

## Specyfikacja techniczna sprzętowo-softwareowa środowiska testowo-badawczego, przygotowanego do sprzętowej i programowej symulacji kompleksowych systemów call/contact center

W ramach dostawy należy dostarczyć wyspecyfikowany w SIWZ sprzęt, kompletne oprogramowanie, akcesoria, kompletne okablowanie i oprzyrządowanie oraz inny osprzęt teleinformatyczny, niezbędny do instalacji w/w środowiska. Całość dostarczanego w ramach realizacji przedmiotu zamówienia sprzętu musi być fabrycznie nowa.

Wszelkie prace muszą być poprzedzone wykonaniem przez Wykonawcę oraz obustronnie zatwierdzonej dokumentacji wdrożeniowej (dotyczy to zarówno części aktywnej, pasywnej oraz zasilającej). W zakresie prac jest dostawa wyszczególnionych komponentów, ich instalacja oraz uruchomienie, w skład którego wchodzi konfiguracja wszystkich elementów pozwalająca na zarządzanie środowiskiem i realizację jego funkcji. Wdrożenie infrastruktury aktywnej i pasywnej musi obejmować wszystkie prace instalacyjne. Wszystkie elementy środowiska zostaną dostarczone oraz zainstalowane przez dostawcę w miejscu wskazanym przez Zamawiającego.

W ramach udzielonej gwarancji wykonawca zobowiązany jest do świadczenia serwisu gwarancyjnego z czasem naprawy lub wymiany uszkodzonego urządzenia w terminie nie dłuższym niż 21 dni roboczych.

## Specyfikacja techniczna

### Zakres 1 Serwery – 3 sztuki

Lp.	Parametr	Minimalne parametry techniczne
1	Obudowa	Do instalacji w szafie Rack 19", wysokość maksymalnie 2U, z zestawem szyn do mocowania w szafie i wysuwania do celów serwisowych.
2	Procesor	Zainstalowane procesory posiadające minimum po 16, rdzeni 32 wątki, minimum 22 MB pamięci podręcznej i bazową częstotliwość co najmniej 2,3 GHz
3	Liczba procesorów	Zainstalowane 2 procesory
4	Płyta główna	Płyta główna dedykowana do pracy w serwerach, z możliwością zainstalowania do dwóch procesorów wykonujących 64-bitowe instrukcje .
5	Pamięć operacyjna	Zainstalowane minimum 512 GB pamięci RAM w kościach 32GB DDR4. Pamięć o częstotliwości min. 2933MHz. Minimum 24 sloty na pamięć, wsparcie pamięci typu RDIMM oraz LRDIMM. Obsługa do minimum 1,5TB pamięci operacyjnej potwierdzona w dokumentacji producenta dostępnej na oficjalnej stronie www producenta w dniu składania ofert.
6	Zabezpieczenie pamięci	ECC, mirroring.
7	Procesor graficzny	Zintegrowana karta graficzna.
8	Dyski	Zainstalowane dwa dyski SSD o pojemności minimum 240GB. Hot-swap, Rodzaj obudowy 2,5", Interfejs SATA 6Gb/s.
10	Rozbudowa dysków	Możliwość instalacji dysków SED

11	Kontroler dyskowy	Kontroler pamięci (RAID). Interfejs SATA / SAS 12Gb/s, Wielkość bufora 4 GB, Obsługa dysków HDD oraz SSD Obsługa poziomów RAID: RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, RAID 10, RAID 50, JBOD, RAID 60. Wymagana obsługa dysków SED.
12	Zasilacz	Dwa redundantne zasilacze z funkcją hot-swap, Napięcie wejściowe AC 115/230 V, minimum 1000 Wat
13	Adapter sieciowy	Zintegrowane na płycie głównej dwa porty RJ-45, 1/10 Gbps Ethernet BASE-T,
14	Sieć dyskowa	Zainstalowana jedna dwuportowa karta HBA FC. Obsługa prędkości 4/8/16 Gbps Fibre Channel, wraz z modułami optycznymi 16 Gb SR dla wszystkich portów FC.
15	Dodatkowe interfejsy sieciowe	Zainstalowana jedna karta PCIe, posiadająca cztery porty 10 Gbps Base-T RJ45.
16	Dodatkowe porty	Minimum: 2x USB 3.0, 1x DB-15 video, 1x RJ-45 do karty zarządzającej, RS-232 serial port (konektor RJ45)
17	Chłodzenie	Zestawy wentylatora obudowy systemu. Dostępna redundancja minimum N+1.
18	Zarządzanie	Zintegrowany z płytą główną serwera, niezależny od systemu operacyjnego, sprzętowy kontroler zdalnego zarządzania zgodny ze standardem IPMI 2.0, SNMP i umożliwiający: zdalny restart serwera i pełne zarządzanie serwerem poprzez połączenie w sieci TCP/IP przy użyciu przeglądarki internetowej, przejęcie konsoli serwera, włączanie/wyłączanie serwera, reinstalację systemu operacyjnego, zdalne podłączenie napędów CD/DVD, dysków USB oraz obrazów dysków, monitoring oraz zażądanie mocą i jej zużyciem. Kontroler zdalnego zarządzania wspierający DNS (Domain Name System) oraz DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
19	Funkcje zabezpieczeń	Hasło włączania, hasło administratora.
20	Urządzenia hot swap	Dyski twarde, zasilacze oraz wentylatory
21	Diagnostyka	Serwer musi być wyposażony w system diod LED na płycie głównej wskazujących awarie komponentów takich jak, np.: kości pamięci, procesory, wentylatory, karty SD.
22	Systemy operacyjne	wspierane systemy operacyjne, minimum: Microsoft Windows Server, 2012, 2012 R2, 2016, 2019 Red Hat Enterprise Linux 6 oraz 7, SUSE Linux Enterprise Server 11 oraz 12, VMware vSphere (ESXi) 6.0, 6.5 oraz 6.7
23	Gwarancja	Minimum 12 miesięczna

## Zakres 2

### Serwer dedykowany pod system kopii zapasowych - 1 sztuka

Lp.	Parametr	Minimalne parametry techniczne
1	Obudowa	Do instalacji w szafie Rack 19", wysokość maksymalnie 2U, z zestawem szyn do mocowania w szafie i wysuwania do celów serwisowych. Obudowa musi umożliwiać zainstalowane minimum 12 dysków 3,5 SAS/SSD oraz 2 dysków 2,5 SAS/SSD
2	Procesor	Zainstalowany procesor posiadający minimum 12 rdzeni/24 wątki, minimum 16 MB pamięci podręcznej i bazową częstotliwość co najmniej 2,3 GHz.
3	Liczba procesorów	Zainstalowany 1 procesor
4	Płyta główna	Płyta główna dedykowana do pracy w serwerach, z możliwością zainstalowania do dwóch procesorów wykonujących 64-bitowe instrukcje .
5	Pamięć operacyjna	Zainstalowane minimum 96 GB pamięci RAM w kościach 16 GB DDR4. Pamięć o częstotliwości min. 2933MHz. Minimum 24 sloty na pamięć, wsparcie pamięci typu RDIMM oraz LRDIMM.

		Obsługa do minimum 1,5TB pamięci operacyjnej potwierdzona w dokumentacji producenta dostępnej na oficjalnej stronie www producenta w dniu składania ofert.
6	Zabezpieczenie pamięci	ECC, mirroring.
7	Procesor graficzny	Zintegrowana karta graficzna.
8	Dyski	Zainstalowane dwa dyski SSD o pojemności minimum 480GB. Hot-swap, Rodzaj obudowy 2,5", Interfejs SATA 6Gb/s. Zainstalowane 12 dysków 8 TB 12G SAS 7.2K RPM, rodzaj obudowy 3,5"
10	Rozbudowa dysków	Możliwość instalacji dysków SED
11	Kontroler dyskowy	Kontroler pamięci (RAID). Interfejs SATA / SAS / SSD 12Gb/s, Szybkość transmisji danych 12 Gbit/s, Wielkość pamięci cache 2 GB Poziomy RAID: RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, RAID 10, RAID 50, JBOD, RAID 60. Wymagana obsługa dysków SED.
12	Zasilacz	Dwa redundantne zasilacze z funkcją hot-swap, Napięcie wejściowe AC 115/230 V, minimum 1500 Wat
13	Adapter sieciowy	Zintegrowane na płycie głównej dwa porty: RJ-45 1/10 Gbps Ethernet BASE-T.
15	Dodatkowe interfejsy sieciowe	Zainstalowana jedna karta PCIe, posiadająca cztery porty ethernet 10Gb Base-T.
16	Dodatkowe porty	Minimum: 2x USB 3.0, 1x DB-15 video, 1x RJ-45 do karty zarządzającej, RS-232 serial port (konektor RJ45)
17	Chłodzenie	Zestawy wentylatora obudowy systemu. Dostępna redundancja minimum N+1.
18	Zarządzanie	Zintegrowany z płytą główną serwera, niezależny od systemu operacyjnego, sprzętowy kontroler zdalnego zarządzania zgodny ze standardem IPMI 2.0, SNMP i umożliwiający: zdalny restart serwera i pełne zarządzanie serwerem poprzez połączenie w sieci TCP/IP przy użyciu przeglądarki internetowej, przejęcie konsoli serwera, włączanie/wyłączanie serwera, reinstalację systemu operacyjnego, zdalne podłączenie napędów CD/DVD, dysków USB oraz obrazów dysków, monitoring oraz zażądanie mocą i jej zużyciem. Kontroler zdalnego zarządzania wspierający DNS (Domain Name System) oraz DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) Funkcjonalność przewidywania awarii poprzez monitoring odchyłeń od normy działania komponentów takich jak: procesory, pamięć, VRM, dyski, zasilacze i wentylatory.
19	Funkcje zabezpieczeń	Hasło włączania, hasło administratora.
20	Urządzenia hot swap	Dyski twarde, zasilacze oraz wentylatory
21	Diagnostyka	Serwer musi być wyposażony w system diod LED na płycie głównej wskazujących awarie komponentów takich jak, np.: kości pamięci, procesory, wentylatory, karty SD.
22	Systemy operacyjne	wspierane systemy operacyjne, minimum: Microsoft Windows Server, 2012, 2012 R2, 2016, 2019 Red Hat Enterprise Linux 6 oraz 7, SUSE Linux Enterprise Server 11 oraz 12, VMware vSphere (ESXi) 6.0, 6.5 oraz 6.7
23	System Operacyjny	Zainstalowany system operacyjny Windows Server 2019 Standard
24	Gwarancja	Minimum 12 miesięczna

### 3. Oprogramowanie do wirtualizacji oraz wykonywania kopii zapasowych

#### Zakres 3.1

#### Oprogramowanie systemu wirtualizacji

1. Warstwa wirtualizacji powinna być rozwiązaniem systemowym tzn. powinna być zainstalowana bezpośrednio na sprzęcie fizycznym.
2. Rozwiązanie powinno zapewnić możliwość obsługi wielu instancji systemów operacyjnych na jednym serwerze fizycznym i powinno się charakteryzować maksymalnym możliwym stopniem konsolidacji sprzętowej.
3. Oprogramowanie do wirtualizacji musi zapewnić możliwość skonfigurowania maszyn wirtualnych z możliwością dostępu do min 6TB pamięci operacyjnej.
4. Oprogramowanie do wirtualizacji musi zapewnić możliwość skonfigurowania maszyn wirtualnych do 128 procesorów wirtualnych każda z krokiem co jeden
5. Rozwiązanie powinno umożliwiać łatwą i szybką rozbudowę infrastruktury o nowe usługi bez spadku wydajności i dostępności pozostałych wybranych usług.
6. Rozwiązanie powinno w możliwie największym stopniu być niezależne od producenta platformy sprzętowej.
7. Rozwiązanie powinno wspierać, co najmniej następujące systemy operacyjne:
  - 7.1. Windows Server 2012 R2,
  - 7.2. Windows Server 2016
  - 7.3. Windows Server 2019,
  - 7.4. RHEL w wersjach 5.x do 8.x,
  - 7.5. Debian w wersjach 6x –9.x,
  - 7.6. CentOS w wersjach 5.x –8.x,
  - 7.7. Oracle Linux w wersjach 4.9 –8.x,
  - 7.8. FreeBSD w wersjach 7.x –11.x,
8. Rozwiązanie powinno posiadać centralną konsolę graficzną do zarządzania maszynami wirtualnymi i usługami.
9. Rozwiązanie powinno zapewnić możliwość monitorowania wykorzystania zasobów fizycznych infrastruktury wirtualnej.
10. Oprogramowanie do wirtualizacji powinno zapewnić możliwość wykonywania kopii migawkowych instancji systemów operacyjnych na potrzeby tworzenia kopii zapasowych bez przerywania ich pracy.
11. Oprogramowanie do wirtualizacji powinno zapewnić możliwość klonowania systemów operacyjnych wraz z ich pełną konfiguracją i danymi.
12. Oprogramowanie zarządzające musi posiadać możliwość przydzielania i konfiguracji uprawnień z możliwością integracji z usługami katalogowymi Microsoft Active Directory.
13. Rozwiązanie musi umożliwiać udostępnienie maszynie wirtualnej większej ilości zasobów dyskowych aniżeli fizycznie zarezerwowane.
14. Rozwiązanie powinno mieć możliwość przenoszenia maszyn wirtualnych w czasie ich pracy pomiędzy serwerami fizycznymi.
15. Powinna zostać zapewniona odpowiednia redundancja i nadmiarowość zasobów tak by w przypadku awarii np. serwera fizycznego usługi na nim świadczone zostały przełączone na inne serwery infrastruktury. Czas niedostępności innych usług nie powinien przekraczać kilkunastu minut.
16. Rozwiązanie powinno umożliwiać łatwe i szybkie ponowne uruchomienie systemów/usług w przypadku awarii poszczególnych elementów infrastruktury.
17. Rozwiązanie powinno zapewniać mechanizm bezpiecznego uaktualniania warstwy wirtualizacyjnej tak, aby zminimalizować ryzyko awarii systemu na skutek wprowadzenia zamiany

Należy dostarczyć bezterminowe licencje pokrywające wszystkie hosty klastra z punktu 1, w tym co najmniej 1 rok dostępne aktualizacje.

## **Zakres 3.2.**

### **Oprogramowanie do zarządzania systemem wirtualizacji**

1. Rozwiązanie powinno posiadać centralną konsolę graficzną do zarządzania maszynami wirtualnymi i do konfigurowania innych funkcjonalności. Centralna konsola graficzna powinna mieć możliwość działania zarówno, jako aplikacja na maszynie fizycznej lub wirtualnej, jak i jako gotowa, wstępnie skonfigurowana maszyna wirtualna tzw. virtual appliance
2. Konsola graficzna musi być dostępna poprzez dedykowanego klienta (za pomocą przeglądark, minimum IE i Firefox)

3. Dostęp przez przeglądarkę do konsoli graficznej musi być skalowalny tj. powinien umożliwiać rozdzielanie komponentów na wiele instancji w przypadku zapotrzebowania na dużą liczbę jednoczesnych dostępów administracyjnych do środowiska
4. Rozwiązanie musi zapewniać natywne mechanizmy HA w niezawodnej architekturze Active-Passive-Witness dla wszystkich składowych komponentów centralnej konsoli graficznej zarządzającej platformą wirtualną
5. Rozwiązanie musi zapewniać możliwość centralnego gromadzenia i analizy wszystkich logów z urządzeń fizycznych wykorzystujących technologię 'Syslog'
6. Rozwiązanie musi integrować się z oprogramowaniem do monitorowania i zarządzania platformą wirtualizacyjną w ten sposób, że z poziomu konsoli użytkownika oprogramowania do monitorowania i zarządzania platformą wirtualizacyjną musi istnieć możliwość uzyskania natychmiastowego dostępu do logów konkretnego urządzenia fizycznego
7. Rozwiązanie musi umożliwiać personalizację i wizualizację logów w postaci wykresów liniowych, kołowych, słupkowych itp.
8. Rozwiązanie musi zapewniać monitorowanie urządzeń typu „Real Time”
9. Rozwiązanie musi posiadać wbudowaną bazę wiedzy dotyczącą logów, zdarzeń itp.
10. Rozwiązanie musi umożliwiać łatwą korelację wybranych zdarzeń w infrastrukturze fizycznej/wirtualnej oraz ich graficzną prezentację
11. Musi istnieć możliwość personalizacji interfejsu graficznego w zależności od użytkownika/operatora
12. Rozwiązanie musi umożliwiać łatwe i szybkie przeszukiwanie logów w oparciu o zdefiniowane przez użytkownika kryteria
13. Musi istnieć możliwość implementacji dedykowanych modułów do analizy logów innych urządzeń fizycznych np. macierzy dyskowych, przełączników LAN, itp., tak aby analiza i korelacja wszystkich wiadomości systemowych mogła odbywać się z jednej konsoli zarządzającej
14. Rozwiązanie musi posiadać mechanizmy efektywnej analizy wszystkich rodzajów logów, takich jak np. logi aplikacji, logi sieciowe, pliki konfiguracyjne, informacje, dane wydajnościowe, rzuty awaryjne itp., a także logów 'nieustrukturyzowanych'
15. Rozwiązanie musi umożliwiać zdefiniowanie struktury dla logów nieustrukturyzowanych
16. Uprawnienia do interfejsu prezentacji i analizy logów muszą dopuszczać rozłączność z uprawnieniami do infrastruktury
17. Rozwiązanie musi umożliwiać generowanie i eksportowanie dowolnych raportów związanych z zarejestrowanymi zdarzeniami i logami

Należy dostarczyć bezterminowe licencje dla systemu centralnego zarządzania systemem wirtualizacji, w tym co najmniej 1 rok dostępne aktualizacje.

### Zakres 3.3.

#### Oprogramowanie do wykonywania kopii zapasowych

Lp.	Minimalne wymagania techniczne
1	Oprogramowanie musi współpracować z infrastrukturą, co najmniej VMware w wersji 5.0, 5.1, 5.5, 6.0, 6.5 oraz 6.7 oraz Microsoft Hyper-V 2012, 2012 R2 i 2016 oraz 2019. Wszystkie funkcjonalności w specyfikacji muszą być dostępne na wszystkich wspieranych platformach wirtualizacyjnych, chyba, że wyszczególniono inaczej
2	Oprogramowanie musi współpracować z hostami zarządzanymi przez VMware vCenter oraz pojedynczymi hostami.
3	Oprogramowanie musi współpracować z hostami zarządzanymi przez System Center Virtual Machine Manager, klastrami hostów oraz pojedynczymi hostami.
4	Oprogramowanie musi zapewniać tworzenie kopii zapasowych wszystkich systemów operacyjnych maszyn wirtualnych wspieranych przez vSphere i Hyper-V
5	Oprogramowanie musi być niezależne sprzętowo i umożliwiać wykorzystanie dowolnej platformy serwerowej i dyskowej
6	Oprogramowanie musi tworzyć "samowystarczalne" archiwa do odzyskania których nie wymagana jest osobna baza danych z metadanymi deduplikowanych bloków
7	Oprogramowanie musi mieć mechanizmy deduplikacji i kompresji w celu zmniejszenia wielkości archiwów. Włączenie tych mechanizmów nie może skutkować utratą

	jakichkolwiek funkcjonalności wymienionych w tej specyfikacji
8	Oprogramowanie musi zapewniać warstwę abstrakcji nad poszczególnymi urządzeniami pamięci masowej, pozwalając utworzyć jedną wirtualną pulę pamięci na kopie zapasowe. Wymagane jest wsparcie dla nieograniczonej liczby pamięci masowych to takiej puli.
9	Oprogramowanie musi pozwalać na rozszerzenie lokalnej przestrzeni backupowej poprzez integrację z Microsoft Azure Blob, Amazon S3 oraz z innymi kompatybilnymi z S3 macierzami obiektowymi. Proces migracji danych powinien być zautomatyzowany. Jedynie unikalne bloki mogą być przesyłane w celu oszczędności pasma oraz przestrzeni na przechowywane dane. Funkcjonalność ta nie może mieć wpływu na możliwości odtwarzania danych.
10	Oprogramowanie nie może przechowywać danych o deduplikacji w centralnej bazie. Utrata bazy danych używanej przez oprogramowanie nie może prowadzić do utraty możliwości odtworzenia backupu. Metadane deduplikacji muszą być przechowywane w plikach backupu.
11	Oprogramowanie nie może instalować żadnych stałych agentów wymagających wdrożenia czy upgradowania wewnątrz maszyny wirtualnej dla jakichkolwiek funkcjonalności backupu lub odtwarzania
12	Oprogramowanie musi zapewniać backup jednoprzebiegowy - nawet w przypadku wymagania granularnego odtworzenia
13	Oprogramowanie musi zapewniać mechanizmy informowania o wykonaniu/błędzie zadania poprzez email lub SNMP. W środowisku VMware musi mieć możliwość aktualizacji pola „notatki” na wirtualnej maszynie
14	Oprogramowanie musi mieć możliwość uruchamiania dowolnych skryptów przed i po zadaniu backupowym lub przed i po wykonaniu zadania snapshota.
15	Oprogramowanie musi oferować portal samoobsługowy, umożliwiający odtwarzanie użytkownikom wirtualnych maszyn, obiektów MS Exchange i baz danych MS SQL oraz Oracle (w tym odtwarzanie point-in-time)
16	Oprogramowanie musi zapewniać możliwość delegacji uprawnień do odtwarzania na portalu.
17	Oprogramowanie musi mieć możliwość integracji z innymi systemami poprzez wbudowane RESTful API
18	Oprogramowanie musi zapewniać bezpośrednią integrację z VMware vCloud Director 8.x i 9.x i archiwizować metadane vCD, odtwarzać maszyny wirtualne do vCD. Oprogramowanie musi oferować portal samoobsługowy do backupu i odtwarzania dla użytkowników vCD.
19	Oprogramowanie musi mieć wbudowane mechanizmy backupu konfiguracji w celu prostego odtworzenia systemu po całkowitej reinstalacji
20	Oprogramowanie musi mieć wbudowane mechanizmy szyfrowania zarówno plików z backupami jak i transmisji sieciowej. Włączenie szyfrowania nie może skutkować utratą jakiegokolwiek funkcjonalności wymienionej w tej specyfikacji
21	Oprogramowanie musi oferować zarządzanie kluczami w przypadku utraty podstawowego klucza
22	Oprogramowanie musi wspierać backup maszyn wirtualnych używających współdzielonych dysków VHDX na Hyper-V (shared VHDX)
23	Oprogramowanie musi posiadać architekturę klient/serwer z możliwością instalacji wielu instancji konsoli administracyjnych.
24	Oprogramowanie musi wykorzystywać mechanizmy Change Block Tracking na wszystkich wspieranych platformach wirtualizacyjnych. Mechanizmy muszą być certyfikowane przez dostawcę platformy wirtualizacyjnej
25	Oprogramowanie musi oferować możliwość sterowania obciążeniem storage'u produkcyjnego tak aby nie przekraczane były skonfigurowane przez administratora backupu poziomy latencji. Funkcjonalność ta musi być dostępna na wszystkich wspieranych platformach wirtualizacyjnych
26	Oprogramowanie musi oferować ten mechanizm z dokładnością do datastoru
27	Oprogramowanie musi automatycznie wykrywać i usuwać snapshoty-sieroty (orphaned snapshots), które mogą zakłócić poprawne wykonanie backupu. Proces ten nie może wymagać interakcji administratora
28	Oprogramowanie musi integrować się bezpośrednio z HPE StoreServe oraz Nimble Storage. Musi zapewniać tworzenie kopii zapasowych z bezpośrednim wykorzystaniem snapshotów macierzowych. Musi też zapewniać odtwarzanie maszyn wirtualnych z

	takich snapshotów. Proces wykonania kopii zapasowej nie może wymagać użycia jakichkolwiek hostów tymczasowych. Opisana funkcjonalność powinna działać w środowisku VMware
29	Takie same funkcjonalności muszą być zapewnione dla macierzy Dell EMC VNX, VNXe oraz Unity.
30	Takie same funkcjonalności muszą być zapewnione dla macierzy IBM Spectrum Virtualize (IBM Storwize, IBM SVC, Lenovo Storage V-series)
31 32	Takie same funkcjonalności muszą być zapewnione dla macierzy Huawei OceanStor
33	Takie same funkcjonalności muszą być zapewnione dla macierzy INFINIDAT InfiniBox
34	Takie same funkcjonalności muszą być zapewnione dla macierzy Pure Storage FlashArray.
35	Takie same funkcjonalności powinny być zapewnione dla macierzy Netapp z oprogramowaniem ONTAP 8.1 i nowsze włączając możliwość wykonania backupów z zmirrowanych snapshotów SnapVault lub SnapMirror. Rozwiązanie musi wspierać dowolną metodę wdrożenia macierzy (klaster i 7-mode)
36	Oprogramowanie musi wspierać kopiowanie backupów na taśmy wraz z pełnym śledzeniem wirtualnych maszyn
37	Oprogramowanie musi mieć możliwość wydzielenia osobnej roli typu tape server
38	Oprogramowanie musi wspierać wykonywanie backupu z wykorzystaniem NDMP bezpośrednio na taśmie
39	Oprogramowanie musi mieć możliwość kopiowania backupów do lokalizacji zdalnej
40	Oprogramowanie musi mieć możliwość tworzenia retencji GFS (Grandfather-Father-Son)
41	Oprogramowanie musi umieć korzystać z protokołu DDBOOST w przypadku gdy repozytorium backupów jest umiejscowione na Dell EMC DataDomain. Funkcjonalność powinna wspierać łącze sieciowe lub FC.
42	Oprogramowanie musi umieć korzystać z protokołu Catalyst w przypadku gdy repozytorium backupów jest umiejscowione na HPE StoreOnce. Funkcjonalność powinna wspierać łącze sieciowe lub FC.
43	Oprogramowanie musi wspierać BlockClone API w przypadku użycia Windows Server 2016 lub 2019 z systemem pliku ReFS jako repozytorium backupu.
44	Oprogramowanie musi mieć możliwość kopiowania backupów oraz replikacji wirtualnych maszyn z wykorzystaniem wbudowanej akceleracji WAN.
45	Oprogramowanie musi mieć możliwość replikacji włączonych wirtualnych maszyn bezpośrednio z infrastruktury VMware vSphere, pomiędzy hostami ESXi, włączając asynchroniczną replikacją ciągłą. Dodatkowo oprogramowanie musi mieć możliwość użycia plików kopii zapasowych jako źródła replikacji.
46	Oprogramowanie musi umożliwiać przechowywanie punktów przywracania dla replik
47	Oprogramowanie musi umożliwiać wykorzystanie istniejących w infrastrukturze wirtualnych maszyn jako źródła do dalszej replikacji (replica seeding)
48	Oprogramowanie musi posiadać takie same funkcjonalności replikacji dla Hyper-V
49	Oprogramowanie musi wykorzystywać wszystkie oferowane przez hypervisor tryby transportu (sieć, hot-add, LAN Free-SAN)
50	Oprogramowanie musi dawać możliwość tworzenia backupów ad-hoc z konsoli jak i z klienta webowego vSphere
51	Oprogramowanie musi przetwarzać wiele wirtualnych dysków jednocześnie (parallel processing)
52	Oprogramowanie musi umożliwiać uruchomienie wielu maszyn wirtualnych bezpośrednio ze zdeduplikowanego i skompresowanego pliku backupu, z dowolnego punktu przywracania, bez potrzeby kopiowania jej na storage produkcyjny. Funkcjonalność musi być oferowana niezależnie od rodzaju storage'u użytego do przechowywania kopii zapasowych. Dla środowiska vSphere powinien być wykorzystany wbudowany w oprogramowanie serwer NFS. Dla Hyper-V powinna być zapewniona taka sama funkcjonalność realizowana wewnętrznymi mechanizmami oprogramowania
53	Oprogramowanie musi pozwalać na migrację on-line tak uruchomionych maszyn na storage produkcyjny. Migracja powinna odbywać się mechanizmami wbudowanymi w

	hypervisor. Jeżeli licencja na hypervisor nie posiada takich funkcjonalności - oprogramowanie musi realizować taką migrację swoimi mechanizmami
54	Oprogramowanie musi umożliwiać pełne odtworzenie wirtualnej maszyny, plików konfiguracji i dysków
55	Oprogramowanie musi umożliwiać pełne odtworzenie wirtualnej maszyny bezpośrednio do Microsoft Azure, Microsoft Azure Stack oraz Amazon EC2.
56	Oprogramowanie musi umożliwić odtworzenie plików na maszynę operatora, lub na serwer produkcyjny bez potrzeby użycia agenta instalowanego wewnątrz wirtualnej maszyny. Funkcjonalność ta nie powinna być ograniczona wielkością i liczbą przywracanych plików
57	Oprogramowanie musi mieć możliwość odtworzenia plików bezpośrednio do maszyny wirtualnej poprzez sieć, przy pomocy VIX API dla platformy VMware i PowerShell Direct dla platformy Hyper-V.
58	Oprogramowanie musi wspierać odtwarzanie plików, co najmniej z następujących systemów plików: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linux: ext2, ext3, ext4, ReiserFS, JFS, XFS, Btrfs</li> <li>• BSD: UFS, UFS2</li> <li>• Solaris: ZFS, UFS</li> <li>• Mac: HFS, HFS+</li> <li>• Windows: NTFS, FAT, FAT32, ReFS</li> <li>• Novell OES: NSS</li> </ul>
59	Oprogramowanie musi wspierać przywracanie plików z partycji, co najmniej Linux LVM oraz Windows Storage Spaces.
60	Oprogramowanie musi umożliwiać szybkie granularne odtwarzanie obiektów aplikacji bez użycia jakiegokolwiek agenta zainstalowanego wewnątrz maszyny wirtualnej.
61	Oprogramowanie musi wspierać granularne odtwarzanie dowolnych obiektów i dowolnych atrybutów Active Directory włączając hasło, obiekty Group Policy, partycja konfiguracji AD, rekordy DNS zintegrowane z AD, Microsoft System Objects, certyfikaty CA oraz elementy AD Sites.
62	Oprogramowanie musi wspierać granularne odtwarzanie Microsoft Exchange 2010 i nowszych (dowolny obiekt w tym obiekty w folderze "Permanently Deleted Objects")
63	Oprogramowanie musi wspierać granularne odtwarzanie Microsoft SQL 2005 i nowsze włączając bazy danych z opcją odtwarzania point-in-time, tabele, schemat
64	Oprogramowanie musi wspierać granularne odtwarzanie Microsoft Sharepoint 2010 i nowsze. Opcja odtworzenia elementów, witryn, uprawnień.
65	Oprogramowanie musi wspierać granularne odtwarzanie baz danych Oracle z opcją odtwarzania point-in-time wraz z włączonym Oracle DataGuard. Funkcjonalność ta musi być dostępna dla baz uruchomionych w środowiskach Windows oraz Linux.
66	Funkcjonalność ta nie może wymagać pełnego odtworzenia wirtualnej maszyny ani jej uruchomienia.
67	Oprogramowanie musi posiadać natywną integrację dla backupów wykonywanych poprzez Oracle RMAN
68	Oprogramowanie musi posiadać natywną integrację dla backupów wykonywanych poprzez SAP HANA
69	Oprogramowanie musi indeksować pliki Windows i Linux w celu szybkiego wyszukiwania plików w plikach backupowych.
70	Oprogramowanie musi używać mechanizmów VSS wbudowanych w system operacyjny Microsoft Windows
71	Oprogramowanie musi pozwalać na odtworzenie maszyn wirtualnych z macierzowych snapshotów ze wspieranych macierzy.
72	Oprogramowanie musi wspierać także specyficzne metody odtwarzania w tym "reverse CBT" oraz odtwarzanie z wykorzystaniem sieci SAN
73	Oprogramowanie musi dawać możliwość stworzenia laboratorium (izolowane środowisko) dla vSphere i Hyper-V używając wirtualnych maszyn uruchamianych bezpośrednio z plików backupu. Dla VMware'a oprogramowanie musi pozwalać na uruchomienie takiego środowiska bezpośrednio ze snapshotów macierzowych stworzonych na wspieranych urządzeniach.
74	Oprogramowanie musi umożliwiać weryfikację odtwarzalności wielu wirtualnych maszyn jednocześnie z dowolnego backupu według własnego harmonogramu w izolowanym środowisku. Testy powinny uwzględniać możliwość uruchomienia dowolnego skryptu testującego również aplikację uruchomioną na wirtualnej maszynie. Testy muszą być przeprowadzone bez interakcji z administratorem



75	Oprogramowanie musi mieć podobne mechanizmy dla replik w środowisku vSphere
76	Oprogramowanie musi umożliwiać integrację z oprogramowaniem antywirusowym w celu wykonania skanu zawartości pliku backupowego przed odtworzeniem jakichkolwiek danych. Integracja musi być zapewniona minimalnie dla Windows Defender, Symantec Protection Engine oraz ESET NOD32.
77	Oprogramowanie musi umożliwiać dwuetapowe, automatyczne, odtwarzanie maszyn wirtualnych z możliwością wstrzyknięcia dowolnego skryptu przed odtworzeniem danych do środowiska produkcyjnego.
78	Zamawiający wymaga dostarczenia bezterminowych licencji pokrywających wszystkie niezbędne serwery, w tym co najmniej 1 rok dostępne aktualizacje.

## Zakres 4 Akceleratory GPU – 4 sztuki

Minimalne wymagania techniczne dla każdej sztuki:

Architektura GPU: Volta

Minimalna Liczba rdzeni: 640.

Minimalna Wydajność: od 7 TFLOPS do 112 TFLOPS.

Pamięć: minimum 32GB HMB2.

Przepustowość pamięci: minimum 32GB/sec.

Minimalna ilość złącz: PCI Express x16 3.0.

Max moc: 250W.

Chłodzenie: pasywne.

Obsługiwane technologie, co najmniej: CUDA, DirectCompute, OpenCL, OpenACC.

## Zakres 5 Macierz

1. Zamówienie dotyczy dostarczenia systemu pamięci masowej składającego się z pojedynczej macierzy. Za pojedynczą macierz nie uznaje się rozwiązania opartego o wiele macierzy dyskowych połączonych przełącznikami SAN lub tak zwanym wirtualizatorem w sieci SAN.
2. Oferowane urządzenie musi być rozwiązaniem kompletnym, pochodzącym od jednego producenta, dostępne w ofercie przed ukazaniem się niniejszego postępowania.
3. Macierze i ich elementy składowe zostaną zainstalowane w posiadanych przez Zamawiającego szafach zgodnych ze standardem typu Rack 19”.
4. Kompletna pojedyncza macierz (kontroler wraz z półkami dyskowymi, modułem zarządzającym jeśli taki występuje) nie może przekroczyć wysokości 2U.
5. Macierz dyskowa musi być wyposażona w co najmniej jedną parę redundantnych kontrolerów pracujących w trybie active-active.
6. Ze względu na wydajność i wielowątkowość pracy wymagane jest, aby każdy kontroler macierzy wyposażony był w co najmniej 6 rdzeniowy procesor.
7. Wymagane jest, aby każdy kontroler oferowanej macierzy dyskowej wyposażony był w co najmniej 64 GB pamięci cache.
8. Macierz dyskowa powinna posiadać funkcjonalność partycjonowania pamięci cache. Jeżeli funkcjonalność taka wymaga licencji to należy taką licencję dostarczyć. Licencja musi być bezterminowa.
9. Macierz musi być wyposażona w dwa redundantne zasilacze.
10. W przypadku awarii zasilania dane nie zapisane na dyskach, przechowywane w pamięci cache muszą być zabezpieczone metodą trwałego zapisu na dedykowany do tego celu dysk lub nieulotną pamięci podręczną.
11. Oferowana macierz dyskowa musi mieć możliwość obsługi połączeń do systemów klienckich o prędkościach i protokołach co najmniej:
  - a. 16Gbps FC,
  - b. 32Gbps FC,
  - c. 10Gbps iSCSI
12. Oferowana macierz musi być macierzą blokową i wykonywać operacje I/O na poziomie bloków danych. Nie dopuszcza się rozwiązania w którym blokowe wolumeny macierzy emulowane są w oparciu o wewnętrzny system plików proponowanego rozwiązania.
13. Oferowana macierz dyskowa musi być wyposażona w co najmniej 8 portów FC o prędkości

- 16Gbps FC oraz 4 porty iSCSI 10Gbps Base-T
14. Ze względu na możliwości wydajnościowe i wielowątkowość operacji kontrolery obsługujące dyski powinny być wyposażone w minimum 16 połączeń, co najmniej 12 Gbps SAS każde. Wszystkie połączenia powinny być aktywne.
  15. Macierz musi umożliwiać w przyszłości połączenie dwóch macierzy w klastr, w którym obydwie macierze służą do jednoczesnego odczytu i zapisu danych dla każdego z wolumenów (klastr typu active-active), bez konieczności zakupu dodatkowych urządzeń. Wolumen logiczny dla takiego klastra powinien mieć swoją prezentację na obydwu macierzach. Jeżeli taka funkcjonalność jest dodatkowo licencjonowana, nie wymaga się dostarczenia takiej licencji w niniejszym postępowaniu.
  16. Wymagane jest, aby macierz dyskowa wspierała różne poziomy zabezpieczeń RAID w tym, co najmniej RAID 1, RAID-5, RAID-6.
  17. Macierz musi umożliwiać rozbudowę do co najmniej 192 dysków.
  18. Macierz musi być skalowalna do co najmniej 2,8PB przestrzeni na wewnętrznych dyskach. Poprzez rozbudowę rozumie się dołączenie do macierzy dyskowej kolejnych półek dyskowych producenta macierzy. Wymaga się dostarczenia licencji na pełną wartość obsługiwaną przestrzeni dyskowej. Licencja musi być bezterminowa.
  19. Oferowana macierz powinna posiadać możliwość zdefiniowania i udostępnienia serwerom co najmniej 16 tysięcy wolumenów logicznych bez konieczności dokupienia i instalacji dodatkowych licencji.
  20. Macierz dyskowa powinna umożliwiać utworzenie wolumenu logicznego o rozmiarze co najmniej 60TB.
  21. Macierz powinna posiadać możliwość definiowania wirtualnych wolumenów logicznych, których pojemność może być większa od rzeczywistej przestrzeni dyskowej skonfigurowanej w obrębie puli dysków twardych („thin provisioning”). Funkcjonalność „thin provisioning” powinna być dostarczona wraz z oferowaną macierzą z licencją na nieograniczoną pojemność dyskową. Licencja musi być bezterminowa. Umożliwiać wystawienie cienkich wolumenów o łącznej pojemności 4.4 PB
  22. Przestrzeń proponowanej macierzy dyskowej musi być zbudowana z 8 dysków 3.8TB SSD oraz 24 dysków 2.4TB 10K SAS.
  23. Macierz musi obsługiwać rozkładanie danych w oparciu o architekturę trzy poziomowego tieringu. Tiering danych musi mieć możliwość zbudowania puli dyskowej w oparciu o warstwy dysków: flash/SSD, SAS, NL-SAS. Jeżeli ta funkcjonalność wymaga licencji to należy ją dostarczyć na pełną przestrzeń wewnętrzną obsługiwaną przez macierz. Licencje musi być bezterminowa.
  24. Tiering danych musi być zaimplementowany w kontrolerach macierzy dyskowej i musi posiadać możliwość dynamicznego i automatycznego relokowania fragmentów wolumenów logicznych pomiędzy co najmniej dwoma różnymi klasami pamięci masowej („auto tiering”). Administrator musi mieć możliwość wyboru polityki definiującej warstwę, na którą zapisywane są dane w pierwszej kolejności. Dane z warstwy niższej powinny być promowane do warstwy zbudowanej w oparciu o dyski flash/SSD w sposób natychmiastowy, bez konieczności oczekiwania na zakończenie cyklu monitorowania. Funkcjonalność ta powinna być dostarczona wraz z oferowaną macierzą z licencją na nieograniczoną pojemność dyskową. Jeżeli ta funkcjonalność wymaga licencji to należy ją dostarczyć na pełną przestrzeń wewnętrzną obsługiwaną przez macierz. Licencja musi być bezterminowa.
  25. Macierz powinna posiadać możliwość wykonywania pełnych kopii typu klon i pozwalać na:
    - a. wykonywanie co najmniej 3 kopii pełnych dla pojedynczego wolumenu źródłowego.
    - b. re-synchronizację danych pomiędzy wolumenami źródłowym i kopią. Podczas wykonywania re-synchronizacji pomiędzy wolumenami kopiowane powinny być tylko dane różnicowe.
    - c. funkcjonalność ta powinna być dostarczona z licencją na nieograniczoną pojemność dyskową oraz nieograniczoną ilość wolumenów. Licencje musi być bezterminowa.
  26. Macierz powinna posiadać możliwość wykonywania migawek (snapshot), co najmniej 500 per wolumen, które mogą być montowane do dowolnego hosta w trybie zapis/odczyt.
  27. Macierz powinna posiadać możliwość migracji całych wolumenów zarówno pomiędzy różnymi dyskami wewnątrz macierzy. Migracja powinna odbywać się w sposób przeźroczysty dla aplikacji (online). Funkcjonalność ta powinna być dostarczona wraz z oferowaną macierzą z licencją na nieograniczoną pojemność dyskową. Licencja musi być bezterminowa.
  28. Macierz powinna umożliwiać konfigurację replikacji synchronicznej i asynchronicznej. Jeżeli taka funkcjonalność jest dodatkowo licencjonowana, nie wymaga się dostarczenia takiej licencji w niniejszym postępowaniu
  29. Macierze powinny posiadać oprogramowanie do zarządzania, pozwalające na co najmniej:
    - a. Tworzenie i nazywanie wolumenów logicznych LUN
    - b. Mapowanie wolumenów logicznych do serwerów
    - c. Monitorowanie wykorzystywanej przestrzeni, efektywnej i surowej (RAW) macierzy
    - d. Tworzenie raportów z konfiguracji macierzy dyskowej
    - e. Zarządzanie macierzą za pomocą CLI i możliwości tworzenia skryptów

- z wykorzystaniem komend
  - f. Zarządzanie wieloma macierzami jednego producenta z jednej konsoli graficznej
  - g. Analitykę wydajności
30. Należy dostarczyć oprogramowanie pozwalające na całodobowe monitorowanie stanu macierzy i automatyczne informowanie administratorów Zamawiającego o wystąpieniu ewentualnej awarii macierzy. Jeżeli ta funkcjonalność wymaga licencji to należy ją dostarczyć. Licencja musi być bezterminowa.
  31. Należy dostarczyć odpowiednią ilość kabli FC i zasilających do macierzy .
  32. Wymagany jest okres 12 miesięcy gwarancji. Uszkodzone dyski pozostają własnością Zamawiającego.

## 6. Elementy aktywne infrastruktury sieciowej

### Zakres 6.1

#### Przełącznik – 1 sztuka

1. Typ i liczba portów: 24 porty 10/100/1000BaseT RJ-45 + uplink 4x1G SFP
2. Porty SFP możliwe do obsadzenia szerokim wachlarzem wkładek zależnie od potrzeb:
  - 2.1. Porty SFP – wkładki Gigabit Ethernet – w tym 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX/LH, 1000Base-EX, 1000Base-ZX, 1000Base-BX-D/U
3. Możliwość stackowania przełączników z zapewnieniem następujących funkcjonalności:
  - 3.1. Przepustowość w ramach stosu - 80Gb/s
  - 3.2. minimum 8 urządzeń w stosie
  - 3.3. Zarządzanie poprzez jeden adres IP
  - 3.4. Możliwość tworzenia połączeń cross-stack Link Aggregation (czyli dla portów należących do różnych jednostek w stosie) zgodnie z IEEE 802.3ad
4. Zasilanie i chłodzenie
  - 4.1. Możliwość instalacji zasilacza redundantnego AC 230V. Zasilacze wymienne (możliwość instalacji/wymiany „na gorąco” – ang. hot swap)
  - 4.3. Redundantne wentylatory
5. Parametry wydajnościowe:
  - 5.1. Szybkość przełączania zapewniająca pracę z pełną wydajnością wszystkich interfejsów – również dla pakietów 64-bajtowych (przełącznik line-rate)
  - 5.2. Bufor pakietów – 6MB
  - 5.3. Pamięć DRAM – 2GB
  - 5.4. Pamięć flash – 4GB
  - 5.5. Obsługa
    - 5.5.1. Obsługa 4096 identyfikatorów VLAN
    - 5.5.2. 16.000 adresów MAC
    - 5.5.3. 3.000 tras IPv4
    - 5.5.4. 1.500 tras IPv6
6. Obsługa protokołu NTP
7. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping
8. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci:
  - 8.1. IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree
  - 8.2. Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+)
  - 8.3. IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree
  - 8.4. Obsługa 64 instancji protokołu STP
9. Obsługa protokołu LLDP i LLDP-MED.
10. Funkcjonalność Layer 2 traceroute umożliwiająca śledzenie fizycznej trasy pakietu o zadanym źródłowym i docelowym adresie MAC
11. Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiającej odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego
12. Możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP
13. Mechanizmy związane z bezpieczeństwem sieci:
  - 13.1. Wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę. Przełącznik umożliwia zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzą serwera autoryzacji (privilege-level)
  - 13.2. Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN
  - 13.3. Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL
  - 13.4. Obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiająca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci dla użytkowników bez suplikanta 802.1X
  - 13.5. Możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC

- 13.6. Możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal www dla klientów bez suplikanta 802.1X
- 13.7. Możliwość uwierzytelniania wielu użytkowników na jednym porcie oraz możliwość jednoczesnego uwierzytelniania na porcie telefonu IP i komputera PC podłączonego za telefonem
- 13.8. Możliwość obsługi żądań Change of Authorization (CoA) zgodnie z RFC 5176
- 13.9. 1500 wpisów dla list kontroli dostępu (Security ACE)
- 13.10. Funkcjonalność flexible authentication (możliwość wyboru kolejności uwierzytelniania – 802.1X/uwierzytelnianie w oparciu o MAC adres/uwierzytelnianie w oparciu o portal www)
- 13.11. Obsługa funkcji Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection i IP Source Guard
- 13.12. Zapewnienie podstawowych mechanizmów bezpieczeństwa IPv6 na brzegu sieci (IPv6 FHS) – w tym minimum ochronę przed rozgłaszaniem fałszywych komunikatów Router Advertisement (RA Guard) i ochronę przed dołączeniem nieuprawnionych serwerów DHCPv6 do sieci (DHCPv6 Guard)
- 13.13. Możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+
- 13.14. Obsługa list kontroli dostępu (ACL), możliwość konfiguracji tzw. czasowych list ACL (aktywnych w określonych godzinach i dniach tygodnia)
- 13.15. Możliwość szyfrowania ruchu zgodnie z IEEE 802.1AE (MACSec) dla wszystkich portów przełącznika (dla połączeń switch-switch oraz switch-host)
- 13.16. Wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing)
- 13.17. Funkcja Private VLAN
14. Technologie umożliwiające zapewnienie autentyczności sprzętu i oprogramowania
  - 14.1 Trust Anchor Module - odporne na manipulację, zabezpieczone kryptograficznie, jednoukładowe rozwiązanie zapewniające autentyczność sprzętu w celu jednoznacznej identyfikacji produktu – daje pewność, że produkt jest oryginalny
  - 14.2 Secure Boot – zabezpiecza proces sekwencji startowej zapewniając, że mamy niezmienny sprzęt oraz zapewniając warstwową ochronę przed próbą załadowania nielegalnego/zmodyfikowanego oprogramowania systemowego
  - 14.3 Image signing - obrazy podpisane kryptograficznie zapewniają, że oprogramowanie systemowe (firmware), BIOS i inne oprogramowanie są autentyczne i niezmodyfikowane. Podczas uruchamiania systemu sygnatury oprogramowania są sprawdzane pod kątem integralności.
15. Mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
  - 15.1. Implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi
  - 15.2. Implementacja algorytmu Shaped Round Robin dla obsługi kolejek
  - 15.3. Możliwość obsługi jednej z powyżej wspomnianych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority)
  - 15.4. Klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP
  - 15.5. Możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting)
  - 15.6. Kontrola szturmów dla ruchu broadcast/multicast/unicast
  - 15.7. Możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP
16. Obsługa protokołów routingu:
  - 16.1. Routing statyczny dla IPv4 i IPv6
  - 16.2. Routing dynamiczny – RIP, OSPF (do 1000 tras)
  - 16.3. Policy-based routing (PBR)
  - 16.4. Obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP)
17. Przełącznik umożliwia lokalną i zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego – mechanizmy SPAN, RSPAN
18. Przełącznik posiada wzorce konfiguracji portów zawierające prekonfigurowane ustawienia rekomendowane zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, kamera itp.)
19. Możliwość uruchamiania skryptów Python poprzez Embedded Event Manager
20. Zarządzanie
  - 20.1. Port konsoli
  - 20.2. Dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band
  - 20.3. Plik konfiguracyjny urządzenia możliwy do edycji w trybie off-line (możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej możliwość uruchomienia urządzenia z nową konfiguracją

- 20.4. Obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, https, syslog – z wykorzystaniem protokołów IPv4 i IPv6
- 20.5. Możliwość konfiguracji za pomocą protokołu NETCONF (RFC 6241) i modelowania YANGa (RFC 6020) oraz eksportowania zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów
- 20.6. Przełącznik posiada diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych
- 20.7. Przełącznik posiada wbudowany tag RFID w celu łatwiejszego zarządzania infrastrukturą
- 20.8. Port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB
- 21. Możliwość montażu w szafie rack 19". Wysokość urządzenia 1 RU
- 22. Możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (bez samplowania) ze wsparciem sprzętowym - NetFlow – obsługa 16.000 strumieni
- 23. Wbudowany analizator pakietów
- 24. Możliwość tworzenia skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie

#### Ukompletowanie urządzenia

- 25. Wyposażenie urządzenia
  - 25.1. Zasilacz redundantny o parametrach identycznych jak zasilacz podstawowy
  - 25.2. Moduły SFP w ilości 2 sztuki. Moduły SFP od producenta przełącznika celem uniknięcia problemów z kompatybilnością i serwisowaniem urządzenia
  - 25.3. Moduł do łączenia urządzeń w stos wraz z odpowiednim do tego celu okablowaniem o długości ok 50 cm.
- 26. Gwarancja: minimum 12 miesięcy

## Zakres 6.2

### Przełączniki – 2 sztuki

#### Wymagania funkcjonalne:

1. Przełącznik posiada:
  - 1.1. 48 portów 100M/1/10/G BASE-T bezpośrednio w obudowie przełącznika lub na karcie liniowej przełącznika modularnego
  - 1.2. 6 portów definiowanych za pomocą wkładek QSFP, bezpośrednio w obudowie przełącznika lub na karcie liniowej, przy czym każdy z tych portów QSFP posiada możliwość pracy zarówno w trybie 40Gbps oraz w trybie 100Gbps
  - 1.3. Zamawiający dopuszcza aby aktywne były minimum 24 porty 100M/1/10/G BASE-T oraz 6 portów 40/100 Gbps QSFP, a pozostałe porty były odblokowywane za pomocą licencji.
2. Parametry wydajnościowe:
  - 2.1. Prędkość przełączania „wirespeed” dla każdego portu przełącznika
  - 2.2. Urządzenie sprzętowo przełącza pakiety w warstwie L2 i L3
  - 2.3. Obsługiwana łączna przepływność (pasmo) min. 2 Tbps
  - 2.4. Obsługiwana łączna przepustowość pakietowa przełącznika min. 800 mpps
  - 2.5. Opóźnienie przełączania pakietów nie większe niż 2,5  $\mu$ s
3. Przełącznik posiada następującą funkcjonalność warstwy L2:
  - 3.1. Trunking IEEE 802.1Q VLAN;
  - 3.2. Wsparcie dla min. 3000 sieci VLAN;
  - 3.3. Funkcjonalność izolowania portów znajdujących się w tym samym VLAN
  - 3.4. Wsparcie sprzętowe dla minimum 250 tysięcy adresów MAC
  - 3.5. IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree (RST)
  - 3.6. IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MST)
  - 3.7. Wsparcie sprzętowe dla tunelowania QinQ
  - 3.8. Statyczny i dynamiczny NAT
  - 3.9. Zabezpieczenie przeciwko incydentom w topologii Spanning Tree
  - 3.10. Internet Group Management Protocol (IGMP) Versions 2, 3;
  - 3.11. Terminowanie pojedynczej wiązki EtherChannel na 2 niezależnych przełącznikach
  - 3.12. Link Aggregation Control Protocol (LACP): IEEE 802.3ad z możliwością zgrupowania minimum 32 interfejsów fizycznych w wiązkę
  - 3.13. Ramki Jumbo dla wszystkich portów (minimum 9216 bajtów);
4. Przełącznik posiada następującą funkcjonalność warstwy L3

- 4.1. Sprzętowe przełączanie pakietów w warstwie L3
- 4.2. Routing w oparciu o trasy statyczne
- 4.3. Routing w oparciu o OSPF, BGP, ISIS dla protokołów IPv4 oraz IPv6.
- 4.4. Policy Based Routing (PBR) dla IPv4 i IPv6
- 4.5. Możliwość uruchomienia sprzętowego load balancera dla protokołów IPv4 i IPv6 ze wsparciem dla tworzenia grup serwerów i adresów VIP, próbkowania serwerów, wyboru ruchu na podstawie protokołu/portu L4 i poprzez filtra ACL
- 4.6. VRRP v3
- 4.7. Wsparcie dla BFDv6 (Bidirectional Forwarding Protocol)
- 4.8. Wsparcie sprzętowe dla minimum 768 tysięcy prefixów LPM/ wpisów hosta w tablicy routingu IP
- 4.9. Wsparcie dla IPv4 multicast w oparciu o protokół PIMv2 Sparse Mode I tryb SSM (Source Specific Multicast)
- 4.10. Wsparcie dla IGMPv3 oraz MSDP
- 4.11. Wsparcie sprzętowe dla minimum 32,000 tras multicastowych
- 4.12. Wsparcie dla minimum 1000 instancji VRF wraz z funkcjonalnością importu/eksportu tras (route leaking)
- 4.13. Wybór do 64 jednoczesnych ścieżek o równej metryce (ECMP)
- 4.14. Minimum 1000 wejściowych oraz 1000 wyjściowych wpisów dla ACL - access control list
- 4.15. Jeśli funkcjonalność opisana powyżej w pkt 4. wymaga dostarczenia dodatkowej licencji to jest ona wymagana na tym etapie. Licencja musi być bezterminowa.
5. Przełącznik posiada możliwość dołączania zewnętrznych, wyniesionych modułów lub przełączników GigabitEthernet oraz 10 GigabitEthernet. Dołączenie modułów lub przełączników nie jest realizowane z wykorzystaniem mechanizmów L2 (Spanning Tree) ani L3, a jedynie w ramach domeny fizycznej bądź stosu urządzeń. Porty modułu wyniesionego są udostępniane do zarządzania i monitorowania z poziomu przełącznika macierzystego.
6. Przełącznik posiada sprzętowe wsparcie dla szyfrowania portów Ethernet z wykorzystaniem technologii MacSec IEEE 802.1ad i z wykorzystaniem klucza 256 bit. Jeśli funkcjonalność ta wymaga dostarczenia dodatkowej licencji to nie jest ona wymagana na tym etapie.
7. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z z funkcjonalnością VXLAN:
  - 7.1. Obsługa co najmniej 256 sprzętowych VTEP (VXLAN Tunnel Endpoint)
  - 7.2. Sprzętowy VXLAN Bridging (VXLAN/VLAN Gateway)
  - 7.3. Obsługa ruchu rozgłoszeniowego (multicast, broadcast, unknown unicast) z mapowaniem VXLAN do IP Multicast Group i wykorzystaniem funkcjonalności PIM Anycast RP
  - 7.4. Obsługa ruchu rozgłoszeniowego (multicast, broadcast, unknown) poprzez statyczną replikację (bez konieczności wykorzystania IP Multicast)
  - 7.5. Implementacja VXLAN BGP EVPN (Ethernet VPN) z dystrybucją informacji o adresach MAC i adresach IP poprzez MP-BGP i ograniczeniem ruchu ARP (Address Resolution Protocol)
  - 7.6. Obsługa routingu między VXLAN-ami (VXLAN Routing) z wykorzystaniem BGP EVPN oraz funkcjonalności Anycast Gateway (obsługą danego SVI na wszystkich VTEP w domenie VXLAN).
  - 7.7. Jeśli funkcjonalność opisana powyżej w pkt 7. wymaga dostarczenia dodatkowej licencji to nie jest ona wymagana na tym etapie
8. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
  - 8.1. Layer 2 IEEE 802.1p (CoS);
  - 8.2. Klasyfikacja QoS w oparciu o listy (ACL (Access control list) – w warstwach 2, 3, 4;
  - 8.3. Kolejowanie na wyjściu w oparciu o CoS 802.1p;
  - 8.4. Bezwzględne (strict-priority) kolejowanie na wyjściu;
  - 8.5. Kolejowanie WRR (Weighted Round-Robin) na wyjściu lub mechanizm odpowiadający
  - 8.6. Ograniczanie ruchu (policing) do zadanej przepływności na interfejsach wejściowych i wyjściowych
  - 8.7. Dopasowywanie (shaping) ruchu do zadanej przepływności na interfejsach wyjściowych
  - 8.8. Protokół PFC (Priority Flow Control) IEEE 802.1Qbb
9. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem bezpieczeństwa w sieci:
  - 9.1. Wejściowe ACL (standardowe oraz rozszerzone);
  - 9.2. Standardowe oraz rozszerzone ACL dla warstwy 2 w oparciu o: adresy MAC adresy, typ protokołu;

- 9.3. Standardowe oraz rozszerzone ACL dla warstw 3 oraz 4 w oparciu o: IPv4 i IPv6, Internet Control Message Protocol (ICMP), TCP, User Datagram Protocol (UDP);
- 9.4. ACL oparte o VLAN-y (VACL);
- 9.5. ACL oparte o porty (PACL);
- 9.6. DHCP Snooping
- 9.7. ARP Inspection
- 9.8. IP Source Guard
- 9.9. Prewencja niekontrolowanego wzrostu ilości ruchu (storm control), dla ruchu unicast, multicast, broadcast
10. Funkcjonalności dla obszaru zarządzania i zabezpieczenia przełącznika:
  - 10.1. Port zarządzający 100/1000 Mbps;
  - 10.2. Port konsoli CLI;
  - 10.3. Zarządzanie In-band;
  - 10.4. SSHv2;
  - 10.5. Authentication, authorization, and accounting (AAA);
  - 10.6. RADIUS;
  - 10.7. TACACS+
  - 10.8. Syslog;
  - 10.9. SNMP v1, v2, v3;
  - 10.10. RMON (przynajmniej grupy Events, Alarms)
  - 10.11. sFlow lub netFlow
  - 10.12. IEEE 802.1ab LLDP
  - 10.13. 802.1x i dynamiczny przydział VLAN do portu
  - 10.14. Możliwość zachowania stanu (checkpoint) i powrotu do poprzedniej konfiguracji (rollback)
  - 10.15. Role-Based Access Control RBAC;
  - 10.16. Ograniczanie ruchu kierowanego do warstwy sterowania (control plane policing)
  - 10.17. Kopiowanie ruchu ze źródłowych fizycznych portów Ethernet, wiązek PortChannel, sieci VLAN, na interfejs docelowy za pośrednictwem specjalnego mechanizmu (mirror)
  - 10.18. Network Time Protocol (NTP);
  - 10.19. Precision Time Protocol IEEE 1588
  - 10.20. Diagnostyka procesu BOOT;
  - 10.21. Ping
  - 10.22. Traceroute
11. Narzędzia programowania i zarządzania przełącznikiem:
  - 11.1. Interpreter Python z możliwością lokalnego uruchamiania skryptów na przełączniku i konfiguracji przełącznika poprzez API
  - 11.2. Wbudowana powłoka bash do zarządzania systemem Linux przełącznika
  - 11.3. Wsparcie dla kontenera LXC (Linux Container) wraz z możliwością instalowania na nim zewnętrznych aplikacji 32 i 64 bitowych, niezależnie od systemu operacyjnego przełącznika. Kontener posiada możliwość wykorzystywania portów fizycznych przełącznika.
  - 11.4. Wsparcie dla kontenerów Docker wraz z możliwością instalowania na nim zewnętrznych aplikacji 32 i 64 bitowych
  - 11.5. Interfejs programistyczny REST API wraz z upublicznonym SDK
  - 11.6. Możliwość zainstalowania klienta Chef
  - 11.7. Możliwość zainstalowania agenta Puppet
  - 11.8. Wsparcie dla NETCONF i zarządzania poprzez XML
  - 11.9. Wsparcie dla OpenStack Neutron plugin
12. Przełącznik musi być wyposażony w:
  - 12.1. 1 szt. Kabel Twinax 100GE QSFP+ o długości 3 m
  - 12.2. 2 szt. Wkładki 40 Gbps QSFP BiDi typu SR
13. Przełącznik musi być wyposażony w 2 zasilacze zmiennoprądowe pracujące w konfiguracji redundantnej oraz wentylatory w konfiguracji zapewniającej wyrzut powietrza od strony portów liniowych.
14. Obudowa o rozmiarach maksymalnie 1RU (rack unit), przeznaczona do montażu w szafie rackowej 19", w wypadku zastosowania przełącznika modularnego dopuszcza się większy rozmiar urządzenia
15. Gwarancja: minimum 12 miesięcy

## Zakres 6.3

### Przełączniki – 9 sztuk

1. Typ i liczba portów: 24 porty 10/100/1000BaseT RJ-45
2. Slot na moduł rozszerzeń (możliwość instalacji/wymiany „na gorąco” – ang. hot swap) z możliwością obsadzenia modułami (zależnie od potrzeb):
  - 2.1. 4x1G SFP
  - 2.2. 8x1/10G SFP/SFP+
  - 2.3. 2x40G QSFP
  - 2.4. 2x25G SFP28
  - 2.5. 4x100M/1G/2.5G/5G/10GBaseT RJ-45
3. Porty SFP/SFP+/SFP28/QSFP możliwe do obsadzenia następującymi rodzajami wkładek:
  - 3.1. Porty SFP:
    - 3.1.1. Gigabit Ethernet 1000Base-T,
    - 3.1.2. Gigabit Ethernet 1000Base-SX,
    - 3.1.3. Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH,
    - 3.1.4. Gigabit Ethernet 1000Base-EX,
    - 3.1.5. Gigabit Ethernet 1000Base-ZX,
    - 3.1.6. Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U
  - 3.2. Porty SFP/SFP+:
    - 3.2.1. Gigabit Ethernet 1000Base-T,
    - 3.2.2. Gigabit Ethernet 1000Base-SX,
    - 3.2.3. Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH,
    - 3.2.4. Gigabit Ethernet 1000Base-EX,
    - 3.2.5. Gigabit Ethernet 1000Base-ZX,
    - 3.2.6. Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U,
    - 3.2.7. 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR,
    - 3.2.8. 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,
    - 3.2.9. 10Gigabit Ethernet 10GBase-LRM,
    - 3.2.10. 10Gigabit Ethernet 10GBase-ER,
    - 3.2.11. 10Gigabit Ethernet 10GBase-ZR,
    - 3.2.12. 10Gigabit Ethernet 10GBase-BX-D/U,
    - 3.2.13. 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+)
  - 3.3. Porty SFP/SFP+/SFP28:
    - 3.3.1. Gigabit Ethernet 1000Base-T,
    - 3.3.2. Gigabit Ethernet 1000Base-SX,
    - 3.3.3. Gigabit Ethernet 1000Base-LX/LH,
    - 3.3.4. Gigabit Ethernet 1000Base-EX,
    - 3.3.5. Gigabit Ethernet 1000Base-ZX,
    - 3.3.6. Gigabit Ethernet 1000Base-BX-D/U,
    - 3.3.7. 10Gigabit Ethernet 10GBase-SR,
    - 3.3.8. 10Gigabit Ethernet 10GBase-LR,
    - 3.3.9. 10Gigabit Ethernet 10GBase-ER,
    - 3.3.10. 10Gigabit Ethernet 10GBase-ZR,
    - 3.3.11. 10Gigabit Ethernet 10GBase-BX-D/U,
    - 3.3.12. 10Gigabit Ethernet typu twinax (SFP+ - SFP+)
    - 3.3.13. 25Gigabit Ethernet 25GBASE-SR,
    - 3.3.14. 25Gigabit Ethernet typu twinax (SFP28 – SFP28)
    - 3.3.15. 10/25Gigabit Ethernet 10/25GBASE-CSR (MMF)
    - 3.3.16. 10/25Gigabit Ethernet 10/25GBASE-LR (SMF)
  - 3.4. Porty QSFP:
    - 3.4.1. 40G-SR4,
    - 3.4.2. 40G-LR4,
    - 3.4.3. 40G-ER4,
    - 3.4.4. 40G-SR-BD,
  - 3.5. Adapter 40G QSFP->10G SFP+
  - 3.6. Kable twinax
4. Możliwość stackowania przełączników z zapewnieniem następujących funkcjonalności:
  - 4.1. Przepustowość w ramach stosu - 480Gb/s,
  - 4.2. 8 urządzeń w stosie,
  - 4.3. Zarządzanie poprzez jeden adres IP,
  - 4.4. Możliwość tworzenia połączeń cross-stack Link Aggregation (czyli dla portów należących do różnych jednostek w stosie) zgodnie z IEEE 802.3ad,



- 4.5. Wsparcie dla mechanizmu Stateful Switchover (SSO) dla urządzeń połączonych w stos, który polega na ustanowieniu jednego z urządzeń w stosie jako urządzenia aktywnego (active), a drugiego jako urządzenia zapasowego (standby) wraz z pełną synchronizacją informacji pomiędzy tymi urządzeniami w celu zminimalizowania przerwy podczas przełączania ruchu (dla protokołów warstwy 2),
- 4.6. Możliwość współdzielenia mocy zasilacza (grupa do 4 urządzeń w stosie) tzn. zasilacze stanowią zasób wspólny dla grupy przełączników (redundancja zasilania bez konieczności instalacji zasilaczy zapasowych w każdym przełączniku, możliwość „pożyczania” mocy dla innych jednostek w stosie, w tym dla przełączników wymagających większej mocy dla PoE, jeśli takie są zainstalowane w stosie),
5. Zasilanie i chłodzenie:
  - 5.1. Redundantne i wymienne moduły wentylatorów,
  - 5.2. Możliwość instalacji zasilacza redundantnego AC 230V. Zasilacze wymienne (możliwość instalacji/wymiany „na gorąco” – ang. hot swap),
  - 5.3. Przełącznik wspiera IEEE 802.3az EEE (redukcja zużycia energii dla portów w stanie bezczynności),
6. Parametry wydajnościowe:
  - 6.1. Szybkość przełączania zapewniająca pracę z pełną wydajnością wszystkich interfejsów - również dla pakietów 64-bajtowych (przełącznik line-rate):
    - 6.1.1. Przepustowość przełącznika (switching capacity): 208 Gb/s (bez podłączenia do stosu), 688 Gb/s (z podłączeniem do stosu)
    - 6.1.2. Prędkość przesyłania (forwarding rate): 154.76 Mpps (bez podłączenia do stosu), 511.90 Mpps (z podłączeniem do stosu)
  - 6.2. Bufor pakietów – 16MB
  - 6.3. Pamięć DRAM – 8GB
  - 6.4. Pamięć flash – 16GB
  - 6.5. Obsługa:
    - 6.5.1. 1000 aktywnych sieci VLAN
    - 6.5.2. 32000 adresów MAC
    - 6.5.3. 8000 tras IPv4
    - 6.5.4. 4000 tras IPv6
    - 6.5.5. Ilość wpisów w listach kontroli dostępu Security ACL – 5000
    - 6.5.6. Ilość wpisów w listach kontroli dostępu QoS ACL – 5000
    - 6.5.7. 1000 interfejsów SVI L3
    - 6.5.8. 128 interfejsów L3
    - 6.5.9. Jumbo frame 9198B
    - 6.5.10. 128 połączeń zagregowanych typu „port channel”
    - 6.5.11. 16 linków w ramach jednego połączenia zagregowanego typu „port channel”  
LACP
7. Obsługa protokołu NTP
8. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping
9. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci:
  - 9.1. IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree
  - 9.2. Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+)
  - 9.3. IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree
  - 9.4. Obsługa 128 instancji protokołu STP
10. Obsługa protokołu LLDP (IEEE 802.1ab) i LLDP-MED
11. Funkcjonalność Layer 2 traceroute umożliwiająca śledzenie fizycznej trasy pakietu o zadanym źródłowym i docelowym adresie MAC
12. Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiającej odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego
13. Możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP
14. Mechanizmy związane z bezpieczeństwem sieci:
  - 14.1. Wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę. Przełącznik umożliwia zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzią serwera autoryzacji (privilege-level),
  - 14.2. Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN,
  - 14.3. Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL,
  - 14.4. Obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiająca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci

- dla użytkowników bez suplikanta 802.1X,
- 14.5. Możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC,
- 14.6. Możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal WWW dla klientów bez suplikanta 802.1X,
- 14.7. Możliwość uwierzytelniania wielu użytkowników na jednym porcie oraz możliwość jednoczesnego uwierzytelniania na porcie telefonu IP i komputera PC podłączonego za telefonem,
- 14.8. Możliwość obsługi żądań Change of Authorization (CoA) zgodnie z RFC 5176,
- 14.9. Funkcjonalność flexible authentication (możliwość wyboru kolejności uwierzytelniania – 802.1X/uwierzytelnianie w oparciu o MAC adres/uwierzytelnianie w oparciu o portal WWW),
- 14.10. Obsługa funkcji Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection i IP Source Guard,
- 14.11. Zapewnienie podstawowych mechanizmów bezpieczeństwa IPv6 na brzegu sieci (IPv6 FHS) – w tym minimum ochronę przed rozgłaszaniem fałszywych komunikatów Router Advertisement (RA Guard) i ochronę przed dołączeniem nieuprawnionych serwerów DHCPv6 do sieci (DHCPv6 Guard),
- 14.12. Możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+,
- 14.13. Obsługa list kontroli dostępu (ACL) następujących typów:
  - 14.1.1. Port ACL umożliwiające kontrolę ruchu wchodzącego (inbound) na poziomie portów L2 przełącznika,
  - 14.1.2. VLAN ACL umożliwiające kontrolę ruchu pomiędzy stacjami znajdującymi się w tej samej sieci VLAN w obrębie przełącznika,
  - 14.1.3. Routed ACL umożliwiające kontrolę ruchu routowanego pomiędzy sieciami VLAN,
  - 14.1.4. Możliwość konfiguracji tzw. czasowych list ACL (aktywnych w określonych godzinach i dniach tygodnia);
- 14.14. Możliwość szyfrowania ruchu zgodnie z IEEE 802.1ae (MACSec) dla wszystkich portów przełącznika (dla połączeń switch-switch) kluczami o długości 128-bitów (gcm-aes-128),
- 14.15. Wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing),
- 14.16. Funkcja Private VLAN;
- 15. Obsługa mechanizmów zapewniających autentyczność uruchamianego oprogramowania oraz hardware urządzenia w tym:
  - 15.1. Sprawdzanie autentyczności oprogramowania (w tym firmware, BIOS i system operacyjny urządzenia) przed uruchomieniem urządzenia,
  - 15.2. Bezpieczna sekwencja uruchamiania,
  - 15.3. Sprzętowy układ umożliwiający sprawdzenie autentyczności urządzenia.
- 16. Mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
  - 16.1. Implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi,
  - 16.2. Implementacja algorytmu Shaped Round Robin dla obsługi kolejek,
  - 16.3. Możliwość obsługi jednej z powyżej wspomnianych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority),
  - 16.4. Klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP,
  - 16.5. Możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting),
  - 16.6. Kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast,
  - 16.7. Możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP;
- 17. Obsługa protokołów i mechanizmów routingu:
  - 17.1. Routing statyczny dla IPv4 i IPv6,
  - 17.2. Routing dynamiczny – RIP, OSPF do 1000 routes Stub do 1000 routes
  - 17.3. Policy-based routing (PBR),
  - 17.4. Obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP) z obsługą 256 grup,
  - 17.5. Obsługa 10 tuneli GRE (Generic Routing Encapsulation);

18. Przełącznik umożliwia lokalną i zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego – mechanizmy SPAN, RSPAN,
19. Przełącznik posiada wzorce konfiguracji portów zawierające prekonfigurowane ustawienia rekomendowane zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, kamera itp.),
20. Funkcjonalność sondy IP SLA Responder,
21. Funkcjonalność Time Domain Reflectometer (TDR) umożliwiająca wykonanie testu kabla UTP podłączonego do portu miedzianego GigabitEthernet (1Gb/s) oraz wykrycie uszkodzonej pary,
22. Zarządzanie
  - 22.1. Port konsoli,
  - 22.2. Dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band,
  - 22.3. Plik konfiguracyjny urządzenia możliwy do edycji w trybie off-line (możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej możliwość uruchomienia urządzenia z nową konfiguracją,
  - 22.4. Obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, sftp (SSH File Transfer Protocol), https, syslog,
  - 22.5. Możliwość konfiguracji za pomocą protokołu NETCONF (RFC 6241) i modelowania YANGa (RFC 6020) oraz eksportowania zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów,
  - 22.6. Wsparcie dla protokołu RESTCONF,
  - 22.7. Przełącznik posiada diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych,
  - 22.8. Przełącznik posiada wbudowany tag RFID w celu łatwiejszego zarządzania infrastrukturą,
  - 22.9. Port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB;
  - 22.10. Wbudowany graficzny interfejs zarządzania przełącznikiem umożliwiający:
    - 22.10.1. Monitoring pracy przełącznika w zakresie:
      - Użycie CPU,
      - Użycie pamięci,
      - Temperatura pracy,
      - Podstawowe informacje systemowe: rodzaj sprzętu, czas pracy, czas systemowy, oprogramowanie, data i czas ostatniej zmiany konfiguracji,
      - Obraz wykorzystania poszczególnych portów w zakresie: aktywny / nieaktywny, prędkość pracy, wykorzystanie PoE,
      - Informacji o urządzeniach sąsiednich podłączonych do przełącznika,
      - Statystyki ruchu (Rx/Tx) na poszczególnych portach L2 oraz informacja o typie portu (trunk, access) oraz przypisanej sieci VLAN,
      - Statystyki ruchu (Rx/Tx) na poszczególnych portach L3,
      - Informacje o ruchu aplikacyjnym przesyłanym przez przełącznik,
    - 22.10.2. Konfigurację przełącznika w zakresie:
      - Konfiguracja interfejsów L2:
      - Konfiguracja interfejsów L3,
      - Tworzenie i konfiguracja sieci VLAN,
      - Konfiguracja protokołu STP,
      - Tworzenie i konfiguracja wirtualnych instancji routingu (VRF),
      - Konfiguracja routingu statycznego,
      - Uruchamianie i konfiguracja protokołów RADIUS i TACAS oraz uruchomienie i konfiguracja uwierzytelnienia dla poszczególnych portów,
      - Tworzenie i przypisanie list kontroli dostępu ACL,
      - Konfiguracja mechanizmów rozpoznawania i analizy ruchu aplikacyjnego,
      - Konfiguracja i uruchomienie NetFlow,
    - 22.10.3. Administracja przełącznika w zakresie:
      - Zdalne uruchamianie komend linii poleceń,
      - Czas systemowy w tym protokół NTP,

- Konta administracyjne,
  - Upgrade oprogramowania,
  - Backup konfiguracji,
  - Zdalny restart urządzenia,
  - Konfiguracja i dostęp przez SNMP,
  - Narzędzie PING i TRACEROUTE,
  - Przeglądanie logów systemowych,
23. Możliwość montażu w szafie rack 19". Wysokość urządzenia 1 RU
  24. Możliwość próbkowania (bez samplowania) i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych ze wsparciem sprzętowym dla protokołu NetFlow – obsługa 64000 strumieni (flow),
  25. Realizacja rozszerzenia protokołu NetFlow w postaci tzw. Flexible NetFlow, który umożliwia monitorowanie większej ilości informacji zawartej w pakiecie danych od warstw 2 do 7, bardziej granularne monitorowanie ruchu i definiowanie monitorowanych przepływów (flow) poprzez elastyczne definiowanie pól kluczowych,
  26. Możliwość tworzenia skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie,
  27. Możliwość tworzenia i uruchamiania skryptów Python bezpośrednio na przełączniku,
  28. Wsparcie dla protokołu LISP zgodnie z RFC 6830,
  29. Urządzenie realizuje następujące funkcjonalności z zakresu MPLS:
    - 29.1. L2VPN - Ethernet over MPLS (EoMPLS) – obsługa do 256 połączeń wirtualnych VC,
    - 29.2. L2VPN - Virtual Private LAN Services (VPLS) - obsługa 128 wirtualnych instancji (VFI), 32 sąsiadów w ramach jednej instancji,
    - 29.3. L3 VPN - MPLS Virtual Private Network (VPN) – obsługa 7000 tras routingowych L3 VPN,
    - 29.4. Multicast VPN (MVPN);
  30. Obsługa 256 wirtualnych instancji routingu (VRF),
  31. Obsługa zaawansowanych protokołów routingu
    - 31.1. IS-IS i BGP dla IPv4 i IPv6,
    - 31.2. EIGRP (rfc7868),
    - 31.3. Routing multicastów - PIM-SM, PIM-SSM,
    - 31.4. Multicast Source Discovery Protocol (MSDP),
  32. Obsługa protokołu BFD (Bidirectional Forwarding Detection) umożliwiającego szybkie wykrywanie awarii połączeń w sieci dla potrzeb protokołów routingu, obsługa 100 sesji BFD,
  33. Realizacja funkcjonalności translacji adresów IP NAT (Network Address Translation) z obsługą do 5000 translacji,
  34. Możliwość szyfrowania ruchu zgodnie z IEEE 802.1ae (MACSec) kluczami o długości 256-bitów (gcm-aes-256),
  35. Możliwość enkapsulacji ruchu w pakiety VXLAN,
  36. Możliwość tworzenia bezpośrednio na przełączniku polityki kontroli ruchu i segmentacji logicznej w oparciu o znaczniki bezpieczeństwa (secure tag) z możliwością przypisywania znaczników:
    - 36.1. Statycznie w oparciu o port do którego podłączona jest stacja,
    - 36.2. Statycznie w oparciu o VLAN, w którym pracuje stacja,
    - 36.3. Statycznie w oparciu o adres IP stacji,
    - 36.4. Dynamicznie w oparciu o autoryzację użytkownika / stacji przy pomocy 802.1X;
  37. Możliwość dynamicznego załadowania do przełącznika polityki kontroli ruchu pracującej w oparciu o znaczniki bezpieczeństwa (secure tag) z centralnego systemu zarządzania kontrolą dostępu,
  38. Propagacja informacji o przypisaniu stacji danego znacznika bezpieczeństwa (secure tag) bezpośrednio w ramce Ethernet (metoda in-line) lub za pomocą mechanizmu out-of-band, który przekazuje do urządzeń dokonujących wymuszenia polityki mapowania aktualnych adresów IP stacji i przypisanego im znacznika bezpieczeństwa,
  39. Funkcjonalność sondy IP SLA do aktywnego generowania ruchu testowego i mierzenia parametrów ruchu w celu oceny jakości działania sieci dla następujących protokołów sieciowych: dhcp, dns, ftp, http, icmp-echo, icmp-jitter, tcp-connect, udp-echo, udp-jitter,
  40. Wsparcie dla mechanizmu NonStop Forwarding (NSF), działającego w oparciu o mechanizm SSO, w celu zminimalizowania przerw w transmisji ruchu (dla protokołów warstwy 3) w trakcie awarii
  41. Funkcjonalność bramy dla usług mDNS,

42. Możliwość zdalnej obserwacji ruchu z określonych portów lub sieci VLAN polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego poprzez sieć IP (ERSPAN),
43. Przełącznik zapewnia widoczność i kontrolę ruchu na poziomie aplikacji (klasyfikowanie ruchu w warstwach 4-7),
44. Możliwość eksportu dodatkowych pól w ramach statystyk NetFlow – w tym IDP (Initial Data Packet) oraz SPLT (Sequence of Packet Lengths and Times) niezbędnych do analizy zagrożeń w ruchu szyfrowanym (wykrywanie malware, audyt wykorzystywanych algorytmów bezpieczeństwa),
45. Wbudowany analizator pakietów,
46. System operacyjny umożliwiający wgrzywanie poprawek bez konieczności restartowania platformy,

#### Ukompletowanie urządzenia

47. Wyposażenie urządzenia
  - Przełącznik wyposażony jest w moduł uplink 4x1G SFP
  - Pojedynczy zasilacz minimum 350 W
  - Urządzenie wyposażone jest w licencje subskrypcyjną na wymagane funkcjonalności na okres minimum 3 lat
  - Moduły SFP wielomodowe 1G w ilości 2 szt. na jedno urządzenie. Moduły SFP od producenta przełącznika celem uniknięcia problemów z kompatybilnością i serwisowaniem urządzenia
48. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

### **Zakres 6.4**

#### **Przełączniki – 9 sztuk**

1. Typ i liczba portów: 24 porty 10/100/1000BaseT RJ-45 + uplink 4x1G SFP
2. Porty SFP możliwe do obsadzenia szerokim wachlarzem wkładek zależnie od potrzeb:
  - 2.1. wkładki Gigabit Ethernet – w tym 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX/LH, 1000Base-EX, 1000Base-ZX, 1000Base-BX-D/U
3. Możliwość stackowania przełączników z zapewnieniem następujących funkcjonalności:
  - 3.1. Przepustowość w ramach stosu - 80Gb/s
  - 3.2. 8 urządzeń w stosie
  - 3.3. Zarządzanie poprzez jeden adres IP
  - 3.4. Możliwość tworzenia połączeń cross-stack Link Aggregation (czyli dla portów należących do różnych jednostek w stosie) zgodnie z IEEE 802.3ad
4. Zasilanie i chłodzenie
  - 4.1. Możliwość instalacji zasilacza redundantnego AC 230V. Zasilacze wymienne (możliwość instalacji/wymiany „na gorąco” – ang. hot swap)
  - 4.2. Redundantne wentylatory
5. Parametry wydajnościowe:
  - 5.1. Szybkość przełączania zapewniająca pracę z pełną wydajnością wszystkich interfejsów – również dla pakietów 64-bajtowych (przełącznik line-rate)
  - 5.2. Bufor pakietów – 6MB
  - 5.3. Pamięć DRAM – 2GB
  - 5.4. Pamięć flash – 4GB
  - 5.5. Obsługa
    - 5.5.1. 1024 sieci VLAN
    - 5.5.2. 16.000 adresów MAC
    - 5.5.3. 3.000 tras IPv4
    - 5.5.4. 1.500 tras IPv6
6. Obsługa protokołu NTP
7. Obsługa IGMPv1/2/3 i MLDv1/2 Snooping
8. Przełącznik wspiera następujące mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci:
  - 8.1. IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree
  - 8.2. Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+)
  - 8.3. IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree
  - 8.4. Obsługa 64 instancji protokołu STP
9. Obsługa protokołu LLDP i LLDP-MED.
10. Funkcjonalność Layer 2 traceroute umożliwiającą śledzenie fizycznej trasy pakietu o zadanym źródłowym i docelowym adresie MAC

11. Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiającej odseparowanie ruchu danych i ruchu głosowego
12. Możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP
13. Mechanizmy związane z bezpieczeństwem sieci:
  - 13.1. Wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę. Przełącznik umożliwia zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzą serwera autoryzacji (privilege-level)
  - 13.2. Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN
  - 13.3. Autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL
  - 13.4. Obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiająca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci dla użytkowników bez suplikanta 802.1X
  - 13.5. Możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC
  - 13.6. Możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal www dla klientów bez suplikanta 802.1X
  - 13.7. Możliwość uwierzytelniania wielu użytkowników na jednym porcie oraz możliwość jednoczesnego uwierzytelniania na porcie telefonu IP i komputera PC podłączonego za telefonem
  - 13.8. Możliwość obsługi żądań Change of Authorization (CoA) zgodnie z RFC 5176
  - 13.9. 1500 wpisów dla list kontroli dostępu (Security ACE)
  - 13.10. Zapewnienie podstawowych mechanizmów bezpieczeństwa IPv6 na brzegu sieci (IPv6 FHS) – w tym minimum ochronę przed rozgłaszaniem fałszywych komunikatów Router Advertisement (RA Guard) i ochronę przed dołączeniem nieuprawnionych serwerów DHCPv6 do sieci (DHCPv6 Guard)
  - 13.11. Możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS i TACACS+
  - 13.12. Obsługa list kontroli dostępu (ACL), możliwość konfiguracji tzw. czasowych list ACL (aktywnych w określonych godzinach i dniach tygodnia)
  - 13.13. Możliwość szyfrowania ruchu zgodnie z IEEE 802.1AE (MACSec) dla wszystkich portów przełącznika (dla połączeń switch-switch oraz switch-host)
  - 13.14. Wbudowane mechanizmy ochrony warstwy kontrolnej przełącznika (CoPP – Control Plane Policing)
  - 13.15. Funkcja Private VLAN
14. Technologie umożliwiające zapewnienie autentyczności sprzętu i oprogramowania
  - 14.1. Trust Anchor Module - odporne na manipulacje, zabezpieczone kryptograficznie, jednoukładowe rozwiązanie zapewniające autentyczność sprzętu w celu jednoznacznej identyfikacji produktu – daje pewność, że produkt jest oryginalny
  - 14.2. Secure Boot – zabezpiecza proces sekwencji startowej zapewniając, że mamy niezmienny sprzęt oraz zapewniając warstwową ochronę przed próbą załadowania nielegalnego/zmodyfikowanego oprogramowania systemowego
  - 14.3. Image signing - obrazy podpisane kryptograficznie zapewniają, że oprogramowanie systemowe (firmware), BIOS i inne oprogramowanie są autentyczne i niezmodyfikowane. Podczas uruchamiania systemu sygnatury oprogramowania są sprawdzane pod kątem integralności.
15. Mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:
  - 15.1. Implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi
  - 15.2. Implementacja algorytmu Shaped Round Robin dla obsługi kolejek
  - 15.3. Możliwość obsługi jednej z powyżej wspomnianych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority)
  - 15.4. Klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP
  - 15.5. Możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting)
  - 15.6. Kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast
  - 15.7. Możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP
16. Obsługa protokołów routingu:
  - 16.1. Routing statyczny dla IPv4 i IPv6
  - 16.2. Routing dynamiczny – RIP, OSPF (do 1000 tras)
  - 16.3. Policy-based routing (PBR)
  - 16.4. Obsługa protokołu redundancji bramy (VRRP)
17. Przełącznik umożliwia lokalną i zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego – mechanizmy SPAN, RSPAN

18. Przełącznik posiada wzorce konfiguracji portów zawierające prekonfigurowane ustawienia rekomendowane zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, kamera itp.)
19. Możliwość uruchamiania skryptów Python poprzez Embedded Event Manager
20. Zarządzanie
  - 20.1. Port konsoli
  - 20.2. Dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band
  - 20.3. Plik konfiguracyjny urządzenia możliwy do edycji w trybie off-line (możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej możliwość uruchomienia urządzenia z nową konfiguracją
  - 20.4. Obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, https, syslog – z wykorzystaniem protokołów IPv4 i IPv6
  - 20.5. Możliwość konfiguracji za pomocą protokołu NETCONF (RFC 6241) i modelowania YANGa (RFC 6020) oraz eksportowania zdefiniowanych według potrzeb danych do zewnętrznych systemów
  - 20.6. Przełącznik posiada diodę umożliwiającą identyfikację konkretnego urządzenia podczas akcji serwisowych
  - 20.7. Przełącznik posiada wbudowany tag RFID w celu łatwiejszego zarządzania infrastrukturą
  - 20.8. Port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Urządzenie ma możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB
21. Możliwość montażu w szafie rack 19". Wysokość urządzenia 1 RU
22. Wsparcie dla protokołu LISP zgodnie z RFC 6830
23. Obsługa zaawansowanych protokołów routingu
  - 23.1. IS-IS dla IPv4
  - 23.2. Routing multicastów - PIM-SM, PIM-SSM
  - 23.3. Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)
  - 23.4. VRF-Lite
24. Możliwość enkapsulacji ruchu w pakiety VXLAN
25. Możliwość próbkowania i eksportu statystyk ruchu do zewnętrznych kolektorów danych (bez samplowania) ze wsparciem sprzętowym - NetFlow – obsługa 16.000 strumieni
26. Wbudowany analizator pakietów
27. Możliwość tworzenia skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie
28. Możliwość integracji urządzenia z systemem SDN dla sieci LAN w celu zbierania statystyk, występujących trendów w sieci, monitorowania zdrowia urządzenia jak i podłączonych do urządzenia klientów

#### Ukompletowanie urządzenia

29. Wyposażenie urządzenia
  - 29.1. Urządzenie wyposażone jest w licencje subskrypcyjną na wymagane funkcjonalności na okres minimum 3 lat
  - 29.2. Moduły wielomodowe SFP w ilości 2 szt. na urządzenie. Moduły SFP od producenta przełącznika celem uniknięcia problemów z kompatybilnością i serwisowaniem urządzenia
30. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

## Zakres 6.5

### Routery – 2 sztuki

#### Rodzaj urządzenia

1. Router musi być urządzeniem pełniącym rolę wielousługowego routera modularnego gotowego do obsługi mechanizmów bezpiecznej i niezawodnej sieci WAN w oparciu o Internet.

#### Architektura

2. Musi pozwalać na instalację co najmniej:
  - 2.1. 3 kart sieciowych z interfejsami z możliwością wyłączenia modułu w celu oszczędności energii
  - 2.2. 1 wewnętrznego modułu DSP z możliwością wyłączenia modułu w celu oszczędności energii
3. Musi posiadać zintegrowaną sprzętową akcelerację szyfrowania DES/3DES/AES
4. Router musi obsługiwać algorytmy Suite-B dla szyfrowania, w tym:
  - 4.1. SHA-2,
  - 4.2. AES-Galois Counter Mode (AES-GCM),
  - 4.3. Elliptic Curve Diffie-Hellman (ECDH),
  - 4.4. Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA),
  - 4.5. IKEv2

5. Musi posiadać możliwość bezpośredniej komunikacji pomiędzy modułami z pominięciem głównego procesora jeśli ruch sieciowy nie jest skierowany do routera.
6. Musi posiadać wszystkie interfejsy „aktywne”. Nie dopuszcza się stosowania kart, w których dla aktywacji interfejsów potrzebne będą dodatkowe licencje lub klucze aktywacyjne i konieczne wniesienie opłat licencyjnych. Np. niedopuszczalne jest stosowanie karty 4-portowej gdzie aktywne są 2 porty, a dla uruchomienia pozostałych konieczne jest wpisanie kodu, który uzyskuje się przez wykupienie licencji na użytkowanie pozostałych portów.
7. Urządzenie musi umożliwiać wsparcie funkcjonalności akceleratora ruchu sieciowego i musi być wyposażone w stosowne licencje. Funkcjonalność ta nie jest wymagana w momencie zamówienia, natomiast uruchomienie funkcjonalności powinno być możliwe po doposażeniu urządzenia w rekomendowane zasoby pamięciowe i dyskowe.
8. Zakres funkcjonalny funkcji akceleratora sieciowego musi obejmować:
  - 8.1. Kompresji ruchu – np. algorytmem LZ
  - 8.2. Optymalizacją połączeń TCP
  - 8.3. Deduplikacją ruchu sieciowego
  - 8.4. Wsparcie dla obsługi minimum 1300 sesji TCP
  - 8.5. Musi współpracować z centralnym systemem zarządzania optymalizatorami ruchu sieciowego oferującym centralny punkt konfiguracji, monitorowania w czasie rzeczywistym, zarządzania błędami i raportowania, opisanym w sekcji „Akcelerator sieci WAN - System Zarządzania”
  - 8.6. Wsparcie dla akceleracji min. dla poniższych aplikacji:
    - 8.6.1. CIFS (SMBv2)
    - 8.6.2. NFSv3
    - 8.6.3. Exchange 2003/2007/2010 (MAPI)
    - 8.6.4. Encrypted MAPI
    - 8.6.5. Microsoft SQL
    - 8.6.6. Oracle
    - 8.6.7. SSL
    - 8.6.8. HTTP
    - 8.6.9. Microsoft Office 365
9. Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę muszą mieć możliwość obsadzenia modułami:
  - 9.1. Z cyfrowymi interfejsem T1/E1 dla ruchu głosowego lub ruchu typu channelized
  - 9.2. Z gęstością interfejsów nie mniejszą niż 4 portów T1/E1
  - 9.3. Z interfejsami szeregowymi WAN, w liczbie min. 4 porty na moduł
  - 9.4. Interfejsów głosowych analogowych (FSX/FXO) z gęstością minimum 4 porty FXO lub 4 porty FXS na moduł
  - 9.5. Z dyskiem twardym SSD
  - 9.6. Przełącznika Ethernet (funkcje L2), oczekiwana liczba portów przełącznika nie może być mniejsza niż 8 dla jednego modułu. Porty przełącznika muszą być dostępne również w wersji z zasilaniem PoE
  - 9.7. Umożliwiających komunikację po sieci komórkowej w technologii 3G/4G (LTE);
  - 9.8. Z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS
  - 9.9. Z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS / Annex M
  - 9.10. Z portem VDSL2 / ADSL2+ over ISDN
  - 9.11. Z układami DSP
10. Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę o moduł z układami DSP muszą mieć możliwość obsadzenia modułami:
  - 10.1. Gęstości nie mniejszej niż 256 kanałów
  - 10.2. Pozwalającymi na dynamiczne alokowanie DSP do różnych zadań (obsługa interfejsów głosowych, transcoding, conferencing) z granulacją do 1 DSP.
  - 10.3. Posiadających wsparcie dla usług wideo
  - 10.4. Obsługującymi kodeki:
    - 10.4.1. G.711
    - 10.4.2. ClearChannel
    - 10.4.3. G.729a
    - 10.4.4. G.729ab
    - 10.4.5. G.726
    - 10.4.6. G.722
    - 10.4.7. G.728
    - 10.4.8. G.729
    - 10.4.9. G.729b
    - 10.4.10. Internet Low Bit



- 10.4.11. Funkcjonalność FaxRelay
- 10.4.12. Funkcjonalność ModemRelay
- 10.5. Obsługującymi funkcjonalność transkodowania pomiędzy różnymi typami kodeków
- 10.6. Obsługującymi funkcjonalność konferencji głosowych (musi być możliwość obsłużenia do co najmniej 6 konferencji po 64 uczestników lub 66 konferencji po 8 uczestników)
- 10.7. Obsługującymi kompresję, wykrywanie aktywności głosowej, zarządzanie jitterem i funkcje kasowanie echa (co najmniej 128 ms). Funkcja kasowania echa musi być zgodna ze standardem ITU-T G.168
- 10.8. Obsługującymi szyfrowanie transmisji głosu z wykorzystaniem SRTP

### **Oczekiwana wydajność**

- 11. Urządzenie musi oferować dla pakietów unicast IPv4 o długości 64 bajtów przepustowość rzędu 500Mbps;
- 12. Urządzenie musi oferować dla pakietów IMIX przy włączonych usługach szyfrowania z IPsec, szczegółowej analizie aplikacji, kontroli jakości usługi QoS o przepustowości minimum 250 Mbps
- 13. Urządzenie musi oferować możliwość zwiększenia wydajności do co najmniej 1Gbps dla pakietów o długości 64 bajtów bez rozbudowy o dodatkowe moduły sprzętowe – np. przez licencyjnie odblokowanie wbudowanych zasobów sprzętowych lub jako większa wydajność początkowa routera.

### **Oprogramowanie/funkcjonalność**

- 14. Musi posiadać obsługę protokołów routingu IP BGPv4, OSPFv3, IS-IS, RIPv2 oraz routingu multicastowego PIM (Sparse i SSM) oraz routing statyczny;
- 15. Protokół BGP musi posiadać obsługę 4 bajtowych ASN;
- 16. Musi posiadać wsparcie dla mechanizmów związanych z obsługą ruchu multicast: IGMP v3, IGMP Snooping, PIMv2, Bi-directional PIM;
- 17. Musi posiadać obsługę protokołu IGMPv3
- 18. Musi obsługiwać mechanizm Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF)
- 19. Musi obsługiwać tzw. routing między sieciami VLAN w oparciu o trunking 802.1Q
- 20. Musi obsługiwać IPv6 w tym ICMP dla IPv6
- 21. Musi zapewniać obsługę list kontroli dostępu w oparciu o adresy IP źródłowe i docelowe, protokoły IP, porty TCP/UDP, opcje IP, flagi TCP, oraz o wartości TTL
- 22. Musi zapewniać mechanizmy korelacji zdarzeń związanych z filtracją za pomocą list kontroli dostępu dla syslog (np. za pomocą etykiety przypisanej do określonego wpisu na listach kontroli dostępu lub skrót MD5 generowany przez router)
- 23. Musi posiadać obsługę NAT dla ruchu IP unicast oraz PAT dla ruchu IP unicast
- 24. Mechanizm NAT musi zapewniać wsparcie dla H.245
- 25. Musi posiadać wsparcie dla protokołów WCCP i WCCPv2
- 26. Musi posiadać obsługę wirtualnych instancji routingu (VRF) - co najmniej 300 instancji VRF
- 27. Musi posiadać obsługę mechanizmu DiffServ
- 28. Musi mieć możliwość tworzenia klas ruchu oraz oznaczanie (Marking), klasyfikowanie i obsługę ruchu (Policing, Shaping) w oparciu o klasę ruchu.
- 29. Musi zapewniać obsługę mechanizmów kolejkowania ruchu:
  - 29.1. Z obsługą kolejki absolutnego priorytetu
  - 29.2. Ze statyczną alokacją pasma dla typu ruchu
  - 29.3. WFQ
- 30. Musi obsługiwać mechanizm WRED
- 31. Musi obsługiwać mechanizm Traffic Shaping
- 32. Musi obsługiwać mechanizm ograniczania pasma dla określonego typu ruchu
- 33. Musi obsługiwać protokół GRE oraz zapewniać mechanizm honorowania IP Precedence dla ruchu tunelowanego.
- 34. Musi obsługiwać protokół NTP
- 35. Musi obsługiwać DHCP w zakresie Client, Server
- 36. Musi posiadać obsługę tzw. First Hop Redundancy Protocol (takiego jak HSRP, GLBP, VRRP lub równoważny)
- 37. Musi posiadać obsługę mechanizmów uwierzytelniania, autoryzacji i rozliczania (AAA) z wykorzystaniem protokołów RADIUS lub TACACS+
- 38. Musi obsługiwać protokół MPLS (funkcje LER i LSR)
- 39. Musi obsługiwać MPLS over GRE
- 40. Musi wspierać QoS dla MPLS
- 41. Musi obsługiwać MPLS Traffic Engineering
- 42. Musi obsługiwać MPLS VPN

43. Musi obsługiwać funkcjonalność Multicast dla MPLS VPN
44. Musi obsługiwać funkcjonalność Any Transport over MPLS Graceful Restart
45. Musi obsługiwać funkcjonalność Bidirectional Forwarding Detection (BFD) lub równoważny
46. Funkcjonalność BFD musi być dostępna dla interfejsów skonfigurowanych do współpracy z VRF
47. Musi obsługiwać funkcjonalność BFD Echo Mode lub równoważny
48. Funkcjonalność BFD (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla protokołów BGP, OSPF, IS-IS, routingu statycznego oraz HSRP lub równoważna
49. Musi posiadać funkcjonalność pozwalającą na monitorowanie zdarzeń systemowych i generowania akcji zdefiniowanych przez użytkownika w oparciu o język skryptowy (tzw. Embedded Event Manager – EEM, lub równoważny)
50. Funkcjonalność EEM musi pozwalać monitorować zdarzenia związane z konfiguracją poprzez linię poleceń, podsystem SYSLOG, podsystem związany z wymianą modułów w czasie pracy urządzenia, podsystem sprzętowych zegarów, podsystem liczników systemowych
51. Funkcjonalność EEM musi pozwalać na generowanie akcji:
  - 51.1. Wykonanie komendy z poziomu linii poleceń urządzenia
  - 51.2. Wysłanie krótkiej wiadomości tekstowej poprzez system poczty elektronicznej
  - 51.3. Wykonanie skryptu
  - 51.4. Wygenerowanie SNMP trap
  - 51.5. Ustawienie lub modyfikacja określonego licznika systemowego
52. Musi posiadać funkcjonalność PPPoE
53. Musi posiadać funkcjonalność automatycznej optymalizacji routingu (funkcjonalność Optimized Edge Routing lub równoważny
54. Funkcjonalność OER (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla:
  - 54.1. Optymalizacji ruchu przychodzącego z wykorzystaniem rozgłaszania informacji BGP do zewnętrznych routerów (BGP external peers)
  - 54.2. Optymalizacji ruchu głosowego
  - 54.3. Optymalizacji w oparciu o informację z protokołów warstw wyższych (protokoły i porty UDP/TCP)
55. Musi posiadać wsparcie dla Layer-2 Tunneling Protocol Version 3
56. Urządzenie musi posiadać możliwość integracji z centralnym systemem zarządzania, monitorowania, konfiguracji jak również troubleshootingu
57. Urządzenie musi umożliwiać obsługę przez zcentralizowany system zarządzania w celu zmiany wersji systemu operacyjnego.
58. Musi oferować zaawansowane funkcjonalności bezpieczeństwa takie Zone Based Firewall (ZBF), IPSec VPN, Dynamic Multipoint VPN (DMVPN) oraz FlexVPN
59. Musi posiadać funkcjonalność sterowania ruchem i jego rozkładu na łącza różnych operatorów na bazie konfigurowalnych polityk uwzględniających SLA (np. dopuszczalny poziom strat w pakietach, bajtach, dopuszczalne opóźnienia, dopuszczalna zmienność opóźnień - tzw. "jitter").
  - 59.1. Funkcjonalność ta powinna określać klasę ruchu na bazie pól QoS lub analizy wzorca ruchu z uwzględnieniem warstwy aplikacji;
  - 59.2. Funkcjonalność powinna umożliwiać na przełączenie ruchu z klas krytycznych (np. głos, wideo, aplikacje biznesowe) na ścieżkę zapasową w przypadku przekroczenia warunków polityki ruchu dla danej klasy;
  - 59.3. Funkcjonalność musi być kompatybilna z protokołem routingu BGP;
  - 59.4. Funkcjonalność musi mieć możliwość pracy na tunelach IPSec/GRE;
  - 59.5. Funkcjonalność powinna być wspierana razem z włączoną akceleracją ruchu na łączach WAN;
  - 59.6. Mechanizm musi pozwalać na rozkład części ruchu po wszystkich dostępnych łączach operatorskich;
60. Technologie umożliwiające zapewnienie autentyczności sprzętu i oprogramowania
  - 60.1. Trust Anchor Module - odporne na manipulacje, zabezpieczone kryptograficznie, jednoukładowe rozwiązanie zapewniające autentyczność sprzętu w celu jednoznacznej identyfikacji produktu – daje pewność, że produkt jest oryginalny
  - 60.2. Secure Boot – zabezpiecza proces sekwencji startowej zapewniając, że mamy niezmienny sprzęt oraz zapewniając warstwową ochronę przed próbą załadowania nielegalnego/zmodyfikowanego oprogramowania systemowego
  - 60.3. Image signing - obrazy podpisane kryptograficznie zapewniają, że oprogramowanie systemowe (firmware), BIOS i inne oprogramowanie są autentyczne i niezmodyfikowane. Podczas uruchamiania systemu sygnatury oprogramowania są sprawdzane pod kątem integralności.

## Zarządzanie i konfiguracja

61. Musi być zarządzalne za pomocą SNMPv3
62. Musi mieć możliwość eksportu statystyk ruchowych za pomocą protokołu Netflow/JPFLOW lub równoważnego
63. Musi być konfigurowalne za pomocą interfejsu linii poleceń (ang. Command Line Interface – CLI) jak również interfejsu graficznego (GUI)
64. Plik konfiguracyjny urządzenia (w szczególności plik konfiguracji parametrów routingu) musi pozwalać na edycję w trybie off-line, tzn. musi być możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym komputerze. Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej powinno być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. W pamięci nieulotnej musi być możliwość przechowywania dowolnej ilości plików konfiguracyjnych. Zmiany aktywnej konfiguracji muszą być widoczne natychmiastowo - nie dopuszcza się częściowych restartów urządzenia po dokonaniu zmian.

## Obudowa

65. Musi być wykonana z metalu. Ze względu na różne warunki w których pracować będą urządzenia, nie dopuszcza się stosowania urządzeń w obudowie plastikowej
66. Musi mieć możliwość montażu w szafie 19" i musi zostać dostarczone z umożliwiającym to zestawem montażowym

## Zasilanie

67. Urządzenie musi mieć możliwość zasilania ze źródeł zmiennoprądowych 230V (zasilacze AC)
68. Urządzenie musi posiadać dwa wymienne zasilacze zapewniające redundancję, oba zasilacze powinny zostać dostraczone razem z urządzeniem
69. Urządzenie musi umożliwiać doprowadzenie zasilania do portów Ethernet (tzw. inline-power) - w modułach sieciowych dostępnych do urządzenia

## W wyposażenie

70. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 4 interfejsy Gigabit Ethernet 10/100/1000 dla realizacji połączenia do sieci LAN. Wszystkie interfejsy muszą mieć możliwość pracy z gigabitowym portem światłowodowym definiowanym przez wkładki GBIC, SFP lub równoważne. Dwa porty muszą mieć możliwość uruchomienia funkcjonalności PoE.
71. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 8GB pamięci Flash i mieć możliwość rozbudowy do co najmniej 32GB
72. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 4GB pamięci RAM z możliwością rozbudowy do co najmniej 16GB
73. Urządzenie musi być wyposażone w minimum dwa porty USB. Porty muszą pozwalać na podłączenie zewnętrznych pamięci FLASH w celu przechowywania obrazów systemu operacyjnego, plików konfiguracyjnych lub certyfikatów elektronicznych oraz pełnić funkcję konsoli szeregowej.
74. Urządzenie musi być dostarczone z kablami pozwalającymi na podłączenie zarówno konsoli USB jak i szeregowej, jak również kablami zasilającymi.
75. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

## Zakres 6.6

### Routery – 9 sztuk

#### Rodzaj urządzenia

1. Musi być urządzeniem pełniącym rolę wielousługowego routera modułarnego gotowego do obsługi mechanizmów bezpiecznej i niezawodnej sieci WAN w oparciu o Internet;
2. Musi mieć możliwość doposażenia o funkcjonalność IDS/IPS;

#### Architektura

3. Musi pozwalać na instalację co najmniej 2 kart sieciowych z interfejsami z możliwością wyłączenia modułu w celu oszczędności energii
4. Musi posiadać możliwość bezpośredniej komunikacji pomiędzy modułami z pominięciem głównego procesora jeśli ruch sieciowy nie jest skierowany do routera.
5. Musi posiadać wszystkie interfejsy „aktywne”. Nie dopuszcza się stosowania kart, w których dla aktywacji interfejsów potrzebne będą dodatkowe licencje lub klucze aktywacyjne i konieczne wniesienie opłat licencyjnych. Np. niedopuszczalne jest stosowanie karty 4-portowej gdzie aktywne są 2 porty, a dla uruchomienia pozostałych konieczne jest wpisanie kodu, który uzyskuje się przez wykupienie licencji na użytkowanie pozostałych portów.
6. Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę muszą mieć możliwość obsadzenia modułami:
  - 6.1. Z interfejsami szeregowymi WAN, w liczbie min. 2 porty na moduł

- 6.2. Przełącznika Ethernet (funkcje L2), oczekiwana liczba portów przełącznika nie może być mniejsza niż 8 dla jednego modułu.
- 6.3. Umożliwiający komunikację po sieci komórkowej w technologii 3G/4G (LTE);
- 6.4. Z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS
- 6.5. Z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS / Annex M
- 6.6. Z portem VDSL2 / ADSL2+ over ISDN

### Oczekiwana wydajność

- 7. Urządzenie musi oferować przepustowości co najmniej 35 Mbps
- 8. Urządzenie musi umożliwiać zestawienie co najmniej 50 tuneli VPN.
- 9. Urządzenie musi oferować możliwość zwiększenia wydajności do co najmniej 75 Mbps dla pakietów o długości 64 bajtów bez rozbudowy o dodatkowe moduły sprzętowe – np. przez licencyjnie odblokowanie wbudowanych zasobów sprzętowych lub jako większa wydajność początkowa routera

### Oprogramowanie/funkcjonalność

- 10. Musi posiadać obsługę protokołów routingu IP BGPv4, OSPFv3, IS-IS, RIPv2 oraz routingu multicastowego PIM (Sparse i SSM) oraz routing statyczny;
- 11. Protokół BGP musi posiadać obsługę 4 bajtowych ASN;
- 12. Musi posiadać wsparcie dla mechanizmów związanych z obsługą ruchu multicast: IGMP v3, IGMP Snooping, PIMv2, Bi-directional PIM;
- 13. Musi posiadać obsługę protokołu IGMPv3
- 14. Musi obsługiwać mechanizm Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF)
- 15. Musi obsługiwać tzw. routing między sieciami VLAN w oparciu o trunking 802.1Q
- 16. Musi obsługiwać IPv6 w tym ICMP dla IPv6
- 17. Musi zapewniać obsługę list kontroli dostępu w oparciu o adresy IP źródłowe i docelowe, protokoły IP, porty TCP/UDP, opcje IP, flagi TCP, oraz o wartości TTL
- 18. Musi zapewniać mechanizmy korelacji zdarzeń związanych z filtracją za pomocą list kontroli dostępu dla syslog (np. za pomocą etykiety przypisanej do określonego wpisu na listach kontroli dostępu lub skrót MD5 generowany przez router)
- 19. Musi posiadać obsługę NAT dla ruchu IP unicast oraz PAT dla ruchu IP unicast
- 20. Musi posiadać wsparcie dla protokołów WCCP i WCCPv2
- 21. Musi posiadać obsługę wirtualnych instancji routingu (VRF) - co najmniej 50 instancji VRF
- 22. Musi posiadać obsługę mechanizmu DiffServ
- 23. Musi mieć możliwość tworzenia klas ruchu oraz oznaczanie (Marking), klasyfikowanie i obsługę ruchu (Policing, Shaping) w oparciu o klasę ruchu.
- 24. Musi zapewniać obsługę mechanizmów kolejowania ruchu:
  - 24.1. z obsługą kolejki absolutnego priorytetu
  - 24.2. ze statyczną alokacją pasma dla typu ruchu
  - 24.3. WFQ
- 25. Musi obsługiwać mechanizm WRED
- 26. Musi obsługiwać mechanizm Traffic Shaping
- 27. Musi obsługiwać mechanizm ograniczania pasma dla określonego typu ruchu
- 28. Musi obsługiwać protokół GRE oraz zapewniać mechanizm honorowania IP Precedence dla ruchu tunelowanego.
- 29. Musi obsługiwać protokół NTP
- 30. Musi obsługiwać DHCP w zakresie Client, Server
- 31. Musi posiadać obsługę tzw. First Hop Redundancy Protocol (takiego jak HSRP, GLBP, VRRP lub równoważny)
- 32. Musi posiadać obsługę mechanizmów uwierzytelniania, autoryzacji i rozliczania (AAA) z wykorzystaniem protokołów RADIUS lub TACACS+
- 33. Musi obsługiwać protokół MPLS (funkcje LER i LSR)
- 34. Musi obsługiwać MPLS over GRE
- 35. Musi wspierać QoS dla MPLS
- 36. Musi obsługiwać MPLS Traffic Engineering
- 37. Musi obsługiwać MPLS VPN
- 38. Musi obsługiwać funkcjonalność Multicast dla MPLS VPN
- 39. Musi obsługiwać funkcjonalność Any Transport over MPLS Graceful Restart
- 40. Musi obsługiwać funkcjonalność Bidirectional Forwarding Detection (BFD) lub równoważny
- 41. BFD musi być dostępna dla interfejsów skonfigurowanych do współpracy z VRF
- 42. Musi obsługiwać funkcjonalność BFD Echo Mode lub równoważny
- 43. Funkcjonalność BFD (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla protokołów BGP, OSPF, IS-IS, routingu statycznego oraz HSRP lub równoważna
- 44. Musi posiadać funkcjonalność pozwalającą na monitorowanie zdarzeń systemowych i generowania akcji zdefiniowanych przez użytkownika w oparciu o język skryptowy (tzw. Embedded Event Manager – EEM, lub równoważny)

45. Funkcjonalność EEM musi pozwalać monitorować zdarzenia związane z konfiguracją poprzez linię poleceń, podsystem SYSLOG, podsystem związany z wymianą modułów w czasie pracy urządzenia, podsystem sprzętowych zegarów, podsystem liczników systemowych
46. Funkcjonalność EEM musi pozwalać na generowanie akcji:
  - 46.1. Wykonanie komendy z poziomu linii poleceń urządzenia
  - 46.2. Wysłanie krótkiej wiadomości tekstowej poprzez system poczty elektronicznej
  - 46.3. Wykonanie skryptu
  - 46.4. Wygenerowanie SNMP trap
  - 46.5. Ustawienie lub modyfikacja określonego licznika systemowego
47. Musi posiadać funkcjonalność PPPoE
48. Musi posiadać funkcjonalność automatycznej optymalizacji routingu (funkcjonalność Optimized Edge Routing lub równoważny)
49. Funkcjonalność OER (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla:
  - 49.1. Optymalizacji ruchu przychodzącego z wykorzystaniem rozgłaszania informacji BGP do zewnętrznych routerów (BGP external peers)
  - 49.2. Optymalizacji ruchu z wykorzystaniem innych protokołów routingu – np. EIGRP, OSPF;
  - 49.3. Optymalizacji ruchu głosowego
  - 49.4. Optymalizacji w oparciu o informację z protokołów warstw wyższych (protokoły i porty UDP/TCP)
50. Musi posiadać wsparcie dla Layer-2 Tunneling Protocol Version 3
51. Urządzenie musi posiadać możliwość integracji z centralnym systemem zarządzania, monitorowania, konfiguracji jak również troubleshootingu
52. Urządzenie musi umożliwiać obsługę przez zcentralizowany system zarządzania w celu zmiany wersji systemu operacyjnego.
53. Musi oferować zaawansowane funkcjonalności bezpieczeństwa takie Zone Based Firewall (ZBF), IPSec VPN, Dynamic Multipoint VPN (DMVPN) oraz FlexVPN. Jeżeli do uruchomienia tych funkcjonalności wymagana jest licencja to należy ją dostarczyć wraz z urządzeniem.

### **Zarządzanie i konfiguracja**

54. Musi być zarządzalne za pomocą SNMPv3
55. Musi mieć możliwość eksportu statystyk ruchowych za pomocą protokołu Netflow/JPFLOW lub równoważnego
56. Musi być konfigurowalne za pomocą interfejsu linii poleceń (ang. Command Line Interface – CLI) jak również interfejsu graficznego (GUI)
57. Plik konfiguracyjny urządzenia (w szczególności plik konfiguracji parametrów routingu) musi pozwalać na edycję w trybie off-line, tzn. musi być możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym komputerze. Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej powinno być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. W pamięci nieulotnej musi być możliwość przechowywania dowolnej ilości plików konfiguracyjnych. Zmiany aktywnej konfiguracji muszą być widoczne natychmiastowo - nie dopuszcza się częściowych restartów urządzenia po dokonaniu zmian.

### **Obudowa**

58. Musi być wykonana z metalu. Ze względu na różne warunki w których pracować będą urządzenia, nie dopuszcza się stosowania urządzeń w obudowie plastikowej
59. Musi mieć możliwość montażu w szafie 19" i musi zostać dostarczone z umożliwiającym to zestawem montażowym

### **Zasilanie**

60. Urządzenie musi mieć możliwość zasilania ze źródeł zmiennoprądowych 230V (zasilacze AC)
61. Urządzenie musi posiadać wbudowany lub zewnętrzny zasilacz umożliwiający zasilanie prądem przemiennym 230V

### **Wyposażenie**

62. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 2 interfejsy Gigabit Ethernet 10/100/1000 dla realizacji połączenia do sieci LAN/WAN, w tym minimum dwa interfejsy muszą być wbudowane w urządzenie
63. Minimum jeden z interfejsów opisanych powyżej musi mieć możliwość pracy w trybie „dual-physical” z portem RJ45 lub gigabitowym portem światłowodowym definiowanym przez moduł GBIC lub SFP.
64. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 8GB pamięci Flash.
65. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 4GB pamięci RAM.
66. Urządzenie musi być wyposażone w minimum jeden port USB. Port musi pozwalać na podłączenie zewnętrznych pamięci FLASH w celu przechowywania obrazów systemu

operacyjnego, plików konfiguracyjnych lub certyfikatów elektronicznych oraz pełnić funkcję konsoli szeregowej.

67. Urządzenie musi być dostarczone z kablami zasilającymi.

68. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

## Zakres 6.7

### Routerzy – 3 sztuki

#### Rodzaj urządzenia

1. Musi być urządzeniem pełniącym rolę wielousługowego routera modularnego gotowego do obsługi mechanizmów bezpiecznej i niezawodnej sieci WAN w oparciu o Internet;
2. Musi mieć możliwość doposażenia o funkcjonalność umożliwiającą optymalizację łącza WAN z wykorzystaniem lokalnej pamięci masowej (np. dysku HDD lub SSD) do utrzymywania kopii obiektów przesyłanych przez łącze WAN;
3. Musi mieć możliwość doposażenia w moduły cyfrowej centrali telefonicznej dla telefonii IP wraz z możliwością zmiany kodowania i manipulacji strumieniami głosowymi;
4. Musi mieć możliwość doposażenia o funkcjonalność IDS/IPS;

#### Architektura

5. Musi pozwalać na instalację co najmniej:
  - 5.1. 2 kart sieciowych z interfejsami z możliwością wyłączenia modułu w celu oszczędności energii
  - 5.2. 1 wewnętrznego modułu DSP z możliwością wyłączenia modułu w celu oszczędności energii
6. Musi posiadać możliwość bezpośredniej komunikacji pomiędzy modułami z pominięciem głównego procesora jeśli ruch sieciowy nie jest skierowany do routera.
7. Musi posiadać wszystkie interfejsy „aktywne”. Nie dopuszcza się stosowania kart, w których dla aktywacji interfejsów potrzebne będą dodatkowe licencje lub klucze aktywacyjne i konieczne wniesienie opłat licencyjnych. Np. niedopuszczalne jest stosowanie karty 4-portowej gdzie aktywne są 2 porty, a dla uruchomienia pozostałych konieczne jest wpisanie kodu, który uzyskuje się przez wykupienie licencji na użytkowanie pozostałych portów.
8. Urządzenie musi umożliwiać wsparcie funkcjonalności optymalizatora ruchu sieciowego WAN i musi być wyposażone w stosowne licencje. Funkcjonalność ta nie jest wymagana w momencie zamówienia, natomiast uruchomienie funkcjonalności powinno być możliwe po doposażeniu urządzenia w rekomendowane zasoby pamięciowe i dyskowe.
9. Zakres funkcjonalny funkcji akceleratora sieciowego musi obejmować:
  - 9.1. Kompresji ruchu – np. algorytmem LZ
  - 9.2. Optymalizacją połączeń TCP
  - 9.3. Deduplikacją ruchu sieciowego
  - 9.4. Wsparcie dla obsługi minimum 200 sesji TCP
  - 9.5. Wykorzystanie pamięci masowej min. 20GB w celu przechowania ciągów bitowych z ruchu WAN;
  - 9.6. Musi współpracować z centralnym systemem zarządzania optymalizatorami ruchu sieciowego oferującym centralny punkt konfiguracji, monitorowania w czasie rzeczywistym, zarządzania błędami i raportowania.
10. Wsparcie dla akceleracji min. poniższych aplikacji:
  - 10.1. CIFS (SMBv2)
  - 10.2. NFSv3
  - 10.3. Exchange 2003/2007/2010 (MAPI)
  - 10.4. Encrypted MAPI
  - 10.5. Microsoft SQL
  - 10.6. Oracle
  - 10.7. SSL
  - 10.8. HTTP
  - 10.9. Microsoft Office 365
11. Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę muszą mieć możliwość obsadzenia modułami:
  - 11.1. z cyfrowymi interfejsem T1/E1 dla ruchu głosowego lub ruchu typu channelized z gęstością interfejsów nie mniejszą niż 4 portów T1/E1
  - 11.2. z interfejsami szeregowymi WAN, w liczbie min. 4 porty na moduł
  - 11.3. interfejsów głosowych analogowych (FSX/FXO) z gęstością minimum 4 porty FXO lub 4 porty FXS na moduł
  - 11.4. z dyskiem twardym SSD
  - 11.5. przełącznika Ethernet, oczekiwana liczba portów przełącznika nie może być mniejsza niż 8 dla jednego modułu. Porty przełącznika muszą być dostępne również w wersji z zasilaniem PoE

- 11.6. umożliwiającym komunikację po sieci komórkowej w technologii 3G/4G (LTE);
- 11.7. z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS
- 11.8. z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS / Annex M
- 11.9. z portem VDSL2 / ADSL2+ over ISDN
- 11.10. z układami DSP
- 12. Serwer PC o parametrach minimum: 6 core CPU, 1x16Gb RDIMM, 480 GB SSD
- 13. Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę o moduł z układami DSP muszą mieć możliwość obsadzenia modułami:
  - 13.1. gęstości nie mniejszej niż 256 kanałów
  - 13.2. Pozwalającymi na dynamiczne alokowanie DSP do różnych zadań (obsługa interfejsów głosowych, transcoding, conferencing) z granulacją do 1 DSP.
  - 13.3. Posiadających wsparcie dla usług wideo
  - 13.4. Obsługującymi kodeki:
    - 13.4.1. G.711
    - 13.4.2. ClearChannel
    - 13.4.3. G.729a
    - 13.4.4. G.729ab
    - 13.4.5. G.726
    - 13.4.6. G.722
    - 13.4.7. G.728
    - 13.4.8. G.729
    - 13.4.9. G.729b
    - 13.4.10. Internet Low Bit
    - 13.4.11. Funkcjonalność FaxRelay
    - 13.4.12. Funkcjonalność ModemRelay
  - 13.5. Obsługującymi funkcjonalność transkodowania pomiędzy różnymi typami kodeków
  - 13.6. Obsługującymi funkcjonalność konferencji głosowych (musi być możliwość obsłużenia do co najmniej 6 konferencji po 64 uczestników lub 66 konferencji po 8 uczestników)
  - 13.7. Obsługującymi kompresję, wykrywanie aktywności głosowej, zarządzanie jitterem i funkcje kasowanie echa (co najmniej 128 ms). Funkcja kasowania echa musi być zgodna ze standardem ITU-T G.168
  - 13.8. Obsługującymi szyfrowanie transmisji głosu z wykorzystaniem SRTP

#### **Oczekiwana wydajność**

- 14. Urządzenie musi oferować dla pakietów unicast IPv4 o długości 64bajtów przepustowość rzędu 100 Mbps;
- 15. Urządzenie musi oferować dla pakietów IMIX przy włączonych usługach szyfrowania z IPSec, szczegółowej analizie aplikacji, kontroli jakości usługi QoS oraz NAT przepustowość minimum 90 Mbps.
- 16. Urządzenie musi oferować możliwość zwiększenia wydajności do co najmniej 300Mbps dla pakietów o długości 64bajtów bez rozbudowy o dodatkowe moduły sprzętowe – np. przez licencyjnie przez odblokowanie wbudowanych zasobów sprzętowych lub jako większa wydajność początkowa routera

#### **Oprogramowanie/funkcjonalność**

- 17. Musi posiadać obsługę protokołów routingu IP BGPv4, OSPFv3, IS-IS, RIPv2 oraz routingu multicastowego PIM (Sparse i SSM) oraz routing statyczny;
- 18. Protokół BGP musi posiadać obsługę 4 bajtowych ASN;
- 19. Musi posiadać wsparcie dla mechanizmów związanych z obsługą ruchu multicast: IGMP v3, IGMP Snooping, PIMv2, Bi-directional PIM;
- 20. Musi posiadać obsługę protokołu IGMPv3
- 21. Musi obsługiwać mechanizm Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF)
- 22. Musi obsługiwać tzw. routing między sieciami VLAN w oparciu o trunking 802.1Q
- 23. Musi obsługiwać IPv6 w tym ICMP dla IPv6
- 24. Musi zapewniać obsługę list kontroli dostępu w oparciu o adresy IP źródłowe i docelowe, protokoły IP, porty TCP/UDP, opcje IP, flagi TCP oraz o wartości TTL
- 25. Musi zapewniać mechanizmy korelacji zdarzeń związanych z filtracją za pomocą list kontroli dostępu dla syslog (np. za pomocą etykiety przypisanej do określonego wpisu na listach kontroli dostępu lub skrót MD5 generowany przez router)
- 26. Musi posiadać obsługę NAT dla ruchu IP unicast oraz PAT dla ruchu IP unicast
- 27. Mechanizm NAT musi zapewniać wsparcie dla H.245
- 28. Musi posiadać wsparcie dla protokołów WCCP i WCCPv2
- 29. Musi posiadać obsługę wirtualnych instancji routingu (VRF) - co najmniej 300 instancji VRF
- 30. Musi posiadać obsługę mechanizmu DiffServ

31. Musi mieć możliwość tworzenia klas ruchu oraz oznaczanie (Marking), klasyfikowanie i obsługę ruchu (Policing, Shaping) w oparciu o klasę ruchu.
32. Musi zapewniać obsługę mechanizmów kolejkowania ruchu:
  - 32.1. Z obsługą kolejki absolutnego priorytetu
  - 32.2. Ze statyczną alokacją pasma dla typu ruchu
  - 32.3. WFQ
33. Musi obsługiwać mechanizm WRED
34. Musi obsługiwać mechanizm Traffic Shaping
35. Musi obsługiwać mechanizm ograniczania pasma dla określonego typu ruchu
36. Musi obsługiwać protokół GRE oraz zapewniać mechanizm honorowania IP Precedence dla ruchu tunelowanego.
37. Musi obsługiwać protokół NTP
38. Musi obsługiwać DHCP w zakresie Client, Server
39. Musi posiadać obsługę tzw. First Hop Redundancy Protocol (takiego jak HSRP, GLBP, VRRP lub równoważny)
40. Musi posiadać obsługę mechanizmów uwierzytelniania, autoryzacji i rozliczania (AAA) z wykorzystaniem protokołów RADIUS lub TACACS+
41. Musi obsługiwać protokół MPLS (funkcje LER i LSR)
42. Musi obsługiwać MPLS over GRE
43. Musi wspierać QoS dla MPLS
44. Musi obsługiwać MPLS Traffic Engineering
45. Musi obsługiwać MPLS VPN
46. Musi obsługiwać funkcjonalność Multicast dla MPLS VPN
47. Musi obsługiwać funkcjonalność Any Transport over MPLS Graceful Restart
48. Musi obsługiwać funkcjonalność Bidirectional Forwarding Detection (BFD) lub równoważny
49. BFD musi być dostępna dla interfejsów skonfigurowanych do współpracy z VRF
50. Musi obsługiwać funkcjonalność BFD Echo Mode lub równoważny
51. Funkcjonalność BFD (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla protokołów BGP, OSPF, IS-IS, routingu statycznego oraz HSRP lub równoważna
52. Musi posiadać funkcjonalność pozwalającą na monitorowanie zdarzeń systemowych i generowania akcji zdefiniowanych przez użytkownika w oparciu o język skryptowy (tzw. Embedded Event Manager – EEM, lub równoważny)
53. Funkcjonalność EEM musi pozwalać monitorować zdarzenia związane z konfiguracją poprzez linię poleceń, podsystem SYSLOG, podsystem związany z wymianą modułów w czasie pracy urządzenia, podsystem sprzętowych zegarów, podsystem liczników systemowych
54. Funkcjonalność EEM musi pozwalać na generowanie akcji:
  - 54.1. Wykonanie komendy z poziomu linii poleceń urządzenia
  - 54.2. Wysłanie krótkiej wiadomości tekstowej poprzez system poczty elektronicznej
  - 54.3. Wykonanie skryptu
  - 54.4. Wygenerowanie SNMP trap
  - 54.5. Ustawienie lub modyfikacja określonego licznika systemowego
55. Musi posiadać funkcjonalność PPPoE
56. Musi posiadać funkcjonalność automatycznej optymalizacji routingu (funkcjonalność Optimized Edge Routing lub równoważny)
57. Funkcjonalność OER (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla:
  - 57.1. Optymalizacji ruchu przychodzącego z wykorzystaniem rozgłaszania informacji BGP do zewnętrznych routerów (BGP external peers)
  - 57.2. Optymalizacji ruchu z wykorzystaniem innych protokołów routingu – np. EIGRP, OSPF;
  - 57.3. Optymalizacji ruchu głosowego
  - 57.4. Optymalizacji w oparciu o informację z protokołów warstw wyższych (protokoły i porty UDP/TCP)
58. Musi posiadać wsparcie dla Layer-2 Tunneling Protocol Version 3
59. Urządzenie musi posiadać możliwość integracji z centralnym systemem zarządzania, monitorowania, konfiguracji jak również troubleshootingu
60. Urządzenie musi umożliwiać obsługę przez zcentralizowany system zarządzania w celu zmiany wersji systemu operacyjnego.
61. Musi oferować zaawansowane funkcjonalności bezpieczeństwa takie Zone Based Firewall (ZBF), IPsec VPN, Dynamic Multipoint VPN (DMVPN) oraz FlexVPN

#### **Zarządzanie i konfiguracja**

62. Musi być zarządzalne za pomocą SNMPv3
63. Musi mieć możliwość eksportu statystyk ruchowych za pomocą protokołu NetFlow/JPFLOW lub równoważnego
64. Musi być konfigurowalne za pomocą interfejsu linii poleceń (ang. Command Line Interface – CLI) jak również interfejsu graficznego (GUI)



65. Plik konfiguracyjny urządzenia (w szczególności plik konfiguracji parametrów routingu) musi pozwalać na edycję w trybie off-line, tzn. musi być możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym komputerze. Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej powinno być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. W pamięci nieulotnej musi być możliwość przechowywania dowolnej ilości plików konfiguracyjnych. Zmiany aktywnej konfiguracji muszą być widoczne natychmiastowo - nie dopuszcza się częściowych restartów urządzenia po dokonaniu zmian.

#### **Obudowa**

66. Musi być wykonana z metalu. Ze względu na różne warunki w których pracować będą urządzenia, nie dopuszcza się stosowania urządzeń w obudowie plastikowej
67. Musi mieć możliwość montażu w szafie 19" i musi zostać dostarczone z umożliwiającym to zestawem montażowym

#### **Zasilanie**

68. Urządzenie musi mieć możliwość zasilania ze źródeł zmiennoprądowych 230V (zasilacze AC)
69. Urządzenie musi posiadać wbudowany lub zewnętrzny zasilacz umożliwiający zasilanie prądem przemiennym 230V
70. Urządzenie musi umożliwiać doprowadzenie zasilania do portów Ethernet (tzw. inline-power) - w modułach sieciowych dostępnych do urządzenia

#### **Wyposażenie**

71. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 3 interfejsy Gigabit Ethernet 10/100/1000 dla realizacji połączenia do sieci LAN/WAN, w tym minimum dwa interfejsy muszą być wbudowane w urządzenie
72. Minimum jeden z interfejsów opisanych powyżej musi mieć możliwość pracy w trybie „dual-physical” z portem RJ45 lub gigabitowym portem światłowodowym definiowanym przez moduł GBIC lub SFP.
73. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 4GB pamięci Flash i mieć możliwość rozbudowy do co najmniej 16GB
74. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 4GB pamięci RAM z możliwością rozbudowy do co najmniej 16GB
75. Urządzenie musi być wyposażone w minimum jeden port USB. Port musi pozwalać na podłączenie zewnętrznych pamięci FLASH w celu przechowywania obrazów systemu operacyjnego, plików konfiguracyjnych lub certyfikatów elektronicznych oraz pełnić funkcję konsoli szeregowej.
76. Urządzenie musi być dostarczone z kablami pozwalającymi na podłączenie zarówno konsoli USB jak i szeregowej, jak również kablami zasilającymi.
77. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

### **Zakres 6.8**

#### **Routery – 3 sztuki**

##### **Rodzaj urządzenia**

1. Musi być urządzeniem pełniącym rolę wielosługowego routera modularnego gotowego do obsługi mechanizmów bezpiecznej i niezawodnej sieci WAN w oparciu o Internet;
2. Musi mieć możliwość doposażenia o funkcjonalność umożliwiającą optymalizację łączności WAN z wykorzystaniem lokalnej pamięci masowej (np. dysku HDD lub SSD) do utrzymywania kopii obiektów przesyłanych przez łącze WAN;
3. Musi mieć możliwość doposażenia w moduły cyfrowej centrali telefonicznej dla telefonii IP wraz z możliwością zmiany kodowania i manipulacji strumieniami głosowymi;
4. Musi mieć możliwość doposażenia o funkcjonalność IDS/IPS;

##### **Architektura**

5. Musi pozwalać na instalację co najmniej:
  - 5.1. 2 kart sieciowych z interfejsami z możliwością wyłączenia modułu w celu oszczędności energii
  - 5.2. 1 wewnętrznego modułu DSP z możliwością wyłączenia modułu w celu oszczędności energii
6. Musi posiadać możliwość bezpośredniej komunikacji pomiędzy modułami z pominięciem głównego procesora jeśli ruch sieciowy nie jest skierowany do routera.
7. Musi posiadać wszystkie interfejsy „aktywne”. Nie dopuszcza się stosowania kart, w których dla aktywacji interfejsów potrzebne będą dodatkowe licencje lub klucze aktywacyjne i konieczne wniesienie opłat licencyjnych. Np. niedopuszczalne jest stosowanie karty 4-

- portowej gdzie aktywne są 2 porty, a dla uruchomienia pozostałych konieczne jest wpisanie kodu, który uzyskuje się przez wykupienie licencji na użytkowanie pozostałych portów.
8. Urządzenie musi umożliwiać wsparcie funkcjonalności optymalizatora ruchu sieciowego WAN i musi być wyposażone w stosowne licencje. Funkcjonalność ta nie jest wymagana w momencie zamówienia, natomiast uruchomienie funkcjonalności powinno być możliwe po doposażeniu urządzenia w rekomendowane zasoby pamięciowe i dyskowe.
  9. Zakres funkcjonalny funkcji akceleratora sieciowego musi obejmować:
    - 9.1. Kompresji ruchu – np. algorytmem LZ
    - 9.2. Optymalizacją połączeń TCP
    - 9.3. Deduplikacją ruchu sieciowego
    - 9.4. Wsparcie dla obsługi minimum 200 sesji TCP
    - 9.5. Wykorzystanie pamięci masowej min. 20GB w celu przechowania ciągów bitowych z ruchu WAN;
    - 9.6. Musi współpracować z centralnym systemem zarządzania optymalizatorami ruchu sieciowego oferującym centralny punkt konfiguracji, monitorowania w czasie rzeczywistym, zarządzania błędami i raportowania.
    - 9.7. Wsparcie dla akceleracji min. poniższych aplikacji:
      - 9.7.1. CIFS (SMBv2)
      - 9.7.2. NFSv3
      - 9.7.3. Exchange 2003/2007/2010 (MAPI)
      - 9.7.4. Encrypted MAPI
      - 9.7.5. Microsoft SQL
      - 9.7.6. Oracle
      - 9.7.7. SSL
      - 9.7.8. HTTP
      - 9.7.9. Microsoft Office 365
  10. Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę muszą mieć możliwość obsadzenia modułami:
    - 10.1. z cyfrowymi interfejsem T1/E1 dla ruchu głosowego lub ruchu typu channelized z gęstością interfejsów nie mniejszą niż 4 portów T1/E1
    - 10.2. z interfejsami szeregowymi WAN, w liczbie min. 4 porty na moduł
    - 10.3. interfejsów głosowych analogowych (FSX/FXO) z gęstością minimum 4 porty FXO lub 4 porty FXS na moduł
    - 10.4. z dyskiem twardym SSD
    - 10.5. przełącznika Ethernet, oczekiwana liczba portów przełącznika nie może być mniejsza niż 8 dla jednego modułu. Porty przełącznika muszą być dostępne również w wersji z zasilaniem PoE
    - 10.6. umożliwiającym komunikację po sieci komórkowej w technologii 3G/4G (LTE);
    - 10.7. z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS
    - 10.8. z portem VDSL2 / ADSL2+ over POTS / Annex M
    - 10.9. z portem VDSL2 / ADSL2+ over ISDN
    - 10.10. z układami DSP
  11. Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę o moduł z układami DSP muszą mieć możliwość obsadzenia modułami:
    - 11.1. gęstości nie mniejszej niż 256 kanałów
    - 11.2. Pozwalającymi na dynamiczne alokowanie DSP do różnych zadań (obsługa interfejsów głosowych, transcoding, conferencing) z granulacją do 1 DSP.
    - 11.3. Posiadających wsparcie dla usług wideo
    - 11.4. Obsługującymi kodeki:
      - 11.4.1. G.711
      - 11.4.2. ClearChannel
      - 11.4.3. G.729a
      - 11.4.4. G.729ab
      - 11.4.5. G.726
      - 11.4.6. G.722
      - 11.4.7. G.728
      - 11.4.8. G.729
      - 11.4.9. G.729b
      - 11.4.10. Internet Low Bit
      - 11.4.11. Funkcjonalność FaxRelay
      - 11.4.12. Funkcjonalność ModemRelay
    - 11.5. Obsługującymi funkcjonalność transkodowania pomiędzy różnymi typami kodeków
    - 11.6. Obsługującymi funkcjonalność konferencji głosowych (musi być możliwość obsłużenia do co najmniej 6 konferencji po 64 uczestników lub 66 konferencji po 8 uczestników)

- 11.7. Obsługującymi kompresję, wykrywanie aktywności głosowej, zarządzanie jitterem i funkcje kasowanie echa (co najmniej 128 ms). Funkcja kasowania echa musi być zgodna ze standardem ITU-T G.168
- 11.8. Obsługującymi szyfrowanie transmisji głosu z wykorzystaniem SRTP

### **Oczekiwana wydajność**

12. Urządzenie musi oferować dla pakietów o długości 64 bajtów wydajność co najmniej 100 000pps przy zapewnieniu przepustowości rzędu 50Mbps
13. Urządzenie musi oferować dla pakietów o długości 64 bajtów maksymalną wydajność szyfrowania na poziomie 45000pps przy zapewnieniu przepustowości rzędu 35Mbps
14. Urządzenie musi oferować możliwość zwiększenia wydajności do co najmniej 100Mbps dla pakietów o długości 64 bajtów bez rozbudowy o dodatkowe moduły sprzętowe – np. przez licencyjne odblokowanie wbudowanych zasobów sprzętowych lub jako większa wydajność początkowa routera

### **Oprogramowanie/funkcjonalność**

15. Musi posiadać obsługę protokołów routingu IP BGPv4, OSPFv3, IS-IS, RIPv2 oraz routingu multicastowego PIM (Sparse i SSM) oraz routing statyczny;
16. Protokół BGP musi posiadać obsługę 4 bajtowych ASN;
17. Musi posiadać wsparcie dla mechanizmów związanych z obsługą ruchu multicast: IGMP v3, IGMP Snooping, PIMv2, Bi-directional PIM;
18. Musi posiadać obsługę protokołu IGMPv3
19. Musi obsługiwać mechanizm Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF)
20. Musi obsługiwać tzw. routing między sieciami VLAN w oparciu o trunking 802.1Q
21. Musi obsługiwać IPv6 w tym ICMP dla IPv6
22. Musi zapewniać obsługę list kontroli dostępu w oparciu o adresy IP źródłowe i docelowe, protokoły IP, porty TCP/UDP, opcje IP, flagi TCP, oraz o wartości TTL
23. Musi zapewniać mechanizmy korelacji zdarzeń związanych z filtracją za pomocą list kontroli dostępu dla syslog (np. za pomocą etykiety przypisanej do określonego wpisu na listach kontroli dostępu lub skrót MD5 generowany przez router)
24. Musi posiadać obsługę NAT dla ruchu IP unicast oraz PAT dla ruchu IP unicast
25. Mechanizm NAT musi zapewniać wsparcie dla H.245
26. Musi posiadać wsparcie dla protokołów WCCP i WCCPv2
27. Musi posiadać obsługę wirtualnych instancji routingu (VRF) - co najmniej 300 instancji VRF
28. Musi posiadać obsługę mechanizmu DiffServ
29. Musi mieć możliwość tworzenia klas ruchu oraz oznaczanie (Marking), klasyfikowanie i obsługę ruchu (Policing, Shaping) w oparciu o klasę ruchu.
30. Musi zapewniać obsługę mechanizmów kolejki ruchu:
  - 30.1. z obsługą kolejki absolutnego priorytetu
  - 30.2. ze statyczną alokacją pasma dla typu ruchu
  - 30.3. WFQ
31. Musi obsługiwać mechanizm WRED
32. Musi obsługiwać mechanizm Traffic Shaping
33. Musi obsługiwać mechanizm ograniczania pasma dla określonego typu ruchu
34. Musi obsługiwać protokół GRE oraz zapewniać mechanizm honorowania IP Precedence dla ruchu tunelowanego.
35. Musi obsługiwać protokół NTP
36. Musi obsługiwać DHCP w zakresie Client, Server
37. Musi posiadać obsługę tzw. First Hop Redundancy Protocol (takiego jak HSRP, GLBP, VRRP lub równoważny)
38. Musi posiadać obsługę mechanizmów uwierzytelniania, autoryzacji i rozliczania (AAA) z wykorzystaniem protokołów RADIUS lub TACACS+
39. Musi obsługiwać protokół MPLS (funkcje LER i LSR)
40. Musi obsługiwać MPLS over GRE
41. Musi wspierać QoS dla MPLS
42. Musi obsługiwać MPLS Traffic Engineering
43. Musi obsługiwać MPLS VPN
44. Musi obsługiwać funkcjonalność Multicast dla MPLS VPN
45. Musi obsługiwać funkcjonalność Any Transport over MPLS Graceful Restart
46. Musi obsługiwać funkcjonalność Bidirectional Forwarding Detection (BFD) lub równoważny
47. BFD musi być dostępna dla interfejsów skonfigurowanych do współpracy z VRF
48. Musi obsługiwać funkcjonalność BFD Echo Mode lub równoważny
49. Funkcjonalność BFD (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla protokołów BGP, OSPF, IS-IS, routingu statycznego oraz HSRP lub równoważna

50. Musi posiadać funkcjonalność pozwalającą na monitorowanie zdarzeń systemowych i generowania akcji zdefiniowanych przez użytkownika w oparciu o język skryptowy (tzw. Embedded Event Manager – EEM, lub równoważny)
51. Funkcjonalność EEM musi pozwalać monitorować zdarzenia związane z konfiguracją poprzez linię poleceń, podsystem SYSLOG, podsystem związany z wymianą modułów w czasie pracy urządzenia, podsystem sprzętowych zegarów, podsystem liczników systemowych
52. Funkcjonalność EEM musi pozwalać na generowanie akcji:
  - 52.1. Wykonanie komendy z poziomu linii poleceń urządzenia
  - 52.2. Wysłanie krótkiej wiadomości tekstowej poprzez system poczty elektronicznej
  - 52.3. Wykonanie skryptu
  - 52.4. Wygenerowanie SNMP trap
  - 52.5. Ustawienie lub modyfikacja określonego licznika systemowego
53. Musi posiadać funkcjonalność PPPoE
54. Musi posiadać funkcjonalność automatycznej optymalizacji routingu (funkcjonalność Optimized Edge Routing lub równoważny)
55. Funkcjonalność OER (lub równoważna) musi posiadać wsparcie dla:
  - 55.1. Optymalizacji ruchu przychodzącego z wykorzystaniem rozgłaszania informacji BGP do zewnętrznych routerów (BGP external peers)
  - 55.2. Optymalizacji ruchu z wykorzystaniem innych protokołów routingu – np. EIGRP, OSPF;
  - 55.3. Optymalizacji ruchu głosowego
  - 55.4. Optymalizacji w oparciu o informację z protokołów warstw wyższych (protokoły i porty UDP/TCP)
56. Musi posiadać wsparcie dla Layer-2 Tunneling Protocol Version 3
57. Urządzenie musi posiadać możliwość integracji z centralnym systemem zarządzania, monitorowania, konfiguracji jak również troubleshootingu
58. Urządzenie musi umożliwiać obsługę przez zcentralizowany system zarządzania w celu zmiany wersji systemu operacyjnego.
59. Musi oferować zaawansowane funkcjonalności bezpieczeństwa takie Zone Based Firewall (ZBF), IPSec VPN, Dynamic Multipoint VPN (DMVPN) oraz FlexVPN

#### **Zarządzanie i konfiguracja**

60. Musi być zarządzalne za pomocą SNMPv3
61. Musi mieć możliwość eksportu statystyk ruchowych za pomocą protokołu Netflow/JPFflow lub równoważnego
62. Musi być konfigurowalne za pomocą interfejsu linii poleceń (ang. Command Line Interface – CLI) jak również interfejsu graficznego (GUI)
63. Plik konfiguracyjny urządzenia (w szczególności plik konfiguracji parametrów routingu) musi pozwalać na edycję w trybie off-line, tzn. musi być możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym komputerze. Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej powinno być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją. W pamięci nieulotnej musi być możliwość przechowywania dowolnej ilości plików konfiguracyjnych. Zmiany aktywnej konfiguracji muszą być widoczne natychmiastowo - nie dopuszcza się częściowych restartów urządzenia po dokonaniu zmian.

#### **Obudowa**

64. Musi być wykonana z metalu. Ze względu na różne warunki w których pracować będą urządzenia, nie dopuszcza się stosowania urządzeń w obudowie plastikowej
65. Musi mieć możliwość montażu w szafie 19" i musi zostać dostarczone z umożliwiającym to zestawem montażowym

#### **Zasilanie**

66. Urządzenie musi mieć możliwość zasilania ze źródeł zmiennoprądowych 230V (zasilacze AC)
67. Urządzenie musi posiadać wbudowany lub zewnętrzny zasilacz umożliwiający zasilanie prądem przemiennym 230V
68. Urządzenie musi umożliwiać doprowadzenie zasilania do portów Ethernet (tzw. inline-power) - w modułach sieciowych dostępnych do urządzenia

#### **Wyposażenie**

69. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 2 interfejsy Gigabit Ethernet 10/100/1000 dla realizacji połączenia do sieci LAN/WAN, w tym minimum dwa interfejsy muszą być wbudowane w urządzenie
70. Minimum jeden z interfejsów opisanych powyżej musi mieć możliwość pracy w trybie „dual-physical” z portem RJ45 lub gigabitowym portem światłowodowym definiowanym przez moduł GBIC lub SFP.

71. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 4GB pamięci Flash i mieć możliwość rozbudowy do co najmniej 8GB
72. Urządzenie musi być wyposażone w minimum 4GB pamięci RAM z możliwością rozbudowy do co najmniej 8GB
73. Urządzenie musi być wyposażone w minimum jeden port USB. Port musi pozwalać na podłączenie zewnętrznych pamięci FLASH w celu przechowywania obrazów systemu operacyjnego, plików konfiguracyjnych lub certyfikatów elektronicznych oraz pełnić funkcję konsoli szeregowej.
74. Urządzenie musi być dostarczone z kablami pozwalającymi na podłączenie zarówno konsoli USB jak i szeregowej, jak również kablami zasilającymi.
75. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

## **Zakres 6.9**

### **Dodatkowe rozszerzenia**

Poniższe karty rozszerzeń należy zainstalować w aparaturze wskazanej przez Zamawiającego w trakcie prac instalacyjnych w Laboratorium. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

- 6.9.1.** Dwuportowa karta z interfejsami Serial-WAN kompatybilna z oferowanymi routerami – lub równoważna – 15 szt.
- 6.9.2.** Czteroportowy moduł przełącznika L2 kompatybilny z oferowanymi routerami – lub równoważny – 15 szt.
- 6.9.3.** Moduły optyczne 10G SFP+ MM kompatybilne z oferowanymi routerami – lub równoważne – 5 szt.
- 6.9.3.** Moduły optyczne 1G SFP MMF kompatybilne z oferowanymi routerami – lub równoważne – 10 szt.

## **Zakres 6.10**

### **Urządzenia bezpieczeństwa (Firewall) – 2 sztuki**

#### **Architektura urządzenia, obudowa, interfejsy**

1. Urządzenie będące dedykowaną platformą sprzętową – nie dopuszcza się rozwiązań „serwerowych” bazujących na ogólnodostępnych na rynku podzespołach PC ogólnego przeznaczenia
2. Urządzenie pełniące rolę ściany ogniowej (firewall) typu statefull inspection i ściany ogniowej nowej generacji (NG Firewall)
3. Urządzenie wyposażone w 8 wbudowanych portów GbE RJ45 oraz 4 porty Gigabit Ethernet SFP
4. Urządzenie obsługuje interfejsy VLAN (802.1Q) na interfejsach fizycznych – min. 500 sieci VLAN
5. Urządzenie wyposażone w dedykowany port konsoli oraz dedykowany port Gigabit Ethernet do zarządzania Out-of-Band
6. Urządzenie wyposażone w port USB 3.0
7. Urządzenie jest zasilane prądem przemiennym 230V
8. Możliwość montażu w szafie rack 19” (dołączone niezbędne elementy montażowe)
9. Wysokość urządzenia 1RU

#### **Parametry wydajnościowe**

1. Przepustowość urządzenia dla uruchomionych modułów firewall'a oraz kontroli aplikacji (AVC) na poziomie 1.5 Gbps dla pakietów wielkości 1024B
2. Urządzenie osiąga powyższe parametry wydajnościowe również wraz z uruchomionym silnikiem IPS.
3. 200 000 maksymalnych jednoczesnych sesji (z kontrolą aplikacji) z możliwością zestawiania co najmniej 14 000 nowych połączeń na sekundę
4. Możliwość połączenia VPN do 150 urządzeń z maksymalną sumaryczną przepustowością 1 Gbps dla pakietów 1024B TCP
5. Przepustowość dekrypcji ruchu szyfrowanego (50% ruchu TLS 1.2, AES256-SHA z RSA 2048B) wynosi przynajmniej 700 Mbps

#### **Funkcjonalność urządzenia**

1. Urządzenie nie posiada ograniczenia na ilość jednocześnie pracujących użytkowników w sieci chronionej
2. Możliwość uruchomienia urządzenia w trybie firewall'a L3, jak i w trybie transparentnym
3. Urządzenie obsługuje routing statyczny i dynamiczny (RIP, OSPF, BGP)
4. Urządzenie posiada możliwości konfiguracji reguł filtrowania ruchu w oparciu o tożsamość użytkownika, zapewniając integrację z usługą katalogową Microsoft Active Directory
5. Urządzenie obsługuje funkcjonalność Network Address Translation (NAT oraz PAT)
6. Urządzenie może pracować w układzie wysokiej dostępności (HA) active/standby
7. Urządzenie zapewnia możliwość obsługi użytkowników zdalnych VPN (RA VPN)
8. Urządzenie zapewnia funkcjonalności:
  - 8.1. systemu automatycznego wykrywania i klasyfikacji aplikacji (Application Visibility and Control)
  - 8.2. systemu IPS
  - 8.3. systemu ochrony przed malware
  - 8.4. systemu filtracji ruchu w oparciu o URL
9. System posiada możliwość kontekstowego definiowania reguł z wykorzystaniem informacji pozyskiwanych o hostach na bieżąco poprzez pasywne skanowanie. System ma tworzyć kontekst z wykorzystaniem co najmniej poniższych parametrów:
  - 9.1. Wiedza o użytkownikach – uwierzytelnienie
  - 9.2. Wiedza o urządzeniach – pasywne skanowanie ruchu
  - 9.3. Wiedza o urządzeniach mobilnych
  - 9.4. Wiedza o aplikacjach wykorzystywanych po stronie klienta
  - 9.5. Wiedza o podatnościach
  - 9.6. Wiedza o bieżących zagrożeniach
  - 9.7. Baza danych URL
10. System posiada otwarte API dla współpracy z systemami zewnętrznymi
11. Rozwiązanie współpracuje z systemami SIEM
12. System wykrywania aplikacji AVC zapewniający:
  - 12.1. możliwość klasyfikacji ruchu i wykrywania co najmniej 4000 aplikacji
  - 12.2. możliwość tworzenia profili użytkowników korzystających ze wskazanych aplikacji z dokładnością co najmniej do systemu operacyjnego, z którego korzysta użytkownik oraz wykorzystywanych usług
  - 12.3. wykorzystanie informacji geolokacyjnych dotyczących użytkownika lub aplikacji
  - 12.4. współpracę z otwartym systemem opisu aplikacji pozwalającym administratorowi na skonfigurowanie opisu dowolnej aplikacji i wykorzystanie go do automatycznego wykrywania tejże aplikacji przez system AVC oraz na wykorzystanie profilu tej aplikacji w regułach reagowania na zagrożenia oraz w raportach
13. System IPS zapewniający:
  - 13.1. możliwość pracy w trybie in-line
  - 13.2. możliwość pracy w trybie pasywnym (IDS)
  - 13.3. możliwość wykrywania i blokowania szerokiej gamy zagrożeń w tym:
    - 13.3.1. złośliwe oprogramowanie
    - 13.3.2. skanowanie sieci
    - 13.3.3. ataki na usługę VoIP
    - 13.3.4. próby przepełnienia bufora
    - 13.3.5. ataki na aplikacje P2P
    - 13.3.6. zagrożenia dnia zerowego, itp.
  - 13.4. możliwość wykrywania modyfikacji znanych ataków (sygnatury), jak i nowo powstałych, które nie zostały jeszcze dogłębnie opisane (analiza behawioralna)
  - 13.5. wiele sposobów wykrywania zagrożeń w tym:
    - 13.5.1. sygnatury ataków opartych na exploitach
    - 13.5.2. reguły oparte na zagrożeniach
    - 13.5.3. mechanizm wykrywania anomalii w protokołach
    - 13.5.4. mechanizm wykrywania anomalii w ogólnym zachowaniu ruchu sieciowego
  - 13.6. możliwość inspekcji nie tylko warstwy sieciowej i informacji zawartych w nagłówkach pakietów, ale również szerokiego zakresu protokołów na wszystkich warstwach modelu sieciowego włącznie z możliwością sprawdzania zawartości pakietu
  - 13.7. mechanizm minimalizujący liczbę fałszywych alarmów, jak i niewykrytych ataków (ang. false positives i false negatives)
  - 13.8. możliwość detekcji ataków/zagrożeń złożonych z wielu elementów i korelacji wielu, pozornie niepowiązanych zdarzeń
  - 13.9. wiele możliwości reakcji na zdarzenia w tym takie, jak:
    - 13.9.1. tylko monitorowanie
    - 13.9.2. blokowanie ruchu zawierającego zagrożenia
    - 13.9.3. zastąpienie zawartości pakietów
    - 13.9.4. zapisywanie pakietów

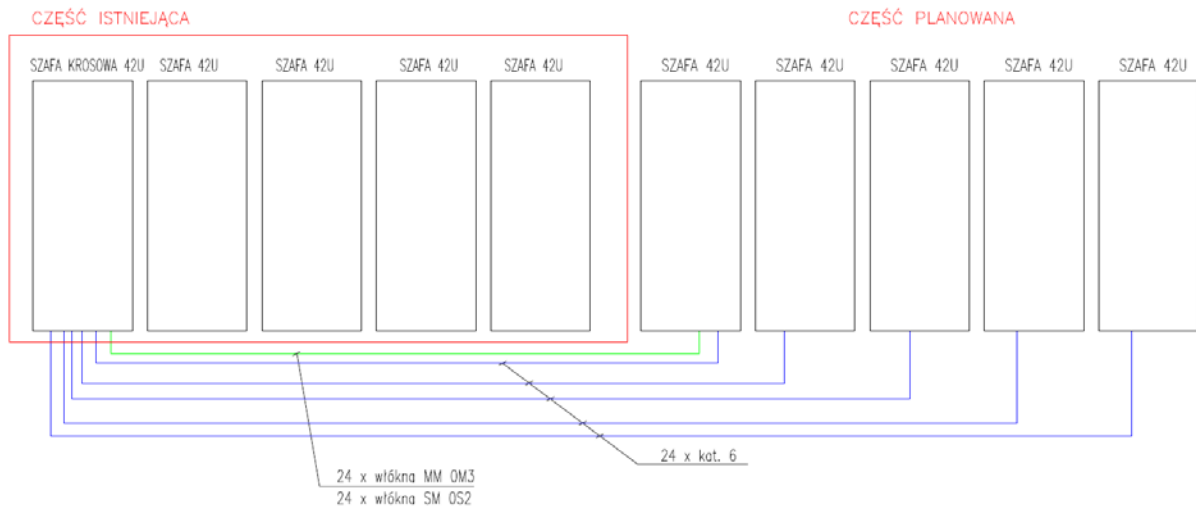
- 13.10. możliwość detekcji ataków i zagrożeń opartych na protokole IPv6
- 13.11. możliwość pasywnego zbierania informacji o urządzeniach sieciowych oraz ich aktywności w celu wykorzystania tych informacji do analizy i korelacji ze zdarzeniami bezpieczeństwa, eliminowania fałszywych alarmów oraz tworzenia polityki zgodności - zbierane są informacje o:
  - 13.11.1. systemach operacyjnych
  - 13.11.2. serwisach
  - 13.11.3. otwartych portach, aplikacjach
  - 13.11.4. zagrożeniach
- 13.12. możliwość pasywnego gromadzenia informacji o przepływach ruchu sieciowego ze wszystkich monitorowanych hostów włączając w to czas początkowy i końcowy, porty, usługi oraz ilość przesłanych danych
- 13.13. możliwość pasywnej detekcji predefiniowanych serwisów takich jak FTP, HTTP, POP3, Telnet, itp.
- 13.14. możliwość automatycznej inspekcji i ochrony dla ruchu wysyłanego na niestandardowych portach używanych do komunikacji
- 13.15. możliwość obrony przed atakami skonstruowanym tak, aby uniknąć wykrycia przez IPS. W tym celu stosowany najodpowiedniejszy mechanizm defragmentacji i składania strumienia danych w zależności od charakterystyki hosta docelowego
- 13.16. mechanizm bezpiecznej aktualizacji sygnatur. Zestawy sygnatur/reguł muszą być pobierane z serwera w sposób uniemożliwiający ich modyfikację przez osoby postronne
- 13.17. możliwość definiowania wyjątków dla sygnatur z określeniem adresów IP źródła, przeznaczenia lub obu jednocześnie
- 13.18. obsługę reguł Snort
- 13.19. możliwość wykorzystania informacji o sklasyfikowanych aplikacjach do tworzenia reguł IPS
- 13.20. mechanizmy automatyzacji w zakresie wskazania hostów skompromitowanych (ang. Indication of compromise)
- 13.21. mechanizmy automatyzacji w zakresie automatycznego dostrojenia polityk bezpieczeństwa
- 14. System filtracji URL zapewniający:
  - 14.1. kategoryzację stron – w co najmniej 80 kategoriach
  - 14.2. bazę URL o wielkości nie mniejszej niż 280 mln URL
  - 14.3. bazę URL producenta rozwiązania
- 15. Urządzenie zapewnia możliwość wykrywania i śledzenia transferu następujących kategorii plików w ruchu sieciowym:
  - 15.1. pliki systemowe
  - 15.2. pliki graficzne
  - 15.3. pliki PDF
  - 15.4. pliki wykonywalne
  - 15.5. pliki multimedialne
  - 15.6. pliki pakietu Office
  - 15.7. pliki skompresowane
- 16. Urządzenie posiada możliwość monitorowania jak i kontrolowania transferu plików w następujących protokołach: HTTP, SMTP, FTP, IMAP, POP3, NetBIOS (SMB) w danym kierunku – upload/download
- 17. Wbudowany podsystem wykrywania oprogramowania złośliwego (malware) i jego propagacji w strefie chronionej poprzez
  - 17.1. sprawdzenie reputacji plików w systemie globalnym
  - 17.2. sprawdzenie plików w sandbox (realizowanym lokalnie lub w chmurze)
  - 17.3. statyczną analizę struktury całego pliku pod kątem charakterystycznych elementów używanych w złośliwym oprogramowaniu
- 18. Urządzenie zapewnia możliwość zapisania na dysk twardy kopii analizowanych plików o następujących charakterystykach:
  - 18.1. pliki wolne od złośliwego kodu
  - 18.2. pliki zawierające złośliwy kod
  - 18.3. pliki podejrzane
  - 18.4. pliki o własnej, zdefiniowanej przez użytkownika kategorii
- 19. Podsystem wykrywania oprogramowania złośliwego zawiera narzędzia analizy historycznej dla plików przesłanych w przeszłości, a rozpoznanych jako oprogramowanie złośliwe (analiza retrospektywna)
- 20. Rozwiązanie umożliwia integracje z chmurową konsolą korelacji informacji o zagrożeniach z różnymi rozwiązaniami bezpieczeństwa tego samego producenta.

Urządzenie objęte, co najmniej 12 miesięczną gwarancją. Dostęp do aktualizacji sygnatur IPS, mechanizmów filtrowania webowego i aktualizacji filtrów antymalware'owych przez cały okres gwarancji.

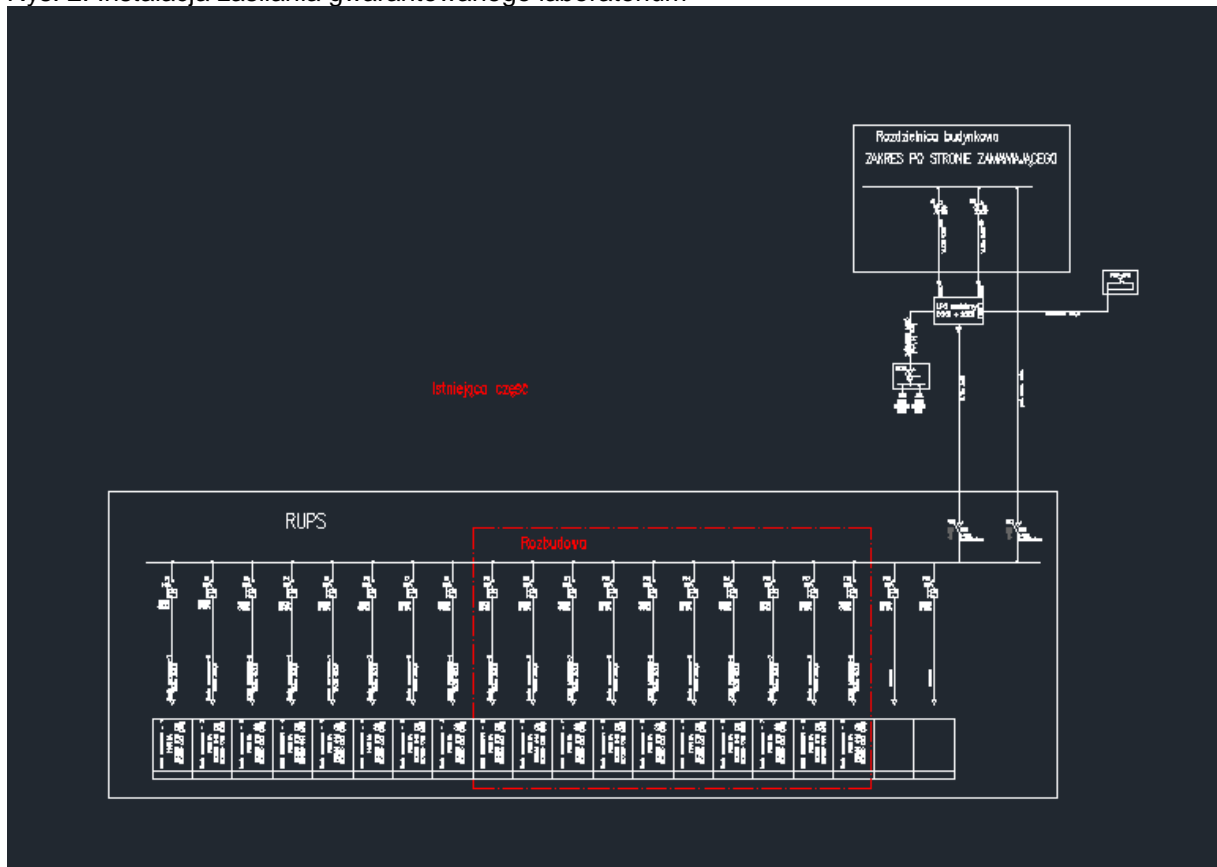
## **7. Elementy infrastruktury pasywnej (zasilanie, okablowanie, szafy rack, inne)**

Szafy oraz listwy zasilające PDU muszą pochodzić od jednego producenta. Należy rozbudować system zasilania o odpływy w rozdzielnicach RUPS na potrzeby zasilania pięciu dodatkowych szaf serwerowych. Okablowanie nad szafami należy zakończyć gniazdami IEC309 3-fazowe 16A. Z gniazd należy zasilić listwy w szafach (po dwie na Rack). Na poniższych rysunkach przedstawiono ideowe schematy instalacji zasilania oraz LAN.

Rys. 1. Instalacja logiczna



Rys. 2. Instalacja zasilania gwarantowanego laboratorium





## Zakres 7.1

### Szafa teleinformatyczna RACK – 5 sztuk

Materiał:	Blacha stalowa, Aluminium
Powierzchnia:	Stelaż szafy: gruntowany zanurzeniowo Zabudowa wewnętrzna: gruntowana zanurzeniowo Drzwi i dach: gruntowane zanurzeniowo, lakierowane proszkowo
Kolor:	Czarny
Materiały podstawowe:	Blacha stalowa
Wymiary minimalne:	Szerokość: 800 mm Wysokość: 2000 mm Głębokość: 1100 mm
Wysokość montażowa dla komponentów:	42 U
Wersja 19":	Szyny profilowe, 482,6 mm (19")
Wykonanie drzwi:	wentylowane

## Zakres 7.2

### PDU: 3 fazowa, 16A, 36 x Gniazdo C13, 3 x Gniazdo C19 – 10 sztuk,

Wysokiej klasy rozdział prądu w szafach IT, z funkcjami monitorowania PDU. Listwa 0U, montowana pionowo, dzięki czemu nie zajmuje miejsca w szafie. Możliwy montaż beznarzędziowy. Wskaźnik LED poziomu prądu (wartość skuteczna) oraz ostrzeżenie przed przeciążeniem. Zabezpieczenie grupy gniazd. Redundantne zasilanie odbywa się z wszystkich faz. Możliwe jest również monitorowanie otoczenia za pomocą czujników (np. temperatury, wilgotności, dostępu).

Lp.	Minimalne parametry techniczne	
1	Materiał	Profil aluminiowy, czarny
2	Klasa ochrony IP	IP20
3	Wariant	Funkcje i monitorowania
4	Gniazda wtykowe	36 x Gniazdo C13 - Czarny 3 x Gniazdo C19 - Czarny
6	Wymiary	Szerokość: max. 48 mm Głębokość: max. 50 mm
7	Zasilanie	Ilość: 1 / Fazy na zasilanie: 3
8	Długość kabla przyłączeniowego	1,8m
11	Prąd znamionowy (maks.):	16A

## Zakres 7.3

### Kolumny elektroinstalacyjne – 4 sztuki

Lp.	Minimalne parametry techniczne	
1	Materiał	Aluminium
2	Głębokość [mm]	110 mm
3	Szerokość [mm]	80 mm
4	Wysokość [mm]	Min. 3000 mm
6	Stopień ochrony (IP)	IP40
7	Kolor	Aluminium
8	Zabezpieczenie powierzchni	Anodowanie
9	Model	Dwustronna
10	Ilość komór	2
11	Ilość przegród	1
12	Kształt produktu	Owalna
13	Sposób montażu	Podłogowy, rozporowy, sufitowy, śrubowy
14	Zakres regulacji	0-0,5 metra
15	Sposób montażu gniazd	Montaż bezpośredni modułów w standardzie K45

## Zakres 7.4

### Okablowanie miedziane i światłowodowe

W zakresie instalacji okablowania miedzianego i światłowodowego jest dostawa elementów zgodnie z poniższą tabelą oraz punktem „Pozostałe elementy infrastruktury”, a także wykonanie instalacji wg. opisów przedstawionych w poniższych punktach. Wykonawca wykona w pełni funkcjonalną sieć logiczną wraz ze wszelkimi wymaganymi połączeniami miedzianymi oraz światłowodowymi (np. spawy). Wykonawca ma dostarczyć wszelkie elementy nie ujęte w poniższym zestawieniu, a wymagane do realizacji infrastruktury sieci logicznej.

W poniższej tabeli podano minimalne ilości głównych elementów jakie musi dostarczyć Wykonawca na potrzeby realizacji sieci logicznej pomiędzy szafami Rack, a także do stanowisk laboratoryjnych.

Lp.	Nazwa	Jm.	ilość
1	Panel krosowy 24RxJ45 kat.6 UTP w pełni wyposażony	szt.	10
2	Kompletna przełącznica światłowodowa zawierająca kasetę, pigtaile, adaptery oraz panel światłowodowy o wysokości 1U umożliwiająca zakończenie kabli FO w ilości 12xLCdx OM3 + 12LCdx OS2	szt.	2
3	Kabel UTP kat. 6	m	2440
4	Kabel światłowodowy jednomodowy OS2 24 włókna	m	50
5	Kabel światłowodowy wielomodowy OM3 24 włókna	m	50
6	Panel z wieszakami poziomy 1U	szt.	12

#### Opis w zakresie okablowania miedzianego i światłowodowego

Rozwiązanie opisane w punkcie 7.4 ma pochodzić od jednego producenta i być objęte jednolitą i spójną gwarancją systemową na okres minimum 25 lat obejmującą wszystkie elementy pasywne toru transmisyjnego. Wszystkie elementy okablowania (w szczególności: kabel, panele krosowe, gniazda, płyty czołowe gniazd, prowadnice kablowe i inne) mają być oznaczone logo lub nazwą tego samego producenta i pochodzić z jednolitej oferty rynkowej. Wymagania odnośnie wydajności kanału transmisyjnego muszą spełniać minimum Klasę E, a wszystkie komponenty spełniać kryteria kategorii 6. Wszystkie te elementy powinny być w wersji nieekranowanej.

#### 7.4.1. Połączenia miedziane

Między szafami należy wykonać połączenia kablem UTP kat. 6. Do każdej szafy należy wykonać 24 połączenia i zakończyć na panelu krosowym 24xRJ45 kat 6 UTP. Panele miedziane muszą mieć wysokość 1U, mieścić min. 24 portów RJ45 oraz posiadać następującą funkcjonalność:

- montaż w szafach 19", wysokość 1U
- modułarną budowę tj. skalowalność (rozbudowę) z dokładnością do jednego złącza RJ45,
- możliwość dokonywania naprawy jednego łącza bez przerywania ciągłości pracy pozostałych.
- kodowanie kolorem gniazd w panelu

W celu zagwarantowania najwyższej jakości połączenia, a przede wszystkim powtarzalnych parametrów, wszystkie złącza, zarówno w gniazdach końcowych, panelach oraz złączach RJ45 w kablach krosowych i przyłączeniowych muszą być zarabiane w oparciu o technologię IDC. Proces montażu modułów gniazd RJ45 ma gwarantować najwyższą powtarzalność. Maksymalny rozplot par transmisyjnych na modułach gniazd RJ45 montowanych zarówno w panelach, jak i w zestawach instalacyjnych naściennych nie może być większy niż 8 mm. Ze względu na wymaganą najwyższą długoterminową trwałość i niezawodność oraz doskonałe parametry kontaktu należy stosować kable przyłączeniowe i krosowe wykonanymi i przetestowanymi przez producenta systemu okablowania. Nie dopuszcza się stosowania modułów wyposażonych w dodatkowe elementy elektroniczne (płytki PCB) do redukcji przesłuchów pochodzących od złącza.

Wydajność komponentów (złącze-wtyk) ma być potwierdzona certyfikatem De-Embedded Testing lub równoważnym wystawionym przez niezależne laboratorium badawcze. System ma się składać w nieekranowanych elementach, to wymaganie dotyczy zarówno gniazd w zestawach naściennych, jak i w panelach krosowych. Zgodnie z wymaganiami norm każdy 4-parowy kabel ma być w całości (wszystkie pary) trwale zakończony na 8-pozycyjnym złączu modułarnym.

#### Kable instalacyjne miedziane

- Ze względu na przyjęte wymiary przepustów kablowych oraz zaprojektowane trakty prowadzenia kabli i związane z tym przesławy, wymagane jest zastosowanie medium transmisyjnego o maksymalnej średnicy zewnętrznej 6,4 mm. Nie dopuszcza się kabli o większej średnicy zewnętrznej. Kabel ten ma spełniać wymagania stawiane komponentom Kategorii 6 przez obowiązujące specyfikacje norm, równocześnie zapewniając pełną zgodność z niższymi kategoriami okablowania. Z uwagi na konieczność odsunięcia par splecionych od siebie spowodowaną przeciwdziałania przesłuchom od par sąsiednich, konstrukcja kabla musi zawierać separator krzyżowy wewnątrz kabla.
- Wymaga się, aby charakterystyka kabla uwzględniała odpowiedni margines pracy, tj. pozytywne parametry transmisyjne do min. 450MHz dla nieekranowanego kabla kat.6.

#### Wymagane parametry kabla teleinformatycznego

Standaryzacja	ISO/IEC 11801 2nd ed.; IEC 61156-5 2nd ed.; EN 50173-1; EN 50288-3-1;EIA/TIA 568B.2
Kategoria	Kat.6
Pasma przenoszenia	450 MHz
Rodzaj kabla	Kabel instalacyjny
Rodzaj ekranowania	U/UTP
Liczba przewodników	8
Splot	4P
Średnica całkowita kabla	6.0 mm ± 0.4
Typ przewodu	Ścisła tuba
Średnica żyły	AWG 23
Długość kabla w szpuli	500 m
Materiał powłoki	LSZH
Zbrojenie kabla	Brak
Kod koloru RAL	7035
Kolor	szary

#### Moduł przyłączeniowy

Do wyposażenia zarówno gniazd abonenckich jak i paneli krosowych w punktach dystrybucyjnych dopuszcza się użycie jednego rodzaju modułu przyłączeniowego kat.6 typu RJ45. Moduł musi pozwalać na pewne przytwierdzenie do niego kabla instalacyjnego za pomocą opaski uciskowej oraz pozwalać na zarabianie kabla instalacyjnego metodą beznarzędziową i być wyposażony w złącza IDC gwarantujące uzyskanie najwyższej jakości kontaktu modułu z żyłą kabla. Kable przyłączeniowe również muszą być wyposażone we wtyki RJ45 terminowane w złączu IDC, co ma decydujący wpływ na jakość kontaktu wtyk-moduł. Moduł musi być wyposażony w dedykowany system przeciwdziałania wpływom wibracji występujących w szczególności w punktach dystrybucyjnych. Moduł musi zapewniać możliwość dokonywania co najmniej 20-krotnej terminacji kabli instalacyjnych co umożliwi korektę ewentualnych błędów instalacyjnych bez konieczności wymiany całego modułu oraz pozwoli na przyszłe zmiany w strukturze sieci. Kabel instalacyjny musi być przytwierdzany do modułu za pomocą opaski uciskowej co ma przeciwdziałać wyszarpaniu go z modułu. Kable terminowane w module muszą mieć możliwość rozszycia żył zarówno w sekwencji T568A jak i T568B. Konstrukcja modułu ma eliminować wpływy przesłuchów poprzez kompensację przesłuchów wewnątrz modułów realizowaną poprzez mechaniczne ukształtowanie kontaktów. Nie dopuszcza się stosowania modułów wyposażonych w dodatkowe elementy elektroniczne (płytki PCB) do redukcji przesłuchów pochodzących od złącza.

Standaryzacje	IEC 60603-7: Electrical Characteristics of the Telecommunication Outlets ISO/IEC 11801, Second Edition: September 2002 EN 50173-1: May 2007
Typ złącza (A)	RJ45
Kategoria złącza (A)	Kat.6
Ekranowanie - złącze (A)	Nie
Mocowanie	Płytki montażowa/snap-in
Rozszycie żył	EIA/TIA 568A / EIA/TIA 568B
Ilość kontaktów	8
Materiał	Plastik: PC, UL 94 V-0
Kod koloru RAL	7035
Kolor	Szary
Wymiary	Max. 16.4 x 21.4 x 40.9 mm

## Przełącznice miedziane

O tym jakiego rodzaju okablowanie można terminować na przełącznicach decydują zainstalowane moduły. Wpływa to na nieograniczoną elastyczność i możliwość łatwej i taniej migracji do okablowania o wyższej kategorii. 24-portowa nieekranowana przełącznica kat.6 o wysokości montażowej 1U powinna być wyposażona w moduły RJ45 montowane metodą zatrząskową, co zapewnia zwartą konstrukcję oraz łatwy i szybki sposób instalacji niewymagający żadnych specjalistycznych narzędzi zapewniając uniwersalne rozszycie kabla w sekwencji T568A lub T568B. Przełącznica musi zapewniać jednoportową skalowalność portów oraz możliwość migracji/implementacji łączy światłowodowych. Rama przełącznicy musi być przystosowana do montażu zarówno modułów przyłączeniowych ekranowanych jak i nieekranowanych. Musi być zaopatrzona w dedykowane miejsca do przytwierdzania kabli instalacyjnych za pomocą opasek zaciskowych. W celu oszczędności miejsca w szafie dystrybucyjnej powinna posiadać prowadnice boczne do przeprowadzania kabli krosowych. Przełącznica musi mieć możliwość zastosowania systemu zabezpieczeń poprzez kodowanie kolorem.

### Kable krosowe miedziane:

- wyposażony w zestyk IDC na styku z żyłą kabla
- kabel linka
- powłoka LSFRZH
- przystosowany do montażu 3 poziomowego systemu zabezpieczeń (kodowanie kolorem, kształtem oraz zabezpieczenie przeciw wpięciowo-wypięciowe)
- materiał: wolny od związków halogenów oraz metali ciężkich zgodny z wytycznymi EU, RoHS i WEEE
- kable krosowe kat 6 muszą pochodzić od tego samego producenta i posiadać złącza IDC.

Instalację okablowania miedzianego należy układać pod stropem. W celu zejścia pionowego do szaf należy wykorzystać systemowe rozwiązanie producenta. Nie dopuszcza się zejścia kablami po ostrych krawędziach.

### 7.4.2. Połączenia światłowodowe

Między szafą krosowniczą a szafą wskazaną przez zamawiającego należy wykonać połączenia światłowodowe jedno i wielomodowe. Od szafy krosowej do szafy wskazanej przez zamawiającego należy ułożyć 24 włókna kabla jednomodowego OS2 i wielomodowego OM3. Zakończyć na wspólnym panelu światłowodowym.

Przełącznice światłowodowe muszą umożliwiać instalację do 24 dwupleksowych łączników centrujących na wysokości 1U i posiadać następującą funkcjonalność:

- konstrukcja przełącznicy musi umożliwiać w swoim obszarze możliwości zorganizowania zapasu tub (min 2m) z włóknami oraz samych włókien (min.2m)
- obsługujący przełącznice, poprzez podwójny wysuw części centralnej przełącznicy (szuflady) muszą otrzymać dostęp do części połączeniowej (adapter-wtyk) oraz do sekcji spawów w obszarze tacek spawów
- przełącznica musi mieć możliwość regulacji pozycji panela czołowego względem ramy szafy 19"
- włókna kabla FO wchodzącego do szafy 19" muszą być dystrybuowane poprzez rozdzielacz kabla
- przełącznica musi być wyposażona w zintegrowaną półkę do prowadzenia kabli krosowych nie wymagającą dodatkowego miejsca w przestrzeni szafy.

### Przełącznice światłowodowe LC

Przełącznice światłowodowe muszą umożliwiać instalację do 24 dwupleksowych łączników centrujących na wysokości 1U (Terminacja 48 włókien FO). Konstrukcja przełącznicy musi umożliwiać w swoim obszarze możliwości zorganizowania zapasu tub (min 2m) z włóknami oraz samych włókien (min.2m). Obsługujący przełącznice, poprzez podwójny wysuw części centralnej przełącznicy (szuflady) muszą

otrzymać dostęp do części połączeniowej (adapter-wtyk) oraz do sekcji spawów w obszarze tacek spawów. Tacki spawów muszą umożliwiać ułożenie zapasu pigtaili oraz właściwą separację włókien.

Przełącznica musi mieć możliwość

- regulacji pozycji panela czołowego względem ramy szafy 19". W celu właściwego zabezpieczenia kabla wprowadzanego w obszar szafy 19" tuby z włóknami optycznymi muszą być ochraniane przez peszle aż do wejścia do przełącznicy. Przełącznica w związku z tym musi umożliwiać instalację specjalnych uchwytów pozwalających na pewne przytwierdzenie peszli. Włókna kabla FO wchodzącego do szafy 19" muszą być
- dystrybuowane poprzez rozdzielacz kabla. Przełącznica musi być wyposażona w zintegrowaną półkę do prowadzenia kabli krosowych nie wymagającą dodatkowego miejsca w przestrzeni szafy.

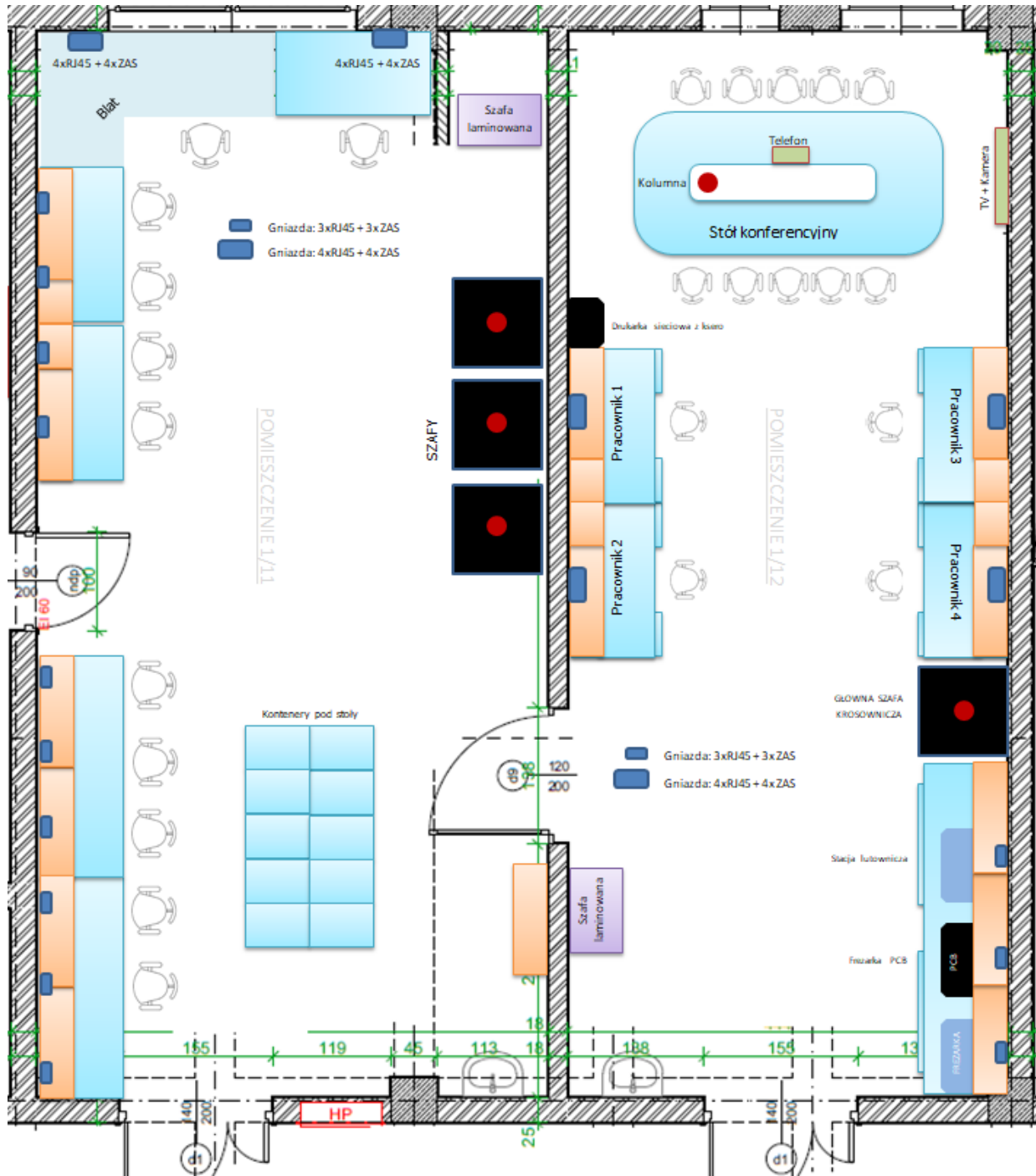
Na jednej przełącznicy 1U należy zakończyć światłowody jedno i wielomodowe.

Instalację okablowania światłowodowego należy układać pod stropem. W celu zejścia pionowego do szaf należy wykorzystać systemowe rozwiązanie producenta. Nie dopuszcza się zejścia kablami po ostrych krawędziach.

### **7.4.3. Opis instalacji sieciowej**

W pomieszczeniach 1/11 i 1/12 należy wykonać okablowanie strukturalne do biurków zgodnie z poniższym rysunkiem. Okablowanie przy biurkach należy wykonać w korytach natynkowych montowanych na ścianie bezpośrednio nad biurkami. W korytach tych należy zainstalować gniazda. Ilość gniazd została określona na poniższym rysunku. Wszelkie łączenia i zakończenia koryt należy wykonać za pomocą rozwiązań systemowych producenta koryt. Nie dopuszcza się pozostawiania ostrych, niewykończonych krawędzi. Okablowanie do gniazd należy rozprowadzić z szafy krosowej znajdującej się w pomieszczeniu 1/12. Okablowanie należy prowadzić pod sufitem, następnie wykonać zejścia korytami natynkowymi. Lokalizacja pionów do ustalenia na etapie realizacji. Przy stole konferencyjnym również należy wykonać gniazda sieciowe oraz zasilające, gniazda należy zainstalować w pionowej kolumnie. Kolumna musi być wyposażona w co najmniej 5 gniazd zasilających 230V doprowadzonych z rozdzielnic laboratoryjnej oraz co najmniej 4 gniazda logiczne RJ-45 kat. 6 doprowadzonych z szafy krosowniczej.

Rys. 3. Poglądowy rysunek przedstawiający rozmieszczenie poszczególnych gniazd



**Zakres 7.5****Pozostałe elementy infrastruktury pasywnej**

Lp.	Ilość	Opis
1.	2 op	Kabel instalacyjny skrętka UTP kat. 6 linka, 305m szary
2.	2 op.	Kabel instalacyjny skrętka UTP kat. 6 drut, 305m
3.	50m	Instalacyjne koryto kablowe, umożliwiające doprowadzenie okablowania sieciowego oraz elektrycznego - dzielone. Wymiary np.: 16x16 / 25x16 / 40x16 / 60x40 / 90x40 / 110x40
4.	30m	Kanał parapetowy dwuścienny z przegrodą z możliwością bezpośredniego montażu gniazd modułowych w systemie K45. Szerokość max. 120mm, głębokość max. 55mm,
5.	16 szt.	Panel krosowy kat. 6; szerokość (cale): 19, wysokość: 1U, liczba portów: 24, rodzaj złącza: RJ-45, rodzaj kabla: U/UTP, kolor: czarny.
6.	8 szt.	Panel światłowody 12xLCdx OM3 + 12LCdx OS2
7.	16 szt.	Listwa zasilająca RACK 19" 9 gn z włącznikiem, przewód 5m.
8.	20 szt.	Półka do szafy rack 19", 800mm
9.	16 szt.	Organizer kabli 1U – do szafy RACK
10.	10 szt.	Panel przelotowy 1U do szafy RACK ze szotkami
11.	60 szt.	Gniazdo elektryczne 32A, 250V do stosowania w systemach modułowych 45x45mm
12.	120 szt.	moduł Keystone UTP kat.6
13.	120 szt.	adapter Keystone podwójny 2M 45x45
14.	20 opakowań	wtyk RJ45 8p/8c kat.6 UTP linka opakowanie 100szt.
15.	5 op.	wtyk RJ45 8p/8c kat.6 UTP drut opakowanie 100szt
16.	40 op.	Zestaw montażowy do szaf rack (śruba,koszyczek,podkładka) 4szt
17.	150 szt.	Patch cord RJ45, kat. 6 UTP, 0.5m szary, 100% miedź
18.	150 szt.	Patch cord RJ45, kat. 6 UTP, 1.0m szary, 100% miedź
19.	100 szt.	Patch cord RJ45, kat. 6 UTP, 2,0m szary, 100% miedź
20.	100 szt.	Patch cord RJ45, kat. 6 UTP, 3.0m szary, 100% miedź
21.	60 szt.	Patch cord RJ45, kat. 6 UTP, 5.0m szary, 100% miedź
22.	60 szt.	Patch cord RJ45, kat. 6 UTP, 10.0m szary, 100% miedź
23.	10 szt.	Gniazdo światłowodowe podwójne FO 2xSC/APC
24.	10 szt.	Gniazdo keystone typu LC duplex żeńskie
25.	2 szt.	Przewód HDMI 20m 24AWG v1.4
26.	5 kpl.	Gniazdo 10xRJ45 kat. 6 UTP montaż w słupkach pionowych
27.	10 szt.	Listwa zasilająca pozioma 1U 9 gniazd

## 8. Stacje robocze, monitory oraz elementy dodatkowe

### Zakres 8.1

#### Stacje robocze agentów - 20 szt.

Lp.	Nazwa komponentu	Wymagane minimalne parametry techniczne komputerów
1.	Typ	Komputer przenośny typu notebook z ekranem 17,3" o rozdzielczości: FHD (1920x1080) UWVA IPS Non-Touch w technologii LED przeciwoodblaskowy, jasność min 300 nitów, kontrast 600:1
2.	Procesor	Procesor klasy x86, 4 rdzeniowy, niskonapięciowy, o typowym TDP na poziomie 15W, zaprojektowany do pracy w komputerach przenośnych, taktowany zegarem co najmniej 1,8 GHz, z pamięcią last level cache CPU co najmniej 6 MB lub równoważny 4 rdzeniowy procesor klasy x86  Zaoferowany procesor musi uzyskiwać jednocześnie w teście Passmark CPU Mark wynik min.: 6900 punktów (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie <a href="http://www.cpubenchmark.net">http://www.cpubenchmark.net</a> ).
3.	Pamięć operacyjna RAM	Min. 16GB 2666 MHz DDR4
4.	Parametry pamięci masowej	Min. 512 GB SSD M.2
5.	Karta graficzna	Zintegrowana w procesorze z możliwością dynamicznego przydzielenia pamięci systemowej, ze sprzętowym wsparciem dla DirectX 12, OpenGL 4.4, osiągająca w teście Average G3D Mark wynik na poziomie min.: 880 punktów (wynik zaproponowanej grafiki musi znajdować się na stronie <a href="http://www.videocardbenchmark.net">http://www.videocardbenchmark.net</a> )  Dodatkowa dedykowana grafika z min 2GB własnej osiągająca w teście Average G3D Mark wynik na poziomie min.: 900 punktów (wynik zaproponowanej grafiki musi znajdować się na stronie <a href="http://www.videocardbenchmark.net">http://www.videocardbenchmark.net</a> )
6.	Wyposażenie multimedialne	Karta dźwiękowa stereo, wbudowane dwa głośniki stereo Wbudowana w obudowę matrycy kamera HD wraz z mikrofonem
7.	Wymagania dotyczące baterii i zasilania	3-cell, 41Whr, Li-Ion, Long-Life. Zasilacz o mocy min. 65W
8.	System operacyjny	Zainstalowany 64-bitowy system operacyjny Microsoft Windows 10 Professional PL
9.	Certyfikaty i standardy	<ul style="list-style-type: none"><li>- Certyfikat ISO9001:2000 dla producenta sprzętu lub równoważny</li><li>- Certyfikat ISO 14001 dla producenta sprzętu lub równoważny</li><li>- Deklaracja zgodności CE</li></ul>
10.	Ergonomia	Głośność jednostki centralnej mierzona zgodnie z normą ISO 7779 lub równoważną oraz wykazana zgodnie z normą ISO 9296 lub równoważną w pozycji operatora w trybie (IDLE) wynosząca maksymalnie 24dB (wartość do zweryfikowania w dokumentacji technicznej komputera).
11.	Waga i wymiary	Waga max. 2.40 kg z baterią 3-cell Szerokość: max 415 mm Głębokość: max 272 mm Wysokość: max 25 mm
12.	BIOS	Możliwość odczytania z BIOS: 1. Wersji BIOS wraz z datą wydania wersji 2. Modelu procesora, prędkości procesora, wielkość pamięci cache L1/L2/L3 3. Informacji o ilości pamięci RAM wraz z informacją o jej prędkości, pojemności, producencie i obsadzeniu na poszczególnych slotach 4. Informacji o dysku twardym: typ, producent, model 5. Informacji o napędzie optycznym: model (jeśli jest zainstalowany napęd optyczny) 6. Informacji o MAC adresie karty sieciowej



		<p>Możliwość wyłączenia/włączenia: zintegrowanej karty sieciowej, kontrolera audio, portów USB, czytnika kart SD, wewnętrznego głośnika, mikrofonu, karty dźwiękowej, wirtualizacji, bluetooth z poziomu BIOS bez uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych.</p> <p>Funkcja blokowania/odblokowania BOOT-owania stacji roboczej z dysku twardego, zewnętrznych urządzeń oraz sieci bez potrzeby uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych.</p> <p>Możliwość uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego urządzeń zewnętrznych - ustawienia hasła na poziomie administratora.</p> <p>BIOS musi posiadać funkcję update BIOS z opcją automatycznego update BIOS przez sieć włączaną na poziomie BIOS przez użytkownika bez potrzeby uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych.</p>
13.	Bezpieczeństwo	<p>Złącze typu Kensington Lock</p> <p>TPM 2.0</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>BIOS musi posiadać możliwość <ul style="list-style-type: none"> <li>skonfigurowania hasła „Power On” oraz ustawienia hasła dostępu do BIOSu (administratora) w sposób gwarantujący utrzymanie zapisanego hasła nawet w przypadku odłączenia wszystkich źródeł zasilania i podtrzymania BIOS,</li> <li>blokady/wyłączenia portów USB, COM, karty sieciowej, karty audio;</li> <li>blokady/wyłączenia poszczególnych kart rozszerzeń</li> <li>kontroli sekwencji bootującej;</li> <li>startu systemu z urządzenia USB</li> <li>funkcja blokowania BOOT-owania stacji roboczej z zewnętrznych urządzeń</li> </ul> </li> <li>Możliwość zapięcia linki typu Kensington i kłódki do dedykowanego oczka w obudowie komputera</li> <li>Zaimplementowany w BIOS system diagnostyczny z graficznym interfejsem użytkownika w języku polskim, umożliwiający przetestowanie w celu wykrycia usterki zainstalowanych komponentów w oferowanym komputerze bez konieczności uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych.</li> </ol> <p>Minimalne funkcjonalności systemu diagnostycznego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>informacje o systemie, min.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Procesor: typ procesora, jego obecna prędkość</li> <li>Pamięć RAM: rozmiar pamięci RAM, osadzenie na poszczególnych slotach, szybkość pamięci, nr seryjny, typ pamięci, nr części, nazwa producenta</li> <li>Dysk twarde: model, wersja firmware, nr seryjny, procentowe zużycie dysku</li> <li>Napęd optyczny: model, wersja firmware, nr seryjny – jeśli jest zainstalowany</li> <li>Bateria: nr seryjny, napięcie</li> <li>Data wydania i wersja BIOS</li> <li>Nr seryjny komputera</li> </ul> </li> <li>możliwość przeprowadzenia szybkiego oraz szczegółowego testu kontrolującego komponenty komputera</li> <li>możliwość przeprowadzenia testów poszczególnych komponentów a w szczególności: procesora, pamięci RAM, dysku twardego, karty dźwiękowej, klawiatury, myszy, sieci, płyty głównej, kamery internetowej, modułu wifi, portów USB, karty graficznej, baterii</li> <li>rejestr przeprowadzonych testów zawierający min.: datę testu, wynik, identyfikator awarii</li> </ul>
14.	Warunki gwarancji	<p>3-letnia gwarancja</p> <p>W przypadku awarii dysków twardech dysk pozostaje u Zamawiającego.</p>
15.	Wymagania dodatkowe	<ol style="list-style-type: none"> <li>Wbudowane porty i złącza: 1 x HDMI 1.4, 2 szt. USB 3.1 Gen 1, 1 szt USB 2.0, RJ-45, 1 x złącze słuchawkowe stereo/liniowe wyjście + złącze mikrofonowe (COMBO audio), czytnik kart multimedialnych SD/SDHC/SDXC, wbudowana kamera HD w obudowę ekranu komputera + mikrofon.</li> <li>Karta sieciowa LAN 10/100/1000 Ethernet RJ 45 zintegrowana z płytą główną oraz WLAN 802.11 ac 2x2 wraz z Bluetooth 5.0 COMBO, zintegrowany z płytą główną lub w postaci wewnętrznego modułu.</li> <li>Klawiatura podświetlana (układ US -QWERTY)</li> </ol>

	<p>4. Clickpad.</p> <p>5. Możliwość telefonicznego sprawdzenia konfiguracji sprzętowej komputera oraz warunków gwarancji po podaniu numeru seryjnego bezpośrednio u producenta lub jego przedstawiciela.</p> <p>6. Mysz laserowa (przewód min 1,5m) wraz z podkładką</p>
--	--

**Zakres 8.2**  
**Słuchawki - 20 szt.**

<b>Zastosowanie</b>	słuchawka nagłowna do telefonu stacjonarnego, komórkowego lub komputera z przeznaczeniem do systemów Call/Contact Center
<b>Złącze</b>	Quick Disconnect
<b>Wersja</b>	duo, dwuuszna
<b>Rodzaj mikrofonu</b>	dynamiczny, kierunkowy z redukcją szumów
<b>Gąbki</b>	skóropodobne
<b>Kontrola połączeń</b>	poprzez telefon (odbierz/zakończ połączenie, głośność +/-, mute)
<b>Pasmo przenoszenia słuchawki</b>	300-3400 Hz
<b>Pasmo przenoszenia mikrofonu</b>	100-3400 Hz
<b>Czułość mikrofonu</b>	-42 ±3dB (0dB=1V/Pa, 1 KHz)
<b>Impedancja</b>	150 Ω+/-20%
<b>Ochrona słuchu (Acoustic protection)</b>	max 100 dB
<b>Waga słuchawki</b>	Max 78 g

**Zakres 8.3**  
**Stacja robocza supervisor – 1 szt.**

Lp.	Nazwa komponentu	Wymagane minimalne parametry techniczne komputerów
1.	Typ	Komputer przenośny typu notebook z ekranem dotykowym (TOUCH) 15.6", ekran zabezpieczony powłoką o podwyższonej odporności na zarysowania i pęknięcia. Komputer musi umożliwiać przekonwertowanie do funkcji tabletu poprzez obrócenie ekranu o 360 stopni. Nominalna rozdzielczość ekranu: UHD (34840x2160) w technologii LED IPS przeciwodblaskowy, Dreamcolor, jasność min 600 nitów, kontrast min 1200:1
2.	Procesor	Procesor klasy x86, 8 rdzeniowy, zaprojektowany do pracy w mobilnych stacjach przenośnych, taktowany zegarem co najmniej <b>2.30</b> GHz, z pamięcią last level cache CPU co najmniej 16 MB o TDP typowym max 45W lub równoważny 8 rdzeniowy procesor klasy x86 Zaoferowany procesor musi uzyskiwać jednocześnie w teście Passmark CPU Mark wynik min.: <b>13800</b> punkty (wynik zaproponowanego procesora musi znajdować się na stronie <a href="http://www.cpubenchmark.net">http://www.cpubenchmark.net</a> )
3.	Pamięć operacyjna RAM	Min. 64GB 2666MHz,
4.	Parametry pamięci masowej	Min. 1TB M.2 SSD NVMe TLC, dodatkowy wolny slot na dysk M.2 i dysk 2,5"
5.	Karta graficzna	Zintegrowana w procesorze z możliwością dynamicznego przydzielenia pamięci systemowej, ze sprzętowym wsparciem dla DirectX 12, OpenGL 4.4, osiągająca w teście Average G3D Mark wynik na poziomie min.: <b>1200</b> punktów (wynik zaproponowanej grafiki musi znajdować się na stronie <a href="http://www.videocardbenchmark.net">http://www.videocardbenchmark.net</a> )

		<p>Dedykowana z własną pamięcią GDDR5 min. 4GB, ze sprzętowym wsparciem dla DirectX 12, Shader Model 5.0, OpenGL 4.4 , osiągająca w teście Average G3D Mark wynik na poziomie min.: <b>3800</b> punktów (wynik zaproponowanej grafiki musi znajdować się na stronie <a href="http://www.videocardbenchmark.net">http://www.videocardbenchmark.net</a>)</p> <p>Automatyczne niezależne od użytkownika przełączanie się grafik w zależności od potrzeb uruchamianego oprogramowania.</p>
6.	Wyposażenie multimedialne	<p>Karta dźwiękowa stereo z serii premium, zgodna z HD audio, wbudowane głośniki stereo min 1W na głośnik</p> <p>Wbudowane w obudowę matrycy dwa mikrofony wraz z kamerą IR o rozdzielczości 720p HD (1280x720@30fps),</p>
7.	Wymagania dotyczące baterii i zasilania	<p>6-cell, 95Whr, Polymer. 3 lata gwarancji na baterię</p> <p>Zasilacz o mocy min. 150W</p> <p>Czas pracy na baterii wg dokumentacji producenta komputera min 16 godzin</p>
8.	Zgodność z systemami operacyjnymi i standardami	Zgodność z 64-bitową wersją systemu operacyjnego Microsoft Windows 10 Professional PL
9.	Certyfikaty i standardy	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certyfikat ISO9001:2000 dla producenta sprzętu lub równoważny</li> <li>- Certyfikat ISO 14001 dla producenta sprzętu lub równoważny</li> <li>- Deklaracja zgodności CE</li> <li>- Ogólnopolska, telefoniczna infolinia/linia techniczna producenta komputera, dostępna w czasie obowiązywania gwarancji na sprzęt i umożliwiająca po podaniu numeru seryjnego urządzenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) weryfikację konfiguracji fabrycznej wraz z wersją fabrycznie dostarczonego oprogramowania (system operacyjny, szczegółowa konfiguracja sprzętowa - CPU, HDD, pamięć)</li> <li>b) czasu obowiązywania i typ udzielonej gwarancji</li> </ul> </li> <li>- Możliwość aktualizacji i pobrania sterowników do oferowanego modelu komputera w najnowszych certyfikowanych wersjach przy użyciu dedykowanego darmowego oprogramowania producenta lub bezpośrednio z sieci Internet za pośrednictwem strony www producenta komputera po podaniu numeru seryjnego komputera lub modelu komputera</li> <li>- Możliwość weryfikacji czasu obowiązywania i reżimu gwarancji bezpośrednio z sieci Internet za pośrednictwem strony www producenta komputera</li> </ul>
11	Ergonomia	Głośność jednostki centralnej mierzona zgodnie z normą ISO 7779 lub równoważną oraz wykazana zgodnie z normą ISO 9296 lub równoważną w pozycji operatora w trybie (IDLE) wynosząca maksymalnie 22dB (wartość do zweryfikowania w dokumentacji technicznej komputera).
12	Waga i wymiary	<p>Szerokość: max 360 mm</p> <p>Wysokość max 21 mm przód</p> <p>Głębokość: max 254 mm</p>
13	Bezpieczeństwo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BIOS musi posiadać następujące cechy: <ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwość autoryzacji przy starcie komputera każdego użytkownika jego hasłem indywidualnym lub hasłem administratora</li> <li>- kontrola sekwencji boot-ującej;</li> <li>- możliwość startu systemu z urządzenia USB</li> <li>- funkcja blokowania BOOT-owania stacji roboczej z zewnętrznymi urządzeniami</li> <li>- BIOS musi zawierać nieulotną informację z nazwą produktu, jego numerem seryjnym, wersją BIOS, zainstalowanym fabrycznie systemem operacyjnym, a także informację o: typie zainstalowanego procesora, ilości pamięci RAM,</li> <li>- musi posiadać mechanizm samokontroli i samoczynnej naprawy działający automatycznie przy uruchomieniu komputera, który sprawdza integralność i autentyczność uruchamianego podsystemu BIOS</li> </ul> </li> <li>2. Możliwość zapięcia linki typu Kensington</li> <li>3. Komputer musi posiadać zintegrowany w płycie głównej aktywny układ zgodny ze standardem Trusted Platform Module (TPM v 2.0)</li> <li>4. Obudowa o wzmocnionej konstrukcji, spełniająca wymogi normy Mil-Std-810G lub równoważnej</li> <li>5. Zintegrowany w obudowie notebooka czytnik linii papilarnych</li> <li>6. Zaimplementowany w BIOS system diagnostyczny z graficznym interfejsem</li> </ol>

		<p>użytkownika w języku polskim, umożliwiający przetestowanie w celu wykrycia usterki zainstalowanych komponentów w oferowanym komputerze bez konieczności uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych. Minimalne funkcjonalności systemu diagnostycznego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- informacje o systemie, min.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesor: typ procesora, jego nominalna prędkość</li> <li>- Pamięć RAM: rozmiar pamięci RAM, osadzenie na poszczególnych slotach, szybkość pamięci, nr seryjny, typ pamięci, nr części, nazwa producenta</li> <li>- Dysk twarde: model, wersja firmware, nr seryjny, procentowe zużycie dysku</li> <li>- Napęd optyczny: model, wersja firmware, nr seryjny</li> <li>- Data wydania i wersja BIOS</li> <li>- Nr seryjny komputera</li> </ul> </li> <li>- możliwość przeprowadzenia szybkiego oraz szczegółowego testu kontrolującego komponenty komputera</li> <li>- możliwość przeprowadzenia testów poszczególnych komponentów a w szczególności: procesora, pamięci RAM, dysku twardego, karty dźwiękowej, klawiatury, myszy, sieci, napędu optycznego, płyty głównej, portów USB, karty graficznej</li> <li>- rejestr przeprowadzonych testów zawierający min.: datę testu, wynik, identyfikator awarii</li> </ul> <p>Komputer musi być wyposażony w zintegrowany z płytą główną szyfrowany kontroler fizycznie odizolowany, odpowiedzialny za weryfikację i ochronę BIOS oraz jego samoczynną naprawę w przypadku nieautoryzowanego jego nadpisania lub uszkodzenia.</p> <p>Komputer musi być wyposażony w BIOS posiadający mechanizm samokontroli i samoczynnej autonaprawy, działający automatycznie przy każdym uruchomieniu komputera, który sprawdza integralność i autentyczność uruchamianego podsystemu BIOS oraz musi chronić Master Boot Record (MBR) oraz GUID Partition Table (GPT) przed uszkodzeniem lub usunięciem. Weryfikacja poprawności BIOS musi się odbywać z wykorzystaniem zintegrowanego z płytą główną szyfrowanego kontrolera fizycznie odizolowanego o którym mowa w wyżej.</p>
14	BIOS	<p>Możliwość odczytania z BIOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wersji BIOS wraz z datą wydania wersji</li> <li>2. Modelu procesora, prędkości procesora, wielkość pamięci cache L1/L2/L3</li> <li>3. Informacji o ilości pamięci RAM wraz z informacją o jej prędkości, pojemności i obsadzeniu na poszczególnych slotach</li> <li>4. Informacji o dysku twardym: model</li> <li>5. Informacji o MAC adresie karty sieciowej</li> </ol> <p>Możliwość wyłączenia/włączenia: zintegrowanej karty sieciowej, kontrolera audio, portów USB, funkcjonalności ładowania zewnętrznych urządzeń przez port USB, wewnętrznego głośnika, funkcji TurboBoost, wirtualizacji z poziomu BIOS bez uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych.</p> <p>Funkcja blokowania/odblokowania BOOT-owania stacji roboczej z dysku twardego, zewnętrznych urządzeń oraz sieci bez potrzeby uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych.</p> <p>Możliwość bez potrzeby uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego urządzeń zewnętrznych - ustawienia hasła na poziomie administratora.</p> <p>BIOS musi posiadać funkcję update BIOS z opcją automatycznego update BIOS przez sieć włączaną na poziomie BIOS przez użytkownika bez potrzeby uruchamiania systemu operacyjnego z dysku twardego komputera lub innych, podłączonych do niego, urządzeń zewnętrznych.</p>
15	Zarządzanie	<p>Wbudowana w płytę główną technologia zarządzania i monitorowania komputerem na poziomie sprzętowym działająca niezależnie od stanu czy obecności systemu operacyjnego oraz stanu włączenia komputera podczas pracy na zasilaczu sieciowym AC, obsługująca zdalną komunikację siecią w oparciu o protokół IPv4 oraz IPv6, a także zapewniająca:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- monitorowanie konfiguracji komponentów komputera - CPU, Pamięć, HDD</li> <li>wersja BIOS płyty głównej;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- zdalną konfigurację ustawień BIOS,</li> <li>- zdalne przejęcie konsoli tekstowej systemu, przekierowanie procesu ładowania systemu operacyjnego z wirtualnego CD ROM lub FDD z serwera zarządzającego;</li> <li>- zapis i przechowywanie dodatkowych informacji o wersji zainstalowanego oprogramowania i zdalny odczyt tych informacji (wersja, zainstalowane uaktualnienia, sygnatury wirusów, itp.) z wbudowanej pamięci nieulotnej.</li> <li>- nawiązywanie przez sprzętowy mechanizm zarządzania, zdalnego szyfrowanego protokołem SSL/TLS połączenia z predefiniowanym serwerem zarządzającym, w definiowanych odstępach czasu, w przypadku wystąpienia predefiniowanego zdarzenia lub błędu systemowego (tzw. platform event) oraz na żądanie użytkownika z poziomu BIOS.</li> <li>- wbudowany sprzętowo log operacji zdalnego zarządzania, możliwy do kasowania tylko przez upoważnionego użytkownika systemu sprzętowego zarządzania zdalnego</li> <li>- zdalne przejęcie pełnej konsoli graficznej systemu tzw. KVM Redirection (Keyboard, Video, Mouse) bez udziału systemu operacyjnego ani dodatkowych programów, również w przypadku braku lub uszkodzenia systemu operacyjnego do rozdzielczości 1920x1080 włącznie</li> <li>- sprzętowy firewall zarządzany i konfigurowany wyłącznie z serwera zarządzania oraz niedostępny dla lokalnego systemu OS i lokalnych aplikacji</li> </ul>
16	Warunki gwarancji	3-letnia gwarancja. W przypadku awarii dysków twardech dysk pozostaje u Zamawiającego.
17	Wymagania dodatkowe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wbudowane porty i złącza: 1 x HDMI 2.0, 2 szt USB 3.0 w tym 1 szt dosilona, 1 x złącze audio COMBO słuchawkowo/mikrofonowe, czytnik kart multimedialnych SD UHS-II kompatybilny z SDHC/SDXC, 2 szt Thunderbolt v3.0 ze wsparciem dla: DisplayPort 1.3, USB 3.1 Gen 2, PCIe Gen 3. Komputer musi umożliwiać montaż dwóch dysków M.2 oraz 1 dysku 2,5". Zintegrowany kontroler RAID 0 i 1.</li> <li>2. Karta sieciowa WLAN 802.11 a/b/g/n/ac (ilość anten: 2x2), zintegrowana z płytą główną lub w postaci wewnętrznego modułu mini-PCI Express.</li> <li>3. Klawiatura podświetlana (układ US -QWERTY). Touchpad.</li> <li>4. Wbudowany moduł Bluetooth 4.2</li> <li>5. Wbudowany czytnik linii papilarnych</li> <li>6. Zewnętrzny napęd optyczny DVD +/- RW DL. Dołączone oprogramowanie do nagrywania i odtwarzania.</li> <li>7. Torba: Dwukomorowa, nylonowa</li> <li>8. Możliwość telefonicznego sprawdzenia konfiguracji sprzętowej komputera oraz warunków gwarancji po podaniu numeru seryjnego bezpośrednio u producenta lub jego przedstawiciela.</li> <li>9. Dołączony nośnik ze sterownikami.</li> <li>10. Adapter z USB typ-C do RJ45</li> <li>11. Mysz laserowa z kablem 1,5m wraz z podkładką</li> </ol>
18.	Dostarczone oprogramowanie	Najnowsza wersja pakietu MS Office - EDU

## Zakres 8.4

### Stacja dokująca – 1 szt.

Lp.	Parametr	Wymagany, minimalny parametr
1	Typ	Stacja dokująca
2	Kompatybilność	Zgodna z Windows 10, Kompatybilna z dostarczoną stacją roboczą supervisor'a.
3	Interfejs	Thunderbolt 3
4	Rodzaje wejść / wyjść	USB 3.0 - 3 szt. / USB 3.0 Typ C - 1 szt. / VGA - 1 szt. / RJ-45 (LAN) - 1 szt. DisplayPort - 2 szt. / Gniazdo słuchawkowe - 1 szt. / Thunderbolt 3 - 1 szt
5	Zasilanie	Sieciowe
6	Dodatkowe informacje	Możliwość zabezpieczenia linką (Kensington Lock)
7	Wysokość	Max. 69 mm
8	Szerokość	Max. 98 mm
9	Głębokość	Max. 98 mm
10	Waga	Max. 800 g

11	Dołączone akcesoria	Zasilacz sieciowy
----	---------------------	-------------------

**Zakres 8.5**  
**Monitory – 2 szt.**

Lp.	Parametr	Wymagany, minimalny parametr
1	Typ	LCD kolorowy 27" panoramiczny, matryca typu IPS z podświetleniem LED
2	Plamka	0,312 mm
3	Rozdzielczość	min. 1920 x 1080 @ 60Hz
4	Jasność	min. 250 cd/m2
5	Kontrast	min. 1000:1 (dynamiczny 5 000 000:1)
6	Kąty widzenia	Poziom/Pion: 178°/178° (10:1 contrast ratio)
7	Częstotliwość odświeżania	Pozioma: od 30 do 80 kHz Pionowa: od 50 do 60 Hz
8	Pobór mocy	Typowo: max 25W, Max: 42W
9	Czas reakcji matrycy	Max. 5ms
10	Złącza	wejście VGA, HDMI 1.4, DisplayPort 1.2, wbudowany hub USB 3.0 min 2 szt, slot dla linki Kensingtona
11	Inne	Regulacja pochyleń ekranu (tilt) -5° to +22°, Regulacja wysokości (min. 15cm), Regulacja obrotu monitora (swivel) -45°/+45°, Możliwość obracania ekranu (pivot), Zasilacz zintegrowany w monitorze Waga samego monitora bez standu max: 4,5 kg System montażowy VESA 100mm Kolor Gamut (typowy) – 94% sRGB, NTSC 72% Możliwość instalacji do monitora dedykowanych głośników Gwarancja: Min. 12 miesięcy.

## 9. Zestaw do wideokonferencji, monitor, rzutnik

### Zakres 9.1

#### Zestaw do wideokonferencji

1. Urządzenie musi pełnić funkcję grupowego terminala wideo, przeznaczonego do instalacji w sali konferencyjnej.
2. Terminal musi być zgodny z usługą Webex posiadaną przez Zmawiającego i mieć możliwość rejestracji w tej usłudze.
3. Wymagane komponenty urządzenia to kamera, kodek wideokonferencyjny, system nagłośnienia złożony ze wzmacniacza oraz zestawu głośników, mikrofon. Wszystkie elementy muszą być zabudowane w jednej estetycznej obudowie. W komplecie musi być dostarczony zestaw kabli niezbędnych do podłączenia zewnętrznego wyświetlacza, zestaw do montażu urządzenia oraz panel dotykowy do sterowania terminalem.
4. Sterowanie wszystkimi elementami wyposażenia zestawu takie jak: kamera, kodek, ustawianie poziomu głośności, wyciszenie mikrofonów, zmiany układów ekranu, musi się odbywać za pomocą dotykowego panela sterującego dostarczonego w komplecie z urządzeniem. Panel sterujący musi pochodzić od tego samego producenta co terminal wideo w celu zachowania pełnej kompatybilności. Panel sterujący musi być zasilany z sieci LAN poprzez PoE.
5. Musi obsługiwać połączenia wideo w protokołach:
  - 18.1. SIP oraz H.323
  - 18.2. BFCP oraz H239
  - 18.3. H.264
  - 18.4. H.265 dla protokołu SIP
  - 18.5. H.460.18 oraz H.460.19 (firewall traversal)
  - 18.6. Połączenia SIP poprzez zapory sieciowe z wykorzystaniem protokołu realizującego funkcje Firewall Traversal
6. Terminal powinien umożliwiać bezprzewodowe udostępnianie prezentacji z komputera PC, poprzez aplikację na PC. Aplikacja musi komunikować się z terminalem poprzez protokół IP oraz posiadać mechanizm sprawdzający obecność komputera PC prezentera w sąsiedztwie terminala.
7. Terminal musi obsługiwać połączenia wideo w przepustowości do 6Mb/s.
  8. Musi zapewniać wysyłanie i odbieranie (encoding i decoding) obrazu w rozdzielczościach:
    - 8.1. 180p, w288p, 360p, w448p, w576p – odświeżanie 30Hz
    - 8.2. 720p30, 1080p30 – odświeżanie 30Hz
    - 8.3. 720p60, 1080p60 – odświeżanie 60Hz
    - 8.4. musi realizować efektywne kodowanie wideo dla kodeka H.264 zapewniające możliwość przesłania wideo HD 720p30 w paśmie 768 kb/s oraz FullHD 1080p30 w paśmie 1472 kb/s
    - 8.5. musi realizować efektywne kodowanie wideo dla kodeka H.265 zapewniające możliwość przesłania wideo HD 720p30 w paśmie 384 kb/s oraz FullHD 1080p30 w paśmie 768 kb/s
  9. Musi obsługiwać szyfrowanie połączeń:
    - 9.1. w protokole H.323 oraz SIP
    - 9.2. połączeń z wykorzystaniem protokołów H.239 i BFCP
    - 9.3. standardem H.235 v3
    - 9.4. standardem AES
    - 9.5. z automatyczną wymianą klucza
10. Musi posiadać opcję uruchomienia w urządzeniu bez nakładów sprzętowych funkcji wbudowanego mostka wideokonferencyjnego oferującego następujące cechy:
  - 10.1. Minimum 4 porty konferencyjne obsługujące rozdzielczość 720p z odświeżaniem 30 klatek na sekundę w trybie Continuous Presence,
  - 10.2. Minimum 3 porty konferencyjne obsługujące rozdzielczość 1080p z odświeżaniem 30 klatek na sekundę w trybie Continuous Presence
  - 10.3. Oprócz 4 portów wideo mostek musi posiadać 1 dodatkowy port audio
  - 10.4. Obsługę drugiego strumienia (H.239/BFCP) z rozdzielczością 1080p i odświeżaniem 15 kl/s lub rozdzielczością 2160p i odświeżaniem 5 kl/s
  - 10.5. Obsługa połączeń wideo w przepustowości 1,5Mb/s/połączenie
  - 10.6. Szyfrowanie połączeń wielopunktowych
  - 10.7. Możliwość ustawienia dedykowanego układu ekranu dla każdego uczestnika spotkania – bez zmiany układu obrazu dla pozostałych uczestników
  - 10.8. Indywidualne transkodowanie audio i wideo dla każdego uczestnika spotkania
  - 10.9. Możliwość połączenia w jednej konferencji terminali SIP, H.323 oraz VoIP
  - 10.10. Możliwość wdzwonienia się na spotkanie wielopunktowe
  - 10.11. Możliwość dołączenia uczestnika do spotkania z poziomu terminala

11. W połączeniach punkt – punkt musi obsługiwać drugi strumień wideo w protokołach H.239 i BFCP z minimalną rozdzielczością Ultra HD 3840 × 2160 i odświeżaniem 5 kl/s oraz rozdzielczością 1080p i odświeżaniem 15kl/s. Rozdzielczość obrazu w drugim strumieniu nie może wpływać na rozdzielczość obrazu w strumieniu przesyłanym w kanale głównym
12. Musi zapewnić możliwość dołączenia dodatkowego wyświetlacza wraz z możliwością rozdzielania obrazów wysyłanych w głównym i dodatkowym kanale wideo na dwóch oddzielnych ekranach.
13. Musi obsługiwać dźwięk w połączeniach wideo w protokołach:
  - 13.1. G.711, G.722, G.722.1, G.729
  - 13.2. AAC-LD oraz OPUS
  14. Musi posiadać system audio o następujących cechach:
    - 14.1. System audio stanowi integralną część terminala
    - 14.2. Wbudowany mikrofon oraz opcja dołączenia dwóch zewnętrznych mikrofonów zależnie od zapotrzebowania dla danej sali konferencyjnej
    - 14.3. Automatyczna kasacja echa
    - 14.4. Automatyczna redukcja szumów
    - 14.5. Wbudowany wzmacniacz audio o mocy co najmniej 20W
    - 14.6. Wbudowany system co najmniej 5 głośników zapewniających odtwarzanie dźwięku w paśmie od 80 Hz do 20 kHz
    - 14.7. Zestaw mikrofonów w formie matrycy do realizacji funkcji śledzenia osoby mówiącej.
15. Wymagane jest dostarczenie jednego mikrofonu stołowego, przeznaczonego do położenia na powierzchni stołu w sali konferencyjnej, wyposażonego w przewód o długości min. 7 m. Mikrofon musi posiadać przycisk wyciszenia (*mute*) oraz wizualną sygnalizację wyciszenia.
  16. Musi posiadać wsparcie dla funkcjonalności i protokołów z rodziny IP:
    - 16.1. DNS, DiffServ, TCP/IP, DHCP
    - 16.2. Wybieranie połączeń po adresie SIP URI
    - 16.3. Obsługa DTMF poprzez H.245 oraz RFC 4733
    - 16.4. Pobieranie czasu i daty z serwera NTP
    - 16.5. HTTPS, SOAP, XML, SSH, HTTP
    - 16.6. Zabezpieczenie hasłem dostępu poprzez interfejs IP
    - 16.7. Możliwość wyłączenia usług IP: HTTP, HTTPS, SSH
    - 16.8. Zabezpieczenie hasłem dostępu do ustawień interfejsu IP z poziomu interfejsu użytkownika
    - 16.9. Obsługa IPv4 oraz IPv6
17. Terminal musi posiadać obsługę 802.1Q oraz uwierzytelnianie 802.1X.
18. Terminal musi posiadać następujące funkcje książki adresowej:
  - 18.1. Lokalną książkę adresową przechowywaną w pamięci terminala dla minimum 200 wpisów.
  - 18.2. Umożliwiać dostęp do centralnej książki adresowej z nieograniczoną ilością wpisów.
  - 18.3. Historia połączeń przychodzących, wychodzących i nieodebranych wraz datą i godziną
19. Nieruchoma wbudowana kamera musi mieć następujące cechy:
  - 19.1. Sensor co najmniej 15 mln pikseli oraz rozdzielczość pracy 5k Ultra HD
  - 19.2. Praca z odświeżaniem 60 klatek na sekundę
  - 19.3. Jasność kamery F 2.0
  - 19.4. Automatyczna regulacja ostrości, balansu bieli oraz jasności
  - 19.5. Minimalne kąty widzenia w poziomie 83° oraz w pionie 50°
  - 19.6. Trzykrotny zoom
  - 19.7. Automatyczne kadrowanie poprzez realizację funkcji śledzenia osoby mówiącej na bazie rozpoznawania twarzy oraz triangulacji audio
20. Urządzenie musi posiadać zasilacz przystosowany do zasilania prądem przemiennym 230V o częstotliwości 50Hz
21. Musi posiadać następujące wejście wideo: 1 port HDMI z obsługą rozdzielczości 4K (3840 x 2160) 30kl/s oraz 1080p60 oraz obsługą standardu Consumer Electronics Control (CEC) w wersji 2.0
22. Musi posiadać następujące wyjścia wideo:
  - 22.1. 2 porty HDMI z obsługą rozdzielczości 4K (3840 x 2160) 60kl/s, kodowaniem wideo 1080p40 i 1080p60, a także obsługą Consumer Electronics Control (CEC) w wersji 2.0,
  - 22.2. obydwie porty wideo HDMI muszą umożliwiać jednoczesne ich wykorzystanie w połączeniu wideokonferencyjnym w celu wyświetlenia oddzielnie obrazu wideo strony zdalnej na jednym ekranie oraz prezentacji na drugim ekranie,
  - 22.3. obydwie porty wideo HDMI muszą umożliwiać jednoczesne ich wykorzystanie w trybie prezentacji lokalnej, za pomocą współdzielenia dwóch sygnałów - jeden pochodzący z wejściowego portu HDMI oraz jeden odbierany w ramach udostępniania



- prezentacji z komputera PC bezprzewodowo.
23. Musi posiadać co najmniej następujące wejścia audio:
    - 23.1. 2x 3,5mm Jack – do podłączenia dwóch mikrofonów z funkcją wyciszenia (MUTE)
    - 23.2. 1x HDMI - obsługa dźwięku poprzez wejście wideo
  24. Musi posiadać wyjście audio w postaci 1x 3,5mm Jack stereo do zewnętrznych zestawów nagłośnienia
  25. Musi posiadać co najmniej 1 port LAN/Ethernet (RJ-45) 10/100/1000 do sieci LAN
  26. Musi posiadać co najmniej 1 port LAN/Ethernet (RJ-45) 10/100/1000 do dołączenia dotykowego panela sterującego.
  27. Musi posiadać w komplecie urządzenie typu Power Injector wraz z okablowaniem, zapewniające zasilanie poprzez sieć LAN dla dotykowego panela sterującego.
  28. Musi posiadać co najmniej jeden port USB.
  29. Terminal musi realizować funkcję automatycznego kadrowania dla wyższego komfortu dla uczestników w połączeniu wideokonferencyjnym.
  30. Musi realizować funkcję liczenia osób obecnych aktualnie w pomieszczeniu, w miejscu instalacji terminala wideo na podstawie algorytmów rozpoznawania twarzy. Informacja o aktualnej ilości osób musi mieć możliwość przekazania do systemów zewnętrznych, np. do zarządzania i monitorowania.
  31. Wszystkie elementy rozwiązania muszą pochodzić od jednego producenta i być objęte wspólną minimum 12 miesięczną gwarancją.

## **Zakres 9.2**

### **Monitor**

Urządzenie będzie przeznaczone do połączenia z zaoferowanym terminalem wideokonferencyjnym. Będzie używane do realizacji połączeń wideokonferencyjnych, do wykonywania lokalnych prezentacji zrealizowanych z komputerów przenośnych podłączonych do tego urządzenia za pośrednictwem połączenia HDMI.

1. Monitor ma być wyposażony w panel (matrycę) spełniający następujące wymogi:
  - 1.1. Wielkość ekranu rozumiana jako przekątna musi wynosić minimum 65 cali.
  - 1.2. Matryca wyświetlająca obraz ma być wykonana w technologii IPS.
  - 1.3. Proporcje ekranu mają wynosić 16x9.
  - 1.4. Rozdzielczość natywna matrycy musi wynosić 3840 x 2160.
  - 1.5. Kąt widzenia w pionie i poziomie musi wynosić min. 177 stopni.
  - 1.6. Współczynnik kontrastu dla matrycy musi wynosić 1100:1
  - 1.7. Urządzenie ma być przystosowane do pracy ciągłej 24/7.
  - 1.8. Przeciętny czas działania ( tzw. life time) urządzenia, podawany przez producenta, powinien wynosić min. 50 000 godzin.
  - 1.9. Urządzenie ma być przystosowane do pracy w orientacji poziomej oraz pionowej.
2. Monitor ma być wyposażony w następujące porty:
  - 2.1. Porty wejściowe (input):
    - 2.1.1. 3 porty HDMI
    - 2.1.2. 1 port Display Port
    - 2.1.3. 1 port DVI-D
    - 2.1.4. 1 x audio (Mini Jack Stereo)
    - 2.1.5. USB 2.0
  - 2.2. Porty wyjściowe (output):
    - 2.2.1. 1 port Display Port
    - 2.2.2. 1 x audio (Mini Jack Stereo)
  - 2.3. Porty sterujące( kontrolne):
    - 2.3.1. RS 232C input/output
    - 2.3.2. RJ45 – port sieci LAN
    - 2.3.3. Port czujnika podczerwieni IR
3. Monitor ma spełniać następujące parametry fizyczne:
  - 3.1. Wielkość monitora nie powinna przekraczać następujących wymiarów (szerokość x wysokość x głębokość): 1460 x 850 x 40 mm
  - 3.2. Waga monitora nie może przekraczać 29 kg
  - 3.3. Monitor musi być wyposażony w układ otworów montażowych zgodnych ze standardem VESA 300 x 300 lub 400x4000
4. Monitor ma być wyposażony w następujące funkcjonalności:
  - 4.1. Wbudowana komunikacja WiFi
  - 4.2. Wbudowane głośniki

- 4.3. Wsparcie dla protokołu HDMI – CEC zgodnego z takim samym protokołem zaimplementowanym w terminalu wideo konferencyjnym, dostarczonym w ramach niniejszego postępowania.
- 4.4. Czujniki: temperatury, automatycznego sterowania jasnością, przyspieszenia.
- 4.5. Wbudowaną funkcjonalność CMS ( Content Management Systems) pozwalająca na zautomatyzowane wyświetlanie treści cyfrowych dostępnych np. na pamięci podłączonej za pośrednictwem portu USB.
- 4.6. Możliwość podziału ekranu pomiędzy obrazy przychodzące z różnych źródeł w układzie PIP (obraz w obrazie) oraz PBP(4), czyli podział ekranu na maksymalnie 4 równe części celem pokazania w każdej z nich treści z różnych urządzeń podłączonych do monitora.
- 4.7. Obsługę protokołu SNMP 2.0
5. Monitor ma nie posiadać funkcjonalności tunera telewizyjnego.
6. Urządzenie musi być zamontowane na ścianie za pomocą odpowiedniego uchwytu.
7. Gwarancja minimum 12 miesięcy.

### Zakres 9.3

#### Rzutnik z ekranem elektrycznym

Projekcja	Długoogniskowa
Technologia wyświetlania	3LCD
Rozdzielczość	Minimum 1920 x 1080 (FHD 1080)
Jasność	Minimum 2500 ANSI Lumenów
Kontrast statyczny	Minimum 60 000:1
Obiektyw	- Wartość przesłony obiektywu projekcyjnego: 1,51 - 1,99 - Odległość ogniskowa: 18,2 mm - 29,2 mm
Współczynnik projekcji (min)	1,33:1
Współczynnik projekcji (max)	1,99:1
Zoom	1,6x
Automatyczne ustawianie ostrości	Nie
Minimalna przekątna obrazu	30 "
Maksymalna przekątna obrazu	300 "
Minimalna odległość ekranu	2.35 m
Maksymalna odległość ekranu	3.82 m
Proporcje obrazu	16:9
Ilość kolorów	1,07 mld
Częstotliwość pozioma min.	400 kHz
Częstotliwość pozioma max.	480 kHz
Częstotliwość pionowa min.	192 Hz
Częstotliwość pionowa max.	240 Hz
Trwałość źródła światła	4500 h
Trwałość źródła światła (ECO)	7600 h
Audio	Tak
Komunikacja bezprzewodowa	WiFi
Gniazda we/wy	Minimum: - 1 x 3,5 mm minijack - 1 x 15-pin D-Sub - 1 x HDMI - 1 x MHL-HDMI - 1 x micro USB (Type B) Serwisowe - 1 x USB 2.0
Poziom hałasu	Maksymalnie 37 dB
Pobór mocy	Maksymalnie 296 W
Akcesoria w zestawie	- Urządzenie podstawowe - Kabel zasilający - Skrócona instrukcja uruchomienia - Pilot z bateriami - Instrukcja obsługi (CD) - Karta gwarancyjna
Informacje o gwarancji	- minimum 12 miesięcy - Lampa: 36 miesięcy lub 3.000 h
Wymiary	Maksymalnie 309 x 285 x 122 mm
Waga	Maksymalnie 3.5 kg
Dodatkowe wyposażenie do rzutnika	Ekran o wymiarach minimum 240x200 cm rozwijany elektrcznie z pilotem. Umożliwiający montaż sufitowy i ścienny,

	powierzchnia projekcyjna: Matt – White charakteryzująca się współczynnikiem odbicia światła 1.0, obudowa metalowa, silnik tubowy, sterowanie ściennie i bezprzewodowe (radiowe). Ekran musi być przystosowany do wyświetlania obrazu jakości HD ready oraz Full HD (1.920 x 1.080)
Dodatkowe wymagania	Projektor oraz ekran maja zostać zamontowane w pomieszczeniu wskazanym przez Zamawiającego. Projektor za pomocą sufitowego uchwyty dostarczonego wraz z projektorem. Montaż uchwyty warz z doprowadzeniem okablowania sygnałowego oraz zasilania jest po stronie wykonawcy.

## 10. Testery sieciowe

### Zakres 10.1

#### Tester - 1 sztuka

Lp.	Parametr	Minimalne parametry techniczne
1	Możliwości pomiarowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testy sieci przewodowych, światłowodowych i WLAN</li> <li>• Testy okablowania pod kątem zgodności z IEEE 802.3 dla prędkości przesyłania danych do 10 Gb/s (BERT)</li> <li>• Określanie stosunku sygnału do szumu (SNR)</li> <li>• Testowanie kabla i ID: do 305m</li> <li>• Detekcja odwróconych par: 1m do 305m</li> <li>• Pomiar długości: 0 do 457m, ± (5%+30cm)</li> <li>• Odległość do usterki: 0 do 200m ± (5% + 1m)</li> <li>• Pomiar różnicy opóźnień (delay skew)</li> <li>• Pomiar długości za pomocą metody TDR i pojemnościowej</li> <li>• Wyświetlanie graficzne kolorowej mapy połączeń</li> <li>• Wykrywanie sieci i podgląd podłączonych urządzeń sieciowych, obsługa IPv4 i IPv6</li> <li>• Identyfikacja wadliwych przełączników PoE za pomocą testów obciążenia PoE</li> <li>• Testy PoE: (Type 1, max 15.4W), PoE+ (Type 2, 30W) i PoE++ (Type 3, 60W)</li> <li>• Obsługa IPv4 i IPv6, testy DHCP, detekcja zduplikowanych adresów IP</li> <li>• Wykrywanie i analiza LLDP/CDP</li> <li>• Identyfikacja obecności sieci VLAN</li> <li>• Transfer danych z testera do komputera PC za pomocą USB/WiFi/Bluetooth</li> </ul>
2	Rodzaje wejść/wyjść	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RJ45 - 1 szt.</li> <li>• SFP - 1 szt.</li> <li>• SFP+ - 1 szt.</li> <li>• Micro USB – 1 szt.</li> <li>• Gniazdo ładowania akumulatora – 1 szt.</li> </ul>
3	Własności użyteczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekran LCD: dotykowy, kolorowy wysokiej rozdzielczości</li> <li>• Zasilanie: akumulator o pojemności min. 3Ah</li> <li>• Pamięć wewnętrzna: min. 10000 wyników testów,</li> <li>• Transfer danych z testera do komputera PC za pomocą USB/WiFi/Bluetooth</li> </ul>
4	Akcesoria w zestawie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednostka główna - 1 szt.</li> <li>• Aktywna jednostka zdalna – 1 szt.</li> <li>• Zasilacze - 2 szt.</li> <li>• Kabel testowy - 2 szt.</li> </ul>
5	Gwarancja	co najmniej 12 miesięczna

**Zakres 10.2**  
**Tester - 1 sztuka**

Lp.	Parametr	Minimalne parametry techniczne
1	Możliwości pomiarowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Możliwość testowania sieci i okablowania koncentrycznego (RJ45 i złączy koncentrycznych typu F)</li> <li>• Wyświetlanie graficzne mapy połączeń na kolorowym wyświetlaczu</li> <li>• Ustalanie długości przewodów i odległości od usterki metodą TDR</li> <li>• Testowanie kabla i ID: do 305 m</li> <li>• Detekcja rozwarcia par: 1 m do 305 m</li> <li>• Pomiary długości: 0 do 457m ± (5% +30cm)</li> <li>• Możliwość zdalnej identyfikacji 20 gniazd RJ 45 i 20 gniazd na złącze F</li> <li>• Testy klas i obciążeń kabli dla PoE i PoE + do 25.5 W</li> <li>• Testy łączy do 1Gb/s. umożliwiające zidentyfikowanie pojemności i aktualnego stanu łącza</li> <li>• Pingowanie list adresów IPv4 i IPv6 oraz adresów URL w Internecie</li> <li>• Wykrywanie CDP/LLDP/NDOP i VLAN</li> <li>• Test DHCP/DNS</li> <li>• Test łączności TCP/UDP</li> <li>• Możliwość generowania raportów testowych i współpracy z komputerem</li> </ul>
2	Rodzaje wejść/wyjść	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RJ45 - 1 szt.</li> <li>• Koncentryczne (Typ F) – 1 szt.</li> <li>• USB (eksport danych) – 1 szt.</li> </ul>
3	Własności użyteczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekran LCD: kolorowy wysokiej rozdzielczości</li> <li>• Czas testu (pomiar kabli pasywnych): &lt; 1s</li> <li>• Czas uruchomienia &lt; 2s</li> <li>• Zasilanie: baterie R6</li> </ul>
4	Minimalne akcesoria w zestawie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednostka główna - 1 szt.</li> <li>• Jednostka zdalna RJ45 – 8 szt.</li> <li>• Identyfikator numeru linii F - 20 szt.</li> <li>• Patchcord pomiarowy kat. 5E - 9 szt.</li> <li>• Patchcord RJ45-"krokodylki" – 1 szt.</li> <li>• Sonda indukcyjna - 1 szt.</li> <li>• Kabel USB do połączenia z komputerem – 1 szt.</li> </ul>
5	Gwarancja	co najmniej 12 miesięczna

**Zakres 11**  
**Urządzenie wielofunkcyjne – 1 szt.**

Urządzenie wielofunkcyjne laserowe kolorowe z czytnikiem kart spełniające poniższe wymagania:

1. Kolor druku: kolorowy
2. Urządzenie musi posiadać panel kontrolny (wyświetlacz)
3. Urządzenie musi posiadać czytnik kart zbliżeniowych (czytnik NFC do kart zbliżeniowych mieszczący się w całości w obudowie urządzenia)
4. Obsługiwane języki drukarek: co najmniej PCL6 lub PCL5
5. Obsługiwany rozmiar/format nośnika: co najmniej do A4
6. Drukowanie dwustronne (duplex): tak
7. Rozdzielczość druku: co najmniej 1200 dpi
8. Szybkość druku (mono) nie mniej niż 38 str./min. (format A4) (nie licząc pierwszej strony)
9. Szybkość druku (kolor) nie mniej niż 38 str./min. (format A4) (nie licząc pierwszej strony)
10. Obsługa papieru / nośniki:
  - 10.1. Pojemność podajników papieru – co najmniej 550 szt. arkuszy
  - 10.2. Pojemność tac odbiorczych papieru – co najmniej 200 szt. arkuszy
11. Pamięć: Zainstalowana pamięć min. 1GB
12. Komunikacja:
  - 12.1. Port USB w technologii nie niższej niż 2.0 - 1 szt.

- 12.2. Urządzenie musi mieć zainstalowany moduł komunikacji sieciowej - kartę sieciową: nie gorsza niż Ethernet 10 / 100 / 1000T Base TX
- 12.3. Urządzenie ma mieć możliwość pobierania adresu z DHCP oraz automatycznego rejestrowania nazwy do serwera DNS co najmniej w środowisku Windows
13. Obsługiwane systemy operacyjne (co najmniej): Microsoft Windows 8.1/10; Windows Server 2016/2019
14. Wymiary maksymalne nie większe niż 750 × 600 × 650 mm (szer. × gł. × wys.)
15. Masa netto: nie większa niż 40,0kg
16. Zużycie energii nie większe niż: 855W (drukowanie) / 120,0W (tryb czuwania) / 6W (tryb oszczędzania energii lub uśpienia)
17. Urządzenie musi posiadać podajnik umożliwiający automatyczne skanowanie/kopiowanie dokumentów (ADF) o pojemności nie mniejszej niż 80 arkuszy.
18. Urządzenie musi posiadać co najmniej następujące funkcjonalności: drukowanie, skanowanie i kopiowanie.
19. Skanowanie:
  - 19.1. Obsługiwane standardy (minimum): Standard TWAIN
  - 19.2. Rozdzielczość (optyczna): nie mniejsza niż 600 dpi
  - 19.3. Urządzenie ma posiadać funkcjonalność umożliwiającą skanowanie do folderu sieciowego (udostępnionego przez Windows Server co najmniej w wersji 2019)
20. Urządzenie należy dostarczyć wraz z kompletem zalecanych przez producenta materiałów eksploatacyjnych wystarczających na zadrukowanie co najmniej 10.000 stron przy 5% pokryciu.
21. Gwarancja: co najmniej 12 miesięcy.

## Zakres 12

### Klimatyzacja precyzyjna dla pomieszczenia serwerowni wraz z instalacją

Do pomieszczenia serwerowni należy dostarczyć i zainstalować klimatyzację w układzie 2+1. Zakłada się montaż trzech układów klimatyzacji (jednostka wewnętrzna + jednostka zewnętrzna). Każdy układ po 14kW. System klimatyzacji wyposażony w automatykę pracy grupowej w konfiguracji 2+1, jedno urządzenie w standby. W celu równomiernego zużycia i zapewnienia gotowości do pracy awaryjnej urządzeń, urządzenie nadmiarowe będzie cyklicznie zmieniane np. w cyklu 24 godzinnym. System klimatyzacji wyposażony w kartę komunikacyjną web SNMP umożliwiającą zdalny monitoring i kontrolę pracy urządzeń np. po IP. Należy dostarczyć i zainstalować urządzenia przeznaczone do pracy całorocznej 24/7.

Projektuje się klimatyzację precyzyjną w oparciu o klimatyzatory wiszące typu split z agregatem sprężająco skraplającym zamontowanym na zewnątrz.

#### Pomieszczenie serwerowni

Dla pomieszczenia projektowana klimatyzacja powinna zapewnić następujące parametry powietrza:

1. Temperatura:  $t_w = 25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
2. Wilgotność:  $\varphi =$  wynikowa
3. Klasa czystości : Nawiew powietrza wentylacyjnego poprzez filtry klasy EU-3 dla jednostek klimatyzacji precyzyjnej.

#### Instalacja klimatyzacji precyzyjnej dla pomieszczenia serwerowni

Dla pomieszczenia dobrano klimatyzację precyzyjną w oparciu o klimatyzatory wiszące, sufitowe typu split z agregatem sprężająco skraplającym. Klimatyzatory zlokalizowane powinny być bezpośrednio pod sufitem pomieszczeń. Powietrze uzdatnione przez klimatyzator nawiewane będzie pionowo w dół poprzez kratę nawiewną zamontowaną w urządzeniu. Powietrze powrotne zasysane będzie przez kratę ssawną urządzenia zlokalizowaną w ścianach bocznych urządzenia. Sterowanie urządzeniami powinno odbywać się całkowicie automatycznie, dzięki możliwości połączenia urządzeń ze sterownikiem. Urządzenie rezerwowe jest uruchamiane automatycznie w razie zaistnienia alarmu powodującego odcięcie głównego urządzenia. Dzieje się tak w sytuacji, kiedy urządzenie główne jest wyłączone lub niewidoczne w systemie z powodu usterki. Rotacja urządzeń rezerwowych musi odbywać się automatycznie co 24 godziny co zapewnia jednorodną eksploatację komponentów systemu. System musi umożliwiać ustawianie dziennych lub tygodniowych rotacji. W sytuacji, kiedy uaktywniono funkcję kaskady, kilka urządzeń pracuje jednocześnie z tą samą wartością zadaną, temperaturą używaną do sterowania jest średnia wykrytych temperatur.

Klimatyzatory wyposażone będą w następujące układy i elementy:

1. Układ chłodzący - czynnik chłodniczy R407C
2. Sprężarki typu SCROOL
3. Start zimowy
4. Skraplacz freonowy
5. Wymiennik parownika zbudowany z miedzianej wężownicy oraz aluminiowych lameli
6. Filtr klasy minimum G3 (EU3) z czujnikiem zapchania filtra
7. Możliwość podłączenia do BMSu po protokole SNMP
8. Przystosowanie do pracy w trybie Teamwork lub Kaskadowej

Dobrano urządzenia klimatyzacyjne wyposażone w następujące parametry:

1. Wydajność chłodnicza jawna netto – 12kW
2. Wydajność chłodnicza jawna netto w nominalnym pkt. pracy: 14,3kW, 30@temp IAT, 35% rh, 40 °C temp. zewnętrznego
3. SHR – nie mniejsz niż 1,00
4. Przepływ powietrza przez wymiennik wewnętrzny min 2500 m<sup>3</sup>/h
5. Wymiary: szer.x gł. x wys. 900 x 900 x 375 mm,
6. Masa 63 kg,
7. Poziom ciśnienia akustycznego mierzony w odległości 2 m od urządzenia : 46,8 dB(A)

Dobrano skraplacz o parametrach:

1. Wymiar skraplacza: szer. x gł. x wys. 920 x 390 x 1190mm,
2. Waga: 111kg
3. Dobór urządzenia dla temperatury zewnętrznej 45°C
4. Jednostka przystosowana do pracy przy długości 50m długości równoważnej oraz w niskich temp. zewnętrznych.
5. Praca całoroczna (tz= -30°C / +50°C)
6. Możliwość pracy w temperaturach otoczenia w zakresie -30°C / +50°C ma potwierdzać oficjalna Dokumentacja Producenta
7. Praca systemu klimatyzacyjnego: 24h/dobę, 365dni w roku
8. Poziom ciśnienia akustycznego mierzony w odległości 2 m od urządzenia : 63 dB(A)

Dobrano system o parametrach:

1. Max pobór mocy elektrycznej 6,02 kW
2. Współczynnik efektywności 1,99