



e-Škole  
RAZVOJ SUSTAVA  
DIGITALNO ZRELIH ŠKOLA  
(II. FAZA)

Upoznavanje s mrežnom  
opremom i sustavom za  
upravljanje i nadzor mreže:

**Mrežno rješenje Cisco**

**CARNET**

2022. GODINA



Operativni program  
**KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA**

## Sadržaj

Popis kratica .....	4
1. Uvodne informacije .....	5
2. Osnove mrežnog sustava .....	6
3. Pasivna mrežna oprema u školama .....	7
3.1 Komunikacijski ormari i priključnice .....	7
3.2 Sustav označavanja .....	11
3.2.1 Fizičke pozicije .....	11
3.2.2 Oznaka etaže .....	11
3.2.1 Oznaka razdjelnika .....	11
3.3 Primjeri i načini veza komunikacijskih ormara .....	13
4. Aktivna mrežna oprema u školama .....	15
4.1 Arhitektura sustava .....	15
4.2 WAN mreža .....	16
4.2.1 Mrežni usmjerivač .....	16
4.2.2 Konfiguracijske značajke .....	18
4.3 LAN mreža .....	19
4.3.1 Mrežni preklopnik .....	19
4.3.2 Konfiguracijske značajke .....	21
4.4 Bežična mreža .....	22
4.4.1 Bežične pristupne točke .....	22
4.4.2 Konfiguracijske značajke .....	23
5. Sustav za upravljanje i nadzor mreže .....	26
5.1 Osnovne sastavnice sustava .....	26
5.2 Pregled glavnih upravljačkih funkcionalnosti .....	29
6. Administracija i održavanje implementirane mrežne infrastrukture .....	33
6.1 Spajanje mrežnog uređaja .....	33
6.2 Vraćanje konfiguracija na tvorničke postavke .....	44
6.2.1 Vraćanje bežične pristupne točke na tvorničke postavke .....	44
6.2.2 Vraćanje preklopnika na tvorničke postavke .....	44
6.2.3 Vraćanje usmjerivača na tvorničke postavke .....	45
6.3 Nadzor nad mrežnom opremom .....	47
6.4 Nadzor nad klijentima na mreži .....	51
6.5 Konfiguracija osnovnih postavki na mrežnoj opremi .....	54

6.5.1	Primjer konfiguracije sučelja na usmjerivaču.....	54
6.5.2	Primjer konfiguracije rute na usmjerivaču .....	58
6.5.3	Primjer dodavanja sigurnosnog pravila .....	61
6.5.4	Primjer konfiguracije sučelja preklopnika .....	67
6.5.5	Primjer kreiranja novog VLAN-a.....	70
6.5.6	Primjer kreiranja novog SSID-a.....	74
6.5.7	Primjer kreiranja novog korisnika za mrežu <i>guest</i> .....	77
6.5.8	Spajanje na bežičnu mrežu <i>guest</i> .....	79
6.5.9	Spajanje na bežične mreže <i>eSkole</i> i <i>eduroam</i> .....	81
6.5.10	Postavljanje korisnika na listu blokiranih ( <i>blacklist</i> ) .....	85
6.5.11	Postavljanje korisnika na listu bez ograničenja ( <i>whitelist</i> ) .....	87
6.5.12	Dodavanje novog sigurnosnog pravila pristupa resursima.....	89
6.5.13	Prikaz konfiguracije novog DHCP <i>poola</i> .....	93
6.6	Otklanjanje poteškoća na mreži .....	103
6.6.1	Prikaz snimanja mrežnog prometa.....	103
6.6.2	Pregled detalja bežičnih pristupnih točaka .....	106
6.6.3	Pregled detalja preklopnika.....	108
6.6.4	Primjena opcije <i>Ping</i> i <i>Cable test</i> .....	110
6.6.5	Prikaz vraćanja prethodne konfiguracije na usmjerivaču .....	113
6.6.6	Smjernice za otklanjanje poteškoća.....	117
7.	Prijava poteškoća i upita CARNET-ovom <i>helpdesku</i> .....	119
	Popis slika .....	120
	Popis tablica .....	123
	Popis literature .....	123
	Impresum .....	124
	Podatci za kontakt .....	124

## Popis kratica

**ACL** (engl. *Access Control List*) – Lista s pravima pristupa

**AP** (engl. *Access Point*) – Bežična pristupna točka

**APIPA** (engl. *Automatic Private IP Addressing*) – DHCP klijenti automatski dobivaju IP adresu kada DHCP poslužitelj nije dostupan.

**BD** (engl. *Building Distributor*) – Razdjelnik zgrade

**CPE** (engl. *Customer Premises Equipment*) – Oprema smještena na lokaciji korisnika

**DHCP** (engl. *Dynamic Host Configuration Protocol*) – Mrežni protokol korišten od strane mrežnih računala za dodjeljivanje IP adresa

**DIS** – Dokumentacija izvedenog stanja

**DNS** (engl. *Domain Name System*) – Domenski sustav imena

**EANE** (engl. *Existing Active Network Equipment*) – Postojeća aktivna mrežna oprema

**EFD** (engl. *Existing Floor Distributor*) – Postojeći etažni razdjelnik

**EKM** – Elektronička komunikacijska mreža

**FD** (engl. *Floor Distributor*) – Etažni razdjelnik

**GE** (engl. *Gigabit Ethernet*) – Prijenos Ethernet okvira brzinom od gigabita u sekundi

**GIP** – Glavni izvedbeni projekt

**HTTPS** (engl. *Hypertext Transfer Protocol Secure*) – Skup pravila koja se koriste za siguran prijenos hipertekstualnih dokumenata između dva računala

**IP** (engl. *Internet Protocol*) – Mrežni protokol za prijenos podataka

**LAN** (engl. *Local Area Network*) – Lokalna računalna mreža

**MU-MIMO** (engl. *Multi-user MIMO*) – Skup tehnologija s više ulaza i više izlaza za višestruku bežičnu komunikaciju

**MSP** (engl. *Managed Service Provider*) – Upravljeni davatelj usluga

**NAT** (engl. *Network Address Translation*) – Prijevod IP adrese iz jedne mreže u drugu IP adresu u drugoj mreži

**OSI** (engl. *Open Systems Interconnection*) – Model ili referentni model za otvoreno povezivanje sustava, predstavlja najčešće korišten apstraktni opis arhitekture mreže

**PDF** (engl. *Portable Document Format*) – Format zapisa dokumenata kojeg je kreirala kompanija Adobe Systems

**PoE** (engl. *Power Over Ethernet*) – Napajanje preko pasivne mrežne infrastrukture

**PSK** (engl. *Pre-shared key*) – Unaprijed podijeljeni ključ

**PP** – Prespojni panel

**QoS** (engl. *Quality of Service*) – Kvaliteta usluge u mreži

**RF** (engl. *Radio Frequency*) – Radijska frekvencija

**SSID** (engl. *Service Set Identifier*) – Naziv (identifikator) bežične mreže

**STP** – Stručnjak za tehničku podršku

**STP** (engl. *Spanning Tree Protocol*) – Mrežni protokol koji gradi logičku topologiju mreže bez petlji

**TCP/IP** (engl. *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) – Referentni model, tehnički otvoreni standard interneta

**TO** (engl. *Telecommunications Outlet*) – Priključna točka na pasivnu mrežnu infrastrukturu

**UTP** (engl. *Unshielded Twisted Pair*) – Neoklopljena upletena parica

**VLAN** (engl. *Virtual Local Area Network*) – Virtualna lokalna mreža

**WAN** (engl. *Wide Area Network*) – Mreža širokog područja

**WPA2** (engl. *Wi-Fi Protected Access 2*) – Algoritam za sigurnu komunikaciju putem IEEE 802.11 bežičnih mreža

## 1. Uvodne informacije

Priručnik o mrežnoj opremi i sustavu za upravljanje i nadzor mreže opisuje aktivnu i pasivnu mrežnu infrastrukturu implementiranu u školama u sklopu druge faze programa "e-Škole: Razvoj sustava digitalno zrelih škola (II. faza)".

Osim opisa implementirane mrežne infrastrukture priručnik pruža osnovne informacije potrebne za administraciju, praćenje rada, detektiranje i otklanjanje manjih poteškoća u radu implementiranog aktivnog mrežnog sustava koji se zasniva na rješenju proizvođača Cisco.

U priručniku se ujedno nalaze upute o postupanju u slučajevima poteškoća u radu sustava te načinu prijave takvih poteškoća CARNET-ovom helpdesku.

Priručnik je namijenjen osobama koje pružaju tehničku podršku školama, odnosno stručnjacima za tehničku podršku, administratorima resursa u školama te svim drugim osobama koje jesu ili će biti angažirane na održavanju funkcionalnog mrežnog sustava u školama, a kako bi se što bolje upoznali s implementiranim sustavom na operativnoj razini.

## 2. Osnove mrežnog sustava

Kao preduvjet za administraciju i nadzor nad računalnom mrežom infrastrukturom implementiranom u sklopu projekta “e-Škole: Razvoj sustava digitalno zrelih škola (II. faza)”, nužno je da stručnjak za tehničku podršku (STP) zadužen za administraciju sustava bude upoznat s osnovama mrežnog sustava, mrežnim protokolima i servisima, osnovama rada bežične mreže, kao i sa sigurnošću računalnih mreža.

Budući da se od stručnjaka za tehničku podršku očekuje poznavanje osnova mrežnih tehnologija i pripadajućih protokola, u ovom priručniku osnove neće biti dodatno pojašnjene.

Od stručnjaka za tehničku podršku očekuje se osnovno znanje o sljedećim područjima implementacije i održavanja sustava mrežnih tehnologija:

- 7 slojeva OSI mrežnog modela (OSI - engl. *Open Systems Interconnection*), 4 sloja mrežnog TCP/IP (engl. *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) modela,
- adresiranje u računalnim mrežama,
- mrežni protokoli,
- sigurnost lokalnih mreža,
- mrežni uređaji
  - L2/L3 preklopnik, usmjeritelj, vratoredirektor, bežična pristupna točka (AP – engl. *Access Point*),
- bežična mreža
  - frekvencijski pojas (2,4 GHz, 5 GHz) i kanali,
  - standardi 802.11 a/b/g/n/ac,
  - sigurnost u bežičnim mrežama – autentikacija, autorizacija i enkripcija.

### 3. Pasivna mrežna oprema u školama

U sklopu projekta "e-Škole: Razvoj sustava digitalno zrelih škola (II. faza)", u Glavnim izvedbenim projektima (GIP) definirani su parametri kvalitete pasivne mrežne infrastrukture koja se postavlja u školama. Ako u školama postoji dio infrastrukture koji ispunjava nužne parametre kvalitete, projektom je dopušteno korištenje postojećom infrastrukturom, uključujući mrežne ormare, priključnice, kabelske trase itd., a ta je mogućnost iskorištena u određenom broju škola. Za potrebe novog sustava kabliranja u školama, koriste se i postojeće trase (kabelski kanali) i postojeći etažni razdjelnici (EFD), u slučaju da raspolažu dovoljnim kapacitetom. Za svaku školu za koju je izvedeno kabliranje u sklopu projekta izgradnje pasivne mrežne infrastrukture u školama, izrađen je i Dokument izvedenog stanja (DIS) pasivne mrežne infrastrukture škole.

Novoizgrađena pasivna infrastruktura omogućuje:

- stabilnu i kvalitetnu pasivnu mrežu
- povezivanje računalne i mrežne opreme nabavljene kroz projekt "e-Škole: Razvoj sustava digitalno zrelih škola (II. faza)"
- integraciju postojeće mreže s novom
- veći kapacitet lokalnih mreža (LAN – engl. *Local Area Network*)
- mogućnost proširenja mreže.

#### 3.1 Komunikacijski ormari i priključnice

Aktivni uređaji, prespojni paneli i sl. smještaju se u razdjeljike sukladno DIS-u pasivne mrežne infrastrukture škole u kojem je predložen raspored opreme po komunikacijskim ormarima. Razmještaj i eventualna manja preraspodjela postojeće opreme po razdjelnicima izvedeni su na lokaciji prilikom same instalacije pasivne i prateće aktivne opreme.

U DIS-u pasivne mrežne infrastrukture škole korištene su sljedeće oznake, odnosno kratice za komponente:

- razdjelnik zgrade (BD – engl. *Building Distributor*)
- etažni razdjelnik (FD – engl. *Floor Distributor*)
- postojeći etažni razdjelnik (EFD – engl. *Existing Floor Distributor*)
- postojeća aktivna mrežna oprema (EANE – engl. *Existing Active Network Equipment*)

Glavni razdjelnik zgrade (BD) služi za smještaj aktivne mrežne opreme i pratećih sredstava nužnih za osiguranje pune funkcionalnosti dijela električke komunikacijske mreže (EKM) za dio zgrade koji opslužuju. BD služi za povezivanje s terminalnom opremom za površine koje mu gravitiraju, kao i terminaciju kabela za okosnice zgrade, tj. veze s etažnim razdjelnicima (FD). U svakoj je školi postavljen jedan samostojeći BD u kojem se nalazi veći dio aktivne mrežne opreme, kao i CARNET-ova oprema smještena

na lokaciji korisnika (CPE – engl. *Customer Premises Equipment*), te smještaj infrastrukture vezane uz pristup na okosnicu CARNET-ove mreže.



Slika 1: Primjer razdjelnika BD

Etažni razdjelnik (FD) je optičkim kabelom povezan s glavnim razdjelnikom zgrade (BD), u skladu s namjenom, te služi za smještaj opreme za zaključenje etažnog kabliranja EKM-a opsluživanog područja i pripadajućih sustava za vođenje kabela. U FD ormare instalira se potreban tip i broj mrežnih preklopnika, u skladu s DIS-om.



Slika 2: Primjer razdjelnika FD

Za potrebe horizontalnog kabliranja, koriste se telekomunikacijski priključci (TO – engl. *Telecommunications Outlet*) koji su modularne (ugrađuju se u parapetne kanale) ili nadžbukne (samostojeće) izvedbe. Telekomunikacijskim se priključcima terminiraju kabeli na strani korisničke opreme, ispred bežičnih pristupnih točki i na EANE mjestima. To su mesta u školi na kojima se nalazi aktivna mrežna oprema koja nije smještena u komunikacijskom ormaru. Precizna pozicija svih mesta završetka kabela, odnosno TO, specificirana je u izvedbenom projektu pasivne mrežne infrastrukture, tj. u njezinoj pratećoj dokumentaciji.



Slika 3: Primjer priključne kutije

Za potrebe horizontalnog kabliranja, koriste se prespojni paneli RJ45 izvedbe za montažu unutar telekomunikacijskih ormara 19" (19 inča), visine 1U, s 24 priključna mjesta za module čiji standard odgovara ugrađenom kabelu. Potreban broj prespojnih panela RJ45i pozicija unutar pojedinog razdjelnika definiran je u DIS-u pasivne mrežne infrastrukture škole. Prespojni panel RJ45 služi za terminiranje svih U/UTP kabela koji gravitiraju razdjelniku u kojem su isti terminirani.



Slika 4: Primjer modula RJ45

Prespojni paneli namijenjeni su za ugradnju u razdjelnike širine vertikalnih tračnica 19". Prespajanje krajinjih točaka kabela međusobno, kao i spajanje aktivnih uređaja na njih, izvedeno je prespojnim kabelima unutar razdjelnika.



Slika 5: Primjer optičkog LC prespojnog panela



Slika 6: Primjer UTP modularnog prespojnog panela

Svetlovodni prespojni kabeli imaju dvije niti (engl. *duplex*). Oni su zaključeni svjetlovodnim konektorima tipa LC.



Slika 7: Svjetlovodni LC konektor

U/UTP prespojni kabeli kategorije 6A (Cat. 6A) s obje strane zaključeni RJ45 konektorima.



Slika 8: UTP RJ45 konektor

## 3.2 Sustav označavanja

Oznake komunikacijskih ormara i krajnjih točaka njihove terminacije slijede preporuke standarda za strukturno kabliranje, ali se prilagođavaju specifičnostima prostora. U nastavku je iznesen detaljan opis sustava označavanja.

### 3.2.1 Fizičke pozicije

Fizičkim pozicijama prethodi znak „+“. Položaji građevina, komunikacijskih razdjelnika i opreme prikazani su dispozicijskim nacrtima.

Radni prostori u kojima se izvode radovi instalacija strukturnog kabliranja lokalne računalne mreže smješteni su po etažama građevine. Svaka od etaža, kao i pripadajuće fizičke pozicije opreme na pojedinoj etaži, označavaju se odgovarajućom oznakom.

### 3.2.2 Oznaka etaže

U nastavku je tablica 1 u kojoj su prikazane oznake etaža.

ETAŽA	OZNAKA
1. kat	+01
prizemlje	+00
podrum	+99

Tablica 1: Oznaka etaža

Primjer:

- +01 – označava fizičku poziciju na prvoj etaži (+01).

### 3.2.1 Oznaka razdjelnika

Cvorište instalacije strukturnog kabliranja čine razdjelnici koji se koriste za smještaj aktivnih uređaja računalne mreže te opreme za prespajanje segmenata strukturnog kabliranja. U nastavku je dan opis funkcija razdjelnika i način označavanja pojedinih dijelova razdjelnika:

- +BD – glavni razdjelnik zgrade – čvor koji povezuje vertikalne razvode (prvi u drugu razinu kabliranja) s horizontalnim razvodom kabela. U razdjelniku je ujedno postavljen i CPE uređaj koji služi za terminiranje WAN mreže (WAN – engl. *Wide Area Network*),
- +FD – razdjelnik etaže – čvor koji povezuje horizontalne razvode kabela (treća razina kabliranja) s priključnim mjestima u učionicama i ostalim uredima. U pojedinoj školi može biti više razdjelnika etaže, ali ako svi razvodi kabela završavaju u glavnom razdjelniku, onda ne mora biti nijedan.

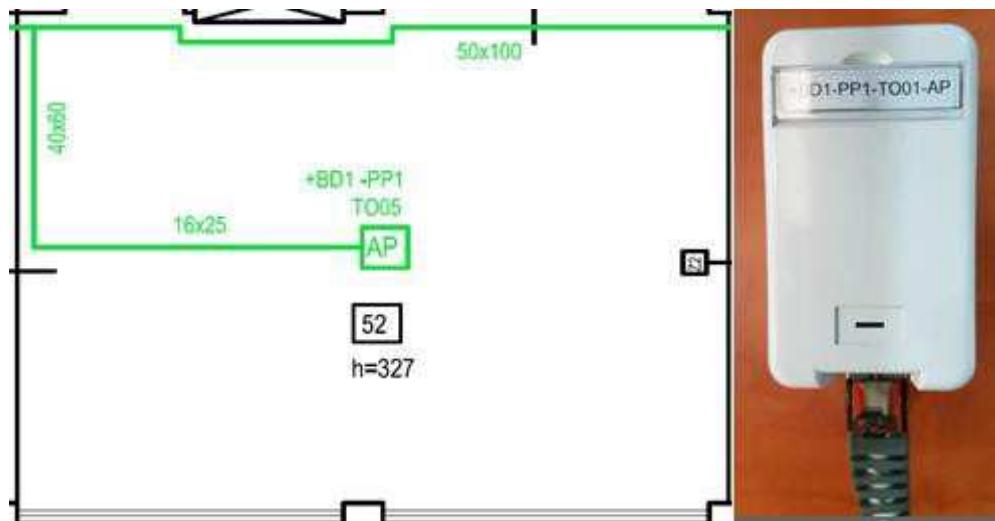
- +EFD – postojeći etažni razdjelnik.
- +EANE – postojeća aktivna mrežna oprema.

Pojedine pozicije unutar razdjelnika definiraju se na sljedeći način:

- **+BDy-PPx-z** – **y** označava broj **BD** razdjelnika, **PP** označava prespojni panel, **x** označava njegov redni broj, dok **z** označava poziciju na panelu, tj. broj porta.
  - Primjer:
    - **+BD1-PP1-TO05-AP** – predstavlja fizičku poziciju koja, čitano zdesna nalijevo, označava priključak **5** za bežičnu pristupnu točku (**AP**) na prespojnom panelu **1** (PP1) u razdjelniku **BD** (+BD1).
    - **+BD1-PP2-TO01** – predstavlja fizičku poziciju koja, čitano zdesna nalijevo, označava priključak **1** na prespojnom panelu **2** (PP2) u razdjelniku **BD** (+BD1).



Slika 9: Primjer označavanja razdjelnika i panela



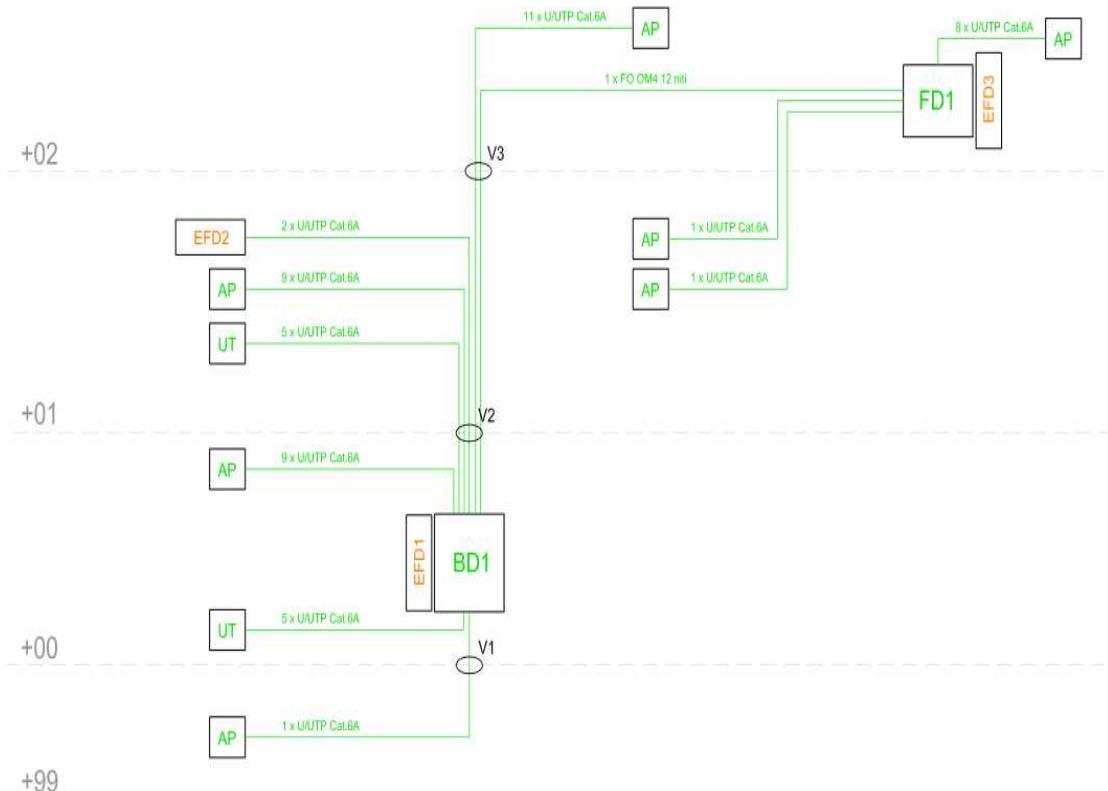
Slika 10: Primjer označavanja priključnica

### 3.3 Primjeri i načini veza komunikacijskih ormara

Prijenosni mediji kojima se povezuju komunikacijski ormari su:

- višemodni svjetlovodni kabeli, OM4 kategorija, s 12 niti
- bakreni kabel s četiri parice (U/UTP), kategorije 6A (Cat. 6A).

Takvi prijenosni mediji omogućavaju primjenu strukturnog kabliranja tijekom više budućih generacija računalnih mreža koje će raditi na većim brzinama.



## 4. Aktivna mrežna oprema u školama

Implementirani mrežni sustav u cijelosti je zasnovan na rješenjima proizvođača Cisco.

Osnovne komponente implementiranog aktivnog mrežnog sustava u školama, isporučeni modeli, njihova uloga i konfiguracijske značajke opisani su niže u ovome poglavlju.

### 4.1 Arhitektura sustava

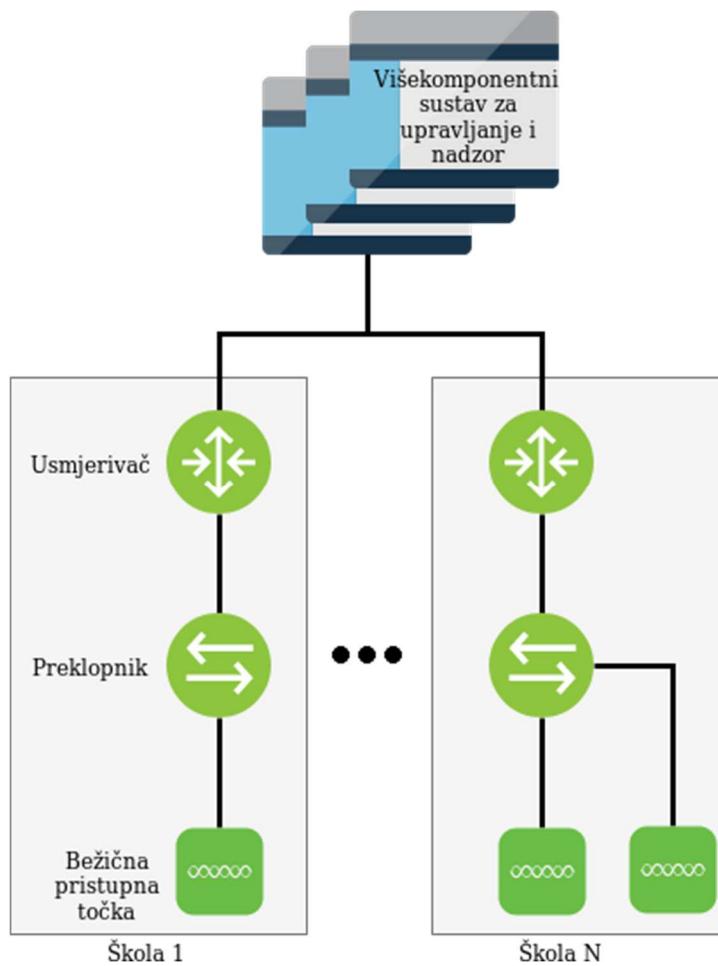
Implementirani mrežni sustav predstavlja dvokomponentno rješenje u kojem se instaliranim mrežnom opremom upravlja putem središnjeg sustava za upravljanje i nadzor mreže. U ovakvom modelu, različitim slojevima lokalne mreže upravlja se i nadzire primjenom različitih komponenti nadzorno upravljačkog sloja.

Implementirani mrežni sustav sastoji se od upravljačkog dijela mreže, fizički smještenog na centralnoj lokaciji CARNET-ovih podatkovnih centara, i lokalne mreže škole. U ovom poglavlju stavljen je naglasak na implementiranu aktivnu mrežnu opremu lokalne mreže škole, dok je upravljački dio implementiranog mrežnog sustava opisan u poglavlju 5 „Sustav za upravljanje i nadzor mreže“.

Sve aktivne mrežne komponente škole čine logičku cjelinu pristupnog sloja, a sastoje se od:

- mrežnog usmjerivača (žični pristup),
- mrežnih preklopnika (žični pristup),
- bežičnih pristupnih točaka (bežični pristup).

Svaka škola povezana je na CARNET mrežu kroz koju klijenti ostvaruju pristup do potrebnih servisa i interneta. Povezanost na CARNET mrežu ostvarena je primjenom CARNET-ovog CPE uređaja. Na CARNET-ov CPE uređaj povezana je aktivna mrežna oprema škole, te se sastoji od mrežnog usmjerivača, mrežnih preklopnika i bežičnih pristupnih točaka. Na mrežni usmjerivač povezani su mrežni preklopnići, a na njih su povezane bežične pristupne točke.



Slika 12: Shema implementiranog sustava sa sastavnim blokovima

## 4.2 WAN mreža

U ovom poglavlju su opisani mrežni usmjerivač i virtualni LAN-ovi.

### 4.2.1 Mrežni usmjerivač

Mrežni usmjerivač omogućuje prijenos podataka između mreža, prilagođavajući pritom podatke za prijenos iz jednog sustava u drugi.

Osnovni zadatak koji usmjerivači obavljaju je provjera odredišne IP adrese za svaki paket koji pristigne na neko od mrežnih sučelja na usmjerivaču, pronalazak gdje treba preusmjeriti taj paket u tablici usmjeravanja te prosljeđivanje paketa na odgovarajuće sučelje.

U sklopu implementiranog mrežnog rješenja u školama, ulogu mrežnog usmjerivača ima uređaj **Cisco ISR C1161-8P** (u dalnjem tekstu usmjerivač). Ovaj usmjerivač omogućuje povezivanje LAN mreže škole na okosnicu CARNET mreže te na taj način čini granicu između LAN mreže škole i CARNET mreže. Usmjerivač se na mrežu povezuje preko Gi0/0/0 sučelja koje je izravno povezano na CARNET-ov CPE usmjerivač. Sučelje usmjerivača Cisco C1161-8P dobiva IP adresu dinamički putem DHCP (engl. *Dynamic Host Configuration Protocol*) protokola iz CARNET mreže.

Usmjerivač Cisco C1161-8P prikazan je na slici u nastavku.



Slika 13: Usmjerivač Cisco ISR C1161-8P

Količine i tipovi ugrađenih sučelja usmjerivača Cisco C1161-8P:

- 1 x WAN GE (Gi0/0/1)
- 1 x WAN GE/SFP combo (Gi0/0/0)
- 8 x LAN GE (Gi0/1/0 – Gi0/1/7)

Uz funkciju usmjeravanja podatkovnih paketa, usmjerivač Cisco C1161-8P ima i druge ključne mrežne funkcionalnosti koje su opisane u nastavku.

Funkcionalnosti usmjerivača Cisco C1161-8P u sklopu implementiranog mrežnog rješenja:

- centralizirano upravljanje uređajem putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom,
- tzv. *Zero-touch* instalacija uređaja bez postavljanja inicijalne konfiguracije, putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom,
- povezivanje na CPE opremu, odnosno na CARNET mrežu,
- usmjeravanje prometa (IPv4/IPv6),
- segmentiranje lokalne mreže (IPv4/IPv6) – definiranje VLAN-ova i L3 mrežnih segmenata, translaciju privatnih IPv4 adresa u jednu ili više javnih IPv4 adresa,
- definiranje L3/L4 sigurnosnih pravila (IPv4/IPv6),
- osiguravanje kvalitete usluge (QoS – engl. *Quality of Service*), klasificiranje prometa i ograničavanje prometa (engl. *traffic shaping*),
- DHCP servis za LAN klijente.

## 4.2.2 Konfiguracijske značajke

Virtualni LAN-ovi (VLAN) i IP adresiranje je prikazano u tablici 2.

VLAN ID	Ime VLAN-a	Mrežni raspon
3	management	192.168.128.0/24
10	ucionice	192.168.30.0/23
11	dodatni_servis1	192.168.32.0/23
12	dodatni_servis2	192.168.34.0/23
13	gosti	192.168.36.0/23
14	eduroam	192.168.44.0/22
15	dodatni_servis3	192.168.40.0/23
16	postojeca_mreza	192.168.42.0/23

Tablica 2: VLAN i IP adresiranje

Opis namjene pojedinog VLAN-a:

- VLAN 3 je *management* VLAN i služi za upravljanje bežičnim pristupnim točkama,
- VLAN 10 služi za povezivanje dijeljenih učeničkih uređaja u odabranim učionicama na bežičnu mrežu *eSkole*. U isti VLAN smješta se oprema instalirana u učionicama (poput pametnih ploča). IP adrese iz tog segmenta dobivaju stručnjaci za tehničku podršku i nastavno osoblje spojeni na *eduroam* mrežu,
- VLAN 11, 12 i 15 služe za povezivanje i logičko odvajanje dodatnih servisa ako na lokaciji postoji potreba za odvajanje resursa od ostatka postojeće mreže (npr. video nadzor, poslužitelji),
- VLAN 13 služi za povezivanje gostiju na bežičnu mrežu *guest*. Brzina te mreže ograničena je na 50% ukupne brzine internetskog linka,
- VLAN 14 služi za povezivanje učenika i posjetitelja škole koji imaju dostupnu *eduroam* mrežu na svom uređaju. Brzina te mreže ograničena je na 50% ukupne brzine internetskog linka,
- VLAN 16 služi za povezivanje postojeće mrežne infrastrukture na novu implementiranu mrežnu infrastrukturu.

Pristup svim potrebnim resursima omogućen je povezivanjem usmjerivača Cisco C1161-8P i Mikrotik usmjerivača (CPE). Gi0/0/0 sučelje na usmjerivaču Cisco C1161-8P povezano je na ETH 4 sučelje na Mikrotiku. Usmjerivač Cisco C1161-8P preko DHCP-a dobiva 3. adresu iz javnog /29 javnog raspona, koja se uz 4. adresu koristi za potrebe NAT-iranja privatnih mreža.

## 4.3 LAN mreža

U ovom poglavlju su opisani mrežni preklopnik i konfiguracijske značajke mrežnih preklopnika.

### 4.3.1 Mrežni preklopnik

Uloga mrežnih preklopnika je povezivanje uređaja na mrežnu infrastrukturu u pristupnom sloju mreže te međusobno povezivanje udaljenih mrežnih ormara optičkim i bakrenim vezama.

Osim toga, uloga preklopnika je logičko razdvajanje mrežnih segmenata u zasebne domene, odnosno VLAN-ove, u svrhu optimizacije i primjene sigurnosnih politika za pojedine segmente. Ovakav model implementacije ustaljena je praksa u mrežama i integracijama ovakve složenosti.

Ovisno o veličini škole i načinu izvedbe pasivne infrastrukture, u pojedinu školu instalirana je optimalna kombinacija modela i broja preklopnika, čiji ukupan broj sučelja optimalno prati i broj priključaka na segmentu pasivne mrežne opreme.

U sklopu implementiranog mrežnog rješenja u školama, ulogu mrežnih preklopnika imaju Cisco Meraki uređaji. Implementirani su sljedeći modeli Cisco Meraki preklopnika:

- **MS210-24P-HW**
- **MS210-48LP-HW**

Ovisno o količini i vrsti potrebnih sučelja te odgovarajućeg kapaciteta snage za napajanje bežičnih pristupnih točaka putem mrežnih preklopnika, u svaki mrežni ormar u kojem je terminirana nova pasivna mrežna infrastruktura, implementiran je određeni model mrežnog preklopnika.

Preklopnik MS210-24P-HW prikazan je na slici u nastavku.



Slika 14: Preklopnik Cisco Meraki MS210-24P-HW

Preklopnik MS210-24P-HW raspolaze s 24 GE (engl. Gigabit Ethernet) RJ45 sučelja, sva sučelja imaju PoE (engl. Power Over Ethernet) funkcionalnost, i s 4 GE (engl. Gigabit

Ethernet) SFP sučelja. Maksimalna izlazna snaga (engl. *PoE Output Limit*) na nivou preklopnika je 370W (engl. *Watt*).

Preklopnik MS210-48LP-HW prikazan je na slici u nastavku.



Slika 15: Preklopnik Cisco Meraki MS210-48LP-HW

Preklopnik MS210-48LP-HW raspolaže s 48 GE (engl. *Gigabit Ethernet*) RJ45 sučelja, sva sučelja imaju PoE (engl. *Power Over Ethernet*) funkcionalnost, i s 4 GE (engl. *Gigabit Ethernet*) SFP sučelja. Maksimalna izlazna snaga (engl. *PoE Output Limit*) na nivou preklopnika je 370W (engl. *Watt*).

Preklopnici unutar BD ormara povezani su direktno na usmjerivač. Svi preklopnici unutar jednog FD ormara povezani su na jedan preklopnik unutar ormara. Veze između BD i FD ormara realizirane su putem optičkih veza, i pomoću višemodnih optičkih modula (MA-SFP-1GB-SX) ili jednomodnih optičkih modula (MA-SFP-1GB-LX10).

Višemodni optički modul **MA-SFP-1GB-SX** prikazan je na slici u nastavku.



Slika 16: Višemodni optički modul MA-SFP-1GB-SX

Jednomodni optički modul **MA-SFP-1GB-LX10** prikazan je na slici u nastavku.



Slika 17: Jednomodni optički modul MA-SFP-1GB-LX10

Funkcionalnosti preklopnika Cisco Meraki u sklopu implementiranog mrežnog rješenja:

- centralizirano upravljanje putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom,
- tzv. *Zero-touch* instalacija uređaja bez postavljanja inicijalne konfiguracije, putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom,
- segmentacija mreže na više virtualnih mreža – VLAN-ova,
- STP (engl. *Spanning Tree Protocol*) funkcionalnost,
- prihvat klijentskih računala te bežičnih pristupnih točaka,
- sigurnosne mogućnosti,
- napajanje za spajanje bežičnih pristupnih točaka na sučeljima preklopnika.

#### 4.3.2 Konfiguracijske značajke

Osnovne konfiguracijske značajke mrežnih preklopnika navedene su u nastavku.

Virtualni LAN-ovi (VLAN) koji se primjenjuju na preklopnicima prikazani su u tablici 3.

VLAN ID	Ime VLAN-a
3	management
10	ucionice
11	dodatni_servis1
12	dodatni_servis2
13	gosti
14	eduroam
15	dodatni_servis3
16	postojeca_mreza

Tablica 3: Popis i oznake VLAN-ova koji se primjenjuju na preklopnicima

Ovisno o potrebama na lokaciji sučeljima na preklopnicima pridružuju se VLAN-ovi navedeni u tablici 3.

Integracija postojeće mreže škole s novom mrežnom opremom obavlja se preko sučelja na preklopniku. Ta sučelja su konfigurirana u pristupnom načinu rada (engl. *Access Mode*) i dodijeljen im je VLAN 16. Putem ove mrežne integracije uređaji na postojećoj mreži dobivaju IP adresu od DHCP poslužitelja s usmjerivača.

Ako je na sučelje spojena bežična pristupna točka, tada je sučelje postavljeno u način rada koji dozvoljava propuštanje više VLAN-ova (engl. *Trunk Mode*), čime je omogućena komunikacija uređajima spojenima na bežične mreže (VLAN-ovi 10, 13 i 14). Na sučeljima je omogućena i opcija PoE (engl. *Power Over Ethernet*) koja osigurava napajanje bežičnih pristupnih točaka preko pasivne mrežne infrastrukture.

Na preklopnicima je konfiguriran i STP protokol (engl. *Spanning Tree Protocol*) koji prilikom pojave preklopne petlje onemogućuje sučelja, kako bi se izbjegle petlje unutar ostatka mrežne topologije.

## 4.4 Bežična mreža

U ovom poglavlju su opisane bežične pristupne točke i konfiguracijske značajke bežičnih mreža.

### 4.4.1 Bežične pristupne točke

Uloga pristupne točke je odašiljanje bežičnog signala za pristup mrežnoj infrastrukturi te služi za pokrivanje prostora unutar škola bežičnim signalom. U svakoj školi instaliran je veći broj bežičnih pristupnih točaka, a implementirani sustav podržava mobilnost klijenata bez prekida u komunikaciji prilikom prijelaza klijenata s jedne na drugu bežičnu pristupnu točku. Raspored i montaža bežičnih pristupnih točki obavljena je sukladno DIS-u pasivne mrežne infrastrukture škole.

U navedenom sustavu implementiran je model različitih bežičnih mreža (SSID – engl. *Service Set Identifier*) s različitim konfiguracijskim postavkama, načinima autentikacije te pravima pristupa kroz spajanje na pojedinačnu mrežu.

U sklopu implementiranog mrežnog rješenja u školama, ulogu bežične pristupne točke ima uređaj **Cisco Meraki MR36**.

Bežična pristupna točka **MR36** prikazana je na slici u nastavku.



Slika 18: Bežična pristupna točka MR36

Funkcionalnosti bežične pristupne točke MR36 u sklopu implementiranog mrežnog rješenja:

- centralizirano upravljanje putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom,
- tzv. *Zero-touch* instalacija uređaja bez postavljanja inicijalne konfiguracije, putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom,
- podrška za IEEE 802.11a/b/g/n/ac standarde,
- istovremen rad na 2,4 i 5 GHz frekvencijskom području,
- zasebni radio za dedicirano skeniranje, koji se ne koristi za prijenos korisničkih podataka već isključivo za kontinuiranu WIDS/WIPS analizu te analizu i optimizaciju korištenja RF (engl. *Radio Frequency*) spektra,
- automatska RF optimizacija mreže,
- podrška za standard 2 x 2 MU-MIMO (engl. *Multi-user MIMO*) standard,
- MU-MIMO i OFDMA funkcionalnosti u odlaznom (engl. *uplink*) i dolaznom (engl. *downlink*) smjeru,
- podrška za 802.1x autentikacijske mehanizme i AES enkripciju,
- autentikacija korisnika na mrežu preko zaštitnog portala (*Captive portal*) korištenjem imeničkih sustava,
- podrška za implementaciju QoS mehanizama,
- ograničavanje propusnosti po pojedinom SSID-u te klijentu.

#### 4.4.2 Konfiguracijske značajke

U svakoj školi definirane su tri bežične mreže, odnosno tri SSID-a:

- **eSkole** – služi za povezivanje uređaja u odabranim učionicama na bežičnu mrežu, odnosno za povezivanje uređaja koje koristi više različitih osoba,
- **eduroam** – služi za povezivanje učenika, nastavnika i ostalog osoblja na bežičnu mrežu, odnosno za povezivanje uređaja koji u pravilu koristi samo jedna osoba,
- **guest** – služi za povezivanje vanjskih posjetitelja i partnera na bežičnu mrežu.

U nastavku su opisani konfiguracijski parametri svake od navedenih mreža.

Za pristup mreži **eSkole** koriste se sljedeći parametri:

- PSK (engl. *pre-shared key*) za autentikaciju korisnika i pristup na ograničenu bežičnu mrežu (*walled garden*, privremeni PSK koji stručnjak za tehničku podršku mreže može po želji zamijeniti je: eskole123#),
- WPA2 (engl. *Wi-Fi Protected Access*) enkripcija podataka na pristupnom sloju bežične mreže,
- *Captive portal* za autentikaciju korisnika prilikom pristupa internetu. Za autentikaciju se koristi AAI@EduHr sustav,
- nakon pristupa mreži **eSkole**, korisnici pripadaju u VLAN 10 i imaju IP adresu iz mreže 192.168.30.0/23.

Za pristup mreži **eduroam** koriste se sljedeći parametri:

- 802.1X enterprise RADIUS autentikacija uz WPA2 enkripciju podataka ,
- za pristup mreži *eduroam* koristi se protokol TTLS-PAP. Detaljnije upute se mogu naći na mrežnoj adresi [installer.eduroam.hr](http://installer.eduroam.hr),
- za autentikaciju se koristi AAI@EduHr sustav,
- korisnici nakon pristupa mreži *eduroam* pripadaju u VLAN 14 i imaju IP adresu iz mreže 192.168.44.0/22, osim ako se radi o nastavnicima koji tada pripadaju u VLAN 10 i imaju IP adresu iz mreže 192.168.30.0/23,
- ako se ne radi o nastavnicima, za navedenu se mrežu propusnost limitira na 50 % ukupne propusnosti linka.

Za pristup mreži **guest** koriste se sljedeći parametri:

- otvoren pristup mreži uz mogućnost *Captive portal* autentikacije za pristup na okosnicu CARNET mreže,
- za autentikaciju se koristi baza korisnika iz ponuđenog sustava za upravljanje i nadzor. Kako bi stručnjak za tehničku podršku gostu omogućio pristup internetu, mora njegovu e-mail adresu unijeti u sustav,
- nakon pristupa mreži *guest*, korisnici pripadaju u VLAN 13 i imaju IP adresu iz mreže 192.168.36.0/23,
- za navedenu mrežu se limitira propusnost na 50 % ukupne propusnosti linka prema internetu.

U nastavku su navedene upute za spajanje na svaku od navedenih mreža.

Upute za spajanje na **eSkole** bežičnu mrežu:

- **Settings / Connections / Wifi**,
- Odabratи bežičnu mrežу **eSkole**,
- U **Password** polje unijeti PSK – privremeni PSK koji stručnjak za tehničku podršku mreže može po želji zamijeniti je: **eskole123#**
- Prilikom pristupa na okosnicu CARNET mreže u pretraživaču se otvara **Captive portal** za autentikaciju i ovdje je potrebno unijeti svoje **AAI vjerodajnice** (korisničko ime u obliku „**ime.prezime@skole.hr**“ i **lozinku**).

Upute za spajanje na **eduroam** bežičnu mrežu:

- **Settings / Connections / Wifi**,
- Odabratи bežičnu mrežу **eduroam**,
- **EAP method** postaviti na **TTLS**,
- **PHASE 2 authentication** postaviti na **PAP**,
- U **CA certificate** polju nije potrebno mijenjati postavke,
- U **Identity** polje unijeti svoje AAI korisničko ime (u obliku „**ime.prezime@skole.hr**“),
- Polje **Anonymous identity ostaviti prazno**,
- U **Wireless password** polje unijeti svoju **lozinku za AAI**.

Upute za spajanje na bežičnu mrežu **guest**:

- **Settings / Connections / Wifi**,
- Odabratи bežičnu mrežу **guest**,
- Prilikom pristupa na okosnicu CARNET mreže u pretraživaču se otvara **Captive portal** za autentikaciju i ovdje je potrebno unijeti svoje **vjerodajnice (korisničko ime i lozinku)** koje je prethodno kreirao stručnjak za tehničku podršku.

## 5. Sustav za upravljanje i nadzor mreže

U ovom poglavlju su opisane osnovne sastavnice sustava i pregled glavnih upravljačkih funkcionalnosti u sustavu za upravljanje i nadzor mreže.

### 5.1 Osnovne sastavnice sustava

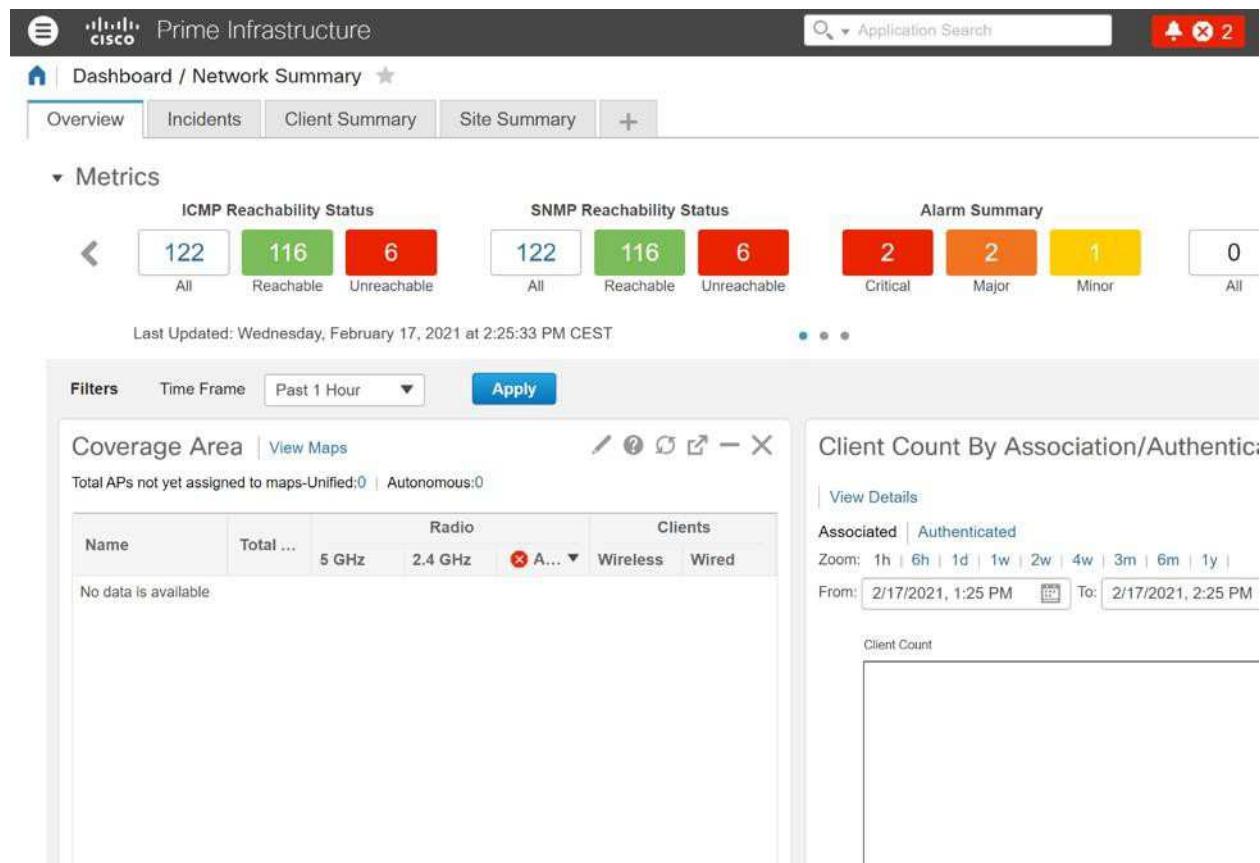
Upravljanje i nadzor mrežne infrastrukture ostvareno je implementacijom redundantnog, centraliziranog sustava koji omogućuje sljedeće:

- upravljanje, konfiguraciju i nadzor kompletne mrežne infrastrukture instalirane u lokalnoj mreži škole (mrežni usmjerivači, mrežni preklopnići i bežične pristupne točke),
- instalaciju svih mrežnih uređaja i spajanje na sustav za upravljanje i nadzor bez prethodnog spajanja na uređaj i promjene tvorničkih postavki uređaja (engl. *Zero-touch Deployment*),
- konfiguraciju svih podržanih funkcionalnosti mrežnih uređaja implementiranih u lokalnoj mreži škole,
- odvojenost kontrolne razine od podatkovne razine sustava što omogućuje da samo kontrolni promet komunicira direktno sa serverima u podatkovnom centru, dok se klijentski promet usmjerava direktno na CARNET mrežu, te ne prolazi kroz sustav za upravljanje i nadzor mreže,
- integraciju mrežnog rješenja s autentikacijskom imeničkom infrastrukturom, u svrhu autentikacije na sam sustav za upravljanje i nadzor, kao i u svrhu autentikacije prilikom klijentskog pristupa mreži,
- podjelu sustava za upravljanje i nadzor na više neovisnih lokacija, tako da svaka škola može biti neovisan logički segment unutar sustava za upravljanje i nadzor,
- pristup jednoj ili više lokacija imenovanim administratorima sustava za upravljanje i nadzor,
- dijagnostiku mreže u stvarnom vremenu, udaljeni nadzor mreže, te generiranje redovitih izvještaja o statusu mreže i ponašanju korisnika spojenih na mrežu,
- visoku dostupnost sustava za upravljanje i nadzor.

Osnovne programske sastavnice sustava za upravljanje i nadzor mreže su **Cisco Prime Infrastructure** i **Cisco Meraki Cloud**, čije su glavne funkcionalnosti objašnjene u nastavku.

**Cisco Prime Infrastructure** je rješenje proizvođača Cisco za upravljanje mrežnom infrastrukturom iz jednog grafičkog sučelja. Omogućuje centralizirano rješenje za konfiguraciju i nadzor mrežnih usmjerivača.

Rješenje je implementirano u visoko dostupnoj konfiguraciji (HA – engl. *High Availability*), pomoću virtualnih uređaja na primarnom i pričuvnom podatkovnom centru.



Slika 19: Nadzorna ploča Cisco Prime Infrastructure

**Cisco Meraki oblak** (engl. *cloud*) je rješenje zasnovano na upravljanju sustavom putem oblaka i ono je centralno mjesto za upravljanje i konfiguraciju LAN komponenti sustava, odnosno preklopnicima i bežičnim pristupnim točkama. Sustav je visoko dostupan, i implementiran na razini više podatkovnih centara fizički smještenih u Europi.

Mrežnim preklopnicima i bežičnim pristupnim točkama u školama upravlja se putem *Središnjeg sustava za upravljanje i nadzor e-Škole mreže* koji predstavlja centralno administratorsko sučelje. Sustavu se pristupa preko poveznice <https://mreza.e.skole.hr/>.

## Središnji sustav za upravljanje i nadzor e-Škole mreže



znanje povezuje

Pristup Središnjem sustavu za upravljanje i nadzor mreže imaju isključivo za to ovlaštene osobe.

Molimo da se prijavite svojim elektroničkim identitetom u sustavu AAI@EduHr ukoliko ste za to ovlašteni od strane škole.

Neovlašteni pristup je zabranjen.

Prijava

Za pomoć i podršku u radu molimo da se obratite na adresu helpdesk@king-ict.hr ili telefonski na broj 01 6690 899.

U slučaju problema s prijavom molimo da se javite elektroničkom poštom na adresu helpdesk@skole.hr ili telefonski na broj 01 6661 500.



Europska unija  
Zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI  
I INVESTICIJSKI FONDOVI



Operativni program  
KONKURENTNOST  
I KOHEZIJA



E UČINKOVITI  
S UDRŽAVI  
F POTEĆOJALI

Projekt je sufinancirala Europska unija iz europskih strukturnih i investicijskih fondova.

Slika 20: Središnji sustav za upravljanje i nadzor e-Škole mreže – prijava

Nakon prijave u sustav dolazi do preusmjeravanja na MSP portal gdje je prikazan popis lokacija koje su na raspolaganju za administraciju.

The screenshot shows the Cisco Meraki MSP Portal interface. On the left, there's a sidebar with the Cisco Meraki logo and a dropdown menu set to 'MSP Portal'. The main area is a map of Italy and surrounding regions, with a legend at the top right for 'Map' and 'Satellite' view. A search bar at the top says 'Search Dashboard'. Below the map, there's a section titled 'Networks' with a search bar and a dropdown showing '2 organizations'. A red box highlights a list under 'Organization' containing two entries: 'ID 1010, Biskupska klasična gimnazija Rudera Boskovica s pravom javnosti, Polj. R.Boskovica 6, Dubrovnik' and 'ID 9999, Testna škola CARNET, Josipa Marohnica 5, 10000 Zagreb'. A green circle with the number '14' is visible in the bottom right corner of the map area.

Slika 21: MSP portal za administraciju

## 5.2 Pregled glavnih upravljačkih funkcionalnosti

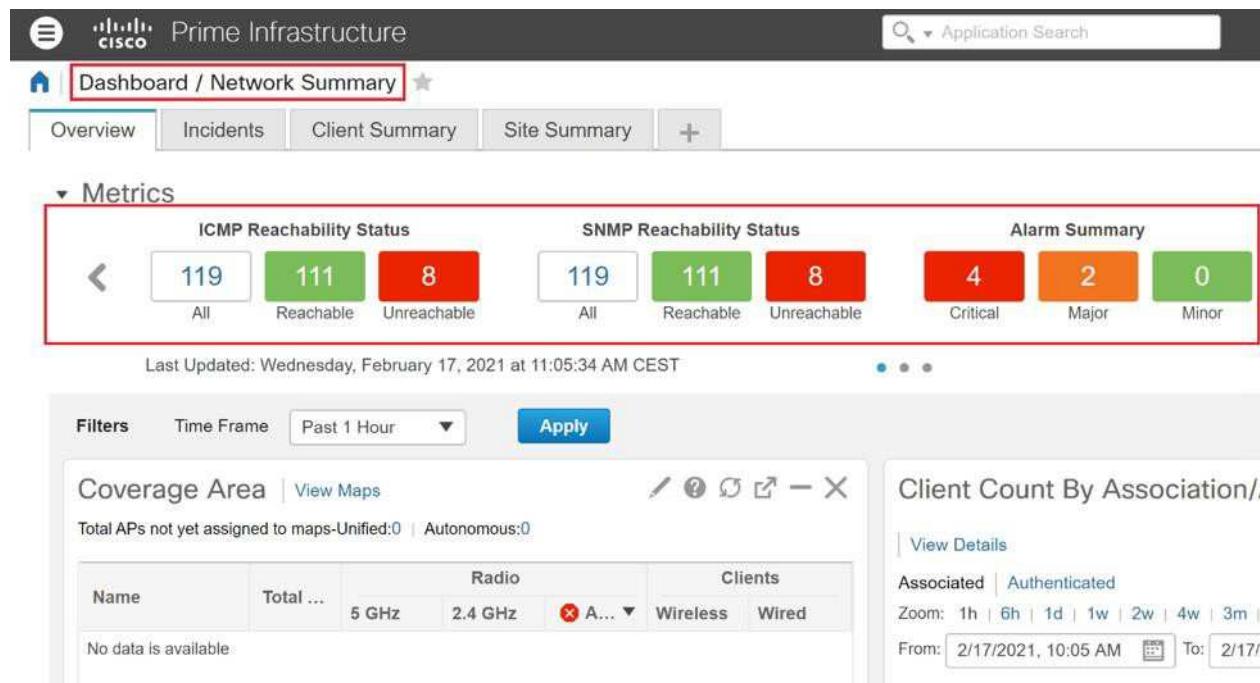
Cisco Prime sustavu za upravljanje i nadzor mrežne opreme pristupa se putem internetskog preglednika (poput Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge i dr.) preko poveznica [mreza-cp.e-skole.hr](http://mreza-cp.e-skole.hr) i [mreza-cp2.e-skole.hr](http://mreza-cp2.e-skole.hr), koristeći HTTPS protokol (engl. *Hypertext Transfer Protocol Secure*).

Prijava na sustav vrši se unosom vjerodajnica u formi korisničkog imena i lozinke prethodno definiranih od strane administratora sustava.



Slika 22: Cisco Prime– prijava u sustav

Nakon uspješne prijave prikazuje se *Network Summary* nadzorna ploča (engl. *Dashboard*) na kojoj je pod opcijom *Metrics* vizualno prikazan status mrežnih uređaja.



Slika 23: Cisco Prime– Network Summary nadzorna ploča

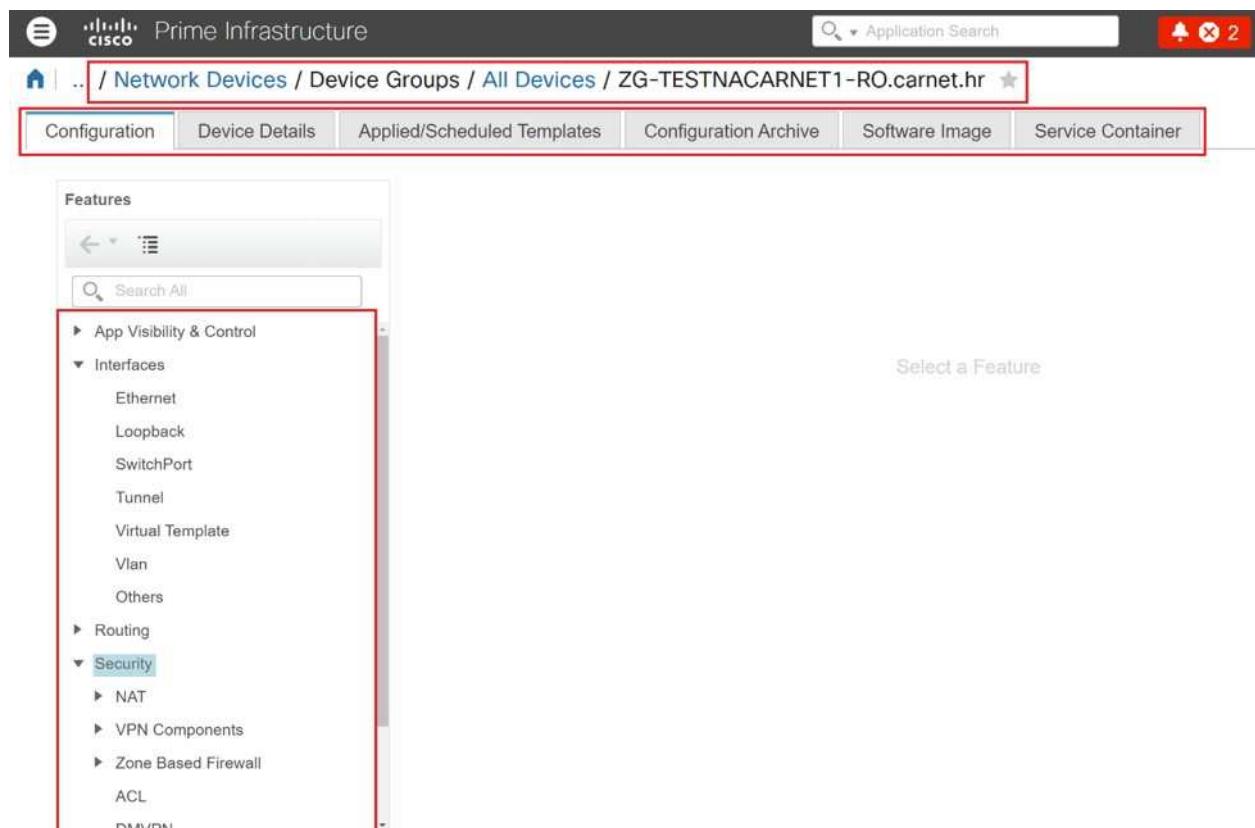
Konfiguracija i dodatne izmjene na pojedinim usmjerivačima vrše se kroz *Network Devices* nadzornu ploču, odabirom uređaja s popisa.

## Configuration / Network / Network Devices

The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure Configuration / Network / Network Devices page. On the left, there's a sidebar with "Device Groups" and filters for "All Devices", "Device Type" (Routers, Location, User Defined), and "Location". The main area is titled "All Devices" and shows a table of managed devices. The table has columns for Reach..., Admin Sta..., Device Name, IP Address, DNS Name, and Device. Each device row includes a checkbox, a green checkmark icon, and a detailed view icon (i). The table lists several Cisco 1 devices with IP addresses ranging from 82.132.66.171 to 82.132.24.179.

Slika 24: Cisco Prime – Network Devices nadzorna ploča

Odabirom usmjerivača otvara se nadzorna ploča na kojoj su prikazane sve konfiguracijske postavke koje se mogu mijenjati po potrebi (*Configuration*). Ovdje su također vidljivi i svi ostali podaci vezani za usmjerivač (*Device Details*) te arhiva prethodnih konfiguracija (*Configuration Archive*).



Slika 25: Cisco Prime– nadzorna ploča odabranog usmjerivača

Na Cisco Meraki centralni sustav za upravljanje i nadzor mrežne opreme pristupa se upotrebom internetskog preglednika (poput Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge i dr.) preko adrese <https://mreza.e.skole.hr>, koristeći HTTPS protokol (engl. *Hypertext Transfer Protocol Secure*).

Prijava na sustav vrši se unosom vjerodajnica u formi korisničkog imena i lozinke prethodno definiranih od strane administratora sustava.

## Središnji sustav za upravljanje i nadzor e-Škole mreže



Pristup Središnjem sustavu za upravljanje i nadzor mreže imaju isključivo za to ovlaštene osobe.  
Molimo da se prijavite svojim elektroničkim identitetom u sustavu AAI@EduHr ukoliko ste za to ovlašteni od strane škole.  
Neovlašteni pristup je zabranjen.

Prijava

Za pomoć i podršku u radu molimo da se obratite na adresu helpdesk@king-ict.hr ili telefonski na broj 01 6690 899.  
U slučaju problema s prijavom molimo da se javite elektroničkom poštom na adresu helpdesk@skole.hr ili telefonski na broj 01 6661 500.



Projekt je sufinancirala Europska unija iz europskih strukturnih i investicijskih fondova.

Slika 26: Središnji sustav za upravljanje i nadzor e-Škole mreže – prijava

Nakon uspješne prijave prikazuje se popis lokacija spojenih na sustav. Odabirom lokacije prikazuje se nadzorna ploča sa osnovnim informacijama o lokaciji i opcije koje odabiremo prilikom konfiguracije mrežnih uređaja (*Switch, Wireless*).



Slika 27: Cisco Meraki – nadzorna ploča lokacije

## 6. Administracija i održavanje implementirane mrežne infrastrukture

U ovom poglavlju su opisane najvažnije značajke i koraci koji se primjenjuju prilikom administracije i održavanja mrežnih uređaja.

### 6.1 Spajanje mrežnog uređaja

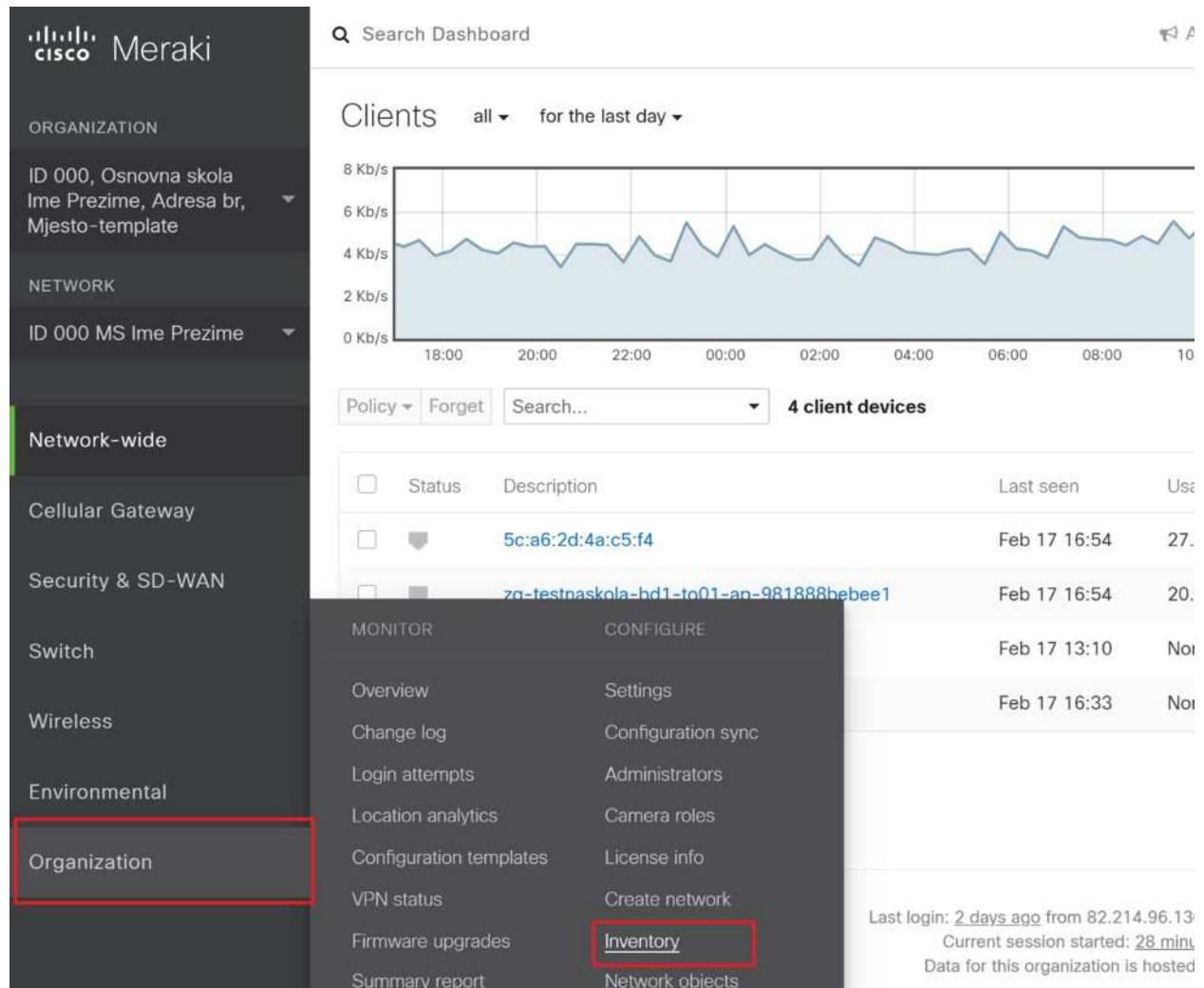
Cjelokupni sustav je zasnovan na konceptu upravljanja iz jednog sučelja za usmjerivače, te drugog sučelja za preklopne i bežičnu pristupnu točku. Za dodavanje novih uređaja u mrežu, sam uređaj na lokaciji spajanja nije potrebno konfigurirati, nego je dovoljno administratoru sustava javiti serijski broj uređaja, sučelje uređaja na koji se spaja te sučelje novog uređaja kojim će se spojiti, kako bi administrator na centralnom upravljačkom sustavu mogao definirati odgovarajuće konfiguracijske postavke (VLAN, STP i sl.).

Primjer definiranja preklopnika u BD ormaru opisan je u nastavku.

Preklopnik se povezuje na mrežu UTP kabelom preko sučelja na Cisco usmjerivaču. IP adresu za komunikaciju prema ostatku mreže preklopnik dobiva dinamički putem DHCP protokola s usmjerivača. Prvi korak je prijava u Cisco Meraki centralni sustav upravljanja, unosom korisničkog imena i lozinke, ranije definiranih od strane administratora sustava. Nakon prijave u sustav prikazane su sve lokacije nad kojima korisnik ima administratorske ovlasti.

Sljedeći korak je odabir lokacije u kojoj se želi definirati preklopnik. Nakon odabira lokacije na listi, u glavnom izborniku odabire se opcija *Organization*, te zatim u stupcu *CONFIGURE* opcija *Inventory*.

**Organization / CONFIGURE / Inventory**



Slika 28: Cisco Meraki – Inventory

Ovdje se unosi serijski broj preklopnika i zatim odabire mrežu (*Network*) u koji se želi dodati navedeni preklopnik.

The screenshot shows the Cisco Meraki Dashboard with the 'Inventory' page selected. On the left, a sidebar lists organizational and network devices. In the center, a search bar at the top has the placeholder 'Search Dashboard'. Below it, the 'Inventory' section displays a message: 'View used and unused devices in your organization. You can [claim](#) new devices to add the list below to your network.' A red box highlights the 'Claim' button next to the serial number 'Q2SX-FZ3G-P45C'.

Slika 29: Cisco Meraki preklopnik – unos serijskog broja

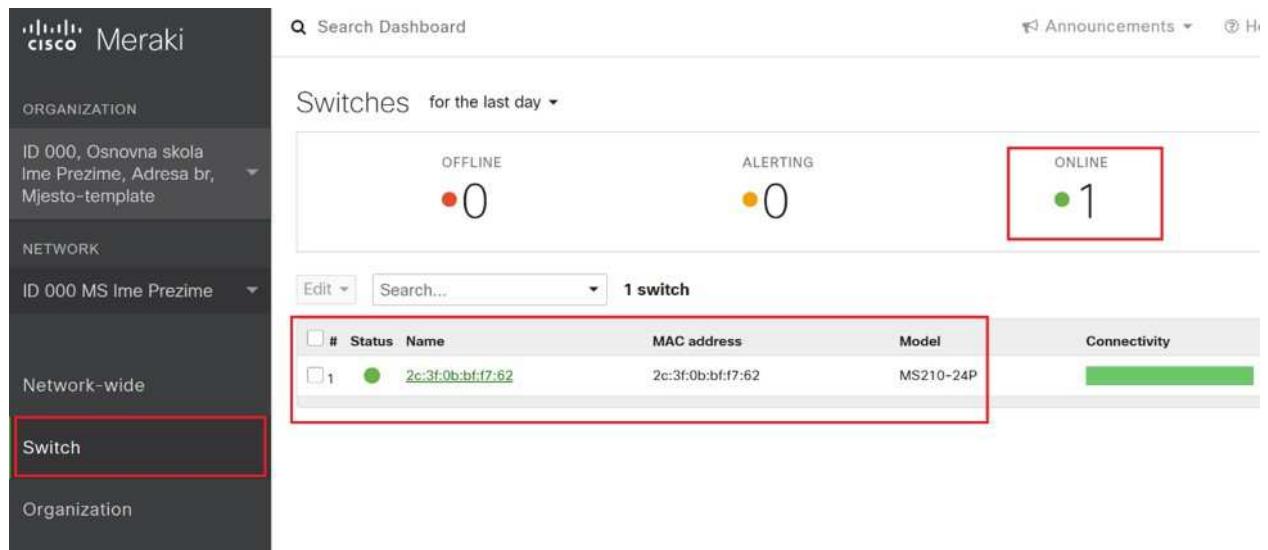
The screenshot shows the Cisco Meraki Dashboard with the 'Inventory' page selected. A red box highlights the 'Add to existing' button in a dropdown menu. The menu also includes options for 'Existing network' (selected) and 'New network'. To the right, a table shows device details:

Model	Claimed on
MS210-24P	2/17/2021 5:04 PM

Slika 30: Cisco Meraki preklopnik – odabir mreže (Network)

Nakon ovog koraka u glavnom izborniku odabire se opcija *Switch* i zatim opcija *Switches*, kako bi se obavila provjera je li dodavanje preklopnika uspješno završeno. Treba pričekati nekoliko minuta kako bi se preklopniku promijenio status u *Online*, čime postaje dostupan za daljnju konfiguraciju.

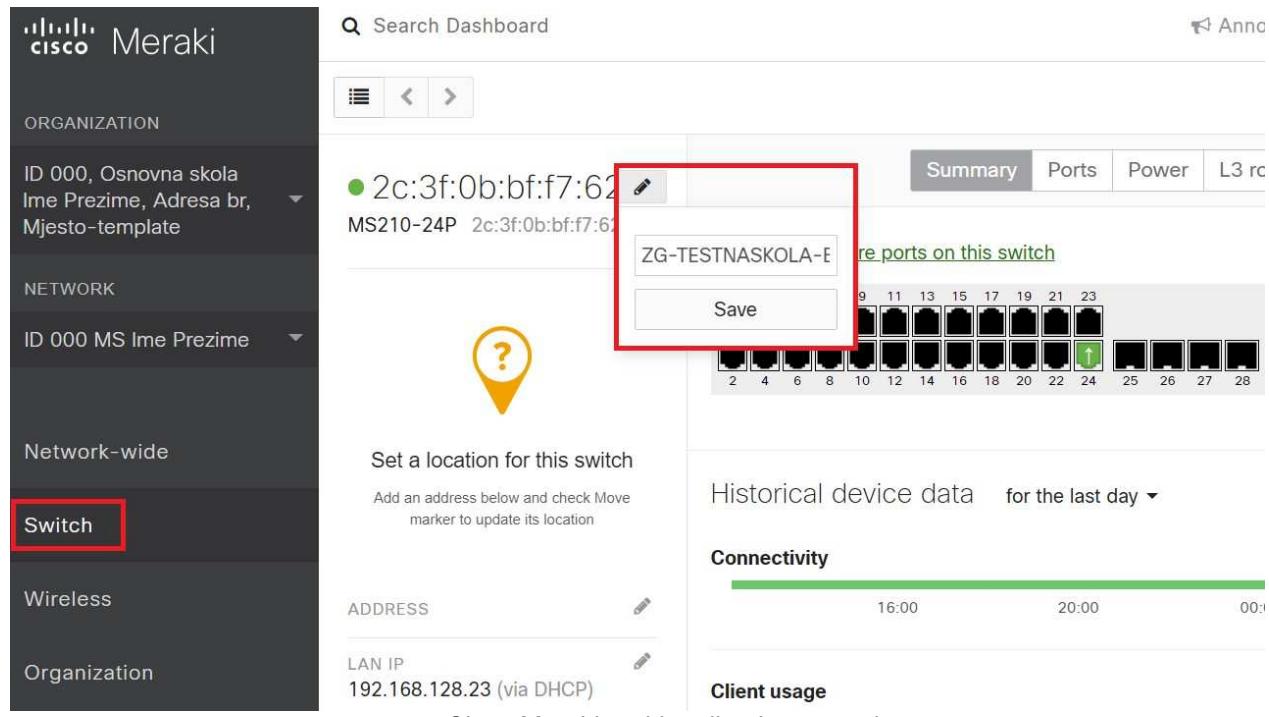
## **Switch / Switches**



Slika 31: Cisco Meraki preklopnik – Switches nadzorna ploča

Kad se status preklopnika promijenio u *Online*, nastavlja se s daljinjom konfiguracijom. Naziv preklopnika je sistemski zadani u obliku *MAC adrese* koja je jedinstvena za svaki uređaj. Odbire se preklopnik i postavlja se naziv prema unaprijed definiranoj nomenklaturi.

## **Switch / Switches / 2c:3f:0b:bf:f7:62**



Slika 32: Cisco Meraki preklopnik – imenovanje

Ponovnim odabirom opcije *Switches* vrši se povratak na nadzornu ploču gdje postaje vidljivo da je preklopnik uspješno dodan u Cisco Meraki centralni sustav za upravljanje i nadzor mrežne opreme.

## **Switch / Switches**

Switches		for the last day														
		OFFLINE	ALERTING	ONLINE												
● 0	● 0	● 1														
1 switch																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th><th>Status</th><th>Name</th><th>MAC address</th><th>Model</th><th>Connectivity</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>●</td><td>ZG-TESTNASKOLA-BD1-SW1</td><td>2c:3f:0b:bf:f7:62</td><td>MS210-24P</td><td><div style="width: 100%; background-color: #2e7131;"></div></td></tr> </tbody> </table>					#	Status	Name	MAC address	Model	Connectivity	1	●	ZG-TESTNASKOLA-BD1-SW1	2c:3f:0b:bf:f7:62	MS210-24P	<div style="width: 100%; background-color: #2e7131;"></div>
#	Status	Name	MAC address	Model	Connectivity											
1	●	ZG-TESTNASKOLA-BD1-SW1	2c:3f:0b:bf:f7:62	MS210-24P	<div style="width: 100%; background-color: #2e7131;"></div>											

Slika 33: Cisco Meraki – popis preklopnika

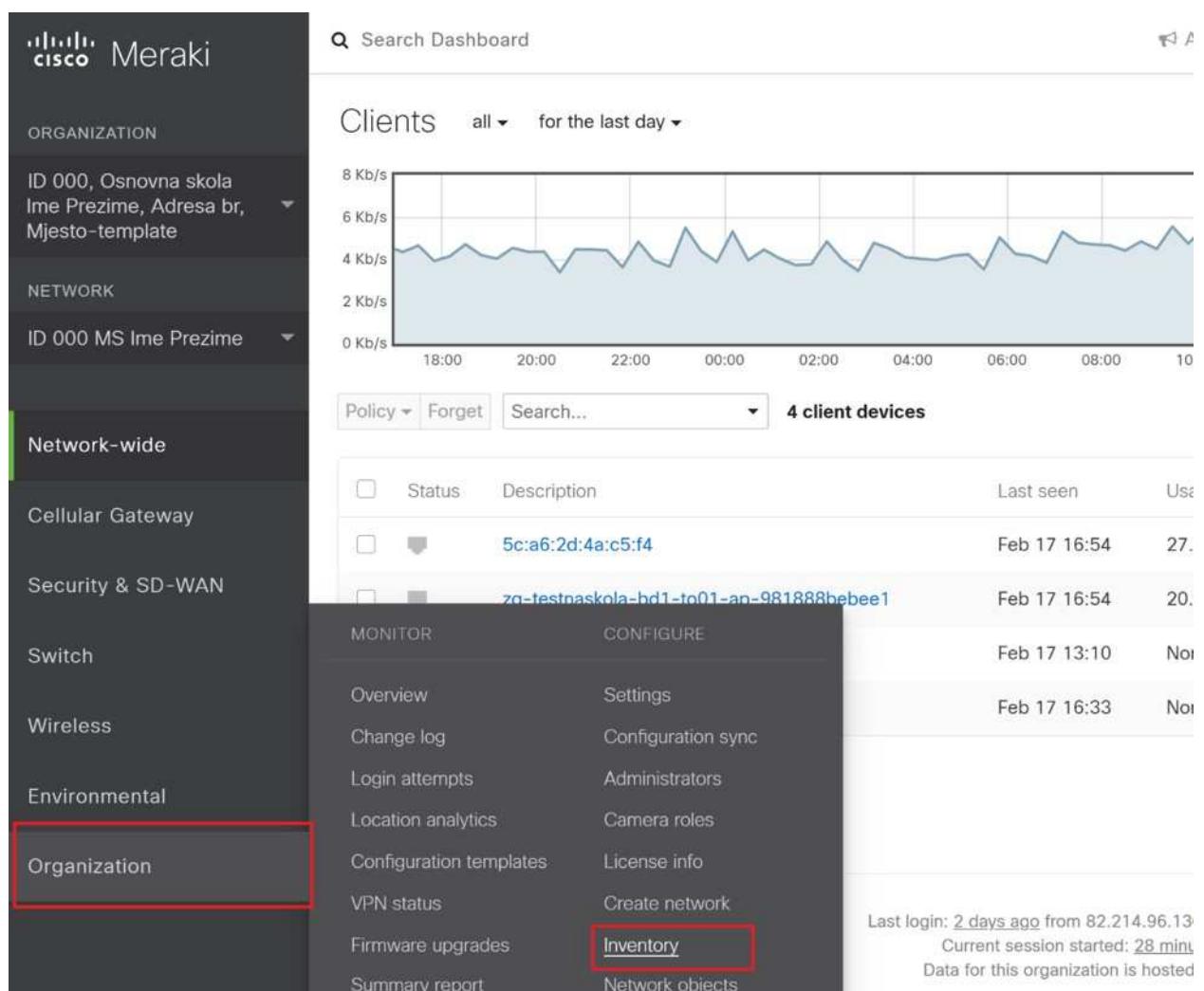
Primjer dodavanja bežične pristupne točke opisan je u nastavku.

Bežična pristupna točka (*AP*) spaja se na mrežu UTP kabelom preko sučelja na preklopniku koje je konfiguirano u *trunk* način rada. Isto sučelje služi i za napajanje bežične pristupne točke. IP adresu za komunikaciju prema ostatku mreže bežična pristupna točka dobiva dinamički putem DHCP protokola s usmjerivača.

Prvi korak kod konfiguracije bežične pristupne točke je prijava u Cisco Meraki centralni sustav upravljanja, unosom korisničkog imena i lozinke, ranije definiranih od strane administratora sustava.

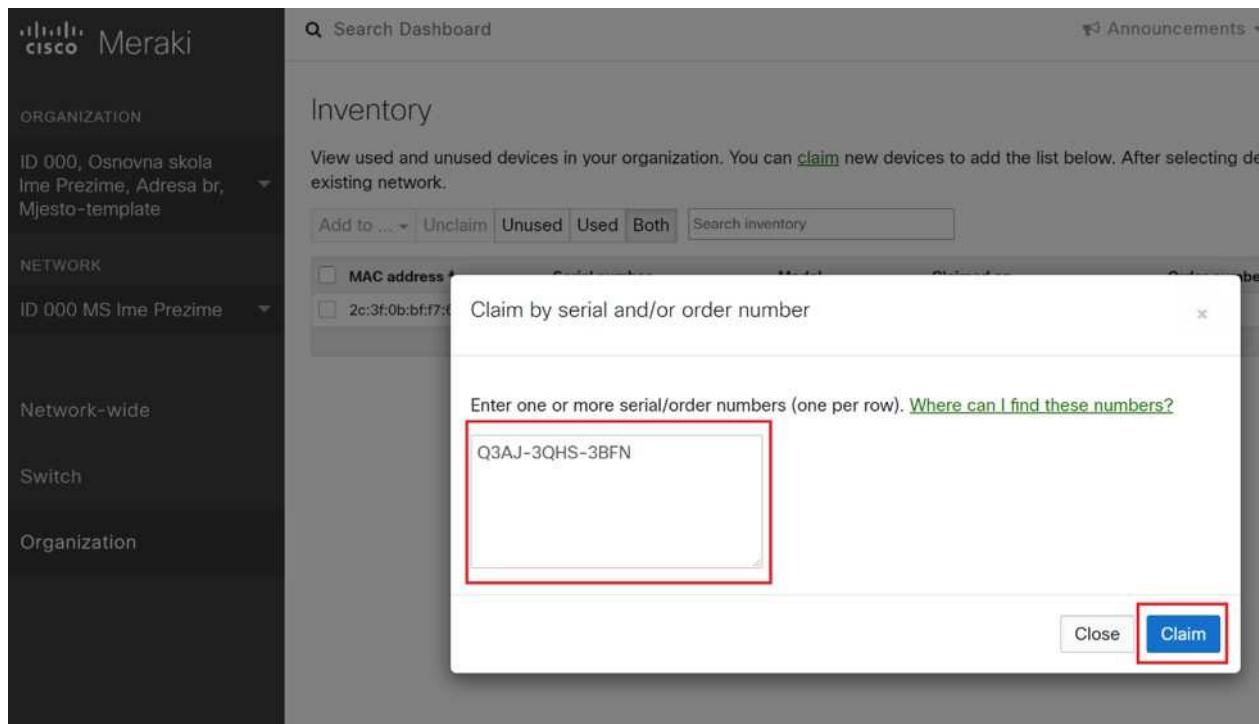
Sljedeći korak je odabir lokacije u koju se želi dodati bežična pristupna točka. Odabirom lokacije na listi, u glavnom izborniku odabire se opcija *Organization*, te zatim u stupcu *CONFIGURE* opcija *Inventory*:

### ***Organization / Inventory***



Slika 34: Cisco Meraki AP – Inventory

Ovdje se unosi serijski broj bežične pristupne točke i odabire mreža (*Network*) u koju se želi dodati bežična pristupna točka.



Slika 35: Cisco Meraki AP – unos serijskog broja

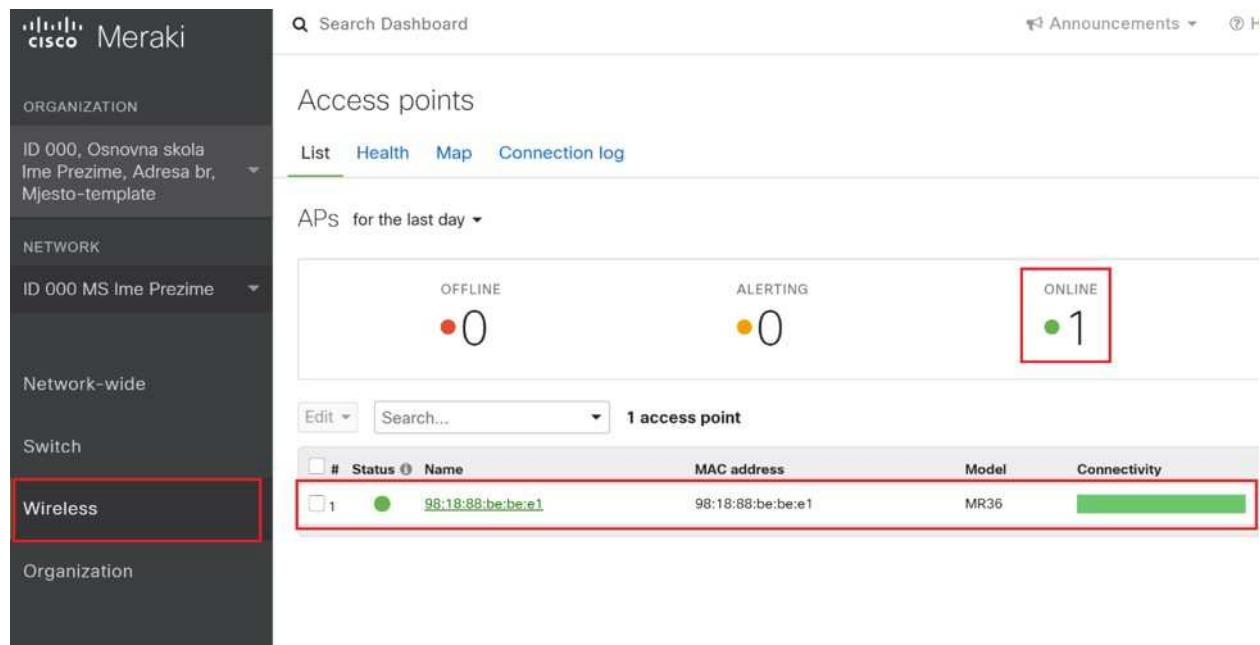
The screenshot shows the Cisco Meraki Dashboard with the 'Inventory' section selected. On the left sidebar, under 'ORGANIZATION', the details 'ID 000, Osnovna skola' and 'Ime Prezime, Adresa br, Mjesto-template' are visible. Under 'NETWORK', 'ID 000 MS Ime Prezime' is listed. The main content area displays the 'Inventory' table with two rows:

Model	Claimed on
MS210-24P	2/17/2021 5:
MR36	2/17/2021 5:

Slika 36: Cisco Meraki AP – odabir mreže (Network)

U glavnom izborniku se odabire opcija *Wireless* i zatim opcija *Access Points*, kako bi se izvršila provjera je li dodavanje bežične pristupne točke uspješno završeno. Treba pričekati nekoliko minuta kako bi se uređaju promijenio status u *Online*, čime postaje dostupan za daljnju konfiguraciju.

### **Wireless / Access points**



The screenshot shows the Cisco Meraki dashboard interface. On the left, a sidebar menu includes 'ORGANIZATION' (selected), 'ID 000, Osnovna škola Ime Prezime, Adresa br, Mjesto-template', 'NETWORK' (selected), 'ID 000 MS Ime Prezime', 'Network-wide', 'Switch', and 'Wireless' (highlighted with a red box). The main content area is titled 'Access points' with tabs 'List' (selected), 'Health', 'Map', and 'Connection log'. Below this, it says 'APs for the last day'. It displays three status categories: 'OFFLINE' (0), 'ALERTING' (0), and 'ONLINE' (1, highlighted with a red box). A search bar shows '1 access point'. A table lists one access point: # 1, Status ONLINE (green dot), Name 98:18:88:be:be:e1, MAC address 98:18:88:be:be:e1, Model MR36, Connectivity (green bar).

Slika 37: Cisco Meraki AP – nadzorna ploča Access points

Nakon što se status bežične pristupne točke promijenio u *Online* nastavlja se s dalnjom konfiguracijom. Naziv bežične pristupne točke je sistemski zadan u obliku *MAC adresе* koja je jedinstvena za svaki uređaj. Odabire se bežična pristupna točka i postavlja se naziv prema unaprijed definiranoj nomenklaturi.

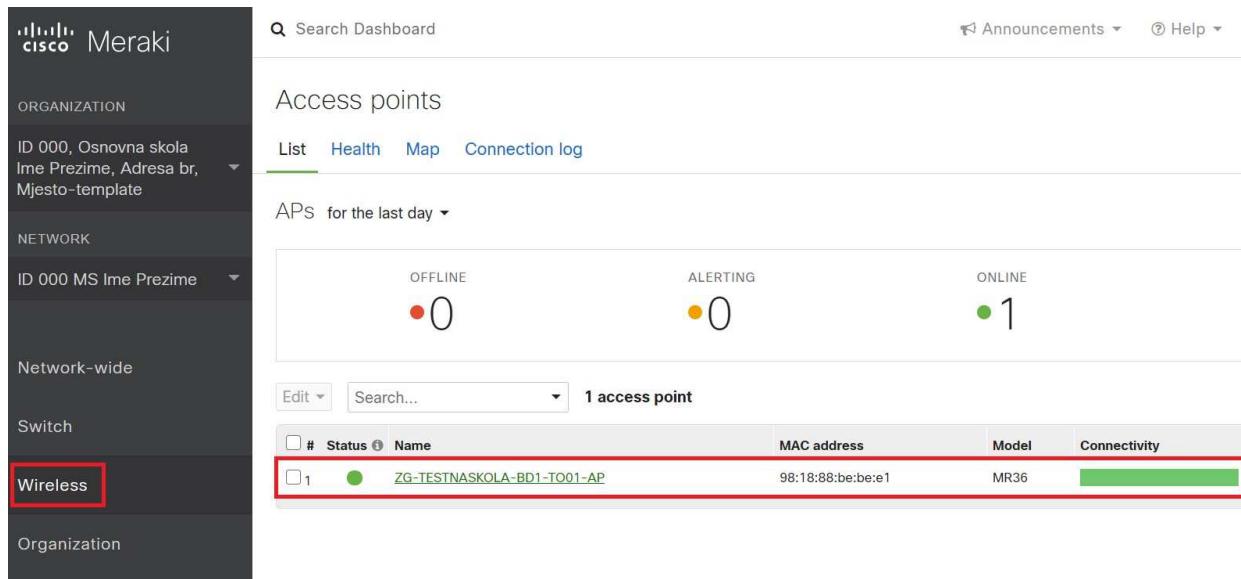
### Wireless / Access points / 98:18:88:be:be:e1

The screenshot shows the Cisco Meraki dashboard interface. On the left, a sidebar menu includes 'ORGANIZATION' (selected), 'NETWORK' (selected), 'Network-wide', 'Switch', and 'Wireless' (highlighted with a red box). The main content area displays a map of a location with several network nodes represented by icons. A specific access point is highlighted with a green dot and labeled '98:18:88:be:be:e1'. To the right of the map, a card shows the MAC address 'MR36 98:18:88:be:be:e1' and a text input field containing 'ZG-TESTNASKOLA-E'. A 'Save' button is visible below the input field. A red box highlights this card. Below the map, there is a graph showing bandwidth usage over time (12:09:25 to 12:09:35) and a table titled 'Current clients' with one entry. The table columns are 'Description', 'IP address', 'VLAN', and 'MAC address'.

Slika 38: Cisco Meraki AP – Imenovanje

Ponovnim odabirom opcije *Access Points* vrši se povratak na nadzornu ploču gdje postaje vidljivo da je bežična pristupna točka uspješno dodana u Cisco Meraki centralni sustav za upravljanje i nadzor mrežne opreme.

## Wireless / Access points



The screenshot shows the Cisco Meraki Wireless / Access points dashboard. On the left, a sidebar menu includes Organization, Network, and Wireless sections. The Wireless section is highlighted with a red box. The main content area displays a summary of access points: 0 OFFLINE, 0 ALERTING, and 1 ONLINE. Below this, a table lists one access point: ZG-TESTNASKOLA-BD1-TO01-AP, which is online (green status), has MAC address 98:18:88:be:be:e1, and is a MR36 model. The entire table row is also highlighted with a red box.

#	Status	Name	MAC address	Model	Connectivity
1	●	ZG-TESTNASKOLA-BD1-TO01-AP	98:18:88:be:be:e1	MR36	●

Slika 39: Cisco Meraki AP – lista bežičnih pristupnih točaka

## 6.2 Vraćanje konfiguracija na tvorničke postavke

U ovom poglavlju su opisani postupci vraćanja konfiguracije na tvorničke postavke za bežične pristupne točke, preklopnike i usmjerivače.

### 6.2.1 Vraćanje bežične pristupne točke na tvorničke postavke

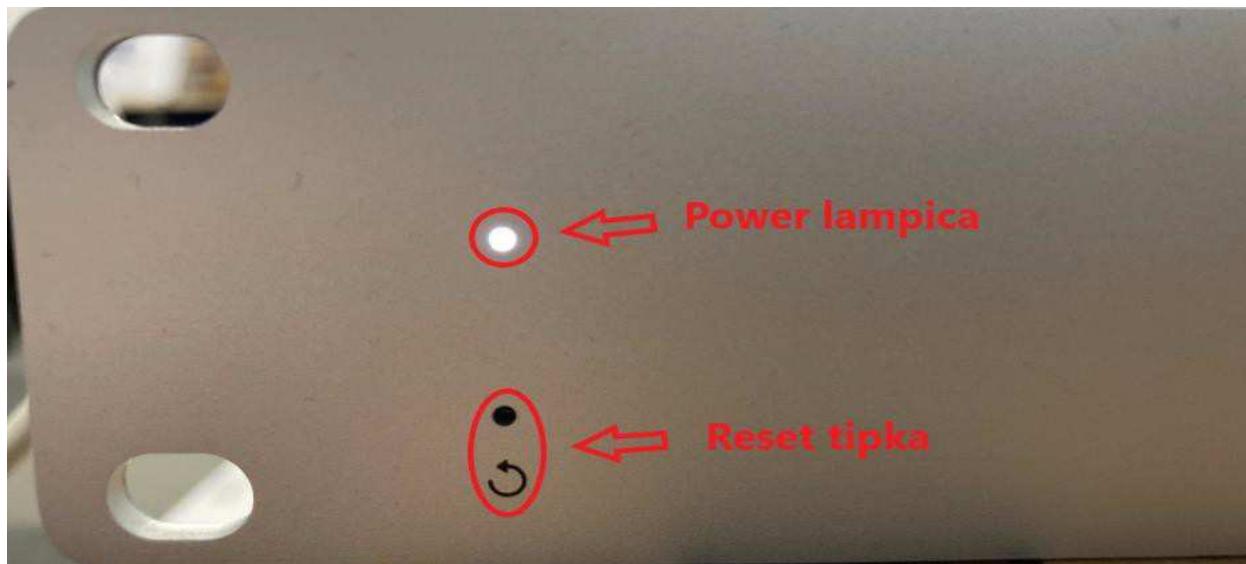
Bežična pristupna točka ima tipku za vraćanje na tvorničke postavke (*reset*). Na uključenom AP-u, pritisne se tipka tankim predmetom i drži 10 do 15 sekundi. Nakon navedenog postupka, slijedi ponovno pokretanje AP-a i treba pričekati 5 do 10 minuta kako bi bio spremjan za novo konfiguriranje.



Slika 40: Cisco Meraki AP – tipka za reset

### 6.2.2 Vraćanje preklopnika na tvorničke postavke

Vraćanje preklopnika na tvorničke postavke obavlja se pomoću *reset* tipke. Na uključenom preklopniku, pritisne se tipka tankim predmetom i drži 10 do 15 sekundi dok se ne ugasi *power* lampica koja indicira uključenost uređaja. Nakon navedenog postupka, slijedi ponovno pokretanje preklopnika i treba pričekati 5 do 10 minuta kako bi bio spremjan za novo konfiguriranje.



Slika 41: Preklopnik Cisco Meraki – reset tipka i power lampica

### 6.2.3 Vraćanje usmjerivača na tvorničke postavke

Vraćanje usmjerivača na tvorničke postavke može se obaviti na dva načina: pritiskom na tipku *reset* na prednjem dijelu uređaja ili kroz konfiguracijsko sučelje (CLI).

Ako se vraćanje na tvorničke postavke radi pritiskom na tipku *reset*, na priključenom usmjerivaču se pritisne tipka *reset* tankim predmetom i drži 10 sekundi. Nakon navedenog postupka, slijedi ponovno pokretanje usmjerivača i treba pričekati 5 do 10 minuta kako bi se ponovno uključio i bio spreman za novo konfiguiriranje.



Slika 42: Usmjerivač Cisco – tipka reset

Ako se vraćanje na tvorničke postavke radi kroz konfiguracijsko sučelje (CLI), potrebno je spojiti se na navedeno sučelje koristeći SSH protokol ili konzolni port uz pomoć sljedeće naredbe:

```
router> enable
router# write erase
Erasing the nvram filesystem will remove all configuration files!
Continue? [confirm] <Press Enter key>
router# reload
Proceed with reload? [confirm] <Press Enter key>
-OR-
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes|no]
no <Press Enter key>
-OR-
Do you want to save the configuration of the AP? [yes|no] no <Press
Enter key>
```

## 6.3 Nadzor nad mrežnom opremom

Nadzor usmjerivača obavlja se putem nadzorne ploče *Monitor* koja je sastavni dio Cisco Prime sustava. Za provjeru stanja u kojem se nalazi pojedini usmjerivač, pristupa se nadzornoj ploči *Monitor*.

### ***Monitor / Managed Elements / Network Devices***

	Reach...	Admin Sta...	Device Name	IP Address	DNS Name
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-ACURACPINJAC-RO.carnet...	82.132.66.171	82.132.66.1...
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-GIMNAZIJADU-RO.carnet.hr	82.132.64.195	82.132.64.1...
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-KLASICNAGIM-RO.carnet.hr	82.132.66.11	82.132.66.11
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-MARINAGET-RO.carnet.hr	82.132.81.195	82.132.81.1...
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-MEDICINSKA-RO.carnet.hr	82.132.64.3	82.132.64.3
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-OSSMOKVICA-RO.carnet.hr	82.132.64.163	82.132.64.1...
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-PSCARA-RO.carnet.hr	82.132.66.211	82.132.66.211
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	DU-VELALUKA-RO.carnet.hr	82.132.64.139	82.132.64.1...
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	GS-ASPKLANAC-RO.carnet.hr	82.132.53.139	82.132.53.1...
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	GS-KOSINJ-RO.carnet.hr	82.132.53.91	82.132.53.91
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	KA-COODIM-RO.carnet.hr	82.132.24.179	82.132.24.1...
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	KA-GLAZBAKAR-RO.carnet.hr	82.132.24.43	82.132.24.43
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	KA-PSVUKCER-RO.carnet.hr	82.132.24.83	82.132.24.83
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	KA-SKAKAVAC-RO.carnet.hr	31.147.208.147	31.147.208....
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">✓</span>	Managed	KA-SUMDRVO-RO.carnet.hr	82.132.24.51	82.132.24.51

Slika 43: Cisco Prime – Monitor nadzorna ploča

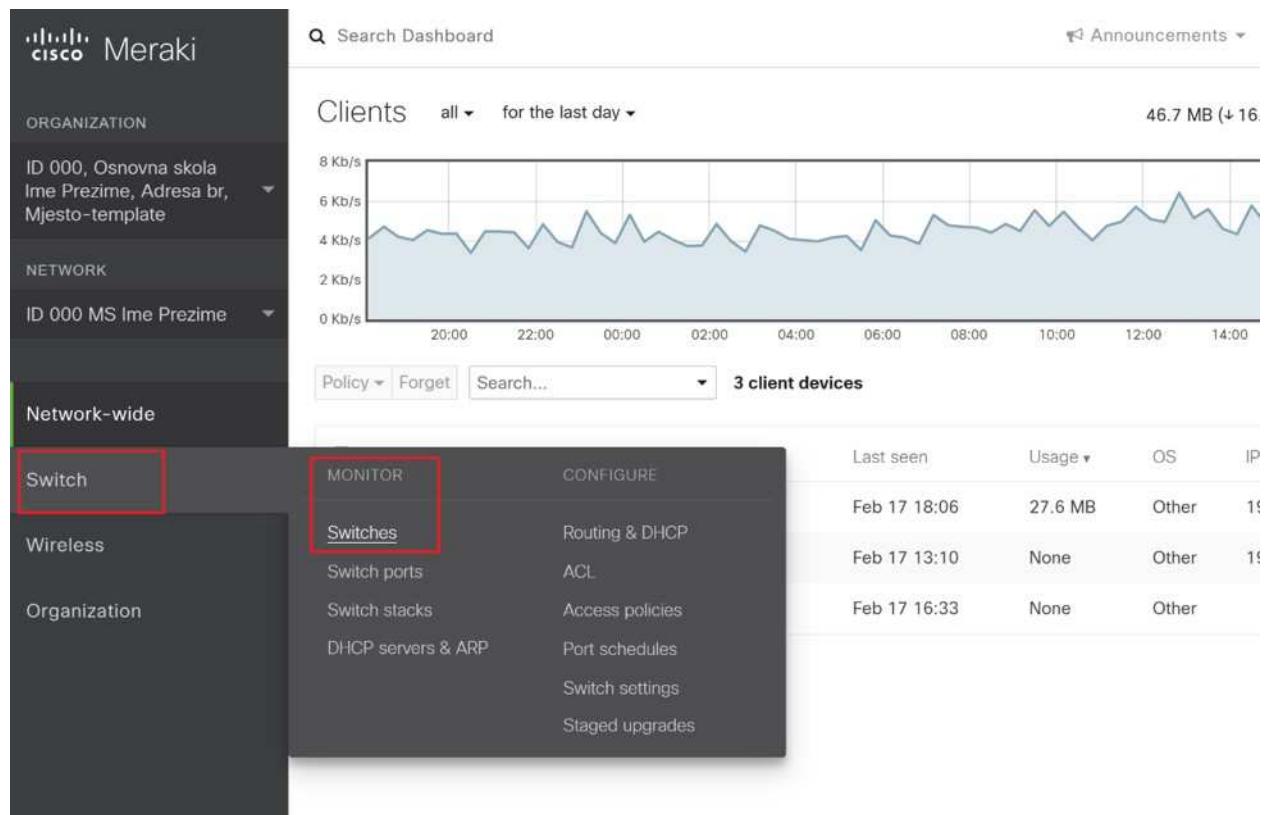
Prilikom odabira pojedinog usmjerivača, putem linka navedenog u stupcu *Device Name* pristupa se svim bitnim informacijama vezanima uz odabrani usmjerivač (serijski broj, zauzeće procesora i memorije, itd.).

The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure web interface. At the top, there's a navigation bar with the Cisco logo, the text "Prime Infrastructure", a search bar labeled "Application Search", and a notification icon showing "2". Below the navigation bar, the URL path is visible: "... / Network Devices / Device Groups / All Devices / ZG-TESTNASKOLA1-RO.carnet.hr". The main content area has tabs for "Device Details", "Configuration", "Applied/Scheduled Templates", "Configuration Archive", "Software Image", and "Service Container". The "Device Details" tab is selected. On the left, a sidebar titled "Features" lists various system components like Chassis, CDP Neighbors, Environment, and Interfaces. The "System" section is expanded, and "Summary" is selected. The main panel is titled "Summary" and contains two sections: "General" and "Unique Device Identifier (UDI)". The "General" section includes fields for IP Address/DNS Name (82.214.96.37), Device Name (ZG-TESTNASKOLA1-RO.carnet.hr), Device Type (Cisco 1100 Integrated Services Router), Up Time (8 days 8 hrs 58 mins 26 secs), Reachability Status (Reachable), Device Role (Unknown), Device Availability(Avg) (100.00 %), Location, Contact, Last ICMP Ping Latency (4 secs), Cisco Identity Capable (No), and Location Capable (No). The "UDI" section includes fields for Name (Chassis), Description (Cisco C1161-8P Chassis), Product ID (C1161-8P), Version ID (V01), Serial Number (FGL2416LSXU), and Vendor (Cisco Systems Inc). A link "To view More UDI Details. Click Here" is also present. At the bottom of the summary panel, there's a section titled "CPU Utilization".

Slika 44: Cisco Prime – detalji usmjerivača

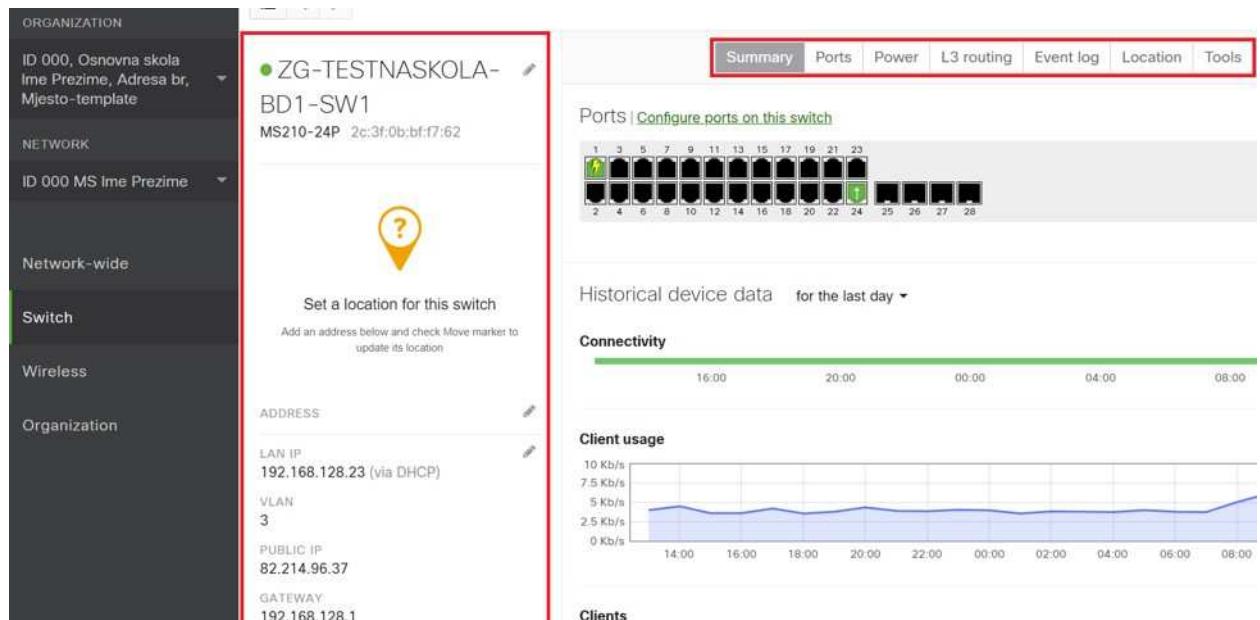
Nadzor preklopnika obavlja se putem Cisco Meraki centralnog sustava. Za provjeru stanja u kojem se nalazi pojedini preklopnik, potrebno je pristupiti nadzornoj ploči *Monitor*.

### **Switch / MONITOR / Switches**



Slika 45: Cisco Meraki – nadzorna ploča Switch Monitor

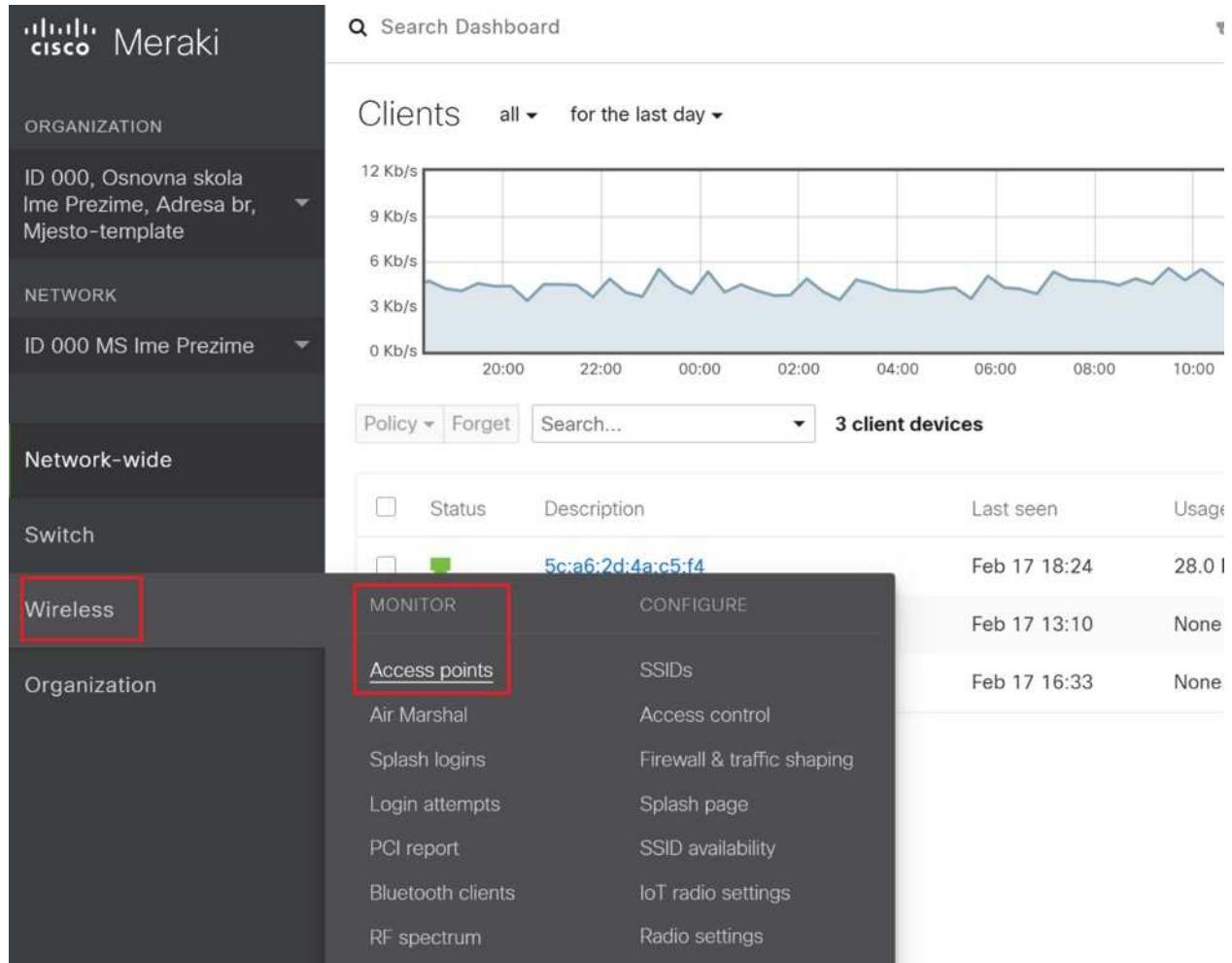
Odabirom pojedinog preklopnika dolazi se do informacija o aktivnim sučeljima, spojenim klijentima, logovima, itd.



Slika 46: Cisco Meraki – detalji preklopnika

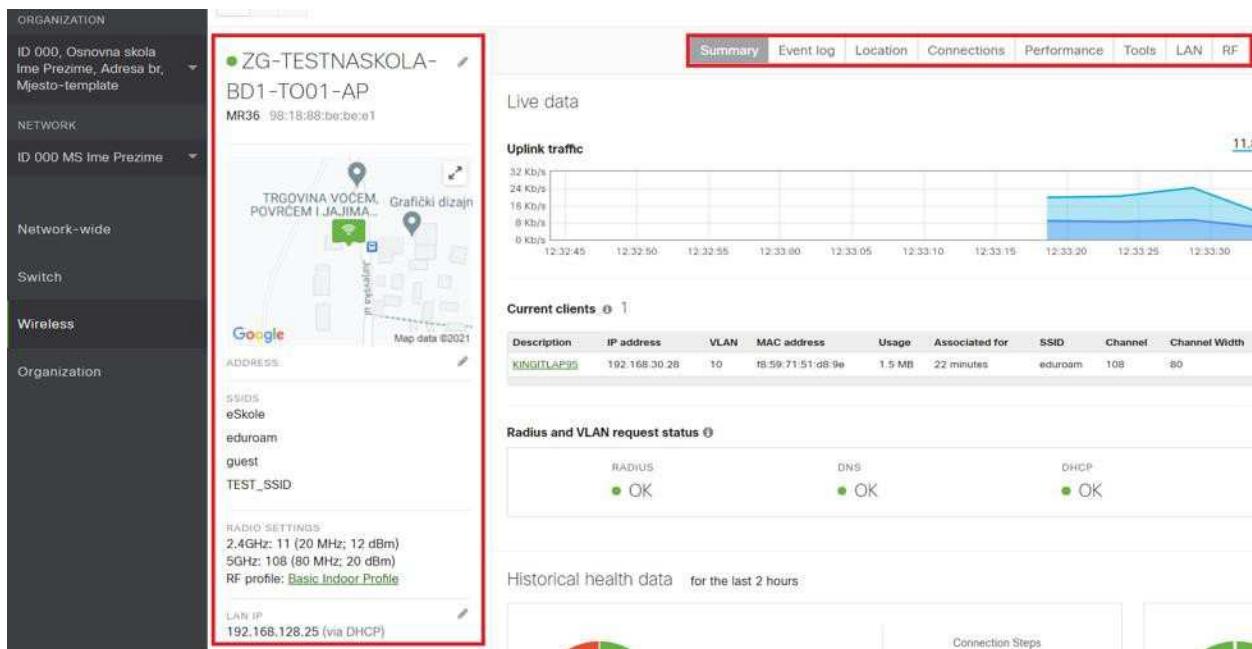
Nadzor bežične pristupne točke (AP) obavlja se putem nadzorne ploče kroz *Monitor* na Cisco Meraki centralnom sustavu.

### **Wireless / MONITOR / Access points**



Slika 47: Cisco Meraki – nadzorna ploča AP Monitor

Odabirom pojedine bežične pristupne točke, dolazi se do podataka o statusu, trenutačnom mrežnom prometu, logovima, itd.

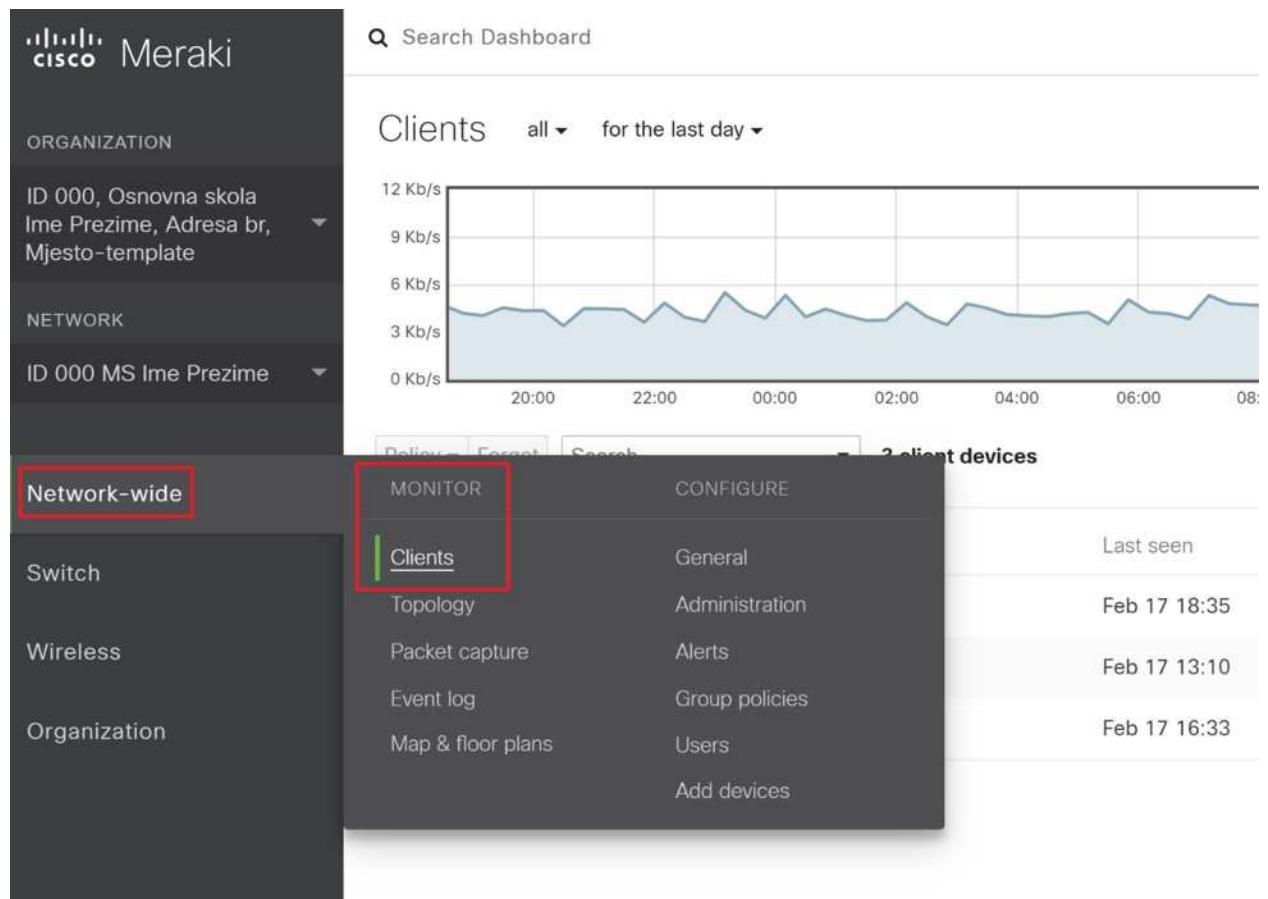


Slika 48: Cisco Meraki – AP detalji

## 6.4 Nadzor nad klijentima na mreži

Nadzor klijentata obavlja se putem Cisco Meraki centralnog sustava. Odabirom nadzorne ploče *Clients* prikazuju se svi detalji o klijentima spojenima na mrežnu opremu.

### **Network-wide / MONITOR / Clients**



Slika 49: Cisco Meraki – Clients nadzorna ploča

Na nadzornoj ploči je moguće po ikonama prepoznati radi li se o klijentu koji je na mrežu povezan mrežnim kabelom ili je u pitanju klijent koji je spojen preko bežične mreže.



Slika 50: Cisco Meraki – popis klijenata

Osim podataka o klijentima, na istoj nadzornoj ploči odabirom opcije *Application* prikazuje se popis najčešće korištenih aplikacija prema količini generiranog mrežnog prometa.



Slika 51: Cisco Meraki – Applications

## 6.5 Konfiguracija osnovnih postavki na mrežnoj opremi

Sve promjene na sustavu i konfiguraciji rade se isključivo na Cisco Prime i Cisco Meraki sustavima, a ne lokalno na opremi, jer u suprotnom konfiguracija uređaja ne bi bila sinkronizirana s navedenim sustavima.

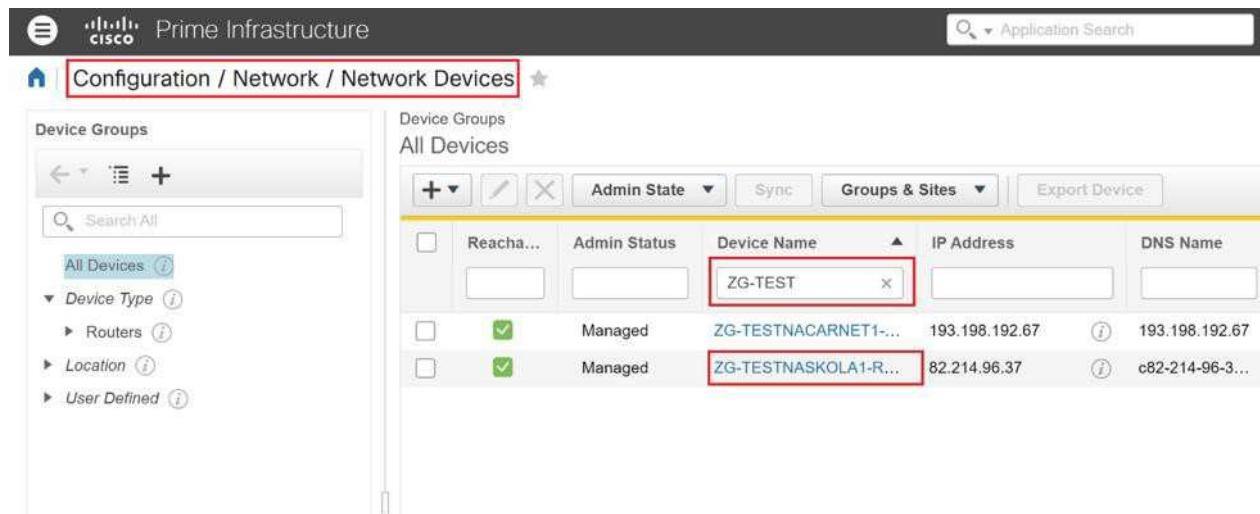
Na mrežne uređaje je postavljena inicijalna konfiguracija i odgovarajući broj SSID-a od strane CARNET-a kako bi se omogućilo optimalno korištenje mrežnih resursa. Ne preporuča se izmjena inicijalno postavljenih konfiguracija!

### 6.5.1 Primjer konfiguracije sučelja na usmjerivaču

Konfiguracija sučelja na usmjerivaču obavlja se kroz Cisco Prime centralni sustav za upravljanje i nadzor.

Prvi korak je prijava u Cisco Prime centralni sustav upravljanja, unosom korisničkog imena i lozinke, ranije definiranih od strane administratora sustava. U glavnom izborniku odabire se *Configuration* te pod *Network* opcija *Network Devices*. Na listi je potrebno odabrati usmjerivač na kojem se vrši konfiguracija. Kako bi se ubrzao pronađazak usmjerivača u polje za pretraživanje upisuju se ključne riječi iz naziva usmjerivača.

 / Configuration / Network / Network Devices



The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure interface. The top navigation bar includes the Cisco logo, 'Prime Infrastructure', and a search bar labeled 'Application Search'. Below the navigation is a breadcrumb trail: Home / Configuration / Network / Network Devices. On the left, there's a sidebar titled 'Device Groups' with options for 'Device Groups' and 'All Devices'. Under 'All Devices', it shows 'All Devices' (1), 'Device Type' (Routers), 'Location', and 'User Defined'. The main panel is titled 'Device Groups' and 'All Devices'. It features a table with columns: 'Reachability' (checkbox), 'Admin Status' (checkbox), 'Device Name' (highlighted with a red box), 'IP Address', and 'DNS Name'. Two rows are visible: one for 'ZG-TEST' (Managed, IP 193.198.192.67) and another for 'ZG-TESTNASKOLA1-R...' (Managed, IP 82.214.96.37). The 'Device Name' column for 'ZG-TEST' is also highlighted with a red box.

Slika 52: Cisco Prime – odabir usmjerivača

U glavnom se izborniku odabire opcija *Interfaces* i zatim *SwitchPort* te se odabire sučelje za konfiguraciju.

Interface	IP Address	Admin Status	Operational S...
GigabitEthernet0/1/0		UP	UP
<input checked="" type="checkbox"/> GigabitEthernet0/1/1		UP	DOWN
GigabitEthernet0/1/2		UP	DOWN
GigabitEthernet0/1/3		UP	DOWN
GigabitEthernet0/1/4		UP	DOWN
GigabitEthernet0/1/5		UP	DOWN
GigabitEthernet0/1/6		UP	DOWN
GigabitEthernet0/1/7		DOWN	DOWN

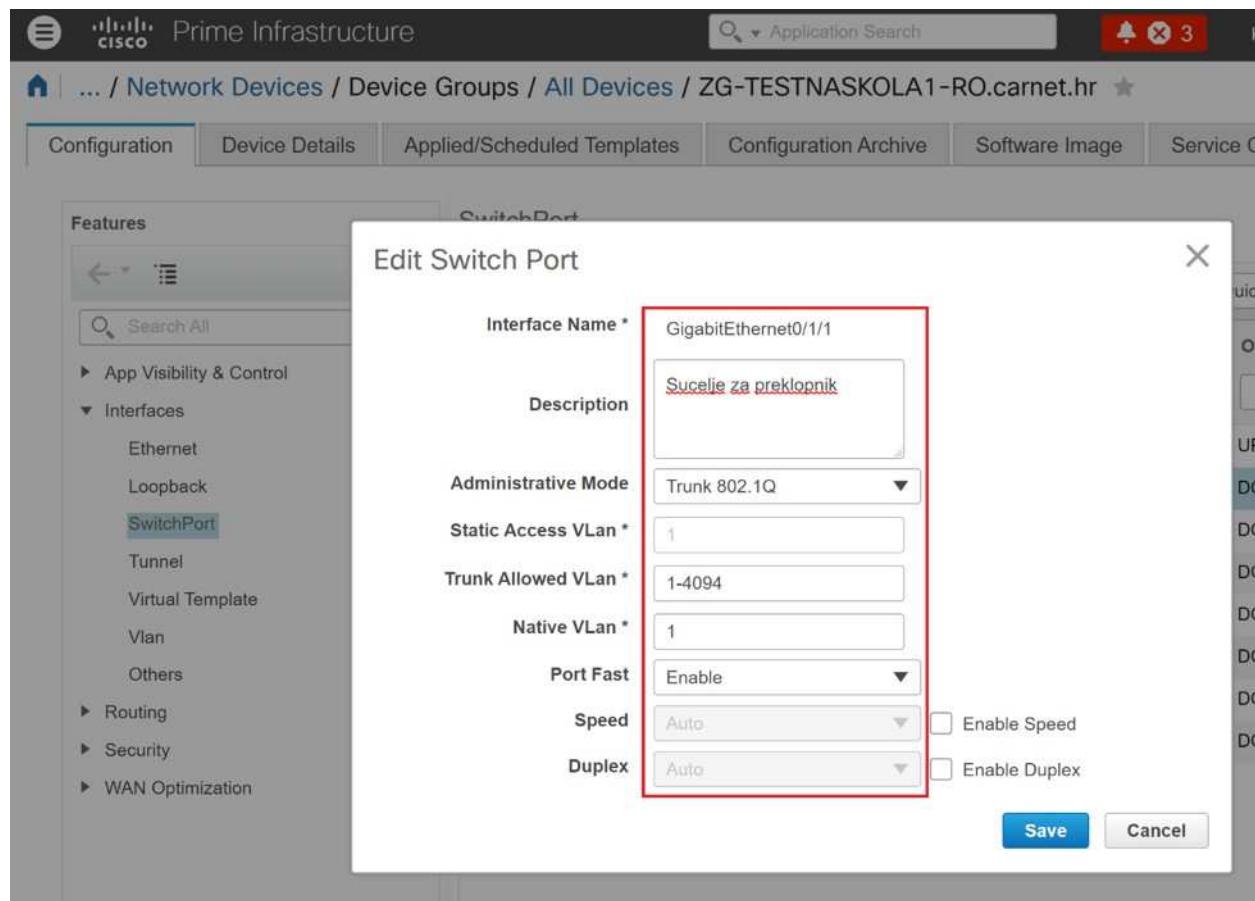
Slika 53: Cisco Prime – odabir sučelja

Pritiskom na *Edit* otvara se konfiguracijski prozor gdje se odabiru i unose parametri sučelja. Ako je namjena sučelja spajanje preklopnika ili bežične pristupne točke, pod *Administrative Mode* ostavlja se *Trunk 802.1 Q*, a za spajanje računala odabiri se *Static Access*. Preporučljivo je napisati i namjenu sučelja.

Ako je odabrana opcija *Trunk Trunk 802.1 Q*, po potrebi se mijenja *Native VLAN* i definira se koje VLAN-ove se želi propustiti.

Odabirom opcije *Static Access* preostaje samo definirati VLAN kojemu će sučelje pripadati.

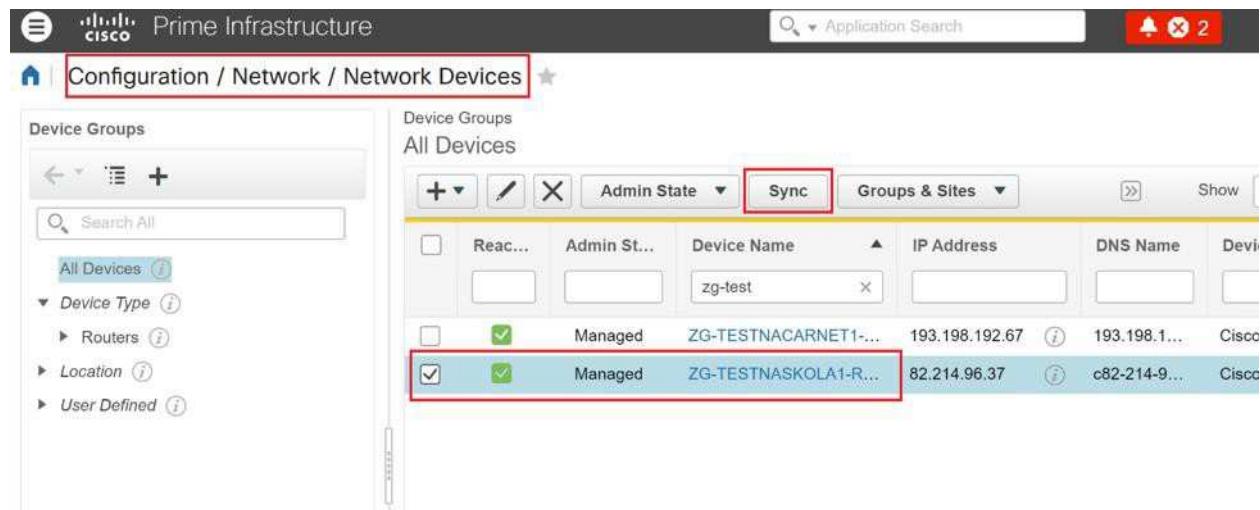
U ovom primjeru odabran je *Trunk 802.1 Q* i preostale opcije ostavljaju se na zadanim vrijednostima. Pritiskom na *Save* spremaju se promjene na usmjerivač.



Slika 54: Cisco Prime – konfiguracija sučelja

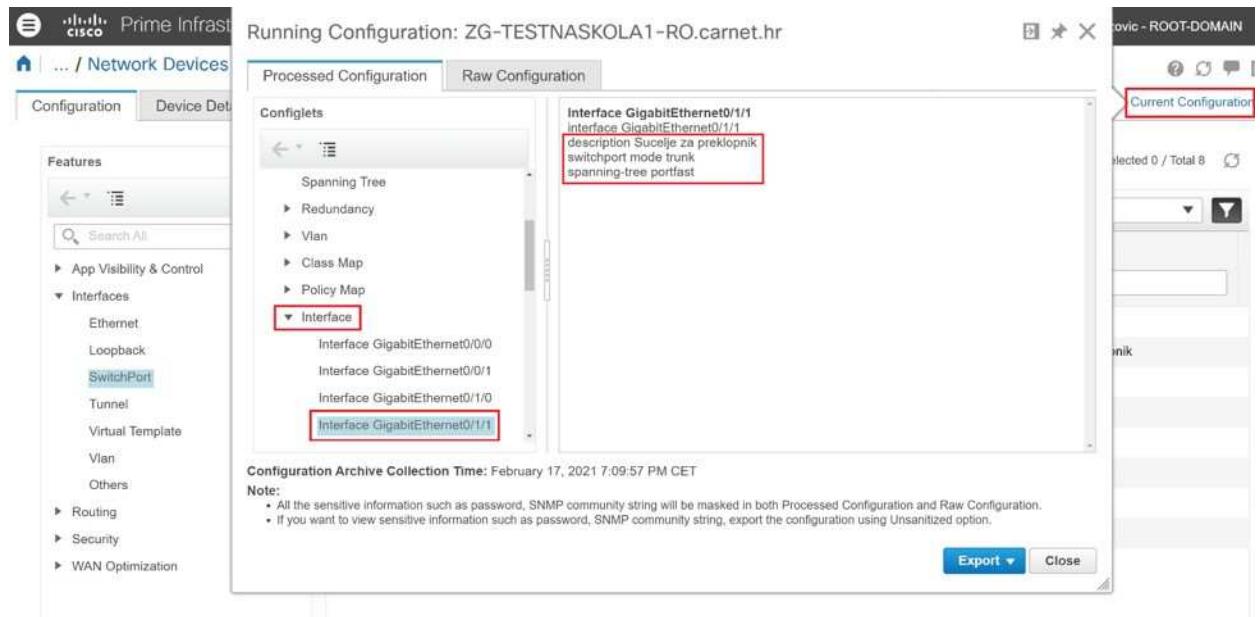
Kako bi se provjerilo da je promjena na sučelju izvršena, potrebno je u glavnom izborniku odabratи *Configuration* i zatim opciju *Network Devices*. Pretražuje se i odabire usmjerivač, te pritiskom na *Sync* pokreće se postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bila vidljiva trenutna konfiguracija usmjerivača.

 / **Configuration / Network / Network Devices**



Slika 55: Cisco Prime – sinkronizacija uređaja

Odabire se usmjerivač i u gorenjem desnom kutu odabire se opcija *Current Configuration*. Odabire se opcija *Interface* i sučelje kojem je promijenjena konfiguracija. Ovdje je vidljivo da je konfiguracija sučelja uspješno završena.



Slika 56: Cisco Prime – provjera konfiguracije

## 6.5.2 Primjer konfiguracije rute na usmjerivaču

Konfiguracija rute na usmjerivaču realizira se kroz Cisco Prime centralni sustav za upravljanje i nadzor. Prvi korak je prijava u Cisco Prime centralni sustav upravljanja, unosom korisničkog imena i lozinke, ranije definiranih od strane administratora sustava.

U glavnom izborniku odabire se *Configuration* te pod *Network* opcija *Network Devices*. Na listi se odabire usmjerivač na kojem će se definirati statička ruta. Kako bi se ubrzao pronađazak usmjerivača, u traku za pretraživanje upisuje se ključna riječ iz naziva usmjerivača.

### ☰ / Configuration / Network / Network Devices

The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure interface. The top navigation bar includes the Cisco logo, the title 'Prime Infrastructure', and a search bar labeled 'Application Search'. Below the navigation is a breadcrumb trail: '☰ / Configuration / Network / Network Devices'. On the left, there's a sidebar titled 'Device Groups' with sections for 'All Devices' (selected), 'Device Type' (Routers), 'Location', and 'User Defined'. The main right panel is titled 'All Devices' and contains a table with columns: 'Reachability' (checkbox), 'Admin Status' (checkbox), 'Device Name' (highlighted with a red box), 'IP Address', and 'DNS Name'. Two devices are listed: 'ZG-TEST' (Managed, IP 193.198.192.67) and 'ZG-TESTNASKOLA1-R...' (Managed, IP 82.214.96.37). The 'Device Name' column for 'ZG-TEST' is also highlighted with a red box.

Slika 57: Cisco Prime – odabir uređaja

U glavnom izborniku odabire se opcija *Routing* i zatim *Static*.

The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure interface. The top navigation bar includes the Cisco logo, 'Prime Infrastructure', an application search bar, and a notification icon with '2' alerts. Below the navigation is a breadcrumb path: Home / Network Devices / Device Groups / All Devices / ZG-TESTNASKOLA1-RO.carnet.hr. A red box highlights the device name in the breadcrumb. The main content area has tabs: Configuration, Device Details, Applied/Scheduled Templates, Configuration Archive, Software Image, and Service Container. The 'Configuration' tab is selected. On the left, a 'Features' sidebar lists categories like App Visibility & Control, Interfaces, Routing (with EIGRP, OSPF, RIP, and Static), Security, and WAN Optimization. The 'Static' option under Routing is highlighted with a red box. The right panel displays 'IPv4 Static Routes'. It shows a table with two entries:

	<input type="checkbox"/> *Destination Netw...	*Network Mask	Next Hop IP	Next Hop Interface
1	<input type="checkbox"/> 172.16.16.0	255.255.255.0		Vlan14
2	<input type="checkbox"/> 0.0.0.0	0.0.0.0	82.214.96.33	

Slika 58: Cisco Prime – popis ruta

Pritiskom na *Add*, na popisu definiranih statičkih ruta, prikazuje se opcija za konfiguraciju sljedeće rute. Unosi se mreža prema kojoj se želi usmjeriti promet. Definira se mrežna maska i pod *Next Hop* odabire se VLAN (npr. VLAN 14), te se nakon toga spremaju promjene.

The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure interface, similar to the previous one but with a different view. The top navigation bar and sidebar are identical. The main content area shows the 'Configuration' tab selected. The 'Features' sidebar is the same. The right panel shows the 'IPv4 Static Routes' configuration. A red box highlights the '+ Add' button. The table shows one row being edited:

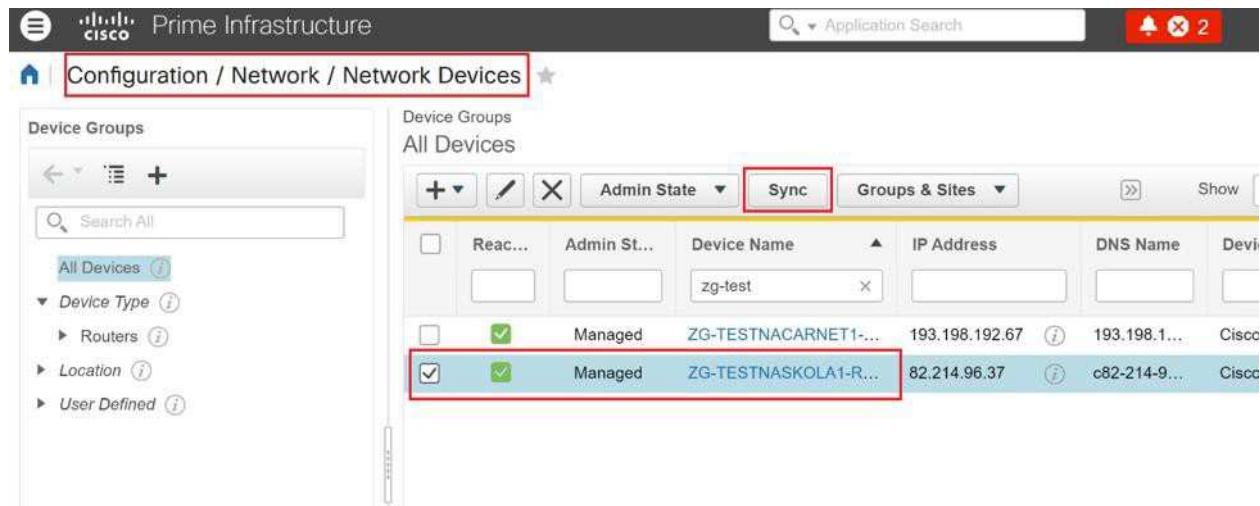
	<input type="checkbox"/> *Destination Netw...	*Network Mask	Next Hop IP	Next Hop Interface	Permanent...
1	<input type="checkbox"/> 0.0.0.0	0.0.0.0	82.214.96.33		false
2	<input checked="" type="checkbox"/> 172.16.16.0	255.255.255.0		Vlan14	false

A red box also highlights the 'Save | Cancel' button at the bottom of the table.

Slika 59: Cisco Prime – konfiguracija rute

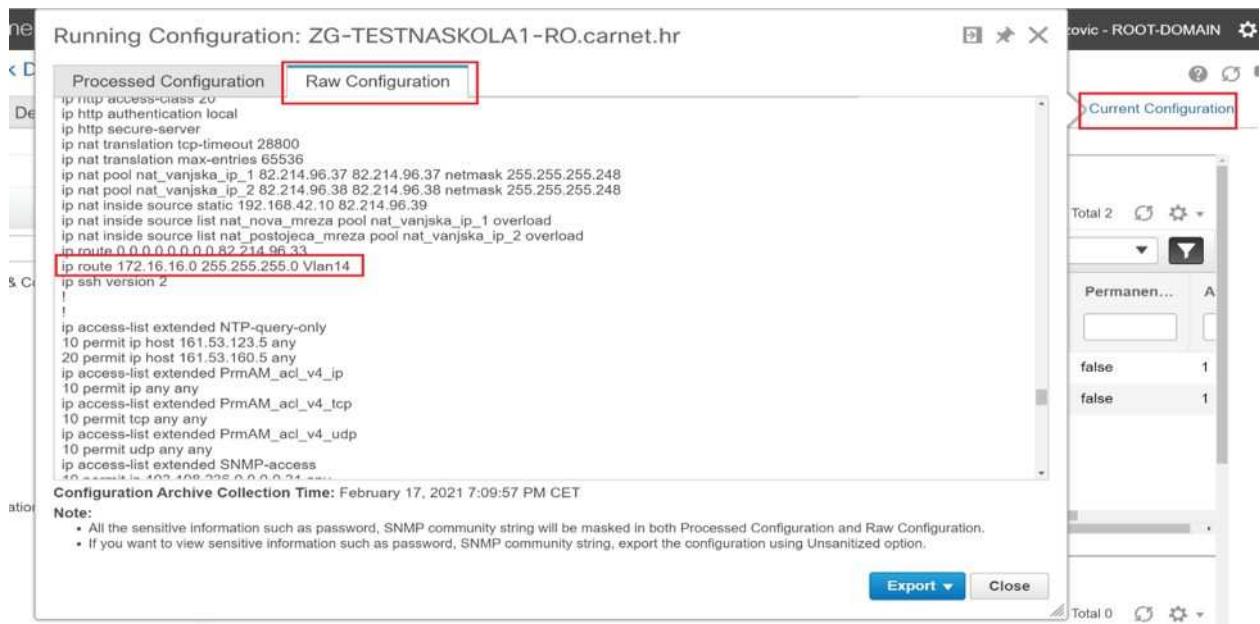
Za provjeru da je promjena na usmjerivaču izvršena, na glavnom izborniku odabire se *Configuration*, zatim pod *Network* opcija *Network Devices*. Pretražuje se i odabire usmjerivač, te pritiskom na *Sync* pokreće postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bila vidljiva trenutna konfiguracija usmjerivača.

### / Configuration / Network / Network Devices



Slika 60: Cisco Prime – sinkronizacija usmjerivača

Odabire se usmjerivač i u gornjem desnom kutu opcija *Current Configuration*. Pod *Raw Configuration* prolazi se po konfiguraciji dok se ne dođe do dijela konfiguracije gdje se nalaze statičke rute. Ovdje se može vidjeti da je dodavanje statičke rute uspješno završeno.



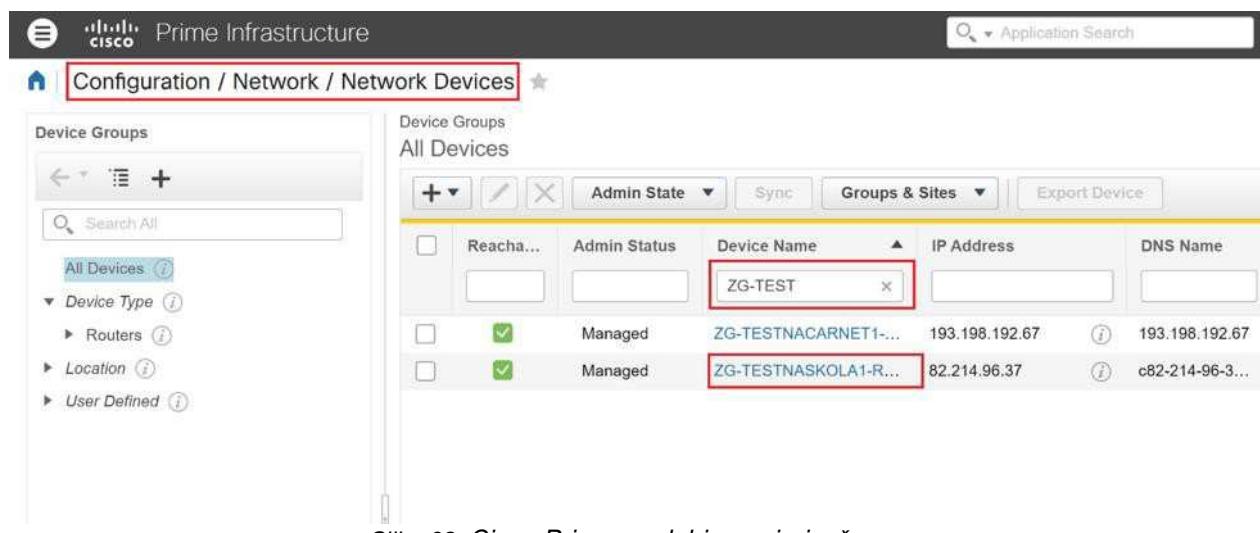
Slika 61: Cisco Prime – statička ruta

### 6.5.3 Primjer dodavanja sigurnosnog pravila

Sigurnosno pravilo na usmjerivaču kreira se kroz Cisco Prime centralni sustav za upravljanje i nadzor. Prvi korak je prijava u Cisco Prime centralni sustav upravljanja, unosom korisničkog imena i lozinke, ranije definiranih od strane administratora sustava.

U glavnom izborniku odabire se *Configuration* i pod Network odabire opciju *Network Devices*. Na listi se odabire usmjerivač na kojem će se kreirati pravilo za pristup internetu. Da se ubrza pronađazak usmjerivača u traku za pretraživanje upisuju se ključne riječi iz naziva usmjerivača.

#### / Configuration / Network / Network Devices



The screenshot shows the Cisco Prime Network Devices management interface. On the left, there's a sidebar with 'Device Groups' and filters for 'All Devices', 'Device Type' (Routers), 'Location', and 'User Defined'. The main area is titled 'All Devices' and lists two routers:

Reachability	Admin Status	Device Name	IP Address	DNS Name
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ZG-TEST	193.198.192.67	193.198.192.67
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ZG-TESTNASKOLA1-R...	82.214.96.37	c82-214-96-3...

Slika 62: Cisco Prime – odabir usmjerivača

U glavnom izborniku odabire se opcija *Security*, zatim *ACL* i pritiskom na *Add* kreira se nova pristupna lista.

	* Name/Number	Applied To	Type	Description
1	20	None	STANDARD	Stand
2	NTP-query-only	None	EXTENDED	Exten only
3	PrmAM_AVP4_c-app...	None	EXTENDED	Exten PrmA
4	PrmAM_AVP4_c-app...	None	EXTENDED	Exten PrmA
5	PrmAM_AVP4_c-art_i...	None	EXTENDED	Exten PrmA
6	PrmAM_AVP4_c-med...	None	EXTENDED	Exten PrmA
7	PrmAM_acl_v4_ip	None	EXTENDED	Exten PrmA
8	PrmAM_acl_v4_tcp	None	EXTENDED	Exten PrmA
9	PrmAM_acl_v4_udp	None	EXTENDED	Exten PrmA
10	SNMP-access	None	EXTENDED	Exten acces
11	eduroam_qos_in	None	EXTENDED	Exten eduro Exten

Slika 63: Cisco Prime – popis pristupnih lista

	* Name/Number	Applied To	Type	Description
9	PrmAM_acl_v4_udp	None	EXTENDED	Extended IP access list PrmAM_acl_v4_udp
10	SNMP-access	None	EXTENDED	Extended IP access list SNMP-access
11	eduroam_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_in
12	eduroam_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_out
13	gosti_acl	IN:Vlan13	EXTENDED	Extended IP access listosti_acl
14	gosti_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list gosti_qos_in
15	gosti_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list gosti_qos_out
16	meraki-fqdn-dns	None	EXTENDED	Extended IP access list meraki-fqdn-dns
17	meraki_cloud_connec...	IN:Vlan1	EXTENDED	Extended IP access list meraki_cloud_connectivity
18	nat_nova_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_nova_mreza
19	nat_postojaca_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_postojaca_mreza
20	pristupna_lista_test	None	EXTEN...	Testna pristupna lista

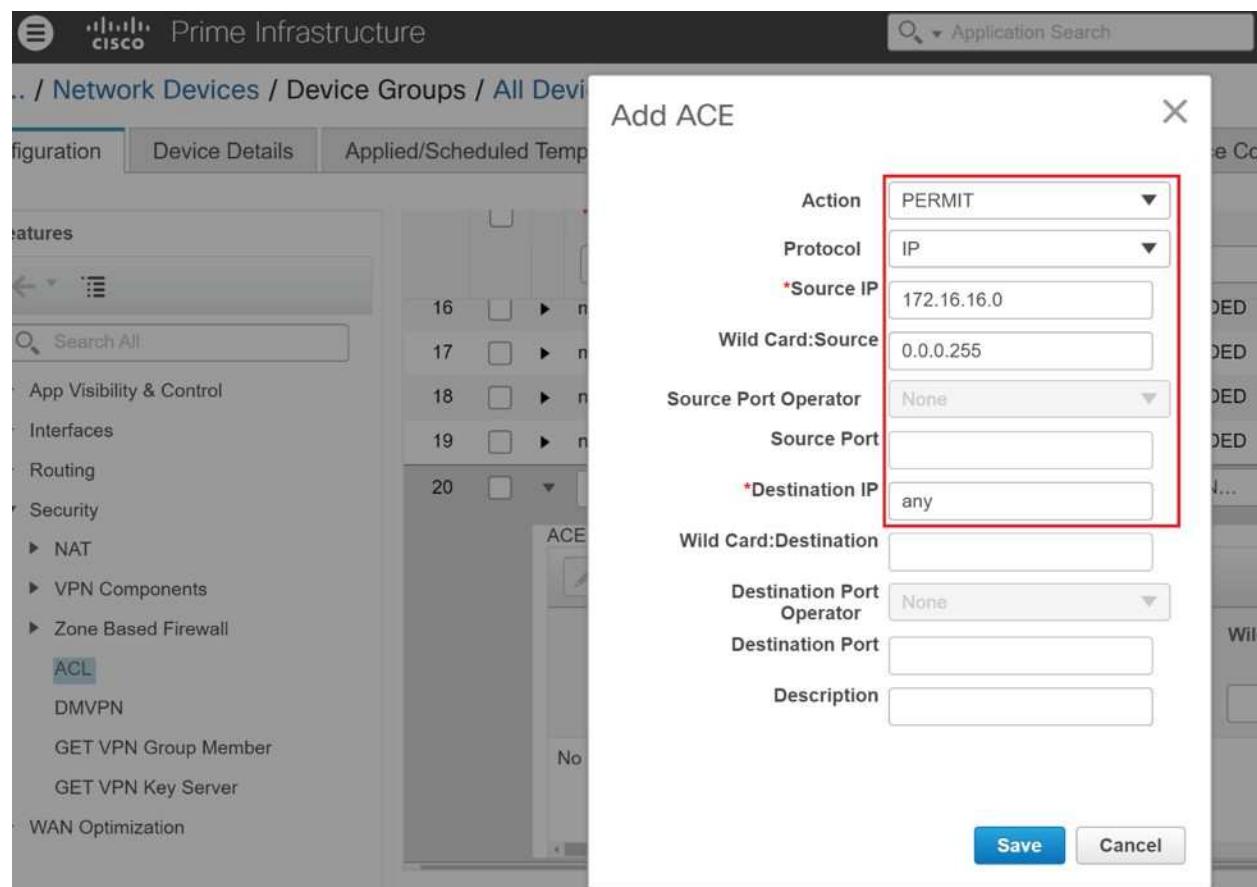
Slika 64: Cisco Prime – kreiranje pristupne liste

Odobire se novokreirana pristupna lista i pritiskom na **Add** započinje unos parametara pristupne liste.

	Name/Number	Applied To	Type	Description
16	meraki-fqdn-dns	None	EXTENDED	Extended IP access list meraki-fqdn-dns
17	meraki_cloud_connec...	IN:Vlan1	EXTENDED	Extended IP access list meraki_cloud_connectivity
18	nat_nova_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_nova_mreza
19	nat_postojeca_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_postojeca_mreza
20	pristupna_lista_test	None	EXTENDED	Testna pristupna lista

Slika 65: Cisco Prime – unos parametara pristupne liste

Pod izvorišnu IP adresu unosi se mreža, nakon toga slijedi unos *Wild Card* maske i pod destinacijski IP unosi se *any*. Pritisom na *Save* spremaju se promjene na usmjerivaču.



Slika 66: Cisco Prime – unos parametara pristupne liste

Sljedeći korak je odabir opcije *NAT44 Rules* koja se nalazi pod opcijom *NAT*. Odabire se definirano pravilo i vanjska IP adresa. U ovom koraku definirano je pravilo kojim se korisnicima iz testne mreže omogućuje pristup internetu.

The screenshot shows the Cisco Prime Network Devices interface. On the left, a sidebar menu under 'Features' has 'NAT' selected and 'NAT44 Rules' highlighted. The main panel displays a table titled 'NAT44 Rules' with four rows. Row 4 is currently being edited, with its details shown in a modal dialog at the bottom right. The modal includes fields for 'Direction' (In->Out), 'Source A' (nat\_postojeca\_mreza), 'Destination A' (any), 'Translation' (Dynamic PAT), and 'Source B' (nat\_vanjska\_). The 'Save' button is visible at the bottom of the modal.

Slika 67: Cisco Prime – konfiguracija pravila

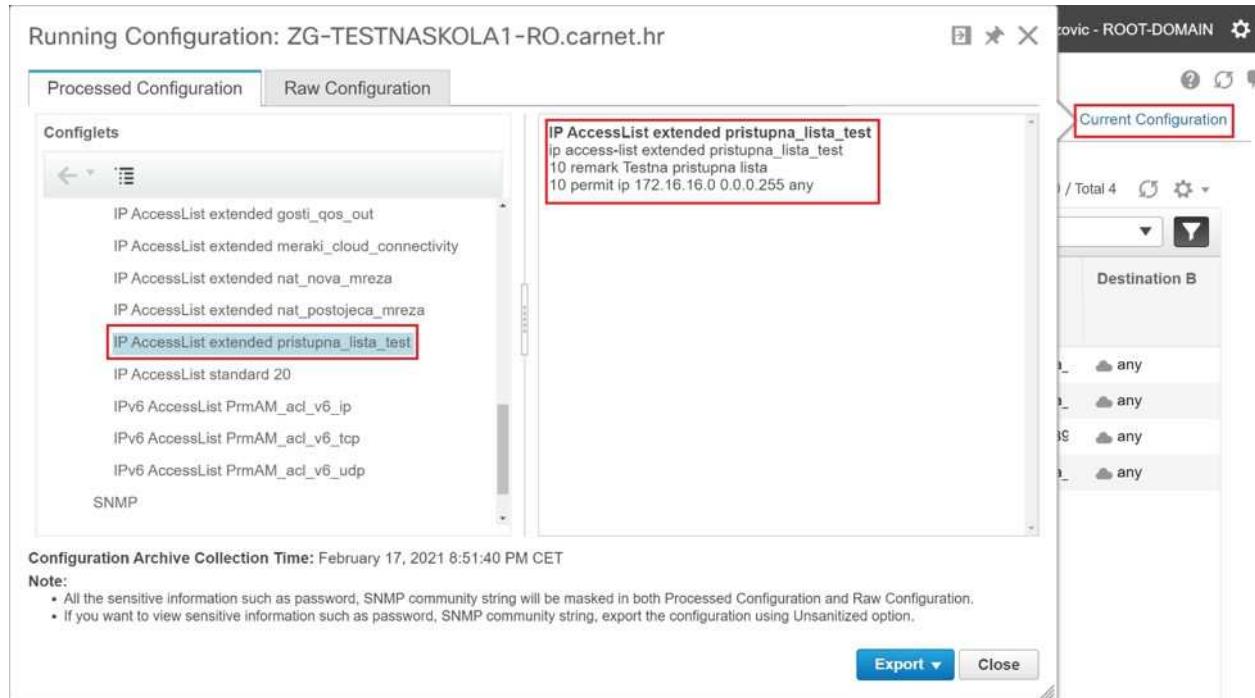
Za provjeru konfiguracije odlazi se do glavnog izbornika i odabire *Configuration*, zatim pod *Network* odabire opcija *Network Devices*. Pretražuje se i izabire usmjerivač, te pritiskom na *Sync* pokreće postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bile vidljive trenutne konfiguracijske postavke usmjerivača.

## ≡ / Configuration / Network / Network Devices

The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure interface. The top navigation bar includes 'Prime Infrastructure' and a 'Sync' button highlighted with a red box. The main area shows a table of 'Device Groups' with 'All Devices'. One device, 'ZG-TESTNASKOLA1-R...', is selected and highlighted with a red box. It has 'Managed' status and IP addresses '193.198.192.67' and '82.214.96.37' listed. The 'Sync' button is located in the header of the table.

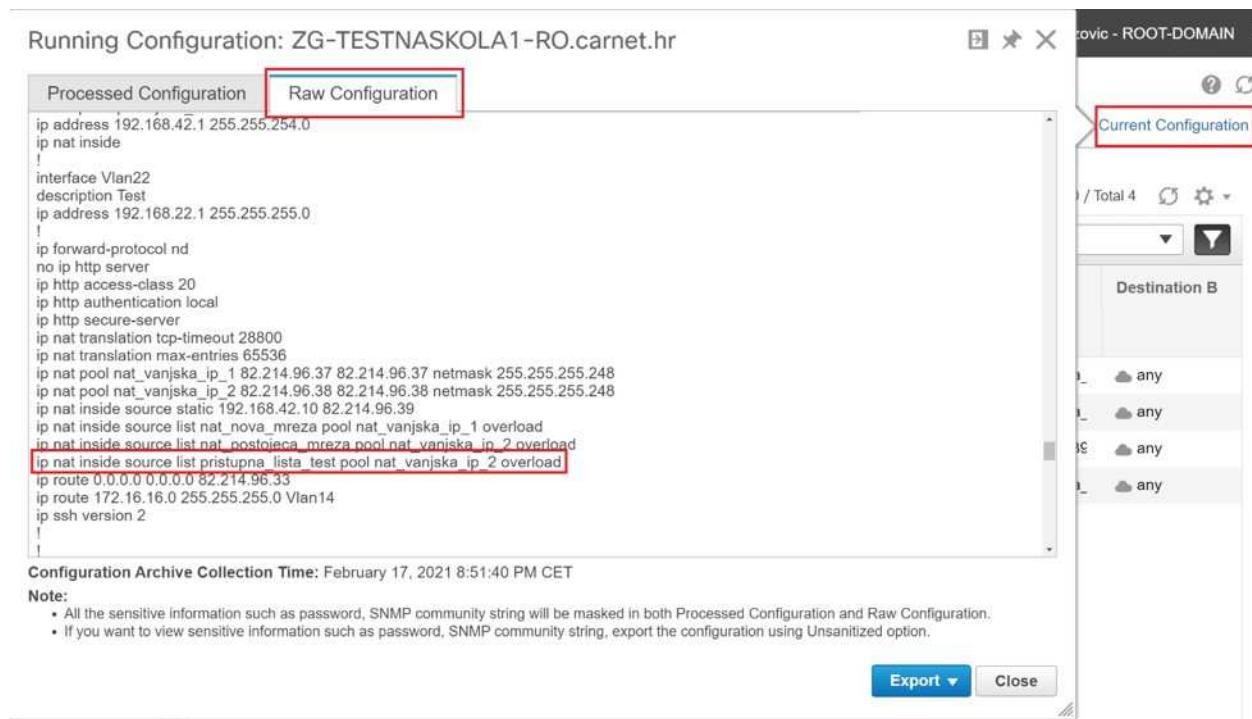
Slika 68: Cisco Prime – sinkronizacija uređaja

Odabire se usmjerivač i u gorenjem desnom kutu odabire opciju *Current Configuration*. Zatim se odabire *Access Lists* i provjerava je li novo definirana lista na popisu. Ovim putem se može provjeriti da je konfiguracija pristupne liste uspješno završena.



Slika 69: Cisco Prime – pristupna lista

Nakon toga se prelazi na opciju *Raw Configuration* kako bi se provjerilo je li NAT pravilo uspješno primjenjeno. Ovim putem se može provjeriti da je konfiguracija NAT pravila uspješno završena.



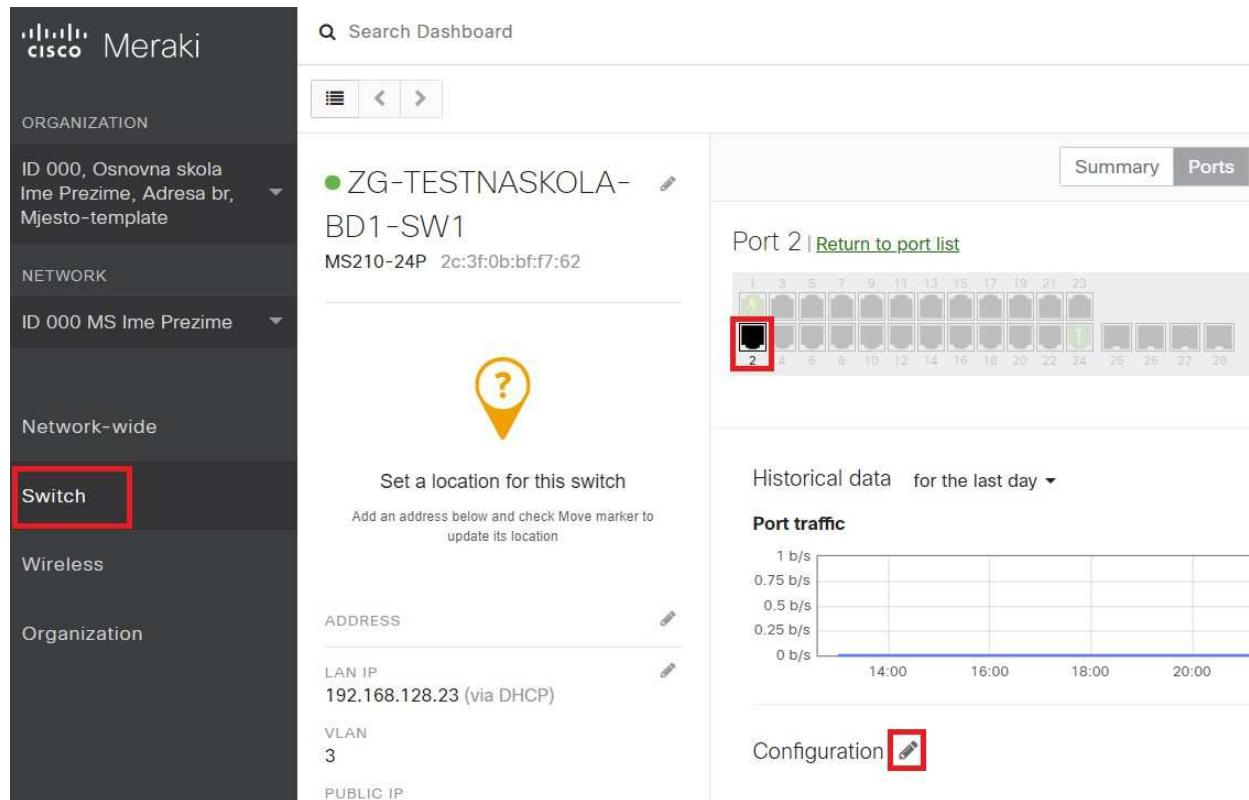
Slika 70: Cisco Prime – NAT pravilo

#### 6.5.4 Primjer konfiguracije sučelja preklopnika

Prvi korak kod konfiguracije sučelja preklopnika je prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Meraki, unosom korisničkog imena i lozinke, ranije definiranih od strane administratora sustava.

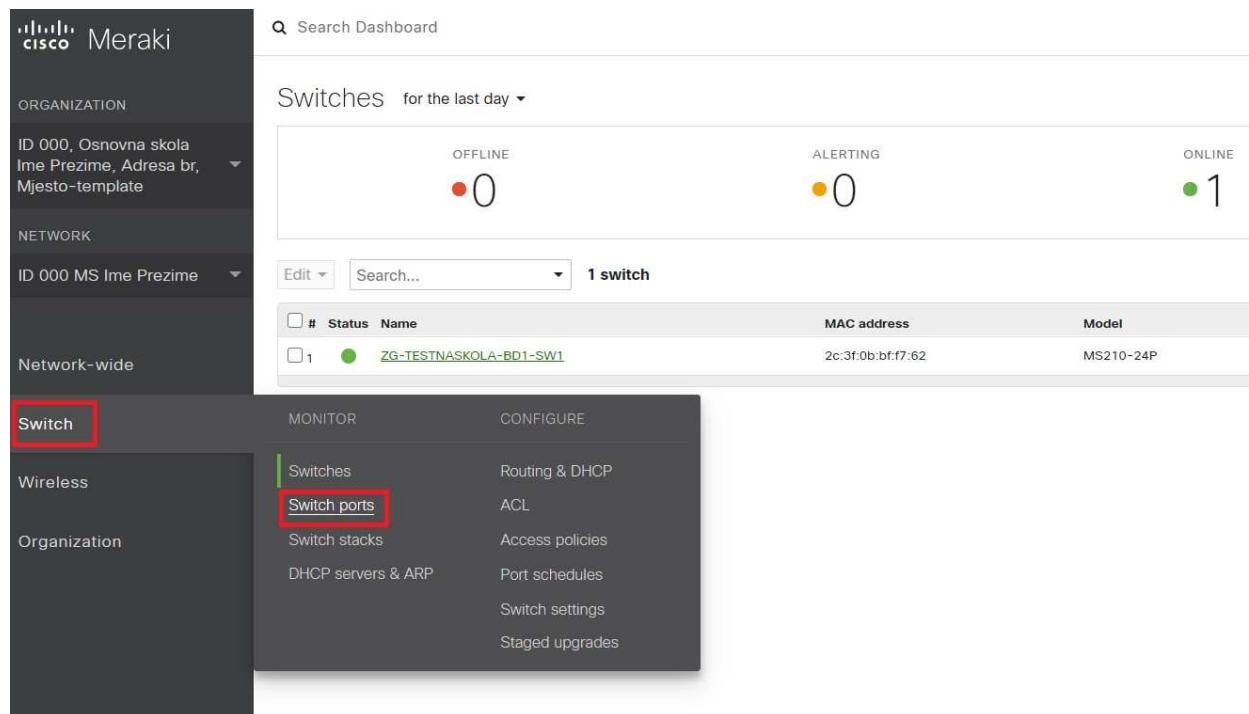
Za konfiguraciju sučelja na preklopniku su na raspolaganju dvije opcije, i obje vode do identičnog konfiguracijskog prozora.

Prva opcija sastoji se od odabira preklopnika na kojem je potrebno vršiti konfiguraciju. Kroz opciju *Switch* u glavnom izborniku dolazi se do popisa preklopnika, te zatim na grafičkom prikazu preklopnika odabire sučelje za konfiguraciju. Na nadzornoj ploči sučelja, u dijelu *Configuration*, pritiskom na ikonu olovke, dolazi se do prozora za konfiguraciju sučelja u kojem se definiraju parametri.



Slika 71: Cisco Meraki – konfiguracija sučelja preklopnika

Druga opcija je konfiguracija preko nadzorne ploče sučelja do koje se dolazi preko opcije *Switch ports*. Kroz ovu opciju se može konfigurirati više sučelja u isto vrijeme što ubrzava proces konfiguracije sučelja na kojima je potrebno definirati identične parametre.



Slika 72: Cisco Meraki – opcija Switch ports

Prilikom konfiguracije sučelja popunjavaju se, odnosno odabiru, sljedeći istaknuti parametri:

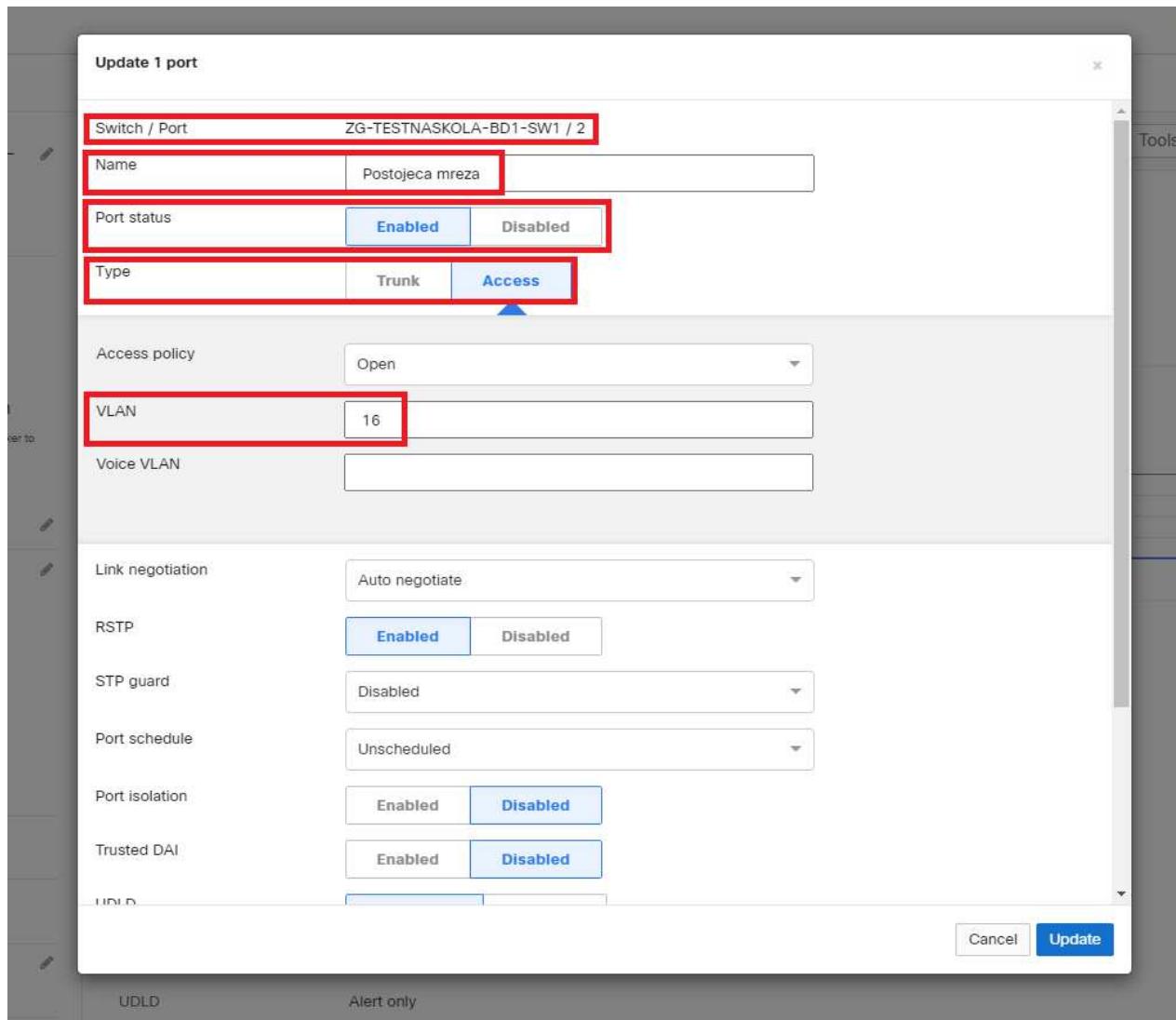
- parametar *Name* je neobavezan i ovdje se opisuje funkcija sučelja,
- kod *Port enabled* definira se hoće li sučelje biti u funkciji ili ne,
- parametar *PoE* je potrebno omogućiti, ako se preko sučelja električnom energijom napaja spojeni uređaj, npr. bežična pristupna točka ili IP telefon,
- ako se na sučelje spaja klijent, kod parametra *Type* odabire se *Access*, a ako se spaja neki drugi mrežni uređaj, odabire se opcija *Trunk*.

Prilikom odabira opcije *Trunk* definira se:

- Native VLAN* gdje je zadana vrijednost 1, a koja se po potrebi može promijeniti,
- Allowed VLANs* gdje je zadana vrijednost *all*, čime su svi VLAN-ovi dozvoljeni, a po potrebi mogu se dozvoliti samo određeni VLAN-ovi.

Ako se odabere opcija *Access*, definira se parametar *VLAN*, gdje se unosi VLAN ID, unutar kojeg se omogućava komunikacija uređaja koji se spajaju na sučelje s preostalim uređajima unutar istog VLAN-a.

Preostali parametri ostavljaju se na zadanim vrijednostima.



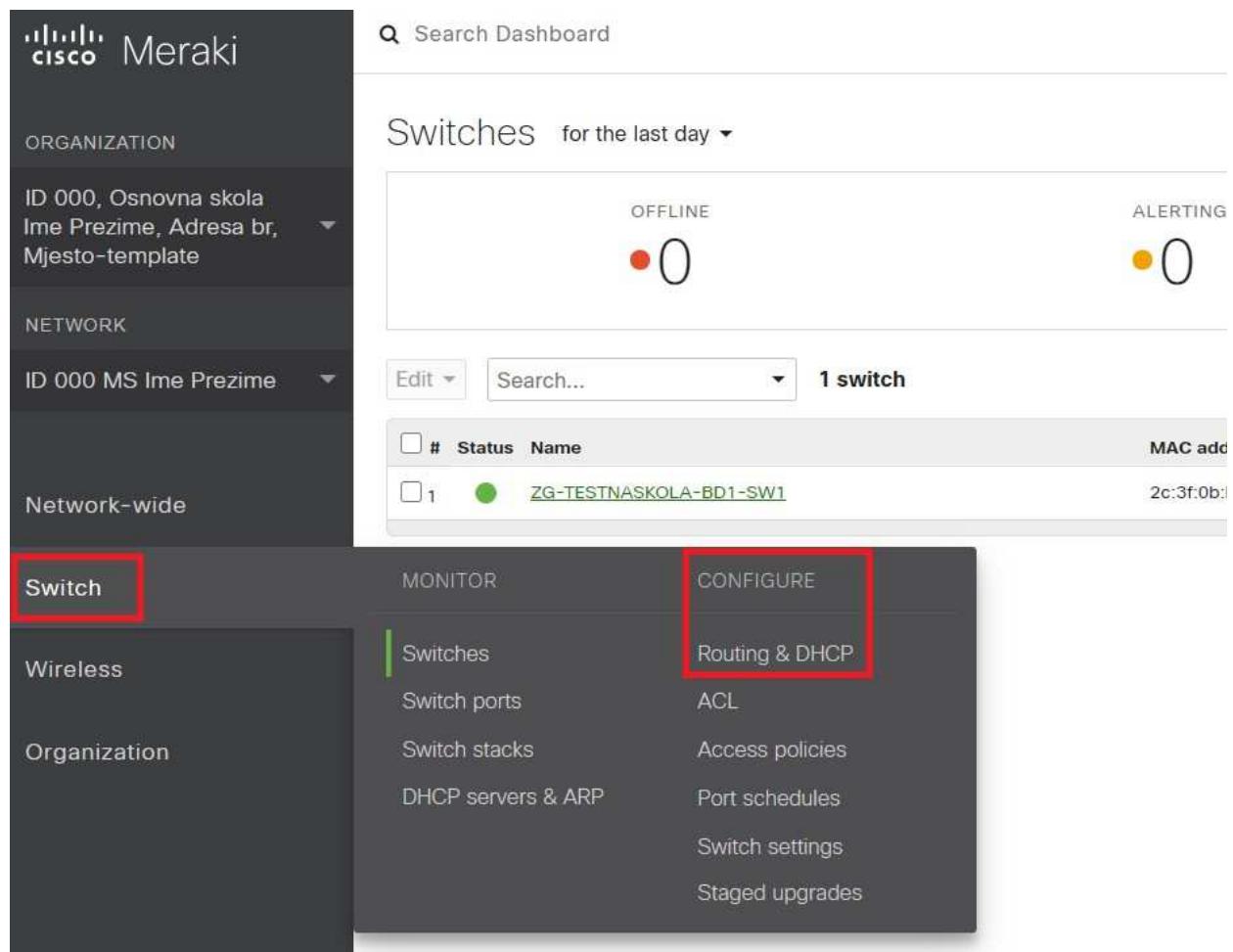
Slika 73: Cisco Meraki – parametri sučelja preklopnika

### 6.5.5 Primjer kreiranja novog VLAN-a

Prvi korak je prijava u Cisco Meraki centralni sustav upravljanja, unosom korisničkog imena i lozinke, ranije definiranih od strane administratora sustava. Nakon prijave u sustav, na popisu školskih ustanova odabire se lokacija u kojoj se želi kreirati VLAN.

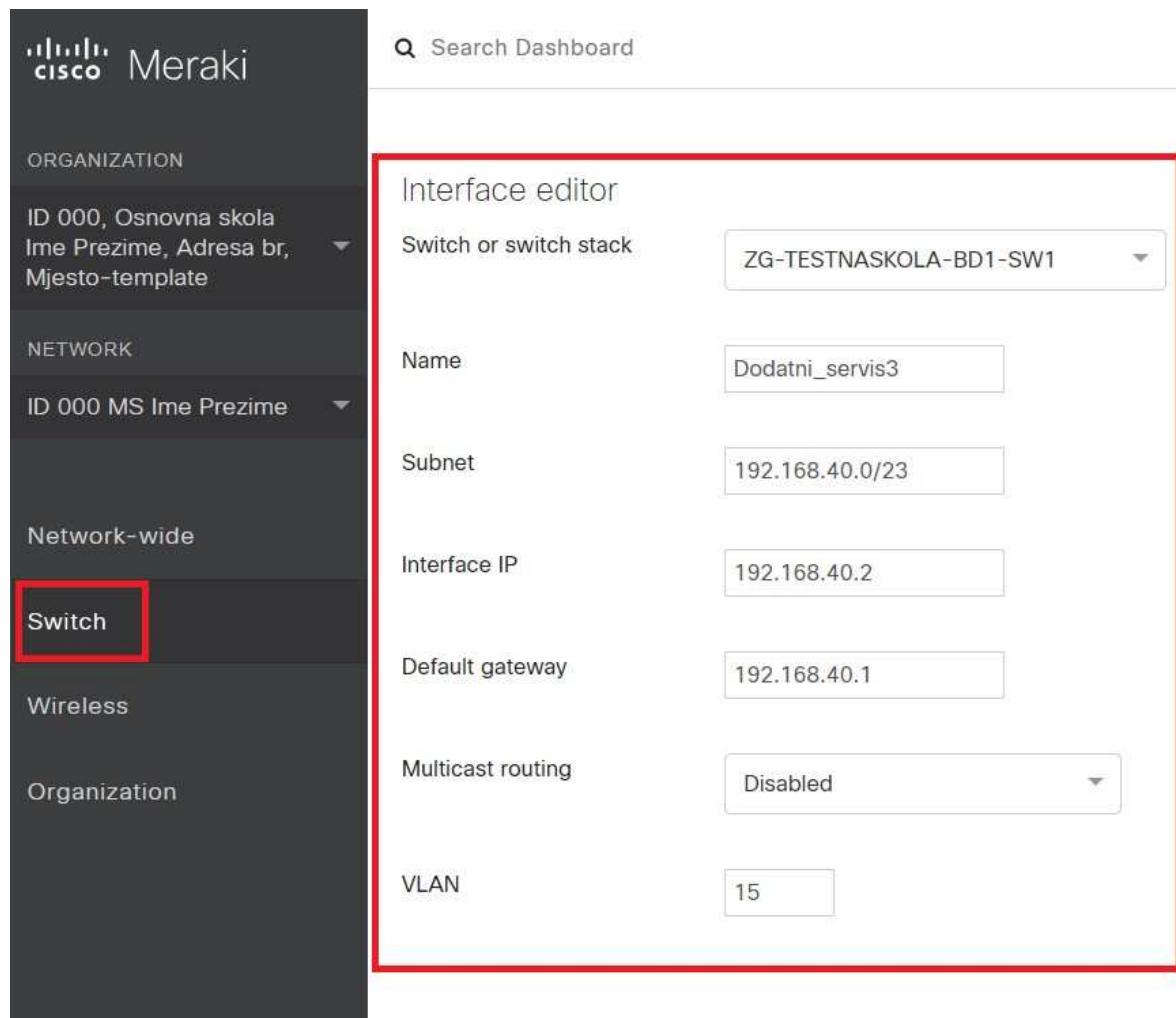
U glavnom izborniku odabire se *Switch* i u stupcu *CONFIGURE, Routing & DHCP*, pritiskom na *CREATE INTERFACE*, započinje se konfiguracija VLAN sučelja.

## Switch / CONFIGURE / Routing & DHCP



Slika 74: Cisco Meraki – konfiguracija VLAN sučelja

Definira se naziv, podmreža, IP adresa sučelja, zadani pristupnik i VLAN. Nakon završetka unosa parametara pritiskom na Save sprema se konfiguracija na preklopnik i vraća na nadzornu ploču gdje su prikazani konfiguracijski parametri.



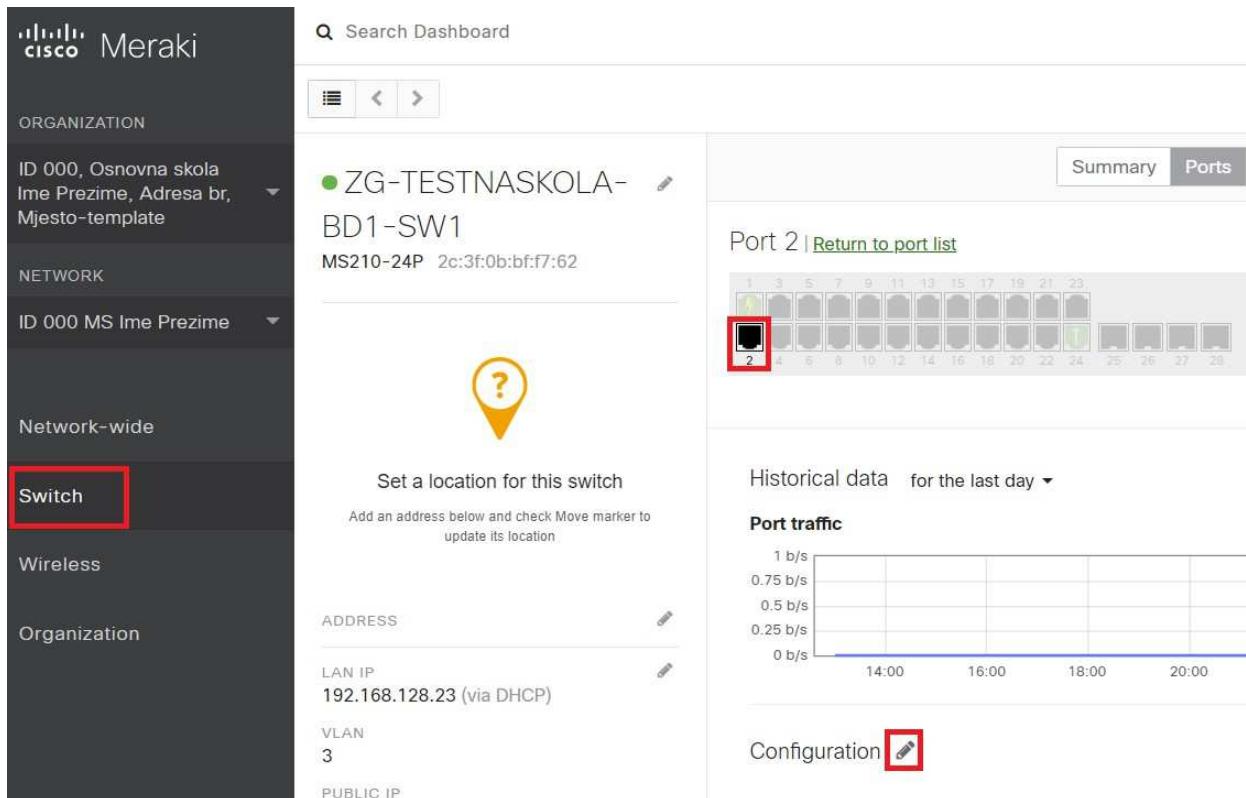
Slika 75: Cisco Meraki – parametri VLAN sučelja

### **NAPOMENA:**

Gore je opisano kreiranje VLAN sučelja (engl. *VLAN Interface*) i navedeno spada u L3 funkcionalnosti preklopnika. Na lokacijama preklopnički imaju isključivo L2 funkcionalnosti, dok je za L3 funkcionalnosti zadužen Cisco usmjerivač.

Definiranje VLAN-ova na Cisco Meraki preklopnicima nije potrebno (ne postoji ta mogućnost), već je potrebno u konfiguracijskim postavkama fizičkog sučelja definirati VLAN kojem želimo pridružiti sučelje.

U glavnom izborniku se kroz opciju *Switch* dolazi do popisa preklopnika, a zatim se na grafičkom prikazu preklopnika odabire sučelje za konfiguraciju. Na nadzornoj ploči sučelja, u dijelu *Configuration*, pritiskom na ikonu olovke dolazi se do prozora za konfiguraciju sučelja u kojem se definiraju parametri.



Slika 76: Cisco Meraki – konfiguracija sučelja

Definira se ime sučelja (*Name*), pod tipom sučelja (*Type*) se odabire Access i definira se VLAN.

#### Update 1 port

This screenshot shows the 'Update 1 port' configuration form. It includes fields for 'Switch / Port' (set to 'ZG-TESTNASKOLA-BD1-SW1 / 2'), 'Name' (set to 'Postojeca mreza'), 'Port status' (set to 'Enabled'), 'Type' (set to 'Access'), 'Access policy' (set to 'Open'), and 'VLAN' (set to '16'). The 'Name', 'Type' field, and 'VLAN' field are all highlighted with red boxes.

Slika 77: Cisco Meraki – postavljanje VLAN-a na sučelju

### 6.5.6 Primjer kreiranja novog SSID-a

Konfiguracija SSID-a vrši se preko Cisco Meraki centralnog sustava upravljanja. Nakon prijave u sustav, na popisu školskih ustanova, odabire se lokacija u kojoj se želi izvršiti promjena. Sljedeći korak je odabir opcije *Wireless* u glavnom izborniku, a zatim pod *CONFIGURE* se odabire *SSIDs*.

#### **Wireless / CONFIGURE / SSIDs**

The screenshot shows the Cisco Meraki Dashboard interface. On the left, there is a sidebar with the following sections and their current status:

- ORGANIZATION:** ID 000, Osnovna skola (selected), Ime Prezime, Adresa br., Mjesto - template
- NETWORK:** ID 000 MS Ime Prezime (selected)
- Network-wide:** Network-wide status
- Switch:** Status
- Wireless:** **Wireless** (highlighted with a red box)
- Organization:** Organization status

The main content area displays the following information:

- Clients:** Shows a graph of client activity over time (22:00 to 10:00) with a bandwidth scale from 0 Kb/s to 16 Kb/s. It indicates "all" clients and "for the last day".
- Client Devices:** Shows 3 client devices. Below the graph are buttons for "Policy", "Forget", and "Search...".
- Client List:** A table showing client details:
 

Status	Description	Last seen
<input type="checkbox"/>	5c:a6:2d:4a:c5:f4	Feb 17 21
<input type="checkbox"/>	MONITOR	Feb 17 13
<input type="checkbox"/>	Access points	Feb 17 16
<input type="checkbox"/>	Air Marshal	
<input type="checkbox"/>	Splash logins	
<input type="checkbox"/>	Login attempts	
<input type="checkbox"/>	PCI report	
<input type="checkbox"/>	Bluetooth clients	
<input type="checkbox"/>	RF spectrum	
- Configuration Options:** A red box highlights the "CONFIGURE" button next to the "SSIDs" link in the list.

Slika 78: Cisco Meraki – SSID nadzorna ploča

Ovdje se nalazi popis svih konfiguiriranih bežičnih mreža. Kreira se bežična mreža koja za autentikaciju klijenata koristi lokalno kreiranog korisnika na Cisco Meraki sustavu, i preko koje klijenti dobivaju IP adresu za daljnju komunikaciju putem DHCP servera postavljenog na usmjerivaču.

Za konfiguraciju novog SSID-a odabire se *edit settings* pod SSID-em naziva *Unconfigured SSID 4*.

SSIDs			
Showing 4 of 15 SSIDs, <a href="#">Show all my SSIDs</a> .			
Enabled	eSkole	eduroam	guest
Name	<a href="#">rename</a>	<a href="#">rename</a>	<a href="#">rename</a>
Access control	<a href="#">edit settings</a>	<a href="#">edit settings</a>	<a href="#">edit settings</a>
Encryption	WPA2-PSK	802.1X with custom RADIUS	Open
Sign-on method	Password-protected with custom RADIUS	None	Password-protected with Meraki RADIUS
Bandwidth limit	unlimited	unlimited	unlimited
Client IP assignment	Local LAN	Local LAN	Local LAN
Clients blocked from using LAN network	no	no	no
Wired clients are part of Wi-Fi network	no	no	no
VLAN tag ⓘ	10	14	13
VPN	Disabled	Disabled	Disabled
<b>Splash page</b>			
Splash page enabled	yes	no	yes
Splash theme	n/a	n/a	n/a
Custom splash URL	<a href="https://prijava.e.skole.hr">https://prijava.e.skole.hr</a>	n/a	n/a

[Save Changes](#) or [cancel](#)  
(Please allow 1-2 minutes for changes to take effect.)

Slika 79: Cisco Meraki – popis SSID-eva

Odabire se *Enterprise with Cisco Meraki Cloud Authentication*.

Network access

Association requirements

- Open (no encryption)  
Any user can associate
- Pre-shared key (PSK)  
Users must enter a passphrase to associate
- MAC-based access control (no encryption)  
RADIUS server is queried at association time
- Enterprise with [Meraki Cloud Authentication](#)  
User credentials are validated with 802.1X at association time  
Manage the list of users authorized for this SSID on the [Users](#) page.
- Identity PSK with RADIUS  
RADIUS server is queried at association time to obtain a passphrase for a device based on its MAC address
- Identity PSK without RADIUS  
Devices are assigned a group policy based on its passphrase

Slika 80: Cisco Meraki – konfiguracija SSID-a

Odabire se *Bridge mode*. Pod opcijom *VLAN tagging* odabire se *Use VLAN tagging*, a pod *VLAN ID* unosi vrijednost 11. Navedeni VLAN je rezerviran za dodatne servise pa se može iskoristiti za testiranje.

U ovom slučaju, ostale postavke ostavljaju se na zadanim vrijednostima.

The screenshot shows the Cisco Meraki dashboard interface. On the left, there's a sidebar with navigation links: Organization, Network, Network-wide, Switch, Wireless, and Organization. The main panel is titled 'Addressing and traffic'. Under 'Client IP assignment', the 'Bridge mode: Make clients part of the LAN' option is selected (indicated by a red box). In the 'VLAN tagging' section, 'Use VLAN tagging' is chosen, and the 'VLAN ID' is set to 11 (also indicated by a red box). A note at the bottom states: 'Note: VPN and Layer 3 roaming with concentrator require an MX. [Add an MX](#) to use them.'

Slika 81: Cisco Meraki – VLAN ID

Nakon konfiguracije navedenih parametara, odabirom opcije *rename* zadaje se ime nove bežične mreže, te s *enable* omogućava bežična mreža za spajanje klijenata.

	eSkole	eduroam	guest	TEST_SSID
Enabled	<input type="button" value="enabled"/>	<input type="button" value="enabled"/>	<input type="button" value="enabled"/>	<input type="button" value="enabled"/>
Name:	<a href="#">rename</a>	<a href="#">rename</a>	<a href="#">rename</a>	<a href="#">rename</a>
Access control	<a href="#">edit settings</a>	<a href="#">edit settings</a>	<a href="#">edit settings</a>	<a href="#">edit settings</a>
Encryption	WPA2-PSK	802.1X with custom RADIUS	Open	Open
Sign-on method	Password-protected with custom RADIUS	None	Password-protected with Meraki RADIUS	None
Bandwidth limit	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
Client IP assignment	Local LAN	Local LAN	Local LAN	Local LAN
Clients blocked from using LAN	no	no	no	no
Wired clients are part of Wi-Fi network	no	no	no	no
VLAN tag	10	14	13	11
VPN	Disabled	Disabled	Disabled	Disabled
<a href="#">Splash page</a>				
Splash page enabled	yes	no	yes	no
Splash theme	n/a	n/a	n/a	n/a
Custom splash URL	<a href="https://prijava.e.skole.hr">https://prijava.e.skole.hr</a>	n/a	n/a	n/a

Slika 82: Cisco Meraki – TEST\_SSID

### 6.5.7 Primjer kreiranja novog korisnika za mrežu *guest*

Početni korak kod konfiguracije korisnika je prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Meraki unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio.

U glavnem je izborniku potrebno odabratи *Network-wide* i zatim opciju *Users*. Nakon navedenog, prikazuje se *User management portal* s popisom svih korisnika kreiranih u sustavu.

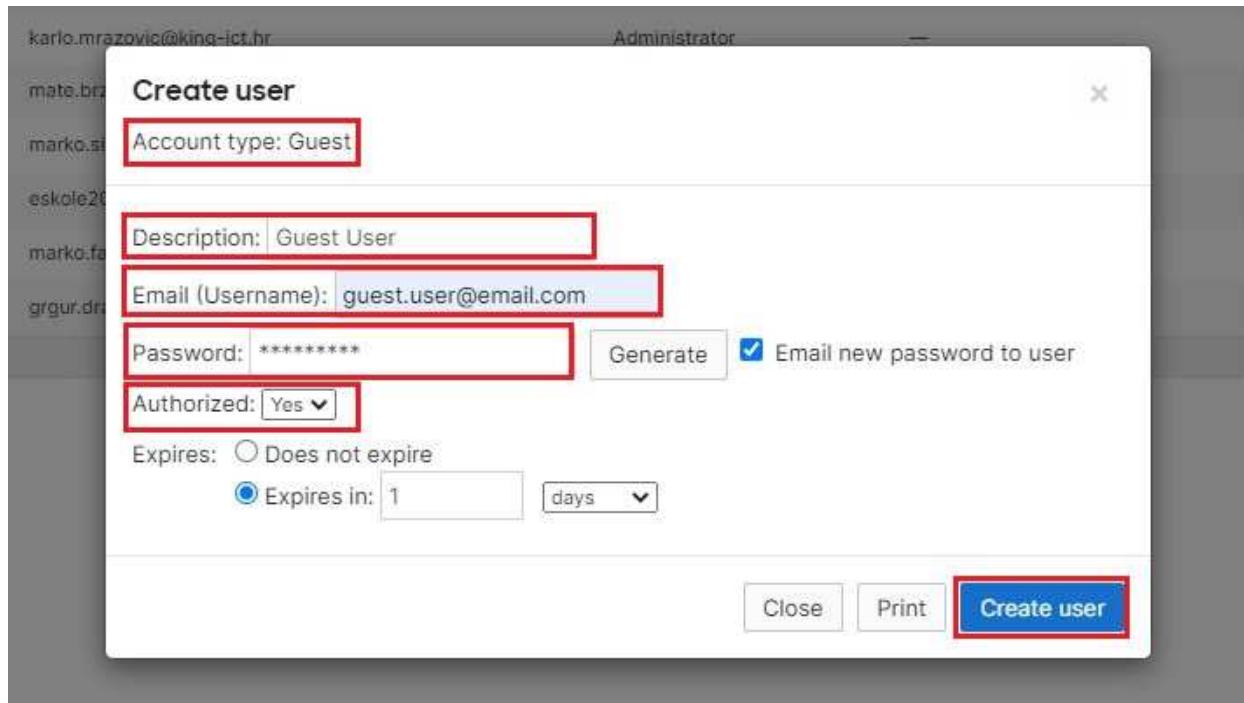
#### **Network-wide / CONFIGURE / Users**

#	Description	Email (Username)	Account type	Authorized for SSID *	Authorized by	Expires	Created at
1	grgur.dragicevic@king-ict.hr	grgur.dragicevic@king-ict.hr	Administrator	–	–	–	10:23 Dec 09 2020
2	Kresimir Trobic	kresimir.trobic@king-ict.hr	Administrator	–	–	–	14:23 Nov 10 2020
3	Marija Mijatovic Buzic	marija.mijatovic-buzic@king-ict.hr	Administrator	–	–	–	14:32 Nov 10 2020
4	Read only Grupa1	eskole2020.grupa1@king-ict.hr	Administrator	–	–	–	12:20 Dec 15 2020
5	quattuor.t.ht@gmail.com	quattuor.t.ht@gmail.com	Administrator	–	–	–	09:47 Jan 13
6	cn-admin@carnet.hr	cn-admin@carnet.hr	Administrator	–	–	–	11:04 Nov 25 2020
7	Mate Brzica	mate.brzica@king-ict.hr	Administrator	–	–	–	14:35 Jan 07
8	Marko Farkas	marko.farkas@king-ict.hr	Administrator	–	–	–	14:32 Nov 10 2020
9	Karlo Mrazovic	karlo.mrazovic@king-ict.hr	Administrator	–	–	–	14:32 Nov 10 2020
10	Kreso	kreso@123.com	Guest	–	–	–	15:16 Jan 14

Slika 83: Cisco Meraki – User management portal

Odabirom opcije *Add new user*, otvara se konfiguracijski prozor u kojem treba unijeti sljedeće parametre:

- *Description* – unosi se opis, npr. ime i prezime ili namjena,
- *E-mail (Username)* – korisničko ime mora biti definirano u obliku adrese elektroničke pošte,
- *Password* – služi za unos lozinke. Nakon unosa lozinke, ponuđena je mogućnost slanja lozinke na adresu elektroničke pošte definiranu u parametru *korisničko ime*,
- *Authorized* – korisniku se omogućava (*Yes*), odnosno onemogućava (*No*) pristup na bežičnu mrežu. Ako se pristup omogući, otvara se i opcija za definiranje vremenskog intervala unutar kojeg je korisniku omogućen pristup bežičnoj mreži.



Slika 84: Cisco Meraki – kreiranje korisnika za bežičnu mrežu guest

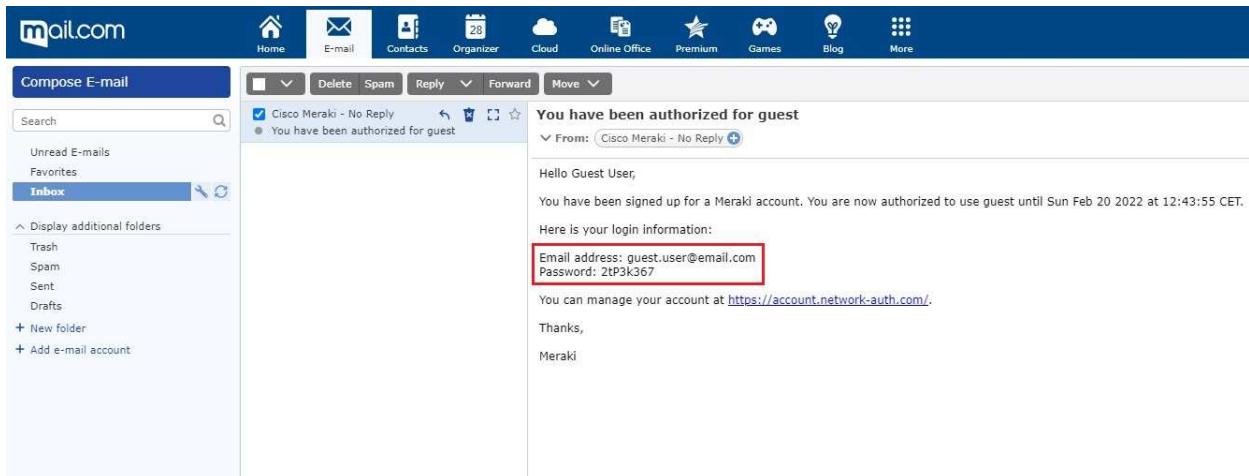
Odabirom opcije *Create user*, završava se postupak kreiranja korisničkog imena i lozinke za spajanje korisnika na bežičnu mrežu *guest* na odabranoj lokaciji.

Novi je korisnik prikazan na popisu i vidljivi su podaci u kolonama *Description*, *E-mail (Username)*, *Account type*, *Authorized by SSIDS*, *Authorized by*, *Expires* i *Created at*.

	Description	Email (Username)	Account type	Authorized for SSID ^	Authorized by	Expires	Created at
<input type="checkbox"/>	Pero Peric	pero@pero.hr	Guest	Yes	eskole2020.grupa1@king-ict.hr (eskole2020.grupa1@king-ict.hr)	Never	14:36 Mar 23
<input type="checkbox"/>	Kresimir Trobic	kresimir.trobić@king-ict.hr	Administrator	Yes	Email verification	Never	08:32 Apr 26 2021
<input type="checkbox"/>	Mate Brzica	mate.brzica@king-ict.hr	Administrator	—	—	—	09:40 Jul 29 2021
<input type="checkbox"/>	Guest User	guest.user@email.com	Guest	—	—	—	13:58 Feb 28
<input type="checkbox"/>	eskole2020.grupa1@king-ict.hr	eskole2020.grupa1@king-ict.hr	Administrator	—	—	—	14:37 Jan 11
<input type="checkbox"/>	testguest	grgad@net.hr	Guest	—	—	—	13:39 Mar 07
<input type="checkbox"/>	Marija Mijatovic Buzic	marija.mijatovic-buzic@king-ict.hr	Administrator	—	—	—	15:32 Nov 10 2020
<input type="checkbox"/>	Marko Simatovic	marko.simatovic@king-ict.hr	Administrator	—	—	—	19:01 May 17 2021
<input type="checkbox"/>	Ognjen Dragicevic	grgur.dragicevic@king-ict.hr	Administrator	—	—	—	12:44 May 25 2021
<input type="checkbox"/>	Marko Farkas	marko.farkas@king-ict.hr	Administrator	—	—	—	08:31 Apr 26 2021
<input type="checkbox"/>	Karlo Mrazovic	karlo.mrazovic@king-ict.hr	Administrator	—	—	—	08:33 Apr 26 2021

Slika 85: Cisco Meraki – prikaz novog korisnika za bežičnu mrežu guest

U međuvremenu, korisnik na adresu elektroničke pošte prima podatke za prijavu na bežičnu mrežu *guest*.

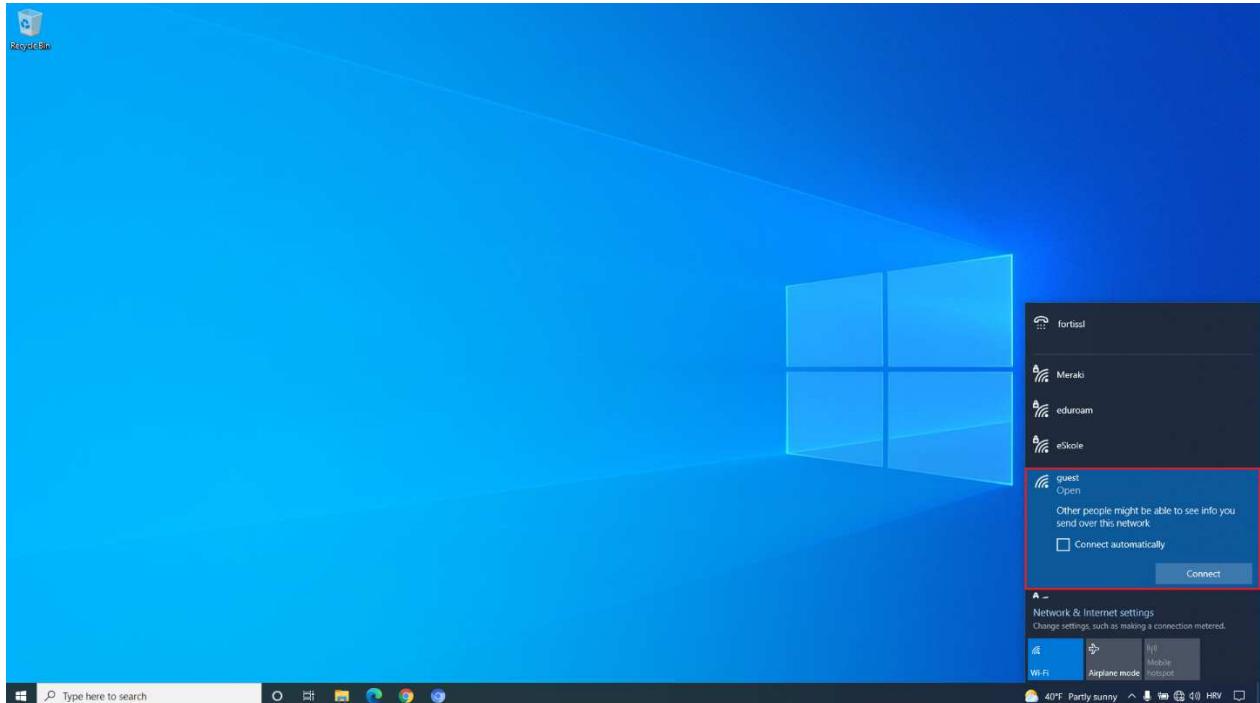


Slika 86: Korisnički podaci za spajanje na bežičnu mrežu guest

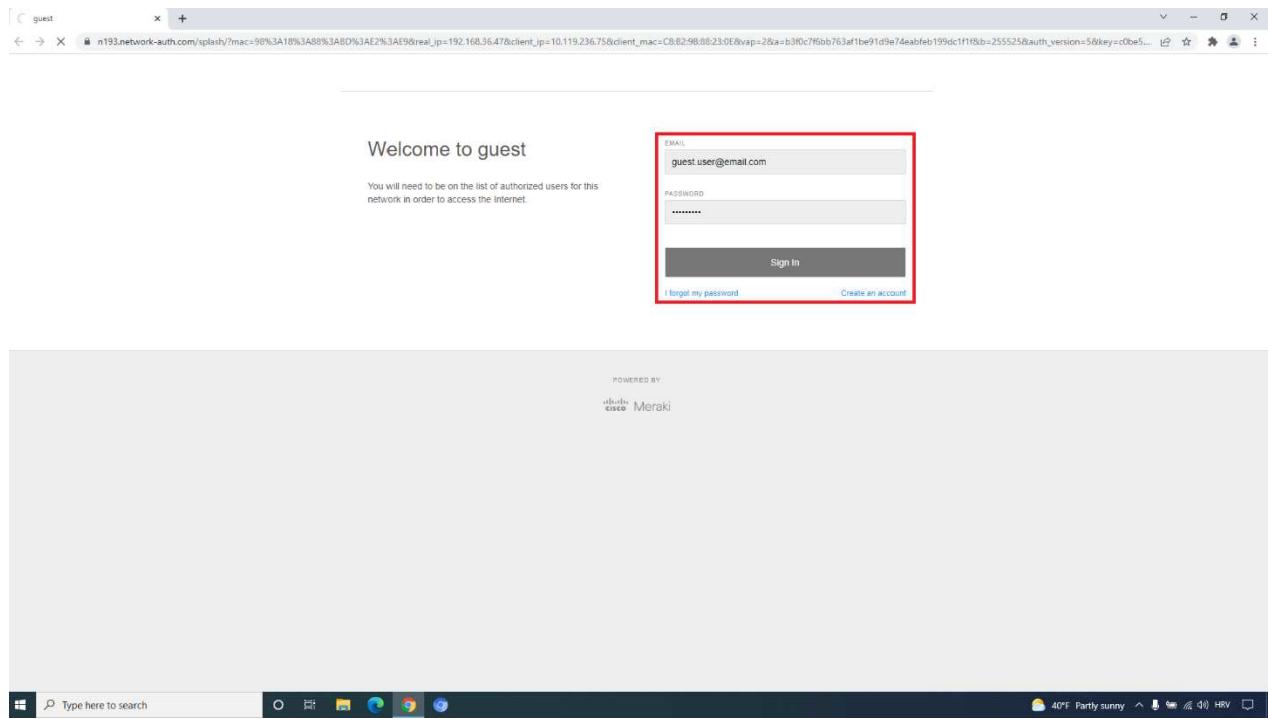
### 6.5.8 Spajanje na bežičnu mrežu guest

Nakon što administrator sustava kreira korisnički račun, slijedi prijava korisnika na računalu.

Korisnik na računalu odabire bežičnu mrežu *guest* i nakon nekoliko trenutaka, u pregledniku se otvara mrežna stranica gdje treba upisati korisničko ime i lozinku koje je prethodno dobio putem elektroničke pošte.



Slika 87: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu guest



Slika 88: Autentikacija korisnika

Nakon uspješne autentikacije, korisniku je omogućen pristup resursima na internetu.

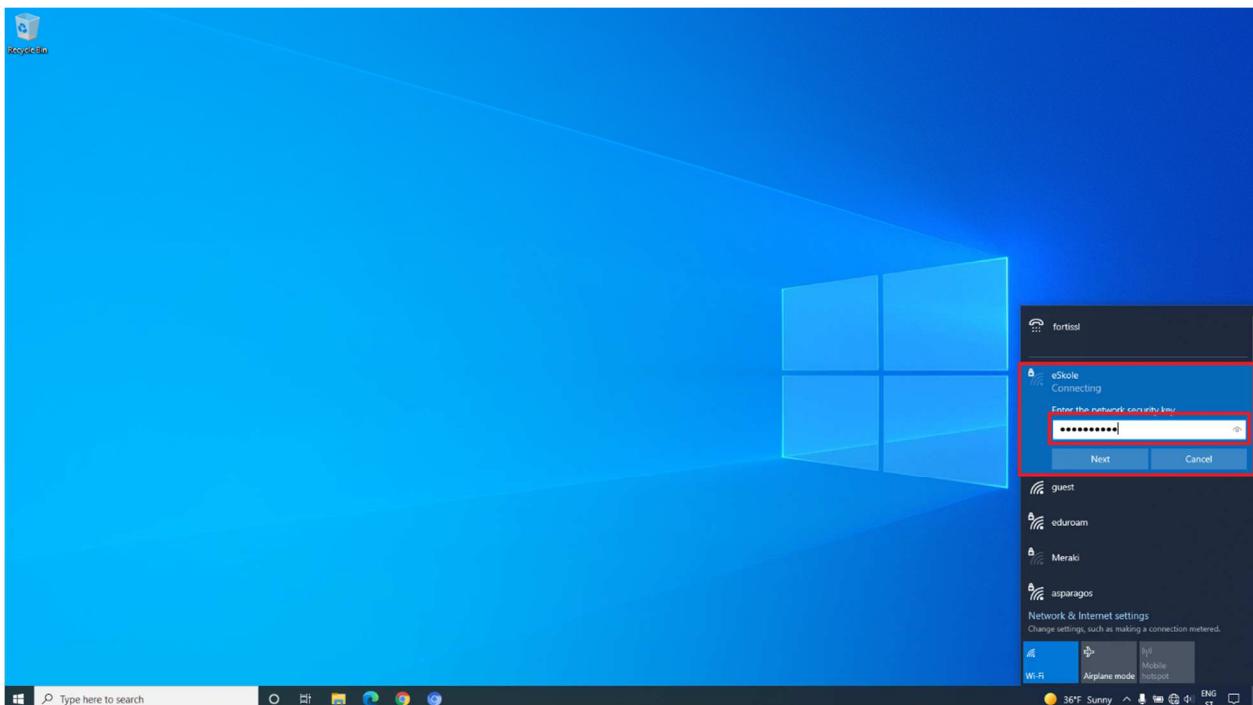
Na nadzornoj ploči *Clients Dashboard* u centralnom sustavu za upravljanje Cisco Meraki administratoru sustava pojavljuje se korisnikov klijent i njegovim je odabirom vidljivo da je korisnik uredno spojen na bežičnu mrežu *guest*.

### **Network-wide / MONITOR / Clients**

Slika 89: Cisco Meraki – Clients Dashboard

### 6.5.9 Spajanje na bežične mreže eSkole i eduroam

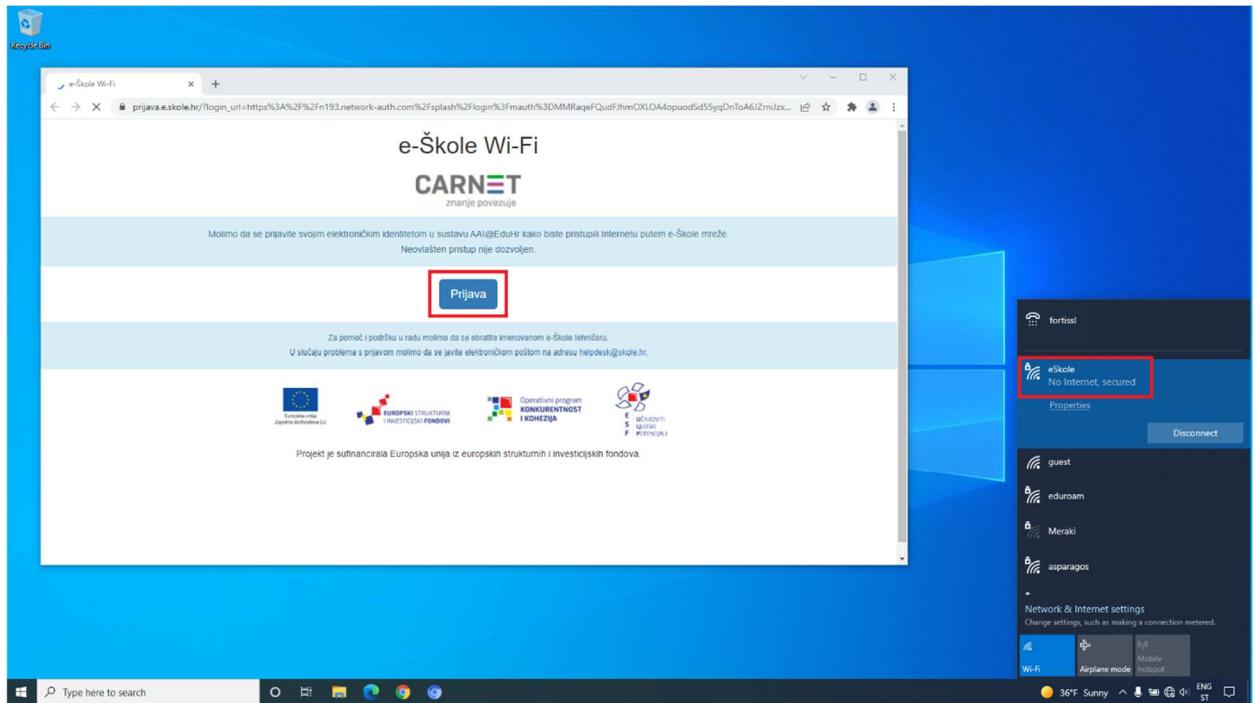
Prilikom spajanja korisnika na bežičnu mrežu *eSkole*, na listi dostupnih bežičnih mreža potrebno je odabrat mrežu *eSkole* i upisati *pre-shared key* (PSK) koji je proslijedio administrator sustava (privremeni PSK koji administrator sustava može po želji zamijeniti je *eskole123#*).



Slika 90: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu *eSkole*

Nakon uspješnog spajanja, otvara se stranica za prijavu u koju se potrebno prijaviti unosom pristupnih podataka sustava AAI@EduHr ako je potreban pristup resursima na internetu.

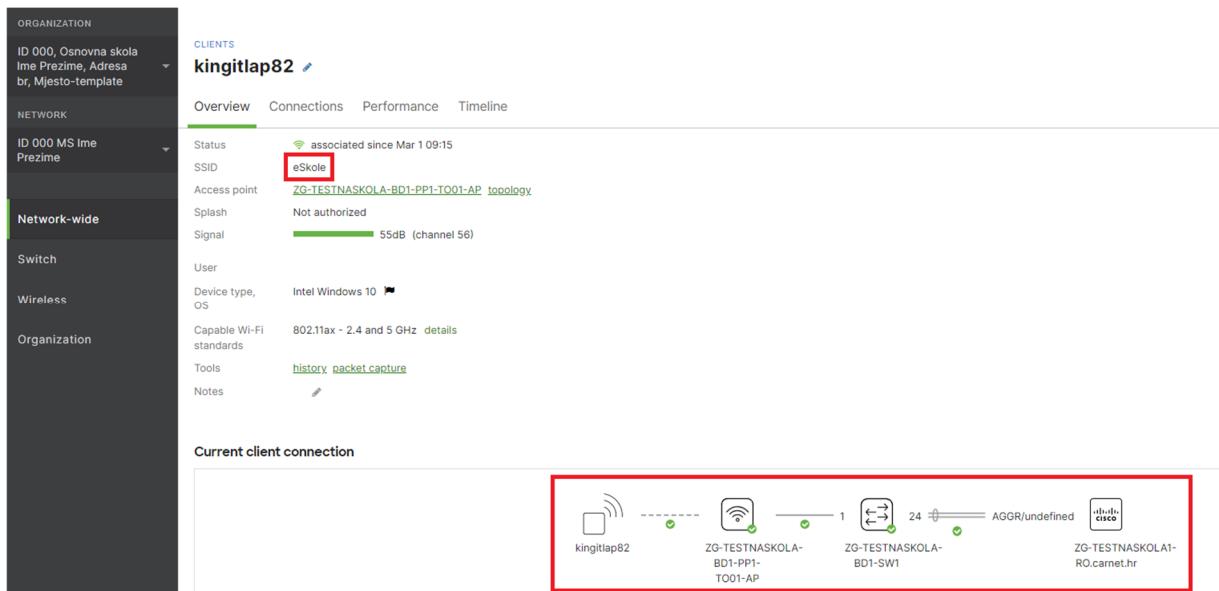
**Bez prijave na sustav AAI@EduHr, putem bežične mreže *eSkole* dozvoljeno je pristupati jedino servisima za nadogradnju operacijskog sustava na računalima ili drugim servisima koje CARNET dozvoljava.**



Slika 91: Prijava na sustav AAI@EduHr

Na nadzornoj ploči *Clients Dashboard* u centralnom sustavu za upravljanje Cisco Meraki administratoru sustava pojavljuje se korisnikov klijent i njegovim je odabirom vidljivo da je korisnik uredno spojen na bežičnu mrežu *eSkole*.

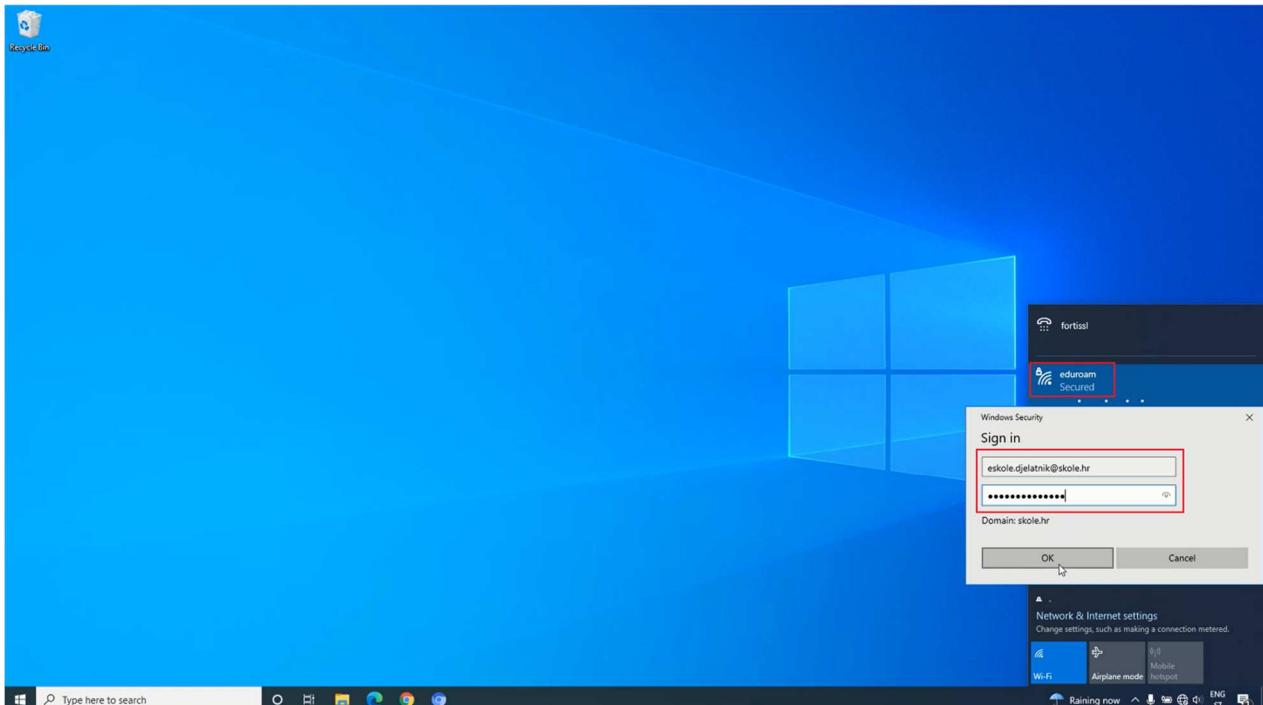
### **Network-wide / MONITOR / Clients**



Slika 92: Cisco Meraki – Clients Dashboard – eSkole

Korisnik se na bežičnu mrežu *eduroam* može spajati sa ili bez primjene instalacijskog programa *eduroam installer*. Instalacijski se program preuzima na mrežnoj stranici <https://installer.eduroam.hr/>.

Za spajanje uređaja uz primjenu instalacijskog programa *eduroam installer*, navedeni je program potrebno preuzeti i instalirati na uređaj. Nakon instalacije, na listi dostupnih bežičnih mreža potrebno je odabrati *eduroam* i upisati podatke iz sustava AAI@EduHr.

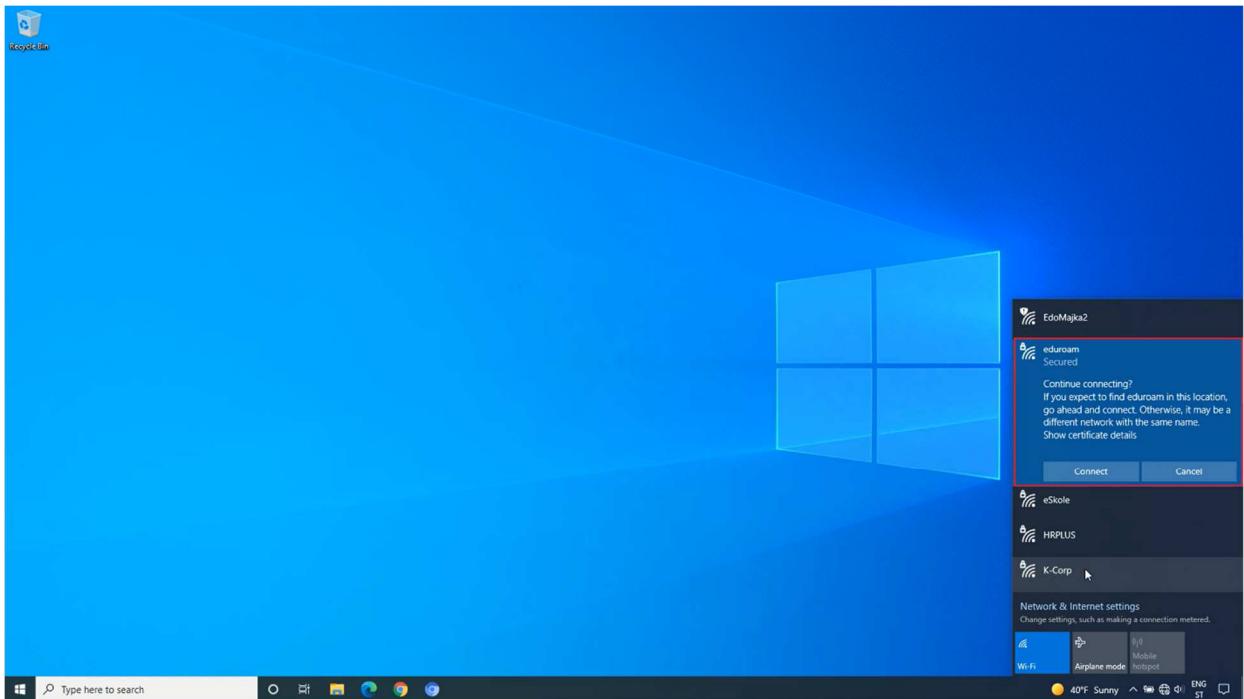


Slika 93: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu eduroam pomoću instalacijskog programa eduroam installer

Za spajanje korisničkog računala bez instalacijskog programa *eduroam installer*, na listi dostupnih bežičnih mreža potrebno je odabrati *eduroam*, upisati podatke iz sustava AAI@EduHr i potvrditi ponuđene postavke certifikata.

Ako se korisnik na bežičnu mrežu spaja mobilnim uređajem, potrebno je unijeti sljedeće parametre:

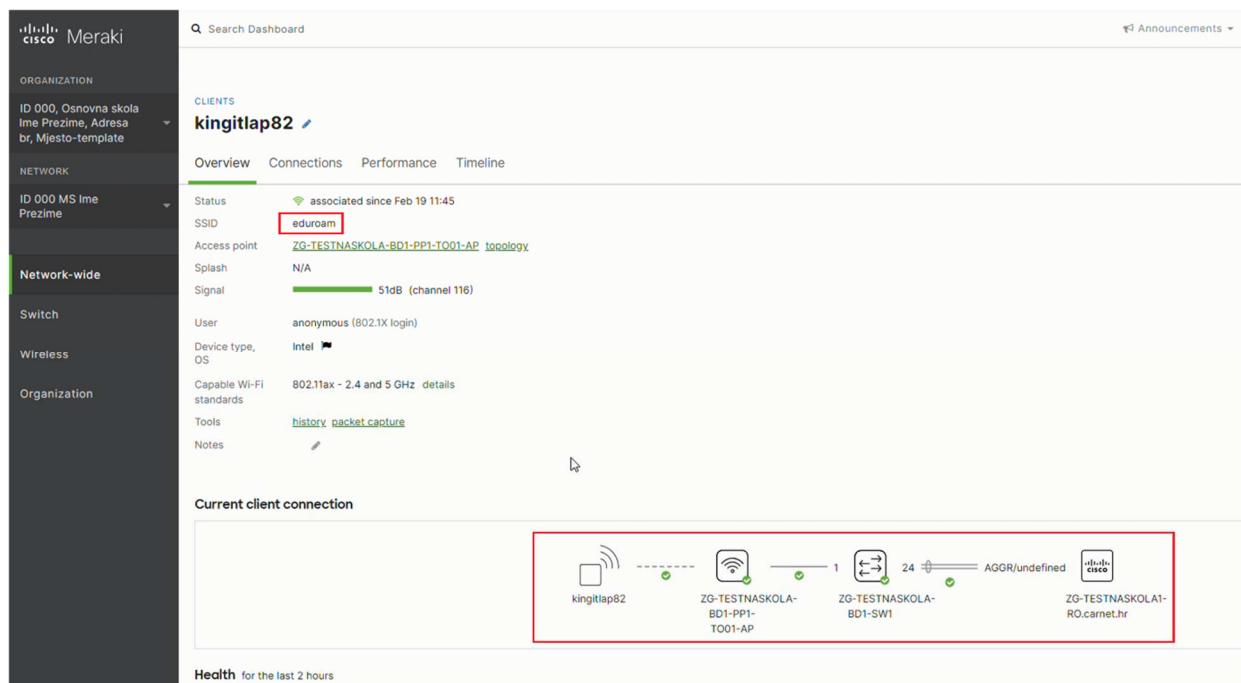
- **Settings / Connections / WiFi**,
- Odabratи bežičnu mrežу **eduroam**,
- **EAP method** postaviti на **TLS**,
- **PHASE 2 authentication** postaviti на **PAP**,
- U **CA certificate** polju nije potrebno mijenjati postavke,
- U **Identity** polje unijeti svoje AAI korisničko ime (u obliku „**ime.prezime@skole.hr**“),
- Polje **Anonymous identity** **ostaviti prazno**,
- U **Wireless password** polje unijeti svoju **lozinku za AAI**.



Slika 94: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu eduroam bez instalacijskog programa eduroam installer

Na nadzornoj ploči *Clients Dashboard* u centralnom sustavu za upravljanje Cisco Meraki administratoru sustava pojavljuje se korisnikov klijent i njegovim je odabirom vidljivo da je korisnik uredno spojen na bežičnu mrežu *eduroam*.

### Network-wide / MONITOR / Clients



Slika 95: Cisco Meraki – Clients Dashboard – eduroam

## 6.5.10 Postavljanje korisnika na listu blokiranih (*blacklist*)

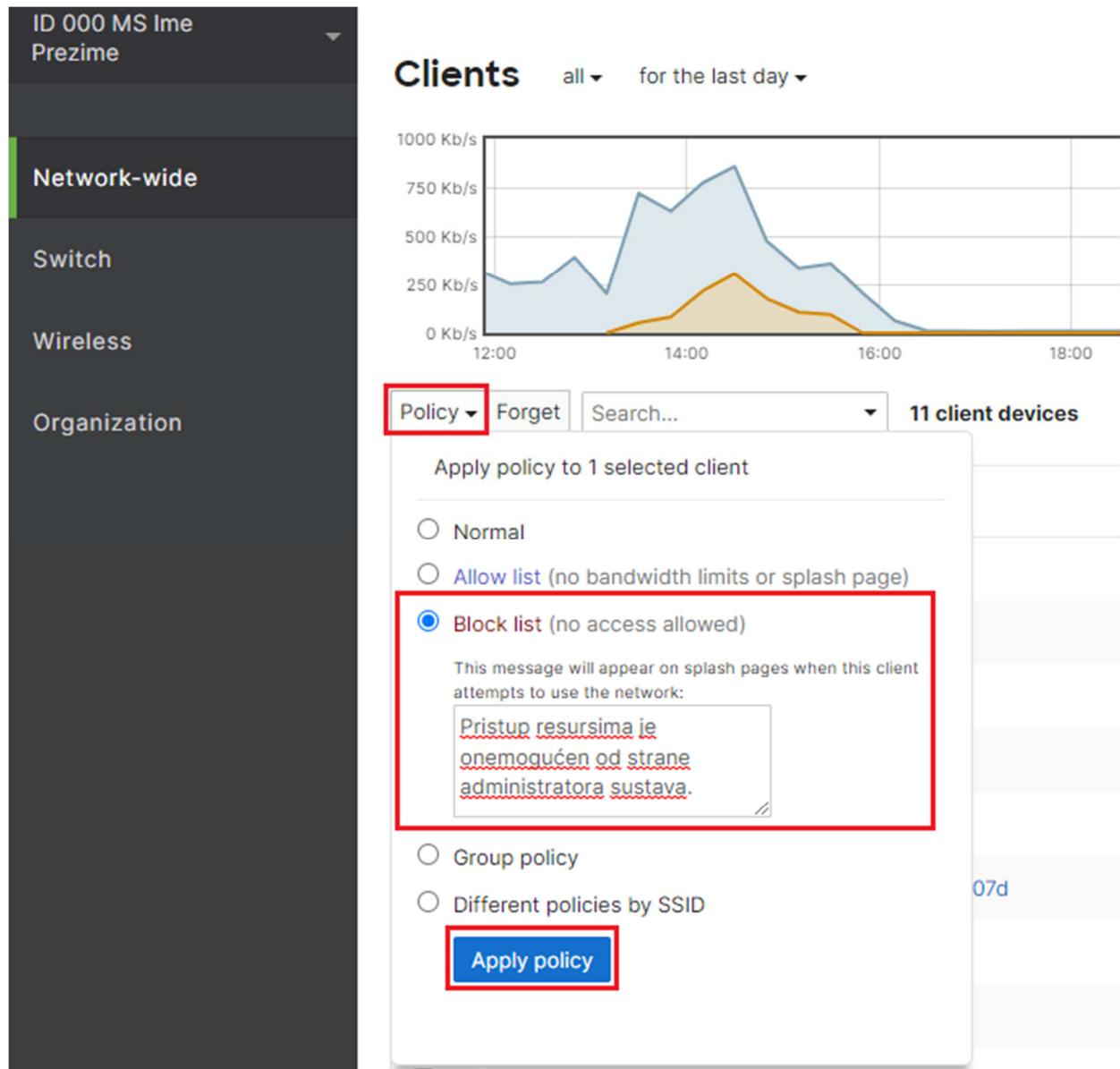
Korisnika se na listu blokiranih postavlja kako bi mu se onemogućio pristup određenim resursima.

Korisnike je na ovu listu moguće dodati na dva načina: odabirom korisnika na listi ili dodavanjem MAC adrese uređaja.

### 1) Dodavanje korisnika na listu blokiranih odabirom korisnika na listi

Kod ovog je načina potrebno sa popisa trenutno spojenih klijenata odabrati one koji se dodaju na listu blokiranih. Moguće je odabrati jednog ili više klijenata i u jednom koraku primijeniti pravilo na sve. Potrebno je odabrati opciju *Policy* i zatim *Block list*. Preporučeno je upisati poruku koja će biti prikazana korisniku. Odabirom *Apply policy* nove se postavke spremaju u sustav.

***Network-wide / MONITOR / Clients***

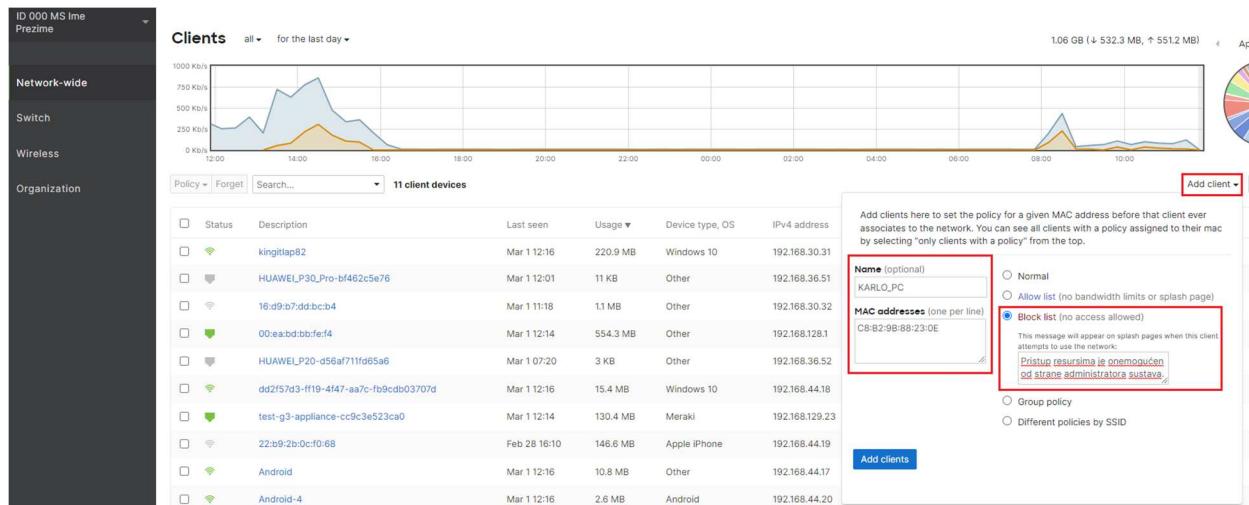


Slika 96: Dodavanje na listu blokiranih odabirom korisnika na listi

## 2) Dodavanje korisnika na listu blokiranih dodavanjem MAC adrese

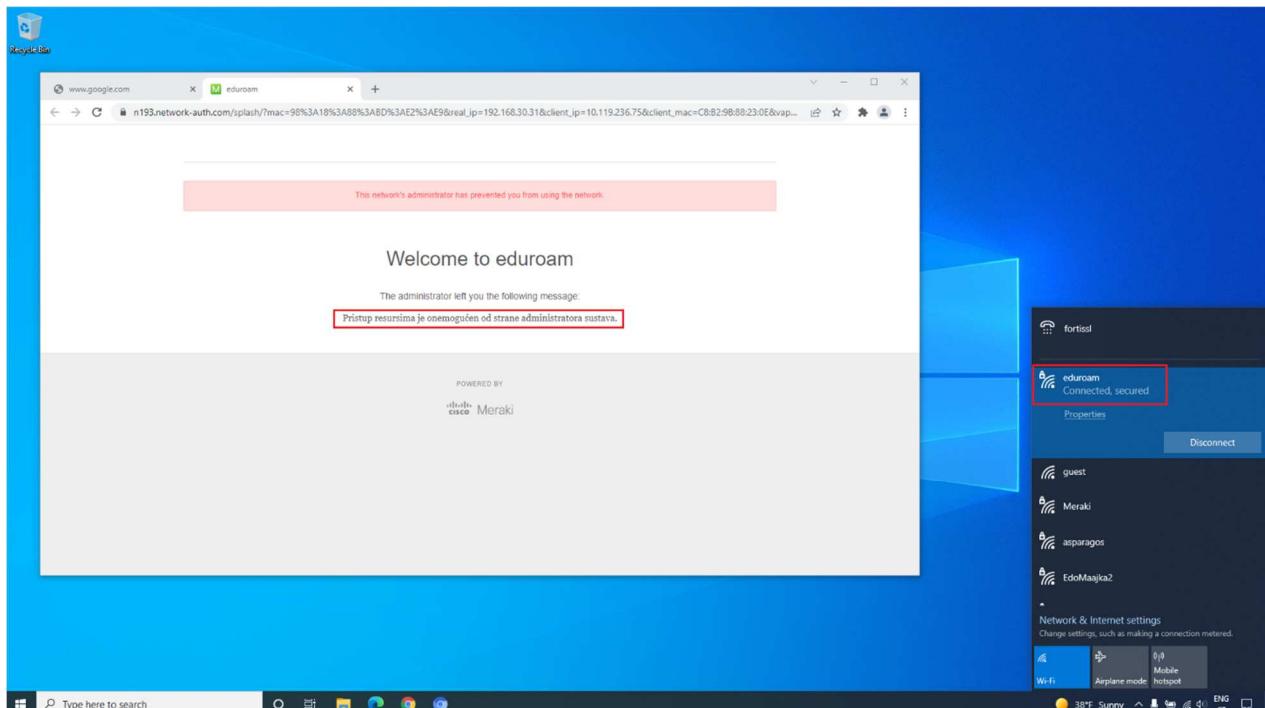
Za dodavanje korisnika na listu blokiranih putem MAC adrese, potrebno je odabratи opciju *Add client*, zatim *Block list* i upisati MAC adresu klijentskog uređaja. Preporučeno je upisati naziv uređaja u opciju *Name*. Odabirom opcije *Add clients* nove se postavke spremaju u sustav.

### Network-wide / MONITOR / Clients



Slika 97: Dodavanje korisnika na listu blokiranih dodavanjem MAC adrese

Kada korisnik preko klijentskog uređaja pokuša pristupiti resursima na internetu, otvara se mrežna stranica na kojoj je prikazana obavijest o onemogućenom pristupu, uz poruku koja je definirana prilikom njegova blokiranja.



Slika 98: Obavijest korisniku na listi blokiranih o nemogućnosti pristupa

### 6.5.11 Postavljanje korisnika na listu bez ograničenja (whitelist)

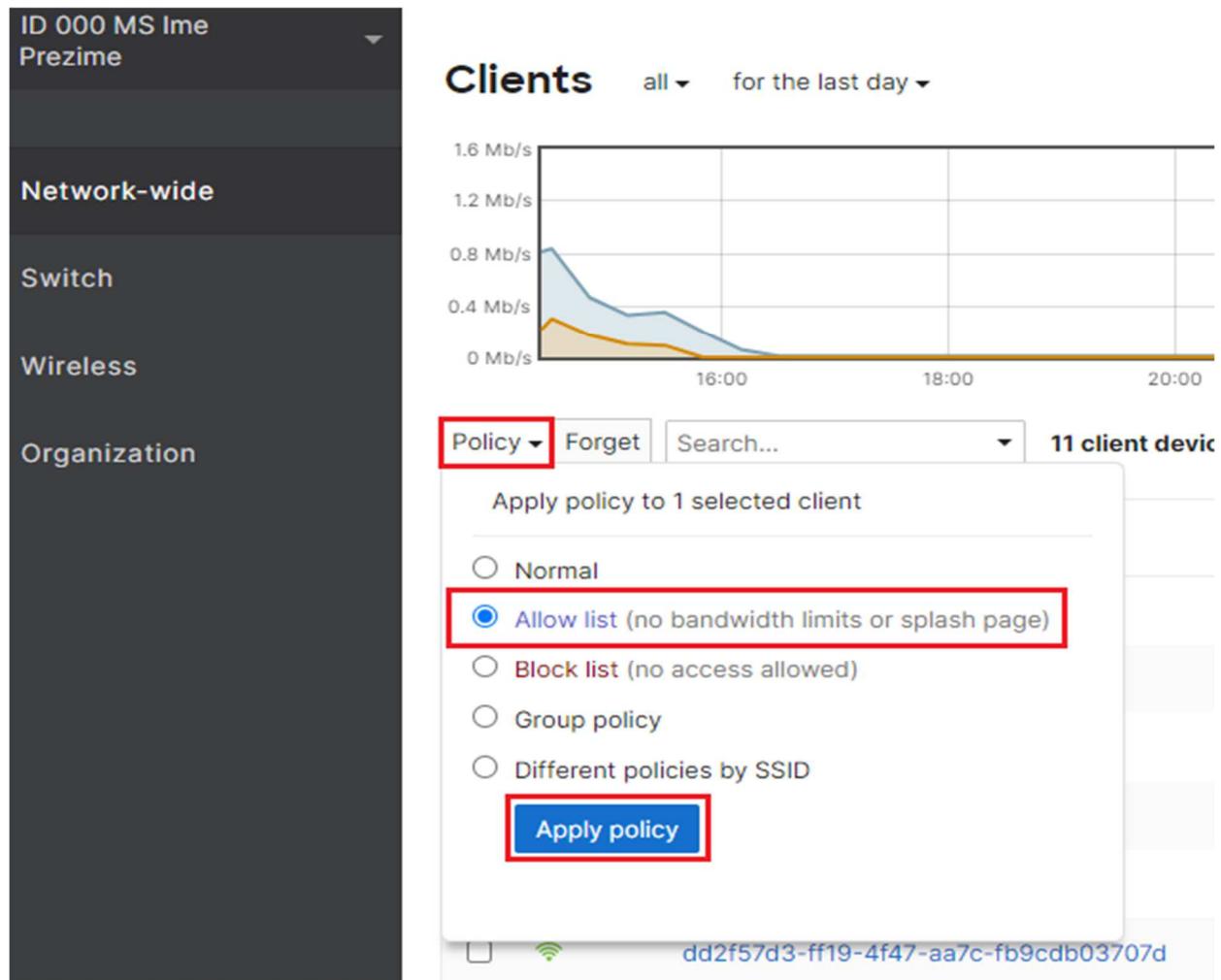
Korisnici dodani na ovu listu izuzeti su od ograničenja kao što su ograničenje brzine prijenosa podataka i autentikacija putem zaštitnog portala (engl. *Captive portal*). Ova je lista namijenjena prvenstveno za spajanje pametnih ploča, pisača i uređaja koji nemaju mogućnost spajanja unosom korisničkog imena i lozinke iz sustava AAI@EduHr.

Korisnike je na ovu listu moguće dodati na dva načina: odabirom korisnika na listi ili dodavanjem MAC adrese uređaja.

## 1) Dodavanje korisnika na listu bez ograničenja odabirom korisnika na listi

Kod ovog je načina potrebno sa popisa trenutno spojenih klijenata odabrati one koji će biti dodani na listu bez ograničenja. Moguće je odabrati jednog ili više klijenata i u jednom koraku primijeniti pravilo na sve. Potrebno je odabrati *Policy* i zatim *Allow list*. Odabirom *Apply policy* nove se postavke spremaju u sustav.

### Network-wide / MONITOR / Clients

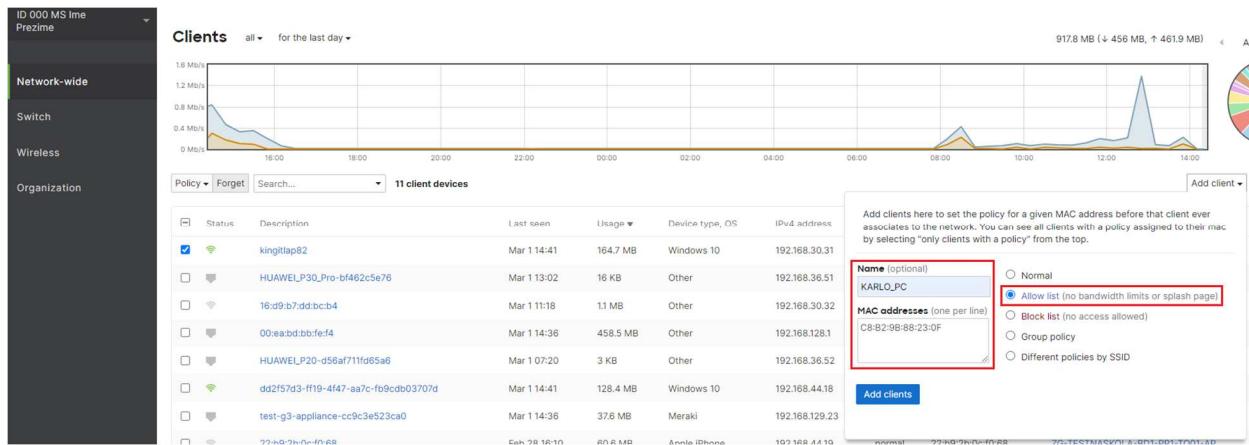


Slika 99: Cisco Meraki – dodavanje korisnika na listu Allow

## 2) Dodavanje korisnika na listu bez ograničenja dodavanjem MAC adrese

Za dodavanje korisnika putem MAC adrese, potrebno je odabrati opciju *Add client*, zatim *Allow list* i upisati MAC adresu klijentskog uređaja. Preporučeno je upisati naziv uređaja u opciju *Name*. Odabirom opcije *Add clients* nove se postavke spremaju u sustav.

### Network-wide / MONITOR / Clients



Slika 100: Cisco Meraki – prikaz korisnika na listi bez ograničenja (whitelist)

Nakon dodavanja na listu bez ograničenja, korisnik uredno pristupa resursima na internetu.

### 6.5.12 Dodavanje novog sigurnosnog pravila pristupa resursima

Kroz centralni sustav za upravljanje i nadzor Cisco Prime konfiguriraju se sigurnosna pravila, odnosno standardne pristupne liste na usmjerivaču.

U ovom se primjeru kreira standardna pristupna lista na kojoj je klijentskom uređaju onemogućen pristup ostalim resursima.

Ovdje je prije svega potrebno napomenuti da nema smisla blokirati adrese koje su klijentskim računalima dodijeljene od strane DHCP-a i ovo pravilo ima smisla samo kod računala na kojima je postavljena statička IP adresa.

Standardna pristupna lista imenuje se brojevima od 1 do 99 ili unosom proizvoljnog imena. Imenovanje pristupne liste služi tomu kako bi se već iz njezina imena u konfiguraciji moglo zaključiti koja je njezina svrha. Lista se dodaje na sučelje VLAN16 u IN smjeru kako bi bila onemogućena komunikacija klijenta prema ostalim resursima.

Prvi je korak prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Prime unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio. U glavnom se izborniku odabire opcija *Monitor* i opcija *Network Devices* unutar opcije *Network*. Na listi je potrebno odabrati usmjerivač na kojem se vrši konfiguracija. Kako bi se ubrzao pronalazak usmjerivača, u polje za pretraživanje potrebno je upisati ključne riječi iz naziva usmjerivača.

#### / Monitor / Network / Network Devices

Reachability	Admin Status	Device Name	IP Address
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ZG-TESTNACARNET1-RO.carnet.hr	193.198.192.67
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ZG-TESTNASKOLA-RO.carnet.hr	82.214.96.34

Slika 101: Cisco Prime – Network Devices

U glavnom se izborniku odabire opcija *Security* i zatim opcija *ACL*. Kreiranje nove pristupne liste započinje odabirom opcije *Add*. U polju *Name* definira se ime liste, u polju *Type* potrebno je odabrati *STANDARD*, a u polju *Description* navodi se kratak opis. Odabirom opcije *Save* parametri se spremaju na pristupnu listu. U nastavku, nakon spremanja parametra na pristupnu listu, konfiguracija pristupne liste sprema se na usmjerivač pritiskom na *Save*.

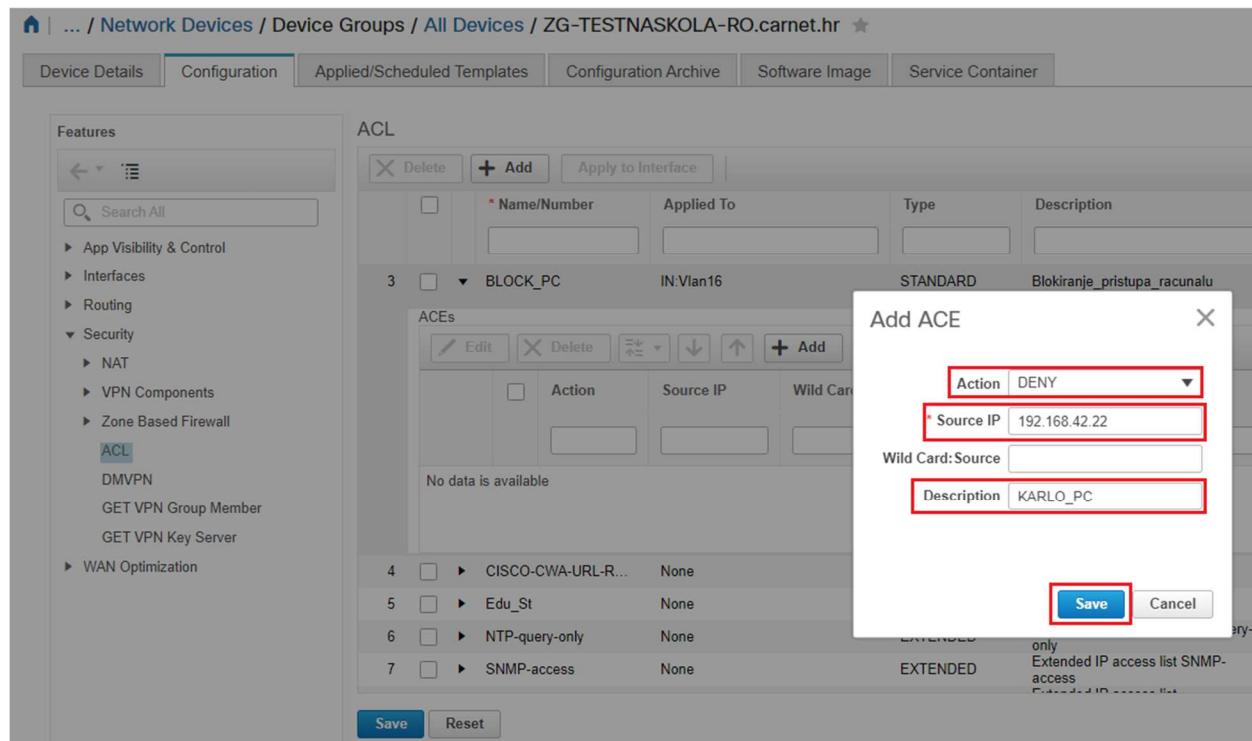
	Name/Number	Applied To	Type	Description	Referred
6	SNMP-access	None	EXTENDED	only Extended IP access list SNMP-access	
7	eduroam_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_in	
8	eduroam_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_out	
9	gosti_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list goсти_qos_in	
10	gости_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list goсти_qos_out	
11	meraki-fqdn-dns	None	EXTENDED	Extended IP access list meraki-fqdn-dns	
12	meraki_cloud_connec...	IN-Vlan1	EXTENDED	Extended IP access list meraki_cloud_connectivity	
13	nat_nova_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_nova_mreza	
14	nat_pf_acl	None	EXTENDED	port fw acl	
15	nat_postojeca_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_postojeca_mreza	
16	testnapfacl	None	EXTENDED	za portforwarding pokazno	
17	BLOCK_PC	None	STAND...	Blokiranje_pristupa_racunalu	None

Slika 102: Cisco Prime – ACL

Nakon kreiranje pristupne liste, potrebno je definirati njezine parametre. Pritiskom na *streljicu* otvara se prozor s parametrima. Pritiskom na *Add* započinje proces dodavanja novih parametara.

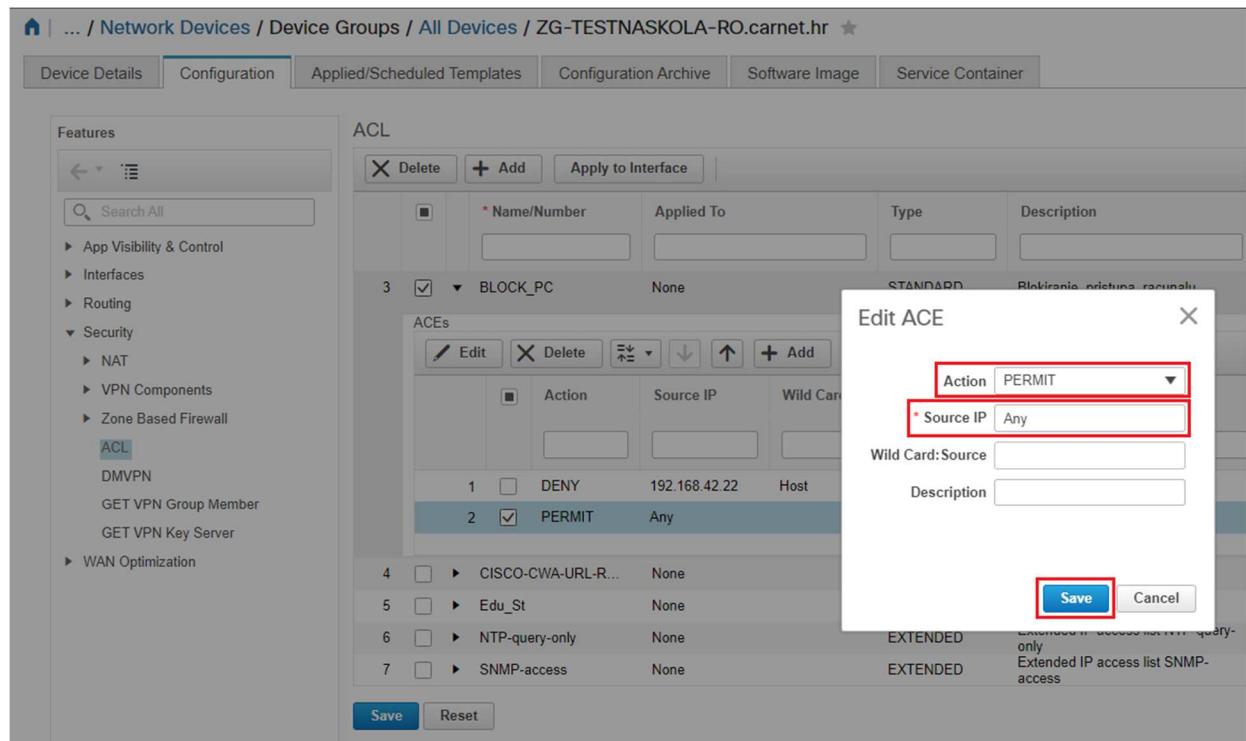
Potrebno je odabrati *DENY* i upisati IP adresu računala kojem se blokira pristup. U polje *Description* preporučeno je upisati kratak opis uređaja.

Pritiskom na *Save* parametri se spremaju na listu.



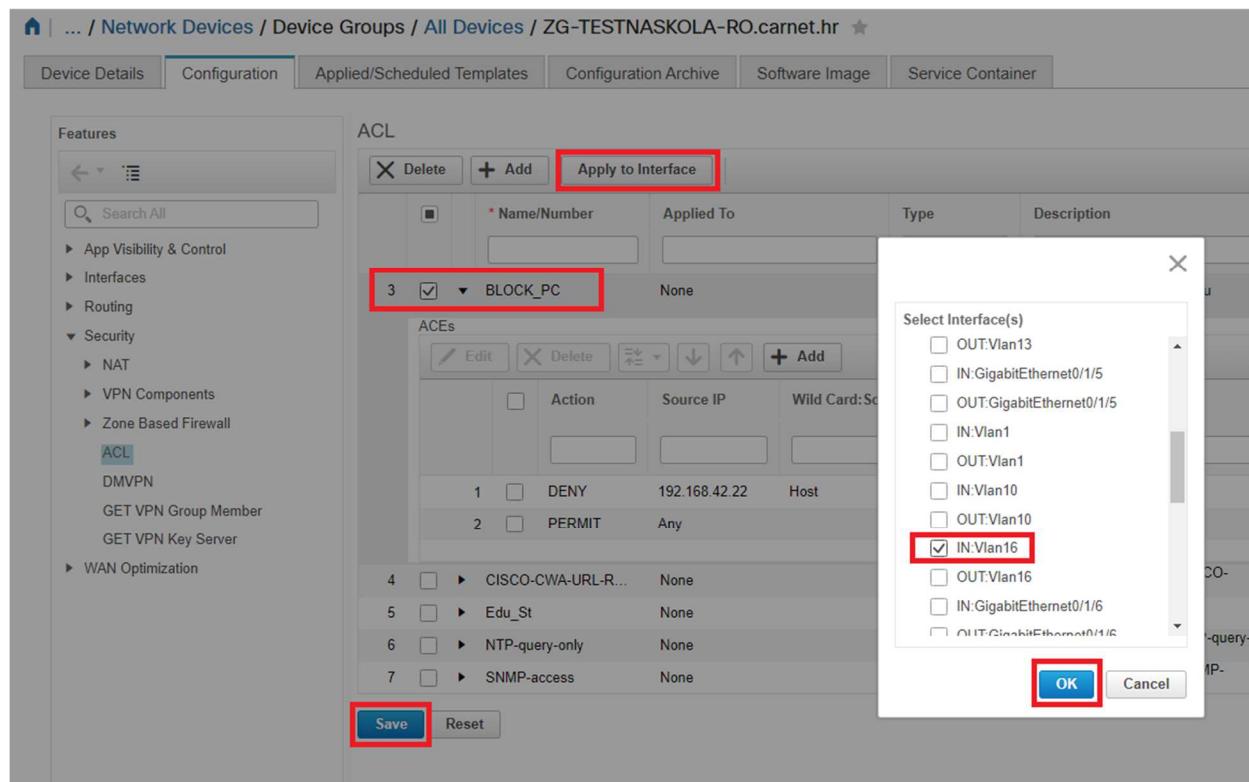
Slika 103: Cisco Prime – Dodavanje ACL-a

Nakon što su upisani parametri pristupne liste, dodaju se parametri kojima se propušta sav ostali promet iz navedene mreže. Proces dodavanja novih parametara započinje pritiskom na *Add*. Potrebno je odabrati *PERMIT* i upisati *Any* u polje *Source IP*. Pritiskom na *Save* parametri se spremaju na listu.



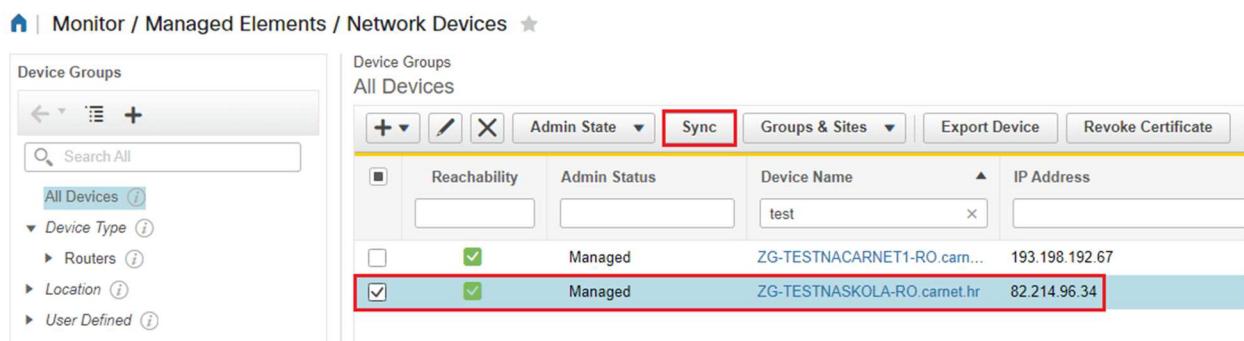
Slika 104: Cisco Prime – Edit ACL

U nastavku konfiguracije, potrebno je odabratи kreiranu listu i postaviti јe na *VLAN16* u *IN* smjeru. Odabirom liste *BLOCK\_PC* i opcije *Apply to Interface*, prikazuje se popis raspoloživih sučelja na kojem je potrebno odabratи *IN:VLAN16*. Pritiskom na *Save* parametri se spremaju na usmjerivač.



Slika 105: Cisco Prime – Apply to Interface

Provjeru izvršenih promjena na sučelju moguće je izvršiti odabirom opcije *Monitor* u glavnom izborniku i zatim opcije *Network Devices*. Pretražuje se i odabire usmjerivač, a pritiskom na *Sync* pokreće se postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bila vidljiva trenutna konfiguracija usmjerivača.

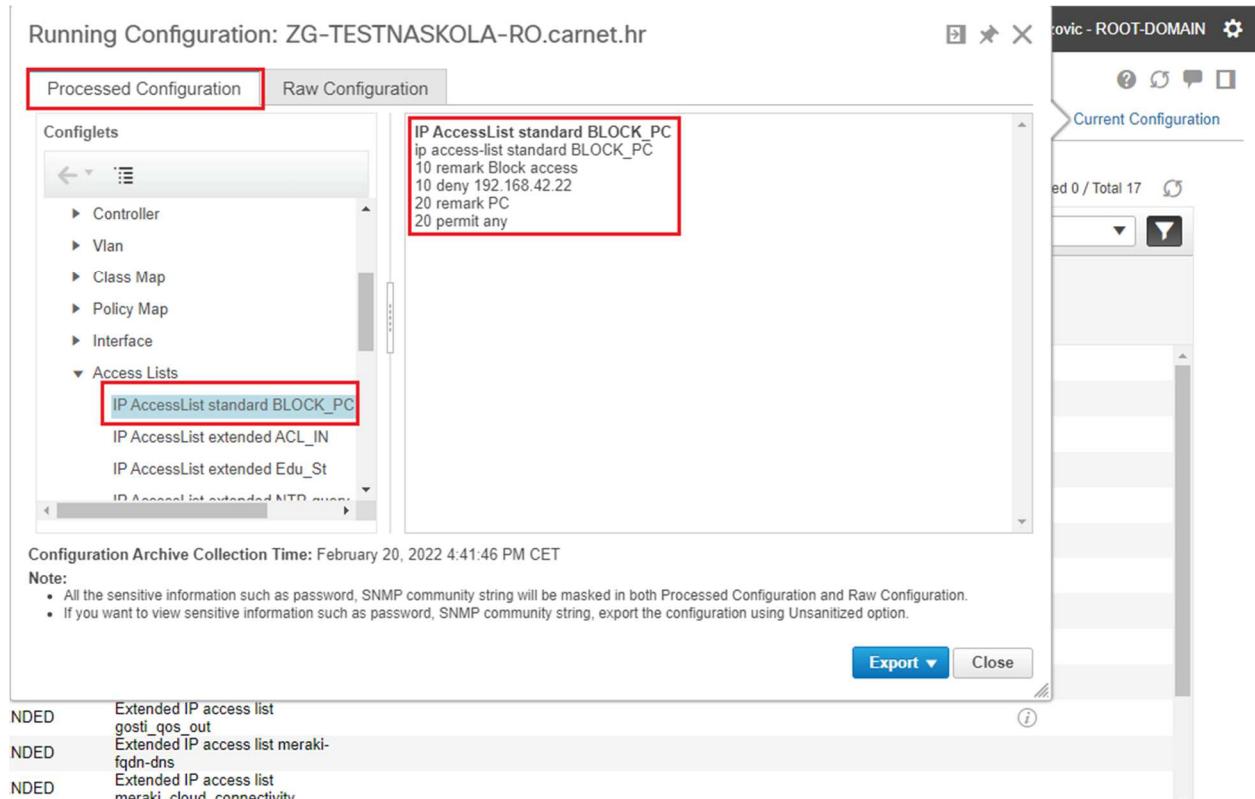


Slika 106: Cisco Prime – Network Devices – Sync

Potrebno je odabrati usmjerivač i opciju *Current Configuration*.

Opcija *Processed Configuration* prikazuje konfiguraciju uređaja po kategorijama, što omogućava lakše pretraživanje.

Po konfiguraciji je potrebno pretraživati dok se ne dođe do dijela s pristupnim listama gdje se vidi da je dodavanje pristupne liste uspješno završeno.



Slika 107: Cisco Prime – Processed Configuration

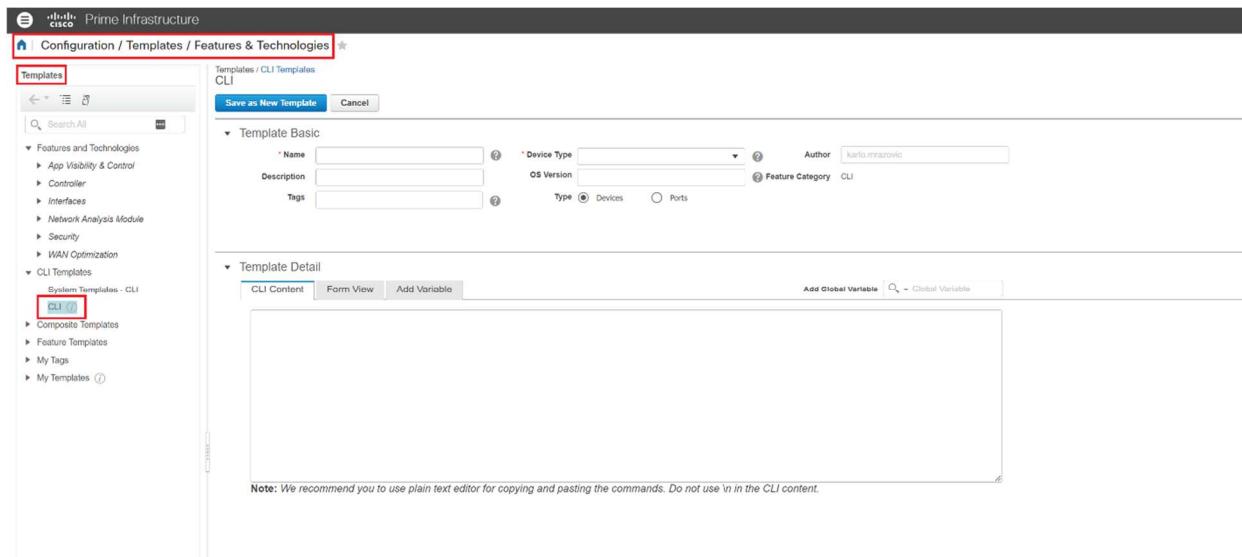
### 6.5.13 Prikaz konfiguracije novog DHCP poola

Konfiguracija novog DHCP raspona adresa na usmjerivaču obavlja se kroz centralni sustav za upravljanje i nadzor Cisco Prime.

Prvi je korak prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Prime unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio.

U glavnom se izborniku odabire opcija *Configuration* i opcija *Features & Technologies* pod *Templates*. Zatim se u izborniku *Templates* odabire *CLI Templates* i opcija *CLI*.

#### ≡ / Configuration / Templates / Features & Technologies



Slika 108: Cisco Prime – Features & Technologies

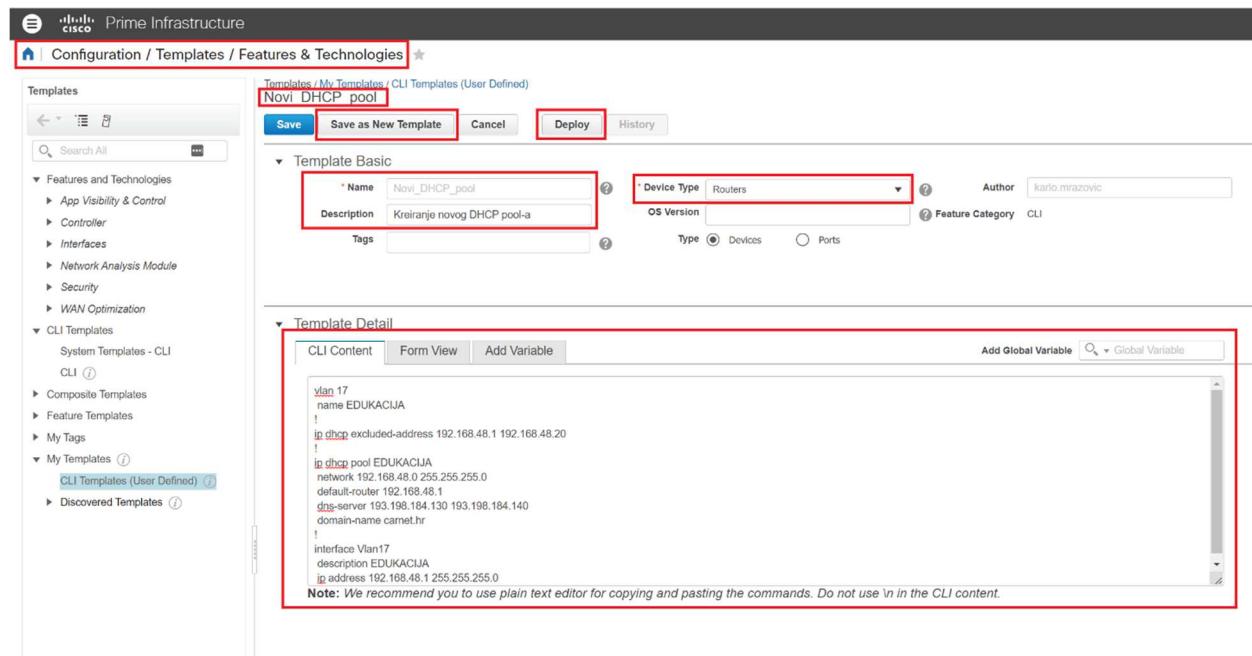
Obvezni parametri novog predloška (engl. *template*) su polje *Name* u koje se unosi naziv novog predloška i padajući izbornik *Device Type* u kojem se odabire vrsta mrežnog uređaja. U polje *Description* preporuča se dodati kratak opis funkcionalnosti predloška.

Nakon unosa osnovnih parametara, **definiraju se naredbe CLI za čije je korištenje potrebno poznavanje sintakse i logike operacijskog sustava Cisco IOS.**

Dodaju se naredbe koje su potrebne za kreiranje novog DHCP *poola*:

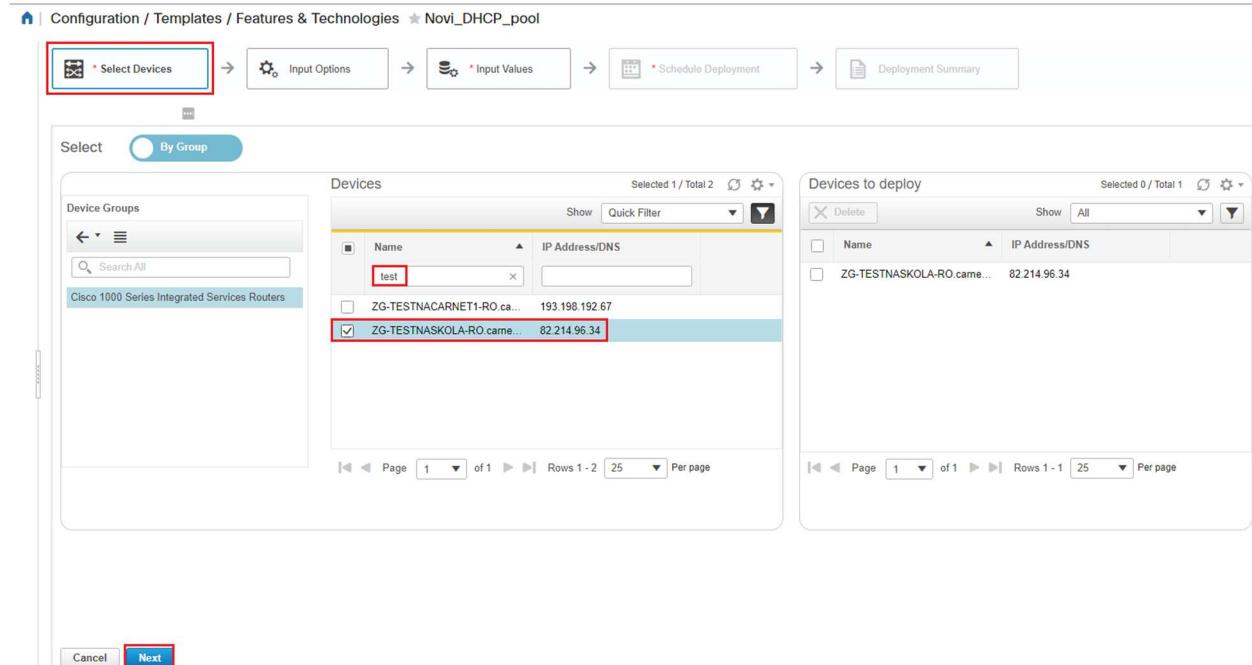
- naredbe za kreiranje novog VLAN-a:  
`vlan 17  
name EDUKACIJA`
- naredba za izdvajanje prvih 20 IP adresa iz novog DHCP *poola*:  
`ip dhcp excluded-address 192.168.48.1 192.168.48.20`
- naredbe za kreiranje novog DHCP *poola*:  
`ip dhcp pool EDUKACIJA  
network 192.168.48.0 255.255.255.0  
default-router 192.168.48.1  
dns-server 193.198.184.130 193.198.184.140  
domain-name carnet.hr`
- naredbe za kreiranje novog DHCP *poola*:  
`interface Vlan17  
description EDUKACIJA  
ip address 192.168.48.1 255.255.255.0`

Nakon dodavanja naredbi, predložak se spremi pritiskom na *Save as New Template* i unosom „Novi\_DHCP\_pool“, a pritiskom na tipku *Deploy* nastavlja se s instalacijom na usmjerivač.



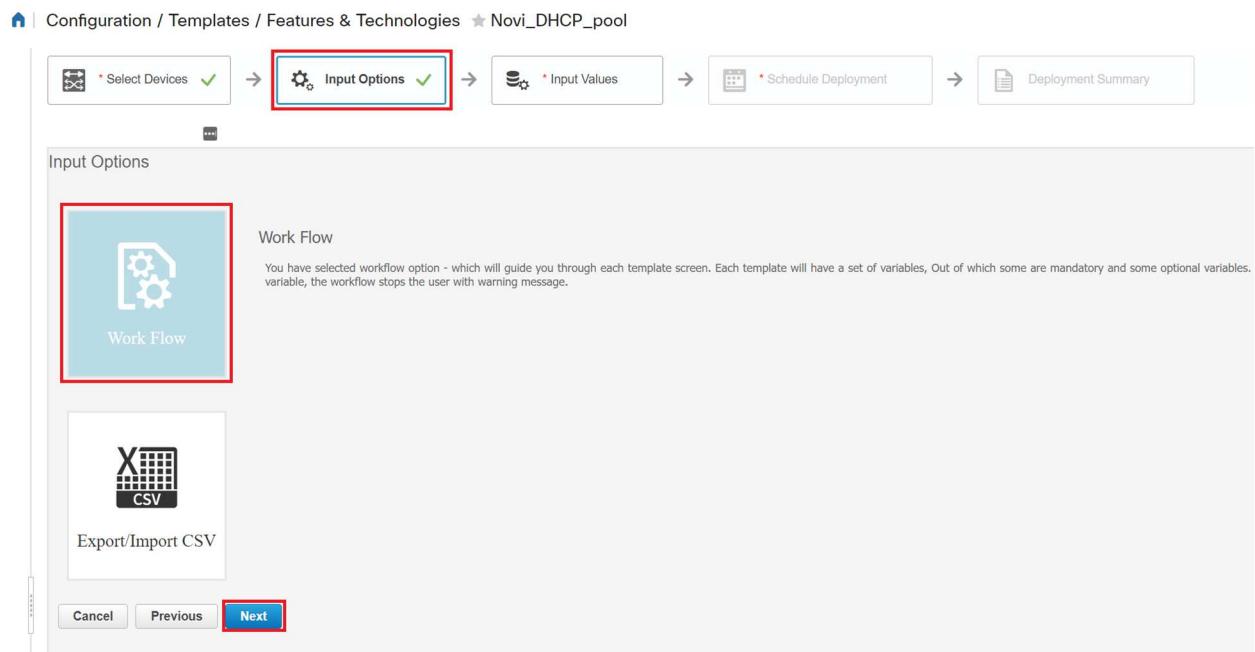
Slika 109: Template Novi\_DHCP\_pool

Nakon što je kreiran novi predložak, nastavlja se s pretraživanjem i odabirom usmjerivača.



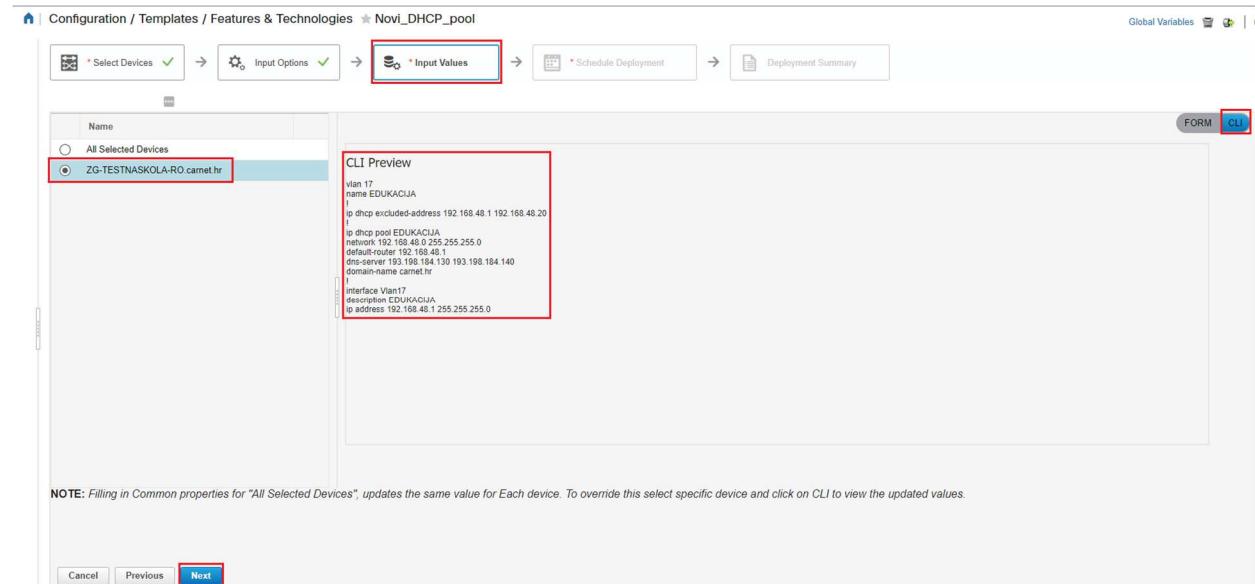
Slika 110: Predložak Novi\_DHCP\_pool – odabir usmjerivača

Nakon odabira uređaja, odabire se *Input Options*, gdje se ostavlja zadani parametar *Workflow* koji vodi do definiranja preostalih varijabli koje su potrebne za primjenu predloška na usmjerivač.



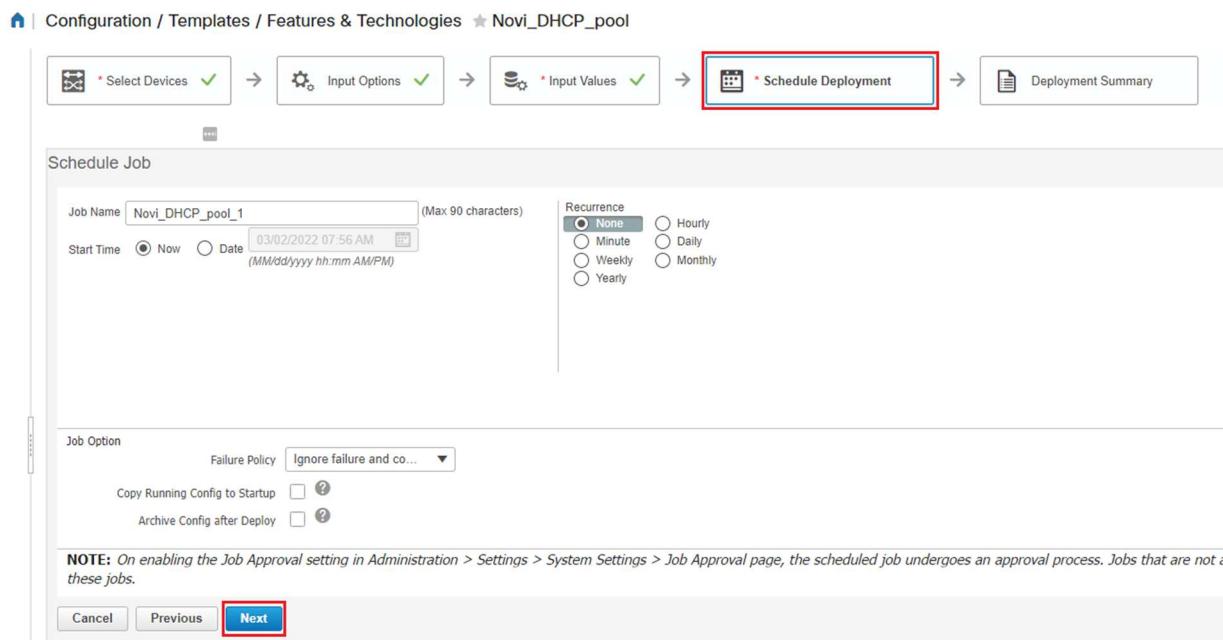
Slika 111: Cisco Prime – Input Options

U nastavku se dolazi do opcije *Input Values*, gdje se odabire usmjerivač i odabirom opcije *CL* omogućuje pregled konfiguracije koja se šalje na usmjerivač.



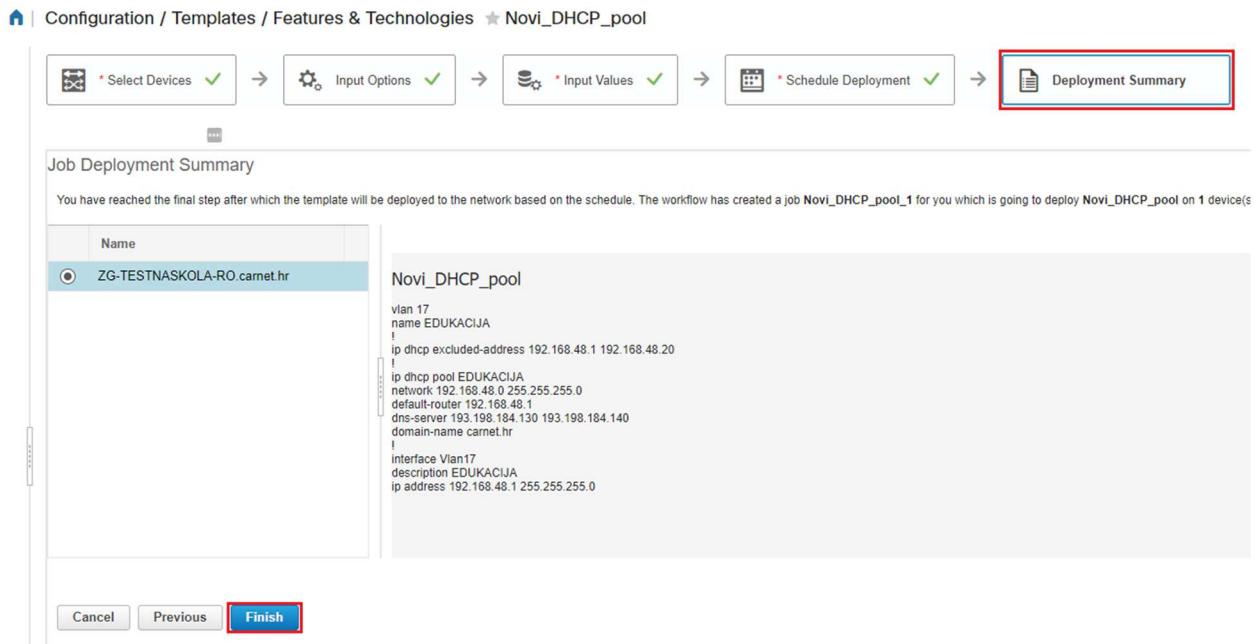
Slika 112: Cisco Prime – Input Values

Pritisom na *Next* otvara se prozor *Schedule Deployment* gdje se mogu promijeniti već ponuđene vrijednosti za ime zadatka (*Job Name*), početno vrijeme (*Start Time*), učestalost ponavljanja (*Recurrence*) te parametri za izvođenje zadatka (*Job Option*). Pritisom na *Next* prihvataju se ponuđene, odnosno upisane vrijednosti i prelazi se na sljedeći korak.



Slika 113: Cisco Prime – Schedule Deployment

U opciji *Deployment Summary* ispisuju se zbirne informacije za „Novi\_DHCP\_pool“, a pritiskom na *Finish* pokreće se završna instalacija na usmjerivač.



Slika 114: Cisco Prime – Deployment Summary

Nakon što su upisani svi parametri i instalacija je završena, u opciji *Job Status* provjerava se je li instalacija uspješno završena.

Zadatak „Novi\_DHCP\_pool“ ima status *Completed* i označenu zelenu kvačicu *Success*, što znači da je instalacija bila uspješna.

The screenshot shows the Cisco Prime Job Dashboard. At the top, there are five status boxes: User Job Status (0 Scheduled, 1 Failed, 0 Suspended), Poller Job Status (0 Scheduled, 0 Failed, 0 Suspended), System Job Status (14 Scheduled, 3 Failed, 16 Suspended), In Progress Jobs (0 User, 0 System, 2 Poller), and My Jobs (0 Scheduled, 0 Failed). Below this, a message says "Last Updated: Tuesday, May 17, 2022 at 2:48:21 PM CEST". The main area is divided into two sections: "Jobs" on the left and "User Jobs" on the right. The "Jobs" section has a sidebar with links like CliTemplateDeploy, Config Deploy - Deploy View, Configuration Archive Collection, Device Bulk Import, System Jobs, APIC-EM Integration, Assurance And Health Summary, Infrastructure, Inventory And Discovery Jobs, Status, Wireless Monitoring, and Poller Jobs. The "User Jobs" section shows a table of completed jobs:

Name	Job Type	Status	Last Run Status	Last Start Time	Duration(hh:mm)
Novi_DHCP_pool	Config Deploy - De...	Completed	Success	2022-05-17 14:48	00:00:01
Job_Configuration_Archive_Collection_2_28...	Configuration Archi...	Scheduled	Partial-Succ...	2022-05-17 01:00	00:01:51
infoscope-dhcp_12_54_41_538_PM_05_16...	CliTemplateDeploy...	Completed	Success	2022-05-16 12:54	00:00:01
infoscope-dhcp_09_29_10_824_AM_05_16...	CliTemplateDeploy...	Completed	Success	2022-05-16 09:29	00:00:01
Job_BulkImport_01_23_45_114_PM_10_26...	Device Bulk Import	Scheduled	Failure	2021-10-26 13:24	00:00:01

Slika 115: Cisco Prime – Job Dashboard

Nakon završetka instalacije, slijedi sinkronizacija uređaja sa sustavom za upravljanje.

U glavnom je izborniku potrebno odabratи *Monitor* i zatim opciju *Network Devices*. Pretražuje se i odabire usmjerivač, a pritiskom na *Sync* pokreće se postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bila vidljiva trenutna konfiguracija usmjerivača.

The screenshot shows the Cisco Prime Network Devices synchronization interface. On the left, there is a sidebar with "Device Groups" and a search bar. The main area shows "All Devices" with a table of devices. The table has columns: Reachability, Admin Status, Device Name, and IP Address. One device is selected and highlighted with a blue border: "ZG-TESTNACARNET1-RO.carnet.hr" with IP "193.198.192.67". Another device is also listed: "ZG-TESTNASKOLA-RO.carnet.hr" with IP "82.214.96.34". The "Sync" button is highlighted in red.

Slika 116: Cisco Prime – Sinkronizacija uređaja sa sustavom za upravljanje

Kako bi korisnici iz nove mreže imali pristup resursima na internetu, potrebno je konfigurirati NAT i dodati novu mrežu u postojeću listu s pravima pristupa (ACL).

U glavnom je izborniku potrebno odabratи *Monitor* i zatim *Network Devices*. Slijedi pretraživanje i odabir usmjerivača te se odabire opcija *NAT* pod *Security*. Nakon toga slijedi odabir opcije *Interfaces*. Potrebno je odabratи sučelje *VLAN 17*, pritiskom na ikonu

olovke odabratи opciju *Inside* i spremiti promjene na uređaj pritiskom na *Save*.

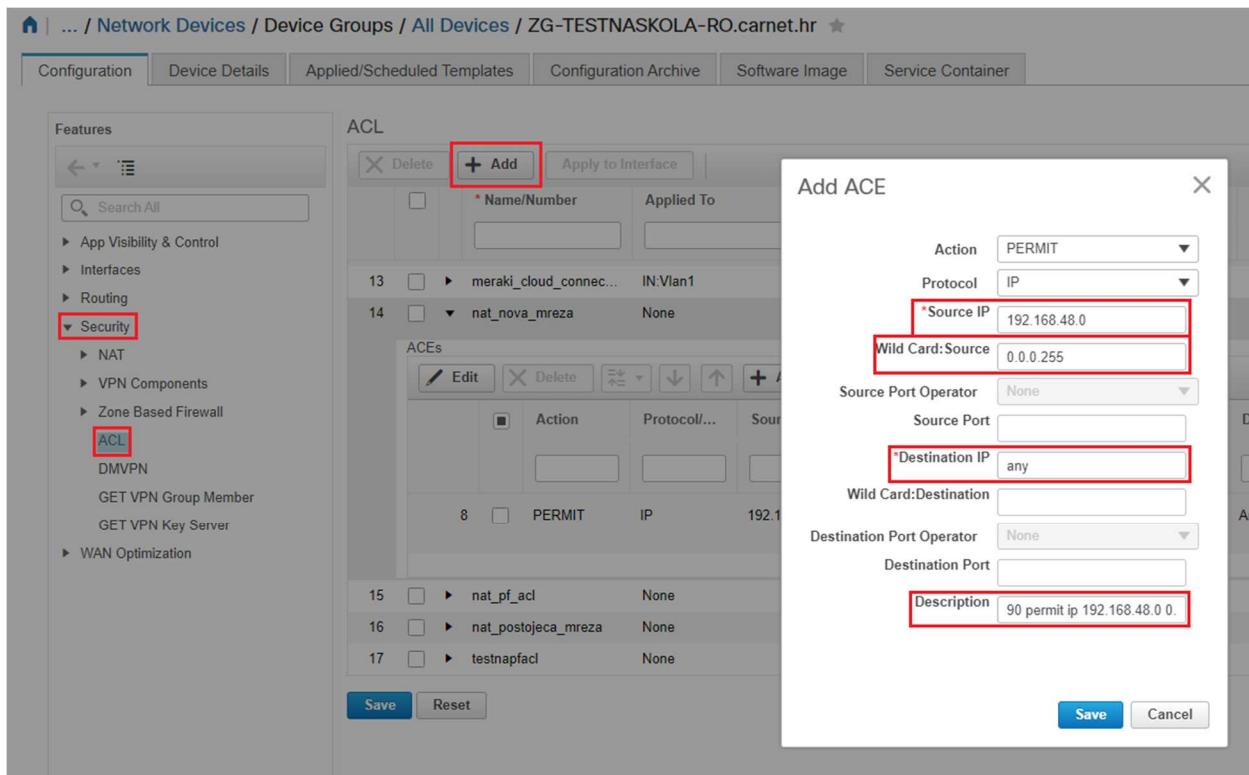
Interface Name	Association	VRF	IP Address
GigabitEthernet0/0/0	Outside		82.214.96.34
GigabitEthernet0/0/1			
Vlan1	Inside		192.168.129.1
Vlan10	Inside		192.168.30.1
Vlan11	Inside		192.168.32.1
Vlan12	Inside		192.168.34.1
Vlan13	Inside		192.168.36.1
Vlan14	Inside		192.168.44.1
Vlan15	Inside		192.168.40.1
Vlan16	Inside		192.168.42.1
<b>Vlan17</b>	<b>Inside</b>		192.168.48.1
Vlan3	Inside		192.168.128.1

Slika 117: Cisco Prime – NAT Interfaces

Nakon podešavanja NAT-a, pod *Security* se odabire opcija *ACL* za dodavanje nove mreže u postojeće NAT pravilo.

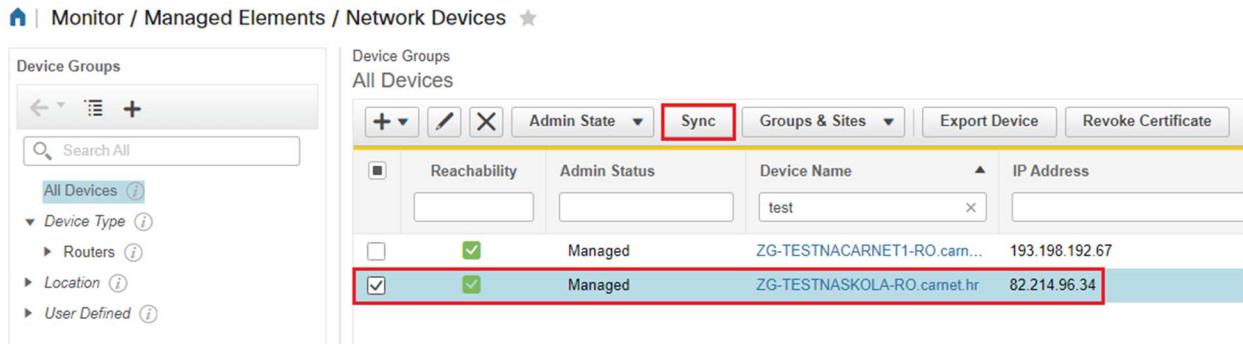
Pritiskom na *Add* otvara se prozor *Add ACE* za unos novih parametara. U polje *Source IP* potrebno je unijeti IP adresu, u polje *Wild Card: Source* unosi se *wildcard* maska i u polje *Destination IP* upisuje se *Any*. U polje *Description* preporučeno je unijeti opis radi preglednosti u konfiguraciji. Pritiskom na tipku *Save*, spremaju se promjene vezane uz prozor *Add ACE*.

Ponovnim pritiskom na tipku *Save* spremaju se upisane promjene za ACL na odabranom usmjerivaču.



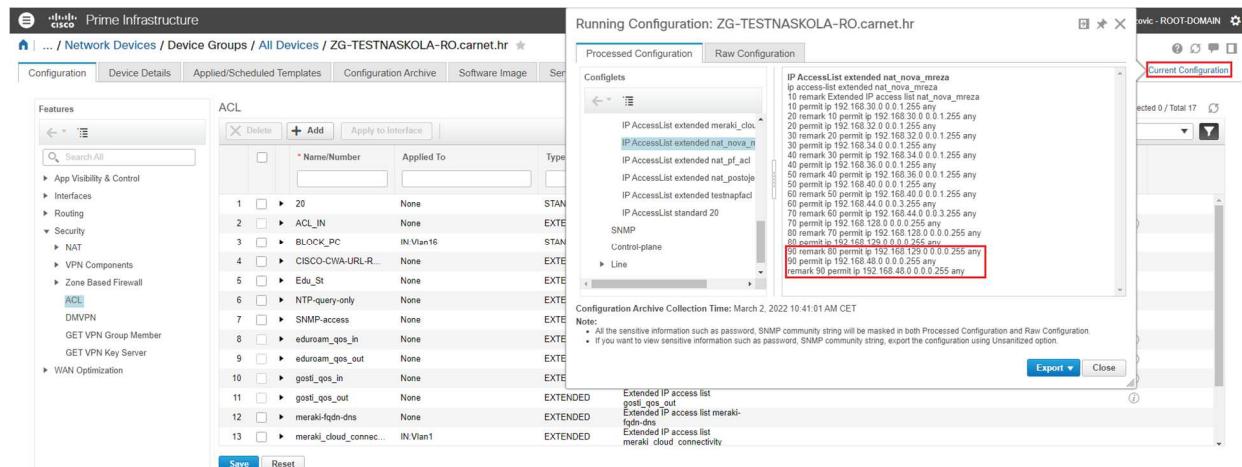
Slika 118: Cisco Prime – Dodavanje nove mreže u postojeće pravilo NAT

Provjera instalacije izvodi se sinkronizacijom uređaja sa sustavom za upravljanje. U glavnom se izborniku odabire *Monitor* i zatim opcija *Network Devices*. Pretražuje se i odabire usmjerivač, a pritiskom na *Sync* pokreće se postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bila vidljiva trenutna konfiguracija usmjerivača.



Slika 119: Cisco Prime – Network Devices – sinkronizacija

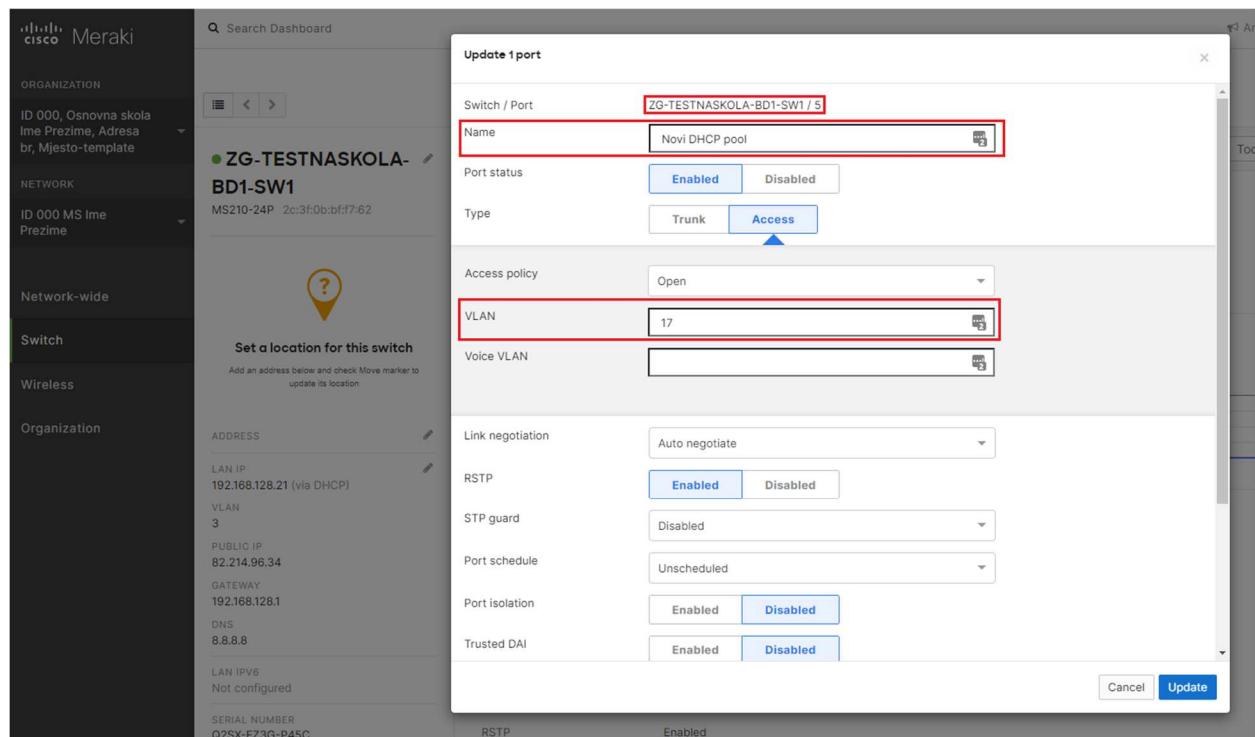
Iz pregleda cjelokupne konfiguracije proizlazi da su sve promjene uspješno spremljene na usmjerivač.



Slika 120: Cisco Prime – Current Configuration – provjera promjena

Sljedeći je korak konfiguracija sučelja na preklopniku Cisco Meraki i spajanje korisničkog klijenta na sučelje kako bi se provjerila uspješnost cijelog postupka dodavanja novog DHCP poola. Nakon odabira preklopnika i sučelja, sučelje se postavlja u novi VLAN 17, a preporuča se definirati naziv u polju *Name* u opisu sučelja.

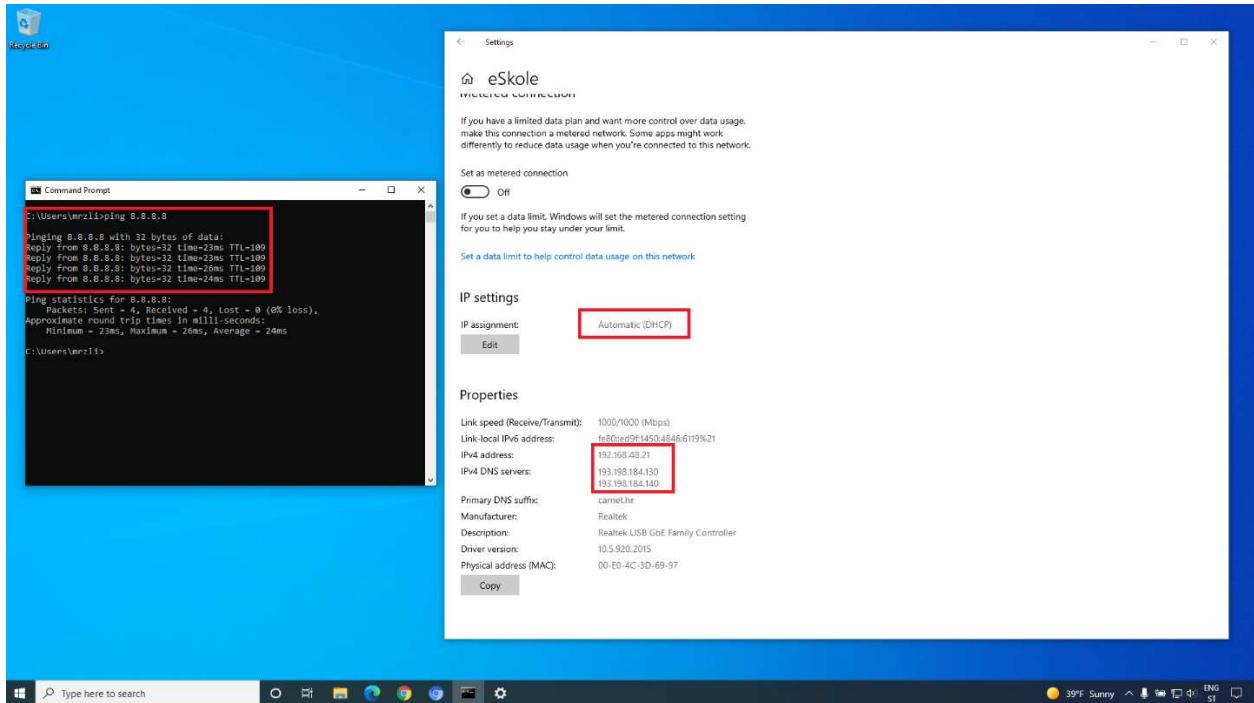
## Switch / MONITOR / Switches



Slika 121: Cisco Meraki – Port 5 Configuration

Na kraju postupka provjerava se dobiva li korisnički klijent IP adresu iz novog DHCP poola.

Iz pregleda prikazanih podataka, potvrđuje se da je korisnik dobio IP adresu i uredno pristupa svim potrebnim resursima na internetu.



Slika 122: Korisnički klijent – postavke DHCP-a

## 6.6 Otklanjanje poteškoća na mreži

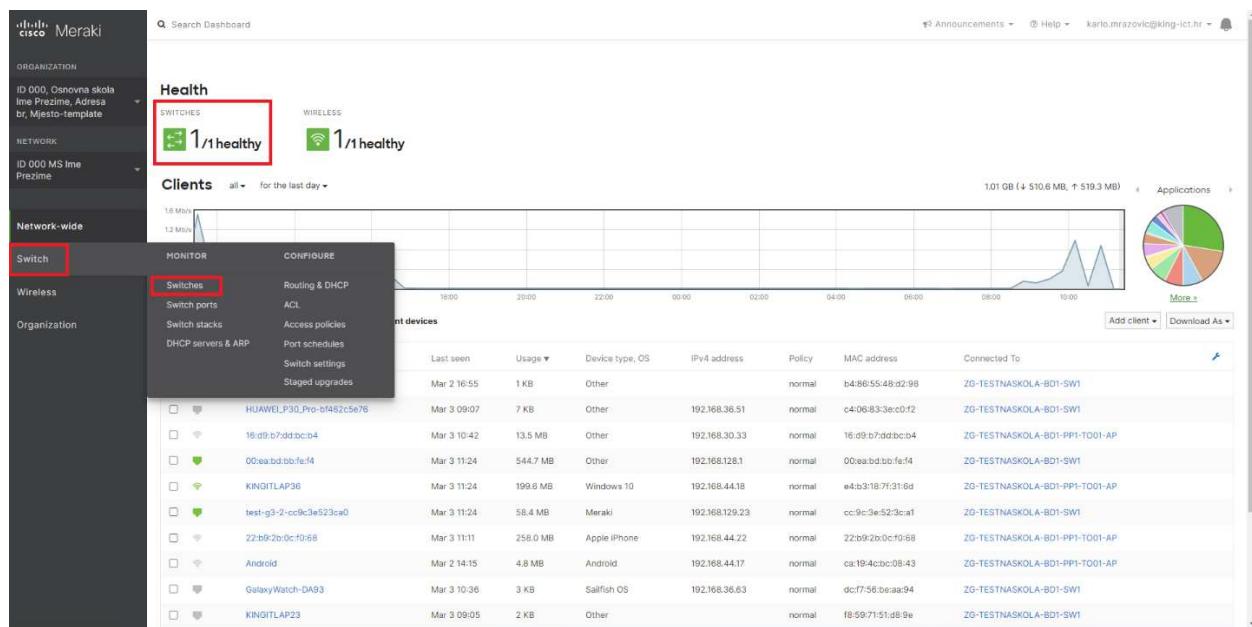
U ovom su poglavlju opisani postupci koji se primjenjuju kada se pojavi neka poteškoća u radu bežične mreže pa treba snimiti mrežni promet, obaviti pregled detalja bežičnih pristupnih točaka i preklopnika te koristiti ping i cable test opciju.

### 6.6.1 Prikaz snimanja mrežnog prometa

Prvi je korak prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Meraki unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio.

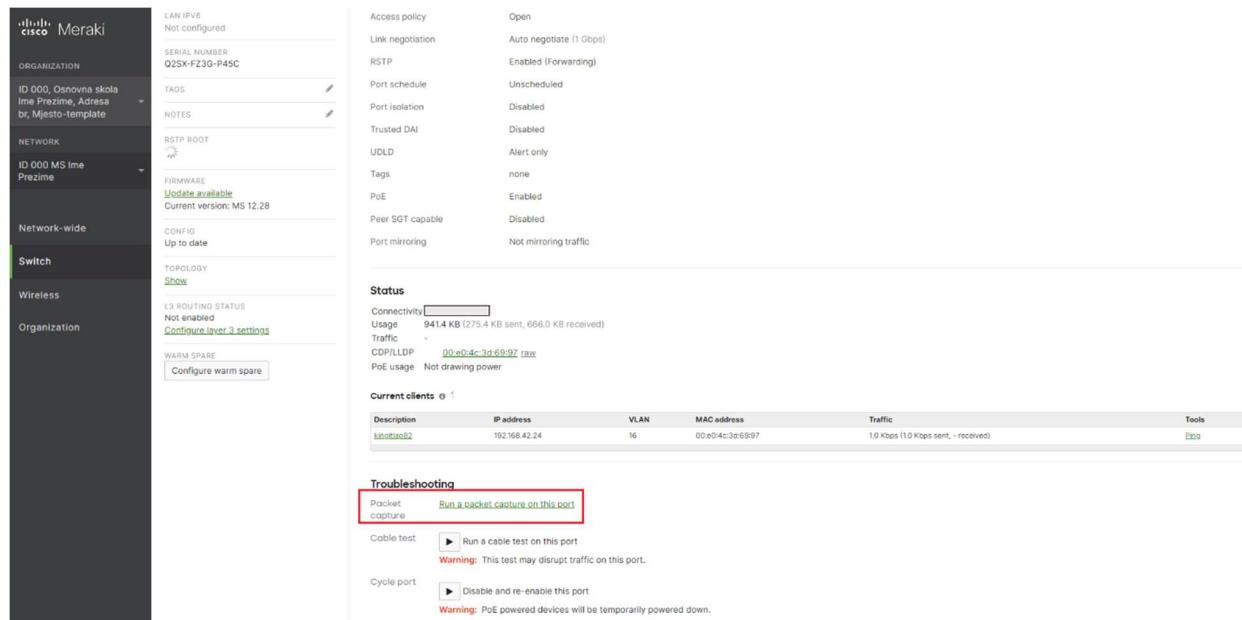
Nakon odabira lokacije, u glavnom se izborniku odabire *Switch*, zatim opcija *MONITOR* i potom opcija *Switches* ili prečac na nadzornoj ploči *Clients Dashboard*.

#### **Switch / MONITOR / Switches**



Slika 123: Cisco Meraki – Monitor Switches

Na nadzornoj ploči *Client Dashboard* odabire se preklopnik i nakon toga sučelje na preklopniku. Pod *Packet Capture* odabire se opcija za snimanje mrežnog prometa na odabranom sučelju.



Slika 124: Cisco Meraki – pokretanje snimanja mrežnog prometa

Svrha *Packet capture* alata je pomoć prilikom dijagnosticiranja i otklanjanja poteškoća na mreži jer navedena opcija omogućuje brzu i detaljnu snimku mrežnog prometa na izabranim sučeljima.

Postoje dva načina za pregled i analizu snimljenog mrežnog prometa u sustavu Cisco Meraki: pregled snimljenog prometa u mrežnom pregledniku i preuzimanje datoteke te pregled snimljenog prometa na korisničkom klijentu.

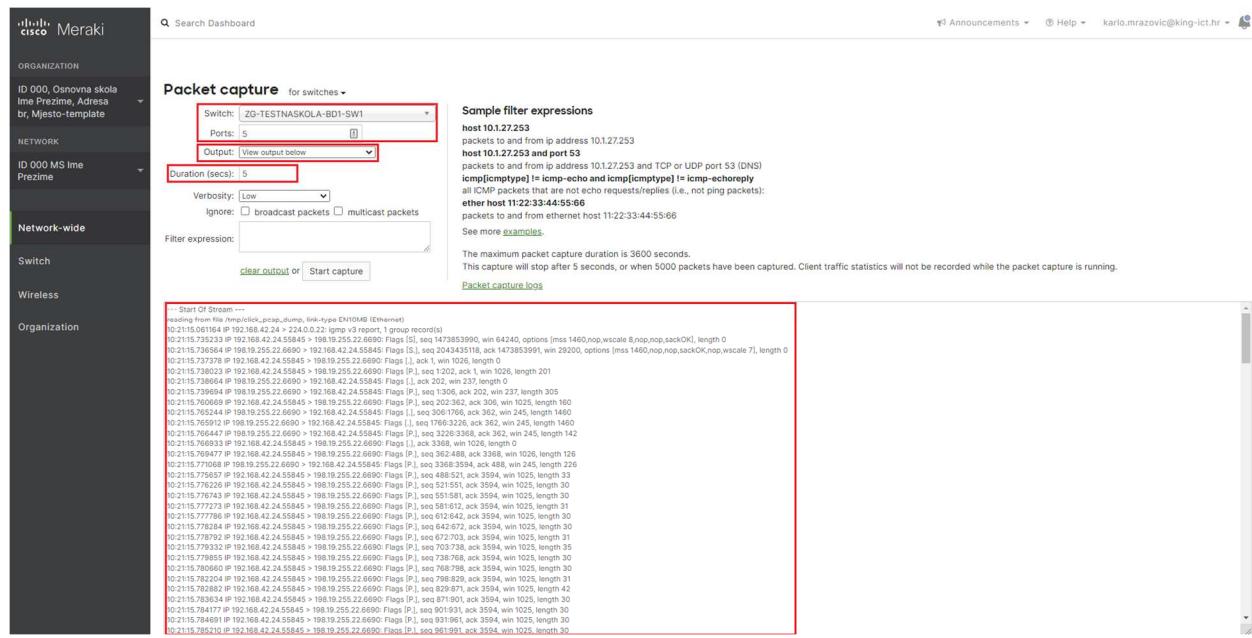
Količina podataka koju je potrebno analizirati nakon snimanja ovisi o količini mrežnog prometa na sučelju i duljini perioda snimanja prometa.

U nastavku su obrađena oba načina pregleda snimljenog prometa.

### 6.6.1.1 Pregled snimljenog prometa u mrežnom pregledniku

Odabirom opcije *View output below* prikazuju se osnovni podatci o ulaznim i izlaznim paketima na odabranom sučelju.

U pregledniku se prikazuju rezultati snimljenog mrežnog prometa i na razini paketa se mogu pratiti detalji odvijanja komunikacije na odabranom sučelju.

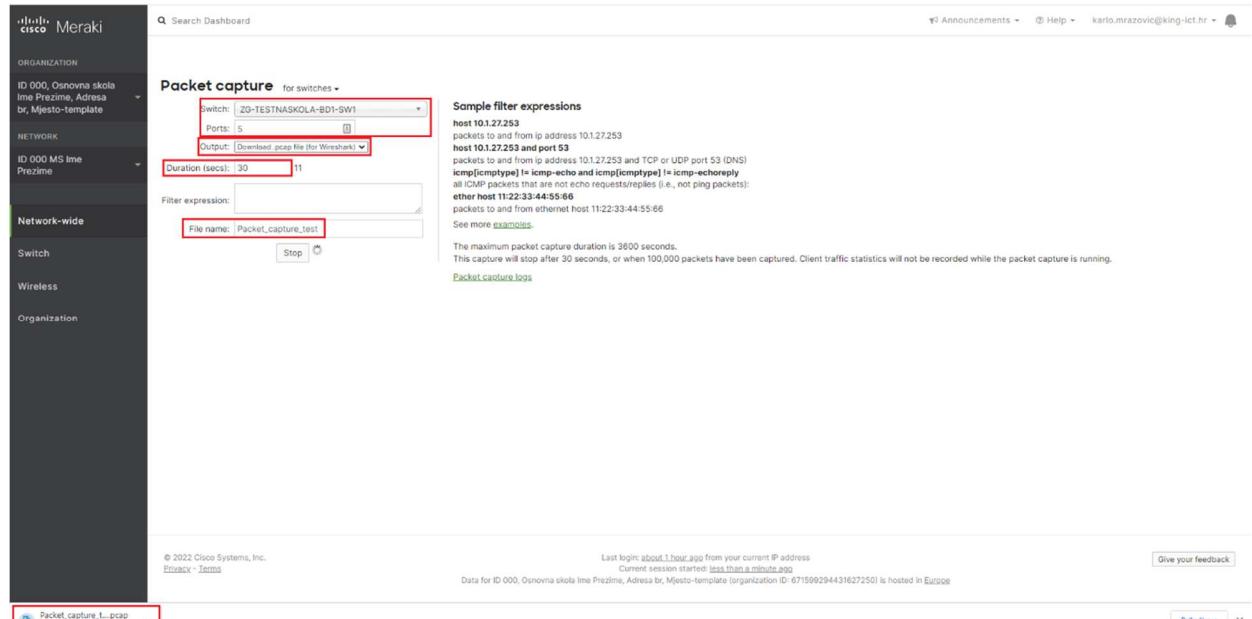


Slika 125: Cisco Meraki – Packet capture – snimanje prometa

### 6.6.1.2 Preuzimanje datoteke sa snimljenim prometom na korisnički klijent

Odabirom opcije „*Download .pcap file (for Wireshark)*“ prikazuju se detaljni podatci o ulaznim i izlaznim paketima na odabranom sučelju. Za pregled i analizu mrežnog prometa koristi se aplikacija *Wireshark*.

U pregledniku se prikazuju rezultati preuzimanja datoteke te se može pratiti povećanje ukupne količine preuzetih podataka.



Slika 126: Cisco Meraki – Packet capture – preuzimanje datoteke

Sljedeći je korak preuzimanje aplikacije *Wireshark* i instalacija na korisnički klijent. Sa stranice *Wireshark.org* preuzima se verzija aplikacije koja je namijenjena operacijskom sustavu kojim se koristi korisnik.

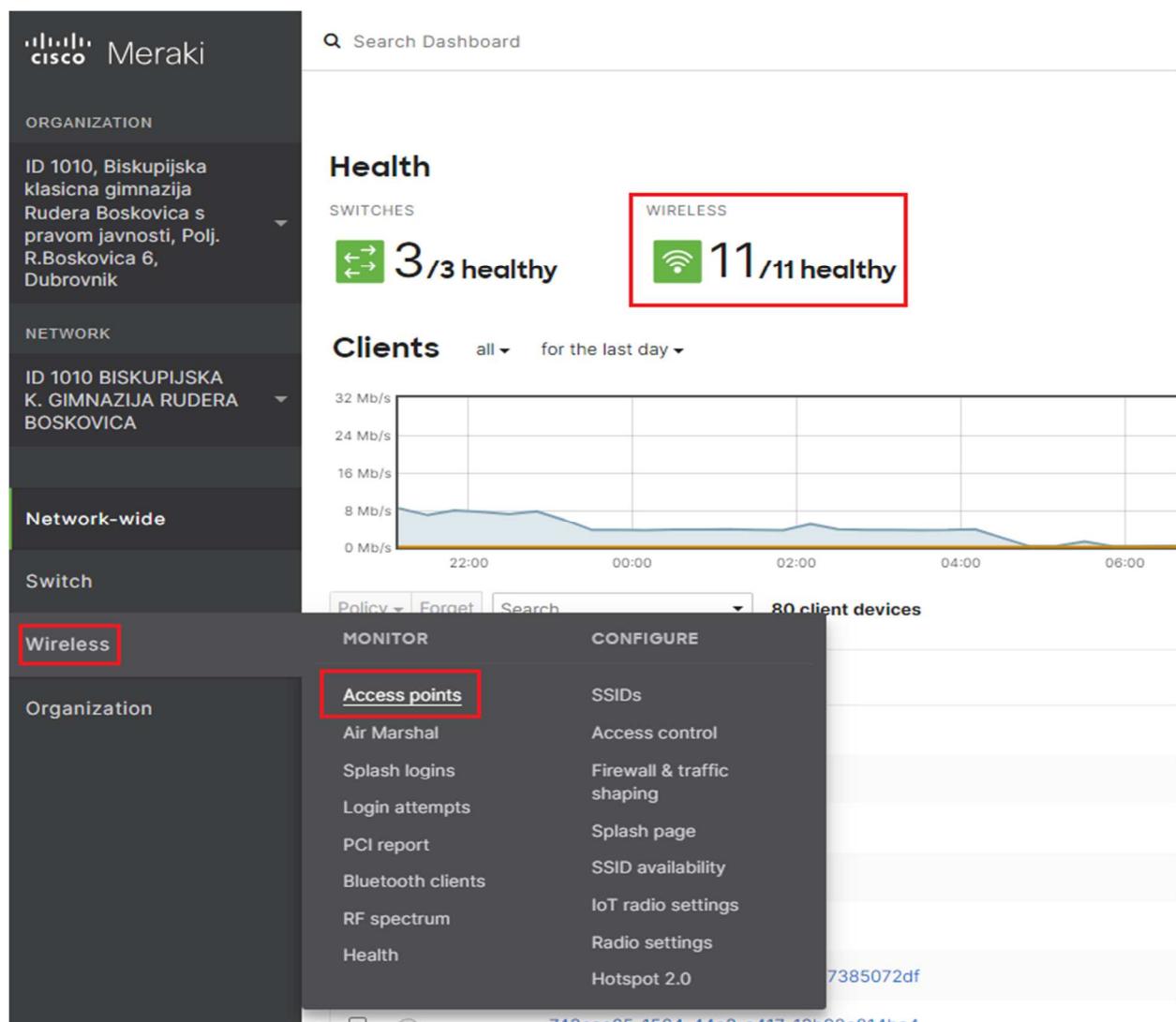
Nakon instalacije na korisnički klijent, pokreće se aplikacija *Wireshark* i odabire datoteka sa snimkom mrežnog prometa koju je preuzeo korisnički klijent.

### 6.6.2 Pregled detalja bežičnih pristupnih točaka

Prvi je korak prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Meraki unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio.

Nakon odabira lokacije, u glavnom se izborniku odabire *Wireless* i zatim u polju *MONITOR* opcija *Access points* ili prečac na nadzornoj ploči *Clients Dashboard*.

#### Wireless / MONITOR / Access points



Slika 127: Cisco Meraki – Access points

Nakon odabira, prikazuje se stranica s popisom bežičnih pristupnih točaka na lokaciji. Istaknut je status bežičnih pristupnih točaka i vidi se da su sve u statusu *online*.

The screenshot shows the Cisco Meraki interface for managing access points. On the left, a sidebar displays organization details (ID 1010, Biskupijska klasična gimnazija Rudera Boskovića s pravom javnosti, Polj. R.Boskovića 6, Dubrovnik) and network-wide settings. The main area is titled 'Access points' and shows a summary of 11 access points: 0 OFFLINE, 0 ALERTING, 11 ONLINE (highlighted with a red box), and 0 REPEATERS. Below this, a detailed list of 11 access points is provided, each with its MAC address, model (MR36), and connectivity status (all green bars). A search bar and a results per page dropdown are also visible.

Slika 128: Cisco Meraki – Access points – popis AP-a

Odabirom opcije *Health*, vidi se da postoji određena poteškoća prilikom spajanja klijenata. Klijenti se uredno povezuju na bežične pristupne točke, ali postoji poteškoća s autentikacijom korisnika koja se manifestira kod spajanja na bežičnu mrežu *eduroam*.

The screenshot shows the 'Health' tab of the Cisco Meraki interface. It displays an overview of connection problems: 9 / 43 devices affected by connection problems (with a note of a 200% increase from 12 hours ago) and 0 / 39 devices affected by high latency. Below this, a chart shows problematic connection steps: Association (100% success), Authentication (79.1% success, 20.9% fail to auth), DHCP (79.1% success, 0% fail DHCP), DNS (79.1% success, 0% fail DNS), and Success (79.1% success, 0% fail to pass traffic). At the bottom, a table shows connection issues by SSID: eduroam (9 clients affected, 22.5% failure, Primary failure stage: Authentication) and guest (0 clients affected, 0% failure, Primary failure stage: Association).

Slika 129: Cisco Meraki – Access points – poteškoće kod spajanja

Kod klijenata koji imaju poteškoće sa spajanjem, u najvećem broju slučajeva radi se o greškama prilikom autentikacije.

Ovisno o potrebi za određenom vrstom informacija o bežičnoj pristupnoj točki, potrebno je odabrati jednu od sljedećih opcija:

**Connection Issues by AP** – u tabličnom formatu prikazuje na kojoj je bežičnoj pristupnoj točki zabilježeno najviše nepravilnosti.

**Highest AP -> client latency by AP** – u tabličnom formatu prikazuje na kojoj je bežičnoj pristupnoj točki zabilježeno najveće kašnjenje.

**Connection issues by client device type** – u tabličnom formatu prikazuje kod kojeg tipa uređaja je zabilježeno najviše poteškoća sa spajanjem.

**Connection Log** – u tabličnom formatu prikazuje popis svih neuspjelih spajanja, informacije o klijentu, bežičnoj pristupnoj točki, SSID-u, kao i u kojoj je fazi te iz kojeg razloga došlo do nepravilnosti prilikom spajanja klijenta na bežičnu mrežu.

**Timeline / Network Timeline** – prikazuje sve važne događaje na svim bežičnim klijentima u mreži, što administratoru omogućuje brži pregled i detekciju klijenata na bežičnoj mreži.

Nakon odabira pojedine bežične pristupne točke, u opciji **Summary** prikazuju se informacije o trenutnim klijentima, statusu servisa, zauzeću kanala i statusi ostalih parametra.

Ovisno o potrebi za određenom vrstom informacija o bežičnoj pristupnoj točki, potrebno je odabrati jednu od sljedećih opcija:

**Event log** – u tabličnom su prikazu istaknuti nedavno zabilježeni događaji.

**View full event log** – preciznije filtriranje događaja vezanih za bežičnu pristupnu točku.

**Timeline** – istaknuti su svi važni događaji na odabranoj bežičnoj točki, što administratoru omogućuje brži pregled i detekciju klijenata na bežičnoj mreži.

**Connections** – pruža grafički prikaz podataka koji se tiču komunikacije između bežičnih mreža i klijenata.

**Performance** – grafički su prikazani parametri vezani uz bežičnu pristupnu točku.

### 6.6.3 Pregled detalja preklopnika

U ovom su poglavlju prikazani svi bitni parametri vezani uz preklopnike Cisco Meraki.

Prvi je korak prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Meraki unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio.

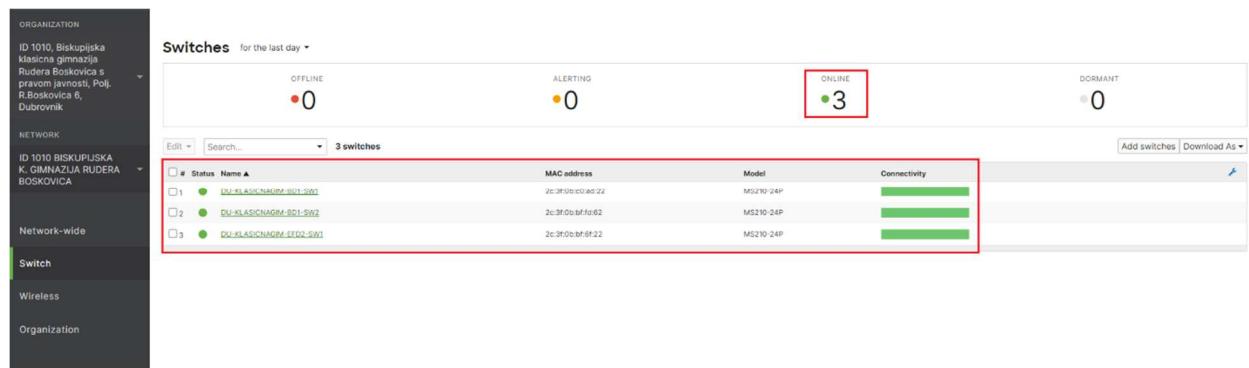
Nakon odabira lokacije, u glavnom se izborniku odabire *Switch* i zatim u polju *MONITOR* opcija *Switches* ili prečac na nadzornoj ploči *Clients Dashboard*.

#### **Switch / MONITOR / Switches**



Slika 130: Cisco Meraki – Monitor – Switches

Nakon odabira, prikazuje se stranica s popisom preklopnika na lokaciji. Istaknut je status preklopnika i vidi se da su svi preklopnići u statusu *online*.



Slika 131: Cisco Meraki – Popis preklopnika na lokaciji

Nakon odabira preklopnika s popisa, u opciji **Summary** istaknut je grafički prikaz preklopnika sa statusom sučelja. Prikazane su informacije o dostupnosti preklopnika, graf količine mrežnog prometa svih klijenata u određenom vremenskom periodu i popis klijenata.

Ovisno o potrebi za određenom vrstom informacija o pojedinom preklopniku, potrebno je odabrati jednu od sljedećih opcija:

**Ports** – odabirom pojedinog sučelja prikazuje se sučelje s konfiguracijskim parametrima, njegov status, trenutno aktivni klijenti, alati za otkrivanje poteškoća i detalji o mrežnim paketima.

**Power** – prikazuju se podatci o snazi električne energije koja je na raspolaganju za uređaje koji zahtijevaju napajanje preko preklopnika.

**L3 routing** – tablični prikaz s MAC adresama i gdje je pomoću filtara moguće doći do detalja o tome iza kojeg se sučelja nalazi pojedini uređaj i u kojem je VLAN-u.

**Event log** – u tabličnom su prikazu istaknuti nedavno zabilježeni događaji.

**View full event log** – omogućuje preciznije filtriranje događaja vezanih uz odabrani preklopnik.

**Location** – prikazani su detalji o lokaciji preklopnika, a podopcija **Topology** prikazuje poziciju preklopnika u LAN mreži i poveznice s drugim mrežnim uređajima.

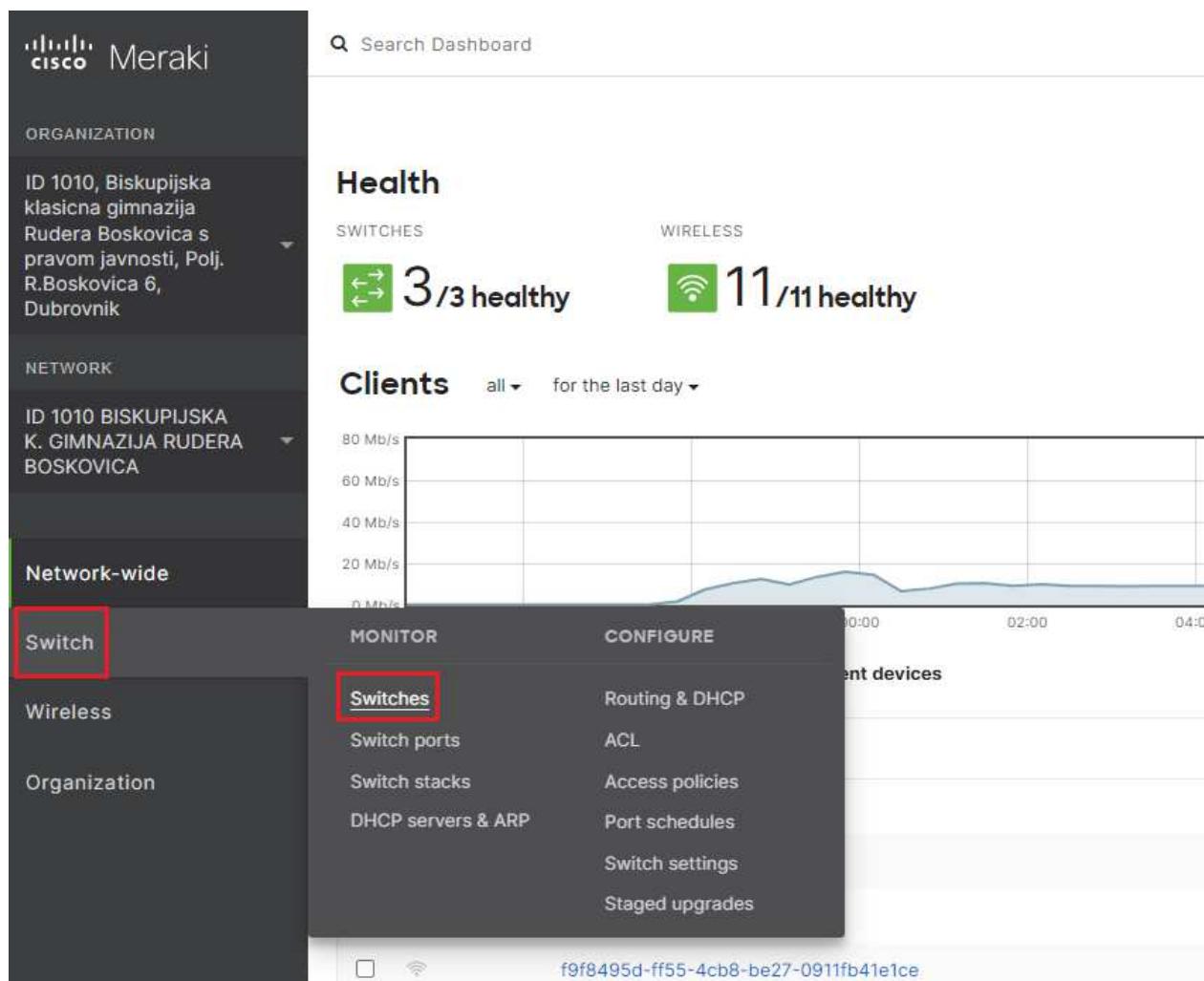
#### 6.6.4 Primjena opcije *Ping* i *Cable test*

U ovom se poglavlju opisuje način provjere dostupnosti raznih IP adresa, prikupljanje informacija, kao i ispitivanje kabela.

Prvi je korak prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Meraki unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio.

Nakon odabira lokacije, u glavnom se izborniku odabire *Switch* i zatim opcija *Switches* u polju *MONITOR*.

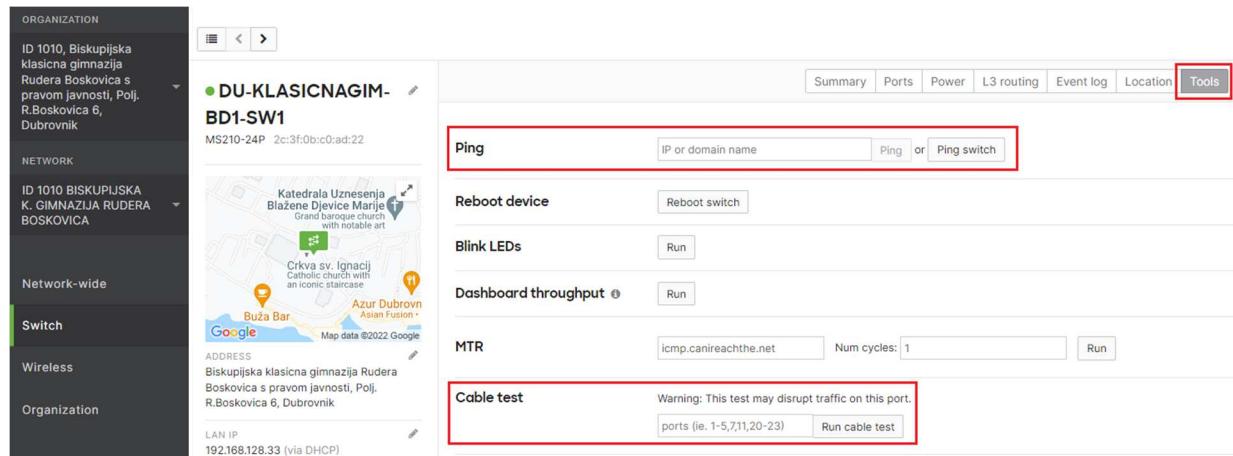
#### *Switch / MONITOR / Switches*



Slika 132: Cisco Meraki – Tools – Clients Dashboard

Nakon odabira, prikazuje se stranica s popisom svih preklopnika na lokaciji.

Nakon odabira željenog preklopnika, potrebno je odabrati opciju *Tools* u okviru koje se nalaze alati *Ping* i *Cable test*.



Slika 133: Cisco Meraki – Tools – ping & cable test

Alatom *Ping* provjerava se dostupnost javnih IP adresa, privatnih IP adresa žičnih i bežičnih korisnika te dostupnosti internetske adrese.

Primjenom alata *Ping* dobivaju se informacije o postotku izgubljenih paketa i latenciji prema resursu čija se dostupnost provjerava.

Odabirom opcije *Ping switch* provjerava se dostupnost preklopnika iz *management* sustava.

Opcija *Cable test* se koristi za ispitivanje ispravnosti mrežnog kabela koji povezuje sučelje na preklopniku sa drugim uređajem na mreži. Ovaj mehanizam ispituje samo fizički spoj i u njega nisu uključeni dodatni utjecaji na rad mreže kao što je utjecaj elektromagnetskih zračenja i gušenja zbog lošeg spoja na krajnjim točkama.

**Ovakva vrsta ispitivanja može uzrokovati prekide u radu i preporučeno ju je provoditi kada na mreži nema aktivnih korisnika.**

Za pokretanje testa ispravnosti mrežnog kabela potrebno je odabrati preklopnik i nakon toga opciju *Tools*, gdje se uz ostale korisne alate nalazi i opcija *Cable test*.

The screenshot shows the Cisco Meraki interface for device BD1-SW1. The left sidebar displays basic device information and a map. The main area has a tab bar at the top: Summary, Ports, Power, L3 routing, Event log, Location, and Tools (which is highlighted with a red box). Below the tabs are several tool sections: Ping, Reboot device, Blink LEDs, Dashboard throughput, MTR, Cable test, and Cycle port. The Cable test section contains a warning message about disrupting traffic and a 'Run cable test' button. A red box highlights the 'Run cable test' button.

Slika 134: Cisco Meraki – Tools – Cable test

Potrebno je upisati redni broj sučelja na kojem se vrši ispitivanje i nakon toga pritisnuti na *Run cable test*. Testom može biti obuhvaćeno jedno ili više sučelja.

Rezultat testa su podaci koji prikazuju status parica mrežnih kabela (*Pair 1*, *Pair 2*, *Pair 3* i *Pair 4*) koji su spojeni na odabrana sučelja. Ako je sve u redu, rezultat testa je *ok*. Ako nešto nije u redu s paricama, rezultat testa je *open*. Pod *Status* se prikazuje sveukupno stanje mrežnog kabela. Ako su rezultati testa prve dvije parice uredni, prikazuje se vrijednost *OK*, a ako nisu prikazuje se vrijednost *Failure*. Pod *Length* se prikazuje procijenjena udaljenost između odabralih sučelja i krajnjih uređaja.

Ukoliko je na sučelje spojen krajnji uređaj čija je maksimalna propusnost mrežne kartice 100Mbps, na testu će biti vidljivo da su prve dvije parice u redu, jer se za navedenu propusnost koriste samo dvije parice, dok se sve četiri koriste za propusnost do maksimalnih 1Gbps.

The screenshot shows the Cisco Meraki interface for device BD1-SW1. The left sidebar displays basic device information and a map. The main area has a tab bar at the top: Summary, Ports, Power, L3 routing, Event log, Location, and Tools (which is highlighted with a red box). Below the tabs are several tool sections: Ping, Reboot device, Blink LEDs, Dashboard throughput, MTR, Cable test, and Cycle port. The Cable test section contains a warning message about disrupting traffic and a 'Run cable test' button. A red box highlights the 'Run cable test' button. Below it, a table titled 'Testing the cables attached to ports 1,23' shows the results for four pairs of cables (1, 2, 3, 4) connected to ports 1 and 23. All pairs are marked as 'ok'.

Port	Link	Length	Status	Pair 1	Pair 2	Pair 3	Pair 4
1	10fdx	301.25 m	OK	ok	ok	ok	ok
23	10fdx	59 m	OK	ok	ok	ok	ok

Slika 135: Cisco Meraki – Tools – Cable Test – Run cable test

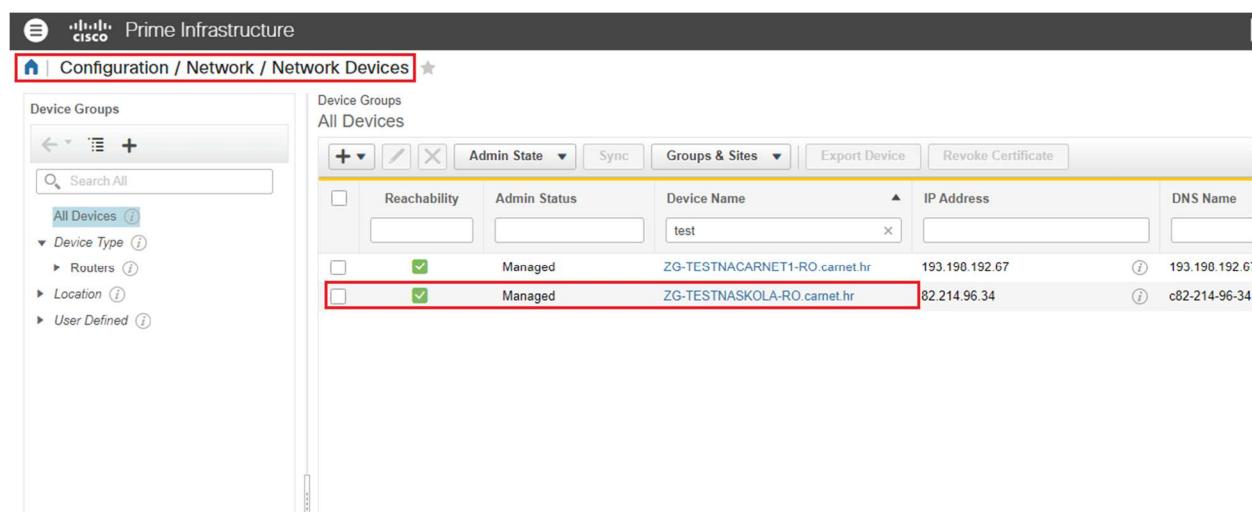
## 6.6.5 Prikaz vraćanja prethodne konfiguracije na usmjerivaču

Vraćanje prethodne konfiguracije na usmjerivaču se može dogoditi ako se pojavi greška u trenutnoj konfiguraciji pa se treba vratiti na provjerenu ispravnu konfiguraciju.

Prvi je korak prijava u centralni sustav upravljanja Cisco Prime unosom korisničkog imena i lozinke koje je administrator sustava ranije odredio.

Nakon prijave, u glavnem je izborniku potrebno odabratи Configuration i pod Network opciju Network Devices. Na listi se odabire usmjerivač na kojem je potrebno vratiti prethodnu konfiguraciju. Za ubrzanje pronaleta usmjerivača, u traku za pretraživanje upisuju se ključne riječi iz naziva usmjerivača.

### / Configuration / Network / Network Devices



The screenshot shows the Cisco Prime Infrastructure interface. The top navigation bar includes the Cisco logo and the text "Prime Infrastructure". Below it, the breadcrumb navigation shows "Home / Configuration / Network / Network Devices". On the left, there's a sidebar titled "Device Groups" with a search bar and filters for "All Devices", "Device Type" (Routers), "Location", and "User Defined". The main content area is titled "Device Groups All Devices" and contains a table with the following data:

	Reachability	Admin Status	Device Name	IP Address	DNS Name
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Managed	ZG-TESTNACARNET1-RO.carnet.hr	193.198.192.67	193.198.192.67
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Managed	ZG-TESTNASKOLA-RO.camet.hr	82.214.96.34	c82-214-96-34

Slika 136: Cisco Prime – Network Devices

Potrebno je odabratи opciju Configuration i nakon toga u izborniku Features odabratи ACL. U ovom se primjeru uklanja pristupna lista NAT „nat\_postojeca\_mreza“ koja računalima iz lokalne mreže dopušta izlaz na internet. Nakon vraćanja prethodne konfiguracije na usmjerivač, navedena pristupna lista opet mora biti sastavni dio konfiguracije. Potrebno je odabratи i obrisati pristupnu listu te nakon toga, pritiskom na Save, spremiti konfiguraciju na usmjerivač.

Primjer uklanjanja pristupne liste NAT naveden je isključivo u svrhu simulacije eventualne pogreške i demonstracije otklanjanja poteškoća vraćanjem prethodne konfiguracije na usmjerivač.

	Name/Number	Applied To	Type	Description
5	Edu_St	None	EXTENDED	proba u Splitu
6	NTP-query-only	None	EXTENDED	Extended IP access list NTP-query-only
7	SNMP-access	None	EXTENDED	Extended IP access list SNMP-access
8	eduroam_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_in
9	eduroam_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_out
10	gosti_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list gosti_qos_in
11	gosti_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list gosti_qos_out
12	meraki-fqdn-dns	None	EXTENDED	Extended IP access list meraki-fqdn-dns
13	meraki_cloud_connec...	IN:Vlan1	EXTENDED	Extended IP access list meraki_cloud_connectivity
14	nat_nova_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_nova_mreza
15	nat_pf_acl	None	EXTENDED	port fw acl
16	nat_postojeaca_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_postojeaca_mreza
17	testnapacl	None	EXTENDED	za portforwarding pokazno

Slika 137: Cisco Prime – ACL

Sljedeći je korak odabir opcije *All Devices* i povratak na listu usmjerivača. Odabirom usmjerivača i pritiskom na *Sync*, pokreće se postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bila vidljiva trenutna konfiguracija na usmjerivaču.

Reachability	Admin Status	Device Name	IP Address
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Managed	ZG-TESTNACARNET1-RO.carnet... 193.198.192.67
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Managed	ZG-TESTNASKOLA-RO.carnet.hr 82.214.96.34

Slika 138: Cisco Prime – Network Devices

U glavnom se izborniku odabire *Monitor* i zatim opcija *Network Devices*. Odabirom usmjerivača i pritiskom na *Configuration Archive* prikazuju se sučelja za vraćanje konfiguracije na usmjerivač.

The screenshot shows the 'Configuration Archive' tab selected in the navigation bar. Below it, the 'Configuration Archive Details' section displays a table of configuration backups. The first row, dated March 02, 2022, at 10:41:01 AM, is highlighted with a red border. The columns include Date, Software Version, Created By, Tag, Description, and Out of band.

	Date	Software Version	Created By	Tag	Description	Out of band
<input checked="" type="radio"/>	► March 02, 2022, 10:41:01 AM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► March 02, 2022, 10:24:45 AM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► March 02, 2022, 10:02:26 AM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► March 01, 2022, 10:04:55 PM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 20, 2022, 04:41:46 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 20, 2022, 04:37:04 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 20, 2022, 04:26:25 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 20, 2022, 04:16:01 PM Central E...	17.3.3	karlo.mrazovic		Archived By Job Name: Job...	Yes
<input type="radio"/>	► February 20, 2022, 04:13:41 PM Central E...	17.3.3	karlo.mrazovic		Archived By Job Name: Job...	Yes
<input type="radio"/>	► February 20, 2022, 02:25:43 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 19, 2022, 07:32:55 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 19, 2022, 07:18:15 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 19, 2022, 07:08:30 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 19, 2022, 06:59:46 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 19, 2022, 06:54:37 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
<input type="radio"/>	► February 19, 2022, 06:50:02 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes

Slika 139: Cisco Prime – Configuration Archive

Odabire se posljednja spremljena konfiguracija i u opciji *Difference Only* vidi se kako u trenutnoj konfiguraciji na usmjerivaču nedostaje pristupna lista NAT. U nastavku se odabire prethodna konfiguracija koja sadrži pristupnu listu NAT. Odabirom opcije *Schedule Archive Rollback* započinje proces vraćanja konfiguracije na usmjerivač. Sve opcije ostaju na trenutnim postavkama i pritiskom na *Submit* započinje postupak vraćanja konfiguracije.

The screenshot shows the 'Schedule Configuration Rollback' dialog box overlaid on the configuration archive list. The dialog contains options for rollback, scheduling, and a job summary. The 'Submit' button is highlighted with a red border.

**Schedule Configuration Rollback**

The Rollback option will merge the selected configuration with current configuration on the device.

**Rollback Options**

- Files to rollback: All
- Reboot
- Overwrite Running Configuration
- Save to startup
- Archive before rollback
- Continue rollback on archive failure

**Scheduling Options**

Job Name: Job\_Configuration\_Archive\_Rollback\_12\_19\_29\_832\_PM\_3\_3\_2022

Start Time: Now

Submit Cancel

Slika 140: Cisco Prime – Schedule Configuration Rollback

Pritiskom na prazan u donjem desnom kutu, prikazuje se nadzorna ploča *Job Dashboard* gdje je prikazan status postupka vraćanja konfiguracije na usmjerivač.

Date	Software Version	Created By	Tag	Description	Out of band
March 02, 2022, 10:41:01 AM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
March 02, 2022, 10:24:45 AM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
March 02, 2022, 10:02:26 AM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
March 01, 2022, 10:04:55 PM Central Eur...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 20, 2022, 04:41:46 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 20, 2022, 04:37:04 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 20, 2022, 04:26:25 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 20, 2022, 04:16:01 PM Central E...	17.3.3	karlo.mrazovic		Archived By Job Name: Job...	Yes
February 20, 2022, 04:13:41 PM Central E...	17.3.3	karlo.mrazovic		Archived By Job Name: Job...	Yes
February 20, 2022, 02:25:43 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 19, 2022, 07:32:55 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 19, 2022, 07:18:15 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 19, 2022, 07:08:30 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 19, 2022, 06:59:46 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 19, 2022, 06:54:37 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes
February 19, 2022, 06:50:02 PM Central E...	17.3.3	Inventory		Archived by inventory	Yes

Slika 141: Cisco Prime – Configuration Archive

Nakon što je završen proces vraćanja konfiguracije na usmjerivač, na nadzornoj ploči *Job Dashboard* provjerava se status.

Statusi *Completed* i *Success* znače da je zadatak uspješno završen.

User Status	Poller Job Status	System Job Status	In Progress Jobs	My Jobs	User Job Approval
0 Scheduled, 1 Failed, 0 Suspended	0 Scheduled, 0 Failed, 0 Suspended	14 Scheduled, 2 Failed, 16 Suspended	0 User, 0 System, 0 Poller	0 Scheduled, 0 Failed, 0 Suspended	0 Total, 0 Pending, 0 Expired

Last Updated: Thursday, March 3, 2022 at 12:21:57 PM CEST

Jobs										
User Jobs										
User Jobs										
<input type="checkbox"/> Job_Configuration_Archive_Rollback_12_16_43...	Configuration Archive...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-03 12:16	00:00:35	NA	karlo.mrazovic			
<input type="checkbox"/> infoscope-dhcp_03_21_38_444_PM_03_02_202...	CITemplateDeployIO...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-02 15:21	00:00:01	NA	goran.vukovic			
<input type="checkbox"/> infoscope-delete-vlan_03_00_25_130_PM_03_0...	CITemplateDeployIO...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-02 15:08	00:00:04	NA	goran.vukovic			
<input type="checkbox"/> infoscope-delete-vlan_03_07_57_029_PM_03_0...	CITemplateDeployIO...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-02 15:07	00:00:04	NA	goran.vukovic			
<input type="checkbox"/> infoscope-dhcp_09_09_53_307_AM_03_02_202...	CITemplateDeployIO...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-02 09:09	00:00:01	NA	goran.vukovic			
<input type="checkbox"/> Novi_DHCP_pool_1	Config Deploy - Depl...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-02 08:03	00:00:02	NA	karlo.mrazovic			
<input type="checkbox"/> infoscope-dhcp_04_03_12_256_PM_03_01_202...	CITemplateDeployIO...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-01 16:03	00:00:01	NA	goran.vukovic			
<input type="checkbox"/> infoscope-dhcp_04_02_29_136_PM_03_01_202...	CITemplateDeployIO...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-01 16:02	00:00:01	NA	goran.vukovic			
<input type="checkbox"/> infoscope-dhcp_04_01_10_611_PM_03_01_202...	CITemplateDeployIO...	Completed	<input checked="" type="checkbox"/> Success	2022-03-01 16:01	00:00:01	NA	goran.vukovic			

Slika 142: Cisco Prime – Job Dashboard

Izborom usmjerivača i pritiskom na *Sync* pokreće se postupak sinkronizacije kako bi u sustavu bila vidljiva trenutna konfiguracija na usmjerivaču.

Nakon sinkronizacije, odabire se usmjerivač, zatim *Configuration* i potom *ACL* u izborniku *Features*.

Row Number	Action	Name/Number	Applied To	Type	Description	Referred
6	<input type="checkbox"/>	Edu_St	None	EXTENDED	proba u Splitu	
7	<input type="checkbox"/>	NTP-query-only	None	EXTENDED	Extended IP access list NTP-query-only	
8	<input type="checkbox"/>	SNMP-access	None	EXTENDED	Extended IP access list SNMP-access	
9	<input type="checkbox"/>	eduroam_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_in	
10	<input type="checkbox"/>	eduroam_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list eduroam_qos_out	
11	<input type="checkbox"/>	gostl_qos_in	None	EXTENDED	Extended IP access list gostl_qos_in	
12	<input type="checkbox"/>	gostl_qos_out	None	EXTENDED	Extended IP access list gostl_qos_out	
13	<input type="checkbox"/>	meraki-fqdn-dns	None	EXTENDED	Extended IP access list meraki-fqdn-dns	
14	<input type="checkbox"/>	meraki_cloud_connec...	IN:Vlan1	EXTENDED	Extended IP access list meraki_cloud_connectivity	
15	<input type="checkbox"/>	nat_nova_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_nova_mreza	
16	<input type="checkbox"/>	nat_pf_acl	None	EXTENDED	port fw acl	
17	<input checked="" type="checkbox"/>	nat_postojeca_mreza	None	EXTENDED	Extended IP access list nat_postojeca_mreza	
18	<input type="checkbox"/>	testnapfac1	None	EXTENDED	za portforwarding pokazno	

Slika 143: Cisco Prime – ACL – provjera pristupne liste NAT

Nakon provjere, vidi se da je pristupna lista NAT „nat\_postojeca\_mreza“ ponovno u konfiguraciji na usmjerivaču.

## 6.6.6 Smjernice za otklanjanje poteškoća

Otklanjanje poteškoća (engl. *troubleshooting*) predstavlja sustavan pristup rješavanju poteškoća. Njegov je cilj utvrditi zašto nešto ne radi prema očekivanjima i objasniti kako riješiti poteškoću.

Budući da se poteškoćama ne pristupa stihjski i bez plana, definirane su osnovne smjernice, odnosno koraci kojih se potrebno pridržavati u cilju što bržeg i jednostavnijeg postizanja željenog rezultata.

**Prvi korak** u procesu rješavanja poteškoće je prikupljanje informacija o poteškoći, kao što je neželjeno ponašanje ili nedostatak očekivane funkcionalnosti.

Ovaj korak uključuje postavljanje nekoliko osnovnih pitanja:

- Koji su simptomi poteškoće?
- Gdje nastaje poteškoća?
- Kada nastaje poteškoća?
- Može li se poteškoća reproducirati?

Odgovori na ovakva pitanja obično vode do dobrog opisa poteškoće, a to je najbolji način

da se započne s njenim rješavanjem.

Komunikacija s korisnikom koji prijavljuje poteškoću je ključna. Ona treba biti prilagođena korisniku kako ne bi došlo do međusobnog nerazumijevanja, odnosno pogrešnog tumačenja dobivenih odgovora.

Što se više kvalitetnih informacija prikupi od korisnika, kasnije će se manje vremena provesti u otklanjanju poteškoće.

## **Drugi je korak analiza na uređajima i provjera u centralnom sustavu za upravljanje.**

Kod analize i provjere, ovisno o načinu na koji su spojena klijentska računala, razlikujemo dva niže navedena pristupa.

### **1) Klijentska računala spojena mrežnim kabelom**

Kod klijentskih računala spojenih mrežnim kabelom, preporučljivo je započeti provjerom fizičkog (L1) i podatkovnog (L2) sloja kako bismo utvrdili pojavljuje li se poteškoća već kod fizičkog povezivanja računala s ostatkom mreže (npr. prekid mrežnog kabela).

Ako se utvrdi da je na tim slojevima sve u redu, upotrebljavaju se alati na samim računalima, kao što su *ipconfig*, *ping* i *tracert*, koji mogu pomoći u otklanjanju poteškoće bez spajanja na centralni sustav za upravljanje.

Ako navedeno ne rezultira otklanjanjem poteškoće, potrebno se spojiti na centralni sustav za upravljanje jer se iz zapisnika događaja u sustavu i korištenjem alata za otklanjanje poteškoća (*troubleshooting*) koji su na raspolaganju može precizno detektirati u kojoj fazi i zbog čega nastaje poteškoća u komunikaciji.

### **2) Klijentska računala spojena na bežičnu mrežu**

Kod klijentskih računala spojenih na bežičnu mrežu, za analizu se koriste alati na samim računalima kao što su *ipconfig*, *ping* i *tracert*.

Kod ostalih uređaja koji se spajaju isključivo bežičnim putem, informacije se pronalaze u postavkama mrežnih kartica.

Kod rješavanja poteškoće s ovakvim tipom uređaja, ključan je centralni sustav za upravljanje pomoću kojeg se prikupljaju informacije o postavkama mrežnih kartica. Ovisno o vrsti mreže (LAN / WAN) na kojoj je utvrđena poteškoća, upotrebljava se odgovarajući sustav upravljanja.

Ako se utvrdi da je poteškoća na lokalnoj mreži (LAN), za provjeru se koristi centralni sustav upravljanja Cisco Meraki, a ako je poteškoća vezana uz pristup resursima na javnoj mreži (WAN), za provjeru se koristi centralni sustav upravljanja Cisco Prime.

**Ako osoba koja je angažirana na održavanju funkcionalnog mrežnog sustava u školama nakon prolaska kroz opisane korake i prikupljanje svih relevantnih informacija nije u mogućnosti riješiti poteškoću, preporučljivo je da se obrati CARNET-ovoj službi za podršku (*helpdesk*).**

## 7. Prijava poteškoća i upita CARNET-ovom *helpdesku*

U slučaju poteškoća u radu sustava i za sva pitanja vezana uz program „e-Škole“, potrebno je obratiti se CARNET-ovom *helpdesku*:

- telefonski broj podrške: +385 1 6661 500
- adresa elektroničke pošte podrške: [helpdesk@skole.hr](mailto:helpdesk@skole.hr)

## Popis slika

Slika 1: Primjer razdjelnika BD.....	8
Slika 2: Primjer razdjelnika FD.....	8
Slika 3: Primjer priključne kutije .....	9
Slika 4: Primjer modula RJ45 .....	9
Slika 5: Primjer optičkog LC prespojnog panela.....	10
Slika 6: Primjer UTP modularnog prespojnog panela.....	10
Slika 7: Svjetlovodni LC konektor .....	10
Slika 8: UTP RJ45 konektor.....	10
Slika 9: Primjer označavanja razdjelnika i panela.....	12
Slika 10: Primjer označavanja priključnica .....	13
Slika 11: Primjer povezivanja BD/FD/EFD komunikacijskih ormara .....	14
Slika 12: Shema implementiranog sustava sa sastavnim blokovima.....	16
Slika 13: Usmjerivač Cisco ISR C1161-8P.....	17
Slika 14: Preklopnik Cisco Meraki MS210-24P-HW .....	19
Slika 15: Preklopnik Cisco Meraki MS210-48LP-HW .....	20
Slika 16: Višemodni optički modul MA-SFP-1GB-SX .....	20
Slika 17: Jednomodni optički modul MA-SFP-1GB-LX10 .....	20
Slika 18: Bežična pristupna točka MR36.....	22
Slika 19: Nadzorna ploča Cisco Prime Infrastructure .....	27
Slika 20: Središnji sustav za upravljanje i nadzor e-Škole mreže – prijava.....	28
Slika 21: MSP portal za administraciju.....	28
Slika 22: Cisco Prime– prijava u sustav .....	29
Slika 23: Cisco Prime– Network Summary nadzorna ploča .....	30
Slika 24: Cisco Prime – Network Devices nadzorna ploča .....	30
Slika 25: Cisco Prime– nadzorna ploča odabranog usmjerivača .....	31
Slika 26: Središnji sustav za upravljanje i nadzor e-Škole mreže – prijava.....	32
Slika 27: Cisco Meraki – nadzorna ploča lokacije .....	32
Slika 28: Cisco Meraki – Inventory.....	34
Slika 29: Cisco Meraki preklopnik – unos serijskog broja.....	35
Slika 30: Cisco Meraki preklopnik – odabir mreže (Network) .....	35
Slika 31: Cisco Meraki preklopnik – Switches nadzorna ploča .....	36
Slika 32: Cisco Meraki preklopnik – imenovanje .....	37
Slika 33: Cisco Meraki – popis preklopnika.....	37
Slika 34: Cisco Meraki AP – Inventory .....	38
Slika 35: Cisco Meraki AP – unos serijskog broja .....	39
Slika 36: Cisco Meraki AP – odabir mreže (Network).....	40
Slika 37: Cisco Meraki AP – nadzorna ploča Access points.....	41
Slika 38: Cisco Meraki AP – Imenovanje .....	42
Slika 39: Cisco Meraki AP – lista bežičnih pristupnih točaka.....	43
Slika 40: Cisco Meraki AP – tipka za reset .....	44
Slika 41: Preklopnik Cisco Meraki – reset tipka i power lampica .....	45
Slika 42: Usmjerivač Cisco – tipka reset .....	45
Slika 43: Cisco Prime – Monitor nadzorna ploča.....	47
Slika 44: Cisco Prime – detalji usmjerivača.....	48
Slika 45: Cisco Meraki – nadzorna ploča Switch Monitor .....	49
Slika 46: Cisco Meraki – detalji preklopnika .....	49
Slika 47: Cisco Meraki – nadzorna ploča AP Monitor.....	50
Slika 48: Cisco Meraki – AP detalji .....	51
Slika 49: Cisco Meraki – Clients nadzorna ploča .....	52
Slika 50: Cisco Meraki – popis klijenata.....	52
Slika 51: Cisco Meraki – Applications .....	53
Slika 52: Cisco Prime – odabir usmjerivača .....	54
Slika 53: Cisco Prime – odabir sučelja.....	55

Slika 54: Cisco Prime – konfiguracija sučelja.....	56
Slika 55: Cisco Prime – sinkronizacija uređaja.....	57
Slika 56: Cisco Prime – provjera konfiguracije .....	57
Slika 57: Cisco Prime – odabir uređaja.....	58
Slika 58: Cisco Prime – popis ruta.....	59
Slika 59: Cisco Prime – konfiguracija rute.....	59
Slika 60: Cisco Prime – sinkronizacija usmjerivača.....	60
Slika 61: Cisco Prime – statička ruta .....	60
Slika 62: Cisco Prime – odabir usmjerivača.....	61
Slika 63: Cisco Prime – popis pristupnih lista.....	62
Slika 64: Cisco Prime – kreiranje pristupne liste .....	62
Slika 65: Cisco Prime – unos parametara pristupne liste .....	63
Slika 66: Cisco Prime – unos parametara pristupne liste .....	64
Slika 67: Cisco Prime – konfiguracija pravila .....	65
Slika 68: Cisco Prime – sinkronizacija uređaja.....	65
Slika 69: Cisco Prime – pristupna lista.....	66
Slika 70: Cisco Prime – NAT pravilo .....	67
Slika 71: Cisco Meraki – konfiguracija sučelja preklopnika.....	68
Slika 72: Cisco Meraki – opcija Switch ports.....	69
Slika 73: Cisco Meraki – parametri sučelja preklopnika .....	70
Slika 74: Cisco Meraki – konfiguracija VLAN sučelja .....	71
Slika 75: Cisco Meraki – parametri VLAN sučelja .....	72
Slika 76: Cisco Meraki – konfiguracija sučelja .....	73
Slika 77: Cisco Meraki – postavljanje VLAN-a na sučelju .....	73
Slika 78: Cisco Meraki – SSID nadzorna ploča .....	74
Slika 79: Cisco Meraki – popis SSID-eva.....	75
Slika 80: Cisco Meraki – konfiguracija SSID-a .....	75
Slika 81: Cisco Meraki – VLAN ID .....	76
Slika 82: Cisco Meraki – TEST_SSID .....	76
Slika 83: Cisco Meraki – User management portal .....	77
Slika 84: Cisco Meraki – kreiranje korisnika za bežičnu mrežu guest.....	78
Slika 85: Cisco Meraki – prikaz novog korisnika za bežičnu mrežu guest .....	78
Slika 86: Korisnički podaci za spajanje na bežičnu mrežu guest .....	79
Slika 87: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu guest .....	79
Slika 88: Autentikacija korisnika.....	80
Slika 89: Cisco Meraki – Clients Dashboard .....	80
Slika 90: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu eSkole .....	81
Slika 91: Prijava na sustav AAI@EduHr .....	82
Slika 92: Cisco Meraki – Clients Dashboard – eSkole .....	82
Slika 93: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu eduroam pomoću instalacijskog programa eduroam installer.....	83
Slika 94: Spajanje korisnika na bežičnu mrežu eduroam bez instalacijskog programa eduroam installer.....	84
Slika 95: Cisco Meraki – Clients Dashboard – eduroam .....	84
Slika 96: Dodavanje na listu blokiranih odabirom korisnika na listi.....	86
Slika 97: Dodavanje korisnika na listu blokiranih dodavanjem MAC adrese.....	87
Slika 98: Obavijest korisniku na listi blokiranih o nemogućnosti pristupa .....	87
Slika 99: Cisco Meraki – dodavanje korisnika na listu Allow .....	88
Slika 100: Cisco Meraki – prikaz korisnika na listi bez ograničenja (whitelist) .....	89
Slika 101: Cisco Prime – Network Devices .....	90
Slika 102: Cisco Prime – ACL.....	90
Slika 103: Cisco Prime – Dodavanje ACL-a.....	91
Slika 104: Cisco Prime – Edit ACL.....	91
Slika 105: Cisco Prime – Apply to Interface .....	92
Slika 106: Cisco Prime – Network Devices – Sync .....	92
Slika 107: Cisco Prime – Processed Configuration .....	93

Slika 108: Cisco Prime – Features & Technologies .....	94
Slika 109: Template Novi_DHCP_pool .....	95
Slika 110: Predložak Novi_DHCP_pool – odabir usmjerivača.....	95
Slika 111: Cisco Prime – Input Options .....	96
Slika 112: Cisco Prime – Input Values.....	96
Slika 113: Cisco Prime – Schedule Deployment.....	97
Slika 114: Cisco Prime – Deployment Summary.....	97
Slika 115: Cisco Prime – Job Dashboard.....	98
Slika 116: Cisco Prime – Sinkronizacija uređaja sa sustavom za upravljanje .....	98
Slika 117: Cisco Prime – NAT Interfaces .....	99
Slika 118: Cisco Prime – Dodavanje nove mreže u postojeće pravilo NAT.....	100
Slika 119: Cisco Prime – Network Devices – sinkronizacija .....	100
Slika 120: Cisco Prime – Current Configuration – provjera promjena .....	101
Slika 121: Cisco Meraki – Port 5 Configuration.....	101
Slika 122: Korisnički klijent – postavke DHCP-a .....	102
Slika 123: Cisco Meraki – Monitor Switches .....	103
Slika 124: Cisco Meraki – pokretanje snimanja mrežnog prometa.....	104
Slika 125: Cisco Meraki – Packet capture – snimanje prometa.....	105
Slika 126: Cisco Meraki – Packet capture – preuzimanje datoteke.....	105
Slika 127: Cisco Meraki – Access points .....	106
Slika 128: Cisco Meraki – Access points – popis AP-a .....	107
Slika 129: Cisco Meraki – Access points – poteškoće kod spajanja.....	107
Slika 130: Cisco Meraki – Monitor – Switches .....	109
Slika 131: Cisco Meraki – Popis preklopnika na lokaciji.....	109
Slika 132: Cisco Meraki – Tools – Clients Dashboard.....	110
Slika 133: Cisco Meraki – Tools – ping & cable test .....	111
Slika 134: Cisco Meraki – Tools – Cable test.....	112
Slika 135: Cisco Meraki – Tools – Cable Test – Run cable test.....	112
Slika 136: Cisco Prime – Network Devices.....	113
Slika 137: Cisco Prime – ACL .....	114
Slika 138: Cisco Prime – Network Devices.....	114
Slika 139: Cisco Prime – Configuration Archive .....	115
Slika 140: Cisco Prime – Schedule Configuration Rollback.....	115
Slika 141: Cisco Prime – Configuration Archive .....	116
Slika 142: Cisco Prime – Job Dashboard .....	116
Slika 143: Cisco Prime – ACL – provjera pristupne liste NAT.....	117

## Popis tablica

Tablica 1: Oznaka etaža.....	10
Tablica 2: VLAN i IP adresiranje .....	17
Tablica 3: Popis i oznake VLAN-ova koji se primjenjuju na preklopnicima .....	20

## Popis literature

- *Cisco PrimeInfrastructure 3.8 Administrator Guide (2021)*, Cisco, [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/net\\_mgmt/Cisco\\_Prime/infrastructure/3-8/admin/bk\\_CiscoCisco\\_PrimeInfrastructure\\_3\\_8\\_AdminGuide.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/net_mgmt/Cisco_Prime/infrastructure/3-8/admin/bk_CiscoCisco_PrimeInfrastructure_3_8_AdminGuide.html)
- *Cisco Application Policy Infrastructure Controller Enterprise Module Administrator Guide, Release 1.6.x (2018)*, Cisco, [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/cloud-systems-management/application-policy-infrastructure-controller-enterprise-module/1-6-x/admin/b\\_apic\\_em\\_admin\\_guide\\_v\\_1-6-x.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/cloud-systems-management/application-policy-infrastructure-controller-enterprise-module/1-6-x/admin/b_apic_em_admin_guide_v_1-6-x.html)
- *MS Switches (2020)*, Cisco Meraki Documentation, [https://documentation.Cisco\\_Meraki.com/MS](https://documentation.Cisco_Meraki.com/MS)
- *MR – Wireless LAN (2020)*, Cisco Meraki Documentation, [https://documentation.Cisco\\_Meraki.com/MR](https://documentation.Cisco_Meraki.com/MR)
- *Cisco 1000 Series Software Configuration Guide, Cisco IOS XE Gibraltar 16.12.x (2020)*, Cisco, [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/1100/software/configuration/xe-16-12/cisco\\_1100\\_series\\_swcfg\\_xe\\_16\\_12\\_x.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/1100/software/configuration/xe-16-12/cisco_1100_series_swcfg_xe_16_12_x.html)
- Pavelin, K. (2017). *Upoznavanje s mrežnom opremom i sustavom za upravljanje i nadzor mreže – MODEL A*. Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet. [https://pilot.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/12/Priročnik\\_Upoznavanje-s-mrežnom-opremom-i-sustavom-za-upravljanje-i-nadzor-mreže-%E2%80%93-MODEL-A.pdf](https://pilot.e-skole.hr/wp-content/uploads/2016/12/Priročnik_Upoznavanje-s-mrežnom-opremom-i-sustavom-za-upravljanje-i-nadzor-mreže-%E2%80%93-MODEL-A.pdf)

## **Impresum**

Nakladnik: Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Projekt: e-Škole: Razvoj sustava digitalno zrelih škola (II. faza)

Autor: Karlo Mrazović

Lektori: Mateja Međeši

Zagreb, 2022.

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatske akademske i istraživačke mreže – CARNET.

## **Podatci za kontakt**

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET

Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb

Telefon: +385 1 6661 500

Adresa elektroničke pošte: [helpdesk@skole.hr](mailto:helpdesk@skole.hr)

[www.carnet.hr](http://www.carnet.hr)

Više informacija o fondovima Europske unije možete pronaći na mrežnim stranicama Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije: [www.strukturfondovi.hr](http://www.strukturfondovi.hr)

Ovaj je priručnik izrađen s ciljem podizanja digitalne kompetencije korisnika u sklopu projekta „e-Škole: Razvoj sustava digitalno zrelih škola (II. faza)“, koji sufinancira Europska unija iz europskih strukturnih i investicijskih fondova. Nositelj projekta je Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET.