



Priručnik

Upoznavanje s mrežnom opremom i sustavom za upravljanje i nadzor mreže – MODEL A

Zagreb, 2017. godina



Ovo djelo je dato na korištenje pod licencom [Creative Commons Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na: www.strukturnifondovi.hr

Sadržaj

Sadržaj	2
Sažetak	3
Osnove mrežnog sustava	4
Pasivna mrežna oprema	5
Instalacija kabliranja	5
Prijenosni mediji	6
Terminiranje kabela i smještaj opreme	6
Sustav označavanja	12
Potrebni dispozicijski nacrti opreme.....	14
Aktivna mrežna oprema	21
Sustav za upravljanje i nadzor mreže	21
Integrirani sigurnosni sustav	26
Mrežni preklopnici	28
Bežične pristupne točke	30
Arhitektura sustava i konfiguracijske značajke računalne mreže	32
Arhitektura sustava	32
Sustav označavanja aktivne opreme	34
Konfiguracijske značajke sustava	35
Konfiguracijske značajke WAN mreže	36
Konfiguracija LAN mreže	37
Sigurnosne postavke.....	44
MDM – sustav za upravljanje klijentskim uređajima	46
Administracija, održavanje i nadogradnja LAN infrastrukture.....	48
Spajanje Meraki mrežnog uređaja u mrežu	48
Vraćanje konfiguracije Meraki mrežnog uređaja na tvorničke postavke.....	48
Uključivanje mrežnog uređaja drugog proizvođača na Meraki mrežu	49
Nadzor mrežne opreme	50
Nadzor klijenata spojenih na računalnu mrežu	63
Konfiguracija osnovnih postavki na mrežnoj opremi.....	67
Prijava problema na helpdesk sustav	73
Impressum	74

Sažetak

Priručnik je izrađen za realizaciju radionice imenovanih tehničara u sustavu „e-Škole“ na temu Upoznavanje s mrežnom opremom i sustavom za upravljanje i nadzor mreže u školama - MODEL A. Edukacija se održava tijekom 2016./2017. šk. god. u sklopu projekta „e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot projekt)“.

Cilj radionice je imenovanim e-Škole tehničarima i zainteresiranim administratorima resursa u školama, model A, pružiti osnovna znanja potrebna za administraciju, praćenje rada, detektiranje i otklanjanje manjih problema u radu mrežnog sustava u cijelosti zasnovanog na Cisco Meraki rješenju te omogućiti kvalitetnu prijavu, u slučaju većih problema u radu sustava, na Helpdesk sustav naručitelja. Stoga su u sklopu edukacije planirane i brojne praktične vježbe kako bi se polaznici što bolje upoznali sa sustavom.

Osnove mrežnog sustava

Kao preduvjet za administraciju i nadzor računalne mreže instalirane u sklopu projekta „e-Škole“ nužno je da tehničar koji će se time baviti bude upoznat s osnovama mrežnog sustava, mrežnim protokolima i servisima, kao i osnovama rada bežične mreže te sigurnosti računalnih mreža. Budući da se od tehničara sustava „e-Škole“ očekuje osnovno znanje o navedenom, barem na razini poznavanja pojmova, u ovom dokumentu neće biti detaljno opisani mrežni protokoli i njihov način rada, već će samo biti naveden popis termina za koje se smatra da bi tehničar njima trebao vladati.

- 7 slojeva OSI mrežnog modela, 4 sloja mrežnog TCP/IP modela
- Adresiranje u računalnim mrežama
 - MAC adresa, IP adresa, UDP/TCP port
- Mrežni protokoli
 - IEEE 802.1Q – VLAN – access, trunk, native VLAN
 - ARP, DHCP, PoE/PoE+, STP, CDP/LLDP
- Sigurnost lokalnih mreža
 - L3 ACL, L7 ACL, NAT, L2L VPN / Remote Access VPN
 - QoS, Traffic shaping/policing
- Mrežni uređaji
 - L2/L3 preklopnik, usmjeritelj, vatrozid, UTM, bežična pristupna točka
- Bežična mreža
 - Frekvencijski pojas (2,4GHz, GHz) i kanali
 - Standardi 802.11 a/b/g/n/ac
 - Sigurnost u bežičnim mrežama – autentikacija i enkripcija

Pasivna mrežna oprema

U sklopu projekta e-Škole u Glavnim izvedbenim projektima (skraćeno: GIP) definirani su parametri kvalitete pasivne mrežne infrastrukture koja se postavlja u školama. Ako u školama postoji dio infrastrukture koji udovoljava traženim parametrima kvalitete, projektom je dopušteno korištenje postojeće infrastrukture, bilo da se radi o mrežnim ormarima, priključnicama, kablskim trasama itd. te je ta mogućnost iskorištena u nekim školama u kojima je provedena ova faza projekta. Za potrebe novog sustava kabliranja u školama, sukladno GIP-u, dogovoreno je da će se koristiti postojeće trase (kabelski kanali) i EFD razdjelnici, ako raspoložu dovoljnim kapacitetom.

Novoizgrađena pasivna infrastruktura će omogućiti:

- stabilnu i kvalitetnu pasivnu mrežu
- povezivanje oprema iz STEM učionica i bežičnih pristupnih točaka na novu mrežu
- integraciju postojeće mreže s novom
- veći kapacitet LAN veza
- mogućnost proširenja mreže sukladno GIP-u

Instalacija kabliranja

U školama je izvedeno strukturalno kabliranje, u skladu s normom HRN EN 50173 (Generički sustav kabliranja) te HRN EN 50174 (Instalacija kabliranja - Specifikacija i osiguranje kvalitete, Planiranje instalacije i instalacijska praksa unutar zgrada). U sklopu izvođenja lokalne računalne mreže predložene su trase polaganja kabela lokalne računalne mreže te smještaj potrebne telekomunikacijske opreme (razdjelnici, prespojni paneli, priključne kutije i sl.)

Strukturalno kabliranje je izvedeno u matičnim i područnim školama na način kako je zahtijevano glavnim izvedbenim projektom.

U svakoj školi je postavljen novi razdjelnik građevine +BD1 koji se povezuje s komunikacijskim razdjelnicima +FDx sa svjetlovodnim višemodnim kabelom (12 niti, OM4 kategorija) i postojeći komunikacijski razdjelnici +EFDx s dva neoklopljena bakrena 4-parična kabela (U/UTP, Cat.6A, po normi ISO/IEC 11801:2002, odnosno HRN EN 50173).

Telekomunikacijski priključci (TO) povezuju se s razdjelnicima +FDx ili +BD1, ovisno o svojoj poziciji, s jednim neoklopljenim bakrenim 4-paričnim kabelom (U/UTP, Cat.6A, po normi ISO/IEC 11801:2002, odnosno HRN EN 50173).

Količina potrebnih telekomunikacijskih TO (engl . *Telecommunications Outlet*) priključaka za svaku prostoriju specificirana je na priloženim tlocrtima glavnog izvedbenog projekta.

Matične škole i područne škole

U školama su strukturalnim kabliranjem obuhvaćene sljedeće prostorije:

- u matičnim školama po dvije STEM učionice (učionice u kojima se održava nastava predmeta iz područja koja obuhvaćaju fiziku, biologiju, kemiju i matematiku), koje se kabliraju s pet kabela, dok u područnim školama postoji po jedna STEM učionica kablirana na isti način

- u pet škola obuhvaćenih projektom - jedna ROC učionica (učionica u kojoj se održava regionalno obrazovanje iz predmeta s područja koja obuhvaćaju fiziku, biologiju, kemiju i matematiku) kablira se s deset kabela
- glavni i etažni komunikacijski ormari (BD i/ili FD) spajaju se s postojećim školskim komunikacijskim ormarima (EFD - ukoliko ih ima - s po dva kabela)
- sve bežične pristupne točke (WAP) koje se predviđaju za ugradnju s po jednim kabelom, uz daljinsko istosmjerno napajanje terminalne opreme, sukladno aplikacijskoj normi za napajanje (npr. IEEE 802.3af *Power over Ethernet* (PoE)).

Prijenosni mediji

Prijenosni mediji korišteni za izvedbu strukturnog kabliranja su sljedeći:

- višemodni svjetlovodni kabele, OM4 kategorija, s 12-niti (Navedeni kabele su namijenjeni za unutrašnje i vanjsko vertikalno polaganje, bez halogena (LSOH), pa zadovoljavaju odredbe pravilnika glede smanjenja požarne opasnosti u zgradama u kojima se okuplja veći broj ljudi.); mehaničke karakteristike i utjecaji okoline na kabele definirani su prema normama EN 18700, IEC 60794-2 i IEC 60794-3 (EN 187100)
- neoklopljeni bakreni 4-paričnih kabele (U/UTP), klase EA, kategorije 6A (Cat.6A), po normi HRN EN 50173 bez halogena); presjek svake bakrene žice je maksimalno 23 AWG (*American wire gauge*). Kabele su proizvedeni od materijala koji pri gorenju stvaranju smanjene količine otrovnih plinova, tj. halogen-free (smoke zero halogen (LSZH ili LSOH) materijala).

Takvi prijenosni mediji omogućavaju korištenje strukturnog kabliranja definiranog ovim projektom tijekom više budućih generacija računalnih mreža, koje će raditi na većim brzinama.

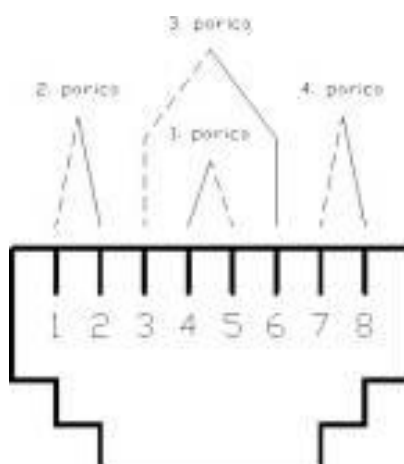
Sukladno standardu, dužina pojedinih segmenata U/UTP kabela između razdjelnika i priključnih kutija (treća razina kabliranja) ne prelazi 90 m.

Terminiranje kabela i smještaj opreme

Terminiranje kabela

Pojam terminiranja, odnosno zaključivanja kabela, označava montažu konektora na njegove krajeve. Pri terminiranju kabela primijenjena su sljedeća pravila:

- za spajanje pojedinih vodova 4-paričnog U/UTP kabela na RJ-45 module priključnih kutija s jedne strane i prespojne panele s druge strane, primijenjena je norma ISO/IEC 11801 (odnosno HRN EN 50173), koja propisuje način spajanja parica prema **slici 1**
- parice u kabele označene su bojama; prikazan je pogled s prednje strane modula RJ45.



Slika 1. Terminiranje UTP kabela

Način spajanja pojedinih vodiča U/UTP kabela izveden je prema normi EIA/TIA 568, a prema shemi spajanja T568B.

Tablica 1. Spajanje U/UTP kabela na RJ-45 konektor prema shemi spajanja T568B

Pin konektora	Bakreni vodič
1.	bijela/narančasta
2.	narančasta
3.	bijela/zelena
4.	plava
5.	bijela/plava
6.	zelena
7.	bijela/smeđa
8.	smeđa

Smještaj opreme

Aktivni uređaji, prespojni paneli i sl. smještaju se u razdjelnike prema GIP-ovima u kojima je predložen raspored opreme po komunikacijskim ormarima. Razmještaj i eventualna manja preraspodjela opreme po razdjelnicima izvedeni su na lokaciji prilikom same instalacije pasivne i aktivne opreme.



Slika 2. Primjer razdjelnika BD



Slika 3. Primjer razdjelnika FD

Glavni razdjelnik zgrade (BD; building distributor u HRN EN 50173-1) služi za smještaj aktivne mrežne opreme te pratećih sredstava nužnih za osiguranje pune funkcionalnosti dijela EKM-a za dio zgrade koji opslužuju. BD služi za povezivanje s terminalnom opremom za površine koje mu gravitiraju, kao i završavanje kabela za okosnice zgrade, tj. veze s etažnim razdjelnicima. Prilikom izrade GIP-a naručitelj je u dogovoru sa školom

odabrao poziciju BD ormara, a ona osigurava da horizontalna ili vertikalna udaljenost između RJ45 prespojnog panela u BD i TO, mjerena dužinom pojedinog kabela, ne premašuje 90 m.

U svakoj školi je predviđen jedan samostojeći BD, koji se pozicionira u prostoriji prema odobrenom GIP-u.

Karakteristike i sastavni dijelovi BD ormara:

- standardnih dimenzija
- visine 42U, širina i dubina prema troškovniku
- samostojeće izvedbe
- odvojiva prednja vrata s ugrađenim sigurnosnim staklom, s bravicom i ključevima
- odvojive bočne i stražnja stranica s bravicom i ključevima
- s elementima za aktivno hlađenje (ventilatori s termoregulacijom)
- četiri 19" (Inch) nosača podesiva po dubini
- 19" razmak između nosača
- najmanje dvije revizije/otvora za uvođenje kabela
- fiksna polica 19", 1U, dubine najmanje 190mm, nosivost minimalno 15kg
- horizontalne vodilice kabela 19" 1U
- dvije strujne letve 230V/50Hz/16A, 19", svaka 1U, s minimalno 6 priključnih mjesta sa zaštitnim kontaktom, smještenih pod kutom od 45° te ugrađenom prenaponskom zaštitom tip III.

U BD ormar je sukladno GIP-u predviđena instalacija većeg dijela aktivne mrežne opreme instalirane u sklopu ovog projekta, kao i CARNet-ove CPE opreme, te je u školama u kojima to još nije slučaj planirana migracija glavne optičke veze u BD ormar.

Etažni (katni) razdjelnik (FD; floor distributor u HRN EN 50173-1 i HRN EN 50173-2), u smislu HRN EN 50173-1, kabelom okosnice zgrade povezan je s glavnim razdjelnikom zgrade BD, prema namjeni uz povezivanje na okosnicu zgrade, te služi za smještaj opreme za zaključenje etažnog kabliranja EKM-a opsluživanog područja i pripadajućim sustavima za vođenje kabela.

U FD ormare instalira se potreban tip i broj mrežnih preklopnika, sukladno GIP-u.

Pozicija FDx je odabrana u dogovoru s predstavnicima škole i sukladno projektnom zadatku, a na način da horizontalna ili vertikalna udaljenost između prespojnog panela u FD-a i TO, mjereno dužinom pojedinog kabela, ne premašuje 90 m. U razdjelnike FDx također se ugrađuje aktivna mrežna oprema te prateća sredstava nužna za osiguranje pune funkcionalnosti dijela EKM-a koji opslužuju.

Karakteristike i sastavni dijelovi:

- standardnih dimenzija (najmanje 600mm širine i najmanje 450mm dubine, a visina prema potrebi (minimalno 12U)
- prilagođen za montažu na zid
- minimalno opterećenje/nosivost najmanje 35kg

- odvojiva prednja vrata s ugrađenim sigurnosnim staklom s bravicom i ključevima, odvojive bočne i stražnja stranica s bravicom i ključevima
- najmanje dvije perforirane stranice zbog odvođenja generirane topline
- s elementima za aktivno hlađenje (ventilatori s termoregulacijom)
- dva 19" (Inch) nosača podesiva po dubini, 19" razmak između nosača
- najmanje dvije revizije/otvora za uvođenje kabela
- minimalno 2 ili više horizontalnih vodilica kabela 19" 1U
- napojna letva 230V/50Hz/16A, 19", 1U, s minimalno 6 priključnica sa zaštitnim kontaktom za napajanje, smještenih pod kutom od 45° te ugrađenom prenaponskom zaštitom tip III.

Priključne kutije, prespojni paneli i konektori

Za potrebe horizontalnog kabliranja koriste se telekomunikacijski priključci (TO) koji su modularne (ugrađuju se u parapetne kanale) ili nadžbukne (samostojeće) izvedbe. Telekomunikacijskim priključcima terminiraju se kabeli na strani korisničke opreme, kao i ispred AP-ova. Precizna pozicija svih mjesta završetka kabela, odnosno TO, specificirana je crtežnom dokumentacijom.



Slika 4. Primjer priključne kutije

Za potrebe horizontalnog kabliranja koriste se RJ45 prespojni paneli rack mount izvedbe 19" (Inch), visine 1U, s 24 priključna mjesta za module čiji standard odgovara ugrađenom kabele. Potreban broj RJ45 prespojnih panela i pozicija unutar pojedinog razdjelnika definiran je u crtežnoj dokumentaciji. RJ45 prespojni panel služi za terminiranje svih U/UTP kabela koji gravitiraju razdjelniku u kojemu završavaju.



Slika 5. Primjer modula RJ45

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



Slika 6. Primjer optičkog LC prespojnog panela



Slika 7. Primjer UTP modularnog prespojnog panela

Svjetlovodni prespojni kabeli su s dvije niti (engl. duplex). Oni su zaključeni sa svjetlovodnim konektorima tipa LC.



Slika 8. Svjetlovodni LC konektor

U/UTP prespojni kabeli Cat.6A zaključeni su s obje strane neoklopljenim RJ45 konektorima.



Slika 9. UTL RJ45 konektor

Sustav označavanja

Oznake komunikacijskih ormara i krajnjih točaka terminacije slijede preporuke standarda za strukturalno kabliranje, uz prilagodbe i specifičnost prostora. U nastavku je dan detaljan opis sustava označavanja.

Fizičke pozicije

Fizičkim pozicijama prethodi znak "+". Položaj građevina, položaj komunikacijskih razdjelnika i položaj opreme prikazani su dispozicijskim nacrtima.

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

Oznaka etaže

Oznake etaža koje će se prikazati u crtežima dane su u tablici 1.

Tablica 2. Oznake etaža.

etaža	oznaka
1.kat	+01
Prizemlje	+00
Podrum	+99

Primjer:

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

Oznaka razdjelnika

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

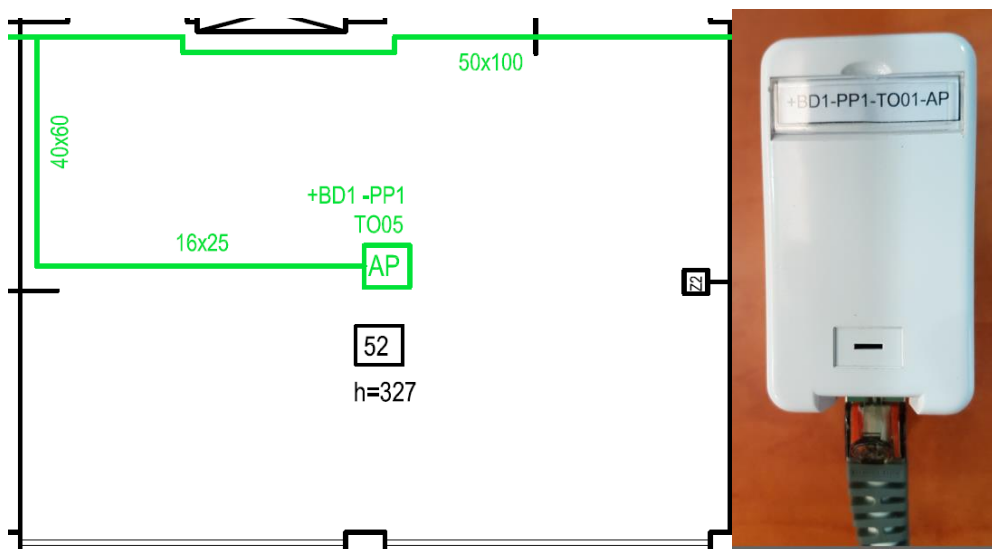
- +BD – glavni razdjelnik građevine – čvor koji povezuje vertikalne razvode (prvi u drugu razinu kabliranja) s horizontalnim razvodom kabela. U razdjelniku je ujedno postavljen i izlaz na WAN mrežu.
- +FD – razdjelnik etaže – čvor koji povezuje horizontalne razvode kabela (treća razina kabliranja) za priključna mjesta u učionicama te ostalim uredima. U pojedinoj školi može biti više razdjelnika etaže, ali ne mora biti nijedan, ako svi razvodi kabela završavaju u glavnom razdjelniku.

Unutar razdjelnika pojedine pozicije se definiraju na sljedeći način:

- **+BDy+PPx-z** – gdje **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-T005-AP** – predstavlja fizičku poziciju koja čitana zdesna ulijevo označava priključak **5** na prespojnom panelu **1** (PP1) u razdjelniku **BD** (+BD1)
 - **+BD1+PP2-T001** – predstavlja fizičku poziciju koja čitana zdesna ulijevo označava priključak **1** na prespojnom panelu **2** (PP2) u razdjelniku **BD** (+BD1).



Slika 10. Primjer označavanja razdjelnika i panela



Slika 11. Primjer označavanja priključnica

Potrebni dispozicijski nacrti opreme

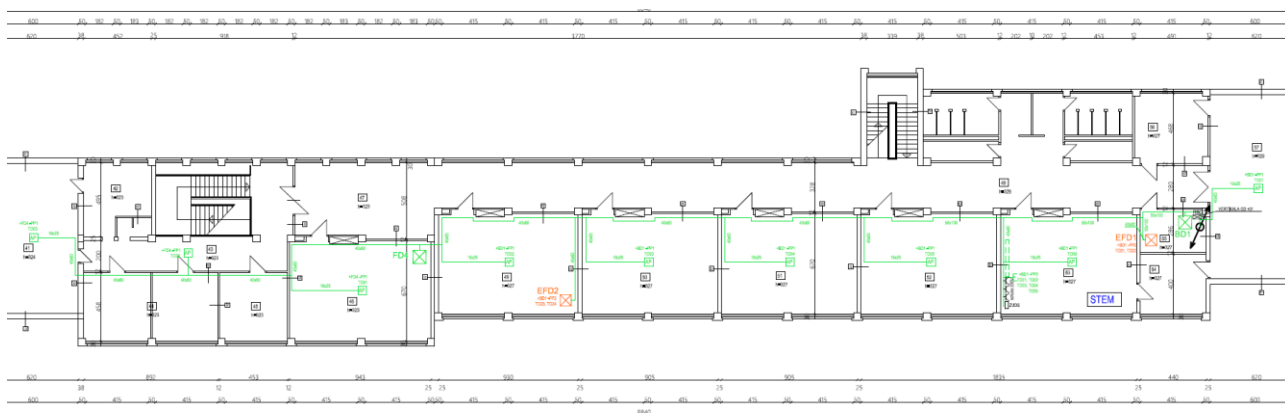
Potrebni dispozicijski nacrti opreme ucrtani su u nacrtima isporučenim u sklopu izvedbene dokumentacije u .dwg formatu s pripadajućim opisom u legendi. Dispozicijski nacrti sadrže:

- trase kabela i sustav za vođenje kabela
- popis razdjelnika i smještaj (fizičke pozicije)
- pozicioniranu opremu unutar razdjelnika.

Trase kabela i sustava za vođenje kabela

Trase kabela i sustav za vođenje kabela (kabelske kanalice) ucrtani su u priloženim nacrtima u sklopu izvedbene dokumentacije u .dwg formatu, s pripadajućim opisom u legendi. Sustav za vođenje kabela sastoji se od plastičnih kabelskih kanala određenih dimenzija koje su naznačene u nacrtima.

Primjer za jednu školu:



Slika 12. Sustav vođenja kabela

Sve tabele kabela i tabele spajanja kabela priložene su u sklopu izvedbene dokumentacije. Primjer za jednu školu:

Tablica 3. Tabele kabela i tabele spajanja kabela

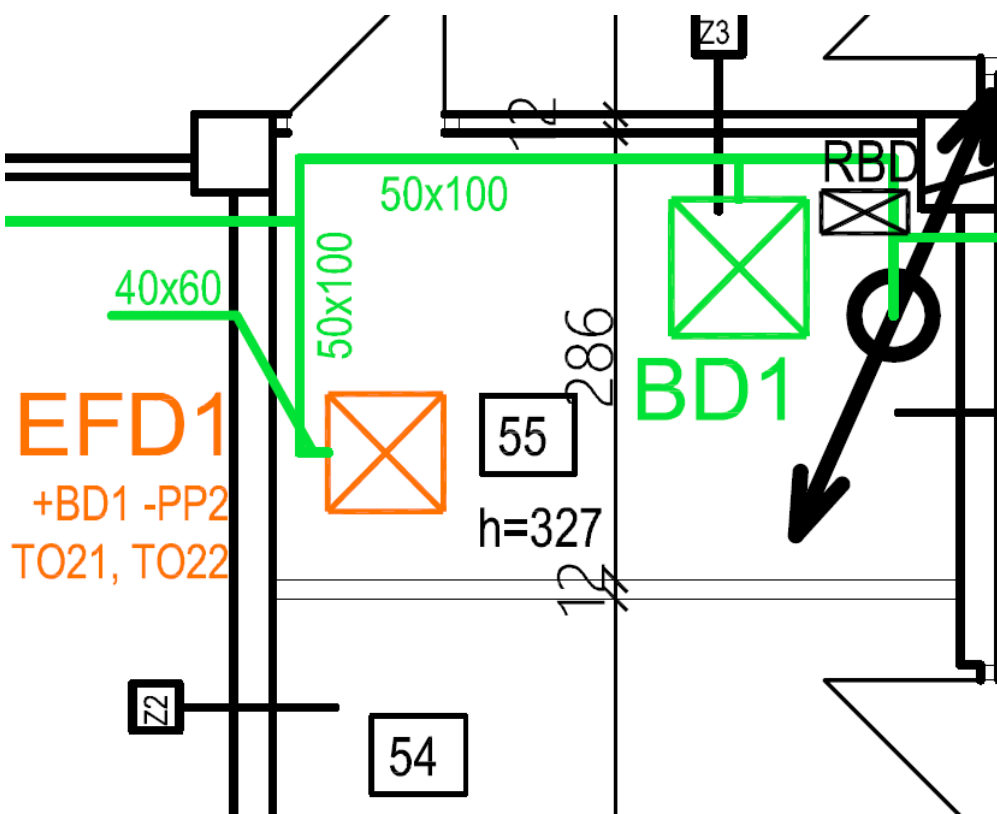
Prikaz 2

Ormar	Panel	Port	Završni uređaj	Vrsta kabela	Puna oznaka uređaja
BD1	OP1	1, 2, 3	FD1	FO OM4 12 niti	+BD1-FD1
BD1	OP1	7, 8, 9	FD2	FO OM4 12 niti	+BD1-FD2
BD1	OP1	13,14,15	FD3	FO OM4 12 niti	+BD1-FD3
BD1	PP1	1	TO01-AP	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP1-TO01-AP
BD1	PP1	2	TO02-AP	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP1-TO02-AP
BD1	PP1	3	TO03-AP	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP1-TO03-AP
BD1	PP1	4	TO04-AP	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP1-TO04-AP
BD1	PP1	5	TO05-AP	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP1-TO05-AP
BD1	PP1	6	TO06-AP	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP1-TO06-AP
BD1	PP2	1	TO01	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO01
BD1	PP2	2	TO02	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO02
BD1	PP2	3	TO03	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO03
BD1	PP2	4	TO04	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO04
BD1	PP2	5	TO05	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO05
BD1	PP2	6	TO06	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO06
BD1	PP2	7	TO07	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO07
BD1	PP2	8	TO08	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO08
BD1	PP2	9	TO09	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO09
BD1	PP2	10	TO10	U/UTP Cat.6A	+BD1-PP2-TO10
BD1	PP2	23	EFD1	U/UTP Cat.6A	+BD1-EFD1
BD1	PP2	24	EFD1	U/UTP Cat.6A	+BD1-EFD1
FD1	PP1	1	TO01-AP	U/UTP Cat.6A	+FD1-PP1-TO01-AP
FD1	PP1	2	TO02-AP	U/UTP Cat.6A	+FD1-PP1-TO02-AP
FD1	PP1	3	TO03-AP	U/UTP Cat.6A	+FD1-PP1-TO03-AP
FD1	PP1	4	TO04-AP	U/UTP Cat.6A	+FD1-PP1-TO04-AP
FD1	PP2	19	EFD2	U/UTP Cat.6A	+FD1-EFD2
FD1	PP2	20	EFD2	U/UTP Cat.6A	+FD1-EFD2
FD1	PP2	21	EFD3	U/UTP Cat.6A	+FD1-EFD3
FD1	PP2	22	EFD3	U/UTP Cat.6A	+FD1-EFD3
FD1	PP2	23	EFD4	U/UTP Cat.6A	+FD1-EFD4
FD1	PP2	24	EFD4	U/UTP Cat.6A	+FD1-EFD4
FD2	PP1	1	TO01-AP	U/UTP Cat.6A	+FD2-PP1-TO01-AP
FD2	PP1	2	TO02-AP	U/UTP Cat.6A	+FD2-PP1-TO02-AP
FD2	PP1	3	TO03-AP	U/UTP Cat.6A	+FD2-PP1-TO03-AP
FD2	PP2	21	EFD5	U/UTP Cat.6A	+FD2-EFD5
FD2	PP2	22	EFD5	U/UTP Cat.6A	+FD2-EFD5

FD2	PP2	23	EFD6	U/UTP Cat.6A	+FD2-EFD6
FD2	PP2	24	EFD6	U/UTP Cat.6A	+FD2-EFD6
FD3	PP1	1	TO01-AP	U/UTP Cat.6A	+FD3-PP1-TO01-AP
FD3	PP1	1	TO02-AP	U/UTP Cat.6A	+FD3-PP1-TO02-AP

Popis razdjelnika i smještaj na nacrtu

Svi potrebni razdjelnici BD i FD ucrtani su u izvedbenoj dokumentaciji u .dwg formatu, s pripadajućom oznakom. Primjer za jednu školu:



Slika 13. Smještaj razdjelnika na nacrtu

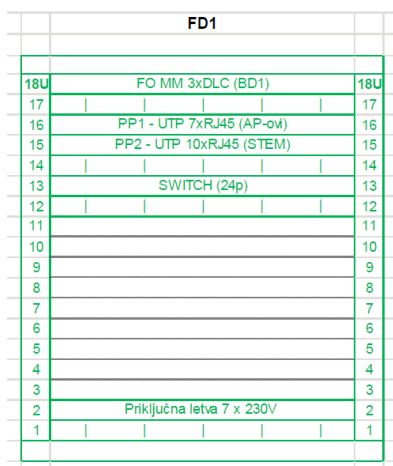
Nacrti pozicioniranja opreme unutar razdjelnika

Nacrti pozicioniranja opreme unutar razdjelnika BD i FD nalaze se u priloženim nacrtima (.dwg).

Primjer za jednu školu:

BD1	
42U	42U
41	41
40	40
39	39
38	38
37	37
36	36
35	35
34	34
33	33
32	32
31	31
30	30
29	29
28	28
27	27
26	26
25	25
24	24
23	23
22	22
21	21
20	20
19	19
18	18
17	17
16	16
15	15
14	14
13	13
12	12
11	11
10	10
9	9
8	8
7	7
6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1

Slika 14. BD1 razdjelnik škole



Slika 15. FD razdjelnik škole

Atestiranje ugrađenih veza

Po završetku instalacije pasivne mrežne infrastrukture u školi provedena su atestiranja svih ugrađenih veza – bakrenih i optičkih. U nastavku je dan primjer rezultata atestiranja jedne bakrene te jedne optičke veze.

supranet

TO MAKE IT SIMPLE

Supra Net d.o.o. - Magistarska 5 - 10000 Zagreb - HR
Tel:01-4343-900 Fax:01-4343-999 Email: supranet@supranet.hr



Cable ID: BD1-OP1-FD1-OP1-01

Date / Time: 12/04/2017 14:28:29

Cable Type: Brand-Rex OM4

n = 1.4820 (850 nm)

n = 1.4770 (1300 nm)

Test Summary: PASS

Modal Bandwidth: 3500MHz-km (850 nm)

Modal Bandwidth: 3500MHz-km (1300 nm)

Loss (M->R)

PASS

Date / Time: 12/04/2017 14:28:29

Test Limit: ISO 11801-2002 OF-300 CH

Limits Version: 1.9400

Operator: FABIJAN MATANOVIC

DTX-1800 (9349047 v2.7700)

Module: DTX-MFM2(9185009)

Calibration Date: 09/12/2016

DTX-1800R (9349048 v2.7700)

Module: DTX-MFM2(9185007)

Calibration Date: 09/12/2016

Propagation Delay (ns)	427	
Length m	86.7	PASS
Limit 300.0		
	850 nm	1300 nm
Result	PASS	PASS
Loss (dB)	0.79	0.67
Limit (dB)	2.55	1.95
Margin (dB)	1.76	1.28
Reference (dBm)	-22.87	-23.53

Number of Adapters: 2

Number of Splices: 4

Patch Type: Brand-Rex OM4

Patch Length1 (m): 1.0

Patch Length2 (m): 1.0

Reference Date: 12/04/2017 13:52:31

2 Jumper

Compliant Network Standards:

10/100BASE-SX

100BASE-FX

10BASE-FL

10GBASE-SR

ATM155SWL

ATM622SWL Fiber Optic

Fibre Channel 100-M5E-SN-I

Fibre Channel 1600-M5E-SN-I

Fibre Channel 200-M5E-SN-I

Fibre Channel 400-M5E-SN-I

Fibre Channel 800-M5E-SN-I

1000BASE-LX

100GBASE-SR10

10GBASE-LRM

40GBASE-SR4

ATM52

FDDI Fiber Optic

Fibre Channel 1200-M5E-SN-I

Fibre Channel 1600-M5F-SN-I

Fibre Channel 266

Fibre Channel 400-M5E-SN-I

Fibre Channel 800-M5F-SN-I

1000BASE-SX

100GBASE-SR4

10GBASE-LX4

ATM155

ATM622 Fiber Optic

Fibre Channel 100-M5-SN-I

Fibre Channel 133

Fibre Channel 200-M5-SN-I

Fibre Channel 266SWL

Fibre Channel 400-M5F-SN-I

Slika 16. Rezultat atestiranja optičke veze



Cable ID: FD1-PP1-T001-AP

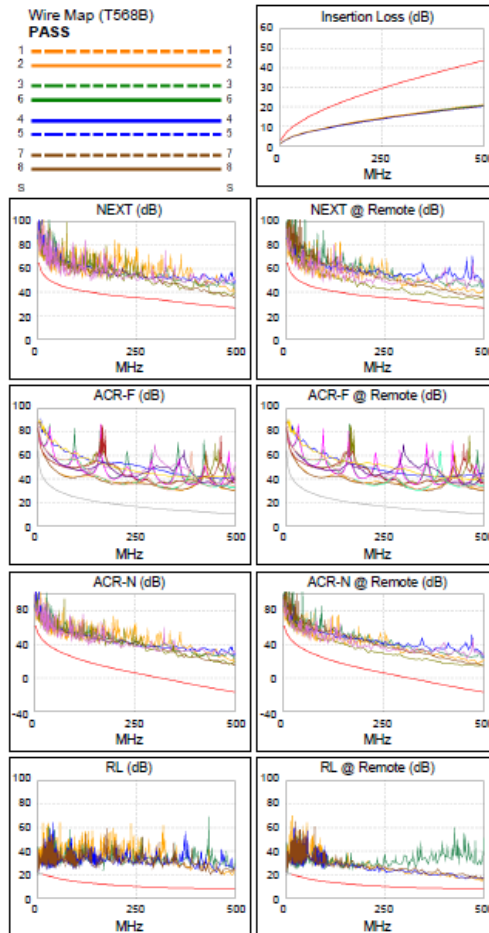
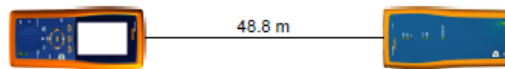
Date / Time: 12/04/2017 12:57:25
Headroom 5.2 dB (NEXT 36-78)
Test Limit: TIA Cat 6A Perm. Link
Cable Type: AC6U
NVP: 67.0%

Operator: FABIJAN MATANOVIĆ
Software Version: 2.7700
Limits Version: 1.9400
Calibration Date:
Main (Tester): 28/07/2016
Remote (Tester): 28/07/2016

Test Summary: PASS

Model: DTX-1800
Main S/N: 9349047
Remote S/N: 9349048
Main Adapter: DTX-PLA002
Remote Adapter: DTX-PLA002

Length (m), Limit 90.0	[Pair 45]	48.8
Prop. Delay (ns), Limit 498	[Pair 12]	259
Delay Skew (ns), Limit 44	[Pair 12]	16
Resistance (ohms)	[Pair 12]	7.3
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	22.6
Frequency (MHz)	[Pair 12]	500.0
Limit (dB)	[Pair 12]	43.8



Worst Case Margin Worst Case Value

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	36-78	36-45	36-78
NEXT (dB)	8.5	5.2	8.7	6.3
Freq. (MHz)	34.5	316.0	497.0	476.0
Limit (dB)	49.3	33.3	26.7	27.4
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.9	6.6	9.1	7.2
Freq. (MHz)	486.0	303.0	497.0	486.0
Limit (dB)	24.2	31.3	23.8	24.2

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-12	36-12	12-36	36-12
ACR-F (dB)	14.7	14.9	16.8	16.4
Freq. (MHz)	63.0	64.8	359.0	359.0
Limit (dB)	28.2	28.0	13.1	13.1
Worst Pair	36	36	45	12
PS ACR-F (dB)	17.0	16.5	18.1	21.8
Freq. (MHz)	62.5	63.0	329.0	500.0
Limit (dB)	25.3	25.2	10.8	7.2

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	36-45	36-78
ACR-N (dB)	11.4	10.4	32.0	29.0
Freq. (MHz)	4.8	4.6	497.0	476.0
Limit (dB)	59.1	59.3	-16.9	-15.2
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	12.6	12.0	31.8	30.5
Freq. (MHz)	4.8	4.6	497.0	500.0
Limit (dB)	56.8	57.0	-19.7	-20.0

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	12	12	12
RL (dB)	7.7	6.6	11.3	6.6
Freq. (MHz)	23.8	494.0	490.0	494.0
Limit (dB)	19.1	8.0	8.0	8.0

Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 10GBASE-T ATM-25
 ATM-S1 ATM-155 100VG-AnyLan
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

Slika 17. Rezultat atestiranja UTP veze



Vježba 1. – Upoznavanje s pasivnom infrastrukturom

U sklopu ove vježbe zajedno s predavačem potrebno je obići BD komunikacijski ormar te jedan FD, odnosno FD/EFD komunikacijski ormar, ako postoji u školi, te jednu učionicu. U sklopu vježbe polaznici će se upoznati s:

- oznakama mrežnih ormara i prespojnih panela
- mrežnim priključcima u učionicama
- aktivnom mrežnom opremom smještenom u komunikacijski ormar
- načinom povezivanja aktivne mrežne opreme unutar ormara i između ormara

U sklopu vježbe potrebno je odraditi aktivaciju (tzv. patchiranje) jedne mrežne utičnice u STEM učionici.

Aktivna mrežna oprema

U sklopu projekta je, u školama koje su u projektu definirane kao škole MODEL A, isporučeno cjelokupno mrežno rješenje bazirano na opremi proizvođača *Cisco Systems*, odnosno *Cisco Meraki* rješenje, koje je zasnovano na upravljanju sustavom putem oblaka. Sukladno zahtjevima definiranim natječajem, u škole su isporučene sljedeće hardverske komponente:

- integrirani sigurnosni sustav
- mrežni preklopnik
- bežična pristupna točka.

Sustavom, tj. mrežnom opremom u školama, upravlja se putem *Cisco Meraki dashboarda*, odnosno središnjeg sustava za upravljanje i nadzor mreže, smještenog u oblaku. U nastavku ovog poglavlja biti će opisane spomenute komponente sustava.

Sustav za upravljanje i nadzor mreže

U većini tradicionalnih mrežnih rješenja fokus se stavlja na samu mrežnu opremu te funkcionalnost i konfiguraciju samih uređaja, a sustav za upravljanje i nadzor se obično smatra kao nadogradnja mrežnog rješenja. U *Cisco Meraki* mrežnom rješenju sustav za upravljanje i nadzor mreže, odnosno *Meraki dashboard*, jest središnja mrežna komponenta, dok mrežni uređaji imaju funkciju odrađivanja funkcionalnosti i konfiguracije koju dobivaju od *Meraki dashboarda*.

Sustav za nadzor i upravljanje je nužna komponenta sustava, budući da konfiguracija *Meraki* mrežne opreme nije moguća niti na jedan drugi način osim kroz *Meraki dashboard*.

Meraki dashboard je centralizirano web administratorsko sučelje, izrazito intuitivno i jednostavno za korištenje IT administratorima. IT administratori koji održavaju ovaj sustav ne moraju nužno biti eksperti u području računalnih mreža da bi koristili *Cisco Meraki* mrežno rješenje i iskoristili sve njegove mogućnosti. Stoga je ovakvo rješenje vrlo pogodno za instalaciju u školama.



Slika 18. Meraki dashboard

Meraki dashboard omogućuje korisnicima upravljanje svim mrežnim komponentama sustava u sklopu jedinstvenog i centraliziranog web sučelja. U školama su instalirane sljedeće komponente Cisco Meraki mrežnog rješenja:

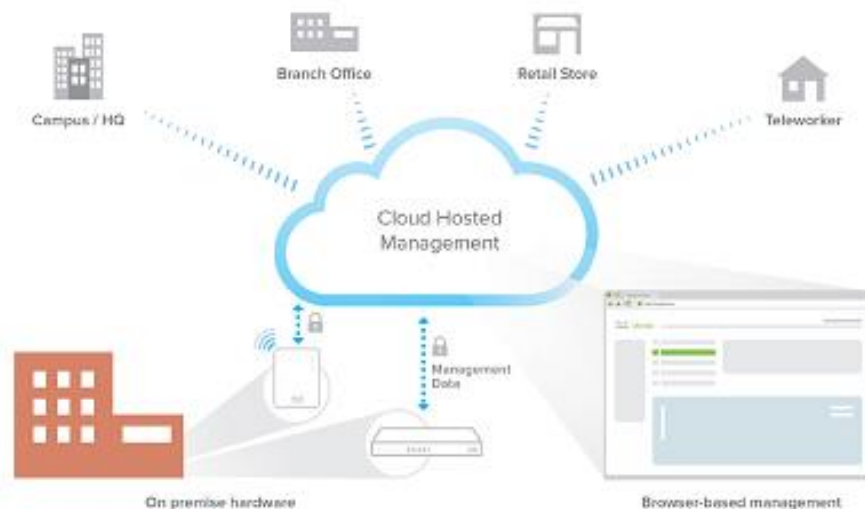
- integrirani sigurnosni sustav
- mrežni preklopnici
- bežične pristupne točke
- MDM – sustav za upravljanje klijentskim uređajima.

Osim navedenog, kroz *Meraki dashboard* je moguće administrirati i *Cisco Meraki* IP telefone te *Cisco Meraki* sigurnosne kamere, što nije dio ovog projekta, pa o tim specifičnostima neće biti riječi u ovom priručniku.

Cloud networking arhitektura mreže

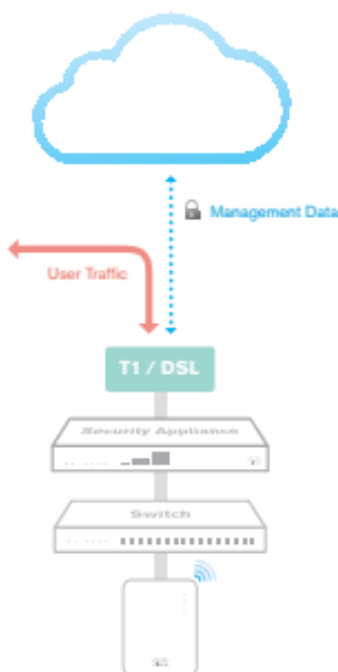
Cloud networking arhitektura mreže omogućuje upravljanje i nadzor s centraliziranog web sučelja cjelokupnom mrežnom opremom. Fizička lokacija opreme kojom se upravlja i njezin način povezivanja na mrežu nisu važni sa stajališta upravljanja mrežom, budući da se kroz jedinstven sustav smješten u javnom oblaku upravlja opremom instaliranom na središnjoj lokaciji (matična škola) i udaljenim lokacijama (područne škole).

Mrežna oprema komunicira sa servisima u oblaku, odnosno s *Meraki* podatkovnim centrom preko Interneta, putem kriptirane upravljačke (management) veze. Putem te veze iz oblaka se šalje konfiguracija na mrežnu opremu, nadograđuje se *firmware* na opremi, a oprema u podatkovni centar šalje statističke podatke o prometnim karakteristikama, kako bi kroz *Meraki dashboard* administratorima bio dostupan prikaz različitih statistika o korisnicima i tipu prometa koji prolazi mrežom. Budući da sva komunikacija ide preko Interneta, sustav je izrazito jednostavan za implementaciju i korištenje.



Slika 19. Meraki dashboard arhitektura

Kako možemo vidjeti na **slici 19**, ovakvo rješenje pogodno je i za organizacije koje imaju mrežnu opremu instaliranu na samo jednoj lokaciji, kao i za organizacije koje imaju velik broj udaljenih lokacija, budući da se kompletno upravljanje i nadzor obavljaju putem središnjeg web sustava.



Slika 20. Povezivanje Meraki opreme na Cloud (oblak)

Kao što vidimo na **slici 20**, za pristup na Meraki servise nužno je osigurati pristup na Internet s management adresa mrežne opreme. Kako je već spomenuto, za upravljački (management) promet koristi se kriptirana veza između uređaja i Meraki servisa. Količina podataka koji se prenose tom vezom vrlo je mala i obično je manja od 1 kbps po mrežnom uređaju, tako da takva vrsta prometa ne opterećuje mrežu. Korisnički promet ne ulazi u oblak nego direktno izlazi na Internet, te u slučaju prekida veze prema Meraki podatkovnom centru korisnici i dalje mogu koristiti mrežne servise.

U sklopu „e-Škole“ rješenja za autentikaciju na *Meraki dashboard* koristi se SAML protokol koji omogućuje autentikaciju na servis u oblaku, a da se korisnički podaci poput korisničkog imena i lozinke ne pohranjuju u oblak, čime se podaci čuvaju od eventualnog neovlaštenog preuzimanja. Za autentikaciju na sustav se koristi AAI@EduHr baza korisnika te se korisnicima na temelju njihovih prava omogućuje pristup na organizacije, odnosno škole, za čiju administraciju su zaduženi.



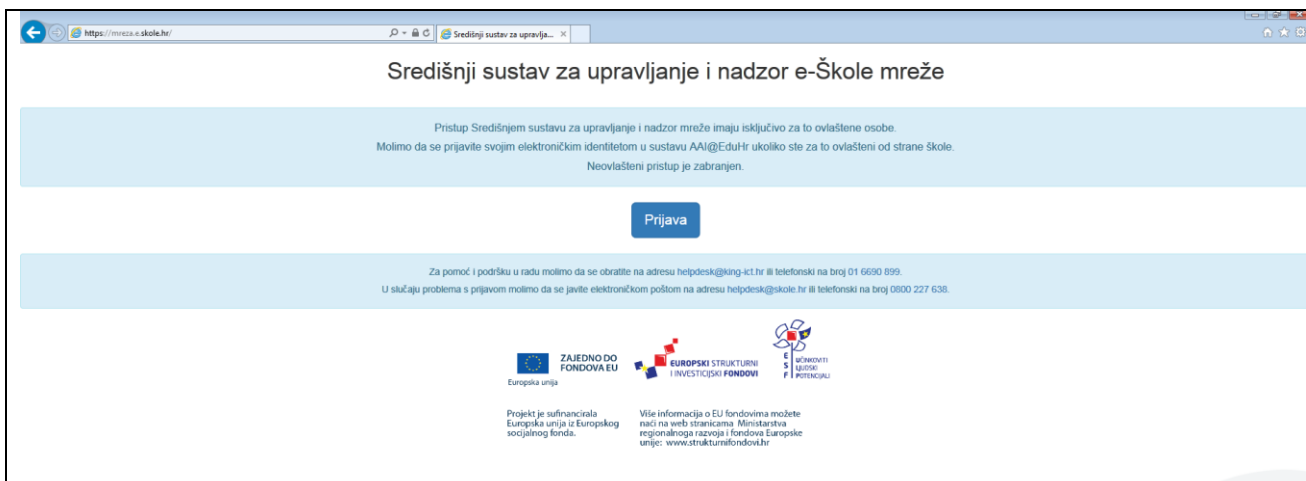
Vježba 2. – Pristup na *Meraki dashboard*

Za pristup na *Meraki dashboard* koristimo računalo spojeno na Internet. U internetski preglednik unesemo sljedeći URL: <https://mreza.e.skole.hr>.

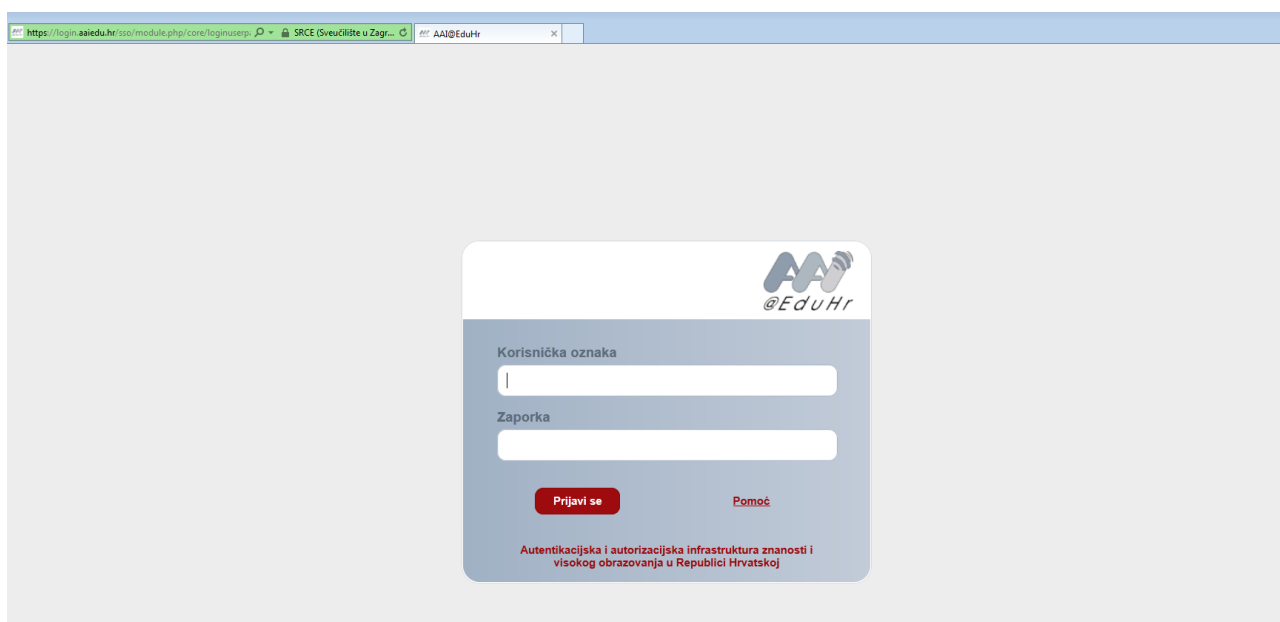
Napomena: dio polaznika će u trenutku izvođenja edukacije pristupati na <https://dashboard.meraki.com>, ali će za administraciju sustava u „vlastitoj“ školi koristiti gore navedenu poveznicu.

Primjer 1: Prijava putem portala <https://mreza.e.skole.hr>

Za autentikaciju na sustav koristimo vlastito korisničko ime i lozinku iz imeničke baze AAI@EduHr. Ako je korisničko ime dodijeljeno u administratorsku grupu mrežnog rješenja za e-Škole, pristup sustavu bi trebao biti omogućen.



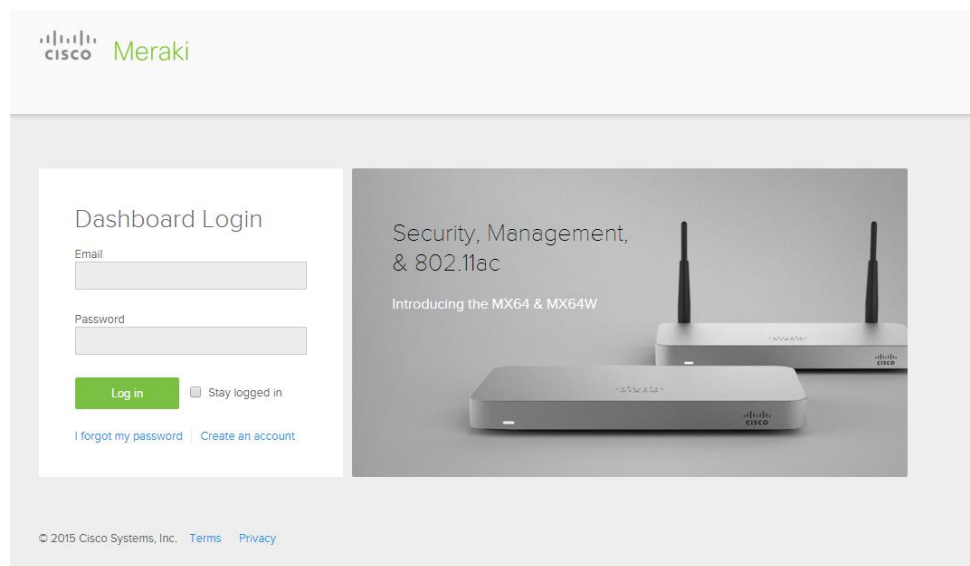
Slika 21: Sustav za upravljanje i nadzor – početna stranica



Slika 22: Prijava na sustav za upravljanje i nadzor

Primjer 2: Privremena prijava putem portala <https://dashboard.meraki.com>

Ovaj način prijave je namijenjen tehničarima u sustavu „e-Škole“ koji edukaciju ne pohađaju u „vlastitoj“ školi. Za autentikaciju se koriste privremeni korisnički podaci koje navodi predavač.



Slika 23: Meraki dashboard – početna stranica

Zajedno s instruktorom potrebno je proći kroz osnovne mogućnosti Meraki *dashoard* sustava bez izmjena konfiguracije sustava.

Sigurnost cloud rješenja (rješenja u oblaku)

Budući da sustav za upravljanje i nadzor mreže nije smješten u lokalnoj mreži korisnika, važno je omogućiti sigurnost i visoku dostupnost podataka i sustava. Stoga je Meraki podatkovni centar certificiran kao tier-1, SAS70 type II podatkovni centar, izgrađen po PCI DSS Level 1 standardu te jamči dostupnost od 99,99%.

Redundancija podatkovnog centra postignuta je na način da Meraki ima pet podatkovnih centara na različitim lokacijama u svijetu. Od toga se tri podatkovna centra nalaze unutar Europske unije (Dublin, Muenchen i Frankfurt), kako bi se zadovoljile regulative EU te kako bi svi podaci bili zadržani u EU.

Integrirani sigurnosni sustav

U sklopu projekta je u svakoj školi instaliran jedan *Meraki MX* vatrozid koji odrađuje funkciju Integriranog sigurnosnog sustava. Tip MX vatrozida koji se instalira u pojedinoj školi projektom je definiran prema broju učenika koji u školi pohađaju nastavu u jednoj smjeni.

Meraki MX sadrži velik broj sigurnosnih mogućnosti: od klasičnih funkcionalnosti L3/L4 vatrozida, naprednih (*next-gen*) funkcionalnosti vatrozida, IPS-a, do mrežnog antivirusa i sl. Stoga ga dalje u tekstu možemo zvati i UTM – (*Unified threat management*) uređajem. Osim toga sadrži i mogućnosti klasičnog tzv. *border gateway* uređaja namijenjenog za pozicioniranje na perimetru lokalne mreže prema Internetu.



Slika 24. Integrirani sigurnosni sustav - Meraki MX84



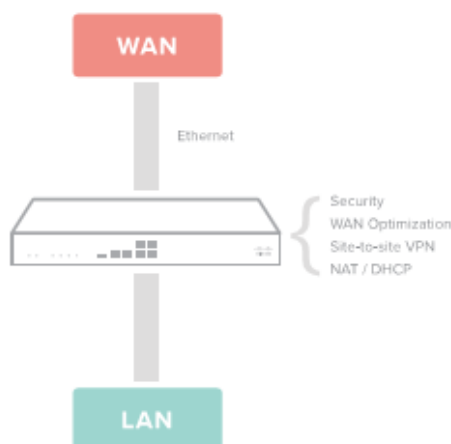
Slika 25. Integrirani sigurnosni sustav - Meraki MX100



Slika 26. Integrirani sigurnosni sustav - Meraki MX400

Svi tipovi *Meraki MX* integriranog sigurnosnog sustava imaju jednak skup mogućnosti. Razlikuju se isključivo u performansama, odnosno količini prometa i broju konekcija koje mogu istovremeno proći kroz sustav te u broju fizičkih sučelja na samom uređaju.

Ovisno o procijenjenom broju korisnika koji će istovremeno koristiti sustav, u škole je instaliran određeni model *Meraki MX* integriranog sustava. Navedeni modeli imaju propusnost od 500Mbps pa do 1Gbps, a podržavaju maksimalno između 100.000 i 1.000.000 istovremenih konekcija.



Slika 27. Mogućnosti Meraki MX integriranog sigurnosnog sustava

Kao što vidimo na slici 27., *Meraki MX* razdvaja WAN od LAN mrežnog segmenta. Na njemu se odrađuje tzv. *gateway* odnosno *routing* funkcionalnost te sigurnosna analiza prometa. Velika prednost instaliranog rješenja je centralizirano upravljanje putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom, koje omogućuje jednostavnu administraciju i nadzor sustava.

Od *gateway* funkcionalnosti na uređaju se može odrađivati sljedeće:

- definiranje VLAN-ova i L3 mrežnih segmenata
- DHCP server za LAN klijente
- NAT, PAT, *Port forwarding*
- QoS klasificiranje prometa i ograničavanje prometa (eng. *traffic shaping*)
- mogućnost povezivanje redundantnih veza prema LAN mreži
- podrška za ugradnju 3G/4G kartice koja će omogućiti redundantni izlaz na Internet.

Od sigurnosnih mogućnosti MX serija omogućuje sljedeće:

- prepoznavanje aplikacija na L7 mrežnom sloju te primjenu *firewall* i QoS politika baziranih na tipu aplikacije (npr. *YouTube*, *Skype*, *P2P...*)
- *Content filtering* s podrškom za *YouTube for Schools*
- mogućnost definiranja GeoIP sigurnosnih pravila
- integrirani IPS (*Intrusion Prevention System*) s integriranom bazom *SNORT* pravila
- integrirani *Anti-Virus* i *Anti-phishing* sustav
- mogućnost konfiguracije tzv. *Identity-based* sigurnosnih pravila
- mogućnost terminacije LAN-to-LAN i *Remote Access* VPN tunela.

Mrežni preklopnici

U sklopu projekta „e-Škole“, u okviru pristupnog dijela LAN infrastrukture instaliraju se mrežni preklopnici *Meraki MS*. Ovisno o količini potrebnih sučelja, u svaki mrežni ormar u kojem završavaju nove RJ-45 priključnice instalira se određen broj MS220-8P i MS225-

24P modela preklopnika. Minimalni broj preklopnika, odnosno mrežnih sučelja u pojedinom ormaru, određen je brojem RJ-45 mrežnih priključaka koji završavaju u pojedinom ormaru. Svi preklopnici unutar jednog ormara povezani su na jedan preklopnik unutar ormara, a veze između ormara realizirane su putem optičkih veza. Za to se koriste multimodni SFP optički moduli.



Slika 28. Mrežni preklopnik - Meraki MS220-8P



Slika 29. Mrežni preklopnik MS220-24P



Slika 30. SFP

Serijski preklopnici MS225 i MS220 omogućuju klasično L2 preklapanje prometa. Budući da je predviđeno da se kompletna L3 funkcionalnost odrađuje na MX seriji integriranih sigurnosnih sustava, nije potrebno da preklopnici imaju L3 mogućnosti.

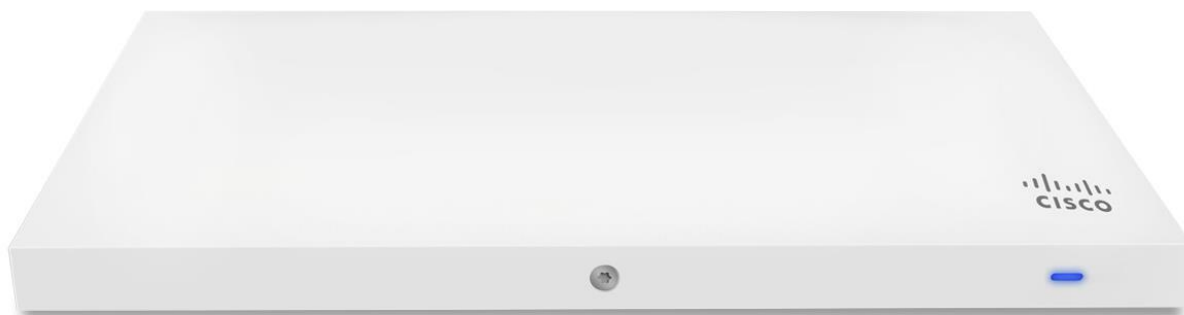
Od važnijih mogućnosti koje ima serija preklopnika MS225 i MS220 treba napomenuti sljedeće:

- centralizirano upravljanje putem sustava za nadzor i upravljanje mreže
- povezivanje u tzv. virtual stack, odnosno mogućnost upravljanja i konfiguracije više preklopnika putem istog konfiguracijskog sučelja
- napredni alati za otkrivanje mrežnih problema, poput mogućnosti snimanja prometa koji prolazi kroz preklopnik, mogućnosti testiranja UTP kabela i slično
- PoE i PoE+ funkcionalnost na sučeljima preklopnika

- upravljanje i konfiguracija putem oblaka omogućuje tzv. *zero-touch remote provisioning*, odnosno instalaciju uređaja bez postavljanja inicijalne konfiguracije.

Bežične pristupne točke

Za pokrivanje škola bežičnim signalom u njima je instalirana serija bežičnih pristupnih točaka Meraki MR33.



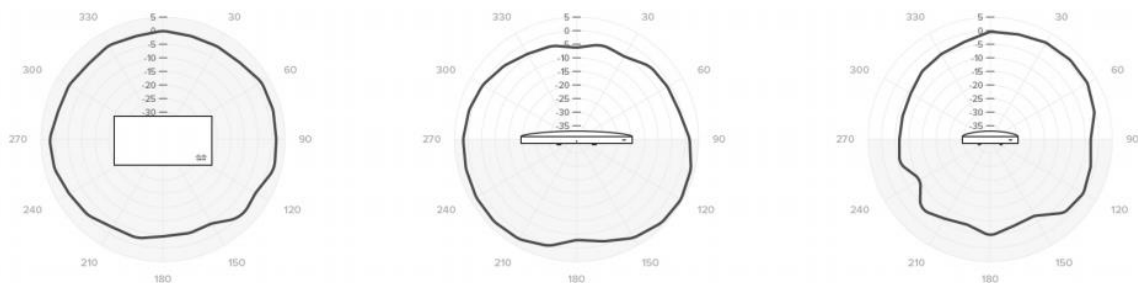
Slika 31. Bežična pristupna točka - Meraki MR33

Serija bežičnih pristupnih točaka Meraki MR33 pripada *enterprise* klasi uređaja, a glavne značajke su sljedeće:

- centralizirano upravljanje putem sustava za nadzor i upravljanje mrežom
- automatska RF optimizacija mreže
- mogućnost konfiguracije sigurnosnih pravila i tzv. BYOD politika
- *Traffic Shaping* na *Layer 7* aplikativnoj razini
- jednostavna konfiguracija *guest* mreža
- autentikacija na mrežu putem tzv. *Captive portala*
- upravljanje i konfiguracija putem oblaka omogućuje tzv. *zero-touch remote provisioning*, odnosno instalaciju uređaja bez postavljanja inicijalne konfiguracije
- istovremeni rad na 2,4 i 5 GHz frekvencijskom području
- podrška za najnoviji standarde u području bežičnih mreža - 802.11ac wave 2 s 1,3Gbps agregiranom propusnosti uređaja
- podrška za 2x2 MU-MIMO standard
- izdvojena antena za analizu RF spektra i WIPS zaštitu, koja omogućuje 24-satni rad navedenih mogućnosti bez utjecaja na korisnički promet.

MR33

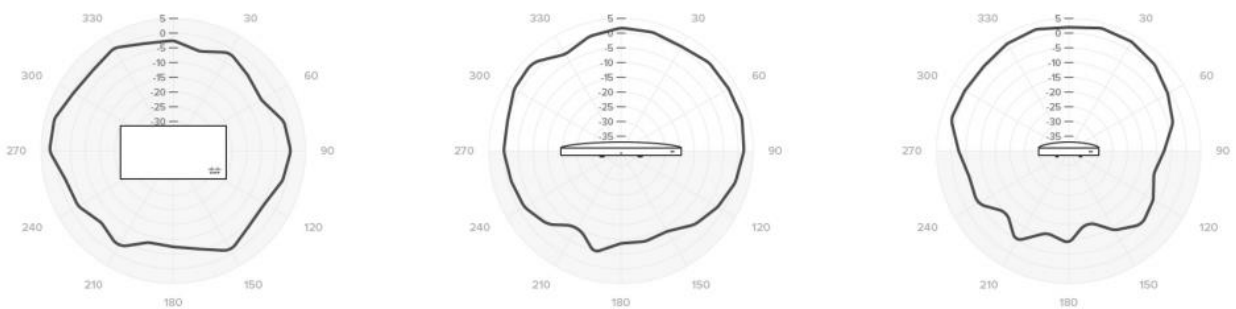
Radiation Pattern for 2.4GHz Antennas



Slika 32. Dijagram zračenja integrirane antene u Meraki MR33 na 2,4 GHz području

MR33

Radiation Pattern for 5GHz Antennas



Slika 33. Dijagram zračenja integrirane antene u Meraki MR33 na 5 GHz području

Arhitektura sustava i konfiguracijske značajke računalne mreže

Arhitektura sustava

U sklopu pilot projekta „e-Škole“, u školama projektom definiranim kao „škole model A“, u sklopu izgradnje aktivne mrežne infrastrukture implementirano je Cisco Meraki mrežno rješenje opisano u prethodnom poglavlju. Navedeno rješenje je specifično, budući da se kompletno upravljanje i nadzor mreže obavlja putem sustava u oblaku. Stoga kad govorimo o arhitekturi sustava, možemo razmatrati arhitekturu na više razina:

- *Cloud Networking* arhitektura
- Meraki *dashboard* arhitektura
- LAN/WAN mrežna arhitektura.

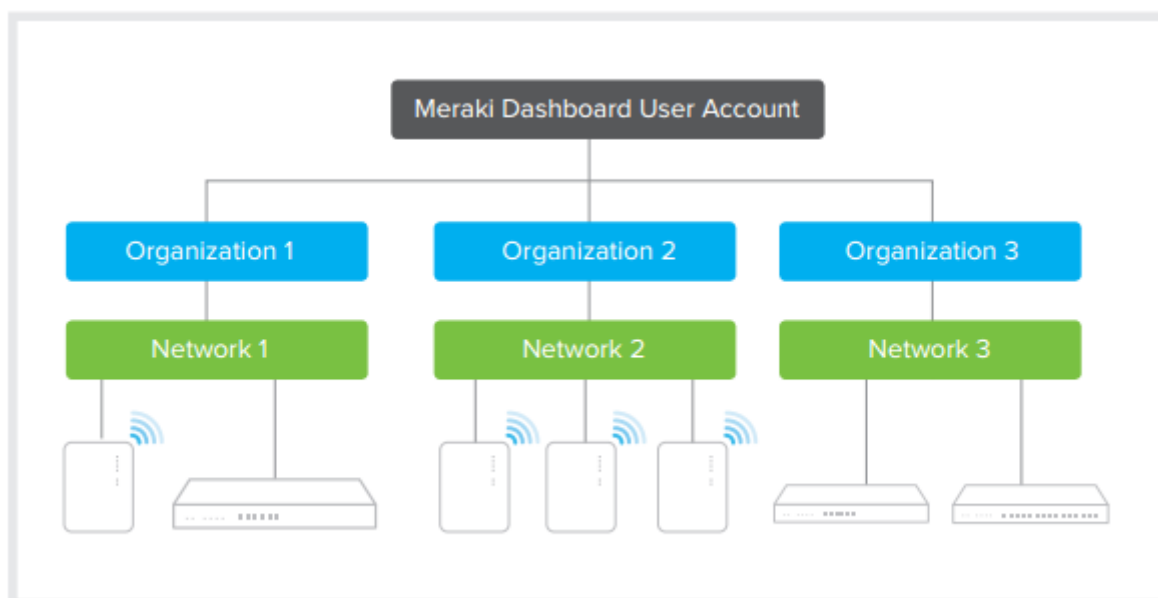
Cloud Networking arhitektura

Cloud Networking arhitektura sustava detaljno je objašnjena u poglavlju „Sustav za upravljanje i nadzor mreže“.

Meraki dashboard arhitektura

Meraki dashboard arhitektura objašnjava podjelu sustava na različite administrativne cjeline. Arhitektura je podijeljena na 3 razine:

- *MSP – Managed Service Provider*
- *Organization*
- *Network*.



Slika 34. Meraki *dashboard* arhitektura

MSP razina je krovna razina koja omogućuje administratorima da putem jednog sučelja pristupaju mrežama različitih organizacija. U našem slučaju CARNet i izvođač radova čine

MSP razinu. Radi održavanja sustava navedeni administratori se mogu spojiti na računalne mreže svih škola obuhvaćenih ovim projektom. U sklopu projekta će dio tehničara u sustavu „e-Škole“, koji su imenovani „e-Škole“ tehničarima u više škola, imati uvid u djelomičnu MSP razinu, jer će imati direktan pristup u mrežu svih škola koje administriraju. Ostali „e-Škole“ tehničari, koji su imenovani tehničarima u samo jednoj školi, neće imati uvid u MSP razinu.

Organization	Tickets	License Status	License Expiration	Networks	Devices	MX	MS	MR
Gimnazija Prva gimnazija, Petra Preradovića 14, 42000 Varaždin	0	OK	Dec 31, 2020	6	66	1	10	55
Osnovna škola Ivana Gundulića Dubrovnik, Sutjesska 4, Dubrovnik	0	License Required	N/A	9	0	2	5	41
Osnovna škola Vladoira Nazora, Bana Josipa Jelačića 23, 45260 Križevci	0	OK	Dec 30, 2020	9	43	1	10	34
Osnovna škola Domovinske zahvalnosti, Josipa Jovića 2, 22300 Kolin	0	OK	Jan 11, 2021	6	43	1	9	33
Osnovna škola Ivana Lovrića Sinj, Pul Ferata 2, Sinj	0	License Required	N/A	4	0	1	4	36
Osnovna škola Ivo Andrića Zagreb, Milovana Kovorovića 18, Zagreb	0	OK	Apr 18, 2023	4	38	1	4	35
Osnovna škola Izidora Kristjovoga, Kristjovoga 2, 10300 Zagreb	0	OK	Dec 30, 2020	5	40	1	7	32
Gimnazija Antuna Vrančića Sibenik, Pul gimnazije 64, Sibenik	0	License Required	N/A	4	0	1	3	35
Pomorska škola Zadar, A. Kuzmanica 1, 23000 Zadar	0	OK	Jan 11, 2021	4	36	1	5	33
Zdravstvena škola, Solbanska 15, 21000 Split	0	OK	Jan 11, 2021	4	39	1	6	32
Gimnazija Matije Mesić, Nasseje Slavonije 1 br.8, 35000 Slavonski Brod	0	OK	Jan 12, 2021	4	39	1	5	33
Osnovna škola Eugena Kumičića, Dobričke Cesarica 24, 33520 Štitarje	0	OK	Jan 11, 2021	9	38	1	9	28
Osnovna škola Lovre pl. Matića Zagreb, J. Laurencića bb, Zagreb	0	OK	Apr 18, 2023	4	37	1	5	31
Osnovna škola Šljuna, 43. istarske divizije 5, 52100 Pula	0	OK	Jan 11, 2021	6	38	1	8	28
Osnovna škola Otok Zagreb, Gradišćeva 4, Zagreb-Sibobitna	0	OK	Apr 18, 2023	4	35	1	3	31
Gimnazija Bernardine Frankopana, Štruga 3, 47300 Ogulin	0	OK	Dec 31, 2020	4	35	1	5	29
Osnovna škola Cazma, Alpa Vučkica 22, 45240 Cazma	0	OK	Dec 30, 2020	9	33	1	10	24

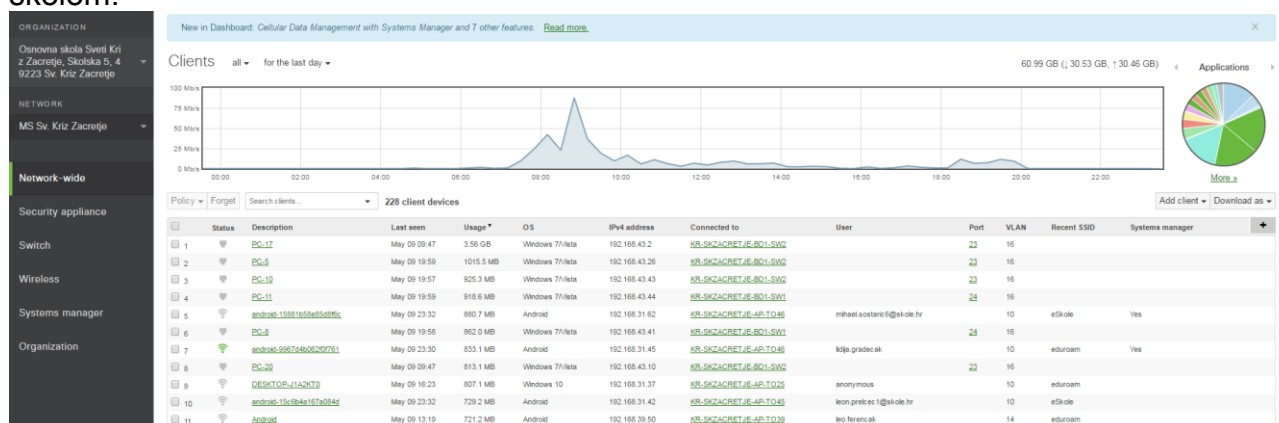
Slika 35. MSP razina

U sklopu projekta Organizacija (*Organization*) je definirana kao administrativna jedinica koja čini jednu školu. Svaka organizacija je jedinstvena cjelina na koju se primjenjuju licence na hardversku opremu, koja ima vlastitu konfiguraciju mrežne opreme te za koju je moguće generirati različite izvještaje o stanju i korištenju mreže. Da bi mreža mogla funkcionirati, nužno je da organizacija ima dovoljan broj licenci za sve tipove uređaja koji su pridijeljeni samoj organizaciji.

Name	Usage	Clients	Tags	Network type	Network health	Devices
MS Sv. Kriz Zacretje	302.92 GB	321		Combined	OK	26
PS Kozjak	72.3 MB	9		Switch	OK	1
PS Mirkovec	656.7 MB	18		Switch	OK	1
PS Sekirisce	76.0 MB	10		Switch	OK	1

Slika 36. Organizacija

Network je niža administrativna jedinica u sklopu organizacije. Svaka organizacija mora imati definiran barem jedan *Network*, a moguće je da u organizaciji postoji veći broj *Network-a*. U *Network* se pridjeljuju mrežni uređaji, međutim oprema je licencirana na razini organizacije. Svaki *Network* može imati svoje konfiguracijske značajke. U našem slučaju svaka lokacija škole je jedan *Network*, odnosno matična škola je jedan *Network*, a svaka područna škola čini svoj zaseban *Network* unutar iste organizacije s matičnom školom.



Slika 37. Network

Sustav označavanja aktivne opreme

Prilikom spajanja na sustav pristupamo na željenu organizaciju. Ime organizacije se sastoji od punog imena i adrese škole.

Primjer imena organizacije:

Osnovna škola Sveti Kriz Zacretje, Skolska 5, 49223 Sveti Kriz Zacretje

Unutar organizacije postoji jedan ili više Network-a. Primjer imena je sljedeći:

- MS Sv.Kriz Zacretje
- PS Kozjak
- PS Mirkovec
- PS Sekirisce.

U svakoj mreži su definirani mrežni uređaji. Ime uređaja se sastoji od skraćene oznake imena županije, imena škole, tipa uređaja i pozicije, sukladno poziciji definiranoj GIP-om.

Iznimka je i ime UTM-a, koji je uvijek smješten u BD ormar, i to se ne navodi u njegovom nazivu. Kod AP-a se u imenu navodi točna oznaka mrežne utičnice na koju je spojen, odnosno njegova točna pozicija iz GIP-a, tj. pozicija koja je označena u Dokumentaciji izvedenog stanja.

Primjer imenovanja UTM-a:
KR-SKZACRETJE-UTM

Primjer imenovanja AP-a:
KR-SKZACRETJE- FD1-PP1-TO14-AP
KR-SKZACRETJE- BD1-PP2-TO03-AP

Primjer imenovanja preklopnika:
KR-SKZACRETJE-BD1-SW1
KR-SKZACRETJE-BD1-SW2
KR-SKZACRETJE-FD1-SW3

Konfiguracijske značajke sustava

U sklopu projekta naglasak je dan na implementaciju bežične mrežne infrastrukture. Žična infrastruktura je izgrađena samo u STEM učionicama, a u GIP-ovima je definirana druga faza projekta, u sklopu koje je moguće odraditi kabliranje tako da u svakoj učionici i u poslovnim prostorijama budu izvedene po dvije mrežne utičnice.

Budući da je trenutačno fokus na pristupu na bežičnu mrežu, u nastavku je razrađen model koji definira prava pristupa učenika, nastavnog osoblja, djelatnika i gostiju na bežičnu infrastrukturu.

Za pristup mreži u školama razrađen je model koji definira prava pristupa na bežičnu infrastrukturu učenika, nastavnog osoblja, izvannastavnog osoblja i gostiju. Budući da je CARNet u sklopu projekta dužan pratiti statistike o korištenju mreže u školama u različitim fazama projekta, važno je da su svi korisnici koji pristupaju mreži autenticirani na jedinstven način.

Prilikom definiranja modela prava pristupa razmatrani su sljedeći slučajevi:

1. Učenici

a. Učenici pristupaju mreži putem tableta u STEM učionicama

Učenicima se prilikom korištenja zajedničkih tablet uređaja u STEM učionicama omogućuje pristup na bežičnu mrežu eSkole. Za pristup mreži i enkripciju prometa koristi se WPA2 PSK metoda. Za pristup Internetu i servisima svaki učenik se mora dodatno autenticirati putem tzv. *Captive portala*, korištenjem vlastitog AAI@edu računa. Po završetku rada s tabletom svaki učenik dužan je odjaviti se s uređaja.

b. Učenici pristupaju mreži putem vlastitih uređaja

Učenicima je omogućen pristup na bežičnu mrežu putem eduroam mreže. Za autentikaciju na eduroam mrežu učenici koriste vlastiti AAI@edu račun.

2. Nastavno osoblje i djelatnici škole

Nastavnici i djelatnici škole na bežičnu mrežu pristupaju putem vlastitih uređaja ili uređaja dobivenih u sklopu projekta. Budući da su uređaje dobivene u sklopu projekta (računala, tableti i sl.) osobno zadužili, nije planirano da koriste uređaje koje dijele s kolegama. Stoga nastavnici i

djelatnici za pristup mreži koriste eduroam mrežu, te se autentificiraju vlastitim AAI@edu računom. Ako povremeno u STEM učionicama ipak koriste zajedničke tablete, moraju se, kao i učenici, preko Captive portala autentificirati na mrežu eSkole.

3. Vanjski partneri i posjetitelji

Partnerima i posjetiteljima koji imaju AAI@edu račun omogućen je pristup na eduroam mrežu uz ograničenje brzine pristupa. Ostalim partnerima i posjetiteljima može se, na njihov zahtjev, omogućiti pristup bežičnoj mreži. Bežična mreža guest je otvorenog tipa, a za autentikaciju se koristi tzv. *captive portal*. Kako bi im se omogućio pristup, „e-Škole“ tehničar u *Meraki dashboardu* mora kreirati korisničko ime za svakog korisnika kojem škola odobri pristup mreži.

4. Postojeća mrežna infrastruktura

S obzirom na to da se sva postojeća mrežna infrastruktura na jednostavan način integrira s novom mrežom, odnosno postojeći switchevi se direktno spajaju na Meraki switcheve, nije moguće razdvajanje poslovnih računala spojenih na žičnu infrastrukturu od npr. računala u računalnim učionicama, stoga trenutno nije definiran autentikacijski mehanizam za spajanje na postojeća računala instalirana u školama.

Konfiguracijske značajke WAN mreže

Sa stajališta škole WAN mrežu označava pristup na CARNet infrastrukturu. Povezivanje na WAN mrežu odrađuje Središnji integrirani sustav, odnosno Meraki MX uređaj koji čini granicu između LAN mreže škole i CARNet mreže, odnosno Interneta. Meraki MX se na ISP mrežu povezuje preko tzv. Internet sučelja koje je direktno povezano na CARNetov CPE (*customer-provided equipment*) usmjeritelj. Internet sučelje Meraki MX UTM-a dobiva IP adresu dinamički, putem DHCP protokola iz CARNet mreže.

The screenshot displays the Meraki dashboard configuration for a WAN interface on a device named 'KR-SKZACRETJE-UTM'. The configuration is shown in the 'Configuration' tab, with sub-tabs for Summary, Uplink, DHCP, Location, and Tools. The 'General' section shows a Public IP of 31.147.241.34 and a hostname of 'unknown'. The 'WAN' section shows the interface is Active, with an IP (DHCP) of 31.147.241.34, a Virtual IP, a Gateway of 31.147.241.33, and a DNS of 193.198.184.130. Below the configuration, there is a 'Live data' section with a graph for 'Uplink traffic' showing Total and Download traffic over time.

Slika 38. Konfiguracija WAN mreže

S Interneta, odnosno iz CARNet mreže, nije moguće pristupiti direktno u LAN škole, odnosno na računala i servere spojene na LAN infrastrukturu. Ako u školi postoje javni

servisi, potrebno je omogućiti pristup s Interneta prema servisima tako da se na MX uređaju definiraju NAT pravila i pristupne liste, koji omogućuju pristup servisima škole po točno definiranim UDP/TCP portovima.

Za udaljenu administraciju opreme u školama nije potrebno omogućiti direktan pristup, već je predviđeno udaljeno povezivanje VPN-om.

Konfiguracija LAN mreže

LAN mrežni segment se sastoji od sljedećih hardverskih komponenti:

- Meraki MX serije integriranih sigurnosnih sustava
- Meraki MS serije mrežnih preklopnika
- Meraki MR33 serije bežičnih pristupnih točaka.

U nastavku je dan detaljan pregled konfiguracijskih značajki svake komponente.

Integrirani sigurnosni sustav

Središnja komponenta LAN mreže je Meraki MX uređaj, odnosno integrirani sigurnosni sustav. On odrađuje sve funkcionalnosti klasičnog UTM sustava, mrežnog usmjeritelja te središnje L3 točke u mreži.

Virtualni LAN (VLAN) i IP adresiranje

Na MX uređaju je definirano više virtualnih LAN-ova (VLAN-ova) kako bi se mreža segmentirala prema namjeni korištenja. Na taj način je lakše izolirati potencijalne probleme u mreži, smanjuje se utjecaj mrežnih problema na jedan segment i time se znatno povećava sigurnost mreže. U školama su definirani VLAN-ovi i pripadajuće IP adresiranje kako je navedeno u tablici ispod.

Tablica Error! No text of specified style in document..

VLAN ID	ime vlan-a	mrežni raspon
1	management	192.168.128.1/24
10	ucenici	192.168.30.0/23
11	nastavnici	192.168.32.0/23
12	djelatnici	192.168.34.0/23
13	gosti	192.168.36.0/23
14	eduroam	192.168.38.0/23
15	javni_servisi	192.168.40.0/23*
16	info_ucionica	192.168.42.0/23*

U nastavku slijedi kratak opis namjene pojedinog VLAN-a.

- VLAN 1 je tzv. management VLAN te služi za upravljanje mrežnom opremom i njezino povezivanje na Internet.
- VLAN 10 služi za povezivanje učeničkih tableta u STEM učionicama na bežičnu mrežu eSkole. U isti VLAN se smješta oprema instalirana u STEM učionicama

(poput pametnih ploča). IP adrese iz ovog segmenta dobivaju nastavnici i djelatnici škole spojeni na eduroam mrežu.

- VLAN 13 služi za povezivanje gostiju na bežičnu mrežu guest. Brzina ove mreže je ograničena na 10% ukupne brzine internetske veze.
- VLAN 14 služi za povezivanje učenika koji pristupaju mreži s vlastitih uređaja i posjetitelja škole koji imaju mogućnost spajanja na eduroam mrežu. Brzina te mreže je ograničena na 10% ukupne brzine internetske veze.
- VLAN 15 služi za spajanje javnih servisa (poput sustava Videonadzora). Zbog specifičnosti postojećih mreža u svakoj školi te zbog zahtjeva za integracijom svake od škola na novu mrežnu infrastrukturu, moguća je izmjena dogovorenog IP adresnog prostora za ovaj VLAN, sukladno postojećem IP adresiranju škole.
- VLAN 16 služi za povezivanje postojeće infrastrukture na novu mrežu. Zbog specifičnosti postojećih mreža u svakoj školi te zahtjeva za integracijom svake škole na novu mrežnu infrastrukturu, moguća je izmjena dogovorenog IP adresnog prostora za ovaj VLAN, sukladno postojećem IP adresiranju škole.

Konfiguracijske postavke moguće je vidjeti u *Meraki dashboardu* klikom na **Security appliance > Configure > Addressing&VLANs**

Routing

VLANs

Routes

Subnet	Type	Details		MX IP	VLAN	
192.168.128.0/24	Local VLAN	Name	management	192.168.128.1	1	✘
192.168.30.0/23	Local VLAN	Name	ucenici	192.168.30.1	10	✘
192.168.32.0/23	Local VLAN	Name	nastavnici	192.168.32.1	11	✘
192.168.34.0/23	Local VLAN	Name	djelatnici	192.168.34.1	12	✘
192.168.36.0/23	Local VLAN	Name	gosti	192.168.36.1	13	✘
192.168.38.0/23	Local VLAN	Name	eduroam	192.168.38.1	14	✘
192.168.40.0/23	Local VLAN	Name	javni_servisi	192.168.40.1	15	✘
192.168.42.0/23	Local VLAN	Name	info_uciona	192.168.42.1	16	✘

[Add a Static Route](#) [Add a Local VLAN](#)

Slika 39. Popis mreža kreiranih na MX-u

Konfiguracija DHCP servera

Za svaki VLAN konfiguriran na mreži podignut je DHCP server na Meraki MX UTM uređaju. U pravilu, vrijeme čuvanja IP adrese pojedinom klijentu (*Lease time*) je 4 sata za VLAN-ove koji se koriste i za bežične klijente te 24 sata za VLAN-ove koji se koriste samo za spajanje žičnih klijenata. Dodatne konfiguracijske značajke DHCP servera u školama nisu konfigurirane.

Konfiguracijske postavke DHCP servera mogu se vidjeti u Meraki *dashboardu* klikom na **Security appliance > Configure > DHCP**.

DHCP

VLAN 1 (Default) 192.168.128.0/24 ⓘ

Client addressing

Lease time

DNS nameservers
For DHCP responses

Boot options ⓘ

Boot next-server ⓘ

Boot filename ⓘ

DHCP options ⓘ There are no special DHCP options on this DHCP section.
[Add a DHCP option](#)

Reserved IP ranges ⓘ There are no reserved IP address ranges on this DHCP section.
[Add a reserved IP address range](#)
[Import CSV](#)

Fixed IP assignments There are no fixed IP address assignments on this DHCP section.
[Add a fixed IP assignment](#)
[Import CSV](#)

Slika 40. Konfiguracijske postavke DHCP servera

Popunjenost DHCP *poola*, kao i popis klijenata i njihovih IP adresa, može se vidjeti klikom na **Security appliance > Appliance Status** te odabirom **DHCP**.

Slika 41: Ispis statistika s DHCP servera

NAT i Pristupne kontrolne liste (eng. Access Control List)

MX UTM uređaj služi za zaštitu lokalne mreže škole od opasnosti koje dolaze s Interneta. U tu svrhu MX se ponaša kao klasičan vatrozid, odnosno u potpunosti zabranjuje dolazni promet s Interneta, a propušta odlazni promet s LAN mreže prema Internetu te omogućuje odgovor s Interneta na upite koji dolaze s LAN mreže.

U slučaju da je potrebno omogućiti direktan pristup s Interneta određenom servisu, tad se koristi 1:1 NAT, uz propuštanje prometa prema IP adresi servera po određenim UDP/TCP portovima.

Za većinu VLAN-ova nema definiranih pristupnih lista, što znači da je omogućen sav promet između VLAN-ova, kao prema Internetu. Iznimka je guest VLAN, kojem je zabranjen pristup prema LAN infrastrukturi i omogućen je isključivo pristup Internetu.

Na uređaju je moguće definirati i tzv. *Layer 7* pristupne liste, koje nisu temeljene na IP adresi i portu već su temeljene na zapisu u sklopu *Layer 7 headera*. Drugim riječima omogućuje se zabrana prometa na određeni web site, zabrana P2P razmjene, tj. BitTorrent prometa, portala s računalnim igricama i slično.

U Meraki *dashboardu* se klikom na **Security appliance > Configure > Firewall** može vidjeti konfiguraciju Layer 3 i Layer 7 pristupnih lista kao i konfiguraciju NAT pravila.

Firewall

Layer 3

Inbound rules Inbound traffic will be restricted to the services and forwarding rules configured below.

Outbound rules ⓘ

#	Policy	Protocol	Source ⓘ	Src port	Destination ⓘ	Dst port	Comment	Hits	Actions
1	Deny	TCP	192.168.36.0/23	Any	192.168.0.0/16	Any	Zabrani gostima pristup na LAN	0	⊕ X
	Allow	Any	Any	Any	Any	Any	Default rule	0	

[Add a rule](#)

Cellular failover rules ⓘ

#	Policy	Protocol	Source ⓘ	Src port	Destination ⓘ	Dst port	Comment	Actions
	Allow	Any	Any	Any	Any	Any	Default rule	

[Add a rule](#)

Security appliance services ⓘ

Service	Allowed remote IPs
ICMP ping	Any
Web (local status & configuration)	None

Layer 7

Firewall rules There are no rules defined for this network.
[Add a layer 7 firewall rule](#)

Forwarding rules

Port forwarding There are no port forwarding rules on this network.
[Add a port forwarding rule](#)

1:1 NAT ⓘ There are no 1:1 NAT mappings.
[Add a 1:1 NAT mapping](#)

1:Many NAT There are no 1:Many NAT mappings.
[Add 1:Many IP](#)

Slika 42. Ispis ACL konfiguracije

Name: Exchange-2010 Public

Public IP: 66.254.89.179

LAN IP: 192.168.19.122

Uplink: Internet 1

Allowed inbound connections

Protocol	Ports	Remote IPs	Actions
TCP	80	any	X
TCP	443	any	X
TCP	25	any	X
TCP	143	any	X
TCP	110	any	X

[Allow more connections](#)

Slika 43. Primjer NAT konfiguracije

Ograničavanje brzine pristupa mreži

Meraki sustav ima mogućnost ograničavanja brzine pristupa mreži klijentima, tj. ima *Traffic Shaping* mogućnost. Ograničavanje je moguće za pojedinog klijenta, za pristup određenoj aplikaciji ili servisu na Internetu, korisnicima spojenim na određeni VLAN, SSID i sl.

VPN postavke

U slučaju potrebe za udaljenim spajanjem djelatnika ili administratora sustava na pojedine resurse smještene u LAN mreži škole, može se na Meraki MX UTM uređaju omogućiti udaljeni VPN pristup. U mrežama škola koje nisu izričito zahtijevale omogućavanje VPN pristupa, on nije konfiguriran, te se može kreirati po potrebi.

Kroz Meraki dashboard, klikom na **Security appliance > Configure > Client VPN**, otvara se prozor kao na slici ispod.

Client VPN

Client VPN server Enabled

Client VPN subnet
(e.g., *192.168.1.0/24*)

DNS nameservers Use Google Public DNS

WINS No WINS servers

Secret [Hide secret](#)

Authentication RADIUS

RADIUS servers

Host	Port	Secret	Actions
<input type="text" value="193.1.1.2"/>	<input type="text" value="1812"/>	<input type="text" value="....."/>	Show key X

[Add a RADIUS server](#)

Slika 44. Konfiguracija udaljenog VPN pristupa

Primjer konfiguracije klijentskog računala koje VPN-om pristupa na mrežu škole može se vidjeti na sljedećoj poveznici:

<https://docs.meraki.com/display/MX/VPN+settings+for+Windows+7>

Mrežni preklopnici

Konfiguracijske značajke MS225 i MS220 mrežnih preklopnika instaliranih u školama su sljedeće:

- na njima se propagiraju svi VLAN ID-ovi definirani na MX integriranom sigurnosnom sustavu u školi
- sučelja u koja su spojeni AP-ovi i integrirani sigurnosni sustav konfigurirana su kao trunk sučelja s native VLAN ID-om 1 i pridijeljena im je TAG oznaka AP
- sučelja u kojima su aktivirane mrežne utičnice u STEM učionicama konfigurirana su kao access i dodijeljena u VLAN 10; navedena sučelja imaju TAG oznaku STEM

- sučelja u koja su spojeni postojeći preklopnici u školama, u koja su spojena računala iz računalnih učionica, konfigurirana su kao access i dodijeljena u VLAN 16.

Prilikom konfiguracije sučelja i definiranja VLAN-a na sučelju se automatski definira i propagira VLAN. Za zaštitu od mrežnih petlji na preklopniku je uključen RSTP (Rapid Spanning-tree protokol). Preklopnici su konfigurirani na način da je glavni preklopnik u BD ormaru *STP root* preklopnik.

Preklopnik ima mogućnost napajanja uređaja putem PoE/PoE+ standarda. Količina struje koju preklopnici mogu isporučiti (neovisno o tome je li riječ o modelu s 8 ili s 24 sučelja) je dovoljna da oni omoguće istovremeno napajanje na svim sučeljima, budući da, iako MR33 serija bežičnih pristupnih točaka prilikom spajanja na preklopnik rezervira PoE+ snagu, odnosno 30W, AP-ovi i u najzahtjevnijim uvjetima troše između 9 i 13W te preklopnik ima dovoljno snage za napajanje svih AP-ova spojenih na njega.

Status

```

LAN IP: 192.168.128.251 (via DHCP) (set IP address)
Gateway: 192.168.128.1; Port: 24; VLAN: 1; DNS: 192.168.128.1
Public IP: 31.147.241.34 (unknown)
Topology Show
RSTP root: KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 (priority 32768) via port 24
PoE: Consumption: 75.4 W / 370 W (Budgeted: 240 W / 370 W) ⓘ
Redundant Power: No RPS system connected
History: Event log
Configuration status: Up to date
Configured firmware: Up to date

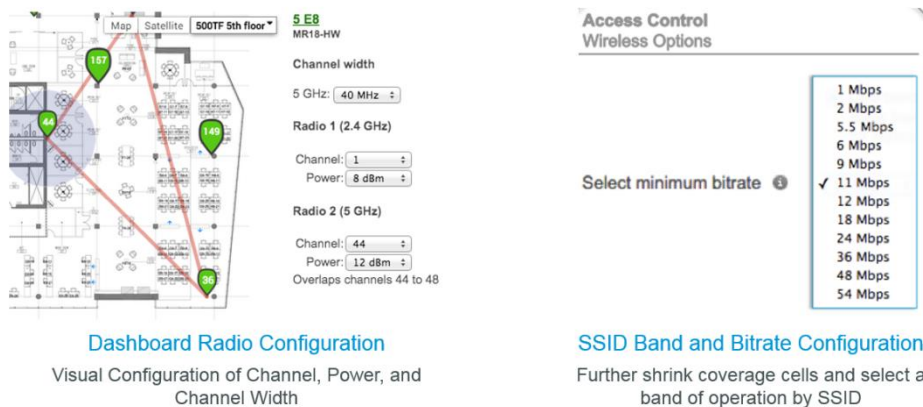
```

Slika 45. Prikaz statusa preklopnika

Bežične pristupne točke

Prilikom dizajniranja bežične mreže vodilo se računa o tome da se postigne jednostavnost pristupa mreži za korisnike, a s druge strane da se zadrži sigurnost u mreži i uvid u ponašanje korisnika na mreži, kako bi se neprimjerena ponašanja mogla otkriti i primijeniti mehanizmi za njihovo sprječavanje.

Osim konfiguracijskih postavki koje definira sam administrator sustava, Meraki ima integrirane značajke koje poboljšavaju rad bežične mreže bez uplitanja administratora u konfiguraciju sustava. Najvažnija je integrirana funkcionalnost Load balancing-a, tj. prebacivanja opterećenja u slučaju velikog broja korisnika spojenih na mrežu. U uvjetima velikog broja klijenata spojenih na mrežu sustav automatski prebacuje klijente na bežične pristupne točke koje imaju manji broj spojenih klijenata, umjesto da se spajaju na točku s najjačom snagom signala. Tako se znatno povećavaju performanse bežične mreže i omogućuje neometan pristup mreži velikom broju korisnika koji se nalaze na relativno malom prostoru.



Slika 46. Značajke Meraki bežične mreže

U bežičnoj mreži škole sve pristupne točke su postavljene u automatski način rada, odnosno automatski odabiru izlaznu snagu signala te kanal na kojem rade. Cisco Meraki ima mogućnost osluškivanja snage signala susjednih pristupnih točaka te zagušenosti pojedinih kanala u mreži, stoga može automatski smanjiti odnosno povećati izlaznu snagu te prema potrebi u realnom vremenu promijeniti kanal na kojem pojedina bežična točka trenutačno radi.

U sklopu projekta su u bežičnoj mrežnoj infrastrukturi škole definirana 3 SSID-a (Service Set Identifier), odnosno 3 različite bežične mreže:

- eSkole
- eduroam
- guest.

Svaka mreža je podešena tako da je vidljiva korisnicima, da radi na 2,4GHz i 5GHz frekvencijskom pojasu, uz opciju da se klijente potiče na korištenje 5GHz spektra (korištenjem tzv. Band Select opcije), ako klijentski uređaji podržavaju takvu mogućnost. Zbog optimizacije rada bežične mreže definirano je da se klijenti moraju moći spojiti na bežičnu mrežu s minimalno 12Mbps, kako bi ostvarili asocijaciju. Navedena postavka onemogućuje pristup mreži starim 802.11b klijentima, ali nužna je kako spori klijenti, kao i klijenti koji se pokušavaju spojiti na udaljene bežične pristupne točke, ne bi degradirali kvalitetu cijele bežične mreže. Sve mreže imaju definiran vidljiv SSID.

Za pristup mreži eSkole koriste se sljedeći parametri:

- PSK (pre-shared key) za autentikaciju korisnika i pristup na bežičnu mrežu
- WPA2 enkripcija podataka na pristupnom sloju bežične mreže
- Captive portal za autentikaciju korisnika prilikom pristupa Internetu
- korisnici nakon pristupa u mrežu eSkole 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 koriste se postavke TTLS-PAP; detaljnije upute mogu se naći na installer.eduroam.hr.

- korisnici nakon pristupa u mrežu eduroam pripadaju u VLAN 14 i imaju IP adresu iz mreže 192.168.38.0/23, osim ako se radi o nastavnicima, koji tada pripadaju u VLAN 10 i imaju IP adresu iz mreže 192.168.30.0/23
- za navedenu mrežu se limitira ukupna propusnost na 10% ukupne propusnosti internetske veze ako se ne radi o nastavnicima, odnosno ako se klijenti pozicioniraju u VLAN 14.

Za pristup mreži guest mreži koriste se sljedeći parametri:

- otvoren pristup mreži, uz mogućnost Captive portal autentikacije pristupa na Internet
- za autentikaciju se koristi baza korisnika iz Meraki dashboarda. Svakom gostu kojem treba omogućiti pristup Internetu tehničar mora unijeti *e-mail* adresu u Meraki dashboard kako bi mu omogućio pristup
- korisnici nakon pristupa u mrežu eduroam pripadaju u VLAN 13 i imaju IP adresu iz mreže 192.168.36.0/23
- za navedenu mrežu se limitira ukupna propusnost na 10% ukupne propusnosti veze prema Internetu.



Vježba 3. Spajanje uređaja na bežičnu mrežu

Polaznici radionice se s vlastitim mobilnim uređajima, uz pomoć instruktora, prijavljuju na sve tri bežične mreže: eSkole, eduroam i guest.

Za pomoć prilikom spajanja na eduroam mrežu moguće je iskoristiti installer koji se nalazi na <http://installer.eduroam.hr/HomeOrg/skole.hr/index.php>

Sigurnosne postavke

Sigurnosne postavke se definiraju na MX uređaju ili na WiFi mreži. Prilikom implementacije sustava klijentima je omogućen neograničen pristup Internetu, odnosno CARNet mreži. Promet se filtrira isključivo na CARNetovom središnjem sustavu za filtriranje nepoćudnog sadržaja. U slučaju potrebe moguće je na Meraki MX UTM-u uključiti Content Filtering opciju i zabranjivati pristup određenim sadržajima na Internetu koji već nisu obuhvaćeni zabranom na CARNetovom središnjem sustavu. Klikom na **Security appliance > Configure > Content filtering** u Meraki *dashboardu* se otvara prozor kao na slici ispod. Na tome mjestu moguće je konfigurirati zabranu pristupa dijelu Internetskog sadržaja.

Content filtering

These settings will apply to all clients that are not whitelisted.

Set identity-based policies by configuring this network to authenticate clients with [Active Directory](#).

Category filtering

Blocked website categories

Alcohol and Tobacco x
Adult and Pornography x Gambling x

URL category list size ⓘ

Full list (better coverage) ▼

Web search filtering ⓘ

Enabled ▼

Block encrypted search ⓘ

Disabled ▼

YouTube for Schools ⓘ

Enabled ▼

YouTube EDU ID ⓘ

YouTube for Schools ID

URL blocking

[Learn how URL blocking works](#)

Blocked URL patterns

www.index.hr
(Enter one pattern per line)

Whitelisted URL patterns

www.carnet.hr
(Enter one pattern per line)

Slika 47. Meraki Content filtering

Osim spomenutog filtriranja sadržaja moguće je blokirati pristup pojedinim mrežama korištenjem klasičnih *Layer 3* i *Layer 7* pristupnih listi (ACL – *Access Control List*). Prilikom implementacije sustava u školama nije zabranjena komunikacija između različitih mreža, odnosno VLAN-ova unutar školske mreže, niti je zabranjen pristup servisima na Internetu. Iznimka je guest mreža (VLAN 13), za koju je zabranjen pristup na bilo koju drugu mrežu unutar školskog LAN-a. Guest mreži je omogućen isključivo pristup na Internet.

Firewall

Layer 3

Inbound rules

Inbound traffic will be restricted to the services and forwarding rules configured below.

Outbound rules ⓘ

#	Policy	Protocol	Source ⓘ	Src port	Destination ⓘ	Dst port	Comment	Hits	Actions
1	Deny	TCP	192.168.36.0/23	Any	192.168.0.0/16	Any	Zabrani gostima pristup na LAN	0	⊕ ×
	Allow	Any	Any	Any	Any	Any	Default rule	0	

[Add a rule](#)

Cellular failover rules ⓘ

#	Policy	Protocol	Source ⓘ	Src port	Destination ⓘ	Dst port	Comment	Actions
	Allow	Any	Any	Any	Any	Any	Default rule	

[Add a rule](#)

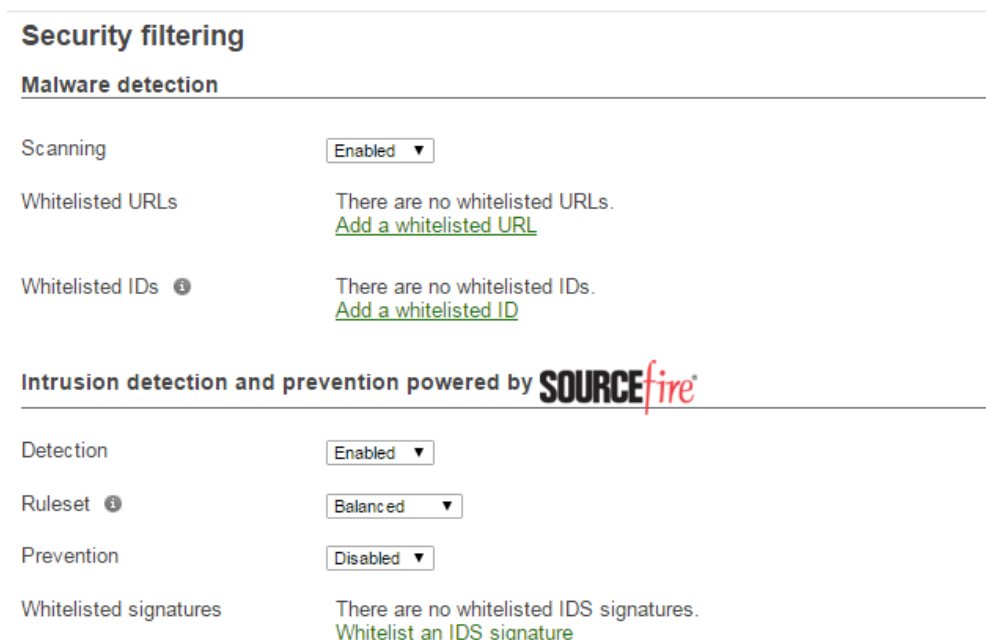
Security appliance services ⓘ

Service	Allowed remote IPs
ICMP ping	Any
Web (local status & configuration)	None

Layer 7

Slika 48. ACL na Meraki MX UTM-u

Na Meraki MX UTM-u je uključen i IPS (*Intrusion Prevention System*) modul koji štiti mrežu od različitih napada s Interneta, kao i sustav za otkrivanje i blokiranje nepoželjnog *Malware-a*. Navedene opcije se uključuju na Meraki UTM-u klikom na **Security appliance > Configure > Security filtering**.



Security filtering

Malware detection

Scanning

Whitelisted URLs There are no whitelisted URLs.
[Add a whitelisted URL](#)

Whitelisted IDs ⓘ There are no whitelisted IDs.
[Add a whitelisted ID](#)

Intrusion detection and prevention powered by SOURCEfire

Detection

Ruleset ⓘ

Prevention

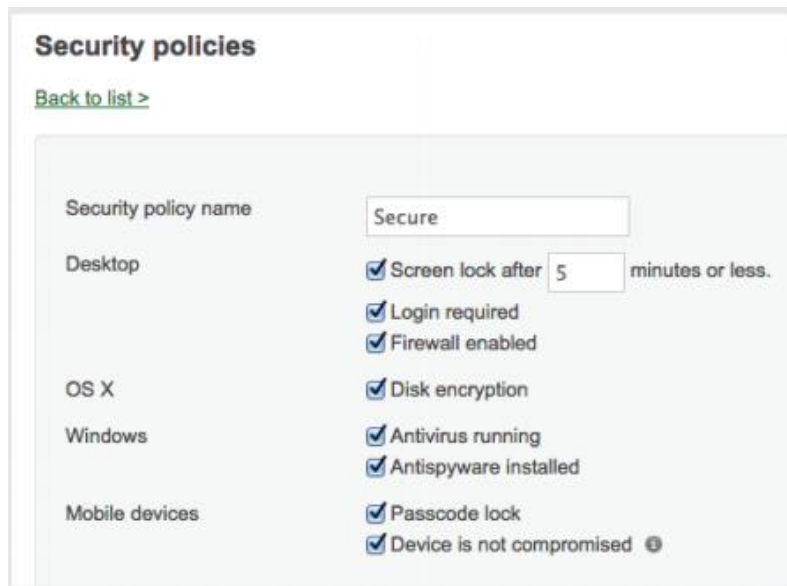
Whitelisted signatures There are no whitelisted IDS signatures.
[Whitelist an IDS signature](#)

Slika 49. Meraki Security filtering

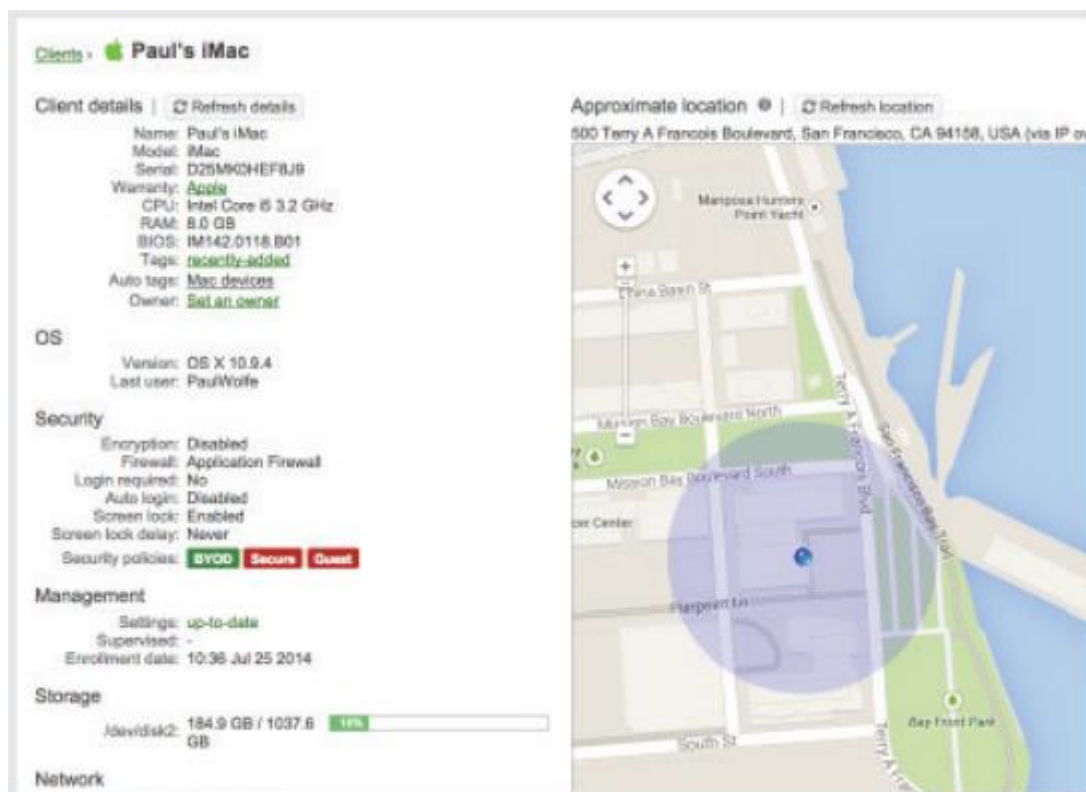
MDM – sustav za upravljanje klijentskim uređajima

U sklopu Meraki mrežnog rješenja integrirano je i MDM rješenje, odnosno sustav za upravljanje klijentskim uređajima kroz Meraki centralizirano web sučelje. Navedeno rješenje omogućuje upravljanje, dijagnostiku, nadzor i upravljanje sigurnosnim postavkama klijentske opreme s IOS, android, Windows phone, Windows, Windows Server i MacOS operativnim sustavima. Kroz navedeni sustav moguće je sljedeće:

- određivanje lokacije uređaja
- zabrana rada uređaja ako se ne nalazi u određenom području
- instalacija softvera i aplikacija na uređaje
- definiranje sigurnosnih postavki na uređajima
- automatska konfiguracija WiFi i VPN postavki na klijentskim uređajima
- provjera statusa uređaja
- nadzor te udaljena dijagnostika i mogućnost otklanjanja problema na klijentskim uređajima
- mogućnost selektivnog i potpunog brisanja podataka na uređajima.



Slika 50. Meraki MDM politike



Slika 51. Meraki MDM otkrivanje lokacije uređaja

Administracija, održavanje i nadogradnja LAN infrastrukture

Spajanje Meraki mrežnog uređaja u mrežu

Uključivanje i spajanje Meraki opreme na mrežu je izrazito jednostavan proces, uz prethodno prijavljivanje serijskog broja uređaja školi, odnosno organizaciji. Ako se radi o MX UTM-u, tada je nužno spojiti tzv. „Internet sučelje“ u CARNetov CPE uređaj, a Meraki preklopničke koji su instalirani u mreži spajamo u preostala sučelja na UTM-u. Meraki MX UTM će dobiti IP adresu, ostvariti vezu na Internet, odnosno na Meraki *cloud*, nadograditi *Firmware-a* na aktualnu verziju i automatski dohvatiti konfiguraciju iz Meraki *clouda*. Uređaj je aktivan i spojen na *cloud* kad njegova LED lampica svijetli zeleno.

Ako se radi o Meraki preklopniku, tada ga je potrebno spojiti na LAN sučelje na MX UTM-u ili na *trunk* sučelje drugog preklopnika na koji povezujemo novi uređaj. Uređaj će IP adresu dobiti od Meraki MX UTM-a. Proces spajanja na *cloud* i dohvaćanja konfiguracije isti je kao i za UTM. Uređaj je aktivan kad njegova lampica svijetli zeleno.

Meraki AP se povezuje na preklopnik u sučelje konfigurirano u *trunk* način rada. Da bi se AP napajao, potrebno ga je spojiti na preklopnik koji ima dovoljno PoE+ kapaciteta. Proces povezivanja na *cloud* i dohvaćanja konfiguracije isti je kao i kod preklopnika. Uređaj je aktivan kad njegova LED lampica svijetli zeleno (nema spojenih klijenata na AP) ili plavo (ima spojenih klijenata na AP).

Detalji o inicijalnoj instalaciji Meraki mrežnih uređaja na mrežu, kao i značenje LED lampica na uređajima, mogu se vidjeti na sljedećim poveznicama:

<https://docs.meraki.com/display/MX/Meraki+MX100+Installation+Guide>

<https://docs.meraki.com/display/MS/Installation+Guides>

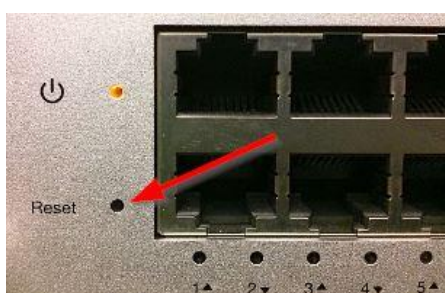
<https://docs.meraki.com/display/MR/MR32+Installation+Guide>

Vraćanje konfiguracije Meraki mrežnog uređaja na tvorničke postavke

U slučaju problema s pristupom određenog uređaja na Meraki cloud (oblak), moguće je vratiti konfiguraciju uređaja na tvorničke postavke. Konfiguracija mreže u školama određena je tako da omogućuje povezivanje uređaja s tvorničkim postavkama na Internet, odnosno na cloud (oblak).



Slika 52. Reset button na Meraki MX100 UTM-u



Slika 53. Reset button na Meraki MS225 preklopniku



Slika 54. Reset button na Meraki MR33AP-u

Uključivanje mrežnog uređaja drugog proizvođača na Meraki mrežu

Ako se pojavi potreba za instalacijom dodatnih mrežnih preklopnika u školi, npr. za potrebe proširenja broja mrežnih sučelja ili za prihvat novih računalnih učionica na mrežu, potrebno je novi mrežni preklopnik spojiti na Meraki mrežni preklopnik.

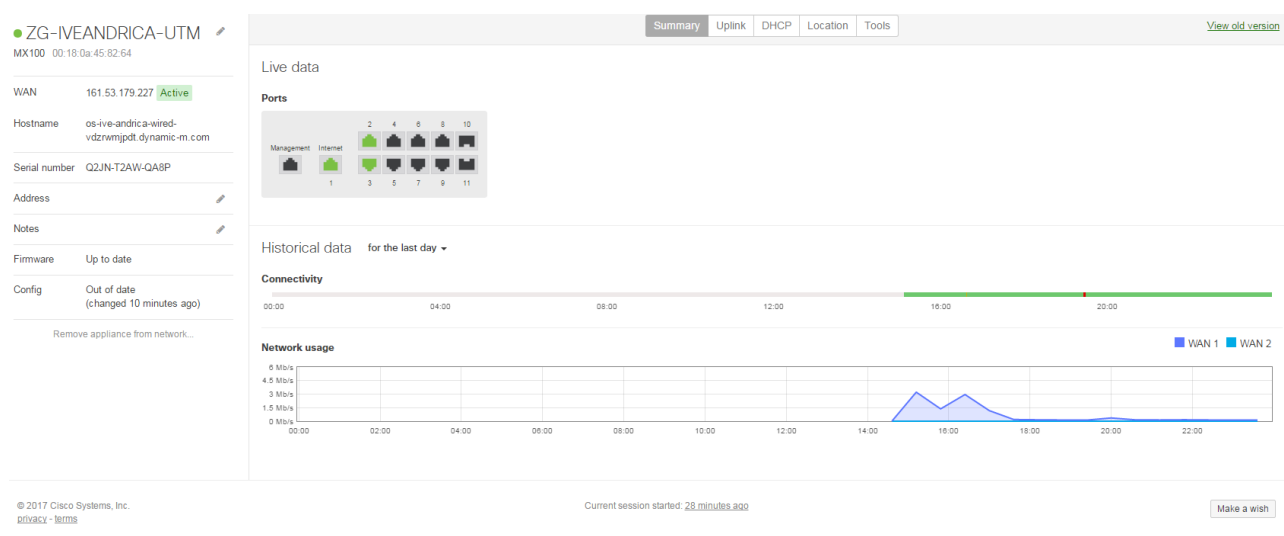
Sučelje na Meraki mrežnom preklopniku se može konfigurirati kao *trunk* ako je preklopnik drugog proizvođača koji se spaja na mrežu upravljiv i ako će se on administrirati i konfigurirati. Ako ga se neće administrirati ili nije upravljiv, tada se sučelje na Meraki preklopniku na koje se spaja novi preklopnik konfigurira kao *access* te se postavlja u VLAN 16, definiran za prihvat računalnih učionica.

Nadzor mrežne opreme

Nadzor cjelokupne mrežne infrastrukture u školama određuje se kroz Meraki *dashboard*. U nastavku će detaljno biti objašnjene mogućnosti nadzora i administracije sustava kroz Meraki *dashboard*. Za nadzor je moguće koristiti i Meraki aplikaciju za mobilne uređaje, no rad s navedenom aplikacijom nije obuhvaćen ovim priručnikom.

Integrirani sigurnosni sustav

Za nadzor statusa i dobivanje osnovnih informacija o stanju Integriranog sigurnosnog sustava (UTM-a) potrebno je kliknuti na **Security Appliance > Monitor > Appliance status**. Nakon toga se otvara ekran kao na slici ispod.



Slika 55. Status Meraki UTM-a

U navedenom prikazu možemo između ostalog vidjeti sljedeće informacije:

- status mrežnih sučelja
- serijski broj uređaja
- javnu IP adresu uređaja
- broj klijenata koji su generirali promet kroz uređaj u zadnja 24 sata
- grafički prikaz količine podataka koja u realnom vremenu prolazi kroz uređaj
- prosječnu količinu prometa koja prolazi kroz uređaj u određenom vremenu.

Osim samog prikaza informacija o uređaju, moguće je pokrenuti razne alate koji su korisni prilikom analize rada mreže i otkrivanja mrežnih problema.

Najvažniji alati u sklopu provjere statusa UTM uređaja su sljedeći:

- *DHCP leases* – prikaz imena računala i DHCP-om dodijeljenih IP adresa te informacije o broju slobodnih IP adresa u DHCP poolu
- *Ping/Traceroute* – omogućuje slanje ICMP paketa prema željenom klijentu u LAN-u ili na Internetu
- *Throughput* – mjerenje mrežne propusnosti s UTM-a prema Internetu, odnosno serveru u Meraki cloudu.

Summary Uplink DHCP Location **Tools** [View old version](#)

Select a tool: Throughput

Run

Throughput to meraki.com

57.7 Mbps

ARP table

Client ARP entries

Filter by: [MAC, IP, or VLAN]

IP	MAC	VLAN	Age (sec)
192.168.128.241	0C:8D:DB:24:91:1C	0	13
192.168.128.179	0C:8D:DB:17:54:3F	0	13
192.168.128.244	0C:8D:DB:17:54:3B	0	10
192.168.128.253	0C:8D:DB:17:4C:40	0	9
192.168.128.195	0C:8D:DB:17:40:4D	0	9
192.168.128.194	A0:D3:C1:4E:63:D5	0	9
0.0.0.0	0C:8D:DB:17:4A:8F	0	8
192.168.128.238	0C:8D:DB:17:30:4F	0	8
192.168.128.212	28:10:7B:F1:0F:97	0	8
192.168.31.45	00:24:81:0D:33:EE	0	8

10 results per page

Internet 1 ARP entries

No arp entries found

Slika 56. Meraki UTM Live tools

Klikom na **Security Appliance > Monitor > Route table** može se vidjeti routing tablica UTM uređaja. U konkretnom slučaju mreže unutar škole routing tablica je vrlo jednostavna jer se u njoj nalaze samo tzv. *directly connected* mreže.

Route table

Subnet	Name	Via	Status
192.168.128.0/24	Default	Local VLAN	●
192.168.30.0/23	ucenici	Local VLAN	●
192.168.32.0/23	nastavnici	Local VLAN	●
192.168.34.0/23	djelatnici	Local VLAN	●
192.168.36.0/23	gosti	Local VLAN	●
192.168.38.0/23	eduroam	Local VLAN	●
192.168.40.0/23	javni_servisi	Local VLAN	●
192.168.42.0/23	info_uciona	Local VLAN	●

Slika 57: Meraki UTM routing tablica

Mrežni preklopnici

Za osnovni nadzor mrežnih preklopnika spojenih u mrežu škole, odnosno pregled njihova statusa, potrebno je kliknuti na **Switch > Monitor > Switches**, nakon čega se otvara prozor kao na slici ispod.

Switches for the last day

Tag Move Clone Search switches... 3 switches

Status	Name	Alerts	Tags	Usage	Clients	# active ports	LAN IP	Model	Connectivity	Serial number
	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1		SWITCH	243.4 MB	51	9 / 24	192.168.128.252	MS220-24P		Q2KP-WLL-USPJ
	KR-SKZACRETJE-BD1-SW2		SWITCH	2.04 GB	53	10 / 24	192.168.128.251	MS220-24P		Q2KP-8J84-L28M
	KR-SKZACRETJE-FD1-SW3		SWITCH	737.9 MB	22	8 / 24	192.168.128.4	MS220-24P		Q2KP-Z22Y-TJ4W

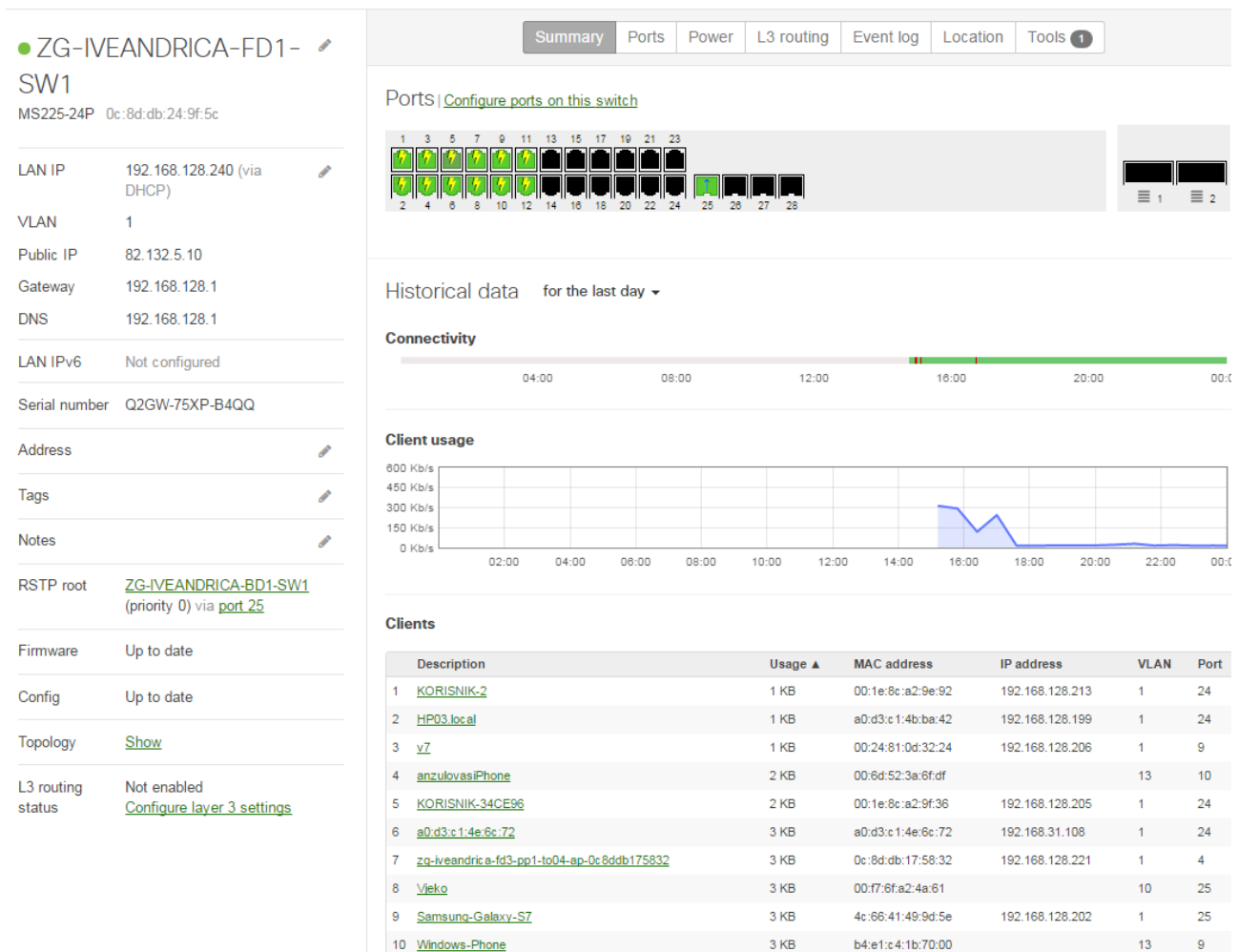
Slika 58. Popis preklopnika u pojedinoj školi

Na navedenom ekranu vidimo popis svih preklopnika spojenih u mrežu škole. Ako im je status označen zelenom bojom, znači da je s preklopnima sve u redu i da uredno komuniciraju s *Meraki cloud-om*. Ako je status crvene boje, tada preklopnik nema vezu s *Meraki cloudom* i njega trenutačno nije moguće konfigurirati. U tom slučaju, ovisno o vrsti problema, moguće je da korisnički promet prolazi mrežom, ali moguće je da u slučaju problema sa samim preklopnikom korisnički promet ne prolazi kroz njega. Ako je oznaka statusa žute boje, znači da korisnički promet prolazi kroz mrežu, ali postoje određeni manji problem s komunikacijom između uređaja i *Meraki clouda*.

Osim samog statusa, u prikazu se mogu vidjeti informacije o preklopniku (model uređaja, serijski broj, IP adresa, broj zauzetih sučelja) kao i statistike o korištenju preklopnika u određenom razdoblju, poput broja klijenata i količine prometa koja je prošla kroz uređaj. Klikom na plus (+) u gornjem desnom kutu tablice moguće je u prikaz uključiti i dodatne informacije.

Klikom na jedan od preklopnika dobivaju se detaljne informacije o pojedinom preklopniku. Na slici ispod vide se sljedeće informacije o preklopniku:

- MAC adresa uređaja
- serijski broj
- privatna i javna IP adresa preklopnika te pripadajući VLAN
- informacija o STP (Spanning tree protocol) statusu
- informacije o PoE potrošnji
- informacije o statusu firmware-a i konfiguracije uređaja
- informacije o statusu mrežnih sučelja.



Slika 59. Detaljan prikaz informacija o pojedinom preklopniku



Kao i na primjeru UTM-a, preklopnik ima korisne alate za nadzor i otkrivanje mrežnih problema. Kao najvažnije navodimo sljedeće:

- **Blinking LED** – pokretanjem ovog alata (Klik na tzv. play-button pored Blink LEDs) LED lampica na preklopniku počne treperiti plavom bojom, što omogućuje lako otkrivanje pozicije preklopnika u mrežnom ormaru
- **Forwarding table** – prikazuje trenutačni status tablice MAC adresa na preklopniku

Summary Ports Power L3 routing Event log Location **Tools 1**

Select a tool: MAC forwarding table ▼


Run

MAC forwarding table  

Filter by:

47 MAC addresses

MAC	Port	VLAN
24:db:ed:58:fa:bb	2	14
0c:8d:db:17:30:4f	3	1
0c:8d:db:17:54:3b	25	1
0c:8d:db:17:40:4d	4	1
e0:55:3d:d0:fc:5b	25	1
00:24:81:0d:33:ee	25	1
0c:8d:db:17:4a:8f	25	1
0c:8d:db:17:50:89	25	1
0c:8d:db:17:54:3f	25	1
0c:8d:db:17:4e:cf	25	1

10 ▼ results per page 

Slika 60. Ispis tablice naučenih MAC adresa

- **Cable test** – pokretanjem testa na jednom ili više UTP sučelja preklopnik će provjeriti status bakrenih parica i javiti duljinu i status mrežnog kabela na trasi između preklopnika i krajnjeg uređaja spojenog u testirano sučelje na preklopniku.

Select a tool: Cable test ▾

Warning: This test will disrupt traffic to 100 or 10 Mbit devices.

4

Run cable test

Testing the cable attached to port 4



Port	Link	Length	Status	Pair 1	Pair 2	Pair 3	Pair 4
J	1Gfdx	53.75 m	OK	ok	ok	ok	ok

Slika 61. Testiranje UTP trase

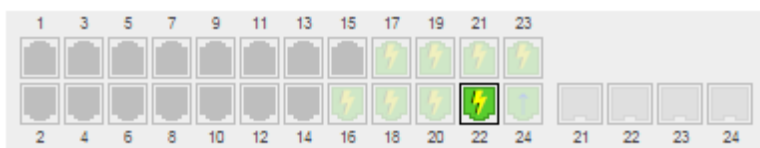
Na sljedećoj poveznici nalazi se detaljan opis *Live tool* alata za preklopnike.

https://documentation.meraki.com/MS/Monitoring_and_Reporting/Using_the_MS_Live_Tools

Klikom na jedno od sučelja na preklopniku otvara se prozor s detaljnim informacijama o samom sučelju. U prikazu se mogu vidjeti sljedeće informacije:

- količina prometa na sučelju u stvarnom vremenu
- popis klijenata spojenih na određeno sučelje
- koliko prometa generira pojedini klijent spojen na to sučelje
- informacija o CDP/LLDP susjedu (ako je na to sučelje spojen aktivni mrežni uređaj)
- informacija o rezerviranoj PoE potrošnji i stvarnoj PoE potrošnji
- informacije o greškama u primljenim i poslanim paketima na mrežnom sučelju.



Switches > KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 > Port 22



Configuration | [Edit configuration](#)

Description: Trunk port using native VLAN 1; allowed VLANs: all
PoE: 10.5 W (Advertised 30 W, Mode AT) ⓘ
RSTP: Forwarding ⓘ
Link negotiation: Auto negotiate (1 Gbps)
Port mirroring: Not mirroring traffic
Isolation: Disabled ⓘ

Status


Connectivity:  ⓘ
Usage: 14.7 MB (10.8 MB sent, 3.9 MB received)
Traffic: 2.7 Kbps (1.7 Kbps sent, 962 bps received) ⓘ
CDP/LLDP:  [Meraki MR32 - KR-SKZACRETJE-AP-7](#) (Meraki MR32 Cloud Managed AP) [raw](#) ⓘ

Current clients

Description ▲	IP address	VLAN	MAC address	Traffic (sent ↓, received ↑) ⓘ
88:15:44:c6:bb:20	192.168.128.253	1	88:15:44:c6:bb:20	4.2 Kbps (2.2 Kbps ↓, 2 Kbps ↑)

Troubleshooting

[Run a packet capture on this port](#)

Run a cable test on this port 

Warning: a cable test will disrupt traffic to 100 or 10 Mbit devices.

Disable and re-enable this port 

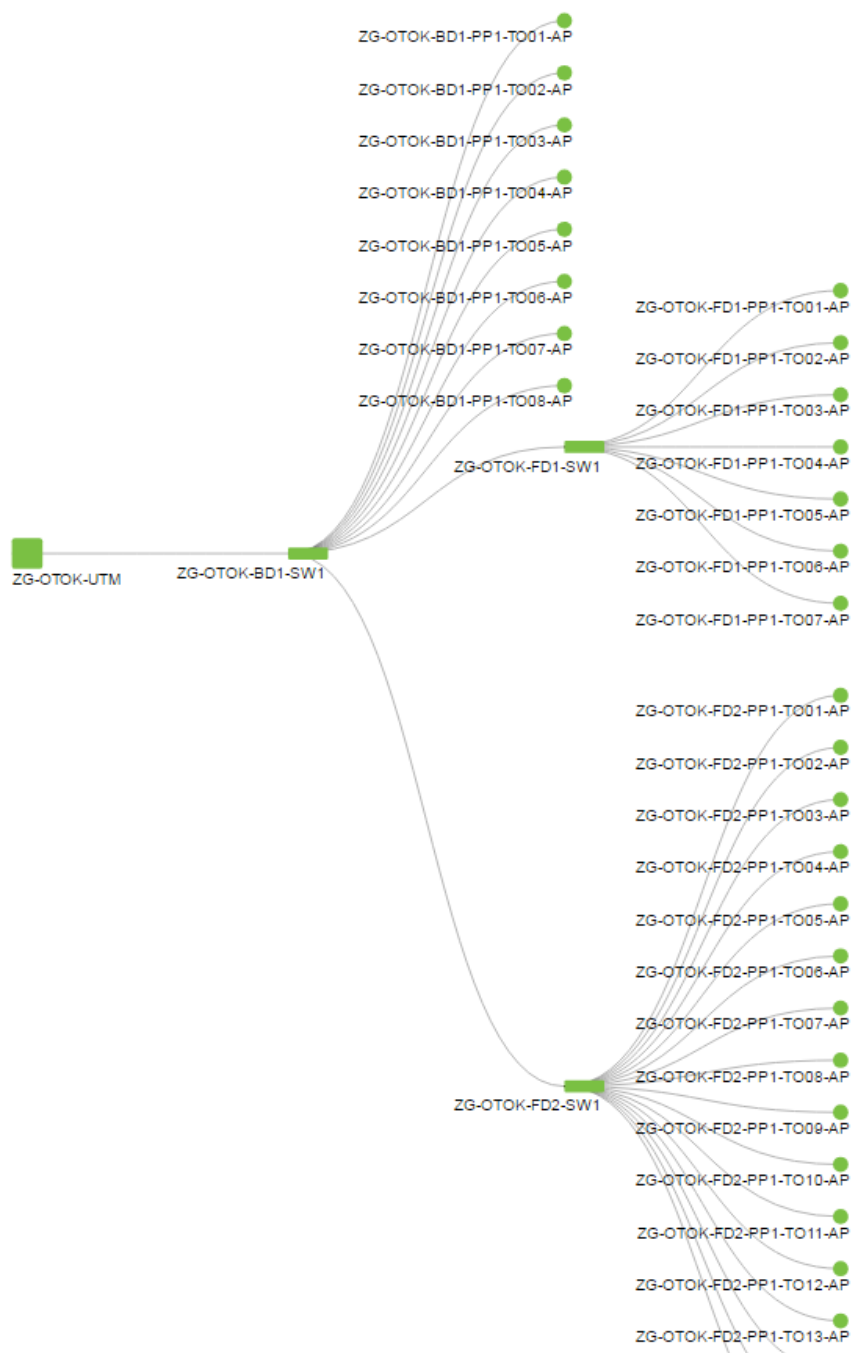
Warning: PoE powered devices will be temporarily powered down.

Packets ⓘ

	Total	Sent	Received	Rate (sent ↓, received ↑)
Total	129,053	104,137	24,916	2 pkts/s (2 pkts/s ↓, - ↑)
Broadcast	41,566	40,331	1,235	-
Multicast	40,370	38,490	1,880	-
CRC align errors	0	0	0	-
Fragments	0	0	0	-
Collisions	0	0	0	-

Slika 62. Detaljne informacije o statusu sučelja na preklopniku

Klikom na **Network-wide > Monitor > Topology** iscrta se fizička shema mreže. Ovakav prikaz može biti vrlo koristan u slučaju „ispada“ pojedinog mrežnog uređaja, budući da lako možemo otkriti koji uređaj je u prekidu i gdje bi on trebao biti spojen.



Slika 63. Grafički prikaz mrežne topologije

Bežične pristupne točke

Za nadzor bežičnih pristupnih točaka u mreži se u Meraki *dashboardu* pozicioniramo na **Wireless > Monitor > Access Points**. Nakon toga se otvara prozor kao na slici ispod.

Access points ^{ETA} for the last day ▾

[View old version](#)

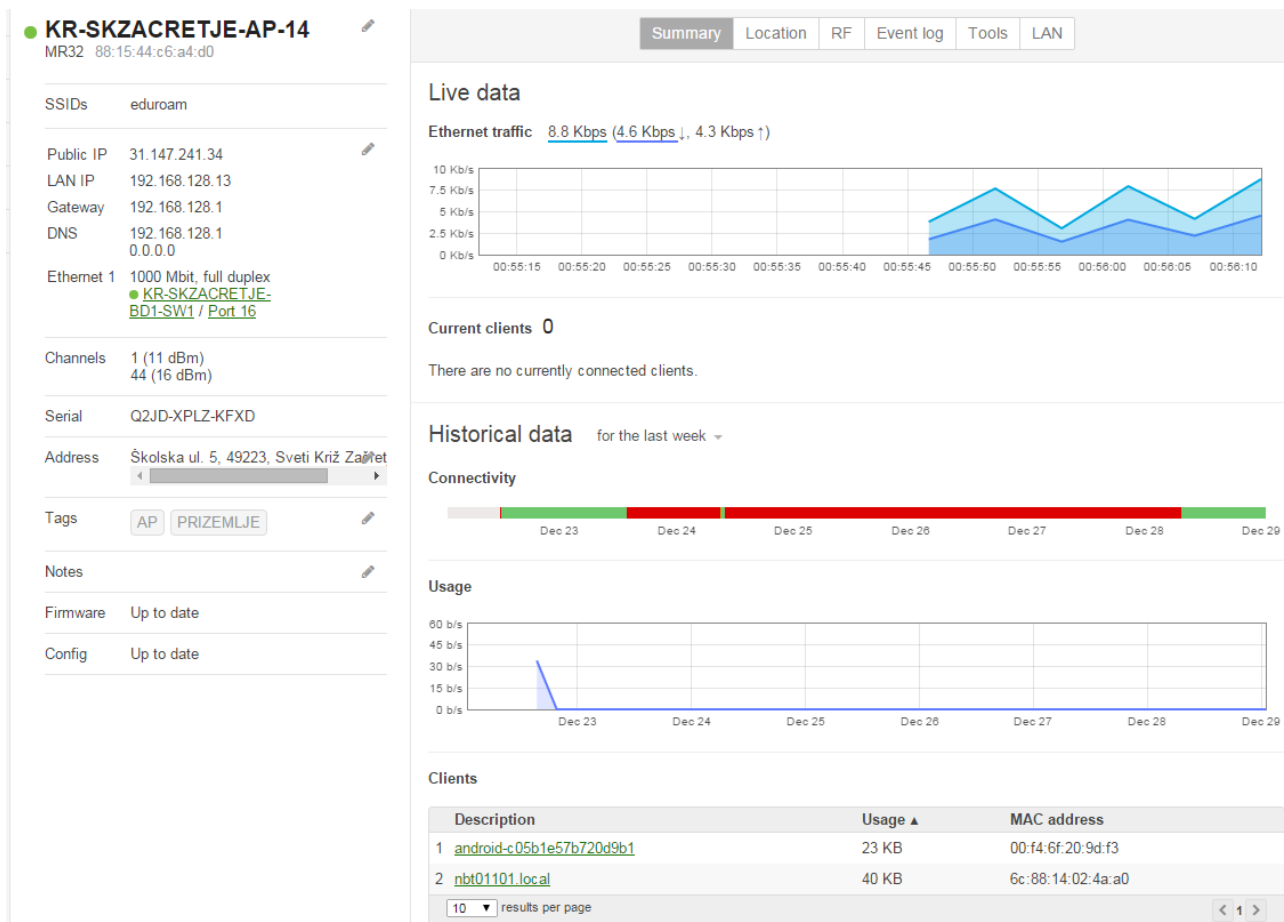
Tag ▾	Move ▾	Search	22 access points		Add APs	Download As ▾								
<input type="checkbox"/>	Status	Name	Model	Connectivity	Usage	Clients	Current clients	Channels	Serial number	Configuration status	Contacted at	Tags	Ethernet 1 LLDP ▲	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-5	MR32		None	0	0		Q2JD-ULBW-6B4Q	Not up to date	never	AP PRIZEMLJE		
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-14	MR32		None	0	0	1, 48	Q2JD-XPLZ-KFXD	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 16	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-12	MR32		None	0	0	6, 48	Q2JD-Y4BB-LXY7	Up to date	59 seconds ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 17	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-11	MR32		None	0	0	1, 44	Q2JD-TJTY-BPUA	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 18	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-10	MR32		None	0	0	6, 36	Q2JD-THVZ-FPMU	Up to date	47 seconds ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 19	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-9	MR32		None	0	0	1, 48	Q2JD-YY8X-UH3Q	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 20	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-8	MR32		None	0	0	1, 44	Q2JD-RCQK-B6YQ	Up to date	38 seconds ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 21	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-7	MR32		None	0	0	11, 40	Q2JD-Y95S-RDGU	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 22	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-6	MR32		None	0	0	6, 44	Q2JD-TJRK-VEP4	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / Port 23	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-19	MR32		None	0	0	11, 36	Q2JD-RG2Y-M42J	Up to date	52 seconds ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 15	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-18	MR32		67 KB	1	0	6, 48	Q2JD-RFKS-LNV6	Up to date	1 minute ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 16	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-20	MR32		None	0	0	11, 44	Q2JD-RFQE-YP8Z	Up to date	48 seconds ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 17	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-17	MR32		None	0	0	1, 40	Q2JD-5FJC-9ZEH	Up to date	1 minute ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 18	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-21	MR32		None	0	0	6, 36	Q2JD-YYH9-K89V	Up to date	55 seconds ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 19	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-22	MR32		135 KB	1	0	11, 40	Q2JD-8CP8-3QU2	Up to date	1 minute ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 20	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-23	MR32		None	0	0	1, 40	Q2JD-RUNQ-ZTHQ	Up to date	1 minute ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 21	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-16	MR32		69 KB	1	0	6, 44	Q2JD-RJTA-FKPW	Up to date	1 minute ago	1_KAT AP	● KR-SKZACRETJE-BD1-SW2 / Port 22	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-1	MR32		None	0	0	11, 48	Q2JD-RJMK-AMXZ	Up to date	39 seconds ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-FD1-SW3 / Port 18	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-15	MR32		None	0	0	6, 40	Q2JD-YBLF-ZTGS	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-FD1-SW3 / Port 19	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-4	MR32		230 KB	1	0	11, 36	Q2JD-RKSD-SQ3K	Up to date	46 seconds ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-FD1-SW3 / Port 21	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-3	MR32		1 KB	1	0	6, 48	Q2JD-UESS-QD2G	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-FD1-SW3 / Port 22	
<input type="checkbox"/>	●	KR-SKZACRETJE-AP-2	MR32		None	0	0	1, 40	Q2JD-UGZG-QRPD	Up to date	1 minute ago	AP PRIZEMLJE	● KR-SKZACRETJE-FD1-SW3 / Port 23	

30 results per page

Slika 64. Prikaz statusa bežičnih pristupnih točaka

Kao što možemo vidjeti, prikaz sadrži različite informacije o statusu uređaja, broju klijenata trenutačno spojenih na uređaj, kanalu na kojem uređaj radi, ime i sučelje preklopnika na koji je bežična pristupna točka spojena. Kao i u primjeru s preklopnicama, klikom na plus (+) u gornjem desnom kutu tablice moguće je u prikaz uključiti i dodatne informacije. Za lakše snalaženje i pretraživanje možemo koristiti tražilicu u lijevom gornjem kutu.

Klikom na jednu od pristupnih točaka otvara se prozor kao na slici ispod, koji sadrži detaljne informacije o navedenoj pristupnoj točki te omogućuje pokretanje *Live tool* alata.



Slika 65. Detaljan prikaz statusa pojedine bežične pristupne točke

Na detaljnom prikazu možemo vidjeti popis SSID-ova aktivnih na AP-u, privatnu i javnu IP adresu uređaja, serijski broj, status *firmwarea* i konfiguracije AP-a. Moguće je vidjeti i broj klijenata spojenih na AP, količinu prometa koju generira pojedini klijent, količinu prometa koja kroz AP prolazi u realnom vremenu, te povijesni prikaz statistike korištenja.

Meraki AP ima i vrlo koristan alat za analizu stanja radiofrekvencijskog spektra. Klikom na RF tab otvara se prozor kao na slici ispod. Na njemu možemo vidjeti status i zagušenost RF spektra na kanalu koji AP trenutno koristi, kao i na ostalim kanalima. Ako primijetimo zauzeće RF spektra na aktivnom kanalu na više od 80%, možemo očekivati probleme u komunikaciji klijenata koji su na mrežu spojeni preko tog AP-a.

Live data

Utilization on current channels

Channel 1: 14% (Acceptable)

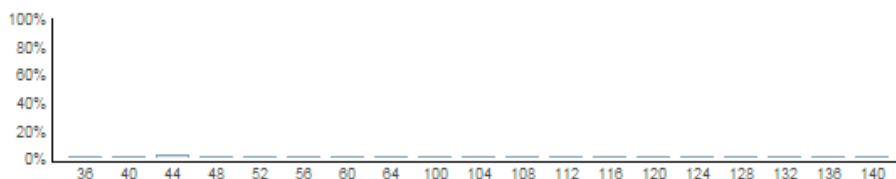
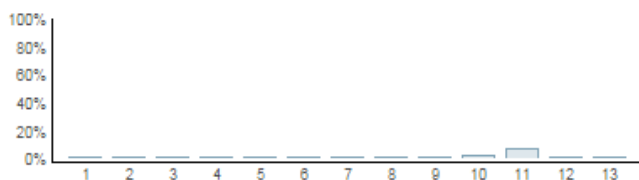


Channel 44: 3% (Acceptable)



802.11 traffic non-802.11 interference

All channel utilization



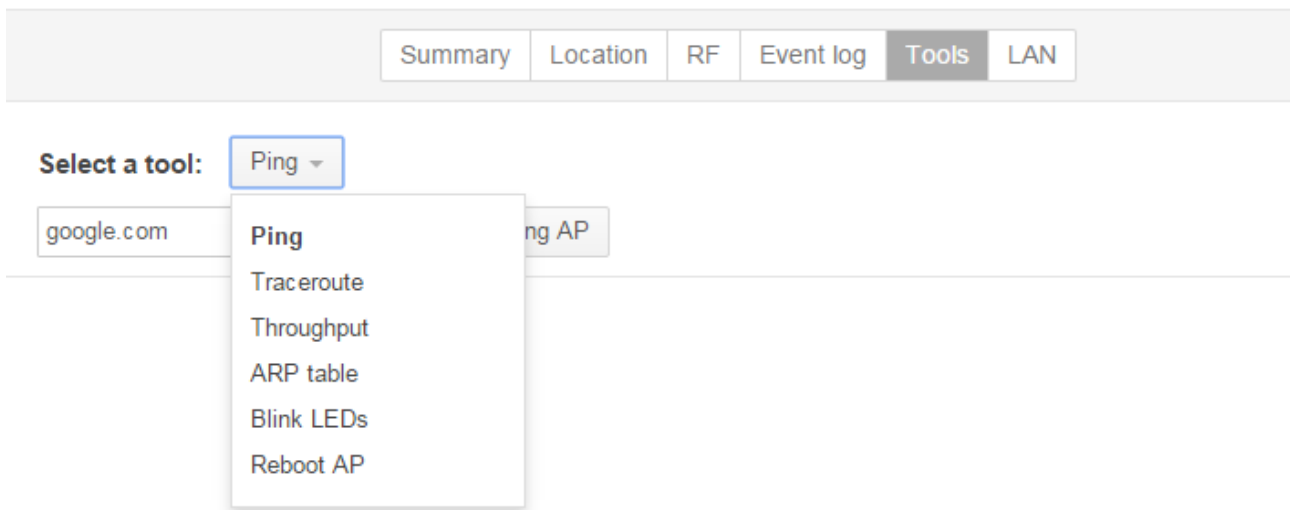
Historical data for the last week ▾

Channel utilization for the 2.4 Ghz radio ▾



Slika 66. Prikaz opterećenja RF spektra

Kao i u ostalim segmentima, i za bežične pristupne točke postoje *Live tools*. Kao najzanimljiviji za bežičnu mrežu treba izdvojiti Blink LED alat, koji može otkriti točnu poziciju pojedinog AP-a u školi.



Slika 67. Ping tool

Osim *Live tool* alata, nadzor statusa bežične mreže obavlja se i korištenjem RF spektra alata. Klikom na **Wireless > Monitor > RF spectrum** otvara se prozor kao na slici ispod.

RF spectrum

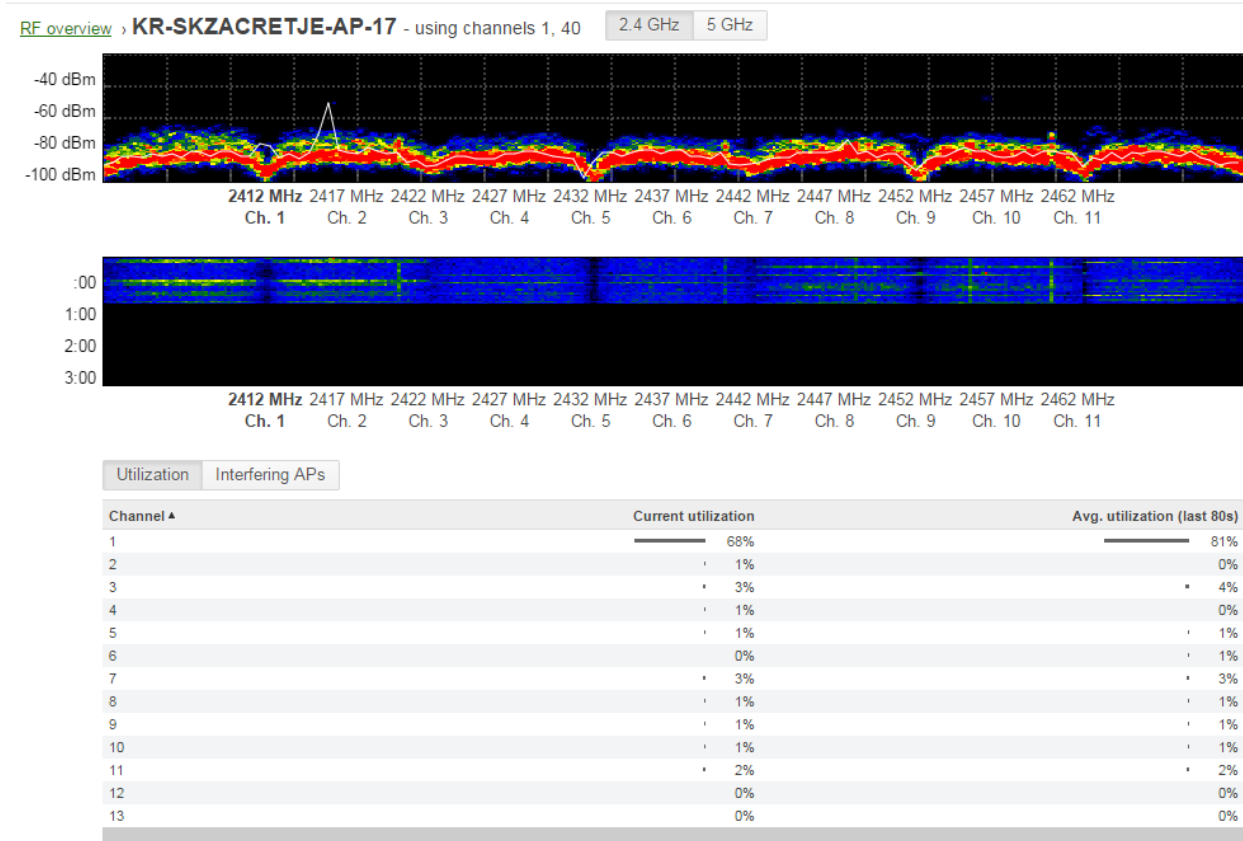
Search access points

Name	Channels used	Avg. channel utilization (2.4 GHz)	Avg. channel utilization (5 GHz)
KR-SKZACRETJE-AP-1	11,36	38% - fair	1% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-17	1,40	86% - very high	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-22	11,36	29% - low	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-21	1,48	33% - fair	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-20	11,36	39% - fair	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-19	1,48	45% - fair	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-18	6,40	27% - low	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-16	1,44	66% - high	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-9	11,40	39% - fair	2% - very low
KR-SKZACRETJE-AP-4	11,36	38% - fair	2% - very low

Slika 68. Prikaz zauzeća RF spektra po svim AP-ovima instaliranim u mreži

Na slici vidimo popis bežičnih pristupnih točaka u mreži, kanale na kojima trenutno aktivno rade te stupanj zauzeća tih kanala. Ako je stupanj zauzeća kanala, odnosno RF spektra na kanalu označen kao vrlo visok, moguće je da klijenti spojeni na taj AP osjete poteškoće u radu bežične mreže. Zauzetost kanala je moguća zbog dvaju razloga – prvi je što se preko AP-a istovremeno prenosi velika količina podataka, a drugi razlog je velika količina šuma koju generiraju susjedni AP-ovi ili neki drugi izvor šuma koji utječe na kvalitetu signala. Važno je napomenuti da je u stvarnim situacijama šum puno manji na području 5GHz, zbog čega se i potiče klijente da se spajaju na taj spektar, kako bi ostvarili kvalitetniju vezu.

Klikom na pojedini AP s liste otvara se prozor kao na slici ispod te se pokreće spektralni analizator u kojem je moguće pratiti detaljan status signala na pojedinom AP-u.



Slika 69. Meraki spektralni analizator

Klikom na *Interfering APs* može se vidjeti lista AP-ova koji najviše utječu na rad promatranog AP-a.

Kao što je već bilo spomenuto, kanal na kojem AP radi te izlazna snaga signala AP-a određuju se automatski i sustav sam prilagođava parametre ovisno o realnom stanju na terenu. No ako je potrebno, moguće je fiksirati navedene postavke klikom na **Wireless > Configure > Radio Settings** i promijeniti željene parametre.



Vježba 4. Provjera RF spektra

Polaznici edukacije se prijavljuju na Meraki dashboard i moraju odrediti sljedeće:

- AP čiji je RF spektar na aktivnom kanalu najzagašeniji
- provjeriti stanje na ostalim kanalima
- odrediti koji susjedni AP-ovi interferiraju s njime.

Channel planning

Country 🌐

Radio power 🌐

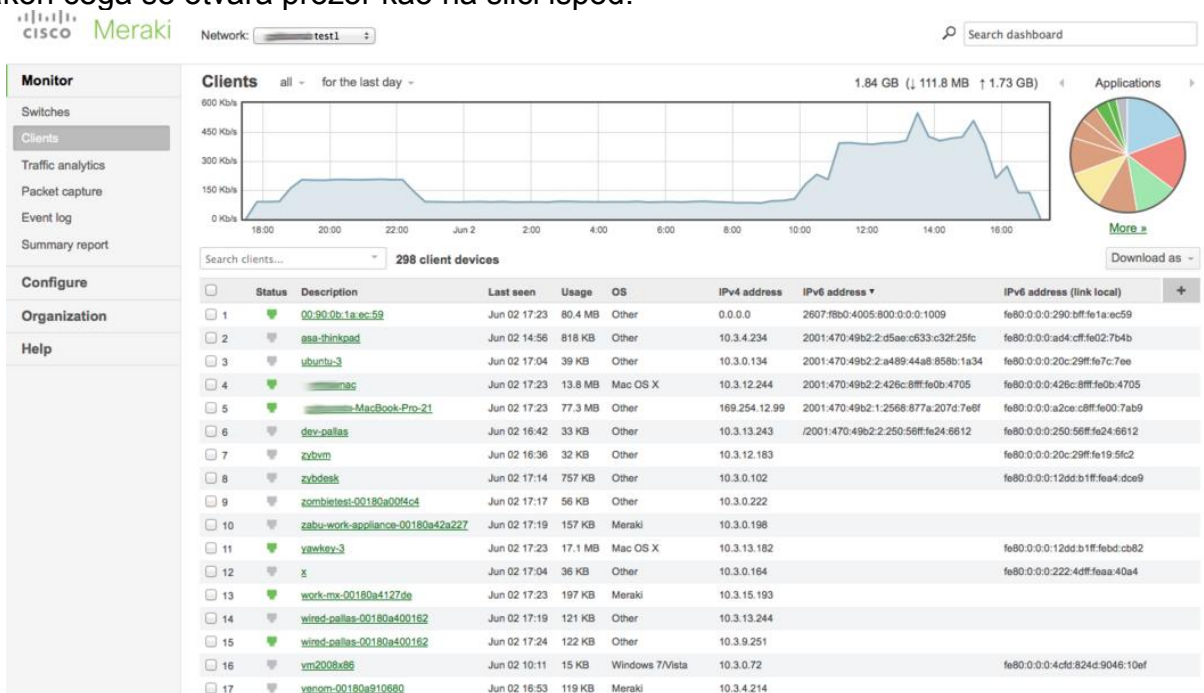
Default 5GHz channel width 🌐

Access point	Radio #	Model	Band	Channel	Transmit power	Channel width	Max neighbor RSSI	Max rogue RSSI
KR-SKZACRETJE-AP-1	1	MR32	2.4 GHz	11 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	20
KR-SKZACRETJE-AP-2	1	MR32	2.4 GHz	6 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	22
KR-SKZACRETJE-AP-3	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	34
KR-SKZACRETJE-AP-4	1	MR32	2.4 GHz	11 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	23
KR-SKZACRETJE-AP-5	1	MR32	2.4 GHz	Auto	Auto	20 MHz	—	—
KR-SKZACRETJE-AP-6	1	MR32	2.4 GHz	11 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	35
KR-SKZACRETJE-AP-7	1	MR32	2.4 GHz	6 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	48
KR-SKZACRETJE-AP-8	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	28
KR-SKZACRETJE-AP-9	1	MR32	2.4 GHz	11 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	30
KR-SKZACRETJE-AP-10	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	53
KR-SKZACRETJE-AP-11	1	MR32	2.4 GHz	6 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	24
KR-SKZACRETJE-AP-12	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	39
KR-SKZACRETJE-AP-14	1	MR32	2.4 GHz	6 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	29
KR-SKZACRETJE-AP-15	1	MR32	2.4 GHz	6 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	32
KR-SKZACRETJE-AP-16	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	38
KR-SKZACRETJE-AP-17	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	33
KR-SKZACRETJE-AP-18	1	MR32	2.4 GHz	6 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	50
KR-SKZACRETJE-AP-19	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	38
KR-SKZACRETJE-AP-20	1	MR32	2.4 GHz	11 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	28
KR-SKZACRETJE-AP-21	1	MR32	2.4 GHz	1 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	31
KR-SKZACRETJE-AP-22	1	MR32	2.4 GHz	11 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	20
KR-SKZACRETJE-AP-23	1	MR32	2.4 GHz	6 (Auto)	17 dBm (Auto)	20 MHz	—	30

Slika 70. Popis aktivnih kanala te izlazne snage signala za AP-ove

Nadzor klijenata spojenih na računalnu mrežu

Jedna od prednosti Meraki mrežnog rješenja je vrlo jednostavna mogućnost nadzora klijenata spojenih na mrežu te njihovih aktivnosti. Meraki web sučelje jednostavno i pregledno prikazuje popis klijenata spojenih na mrežu te prikazuje njihovu aktivnost na mreži. Aktivnostima klijenata pristupa se klikom na Network-wide > Monitor > Clients, nakon čega se otvara prozor kao na slici ispod.



Slika 71. Popis klijenata spojenih na mrežu

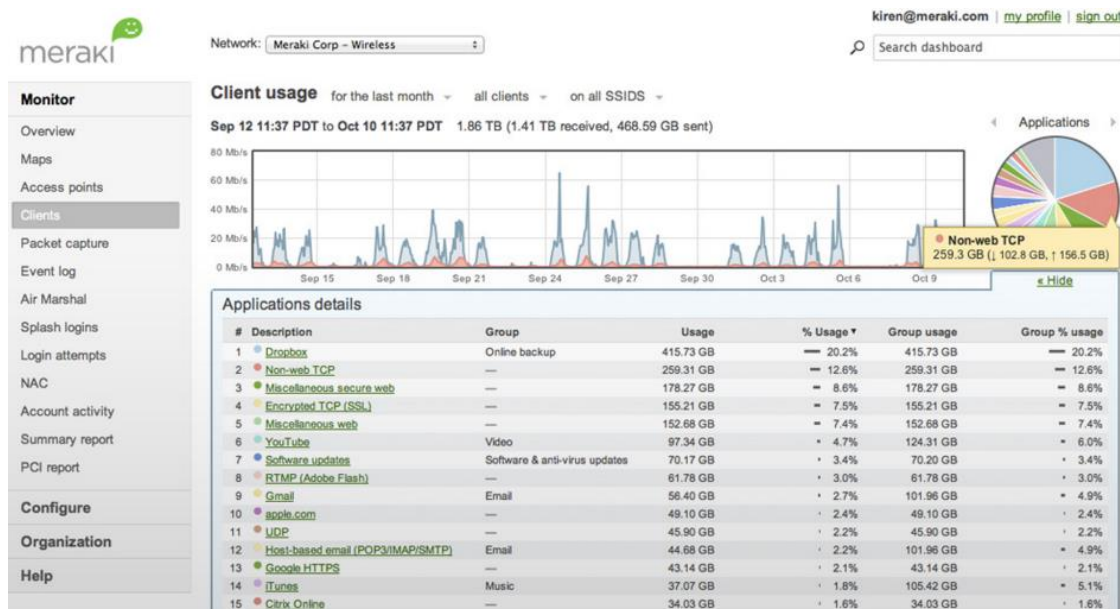
Na prikazu je moguće vidjeti popis klijenata koji su koristili mrežu u određenom razdoblju i različite informacije o klijentima:

- njihov trenutčan status (aktivan na mreži ili neaktivan)
- IP adresu i VLAN-ID klijenta
- OS instaliran na klijentskom uređaju
- vrijeme kad je klijent prvi i posljednji put zabilježen na mreži
- SSID na koji je korisnik spojen ako koristi bežičnu mrežu
- preklopnik i sučelje na preklopniku na koje je korisnik spojen ako koristi žičnu mrežu
- količinu prometa ostvarenu u određenom periodu
- mrežne aplikacije kojima klijent pristupa
- korisničko ime, ako se klijent autenticirao za pristup mreži.

Kroz tražilicu je jednostavno filtrirati klijente prema nekom od parametara.

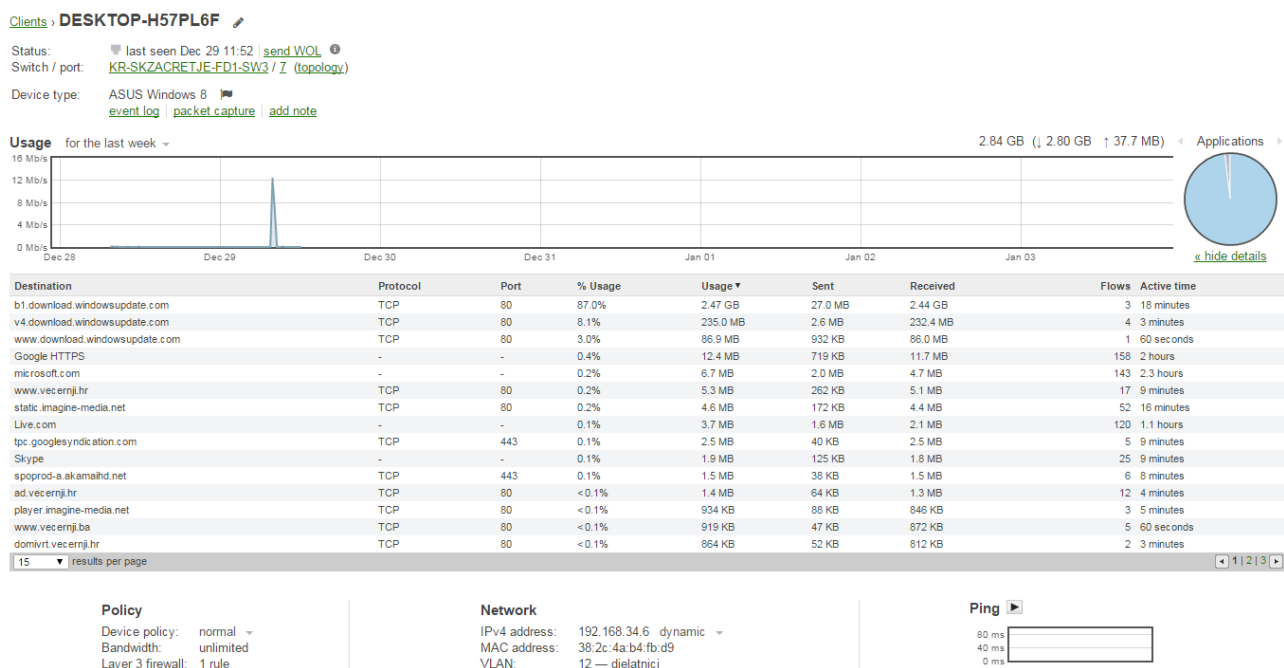
Klikom na plus (+) u gornjem desnom kutu tablice moguće je tablicu proširiti dodatnim poljima koja sadrže dodatne informacije o klijentima.

Osim informacija o klijentima, na grafičkom i tabličnom prikazu moguće je vidjeti koje aplikacije se koriste u mreži, koliko pojedine aplikacije opterećuju mrežu te je, prema potrebi, klikom na željenu aplikaciju moguće ograničiti brzinu pristupa na nju ako se utvrdi da prekomjerno opterećuje mrežu. Detaljnom prikazu o korištenju aplikacija pristupamo tako da kliknemo na „More“ ispod grafičkog prikaza u gornjem desnom kutu ekrana. Nakon toga se otvara prozor kao na slici ispod.



Slika 72. Popis aplikacija korištenih u mreži

Klikom na pojedinog klijenta otvara se prozor kao na slici ispod, gdje možemo vidjeti detaljan prikaz aktivnosti tog klijenta na mreži.

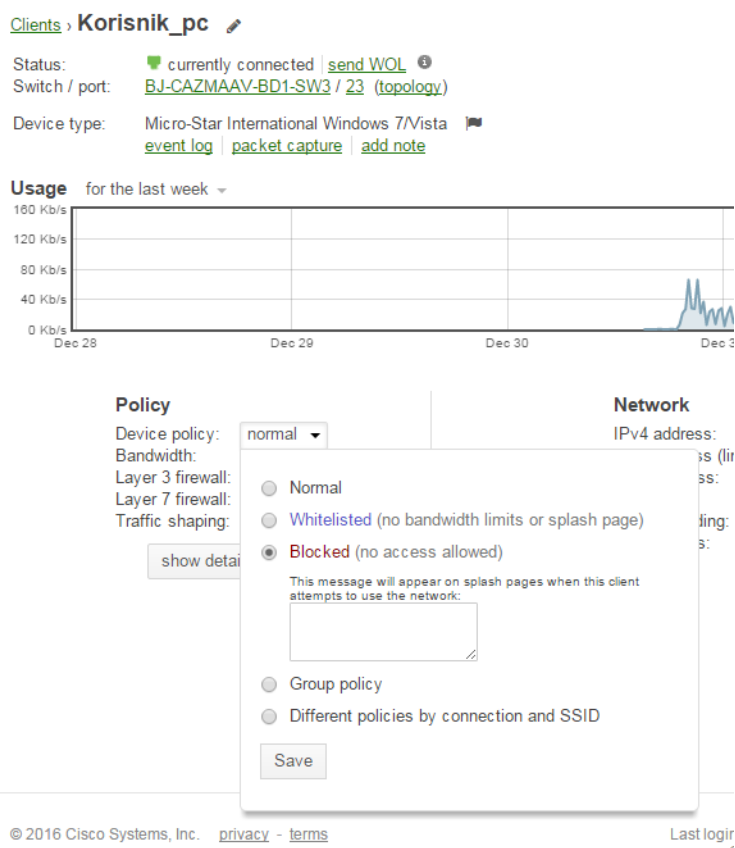


Slika 73. Popis aplikacija kojima određeni klijent pristupa

Filtriranje klijenata

Ako administrator sustava zapazi da pojedini klijent generira previše prometa i na taj način opterećuje mrežu te ometa rad ostalim korisnicima, može mu se onemogućiti pristup mreži ili ograničiti pristup mreži korištenjem tzv. *Group-policy* pravila.

Na slici ispod je prikazana opcija zabrane pristupa mreži za željenog klijenta.



Slika 74. Blokiranje pristupa mreži pojedinom klijentu

Detaljne mogućnosti nadzora klijenata na mreži opisane su na sljedećoj poveznici:
https://documentation.meraki.com/MS/Monitoring_and_Reporting/Client_Details_Page_Overview



Vježba 5. Određivanje klijenta koji generira najviše prometa

Polaznici edukacije se prijavljuju na Meraki dashboard i moraju odrediti sljedeće:

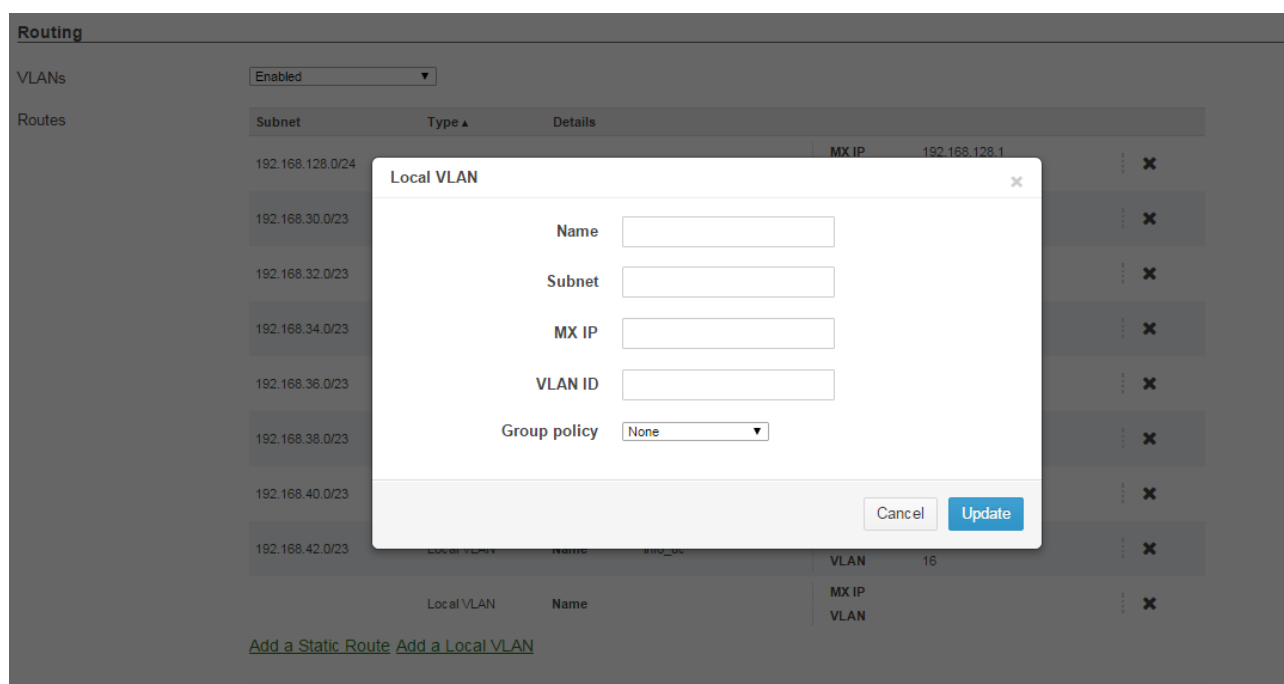
- ime uređaja koji trenutno generira najviše prometa na mreži
- aplikaciju koja se najviše koristi u mreži
- ime uređaja koji je generirao najviše prometa u zadnja dva dana te aplikaciju koju je taj uređaj najviše koristio

Prije dodavanja mrežnog uređaja u *Network* uređaj je potrebno dodati u Organizaciju. Nakon prijave u *Meraki dashboard* potrebno je kliknuti na **Organization > Inventory**, nakon čega je potrebno kliknuti na **Claim** u gornjem desnom kutu.

Konfiguracija osnovnih postavki na mrežnoj opremi

Kreiranje novog VLAN-a na UTM-u

U Meraki *dashboardu* klikom na **Security Appliance > Configure > Addressing&VLANs** u routing dijelu potrebno je kliknuti na **Add a Local VLAN**, nakon čega se otvara prozor kao na slici ispod.



Slika 75. Kreiranje novog VLAN-a na Meraki MX UTM-u

Prilikom kreiranja ovog VLAN-a potrebno je definirati ime, IP mrežu, IP adresu UTM-a te VLAN ID. Po potrebi se na VLAN može primijeniti i *Group-policy*. Prilikom kreiranja novog VLAN-a na Meraki MX-u se automatski aktivira DHCP server za navedeni VLAN.

Rekonfiguracija sučelja na preklopniku

Sučelje na preklopniku rekonfigurira se klikom na **Switch > Switch Ports**, nakon čega se otvara prozor kao na slici ispod, na kojem su prikazana sučelja sa svih preklopnika instaliranih u mreži.

Switch ports for the last week

[Edit](#)
[Aggregate](#)
[Split](#)
[Mirror](#)
[Unmirror](#)
[Tag](#)

[help](#) 72 switch ports

Switch / Port	Name	Type	VLAN	Tags	Received bytes	Sent bytes	Status	CDP/LLDP	RSTP	Link
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 1	access	10	UCIONA	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 2	access	10	UCIONA	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 3	access	10	UCIONA	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 4	access	10	UCIONA	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 5	access	10	UCIONA	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 6	access	10	UCIONA	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 7	access	10	UCIONA	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 8	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 9	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 10	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 11	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 12	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 13	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 14	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 15	trunk	native 1	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	Enabled	Auto negotiate
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 16	trunk	native 1	-	70.3 MB	129.7 MB	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> KR-SKZACRETJE-AP-14	Enabled	Auto negotiate (1 Gbps)
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 17	trunk	native 1	-	69.0 MB	129.5 MB	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> KR-SKZACRETJE-AP-12	Enabled	Auto negotiate (1 Gbps)
<input type="checkbox"/>	KR-SKZACRETJE-BD1-SW1 / 18	trunk	native 1	-	70.4 MB	129.7 MB	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> KR-SKZACRETJE-AP-11	Enabled	Auto negotiate (1 Gbps)

Slika 76. Popis sučelja na Meraki preklopnicama u mreži

Klikom na željeno sučelje ili označavanjem više sučelja istovremeno i klikom na gumb *Edit* moguća je rekonfiguracija jednog sučelja, odnosno više sučelja istovremeno. U tom slučaju se otvara prozor kao na slici ispod.

Update 1 port

Switch ports: KR-SKZACRETJE-BD1-SW1/6

Name:

Tags:

Enabled:

RSTP:

STP guard:

PoE:

Link:

Port schedule:

Isolation:

Type:

Access policy:

VLAN:

Voice VLAN:

Slika 77. Rekonfiguracija parametara mrežnog sučelja na Meraki MS preklopniku



Vježba 6. Kreiranje novog VLAN-a i pridjeljivanje sučelja na preklopniku u novi VLAN

Na Meraki MX UTM-u potrebno je kreirati novi VLAN sa sljedećim postavkama:

- Name: TEST
- Subnet 10.0.0.0/24
- MX IP 10.0.0.1
- VLAN ID 100.

Na Meraki MS preklopniku potrebno je jedno od nekorištenih sučelja postaviti u access način rada i postaviti u VLAN 100.

Spojiti PC u konfigurirano sučelje i provjeriti IP adresu koja je dodijeljena PC-u.

Kreiranje nove bežične mreže

Prilikom kreiranja bežične mreže potrebno je na Meraki *dashboardu* kliknuti na **Wireless > Configure > SSID**, nakon čega se otvara prozor kao na slici ispod.

Configuration overview

SSIDs

Showing 4 of 15 SSIDs. [Show all my SSIDs](#)

	eSkole	eduroam	guest	Unconfigured SSID 4
Enabled	disabled	enabled	disabled	disabled
Name	rename	rename	rename	rename
Access control	edit settings	edit settings	edit settings	edit settings
Encryption	WPA2-PSK	802.1X with custom RADIUS	Open	Open
Sign-on method	None	None	Password-protected with Meraki RADIUS	None
Bandwidth limit	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
Client IP assignment	Local LAN	Local LAN	Local LAN	Meraki DHCP
Clients blocked from using LAN	n/a	n/a	n/a	no
Wired clients are part of Wi-Fi network	no	no	no	no
VLAN tag	10	14	13	n/a
VPN	Disabled	Disabled	Disabled	Disabled
Splash page				
Splash page enabled	no	no	yes	no
Splash theme	n/a	n/a	n/a	n/a

[Save Changes](#) or [cancel](#)

(Please allow 1-2 minutes for changes to take effect.)

Slika 78. Popis bežičnih mreža kreiranih u školi

Nakon aktivacije mreže i definiranja imena potrebno je kliknuti na **edit settings**, nakon čega se otvara prozor kao na slici ispod.

Network access

Association requirements

- Open (no encryption)
Any user can associate
- Pre-shared key with
Users must enter a passphrase to associate
- MAC-based access control (no encryption)
RADIUS server is queried at association time
- WPA2-Enterprise with
User credentials are validated with 802.1X at association time

Splash page

- None (direct access)
Users can access the network as soon as they associate
- Click-through
Users must view and acknowledge your splash page before being allowed on the network
- Sign-on with
Users must enter a username and password before being allowed on the network
- Sign-on with SMS Authentication
Users enter a mobile phone number and receive an authorization code via SMS.
After a trial period of 25 texts, you will need to connect with your Twilio account on the [Network-wide settings](#) page.
- Billing (paid access)
Users choose from various pay-for-access options, or an optional free tier
- Systems Manager Sentry enrollment ⓘ
Only devices with Systems Manager can access this network

Addressing and traffic

Client IP assignment

- NAT mode: Use Meraki DHCP
Clients receive IP addresses in an isolated 10.0.0.0/8 network. Clients cannot communicate with each other, but they may communicate with devices on the wired LAN if the [SSID firewall settings](#) permit.
- Bridge mode: Make clients part of the LAN
Meraki devices operate transparently (no NAT or DHCP). Clients receive DHCP leases from the LAN or use static IPs. Use this for shared printers, file sharing, and wireless cameras.
- Layer 3 roaming
Clients receive DHCP leases from the LAN or use static IPs as in bridge mode. If they roam between APs their traffic will be forwarded to an AP on the same subnet they originally joined, so they will keep the same IP address.
- Layer 3 roaming with a concentrator
Clients are tunneled to a specified VLAN at the concentrator. They will keep the same IP address when roaming between APs.
- VPN: tunnel data to a concentrator
Meraki devices send traffic over a secure tunnel to an MX or VM concentrator.

VLAN tagging ⓘ

Bridge mode and layer 3 roaming only

VLAN ID ⓘ

AP tags	VLAN ID	Actions
All other APs	14	

[Add VLAN](#)

RADIUS override

Content filtering ⓘ

NAT mode only

Bonjour forwarding ⓘ

Bridge mode and layer 3 roaming only

Wireless options

Band selection

- Dual band operation (2.4 GHz and 5 GHz)
- 5 GHz band only
5 GHz has more capacity and less interference than 2.4 GHz, but legacy clients are not capable of using it.
- Dual band operation with Band Steering
Band Steering detects clients capable of 5 GHz operation and steers them to that frequency, while leaving 2.4 GHz available for legacy clients.

Minimum bitrate ⓘ

For legacy device compatibility

Slika 79. Konfiguracijske postavke bežične mreže

U navedenom dijelu konfiguriraju se sigurnosne postavke, mehanizmi autentikacije, LAN postavke i dodatne opcije bežične mreže.



Vježba 7. Kreiranje nove bežične mreže

Na Meraki Bežičnoj mreži potrebno je kreirati novi VLAN sa sljedećim postavkama:

- SSID Name: TEST
- Association requirements: preshared key with WPA2
- definirati da klijenti pripadaju u VLAN 100
- uključiti Band steering opciju
- minimum bitrate postaviti na 12Mbps.

Klijentski uređaj potrebno je spojiti na mrežu i provjeriti IP adresu uređaja te mogućnost pristupa Internetu.

Za spajanje u guest mrežu potrebno je kreirati korisnički račun u Meraki *dashboardu*. Klikom na **Network-Wide > Configure > Users** otvara se prozor s popisom administratora i gostiju kojima je omogućen pristup mreži. Klikom na **Add new user** otvara se prozor kao na slici ispod.

Create user [X]

Account type: Guest

Description: test

Email (Username): test@mail.hr

Password: 123123123 [Generate] Email new password to user

Authorized: Yes ▾

Expires: Never [change](#)

[Close] [Print] [Create user]

Slika 80. Dodavanje novog korisnika na guest mrežu

Nakon unosa imena, mail adrese i lozinke potrebno je u polju *Authorized* odabrati *Yes*, kako bi se korisniku omogućio pristup bežičnoj mreži, te kliknuti na *Create user*.

Pregled aktivnosti administratora na Meraki *dashboardu*

Meraki sustav ima stalno uključenu opciju bilježenja bilo kojih konfiguracijskih promjena u sustavu. Moguće ih je vidjeti klikom na **Organization > Monitor > Change Log**.

Osnovna skola Cazma, Alojza Vulinca 22, 43240 Cazma change log

Search... 63 changes dating back to Dec 29 2015

Time (UTC)	Admin	Network	SSID	Page	Label	Old value	New value
Jan 03 22:19	kresimir.pavelin@sedamit.hr	OS_Cazma - wireless		Radio settings	Radio power	Always use 100% power	Enable automatic power reduction
Dec 30 15:28	Igor Perovic	OS_Cazma - switch		Switch ports	BJ-CAZMAAV-BD1-SW1 / 2	Tags: [none] Type: trunk Native VLAN: 1 Allowed VLANs: all	Tags: DJELATNICI Type: access VLAN: 12 Access policy: [none]
Dec 30 15:28	Igor Perovic	OS_Cazma - switch		Switch ports	BJ-CAZMAAV-BD1-SW1 / 1	Tags: [none] Type: trunk Native VLAN: 1 Allowed VLANs: all	Tags: DJELATNICI Type: access VLAN: 12 Access policy: [none]
Dec 30 11:36	Igor Perovic	OS_Cazma - switch		Switches	Moved devices	Removed: Q2HP-8EJA-PEKG	
Dec 30 10:53	Igor Perovic	OS_Cazma - switch		Switches	Moved devices	Removed: Q2HP-F9UU-V3FP	
Dec 30 10:22	Igor Perovic	OS_Cazma - switch		Switches	Moved devices	Removed: Q2HP-KGTL-6WJG	
Dec 30 09:57	Igor Perovic	OS_Cazma - switch		Switches	Moved devices	Removed: Q2HP-TDJS-TEX6	
Dec 30 09:21	Igor Perovic	OS_Cazma - switch		Switches	Moved devices	Removed: Q2HP-NCLS-5GN2	
Dec 29 21:28	kresimir.pavelin@sedamit.hr	OS_Cazma - switch		Switches	Clone switches	88:15:44:78:e2:f7	88:15:44:78:e3:d8

Slika 81. Meraki change log

Provjera statusa licenci

U slučaju isteka licenci može doći do prekida rada mreže. Stoga je važno voditi računa o tome da su licence ažurirane. Status licenci može se provjeriti klikom na **Organization > Configure > License info**.

License information

License status	Ok
License expiration ⓘ	Dec 30, 2020 (1821 days from now)
MX Advanced Security Systems Manager	Enabled Enabled (free <= 100 devices)

	License limit	Current device count
MX100	1	1
MS220-8P	7	7
MS220-24P	3	3
Systems Manager Agent	100	0
Wireless AP	24	24

[Add another license](#)

License History ⓘ

Show invalidated licenses

Key	Start date ⓘ	Claimed at ▼	Type	Edition	Devices	License Term
Z2XM-SM9R-67Y5	01/03/2016	01/04/2016 06:46AM	Add devices	Advanced Security	3 MS220-24P, 7 MS220-8P, 1 MX100, 24 Wireless APs	1823 days

Slika 82. Status licence u Meraki dashboardu

Prijava problema na helpdesk sustav

Za vrijeme trajanja faze izvođenja projekta, odnosno do **1.9.2017.**, problemi se prijavljuju putem elektroničke pošte, na adresu e-skole.adm@sedamit.hr

Nakon **1.9.2017.** odnosno kad projekt uđe u fazu održavanja, problemi se prijavljuju na jednom od sljedećih kanala:

- elektroničkoj pošti, na adresi helpdesk@king-ict.hr
- web stranici Helpdesk sustava, na adresi <https://support.king-ict.hr>
- telefonu, broj 01/6690-899.

Ako prijava nije moguća putem navedenih kanala ili u slučaju da u roku od dva sata od zaprimanja prijave nema povratne informacije o preuzimanju problema, potrebno je problem prijaviti putem:

- elektroničke pošte, na adresu mrezehd@sedamit.hr
- telefona, na broj 01/2353-789.

Impressum

Nakladnik: Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet

Projekt: „e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot projekt)“

Autor: Krešimir Pavelin

Lektor: Ivan Kojundžić

Zagreb, lipanj 2017.

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

Kontakt

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet

Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb

tel.: +385 1 6661 555

www.carnet.hr

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na web stranicama Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije: www.strukturnifondovi.hr

Ovaj priručnik izrađen je u s ciljem podizanja digitalne kompetencije korisnika u sklopu projekta e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot projekt), koji sufinancira Europska unija iz europskih strukturnih i investicijskih fondova. Nositelj projekta je Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet.