

**Załącznik nr 1b
do Regulaminu konkursu nr RPMP.10.01.04-IP.01-12-009/18**

I. Potencjał techniczny i infrastrukturalny w zakresie narzędzi TIK oraz dostępu do łącza internetowego na poziomie przepustowości umożliwiającym efektywną realizację projektu¹.

1. W skład infrastruktury informatycznej szkoły powinny wchodzić następujące elementy:

1) W ramach infrastruktury sieciowej:

- **Router dostępowy**, który będzie podpięty bezpośrednio do urządzenia terminującego łącze operatorskie (dostarczonego przez operatora) oraz przełącznika sieci LAN. Zadaniem routera będzie przesyłanie całego ruchu wychodzącego bezpiecznym, zaszyfowanym tunelem do Centrum Przetwarzania Danych (zlokalizowanego na uczelni) jak również odbieranie ruchu przychodzącego.
- **Przełącznik sieci LAN**, do którego będą podłączone wszystkie urządzenia wymagające przewodowego połączenia do infrastruktury sieciowej szkoły (komputery, serwery, punkty dostępowe sieci bezprzewodowej, router dostępowy). Zadaniem przełącznika będzie zapewnienie komunikacji w obrębie sieci LAN pomiędzy podpiętymi do niego urządzeniami oraz dostarczenie zasilania do bezprzewodowych punktów dostępowych z wykorzystaniem technologii PoE.
- **Punkty dostępowe dla sieci bezprzewodowej WiFi** ze zintegrowanymi wewnątrz obudowy antenami, które zostaną rozmieszczone w sali multimedialnej oraz na terenie szkoły. Ich zadaniem będzie umożliwienie dostępu do infrastruktury sieciowej szkoły urządzeniom mobilnym takim jak komputery przenośne, palmtopy, smartfony, itp.
- **Punkt dostępowy dla bezprzewodowej sieci WiFi** wraz z zewnętrznymi antenami, którego zadaniem będzie zapewnienie dostępu do infrastruktury sieciowej szkoły urządzeniom mobilnym na wybranym obszarze znajdującym się na zewnątrz budynku szkoły.

2) W ramach wyposażenia sali multimedialnej:

- **Tablica multimedialna** będzie umożliwiać pracę w dwóch trybach - jako zwykła tablica sucho ścieralna oraz jako konwerter analogowo-cyfrowy umożliwiający zamianę naniesionych przy użyciu dedykowanych markerów na nią treści w sygnał elektroniczny możliwy do otworzenia za pomocą urządzeń takich jak projektory obrazu, monitory, panele LCD itp.
- **Projektor krótkoogniskowy** pozwalający na odtworzenie na tablicy multimedialnej obrazu pochodzącego ze źródeł video takich jak kamery terminali osobistych, komputery stacjonarne i przenośne, cyfrowe kamery video, itp. Wyświetlany obraz musi posiadać proporcje kompatybilne z tablicą multimedialną.

¹ Wymagania w zakresie odpowiedniego potencjału technicznego i infrastrukturalnego spełnione są również w przypadku zajęć realizowanych w bibliotekach pedagogicznych i ich filiach oraz MCDN i jego filiach doposażonych w ramach 2. Osi RPO WM 2014-2020 w ramach projektu komplementarnego do projektu koordynacyjnego, *realizowanego w ramach Poddziałania 2.1.3.* Wykaz odpowiednio doposażonych lokalizacji wskazany został w *Regulaminie konkursu.*

- **Integrator** umożliwiający synchronizację rozmiarów powierzchni roboczej tablicy multimedialnej z obrazem wyświetlanym przez projektor krótkoogniskowy. W przypadku, gdy projektor oprócz obrazu tablicy wyświetla jednocześnie również obraz z innego źródła, integrator odpowiada za wyskalowanie obszaru roboczej tablicy do miejsca w którym wyświetlany jest obraz tablicy.
- **Zestaw kodek wraz z kamerą HD** pracującą w rozdzielczości 1080p, do którego zostaną podłączone wszystkie źródła i odbiorniki audio-video (projektor, integrator, głośniki, stacja zarządzająca tablicą). Jego zadaniem będzie realizacja połączeń multimedialnych poprzez zakodowanie sygnałów audio-video urządzeń podpiętych do niego, a następnie przesłanie ich do lokalizacji zdalnych oraz odbiór sygnału z tych lokalizacji i zdekodowanie go na odpowiednie urządzenia (głośniki, projektor). Umożliwiać on będzie zdalną interaktywną pracę na materiałach edukacyjnych w formie obrazów, rysunków, tekstów, dźwięków i video, pozwalając użytkownikom aktywnie uczestniczyć w wykładach i konferencjach odbywających się w innych lokalizacjach.
- **Stacja zarządzająca tablicą multimedialną**, na której zostanie zainstalowane oprogramowanie dedykowane do obsługi tablicy multimedialnej.
- **Zestaw głośników do sali multimedialnej** zapewniający właściwe nagłośnienie.

3) Pozostałe wyposażenie:

- **Terminal osobisty** pozwalający na aktywne uczestniczenie w połączeniach video-konferencyjnych, gwarantujący dwukierunkową transmisję obrazu i dźwięku w czasie rzeczywistym. Jest to niewielkie zintegrowane urządzenie/stanowisko wideokonferencyjne wykorzystywane przez jedną osobę, umożliwiające nauczycielowi lub wykładowcy prowadzenie zajęć bezpośrednio ze swojego stanowiska pracy. Znacznie ułatwia to skupienie uwagi na osobie prowadzącej zajęcia. Z konstrukcyjnego punktu widzenia, terminal osobisty powinien integrować wszystkie funkcje terminala wideokonferencyjnego (ekran, kamera, mikrofon, głośnik, system transmisji danych) zamontowane w spójnej bryle o rozmiarach i ciężarze umożliwiających łatwe przenoszenie pomiędzy pomieszczeniami (pokój nauczycielski, pokój pracy, gabinet psychologa itp.).
- **Komunikatory tekstowe** w formie oprogramowania do instalacji na urządzeniach końcowych użytkowników (komputery PC, przenośne, urządzenia mobilne) wraz z niezbędnymi licencjami umożliwiające wymianę wiadomości tekstowych w czasie rzeczywistym.
- **Komunikatory multimedialne** w formie oprogramowania do instalacji na urządzeniach końcowych użytkowników (komputery PC, przenośne, urządzenia mobilne) wraz z niezbędnymi licencjami umożliwiające zestawianie połączeń audio-video punkt-punkt.
- **Terminal mobilny** pozwalający na aktywne uczestniczenie w połączeniach video-konferencyjnych, gwarantujący dwukierunkową transmisję obrazu i dźwięku w czasie rzeczywistym z jednoczesną możliwością zmiany umiejscowienia terminala w obrębie zasięgu bezprzewodowej sieci WiFi działającej na terenie szkoły. Jest on posadowiony na stelażu z elementami jezdnyymi, co ułatwia jego szybkie przemieszczanie. Posiadany przez niego system łączności bezprzewodowej pozwala wykorzystywać go niezależnie od dostępności przewodowej sieci komputerowej. Będzie on wykorzystywany do organizacji zajęć na żywo w trybie zdalnego laboratorium w dowolnym pomieszczeniu objętym zasięgiem szybkiej sieci bezprzewodowej: laboratorium, obiekcie sportowym, auli itp.;
- **Punkt dostępowy z zintegrowanymi wewnątrz obudowy antenami**, którego zadaniem będzie zapewnienie bezprzewodowego podłączenia terminala mobilnego z siecią WiFi szkoły.

Opisane powyżej systemy stanowią pełny i kompletny zestaw niezbędny dla realizacji wszystkich zadań edukacyjnych przewidzianych w projekcie.

Działanie wszystkich trzech typów systemów videokonferencyjnych (sala multimedialna, terminal mobilny i terminal osobisty) w obrębie jednej lub kilku szkół może być dowolnie kombinowane w ramach jednego wydarzenia. Przykładowo, ćwiczenie wykonywane w laboratorium chemicznym jednej ze szkół z użyciem terminala mobilnego, może być jednocześnie obserwowane przez uczniów zgromadzonych w salach multimedialnych, oraz na bieżąco komentowane przez ekspertów wykorzystujących terminale osobiste w zdalnych lokalizacjach, przy czym wszyscy uczestnicy wydarzenia będą się mogli na bieżąco komunikować zarówno z prowadzącymi ćwiczenie jak i z ekspertami.

2. Infrastruktura sieciowa powinna być wyposażona w następujące urządzenia:

1) Router dostępowy o następujących parametrach minimalnych:

Urządzenie musi być wielosługowym routerem o budowie modularnej.
Urządzenie musi być wyposażone w 3 interfejsy Gigabit Ethernet 10/100/1000. Co najmniej jeden interfejs musi mieć możliwość pracy w trybie „dual-physical” z gigabitowym portem światłowodowym definiowanym przez wkładkę SFP.
Urządzenie musi być wyposażone w 512MB pamięci RAM z możliwością rozbudowy do 2GB.
Urządzenie musi posiadać pamięć flash umożliwiającą instalację co najmniej dwóch obrazów systemu operacyjnego.
Urządzenie musi być wyposażone w dwa porty USB. Porty muszą pozwalać na podłączenie zewnętrznych pamięci FLASH w celu przechowywania obrazów systemu operacyjnego, plików konfiguracyjnych lub certyfikatów X.509.
Musi pozwalać na instalację: 4 kart sieciowych z interfejsami, 1 modułu usługowego z interfejsami (z możliwością jego wyłączenia w celu oszczędzania energii elektrycznej), 1 wewnętrznego modułu usługowego, 3 modułów DSP (z możliwością jego wyłączenia w celu oszczędzania energii elektrycznej) albo minimum 9 modułów ogólnego przeznaczenia do dowolnego wykorzystania.
Musi posiadać zainstalowany wewnętrzny sprzętowy moduł akceleracji szyfrowania DES/3DES/AES.
Musi posiadać możliwość skonfigurowania bezpośredniej komunikacji pomiędzy wybranymi modułami usługowymi z pominięciem głównego procesora.
Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę o dodatkową kartę sieciową muszą mieć możliwość obsadzenia kartami: z portami szeregowymi, ze zintegrowanym modemem ADSL, ze zintegrowanym modemem SHDSL, z interfejsem ISDN BRI (styk S/T), z dodatkowymi portami Fast i Gigabit Ethernet, z interfejsami 3G lub 4G.
Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę o dodatkowy moduł usługowy muszą mieć możliwość obsadzenia co najmniej następującymi modułami: modułem serwerowym posiadającym co najmniej 48GB RAM, co najmniej 2 dyski twarde o pojemności 1TB i procesor co najmniej 4-rdzeniowy, przełącznika Ethernet (funkcje L2 i L3) o liczbie portów nie mniejszej niż 50 (w tym ze wsparciem dla PoE), modułem z głosowymi interfejsami głosowymi (E1/T1 - również z interfejsem G.703, BRI) oraz analogowymi interfejsami głosowymi (FSX/FXO,E&M) dostępnymi w wersji wyposażonej w interfejsy oraz z możliwością instalacji karty sieciowej, modułem z interfejsami transmisji danych Channelized E1/T1, ISDN PRI.
Sloty urządzenia przewidziane pod rozbudowę o moduł z układami DSP muszą mieć możliwość obsadzenia modułami: o gęstości nie mniejszej niż 128 kanałów, pozwalającymi

na dynamiczne alokowanie DSP do różnych zadań (obsługa interfejsów głosowych, transcoding, conferencing) z granulacją do 1 DSP, posiadających wsparcie dla usług głosowych i wideo, obsługującymi kodeki: G.711, ClearChannel, G.729a, G.729ab, G.726, G.722, G.728, G.729, G.729b, Internet Low Bit Codec, funkcjonalność Fax Relay, funkcjonalność Modem Relay, obsługującymi funkcjonalność transkodowania pomiędzy różnymi typami kodeków, obsługującymi szyfrowanie transmisji głosu z wykorzystaniem SRTP.
Urządzenie musi oferować dla pakietów o długości 64 bajtów wydajność co najmniej 400 kpps.
Urządzenie musi umożliwiać stworzenie przynajmniej 200 tuneli IPsec.
Musi posiadać obsługę protokołów routingu IP BGPv4, OSPFv3, IS-IS, RIPv2 oraz routingu multicastowego PIM (Sparse i Dense) oraz routingu statycznego.
Protokół BGP musi posiadać obsługę 4 bajtowych ASN.
Musi posiadać wsparcie dla funkcjonalności Policy Based Routing.
Musi posiadać wsparcie dla mechanizmów związanych z obsługą ruchu multicast: IGMP v3, IGMP Snooping, PIMv1, PIMv2.
Musi posiadać obsługę protokołu IGMPv3.
Musi obsługiwać mechanizm Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF).
Musi obsługiwać tzw.routing między sieciami VLAN w oparciu o trunking 802.1Q.
Musi obsługiwać IPv6 w tym ICMP dla IPv6.
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.
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).
Musi posiadać obsługę NAT i PAT.
Mechanizm NAT musi zapewniać wsparcie dla H.225/H.245.
Musi posiadać wsparcie dla protokołów WCCPv2.
Musi posiadać obsługę wirtualnych instancji routingu (VRF) – co najmniej 20 instancji VRF.
Musi posiadać obsługę mechanizmu DiffServ.
Musi mieć możliwość tworzenia klas ruchu oraz oznaczanie (Marking), klasyfikowanie i obsługę ruchu (Policing, Shaping) w oparciu o klasę ruchu.
Musi zapewniać obsługę mechanizmów kolejki ruchu: z obsługą kolejki z bezwzględnym priorytetem, ze statyczną alokacją pasma dla typu ruchu, WFQ
Musi obsługiwać mechanizm WRED.
Musi obsługiwać protokół RSVP.
Musi obsługiwać mechanizm ograniczania pasma dla określonego typu ruchu.
Musi obsługiwać protokół GRE oraz zapewniać mechanizm honorowania IP.
Musi obsługiwać protokół NTP.
Musi obsługiwać DHCP w zakresie konfiguracji w roli klienta DHCP i serwera DHCP.
Musi posiadać obsługę protokołu VRRP lub równoważnego.
Musi posiadać obsługę mechanizmów uwierzytelniania, autoryzacji i rozliczania (AAA) z wykorzystaniem protokołów RADIUS lub TACACS+.
Musi wspierać funkcjonalność zapory ogniowej dla protokołu IPv4 opartej o definicję stref bezpieczeństwa.
Musi wspierać szyfrowanie IPsec ruchu IPv4.
Musi umożliwiać konfigurację dedykowanego interfejsu logicznego dla terminacji połączeń IPsec VPN, niezależnego od interfejsów fizycznych.
Musi wspierać tworzenie dynamicznych sieci VPN opartych o protokoły IPsec, NHRP oraz GRE.
Musi wspierać tworzenie dynamicznych sieci VPN umożliwiającą szyfrowanie IPsec ruchu unicast IPv4 bez konieczności tworzenia tuneli z wykorzystaniem GDOI (Group Domain of Interpretation).

Musi posiadać możliwość rozbudowy o wsparcie dla:

- MPLS (funkcje LER i LSR), MPLS Traceroute, Traffic Engineering (w tym Fast Reroute, Link i Node Protection), Multicast dla MPLS VPN,
- możliwość procesowania połączeń telefonii IP (funkcja serwera zestawiającego połączenia) dla co najmniej 100 abonentów,
- możliwość współpracy z centralnym systemem procesowania połączeń telefonii IP w celu przejęcia podstawowych funkcji telefonii do połączeń wewnętrznych oraz wyjścia na linie miejskie na czas awarii połączenia do systemu centralnego. Funkcja ta musi być w stanie obsłużyć co najmniej 100 abonentów,
- funkcjonalność gatekeepera H.323,
- możliwość działania jako brama IP-do-IP dla połączeń głosowych i wideo realizowanych w sieci IP,
- funkcjonalność sondy (nadajnik i odbiornik) do mierzenia parametrów ruchu dla protokołów IP oraz VoIP (pomiar jakości poprzez symulację kodeków VoIP i mierzenie parametrów opóźnienia „tam i z powrotem” (roundtrip), jitter i utraty pakietów),
- możliwość pracy jako brama VoIP/PSTN z wykorzystaniem interfejsów PRI/BRI lub analogowych – po doposażeniu w odpowiednie interfejsy (ich dostarczenie nie jest częścią tego postępowania),
- możliwość pracy jako mostek do połączeń VoIP wielopunktowych.

Musi posiadać możliwość rozbudowy o wsparcie dla optymalizatora ruchu sieciowego realizującego następujące funkcje :

- kompresja ruchu z wykorzystaniem bezstratnego algorytmu kompresji danych,
- zmniejszenie ilości przesyłanych danych poprzez wysyłanie krótkich indeksów numerycznych zamiast powtarzających się bloków danych,
- optymalizacja algorytmu TCP (optymalizacja pracy algorytmu okien TCP),
- funkcjonalność optymalizatora ruchu sieciowego o wydajności co najmniej 6Mbit/s dla co najmniej 250 połączeń TCP,
- współpraca z centralnym systemem zarządzania optymalizatorami ruchu sieciowego oferującym centralny punkt konfiguracji, monitorowania w czasie rzeczywistym, zarządzania błędami i raportowania,
- funkcja musi być realizowana przez system operacyjny routera a nie przez dodatkowe urządzenie lub moduł.

Musi mieć możliwość zarządzania poprzez CLI (konsola szeregową, SSHv2) i SNMPv3.

Musi mieć możliwość eksportu statystyk ruchowych za pomocą protokołu Netflow/JFlow lub odpowiednika.

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 (do wielkości pamięci flash). Zmiany aktywnej konfiguracji muszą być widoczne natychmiastowo - nie dopuszcza się częściowych restartów urządzenia po dokonaniu zmian.

Urządzenie musi mieć możliwość instalacji zasilacza redundantnego (dopuszczalne rozwiązania zewnętrzne).

2) Przełącznik dostępowy o następujących parametrach minimalnych:

Przełącznik umożliwiający łączenie w stosy wyposażony w 24 portów 10/100/1000BaseT PoE+ (IEEE 802.3at).

Przełącznik musi posiadać jeden dodatkowy slot na moduł rozszerzeń z możliwością jego wymiany „na gorąco” (ang. hot swap). Wśród dostępnych modułów rozszerzeń muszą być

dostępne co najmniej następujące moduły: 4-portowy moduł Gigabit Ethernet z gniazdami SFP, 2-portowy moduł 10Gigabit Ethernet SFP+, przy czym wymagane jest, aby w przypadku wykorzystanie pojedynczego łącza 10GE istniała możliwość instalacji dodatkowych 2 portów Gigabit Ethernet SFP.
Porty SFP muszą umożliwiać ich obsadzenie modułami 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX/LH zależnie od potrzeb. Porty SFP+ muszą umożliwiać ich obsadzenie modułami 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-LRM oraz modułami optycznymi GE (1000Base-SX, 1000Base-LX/LH)
Przełącznik musi zapewniać możliwość tworzenia stosów z zapewnieniem następujących parametrów: przepustowość w ramach stosu min. 480Gb/s, 4 urządzenia w stosie, zarządzanie poprzez jeden adres IP, możliwość tworzenia zagregowanych połączeń EtherChannel w stosie (dla portów należących do różnych jednostek w stosie) zgodnie z 802.3ad, przełączniki muszą umożliwiać współdzielenie mocy zasilaczy tzn. zasilacze muszą stanowić zasób wspólny dla wszystkich przełączników w stosie (redundancja zasilania bez konieczności instalacji zasilaczy zapasowych w każdym przełączniku, możliwość dystrybucji mocy dla innych jednostek w stosie, w tym dla przełączników wymagających większej mocy dla PoE).
Urządzenie musi być wyposażone w redundantne i wymienne moduły wentylatorów.
Dostępne 435W dla PoE (także przy awarii jednego z zasilaczy).
Szybkość przełączania: 65Mpps dla pakietów 64-bajtowych.
4 GB pamięci DRAM i 2GB pamięci flash.
Obsługa: 1.000 sieci VLAN, 30.000 adresów MAC, 20.000 tras routingu.
Obsługa protokołu NTP.
Obsługa IGMPv1/2/3.
Przełącznik musi wspierać następujące mechanizmy związane z zapewnieniem ciągłości pracy sieci: IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree, IEEE 802.1s Multi-Instance Spanning Tree.
Obsługa protokołu LLDP i LLDP-MED.
Obsługa funkcji Voice VLAN umożliwiającej odseparowanie ruchu danych i ruchu multimedialnego (głos/wideo).
Przełącznik musi posiadać możliwość uruchomienia funkcji serwera DHCP.
Urządzenie musi wspierać następujące mechanizmy związane z zapewnieniem bezpieczeństwa sieci: <ul style="list-style-type: none"> - wiele poziomów dostępu administracyjnego poprzez konsolę. Przełącznik musi umożliwiać zalogowanie się administratora z konkretnym poziomem dostępu zgodnie z odpowiedzią serwera autoryzacji (privilege-level), - autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania użytkownika do określonej sieci VLAN, - autoryzacja użytkowników w oparciu o IEEE 802.1X z możliwością dynamicznego przypisania listy ACL, - obsługa funkcji Guest VLAN umożliwiająca uzyskanie gościnnego dostępu do sieci dla użytkowników bez suplikanta 802.1X, - możliwość uwierzytelniania urządzeń na porcie w oparciu o adres MAC, - możliwość uwierzytelniania użytkowników w oparciu o portal www dla klientów bez suplikanta 802.1X, - wymagane jest wsparcie dla możliwości uwierzytelniania wielu użytkowników na jednym porcie oraz możliwości jednoczesnego uwierzytelniania na porcie telefonu IP i komputera PC podłączonego za telefonem, - funkcjonalność flexible authentication (możliwość wyboru kolejności uwierzytelniania – 802.1X/uwierzytelnianie w oparciu o MAC adres/uwierzytelnianie, w oparciu o portal www), - obsługa funkcji Port Security, DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection i IP Source Guard,

<ul style="list-style-type: none"> – możliwość autoryzacji prób logowania do urządzenia (dostęp administracyjny) do serwerów RADIUS lub TACACS+, – obsługa list kontroli dostępu (ACL), możliwość konfiguracji tzw. czasowych list ACL (aktywnych w określonych godzinach i dniach tygodnia).
<p>Przełącznik musi wspierać następujące mechanizmy związane z zapewnieniem jakości usług w sieci:</p> <ul style="list-style-type: none"> – implementacja 8 kolejek dla ruchu wyjściowego na każdym porcie dla obsługi ruchu o różnej klasie obsługi, – implementacja algorytmu Shaped Round Robin lub podobnego dla obsługi kolejek, – możliwość obsługi jednej z powyżej wspomnianych kolejek z bezwzględnym priorytetem w stosunku do innych (Strict Priority), – klasyfikacja ruchu do klas różnej jakości obsługi (QoS) poprzez wykorzystanie następujących parametrów: źródłowy/docelowy adres MAC, źródłowy/docelowy adres IP, źródłowy/docelowy port TCP, – możliwość ograniczania pasma dostępnego na danym porcie dla ruchu o danej klasie obsługi z dokładnością do 8 Kbps (policing, rate limiting). Możliwość skonfigurowania do 2.000 ograniczeń per przełącznik, – kontrola sztormów dla ruchu broadcast/multicast/unicast, – możliwość zmiany przez urządzenie kodu wartości QoS zawartego w ramce Ethernet lub pakiecie IP – poprzez zmianę pola 802.1p (CoS) oraz IP ToS/DSCP.
Wbudowane reflektometry (TDR) dla portów 10/100/1000.
Urządzenie musi zapewniać możliwość routingu statycznego i dynamicznego dla IPv4 i IPv6 (protokół RIP). Urządzenie musi zapewniać możliwość rozszerzenia funkcjonalności o wsparcie dla zaawansowanych protokołów routingu IPv4 (OSPF, BGP) i IPv6 (OPSFv3), funkcjonalności Policy-based routingu i routingu multicast (PIM-SM, PIM-SSM).
Przełącznik musi umożliwiać zdalną obserwację ruchu na określonym porcie, polegającą na kopiowaniu pojawiających się na nim ramek i przesyłaniu ich do zdalnego urządzenia monitorującego, poprzez dedykowaną sieć VLAN (RSPAN).
Urządzenie musi zapewniać możliwość tworzenia statystyk ruchu w oparciu o NetFlow/J-Flow lub podobny mechanizm, przy czym wielkość tablicy monitorowanych strumieni nie może być mniejsza niż 20.000. Wymagane jest sprzętowe wsparcie dla gromadzenia statystyk NetFlow/J-Flow.
Przełącznik musi posiadać makra lub wzorce konfiguracji portów zawierające prekonfigurowane ustawienie rekomendowane przez producenta sprzętu zależnie od typu urządzenia dołączonego do portu (np. telefon IP, kamera itp.).
Dedykowany port Ethernet do zarządzania out-of-band.
Jeden port USB umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Urządzenie musi mieć możliwość uruchomienia z nośnika danych umieszczonego w porcie USB.
Urządzenie musi być wyposażone w port konsoli USB.
Plik konfiguracyjny urządzenia musi być możliwy do edycji w trybie off-line (tzn. konieczna jest możliwość przeglądania i zmian konfiguracji w pliku tekstowym na dowolnym urządzeniu PC). Po zapisaniu konfiguracji w pamięci nieulotnej musi być możliwe uruchomienie urządzenia z nową konfiguracją.
Obsługa protokołów SNMPv3, SSHv2, SCP, https, syslog – z wykorzystaniem protokołów IPv4 i IPv6.

3) Kontroler sieci bezprzewodowej o następujących parametrach minimalnych:

Przepustowość dla sieci WiFi nie mniejsza niż [ilość punktów dostępowych] x 900Mbps, z możliwością rozbudowy do min. 20Gb/s.
Obsługa zainstalowanych w szkole punktów dostępowych, z możliwością rozbudowy do obsługi min. 50 punktów.
Obsługa 2000 klientów sieci WiFi.

<p>Urządzenie musi umożliwiać centralną kontrolę punktów dostępu bezprzewodowego realizując co najmniej następujące funkcje: zarządzanie politykami bezpieczeństwa, wykrywanie intruzji nieuprawnionych dostępu, zarządzanie pasmem radiowym, zarządzanie mobilnością, zarządzanie jakością transmisji, zgodnie z protokołem CAPWAP (RFC 5415) lub równoważnym.</p>
<p>Urządzenie musi realizować zarządzanie pasmem radiowym punktów dostępowych, w tym co najmniej następujące funkcje: automatyczna adaptacja do zmian w czasie rzeczywistym, optymalizacja mocy punktów dostępowych (wykrywanie i eliminacja obszarów bez pokrycia), dynamiczne przydzielanie kanałów radiowych, wykrywanie, eliminacja i unikanie interferencji, równoważenie obciążenia punktów dostępowych, tworzenie profili RF (parametry konfiguracyjne) dla grup punktów dostępowych, automatyczna dystrybucja klientów pomiędzy punkty dostępowe, mechanizmy wspomagające priorytetyzację zakresu 5GHz dla klientów dwuzakresowych, mechanizm umożliwiający konwersję wybranych strumieni multicast do unicast.</p>
<p>Urządzenie musi realizować mapowanie SSID do segmentów VLAN w sieci przewodowej co najmniej w dwóch następujących przypadkach: 1:1, 1:n (SSID mapowane do wielu segmentów VLAN, ruch użytkowników rozkładany pomiędzy segmenty).</p>
<p>Urządzenie musi obsługiwać co najmniej następujące mechanizmy bezpieczeństwa:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 802.11i, WPA2, WPA, WEP, – 802.1x z EAP (PEAP, EAP-TLS, EAP-FAST), – obsługa serwerów autoryzacyjnych – RADIUS, TACACS+, LDAP, wbudowana lokalna baza użytkowników, – możliwość kreowania różnych polityk bezpieczeństwa w ramach pojedynczego SSID, – możliwość profilowania użytkowników: przydział sieci VLAN, przydział list kontroli dostępu (ACL, definiowane w profilu użytkownika na serwerze autoryzacyjnym), – uwierzytelnianie (podpis cyfrowy) ramek zarządzania 802.11 (wykrywanie podszywania się punktów dostępowych użytkowników pod adresy infrastruktury) – 802.11w lub podobny, – uwierzytelnianie punktów dostępowych w oparciu o certyfikaty X.509, – obsługa list kontroli dostępu (ACL), – wykrywanie i dezaktywacja obcych punktów dostępowych, – wbudowany system IDS wykrywający typowe ataki na sieci bezprzewodowe (fake AP, netstumbler, deauthenticaton flood itp.), – współpraca z systemami IDS/IPS, – ochrona kryptograficzna (DTLS lub równoważny) ruchu kontrolnego i ruchu użytkowników CAPWAP, – DHCP Proxy.
<p>Urządzenie musi obsługiwać ruchu unicast IPv4 i IPv6.</p>
<p>Urządzenie musi obsługiwać ruchu multicast IPv4 i IPv6 w zakresie: IGMP / MLD snooping, optymalizacja dystrybucji ruchu multicast w sieci przewodowej (między kontrolerem a punktem dostępowym), obsługa konwersji ruchu multicast do unicast, transport ruchu multicast w tunelach CAPWAP musi być możliwy wykorzystując jako mechanizm transportowy zarówno ruch unicast, jak i multicast.</p>
<p>Urządzenie musi obsługiwać mobilność (roaming) użytkowników (L2 i L3 – IPv4 i IPv6, w ramach kontrolera i pomiędzy kontrolerami).</p>
<p>Urządzenie musi posiadać wbudowany serwer DHCP.</p>
<p>Urządzenie musi obsługiwać co najmniej następujące mechanizmy QoS: 802.1p, WMM, TSpec, ograniczanie pasma per użytkownik, Call Admission Control – ze statyczną definicją pasma i dynamiczną w oparciu o analizę profili ruchu, U-APSD</p>
<p>Urządzenie musi umożliwiać realizację dostępu gościnnego a w tym: przekierowanie użytkowników określonych SSID do strony logowania (z możliwością personalizacji strony), możliwość kreowania użytkowników z określeniem czasu ważności konta, możliwość</p>

konfiguracji dedykowanego kontrolera do obsługi ruchu gości – całość ruchu z SSID dostępu gościnnego zebranego na pozostałych kontrolerach musi być przesyłana do tego kontrolera (umieszczonego w publicznej części sieci) w sposób zapewniający logiczną separację od ruchu wewnętrznego.
Urządzenie musi współpracować z oprogramowaniem i urządzeniami realizującymi usługi lokalizacyjne oraz umożliwiać obsługę tagów telemetrycznych.
Urządzenie musi umożliwiać realizację wysokiej dostępności typu N+1.
Urządzenie musi umożliwiać zbieranie i eksportowanie statystyk ruchowych za pomocą protokołu Netflow/JFlow lub odpowiednika.
Urządzenie musi posiadać mechanizmy pozwalające na dezaktywację modułów radiowych w określonych godzinach w celu redukcji poboru energii przez całą sieć bezprzewodową.
Urządzenie musi umożliwiać tworzenie skryptów celem obsługi zdarzeń, które mogą pojawić się w systemie.
Dopuszczalne są dwie architektury implementacji sieci bezprzewodowej: <ul style="list-style-type: none"> – Kontroler centralny pełni funkcję redundantną dla kontrolerów lokalnych - w przypadku awarii kontrolera lokalnego punkty dostępowe z danej jednostki przerejestrowują się do kontrolera centralnego, – Kontroler centralny pełni funkcję nadrzędną dla kontrolerów lokalnych, hierarchizując zarządzanie mobilnością.
Dopuszczalne jest dostarczenie kontrolera w formie zintegrowanej z przełącznikiem dostępowym.

4) Bezprzewodowy punkt dostępowy wewnętrzny (10 szt.) o następujących parametrach minimalnych:

Urządzenie musi być punktem dostępu bezprzewodowego (access point) 802.11
Urządzenie musi obsługiwać standardy 802.11a/b/g/n a w tym: obsługa MIMO – min. 3x4:3, obsługa kanałów 20 i 40 MHz, obsługa prędkości PHY do 450 Mbps, obsługa agregacji ramek A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx), obsługa TxBF (transmit beamforming) dla klientów 802.11a/g/n
Urządzenie musi obsługiwać szeroki zakres kanałów radiowych: dla zakresu 2.4 GHz: 13 kanałów, dla zakresu 5GHz (UNII-1 i UNII-2): 8 kanałów, dla zakresu 5GHz (extended UNII-2): 8 kanałów.
Urządzenie musi posiadać konfigurowalną moc nadajników radiowych: dla zakresu 2.4 GHz: do 100 mW, dla zakresu 5GHz (UNII-1 i UNII-2): do 200 mW, dla zakresu 5GHz (extended UNII-2): do 200 mW.
Urządzenie musi być zgodne z protokołem CAPWAP (RFC 5415).
Urządzenie musi być zarządzane przez kontroler WLAN, który umożliwia realizację co najmniej następujących funkcji: <ul style="list-style-type: none"> – automatyczne wykrywanie kontrolera i konfiguracja poprzez sieć LAN, – optymalizacja wykorzystania pasma radiowego (ograniczanie wpływu zakłóceń, kontrola mocy, dobór kanałów, reakcja na zmiany), – obsługa min. 16 BSSID, – definiowanie polityk bezpieczeństwa (per SSID) z możliwością rozgłaszania lub ukrycia poszczególnych SSID, – współpraca z systemami IDS/IPS, – uwierzytelnianie ruchu kontrolnego 802.11 (z możliwością wykrywania użytkowników podszywających się pod punkty dostępowe) – funkcjonalność 802.11w lub równoważna, – jednoczesna obsługa transferu danych użytkowników końcowych oraz monitorowania pasma radiowego (wykrywanie obcych punktów dostępowych i klientów WLAN, wireless IPS),

<ul style="list-style-type: none"> – obsługa Dynamic Frequency Selection (DFS) i Transmit Power Control (TPC) zgodnie z 802.11h, – obsługa szybkiego roamingu użytkowników pomiędzy punktami dostępowymi, – obsługa mechanizmów QoS: shaping/ ograniczanie ruchu do użytkownika, z możliwością konfiguracji per użytkownik, obsługa WMM, TSPEC, U-APSD – współpraca z urządzeniami o oprogramowaniu realizującym usługi lokalizacyjne, – wbudowany suplikant 802.1x – możliwość uwierzytelnienia AP do infrastruktury sieciowej.
<p>Urządzenie musi umożliwiać pracę w trybie autonomicznym (bez kontrolera WLAN) po wymianie oprogramowania oferując następujące funkcje:</p> <ul style="list-style-type: none"> – zarządzanie przez HTTPS, SSH, dedykowany port szeregowy, SNMP, – obsługa min. 16 SSID, – współpraca z serwerami autoryzacyjnymi RADIUS (konfigurowane per SSID), – obsługa WPA/WPA2, 802.1x (z możliwością tworzenia lokalnej bazy użytkowników), – obsługa mechanizmów QoS (WMM, priorytetyzacja) i wsparcie dla VoWLAN, – obsługa trybów AP, repeater, bridge, – konfiguracja polityk bezpieczeństwa per SSID, – możliwość filtrowania ruchu (w oparciu o MAC, adresy i protokoły IP, porty TCP/UDP), – uwierzytelnianie ruchu kontrolnego 802.11, – obsługa szybkiego roamingu pomiędzy punktami dostępowymi, – możliwość eksportu logów z wykorzystaniem SYSLOG.
<p>Urządzenie musi posiadać zintegrowany sprzętowy moduł analizatora widma częstotliwościowego (dotyczy zakresów 2.4GHz i 5GHz) realizujący następujące funkcje:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dokładność analizy (kwant próbkowania) max. 200 kHz, – zakres częstotliwościowy zgodny z zakresem pracy modułów radiowych, – automatyczne wykrywanie i klasyfikacja źródeł interferencji (bluetooth, DECT, urządzenia mikrofalowe, urządzenia transmisji audio wideo, urządzenia zakłócające itp.), – możliwość wizualizacji wyników analizy na stacji roboczej klasy PC (FFT, gęstość widma, spektrogram, zajętość kanałów, poziom mocy sygnałów) w czasie rzeczywistym, – współpraca z mechanizmami optymalizacji wykorzystania pasma radiowego.
<p>Urządzenie musi posiadać 1 interfejs Gigabit Ethernet (10/100/1000)</p>
<p>Urządzenie musi oferować zróżnicowane opcje zasilania: zasilacz sieciowy 230V AC, zasilanie PoE (802.3af) w sposób zapewniający pełną wydajność.</p>
<p>Urządzenie musi posiadać zintegrowane anteny o charakterystyce dookólnej.</p>
<p>Urządzenie musi posiadać diodową sygnalizację stanu urządzenia z możliwością jej deaktywacji.</p>
<p>Urządzenie musi posiadać certyfikat WiFi Alliance lub równoważny.</p>
<p>Urządzenie musi być zgodne z dyrektywą 1999/5/EC i 93/42/ECC.</p>

5) Bezprzewodowy punkt dostępowy zewnętrzny z anteną o następujących parametrach minimalnych:

<p>Urządzenie musi być punktem dostępu bezprzewodowego (access point) 802.11</p>
<p>Urządzenie musi obsługiwać standardy 802.11a/b/g/n a w tym: obsługa MIMO – min. 3x4:3, obsługa kanałów 20 i 40 MHz, obsługa prędkości PHY do 450 Mbps, obsługa agregacji ramek A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx), obsługa TxBF (transmit beamforming) dla klientów 802.11a/g/n</p>

Urządzenie musi obsługiwać szeroki zakres kanałów radiowych: dla zakresu 2.4 GHz: 13 kanałów, dla zakresu 5GHz (UNII-1 i UNII-2): 8 kanałów, dla zakresu 5GHz (extended UNII-2): 8 kanałów.
Urządzenie musi posiadać konfigurowalną moc nadajników radiowych: dla zakresu 2.4 GHz: do 100 mW, dla zakresu 5GHz (UNII-1 i UNII-2): do 200 mW, dla zakresu 5GHz (extended UNII-2): do 200 mW.
Urządzenie musi być zgodne z protokołem CAPWAP (RFC 5415).
Urządzenie musi być zarządzane przez kontroler WLAN, który umożliwia realizację co najmniej następujących funkcji: <ul style="list-style-type: none"> – automatyczne wykrywanie kontrolera i konfiguracja poprzez sieć LAN, – optymalizacja wykorzystania pasma radiowego (ograniczanie wpływu zakłóceń, kontrola mocy, dobór kanałów, reakcja na zmiany), – obsługa min. 16 BSSID, – definiowanie polityk bezpieczeństwa (per SSID) z możliwością rozgłaszania lub ukrycia poszczególnych SSID, – współpraca z systemami IDS/IPS, – uwierzytelnianie ruchu kontrolnego 802.11 (z możliwością wykrywania użytkowników podszywających się pod punkty dostępowe) – funkcjonalność 802.11w lub równoważna, – jednoczesna obsługa transferu danych użytkowników końcowych oraz monitorowania pasma radiowego (wykrywanie obcych punktów dostępowych i klientów WLAN, wireless IPS), – obsługa Dynamic Frequency Selection (DFS) i Transmit Power Control (TPC) zgodnie z 802.11h, – obsługa szybkiego roamingu użytkowników pomiędzy punktami dostępowymi, – obsługa mechanizmów QoS: shaping/ ograniczanie ruchu do użytkownika, z możliwością konfiguracji per użytkownik, obsługa WMM, TSPEC, U-APSD – współpraca z urządzeniami o oprogramowaniu realizującym usługi lokalizacyjne, – wbudowany suplikant 802.1x – możliwość uwierzytelnienia AP do infrastruktury sieciowej
Urządzenie musi umożliwiać pracę w trybie autonomicznym (bez kontrolera WLAN) po wymianie oprogramowania oferując następujące funkcje: <ul style="list-style-type: none"> – zarządzanie przez HTTPS, SSH, dedykowany port szeregowy, SNMP, – obsługa min. 16 SSID, – współpraca z serwerami autoryzacyjnymi RADIUS (konfigurowane per SSID), – obsługa WPA/WPA2, 802.1x (z możliwością tworzenia lokalnej bazy użytkowników), – obsługa mechanizmów QoS (WMM, priorytetyzacja) i wsparcie dla VoWLAN, – obsługa trybów AP, repeater, bridge, – konfiguracja polityk bezpieczeństwa per SSID, – możliwość filtrowania ruchu (w oparciu o MAC, adresy i protokoły IP, porty TCP/UDP), – uwierzytelnianie ruchu kontrolnego 802.11, – obsługa szybkiego roamingu pomiędzy punktami dostępowymi, – możliwość eksportu logów z wykorzystaniem SYSLOG.
Urządzenie musi posiadać zintegrowany sprzętowy moduł analizatora widma częstotliwościowego (dotyczy zakresów 2.4GHz i 5GHz) realizujący następujące funkcje: <ul style="list-style-type: none"> – dokładność analizy (kwant próbkowania) max. 200 kHz, – zakres częstotliwościowy zgodny z zakresem pracy modułów radiowych, – automatyczne wykrywanie i klasyfikacja źródeł interferencji (bluetooth, DECT, urządzenia mikrofalowe, urządzenia transmisji audio wideo, urządzenia zakłócające itp.),

<ul style="list-style-type: none"> - możliwość wizualizacji wyników analizy na stacji roboczej klasy PC (FFT, gęstość widma, spektrogram, zajętość kanałów, poziom mocy sygnałów) w czasie rzeczywistym, - współpraca z mechanizmami optymalizacji wykorzystania pasma radiowego.
Urządzenie musi posiadać 1 interfejs Gigabit Ethernet (10/100/1000)
Urządzenie musi oferować zróżnicowane opcje zasilania: zasilacz sieciowy 230V AC, zasilanie PoE (802.3af) w sposób zapewniający pełną wydajność.
Urządzenie należy dostarczyć z antenami dwuzakresowymi (2,4 oraz 5 GHz) kierunkowymi posiadającymi zysk 6 dBi w paśmie 2,4 GHz oraz 5 GHz, które mogą być stosowane wewnątrz oraz na zewnątrz budynków. Anteny muszą być kompatybilne oraz z zgodne z zaleceniami producenta punktu dostępowego.
Obudowa urządzenia musi być przystosowana do warunków pracy w pomieszczeniach nie ogrzewanych, wiatkach itp. (-20 – 50 °C).
Urządzenie musi posiadać diodową sygnalizację stanu urządzenia z możliwością jej deaktywacji.
Urządzenie musi posiadać certyfikat WiFi Alliance lub równoważny.
Urządzenie musi być zgodne z dyrektywą 1999/5/EC i 93/42/ECC.

3. Sala multimedialna powinna być wyposażona w następujące urządzenia:

1) Terminal wideokonferencyjny do sali multimedialnej o następujących parametrach minimalnych:

Terminal musi umożliwiać integrację elementów sali multimedialnej.	
Wyposażony w ruchomą kamerę, kodek wideokonferencyjny, mikrofon oraz zestaw kabli niezbędnych do podłączenia projektora, tablicy multimedialnej i systemu nagłośnienia.	
Sterowanie elementami wyposażenia zestawu (kamera, kodek) musi odbywać się za pomocą pojedynczego pilota.	
Obsługa połączeń wideo z użyciem protokołów:	H.323, SIP, H.263, H.263+, H.264, H.460.18, H.460.19, H.239, BFCP
Wejścia wideo:	1 x HDMI, 1 x DVI-I, wspierające rozdzielczości: 640x480, 720x480, 720x576, 800x600, 848x480, 1024x768, 1152x864, 1280x720, 1280x1024, 1280x768, 1280x800, 1280x960, 1360x768, 1366x768, 1400x1050, 1440x900, 1680x1050, 1920x1080
Wyjścia wideo:	2 x HDMI, obsługujące rozdzielczości: 1920x1080@60 fps (1080p60), 1920x1080@50 fps (1080p50), 1280x720@60 fps (720p60), 1280x720@50 fps (720p50), 1366x768@60 fps (WXGA), 1360x768@60 fps (WXGA), 1280x768@60 fps (WXGA), z możliwością podłączenie dwóch monitorów oraz wyświetleniem prezentacji i głównego wideo na osobnych monitorach.
Parametry wideokonferencyjne:	obsługa połączeń wideo o przepustowości do 6Mb/s, przesyłanie i odbieranie (encoding i decoding) rozdzielczości: 176x144@30 fps (QCIF), 352x288@30 fps (CIF), 512x288@30 fps (288p), 576x448@30 fps (448p), 768x448@30 fps (w448p), 704x576@30 fps (4CIF), 1024x570@30 fps (w576p), 640x480@30 fps (VGA), 800x600@30 fps (SVGA), 1024x768@30 fps (XGA), 1280x768@30 fps (WXGA), 1280x720@30 fps (HD720p30), z możliwością rozbudowy do obsługi wyższych częstotliwości odświeżania -60 fps dla obsługiwanych rozdzielczości oraz do obsługi wyższych rozdzielczości - 1920 x 1080@30, 60 fps (HD1080p).

Wejścia audio:	2x wejście mikrofonowe (4 pinowy MiniJack), 1x wejście MiniJack stereo, 1x wejście audio z kamery (HDMI)
Wyjścia audio:	1x wyjście audio MiniJack stereo, 1x HDMI
Szyfrowanie połączeń:	W protokołach H.323, SIP, H.239 i BFCP, standardem H.235, standardem AES, z automatyczną wymianą klucza.
Dźwięk w połączeniach wideo w protokołach:	G.711, G.722, G.722.1, MPEG4 AAC-LD
Interfejs IP terminala wideo:	1 x Gigabit Ethernet RJ45 10/100/1000, DNS, DiffServ (Differentiated Services), TCP/IP, DHCP, HTTPS, HTTP, SSH, SCP, XML, SOAP, NTP, autentykacja 802.1x, automatyczne odnajdowanie gatekeepera H.323, dzwonicie URI, zabezpieczenie hasłem dostępu poprzez interfejs IP, możliwość wyłączenia usług IP (HTTP, HTTPS, SSH), zabezpieczenie hasłem dostępu do ustawień interfejsu IP z poziomu interfejsu użytkownika.
Książka adresowa:	Lokalna książka adresowa przechowywana w pamięci terminala, obsługa dostępu do centralnej książki adresowej z nieograniczoną ilością wpisów, obsługa LDAP i H.350, historia połączeń przychodzących, wychodzących i nieodebranych wraz datą i godziną.
Kamera wideo:	Zoom optyczny 12x, pole widzenia w pionie/poziomie minimum 40°/70°, zakres ruchu w poziomie minimum +/- 90°, zakres ruchu w pionie minimum +15°/-25°, obsługiwane rozdzielczości: 1920x1080@60 fps, 1920x1080@50 fps, 1920x1080@30 fps, 1920x1080@25 fps, 1280x720@60 fps, 1280x720@50 fps, 1280x720@30 fps, 1280x720@25 fps, automatyczna i ręczna regulacja ostrości, jasności, balansu bieli, HDMI, HD-SDI, możliwość instalacji w pozycji „do góry nogami” z automatycznym obróceniem obrazu.
Interfejs użytkownika:	Obsługa poprzez bezprzewodowego pilota zdalnego sterowania.
Współpraca:	Współpraca z oferowanymi systemami zarządzania terminalami wideo, bramą wideo oraz systemem zarządzania połączeniami: - rejestracja jako terminal wideo, - zdalna aktualizacja oprogramowania terminala, - obsługa funkcji telefonicznych takich jak: zawieszenie połączenia, wznowienie połączenia, transfer połączenia. Możliwość przeglądania książki telefonicznej udostępnianej centralnie.
Integracja:	Terminal musi być zintegrowany z posiadaną tablicą interaktywną i projektorem w następującym zakresie: - tablica interaktywna jest obsługiwana jako wspólna przestrzeń robocza dla wideo, współdzielenia ekranów, przestrzeni roboczych itp., - mapowanie, synchronizacja i zarządzanie układem ekranu, - skalowanie przestrzeni interaktywnej (przy zmianie układu ekranu możliwość rysowania i adnotacji ograniczona do fragmentu ekranu, na której wyświetlany jest pulpit roboczy), - możliwość zmiany przez prowadzącego układu ekranu (pełny ekran wideo, pełny ekran aplikacji czy współdzielonego zasobu, widoki łączone ze skalowaniem przestrzeni adnotacji).

2) Tablica interaktywna o następujących parametrach minimalnych:

Obszar interaktywny:	188×117,2 cm (przekątna 87") z możliwością sterowania pracą komputera, wyświetlania obraz z projektora oraz dodawaniem notatek.
Format tablicy:	16:10
Technologia:	Dotykowa, optyczna
Wersja językowa:	Polska
Wyposażenie:	Dwa pisaki (bez elementów elektronicznych i mechanicznych) oraz gąbka do ścierania pisma elektronicznego.
Powierzchnia tablicy umożliwiająca pisanie pisakami suchościeralnymi.	
Komunikacja tablicy z komputerem za pomocą przewodu USB.	
Obsługa tablicy za pomocą załączonych pisaków i za pomocą palca.	
Półka na pisaki automatycznie rozpoznająca, który pisak lub gąbka został podniesiony, z sygnalizacją za pomocą diod LED, które urządzenie z półki jest aktywne. Na półce przyciski aktywujące kolor pisma.	
Tablica automatycznie rozpoznaje używane narzędzie, tak że użytkownicy podnosząc pióro mogą pisać nim w aplikacjach, sterować programem za pomocą palca, usuwać notatki dłonią, wszystko te czynności bez konieczności odkładania pióra na półkę.	
Rozpoznawanie gestów: przesunięcie po powierzchni tablicy z jednej strony na drugą – slajd w przód/tył (jak przewracanie stron w książce), szybkie przesunięcie w obie strony – „potrząśnięcie” – zgrupowanie zaznaczonych obiektów lub rozgrupowanie zaznaczonego obiektu.	
Możliwość wstawiania obiektów z wewnętrznej bazy programu obsługującego tablicę (np. obrazów, animacji, gotowych szablonów, widżetów (gadżetów) sieciowych.	
Zabezpieczenie tworzonego dokumentu przed jego utratą poprzez automatyczne zapisywanie go o wybrany interwał czasu oraz odtwarzanie dokumentu po jego niekontrolowanym zamknięciu w sytuacji krytycznej wywołanej niestabilnością systemu.	
Importowanie i eksportowanie materiałów powstałych na tablicy w czasie zajęć (notatek, obiektów) w formacie Whiteboard Common File Format (CFF).	
Narzędzie do rysowania wielokątów foremnych od trójkąta do co najmniej piętnastokąta.	
Funkcja usuwania jednocześnie wszystkich zapisków i rysunków wprowadzonych na stronę za pomocą pisaków.	
Funkcja resetowania strony pozwalająca na przywrócenie stanu pojedynczego slajdu do postaci bezpośrednio po otwarciu pliku z dysku. Funkcja ta pozwala szybko rozpocząć pracę od nowa.	
Automatyczna optymalizacja wielkości wstawianych plików graficznych, co umożliwia szybsze i łatwiejsze przekazywanie materiałów edukacyjnych przez sieć np. pocztą elektroniczną, na stronach WWW itp.	
Oprogramowanie umożliwia wyświetlanie stron w trybie pokazu (pełnoekranowym) ze zminimalizowanymi paskami narzędziowymi, podobnie jak w popularnych programach prezentacyjnych np. Microsoft PowerPoint.	
Możliwość wyświetlania dwóch slajdów (stron) jednocześnie np. w celu możliwości prezentacji treści zadania, danych, założeń i jego rozwiązania w przypadku gdy nie mieszczą się na jednej stronie.	
Dostęp bezpośrednio z poziomu programu do obsługi tablicy do bazy gotowych lekcji z w języku polskim, ilustracji, zdjęć, reprodukcji, animacji i widżetów (gadżetów) sieciowych itp. dostępnej przez sieć Internet. Baza musi zawierać co najmniej 200 lekcji z różnych przedmiotów i na różne poziomy edukacyjne.	
Wyszukiwarka wewnętrznej galerii oprogramowania do obsługi tablicy umożliwiająca szybkie i sprawne odnajdowanie interesujących materiałów poprzez słowa kluczowe.	
Użytkownik ma możliwość ustawienia, aby ślad atramentu piór stopniowo blakł, aż do całkowitego zniknięcia. Można regulować czas po jakim ślad atramentu zaczyna znikać.	
Pióro kaligraficzne – narzędzie automatycznie wygładza kreskę w czasie pisania lub rysowania w celu poprawienia czytelności zapisków lub rysunków.	

Pióro kreatywne – narzędzie umożliwiające pisanie i rysowanie dowolnymi kształtami (np. gwiazdki, kwiatki itp.). Użytkownik może dostosować pióro kreatywne do swoich potrzeb poprzez wybranie dowolnego kształtu, który jest obiektem znajdującym się na slajdzie lub plikiem graficznym.
Pióro typu kredka świecowa- narzędzie pozwalające uzyskać rysunki lub notatki wykonane przy pomocy kredek świecowych.
Oprogramowanie do obsługi tablicy posiada własną przeglądarką internetową, którą można wstawić bezpośrednio do slajdu. Przenoszenie poprzez mechanizm przeciągnij i upuść grafiki oraz zaznaczonych fragmentów tekstów bezpośrednio z treści strony internetowej na slajd bez konieczności opuszczania okna z tym slajdem. Przeglądarka może automatycznie załadować wskazaną wcześniej przez użytkownika stronę po wyświetleniu slajdu z wstawioną przeglądarką.
Generator ćwiczeń wykorzystujący obiekty umieszczone na slajdzie, które mogą oddziaływać na siebie i w ten sposób tworzyć gry lub ćwiczenia interaktywne.
Możliwość przypisania do każdego obiektu na slajdzie dźwięku, który może być uruchamiany poprzez dotknięcie obiektu lub narożnika obiektu oznaczonego ikoną. Przypisany dźwięk może pochodzić z dysku jako plik w formacie mp3 lub może zostać nagrany bezpośrednio w oprogramowaniu tablicy za pomocą mikrofonu podłączonego do komputera.
Możliwość uruchomienia trybu przezroczyste tło pozwalającego na wykorzystanie obiektów z galerii, wykonywania notatek i rysunków cyfrowym atramentem (zachowując możliwości przenoszenia, zmiany rozmiaru i obrotu obiektów) przy jednoczesnym używaniu i sterowaniu oprogramowaniem edukacyjnym, aplikacjami i systemem operacyjnym. Po wyjściu z ww. trybu wszystkie naniesione obiekty i notatki pozostają na slajdzie.
Możliwość pisania i rysowania po plikach PDF. Po naniesieniu notatek i rysunków możliwość zapisu całości do pliku PDF.
Powierzchnia tablicy twarda, odporna na uszkodzenia, dostosowana do projekcji i pisania po niej powszechnie dostępnymi pisakami sucho ścieralnymi. Powierzchnia umożliwia również używanie magnesów w celu mocowania do jej powierzchni np. kartek (powierzchnia magnetyczna).
Rozpoznawanie ręcznie narysowanej tabeli, która po rozpoznaniu może być poddawana formatowaniu (zmiana wielkości komórek, tła komórek, zmiana linii tabeli itp.).
Zapisywanie wszystkich czynności ekranowych w postaci sygnału wideo plus dźwięk z mikrofonu.

3) Projektor z dwoma głośnikami o następujących parametrach minimalnych:

Technologia:	3LCD
Jasność:	2500 ANSI lumenów w trybie pełnej jasności
Kontrast:	4000:1
Rozdzielczość rzeczywista:	1280x800, format matrycy 16:10
Porty wejścia:	2xVGA (DB-15), 1xHDMI, 1xcomposite video (RCA Chinch), 1xS-video, 1xaudio stereo mini Jack, 1xaudio stereo 2RCA, 1xRS232, 1xRJ45, 2xUSB typ A, 1xUSB typ B
Porty wyjścia:	1xVGA (DB-15), 1xaudio stereo 2RCA
Głośność pracy:	Maksymalnie 35dB w trybie pełnej jasności
Głośnik wbudowany:	1x 10W
Sterownik przyłączem sygnałowym i okablowaniem	Gniazda podłączeniowe: 2 x VGA z Audio; 1 x VGA; 1 x 3RCA (Composite video z audio); 1 x Jack 6,3 mm lub 3,5 mm (gniazdo mikrofonowe); 1 x USB typu B; Wyjścia sygnałowe: 1 x PC; 1 x video (Composite); 1 x audio

	Sterowanie parametrami projektora: regulacja czułości mikrofonu; regulacja siły głosu; wybór źródła sygnału; włącz/wyłącz projektor
	Projektor musi umożliwić wyświetlenie obrazu wykorzystującego całą powierzchnię zaproponowanej tablicy interaktywnej przy zachowaniu proporcji obrazu, jego formatu a także zapewniając ostrość obrazu na całej powierzchni.
	Możliwość przypisywania wybranych wejść audio do wybranych wejść wizyjnych.
	Elektroniczna regulacja geometrii obrazu pozwalająca na regulację każdego narożnika i krawędzi obrazu z osobna.
	Funkcja blokady klawiatury uniemożliwiająca uczniom samodzielne włączenie i obsługę projektora bez nadzoru nauczyciela.
	Zamontowany na uchwycie pozwalającym na płynne regulację: wysokość góra/dół, odległość od ściany bliżej/dalej, pochylenie projektora przód/tył, pochylenie na prawo/lewo, odchylenie od ściany prawo/lewo.
	Dwie dwudrożne kolumny stereofoniczne o mocy wyjściowej jednej kolumny RMS 12W, z kontrolą dźwięku (głośność, tony), pasmem przenoszenia 60-20 000Hz, złączem podstawowym 1 x STEREO miniJACK.

4) Terminal roboczy (laptop) do obsługi sali multimedialnej o następujących parametrach minimalnych:

Ekran:	15,6" o rozdzielczości 1366x768
Procesor:	Mobilny, wielordzeniowy, z obsługą minimum 4 wątków jednocześnie, z wbudowanym procesorem graficznym obsługującym do 3 wyświetlaczy
Pamięć RAM:	8 GB DDR3 1600MHz
Dysk twardy:	500 GB SATA
Napęd optyczny:	Nagrywarka DVD+/-RW DualLayer
Łączność WiFi:	802.11 b/g/n
Porty:	VGA (D-sub), HDMI, USB 3.0, USB 2.0, czytnik kart SD, 10/100/1000BaseT Gigabitethernet (RJ45)
System operacyjny:	Microsoft Windows 7 (64 -bity)

5) Terminal wideokonferencyjny osobisty o następujących parametrach minimalnych:

	Urządzenie musi pełnić funkcję personalnego terminala wideo przeznaczonego do pracy na biurku.
	Musi posiadać zintegrowany w jednej obudowie monitor LCD, nagłośnienie, kamerę, podstawę do ustawienia terminala na biurku oraz kodek wideokonferencyjny.
Monitor:	21,5" o rozdzielczości 1920x1080
Panel sterujący:	8" graficzny, dotykowy
	Musi posiadać słuchawkę typu telefonicznego oraz moduł bluetooth.
	Musi obsługiwać połączenia wideo w przepływności 6Mb/s.
Obsługa połączeń wideo w protokołach:	H.323, SIP, H.261, H.263, H.263+, H.264, H.460.18, H.460.19, H.239, BFCP
Wysyłanie i odbieranie (encoding i decoding) obrazu w rozdzielczościach:	176x144@30 fps (QCIF), 352x288@30 fps (CIF), 512x288@30 fps (w288p), 576x448@30 fps (448p), 768x448@30 fps (w448p), 704x576@30 fps (4CIF), 1024x576@30 fps (w576p), 640x480@30 fps (VGA), 800x600@30 fps (SVGA), 1024x768@30 fps (XGA), 1280x1024@30 fps (SXGA), 1280x720@30 fps (720p30), 1280x768@30 fps (WXGA)

Obsługa szyfrowania połączeń:	W protokołach H.323, SIP, H.239 i BFCP, standardem H.235, standardem AES, z automatyczną wymianą klucza.
Obsługa dźwięku w połączeniach wideo w protokołach	G.711, G.722, G.722.1, MPEG4 AAC-LD Mono, MPEG4 AAC-LD Stereo
System audio:	Stanowiący integralną część terminala z dwoma głośnikami pracującymi w trybie stereo, z wbudowanym mikrofonem oraz automatyczną kasacją echa i redukcją szumów.
Wsparcie dla funkcjonalności i protokołów z rodziny IP:	DNS, DiffServ (Differentiated Services), automatyczne odnajdowanie gatekeepera H.323, dzwonienie URI i ENUM, TCP/IP, DHCP, NTP, HTTPS, SOAP, XML, SSH, HTTP, zabezpieczenie hasłem dostępu poprzez interfejs IP, możliwość wyłączenia usług IP: HTTP, HTTPS, SSH.
Obsługa:	802.1q, uwierzytelnianie 802.1x
Książka adresowa:	Lokalna książka adresowa przechowywana w pamięci terminala, obsługa dostępu do centralnej książki adresowej z nieograniczoną ilością wpisów, obsługa LDAP i H.350, historia połączeń przychodzących, wychodzących i nieodebranych wraz datą i godziną.
Porty:	2x Ethernet (RJ-45) 10/100/1000 Mbit, 1x USB, 1x wyjście DVI-I
Zintegrowana kamera:	Matryca CMOS co najmniej 1/3", tryb kamery dokumentowej, obsługa rozdzielczości 1920x1080 z odświeżaniem 30 klatek na sekundę, kąt widzenia w poziomie: 50°, kąt widzenia w pionie: 29°, automatyczna i ręczna regulacja ostrości, wbudowana osłona zapewniająca możliwość zasłonięcia obiektywu kamery.
Współpraca:	Współpraca z oferowanymi systemami zarządzania terminalami wideo, bramą wideo oraz systemem zarządzania połączeniami: <ul style="list-style-type: none"> - rejestracja jako terminal wideo, - zdalna aktualizacja oprogramowania terminala, - obsługa funkcji telefonicznych takich jak: zawieszenie połączenia, wznowienie połączenia, transfer połączenia. Możliwość przeglądania książki telefonicznej udostępnianej centralnie.
Musi mieć możliwość podłączenia PC do jednego z portów LAN/Ethernet.	
Musi posiadać wejście audio 3,5mm Jack – do podłączenia PC lub innego źródła dźwięku	
Musi posiadać wyjścia audio - 2x 3,5mm Jack – do podłączenia słuchawek	

6) Terminal videokonferencyjny mobilny o następujących parametrach minimalnych:

Urządzenie musi pełnić funkcję przewoźnego terminala wideo o lekkiej konstrukcji zapewniającego dużą mobilność i dostęp do niewielkich pomieszczeń.	
Zintegrowany monitor LCD, system nagłośnienia stereo, mikrofon, ruchoma kamera, podstawa umożliwiająca łatwe przewiezienie terminala i kodeka videokonferencyjnego.	
Monitor:	46" o rozdzielczości 1920x1080, czas odpowiedzi 5ms, wyświetlanie do 16,7 mln kolorów, kontrast statyczny 1000:1, kontrast dynamiczny 5000000:1, jasność 250cd/m ² , kąty widzenia poziom/pion – 170/160
Możliwość podłączenia drugiego monitora wraz z możliwością rozdzielania obrazów wysyłanych w głównym i dodatkowym kanale wideo.	
Musi posiadać pilota I/R do zdalnego sterowania terminalem	
Stabilny system jezdny wyposażony w minimum 4 koła antypoślizgowe.	

Musí obsługiwać połączenia wideo w przepustowości 6Mb/s.	
Obsługa połączeń wideo w protokołach:	H.323, SIP, H.263, H.263+, H.264, H.460.18, H.460.19, H.239, BFCP
Wysyłanie i odbieranie (encoding i decoding) obrazu w rozdzielczościach:	176x144@30Hz (QCIF), 352x288@30Hz (CIF), 512x288@30Hz (w288p), 576x448@30Hz (448p), 768x448@30Hz (w448p), 704x576@30Hz (4CIF), 1024x576@30Hz (w576p), 640x480@30Hz (VGA), 800x600@30Hz (SVGA), 1024x768@30Hz (XGA), 1280x1024@30Hz (SXGA), 1280x720@30Hz (720p30), 1280x768@30Hz (WXGA), możliwość rozbudowy do obsługi wyższych częstotliwości odświeżania: 60 fps (dla obsługiwanych rozdzielczości) oraz możliwość rozbudowy do obsługi wyższych rozdzielczości: 1920x1080@30, 60 fps (HD1080p).
Obsługa szyfrowania połączeń:	W protokołach H.323, SIP, H.239 i BFCP, standardem H.235, standardem AES, z automatyczną wymianą klucza.
Obsługa dźwięku w połączeniach wideo w protokołach:	G.711, G.722, G.722.1, MPEG4 AAC-LD Mono, MPEG4 AAC-LD Stereo
W połączeniach punkt – punkt musí obsługiwać drugi strumień wideo w protokołach H.239 i BFCP z minimalną rozdzielczością 720p i odświeżaniem 30kl/s.	
Możliwość rozbudowy terminala o funkcję wbudowanego mostka wideokonferencyjnego o następujących parametrach:	4 porty konferencyjne obsługujące rozdzielczość w576 pikseli z odświeżaniem 30 klatek na sekundę w trybie Continuous Presence, 1 dodatkowy port audio, obsługa drugiego strumienia (H.239/BFCP) z min. rozdzielczością WXGA i odświeżaniem 30 kl/s, obsługa połączeń wideo w przepustowości 2,5Mb/s/połączenie, szyfrowanie połączeń wielopunktowych, indywidualny transkodowanie audio i wideo dla każdego uczestnika spotkania, możliwość połączenia w jednej konferencji terminali SIP, H.323 oraz VoIP, możliwość wdzwonienia się na spotkanie wielopunktowe, możliwość dołączenia uczestnika do spotkania z poziomu terminala.
System audio:	2 głośniki pracujące w trybie stereo, wbudowany wzmacniacz cyfrowy, dwa mikrofony dookólne, automatyczna kasacja echa, automatyczna redukcja szumów
Wsparcie dla funkcjonalności i protokołów z rodziny IP:	DNS, DiffServ (Differentiated Services), automatyczne odnajdowanie gatekeepera H.323, dzwonienie URI i ENUM, TCP/IP, DHCP, NTP, HTTPS, SOAP, XML, SSH, HTTP, możliwość wyłączenia usług IP: HTTP, HTTPS, SSH.
Zabezpieczenie hasłem dostępu poprzez interfejs IP.	
Obsługa:	802.1q, uwierzytelniania 802.1x
Książka adresowa:	Lokalna książka adresowa przechowywana w pamięci terminala, obsługa dostępu do centralnej książki adresowej z nieograniczoną ilością wpisów, obsługa LDAP i H.350, historia połączeń przychodzących, wychodzących i nieodebranych wraz datą i godziną.
Wejścia/wyjścia wideo i audio:	wejście S-video/composite, dwa wejścia HDMI, wejście DVI-I, wyjście DVI-I do podłączenia dodatkowego monitora, dwa wejścia audio RCA/Phono, dwa wejścia audio XLR z zasilaniem 48V, dwa wyjścia audio RCA/Phono.
Kamera:	Zintegrowana, ruchoma, zoom optyczny 12x, obsługa rozdzielczości 1920x1080@60 fps, zakres ruchu w poziomie +/- 90°, zakres ruchu w pionie +15°/-25°, automatyczna regulacja ostrości, kąt widzenia w pionie/poziomie 40°/70°.

Współpraca:	Współpraca z oferowanymi systemami zarządzania terminalami wideo, bramą wideo oraz systemem zarządzania połączeniami: - rejestracja jako terminal wideo, - zdalna aktualizacja oprogramowania terminala, - obsługa funkcji telefonicznych takich jak: zawieszenie połączenia, wznowienie połączenia, transfer połączenia. Możliwość przeglądania książki telefonicznej udostępnianej centralnie.
Musi posiadać co najmniej jeden port LAN/Ethernet (RJ-45) 10/100/1000 Mbit.	
Zintegrowany moduł dostępu bezprzewodowego:	obsługa standardów 802.11a/b/g/n, w tym: obsługa MIMO – 3x3:2, obsługa kanałów 20 i 40 MHz, obsługa prędkości PHY do 300 Mbps, obsługa agregacji ramek A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx), szeroki zakres kanałów radiowych: dla zakresu 2.4 GHz - 13 kanałów, dla zakresu 5GHz (UNII-1 i UNII-2) - 8 kanałów, dla zakresu 5GHz (extended UNII-2) - 8 kanałów, konfigurowalną moc nadajników radiowych: dla zakresu 2.4 GHz: do 100 mW, dla zakresu 5GHz (UNII-1 i UNII-2): do 200 mW, dla zakresu 5GHz (extended UNII-2): do 200 mW, obsługa 802.11h DFS, obsługa funkcjonalności WLAN: obsługa WPA/WPA2, 802.1x z EAP-TLS, EAP-TTLS, EAP-FAST, PEAP, obsługa mechanizmów QoS (WMM, priorytetyzacja) i wsparcie dla VoWLAN, konfiguracja polityk bezpieczeństwa per SSID, uwierzytelnianie ruchu kontrolnego 802.11, obsługa szybkiego roamingu pomiędzy punktami dostępowymi, możliwość eksportu logów z wykorzystaniem SYSLOG, zintegrowane anteny o charakterystyce dookólnej, diodowa sygnalizacja stanu połączenia, certyfikat WiFi Alliance lub równoważny, zgodne z dyrektywą 1999/5/EC i 93/42/ECC

II. Kategorie wydatków ponoszonych w ramach projektu komplementarnego realizowanego ze środków EFRR w osi priorytetowej 2 RPO WM 2014-2020 w ramach Poddziałania 2.1.3 E-usługi w edukacji lub projektu pilotażowego realizowanego w ramach MRPO 2007-2013.

W projektach składanych w konkursie nr RPMP.10.01.04-IP.01-12-009/18 co do zasady nie mogą być finansowane następujące kategorie wydatków:

- 1) elementy sieci komputerowej (np. routery, switchy, UTMy, firewalle, okablowanie),
- 2) elementy sieci bezprzewodowej (np. kontrolery WLAN, access pointy, anteny),
- 3) elementy multimedialne (np. tablice interaktywne, projektory, głośniki, kamery, mikrofony),
- 4) sprzęt komputerowy (np. laptopy, komputery stacjonarne, monitory, urządzenia mobilne),
- 5) oprogramowanie w formie komunikatorów (np. tekstowych, multimedialnych),
- 6) łącze dostępowe do sieci Internet,
- 7) usługi związane z instalacją lub modernizacją istniejącej sieci komputerowej (przewodowej i bezprzewodowej),
- 8) usługi związane z instalacją lub modernizacją sali multimedialnej.