

Utvrđivanje uloge elektroničke komunikacijske mreže u kritičnoj komunikacijskoj infrastrukturi

Bosilj, Veronika

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:418028>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-17**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**UTVRĐIVANJE ULOGE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE
MREŽE U KRITIČNOJ KOMUNIKACIJSKOJ INFRASTRUKTURI**

**DETERMINING THE ROLE OF ELECTRONIC COMMUNICATION
NETWORK IN CRITICAL COMMUNICATION INFRASTRUCTURE**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivan Grgurević

Student: Veronika Bosilj

JMBAG: 0135254642

Zagreb, rujan 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH
ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 22. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**
Predmet: **Održavanje telematičkih sustava**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7169

Pristupnik: **Veronika Bosilj (0135254642)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

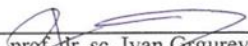
Zadatak: **Utvrđivanje uloge elektroničke komunikacijske mreže u kritičnoj komunikacijskoj infrastrukturi**

Opis zadatka:

U završnom radu je potrebno opisati elemente elektroničke komunikacijske infrastrukture. Definirati problematiku kritične komunikacijske infrastrukture. Analizirati zakonsku regulativu i standardizaciju elektroničke komunikacijske infrastrukture. Utvrditi poziciju elektroničke komunikacijske mreže u elektroničkoj komunikacijskoj kritičnoj infrastrukturi. Poseban naglasak staviti na proces održavanja elektroničke komunikacijske mreže.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



izv. prof. dr. sc. Ivan Grgurević

UTVRĐIVANJE ULOGE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE MREŽE U KRITIČNOJ KOMUNIKACIJSKOJ INFRASTRUKTURI

SAŽETAK

Kritična infrastruktura predstavlja svu fizičku imovinu, sustave ili dijelove sustava čiji bi prestanak rada ili uništenje imalo veliki utjecaj na stabilnost i integritet države. S obzirom na razvoj tehnologije i ovisnost rastućeg broja sektora o elektroničkoj komunikacijskoj infrastrukturi, u pitanje se dovodi njena sigurnost. Ključna uloga u zaštiti kritične infrastrukture pridodaje se pravovremenom i ispravnom utvrđivanju elemenata kritične infrastrukture, te prilagodba procesa održavanja kako se rad kritične infrastrukture ne bi doveo u stanje kvara.

Ključne riječi: elektronička komunikacijska infrastruktura; kritična infrastruktura; zaštita kritične infrastrukture.

DETERMINING THE ROLE OF ELECTRONIC COMMUNICATION NETWORK IN CRITICAL COMMUNICATION INFRASTRUCTURE

SUMMARY

Critical infrastructure represents all physical assets, systems or parts of systems whose cessation of operation or destruction would have a major impact on the stability and integrity of the state. Given the development of technology and the dependence of a growing number of sectors on the electronic communication infrastructure, its security is being questioned. A key role in the protection of critical infrastructure is added to correct determination of elements of critical infrastructure, and the adjustment of the maintenance process as the operation of critical infrastructure to prevent critical infrastructure from reaching a state of failure.

Keywords: electronic communication infrastructure; critical infrastructure; protection of critical infrastructure.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	ELEKTRONIČKA KOMUNIKACIJSKA INFRASTRUKTURA.....	3
3.	KRITIČNA KOMUNIKACIJSKA INFRASTRUKTURA.....	10
3.1.	ODREĐIVANJE KRITIČNE KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE	10
3.1.1.	METODA UTVRĐIVANJA USLUGA NEOVISNIH O KRITIČNOJ INFRASTRUKTURI	12
3.1.2.	METODA UTVRĐIVANJA USLUGA OVISNIH O KRITIČNOJ INFRASTRUKTURI	13
3.2.	ELEMENTI KRITIČNE ELEKTRONIČKE INFRASTRUKTURE	13
3.3.	ZAŠTITA KRITIČNE ELEKTRONIČKE INFRASTRUKTURE.....	15
4.	ZAKONSKA REGULATIVA I STANDARDIZACIJA ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE.....	17
4.1.	PRAVO PRISTUPA I ZAJEDNIČKO KORIŠTENJE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE I DRUGE POVEZANE OPREME	17
4.2.	TEHNIČKI UVJETI ZA POSTAVLJANJE SVJETLOVODNE DISTRIBUCIJSKE MREŽE.....	18
5.	POZICIJA ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE MREŽE U ELEKTRONIČKOJ KOMUNIKACIJSKOJ KRITIČNOJ INFRASTRUKTURI.....	21
5.1.	VRSTE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE MREŽE	21
5.2.	VRIJEDNOSNI LANAC INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE.....	22
5.3.	POSLOVANJE KRITIČNE INFRASTRUKTURE HRVATSKOG TELEKOMA.....	24
6.	ODRŽAVANJE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE MREŽE	26
6.1.	ODRŽAVANJE KABELSKE KANALIZACIJE	26
6.2.	ODRŽAVANJE SVJETLOVODNE DISTRIBUCIJSKE MREŽE.....	27
7.	ZAKLJUČAK	28
	LITERATURA.....	30

POPIS KRATICA I AKRONIMA	32
POPIS SLIKA	33

1. UVOD

Ubrzanim razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologija dolazi do sve veće digitalizacije pojedinih gospodarskih sektora na području različitih država. Ovisnost gospodarstva i ekonomije pojedinih država o informacijsko-komunikacijskog tehnologiji stavlja elektroničku komunikacijsku mrežu u izuzetno važan položaj. Prestankom rada elektroničke komunikacijske mreže dovodi se u opasnost suverenitet i integritet države te svih područja koje mreža pokriva. S obzirom na utjecaj elektroničke komunikacijske mreže na stabilnost države, infrastruktura elektroničke komunikacijske mreže pripada u skupinu kritične infrastrukture. Kritičnom infrastrukturom smatraju se sve infrastrukture čijim se oštećenjem i prestankom rada narušava dobrobit i kvaliteta života svih korisnika infrastrukture.

Cilj završnog rada je prikaz dijelova elektroničke komunikacijske infrastrukture, njihovih uloga te utvrđivanje njihove uloge u kritičnoj komunikacijskoj infrastrukturi. Svrha izrade završnog rada je analiza zakonskih dokumenata Republike Hrvatske koji se odnose na sigurnost, zaštitu i održavanje kritične infrastrukture. Završni rad se sastoji od sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Elektronička komunikacijska infrastruktura
3. Kritična komunikacijska infrastruktura
4. Zakonska regulativa i standardizacija elektroničke komunikacijske infrastrukture
5. Pozicija elektroničke komunikacijske mreže u elektroničkoj komunikacijskoj kritičnoj infrastrukturi
6. Održavanje elektroničke komunikacijske mreže
7. Zaključak

U uvodnom dijelu završnog rada prikazana je svrha, cilj i koncept završnog rada kratko opisan kroz glavna poglavlja.

U drugom poglavlju opisani su osnovni elementi elektroničke komunikacijske infrastrukture. Prikazane su vrste kablskih zdenaca i cijevi koje su sastavni dio kablске kanalizacije.

U trećem poglavlju definiran je pojam kritične infrastrukture, te su prikazani načini određivanja i utvrđivanja kritične komunikacijske infrastrukture. Kroz poglavlje se obrađuju i

prikazuju elementi kritične komunikacijske infrastrukture, kao i pojam zaštite kritične elektroničke infrastrukture na temelju sigurnosnog plana operatora.

Uvjeti i načini pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i ostale povezane opreme, kao tehnički uvjeti koji moraju biti zadovoljeni prilikom postavljanja svjetlovodne distribucijske mreže opisani su u četvrtom poglavlju.

Petim poglavljem prikazane su vrste elektroničke komunikacijske mreže, sudionici koji se nalaze u poslovanju kritičnih infrastruktura i elektroničke komunikacijske mreže kao i uloga mreže u elektroničkoj komunikacijskoj kritičnoj infrastrukturi.

U šestom poglavlju definirane su dvije osnovne vrste održavanja. Održavanje je važno kako bi infrastruktura mogla nesmetano izvršavati svoje osnovne funkcije. Kroz poglavlje se opisuje održavanje kableske kanalizacije i svjetlovodne distribucijske mreže.

U Zaključku su dana zaključna razmatranja i osvrt na obrađenu temu završnog rada.

2. ELEKTRONIČKA KOMUNIKACIJSKA INFRASTRUKTURA

Prema Zakonu o elektroničkim komunikacijama Republike Hrvatske (NN 76/2022) elektronička komunikacijska infrastruktura predstavlja fizičke komponente, usluge i ostalu povezanu opremu koja je povezana na elektroničku komunikacijsku mrežu a neophodna je za pružanje komunikacijske usluge krajnjim korisnicima. U fizičku infrastrukturu ubrajaju se zgrade i ulazi u zgrade, žične instalacije unutar stambenih i poslovnih prostora, antene, antenski stupovi i antenski prihvati, tornjevi i druge potporne građevine, kabelaška kanalizacija, cijevi, zdenci i ulični ormari, kratko dometne bežične pristupne točke te sustavi uvjetovanog pristupa i elektronički programski vodiči [1]. Neovisno o vrsti mreže, elektronička komunikacijska infrastruktura može se podijeliti na tri temeljna podsustava. Prvi podsustav pristupna korisnička mreža, to je dio mreže koji se nalazi isključivo na strani korisnika. Drugi podsustav koji čini elektroničku komunikacijsku infrastrukturu je komutacijski podsustav koji se sastoji od čvorišta i centrala. Posljednji podsustav je transmisijski podsustav koji predstavlja okosnicu žičnog i bežičnog prijenosnog sustava [2].

Na temelju zahtjeva ovih podsustava uvjetovan je način izvedbe elektroničke komunikacijske infrastrukture na fizičkoj razini. Fizičku razinu infrastrukture čine zemljišta, građevine, kabelaška kanalizacija, postrojenja za napajanje, grijanje, antenski stupovi i sl. Pod građevinama elektroničke komunikacijske infrastrukture podrazumijevaju se sve građevine u kojima su postavljeni prijenosni i komutacijski sustavi pomoću kojih se ostvaruje komunikacija. Prijenosni sustav predstavlja vodove i uređaje čija je uloga povezivanje korisnika s centralama i centrale na različitim hijerarhijskim razinama međusobno [2].

Kabelaška kanalizacija je dio komunikacijske infrastrukture koja se sastoji od podzemnih cijevi, kabelaških zdenaca i kabelaških galerija i odgovarajuće opreme kao što su poklopci, držači cijevi, čepovi za cijevi i sl. Kabelaška kanalizacija omogućuje brzu i jednostavnu zamjenu postojećih i oštećenih kablova bez potrebe za kopanjem površina kolnika i pločnika. Služi za postavljanje novih kabela i zaštitu elektroničkih komunikacijskih kabela od vanjskih utjecaja i mehaničkih oštećenja [3].

Prilikom početka izgradnje kabelaške kanalizacije važno je ustanoviti potrebe elektroničke komunikacijske mreže, kako bi se mogao odrediti pogodan broj cijevi za određeno plansko razdoblje [4]. Nadležne urbanističke službe kao što su Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, županijske uprave, gradovi i općine trebale bi pružiti

demografske podatke za određeno područje gradnje. Ukoliko nadležne institucije ne pruže uvid u demografske podatke, infrastrukturni operatori se moraju osloniti na vlastite procjene na temelju kretanja stanovnika na promatranom području [5]. Infrastrukturni operator je pravna ili fizička osoba koja je ostvarila pravo puta temeljem Zakona o elektroničkim komunikacijama radi gradnje, održavanja i razvoja elektroničke komunikacijske mreže i elektroničke komunikacijske infrastrukture [1].

Trase kabelske kanalizacije u urbanim područjima grade se u pješačkim zonama ili ispod zelenih površina. Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju (NN 114/2010) trase kabelske kanalizacije su projektirani ili već izgrađeni geodetski pozicioniran pravac kabelske kanalizacije unutar koridora elektroničke komunikacijske infrastrukture. Koridor kabelske kanalizacije predstavlja pojas zemljišta određene širine predviđen za izgradnju kabelske kanalizacije. Za vrijeme planiranja kabelske kanalizacije potrebno je uzeti u obzir i planove drugih komunalnih organizacija kako bi se mogao uskladiti smještaj trase u prostoru i dinamici izgradnje. Ukoliko je moguće potrebno je gradnju prilagoditi za izradu integrirane infrastrukture. Kapacitet kabelske kanalizacije određuje infrastrukturni operator koji planira izgradnju. Infrastrukturni operator planira kapacitet kabelske kanalizacije u skladu s planiranim kapacitetom elektroničkih komunikacijskih mreža. Prilikom planiranja kapaciteta važno je zadovoljiti potrebe korisnika na određenom području za razdoblje od najmanje pet godina. Osim kapaciteta mreže važno je prilagoditi i kapacitete kabelske kanalizacije za potrebu polaganja novih spojnih kabela. Odabir tipa cijevi, njihovih dimenzija i broja kao i tip i dimenzija kabelskih zdenaca temelji se na pretpostavci da će se koristiti svjetlovodni kabeli, ali zbog određenih tehničkih razloga moguće je projektiranje kabelske kanalizacije s bakrenim kabelima čiji kapacitet ne prelazi 300 parica. Ovakva iznimka prilikom planiranja i gradnje dopuštena je isključivo u pristupnom dijelu elektroničke komunikacijske mreže na strani krajnjeg korisnika. Također Pravilnik nalaže kako je unutar procesa gradnje kabelske kanalizacije važno je osigurati odgovarajući servisni prostor koji mora ostati dostupan, a dovoljan je za uvlačenje kabela najvećeg promjera koji je korišten na određenom dijelu kabelske kanalizacije [4].

Osnovni konstruktivni element kabelaške kanalizacije su cijevi kabelaške kanalizacije. Njihova osnovna zadaća je postavljanje i zaštita kabela elektroničke komunikacijske infrastrukture. Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima za kabelašku kanalizaciju osnovna podjela cijevi u kabelaškoj kanalizaciji je sljedeća [4]:

1. mikrocijevi,
2. cijevi malog promjera,
3. cijevi promjera 50 mm i
4. cijevi velikog promjera.

Mikrocijevi su cijevi vrlo malog promjera koje se koriste za izravno polaganje u zemlju ili za uvlačenje u prethodno položene cijevi malog promjera. Standardna debljina stijenki mikrocijevi je u rasponu od 0,45 [mm] do 2 [mm]. Prilikom pojedinačnog polaganja mikrocijevi u zemlju debljina stijenke mora iznositi od 1,5 [mm] do 2 [mm], no preporuka je mikrocijevi polagati u obliku snopa s dodatnom nevodljivom zaštitom koja mikrocijevi drži na okup te im pruža dodatnu zaštitu od oštećenja te potrebnu čvrstoću. U slučaju korištenja dodatne zaštite kod polaganja snopa mikrocijevi u zemlju tada debljina stijenke može biti manja od 1,5 [mm]. Takva kombinacija mikrocijevi naziva se mikrocijevnom strukturom. Izvedba mikrocijevne infrastrukture može u obliku trakaste strukture ili kabelaške strukture. Prilikom realizacije kabelaške strukture prostor između mikrocijevi bi trebao biti popunjen odgovarajućom masom kako bi se spriječilo nakupljanje vlage u središtu strukture. Fleksibilne mikrocijevi mogu se koristiti na trasama s velikim brojem oštrih kutova, no najčešća upotreba fleksibilnih mikrocijevi je na udaljenosti do nekoliko stotina metara do korisnika. Fleksibilne mikrocijevi imaju vanjski promjer veličine od 4[mm] do 10[mm], dok je unutarnji promjer u rasponu od 2,5[mm] do 6,4[mm] [4]. Mikrocijevi prikazane su slikom 1.

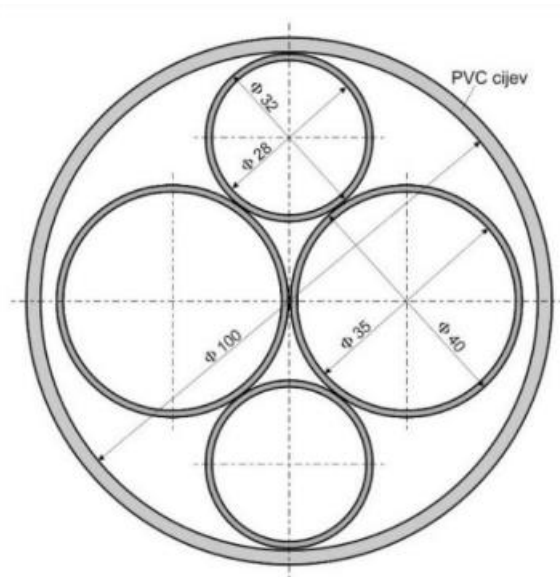


Slika 1. Mikrocijevi

Izvor: [6]

Cijevi malog promjera prilikom izgradnje kableske kanalizacije se koriste za izravno polaganje u tlo ili za uvlačenje u cijevi većeg promjera. Cijevi koje se izravno polažu u zemlju imaju promjer veličine od 32 [mm] do 40 [mm], te im radni tlak iznosi najmanje 10 bara. Ukoliko se koriste cijevi malog promjera namijenjene za uvlačenje unutar cijevi većeg promjera koriste se standardizirane cijevi malog promjera izrađenih od polietilena visoke gustoće s radnom tlakom iznosa najmanje 10 bara [4].

Cijevi promjera 50 [mm] su izgrađene od polietilena visoke gustoće. Prilikom izgradnje kableske kanalizacije polietilenske cijevi se polažu izravno u zemlju te se zatim u njih uvlače mikrocijevi, svjetlovodni kabeli ili bakreni kabeli. Polietilenske cijevi su pogodne za korištenje jer imaju malu masu, visoku razinu otpornosti na lom i vanjske udarce, otporne se na utjecaje tla (prodiranje vode, vlaga, blato i sl.), jednostavno se postavljaju i imaju veliku mogućnost transporta zbog isporuke u kolutima [2]. Ukoliko za postojeću trasu ne postoji plan uvlačenja drugih kabela ili u postojećoj kableskoj kanalizaciji ima dovoljno slobodnog prostora moguće je uvlačenje svjetlovodnog kabela velikog kapaciteta izravno u cijev promjera 50 [mm] [4]. Slikom 2. prikazan je položaj cijevi malog promjera unutar cijevi velikog promjera.

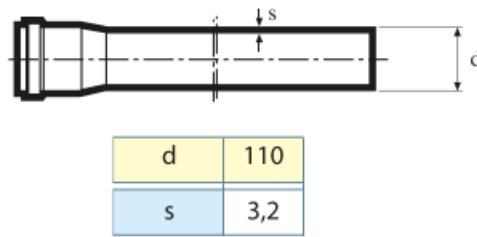


Slika 2. Odnos cijevi velikog promjera i cijevi promjera 50 mm

Izvor: [2]

Cijevi velikog promjera su cijevi koje imaju vanjski promjer od 63 [mm] do 110 [mm] te su izgrađene od polivinilklorida ili polietilena. Prilikom izgradnje polažu se u zemlju, a služe za uvlačenje cijevi malog promjera, mikrocijevi, svjetlovodni kabeli velikog kapaciteta ili u posebnim slučajevima bakreni kabeli. Cijevi velikog promjera izrađene od polivinilklorida nazivaju se i PVC cijevima te su pogodne za zaštitu kabela na zahtjevnijim dionicama kabela trase. PVC cijevi su kružne izvedbe i bešavne, izrađuju se s utičnim naglavkom u koji se postavlja brtveni prsten koji služi međusobno spajanje cijevi. Prednosti korištenja ovih cijevi u odnosu na cijevi drugih materijala je jednostavnost prilikom spajanja i brzo i lako postavljanje, neosjetljivost na lutajuće struje, dobra električna izolacija, otpornost su na koroziju i udarce, mali koeficijent trenja prilikom uvlačenja kabela zbog glatkih stijenki, otpornost na starenje i vodonepropusnost [2].

Cijevi velikog promjera izgrađene od betona ili raznih materijala koriste se u slučajevima kada je potrebno svladati određene prepreke na trasi ili su takve cijevi već ugrađene u gotove cestovne elemente prilikom izgradnje mostova, tunela i vijadukata [4]. Slikom 3 prikazan je presjek cijevi velikog promjera.



Slika 3. Cijev velikog promjera

Izvor: [3]

Kabelski zdenci su podzemne prostorije koje se nalaze na mjestima križanja telekomunikacijskih kabela, služe kao raskrižje na kojem dolazi do promjene pravca kabela ili križanja dvije različite kabela. Kabelski zdenci postavljaju se ispred kabela razdjelnika ili telefonskih centrala te ispred građevina u koje se uvodi telekomunikacijska kanalizacija. Oblik i dimenzije kabela odredene su [2]:

1. brojem i veličinom kabela,
2. brojem i presjekom cijevi kanalizacije,
3. spojnica kabela,
4. položajem zdenaca u mreži,
5. vrstom kanalizacije za koju se zdenac radi,
6. širinom pločnika, veličinom zelenih površina.

Prilikom izbora materijala i izgradnje kabela kanalizacije koriste se četiri vrste kabela zdenaca, a to su [4]:

1. betonski monolitni zdenci,
2. betonski montažni zdenci,
3. plastični monolitni zdenci i
4. plastični montažni zdenci.

Betonski monolitni zdenci predviđeni su za gradnju samo u izuzetnim slučajevima kada je projektna lokacija zdenca na nedostupnom mjestu do kojeg je otežana doprema i postavljanje montažnog zdenca [4].

Betonski montažni zdenci su prethodno proizvedeni te postavljeni na predviđenoj lokaciji. Odabir dimenzija betonskih montažnih zdenaca temelji se na prethodno odlučenom broju cijevi unutar zdenca, broju i vrsti kabela koji se planiraju položiti unutar zdenca, te na

broju i dimenzijama spojnice unutar zdenca. U slučaju nepoznatog broja planiranih kabela i spojnice, dimenzije zdenca trebaju se planirati prema broju cijevi i osobnoj procjeni infrastrukturnog operatora. Predefinirane dimenzije betonskih montažnih zdenaca za širinu su u rasponu od 60 [cm] do 110 [cm], za visinu odnosno dubinu zdenca dubina od 80 [cm] do 100 [cm] te dužina zdenca mora biti u rasponu od 60 [cm] do 170 [cm] [4].

Plastični monolitni ili montažni zdenci imaju iste funkcije kao i betonski zdenci. Plastični zdenci koriste se i postavljaju u slučajevima kada je potreban zdenac posebnih dimenzija na nepristupačnim lokacijama. U takvim slučajevima postavljanje plastičnih zdenaca jednostavnija je u odnosu nego postavljanje betonskih zdenaca [4].

Investitor i infrastrukturni operatoru su zaduženi za odabir vrste kabelskog zdenca uz uvjet da je tehnička namjena zdenca zadovoljena. Integrirana cjelina kabelskog zdenca i njegov poklopac moraju zadovoljiti uvjet nosivosti ovisno o lokaciji na kojoj se zdenac nalazi, uvjeti su sljedeći: u pješačkom hodniku i slobodnom terenu nosivost mora biti 125 [kN] i na kolniku i površinama namijenjenim za promet vozila nosivost mora iznositi 400 [kN] [4].

Opremu kabelskog zdenca sastoji se od nosača kabela, čepova za zatvaranje cijevi, poklopaca te uvodnica.

Nosači kabela postavljeni su na bočnim zidovima zdenaca te osiguravaju jednostavno montiranje i sigurno nošenje kabela i njihovih nastavaka. Čepovi za zatvaranje cijevi služe za sprječavanje nadiranja vode i nečistoće u kabelsku kanalizaciju, no koriste se i prilikom zatvaranja slobodnih i zauzetih cijevi.

3. KRITIČNA KOMUNIKACIJSKA INFRASTRUKTURA

Kritična infrastruktura predstavlja sve fizičke i informacijske sustave koje su ključne za rad, razvoj i održavanje poslovanja gospodarstva i vlade pojedine države. Stoga je 8. prosinca 2008. godine Europska unija donijela dokument o utvrđivanju i označavanju europske kritične infrastrukture i procjeni potrebe poboljšanja njezine zaštite, Direktiva Vijeća Europske komisije 2008/114/EC. S time se na području članica Europske unije utemeljuje teorijska podloga o značenju kritične infrastrukture.

Prema Direktivi vijeća Europske unije 2008/114/EC kritična infrastruktura predstavlja svu imovinu i sustave ili njihove dijelove koji se nalaze na području članica Europske unije a ključni su za razvoj i održavanje društvenih funkcija, zdravlja, sigurnosti, zaštite, gospodarske i socijalne dobrobiti ljudi, a čiji bi prestanak rada ili potpuno uništenje značilo veliki utjecaj na stabilnost i integritet države članice, kao i narušavanje kvalitete života na zahvaćenom području [7].

Postankom punopravne članice Europske unije i ulaskom u Eurozonu Republika Hrvatska početkom 2023. godine donosi Zakon o kritičnim infrastrukturama koji je pravna stečevina Europske unije sadržana u Direktivi Vijeća 2008/114/EC. S obzirom na sve prisutniju integraciju i međuovisnost različitih infrastruktura, Zakon definira pojam *europske kritične infrastrukture*. Europska kritična infrastruktura je sva ona kritična infrastruktura koja je od interesa za najmanje dvije države članice, ili jednu državu članicu, a nalazi se na području druge države članice [8].

3.1. ODREĐIVANJE KRITIČNE KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE

Svaka država članica na području Europske unije zadužena je za samostalno određivanje vlastite kritične infrastrukture na svojem graničnom području. Određivanje kritične infrastrukture odvija se pomoću sektorskih i međusektorskih kriterija. Sektorski kriteriji su tehnička i funkcionalna mjerila koja pomažu u klasifikacije kritične infrastrukture u pojedinom sektoru. Međusektorska mjerila prikazuju vrijednosti jačine utjecaja narušavanja ili prekida rada određene infrastrukture na ostale pojedine sustave i mreže kritične infrastrukture u svim sektorima [7][8].

Sektorska podjela nacionalne kritične infrastrukture prema Zakonu o kritičnim infrastrukturama može obuhvaćati sljedeće funkcionalne sektore kao što je energetika, komunikacijska i informacijska tehnologija, sve postojeće grane prometa, zdravstvo, vodno gospodarstvo, prehrambena industrija, financije, proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari, javne službe i nacionalni spomenici i vrijednosti [8].

Vlasnici ili upravitelji komunikacijske infrastrukture su pravne osobe koje su odgovorne za upravljanje kritičnom infrastrukturom. Njihova zadaća je identifikacija i klasifikacija kritične komunikacijske infrastrukture. Prilikom definiranja kritične komunikacijske infrastrukture u obzir se uzimaju mišljenja operatera kritične infrastrukture koji su zapravo vlasnici ili upravitelji kritične elektroničke infrastrukture, pružatelja elektroničkih komunikacija, nacionalnih regulatornih tijela za telekomunikaciju te agencije za kibernetičku sigurnost [9].

Operatori kritične infrastrukture su vlasnici elektroničke komunikacijske infrastrukture i zaduženi su za klasifikaciju iste. S obzirom da je elektronička komunikacijska infrastruktura izložena velikim sigurnosnim rizicima te spada u kategoriju kritične infrastrukture, operatori su zakonski obvezni provoditi analize procjene rizika i na temelju kojih izrađuju Sigurnosni plan zaštite i osiguranja te ga moraju dostaviti unutar šest mjeseci od zaprimanja akta nadležnog državnog tijela kojim su određeni kao nacionalna kritična infrastruktura. Analiza procjene rizika podrazumijeva utvrđivanje ukupnog učinka prekida rada kritične elektroničke infrastrukture a provedba se temelji na međusektorskim i sektorskim mjerilima [8][9].

Pružatelji elektroničkih komunikacija odnosno mrežni operatori nemaju obvezu klasificiranja elektroničke infrastrukture kao kritične infrastrukture. Infrastrukturu u vlasništvu mrežnog operatora klasificira operator kritične infrastrukture. Obveza mrežnog operatora je kontinuirano jačanje i poboljšanje sigurnosti i otpornosti kritične elektroničke infrastrukture u skladu sa zahtjevima operatora kritične infrastrukture [9].

Prilikom klasifikacije elektroničke komunikacijske infrastrukture nacionalna regulatorna tijela na području telekomunikacija izdaju smjernice pomoću kojih se određuje rizičnost kritične elektroničke infrastrukture. Ujedno provode standardizirane godišnje preglede rada operatora kritične infrastrukture i mrežnih operatora kako bi se utvrdila razina sigurnosti i otpornosti elektroničke infrastrukture. U slučaju pojave nedostataka zaduženi su za izdavanje planova poboljšanja, kojeg su se mrežni operatori dužni pridržavati inače su podloženi mogućim novčanim kaznama određenim zakonom države članica [9].

Nacionalne agencije za kibernetičku sigurnost aktivno sudjeluju u identifikaciji i zaštiti kritične elektroničke infrastrukture. Agencije zakonodavnim tijelima pomažu prilikom

formiranja zakon i propisa vezanih uz zaštitu i identifikaciju kritične elektroničke infrastrukture te vode nadzor nad provedbama tih istih zakona. Pregledavaju sigurnosne planove te osiguravaju dosljednost, provedbu i učinkovitost planova. Također agencije imaju vodeću ulogu u upravljanju rizicima kritične infrastrukture koje mogu utjecati na cijelo društvo. U Republici Hrvatskoj Ured Vijeća za nacionalnu sigurnost je središnje državno tijelo za informacijsku sigurnost koje usklađuje donošenje i primjenu mjera i standarda informacijske sigurnosti u Republici Hrvatskoj. Ured Vijeća za nacionalnu sigurnost donosi Pravilnik o standardima sigurnosne provjere, Pravilnik o standardima fizičke sigurnosti, Pravilnik o standardima sigurnosti podataka, Pravilnik o standardima organizacije i upravljanja područjem sigurnosti informacijskih sustava te Pravilnik o standardima sigurnosti poslovne suradnje. Ujedno Ured Vijeća određuje način rada državnih tijela i infrastrukturnih operatora na državnoj razini te između mjerodavnih institucija stranih zemalja i Republike Hrvatske [9][10].

Prilikom određivanja fizičkih komponenti kritične elektroničke infrastrukture susrećemo se s dvije temeljne metode pristupa klasifikaciji informacijske infrastrukture. Prva metoda se fokusira na usluge koje su neovisne o kritičnoj infrastrukturi, a druga metoda se fokusira na usluge koje ovise o kritičnoj infrastrukturi.

3.1.1. METODA UTVRĐIVANJA USLUGA NEOVISNIH O KRITIČNOJ INFRASTRUKTURI

Ovaj način pristupa identifikaciji kritične elektroničke infrastrukture ne uključuje analizu kritičnih usluga koje kritična infrastruktura pruža, nego se koncentrira isključivo na mrežnu infrastrukturu. Među članicama Europske unije ovakva vrsta pristupa se ne koristi, no u privatnom sektoru ovakav pristup je pogodan za stvaranje vizualnog prikaza veza između različitih komponenti mrežne infrastrukture. Ovakav pristup analize mrežne arhitekture uključuje cjelokupnu analizu nacionalne mrežne infrastrukture koja podrazumijeva:

1. analizu IP i podatkovne mreže, uzoraka prometnog opterećenja i pojave kvarova na mreži i
2. utvrđivanje fizičkih i logičkih komponenti potrebnih za pouzdan rad mreže.

Glavni nedostatak ovog pristupa je zanemarivanje kritičnih usluga s obzirom da cijelu mrežnu infrastrukturu gleda kao cjelinu. Također zanemaruje važnost komponenti pristupne mreže koje su ključne za postizanje povezanosti kritičnih usluga. S obzirom kako ovaj pristup

pristupa komunikacijskoj infrastrukturu kao cjelini, to uzrokuje veliku razinu kompleksnosti prilikom pristupa nižim razinama mrežne arhitekture [9].

3.1.2. METODA UTVRĐIVANJA USLUGA OVISNIH O KRITIČNOJ INFRASTRUKTURI

Ovakav pristup identifikaciji kritične elektroničke infrastrukture sastoji se od tri koraka. Prvo državna tijela određuju kritične sektore, zatim se za svaki kritični sektor određuju kritične usluge koji sektor mora izvršiti te se na kraju određuje kritična informacijska infrastruktura koja je potrebna za izvršenje kritičnih usluga te na kraju slijedi određivanje dijelova kritične informacijske infrastrukture. Ova metoda prikazuje dva osnovna gledišta prilikom utvrđivanja kritične infrastrukture. Prvo gledište proizlazi iz stajališta države i njene vlade, dok drugo gledište je sa stajališta operatora kritične infrastrukture [9].

Prilikom određivanja kritične infrastrukture sa stajališta države i njene vlade cijelim procesom identifikacije upravljaju vladine organizacije kao što su Nacionalna regulatorna tijela telekomunikacijskih usluga ili Agencije za kibernetičku sigurnost koje imaju ovlaštenje identificiranja kritične infrastrukture. Nakon određivanja kritičnih sektora ovlaštene organizacije primjenjuju metode sustavne identifikacije kritičnih usluga te imenuju operatore kritične infrastrukture koji provode te usluge. Ovakav pristup identifikaciji kritične infrastrukture podrazumijeva suradnju svih uključenih strana kako bi se osigurala razina učinkovitosti sustava koja je usklađena s potrebama društva [9].

U pristupu s gledišta operatora kritične infrastrukture, država određuje popis operatora koji su zaduženi za određivanje kritičnih usluga i infrastrukture na temelju rezultata analize procjene rizika. Zatim nadređene institucije zakonski zadužuju ključne operatore ili pružatelje usluga za ispunjavanjem obveza za provedbu analize procjene rizika, identifikacije kritične infrastrukture i za razvoj planova zaštite kritične elektroničke infrastrukture. Glavna uloga operatora kritične elektroničke infrastrukture u ovom pristupu je određivanje kritičnih usluga koje su važne za neometano funkcioniranje i razvoj gospodarstva i za dobrobit ljudi.

3.2.ELEMENTI KRITIČNE ELEKTRONIČKE INFRASTRUKTURE

Elektroničke komunikacijske mreže su temeljni dio prilikom pružanja i provođenja kritičnih usluga. Rad mnogih kritičnih usluga koje podržavaju kritičnu infrastrukturu potpuno

je ovisna o elektroničkim komunikacijskim mrežama. Ovisnost o elektroničkim komunikacijskim mrežama može se ukazati prilikom uporabe senzora za bilježenje podataka na različitim geografskim lokacijama, prijenos prikupljenih podataka odvija se preko podatkovne mreže do središnje točke namijenjene za obradu prikupljenih podataka, prekid komunikacije senzora i središnje točke uzrokovalo bi gubitak važnih prikupljenih podataka o toj lokaciji [9].

Važno je naglasiti kako je elektronička komunikacijska mreža često neovisna o sektoru u kojem se nalazi stoga su elementi elektroničke kritične infrastrukture najčešće isti za različite kritične usluge. Neki od kritični elementa u pristupnoj mreži su: optički prsten koji omogućuje fizičku vezu podatkovnog centra, optički kabel u izvedbi *Fiber-to-the-Cabinet* koji povezuje lokalne centrale s kabelskim ormarićima, oprema na strani korisnika – mrežni usmjerivači, DSL modemi, terminalni uređaji, oprema mikrovalne tehnologije prijenosa koje omogućuje vezu od točke do točke i oprema za interoperabilnost mikrovalnih tehnologija prijenosa [9].

Kritični elementi regionalne elektroničke komunikacijske mreže ključni za rad komunikacijske mreže su: multipleksor za pristup digitalnoj pretplatničkoj liniji u lokalnoj centrali, *Broadband Remote Access Server*¹ (BRAS) povezan s DSLAM-om², usmjerivač pomoću kojeg se ostvaruje veza s internetom i Gigabit Ethernet za backhauling [9].

Dijelovi jezgrene i tranzitne mreže omogućuju rad većem dijelu komunikacijske mreže stoga je njihova zaštita važna za nesmetan rad cijele mreže. Neki od kritičnih elemenata koji se nalaze u dijelu jezgrene i tranzitne mreže su: centralni usmjerivači i usmjerivači *Border Gateway* protokola jer upravljaju velikim dijelom podatkovnog prometa, *Gigabit Ethernet switchovi* koji služe za pružanje usluge nositelja *Ethernet (Carrier Ethernet)* i linkovi kojima se prenosi značajan dio informacijskog prometa [9].

Važno je napomenuti kako su ovo samo temeljni primjeri, stvarni popisi kritičnih elemenata elektroničke komunikacijske infrastrukture ovise vrsti kritične usluge koju infrastruktura podržava, o sigurnosnim rizicima s kojim se država susreće kada je u pitanju njena infrastruktura, o karakteristikama i veličini komunikacijske mreže i sl. Kritičnost pojedinog elemenat raste samim time što se element nalazi na višoj hijerarhijskoj razini mrežne topologije jer je veća vjerojatnost da takav element ima ulogu u ispunjavanju jedne ili više kritičnih usluga [9].

¹ Širokopoljasni poslužitelj za udaljeni pristup

² Uređaj na strani davatelja usluga prema Internetu (ISP) i omogućava da se s uređajem na strani korisnika komunicira preko fizičkog komunikacijskog kanala digitalnim signalom

3.3. ZAŠTITA KRITIČNE ELEKTRONIČKE INFRASTRUKTURE

U skladu sa Zakonom o kritičnim infrastrukturama (NN 114/2022) vlasnici/upravitelji kritičnih infrastruktura u Republici Hrvatskoj dužni su izraditi Sigurnosni plan koji obuhvaća mjere zaštite i osiguranja poslovanja kritične infrastrukture. Sigurnosni plan sadrži povjerljivost, cjelovitost i raspoloživost organizacijskih, kadrovskih, materijalnih, informacijsko-komunikacijskih i drugih rješenja te stalnih sigurnosnih mjera koje su potrebne za neprekidno funkcioniranje kritične infrastrukture. Sigurnosni plan se mora izgraditi unutar šest mjeseci od zaprimanja akta nadležnog tijela kojim su određeni kao nacionalna kritična infrastruktura. Nakon izrade i razrade Sigurnosnog plana nadležna državna tijela moraju u suradnji s nadležnim regulatornim agencijama utvrditi je li Sigurnosni plan izrađen prema sektorskim i međusektorskim standardima. Provedba izrade Sigurnosnog plana temelji se na idućim na postupcima utvrđivanja važnih dijelova ili objekata mreže, izvršavanja analize rizika svih sustava, funkcionalnosti, mreža i objekata od kojih se sastoji kritična infrastruktura, a koji su u visokom stupnju ranjivosti, određivanja svih postupaka potrebnih za smanjenje ranjivosti i osiguranje rada svih dijelova kritične infrastrukture [8].

U kontekstu kritične elektroničke infrastrukture najveću ugrozu predstavlja računalni odnosno kibernetički kriminalitet. Prema Nacionalnoj strategiji kibernetičke sigurnosti Republike Hrvatske (NN108/2015) iz 2015. godine, kibernetički kriminalitet predstavlja kaznena djela počinjena nad računalnim sustavima, programima i podacima, počinjenim unutar kibernetičkog prostora korištenjem informacijsko-informacijskih tehnologija te stvara prijetnju narušavanja sigurnog informacijskog društva. Uspostavom preventivnih mjera i brzim kaznenim odgovorom postiže se odgovarajuća razina zaštite i nesmetanog djelovanja i sigurnosti računalnih sustava Republike Hrvatske. Kako bi se ova vrsta kriminaliteta i narušavanja sigurnosti što bolje suzbila i spriječila potrebno je provoditi mjere pravovremenog i kontinuiranog prilagođavanja zakona imajući na umu međunarodne obveze, unaprjeđivanja međunarodne suradnje u svrhu učinkovite razmjene informacija, rada na kvaliteti međuinstitucionalne suradnje u svrhu razmjene informacija na nacionalnoj razini radi sprječavanja širenja kibernetičkih napada, adekvatnog razvijanja ljudskog potencijala i tehničke mogućnosti nadležnih državnih tijela za otkrivanje, kriminalističko istraživanje i procesiranje kaznenih djela iz područja kibernetičkog kriminaliteta te poticanja i stalnog razvoja suradnje s gospodarskim sektorom [11].

Kontinuiranim razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologija pojam kibernetičkog kriminaliteta postao je globalni problem. Kibernetički prostor je virtualno

područje koje nije ograničeno fizičkim granicama pojedine države. Stoga je suradnja i razmjena informacija o kibernetičkim napadima između država važna kako bi se smanjila stopa kibernetičkog kriminaliteta i kako bi se mogući napadi spriječili [11].

4. ZAKONSKA REGULATIVA I STANDARDIZACIJA ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE

Prema međunarodnoj organizaciji za standardizaciju (ISO), standard je skup pravila koji propisuje zahtjeve, specifikacije, upute i značajke koje se moraju koristiti kako bi se osiguralo da materijali, proizvodi, procesi i usluge odgovaraju svojoj temeljnoj namjeni. Standard može biti definiran na internoj, državnoj ili međunarodnoj razini. Standardizacija pojedinih procesa, sustava i usluga omogućuje interoperabilnost sustava i osigurava potrebnu razinu kvalitete i sigurnosti svih uključenih strana [12].

Prema Pravilniku o načinu i uvjetima pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti (HAKOM) odredila je načine i uvjete pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i ostale povezane opreme [13].

4.1. PRAVO PRISTUPA I ZAJEDNIČKO KORIŠTENJE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE INFRASTRUKTURE I DRUGE POVEZANE OPREME

Prema Pravilniku infrastrukturni operator dužan je na nediskriminirajući i jednak način svim operatorima korisnicima omogućiti pristup i zajedničko korištenje elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme ukoliko su ispunjeni svi uvjeti za pristup i korištenje elektroničke komunikacijske infrastrukture [13].

Kako bi operator korisnik dobio pravo pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture, mora infrastrukturnom operatoru poslati zahtjev za ostvarenje pristupa korištenja infrastrukture. Zahtjev mora sadržavati područje obuhvata korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture, vrstu i promjer kabela koji će se polagati na tom području i planirani početak i trajanje zajedničkog korištenja. Uz zahtjev operator korisnik može dostaviti i tehničko rješenje, te je infrastrukturni operator dužan u roku od 30 dana od zaprimanja zahtjeva ugovoriti zajedničko korištenje postojeće infrastrukture [13].

Infrastrukturni operator mora unutar tri dana odgovoriti na zahtjev operatora korisnika za podacima o trasama kableske kanalizacije i kablskim zdencima, te mora osigurati potrebnu tehničku dokumentaciju. Podatke o trasama kableske kanalizacije i kablskim zdencima infrastrukturni operator može pružiti i digitalnim putem osiguravajući pristup bazi podataka koja sadrži potrebne informacije. Operatori korisnika imaju puno zakonsko pravo samostalno

provjeriti stanje kabelskih trasa unutar tri radna dana od podnošenja zahtjeva te je infrastrukturni operator dužan omogućiti pristup trasama. Prilikom izrade tehničkog rješenja za pristup i zajedničko korištenje kabelske kanalizacije, tehničko rješenje mora sadržavati tehnički opis predmetnog rješenja, stanje kabelske kanalizacije predmetne trase, lokaciju i međusobnu udaljenost između zdenaca, broj i tip cijevi između zdenaca, način i poziciju uvlačenja kabela operatora korisnika na rasklopima zdenaca i popis potrebnog materijala i radova po vrsti, količini i cijeni uz naznaku stavki koje su predmet refundiranja [13].

Troškove izrade tehničkog plana operator korisnik snosi u cijelosti kao i ostale troškove vezane uz ostalu potrebnu dokumentaciju, suglasnosti, materijale, radove i stručni nadzor. Operator korisnik snosi troškove materijala i radova za realizaciju tehničkog rješenja, što podrazumijeva izvlačenje nekorištenog kabela, uvlačenje cijevi do popunjenosti slobodnog prostora, popravaka kabelske kanalizacije, proširenje i/ili dopuna dijela kabelske kanalizacije. Infrastrukturni operator obvezan je vratiti sva novčana sredstva korisniku operatoru osim troškova za proširenje i dopunu kabelske kanalizacije [13].

Ako infrastrukturni operator ili operator korisnika unutar tri radna dana ne da odgovor na tehničko rješenje, smatra se da je suglasnost dana. Ukoliko dođe do odbijanja suglasnosti obje strane moraju dati obrazloženje odbijanja plana tehničkog rješenja i visinu troškova za refundiranje. U tom slučaju, operator koji je izradio tehničko rješenje mora ga ispraviti i tražiti novu suglasnost [13].

Nakon odobrenja tehničkog rješenja operator korisnik radove može izvoditi samostalno ili uz treću osobu pri čemu mora obavijestiti infrastrukturnog operatora. Za vrijeme izvođenja radova operator korisnik dužan je osigurati provedbu stručnog nadzora izgradnje, koje provodi infrastrukturni operator ili stručna osoba koju je odredio infrastrukturi operator. Nakon završetka radova potrebno je utvrditi stvarnu količinu izvršenih radova, potrošenog materijala, visinu refundiranja i vremenski period zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture. Pregled obavljaju imenovani predstavnici infrastrukturnog operatora i operatora korisnika [13].

4.2. TEHNIČKI UVJETI ZA POSTAVLJANJE SVJETLOVODNE DISTRIBUCIJSKE MREŽE

Prema Pravilniku o svjetlovodnim distribucijskim mrežama (NN 57/2014), svjetlovodna distribucijska mreža je završni dio pristupne svjetlovodne mreže pomoću koje se spajaju krajnji korisnički uređaji na mrežu. Ona povezuje vanjski dio elektroničke

komunikacijske mreže i distribucijski čvor. Sastoji se od pasivnih elemenata kao što su svjetlovodni kabeli i ne sadrži aktivnu opremu i opremu za dijeljenje kapaciteta. Izvedba svjetlovodne distribucijske mreže može biti podzemna i nadzemna [14].

Svjetlovodna distribucijska mreža se projektira kao jedinstvena mreža s načelima otvorenog pristupa i zajedničkog korištenja. Planiranje područja koje je pokrivenom svjetlovodnom distribucijskom mrežom odvija se na način da izgradnja mreže omogućuje pružanje elektroničkih komunikacijskih usluga te daljinska mjerenja, upravljanje i nadzor komunalnih sustava na tom području. Veličina područja određuje se na broju i kapacitetu izgrađenih i planiranih korisničkih jedinica. Korisničke jedinice podrazumijevaju jedinice u stambenim i poslovnim građevinama, kao i druge objekte koji se mogu spojiti na mrežu. Prilikom planiranja važno je omogućiti povezivanje svih postojećih i planiranih građevina na mrežu [14].

Prilikom izgradnje svjetlovodne distribucijske mreže koriste se jednomodna svjetlovodna vlakna u skladu s preporukama *International Telecommunication Union -a* (ITU) prema standardima G.652D³ i G.657⁴. Za svjetlovodnu distribucijsku mrežu bitno je da je svjetlovodni kabel izrađen od nemetalnih konstrukcija malog promjera kako bi se kabeli mogli postavljati uvlačenjem ili upuhivanjem u cijev malog promjera. Prostor između svjetlovodnog kabela i cijevi malog promjera treba biti prikladno zatvoren kako bi se mogao kasnije koristiti za uvlačenje ili upuhivanje mikrocijevi. Svjetlovodne kabele u kabelskim zdencima nije potrebno štiti od mehaničkih oštećenja dok svjetlovodni mikrokabeli moraju biti zaštićeni na pravilan mehanički način. Svjetlovodni mikrokabeli moraju biti položeni u mikrocijevima debljih stijenci ili u grupi mikrocijevi s tanjom stijenkom koja ima zajednički vanjski plašt. Kutije koje se montiraju na zid kabelskog zdenca služe za spremanje viška mikrokabela.

Nakon izgradnje svjetlovodne distribucijske mreže ista se smije koristiti dan nakon planiranog završetka izgradnje ukoliko su ispunjeni svi uvjeti iz Pravilnika te je svim korisnicima omogućen ravnopravni pristup. Svaki korisnik svjetlovodne mreže je dužan prije korištenja sklopiti ugovor o pristupu i korištenju svjetlovodne mreže ili njenog dijela s operatorom svjetlovodne distribucijske mreže. Korištenje svjetlovodne distribucijske mreže mora se iskazati u trenutku kada je objavljena namjera investitora gradnje. Ukoliko korisnik u trenutku objave iskazao želju za zajedničko korištenje može naknadno zatražiti korištenje ako je to izvedivo bez povećanja kapaciteta prostora u distribucijskom čvoru. Povećanje kapaciteta

³ Vrsta optičkog kabela

⁴ Vrsta optičkog kabela

je moguće samo ako za to postoje tehnički uvjeti. Operator svjetlovodne distribucijske mreže mora sve korisnike obavijestiti o proširenju 60 dana prije početka izvršavanja proširenja [14].

5. POZICIJA ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE MREŽE U ELEKTRONIČKOJ KOMUNIKACIJSKOJ KRITIČNOJ INFRASTRUKTURI

Prema Zakonu o elektroničkim komunikacijama (NN 76/2022) elektronička komunikacijska mreža je prijenosni sustav utemeljen na postojećoj infrastrukturi koja uključuje opremu za komutaciju i usmjeravanje, pasivne dijelove mreže koji omogućuju prijenos signala žičnim, radijskim ili svjetlosnim i ostalim elektromagnetskim sustavima [1].

5.1. VRSTE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE MREŽE

Glavna uloga elektroničke komunikacijske mreže je pružanje informacijsko-komunikacijske usluge korisnicima mreže. Prijenosni sustav elektroničke komunikacijske mreže ima mogućnost prijenosa različitih vrsta informacija i podataka. Elektroničke komunikacijske mreže mogu se podijeliti ovisno o vrsti informacija koja se prijenosi mrežom, namjeni mreže i pokretljivosti korisnika [15].

Elektronička komunikacijska mreža s obzirom na vrstu informacije koju prenosi može se podijeliti na mreže za glasovnu komunikaciju te na mrežu za prijenos podatkovnog prometa. Razvoj tehnologija i sve veće potrebe korisnika uzrokuje postupno objedinjivanje različitih vrsta mreža u jednu mrežu koja može prenositi različite vrste informacija istovremeno. Višenamjenske mreže korisnicima pružaju velike prijenosne kapacitete i usluge visoke kvalitete koje podržavaju razne oblike komunikacije [15].

Prema namjeni, elektronička komunikacijska mreža može biti javna ili privatna. Javna mreža označava elektroničku komunikacijsku mrežu čije usluge su dostupne fizičkim i pravnim osobama uz plaćanje. Korisnici javnih mreža zapravo su pretplatnici koji stječu pravo korištenja usluga na način da mrežnom operatoru plaćaju pristup kako bi koristili usluge. Privatna mreža nije javno dostupna svim korisnicima nego je dostupna samo ograničenoj grupi korisnika na određenom području ili u određenoj organizaciji. Privatne mreže iako povezane na javne mreže, ne pružaju javne usluge. Povezivanjem na javnu mrežu, privatne mreže imaju mogućnost povezivanja s korisnicima drugih javnih mreža uz unaprijed utvrđena ograničenja koja su temeljena namjenom privatne mreže [15].

Podjela prema pokretljivosti korisnika prilikom korištenja mreže, mreže dijeli na fiksne i mobilne mreže. U fiksnoj mreži korisnik je na mrežu spojen putem fiksne pristupne točke kao

što su komunikacijski kabeli. Fiksna mreža je temelj drugih elektroničkih komunikacijskih usluga, kao što je širokopojasni pristup Internetu. U odnosu na fiksne mreže, mobilnim mreža pristupa se bežično omogućujući korisnicima promjenu lokacije za vrijeme korištenja telekomunikacijske usluge, sve dok se korisnik nalazi u području pokrivenosti signalom [15].

5.2. VRIJEDNOSNI LANAC INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE

Vrijednosni lanac informacijske i komunikacijske tehnologije prikazuje odnose sudionika unutar sustava ponude i potražnje na tržištu. Vrijednosni lanac uključuje sve elemente počevši od korisnika, korisničke opreme, mrežne infrastrukture, poslužitelja, usluga, aplikacija i sadržaja [15]. Vrijednosni lanac informacijske i komunikacijske tehnologije prikazan je slikom 4.



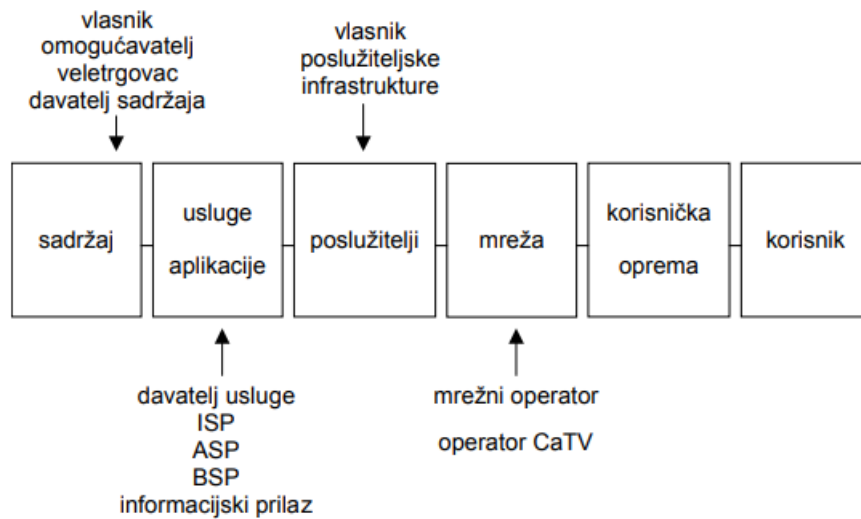
Slika 4. Vrijednosni lanac informacijsko komunikacijske tehnologije

Izvor: [15]

Korisnik je pravna ili fizička osoba koja pomoću svoje korisničke opreme, primjerice terminalnim uređajima, komunicira s drugim korisnicima i koristi različite usluge i sadržaje. Mreža predstavlja središnji element u lancu vrijednosti, temelj bez kojeg odvijanje telekomunikacijskih i ostalih usluga ne bi bilo moguće. Poslužitelji predstavljaju računalne i komunikacijske sustave koji služe za provođenje usluga i aplikacija. Usluge su funkcionalnosti dostupne korisnicima, pod osnovnom telekomunikacijskom uslugom smatra se usluga dostupna svim korisnicima uz plaćanje, na primjer pozivi i poruke. No s obzirom na kontinuirano promjenu potreba korisnika, dolazi do razvoja novih usluga kao što je audio i video na zahtjev, plaćena televizija, mobilno bankarstvo, učenje na daljinu, videotelefoniya, videokonferencija i sl. [15].

Na telekomunikacijskom tržištu različiti sudionici imaju različite uloge. Glavni sudionici su korisnici, na temelju kojih se formira odnos potražnje, te davatelji telekomunikacijske usluge koji formiraju ponudu. Pretplatnik je korisnik koji je potpisao

ugovor s davateljem usluga s ciljem korištenja ponuđene usluge [15]. Odnos sudionika i njihovih uloga u vrijednosnom lancu prikazan je slikom 5.



Slika 5. Odnos sudionika i njihove uloge u vrijednosnom lancu

Izvor: [15]

Najveću ulogu na tržištu telekomunikacijskih usluga imaju mrežni operatori fiksnih i pokretnih mreža, davatelji internetske usluge i operatori kabelaške televizije [15].

Javni operator fiksne mreže je zadužen za gradnju, operativno vođenje i upravljanje elektroničkom komunikacijskom mrežom za pružanje javne govorne usluge i drugih mrežnih usluga na području države. Davatelj internetske usluge je vlasnik poslužiteljske infrastrukture koji posjeduje računalne sustave s odgovarajućim memorijskim kapacitetima i kapacitetom obrade za potrebe svojih korisnika, a glavna uloga mu je pružanje pristupa Internetu i pružanje internetske usluge. Operator kabelaške televizije je pružatelj televizijskih usluga i osigurava prijenos radijskih programa i podataka putem kabelaške distribucijske mreže. Ujedno kroz svoju mrežu omogućuje i pružanje drugih usluga, kao što je pristup Internetu [15].

Pružatelji usluga, aplikacija i sadržaja su posebni sudionici koji se razvijaju u skladu razvojem vrijednosnog lanca informacijske i komunikacijske tehnologije. Na slici 5. vidi se kako pružaju usluge informacijskog prilaza koji omogućuje pristup sadržajima i portala s kolekcijom veza prema sadržajima ili elektroničkog trgovačkog centra s vezama prema virtualnim trgovinama. Iz slike 5. se također vidi kako postoje i pružatelji aplikacijskih usluga (engl. *Application Service Provider*, ASP), pružatelji poslovnih usluga (engl. *Business Service Provider*, BSP) te pružatelji internetskih usluga (engl. *Internet Service Provider*, ISP). Sav

sadržaj koji je prisutan na Internetu u vlasništvu je neke organizacije ili institucije, sadržaj je korisnicima ponuđen besplatno ili uz naknadu, ali vlasnik posjeduje autorska i komercijalna prava. Uloga pružatelja sadržaja je priprema sadržaja za obradu, objavljivanje, pohranu i pretraživanje te stvaranje sučelja baza podataka i omogućivanje pristupa sadržaju [15].

5.3.POSLOVANJE KRITIČNE INFRASTRUKTURE HRVATSKOG TELEKOMA

Najveći pružatelj telekomunikacijskih usluga u Republici Hrvatskoj je Hrvatski Telekom (HT). Osnovna djelatnost HT-a je pružanje elektroničkih komunikacijskih usluga te projektiranje i izgradnja elektroničkih komunikacijskih mreža na području Republike Hrvatske. Pruža usluge nepokretne i pokretne telefonije, veleprodajne, internetske i podatkovne usluge. Ključni izazov poslovanja HT-a je zaštita kritične infrastrukture i poslovanja. Pristup zaštiti kritične elektroničke komunikacijske infrastrukture temelji se na dva izazova koji mogu narušiti sigurnost poslovanja kritične elektroničke komunikacijske infrastrukture [7].

U prvu skupinu izazova pripadaju neusklađenost zakona i zakonodavnih tijela, s time da ne postoji utemeljena zakonska obveza i standard prilikom pristupanja zaštiti kritične infrastrukture. Zbog toga se nailazi na nekoliko aktualnih problema kao što je neusklađenost propisa o zaštiti kritičnih infrastruktura, državna tijela nadležna za koordinacija sustava zaštite kritične infrastrukture nemaju odgovarajuće ovlasti, ne postoji suradnja između različitih sektora kako bi se napravila detaljnija analiza kritičnih dijelova infrastrukture i sl.[7].

Druga skupina izazova objedinjuje različite vrste prijetnji kao što su fizičke i kibernetičke prijetnje. Oštećenjem, djelomičnim ili potpunim uništenjem elektroničke komunikacijske mreže uzrokuje prestanka isporuke telekomunikacijske usluge. Uzroci oštećenja mogu biti prirodne opasnosti, namjeran ljudski čin ili slučajni događaj. Prijetnje izazvane od strane ljudskog djelovanja mogu se podijeliti na vanjske i interne počinitelje. Cilj takvih prijetnji je prekid telekomunikacijskog prometa, uništavanje važnih dijelova elektroničke komunikacijske mreže, krađa povjerljivih informacija i sl. Elektronička komunikacijska mreža i infrastruktura podliježe i djelovanju vanjskih utjecaja kao što su poplave i požari. Prestanak rada telekomunikacijske mreže može biti uzrokovan prestankom napajanja ključnih dijelova infrastrukture električnom energijom i puknućem komunikacijskih kablova [7].

Poslovanje HT-a na strukturiran način pristupa zaštiti kritične infrastrukture. Nakon što utvrde ključne usluge i resurse, provode analizu rizika te na taj način otkrivaju prijetnje i ranjivosti svoje mreže i infrastrukture. Prilikom procesa zaštite kritične infrastrukture kao i

same mreže, važno je ne gledati na ulaganje kao trošak nego kao na investiciju u poslovne procese. Upravo radi toga naglasak se stavlja na međusektorsku suradnju svih korisnika kritične elektroničke komunikacijske infrastrukture kako bi se povećala i unaprijedila učinkovitost cijele telekomunikacijske mreže. Stoga se poslovanje Hrvatskog Telekoma može uzeti kao primjer poslovanja za druge sektore [7].

6. ODRŽAVANJE ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJSKE MREŽE

Održavanje podrazumijeva skup procesa čija je zadaća zadržavanje jednake razine izvedbe sustava od trenutka puštanja sustava u rad kroz cijeli vijek trajanja sustava kao i procesi obnove sustava kojima se stanje sustava obnavlja ili vraća u početnu funkciju kako bi se mogla izvoditi temeljna funkcija promatranog sustava [16]. Proces održavanja može se podijeliti na dvije osnovne podjele, to su korektivno održavanje i preventivno održavanje [17].

Korektivno održavanje je skup održavalačkih procesa kojima se uklanjaju nastali kvarovi. Zadaća korektivnog održavanja je vratiti određeni sustav u početno stanje kako bi sustav mogao nastaviti izvršavati svoju funkciju. Proces korektivnog održavanja započinje nakon nastanka kvara, te je cilj korektivnog kvara u što kraćem vremenu ukloniti kvar. Prednost ove vrste održavanja je maksimalno iskorištenje sustava uz najnižu cijenu, no s obzirom da se sustav koristi sve do pojave kvar teško je unaprijed planirati potporu rada sustava jer nije poznato kada će sustav prestati s radom [17][18].

Preventivno održavanje podrazumijeva održavalačke procese koji su unaprijed planirani i odvijaju se kontinuirano kroz rad određenog sustava. Preventivno održavanje služi za nadzor, utvrđivanje i popravak mogućeg kvara prije njegove same pojave. Odvijanje preventivnog održavanja može se voditi kao periodički nadzor primjerice održavanje i popravak nakon nekog određenog planiranog vremenskog perioda ili kao svakodnevno održavanje sustava prilikom čega se svaki dan provodi nadzor i moguću popravak sustava. Pojam preventivnog održavanja objedinjuje procese redovitog pregleda, zamjene dijelova sustava ili praćenje istrošenosti sustava. Velika prednost ovakvog načina održavanja je mogućnost planiranja potpore sustava što rezultira pouzdanim i sigurnim sustavom, no s obzirom na redovnost preventivnog održavanja troškovi provedbe takve vrste održavanja su veće i sustav je manje dostupan za rad zbog samog procesa održavanja [17][18].

6.1. ODRŽAVANJE KABELSKE KANALIZACIJE

Prema Pravilniku o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju vlasnik odnosno upravitelj kabelske kanalizacije dužan je imati plan preventivnog i korektivnog održavanja.

Preventivno održavanje kabelske kanalizacije se obavlja barem jednom godišnje a provodi se s ciljem otkrivanja i ispravljanja nepravilnosti koje bi narušile sigurno i cjelovito korištenje kabelske kanalizacije i elektroničkih komunikacijskih mreža spojenih na istu.

Preventivno održavanje kabelaške kanalizacije se sastoji od obilazaka, pregleda, kontrole i radova kako bi se osiguralo pouzdano i sigurno korištenje kabelaške kanalizacije. Poslovi koji se izvršavaju prilikom preventivnog održavanja kabelaške kanalizacije su utvrđivanje prisutnosti štetnih i lakozapaljivih plinova, provjetravanje, čišćenje i deratizacija zdenca, uklanjanje vode, bilježenje zauzeća cijevi od strane neovlaštenih ulazaka u kabelašku kanalizaciju, pregled stanja i istrošenosti poklopca te provjera nivelete zdenca u odnosu na okolni teren [4].

Planom korektivnog održavanja kabelaške kanalizacije se definiraju mjere i postupci kojima se saniraju oštećenja kabelaške kanalizacije te se osigurava što brži popravak kako bi se moglo nastaviti korištenje kabelaške kanalizacije u što kraćem roku. Također u planu su uključene i mjere očuvanja sigurnosti elektroničke komunikacijske mreže ukoliko dođe do pojave kvara unutar kabelaške kanalizacije [4].

6.2. ODRŽAVANJE SVJETLOVODNE DISTRIBUCIJSKE MREŽE

Kao i kod kabelaške kanalizacije operator svjetlovodne distribucijske mreže dužan je izraditi plan korektivnog i preventivnog održavanja svjetlovodne distribucijske mreže prema Pravilniku o svjetlovodnim distribucijskim mrežama [14].

Preventivnim održavanjem svjetlovodnih distribucijskih mreža, aktivno se otkrivaju i ispravljaju nepravilnosti koje mogu dovesti do prestanka rada svjetlovodne distribucijske mreže ili sigurnosno ugroziti njezin rad. Preventivno održavanje se mora provoditi najmanje jednom godišnje. U slučaju pojave kvara i oštećenja svjetlovodne distribucijske mreže korektivnim planom održavanja se na što brži i efikasniji uklanjaju nastali kvarovi i oštećenja kako bi se rad svjetlovodne distribucijske mreže i elektroničke komunikacijske mreže u cijelosti što prije vratio u normalno stanje [14].

7. ZAKLJUČAK

Elektronička komunikacijska infrastruktura obuhvaća zgrade, žične instalacije, antene, kabelsku kanalizaciju, bežične pristupne točke, usluge i ostalu povezanu opremu neophodnu za pružanje komunikacijskih usluga krajnjim korisnicima. Temeljna podjela elektroničke komunikacijske infrastrukture dijeli se na tri glavna podsustava. Prvi podsustav se nalazi na strani korisnika, obuhvaća krajnje terminalne uređaje, žične instalacije unutar doma i sl. Komutacijski podsustav predstavlja centralni dio mreže, a sastoji se od čvorišta i centrala, infrastrukturni dijelovi na strani mrežnih operatora. Transmisijski podsustav je krajnji dio elektroničke infrastrukture, a obuhvaća osnovu žičnog i bežičnog prijenosa podataka. Glavni element elektroničke komunikacijske infrastrukture je kabelska kanalizacija, ona se sastoji od cijevi, kabelskih zdenaca, kabelskih galerija i ostale odgovarajuće opreme. Korištenje kabelske kanalizacije omogućuje brzu i jednostavnu zamjenu kabela, postavljanje novih kabela i zaštitu istih od mehaničkih oštećenja bez potrebe za dodatnim kopanjem i oštećenjem kolnika.

Kritična infrastruktura je skup fizičkih komponenata i informacijskih sustava koji su ključni za rad, razvoj i održavanje poslovanja gospodarstva i vlade pojedine države. Republika Hrvatska je početkom 2023. godine donijela Zakon o kritičnim infrastrukturama koji je pravna stečevina Europske unije sadržana u Direktivi Vijeća 2008/114/EC. Ovisnost različitih sektora o radu i ispravnosti elektroničke komunikacijske infrastrukture, elektroničku komunikacijsku infrastrukturu stavlja u položaj kritičnosti. Utvrđivanje komponenti elektroničke komunikacijske kritične infrastrukture zaduženi su upravitelji komunikacijske infrastrukture. Utvrđivanje elemenata kritične infrastrukture temelji se na mišljenju operatora kritične infrastrukture, pružatelja elektroničkih komunikacija, nacionalnih regulatornih tijela za telekomunikaciju te agencije za kibernetičku sigurnost. Klasifikacija kritične komunikacijske infrastrukture sastoji se od dva pristupa. Prvi pristup je usmjeren na usluge koje su neovisne o kritičnoj infrastrukturi, dok drugi pristup je usmjeren prema uslugama ovisnim o kritičnoj infrastrukturi. Sigurnost i zaštita pojedinih dijelova kritične infrastrukture je važna kako bi se smanjila stopa kibernetičkog kriminala te spriječili mogući kibernetički napadi.

Infrastrukturni operator mora omogućiti jednako pravo pristupa i zajedničkog korištenja svim operatorima korisnicima uz uvjet da su ispunjeni svi zahtjevi za pristup i korištenje. Zahtjev mora sadržavati informacije o području korištenja, vrsti i promjeru kabela te planiranom početku i trajanju zajedničkog korištenja. U roku od 30 dana infrastrukturni operator mora odgovoriti na podneseni zahtjev i ugovoriti zajedničko korištenje infrastrukture.

Elektronička komunikacija mreža ima ključnu ulogu u pružanju različitih komunikacijskih usluga. Komunikacijska mreža nam omogućuje prijenos različitih informacija i podataka. S obzirom na razvoj tehnologije i sve većih potreba korisnika potiče se integracija različitih mreža u jednu višenamjensku mrežu. Odnosi korisnika elektroničke komunikacijske mreže i pružatelja komunikacijskih usluga prikazani su unutra vrijednosnog lanca informacijske i komunikacijske tehnologije

Održavanje je skup poduhvata čiji je cilj očuvanje razine izvedbe sustava od početka korištenja sustava do kraja njegovog životnog ciklusa. Održavanje podrazumijeva i procese obnove koji osiguravaju uklanjanje kvara i nastavak funkcioniranja sustava.

Izradom ovog završnog rada može se zaključiti kako je elektronička komunikacijska infrastruktura neizbježan dio svakodnevnog života ljudi, o njoj ovisi poslovanje mnogih sektora na području jedne ili više država. Analizom kritične elektroničke komunikacijske infrastrukture vidljivo je kako kvaliteta života i dobrobit ljudi ovisi isključivo o kvalitetnoj izvedbi elektroničke komunikacijske infrastrukture koja omogućuje kvalitetnu isporuku usluga koje su temelj normalnog današnjeg života. Ujedno elektronička komunikacijska mreža temelj je velikog broja gospodarskih sustava, pomoću kojeg se svakodnevno razmjenjuju velike količine podataka i informacija koje su ključne za rad i razvoj gospodarstva. Stoga je očuvanje njene sigurnosti i stabilnosti veliki prioritet vladajućih tijela. Ubrzanim razvojem novih tehnologija moguća je brza i odgovarajuća zaštita kritične infrastrukture kako se ne bi narušio integritet države, kao i kvaliteta življenja i dobrobit ljudi koji koriste kritičnu infrastrukturu.

LITERATURA

- [1] Republika Hrvatska. *Zakon o elektroničkim komunikacijama*. Izdanje: NN 76/22. Zagreb: Narodne novine; 2022.
- [2] Stipetić A. *Infrastruktura telekomunikacijskog prometa*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2000.
- [3] Blašković Zavada J. *Osnove prometne infrastrukture*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2019.
- [4] Republika Hrvatska. *Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju*. Izdanje: NN 114/2010. Zagreb: Narodne novine; 2010.
- [5] Mikula M. *Planiranje telekomunikacijskih mreža*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 1996.
- [6] Dubravić, S. FTTH mreža Sopnica-Jelkovec: projektno rješenje i iskustva u izgradnji. Zbornik radova/proceedings EIS2010. Elektroinženjerski simpozij: "Dani Josipa Lončara" Crikvenica. 2014; 12(12). Preuzeto sa: [EIS2010-FTTH mreža Sopnica-Jelkovec projektno rjesenje i iskustva u izgradnji.pdf \(netiks.hr\)](https://netiks.hr/EIS2010-FTTH_mreza_Sopnica-Jelkovec_projektno_rjesenje_i_iskustva_u_izgradnji.pdf) [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [7] Mikac R., Cesarec I., Larkin R. *Kritična infrastruktura*. Zagreb. Naklada Jesenski i Turk; 2018.
- [8] Republika Hrvatska. *Zakon o kritičnim infrastrukturama*. Izdanje: NN 114/2022. Zagreb: Narodne novine; 2023.
- [9] Mattioli R, Levy-Bencheton C, European Union.: European Network and Information Security Agency. Methodologies for the identification of critical information infrastructure assets and services : guidelines for charting electronic data communication networks. Enisa; 2014.
- [10] Republika Hrvatska. *Zakon o informacijskoj sigurnosti*. Izdanje: NN 79/2007. Zagreb: Narodne novine; 2007.
- [11] Republika Hrvatska. *Nacionalna strategija kibernetičke sigurnosti*. Izdanje: NN108/2015. Zagreb: Narodne novine; 2015.
- [12] Periša M. *Telekomunikacijske standardizacijske organizacije i tijela*. [Prezentacija] Arhitektura telekomunikacijske mreže. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Preuzeto s: [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [13] Republika Hrvatska. *Pravilnik o načinu i uvjetima pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme*. Izdanje: NN 36/2016. Zagreb: Narodne novine; 2016.
- [14] Republika Hrvatska. *Pravilnik o svjetlovodnim distribucijskim mrežama*. Izdanje: NN 57/2014. Zagreb: Narodne novine; 2014.
- [15] Lovrek I. *Telekomunikacijska tehnologija i specifičnosti telekomunikacijskog tržišta*. Preuzeto s: <https://element.hr/wp-content/uploads/2020/06/unutra-13604.pdf> [Pristupljeno: rujan 2023.]
- [16] Jovović I., Grgurević I.: *Uvod u problematiku održavanja telematičkih sustava*. [Prezentacija] Održavanje telematičkih sustava. Preuzeto s: <https://moodle.srce.hr/2021->

2022/pluginfile.php/5630560/mod_resource/content/14/01_Uvodno%20predavanje%20-%20Odr%C5%BEavanje%20telemati%C4%8Dkih%20sustava_20212022.pdf

[Pristupljeno: kolovoz 2023.]

- [17] Jovović I., Grgurević I.: *Korektivno održavanje, preventivno održavanje i e-održavanje*. [Prezentacija] Održavanje telematičkih sustava. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Preuzeto s: Mrežna stranica Merlin 2022/2023 [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [18] Maršić D. *Uvod u održavanje*. Dijagnostika i održavanje uređaja. Srednja škola Vice Vlatkovića u Zadru. 2006. Preuzeto s: http://www.ss-strukovna-vvlatkovicazd.skole.hr/images/pages/Nastavni_materijali/Spahic/DIOU/diou-1-uvod.pdf [Pristupljeno: kolovoz 2023.]

POPIS KRATICA I AKRONIMA

ASP – Application service provider

BRAS – Broadband remote access server

BSP – Business service provider

CaTV – Cable Television

DSL – Digital subscriber line

DSLAM – Digital subscriber line access multiplexer

HAKOM – Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti

HT – Hrvatski Telekom

IP – Internet Protokol

ISO – International organization of standardization

ISP – Internet service provider

ITU – International Telecommunication Union

PVC – polivinilklorid

POPIS SLIKA

Slika 1. Mikrocijevi.....	6
Slika 2. Odnos cijevi velikog promjera i cijevi promjera 50mm	7
Slika 3. Cijev velikog promjera.....	8
Slika 4. Vrijednosni lanac informacijsko komunikacijske tehnologije.....	22
Slika 5. Odnos sudionika i njihove uloge u vrijednosnom lancu	23

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je

ZAVRŠNI RAD

(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom **Utvrđivanje uloge elektroničke komunikacijske mreže u kritičnoj komunikacijskog infrastrukturi**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, _____

Veronika Bosilić *Veronika Bosilić*
(ime i prezime, potpis)