Univerzitet u Nišu
JUNIS

Glavni projekat lokalne računarske mreže Fakulteta zaštite na radu Univerziteta u Nišu

Niš, mart 2005.

NAZIV OBJEKTA	Lokalna računarska mreža Fakulteta zaštite na radu Univerziteta u Nišu
MESTO GRADNJE	Niš, Čarnojevića 10
VRSTA PROJEKTA	Glavni projekat lokalne računarske mreže Fakulteta zaštite na radu Univerziteta u Nišu
PROJEKTNI TIM	
Rukovodilac projekta	Stanko Randelović, dipl.inž.
Projektanti	Stanko Randelović, dipl.inž. Ivana Petković, dipl.inž. Ratko Bučić, inž.
Saradnici	Mr Dejan Krstić, dipl.inž.

Sadržaj

Sadržaj 3
1. Projektni zadatak 5
1.1. Opšti deo 5
1.2. Tehnički deo 5
2. Uvod 8
2.1. Rešenje o imenovanju koordinacionog i ekspertskog tima za realizaciju SinYU i SinSEE projekta 10
2.2. Izjava o primenjenim zakonima i propisima 13
3. Tehnički opis 14
3.1. Izbor koncepcije mreže 14
3.2. Generalni tehnički opis rešenja LAN FZNR Niš 15
3.2.1. Razvodni ormani 15
3.2.2. Kablovska instalacija 16
3.2.2.1. Kablovska instalacija za povezivanje razvodnih ormana 16
3.2.2.2. Horizontalna kablovska instalacija 17
3.2.2.3. Kablovska instalacija u radnom prostoru 19
3.2.3. Protokoli 20
3.3. Opis lokacije 21
3.3.1. Izvođenje instalacija 21
3.4. Sigurnost i zaštita 23
3.4.1. Karakteristike sistema zaštite 23
3.4.2. Sigurnost i zaštita na nivou operativnog sistema 24
3.4.3. Sigurnost i zaštita komunikacione opreme 25
3.4.4. Sigurnost i zaštita u TCP/IP mrežnom okruženju 25
3.4.5. Organizaciono tehnički uslovi za smeštaj i funkcionisanje LAN-FZNR 26
4. Tehnički uslovi 27
4.1. Opšte odredbe 27
4.2. Instalacija računarske mreže na bazi UTP/SFTP kablova 28
4.2.1. Kablovski kanali 29
4.2.2. Fiksni UTP/SFTP kablovi 29
4.2.3. UTP kablovi za prespajanje (*patch*-kablovi) 31
4.2.4. RJ-45 utičnice 31
4.3. Rek orman 32
4.4. Napajanje opreme 33
4.5. Obeležavanje 33
4.6. Instalacija aktivne komunikacione opreme 34
4.7. Završne odredbe 35
5. Tehničke mere zaštite pri izvođenju radova 36
6. Prilog o zaštiti na radu 37
6.1. Opasnosti i štetnosti 37
6.2. Preventivne mere 37
6.2.1. Zaštita od mehaničkih opasnosti 37
6.2.2. Zaštita od opasnosti udara električne struje 38
6.2.3. Zaštita od opasnosti kod održavanja i opsluživanja uređaja i instalacije računarske mreže. 38
6.2.4. Zaštita od požara 39
7. Predmer materijala i radova 40
7.1. Instalacioni materijal i radovi 40
7.2. Aktivna komunikaciona oprema 42

8. Literatura 43
9. Prilozi 45
Prilog 9.1. Grafički prikaz računarske mreže Univerziteta u Nišu 45
Prilog 9.2. Tehničke karakteristike Cisco Switch-eva serija Catalyst 3550 46
Prilog 9.3. Tehničke karakteristike Cisco Switch-eva serija Catalyst 2950G-48 51
10. Grafička dokumentacija 57
10.1. Jednopolna šema 57
10.2. Rek ormani – šema montiranja 58
10.3. Šema projektovanog kablovskog razvoda po spratovima 59

1. Projektni zadatak

1.1. Opšti deo

PREDMET:	Glavni projekat lokalne računarske mreže Fakulteta zaštite na radu u Nišu
OBJEKAT:	Lokalna računarska mreža Fakulteta zaštite na radu Univerziteta u Nišu
MESTO GRADNJE:	Niš, Čarnojevića 10
NAZIV DOKUMENTA:	Projektni zadatak

1.2. Tehnički deo

CILJEVI PROJEKTA

Lokalna računarska mreža Fakulteta zaštite na radu u Nišu je sastavni deo, segment univerzitetske računarske mreže, tj., Akademske mreže Srbije. Zato je koncept daljeg razvoja LAN-a Fakulteta zaštite na radu u Nišu (u daljem tekstu LAN-FZNR) u skladu sa konceptom realizacije i razvoja računarske mreže Univerziteta u Nišu. Za realizaciju univerzitetske računarske mreže odabran je koncept savremene otvorene mreže koja objedinjuje lokalne mreže pojedinih fakulteta u jedinstveni informacioni sistem, koji obezbeđuje korišćenje svih *Internet* servisa, korišćenje aplikativnih podsistema namenjenih automatizaciji redovnih delatnosti fakulteta, kao i nastavnu i naučnu delatnost na fakultetima i institutima. U skladu sa tim, Glavni projekat će sadržati analizu postojećeg stanja računarske i komunikacione opreme, koncepciju izgradnje lokalne mreže Fakulteta u skladu sa zahtevima i standardima *SINSR* projekta, tj. predviđena je veza optičkim kablom sa glavnim čvorištem univerzitetske mreže u JUNIS-u i gigabitni prenos u okviru LAN-a Fakulteta.

Pomenuti *SINSR* projekat - nekada *SINYU* (*Scientific Information Network*) – je projekat računarske mreže koja u Srbiji povezuje univerzitetske centre brzinama od 2.5 *Gbps*, a u okviru gradova brzinama od 1 *Gbps* uz korišćenje savremene telekomunikacione opreme firme *Cisco*. Projektom je takode predviđeno da se inoviraju postojeće ili realizuju nove i savremene lokalne računarske mreže na svim fakultetima i institutima koji čine sastavni deo *SINSR* projekta. Ovim projektom su definisani osnovni zajednički principi i standardi koji treba da važe za projektovanje lokalnih računarskih mreža u svim univerzitetskim centrima u Srbiji, uključivši vrste i tipove kablova, uslove za zaštitu i instaliranje aktivne komunikacione opreme i dr.

Glavni delovi projekta biće tehnički opis, uslovi i mere zaštite, predmer pasivne i aktivne opreme i potrebnih radova za realizaciju LAN-a, kao i kompletna grafička dokumentacija.

PREDMET PROJEKTA I TEHNIČKI ZAHTEVI

Ovaj projektni zadatak se odnosi na izradu tehničke dokumentacije Glavnog projekta Lokalne računarske mreže Fakulteta zaštite na radu na lokaciji Čarnojevića 10.

Zgrada Fakulteta ima ukupno 6 etaža (podrum, prizemlje i 4 sprata). Projektom treba predvideti realizaciju mreže i integraciju već postojećih segmenata LAN-a u svim definisanim prostorijama zgrade fakulteta:

- Podrum
- Prizemlje
- I sprat
- II sprat
- III sprat
- IV sprat

SPECIFIKACIJA TEHNIČKIH ZAHTEVA

Da bi se izašlo u susret povećanim zahtevima koji se ogledaju pre svega u potrebi povećanja propusnog opsega i maksimalnom poboljšanju kontrole i upravljanja mrežom, neophodno je prilikom izrade projekta imati u vidu savremene tehnologije za realizaciju računarskih mreža koje su definisane konceptom mreža treće generacije, što zahteva najsavremeniju mrežnu opremu i struktuirani kablovski sistem.

Glavni projekat LAN-FZNR mora da bude u saglasnosti sa relevantnim međunarodnim i domaćim standardima iz oblasti telekomunikacija i računarskih komunikacija, kao i sa svetskim tehnološkim trendovima.

Prilikom izrade projekta treba imati u vidu sledeće elemente i procene:

- Jedinstveno kabliranje cele zgrade.
- U zgradi je postojalo 62 priključna mesta. Precizan broj projektovanih priključnih mesta u radnom prostoru je dimenzionisan prema konkretnim potrebama u zavisnosti od namene prostorija, broja i strukture zaposlenih. Procena tog broja je oko 264 utičnica. Takođe, treba voditi računa da neke prostorije, u budućnosti, mogu da promene funkciju i da kao posledica toga može da dođe do promene broja radnih mesta u odnosu na trenutno stanje u tim prostorijama.
- Sistem kabliranja se mora strogo uklopiti u standarde kao što je ISO/IES 11801 i EIA/TIA 568. Postojaće jedno centralno čvorište na nivou objekta i tri spratna čvorišta. Za spratove sa manjim brojem predviđenih priključnih mesta, moguć je izostanak spratnog čvorišta, odnosno povezivanje pripadajuće horizontalne

instalacije na susedno spratno čvorište. Centralno i spratna čvorišta kao i dodatni predviđeni uređaji biće smešteni u razvodnim ormanima. Razvodni orman treba da omogući fizičko izolovanje svih predviđenih uređaja, panela za prepovezivanje i ostalih panela, a takođe i da omogući jednostavno prepovezivanje kablova i rekonfiguraciju mreže. Adaptaciju prostora, za smeštanje razvodnog ormana, kao i dovod napajanja i uzemljenja do ormana obezbediće Investitor.

- Centralno čvorište će biti povezano sa čvorom kičme JUNIS mreže i sa spratnim čvorištima, a prostorija mora biti klimatizovana i pod neprekidnim napajanjem.
- Za vertikalnu kablovsku instalaciju će se primeniti SFTP kablovi, a za horizontalno kabliranje koristiće se UTP tehnologija.
- Za polaganje kablova treba koristiti postojeće tehničke mogućnosti (parapet, tehničke kanale, duple podove i plafone itd.), a gde ne postoje, predvideti plastične kanalice za vidno polaganje, koje zadovoljavaju estetske kriterijume u radnom prostoru.

SPECIFIKACIJA IZRADE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Tehnička dokumentacija glavnog projekta LAN-FZNR treba da sadrži sledeće stavke:

- Tehnički opis, gde se iznose tehnički detalji primenjenih rešenja.
- Tehnički uslovi, gde se iznose tehnički uslovi i način instalacije pasivne i aktivne opreme.
- Tehnička specifikacija materijala, uređaja i radova, sa preciznim količinama svih pozicija.
- Predmer celokupne pasivne i aktivne opreme, kao i radova instalacije, testiranja i puštanja u rad računarske mreže.
- Grafička dokumentacija, koja sadrži sledeće:
  - situaciju objekta
  - blok šemu povezivanja
  - sve relevantne građevinske osnove objekta sa ucrtanom kablovskom instalacijom i priključnim mestima.

Kompletan projekat će biti dostavljen Fakultetu zaštite na radu u štampanoj formi u dva primerka i jedan primerak u elektronskoj formi.

Investitor:
Fakultet zaštite na radu u Nišu

2. Uvod

U okviru projekta SNTIS/Akademske mreže Srbije 1992. godine urađen je i projekat Računarske mreže Univerziteta u Nišu kojim su obuhvaćeni svi fakulteti Univerziteta kao i instituti i univerzitetske klinike koje gravitiraju Univerzitetu u Nišu. U prilogu 9.1. dat je grafički prikaz mreže.

Računarska mreža Univerziteta u Nišu projektovana je i od početka realizovana kao savremena otvorena mreža namenjena da za potrebe korisnika obezbedi korišćenje svih Internet servisa i da zadovolji ostale potrebe vezane za obrazovnu i naučnu delatnost na fakultetima i institutima.

Značajan korak u razvoju te mreže učinjen je kada je tokom 2001. godine inicijativa predstavnika Instituta za fiziku Max Planck iz Minhena i njihovih kolega iz Srbije prerasla u projekat SINYU (*Scientific Information Network*), odnosno projekat računarske mreže koja u Srbiji i Jugoslaviji povezuje univerzitetske centre brzinama od 2.5 Gbps, a u okviru gradova brzinama od 1 Gbps uz korišćenje savremene telekomunikacione opreme firme *CISCO*.

Projektom je takođe predviđeno da se inoviraju postojeće ili realizuju nove i savremene lokalne računarske mreže na svim fakultetima i institutima koji čine satavni deo SINYU projekta.

Kao rezultat ovakvog opredeljenja može se sagledati dalji razvoj Intraneta Univerziteta u Nišu. Kada se radi o Fakultetu zaštite na radu planiran je prelazak na optičku vezu prema JUNIS-u. Projekat LAN FZNR se bazira na prethodno pomenutim ciljevima.

Radi obezbedjivanja medjunarodnih donacija za SINYU projekat i da se u njega uključe i susedne zemlje, definisan je i novi širi projekat SINSEE (*Scientific Information Network for South Eastern Europe*), sada SEEREN, čiji sastavni deo je i SINYU, sagledan kao prva faza realizacije šireg projekta.U isto vreme je i učinjen krupan korak u ubrzavanju realizacije Projekta pošto je Institut Max Planck od nemačke vlade uspeo da dobije određena inicijalna sredstva za potrebe Projekta u Srbiji, ali namenski i isključivo za povezivanje i realizaciju lokalnih mreža prirodno-matematičkih fakulteteta univerziteta u Beogradu i Nišu. Na osnovu toga je definisana tzv. pilot faza Projekta čiji je sastavni deo i Projekat lokalne računarske mreže na PMF-u Univerziteta u Nišu, kao i povezivanje te mreže sa JUNIS-om.

Iskustva iz prvog perioda rada na Projektu SINYU pokazala su da je neophodno da se u Srbiji formira odgovarajući projektantski tim da bi saradnja sa stranim partnerima bila uspešna. U Ministrarstvu za nauku, tehnologije i razvoj Srbije, koje je koordinator Projekta, formiran je projektni tim u Srbiji čiji rad koordinira ministar, a tim se sastoji iz Koordinacionog tima, i Ekspertskog tima od devet članova u kome su članovi i Stanko Ranđelović i Ratko Bučić (videti dokument u poglavlju 2.1.), članovi projektnog tima koji izrađuje Glavni projekat FZNR-a. Početkom 2003. formiran je i tim za rad na projektu SEEREN (South Eastern European Research and Education Network,), sa ciljem da se akademska mreža Srbije poveže sa akademskim mrežama okolnih zemalja, i dalje na

DANTE i TERENA mreže. Projekat koordinira akademska mreža Grčke pod pokroviteljstom EU. Kao prvi rezultat projekta uspostavljen je link propusnog opsega od 34 Mbps prema Grčkoj.

Osnovni zadaci navedenih timova odnose se na koordinaciju rada sa stranim partnerima, koordinaciju rada na Projektu u zemlji, uključivši i rad na projektovanju novih i reviziji postojećih projekata lokalnih računarskih mreža na fakultetima i institutima čiju realizaciju finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj. Pored ostalog, Koordinacioni tim je usvojio i neke zajedničke principe i standarde koji treba da važe za projektovanje lokalnih računarskih mreža u svim univerzitetskim centrima u Srbiji, uključivši vrste i tipove kablova, uslove za zaštitu i instaliranje aktivne komunikacione opreme i dr.

2.1. Rešenje o imenovanju koordinacionog i ekspertskog tima za realizaciju SinYU i SinSEE projekta

br. 119-01-09/2002.01 od 29. 01. 2002. god. Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj, Nemanjina 22-26, 11000 Beograd, SR Jugoslavija

Република Србија
Министарство за науку,
технологије и развој
Немањина 22 - 26
11000 Београд, СР Југославија

Republic of Serbia
Ministry of Science,
Technologies and development
Nemanjina Str. 22 – 26
11000 Belgrade, FR Yugoslavia

Tel: +381 (0)11-361-65-84, 688-047 * Fax: +381 (0)11-361-65-16 * E-Mail: *administrator@ant.bg.ac.yu*

Бр / №: 119-01-09/2002.01
Датум / Date: 29.01.2002.

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
Примљено: 13. 02. 2002

Орг. јед.	Број	Прилог
9	0-01-001/02	001

Predmet: Rešenje o imenovanju Koordinacionog tima i Ekspertskog tima za realizaciju SinYu i SinSee projekata

Za potrebe realizacije SinYu/SinSee projekta (u nastavku: Projekat), kao i rukovođenje i administriranje Akademske mreže do formiranja adekvatnog pravnog lica, imenuje se Koordinacioni tim i Ekspertski tim u sledećem sastavu:

Koordinacioni tim

- prof.dr. Zoran Jovanović, RCUB, rukovodilac Koordinacionog tima
- prof. dr. Miodrag Ivković, Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj, član
- prof.dr. Zora Konjović, ARMUNS, član
- mr Dušan Korunović, saradnik Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj, član
- Miloš Čomić, UNIC, član

Ekspertski tim

- mr Mara Bukvić, RCUB, koordinator
- mr Slavko Gajin, RCUB
- mr Pavle Vuletić, RCUB
- Đorđe Vulović. RCUB
- Ivan Nejgebauer, ARMUNS
- Milan Kerac, ARMUNS
- Stanko Ranđelović, JUNIS
- Ratko Bučić, JUNIS
- mr Zoran Mihailović, UNIC

Nadležnost i zadaci Koordinacionog tima su sledeći:

1. da priprema predloge Ministru za nauku, tehnologije i razvoj u vezi sa razvojem Akademske mreže i posebno projekata
2. da ukazuje Ministru za nauku, tehnologije i razvoj na potrebe, zahteve i probleme pri realizaciji Projekta i predlaže mere za njihovo prevazilaženje
3. da radi po nalozima koje definiše Ministar za nauku, tehnologije i razvoj
4. da definiše strateške pravce, prioritete, faze i načine realizacije Projekata
5. da organizuje i rukovodi realizacijom različitih faza i segmenata Projekta
6. da komunicira i koordinira rad sa stranim partnerima na operativnom nivou (usklađivanje faza i prioriteta realizacije, razmena informacija, operativna korespodencija itd.)
7. da, zajedno sa Ekspertskim timom, verifikuje, ocenjuje i daje saglasnost na predložena infrastrukturna rešenja za sve nivoe Akademske mreže, uključujući lokalne mreže koje finansira Ministrastvo za nauku, tehnologije i razvoj
8. da nadgleda rad Ekspertskog tima
9. da redovno izveštava Ministra za nauku, tehnologije i razvoj o realizaciji Projekta i stanju u Akademskoj mreži
10. da rukovodi i sprovodi ostale organizacione poslove vezane za Projekat i postojeću Akademsku mrežu.

Nadležnost i zadaci Ekspertskog tima su sledeći:

1. da radi po nalozima Koordinacionog tima
2. da pomaže Koordinacionom timu pri donošenju odluka iz tehničkog domena
3. da ukazuje Koordinacionom timu na potrebe, zahteve i probleme pri realizaciji Projekta i predlaže mere za njihovo rešavanje
4. da definiše, verifikuje i usklađuje tehnička rešenja sa inostranim tehničkim timom
5. da izrađuje glavne projekte i tehnička rešenja različitih segmenata Projekta i administriranja Akademske mreže (WAN, MAN, LAN, pasivna infrastruktura, protokoli rutiranja, adresni prostor, servisi, različiti konfiguracioni parametri itd.)
6. da organizuje, rukovodi, nadgleda i verifikuje rad ostalih tehničkih timova pri pojedinačnom izvođenje poslova
7. da propisuje uslove i sprovodi tehnički prijem i puštanje u rad svih lokalnih mreža u Akademskoj mreži
8. da izveštava Koordinacioni tim o realizaciji Projekta
9. da sprovodi ostale tehničke poslove realizacije Projekta i administracije postojeće Akademske mreže

Za potrebe rada Koordinacionog i Ekspertskog tima **SinYu/SinSee** projekta, Ministrastvo za nauku, tehnologije i razvoj, obezbeđuje namenska sredstva za:

- troškove obavljanja poslova iz tačke 7. iz nadležnosti Koordinacionog tima i tačaka 4., 5. i 7. iz nadležnosti Ekspertskog tima
- putne troškove za obavljanje poslova iz tačke 7. iz nadležnosti Koordinacionog tima i tačaka 4., 5. i 7. iz nadležnosti Ekspertskog tima
- materijalne troškove za stručno usavršavanje Ekspertskog tima

Institucije koje su uključene u realizaciju Projekta ili su već povezane na Akademsku mrežu, su obavezne da sarađuju sa Koordinacionim i Ekspertskim timom na realizaciji navedenih poslova u delu koji se odnosi na pojedinačne institucije.

Ovo rešenje stupa na snagu neposredno po potpisivanju.

Ministar za nauku, tehnologiju i razvoj
prof. dr. Dragan Domazet

Министар за науку, технологију и развој
проф. др Драган Домазет

2.2. Izjava o primenjenim zakonima i propisima

IZJAVA O PRIMENJENIM ZAKONIMA I PROPISIMA

Izjavljujemo da su prilikom izrade ovog projekta u cilju obezbeđenja nalaženja optimalnih rešenja i definisanja uslova za realizaciju ovog tehničkog rešenja, kao i obezbeđenja zaštite na radu, poštovani svi relevantni zakoni, tehnički propisi i standardi iz predmetne oblasti:

1. Zakon o zaštiti na radu SR Srbije (Sl. glasnik SR Srbije 21/78, 23/78, 22/79, 10/85, 42/1991, 53/1993).
2. Zakon o izgradnji objekta SR Srbije (Sl. glasnik Republike Srbije br. 44/95).
3. Generalni plan veza ZJ PTT.
4. Zaštita telekomunikacionih vodova od neposrednog ili posrednog dodira sa energetskim vodovima, ZJPTT, Beograd, 1976.
5. ANSI/TIA/EIA-568-A – Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, 1995.
6. IEC 847 – Characteristics of Local Area Networks, ISO/IEC, 1988.
7. ISO/IEC 11801 – Generic cabling for customer premises cabling, 1995.

Rukovodilac Projekta

Stanko Randelović, dipl. inž.

3. Tehnički opis

3.1. Izbor koncepcije mreže

Koncept lokalne računarske mreže Fakulteta zaštite na radu u Nišu ima sledeće bitne karakteristike:

- lokalna računarska mreža Fakulteta se realizuje najsavremenijim tehnologijama (*Fast Ethernet*, komutacija, virtuelne mreže, UTP/SFTP kablovi kategorije 5E za razvod)
- komunikacionu opremu predstavljaju komutatori (*switch*-evi), koji omogućuju povezivanje svih mrežnih uređaja na 10/100 Mbps na bilo kojoj utičnici
- komunikaciona čvorišta se vezuju SFTP kablom na brzini 1000 Mbps
- osnovni komunikacioni protokoli su TCP/IP komunikacioni protokoli, jedinstveni za celu mrežu i sve brzine.

Ovakvim konceptom postiže se nekoliko bitnih karaktersitika mreže: uniformnost, jedinstvenost, skalarnost (nadgradivost) i transparentnost.

Uniformnost: jedinstven kablovski razvod, utičnice, i *patch* paneli, jedan protokol, uniformni način priključivanja na mrežu, minimalna raznovrsnost komunikacione opreme.

Jedinstvenost: Sva računarska oprema u okviru FZNR-a čini jedinstvenu računarsku mrežu u kojoj je sa bilo koje tačke u mreži omogućen pristup bilo kom od servera bez obzira gde se oni nalaze. Na taj način je omogućeno efikasno deljenje svih računarskih resursa kroz mrežu, izgradnja aplikacija baziranih na klijent-server modelu, kao i približavanje potrebnih resursa krajnjem korisniku bez obzira na lokaciju gde se on nalazi.

Nadgradivost ovako realizovane računarske mreže je takođe veoma bitna osobina. Ona se ogleda kroz mogućnost proširenja opreme, povezivanja uređaja u prostorijama koje se povremeno koriste, a u slučaju potrebe i proširenja mreže na nove prostorije. Nadgradivost sistema ne utiče na performanse postojećeg sistema. Međusobna veza između komunikacionih čvorišta je projektovana tako da se može umnogostručavati, a zamenom komunikacione opreme i povećavati brzina kanala.

Transparentnost omogućava korisniku da sa bilo kog računara u mreži koji ima odgovarajuće resurse, može da koristi svoje aplikacije uz odgovarajuću softversku zaštitu. Ova osobina takođe podrazumeva prenosivost računarske opreme sa bilo kog priključnog mesta, na bilo koje drugo priključno mesto bez promene njene funkcionalnosti.

3.2. Generalni tehnički opis rešenja LAN FZNR Niš

Glavni projekat računarske mreže FZNR-a urađen je u skladu sa projektnim zadatkom i važećim zakonima i propisima navedenim u literaturi.

Tehničkim rešenjima je obuhvaćena Lokalna računarska mreža koja omogućava povezivanje radnih stanica i servera lociranih po spratovima fakulteta. Osnovne komponente lokalne mreže koje se razmatraju ovim Projektom čine:

- komunikaciona čvorišta i razvodni ormani
- kablovska instalacija i to:
  - kablovska instalacija za povezivanje razvodnih ormana
  - horizontalna kablovska instalacija
  - vertikalna kablovska instalacija
  - kablovska instalacija u radnom prostoru
- protokoli

3.2.1. Razvodni ormani

Razvodni ili rek ormani predstavljaju koncentracije kablova i komunikacione opreme određenog segmenta lokalne računarske mreže. Veće mreže sadrže veći broj rek ormana, koji se hijerarhijski povezuju u topološkoj strukturi stabla. Koren ovakve strukture predstavlja glavno komunikaciono čvorište mreže, odnosno glavni razvodni orman (*Building Distributor - BD*). Periferna komunikaciona čvorišta, odnosno periferni razvodni ormani se generalno realizuju po spratovima, pa se nazivaju i spratnim razvodnim ormanima (*Floor Distributor - FD*).

Rek ormani su standardne širine od 19 inča, koji sa prednje i zadnje strane ormana imaju dve perforirane vertikalne šine za montiranje opreme. Rastojanje između bližih ivica šina iznosi 450mm, rastojanje između vertikalnih osa otvora perforacija iznosi 466mm, rastojanje između daljih vertikalnih ivica šina nije manje od 482mm (19 inča). Rek orman je sa prednje strane zatvoren staklenim vratima sa ključem.

Visine rek ormana, kao i elemenata koji se postavljaju u njih se izražavaju u jedinicama *U* (pojedini proizvođači koriste i oznaku *E*), koje iznose 44,45mm. Veći rek ormani treba da poseduju sa gornje strane ventilatore i otvore za izduvavanje vazduha iz rek ormana naviše, dok sa donje strane postoji otvor za uvlačenje svežeg vazduha. Zadnja strana rek ormana treba takođe da bude pristupačna, sem ako se on ne montira na zid.

Rek ormani generalno treba da sadrže komunikacione uređaje, odgovarajući broj razvodnih panela, panele za vođenje kablova sa obujmicama, panele za napajanje i policu, dok se preostala slobodna mesta popunjavaju panel maskama za pokrivanje praznina.

Razvodni paneli za bakarne parice sadrže određeni broj RJ45 utičnica kategorije 5E, koje se specificiraju u nastavku teksta. Razvodni paneli za optičke kablove poseduju odgovarajuće optičke utičnice (adaptere). Dodatno razvodni panel za optičke kablove treba da poseduje unutrašnji prostor za namotavanje i fiksiranje optičkih vlakana. Razvodni paneli mogu biti i modularnog karaktera, kada se popunjavaju samo sa određenim brojem i vrstom modula sa različitim utičnicama. U tom slučaju se nepopunjeni otvori popunjavaju odgovarajućim maskama.

Ispod svakog razvodnog panela treba postaviti panel za vođenje kablova sa obujmicama. Ovi paneli se postavljaju i ispod komunikacionih uređaja sa većim brojem portova za povezivanje.

Paneli za napajanje treba da sadrže ne manje od tri napojne utičnice sa uzemljenjem, za napajanje na mreži 220V/50Hz i centralni prekidač. Na ove utičnice se povezuju komunikacioni uređaji, dok se sam napojni panel povezuje na obližnju utičnicu niskonaponske mreže. Svi pokretni metalni delovi rek ormana, kao i metalna kućišta svih aktivnih uređaja koji se napajaju naponom od 220V, obavezno treba da budu povezani na šinu za izjednačavanje potencijala unutar rek ormana, a rek orman se povezuje na šinu za izjednačavanje potencijala u energetskom razvodnom ormanu.

Polica se postavlja u donji nepopunjeni deo rek ormana i služi za smeštanje rezervnog materijala, alata i dokumentacije. Dodatno se police mogu koristiti za smeštanje komunikacione opreme koja nije predviđena za montiranje u rek orman (*stand-alone serveri*).

Ostala nepopunjena mesta rek ormana se zatvaraju maskama za popunjavanje praznina.

3.2.2. Kablovska instalacija

Kablovsku instalaciju kao komponentu lokalne računarske mreže, prepoznajemo kao kablovsku instalaciju za povezivanje razvodnih ormana, horizontalnu i vertikalnu kablovsku instalaciju i kablovsku instalaciju za povezivanje u radnom prostoru. Elementi kablovske instalacije su kablovi, utičnice, konektori, kablovski kanali, trase kablova i potrebne karakteristike tih elemenata su generalno objedinjene i propisane međunarodnim standardima ISO/IEC 11801, ISO/IEC 8877, EIA/TIA - 568 (569).

3.2.2.1. Kablovska instalacija za povezivanje razvodnih ormana

Prema međunarodnom standardu ISO/IEC 11801, kablovsku instalaciju za povezivanje razvodnih ormana u zgradi (*building backbone cabling subsystem*) čine kablovi između razvodnih ormana sa završnim utičnicama, uključujući i kablove za prespajanje sa konektorima u glavnom razvodnom ormanu. Ova instalacija se često naziva kičma računarske mreže (*backbone*). Za povezivanje dva rek ormana u lokalnoj računarskoj mreži FZNR-a predviđen je SFTP kabl kategorije 5E.

Pošto rastojanja između razvodnih ormana nekad prelaze 90m, ova instalacija se onda izvodi kablovima sa optičkim vlaknima. Optičke veze dodatno garantuju prenos na većim brzinama, koje se mogu ubuduće koristiti. Ovakvo tehničko rešenje preko optičkih kablova se takođe može koristiti i za povezivanje udaljenih priključnih mesta, kada rastojanje prelazi specificiranih 90m za UTP/SFTP kablove, što nije slučaj u zgradi FZNR.

Kablovi za prepovezivanje u rek ormanu su savitljivi UTP kablovi kategorije 5E (*Fly Unshielded Twisted Pairs, Category 5E*), tj. kablovi sa četiri licnaste neoklopljene upredene bakarne parice (osam žila), sa karakteristikama koje su objedinjene standardom ISO/IEC 11801. Ovi kablovi se završavaju sa RJ45 konektorima kategorije 5E i koriste se za prespajanje utičnica u rek ormanu (*Flexible Cable, Patch Cord*).

U razvodnim ormanima generalno postoji velika koncentracija kablova za povezivanje (*patch cord*). Zato se oni moraju sistematizovano trasirati, za šta se koriste paneli za vođenje kablova sa obujmicama. Preporučuje se da konektori na oba kraja kablova za povezivanje budu vidno obeleženi određenom oznakom kabla.

Dužina kablova za povezivanje u razvodnom ormanu se eksplicitno ne specificira međunarodnim standardom, ali se podrazumeva da ukupna dužina od komunikacionog uređaja do krajnjeg računara ne sme da pređe 100m, s tim što se dužina kabla za povezivanje u rek ormanu, kao i dužina kabla za povezivanje u radnom prostoru računaju sa faktorom 1,5 u odnosu na stvarnu dužinu. Dužina kablova za povezivanje u rek ormanu obično iznosi 1,5 do 3m.

3.2.2.2. Horizontalna kablovska instalacija

Horizontalnu kablovsku instalaciju (*horizontal cabling subsystem*) čine kablovi od razvodnih ormana do priključnica u radnom prostoru, uključujući priključnice u razvodnom ormanu i radnom prostoru, kao i kablove za prepovezivanje u razvodnom ormanu. Svi elementi horizontalne kablovske instalacije moraju da zadovolje karakteristike D klase prenosa podataka na 100 MHz, odnosno brzine prenosa podataka od 100 Mbps (za ATM do 155Mbps). Potrebne karakteristike ovih elemenata su generalno objedinjene u međunarodnom standardu ISO/IEC 11801.

Za horizontalnu kablovsku instalaciju LAN-FZNR predviđaju se sledeći kablovi:

- kruti UTP kablovi kategorije 5E (*Wall Unshielded Twisted Pairs, Category 5E*), tj. kablovi sa četiri krute neoklopljene upredene bakarne parice (osam žila) punog preseka, sa karakteristikama koje su objedinjene standardom ISO/IEC 11801. Ovi kablovi se završavaju sa RJ45 utičnicama kategorije 5E i koriste se za direktne veze (bez nastavljanja) utičnica u razvodnim panelima rek ormana i zidnih priključnica u radnom prostoru (*Fixed Cable*).

- savitljivi UTP kablovi kategorije 5E (*Fly Unshielded Twisted Pairs, Category 5E*), tj. kablovi sa četiri licnaste neoklopljene upredene bakarne parice (osam žila), sa karakteristikama koje su objedinjene standardom ISO/IEC 11801. Ovi kablovi se završavaju sa RJ45 konektorima kategorije 5E i koriste se za prespajanje utičnica u rek ormanu (*Flexible Cable, Patch Cord*).

Predviđene utičnice tipa RJ45, kategorije 5E, zadovoljavaju međunarodni standard ISO/IEC 8877, i omogućavaju prenos podataka u klasi D prema međunarodnom standardu ISO/IEC 11801. Zadnja strana utičnica ima IDC konektore (*Insulation Displacement Contact*) za trajno fiksiranje krutih UTP kablova. Ove utičnice predstavljaju završetke UTP kablova fiksne horizontalne instalacije, koji se postavljaju bez nastavljanja od spratnog čvorišta do svakog priključnog mesta. Na jednom kraju UTP kabla, u rek ormanima utičnice se postavljaju u razvodnim panelima (*Patch Panels*). Svaka utičnica ima prostor za obeležavanje. U zavisnosti od proizvođača, utičnice u razvodnim panelima mogu biti fiksne ili modularne. U slučaju modularnih panela, postavljaju se moduli sa tačno određenim brojem utičnica, dok se ostala prazna mesta popunjavaju odgovarajućim maskama.

Na drugom kraju UTP kabla, za potrebe realizacije priključnih mesta u radnom prostoru, utičnice se postavljaju u odgovarajuće kutije priključnica (TO - *Telecommunication Outlet*). Predviđene su kutije sa mogućnošću postavljanja na zid, tzv. nazidne kutije. Preporučuje se korišćenje nazidnih kutija sa jednom i sa dve utičnice. Na koncentraciji sa parnim brojem utičnica se preporučuje montiranje samo nazidnih kutija sa dve utičnice, dok se na koncentraciji sa neparnim brojem utičnica preporučuje montiranje jedne nazidne kutije sa jednom utičnicom i potreban broj kutija sa dve utičnice. Svaka utičnica u nazidnim kutijama treba da ima prostor za obeležavanje i poklopac utičnice, koji je štiti od spoljašnjih uticaja (prašina, vlaga itd.) kada se ona ne koristi. U zavisnosti od proizvođača, utičnice u kutijama mogu biti fiksne ili modularne.

Predviđeni konektori za horizontalnu kablovsku instalaciju su RJ45 konektori kategorije 5E prema međunarodnom standardu ISO/IEC 8877, i koriste se kao završetci savitljivih UTP kablova za povezivanje utičnica u rek ormanima. Preporučuje se korišćenje gumenih navlaka za konektore, koji su u boji i omogućavaju jednostavnije nadgledanje i održavanje.

Od komunikacionih čvorišta u rek ormanima se vrši polaganje kablova do svakog pripadajućeg priključnog mesta (*Telecommunication Outlet - TO*). Kablovi se obavezno moraju postavljati iz jednog dela, bez nastavljanja, bez uvrtanja, istezanja i ostalih mehaničkih pritisaka i oštećenja. Kablovi horizontalnih insatalacija se obično postavljaju unutar istog sprata objekta, uz neophodne vertikalne prelaze sa poda do plafona itd. U zavisnosti od koncentracije i rasporeda priključnih mesta i izabrane topologije povezivanja, ponekad se koriste i vertikalni prelazi između različitih spratova, za povezivanje priključnih mesta i rek ormana na različitim spratovima. U slučaju da su ove veze po svemu drugome realizovane na isti način kao ostale veze horizontalne instalacije, one se smatraju sastavnim i ravnopravnim delom te instalacije.

Pri polaganju kablova koriste se plastični kablovski kanali. Kanali sa prednje strane imaju poklopac, koji treba da je fiksiran dovoljno čvrsto, da podnese opterećenje težine maksimalnog broja kablova koji mogu da stanu u kanal. Poželjno je da kanali imaju i držače kablova u kanalu, koji pojednostavljuju postavljanje kablova za bočno, a posebno za viseći postavljene kanale.

Kanali se mogu postavljati vidno ili sakriveno, horizontalno i vertikalno, na zid, pod ili plafon (viseći). U slučaju sakrivenog postavljanja (u dupli plafon, pod, parapet itd.) kanali ne moraju da zadovoljavaju estetske kriterijume (sem ako se drugačije ne zahteva). Nasuprot tome, za vidno postavljanje kanala u enterijeru, kanali bi trebalo da zadovolje estetske norme u skladu sa zahtevima i kriterijumima investitora. Kanali namenjeni za vidno postavljanje treba da imaju posebne elemente za nastavljanje, grananje i završavanje. Kanali se montiraju po predviđenim trasama na odgovarajuću podlogu (zid, pod, plafon itd.) i ukrajaju po potrebi. Za podlogu se kanali fiksiraju hol-šrafovima, koji se uvrću u prethodno postavljene plastične tiplove ili direktno u drvenu podlogu. Za ravne i glatke površine, kanali se mogu fiksirati odgovarajućim lepkom ili silikonom.

3.2.2.3. Kablovska instalacija u radnom prostoru

Kablovsku instalaciju u radnom prostoru (*Work Area Cabling*) čine veze računara sa nazidnim priključcima horizontalne kablovske instalacije. Ova instalacija se izvodi na sličan način kao i instalacija kablova za prespajanje u rek ormanima, odnosno instalacija savitljivih UTP kablova i RJ45 konektora. Dakle, za kablovsku instalaciju u radnom prostoru predviđeni su kablovi koji su identični sa kablovima za prepovezivanje u rek ormanima, odnosno predviđeni su savitljivi UTP kablovi kategorije 5E. Isto tako, konektori za ovu instalaciju su identični konektorima koji se koriste za prepovezivanje u rek ormanu, odnosno predviđeni su konektori tipa RJ45 kategorije 5E. Konektori se koriste kao završetci savitljivih UTP kablova i imaju gumene navlake u boji, radi jednostavnijeg nadgledanja i održavanja. Konektor na proizvoljnom kraju kabla se priključuje u nazidnu priključnicu, dok se konektor na drugom kraju priključuje u utičnicu mrežne kartice računara.

Tačna dužina kabla za povezivanje računara se eksplicitno ne specificira međunarodnim standardom ISO/IEC 11801, ali se ukazuje da ukupna dužina od komunikacionog uređaja do krajnjeg računara ne sme da pređe 100m, s tim što se dužina kabla za prepovezivanje u rek ormanu i dužina kabla za povezivanje u radnom prostoru računaju sa faktorom 1,5 u odnosu na stvarnu dužinu. Pozicije priključnih mesta su izabrane da budu u neposrednoj blizini radnih stolova, pa ovi kablovi ne bi trebalo da prelaze 6m dužine. Eventualno se mogu dozvoliti veće dužine uz poštovanje gore navedenog ograničenja. Kablovska instalacija u radnom prostoru je nezaštićena i podložna oštećenjima, bilo na spojevima kabla i konektora, bilo ugnječenjem ili prekidom samog kabla. Pošto ova instalacija neće biti fiksna, ona spada u potrošni materijal.

Karakteristike kategorije 5E se obezbeđuju izborom kablova i utičnica, ali i propisanom metodom instalacije. Da bi se garantovale deklarisane brzine prenosa dodatno je potrebno da trase prostiranja kablova zadovoljavaju kriterijume međunarodnog standarda opšteg struktuiranog kabliranja ISO/IEC 11801 kao i standarda prostiranja telekomunikacionih kablova u poslovnim zgradama EIA/TIA - 569.

Najvažniji kriterijum koji propisuje standard ISO/IEC 11801 je limitiranje dužine kabla od spratnog rek ormana (FD) do priključnog mesta (TO) u radnom prostoru, koja iznosi

maksimalno 90m. Ostalih 10m do maksimalnih 100m veze u klasi D prenosa podataka, koja omogućava prenos na 100MHz (100Mbps), rezerviše se za savitljivi licnasti kabl od zidne utičnice do radne stanice i za prespojni kabl u rek ormanu (*Patch Cord*), što se takođe mora imati u vidu pri povezivanju krajnjih radnih stanica.

Najvažniji kriterijum koji postavlja standard EIA/TIA - 569 su minimalna rastojanja od izvora elektromagnetnih polja. Standard određuje minimalno rastojanje paralelnih telekomunikacionih kablova od neoklopljenih energetskih kablova, napajanih do 480V i potrošnje (snage) manje od 2kVA, od 12,7cm (5 inča), odnosno za potrošnju od 2kVA do 5kVA kablova u metalnim kanalima, rastojanje od 15,2cm (6 inča), a rastojanje do fluorescentnih svetiljki u iznosu od 30,5cm (12 inča). Poštovanje ovih kriterijuma otežava projektovanje horizontalne kablovske instalacije, ali obezbeđuje brzine prenosa u klasi D, odnosno brzine do 100Mbps.

Ostali kriterijumi koji se odnose na realizaciju, testiranje i održavanje instalacije, dati su u poglavlju Tehnički uslovi.

Trase svih kablova, pozicije razvodnih ormana i ostalih relevantnih elemenata su date u grafičkoj dokumentaciji.

3.2.3. Protokoli

Za protokol prenosa podataka u LAN mreži na nivou kontrole pristupa fizičkom medijumu planiran je *Ethernet* mrežni protokol, sa propusnim opsegom od 100Mbps, uz mogućnost povezivanja i uređaja koji imaju *Ethernet* mrežne kontrolere na 10Mbps. Za povezivanje čvorišta je takođe predviđen *Ethernet* mrežni protokol na 1Gbps.

Za protokole mrežnog i transportnog nivoa (3. i 4. sloj ISO/OSI referentnog modela) predviđena je TCP/IP familija protokola. Alternativno se može koristiti i NetBEUI protokol, za povezivanje *Microsoft Windows* platformi ili IPX/SPX protokoli za vezu sa printer serverima.

Ovi protokoli su u saglasnosti sa planiranim razvojem informacionog sistema Fakulteta, jer predstavljaju efikasno mrežno okruženje planiranih baza podataka i aplikacija.

3.3. Opis lokacije

Glavni projekat lokalne računarske mreže Fakulteta zaštite na radu treba da bude realizovan u zgradi Fakulteta, na lokaciji Čarnojevića br. 10 u Nišu.

Na toj lokaciji je četvorospratna zgrada Fakulteta, sa sledećom strukturom:

- Podrum
- Prizemlje
- I sprat
- II sprat
- III sprat
- IV sprat

U zgradi trenutno postoji lokalna računarska mreža izvedena za 62 radna mesta.

Glavnim projektom lokalne računarske mreže je predviđeno da se glavno komunikaciono čvorište nalazi u prostoriji Računskog centra na trećem spratu (prostorija br. 322) i da se poveže sa spratnim čvorištima, s jedne strane, i sa glavnim čvorištem univerzitetske mreže koje se nalazi u JUNIS-u u zgradi Univerziteta u Nišu, s druge strane. Zajedno sa dodatnim uređajima centralno čvorište će biti smešteno u rek orman u Računskom centru i ta prostorija mora biti klimatizovana i pod neprekidnim napajanjem. Ovo čvorište pokriva veći deo trećeg sprata i tu će takođe biti obezbeđeni priključci za glavne servere lokalne računarske mreže.

U prizemlju će se naći još jedno komunikaciono čvorište u prostoriji br. 16. Takođe će biti smešteno u rek orman i povezano je sa glavnim komunikacionim čvorištem. Čvorište pokriva mrežu u prizemlju (32 priključka), jedan deo mreže u podrumu (2 priključka) i 14 priključaka na prvom spratu.

Treće komunikaciono čvorište u hodniku na drugom spratu (pored prostorije br. 216) pokriva mrežu tog sprata (90 priključaka) i 6 priključaka na prvom spratu; povezano je sa glavnim čvorištem.

Četvrto komunikaciono čvorište je predviđeno da se smesti u prostoriju br. 401 na četvrtom spratu zgrade Fakulteta. Ovo spratno čvorište biće povezano sa glavnim komunikacionim čvorištem, biće smešteno u odgovarajući razvodni orman, a pokriva mrežu na četvrtom spratu (19 priključaka), i 4 priključka na trećem spratu.

Detaljna slika relevantnog radnog prostora, rasporeda opreme, broja utičnica, trase kablova i njihove dužine, nalazi se u grafičkoj dokumentaciji.

3.3.1. Izvođenje instalacija

Pri izvođenju instalacije lokalne računarske mreže držati se sledećeg redosleda:

Najpre izvršiti pripremu za provlačenje kablova, bušenjem otvora u zidovima i plafonima, postavljanjem kanalnih kutija dimenzija prema grafičkom delu dokumentacije i spremanjem plastičnih vezica za šemiranje kablova.

Zatim izvršiti proveru UTP/SFTP kabla na koturima na prekid i kratak spoj. Takođe, ovom prilikom proveriti ukupnu dužinu kabla na svakom od kotura uvidom u oznake dužine na oba kraja kabla. UTP/SFTP kablove provući pa onda iseći i ostaviti rezervu na krajevima prema tehničkim uslovima. Prilikom sečenja kabla obratiti pažnju na tačnost merenja dužine. Takođe, prilikom razmotavanja i postavljanja kabla voditi računa da se isti ne savija i upreda, i ne izlagati ga velikim istezanjima. Svaki UTP/SFTP kabl obeležiti jedinstvenim brojem na jednom i drugom kraju, pomoću nalepnice.

Po provlačenju kablova izvršiti električno testiranje svake linije na prekid i kratak spoj. Zatim pristupiti montaži UTP utičnica kategorije 5E i povezivanju kabla za UTP utičnicu. Svaku utičnicu obeležiti propisanom oznakom za računarsku instalaciju kategorije 5E i jedinstvenim brojem utičnice. Sledeći korak je pričvršćivanje drugog kraja UTP kabla za *patch* panel koji se nalazi u jednom od komunikacionih čvorišta. Pre montaže naređati module (potreban broj) u patch panel i obeležiti ih, a po povezivanju kablova na module *patch* panela, *patch* panel pričvrstiti za rek orman u Računskom centru na trećem spratu, odnosno u odgovarajućoj prostoriji ostalih rek ormana po spratovima zgrade. Kablove usnopiti plastičnim podvezicama i šemirati ih kroz rek ormane.

Izvršiti funkcionalno testiranje svih UTP linija takozvane *WALL* instalacije na brzini od 100Mbps uz pomoć 100Mbps UTP *Hub*-a ili *Switch*-a, jednog servera i jednog klijent računara sa 100Mbps *Ethernet* kontrolerima, korišćenjem FTP mrežnog softvera.

Napraviti *patch* kablove dužine 0,5m za povezivanje *patch* pancla i aktivne komunikacione opreme u rek ormanima i *patch* kablove odgovarajućih dužina za povezivanje računarske opreme na mrežu i testirati ih funkcionalno kao i linije *WALL* instalacije. *Patch* kablove praviti od UTP kabla *level 5E - Fly*.

Povezati računarske uređaje na najbližu utičnicu *patch* kablovima odgovarajuće dužine. Instalirati aktivnu komunikacionu opremu u komunikacionim čvorištima i povezati je međusobno. Povezati aktivnu komunikacionu opremu sa *patch* panelima *patch* kablovima dužine 0,5 m, tako da svaka komponenta računarske opreme bude povezana na priključak aktivne komunikacione opreme odgovarajuće brzine.

Kabl UTP *Wall* kategorije 5E u prostorijama postavljati u kanalne kutije dimenzija prema grafičkoj dokumentaciji učvršćene na pod duž zidova. Kanalne kutije učvrstiti za pod vijcima sa tiplom P-6 na međusobnom rastojanju od 50cm. Pritom voditi računa o tehničkim merama zaštite navedenim u daljem tekstu projekta.

Na mestima prolaza kablova kroz zid, postaviti plastičnu cev (ϕ30mm i ϕ50mm, zavisno od broja kablova) i kroz nju provesti kablove. Cev fiksirati gipsom i krajeve njenog otvora obraditi tako da nema oštrih ivica. Kanalnu kutiju postaviti tako da potpuno prekriva otvor u zidu, a za uvođenje kabla u nju napraviti otvor na dnu.

Električna merenja obuhvataju ispitivanja svakog provučenog kabla na prekid i kratak spoj. Proveriti svih 8 provodnika da nisu u prekidu, kao i svaki sa svakim da nisu u kratkom spoju.

UTP utičnice kategorije 5E postavljati na visini od 30 cm iznad poda a kablove do njih dovesti vertikalnim kanalicama od poda dimenzija 30mm x 20mm. Kutiju utičnice pričvrstiti za zid pomoću 2 vijka sa tiplom P-6/P-8. Svaku utičnicu obeležiti rednim brojem počev od 1 pa do onoliko utičnica koliko ima na jednom nivou. Utičnice obeležiti tako da brojevi rastu sleva udesno u svakoj prostoriji gledano sa ulaznih vrata, i sleva udesno po prostorijama gledano sa ulaza u zgradu. Vezati kablove za utičnice i podvezati kablove.

Montirati module u *patch* panele i obeležiti ih sleva udesno po rastućem redosledu od 1 pa nadalje. Povezati kablove na module za *patch* panele, vodeći računa da svaki kabl ima istu oznaku na utičnici i *patch* panelu. Podvezati kablove. Na kraju montirati *patch* panele u rek ormane.

Po završetku montažnih radova pristuputi atestu svih linija na kategoriju 5E.

3.4. Sigurnost i zaštita

Iako računarska mreža donosi niz prednosti postoje i neke nove opasnosti što se sigurnosti podataka tiče, zbog toga što podaci postoje i kruže u obliku koji nije neposredno vidljiv, a računarski sistemi i mreže (uključujući i programe koji se na njima izvršavaju) nemaju jednostavan i neposredno vidljiv indikator integriteta. Dakle moguć je neprimetan (neregistrovan) i brz uvid u velike količine podataka koje ne bi po svojoj prirodi trebalo da budu vidljive za svakoga. Uz to, moguće je i prikriveno menjanje parametara sistema što ima za cilj narušavanje zaštite podataka i neovlašćen pristup određenom sadržaju. Zaštita složenih informacionih sistema je bazirana na dve discipline: zaštita računara (*computer security*) i zaštita računarskih mreža (*network security*). Cilj sveobuhvatnog sistema zaštite je spajanje ove dve discipline u jedinstveni sistem zaštite, naravno uz korišćenje i fizičkih mera zaštite.

3.4.1. Karakteristike sistema zaštite

U osnovi se zaštitni mehanizmi baziraju na izgradnji namenskih hardverskih i softverskih elemenata koji ostvaruju različite mehanizme odvajanja korisnika od informacionih resursa sistema. Ti mehanizmi odvajanja se ostvaruju na više načina :

- vremensko odvajanje,
- prostorno odvajanje,
- logičko odvajanje,
- kriptološko odvajanje.

Prve dve kategorije se ostvaruju primenom organizaciono-administrativnih mera dok za ostvarivanje druge dve kategorije moraju preduzeti specifične mere tehničke prirode.

Mehanizmi logičkog odvajanja se baziraju na izgradnji specijalne logike - bezbedonosnih modula, u okviru operativnog sistema ili u okviru posebnih hardverskih komponenata.

Kriptološko odvajanje se ostvaruje kroz proces šifriranja, odnosno transformacije podataka tako da su dostupni samo određenim korisnicima koji poseduju tajni ključ.

Sigurnost računarskog sistema se određuje prema kriterijumu proverene računarske sigurnosti *TCB* koja predstavlja sveukupnost mehanizama zaštite u okviru računarskog sistema - uključujući hardver i softver. Postojeće klase i grupe *TCB,* prema USDoD standardu poznatom pod imenom Narandžasta knjiga, su:

- grupa D - minimalna zaštita
- grupa C - neobavezna zaštita
  - klasa C1 - neobavezna zaštita
  - klasa C2 - zaštita kontrolisanim pristupom
- grupa B - obavezna zaštita
  - klasa B1 - zaštita pomoću oznaka sigurnosti
  - klasa B2 - struktuirana zaštita
  - klasa B3 - sigurnosni domeni
- grupa A - verifikovana zaštita
  - klasa A1 - verifikovan projekat

3.4.2. Sigurnost i zaštita na nivou operativnog sistema

Nije tema ovog projekta pa ce biti samo pomenuta.

Višekorisnički operativni sistemi kao što je UNIX na razne načine rešavaju probleme zaštite i sigurnosti sistema. Osnovni mehanizmi zaštite na nivou OS su :

- Autentifikacija korisnika - korisnicima se pored javnog korisničkog imena dodeljuje i tajna lozinka (*password*) bez koje se ne može prijaviti na sistem.
- Autorizacija korisnika - korisnicima se u startu dodeljuju neka od prava za rad na pojedinim resursima računarskog sistema.
- Praćenje događaja - sve promene na sistemu se prate i beleže u posebnoj datoteci, zajedno sa informacijama o imenu korisnika koji je izvršio promenu, vremenu događaja itd.

Pored ugrađenih mehanizama zaštite u OS, postoje posebni programi na sistemu koji doprinose zaštiti.

Važan faktor u zaštiti je i aktivni element - čovek, koji se javlja kao administrator i kao korisnik sistema.

Treba pomenuti i fizičku zaštitu računarskih sistema. Kritični delovi sistema (sistemska konzola, server itd...) treba da budu izolovani od fizičkog pristupa neovlašćenih osoba.

3.4.3. Sigurnost i zaštita komunikacione opreme

Komunikacioni uređaji (*switch*-evi i *hub*-ovi) i prenosni medijumi (UTP/SFTP i optički kablovi, itd...) su izuzetno atraktivni za napadače jer im je funkcija baš omogućavanje saobraćaja kroz mrežu.

Zaštita u računarskim mrežama se obično ostvaruje metodom mrežnih barijera i/ili kriptozaštitom. Saobraćaj kroz računarske mreže se obavlja preko paketa kojima se šalju informacije.

Mrežne barijere (*firewall*) su mehanizmi kojima se vrši stroga fizička kontrola paketa. Oni se postavljaju na spoljašnje čvorove lokalne mreže, čime se postiže razdvajanje lokalne mreže od globalne mreže za određene servise. Postoji nekoliko vrsta mrežnih barijera :

- Mrežni releji su mrežne barijere koje se realizuju kao namenski uređaji. Oni na fizičkom nivou vrše prebacivanje paketa iz lokalne mreže u spoljašnje okruženje i obrnuto.
- Paketski filteri vrše selektivno propuštanje paketa. Rade na sloju mreže OSI referentnog modela. Pojedini ruteri i switch-evi (L3) imaju ugrađen ovaj mehanizam zaštite (npr. Cisco3550, koji je predviđen ovim Projktom).
- Mrežna barijera aplikativog nivoa radi na sloju aplikacije OSI modela. Ovaj mehanizam se instalira na računaru koji ima dva mrežna kontrolera tako da se nalazi i u unutrašnjem i u spoljnom delu mreže. Obezbedjuje potpunu kontrolu saobraćaja u jednom i drugom smeru.

Svi uređaji za vezu sa spoljnim okruženjem treba da budu locirani u poseban segment lokalne mreže institucije koji se sa ostatkom računarske mreže vezuje preko posebnog uređaja na kome je instaliran *firewall* mehanizam zaštite(centralni switch 3550 L3).

3.4.4. Sigurnost i zaštita u TCP/IP mrežnom okruženju

Familija TCP/IP protokola ne sadrži nikakve mehanizme zaštite. Rasprostranjenost, povezanost, jednostavnost i otvorenost mreža sa ovim protokolima dodatno smanjuje zaštitu i sigurnost servisa. Kod ovog protokola paketi se ne šifriraju pa se tako i paketi koji nose lozinke prenose u izvornom obliku. To znači da bilo ko na usputnim čvorovima ili na prenosnim putevima može da analizira te pakete i tako sazna lozinku korisnika koji je poslao paket.

Zaštita u TCP/IP mrežama se može obezbediti primenom mehanizama zaštite računarskih mreža (šifrovanje, mrežne barijere, specijalizovani softver). U praksi se često koriste sledeći mehanizmi zaštite TCP/IP mreža :

1. TCP_WRAPPER je softver koji realizuje zaštitu mehanizmom mrežne barijere (*firewall*) sloja aplikacije. On se instalira na svim računarima čiju zaštitu želimo da ostvarimo. Pomoću njega se dodeljuju prava udaljenim računarima za korišćenje određenih servisa na serveru. Takođe se može spustiti na nivo korisnika kada se dodeljuju prava

udaljenim korisnicima. U kombinaciji sa mehanizmima kriptozaštite ovaj mehanizam se može uspešno primeniti.

2. Mehanizmi kriptozaštite u koji spada upotreba KERBEROS-a, PGP-a (*Pretty Good Privacy*) i SSH-a (*Secure Shell*).

3.4.5. Organizaciono tehnički uslovi za smeštaj i funkcionisanje LAN-FZNR

Imajući u vidu teorijske aspekte sigurnosti i zaštite u okviru računarske mreže zgrade FZNR-a u Nišu u svim elementima projekta (koncept mreže, komunikaciona oprema, organizaciona rešenja), vođeno je računa o sigurnosti i zaštiti.

Uz ovo treba primeniti i neke organizacione mere bezbednosti i zaštite:

- administriranje mreže moraju obavljati profesionalna i stručna lica
- sve poslove vezane za funkcionisanje računarske i mrežne opreme mogu obavljati samo administratori mreže
- strogo zabraniti neovlašćeno korišćenje resursa mreže (korisničkih naloga, adresa za elektronsku poštu, procesorskog vremena servera mreže) licima koja nisu registrovani korisnici računarske mreže; registraciju korisnika obavljaju isključivo administratori mreže
- primeniti sve mere fizičke zaštite, što se pre svega odnosi na obezbeđenje prostora glavnog servera i komunikacionih uređaja
- strogo zabraniti bilo kakve neovlašćene intervencije na postavljenoj mrežnoj opremi, kablovskoj infrastrukturi i utičnicama bez prisustva administratora mreže.

Znači, imajući u vidu preporuke za realizaciju sigurnosti i zaštite računarske mreže Fakulteta iznete u prethodnim poglavljima, neophodno je pre puštanja realizovane mreže u eksploataciju razviti plan zaštite, i sa uvođenjem mreže aktivirati i stalno dograđivati taj plan.

Projektom su predviđene i sve propisane mere zaštite, kako pri izvođenju instalacija tako i pri korišćenju i rukovanju predviđenom opremom.

U Računskom centru, gde se smešta centralno komunikaciono čvorište i serveri mreže, predviđeno je obavezno postavljanje uređaja za neprekidno napajanje i odgovarajućeg klima uređaja. Nezavisno od ovog Projekta, celokupna zgrada već ima propisno urađenu trofaznu električnu instalaciju, kao i instalaciju za zaštitu od atmosferskih pražnjenja.

U posebnom poglavlju "Prilog o zaštiti na radu" su opisane sve opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti prilikom instalacionih radova i potrebne mere zaštite za njihovo otklanjanje.

4. Tehnički uslovi

4.1. Opšte odredbe

1. Opšte odredbe tehničkih uslova su date na osnovu važećih tehničkih propisa i prema ustaljenoj tehničkoj praksi.

2. Ovi tehnički uslovi su sastavni deo projekta a cilj im je da opisno bliže objasne projektantska rešenja.

3. Tehnički uslovi su obavezni za izvođača, investitora i nadzorni organ.

4. Radove na izvođenju računarske mreže kao i na instalaciji aktivne komunikacione opreme mogu da izvode samo stručna lica.

5. Pre početka izvođenja radova izvođač je dužan da se detaljno upozna sa situacijom i investiciono-tehničkom dokumentacijom u vezi ovog projekta i da sve nejasnoće otkloni kroz konsultacije sa investitorom, nadzornim organom i projektantom.

6. Investitor treba da odredi stručno lice ili lica koja će izvršavati funkcije nadzornog organa. Zadatak nadzornog organa je da s jedne strane vrši nadzor nad izvedenim radovima, a s druge strane da bude tumač projekta i veza između izvođača radova i projektanta.

7. Svi radovi se moraju izvesti prema priloženim crtežima, tehničkom opisu i predmeru i predračunu.

8. Materijal koji se ugrađuje mora biti ispravan, neoštećen, a kablovi testirani na koturu, pre polaganja.

9. Sva oprema koja se ugrađuje mora biti ispravna i testirana pre ugradnje na predviđene pozicije.

10. Alat i oprema koji se koriste pri radu moraju biti ispravni i odgovarajući, a takođe je neophodno da se primenjuju sve mere i sredstva tehničke zaštite.

11. Izvođač je dužan da vodi računa da ne ošteti postojeću instalaciju: električnu, vodovodnu i drugu, a u slučaju oštećenja dužan je da je popravi o svom trošku.

12. Izvođač mora da sve radove izvede kvalitetno i da da investitoru garanciju čija se dužina određuje ugovorom između investitora i izvođača. Garancija se daje kako na instalirani materaijal, ugrađenu opremu, tako i na izvršene radove.

13. Sve instalacije moraju da budu izvedene tako da zbog mogućih mehaničkih, toplotnih i električnih uticaja ne budu ugrožena sigurnost ljudi, opreme i same zgrade.

14. Obaveza investitora je da blagovremeno pribavi specificirani materijal.

15. Investitor je u obavezi da izvođaču obezbedi optimalne radne uslove i otkloni sve eventualne smetnje u izvođenju radova koje su u oblasti njegove kompetencije.

16. Obaveza je nadzornog organa da se stara o sprovođenju ovih mera bezbednosti i da u slučaju uočavanja opasnosti i štetnosti za koje mere bezbednosti nisu predviđene projektom obustavi radove do dogovora sa projektantom.

17. Instalacija računarske mreže mora se izvesti tako da obezbedi pouzdan i efikasan rad informacionog sistema i maksimalan stepen bezbednosti osoblja koje radi u blizini instalacije.

4.2. Instalacija računarske mreže na bazi UTP/SFTP kablova

1. Ovi uslovi su dopuna opštim tehničkim uslovima i u njima su definisane specifičnosti vezane za izvođenje instalacije računarske mreže na bazi UTP/SFTP kablova.

2. Za kabliranje računarskih mreža na bazi UTP/SFTP kablova koristiti samo UTP/SFTP kablove *Level* 5E, sertifikovane za rad preko 100MHz.

3. Globalna struktura mreže bazirana na UTP/SFTP kablovima je tipa zvezde (višestruke zvezde). Svaka veza je tipa tačka-tačka.

4. Svako mesto gde se stiče više UTP/SFTP kablova se naziva komunikacionim čvorištem. Komunikaciono čvorište može biti glavno za celu mrežu ili lokalno.

5. U komunikaciono čvorište, može da dođe i optički kabl, a u svim komunikacionim čvorištima se instalira aktivna komunikaciona oprema.

6. Komunikaciona čvorišta moraju biti smeštena u prostorijama gde vladaju kancelarijski uslovi.

4.2.1. Kablovski kanali

1. Svi UTP kablovi u horizonatalnom razvodu se vode u plastičnim kanalima predviđenim za nazidni razvod. Kablovski kanali se postavljaju na zid, a samo izuzetno na pod ili plafon prostorija i pričvršćuju se zavrtnjima i tiplovima, u proseku na svakih pola metra.

2. Kablovski kanali se postavljaju pravolinijski (horizontalno i vertikalno) a koso postavljanje nije dozvoljeno, tako da ne ometaju normalne radne aktivnosti u prostoriji i ne zahtevaju razmeštaj nameštaja.

3. Kanale po provlačenju pokriti odgovarajućim poklopcima po celoj dužini, a duple podove, plafone, ukrasne lajsne, vratiti u prvobitno stanje.

4.2.2. Fiksni UTP/SFTP kablovi

1. UTP/SFTP kabl se završava na *patch* panelu ili UTP utičnici.

2. UTP/SFTP kabl se provlači kroz kanale.

3. Trase polaganja UTP/SFTP kabla su date u grafičkom delu dokumentacije.

4. Fiksne UTP/SFTP kablove horizontalne instalacije (kruti UTP/SFTP kablovi kategorije 5E) polagati celom dužinom od rek ormana do priključnog mesta iz jednog dela, odnosno bez nastavljanja.

5. Polaganje UTP/SFTP kablova mora se izvesti tako da ne ometa komunikaciju kroz objekte i ne nalazi se u zonama čestog prolaska ljudi.

6. Kablovi ne smeju da budu pod naprezanjem većim od 110 N, ne smeju se namotavati, uvijati, ili na bilo koji drugi način oštetiti. Minimalni radijus savijanja kabla iznosi 4 prečnika kabla, sem ako proizvođač ne specificira drugačije.

7. Paralelno vođenje i ukrštanje kablova za napajanje (220 V, 50 Hz) i UTP/SFTP kablova treba izbegavati.
8. Izbegavati paralelno vođenje sa elektroenergetskim kablovima. Ukoliko se UTP/SFTP kablovi moraju voditi paralelno sa kablovima za napajanje to treba činiti prema kriterijumima koje postavlja standard EIA/TIA - 569. Standard specificira minimalno rastojanje telekomunikacionih kablova od neoklopljenih energetskih kablova napona do 480 V i potrošnje (snage) manje od 2 kVA u iznosu 12,7 cm (5 inča), odnosno za potrošnju od 2 kVA do 5 kVA kablova u metalnim kanalima rastojanje u iznosu 15,2 cm (6 inča). Rastojanje od fluorescentnih svetiljki treba da iznosi najmanje 30,5 cm (12 inča), a od električnih motora najmanje 102 cm.

9. Ukoliko se UTP/SFTP kablovi moraju ukrstiti sa kablovima elektroenergetske instalacije, onda to učiniti pod pravim uglom na najmanjem rastojanju od 1 cm ili između kablova treba staviti izolacioni most debljine najmanje 3 mm koji je propisno uzemljen.

10. Zbog propisa PTT-a UTP kablovi se ne smeju voditi paralelno sa PTT ili drugim komunikacionim kablovima na rastojanju manjem od 10 cm, a ukrštanje je obavezno izvršiti pod pravim uglom.

11. UTP/SFTP kabl se ne sme postavljati i provlačiti u blizini izvora toplote (toplovodi, radijatori, peći, grejalice,...) a ako se to ne može izbeći onda izvršiti potrebnu toplotnu izolaciju.

12. UTP/SFTP kabl se ne sme postavljati izvan objekata (mora biti zaštićen od atmosferskih prilika).

13. UTP/SFTP kabl se ne sme postavljati u blizini uređaja, objekta ili izvora koji može dovesti do bilo kakvog oštećenja kabla.

14. Mesta gde se završavaju kablovi (utičnice i *patch* paneli) se određuju uniformno za celu instalaciju, ili za svaku prostoriju posebno kako bi se najmanje narušila estetika prostorije a omogućila maksimalna funkcionalnost planirane opreme.

15. Rezerva kabla koju je neophodno ostaviti na kraju kabla gde se montira utičnica je 30 cm, a na kraju gde se montira *patch* panel 50 cm - 200 cm zavisno od veličine rek ormana.

16. Oba kraja svakog kabla terminirati RJ-45 utičnicama i obeležiti oznakom odgovarajućeg priključnog mesta. Ni jedan fiksni kabl ne sme ostati neterminiran utičnicama.
17. U slučaju odstupanja od Projektom predviđenih trasa polaganja kablova, poštovati preporuke standarda EIA/TIA 569 uz saglasnost projektanta.

4.2.3. UTP kablovi za prespajanje (*patch*-kablovi)

1. U specifikaciji se daju kablovi za prespajanje u rek ormanu (dužine 1m i 2m) i kablovi za prespajanje u radnom prostoru (dužine 3m i 5m).

2. U slučaju samostalne izrade ovih kablova, oba kraja propisno terminirati RJ-45 konektorima. Dužine kablova prilagoditi specifičnim potrebama korisnika.

3. Svih osam provodnika na oba kraja savitljivog UTP kabla za prespajanje utisnuti u zadnji deo RJ-45 konektora, propisanom metodom i korišćenjem odgovarajućeg alata a raspored pinova treba da bude prema standardu EIA/TIA 568B.

4. Prilikom montiranja RJ-45 konektora, parice UTP kabla mogu biti raspređene do dužine od maksimalno 13 mm samo na krajevima kabla radi povezivanja konektora, a na ostatku kabla moraju ostati fabrički upređene.

5. Nakon povezivanja konektora, svaki instalirani kabl za prespajanje testirati po rasporedu pinova i po kriterijumima kategorije 5E. U slučaju neuspešnog bar jednog uslova testa, uzroke grešaka je potrebno otkloniti i testiranje ponoviti u celini.

6. Kablovi za prespajanje ne smeju da onemogućavaju pristup ostalim elementima u rek ormanu, već se provlače kroz panele sa vođicama (obujmicama). Oni se ne smeju natezati, uvrtati, ili na bilo koji drugi način oštetiti.

4.2.4. RJ-45 utičnice

1. Za završetke fiksnih UTP/SFTP kablova horizontalne kablovske instalacije koristiti RJ-45 utičnice po standardu ISO/IEC 8877 koje u pogledu performansi zadovoljavaju kategoriju 5E. U rek ormanima koristiti RJ-45 utičnice u odgovarajućim razvodnim panelima širine 19 inča, a za drugi kraj veze koristiti RJ-45 nazidne utičnice.

2. Utičnice u razvodnim panelima sortirati po redosledu numeracije priključnih mesta, označene u grafičkoj dokumentaciji.

3. RJ-45 nazidne utičnice montirati na predviđenim mestima, ucrtanim u grafičkoj dokumentaciji, na način koji je specificiran u Glavnom projektu. Utičnice fiksirati zavrtnjima za podlogu. Izabrati odgovarajuće zavrtnje prema podlozi.

4. Položaj nazidne utičnice u radnom prostoru se može po potrebi izmestiti uz saglasnost Nadzornog organa.

5. Svih osam provodnika na oba kraja fiksnog UTP kabla horizontalne instalacije utisnuti na IDC konektore zadnjeg dela RJ-45 nazidne utičnice i RJ-45 modula u sastavu *patch* panela u rek ormanu. U tu svrhu koristiti namenjen alat, propisanu metodu i raspored pinova prema standardu EIA/TIA 568B.

6. Prilikom montiranja RJ-45 utičnice, upredene parice UTP/SFTP kabla mogu biti raspredene do dužine od maksimalno 13 mm i to samo na krajevima kabla radi povezivanje utičnice, a na ostatku kabla moraju ostati fabrički upredene.

7. Neposredno po montiranju RJ-45 nazidne utičnice i RJ-45 utičnice u okviru *patch* panela u rek ormanu obeležiti oznakom odgovarajućeg priključnog mesta.

8. Svaku instaliranu liniju sa obe RJ-45 utičnice testirati po rasporedu pinova i po kriterijumima kategorije 5E. U slučaju neuspešnog bar jednog uslova testa, uzroke grešaka je potrebno otkloniti i testiranje ponoviti u celini. Rezultate testiranja dostaviti u originalnoj elektronskoj formi.

4.3. Rek orman

1. Na mestu svakog komunikacionog čvorišta se instalira rek orman odgovarajuće veličine, prema broju kablova i količini komunikacione opreme.

2. Rek orman treba da je standardne širine od 19 inča. Rek orman treba da je sa prednje strane zatvoren staklenim vratima sa ključem, sa gornje strane mora postojati otvor sa ventilatorima za izduvavanje vazduha iz reka naviše (ili ugraditi ventilatore kao posebne panele), dok sa donje strane mora postojati otvor za uvlačenje svežeg vazduha i ulazak kablova.

3. Za rek orman visine 9HE predviđena je montaža na zid pa treba obezbediti odgovarajuća ojačanja i otvore za pričvršćivanje na zid. Učvršćivanje na zid izvesti odgovarajućim tiplovima i zavrtnjima imajući u vidu gabarite i težinu kako ormana tako i opreme koja treba da se instalira.

4. Sva metalna kućišta opreme u reku treba da budu povezana na šasiju rek ormana preko tačke za izjednačavanje potencijala. Povezivanje ostvariti na način opisan u tehničkom uputstvu proizvođača uređaja ili kablom P/F-Y 1x2,5 mm2 odgovarajuće dužine na čijim krajevima su montirane odgovarajuće papučice.

5. Svi pokretni metalni delovi rek ormana (npr. vrata) moraju međusobno da budu povezani provodnicima za izjednačavanje potencijala. Tačku za izjednačavanje potencijala u rek ormanu povezati sa šinom za izjednačavanje potencijala u razvodnom ormanu za napajanje, koji se nalazi u hodniku. Povezivanje ostvariti kablom P/F-Y 1x16 mm2, na čijim krajevima su montirane odgovarajuće papučice.

6. Kablove za prespajanje sprovoditi panelima za horizontalno vođenje kablova. Oni se ne smeju natezati niti visiti sa prednje strane rek ormana.

4.4. Napajanje opreme

1. Napajanje se u rek ormanu distribuira preko napojnog razvodnog panela sa glavnim prekidačem. Ovi razvodi se montiraju u dnu reka.

2. Napojni razvodni panel priključiti na neprekidni izvor napajanja (UPS) u centrealnom rek ormanu, odnosno na odgovarajuću spoljnu priključnicu za napajanje napona 220-230V/50Hz u neposrednoj blizini ostalih rek ormana. Priključnica i kablovi moraju da poseduju uzemljenje i da budu u tehnički ispravnom stanju.

3. Svaki priključak napajanja, kao i same kablove za napajanje uređaja, obeležiti nazivom uređaja koji je na to mesto priključen.

4. Strujno kolo na koje su vezane utičnice za konektovanje aktivne komunikacione opreme ne sme da ima vezane i druge utičnice gde postoji mogućnost priključivanja većih potrošača (peći, grejalice, rešoi,…)

4.5. Obeležavanje

1. Rek ormani, komunikacioni uređaji, utičnice i kablovi moraju biti vidno obeleženi nalepnicama sa odštampanim oznakama u navedenoj nomenklaturi, a prema tehničkoj dokumentaciji. U projektu izvedenog stanja i kasnije u bazi podataka za potrebe održavanja, potrebno je navoditi pune oznake elemenata.

2. Za kablove za prespajanje u rek ormanu i kablove za povezivanje računara u radnom prostoru koristiti navlake u boji za RJ-45 konektore.

4.6. Instalacija aktivne komunikacione opreme

1. Ovi uslovi su dopuna opštim tehničkim uslovima i u njima su definisane specifičnosti vezane za izvođenje instalacije aktivne komunikacione opreme.

2. Aktivnu komunikacionu opremu sačinjavaju:
   - komutatori (*Switch*-evi) koji se montiraju u svim komunikacionim čvorištima,
   - komunikaciona oprema koja služi za vezu prema JUNIS-u i
   - konvertori i transiveri koji služe za prilagođenje interfejsa, kao i sva dodatna oprema koja bi se montirala kasnije u centralnom rek ormanu.

3. Uloga komunikacione opreme je integracija računarske mreže u jednu celinu. Ona povezuje različite segmente mreže i omogućava korisnicima mrežnih servisa vezanim na bilo koju utičnicu u zgradi da koriste usluge koje im pružaju serveri, kao i da koriste vezu ka ostatku akademske mreže i Internetu.

4. Aktivna komunikaciona oprema je tipski proizvod iz redovnog proizvodnog programa proizvođača. Izabrana je oprema renomiranog proizvođača (*Cisco*), što je veoma bitno za funkcionisanje cele mreže.

5. Aktivna komunikaciona oprema se ugrađuje u rek ormane po završetku instalacije i ispitivanja računarske mreže na bazi UTP/SFTP kablova.

6. Veza između komunikacione opreme i mreže se ostvaruje UTP *patch* kablovima dužina 1 m i 2 m.

7. Izvođač radova dužan je da kompletnu komunikacionu opremu montira prema uputstvima za montažu od proizvođača opreme.

8. Aktivna komunikaciona oprema koristi napajanje od 220 V. Transiveri su uređaji koji se napajaju kroz AUI port, a svi ostali komunikacioni uređaji imaju autonomno napajanje.

9. Aktivna komunikaciona oprema se za rek orman pričvršćuje standardnim zavrtnjima ukoliko je širine 19", a ukoliko je manje širine, postavlja se da stoji na predviđene pregrade u rek oramanima ili na dno ormana.

10. Aktivna komunikaciona oprema se najpre vezuje *patch* kablovima za mrežu i međusobno, (tamo gde je to projektom predviđeno), a zatim se vezuje na napajanje i uključuje.

11. Kad je aktivna komunikaciona oprema priključena na napajanje i uključena *nesme* se uspostavljati ni raskidati ni jedna veza sa mrežom.

12. Deo komunikacione opreme koji je konfigurabilan konfigurisati po priključenju na napajanje.

13. Po instalaciji i konfiguraciji bilo kog uređaja aktivne komunikacione opreme istestirati vezu tog uređaja sa ostalim komunikacionim uređajima sa kojima on neposredno komunicira.

4.7. Završne odredbe

1. Pre puštanja računarske mreže u pogon, korisnik mora da obezbedi osposobljeni stručni kadar koji će rukovati opremom i instalacijom i održavati je.

2. Po završetku instalacionih radova izvršiti atest na kategoriju 5E, a zatim pristupiti primopredaji sistema.

3. Po završetku instalacije i testiranja napraviti potpun projekat izvedenog stanja i primopredati ga pri primopredaji mreže.

5. Tehničke mere zaštite pri izvođenju radova

Prilikom izvođenja radova moraju se obezbediti neophodni bezbednosni uslovi, te u tom smislu treba primeniti mere predviđene Zakonom o zaštiti na radu čl. 9 i čl.42. Primena ovih zaštitnih mera odnosi se na izvođenje građevinskih radova, instalaciju kablova i pasivne mrežne opreme, montažu aktivne komunikacione opreme, testiranje, puštanje u rad i eksploataciju cele računarske mreže.

Izvođač radova je dužan da sve radove izvodi prema investiciono tehničkoj dokumentaciji, kako bi nastali sigurni uslovi rada, kako za život i zdravlje ljudi, tako i za ispravan i dugotrajan rad uređaja posle puštanja u redovan rad.

Pri izvođenju građevinskih radova tehničke mere zaštite treba izvoditi pri bušenju otvora u zidovima, kao i pri bušenju rupa za tiplove i šrafove kojima se kanalice pričvršćuju za zidove. Na svim mestima gde je potrebno prodiranje u konstrukciju zgrade do dubine veće od 1cm izvođač radova mora stajati na plastičnoj prostirci, nositi obuću sa plastičnim đonom i plastične zaštitne rukavice.

Pri instalaciji rek ormana, *patch* panela i UTP utičnica treba voditi računa pri bušenju što je već opisano, kao i pri rukovanju teškim predmetima, predmetima sa oštrim ivicama da ne dođe do povrede radnika.

Pri montaži aktivne mrežne opreme treba voditi računa da ne dođe do povreda radnika, tako i da se ne ošteti oprema. Zato treba opremu montirati prema uputstvu za montažu, i obezbediti sve tehničke uslove (temperaturu, vlažnost,...) u prostoriji gde se oprema montira.

Pri testiranju i puštanju u rad celokupne mreže, voditi računa da ne dođe do slučajnog dodira sa provodnicima pod naponom, da su ispunjeni svi tehnički uslovi propisani za aktivnu komunikacionu opremu, pre njenog uključenja, da se ispoštuje procedura priključivanja aktivne komunikacione opreme najpre na računarsku mrežu, a onda na napajanje, kao i da se testiranje vrši specijalnim uređajima za testiranje pre ulaska u fazu eksploatacije.

O opasnostima i štetnostima koje se mogu pojaviti tokom eksploatacije rašunarske mreže i njihovom otklanjanju, odnosno svođenju u dozvoljene granice govori Prilog o zaštiti na radu.

6. Prilog o zaštiti na radu

Pored osnovnih mera, prema Zakonu o zaštiti na radu čl. 9 st. 1 tačka 2, i drugim zakonskim odredbama ovim projektom predviđene su i posebne mere zaštite, shodno opasnostima i štetnostima koje se mogu javiti prilikom realizacije i korišćenja instalacije i prilikom izvodjenja radova i postavljanja opreme opisane u ovom projektu.

6.1. Opasnosti i štetnosti

Nadalje su opisane opasnosti i štetnosti do kojih može doći tokom realizacije i korišćenja instalacije obuhvaćene ovim projektom, kao i preventivne mere i pravila zaštite na radu:

1. Zaštita od mehaničkih opasnosti.
2. Zaštita od opasnosti udara električne struje.
3. Zaštita od opasnosti kod održavanja i opsluživanja uređaja i instalacije računarske mreže.
4. Zaštita od požara.

6.2. Preventivne mere

Da bi se izbegle i eliminisale gore navedene opasnosti i štetnosti, predviđene su preventivne mere koje se moraju primenjivati tokom realizacije projekta i za vreme korišćenja opreme i instalacija koje su predmet ovog projekta.

6.2.1. Zaštita od mehaničkih opasnosti

Bušenja treba vršiti pažljivo da ne bi došlo do povrede kako bušilicom, tako i sitnim delovima (malter, cigla, beton,...) koji otpadaju pri bušenju. Obavezno nositi zaštitne rukavice, zaštitnu radnu odeću i zaštitne naočare.

Kao vid zaštite od povreda oštrim predmetima predviđena je upotreba zaštitnih rukavica.

Kao zaštita od oštećenja kablova i opreme prilikom montaže predviđeno je pažljivo rukovanje materijalom i opremom koja se ugrađuje.

Svi kablovi se polažu samo kroz kanalice, ili ispod duplog poda, a kanalice samo po zidovima ili po podovima duž zidova, tako da nema opasnosti od oštećenja kablova, kao i bilo kakvih smetnji pri kretanju radnika tokom eksploatacije mreže.

Utičnice se montiraju dalje od izvora toplote (radijatora) i tako da ne mogu biti oštećene nameštajem (pre svega stolicama).

Centralni rek orman se montira tako da je omogućen pristup ormanu i sa prednje i sa zadnje strane, a da svi kablovi ulaze odozdo kako ne bi bilo ometano kretanje tokom puštanja u rad i eksploatacije mreže.

Nazidni rek ormani se montiraju dovoljno čvrsto da ne postoji mogućnost pada, a dovoljno ispod plafona da se obezbedi nesmetana cirkulacija vazduha i hlađenje opreme.

Aktivnu komunikacionu opremu treba montirati i osigurati prema uputstvima za montažu i tehničkoj dokumentaciji proizvođača, tako da ne dođe do oštećenja uređaja u fazi eksploatacije.

6.2.2. Zaštita od opasnosti udara električne struje

Svi provodnici koji se instaliraju za vreme instalacije obezbeđeni su od slučajnog dodira sa visokim naponom propisanim redosledom montiranja i skidanja izolacije i postavljanjem fizičkog obezbeđenja za vreme izvođenja radova.

Zaštita od dodira delova pod visokim naponom u upotrebi opreme i instalacije ostvaruje se propisnim uzemljavanjem svih uređaja i polaganjem kablova tako da su kablovi položeni u kanalne kutije.

Za izvođenje radova koristiti odgovarajuću zaštitnu opremu shodno Zakonu o zaštiti na radu.

Rek ormane vezati na zaštitno uzemljenje. Zaštitno uzemljenje je jedinstveno za ceo objekat i već postoji. Instalacija zaštitnog uzemljenja proverava se na 3 do 5 godina a s obzirom na instalirane električne uredjaje predlažu se periodični pregledi na 3 god.

6.2.3. Zaštita od opasnosti kod održavanja i opsluživanja uređaja i instalacije računarske mreže

Aktivna komunikaciona oprema montira se u prostorijama gde vladaju kancelarijski uslovi. Pristup uređajima pri montaži i održavanju je omogućen i sa prednje i sa zadnje strane. Instalacija mreže, pasivana i aktivna mrežna oprema ne smeju da prave nikakve smetnje pri kretanju kroz prostorije, tako da se izbegne opasnost od bilo kakvih povreda.

Kako su svi uređaji predviđeni za rad gde stalno borave ljudi, smeštanjem u metalne ormane se dodatno smanjuje eventualno štetno zračenje i buka.

6.2.4. Zaštita od požara

Za prostorije gde nema aktivne komunikacione opreme, već samo pasivne, nije potrebno predvideti posebne mere zaštite od požara. Preventiva se obezbeđuje provlačenjem kablova dalje od izvora toplote, provlačenjem samo kroz kanalice i zabranom korišćenja prenosnih grejnih tela (el. grejalice i slično). Kanalice mogu biti i samogasive.

Potrebno je predvideti zaštitu od požara još za aktivnu komunikacionu opremu u svim rek ormanima.

Pošto postoji opasnost od požara na električnim uređajima i instalacijama, predviđa se postojanje ručnog vatrogasnog aparata sa

- ugljendioksidom ili
- suvim prahom.

Ugljendioksid je gas koji se komprimuje u čelične boce i nalazi se u tečnom agregatnom stanju. Gasi se na principu ugušivanja. Prilikom gašenja ugljendioksid prelazi u gasovito agregatno stanje pri čemu se stvara niska temperatura, tako da se gašenje vrši delimično i rashlađivanjem. Koristi se naročito za gašenje požara na električnim uređajima i instalacijama.

Suvi prah gasi na principu ugušivanja. Oblak praha prekriva površinu koja gori i sprečava pristup kiseonika. Koristi se za gašenje početnih požara i požara nastalih dejstvom električne struje.

7. Predmer materijala i radova

Predmer obuhvata kako pasivne komponente: UTP/SFTP kablove *level* 5E (*Wall* i *Fly*), UTP utičnice *level* 5E, *patch* panele, kanalice itd., potrebne za instalaciju lokalne računarske mreže, tako i aktivnu komunikacionu opremu. Moguća su odstupanja u količinama pojedinih stavki pasivnih komponenti usled pojave neplaniranih dešavanja i okolnosti pri instalaciji materijala i izvođenju potrebnih radova.

Za pasivne komponente data je specifikacija materijala i radova, a u delu aktivne komunikacione opreme je pobrojana kompletna komunikaciona oprema koju treba obezbediti.

7.1. Instalacioni materijal i radovi

Pasivni deo računarske mreže obuhvata sledeći materijal i radove:

Redni broj	Naziv	Količina	Jedinica mere
	PASIVNE KOMPONENTE		
1.	Utičnica nazidna sa 1 RJ-45 kat. 5E, unshielded	49	kom.
2.	Utičnica nazidna sa 2 RJ-45 kat. 5E, unshielded	84	kom.
3.	Utičnica nazidna sa 2 RJ-45 kat. 5E, shielded	6	kom.
4.	UTP Wall kabl kat. 5E	8455	m
5.	SFTP Wall kabl kat. 5E	250	m
6.	Patch panel sa 24 RJ-45 kat. 5E, 19", unshielded - sa modulima	11	kom.
7.	Patch panel sa 12 RJ-45 kat. 5E, 19", shielded - sa modulima	1	kom.
8.	Kanal sa poklopcem 30 x 20 mm	510	m
9.	Kanal sa poklopcem 40 x 40 mm	300	m
9.	Kanal sa poklopcem 60 x 40 mm	146	m
10.	Kanal sa poklopcem 80 x 40 mm	60	m
	Kanal sa poklopcem 100 x 40 mm	54	m
11.	Rek orman, samostojeći 42HU, 800x800 staklena vrata sa bravom sa prednje strane, metalna vrata sa bravom sa zadnje strane, uvodnici kabla, dodaci za montažu UPS-a u rek formatu	1	kom
	Rek orman nazidni, trodelni, minimalno 60cm dubine, visine 16HU	1	kom
11.	Rek orman nazidni, trodelni, minimalno 60cm dubine, visine 9HU	2	kom.
12.	Nosač kablova sa obujmicama 1 HU	11	kom.
13.	Panel za napajanje 220V sa minimalno 5 utičnica i prekidačem, 19", 1 HU	2	kom.

14.	Šraf za montažu elemenata u rek	200	kom.
15.	UTP patch cord, kat. 5E, dužine 1m	264	kom.
16.	SFTP patch cord, kat. 5E, dužine 1m	10	kom.
17.	UTP patch cord, kat. 5E, dužine 2m	149	kom.
18.	UTP patch cord, kat. 5E, dužine 3m	50	kom.
19.	UTP patch cord, kat. 5E, dužine 5m	20	kom.
20.	Potrošni materijal - šrafovi, tiplovi, vezice, gips, ...	1	kom.

Redni broj	Naziv	Količina	Jedinica mere
	UREĐAJ ZA NEPREKIDNO NAPAJANJE I KLIMA		
1.	On Line UPS (*double conversion*), snage minimalno 1000 VA, u rek formatu	1	kom.
2.	Klima uređaj za prostoriju od 60 m^3	1	kom.
	RADOVI NA INSTALACIJI		
1.	Bušenje horizontalnih otvora	110	kom.
2.	Bušenje vertikalnih otvora	5	kom.
3.	Montaža kanala na zid	1070	m.
4.	Montaža utičnica	133	kom.
5.	Montaža rek ormana i elemenata	4	kom.
6.	Provlačenje UTP/SFTP kablova	9525	m.
7.	Povezivanje UTP kabla na strani utičnice	217	kom.
8.	Povezivanje UTP/SFTP kabla na strani patch panela	225	kom.
9.	Obeležavanje i omsko testiranje (raspored pinova) UTP/SFTP linije	264	kom.
10.	Atest na kategoriju 5E sa pisanim izveštajem o kvalitetu linije	264	kom.
11.	Uzemljenje rek ormana	4	kom.
12.	Projekat izvedenog stanja	1	kom.

Treba napomenuti da u prostorijama Fakulteta zaštite na radu postoje ranije položeni kablovski kanali i već izbušcni otvori u zidovima. Izvođač radova treba da iskoristi ono što je odgovarajuće broju kablova koji prolaze kroz otvore i kanale, a u slučaju potrebe, da proširi otvore u zidu i montira kablovske kanale potrebnih dimenzija.

Izvođač je dužan da uz projekat izvedenog stanja priloži i ateste linija na Cat. 5E.

7.2. Aktivna komunikaciona oprema

U ovom delu je specificirana komunikaciona oprema koja se preporučuje za realizaciju lokalne računarske mreže.

Aktivni deo računarske mreže obuhvata tabelarno prikazanu opremu koju treba nabaviti:

Redni broj	Naziv	Proizvodni broj	Količina
1.	Cisco Catalyst 3550-12T, 2 GBIC ports, 10 10/100/1000Base T ports	WS-C3550-12T	1
2.	Cisco Catalyst 2950T-48, 48 10/100BaseT, 2 10/100/1000Base T ports	WS-C2950T-48-SI	5
3.	Cisco Catalyst 2950T-24, 24 10/100BaseT, 2 10/100/1000Base T ports	WS- C2950T-24	1
4.	1000Base-LX/LH GBIC	WS-G5486	1

Specifično za potrebe LAN-FZNR preporučuje se nabavka glavnog servera mreže sledećih karakteristika:

ML350R04 HPSCSI x 3.2 – 1MB/800, 1GB Array 356006-001

Processor(s)	(1) Intel Xeon 3.2 GHz processor standard (up to 2 supported)
Cache Memory	Integrated 1 MB Level 2 cache
Memory	1 GB (1 x 1 GB DIMM)
Network Controller	NC7761 PCI Gigabit NIC (Embedded)
Storage Controller	Integrated dual channel Ultra320 SCSI adapter
RAID Controller	Smart Array 641
Hard Drive	3 x 36GB (up to 6 supported)
Internal Storage	2.4 TB maximum hot plug SCSI (with optional drive cage & hard drives)
Optical Drive	48x IDE (ATAPI) CD-ROM Drive
Diskette Drive	1.44 MB Diskette Drive
Form Factor	Rack (5U)

8. Literatura

[1] *ANSI/IEEE Std 802-1990 – IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*, IEEE, 1990.

[2] *Black, U., Emerging Communications Technologies, Second Edition,* Prentice Hall, 1997.

[3] *Cisco Systems, Cisco Connection Documentation,* Cisco Systems Inc., 2001.

[4] *EN 50083-1 – Cabled distribution systems for television and sound signals; Part 1: Safety requirements*

[5] *Hein M., Griffits D.: Switching technology in the local network - From LAN to Switched LAN to Virtual LAN, International Thompson Computer Pres*, London, 1997.

[6] *IEC 847 – Characteristics of Local Area Networks,* ISO/IEC, 1988.

[7] *ISO/IEC 8802-3 (ANSI/IEEE Std. 802.3) – Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific requirements - Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*, ISO/IEC, 1996.

[8] *JUS N.B2.754 – Električne instalacije u zgradama: Uzemljenje i zaštitni provodnici.*

[9] *JUS N.B2.777 – Električne instalacije niskog napona: Zahtevi za uzemljenje instalacije za uređaje za obradu podataka; Posebni tehnički zahtevi.*

[10] *Lennie Lightwave's Guide to Fiber Optic Installation*, FOTEC, 1997.

[11] *MOD-TAP, An essential guide to structured cabling,* MOD-Tap a molex company, 2001.

[12] *Pravilnik o tehničkim merama za elektroenergetske instalacije u industriji.*

[13] *Zakon o zaštiti na radu*, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 42/91, 53/93, 67/93, 48/94, 42/98

[14] *Zakon o izgradnji objekata*, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 44, 1995.

[15] *Zaštita telekomunikacionih vodova od neposrednog ili posrednog dodira sa energetskim vodovima*, ZJPTT, Beograd, 1976.

[16] *Zbirka propisa iz oblasti TT linija i mreža (LN-V) – Uputstvo o izradi telefonskih instalacija i uvoda*, ZJPTT, Beograd, 1994.

[17] *Zbirka propisa iz oblasti TT linija i mreža (LN-IV) – Građenje i održavanje mesnih kablovskih mreža*, ZJPTT, Beograd, 1992.

[18] *Projekat Informacionog sistema Univerziteta Crne Gore u Podgorici,* JUNIS, *april 1996. godine*

[19] *Projekat Računarske mreže Pravnog fakulteta Univerziteta u Nišu, JUNIS, juni 1997.*

[20] *Projekat Računarske mreže Tehnološkog fakulteta Leskovac Univerziteta u Nišu,* JUNIS, *mart 1999. godine*

[21] *Projekat Računarske mreže Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu,* JUNIS, *maj 1999.*

[22] *Projekat Računarske mreže Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu,* ELEF&JUNIS, *2001/2002.*

[23] *Dokumentacija SinYU projekta, 2001-2002. godine.*

[24] *Pilot projekat SinYU, Projekat Računarske mreže Prirodno-Matematičkog fakulteta Univerziteta u Nišu, JUNIS, maj 2002. godine*

[25] *Projekat Računarske mreže Fakulteta fizičke kultureUniverziteta u Nišu, JUNIS, februar 2003. godine*

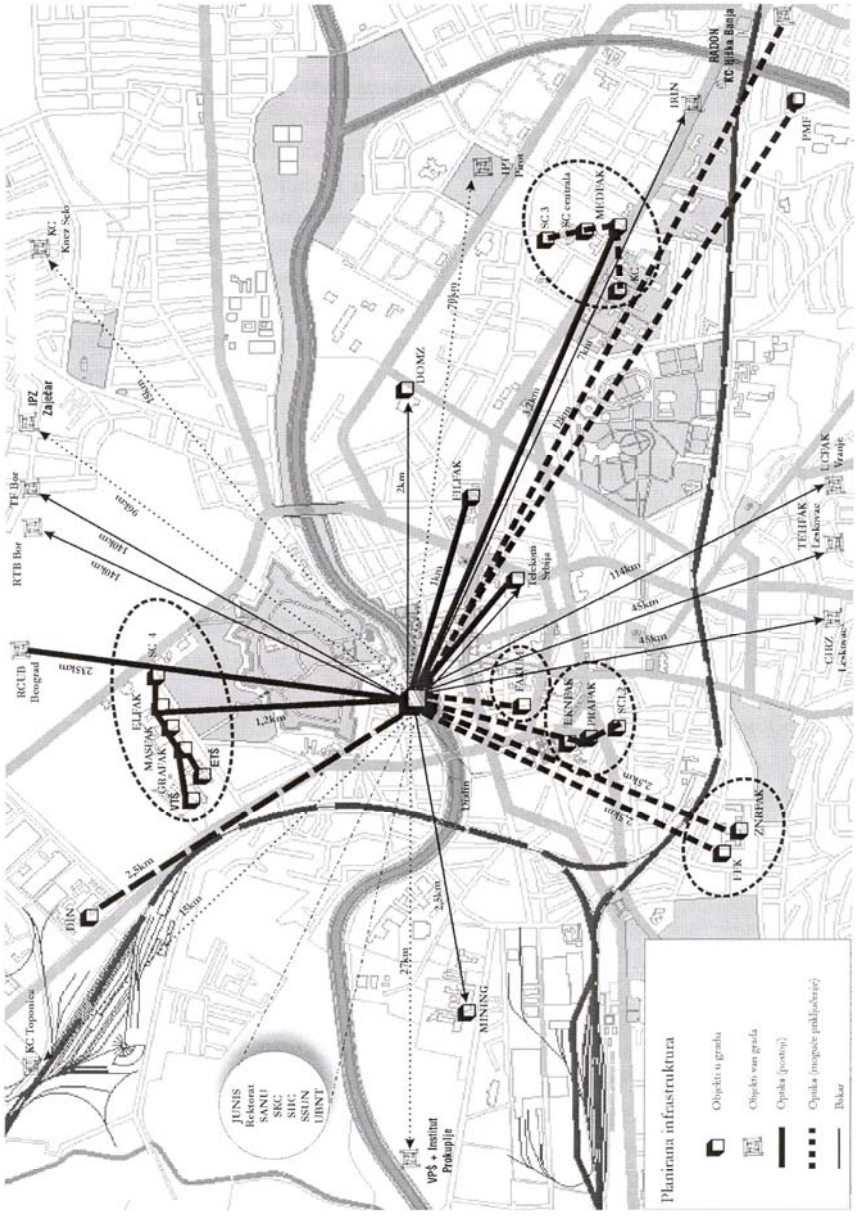
[26] *Projekat Računarske mreže Filozofskog fakulteta Univerziteta u Nišu, JUNIS, mart 2003. godine*

[27] *Projekat Računarske mreže Medicinskog fakulteta Univerziteta u Nišu, JUNIS, oktobar 2004. godine*

[28] *Projekat Računarske mreže Učiteljskog fakulteta u Vranju Univerziteta u Nišu, JUNIS, decembar 2004. godine*

9. Prilozi

Prilog 9.1. Grafički prikaz računarske mreže Univerziteta u Nišu



Prilog 9.2. Tehničke karakteristike Cisco Switch-eva serija Catalyst 3550

Catalyst 3550 Series Intelligent Ethernet Switches

Product Overview

The Cisco Catalyst 3550 Series Intelligent Ethernet Switches is a new line of enterprise-class, stackable, multilayer switches that provide high availability, scalability, security and control to enhance the operation of the network. With a range of Fast Ethernet and Gigabit Ethernet configurations, the Catalyst 3550 Series can serve as both a powerful access layer switch for medium enterprise wiring closets and as a backbone switch for mid-sized networks. For the first time, customers can deploy network-wide intelligent services, such as advanced quality of service (QoS), rate-limiting, Cisco security access control lists, multicast management, and high-performance IP routing-while maintaining the simplicity of traditional LAN switching. Embedded in the Catalyst 3550 Series is the Cisco Cluster Management Suite (CMS) Software, which allows users to simultaneously configure and troubleshoot multiple Catalyst desktop switches using a standard Web browser. Cisco CMS

Software provides new configuration wizards that greatly simplify the implementation of converged applications and network-wide services.

The Cisco Catalyst 3550 Series Intelligent Ethernet Switches are available in the following configurations:

- Catalyst 3550-24 Switch-24 10/100 ports and two Gigabit Interface Converter (GBIC)-based Gigabit Ethernet ports; 1 rack unit (RU)
- Catalyst 3550-48 Switch-48 10/100 ports and two GBIC-based Gigabit Ethernet ports; 1 RU
- Catalyst 3550-12G Switch-10 GBIC-based Gigabit Ethernet ports and two 10/100/1000BaseT ports; 1.5 RU
- Catalyst 3550-12T Switch-10 10/100/1000BaseT ports and two GBIC-based Gigabit Ethernet ports; 1.5 RU

The built-in Gigabit Ethernet ports in these switches accommodate a range of GBIC transceivers, including the Cisco GigaStack GBIC, 1000BaseT, 1000BaseSX, 1000BaseLX/LH, and 1000BaseZX GBICs. The dual GBIC-based Gigabit Ethernet implementation on the Fast Ethernet configurations provides customers tremendous deployment flexibility, allowing customers to implement one type of stacking and uplink configuration today, while preserving the option to migrate that configuration in the future. High levels of stack resiliency can also be implemented by deploying dual redundant Gigabit Ethernet uplinks, a redundant GigaStack GBIC loopback cable, UplinkFast and CrossStack

UplinkFast technologies for high-speed uplink and stack interconnection failover, and Per VLAN Spanning Tree Plus (PVST+) for uplink load balancing. This Gigabit Ethernet flexibility makes the Catalyst 3550 switches an ideal LAN edge complement to the Cisco Catalyst 6500 Family of Gigabit Ethernet optimized core LAN switches.

Included with the Catalyst 3550-24 and 3550-48 are the Standard Multilayer Software Image (SMI) or the Enhanced Multilayer Software Image (EMI). The EMI provides a richer set of enterprise-class features including hardware-based IP unicast and multicast routing, inter-virtual LAN (VLAN) routing, routed access control lists (RACLs), and the Hot Standby Router Protocol (HSRP). After initial deployment, the Enhanced Multilayer Software Image Upgrade Kit gives users the flexibility to upgrade to the EMI. The Catalyst 3550-12T and 3550-12G are only available with the Enhanced Multilayer Software Image.

Key Features and Benefits

Availability
Superior Redundancy for Fault Backup

- Cisco UplinkFast/BackboneFast technologies ensure quick fail-over recovery enhancing overall network stability and reliability.
- CrossStack UplinkFast (CSUF) technology provides increased redundancy and network resiliency through fast spanning-tree convergence (less than two seconds) across a stack of switches using GigaStack(TM) GBICs in an independent stack backplane cascaded configuration.
- Supports Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP) to create redundant failsafe routing topologies-requires Enhanced Multilayer Software Image (EMI).
- Redundant stacking connections provide support for a redundant loopback connection for top and bottom switches in an independent stack backplane cascaded configuration.
- Command switch redundancy enabled in the Cisco Cluster Management Suite (CMS) Software allows customers to designate a backup command switch that takes over cluster management functions if the primary command switch fails.
- Provides unidirectional link detection (UDLD) for detecting and disabling unidirectional links on fiber-optic interfaces caused by incorrect fiber-optic wiring or port faults.
- Support for Cisco`s optional Redundant Power System 300 (RPS 300) that provides superior internal power source redundancy for up to six Cisco networking devices resulting in improved fault tolerance and network uptime.

Integrated Cisco IOS Features for Bandwidth Optimization

- Bandwidth aggregation of up to 16 Gbps through Gigabit EtherChannel (R) technology and up to 1.6 Gbps through Fast EtherChannel technology enhances fault tolerance and offers higher speed aggregated bandwidth between switches, to routers and individual servers.
- Per-port broadcast, multicast, and unicast storm control prevents faulty end stations from degrading overall systems performance.
- IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol support for redundant backbone connections and loop-free networks simplifies network configuration and improves fault tolerance.
- Per VLAN Spanning Tree Plus (PVST+) allows for Layer 2 load sharing on redundant links to efficiently utilize the extra capacity inherent in a redundant design.
- Equal cost routing for Layer 3 load balancing and redundancy -requires Enhanced Multilayer Software Image (EMI).
- Local Proxy ARP works in conjunction with private VLAN edge to minimize broadcasts and maximize available bandwidth.
- VLAN Trunking Protocol (VTP) pruning limits bandwidth consumption on VTP trunks by flooding broadcast traffic only on trunk links required to reach the destination devices.
- Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping provides for fast client joins and leaves of multicast streams and limits bandwidth-intensive video traffic to only the requestors.
- Multicast VLAN registration (MVR) continuously sends multicast streams in a multicast VLAN while isolating the streams from subscriber VLANs for bandwidth and security reasons.

Security
Network-Wide Security Features

- IEEE 802.1x (planned future software support) for dynamic port-based security.
- Cisco security VLAN ACLs (VACLs) on all VLANs to prevent unauthorized data flows to be bridged within VLANs.
- Cisco standard and extended IP security Router ACLs (RACLs) for defining security policies on routed interfaces for control plane and data plane traffic-requires Enhanced Multilayer Software Image (EMI).
- Time-based ACLs allow the implementation of security settings during specific periods of the day.
- Private VLAN edge provides security and isolation between ports on a switch, ensuring that voice traffic travels directly from its entry point to the aggregation device through a virtual path and cannot be directed to a different port.

- TACACS+ and RADIUS (planned future software support) authentication to enable centralized control of the switch and restrict unauthorized users from altering the configuration.
- MAC-based port-level security prevents unauthorized stations from accessing the switch (planned future software support).
- Multilevel security on console access prevents unauthorized users from altering the switch configuration.
- The user-selectable address-learning mode simplifies configuration and enhances security.
- Bridge protocol data unit (BPDU) guard shuts down Spanning-Tree Protocol PortFast-enabled interfaces when BPDUs are received to avoid accidental topology loops.
- Spanning-tree root guard (STRG) prevents edge devices not in the network administrator"s control from becoming Spanning-Tree Protocol root nodes.

Control
Advanced Quality of Service

- 802.1p class of service (CoS) and Differentiated Services Code Point field (DSCP) classification via marking and reclassification on a per packet basis using source/destination IP address, source/destination MAC address, or Layer 4 TCP/UDP port number.
- Cisco control plane and data plane quality of service ACLs on all ports to ensure proper marking on a per packet basis.
- Four egress queues per port supported in hardware to enable differentiated management of up to four types of traffic.
- Weighted Round Robin (WRR) scheduling to ensure differential prioritization of packet flows by intelligently servicing the egress queues.
- Weighted Random Early Detection (WRED) on all Gigabit Ethernet ports for avoidance of congestion at the egress queues before a disruption occurs.
- Strict priority queuing to guarantee that the highest priority packets will always get serviced ahead of all other traffic.
- No performance penalty for highly granular quality of service functionality.

High-Performance IP Routing

All IP routing features require the Enhanced Multilayer Software Image (EMI)

- Cisco Express Forwarding (CEF)-based routing architecture performed in hardware to deliver extremely high-performance IP routing.
- Support for all commonly deployed and industry standard IP unicast routing protocols (RIPv1, RIPv2, OSPF, IGRP, EIGRP) for load balancing and constructing scalable LANs.

- Static IP routing for manually building a routing table of network path information.
- Inter-VLAN IP routing for full Layer 3 routing between two or more VLANs.
- Equal cost routing for load balancing and redundancy.
- Protocol-Independent Multicast (PIM) for IP multicast routing within a network that enables the network to receive the multicast feed requested and for switches not participating in the multicast to be pruned - support for PIM sparse mode (PIM-SM), PIM dense mode (PIM-DM), and PIM sparse-dense mode.
- Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP) tunneling for interconnecting two multicast-enabled networks across non-multicast networks.
- Fallback bridging for forwarding of non-IP traffic between two or more VLANs.
- Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP) to create redundant fail-safe routing topologies.

Scalability

Ultra-Flexible and Scalable Stacking and Cisco Switch Clustering Technology

- The Cisco GigaStack Gigabit Interface Converter (GBIC) delivers a hardware-based, independent stacking bus with up to 2 Gbps forwarding rate in a point-to-point configuration, or 1-Gbps forwarding bandwidth when daisy chained with up to nine switches.
- Cisco Cluster Management Suite (CMS) Software allows the user to manage up to 16 inter-connected Cisco Catalyst 3550, 2950, 3500 XL, 2900 XL, 2900 LRE XL, and 1900 switches through a single IP address, without the limitation of being physically located in the same wiring closet.
- Full backward compatibility of the Cisco CMS Software ensures that any Cisco Catalyst 3550, 2950, 3500 XL, 2900 XL, 2900 LRE XL, or 1900 Switch can be managed with a Cisco Catalyst 3550 Switch.
- The cluster software upgrade feature allows the user to automatically upgrade the system software on a group of Cisco Catalyst 3550, 2950, 3500 XL, 2900 XL, 2900 LRE XL, and 1900 switches.
- Cisco Cluster Management Suite Software has been extended to include multilayer feature configurations such as Routing Protocols, ACLs, and QoS parameters.
- Clustering now supports member discovery and cluster creation across a single Catalyst 3550 routed hop, enabling the entire LAN to be managed in a single web interface (and with a single IP address if desired).
- Cisco Cluster Management Suite Configuration Wizards use just a few user inputs to automatically configure the switch to optimally handle different types of traffic: voice, video, or high-priority data. In addition, a wizard for security is provided to restrict unauthorized access to servers with sensitive data. (Voice, data, and security wizards will be available in a future software release.)

- Cisco Cluster Management Suite Guide Mode assists users in the configuration of powerful advanced features by providing step-by-step instructions.
- Cisco Cluster Management Suite provides enhanced on-line help for context-sensitive assistance.
- Easy-to-use graphical interface provides both a topology map and front panel view of the cluster.

Prilog 9.3. Tehničke karakteristike Cisco Switch-eva serija Catalyst 2950G-48

Introduction

Cisco Catalyst® 2950G-48 is a member of the Catalyst 2950 Series Intelligent Ethernet Switches, and is a fixed-configuration, stackable switch that provides wire-speed Fast Ethernet and Gigabit Ethernet connectivity for midsized networks and the metro access edge. The Catalyst 2950 Series is an affordable product line that brings intelligent services, such as enhanced security, high availability and advanced quality of service (QoS), tothe network edgewhile maintaining the simplicity of traditional LAN switching. When a Catalyst 2950 Switch is combined with a Catalyst 3550 Series Switch, the solution can enable IP routing from the edge to the core of the network.

Embedded in Catalyst 2950 Series switches is the Cisco Cluster Management Suite (CMS) Software, which allows users to simultaneously configure and troubleshoot multiple Catalyst desktop switches using a standard Web browser. In addition, Cisco CMS Software provides new configuration wizards that greatly simplify the implementation of converged applications and network-wide services.

* 48 10/100 ports and two fixed GBIC-based 1000BASE-X uplink ports
* 1 rack unit (RU) stackable switch
* Delivers intelligent services to the network edge
* Enhanced Software Image (EI) installed
* Ideal for advanced desktop access layer connectivity and residential metro access

Cisco Catalyst 2950 Series Switches— with Enhanced Image Software

Product Overview

Cisco Catalyst® 2950 Series Switches are fixed-configuration, stackable models that provide wire-speed Fast Ethernet and Gigabit Ethernet connectivity for small and midsize networks. The Catalyst 2950 Series is an affordable product line that brings intelligent services, such as enhanced security, high availability, and advanced quality of service (QoS),

to the network edge—while maintaining the simplicity of traditional LAN switching. When a Catalyst 2950 Switch is combined with a Catalyst 3550 Series Switch, the solution can enable IP routing from the edge to the core of the network. Embedded in Catalyst 2950 Series switches is the Cisco Cluster Management Suite (CMS) Software, which allows users to simultaneously configure and troubleshoot multiple Catalyst desktop switches using a standard Web browser. In addition to CMS, Cisco Catalyst 2950 switches provide extensive management tools using Simple Network Management Protocol (SNMP) network management platforms such as CiscoWorks.

This product line offers two distinct sets of software features and a range of configurations to allow small, midsized, and enterprise branch offices to select the right combination for the network edge. The Standard Image software offers Cisco IOS® functionality for basic data, video, and voice services. For networks with requirements for additional security, advanced QoS and high availability, the Enhanced Image software delivers intelligent services such as rate limiting and security filtering for deployment at the network edge.

The Cisco Catalyst 2950 Series Switches consists of the following devices—which are only available with the Enhanced Image (EI) Software for the Catalyst 2950 Series.

* Catalyst 2950G-48—48 10/100 ports and 2 Gigabit Interface Converter (GBIC)-based Gigabit Ethernet ports
* Catalyst 2950G-24—24 10/100 ports and 2 GBIC ports
* Catalyst 2950G-24-DC—24 10/100 ports, 2 GBIC ports, DC power
* Catalyst 2950G-12—12 10/100 ports and 2 GBIC ports
* Catalyst 2950T-24—24 10/100 ports and 2 fixed 10/100/1000BASE-T uplink ports
* Catalyst 2950C-24—24 10/100 ports and 2 fixed 100BASE-FX uplink ports

This complete set of switches offers network managers flexibility when selecting a migration path to Gigabit Ethernet. The two built-in Gigabit Ethernet ports on the Catalyst 2950G-12, 2950G-24, and 2950G-48 accommodate a range of GBIC transceivers, including the Cisco GigaStack® GBIC, 1000BASE-SX, 1000BASE-LX/LH, 1000BASE-ZX, 1000BASE-T, and CWDM GBICs. The dual GBIC-based Gigabit Ethernet implementation provides customers with tremendous deployment flexibility—allowing customers increased availability with the redundant uplinks. In sum, the configuration permits customers to implement one type of stacking and uplink configuration today, while preserving the option to migrate to another configuration in the future. High levels of stack resiliency can also be implemented by deploying dual redundant Gigabit Ethernet uplinks, a redundant GigaStack GBIC loopback cable, UplinkFast and CrossStack UplinkFast technologies for high-speed uplink and stack interconnection failover, and Per VLAN Spanning Tree Plus (PVST+) for uplink load balancing.

In addition, the Catalyst 2950T-24 offers small and midsized enterprises server connectivity and an easy migration path to Gigabit by using existing copper cabling

infrastructure. Implementing Gigabit Ethernet over copper allows network managers to boost network performance and maximize infrastructure investments in Category 5 copper cabling.

Product Features and Benefits

Superior Redundancy for Fault Backup

* IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol support for redundant backbone connections and loop-free networks simplifies network configuration and improves fault tolerance.

* Support for Cisco Spanning-Tree Protocol enhancements such as UplinkFast, BackboneFast, and PortFast technologies ensure quick fail-over recovery enhancing overall network stability and availability.

* IEEE 802.1w Rapid Spanning-Tree Protocol (RSTP) provides rapid convergence of the spanning tree independent of spanning-tree timers.

* Cisco CrossStack UplinkFast technology extends UplinkFast to a stack to ensure quick fail-over recovery enhancing network stability and availability.

* Support for Cisco's optional, 300-watt redundant AC power system provides a backup power source for up to four units for improved fault tolerance and network uptime.

* Redundant stacking connections provide support for a redundant loopback connection for top and bottom switches in an independent stack backplane cascaded configuration.

* Command switch redundancy enabled in the Cisco CMS Software allows customers to designate a backup command switch that takes over cluster management functions if the primary command switch fails.

* Provides unidirectional link detection (UDLD) and Aggressive UDLD for detecting and disabling unidirectional links on fiber-optic interfaces caused by incorrect fiber-optic wiring or port faults.

Integrated Cisco IOS® Features for Bandwidth Optimization

* Bandwidth aggregation up to 4 Gbps (2 ports full duplex) through Gigabit EtherChannel® technology and up to 16 Gbps (8 ports full duplex) through Fast EtherChannel technology enhances fault tolerance and offers higher-speed aggregated bandwidth between switches, to routers and individual servers. Port Aggregation Protocol (PAgP) is available to simplify configuration.

* Per-port broadcast, multicast, and unicast storm control prevents faulty end stations from degrading overall systems performance.

* Per virtual LAN (VLAN) Spanning Tree Plus (PVST+) allows for Layer 2 load sharing on redundant links to efficiently utilize the extra capacity inherent in a redundant design.

* IEEE 802.1s Multiple Spanning-Tree Protocol (MSTP) allows a spanning tree instance per VLAN enabling Layer 2 load sharing on redundant links.

* VLAN Trunking Protocol (VTP) pruning limits bandwidth consumption on VTP trunks by flooding broadcast traffic only on trunk links required to reach the destination devices. Dynamic Trunking Protocol (DTP) enables dynamic trunk configuration across all ports in the switch.

* IGMP snooping provides for fast client joins and leaves of multicast streams and limits bandwidth-intensive video traffic to only the requestors. MVR, IGMP filtering and fast-join and immediate leave are available as enhancements.

* MVR continuously sends multicast streams in a multicast VLAN while isolating the streams from subscriber VLANs for bandwidth and security reasons.

* Supports additional frame formats: Ethernet II (tagged and untagged), 802.3 (SNAP encapsulated tagged and untagged frames)

Security

Network-Wide Security Features

Filtering of incoming traffic flows based on Layer 2

The following Layer 2 ACPs or a combination can be used for security classification of incoming packets: source Media Access Control (MAC) address, destination MAC address, and 16-bit Ethertype.

Time-based ACLs allow configuration of differentiated services based on time-periods.

A private VLAN edge provides security and isolation between ports on a switch, ensuring that voice traffic travels directly from its entry point to the aggregation device through a virtual path and cannot be directed to a different port.

Support for the 802.1x standard allows users to be authenticated regardless of which LAN port they are accessing, and provides unique benefits to customers who have a large base of mobile (wireless) users accessing the network.

802.1x with VLAN assignment allows a dynamic VLAN assignment for a specific user regardless of where the user is connected.

802.1x with an ACL assignment allows for specific security policies based on a user regardless of where the user is connected.

802.1x with port security for authenticating the port and managing network access for all MAC addresses, including that of the client.

* SSH and SNMPv3 provides network security by encrypting administrator traffic during Telnet and SNMP sessions —SSH and the crypto version of SNMPv3 require a special crypto software image due to US export restrictions.

* Port Security secures the access to a port based on the MAC address of a user's device. The aging feature removes the MAC address from the switch after a specific timeframe to allow another device to connect to the same port.

* MAC Address Notification allows administrators to be notified of new users added or removed from the network.

* Spanning-tree root guard (STRG) prevents edge devices not in the network administrator's control from becoming Spanning-Tree Protocol root nodes.

* The Spanning-Tree Protocol PortFast/bridge protocol data unit (BPDU) guard feature disables access ports with Spanning-Tree Protocol PortFast-enabled upon reception of a BPDU, and increases network reliability, manageability, and security.

* Multilevel security on console access prevents unauthorized users from altering the switch configuration.

* TACACS+ and RADIUS authentication to enable centralized control of the switch and restrict unauthorized users from altering the configuration.

* The user-selectable address-learning mode simplifies configuration and enhances security.

* Trusted Boundary provides the ability to trust the QoS priority settings if an IP phone is present and disable the trust setting in the event that the IP phone is removed, thereby preventing a rogue user from overriding prioritization policies in the network.

* IGMP Filtering provides multicast authentication by filtering out non-subscribers and limits the number of concurrent multicast streams available per port.

* Support for dynamic VLAN assignment through implementation of VLAN Membership Policy Server (VMPS) client functionality provides flexibility in assigning ports to VLANs. Dynamic VLAN enables fast assignment of IP address.

* Cisco CMS Software Security Wizards ease the deployment of security features for restricting user access to a server, a portion of the network or access to the network.

Sophisticated Traffic Management

The switch supports up to 6 policers per Fast Ethernet port and up to 60 policers on a Gigabit Ethernet port.

The switch offers granularity of traffic flows at 1 Mbps on Fast Ethernet ports and 8 Mbps on Gigabit Ethernet ports.

The switch offers the ability to limit data flows based on MAC source/destination address, IP source/destination address, TCP/UDP port numbers, or any combination of these fields.

The switch offers the ability to manage data flows asynchronously upstream and downstream from the end station or on the uplink.

Performance

13.6-Gbps switching fabric
Catalyst 2950G-48: 13.6-Gbps maximum forwarding bandwidth

(Forwarding rates based on 64-byte packets)
Catalyst 2950G-48: 10.1-Mpps wire-speed forwarding rate
8-MB memory architecture shared by all ports
Up to 16-MB SDRAM and 8-MB Flash memory
Configurable up to 8000 MAC addresses
Configurable maximum transmission unit (MTU) of up to 1530 bytes
(Catalyst 2950G switches only)

Dimensions and Weight (H x W x D)
1.72 x 17.5 x 13 in. (4.36 x 44.5 x 33.02 cm)

(Cisco Catalyst 2950G-48)

1.0 rack-unit high
10 lb (4.5 kg) (Cisco Catalyst 2950G-48)

Environmental Ranges

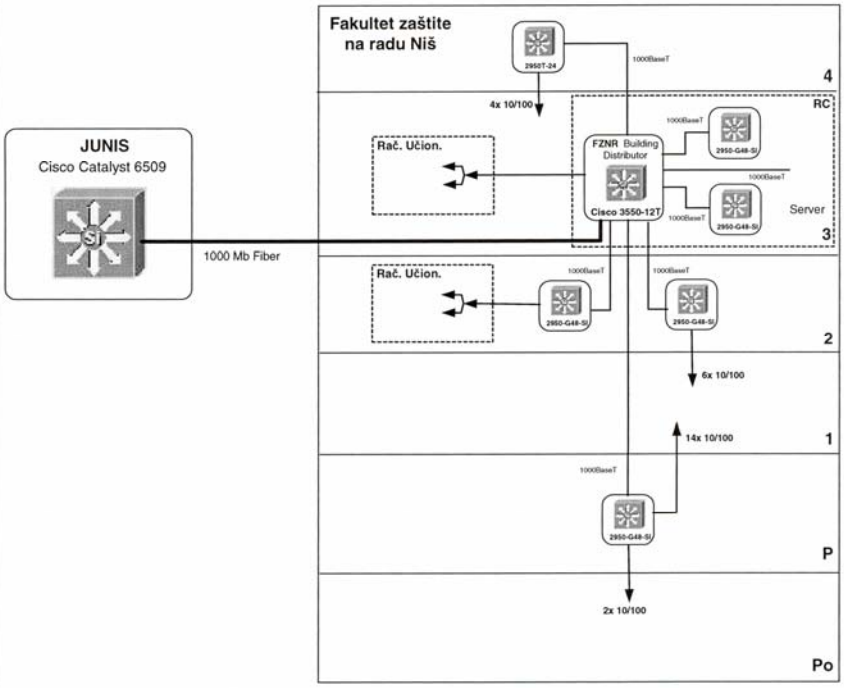
Operating temperature: 32 to 113° F (0 to 45° C)
Storage temperature: -13 to 158° F (-25 to 70° C)
Operating relative humidity: 10 to 85% (non-condensing)
Operating altitude: Up to 10,000 ft (3000 m)
Storage altitude: Up to 15,000 ft (4500 m)
Not intended for use on top of desktops or in open office environments

Power Requirements

Power consumption: 45W maximum, 154 BTUs per hour (Catalyst 2950G-48)
AC input voltage/frequency: 100 to 127/200 to 240 VAC (auto-ranging),
50 to 60Hz
DC Input Voltages for Cisco RPS 300 RPS: +12V @ 4.5A

10. Grafička dokumentacija

10.1. Jednopolna šema



10.2. Rek ormani – šema montiranja

42	Ventilator Panel
41	Patch Panel
40	Držač kablova
39	CISCO 2950T-48-SI
38	
37	Patch Panel
36	Držač kablova
35	Patch Panel
34	Držač kablova
33	CISCO 2950T-48-SI
32	
31	Patch Panel
30	Držač kablova
29	SFTP Patch Panel
28	Držač kablova
27	CISCO 3550-12T
26	
25	Držač kablova
24	Optički Patch Panel
23	Napojna šina
22	Polica dublja
15	
14	Polica dublja
7	
6	
5	Napojna šina
4	UPS u rek ormanu
1	

Centralni Rek orman 42HU – u RC

9	
8	
7	Držač kablova
6	CISCO 2950T-48-SI
5	
4	Držač kablova
3	Patch Panel
2	Držač kablova
1	Patch Panel

Rek orman 9HU – u komunikacionom čvorištu u Prizemlju

9	
8	
7	
6	
5	
4	CISCO 2950T-24
3	
2	Držač kablova
1	Patch Panel

Rek orman 9HU – u komunikacionom čvorištu na IV spratu

16	Ventilator Panel
15	
14	
13	CISCO 2950T-48-SI
12	
11	Patch Panel
10	Držač kablova
9	Patch Panel
8	Držač kablova
7	CISCO 2950T-48-SI
6	
5	Držač kablova
4	Patch Panel
3	Držač kablova
2	Patch Panel
1	Napojna šina

Rek orman 16HU – u komunikacionom čvorištu na II spratu

10.3. Šema projektovanog kablovskog razvoda po spratovima