

Upravljanje omrežij na VIZ

delna vsebina po sklopih:

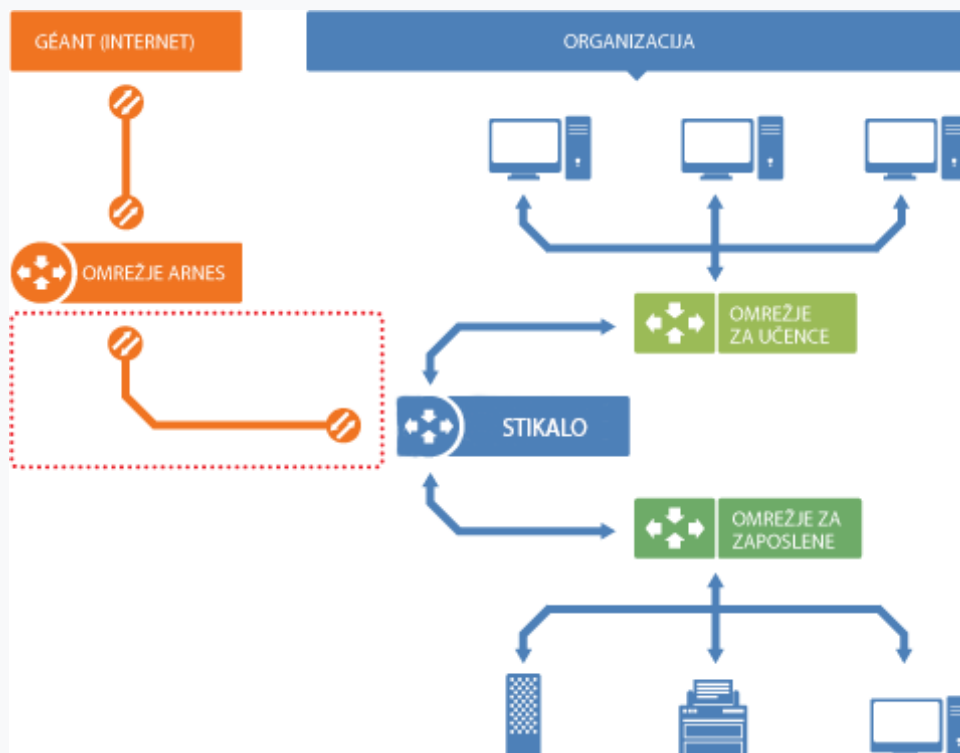
1. Dostop do omrežja
2. Dokumentacija omrežja
 - a. Fizični omrežni diagram
 - b. Logični omrežni diagram
3. Orodja za diagnostiko omrežja
 - a. ipconfig
 - b. ping
 - c. tracert
 - d. pathping
 - e. nslookup
 - f. arp
4. Reševanje težav pri povezovanju v omrežje eduroam

Dostop do omrežja

Omrežja na slovenskih šolah so zgrajena in konfigurirana večinoma na podoben način. To je mišljeno tako z vidika fizične kot tudi logične zgradbe. V nadaljevanju si bomo pogledali kako so šole lahko povezane na omrežje internet, kako so omrežja zgrajena in predvsem kaj je potrebno za vzdrževanje takih omrežij.

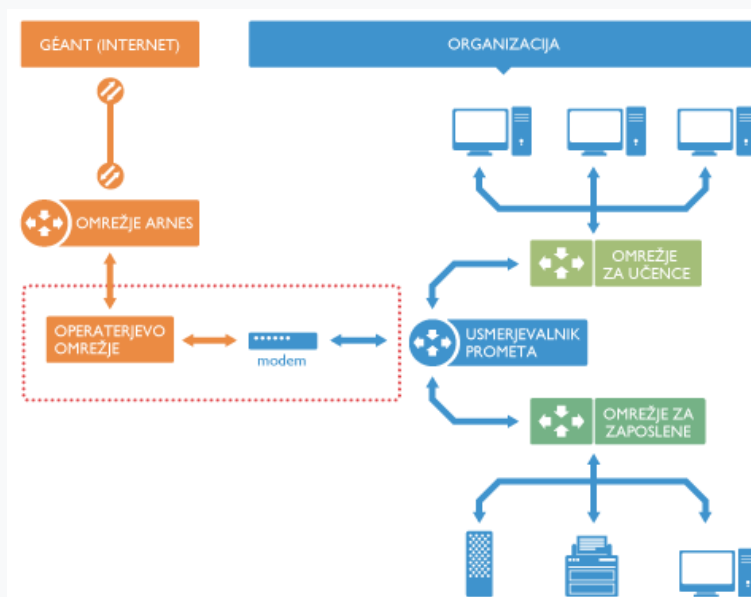
Dostop do omrežja internet je danes možen v Sloveniji preko t.i. ISP-jev oz. internetnih ponudnikov. Za izobraževalne/raziskovalne organizacije je to lahko tudi Arnes, ki nam poleg samega dostopa nudi tudi kopico drugih aktualnih in za uporabnike uporabnih ter zanimivih nekomercialnih storitev. Vsi zavodi, ki so bili v razpisu Wlan2020 imajo povezavo preko Arnesa, tudi če imajo komercialno povezavo (preko tunela).

Večinoma so šole povezane na omrežje Arnes direktno ali pa posredno preko komercialnih internetnih ponudnikov, ki so prisotni v kraju šole. Kar nekaj šol (več kot 700) se je v okviru projekta **IR-optika** priklopilo z optično povezavo direktno na omrežje Arnes, za katero ne plačujejo najemnine, povezane pa so s hitrostjo bodisi 1Gb/s ali pa 10Gb/s. Na organizaciji (šoli) zato potrebujemo samo L2 napravo (stikalo), katerega upravlja Arnes. Stikalo je povezano v najbližje Arnesovo vozlišče.



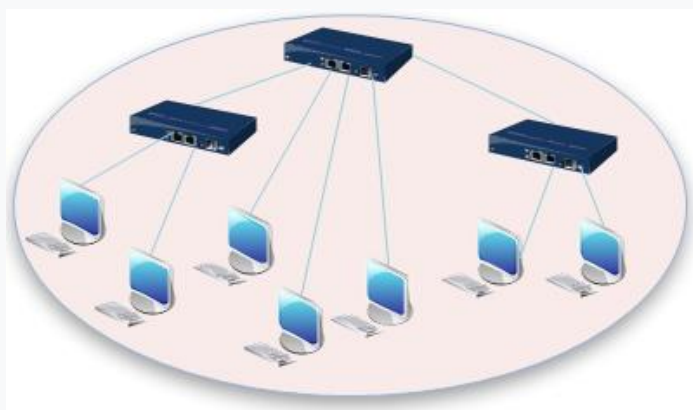
Optična povezava do organizacije (vir: Arnes)

Šole pa imajo lahko tudi lastno optično povezavo ali pa jo najamejo pri enem izmed ponudnikov ali v obliki dark-fibre ali FTTH. Tudi v tem primeru je možna povezava na omrežje Arnes. V primeru da optična povezava do organizacije ni možna, ostane ponavadi še zadnja opcija - xDSL. (več na: <https://www.arnes.si/storitve/dostop/>) Ne glede na slednji tip povezave, se v tem primeru malce spremeni tudi shema omrežja. Ves promet gre tokrat na strani organizacije preko L3 naprave (usmerjevalnik), katerega upravlja Arnes. V verigi je tudi še modem, ki pa je del operaterjevega omrežja.



xDSL ali FTTH povezava do organizacije (vir: Arnes)

Zgoraj omenjena omrežja na šolah so zgrajena po principu (topologije) drevesa, kar pomeni, da imamo na vrhu centralno vozlišče (L2 ali L3 napravo v upravljanju Arnesa) na katerega so povezana ostala vozlišča na šoli/zavodu. Povezava med njimi je lahko baker (UTP) ali pa optična povezava – odvisno od izvedbe in fizične razdalje. Načeloma so povezave med vozlišči vsaj gigabitne. Možna je tudi manjša različica drevesa – topologija zvezde (manjše šole, z enim stikalom).



Topologija drevesa (vir: <https://www.edrawsoft.com/Network-Topologies.php>)

Dokumentacija omrežja

Eno izmed pomembnih opravil vzdrževalca/skrbnika omrežij je nedvomno tudi skrb za ažurno dokumentacijo. Dokumentacija je pomembna na vseh nivojih tako programske kot tudi strojne opreme. Omogoča nam vpogled v obstoječe stanje omrežja, konfiguracijo omrežja, fizične povezave in ostale pomembne lastnosti. Na ta način si zgradimo nekakšno sliko oz. grafični izris lokalnega – šolskega omrežja LAN.

Tako sliko imenujemo **omrežni diagram**, ki je ključen za učinkovito upravljanje omrežja in IT infrastrukture. Z ažurnimi in jasnimi diagrami lahko skrbniki omrežja odpravijo napake, načrtujejo zmogljivosti, se izognejo neredu IT, vzdržujejo programsko opremo in ohranijo varno in skladno omrežje.

Vsi zavodi, ki so bili v razpisu Wlan2020 imajo razpisno dokumentacijo oz. dokumentacijo omrežja dostopno preko automatorja - <https://automator.arnes.si/>

Obstajata dve glavni vrsti mrežnih diagramov: **fizični** in **logični**. Fizični omrežni diagrami prikazujejo fizično topologijo omrežja - kako so fizične naprave (ali objekti) povezane med seboj. Logični omrežni diagrami pa prikazujejo že . Možna in uporabna pa je seveda tudi kombinacija obeh, ki je v večini primerov bolj praktična, a tudi manj pregledna, kot bo opisano v nadaljevanju.

Pri risanju si lahko pomagamo s kar nekaj programi – tu je na voljo brezplačni **Dia editor**, spletni [Draw.io](https://draw.io) ali pa **Visio**. Izogibamo se ročnemu risanju na papir.

Fizični omrežni diagram

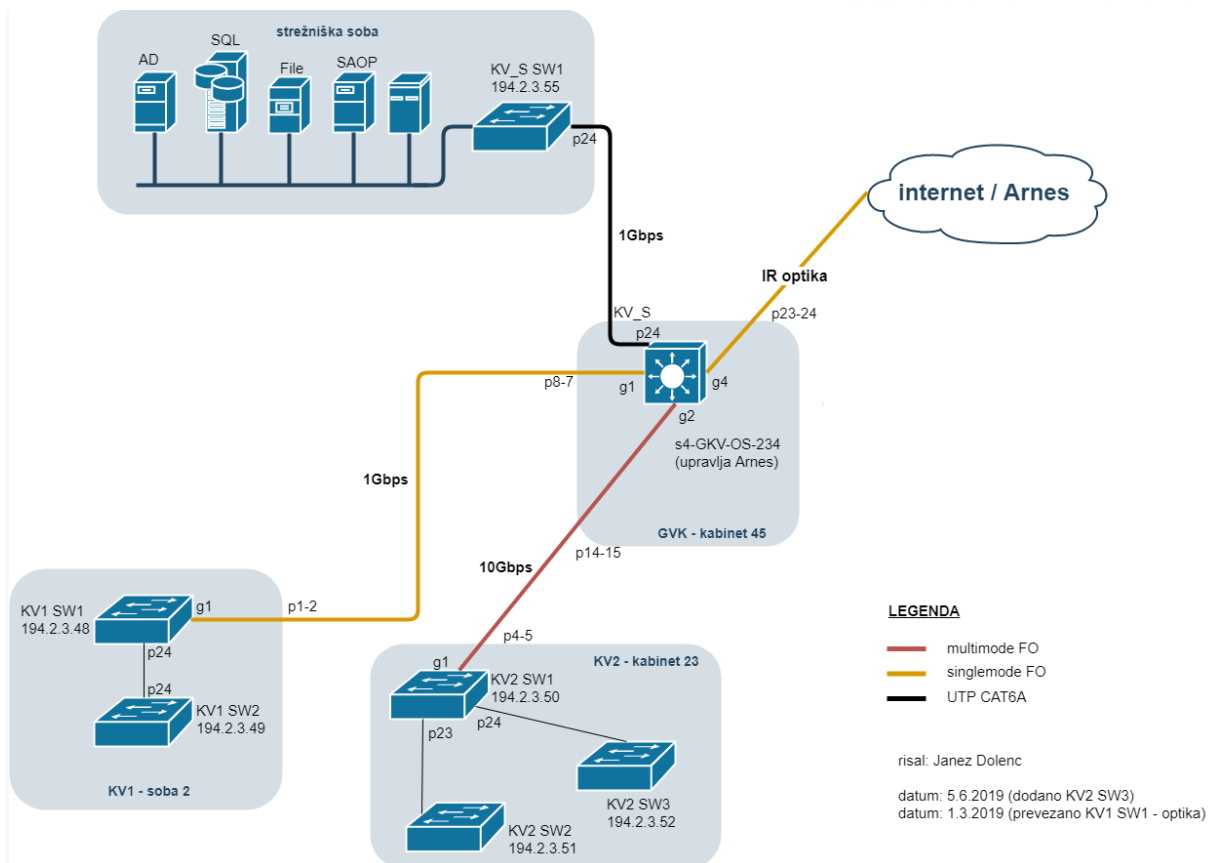
Fizični omrežni diagram prikazuje topologijo omrežja točno tako, kot je v realni izvedbi: z vsemi napravami in povezavami med njimi. Na diagramu tako niso narisane samo črte med posameznimi napravami (npr. stikali), temveč tudi oznake, kam je katera naprava povezana, s kakšno povezavo itd.

Kaj torej fizični diagrami vsebujejo? Ker fizični omrežni diagrami prikazujejo celotno topologijo fizičnega omrežja, lahko vključujejo številne različne komponente:

- **komponente:** komponente predstavljajo aktivne naprave, ki so del omrežja. Narišemo jih ponavadi po sklopih, ki so razdeljeni na recimo posamezne dele stavb, vozlišč itd. Med sabo so ločene z različnimi simboli. Kaj vse narišemo oz. prikažemo, je odvisno od detajlov sheme. V prvi fazi je dovolj, če označimo

samo L2 (stikala) in L3 naprave (usmerjevalnik), in ne rišemo vsakega PCja, tiskalnika, telefona posebaj, saj bi sicer shema postala zelo nepregledna. Zato raje uporabimo samo oznako, da je na to in to stikalo priklapljenih določeno število APjev, telefonov itd.

- **povezave:** povezave so najbolj pomembne za fizični omrežni diagram. Priključki (imenovani povezave) prikazujejo fizično povezavo, ki povezuje fizične naprave v omrežju. Konci vsake povezave morajo biti označeni z enim vhodom, s katerim se povezuje, in kjer se konča. Tudi na optičnih panelah. Glede na zahtevano raven podrobnosti lahko uporabite različne barve, debelino in vrste linij, da predstavite razlike v povezavah in hitrostih: na primer optična vlakna, bakrene UTP, brezžične itd.
- **oznake:** oznake prikazujejo besedilno/tekstovno pojasnilo, saj bi bila samo uporaba grafičnih ikon v diagramu zelo nejasna. Vse kar je aktivno in upravljano v omrežju (torej aktivne mrežne komponente/naprave), mora biti označeno z imenom gostitelja (lahko tudi DNS ime) ali naslovom IP (IPv4 in IPv6 če obstaja – ta del je lahko tudi na logični shemi), vključno s stikali, usmerjevalniki, požarnimi zidovi itd.
- **legenda diagrama:** legende diagrama prikazujejo, kaj pomenijo različni objekti in povezave. Legenda prevaja različne grafike, ikone, barve in ji daje resnični pomen.
- **datum:** ena izmed pomembnih lastnosti je tudi datum, s katerim označimo zadnjo spremembo narejeno na diagramu. Tako je lažje slediti celotni nadgradnji dokumenta oz. spremembam v omrežju. Zaželeno je tudi, da se vodi tudi t.i. dnevnik sprememb v obliki dodajanja kratkih opomb, kaj se je spremenilo/dodalo. V diagramu naj ne manjka tudi zapis avtorja.

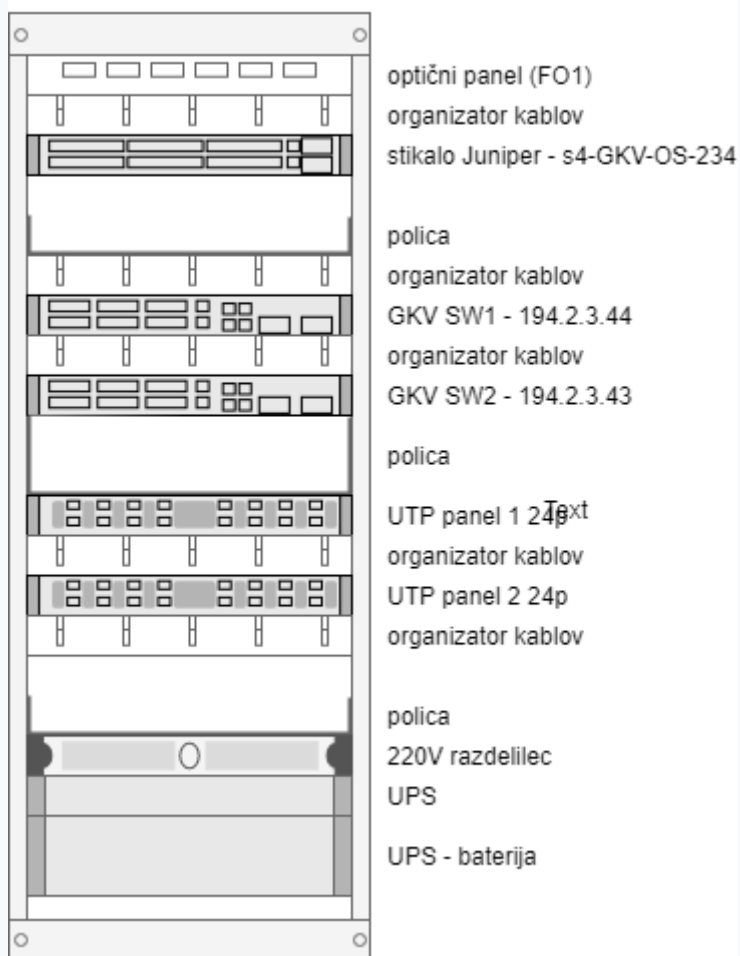


Fizična shema omrežja

Seveda bi lahko v zgornji diagram vrisali še ostale komponente, med drugim tudi končne naprave (PCje), vendar bi potem sama slika in vsebina postala hitro nepregledna. Osredotočimo se torej le na glavne mrežne naprave, ki skrbijo za nemoteno delovanje omrežja ali t.i. jedrni (core) del omrežja. Zapisi povezav in priključkov so ključnega pomena, saj nam omogočajo lažje iskanje napak in lažje prikllope v sami fizični omari na terenu.

Poleg fizičnega diagrama samega omrežja (povezav in komponent), se ponavadi v to skupino uvršča tudi diagrame komunikacijskih vozlišč (KV) – torej kako so mrežne omare sestavljene. To nam pomaga pri izračunu ali planiranju velikosti KV omar in za lažjo fizično izvedbo oz. namestitvev/razporeditev komponent po omari.

GKV omara - kabinet št. 45



Fizična shema GKV omare

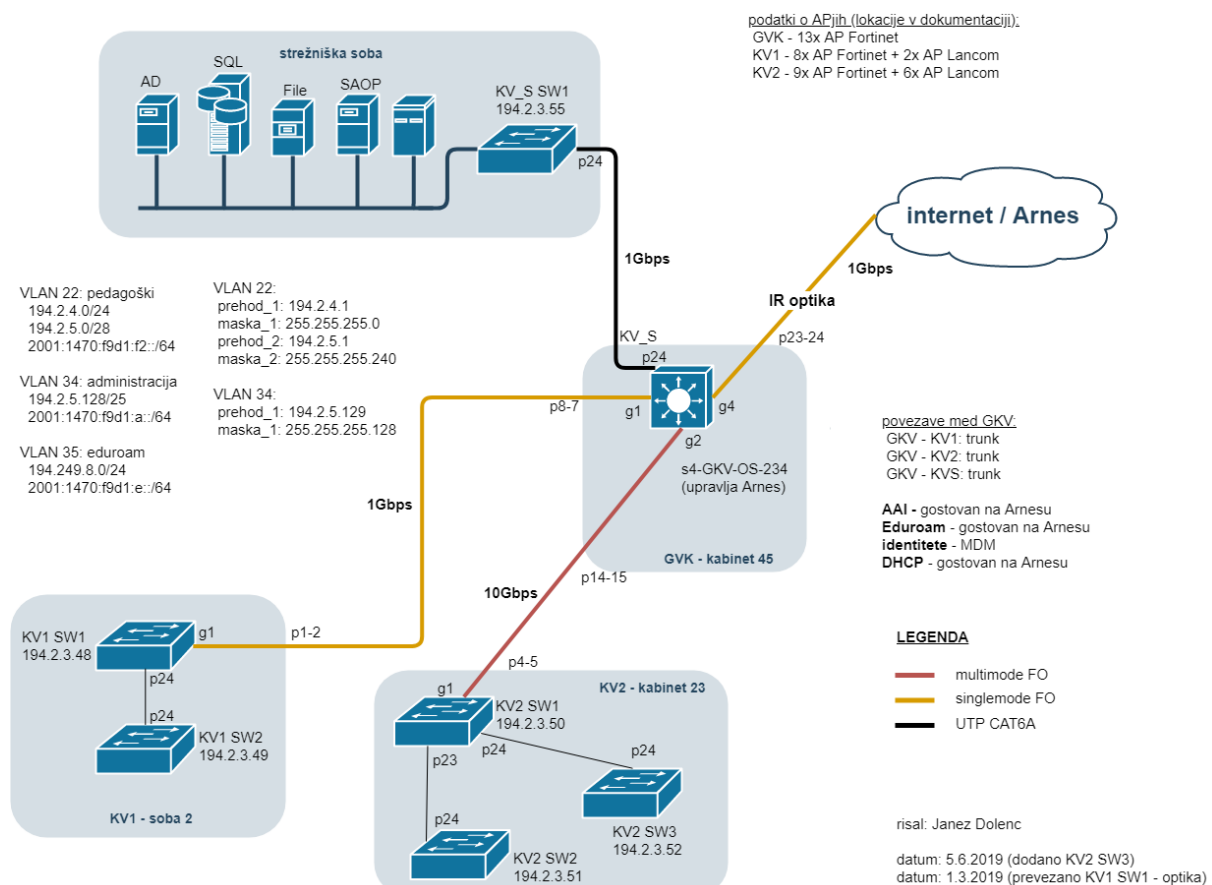
Torej zgornja slika nam predstavlja drug pogled na fizično razporeditev GKV vozlišča, ki pa je prav tako tudi pomembna.

Logični omrežni diagram

Logični mrežni diagram prikazuje, kako je omrežje konfigurirano. V logičnem diagramu so razvidni sledeči podatki in elementi:

- podomrežja (kot so: naslovi IP, ID-ji VLAN in maske podomrežij)
- omrežne komponente (isto kot pri fizični shemi)
- prehodi (L3)
- segmenti omrežja in hitrosti povezav
- podatki o dostopnih točkah (AP) in morebitne lokacije
- konfiguracija stikal
- dostopna gesla do naprav?

Kot lahko razberemo iz zgornjega seznama vidimo, da so logični diagrami pravzaprav dopolnitev prvih, torej fizičnih. Ponavadi se na sheme/diagrame nariše/zapiše podatke tako, da ustrezajo tako logični kot fizični shemi. Tudi samo ažuriranje in vzdrževanje nekega realnega stanja je tako lažje, saj posodabljammo samo eno shemo/dokument in ne dveh. Naše omrežje oz. shema bi potem izgledala nekako takole:



Kot je bilo omenjeno na začetku poglavja, si lahko pri risanju pomagamo s kar nekaj programi – **Dia editor**, spletni [Draw.io](https://draw.io) ali pa **Visio** in AutoCAD. Vsi tisti, ki že uspešno uporabljajo novo opremo iz projekta WLAN2020, imajo podobne logične in fizične sheme v elektronski obliki, sicer jo lahko pridobijo s strani izvajalca, kar je zelo zaželeno. Tako imate zelo dobro osnovo, na katero lahko dodajate spremembe in vrisujete aktualno stanje omrežja na šoli.

Samih dostopnih podatkov ali gesel na take diagrame pa **ne** zapisujemo, saj so logični diagrami namenjeni drugim potrebam. Gesla raje shranjujemo drugje, na bolj varnem mestu.

Poraja se tudi vprašanje o shranjevanju podatkov oz. omenjenih shem – kje/kako? Ali je zadeva lahko shranjena v oblaku ali je bolj varno samo lokalna kopija ali USB ključ/zunanji disk? Če so podatki dovolj dobro zaščiteni (torej da ni javnega linka oz. direktne povezave brez prijave), potem ni težave če je shranjena logična shema tudi v oblaku. Vsak mora sam poskrbeti za varnost in posledično zavarovati dokumente. Lahko pa so shranjeni samo lokalno. Tudi natisnjena slika sheme v kabinetu oz. dokumentaciji ni sporna, saj imajo ponavadi dostop do nje samo pooblaščenice osebe.

Poleg grafične dokumentacije, sepravi dokumentacije v obliki fizične in logične sheme je smiselno v našem omrežju hraniti oz. voditi tudi konfiguracijo mrežnih stikal. Vse več stikal v naših omrežjih je pametnih, nova zamenjujejo stare, kar pomeni da se jih da vse več upravljati/konfigurirati, glede na potrebe omrežja. Z drugo besedo – administrator oz. upravljalec nastavi na posameznih priključkih (portih) kar določen tip omrežja oz. VLAN (npr. pedagoško, administrativno itd.). Glede na to da nam to v večini primerov uredi Arnes, je smiselno voditi stanje konfiguracije tudi za ta del. Ker to sicer bolj spada med logično shemo oz. konfiguracijo, ampak da se zopet sheme ne obremenjuje z dodatnimi podatki, se ponavadi konfiguracija za vsako stikalo vodi posebej.

To je lahko ali .xls dokument, besedilna datoteka ali podobno, kjer so vpisane potrebne nastavitve:

stikalo: KV2 SW1 oz. S8-MIC13-SE-234
lokacija: kabinet 23
p0 - trunk downlink stara oprema (15,37,52,53,59,77,100)
p1-6 - trunk AP Fortinet
p7-9 - trunk AP Lancom (15,59,77)
p12-14 - trunk (tagged 100)
p15 - trunk (tagged 100, untagged 52)
p16 - access (53)
p17 - access (59)
p18-21 - access (37)
p22-23 - access (77)
sfp0 - trunk Juniper (povezava naprej)

sfp1 - trunk Juniper (povezava naprej)
sfp2 - trunk downlink stara oprema (15,37,52,53,59,77,100)
sfp3 - trunk downlink stara oprema (15,37,52,53,59,77,100)

Primer konfiguracije enega izmed stikal v omrežju

Orodja za diagnostiko omrežja

Orodja za odpravljanje in diagnostiko težav z omrežjem so nujna za vsakega skrbnika omrežja. Z njimi lažje zaznamo napako ali pa pot do napake in posledično rešitev problema. Ker je orodij kar nekaj in je njihovo delovanje globoko povezano s teorijo omrežij, so tu predstavljena samo nekatera, ki jih pri našem delu lahko uporabimo. Predstavljena je osnovna uporaba, namen ter nekaj realnih problemov.

ipconfig: ukaz se uporablja za izpis trenutnih omrežnih nastavitev v CMD oknu našega računalnika (DNS, IP, MAC itd.). Podrobnejši ukaz je `ipconfig /all`. Tudi večino ostalih ukazov se zaganja v CMD ukazni lupini. (na OS Linux - **ifconfig**)

```
Ethernet adapter Ethernet:

Connection-specific DNS Suffix . : lan
IPv6 Address. . . . . : 2a01:260:4033:1:3474:8e19:f165:fc2
Temporary IPv6 Address. . . . . : 2a01:260:4033:1:48fc:c060:3a38:68c3
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::3474:8e19:f165:fc2%5
IPv4 Address. . . . . : 192.168.0.44
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : fe80::a2f3:c1ff:fe73:1b88%5
                            192.168.0.1
```

Ukaz ipconfig

ping: najpogosteje uporabljeno omrežno orodje je pripomoček ping. Ta pripomoček se uporablja za zagotavljanje osnovnega preizkusa povezljivosti med dvema mrežnima napravama. To se izvede z uporabo protokola ICMP, ki ima možnost pošiljanja paketa ciljnemu gostitelju in mehanizma za poslušanje odgovora tega gostitelja. Preprosto rečeno, če gostitelj, ki je zaprosil, prejme odgovor od ciljnega gostitelja, je ta gostitelj dosegljiv.

Na primer, če nimamo internetne povezave v šoli, lahko uporabimo pripomoček ping tako, da ugotovimo, ali težava obstaja znotraj šole ali v omrežju ponudnika interneta (če dobimo odziv od prehoda – gateway, potem naše interno omrežje deluje, in je napaka pri ponudniku oz. nekje na strani usmerjevalnika, v nasprotnem primeru imamo napako na šoli in jo moramo rešiti sami).

Odgovor od naprave lahko dobimo preko IPv4 ali pa IPv6 protokola, odvisno od konfiguracije sistema.

```
Pinging lajnar.arnes.si [2001:1470:8000::b106:67] with 32 bytes of data:
Reply from 2001:1470:8000::b106:67: time=2ms
Reply from 2001:1470:8000::b106:67: time=2ms
Reply from 2001:1470:8000::b106:67: time=3ms
Reply from 2001:1470:8000::b106:67: time=2ms

Ping statistics for 2001:1470:8000::b106:67:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 3ms, Average = 2ms
```

Ukaz ping

tracert: Običajno se lahko, ko je pripomoček za ping uporabljen za določitev osnovne povezljivosti, uporabi pripomoček tracert za določitev natančnejših informacij o poti do ciljnega gostitelja, vključno s potjo, ki jo sprejme paket in odzivnim časom teh vmesnih gostiteljev. To je uporabno v primeru, da nam povezava ne deluje, ne vemo pa, kje na poti se ustavijo paketi. (na OS Linux - **traceroute**)

```
Tracing route to lajnar.arnes.si [2001:1470:8000::b106:67]
over a maximum of 30 hops:

  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    2a01:260:4033::1
  2   1 ms     1 ms     1 ms     2a01-260-4033--1.link6.t-2.net [2a01:260:4033::1]
  3   1 ms     <1 ms    <1 ms    2a01-260-1-1--38.core6.t-2.net [2a01:260:1:1::38]
  4   2 ms     2 ms     2 ms     2a01-260-1-1--2e.core6.t-2.net [2a01:260:1:1::2e]
  5  44 ms     7 ms     2 ms     six-v6.arnes.si [2001:7f8:46::2107]
  6   2 ms     2 ms     2 ms     2001:1470:a:10::b
  7   2 ms     2 ms     2 ms     kosuta-v6.arnes.si [2001:1470:8000:300::4]
  8   3 ms     2 ms     2 ms     2001:1470:8000::b106:67

Trace complete.
```

Ukaz tracert

pathping: gre za kombinacijo orodja ping in tracert, ki nam poda ubistvu enake informacije, vendar naenkrat s podrobno analizo. Časovno traja sama izvedba ukaza malce dlje, saj izračuna statistično povprečje časovnih odgovorov. Iz podatkov se lahko vidi, katera vozlišča na protokol ne odgovarjajo, podatki pa kljub temu pridejo do destinacije.

```

Tracing route to lajnar.arnes.si [2001:1470:8000::b106:67]
over a maximum of 30 hops:
 0  DESKTOP-6DC7K6B.lan [2a01:260:4033:1:48fc:c060:3a38:68c3]
 1  2a01:260:4033:1::1
 2  2a01-260-4033--1.link6.t-2.net [2a01:260:4033::1]
 3  2a01-260-1-1--38.core6.t-2.net [2a01:260:1:1::38]
 4  2a01-260-1-1--2e.core6.t-2.net [2a01:260:1:1::2e]
 5  six-v6.arnes.si [2001:7f8:46::2107]
 6  2001:1470:a:10::b
 7  kosuta-v6.arnes.si [2001:1470:8000:300::4]
 8  2001:1470:8000::b106:67

Computing statistics for 200 seconds...
Hop  RTT      Source to Here  This Node/Link  Address
     Lost/Sent = Pct  Lost/Sent = Pct
 0  0ms      0/ 100 = 0%    0/ 100 = 0%    DESKTOP-6DC7K6B.lan [2a01:260:4033:1:48fc:c060:3a38:68c3]
 1  0ms      0/ 100 = 0%    0/ 100 = 0%    2a01:260:4033:1::1
 2  2ms      0/ 100 = 0%    0/ 100 = 0%    2a01-260-4033--1.link6.t-2.net [2a01:260:4033::1]
 3  1ms      0/ 100 = 0%    0/ 100 = 0%    2a01-260-1-1--38.core6.t-2.net [2a01:260:1:1::38]
 4  2ms      0/ 100 = 0%    0/ 100 = 0%    2a01-260-1-1--2e.core6.t-2.net [2a01:260:1:1::2e]
 5  6ms      0/ 100 = 0%    0/ 100 = 0%    six-v6.arnes.si [2001:7f8:46::2107]
 6  ---     100/ 100 =100% 100/ 100 =100% 2001:1470:a:10::b
 7  ---     100/ 100 =100% 100/ 100 =100% kosuta-v6.arnes.si [2001:1470:8000:300::4]
 8  5ms      0/ 100 = 0%    0/ 100 = 0%    2001:1470:8000::b106:67

Trace complete.

```

Ukaz pathping

nslookup: najpogostejše težave povezovanja v mrežo se osredotočajo na težave z razreševanjem imen oz. preslikavo v IP naslove. DNS (domain name system) uporabljajo vsi, ki uporabljajo internet za razreševanje splošno znanih domenskih imen (npr. google.com) na običajno neznane naslove IP (tj. 34.22.11.147). Če ta sistem ne deluje, večina funkcionalnosti, s katero so ljudje navajeni, izgine, saj ni mogoče razrešiti teh informacij. Pripomoček nslookup lahko uporabite za iskanje določenih naslovov IP, ki so povezani z imenom domene. Torej preverimo, če na lokalnem računalniku sploh deluje DNS sistem ali če je domena vpisana v DNS-ju pravilno. Poleg preprostega iskanja lahko pripomoček nslookup poizveduje določene DNS strežnike, da bi ugotovil težavo s privzetimi strežniki DNS, konfiguriranimi na gostitelju. Na spodnji sliki je prikazan primer, kako lahko uporabite pripomoček nslookup za poizvedbo informacij o domeni www.arnes.si. (na OS Linux - **dig**)

```

Server: prestreljenik.arnes.si
Address: 193.2.1.66

Non-authoritative answer:
Name:    lajnar.arnes.si
Addresses: 2001:1470:8000::b106:67
          193.2.1.67
Aliases: www.arnes.si
          splet.arnes.si

```

Ukaz nslookup

arp -a: prikaže vnose v predpomnilniku ARP (Address Resolution Protocol), ki vsebuje eno ali več tabel, ki se uporabljajo za shranjevanje naslovov IP in njihovih razrešenih fizičnih naslovov MAC. Na računalniku je nameščena ločena tabela za vsako omrežno kartico. Z ukazom arp lahko pregledujete in spreminjate vnose tabele ARP na lokalnem računalniku. Ukaz arp je uporaben za ogled predpomnilnika ARP in reševanje težav z reševanjem naslovov. Primer uporabe: z ukazom ping (protokol ICMP) poizkušamo doseči ciljno napravo (IP), a se nam ta ne odziva in ne dobimo odgovora. V tem trenutku ubistvu ne vemo točno, ali je naprava nedosegljiva ali pa je mogoče vmes požarni zid ipd., ki nam tega ne dovoljuje. Če pogledamo v lokalno ARP tabelo in imamo vnos MAC naslova poleg željenega IP, lahko z zagotovostjo trdimo, da je aktiven požarni zid. Torej rešujemo problem/težavo naprej.

```
Interface: 192.168.0.44 --- 0x5
Internet Address      Physical Address      Type
192.168.0.1          a0-f3-c1-73-1b-88    dynamic
192.168.0.8          00-11-32-23-f9-70    dynamic
192.168.0.255        ff-ff-ff-ff-ff-ff    static
224.0.0.22           01-00-5e-00-00-16    static
224.0.0.251          01-00-5e-00-00-fb    static
224.0.0.252          01-00-5e-00-00-fc    static
239.255.255.250      01-00-5e-7f-ff-fa    static
255.255.255.255      ff-ff-ff-ff-ff-ff    static
```

Ukaz arp -a

Reševanje težav pri povezovanju v omrežje eduroam

Če zaznate težave pri povezovanju v omrežje eduroam in ste manj vešč z uporabo zgornjih orodij (predvsem na mobilnih napravah), lahko pooblaščen oseba organizacije sporoči podatke, ki vam bodo težave pomagale odpraviti. Seveda je tu predpostavljeno, da vam žično omrežje deluje, saj sicer omenjenega postopka ne boste mogli dokončati.



Postopek in navodila: <https://arnes.splet.arnes.si/pomoc-uporabnikom/eduroam/resevanje-tezav-pri-povezovanju-v-omrezje-eduroam/>

Spodaj na isti spletni strani, se nahaja tudi povezava do obrazca (AAI prijava), kjer lahko omenjeno napako posredujete Arnesu: <https://portal.arnes.si/portal/error-report>

Nalogi:

1. Kandidat nariše shemo omrežja (logično in fizično) na svoji šoli, jo dopolni in doda vse potrebne elemente, ki so opisani v zgornjem postopku. Poizkusi pridobiti že narisano shemo od izvajalca v okviru projekta WLAN2020. V nasprotnem primeru uporabi predlog sheme in nariše od začetka. Vpisani naj bodo tudi podatki o konfiguraciji stikal.
2. Kandidat preveri delovaje vseh CMD ukazov za reševanje in diagnostiko mrežnih težav ter opiše realni problem ali pa doda svoj predlog rešitve danega problema. Potek in uporabo ukazov poveže s pripadajočo logično shemo svojega omrežja in se zaveda pomembnosti dokumentacije.