

# Preporuke za implementaciju generičkog kablovskog sistema

Ovo je radni naziv prvog AMRES Best Practice dokumenta u oblasti Fizička infrastruktura. Ukoliko mislite da imate bolji naziv, molim vas, slobodno predložite.

Ovaj dokument sadrži minimalni skup zahteva koje bi trebalo da ispunjavaju kablovske instalacije u institucijama članicama AMRESa.

## AMRES BPD 103

<b>AMRES BPD no</b>	103
<b>Version</b>	1
<b>Status</b>	Javni poziv za komentare je otvoren, očekuje se da će dokument biti završen do kraja Septembra
<b>Date</b>	28.6.2010
<b>Title</b>	Requirements for cabling
<b>Working group</b>	Fizička infrastruktura
<b>Responsible</b>	AMRES/RCUB
<b>Category</b>	Recommendation

## Abstrakt

Cilj ovog dokumenta su preporuke za projektovanje računarskih mreža u objektima ili kampusima neke organizacije. Dokument opisuje elemente strukturnog kabliranja na način definisan u međunarodnom standardu ISO/IEC 11801, zatim karakteristike različitih tipova bakarnih i optičkih kablova, kao i preporuke za instalaciju uz referenciranje na ISO/IEC, TIA/EIA standarde. Dodatno, date su smernice za obezbeđivanje prostorija za prihvatanje i obeležavanje elemenata računarske mreže. Potrebno je napomenuti da je dokument značajno baziran na dokumentu sa preporukama nastalom u okviru projekta GigaCampus u Norveškoj akademskoj mreži i da uz dozvolu Norveške akademske mreže, sadrži prevod delova pomenutog Norveškog dokumenta.

## Uvod

Kako razvoj računarskih mreža direktno utiče na broj računara, kao i na potrebu da svi računari budu na neki način povezani, javlja se potreba definisanjem načina, odnosno pravila po kojima će računari biti povezani. Uobičajeno je da se projektom definišu načini, odnosno pravila po kojima će konkretna računarska mreža biti realizovana. Ovaj dokument daje preporuke za projektovanje i instalaciju računarskih mreža, pri čemu su napomenuti standardi na koje se dokument referencira,

kao i preporuke koje su za ovu namenu date u okviru Norveškog GigaCampus projekta. U poglavlju 2 je dat skup osnovnih pojmova strukturnog kabliranja, dok su u poglavlju 3 date preporuke za korišćenje različitih tipova bakarnih i optičkih kablova. Poglavlje 4 daje smernice za osnovne zahteve pri projektovanju računarske mreže, kao što su obezbeđivanje prostorija za čvorovišta i obeležavanje elemenata računarske mreže.

## Osnovni pojmovi iz standarda za strukturno kabliranje

U ovom dokumentu se koriste tehnički termini definisani u više međunarodnih i evropskih standarda za generičke kablovske sisteme. Da bi se olakšalo razumevanje dokumenata, neke važne definicije su izdvojene i navedene u nastavku. Slike, korišćene u ovom poglavlju, su takođe preuzete iz međunarodnog standarda za strukturno kabliranje ISO/IEC 11801 Second Edition.

Napominjemo, da se u praksi za pojam telekomunikaciona utičnica, često koristi i termin mrežni priključak. U ovom dokumentu je prednost data opštijem izrazu, pa je usvojen termin telekomunikaciona utičnica.

Strukturni kablovski sistem se sastoji od tri glavna podsistema:

- kablovska instalacija kampusa (campus backbone cabling);
- vertikalna (kičmena) kablovska instalacija (building backbone cabling);
- horizontalna kablovska instalacija (horizontal cabling)

Funkcionalni elementi koji čine kablovski sistem, a koji su predstavljeni na slici 1, su:

**Centralno čvorovište kampusa (campus distributor - CD)** - predstavlja koncentraciju veza ka čvorovištima zgrada (BD).

**Kičmeno kabliranje kampusa (campus backbone cabling)** - povezuje čvorovište kampusa (CD) sa čvorovištima zgrada (BD). Takođe, pripadaju mu i direktne veze između čvorovišta zgrada (BD).

**Čvorovište zgrade (building distributor - BD)** - predstavlja čvorovište u kome se završavaju kablovi vertikalne (kičmene) instalacije, i preko koga se ostvaruje veza na kičmenu kablovsku instalaciju kampusa. Prostorija u kojoj se nalazi čvorovište zgrade naziva se glavna komunikaciona soba (Equipment Room - ER). Čvorovište zgrade takođe može biti smešteno u komunikacionoj (Telecommunication Room - TR) prostoriji.

**Vertikalna (kičmena) kablovska instalacija (building backbone cabling)** - povezuje čvorovišta zgrade (BD) sa spratnim čvorovištima (FD).

**Spratno čvorovište (floor distributor - FD)** - predstavlja koncentraciju kablova horizontalne

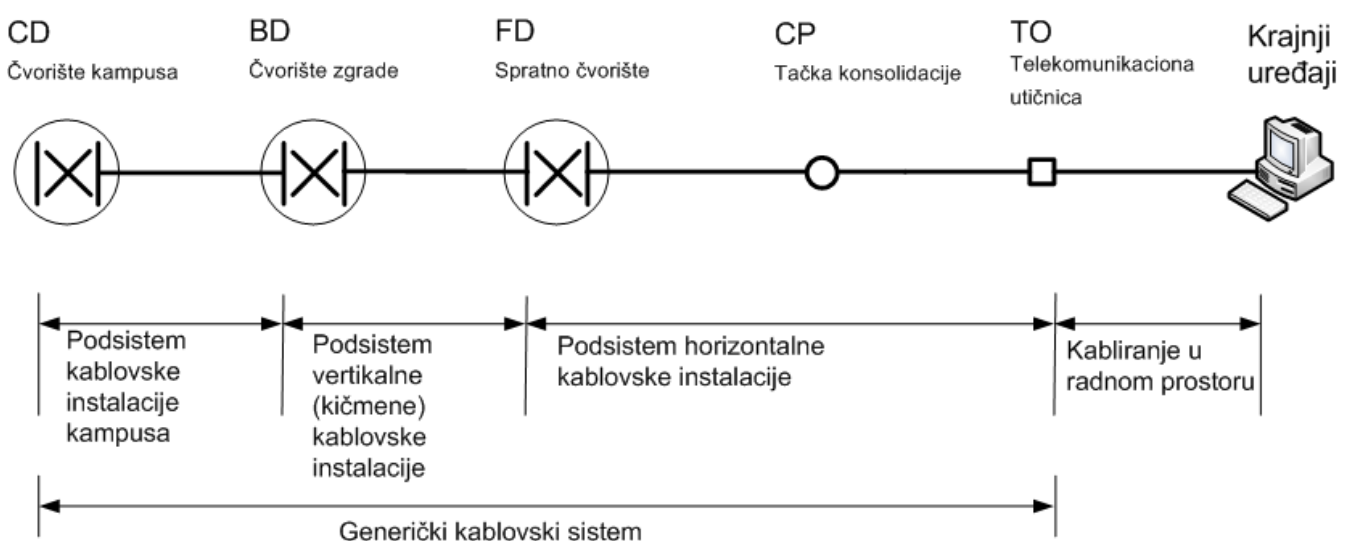
instalacije koji povezuju čvorište sa telekomunikacionim utičnicama (TO) u radnom prostoru. FD ima i vezu sa vertikalnom kablovskom instalacijom. Broj spratnih čvorišta u objektu zavisi od prostornog rasporeda samog objekta, a ograničen je i zahtevom da maksimalna dužina horizontalne bakarne kablovske instalacije ne prelazi devedeset metara (90 m). Spratno čvorište često može da pokrije i više od jednog sprata. Soba u kojoj se nalazi spratno čvorište se često naziva telekomunikaciona soba (TR).

**Horizontalna kablovska instalacija (horizontal cabling)** – povezuje spratna čvorišta (FD) sa telekomunikacionim utičnicama (TO). Maksimalna dozvoljena dužina bakarnih kablova je 90m.

**Tačka konsolidacije (consolidation point - CP)** – omogućava fleksibilnije izvođenje horizontalne kablovske instalacije u slučaju adaptacije ili opremanja radnog prostora. Tačka konsolidacije se može uvesti kada je poznat broj utičnica u radnom prostoru, a ne može se predvideti njihova tačna pozicija u trenutku instalacije kablova. U radnom prostoru se može predvideti najviše jedna tačka konsolidacije i ona ne bi trebalo da se nalazi na udaljenosti bližoj od 15m od spratnog čvorišta.

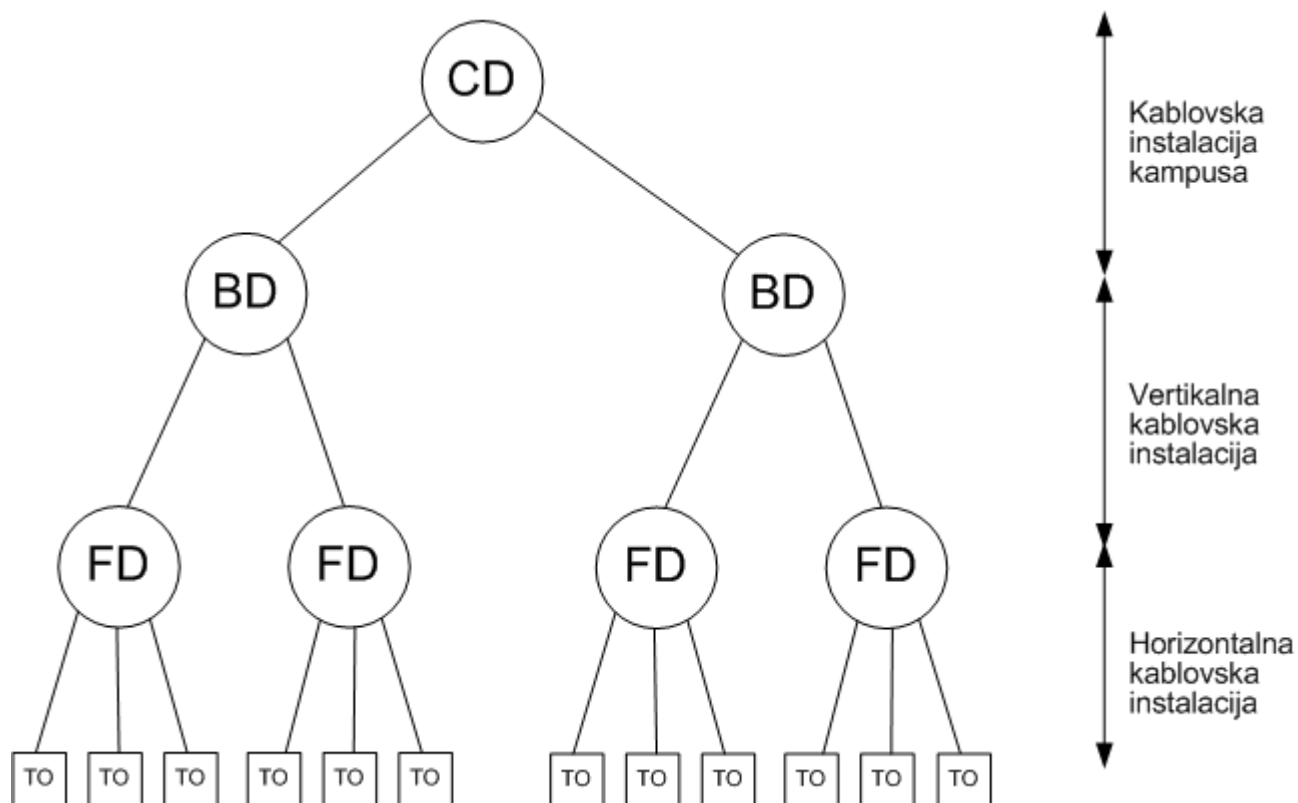
**Telekomunikaciona utičnica (telecommunication outlet - TO)** – predstavlja fiksni priključak u kome se završava kabl horizontalne instalacije. Telekomunikaciona utičnica omogućava povezivanje korisničkih uređaja na kablovsku instalaciju.

**Komunikacioni kanal (channel)** – predstavlja vezu između dva uređaja, uobičajeno vezu između sviha i terminalnog uređaja (računara, štampača, videokonferencijskog terminala itd). Sastoji se od horizontalne kablovske instalacije (od FD do TO) i prespojnih (patch) kablova za povezivanje krajnjih uređaja na horizontalnu kablovsku instalaciju. Maksimalna dužina kanala je sto metara (100 m), od koji se devedeset metara (90 m) odnosi na horizontalno kabliranje, dok prespojni kablovi ne bi smeli da predju maksimalnu dužinu od deset metara (10 m) ukupno. Maksimalna dužina kanala može biti i manja od navedene ukoliko kvalitet komponenti od koji se kanal sastoji nije zadovoljavajući.



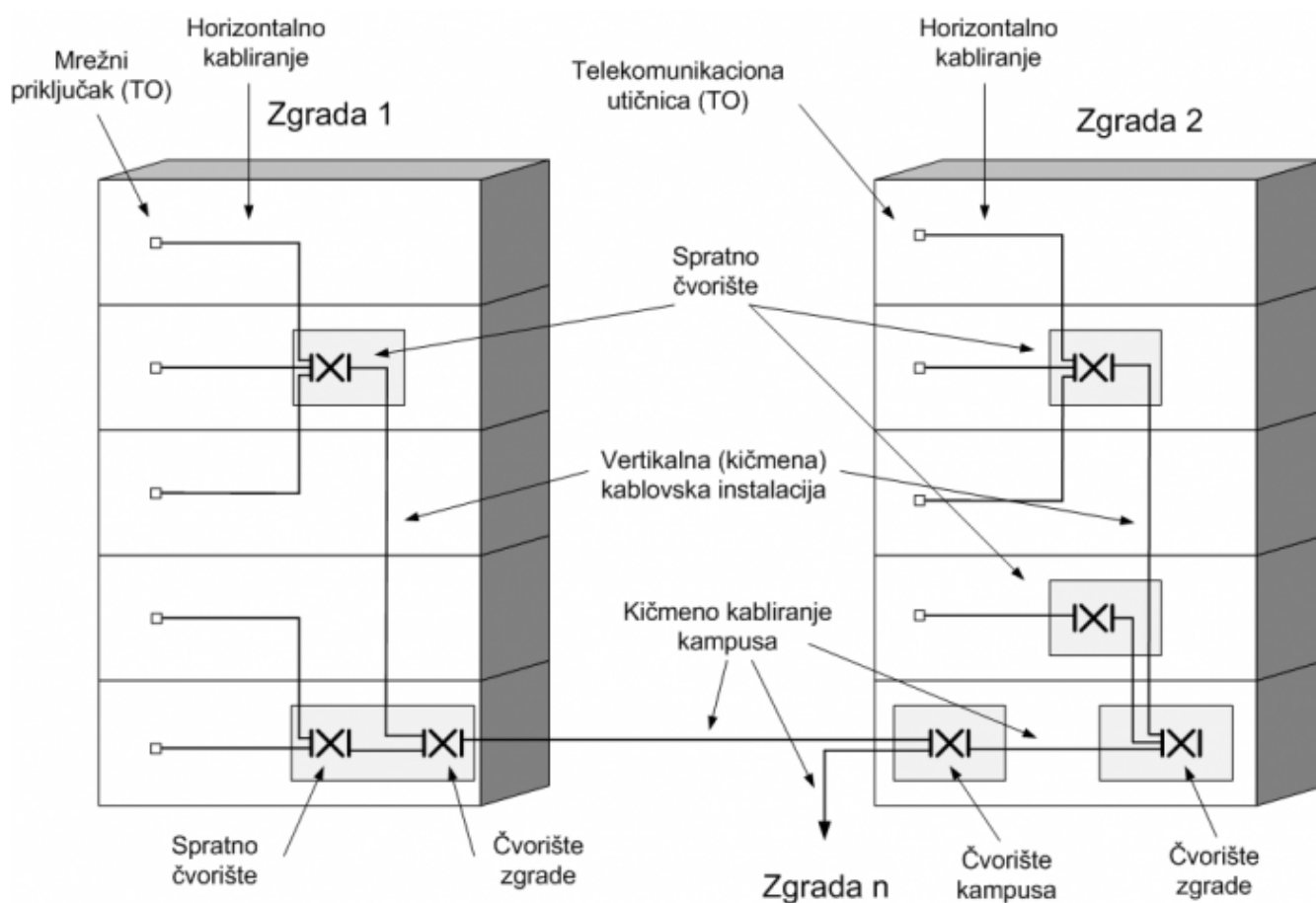
Slika 1: Struktura generičkog kablovskog sistema

Čvorišta strukturnog kablovskog sistema se povezuju u hijerarhijsku strukturu, kao na slici 2.



Slika 2: Hijerarhija čvorišta kablovskog sistema po standardu ISO/IEC 11801

Pozicija funkcionalnih elemenata u sistemu strukturnog kabliranja je prikazana na slici 3.



Slika 3: Pozicije funkcionalnih elemenata u objektu

## 2. Uloga strukturnog kabliranja u informacionim tehnologijama i standardizacija

Ranije je jedina prisutna praksa bila da se u objektima instaliraju i koriste posebni kablovi za svaku specifičnu ili više-funkcionalnu mrežu koja je u objektu potrebna (telefonski sistem, računarska mreža itd). Želja da se instalira i održava jedinstvena fizička infrastruktura, koja bi mogla da se koristi za prenos podataka i glasa (telefoniju), kontrolu pristupa, automatizaciju itd., dovela je do pojave generičkog kablovskog sistema i standardizacije u ovoj oblasti. Standardizacijom kablovskog sistema, oslanjajući sve servise na jedinstvenu kablovsku infrastrukturu, postiže se visoka fleksibilnost i ekonomičnost rešenja.

Jedini zvanično važeći standardi u Srbiji, koji se odnose na projektovanje kablovskih instalacija, usvojeni su još krajem osamdesetih godina. To su JUS standardi iz 1989 godine i „Zbirke propisa“ iz 1989 godine, koju je izdala „Zajednice Jugoslovenskih pošta, telegrafa i telefona“. Sem što ih je teško pronaći, ovi standardi su zastareli, u smislu nisu usklađeni sa evropskim normama koje predlaže i usvaja CENELEC, Evropska organizacija za elektrotehniku standardizaciju.

Sadržaj evropskih CELENIC standarda je u velikoj meri identičan sadržaju američkih standarda ANSI/TIA/EIA 568-C and ANSI/TIA/EIA 569-B (instalacija), odnosno sadržaju međunarodnog standarda ISO/IEC 11801. Male razlike u njihovom sadržaju, potiču zbog toga što sva nabrojana standardizaciona tela CELENIC (evropsko), ISO (međunarodno) i ANSI (američko) vrše reviziju svojih standarda, ali u različitim vremenskim intervalima.

### 2.1 Generalni zahtevi

Obzirom da u Srbiji, nadležna nacionalna tela za standardizaciju, nisu izdala odgovarajuće standarde u oblasti generičkog strukturnog kabliranja, uobičajeno se koriste međunarodni standardi. U praksi se glavni i izvođački projekti najčešće referenciraju na standarde ISO/IEC, te TIA/EIA.

Ipak, može se očekivati da se u procesu usklađivanja nacionalnih propisa sa evropskim zakonodavstvom donesu propisi koji će obavezivati ustanove na korišćenje generičkog sistema strukturnog kabliranja u skladu sa zajedničkim evropskim normama. Zato se u dokumentu koriste primarno reference na CENELEC standarde, mada se na pojedinim mestima navode i drugi ekvivalentni standardi.

Standardi koji predstavljaju osnovu za projektovanje, instalaciju i testiranje (inicijalno ili tokom rekonstrukcije) strukturnih kablovskih mreža su sledeći CENELEC standardi:

- EN 50173 Information technology – Generic cabling systems (Informacione tehnologije – Sistem strukturnog kabliranja)
  - EN 50173-1:2007 – Part 1: General requirements (Opšti zahtevi)
  - EN 50173-2:2007 – Part 2: Office premises (Kancelarijske prostorije)
  - EN 50173-3:2007 – Part 3: Industrial premises (Industrijske prostorije)
  - EN 50173-4:2007 – Part 4: Homes (Kućne prostorije)
  - EN 50173-5:2007 – Part 5: Data centres (Data centri)
- EN 50174 Information technology – Cabling installation (Informacione tehnologije – Instalacija kablova)
  - EN 50174-1:2009 – Part 1: Specification and quality assurance (Specifikacije i potvrda kvaliteta)
  - EN 50174-2:2009 – Part 2: Installation planning and practices inside buildings (Planiranje i preporuke za instalaciju unutar zgrade)
  - EN 50174-3:2003 – Part 3: Installation planning and practices outside buildings (Planiranje i preporuke za instalaciju izvan zgrade)
- EN 50310:2006 Application of equipotential bonding and earthing in buildings with information technology equipment (Primena ekvipotencionalnog povezivanja i uzemljenja u zgradama sa informacionom opremom)
- EN 50346:2002 Information technology – Cabling installation – Testing of installed cabling (Informacione tehnologije – Instalacija kablova – Testiranje postavljenih kablova)

Navedeni standardi definišu zahteve koje moraju ispuniti pojedinačne komponente strukturnog kablovskog sistema, od samih kablova, opreme za njihovu terminaciju, opreme na koju se povezuju u komunikacionim čvorovima, do prespojnih (patch) kablova (u radnom prostoru i komunikacionim čvorovima) i kablovskih kanala i kanalizacije u koju se postavljaju.

Generalna preporuka je da se pri izboru kablova uvek biraju oni koji su deklarirani kao halogen free i koji su samogasivi (fire-retardant).

Korišćenje nestandardne opreme se snažno ne preporučuje, jer to može rezultirati kraćim vekom trajanja mreže i pojavom raznih drugih problema. Neizbežno je jedino ukoliko postoji potreba za uspostavljanjem mreže većeg kapaciteta od standardnih. Ipak, to je izuzetno retka potreba, a i tada, pred donošenja bilo koje odluke, sve prednosti i nedostatke treba temeljito proceniti. Generalna preporuka pri izboru opreme koja zadovoljava buduće standarde (standard koji još nije odobren), je da prednost treba dati opremi koja je u skladu sa nacrtom novog standarda u statusu voting draft, nad nacrtom u statusu comment draft.

## 2.2 Horizontalno kabliranje

Svi novopostavljeni kablovi u horizontalnoj instalaciji u ustanovama članicama Akademske mreže Srbije bi trebalo da podrže GigaEthernet. U horizontalnom kabliranju trebalo bi pretežno (kada rastojanja ne prelaze 100m) koristiti bakarne kablove.

Preporuka je da se horizontalno kabliranje izvode kablovima (minimalno) kategorije 5e (Class D/Category 5) za sve potrebe za brzinama prenosa do 1Gb/s (uključujući i 1Gb/s).

Za kategorije iznad 5e, u tabeli 1., je dat pregled kategorizacije kablova i njihovih kapaciteta prema sadržaju najnovijih verzija CELENIC EN 50173, ISO/IEC 11801 i ANSI/EIA/TIA 568-C standarda.

<b>CELENIC EN 50173 ISO/IEC 11801</b>	<b>ANSI/EIA/TIA 568-C (USA)</b>	<b>Propusni opseg</b>	<b>Max. brzine prenosa</b>	<b>Tip kabla</b>	<b>Terminacija</b>
Class D/Cat. 5	Category 5e	100 MHz	1 Gb/s	UTP, STP <sup>*)</sup>	RJ45
Class E/Cat. 6	Category 6	250 MHz	1 Gb/s	UTP, STP	RJ45
Class E <sub>A</sub> <sup>**) /Cat. 6A</sup>	Category 6A	500 MHz	10 Gb/s	UTP, STP	RJ45
Class F/Cat. 7	n/s <sup>***)</sup>	600 MHz	10 Gb/s	STP	GG45/TERA/ARJ45
Class F <sub>A</sub> <sup>**) /Cat. 7</sup>	n/s <sup>***)</sup>	1000 MHz	40 Gb/s	STP	GG45/TERA/ARJ45

\*) UTP = Unshielded Twisted Pair, STP = Shielded Twisted Pair

\*\*) Kategorije Class E<sub>A</sub> i Class F<sub>A</sub> još uvek nisu odobrene u CELENIC-u, odnosno ne mogu se naći u verziji CELENIC standarda iz avgusta 2009

\*\*\*) ANSI/EIT/TIA 568-C (verzija iz 2009.) ne sadrži definicije koje u pogledu kvaliteta moraju ispunjavati kategorije Class F i Class F<sub>A</sub>

Tabela 1: Pregled kategorizacije kablova u najnovijim standardima

ANSI/EIA/TIA koristi termin "Category" i za kablovski sistem i njegove komponente (konektore, module na prespojnom patch panelu). CELENIC EN 50173 i ISO 11801 koristi termin "Category" samo za komponente kablovskog sistema, dok za kablovski sistem u celini koristi termin "Class".

Kapacitet prenosa od 1G/s može se podržati dvema kategorijama 5e (Class D/Cat. 5) i 6 (Class E / Cat. 6). Prednost se daje kategoriji 5e (Class D/Cat. 5). Preporuka je da se za potrebe realizacije veza brzine od 1Gbps, uvek koriste kablovi kategorije 5e (Class D/Cat. 5), umesto kategorije 6 (Class E/Cat. 6). Po našem mišljenju, kategorija 6 (Class E/Cat. 6) kablova ne doprinosi dovoljno u odnosu na kategoriju 5e (Class D/Cat. 5), da bi se opravdalo njeno korišćenje, obzirom na cenu samog kabla i instalacije. Zbog fizičkih karakteristika kabla, montiranje je teže, pa to zahteva veštije i bolje obučene instalatere, te pažljivu kontrolu i testiranje.

Kada je reč o potrebama za većim kapacitetima prenosa od 1Gb/s, očekuje se da će ISO (mada ne i CELENIC) uskoro odobriti kategoriju 6a (Class E<sub>A</sub>/ Cat. 6A) za maksimalne brzine do 10 Gb/s. Prelazak na kategoriju 6a podrazumeva zamenu svih komponenti i opreme od kojih se sastoji komunikacioni kanal, od krajnjih uređaja u radnom prostoru do rutera i svičeva u spratnom tvorištu.

Preporuka je da sva mreža oprema (pasivna i aktivna) koja se trenutno koristi u postojećim mrežnim instalacijama, a koja podržava samo kategoriju 3 (ispod 100Mb/s), bude vremenom zamenjena opremom koja zadovoljava navedene standardime i preporuke.

## 2.2.1 Uporedne karakteristike STP i UTP kablova

Horizontalno kabliranje može se izvesti uz pomoć oklopljenih (STP) ili neoklopljenih (UTP) parica.

Kablovi u kojima je svaka parica oklopljena, a koji uz to imaju i zajednički oklop za sve parice, nazivaju se S/STP (gdje je „S” skraćenica za shield: oklop) ili F/STP (gdje je „F” skraćenica za foil: folija). Oklopljeni kablovi pružaju bolju zaštitu od EMI (elektro-magnetne interferencije), ali zahtevaju pravilno uzemljenje.

**NAPOMENA:** Treba istaći da se ispravno uzemljenje mora obezbediti u svim objektima u kojima se koristi računarsko komunikaciona oprema, bez obzira da li su izabrani oklopljeni ili neoklopljeni kablovi. Zato se planira izrada AMRES BDPA „Power supply requirements for ICT room - Napajanje prostorija sa IT opremom”, koji će pružiti više informacija o izjednačavanju potencijala i pravilnom uzemljenju u objektima sa IT opremom.

Da bi se upotrebom oklopljenog kabla dobio željeni efekt, potrebno je koristiti oklopljene komponente na svim deonicama komunikacionog kanala, tj. od krajnjih uređaja u radnom prostoru do switcha ili rutera u spratnom krovu. Nepravilna instalacija STP kablova, odnosno njihovo loše uzemljenje, može dovesti do slabih performansi mreže (čak i u poređenju sa upotrebom UTPa). Drugim rečima, ukoliko nije moguće obezbediti pravilnu instalaciju STP kablova, preporučuje se korišćenje UTP kablova.

**NAPOMENA:** Pri instalaciji oklopljenih kablova, potrebno je da kablovi horizontalne instalacije prate strukturu uzemljenja (earthing structure) objekta kako bi se izbegla svaka veza između različitih potencijala i stvaranje petlji (earth loops).

Izbor UTP ili STP kablova, za sada je, određen zahtevima u pogledu EMI zaštite u pojedinim prostorijama. U kancelarijama i učionicama uglavnom se ne koristi oprema koja zahteva upotrebu STP kablova. Stoga, preporuka je da se horizontalno kabliranje izvode neoklopljenim (UTP) kablovima i RJ45 konektorima.

Mada trenutno, i na međunarodnom nivou, postoji veoma mali broj institucija koji imaju iskustva u korišćenju bakarnih kablova u horizontalnoj instalaciji za ostvarivanje 10Gb/s propusnog opsega, postoje pretpostavke da će se pojaviti 10 Gb/s i veće brzine prenosa, uticati na korišćenje STP kablova i u radnom prostoru. U tehničkim specifikacijama se navodi da su kablovi kategorije 6a (Class E<sub>A</sub>/Cat. 6<sub>A</sub>), koji podržavaju 10Gb/s preko UTP-a, veoma osetljivi na smetnje i da je na njima retko moguće dostići maksimalnu brzinu. Degradaciji performansi najviše doprinosi preslušavanje između susednih kanala (extrinsic crosstalk) i ono se u najvećoj meri može otkloniti korišćenjem oklopljenih parica, odnosno instalacijom S/STP ili F/STP kablova. Drugim rečima, da bi se postigle brzine od 10 Gb/s na bakarnim paricama, smatra se da je potrebno koristiti oklopljene Class E<sub>A</sub>/Category 6<sub>A</sub> kablove i preporučuje se koristiti iskustva drugih institucija sa sličnim instalacijama.

Kablovi kategorije 7 (Class F/Cat. 7), koji imaju još veći protok od klase 6a (Class E<sub>A</sub>/Cat. 6<sub>A</sub>) isporučuju se samo u oklopljenoj verziji (S/STP). Konektor za kategoriju 7 još nije standardizovan, a u tabeli # su navedena tri konektora kategorije 7 koja su trenutno raspoloživa na tržištu GG45 (Nexans), ARJ45 (Bel Stewart) and Tera (Simon). Prema tome, još nema ni aktivne mrežne opreme sa konektorima kategorije 7.

Drugi faktor koji takođe treba razmotriti pri izboru kablova horizontalne instalacije je korišćenje napajanja preko horizontalne instalacije PoE (Power over Ethernet). Napajanje uređaja kroz parice



uti?e na grejanje samih parica, što može dovesti do pada performansi kabla. Povećanjem snage koja se prenosi preko parica, povećava se i negativan uticaj na kvalitet i performanse kabla. IEEE 802.3af PoE standard definiše napajanje do 15W, a IEEE 802.3at (PoE Plus) definiše napajanja do 25W. Pojedini proizvođači omogućavaju nestandardna napajanja i do 50W, dok neki tvrde da mogu pružiti napajanja i do 60 W po portu koristeći sve provodnike u kابلu. Problem pregrevanja parica je izraženiji kod zajedničkog vođenja više kablova gde kablovi međusobno utiču jedni na druge.

Potreba za većim kapacitetima prenosa i napajanje opreme kroz parice zahtevaju kablove većeg poprečnog preseka (greater cross-section) i krutosti (stiffness). Instalacija takvih kablova zahteva veštije izvođače, kao i više prostora u kablovskim kanalima i ormanima.

## 2.2.2 Završetak kablova horizontalne instalacije

Trenutno se koriste dva rasporeda parica pri završetku (terminaciji) kablova horizontalne instalacije i to su T568A i T568B. Ovi rasporedi su definisani u ANSI/EIA/TIA 568 standardu. U Evropi je uobičajeno da se koristi T568B raspored.

Prilikom uspostavljanja kablovskog sistema, potrebno se opredeliti za samo jedna raspored i cela instalacija mora da bude urađena u skladu tim rasporedom. Preporučuje se korišćenje T568B rasporeda.

U tabeli 2 je prikazan T568B raspored pinova/parica.

Pin RJ45	1	2	3	4	5	6	7	8
Boje parica u kابلu	Narandžasto/bela	Narandžasta	Zeleno/bela	Plava	Plavo/bela	Zelena	Braon/bela	Braon
Parice	2a	2b	3a	1b	1a	3b	4a	4b

Tabela 2: T568B raspored pinova/parica na RJ45 utičnici

Na Slici 1 prikazan je izgled RJ45 utičnice sa pogledom na pinove (kontakte), kao i numeracija pinova.



Slika 1: RJ45 utičnica prikazana suprotno od strane na kojoj se nalazi jezičak (spring clip) - numeracija pinova

U Tabeli 3 prikazan je raspored pinova na RJ45 utičnici, za različite primene.

Primena	Raspored pinova na konektoru RJ45							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Analogni telefon				B	A			
Digitalni telefon				B	A			
Telex				B	A			
Modem, 2-žični dial-up				B	A			
S0 interni interfejs (e.g. rising mains)			U	I	I	U		
Modem, 4-žični			U	I	I	U		
ISDN	P3	P3	U	I	I	U	P2	P2
Digitalni telefon, 4-žični, Alt. 1			A2	B1	B1	A2		
Digitalni telefon, 4-žični, Alt. 2, 2Mb/s, ISDN (UT)	SA	SB		TA	TB			
Datex / Datapak			U	I	I	U		
V.11 (RS-422-C) ASYNC	R (B)	R (B)	T (B)			T (A)		(J)
V.24 (RS-232-C) ASYNC	D	D	D	D	D	D	D	D
Strujna petlja	SD A	SD B	RDA			RDB		
Sinhrona oprema (data unit)	U	U	I			I		
Asinhrona oprema (data unit)	I	I	U			U		
IEEE 802.3, 100 Base-TX (2-parična)	Tx+	Tx-	Rx+			Rx-		
IEEE 802.3, 1000 Base-T (4-parična)	x	x	x	x	x	x	x	x
IEEE 802.3, 10 GBase-T (4-parična)	x	x	x	x	x	x	x	x
IEEE 802.5 / Token ring 4 and 16 Mb/s			U	I	I	U		
IEEE 802.3af (PoE) Mode A	x	x	x			x		
IEEE 802.3af (PoE) Mode B				x	x		x	x

Tabela 3: Raspored pinova na RJ45 za različitu opremu

## 2.2.3 Optička vlakna

U generičkom kablovskom sistemu, kabliranje se može izvesti pomoću optičkih kablova, koji su klasifikovani na sledeći način:

1. Multi-modni optički kabl (MM) 62.5/125 m (IEC/EN 60793-2)
2. Multi-modni optički kabl (MM) 50/125 m (IEC/EN 60793-2, ITU-T G.651)
3. Mono-modni optički kabl (SM) 9/125 m (IEC/EN 60793-2, ITU-T G.652)

Svaka od ovih grupa se karakteriše svojim podgrupama u zavisnosti od fizičkih karakteristika optičkih vlakana, a prema sposobnosti da se na određenim rastojanjima obezbedi određena brzina prenosa podataka.

Multimodna vlakna su evoluirala od verzija kablova sa poprečnim presekom 62.5/125 m (IEC/EN 60793-2 - OM1) i LED baziranih predajnika, do verzija kablova poprečnog preseka 50/125 m (IEC/EN 60793-2, ITU-T G.652 - OM3) i laserskih predajnika. Ovom evolucijom je omogućen prenos podataka i većim brzinama od 1 Gb/s na multimodnim vlaknima.

Monomodni optički kablovi su definisani u dve kategorije: OS1 i OS2. OS2 ima manje slabljenje od OS1 tipa, pa se primenjuje kod multipleksiranja po talasnim dužinama (CWDM) i pri spoljnim instalacijama (po ITU-T G.652c preporuci).

Tabela 4. prikazuje rastojanja koja se mogu dostići korišćenjem optičkih kablova tipa OS1, OS2, OM1, OM2 i OM3 zavisno od različitih tipova ethernet interfejsa za brzine prenosa od 1 Gb/s i 10 Gb/s.

EN 50173 klasifikacija	OS1	OS2	OM1	OM2	OM3
	SM -9/125 m	SM -9/125 m	SM -62.5/125 m	MM -50/125 m	MM -50/125 m
<b>1000BASE-SX</b>					
-850 nm			275 m	550 m	550 m
<b>1000BASE-LX</b>					
-1300 nm			550 m	550 m	550 m
-1310 nm	2,000 m	5,000 m			
<b>10GBASE-SR/SW</b>					
-850 nm			32 m	82 m	300 m
<b>10GBASE-LX4</b>					
-1300 nm			300 m	300 m	300 m
-1310 nm	2,000 m	10,000 m			
<b>10GBASE-LR/LW</b>					
-1310 nm	2,000 m	10,000 m			
<b>10GBASE-ER/EW</b>					
-1550 nm	2,000 m	22,250 m			

Tabela 4: Rastojanja koja se mogu dostići za različite tipove 1Gb/s i 10Gb/s Ethernet interfejsa na različitim tipovima optičkih kablova

**NAPOMENA:** U zavisnosti od tipa/karakteristika optičkih vlakana, pri monomodnom prenosu, moguće je ostvariti i veća rastojanja od navedenih u tabeli.

Ako se koristi multimodni kabl za vertikalnu ili kičmenu kablovsku instalaciju kampusa, preporučuje se korišćenje OM3 tipa, gde je potrebno koristiti laserske predajnike kao i kod monomodnih kablova. Analize pokazuju da su rešenja sa multimodnim kablovima OM3 kategorije skuplja od rešenja u kojem bi se koristili monomodni kablovi.

Trenutno se radi na razvoju novog standarda za multimodna vlakna (OM4) koji će imati bolje performanse od OM3 u pogledu maksimalnih brzina prenosa i rastojanja na talasnoj dužini od 850 nm. OM4 će biti pogodan za brzine od 40 Gb/s i 100 Gb/s unutar računarskih centara. Ovaj standard se već nalazi pred izglasavanjem u Evropskom odboru za standardizaciju, dok pojedini proizvođači već

najavljuju kablove koji zadovoljavaju OM4 specifikaciju.

Kako je uobičajeno da provajderi obezbeđuju monomodne veze, pogodno je koristiti monomodne veze i unutar kičmene instalacije jer se time omogućava da se vrši prespajanje veze provajderskog kabla do tvorišta u kojem se vrši terminacija, odnosno povezivanje sa aktivnim uređajem. Takođe, ukoliko u kampusima postoje rastojanja veća od onih koje zadovoljavaju standardi za multimodnu optiku, za brzine veže od 1 Gb/s, potrebno je koristiti monomodne kablove. Ukoliko za neke veze mora da se koristi monomodna optika (na primer, brzine od 10 Gb/s, na rastojanjima koja ne mogu biti obezbeđena standardima za multimodnu optiku), poželjno je koristiti monomodnu optiku kroz celu kičmenu instalaciju. Ovim se obezbeđuje mogućnost korišćenja istih optičkih interfejsa za sve veze a time i manji ukupni količinu rezervnih interfejsa.

Optički kablovi su deklarirani za određeni način postavljanja i sredinu u kojoj se postavljaju. Generalno se razlikuju kablovi za unutrašnje postavljanje (unutar objekta - indoor) i spoljno postavljanje (van objekta - outdoor), kao i kablovi za horizontalno postavljanje nasuprot kablovima sa mogućnošću vertikalnog postavljanja (na većim vertikalnim rastojanjima). Posebno se ističe karakteristika kabla koja se odnosi na provodnost plamena. Kablovi optička vlakna u sekundarnoj zaštiti koriste gel, tzv. Loose Tube Gel Filled (LTGF) optička vlakna, su zapaljiva i dobro provode plamen. Ovim kablovima se ne smeju povezivati različite protivpožarne zone unutar objekta, odnosno različiti objekti, bez odgovarajuće zaštite i prelaska na kablove koji ne prenose plamen. Generalno, kablovi za spoljno postavljanje se završavaju se na manje od dva metra od ulaska kabla u požarnu zonu (sprat, potkrovlje ili zid). Kabl se može duže uvesti u zgradu pod uslovom da se nalazi u kanalici koja je otporna na vatru, npr. metalna kanalicica.

U slučaju da se javi potreba da se na nekim delovima trasa kablovi prostiru van, a na nekim delovima unutar objekata, preporučuje se korišćenje univerzalnih tzv. indoor/outdoor monomodnih optičkih kablova. Ovi kablovi se mogu postavljati i unutar i van objekata i time se izbegava splajsovanje kablova pri ulasku kabla u objekte koje je potrebno ukoliko bi se koristili outdoor kablovi van objekta, a indoor kablovi unutar objekata.

Preporučuje se korišćenje kablova sa minimum 24 vlakna iako je broj potrebnih vlakana u vreme instalacije može biti dosta manji. Iskustvo pokazuje da se vremenom javlja potreba za dodatnim vlaknima pa je ovaj pristup opravdan. Instalacija novih vlakana predstavlja značajno veće troškove u odnosu cene za instalaciju kabla sa većim brojem vlakana.

## 2.2.4 Terminacija - završavanje kablova

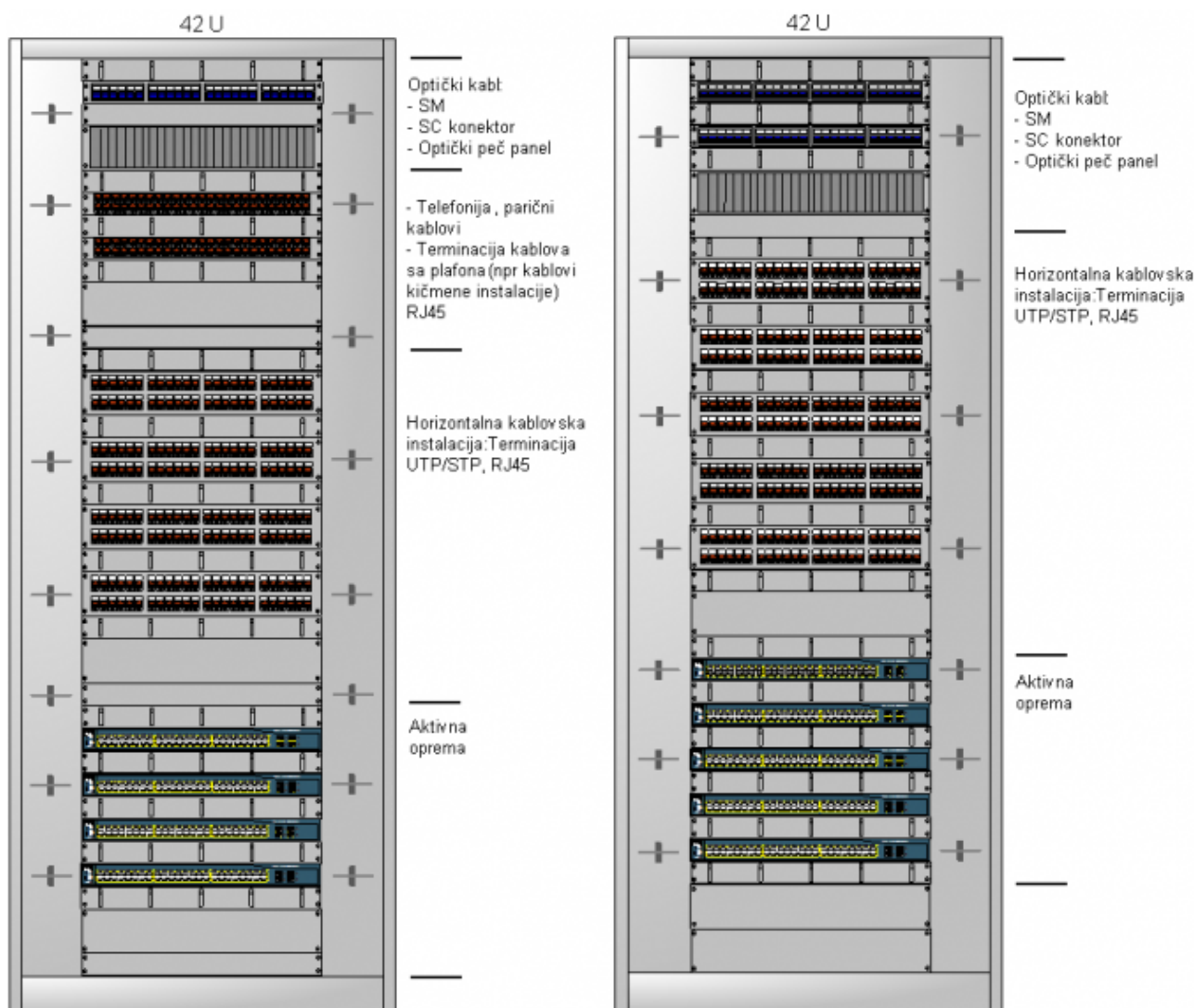
Svi kablovi se terminiraju u odgovarajućim prespojnim (patch) panelima, koji se montiraju u razvodne (rack) ormane. Sva oprema za terminaciju (prespojni paneli) treba da odgovara potrebama za prespajanje (odgovarajući konektori na prespojnim panelima) sa aktivnom i/ili pasivnom opremom.

Potrebno je uspostaviti rutine za uredno i efikasno prespajanje kablova. Ovo podrazumeva korišćenje kanalicica, kablove odgovarajuće dužine, peć kablove drugačijih boja za različite servise, uklanjanje kablova koje se ne koriste itd. Kablovi koji vise preko svičeva blokiraju hlađenje što za posledicu ima kraći radni vek uređaja. Ove rutine su neophodne za postizanje visokog nivoa operativne stabilnosti u radu.

Kako bi se ostvarilo dobro radno okruženje u komunikacionim sobama i rekovima, potrebno je pratiti sledeće preporuke:

1. Maksimalni broj terminacionih tačaka (kablova) koji se završavaju u reku ne sme da prelazi 240.
2. Terminacione tačke trebaju biti numerisane u rastućem redosledu.
3. Potrebno je da postoji dovoljno vožica za kablove vertikalne i horizontalne instalacije. Preporučuje se i korišćenje vezica za horizontalno kabliranje. Treba obratiti pažnju pri savijanju kablova, pri brzinama prenosa od 10Gb/s, jer se mogu pogoršati performanse.
4. Sve optičke kablove treba terminirati u zasebne optičke kutije (optičke razvodne panele), tj. jedna optička kutija po kablu.
5. Napajanje u razvodnim ormanima treba distribuirati korišćenjem panela za razvod napajanja (Power Distribution Unit - PDU)

Na Slici 2 su predstavljene različite raspodele u rek ormanima.



Slika 2: Primer instalacije - raspored opreme u rek ormanu

**NAPOMENA:** Izbor materijala (čelik ili aluminijum), rek ormana, definisan je opterećenjem opreme i kablova koji se na njemu završavaju. Rek ormane i dodatne elemente treba definisati tako, da prilikom instalacije ne dođe do trajnih oštećenja usled božnih sila i sopstvenog tereta. Propadanje

reka, usled definisanog, tereta ne sme da pređe 1%.

## 2.3 Kišmeno i vertikalno kabliranje kampusa

### 2.3.1 Optički kablovi

Zbog budućih zahteva za brzinama od 10 Gb/s, preporuka je da se pri kišmenom kabliranju kampusa i vertikalne instalacije koriste monomodni kablovi (9/125 m). Uobičajeno je da se za terminaciju optičkih vlakana koriste SC-PC konektori (Subscriber Connector - Physical Contact). Sa druge strane, poslednjih godina su postali popularni LC konektori, uglavnom zbog malih dimenzija. LC konektori se obično koriste na interfejsima mrežnih uređaja, dok se SC-PC konektori i dalje preporučuju za korišćenje na optičkim razvodnim panelima. Optički završeci u razvodnim panelima (pigtail), konektori, kao i prespojni optički kablovi, moraju zadovoljavati zahteve propisane u standardu EN 50173.

Na slici 3 je prikazan izgled SC-PC i LC konektora.



SC-PC connector



LC connector

Slika 3: Izgled SC-PC i LC konektora

Na velikim brzinama kao što je 10Gb/s potrebno je voditi računa da konektori i adapteri budu čisti. Veoma je bitno koristiti štitnike od prašine (gumene kapice) za kablove i konektore na razvodnim panelima, a takođe i pribora za čišćenje vlakana. Preporučuje se ispitivanje konektora i adaptera optičkim instrumentima pre povezivanja. U slučaju visokih nivoa snaga, prljavština može prouzrokovati pregrevanje optičkih pet kablova i lepljene istih za lasersku optiku i na taj način oštetiti ih.

Pri instaliranju i završavanju optičkih kablova potrebno je pratiti uputstva proizvođača, što se pogotovu odnosi na prečnik savijanja i opterećenje pri istezanju. Dodatno, potrebno je da izvođač radova, nakon završene instalacije obavi testiranja optičkog kabla (svih terminiranih vlakana). Ova merenja su neophodna, kako zbog dokumentacije, tako iz zbog provere karakteristika linka.

Testiranje uključuje merenje slabljenja sa jednog kraja na drugi koristeći uređaj za merenje snage (Optical Loss Test Set - OLTS) i OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) tehnike merenja. OTDR se smatra boljom tehnikom od merenja snage jer pokazuje slabljenje snage kao funkciju razdaljine. Što se tiče OLTS tehnike merenja, ona je brže primenjiva, omogućava veću tačnost i ima veći domet

od OTDR tehnike. Sa druge strane, OTDR omogućava identifikaciju pozicija gde je dolazi do slabljenja (loše splajsovano vlakno, razvodni panel, prekid kabla itd.).

Merenja treba obaviti na sledećim talasnim dužinama:

1. Za monomodna vlakna na talasnim dužinama 1310 nm i 1550 nm
2. Za bilo koja multimodna vlakna na kojima se instalaciji na talasnim dužinama 850 nm i 1300 nm

Merenjem samo na jednom kraju nije moguće detektovati loše konektore na drugom kraju, stoga se preporučuje da se i na drugom kraju vrši merenje bar po jednoj talasnoj dužini.

Klasifikacija po boji ima ulogu identifikovanja pojedinačnih vlakana u optičkim kablovima. Postoji standardizovana tabela boje vlakana i ona koju postavlja proizvođač. Kao standardi koriste se IEC 60794-2 i ANSI/TIA/EIA 598-B. Potrebno je naglasiti da proizvođači mogu koristiti drugačije oznake, pa je potrebno imati klasifikaciju po boji od proizvođača.

## 2.3.2 Twisted pair cable

U pojedinim kampusima postoji potreba za postavljanjem kablova kroz zgradu i izmeću zgrada za potrebe telefonije, alarma itd. Kablovi treba da budu napravljeni po uzoru na telefonske i minimum zahteva treba da bude sledeći:

1. 50/100-parični kabl.
2. Parametri propusnog opsega kable definisani sa EN 50173 Class C (16 MHz).
3. Prečnik provodnika 0,6 mm.
4. Oklopljeni kabl (folijom i/ili čeličnim ojačanjem, zavisno od metode instalacije i potreba za oklopljavanjem).
5. Kablovi punjeni vazelinom (kablove punjene vazelinom treba spojiti sa drugim kablom po ulasku u zgradu kako bi se sprečilo prljanje vazelinom)

Kako bi se izbegao prenapon (uzrokovao gromom, pikovima u napajanju), kablove treba uzemljiti i osigurati od pikova u naponu.

U slučaju da se kablovi postavljaju zajedno sa kablovima za napajanje, potrebno je obratiti pažnju na razdvajanje i postavljanje, što je objašnjeno u poglavljima 2.4 i 2.5.

## 2.4 Trase za postavljanje kablova

Pri definisanju trasa za postavljanje kablova, potrebno je definisati i elemente kroz koje će se voditi sami kablovi. Ti elementi mogu biti PNK regali, kanalice, rebrasta (bužir) creva. Uloga elemenata za vodjenje kablova jeste da se obezbedi racionalno i uredno vođenje kablova kroz objekte.

U zavisnosti od dela trase kroz koji se vode kablovi, moguće je prelazak sa jednog tipa elementa za vođenje kablova na drugi. Takođe u zavisnosti od broja kablova koje je potrebno voditi kroz elemente za vođenje, potrebno je definisati dimenzije samih elemenata. Elementi za vođenje kablova se dimenzionišu tako da obezbede minimalno 30% mogućeg budućeg proširenja u odnosu na broj kablova pri projektovanju.

Pri postavljanju kablova između objekata povezanih toplim vezama (tuneli, prolazi, pasarele i sl.), koriste se PNK regali zbog konstrukcione stabilnosti. Kanalice se koriste unutar objekata i radnih prostorija, dok se u slučaju provlačenja kablova unutar duplih podova i/ili plafona, preporučuje korišćenje rebrastih creva zbog svoje fleksibilnosti.

Potrebno je obezbediti i otpornost na vatru i zvuk. U kanalima treba koristiti izolatore koji su po specifikacijama isti ili bolji od onih korišćenih u delu zgradi u kom se postavljaju kanali. Sve izolatore treba pripremiti za potrebe novih telekomunikacionih kablova, jer je potrebno postaviti nove PVC cevi različitih prenika. Cevi treba da budu zatvorene mineralnom vunom ili nekim drugim dozvoljenim materijalom, koji se lako može ukloniti kada dođe do instalacije novih kablova.

Preporuka je da se kod probijanja zidova, rupe oblože pločama za pokrivanje, čime bi se izbeglo eventualno oštećivanje kablova.

## 2.5 Postavljanje i razdvajanje kablova različitih namena u elementima za vođenje

Potrebno je razdvajati kanalice za potrebe električnih kablova i za potrebe komunikacionih kablova. U slučaju visokoprioritetnih kablova za napajanje, kanalice je potrebno pažljivo definisati kako bi se ostvarila optimalna pouzdanost napajanja.

U slučajevima kada je neophodno da se komunikacioni kablovi vode sa električnim, potrebno je pridržavati se osnovnih preporuka o razdvajanju. Potrebno je grupisati kablove po nameni i razdvojiti ih pomoću ploče napravljenih od istog materijala kao i rekevi. Ploče za razdvajanje treba da budu mehanički privržene i stabilne.

Minimalna rastojanja od izvora elektromagnetnih polja prema standardu EIA/TIA - 569 su data u tabeli 5.

Uslovi	< 2 kVA	2-5 kVA	> 5 kVA
Neoklopljeni energetske kablovi u blizini otvorenih ili ne-metalnih kablovskih kanala	127 mm	305 mm	610 mm
Neoklopljeni energetske kablovi u blizini uzemljenih metalnih kablovskih kanala	64 mm	152 mm	305 mm
Energetske kablovi u uzemljenim metalnim kanalima u blizini uzemljenih metalnih kablovskih kanala	-	76 mm	152 mm
Transformatori i el. motori	1016 mm		



Fluorescentne svetljke	305 mm
------------------------	--------

Tabela 5. Udaljenost UTP kablova od energetskih kablova prema EIA/TIA-569

U aneksu A je dat detaljniji pregled iz preporuka o razdvajanju koje su definisane u okviru Norveškog GigaCampus projekta.

## 2.6 Spoljašnja kablovska instalacija

### 2.6.1 Trase i cevi

Pri postavljanju spoljašnje kablovske instalacije, preporučuje se korišćenje cevi, odnosno kablovske kanalizacije u koju se polažu ili „uduvavaju“ kablovi. Prednost postavljanja kablovske kanalizacije u odnosu na direktno ukopavanje kablova u zemlju jeste da se kanalizacija može iznova koristiti bez potrebe za radovima na ukopavanju i/ili iskopavanju.

Uobičajeno je korišćenje neke od sledećih metoda:

1. Ukopavanje 110 mm cevi. Uobičajeno je postavljanje jednog optičkog kabla u cev, a obzirom na prečnik poprečnog preseka optičkog kabla, jasno je da je iskorišćenje postvljene cevi izuzetno malo.
2. Ukopavanje 110 mm cevi i postavljanje jedne ili više cevi manjeg prečnika unutar ove cevi. Cevi koje se postavljaju unutar 110 mm cevi mogu biti grupisane u nekoliko formi:  $1 \times 50 \text{ mm} + 2 \times 40 \text{ mm}$ ,  $1 \times 40 \text{ mm} + 2 \times 32 \text{ mm}$ ,  $3 \times 40 \text{ mm}$  itd.
3. Direktno ukopavanje više grupisanih cevi manjeg prečnika poprečnog preseka. Obzirom da su pri ovakvom montiranju cevi manje zaštićene, potrebno je da debljina prstena same cevi bude veća u odnosu na slučaj kada se montiraju unutar 110 mm cevi.

Kada se u cev postavlja više od jednog optičkog kabla, preporučuje se postavljanje svih kablova istovremeno. U suprotnom, pri dodavanju novih kablova može doći do oštećenja postojećih kablova pa je potrebno biti izuzetno pažljiv.

Posebno je potrebno obratiti pažnju na sledeće:

1. Važno je da rastojanje između telekomunikacionih šahtova bude kratko što može dovesti do potrebe za iskopavanjem dodatnih šahtova.
2. Preporučuje se korišćenje metode „uduvavanja“ kablova obzirom da iskustvo govori da metod polaganja (izvlačenja) dovodi do uvrtanja samog kabla što može dovesti do oštećenja.
3. Važenje postojećih kablova i ponovno postavljanje simultano sa novim kablovima dovodi do prekida u radu postojećih komunikacionih servisa.

Pokazalo se da pri postavljanju spoljašnje kablovske instalacije iskopavanje nosi udeo od 80%

naspram 20% koliki je udeo samih cevi, šahtova i kablova. Ovo dovoljno govori o potrebi da se pri planiranju spoljašnje kablovske instalacije obezbedi dovoljno praznih rezervnih cevi. Pristup sa praznim rezervnim cevima je bolji od pristupa sa slobodnim mestima u cevima obzirom na ranije pomenute komplikacije koje nosi postavljanje dodatnog kabla u cev.

Pri vršenju radova na postavljanju cevi ukopavanjem, potrebno je poštovati opšte zakonske regulative kao i zakonske regulative lokalnih samouprava (ukoliko se razlikuju od opštih regulativa). Takođe, potrebno je poštovati važeće standarde (ukoliko postoje), kao i preporuke samih proizvođača cevi, obzirom da se iste mogu razlikovati po fizičkim karakteristikama (maksimalno opterećenje, debljina prstena poprečnog preseka itd.).

Vrlo bitno je da se pre vršenja bilo kakvog iskopavanja detaljno ispita postojanje kanala (cevi i/ili kablovi) na pozicijama na kojima će se kopati. Ovi kanali mogu biti telekomunikacioni (od telekomunikacionih operatera), energetske (elektro distribucioni sistemi), kao i cevi vodovoda i kanalizacije i sl. Preporučuje se kontaktiranje nadležnih službi zarad uvida u planove postojanja ovakvih kanala, čime bi se izbeglo izazivanje štete na istim.

## 2.6.2 Šahtovi

Namena šahtova jeste olakšavanje procesa postavljanja kablova, kao i njihovo grupisanje. Rastojanje između šahtova zavisi od tipova kablova koji se instaliraju (izvlačenjem ili uduvavanjem), kao i trase kabla po horizontalnoj ili vertikalnoj osi. Cevi i kablovi imaju svoj minimalni radius savijanja. Kod cevi je minimalni radius savijanja 3 m, dok kod optičkih kablova on zavisi od proizvođača, kao i od broja vlakana u kابلu.

Šahtovi se moraju dimenzionisati tako da zadovolje predviđeni broj optičkih kablova koji će kroz njega ulaziti. U šahtovima je potrebno predvideti dovoljno prostora da se može obavljati proces spajanja optičkih vlakana (splajsovanje). Preporučuje se da spajanje kablova obavlja u optičkim splajskutijama sa odgovarajućim brojem mogućih spojeva.

## 2.6.3 Uvod kablova u zgrade

Pri uvođenju u zgrade, kablovi ne bi trebali da se uvode direktno iz spoljašnje kablovske kanalizacije u telekomunikacionu sobu. Ovo se preporučuje sa ciljem izbegavanja prodiranja vode ili prašine u telekomunikacionu sobu. Kablove je iz spoljašnje kablovske kanalizacije potrebno uvesti u zgradu u prostoriju koja ima sistem za drenažu, i gde će kablovi biti na bezbednom rastojanju od energetskih kablova i transformatora.

Šahtovi treba da budu konstruisani tako da se drenaža vodi ka drenažnom sistemu zgrade u koju se uvode kablovi. Cevi spoljašnje kablovske instalacije koje se iz šahtova vode u zgradu treba da imaju nagib prema šahtu, da bi se izbegao eventualni tok vode u zgradu kroz cevi.

Da bi se izbeglo prespajanje optičkih kablova pri ulasku u zgradu (sa kablova za spoljašnju primenu - outdoor na kablove za unutrašnju primenu - indoor), preporučuje se kablovi za unutrašnje i

spoljašnje postavljanje (indoor/outdoor kablovi).

## 3. Preporuke za projektovanje kablovske instalacije i implementaciju projekta

Pored ranije pomenutih opštih principa za postavljanje različitih tipova optičkih i bakarnih kablova, kao i ostalih elemenata kablovske instalacije, pri projektovanju i implementaciji projekta, posebno je potrebno obratiti pažnju na:

- Prostorije za tvorišta
- Obeležavanje

### 3.1 Prostorije za tvorišta

Potrebno je obezbediti prostorije za sva tvorišta koja se predlažu projektom. Preliminarno definisanje potrebnog broja i dimenzija prostorija se obavlja nakon prvog sagledavanja situacije, odnosno:

- Pozicije postojećih kanalizacionih uvoda u objekte
- Postojanje i pozicije tehničkih kanala u objektima
- Planiran raspored i broj telekomunikacionih utičnica, kao i plan za buduće proširenje

Kako su prostorije koje se obezbede za tvorišta od značaja za itav vek korišćenja instalacija, potrebno je detaljno razmotriti odluke oko odabira prostorija.

### 3.2 Obeležavanje

U cilju kvalitetnog projekta i pojednostavljenja u održavanju instalacija, potrebno je asno definisanje načina obeležavanja tvorišta, razvodnih ormara, telekomunikacionih utičnica i prespojnih kablova.

Problem na koji se neretko nailazi jeste da u objektima u koje se uvodi kablovska instalacija ne postoji konzistentno obeležavanje. U tom slučaju je potrebno da se u dogovoru sa ovlašćenim licem usvoji obeležavanje prostorija, a zatim to iskoristi i u obeležavanju instalacionih elemenata.

U nastavku je dat primer obeležavanja elemenata:

- tvorišta se obeležavaju shodno svojim definisanim akronimima (FD, BD, CD) pri emu u slučaju većeg broja tvorišta, oznake proširuju na sledeći način:
  1. Spratno tvorište: FD praeno tačkom („.") i brojem prostorije u kojoj se tvorište nalazi.

Na primer: FD.308 označava spratno površje koje se nalazi na trećem spratu u sobi 308 (pod pretpostavkom da prva cifra u oznaci prostorije predstavlja sprat).

2. Površje zgrade: BD praćeno taćkom („.“) i identifikatorom objekta u kampusu.

Na primer, objekat pod brojem 3 (ili kuhinja – K) se ovakvim pristupom označava sa BD.3 (ili BD.K).

3. Item površje kampusa: CD

- Item Razvodni ormani u površjima se mogu tako Ńto se na oznaku površja doda crtica („-“) i redni broj ormara. Na primer, FD.308-1 i FD.308-2.
- Telekomunikacione utińnice je potrebno obeleŃiti u prostorijama u kojima se nalaze, ali takoće, potrebno je obeleŃiti utińnicu i na drugom kraju kabla, odnosno na razvodnom panelu u razvodnom ormanu. Na razvodnom panelu utińnice se mogu obeleŃavati sa TO, praćeno taćkom („.“), brojem prostorije u kojoj se utińnica nalazi, praćeno taćkom („.“) i rednim brojem utińnice u prostoriji. Na primer, TO.104.1 ili TO.203.3.

ObeleŃavanje utińnica na prikljućnim kutijama u prostorijama u kojima se nalaze moŃe imati oznaku kao i oznaka na razvodnom panelu, pri ćemu se doda crta („-“) i oznaka razvodnog ormara. Na primer, TO.104.1-FD.103-2.

- ObeleŃavanje prespojnih kablova:
  1. Prespojni kabl u razvodnom ormanu, od svića do utińnice na razvodnom panelu: Oznaćavanje ovog kabla se moŃe biti identićno oznaci utińnice na razvodnom panelu na koji se kabl prikljućuje (na oba kraja kabla ista oznaka).
  2. Prespojni kabl u radnom prostoru, od telekomunikacione utińnice do korisnićkog urećaja: Oznaćavanje ovog kabla moŃe biti identićno oznaci telekomunikacione utińnice u prostoriji (na oba kraja kabla ista oznaka).

Dodatno, sve kablove koji se ne koriste potrebno je ukloniti iz razvodnih panela, kanala za voćenje kablova i radnih prostorija.

## 4. Reference

UNINETT preporuke za fizićku infrastrukturu – „Requirements for Structured Distribution Networks – UFS 102“.

Standardi Evropskog odbora za standardizaciju - CENELEC, sledeći:

1. EN 50173-1:2007 – Part 1: General requirements and office environments
2. EN 50173-2:2007 – Part 2: Office premises
3. EN 50173-3:2007 – Part 3: Industrial premises
4. EN 50173-4:2007 – Part 4: Homes
5. EN 50173-5:2007 – Part 5: Data centres
6. EN 50174-1:2009 – Part 1: Specification and quality assurance
7. EN 50174-2:2009 – Part 2: Installation planning and practices inside buildings
8. EN 50174-3:2003 – Part 3: Installation planning and practices outside buildings

9. EN 50310:2006 Application of equipotential bonding and earthing in buildings with information technology equipment
10. EN 50346:2002 Information technology – Cabling installation – Testing of installed cabling

## Aneks A

Preporuke za razdvajanjem telekomunikacionih kablova, od kablova za električno napajanje, definisane su u EN 50174-2:2009.

Minimalno rastojanje razdvajanja "A" dobija se množenjem minimalnog rastojanja razdvajanja "S" sa faktorom "P" dobijenim iz tabela 4 i 5 definisanih u EN 50174-2.

Rastojanje razdvajanja "S" zavisi od segregacione klase kojoj pripada kabl. Razlikuju se četiri klase razdvajanja, kao što je prikazano u tabeli 6:

Klasa razdvajanja	Opis
d	Oklopljeni kablovi kategorije 7 ili bolje
c	Oklopljeni kablovi kategorije 5 ili 6
b	Neoklopljeni kablovi kategorije 5 ili 6
a	Kablovi za broadcasting and communications technology buildings ili kablovi korišćeni za aplikacije koje nisu navedene u EN 50173 (Aneks F)

Tabela 6. Klase razdvajanja prema Tabeli 3 EN 50174-2:2009

Minimalna rastojanja razdvajanja "S", za različite klase razdvajanja predstavljene su u Tabeli 6.

Tabela predstavlja uprošćenu verziju standarda. Za detaljniji uvid koristiti EN 50174-2:2009.

Klasa razdvajanja	Kanalice korišćene za IT kablove ili električno napajanje			
	Razdvajanje bez elektromagnetnih smetnji	Otvorene metalne kanalice	Perforirane metalne kanalice	Zatvorene metalne kanalice
d	10 mm	8 mm	5 mm	0 mm
c	50 mm	38 mm	25 mm	0 mm
b	100 mm	75 mm	50 mm	0 mm
a	300 mm	225 mm	150 mm	0 mm

Tabela 7. Minimalno rastojanje razdvajanja kao funkcija klase razdvajanja i kanalice

Gore navedene zahtevi primenjuju se u slučaju da se lokalnim regulativnim propisima ne zahteva drugacije. Pretpostavka je da se kablovi za električno napajanje odgovaraju EN 50081 i EN 50082 standardima.

Faktor "P" (faktor električnog napajanja) zavisi od strujnog opterećenja i definisan je tabelom 5 u okviru standarda EN 50174-2.

Power cable type <sup>a,b,c</sup>	Number of cables (circuits)	Power factor P
20A 230V single-phase	1 - 3	0.2
	4 - 6	0.4
	7 - 9	0.6
	10 - 12	0.8
	13 - 15	1.0
	16 - 30	2
	31 - 45	3
	46 - 60	4
	61 - 75	5
	> 75	6
a) Trofazne kablove analizirati kao tri jedno fazna kabla.		
b) U slučaju da je struja veća od 20 A kabl analizirati kao više kablova sa stujom od 20A.		
c) Kod nižeg napona (jednosmernog ili naizmeničnog) kablove za napajanje analizirati na osnovu struje koju provode. Na primer 100 A 50 V DC kabl odgovara 5 × 20 A kabl (P=0.4)		

Tabela 8. Faktor električnog napajanja P

Gore navedene zahtevi primenjuju se u slučaju da se lokalnim regulativnim propisima ne zahteva drugačije. Pretpostavka je da kablovi za električno napajanje odgovaraju EN 50081 i EN 50082 standardima.

From:

<http://www.bpd.amres.ac.rs/> - AMRES wiki

Permanent link:

[http://www.bpd.amres.ac.rs/doku.php?id=amres\\_cbp\\_wiki:interni\\_deo:fizicka\\_infrastruktura:phy\\_cabling](http://www.bpd.amres.ac.rs/doku.php?id=amres_cbp_wiki:interni_deo:fizicka_infrastruktura:phy_cabling)

Last update: 2010/09/14 13:20