne SFP+. Wszystkie porty pracujące z pełną, nieblokującą przepustowością.
3	Funkcje L2/L3	Przełącznik w pełni zarządzalny, warstwy 3 (L3) lub L2+ z routingiem statycznym międzysieciowym VLAN. Obsługa VLAN 802.1Q, LACP (802.3ad), Spanning Tree (RSTP/MSTP), QoS, ACL, jumbo frames. Obsługa agregacji łączy uplink do przełączników rdzeniowych. Wydajność: przepustowość przełączania minimum 176 Gb/s (full duplex) oraz szybkość przekazywania pakietów minimum 130 Mpps, potwierdzone w oficjalnej karcie katalogowej producenta. Tablica adresów MAC minimum 16 000 wpisów, bufor pakietów minimum 6 MB. Funkcje bezpieczeństwa warstwy dostęgowej: uwierzytelnianie 802.1X (w tym MAC Authentication Bypass), DHCP snooping, Dynamic ARP Inspection, storm control, port security, IGMP snooping.
4	Zarządzanie i zasilanie	Zarządzanie przez interfejs webowy (HTML5), CLI oraz SNMP. Zasilanie 200–240 V AC; kabel zasilający w komplecie. Zasilanie PoE nie jest wymagane (zasilanie urządzeń końcowych realizowane przez odrębną infrastrukturę Zamawiającego). Monitorowanie ruchu (sFlow, NetFlow/IPFIX lub RMON) oraz uwierzytelnianie administratorów w oparciu o RADIUS lub TACACS+.
5	Zgodność i gwarancja	Oznaczenie CE. Gwarancja minimum 36 miesięcy. Wymiana uszkodzonego sprzętu w okresie gwarancji; dostęp do wsparcia technicznego producenta i aktualizacji oprogramowania układowego bez dodatkowych opłat; możliwość weryfikacji statusu gwarancji po numerze seryjnym.

8. Urządzenie UTM / zaporą nowej generacji (1 szt.)

Urządzenie UTM/NGFW zintegrowane z siecią 10 Gb.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
A. KONSTRUKCJA I INTERFEJSY		
1	Obudowa	Urządzenie typu appliance (dedykowany sprzęt z systemem producenta), montaż w szafie 19", wysokość maksymalnie 1U. Komplet elementów montażowych w komplecie. Architektura sprzętowa z

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
		dedykowanym akceleratorem przetwarzania ruchu (procesor bezpieczeństwa / NPU) lub równoważnym mechanizmem akceleracji.
2	Interfejsy	Minimum 2 porty 10 GbE SFP+ (natywne lub zrealizowane modulem rozszerzeń dostarczonym w komplecie) — wymagane dla integracji z siecią 10 Gb Zamawiającego. Minimum 8 portów 1 GbE (RJ-45 lub SFP). Możliwość rozbudowy o dodatkowe interfejsy (slot modułowy) lub nadmiarowe porty wbudowane.
B. WYDAJNOŚĆ (metryki porównywalne, z włączonymi funkcjami bezpieczeństwa)		
3	Przepustowość	– przepustowość zapory (firewall throughput) minimum 5 Gb/s; – przepustowość ochrony przed zagrożeniami (Threat Protection — praca z jednoczesnym firewall, IPS, kontrolą aplikacji i antywirusem) minimum 1 Gb/s; – przepustowość inspekcji SSL/TLS minimum 1 Gb/s.
C. FUNKCJE BEZPIECZEŃSTWA		
4	Ochrona sieci	Zapora nowej generacji (NGFW) z kontrolą aplikacji (Application Control) i identyfikacją użytkowników. System zapobiegania włamaniom (IPS/IDS) z sygnaturami aktualizowanymi przez producenta. Inspekcja ruchu szyfrowanego SSL/TLS, w tym TLS 1.3 (deep packet inspection). Antywirus/antymalware na bramie, filtrowanie treści WWW (kategoryzacja URL), ochrona antyspamowa. Ochrona przed zagrożeniami dnia zerowego (sandboxing / analiza w chmurze lub lokalna). VPN: IPsec site-to-site oraz zdalny dostęp (SSL-VPN i/lub IPsec client). Funkcje SD-WAN / routingu wielołączeniowego z równoważeniem i przełączaniem awaryjnym łączy WAN.
5	Wysoka dostępność i zarządzanie	Obsługa pracy w klastrze wysokiej dostępności (active/passive). Zarządzanie lokalne (interfejs webowy) oraz centralne/chmurowe, raportowanie i logowanie zdarzeń. Zasilanie 200–240 V AC; kabel zasilający w komplecie.
D. LICENCJA I ZGODNOŚĆ		
6	Licencja bezpieczeństwa	Subskrypcja pełnego pakietu bezpieczeństwa na okres minimum 36 miesięcy, obejmująca łącznie: IPS, kontrolę aplikacji, antywirus na bramie, filtrowanie WWW, inspekcję SSL/TLS, ochronę przed zagrożeniami dnia zerowego oraz aktualizację sygnatur. Wsparcie techniczne producenta w trybie 24×7 wraz z prawem do aktualizacji oprogramowania układowego przez cały okres subskrypcji.
7	Zgodność i gwarancja	Oznaczenie CE. Gwarancja na urządzenie minimum 36 miesięcy. Wymiana uszkodzonego urządzenia w okresie gwarancji realizowana przez producenta lub autoryzowany serwis; możliwość weryfikacji statusu gwarancji i subskrypcji po numerze seryjnym.

9. Okablowanie, optyka i akcesoria

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Kable SAS	Minimum 4 kable Mini-SAS HD (SFF-8644) ↔ Mini-SAS HD (SFF-8644), 12 Gb/s, długość minimum 2 m, z listy kabli kwalifikowanych przez producenta macierzy — albo kable zgodne ze złączami oferowanego rozwiązania. Przeznaczenie: 2 kable na serwer (po jednym do każdego kontrolera) — topologia dual-path.
2	Optyka i wkładki	Komplet wkładek optycznych SFP+ 10 Gb (multimode) oraz kabli DAC po stronie przełączników rdzeniowych, a także wkładek po stronie serwerów i serwera kopii bezpieczeństwa, wraz z patchcordami światłowodowymi multimode (OM3/OM4) o długości 5 m. Liczba wkładek i patchcordów musi pokrywać wszystkie łącza redundantne do obu przełączników rdzeniowych. Typ włókna, długość fali i typ złącza muszą być zgodne po obu stronach każdego łącza. Karty sieciowe serwerów 10/25 Gb muszą pracować z portami 10 Gb przełączników rdzeniowych — Wykonawca dobiera wkładki zapewniające tę zgodność.
3	Kable zasilające	Komplet kabli zasilających C13/C14 dla wszystkich zasilaczy wszystkich dostarczanych urządzeń, o długości dostosowanej do zabudowy w szafie.

10. Zakres realizacji zamówienia

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
1	Projekt	Dobór szafy i rozplanowanie przestrzeni U pod wszystkie dostarczane urządzenia. Bilans mocy i emisji ciepła; projekt dwóch torów zasilania (A/B) i rozmieszczenia listew PDU. Dobór UPS (moc, czas podtrzymania, redundancja) oraz PDU (liczba, typ gniazd, obciążalność) na podstawie kompletnego wykazu odbiorów. Projekt uziemienia i połączeń ekwipotentjalnych. Konfiguracja klastra: adresacja, podział sieci (zarządzanie / klaster i CSV / Live Migration / maszyny wirtualne), plan wolumenów i CSV, świadek klastra. Plan kopii zapasowych: zakres, harmonogram, retencja, odtwarzanie.

Lp.	Parametr	Wymagania minimalne (bezwzględnie wymagane)
		Projekt topologii L2/L3: VLAN-y, adresacja, routing, budżet portów SFP+ z uwzględnieniem serwerów, serwera kopii bezpieczeństwa, łącza ISL, przełączników dostępowych oraz przełączników dostarczanych odrębnie i wpinanych do rdzenia. Projekt wysokiej dostępności rdzenia (MLAG/stack) oraz reguł i polityk UTM.
2	Dostawa	Szafa rack z akcesoriami (szyny, półki, panele zaślepiające, organizery, panel wentylacyjny, zestaw uziemienia); minimum 4 listwy PDU; UPS wraz z ewentualnymi modułami bateryjnymi i kartą SNMP. 2 serwery, macierz dyskowa z kablami SAS, serwer kopii bezpieczeństwa, licencje systemu operacyjnego i licencje dostępowe (CAL). 2 przełączniki rdzeniowe, 3 przełączniki dostępowe, urządzenie UTM z licencją bezpieczeństwa na 36 miesięcy. Komplet wkładek optycznych, kabli DAC, patchcordów i kabli zasilających po obu stronach każdego łącza.
3	Instalacja	Montaż i poziomowanie szafy we wskazanej lokalizacji, montaż PDU i UPS, wpięcie UPS w dedykowany obwód zasilający, wykonanie uziemienia, instalacja karty SNMP i oprogramowania do kontrolowanego zamykania, oznakowanie torów zasilania i gniazd. Szafa, PDU i UPS muszą być zamontowane i uruchomione przed instalacją pozostałych urządzeń. Montaż serwerów, macierzy i serwera kopii bezpieczeństwa w szafie; okablowanie SAS w topologii dual-path (każdy serwer do obu kontrolerów macierzy). Aktualizacja firmware, konfiguracja kontrolerów zarządzania (OOB), instalacja MPIO. Instalacja systemu operacyjnego, roli Hyper-V i Failover Clustering; utworzenie klastra i wolumenów CSV; konfiguracja świadka klastra. Instalacja i konfiguracja serwera kopii bezpieczeństwa oraz oprogramowania backupowego. Montaż przełączników i UTM; konfiguracja L2/L3, VLAN i routingu. Spięcie przełączników rdzeniowych w układ wysokiej dostępności (MLAG/stack) wraz z łączem międzyprzełącznikowym (ISL); wykonanie uplinków. Podłączenie serwerów i serwera kopii bezpieczeństwa; wpięcie UTM w tor ruchu, konfiguracja reguł, IPS i VPN.
4	Testy i odbiór	Test sprawności UPS i przełączenia na pracę bateryjną; test komunikacji SNMP i kontrolowanego zamknięcia. Pomiary elektryczne (rezystancja uziemienia, ciągłość połączeń ochronnych). Pomiar czasu podtrzymania UPS wykonywany pod pełnym obciążeniem docelowym, po wpięciu wszystkich odbiorników. Raport z narzędzia walidacyjnego klastra (Test-Cluster) obejmujący pełen zakres testów — bez błędów krytycznych (Failed). Demonstracja: migracji na żywo (Live Migration), automatycznego przejęcia zasobów po awarii węzła, zachowania dostępu do danych po awarii kontrolera macierzy oraz po odłączeniu jednej ścieżki SAS. Test wykonania kopii zapasowej i odtworzenia maszyny wirtualnej. Test redundancji rdzenia (symulacja awarii jednego przełącznika rdzeniowego) i przełączania łączy. Weryfikacja przepustowości na łączach 10 Gb, weryfikacja reguł bezpieczeństwa i IPS, test dostępu VPN.
5	Dokumentacja	Dokumentacja powykonawcza obejmująca całość zamówienia: rozmieszczenie U, schemat zasilania A/B, wykaz obwodów i gniazd PDU, protokoły pomiarów elektrycznych, konfiguracja UPS; schemat połączeń SAS, sieci i zasilania, adresacja, konfiguracja macierzy i klastra, dane dostępowe, raport walidacyjny klastra; schemat sieci, konfiguracje przełączników i zestaw reguł UTM. Numery seryjne wszystkich urządzeń oraz potwierdzenie rejestracji gwarancji na Zamawiającego. Karty gwarancyjne i dokumenty licencyjne.

11. Równoważność

11.1. Wszystkie parametry określone w niniejszym zestawieniu stanowią wymagania minimalne. Zamawiający dopuszcza zaoferowanie rozwiązań o parametrach lepszych niż wymagane.

11.2. Wszędzie tam, gdzie w opisie pojawiają się nazwy własne, znaki towarowe, patenty, oznaczenia producentów lub konkretne rozwiązania techniczne, należy je traktować wyłącznie jako przykładowe, służące doprecyzowaniu oczekiwanego standardu. Zamawiający dopuszcza rozwiązania równoważne.

11.3. Za rozwiązanie równoważne uznaje się sprzęt, który nie jest gorszy pod względem żadnego z parametrów opisanych w tabelach niniejszego zestawienia oraz realizuje w pełni wszystkie opisane tam funkcje. Ocena „nie gorszy” dokonywana jest kierunkowo, zgodnie ze sposobem wyrażenia parametru:

– parametr opisany jako wartość minimalna („minimum”, „nie mniej niż”, „co najmniej”) — wartość oferowana nie może być od niej niższa;

– parametr opisany jako wartość maksymalna („maksymalnie”, „nie więcej niż”, „nie przekracza”) — wartość oferowana nie może być od niej wyższa; dotyczy to w szczególności wymiarów, masy, wysokości montażowej, poboru mocy i poziomu hałasu;

– parametr opisany jako wyliczenie funkcji, protokołów, interfejsów lub poziomów zabezpieczeń — rozwiązanie równoważne musi realizować wszystkie wymienione pozycje; dopuszcza się realizację funkcji pod inną nazwą handlową, pod warunkiem tożsamesego efektu funkcjonalnego;

– parametr opisany jako zakres — oferowany zakres musi obejmować cały zakres wymagany.

11.4. Ocena równoważności dokonywana jest wyłącznie w zakresie parametrów wskazanych w tabelach niniejszego zestawienia jako wymagania minimalne. Cechy rozwiązań referencyjnych nieujęte w tabelach nie stanowią kryterium oceny i nie mogą być podstawą odrzucenia oferty.

11.5. Zaoferowanie rozwiązania równoważnego dla któregośkolwiek elementu nie może pogarszać współdziałania tego elementu z pozostałymi elementami zamówienia ani wymagać od Zamawiającego poniesienia dodatkowych kosztów, w tym kosztów adapterów, konwerterów, dodatkowych licencji, modułów rozszerzeń lub prac dostosowawczych. Odpowiedzialność za kompatybilność całości dostarczonego rozwiązania spoczywa na Wykonawcy.

11.6. Ciężar wykazania równoważności spoczywa na Wykonawcy. Wykonawca wskazuje w ofercie producenta i model każdego oferowanego elementu oraz przedkłada dokumentację techniczną producenta (karty katalogowe, specyfikacje, macierze kompatybilności) potwierdzającą spełnienie każdego z wymagań minimalnych. Równoważność ocenia się według stanu na dzień składania ofert.

11.7. Wszystkie dostarczone urządzenia muszą być fabrycznie nowe, nieużywane, nieregenerowane (refurbished) i wolne od śladów wcześniejszej eksploatacji. Zamawiający nie dopuszcza sprzętu powystawowego ani pochodzącego z rynku wtórnego. Wykonawca odpowiada za to, że dostarczone urządzenia są oryginalne i pochodzą z legalnego źródła.

11.8. Dostarczone urządzenia muszą być objęte gwarancją producenta realizowaną na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, zarejestrowaną na Zamawiającego, w pełnym zakresie i przez cały okres wskazany w tabelach niniejszego zestawienia — bez ograniczeń wynikających z regionu, w którym urządzenie zostało pierwotnie wprowadzone do obrotu.

11.9. Warunki równoważności systemu operacyjnego określa rozdział 4 wiersz 6.