

## 2. Dobava, priprava, montaža in konfiguracija TK opreme za poslovno stavbo DARS

### Tehnične specifikacije/zahteve

Telekomunikacijska oprema bo nameščena v novi poslovni stavbi DARS na lokaciji Grič 54 v Ljubljani. V poslovni stavbi bo oprema nameščena po naslednjem razporedu:

1. Center IKT v 1. kleti: glavno vozliščno stikalo, glavna stikala, WiFi kontroler
2. TK prostori v pritličju in v vsakem nadstropju od 1. do 4. nadstropja: dostopovna stikala
3. Hodniki v pritličju in v vsakem nadstropju od 1. do 4. nadstropja: WiFi dostopovne točke AP

Naprave AP za brezžični dostop do interneta se bo pripravilo in montiralo na lokacijah DARS z vključitvijo v telekomunikacijsko omrežje DARS in priklopom na pripravljeno instalacijo.

Zaradi večje zanesljivosti delovanja sistema WiFi DARS je potrebno k obstoječemu WiFi kontrolerju C9800-40, ki je namenjen upravljanju WiFi dostopovnih točk AP in je na lokaciji RNC Ljubljana-Dragomelj, dodati ekvivalentni redundantni WiFi kontroler C9800-40.

Glavno vozliščno stikalo se bo umestilo v center IKT, kjer se bo povezalo z napravami: usmerjevalnik N560, usmerjevalnik ISR4431/K9, usmerjevalnik Catalyst 8300, dostopovna stikala Catalyst 9200L, požarna pregrada Check Point, Catalyst 9600.

V center IKT se bo umestilo glavno stikalo za povezovanje WiFi kontrolerja C9800-40, internih požarnih pregrad in dostopovnih stikal.

#### A. WiFi kontroler:

Lastnosti:

Programska oprema Cisco IOS XE (začetna verzija IOS XE 17.3.4 ali novejša priporočena verzija s strani proizvajalca).

Povezanih 2000 dostopnih točk. Prepustnost 40 Gbps. 32000 uporabnikov.

Napajanje: 90 to 264 VAC z AC PEM.

Podpora za QoS. Podpora za AVC. Podpora NETCONF, SNMP, SSH, HTTPS.

Pomnilnik SSD 240GB. Nosilec za montažo v standardno komunikacijsko omaro.

Delovanje v temperaturnem območju: 0° do 40°C.

Vmesniki: 4x 10G/1G SFP+/SFP optični vmesnik, 1x 1G SFP namenjen RP (GLC-SX-MMD ali GLC-LH-SMD, RJ-45 namenjen RP, 2x USB 3.0 vmesnik, RJ-45/Mini-B USB konzolni vmesnik.

Brezžične tehnologije: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11d, WMM/802.11e, 802.11h, 802.11n, 802.11k, 802.11r, 802.11u, 802.11w, 802.11ac Wave1 and Wave2, 802.11ax

Varnostni standardi: Wi-Fi Protected Access (WPA), IEEE 802.11i (WPA2, RSN), Wi-Fi Protected Access 3 (WPA3), RFC 1321 MD5 Message-Digest Algorithm, RFC 1851 Encapsulating Security Payload (ESP) Triple DES (3DES) Transform, RFC 2104 HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication, RFC 2246 TLS Protocol Version 1.0, RFC 2401 Security Architecture for the Internet Protocol, RFC 2403 HMAC-MD5-96 within ESP and AH, RFC 2404 HMAC-SHA-1-96 within ESP and AH, RFC 2405 ESP DES-CBC Cipher Algorithm with Explicit IV, RFC 2407 Interpretation for Internet Security Association Key Management Protocol (ISAKMP), RFC 2408 ISAKMP, RFC 2409 Internet Key Exchange (IKE), RFC 2451 ESP CBC-Mode Cipher Algorithms, RFC 3280 Internet X.509 Public Key Infrastructure (PKI) Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile, RFC 4347 Datagram Transport Layer Security (DTLS), RFC 5246 TLS Protocol Version 1.2.

Enkripcija: Wired Equivalent Privacy (WEP) RC4 40, 104 and 128 bits (both static and shared keys), Advanced Encryption Standard (AES): Cipher Block Chaining (CBC), Counter with CBC-MAC (CCM), Counter with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol (CCMP).

Data Encryption Standard (DES): DES-CBC, 3DES.

Secure Sockets Layer (SSL) and Transport Layer Security (TLS): RC4 128-bit and RSA 1024- and 2048-bit  
DTLS: AES-CBC.

IPsec: DES-CBC, 3DES, AES-CBC, 802.1AE MACsec encryption.

AAA: IEEE 802.1X, RFC 2548 Microsoft Vendor-Specific RADIUS Attributes, RFC 2716 PPP EAP-TLS, RFC 2865 RADIUS Authentication, RFC 2866 RADIUS Accounting, RFC 2867 RADIUS Tunnel Accounting, RFC 2869 RADIUS Extensions, RFC 3576 Dynamic Authorization Extensions to RADIUS, RFC 5176 Dynamic Authorization Extensions to RADIUS, RFC 3579 RADIUS Support for EAP, RFC 3580 IEEE 802.1X RADIUS Guidelines, RFC 3748 Extensible Authentication Protocol (EAP), Web-based authentication, TACACS podpora.

Upravljanje naprave: HTTP/HTTPS, Telnet, SSH, serijski vmesnik, Cisco Prime Infrastructure, NETCONF.

Podprte dostopne točke: Cisco Catalyst serija 9115AX, 9117AX, 9120AX, 9124AX, 9130AX;

Cisco Aironet serija 1700, 1800, 1840, 2700, 2800, 3700, 3800, 4800, 6300, 1540, 1560 in 1570

## **B. WiFi dostopovne točke AP**

WiFi dostopovne točke AP bodo upravljane na radijski krmilnik Cisco serija 9800.

Lastnosti:

Podpora novega standarda WiFi6 (802.11ax). Podpora Cisco RF ASIC. Podpora OFDMA. Podpora MU-MIMO.

Podpora BSS coloring. Podpora TWT (Target Wake Time). Podpora Multigigabit Ethernet.

Načini delovanja: centralizirano, FlexConnect, fabric, LED indikator delovanja.

EAP: EAP-Transport Layer Security (TLS), EAP-Tunneled TLS (TTLS) or Microsoft Challenge Handshake Authentication, Protocol Version 2 (MSCHAPv2), Protected EAP (PEAP) v0 or EAP-MSCHAPv2, EAP-Flexible Authentication via Secure Tunneling (EAP-FAST), PEAP v1 or EAP-Generic Token Card (GTC), EAP-Subscriber Identity Module (SIM).

802.11n: 4x4:4 MIMO, MRC, 802.11n and 802.11a/g beamforming, 20- and 40-MHz channels, PHY data rates up to 890 Mbps (40 MHz with 5 GHz and 20 MHz with 2.4 GHz), A-MPDU, A-MSDU, 802.11 DFS, CSD podpora.

802.11ax: 4x4:4 MU-MIMO, OFDMA, TWT, BSS coloring, MRC, 802.11ax beamforming, 20- 40- 80- 160-MHz channels, PHY data rates up to 5.38 Gbps (160 MHz with 5 GHz and 20 MHz with 2.4 GHz), A-MPDU, A-MSDU, 802.11 DFS, CSD.

Programska oprema Cisco IOS XE (začetna verzija IOS XE 17.6.4 ali novejša priporočena verzija s strani proizvajalca). Podpora dual 5-GHz radio. Podpora Multigigabit Ethernet.

Vgrajene antene (omnidirectional): 2.4GHz -> 4dBi; 5GHz -> 5dBi.

Napajanje: 25.5W (PoE+).

Priložen nosilec za montažo na suhomontažni strop ali drugo ravno površino.

Delovanje v temperaturnem območju: 0° do 50°C.

Vmesniki: 1x MGIG RJ-45 (100/1000/2500)–IEEE 802.3bz, 1x USB 2.0, 1x RJ-45 konzolni vmesnik.

IEEE podprti standardi: 802.3, 802.3ab, 802.3af/at, 802.11a/b/g/n/ac/ax, 802.11h/d.

Varnostni standardi: 802.11i, WPA3, WPA2, WPA, 802.1X, AES.

802.11ac: 4x4:4 d MU-MIMO, MRC, 802.11ac beamforming, 20- 40- 80- 160- MHz channels, PHY data rates up to 3.47 Gbps (160 MHz with 5 GHz), A-MPDU, A-MSDU, 802.11 DFS, CSD podpora.

## **C. Glavno vozliščno stikalo**

Glavno vozliščno stikalo se bo umestilo v center IKT, kjer se bo povezalo z napravami: usmerjevalnik N560, usmerjevalnik ISR4431/K9, usmerjevalnik Catalyst 8300, dostopovna stikala Catalyst 9200L, požarna pregrada Check Point, Catalyst 9600 s katerimi mora biti kompatibilno.

Lastnosti:

Modularna izvedba stikala, z možnostjo vgraditve vsaj 6 modulov od tega najmanj 4 linijske kartice.

Prepustnost stikalne matrike šasije najmanj 25,6Tb/s. Prepustnost na linijsko kartico najmanj 6,4Tb/s.

Podpora za linijske kartice z 10/25/40/50/100/200/400Gb/s vmesniki. Podpora redundantnim nadzornim modulom. Podpora za AC in DC napajalne module. Možnost vgradnje do štirih napajalnih modulov.

Nadzorni modul mora biti zgrajen na x86 CPU arhitekturi. Vsaj 32GB delovnega pomnilnika in 16GB pomnilnika za sistemske datoteke. Stikalo mora omogočati povezavo dveh stikal v eno logično enoto.

Podpora za ISSU nadgradnjo programske opreme. Vsaj 112 SFP56 vmesnikov. Vsaj 8 QSFP28. Omogočati mora razširitev z dodatnimi moduli z SFP+/SFP28/QSFP/QSFP28/QSFP56/QSFP-DD/RJ45 vmesniki. Podpora protokola IPv4 in IPv6. Upravljanje preko spletnega vmesnika s protokolom HTTPS, preko ukazne vrstice s protokolom SSH in preko zaporednega vmesnika. Podpora dostopu SNMPv3. Višina ohišja: največ 8RU (v komunikacijski omari). Možnost vgradnje v 19" omaro, ustrezen pribor mora biti priložen. Temperaturno območje delovanja vsaj od -5°C do +45°C. Več ventilatorski hladilni sistem mora zagotavljati hlajenje kljub odpovedi posameznega ventilatorja. Menjava celotnega hladilnega sistema mora biti mogoča brez prekinitve delovanja. Možnost menjave hladilnega sistema s sprednje ali zadnje strani šasije. Nameščena najnovejša preizkušena programska oprema. AC redundantni napajalni sistem.

Zmogljivost: stikalna matrika prepustnosti najmanj 9,6 Tbp/s, podpora vsaj 256.000 hkratnih naslovov MAC, podpora za vsaj 2000.000 IPv4 usmerjevalnih poti, podpora za vsaj 1000.000 IPv6 usmerjevalnih poti, podpora za vsaj 32.000 multicast usmerjevalnih poti, podpora za vsaj 4096 SVI vmesnikov, podpora za vsaj 1024 GRE tunelov, hitrost posredovanja paketov vsaj 8Bpps, vsaj 32GB DRAM pomnilnika, vsaj 16G Flash pomnilnika.

Vmesniki: vsaj 112 10/25/50Gb/s SFP56 vmesnikov na dveh ločenih linijskih karticah, vsaj 8 100Gb/s QSFP28 vmesnikov na dveh ločenih linijskih karticah, RJ45 in USB konzolni vmesnik za administriranje in konfiguriranje, RJ45 Ethernet administrativni vmesnik (out of band), 2x SFP+ management vmesnika, 2x USB A vmesnik, 4x 100Gb/s QSFP vmesnik z dometom vsaj 10km preko para enorodovnih vlaken, 4x 100Gb/s QSFP vmesnik z dometom vsaj 40km preko para enorodovnih vlaken, 40x 10Gb/s SFP+ vmesnikov z dometom vsaj 10km preko para enorodovnih vlaken.

Podpora za VLAN: 802.1Q (VLAN tagging, VLAN trunking, ...), vsaj 4000 aktivnih VLAN-ov na stikalo, podpora za dynamic Voice VLAN, podpora za 802.1Q tuneliranje (Q in Q)

Podpora za L3: polna podpora za OSPF, EIGRP, BGP, IS-IS dinamične usmerjevalne protokole, podpora za Policy based Routing (PBR), podpora za Bootstrap Router (BSR), Podpora za IPv6 usmerjanje, podpora za L3 podvmesnike.

Multicast podpora: podpora za Internet Group Management Protocol (IGMP), podpora Protocol-Independent Multicast (PIM) Sparse- Mode (PIM- SM), podpora za Protocol-Independent Multicast (PIM) Source- Specific Mode (PIM-SSM), podpora za Multicast Source Discovery Protocol (MSDP).

Segmentacija omrežja: podpora za Virtual Routing and Forwarding (VRF), podpora Virtual Extensible LAN (VXLAN), podpora za Cisco Locator/ID Separation Protocol (LISP), podpora za Multiprotocol Label Switching (MPLS), podpora za Layer 3 VPN (L3VPN), podpora za Ethernet over MPLS (EoMPLS), podpora za Virtual Private LAN Service (VPLS), podpora za MPLS over GRE, podpora za MPLS Traffic-Engineering (MPLS-TE), podpora za Multicast VPN (mVPN), podpora za Hierarchical Virtual Private LAN Services (H-VPLS).

Redundanca: podpora standardu LACP – IEEE 802.3ad, podpora za IP SLA Responder, polna podpora za IP SLA, podpora za Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), podpora za Hot Standby Routing Protocol (HSRP), podpora za brez prekinitveno posredovanje paketov NSR, podpora za Graceful Insertion and Removal (GIR), podpora za In-Service Software Upgrade (ISSU), podpora za Stateful Switchover (SSO), podpora za protokol vpetega drevesa (Spanning tree protocol).

IEEE 802.1s/w (RSTP - Rapid Spanning Tree Protocol and MSTP - Multiple Spanning Tree Protocol).

PVRST+ (Per VLAN Rapid Spanning Tree Plus).

Vsaj 4096 instanc vpetih dreves (spanning tree instances).

Varnost: varnostne funkcije (kontrola dostopa do stikala in uporabe le tega za dostop do omrežja)- uporabniško ime/geslo, podatki shranjeni v stikalu-podpora za TACACS+ in RADIUS, polna združljivost z AAA strežnikom Cisco ISE, možnost podpore 'dhcp snooping', IGMP snooping različice 3 (IGMPv3), podpora za vsaj 255 skupin IGMP, podpora za TrustSec, podpora za MACsec-128, podpora MACsec-256, podpora za WAN MACSec, podpora za "ARP inspection", podpora za "IP Source Guard", podpora "Port security" na osnovi MAC naslova. Možnost določitve uporabniških naslovov MAC na vmesnik. Sporočanje kršitev. Upravljanje in administriranje: SNMP V1, V2 in V3 (branje tabele ARP s SNMP, branje stanja števc o prometu na posameznih vmesnikih, polna združljivost z nadzornim sistemom Cisco Prime), konfiguriranje preko ssh, www vmesnika in serijske povezave, podpora za avtomatizacijo z NETCONF, RESTCONF, YANG, PnP Agent, ZTP/Open PnP.

Možnost shranjevanja/nalaganja konfiguracije in nalaganja novih verzij programske opreme s TFTP.

Konfiguracijska datoteka v ASCII obliki (shranjena na računalnik z možnostjo naložitve na stikalo).

Podpora za RMON (vsaj grupe History, Statistics, Alarms, Events).

Kontrola prometa po posameznih protokolih/aplikacijah (access lists - ACL): s seznamami za kontrolo dostopa, ki omogočajo določanje prometa glede na MAC naslove, IP naslove in TCP oz. UDP porte, ob vstopu paketa v stikalo (ingress), na fizičnem vmesniku, podpora za IP RACL/VACL/PACL, OGACL.

Podpora protokola NTP za nastavitve in vzdrževanje systemskega časa.

Podpora za port mirroring (na vsaj enega od vmesnikov je možno kopirati promet drugih vmesnikov).

Podpora protokolu VTP V3.

Link layer discovery protocol: LLDP (Link Layer Discovery Protokol) ter LLDP-MED (LLDP Media Extensions), CDP različice 2 (Cisco Discovery Protokol).

#### **D. Glavno stikalo**

Namenjen je za povezovanje WiFi kontrolerja C9800-40, internih požarnih pregrad.

Lastnosti:

Zgrajeno na x86 CPU arhitekturi. Vsaj 16GB delovnega pomnilnika in 16GB pomnilnika za systemske datoteke. Stikalo mora podpirati 100G IPsec prepustnosti. Stikalo je skladovno s hitrostjo skladovne povezave minimalno 1Tb/s s podporo za brezprekinitveno posredovanje paketov. Skladovna povezava napajalnih modulov. 12 1G/10G/25G SFP28 vmesnikov. Omogočati mora razširitev z dodatnim modulom z SFP28 in QSFP28 in vmesniki. Redundantno napajanje. Podpora protokola IPv4 in IPv6.

Upravljanje preko spletnega vmesnika s protokolom HTTPS, preko ukazne vrstice s protokolom SSH in preko zaporednega vmesnika; podpora dostopu SNMPv3.

Višina ohišja: največ 1RU (v komunikacijski omari). Možnost vgradnje v 19" omaro, ustrezen pribor mora biti priložen. Temperaturno območje delovanja vsaj od -5°C do +45°C. Redundanti hladilni sistem mora omogočati menjavo okvarjenega ventilatorja brez prekinitve delovanja.

Nameščena najnovejša preizkušena programska oprema.

Zmogljivost: stikalna matrika prepustnosti najmanj 1Tb/s oziroma 2Tb/s s skladovno povezavo, prepustnost skladovne povezave najmanj 1Tb/s, podpora vsaj 32.000 hkratnih naslovov MAC, podpora za vsaj 39.000 IPv4 usmerjevalnih poti, podpora za vsaj 19.500 IPv6 usmerjevalnih poti, hitrost posredovanja paketov vsaj 744Mpps oziroma 1488Mpps s skladovno povezavo, vsaj 16GB DRAM pomnilnika, vsaj 16G Flash pomnilnika.

Vmesniki: 12 1G/10G/25G SFP28 vmesnikov, možna vgradnja dodatnega modula z 8 1G/10G/25G SFP28 ali 8 1/10G SFP vmesniki, ali 2 ali 4 40/100G QSFP28 vmesniki, RJ45 in USB B konzolni vmesnik za administriranje in konfiguriranje, Ethernet administrativni vmesnik (out of band), USB A vmesnik.

Podpora za VLAN: 802.1Q (VLAN tagging, VLAN trunking, ...), vsaj 4000 aktivnih VLAN-ov na stikalo, podpora za dynamic Voice VLAN, podpora za 802.1Q tuneliranje (Q in Q).

Podpora za L3: Routed Access OSPF in RIP, EIGRP Stub, OSPF, BGP, EIGRP, BGP, IS-IS dinamične usmerjevalne protokole, Policy based Routing (PBR), Bootstrap Router (BSR).

Multicast podpora: Multicast Source Discovery Protocol (MSDP), Bidirectional PIM (PIM-BIDIR, Label Switched Multicast (LSM), Internet Group Management Protocol (IGMP), PIM Stub.

Segmentacija omrežja: Virtual Routing and Forwarding (VRF), Virtual Extensible LAN (VXLAN), Cisco Locator/ID Separation Protocol (LISP), Multiprotocol Label Switching (MPLS), Layer 3 VPN (L3VPN), Multicast VPN (mVPN).

Redundanca: podpora standardu LACP – IEEE 802.3ad, podpora za IP SLA, podpora za Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), podpora za Hot Standby Routing Protocol (HSRP), podpora za brez prekinitveno posredovanje paketov NSF, podpora za protokol vpetega drevesa (Spanning tree protocol) – IEEE 802.1s/w (RSTP - Rapid Spanning Tree Protocol and MSTP - Multiple Spanning Tree Protocol) – PVRST+ (Per VLAN Rapid Spanning Tree Plus) – vsaj 128 instanc vpetih dreves (spanning tree instances).

Varnost: varnostne funkcije (kontrola dostopa do stikala in uporabe le tega za dostop do omrežja) – uporabniško ime/geslo, podatki shranjeni v stikalu – podpora za TACACS+ in RADIUS, polna združljivost z AAA strežnikom Cisco ISE, možnost podpore 'dhcp snooping', IGMP snooping različice 3 (IGMPv3), podpora za vsaj 255 skupin IGMP, podpora za TrustSec, podpora za MACsec-128, podpora MACsec-256, podpora za "ARP inspection", podpora za "IP Source Guard", podpora "Port security" na osnovi MAC naslova, podpora za ščitenje nadzornega nivoja stikala "Control Plane Policing", podpora za IPsec do 100Gb/s

Port security: možnost določitve uporabniških naslovov MAC na vmesnik, sporočanje kršitev

Podpora 802.1x s podporo za RADIUS strežnik: možnost preverjanja istovetnosti, priključenega na določen vmesnik, vodenje dnevnika uporabe vmesnikov stikala (Radius accounting), podpora EAP-MD5, EAP-TTLS ter PEAP, možnost omejitve uporabe vmesnika za samo enega ali za več uporabnikov (single-host, multi-

host), možnost dinamične določitve VLAN-a za posameznega uporabnika (dynamic VLAN RFC2868), podpora za poseben VLAN za uporabnike, ki nimajo podpore za 802.1x (Guest VLAN, v katerega se vmesnik umesti, v kolikor se uporabnik ne uspe avtentificirati).

Upravljanje in administriranje: SNMP V1, V2 in V3 (branje tabele ARP s SNMP, branje stanja števecov o prometu na posameznih vmesnikih, polna združljivost z nadzornim sistemom Cisco Prime), konfiguriranje preko ssh, www vmesnika in serijske povezave, podpora za avtomatizacijo z NETCONF, RESTCONF, YANG, PnP Agent, ZTP/Open PnP.

Možnost shranjevanja/nalaganja konfiguracije in nalaganja novih verzij programske opreme s TFTP.

Konfiguracijska datoteka v ASCII obliki (shranjena na računalnik z možnostjo naložitve na stikalo).

Podpora za RMON (vsaj grupe History, Statistics, Alarms, Events).

Kontrola prometa po posameznih protokolih/aplikacijah (access lists - ACL): s seznamami za kontrolo dostopa, ki omogočajo določanje prometa glede na MAC naslove, IP naslove in TCP oz. UDP porte, ob vstopu paketa v stikalo (ingress), na fizičnem vmesniku, podpora za IPv4 ACL, podpora za VLAN ACL, podpora protokola NTP za nastavitve in vzdrževanje sistema, podpora za port mirroring (na vsaj enega od vmesnikov je možno kopirati promet drugih vmesnikov), možnost ročne nastavitve 10/100/1000 ali 10/100 Base-T vmesnikov na half-duplex ali full-duplex, ter izbrano prepustnost (10 Mbit/s, 100 Mbit/s, 1000 Mbit/s), podpora protokolu VTP V3.

Link layer discovery protocol: LLDP (Link Layer Discovery Protokol) ter LLDP-MED (LLDP Media Extensions), CDP različice 2 (Cisco Discovery Protokol).

Podpora za QoS: mehanizem za praznjenje izhodnih vrst, ki upošteva želene prioritete, razvrščanje paketov v vrste (classifying) glede na vrednost polja CoS v okvirju ethernet (trije 802.1p biti), naslove IP, polje DSCP. Vsi mehanizmi QoS (scheduling, classifying, policing in marking) so wire-rate; njihova uporaba ne vpliva na prepustnost in delovanje ostalih funkcij stikala. Podpora za hierarchical QoS (H-QoS).

## **E. Dostopovno stikalo**

Lastnosti:

48 10/100/1000 Base-T PoE+ vmesnikov, 4 SFP+ reže, podpirati mora protokola IPv4 in IPv6, upravljanje preko spletnega vmesnika s protokolom HTTPS, preko ukazne vrstice s protokolom SSH in preko zaporednega vmesnika, podpora dostopu SNMPv3. Temperaturno območja delovanja vsaj od -5°C do +45°C. Tip stikala: L2 stikalo, max. višina max. 1 RU s priborom za vgradnjo v 19" omaro. Najmanj 370W moči na voljo za napajanje naprav preko PoE+.

Zmogljivost: stikalna matrika prepustnosti najmanj 176Gb/s, podpora vsaj 16.000 hkratnih naslovov MAC, podpora za vsaj 256 IPv4 usmerjevalnih poti, podpora za vsaj 128 IPv6 usmerjevalnih poti, hitrost posredovanja paketov vsaj 130,94 Mpps, vsaj 512MB DRAM pomnilnika, vsaj 256MB Flash pomnilnika. Vmesniki: 48 10/100/1000 Base-TX (UTP) vmesnikov s PoE+ podporo, RJ45 in USB B konzolni vmesnik za administriranje in konfiguriranje.

Podpora za VLAN: 802.1Q (VLAN tagging, VLAN trunking, ...), vsaj 256 aktivnih VLAN-ov na stikalo, podpora za dynamic Voice VLAN.

Redundanca: podpora standardu LACP – IEEE 802.3ad, podpora za protokol vpetega drevesa (Spanning tree protocol), IEEE 802.1s/w (RSTP - Rapid Spanning Tree Protocol in MSTP - Multiple Spanning Tree Protocol), PVRST+ (Per VLAN Rapid Spanning Tree Plus), vsaj 64 instanc vpetih dreves (spanning tree instances).

Varnost: varnostne funkcije (kontrola dostopa do stikala in uporabe le tega za dostop do omrežja)-uporabniško ime/geslo, podatki shranjeni v stikalu-podpora za TACACS+ in RADIUS, podpora za avtentikacijski strežnik Cisco ISE, podpora 'dhcp snooping', podpora za vsaj 1024 skupin IGMP, podpora za "ARP inspection", podpora za "IP Source Guard", podpora "Port security" na osnovi MAC naslova.

Port security: možnost določitve uporabniških naslovov MAC na vmesnik, sporočanje kršitev.

Podpora 802.1x s podporo za RADIUS strežnik: možnost preverjanja istovetnosti, priključenega na določen vmesnik, vodenje dnevnika uporabe vmesnikov stikala (Radius accounting). podpora EAP-MD5, EAP-TTLS ter PEAP, možnost omejitve uporabe vmesnika za samo enega ali za več uporabnikov (single-host, multi-host), možnost dinamične določitve VLAN-a za posameznega uporabnika (dynamic VLAN RFC2868), podpora za poseben VLAN za uporabnike, ki nimajo podpore za 802.1x (Guest VLAN, v katerega se vmesnik umesti, v kolikor se uporabnik ne uspe avtentificirati).

Upravljanje in administriranje: SNMP V1, V2 in V3-branje tabele ARP s SNMP-branje stanja števecov o prometu na posameznih vmesnikih, konfiguriranje preko ssh, www vmesnika in serijske povezave, možnost shranjevanja/nalaganja konfiguracije in nalaganja novih verzij programske opreme s TFTP, konfiguracijska

datoteka v ASCII obliki (shranjena na računalnik z možnostjo naložitve na stikalo), podpora za RMON (vsaj grupe History, Statistics, Alarms, Events).

Kontrola prometa po posameznih protokolih/aplikacijah (access lists - ACL): s seznamami za kontrolo dostopa, ki omogočajo določanje prometa glede na MAC naslove, IP naslove in TCP oz. UDP porte, ob vstopu paketa v stikalo (ingress), na fizičnem vmesniku, podpora za IPv4 ACL, podpora za VLAN ACL.

Podpora protokola NTP za nastavitve in vzdrževanje systemskega časa.

Podpora za port mirroring (na vsaj enega od vmesnikov je možno kopirati promet drugih vmesnikov).

Možnost ročne nastavitve 10/100/1000 ali 10/100 Base-T vmesnikov na half-duplex ali full-duplex, ter izbrano prepustnost (10 Mbit/s, 100 Mbit/s, 1000 Mbit/s). Podpora protokolu VTP V3.

Link layer discovery protokol: LLDP (Link Layer Discovery Protokol) ter LLDP-MED (LLDP Media Extensions), CDP različice 2 (Cisco Discovery Protokol).

Podpora za QoS: mehanizem za praznjenje izhodnih vrst, ki upošteva želene prioritete, razvrščanje paketov v vrste (classifying) glede na vrednost polja CoS v okvirju ethernet (trije 802.1p biti), naslove IP, polje DSCP. Označevanje oz. barvanje paketov (Marking - nastavljanje bitov QoS), in sicer barvanje naslednjih polj: polja Ethernet CoS (za ne 802.1q vmesnik), polja DSCP.

Vsi mehanizmi QoS (scheduling, classifying, policing in marking) so wire-rate; njihova uporaba ne vpliva na prepustnost in delovanje ostalih funkcij stikala.

#### **F. Nadgradnja: Advantage On-Prem Lic 3Y - upto 1G (Aggr, 2G)**

Nadgradi se usmerjevalnik C8300-1N1S-4T2X na kapaciteto 2Giga. Usmerjevalnik C8300 bo zagotovil naročnik in ni predmet dobave v predmetnem naročilu.

#### **G. Storitve**

Storitve zajemajo pripravo, montažo, konfiguracijo in testiranje opreme. Izvedba montaže z vključitvijo v telekomunikacijsko omrežje DARS ter priklopom na instalacijo se izvede na lokaciji nove poslovne stavbe DARS na Griču v Ljubljani.

Dobava, priprava, montaža in konfiguracija opreme ter testiranje se mora izvesti v roku štirih (4) mesecev od datuma sklenitve pogodbe.

Izvajalec je dolžan dela izvrševati strokovno in v skladu s tehničnimi predpisi in navodili proizvajalca opreme.

Izvajalec se zavezuje, da bo ponujene storitve opravil kvalitetno in v predvidenih rokih. V kolikor naročnik ugotovi, da kvaliteta storitev ne ustreza zahtevam, se izvajalec zavezuje k vzpostavitvi zahtevanega nivoja kvalitete z dejavnostmi, ki za naročnika ne bodo predstavljale dodatnih stroškov.

## H. Ponudbeni predračun

	šifra	opis	enota	količina	cena na enoto	cena skupaj
1	C1000-48P-4X-L	Dostopovno stikalo Catalyst 1000 48 port GE, POE, 4x10G SFP	kos	6		
2	C9300X-12Y-E	Glavno stikalo Catalyst 9300X 12x25G Fiber Ports, modular uplink Switch, DNA Advantage 3 Year License, 50CM Type 1 Stacking Cable, Catalyst Stack Power Cable 150.	kos	2		
3	C9300X-NM-2C	Modul Catalyst 9300 2 x 40G/100G Network Module QSFP+/QSFP28.	kos	2		
4	C9606R	Glavno vozliščno stikalo Cisco Catalyst 9600 Series 6 Slot Chassis, 2xCisco Catalyst 9600 Network Advantage License, CAT9300/9400/9500/9600 UNIVERSAL, Catalyst 9600 Campus Core Deployment; For Tracking Only, Cisco Catalyst 9600 Series C9606 Chassis Fan Tray; Cisco Catalyst 9600 Series Supervisor 2 Module, No SSD Memory Selected; Cisco Catalyst 9600 Series Redundant Supervisor 2 Module; Cisco Catalyst 9600 Series 960GB SSD Storage; Cisco Catalyst 9600 DNA Advantage Term License; Cisco Catalyst 9600 DNA Advantage 3 Year License; 2x Cisco Catalyst 9600 Series 2000W AC Power Supply; 2x Europe AC Type A Power Cable; Network Plug-n-Play Connect for zero-touch device deployment.	kpl	1		
5	C9600X-LC-56YL4C	Modul Cisco Catalyst 9600 Series 56-Port 50G, 4-Port 100G, Optics extraction tool for C9000 Switches.	kos	2		
6	SFP	Pretvornik SFP-10G, 1550nm, 5 km.	kos	32		
7	DNA-P-T2-A-3Y	Cisco DNA Advantage On-Prem Lic 3Y - upto 1G (Aggr, 2G)	kos	1		
8	C9800-40-K9	WiFi kontroler Cisco Catalyst 9800-40 Wireless Controller	kos	1		
9	C9120AXI-E	WiFi dostopovna točka C9120AXI-E, AIR-DNA-E-3Y.	kos	20		
10	/	Priprava (ureditev licenc za povezovanje dostopnih točk na radijski krnilnik, priprava skupin za umestitev dostopnih točk in posledično oglaševanje željenih SSID...), montaža, konfiguracija in testiranje opreme pod točko 9.	kos	20		
11	/	Storitve: priprava opreme, montaža opreme, konfiguracija opreme, priklop opreme v telekomunikacijsko omrežje, testiranje opreme (razen opreme pod točko 9).	ura	140		
SKUPAJ brez DDV						
SKUPAJ z DDV						