



ELEKTROTEHNIČKI SISTEMI NA AUTOCESTI – KORIDOR Vc

Hamid Lihić, dipl.ing.el.

Ranko Nišandžić, dipl.ing.el.

UVOD

IPSA Institut d.o.o. Sarajevo

- osnovan 1958. godine
- vodeća bh. inženjerska kompanija za multidisciplinarne zadatke.

Integrisan pristup planiranju:

- gradnje,
- transporta,
- vodosnabdijevanja,
- snabdijevanja el. energijom,
- prostornog uređenja,
- arhitekture,
- zaštite okoliša i
- ispitivanja materijala.

Neki od projekata rađeni u Crnoj Gori:

- Glavni projekat rekonstrukcije stare aerodromske zgrade u Podgorici
- Glavni projekat rekonstrukcije zgrade kontrole leta na aerodromu u Podgorici
- Glavni projekti objekata željezničkih stanica Danilovgrad, Nikšić, Slap, Stubica i Ostrog
- Glavni projekat remonta pruge Vrbnica-Bar, dionice Mijatovo Kolo – Mojkovac i Trebaljevo –Kolašin
- Rekonstrukcija regionalne ceste Cetinje - Njeguši

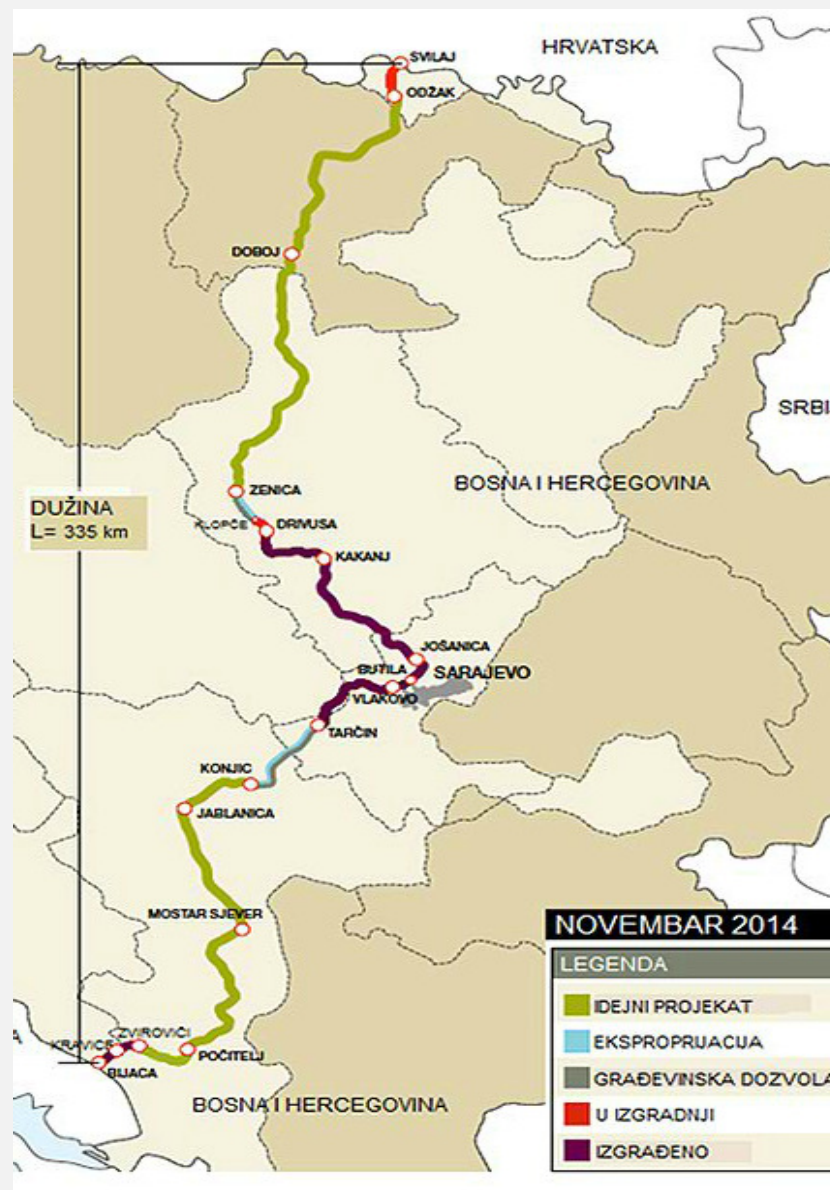
AUTOCESTA U KORIDORU VC

- Uvrštena je u mrežu TEM transportne infrastrukture jugoistočne Evrope
- Pravac Budimpešta - Osijek – Sarajevo - luka Ploče. (sjever – jug)
- Dužina trase kroz BiH cca. 330 km
- Trasa ide sredinom države, najpovoljnijim prirodnim uvjetima, dolinama rijeka Bosne i Neretve.

Do sada izgrađene dionice:

- Svilaj – Odžak, l = 11km
- Drivuša – Tarčin, l = 81,6km
- Zvirovići – Bijača, l = 9,1km

Slika 1 – Autocesta u Koridoru Vc



Dionica Drivuša – Tarčin sastoji se od poddionica:

- Drivuša – Kakanj, l = 15,5 km
- Kakanj – Jošanica, l = 37 km
- Sarajevo Bypass (Jošanica – Vlakovno), l = 8,8 km
- Vlakovno – Tarčin, l = 20,3km

Sa aspekta primjenjenih elektrotehničkih sistema, na ovoj dionici izgrađeni su sljedeći objekti:

- Centar za održavanje i kontrolu prometa - COKP Drivuša
- Čeone naplatne stanice – CP (cestarinski prolazi) Drivuša, Jošanica i Vlakovno
- Bočne naplatne stanice – CP Lučani, Kakanj, Podlugovi, Vlakovno i Tarčin (na ovoj izgrađenoj dionici u upotrebi je zatvoreni sistem naplate cestarine)
- Petlje – Drivuša (u izgradnji), Lučani, Kakanj, Podlugovi, Jošanica, Butila (dio Sarajevske obilaznice), Vlakovno, Lepenica i Tarčin.
- Tuneli - Vijenac (1.mart), Oštrik, Ožega, Gaj, Tulica, Grabosječ, Suhodol (25. novembar) i Tarčin. Tuneli su različitih dužina (od 400m do 3km)
- Odmorišta: Kameni zamak i Lepenica



Slika 2 – Dionica autoceste Drivuša - Tarčin

Elektrotehnički projekti izrađeni na ovoj dionici:

- Projekti saobraćajno informacijskog sistema
- Projekti sistema daljinskog upravljanja, nadzora i lokalne računarske mreže-LAN
- Projekti kablovske kanalizacije za telekomunikacijske kablove
- Projekti optičkog telekomunikacionog kabla
- Projekti saobraćajno-informacijskog sistema naplate cestarine
- Projekti vatrodjave i vatrozaštite tunela
- Projekti TV sistema tunela
- Projekti radio veza tunela
- Projekti telefonsko pozivnog sistema (TPS)
- Projekti TK priključaka
- Zaštita postojećih TK instalacija
- Projekti TK instalacija objekata CP-a
- Projekti TK instalacija objekta COKP
- Projekti snabdijevanja električnom energijom
- Projekti TS 10(20)/0.4 kV za tunele
- Projekti TS 10(20)/0.4 kV za objekte CP, COKP i odmorišta
- Projekti izmještanja i zaštite DV 10 (20) kV i NN mreže
- Projekti izmještanja i zaštite DV 110kV i 220kV
- Projekti cestovne rasvjete petlji
- Projekti cestovne rasvjete priključaka na regionalne ceste
- Projekti rasvjete, ventilacije i NN napajanja tunela
- Projekti elektroinstalacija objekata CP-a
- Projekti elektroinstalacija objekta COKP
- Projekti elektroinstalacija i vanjske rasvjete platoa odmorišta

PREGLED NACIONALNIH I MEĐUNARODNIH PROPISA, STANDARDA I PREPORUKA ZA OPREMANJE TUNELA

- Pravilnici o tehničkim normativima za električne instalacije preuzeti iz SFRJ (sl. List SFRJ 4/74, 13/78, 53/88)
- Direktiva Europskog parlamenta o sigurnosti u tunelima u transeuropskoj cestovnoj mreži 2004/54/EC
- Austrijske nacionalne smjernice za opremanje tunela RVS 09.02.22
- Njemačke nacionalne smjernice za opremanje i upravljanje cestovnih tunela RABT
- Standard o funkcionalnosti vatrootpornih sistema DIN EN 4102-12
- Set uputa za projektovanje, nabavku, ugradnju i održavanje elemenata, objekata ili dijelova objekata na autocesti (JP Autoceste FBiH 2013)

OPREMANJE TUNELA NA AUTOCESTI – OSNOVNA PODJELA

Dužina tunela	0-500m	500-1000m	1000-3000m
Projekat portalnih trafo stanica	+	+	+
Projekat tunelskih trafo stanica	-	-	+
Projekat UPS sistema	+	+	+
SN napajanje trafo stanica	+	+	+
Tunelska rasvjeta i NN napajanje	+	+	+
Mašinski i elektro projekat ventilacije	-	+	+
Dojava požara sa senzorskim kablom	-	+	+
Sistem automatske dojave požara	+	+	+
Projekat automatske detekcije incidenta	+	+	+
Projekat radio veze u tunelu	-	+	+
Projekat ozvučenja u tunelu	-	-	+
Telefonski pozivni sistem	+	+	+
Daljinsko vođenje tunela	+	+	+
Prometno informacioni sistem	+	+	+
Grijanje cijevi hidrantske mreže	ovisno o hidrotehničkom projektu		

NAPAJANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Napajanje električnom energijom je definisano tako da se cijelom dužinom autoceste vodi srednjenaponski 12(20) kV kabl XHE-49A 3x(1x185/25mm²), koji povezuje transformatorske stanice potrošača autoceste. Unutar tunela se koristi kabl sa beshalogenom izolacijom tip XHE 49-AHF 3x(1x185/25 mm²); 12/20kV.

U dogovoru sa elektroprenosnim preduzećem, prema raspoloživim kapacitetima, definisane su napojne transformatorske stanice 110/10(20) kV.

Zajedno sa SN kablom položena je PEHD cijev Ø50 mm za uvođenje optičkog kabla.

SN kabl je položen u kablovski rov, a svakih cca 500 m gradi se po jedan revizioni šaht koji služi za servisiranje kabla i uvlačenje optičkog kabla. Rov za SN kabl nalazi se u bankini, sa desne strane autoceste u smjeru rasta stacionaže.

Srednjenaponski kablovi u tunelu polažu se u kablovskim kanalima zaštićeni u PEHD cijevima.

Sa druge strane autoceste gradi se kablovska kanalizacija od 8 kom PEH cijevi Ø50 mm. Kablovska kanalizacija na trasi služi za provlačenje optičkih kablova za potrebe autoceste, kao i za optičke kablove drugih korisnika za eventualno iznajmljivanje.

Direktiva 2004/54/EC propisuje minimalne zahtjeve za opremanje tunela prema uvjetima sigurnosti

Direktivom 2004/54/EC postavljena su dva osnovna zahtjeva za opskrbu električnom energijom:

1. Potrebna je pouzdana opskrba električnom energijom u normalnom pogonu!

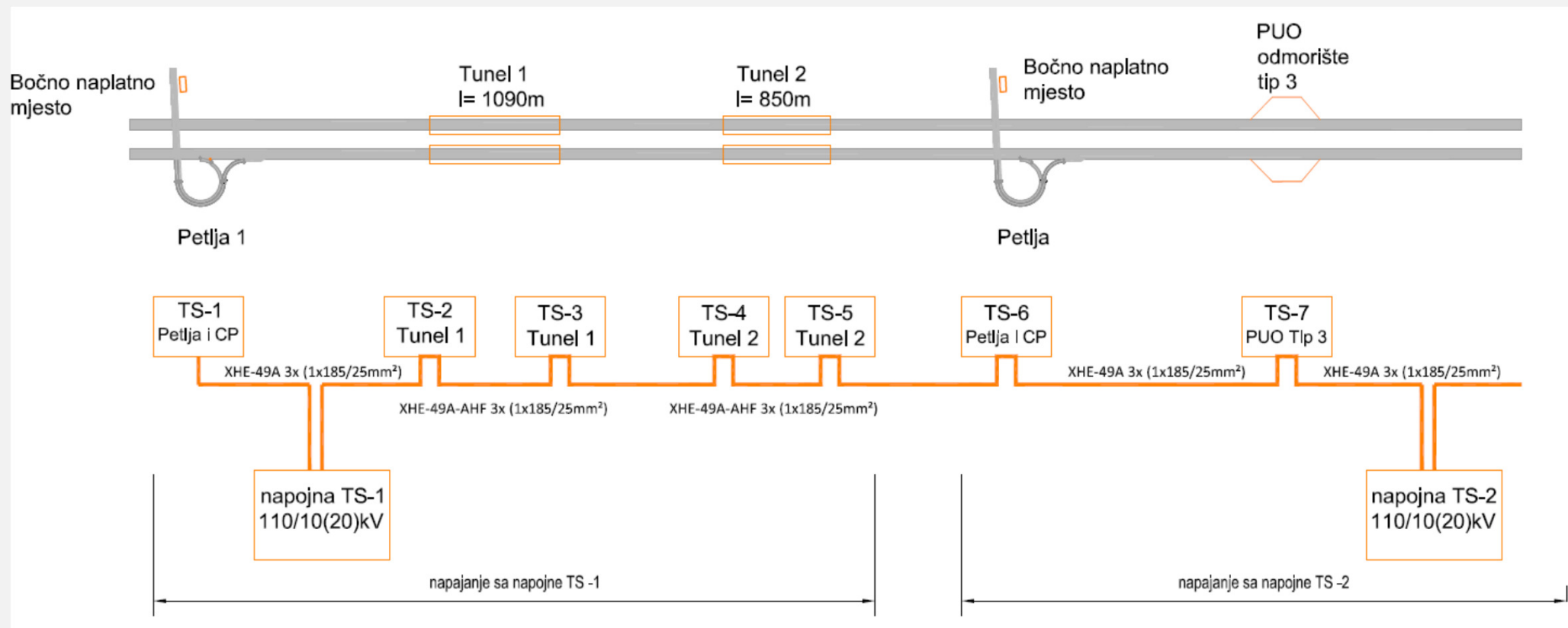
U tunelima na autocesti Koridora Vc ovaj zahtjev je realiziran sa:

- Dvostranim 10(20) kV napajanjem transformatorskih stanica
- Izvedbom redundantnih transformatorskih stanica s dva transformatora od kojih svaki može preuzeti ukupnu potrošnju energije

2. Obavezna je opskrba električnom energijom za funkcioniranje neophodne sigurnosne opreme barem tokom evakuacije korisnika tunela!

- U slučaju nestanka mrežnog napajanja usljed incidenta ili požara tunel nije u normalnom pogonu.
- Tada je osigurano neprekidno napajanje sigurnosne rasvjete, evakuacijske rasvjete, automatike i komunikacijskih sistema, prometno informacijskih sistema, sistema dojava požara i ozvučenja.

U tunelima na autocesti Koridora Vc ovaj zahtjev je realiziran ugradnjom redundantnog sistema besprekidnog napajanja (UPS), s autonomijom od 60 minuta na instaliranu snagu potrošača.



Slika 3 - Principijelna shema napajanja autoceste

TRANSFORMATORSKE STANICE 10(20)/0,4kV

Na autocesti postoji više vrsta potrošača koji su podjeljeni u odnosu na instalisanu snagu. U sljedećoj tabeli date su okvirne instalisane snage po pojedinim objektima

OBJEKAT	INSTALISANA SNAGA
OBJEKTI NAPLATE CESTARINE (BOČNI I ČEONI PROLAZI)	do 200 kVA
JAVNA RASVJETA PETLJI I PLATOVA	do 30 kVA
CENTRI ZA UPRAVLJANJE I ODRŽAVANJE	do 400 kVA
DVOCIJEVNI TUNELI SA VENTILACIJOM	400 kVA/500 m
DVOCIJEVNI TUNELI BEZ VENTILACIJE	do 150 kVA

Zbog velikog broja trafostanica 10(20)/0,4kV za potrebe napajanja potrošača na autocesti koridora Vc, sa rasponima snaga od 250 kVA do 1000 kVA, te razloga lakšeg održavanja i brže gradnje, u Idejnom projektu trafostanica 10(20)/0,4kV, izvršena je tipizacija

Obzirom na nazivnu snagu, tipizirano je 4 tipa trafostanica 10(20)/0,4kV :

- 250 kVA
- 400 kVA
- 630 kVA i
- 1000 kVA

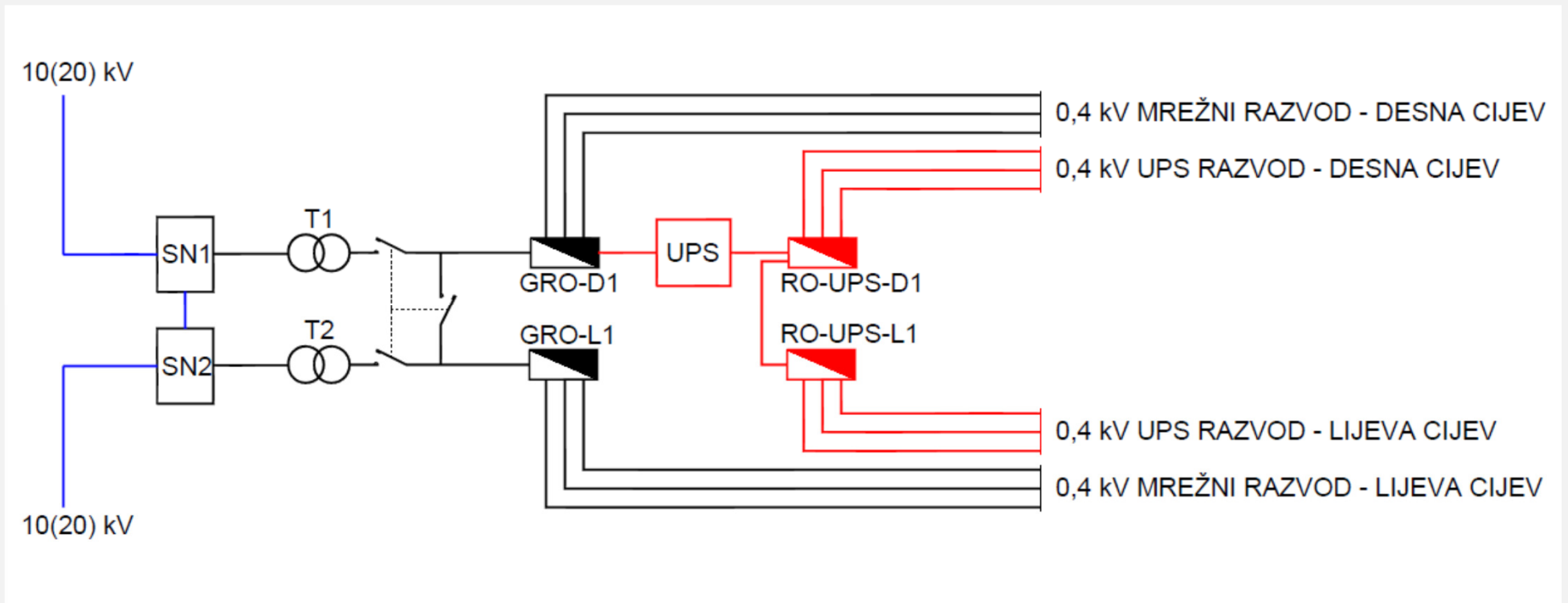
Građevinski dio trafostanica je identičan za trafoe svih snaga, a u zavisnosti od snage transformatora mijenjaju se i nazivne vrijednosti pojedinih elemenata u trafostanici. Te nazivne vrijednosti prikazane su u tabeli:

Obzirom na mjesto montaže i zahtjeva za sigurnost napajanja, razlikujemo cestovni i tunelski tip transformatorske stanice.

U daljem izlaganju zadržaćemo se na trafo stanicama projektovanim za napajanje tunelskih potrošača.

Snaga transformatora	Osobnosti
250 kVA	▪ Transformator 250kVA
	▪ NN prekidač u bloku autoputa 400A
	▪ kompenzacija 75kVAr (6x12,5)
	▪ VN osigurači 16A (20kV), 32A (10kV)
	▪ SMT 400/5A
400 kVA	▪ Transformator 400kVA
	▪ NN prekidač u bloku autoputa 800A
	▪ kompenzacija 125kVAr (4x25+2x12,5)
	▪ VN osigurači 25A (20kV), 50A (10kV)
630 kVA	▪ Transformator 630kVA
	▪ NN prekidač u bloku autoputa 1250A
	▪ kompenzacija 200kVAr (3x50+1x25+2x12,5)
	▪ VN osigurači 40A (20kV), 80A (10kV)
1000 kVA	▪ Transformator 1000kVA
	▪ NN prekidač u bloku autoputa 1600A
	▪ kompenzacija 300kVAr (4x50+2x25+4x12,5)
	▪ VN osigurači 63A (20kV), 125A (10kV)
	▪ SMT 1500/5A

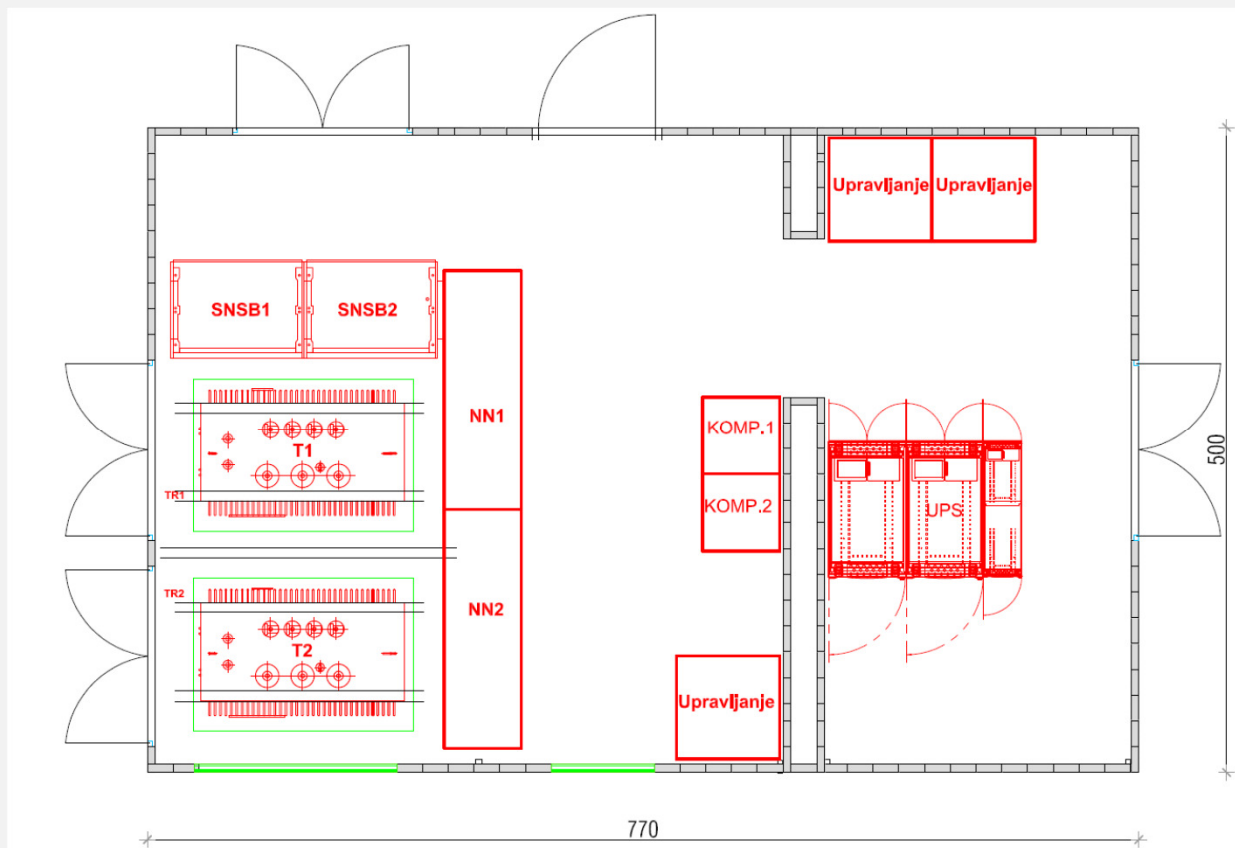
Transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV za potrebe tunelskih potrošača



Slika 4 - Blok shema tunnelske transformatorske stanice

S obzirom na mjesto montaže transformatorske stanice tunelskih potrošača dijelimo na

- portalne i
- unutrašnje



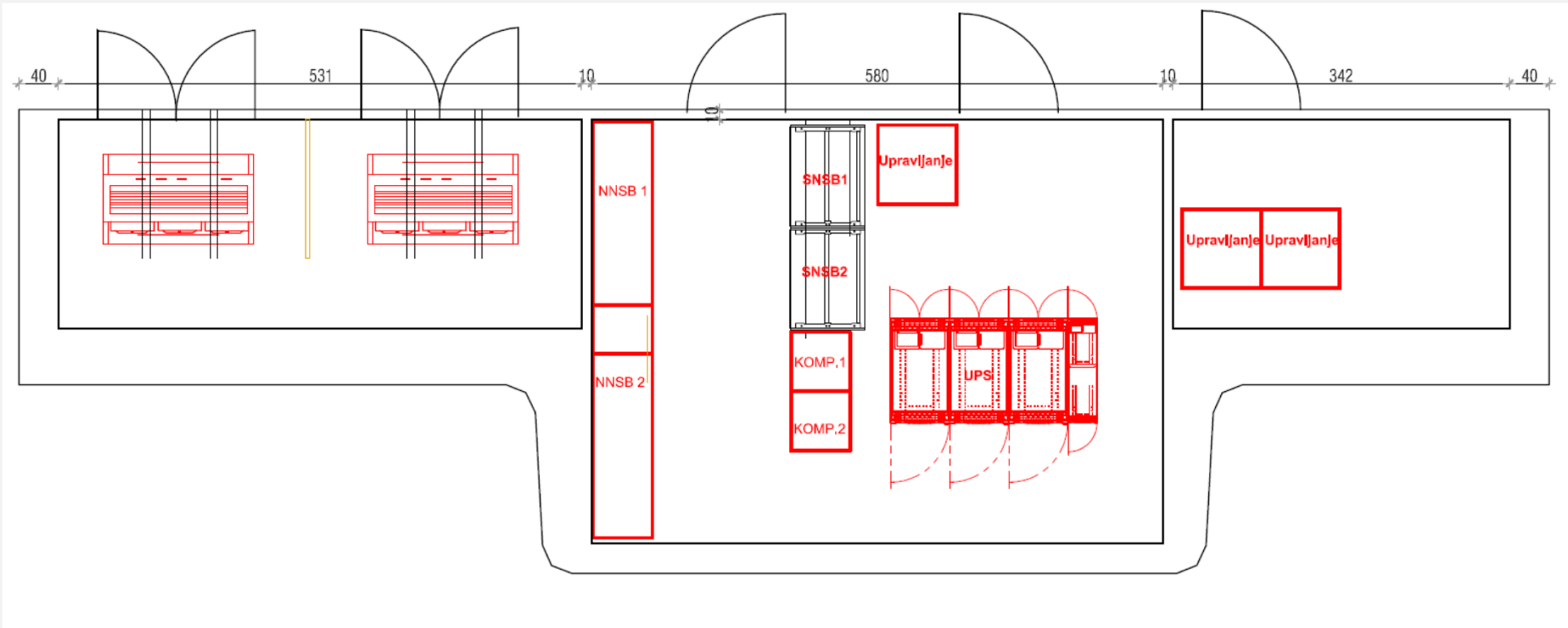
Slika 5 – Osnova portalne transformatorske stanice



Slika 6 – Izgled portalne transformatorske stanice



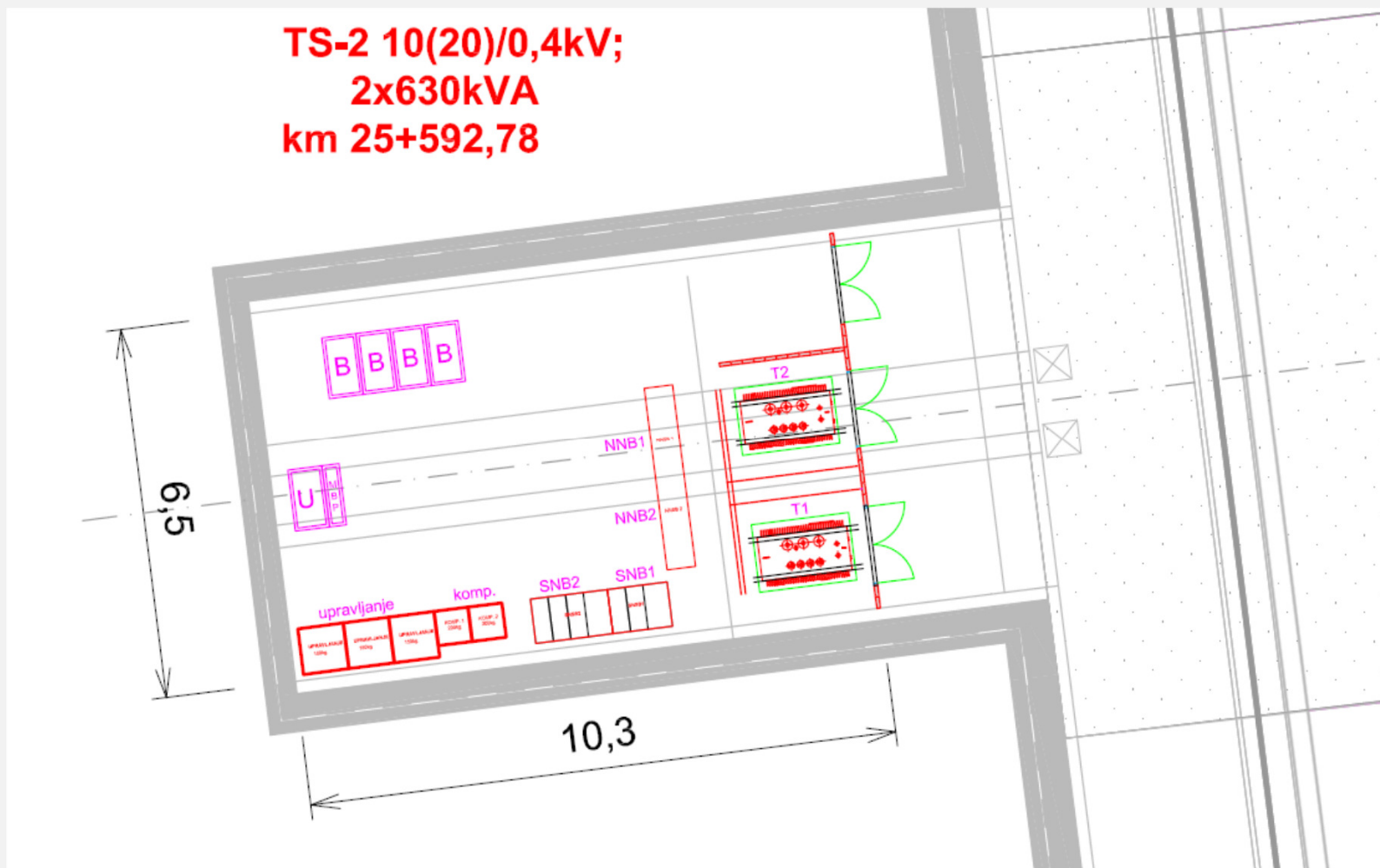
Slika 7 – Unutrašnjost portalne transformatorske stanice



Slika 8 – Osnova unutrašnje transformatorske stanice u prolazu za vozila



Slika 9 – Izgled tunelske transformatorske stanice u prolazu za vozila



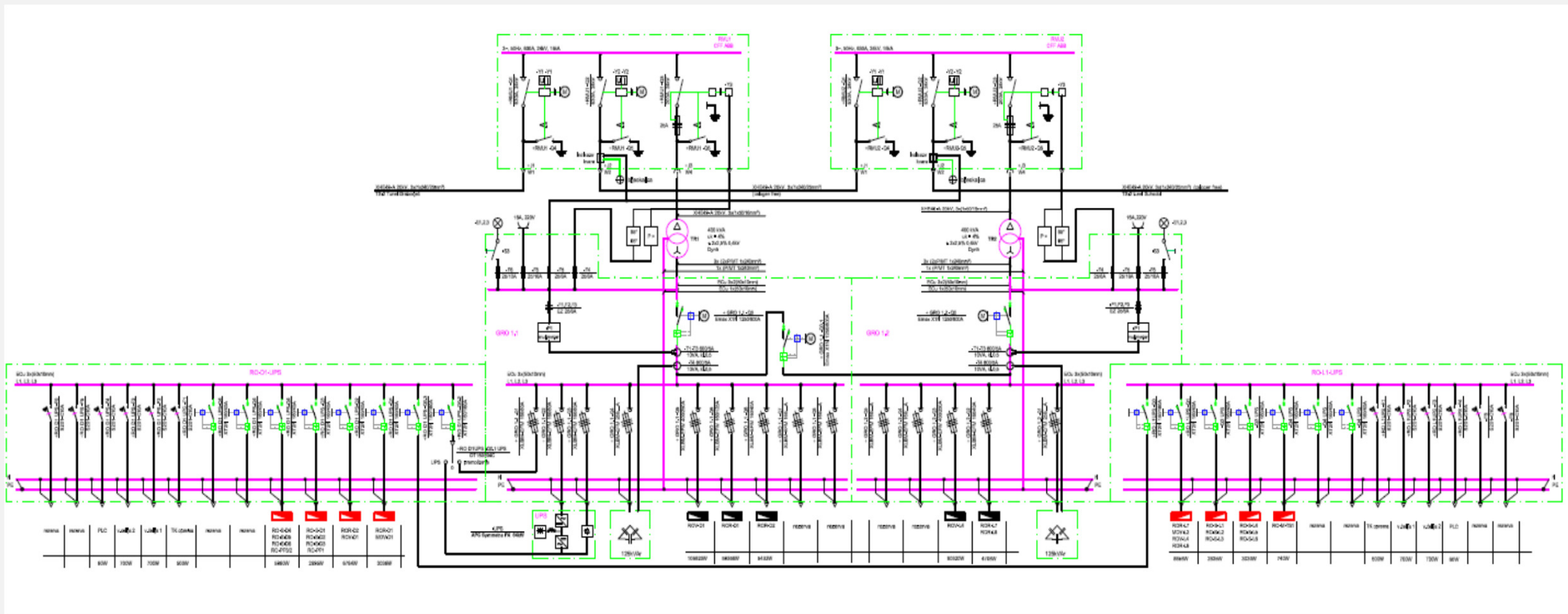
Slika 10 – Osnova unutrašnje transformatorske stanice u zaustavnoj niši



Slika 11 – Unutrašnjost transformatorske stanice u zaustavnoj niši



Slika 12 – Unutrašnjost transformatorske stanice u zaustavnoj niši



Slika 13 - Jednopolna shema tunnelske transformatorske stanice

NISKONAPONSKO NAPAJANJE TUNELA

Niskonaponsko napajanje tunela predstavlja kablovske veze između niskonaponskih ormara u transformatorskim stanicama, razvodnih ormara unutar tunela i krajnjih potrošača u tunelu.

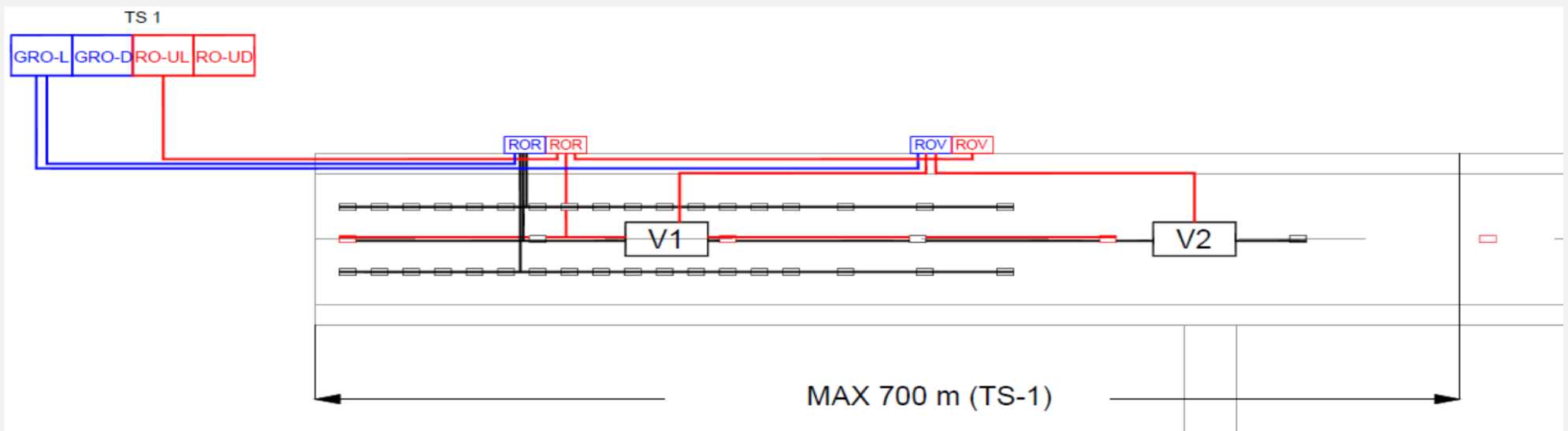
Glavne trase za razvod kablova u tunelu su:

- Kablovski kanali ispod hodnih staza u tunelu
- Kablovski regali za rasvjetu
- PEHD cijevi ugrađene ispod kolovoza za veze između kablovskih kanala
- PEHD cijevi ugrađene u betonsku oblogu tunela za uspon kablova

Iskustva su pokazala da sistemi 0,4 kV razvoda u dužinama preko 700 m od transformatorske stanice nisu optimalna rješenja.

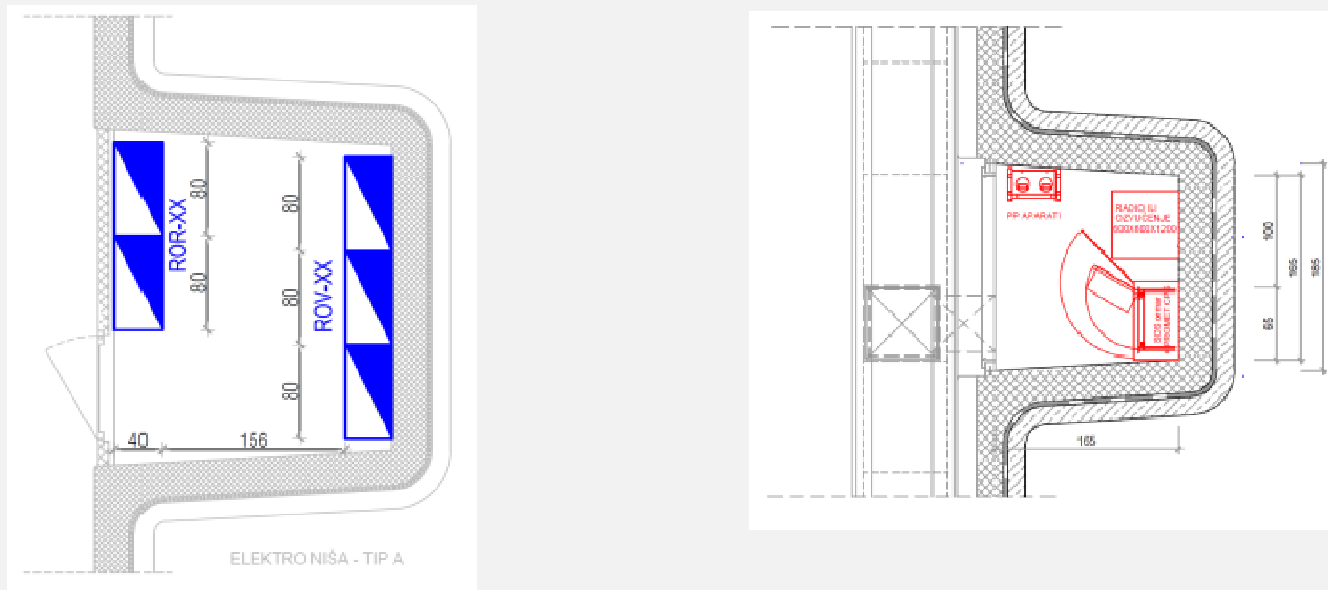
U takvim slučajevima povećavaju se presjeci napojnih vodova što dovodi do značajnog povećanja cijena razvoda, proračuni sistema zaštita rezultiraju s graničnim vrijednostima i otežava se samo izvođenje radova.

Preporučuje se da se za tunele duge preko 1400 m predviđa izgradnja unutarnjih tunelskih transformatorskih stanica.



Slika 14 - Principijelna shema niskonaponskog razvoda u tunelu

Razvodni ormari pojedinih potrošača ugrađuju se u elektro niše i u SOS niše koje se predviđaju u građevinskom projektu prema smjernicama i zahtjevima projektanta elektroinstalacija.



Slika 15 - Elektro i SOS niša u tunelu

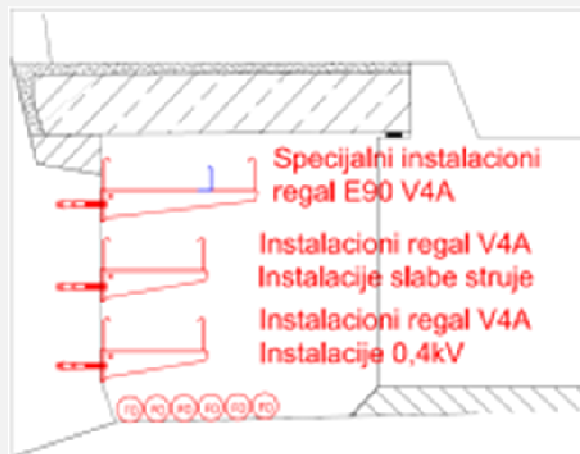
- Elektro niše se koriste za ugradnju opreme za napajanje i upravljanje opreme ventilacije i rasvjete tunela.
- SOS niše se koriste za ugradnju opreme za napajanje i smještaj: CPS uređaja, SOS ormara i ormara ozvučenja.

NISKONAPONSKO NAPAЈANJE TUNELA

- Svi kablovi koji se polažu u tunelu moraju imati beshalogenu izolaciju (N2XH)
- Kablovi za besprekidno napajanje moraju imati teškogorivu beshalogenu izolaciju s klasom vatrootpornosti prema propisanom minimalnom održanju funkcionalnosti (NHXH).
- Za autoceste u FBiH sigurnosni sistemi se dimenzioniraju na održanje funkcionalnosti od minimalno 60 minuta.
- Napojni kablovi za sigurnosne sisteme kao i noseći sistemi i pribor se ugrađuju u klasi vatrootpornosti E90.
- Tunelska atmosfera je veoma agresivna zbog povećanog prisustva produkata sagorijavanja plinova u automobilskim motorima, lokalnih klimatskih utjecaja, ekstremne vlažnosti zraka i povećanih vibracija.
- Europskom direktivom "*Europe Directive 2004/54/EC of the European Parliament and of the Council*" u kojoj su propisani minimalni zahtjevi za sigurnost u tunelima sa minimalnom dužinom od 500 m u transeuropskoj prometnoj mreži (TERN) u koju spada i Koridor Vc, propisuje se upotreba nehrđajućeg čelika kao materijala za izradu instalacijskih nosećih konstrukcija. Nehrđajući čelik klase V4A se preporučuje za izradu kablovskih regala, nosećih konstrukcija i svih pripadajućih montažnih elemenata i pribora, jer je materijal otporan na koroziju, nije toksičan pri gorenju i njime je moguće izraditi konstrukcije koje mogu ispuniti zahtjeve za vatrootpornost.

NISKONAPONSKO NAPAJanJE TUNELA

- Koncept razvoda elektroinstalacija u tunelu ovisi o požarnim zonama i zahtjevima za funkcionalnost pojedinih sistema.
- Jedna tunelska cijev je jedna požarna zona. Svi kablovi koji ulaze u tunelsku cijev a pripadaju sigurnosnom sistemu (promjenljiva signalizacija, napajanje sigurnosne i evakuacijske rasvjete, napajanje opreme koja ima požarni režim rada, senzori i motori ventilacije) moraju biti vatrootporni.
- Kablovski kanal se zatvara betonskim poklopcima i zaliva asfaltom tako da se smatra zonom koja nije direktno ugrožena požarom iz tunelske cijevi.
- U kablovskom kanalu je potrebno razdvojiti vatrootporne instalacije na posebnom regalu.
- Elektro niše i poprečni prolazi su posebne požarne zone. Elektroinstalacije koje prolaze između dvije zone potrebno je izvesti tako da se spriječi širenje požara iz zone u zonu preko kablova.

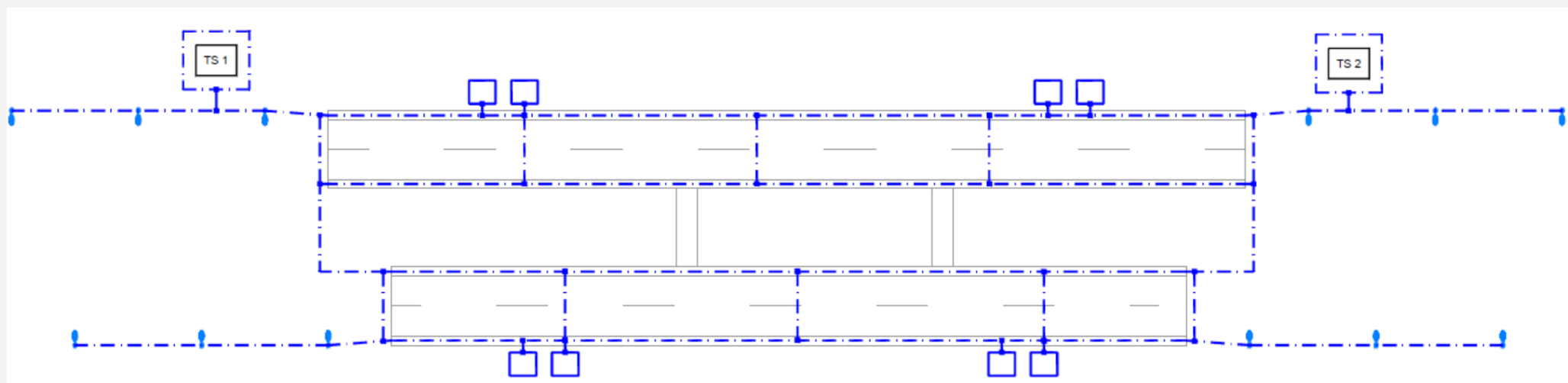


Slika 16 - Kablovski regali u tunelu



Slika 17 - Kablovski regali u tunelu u fazi izvođenja

UZEMLJENJE I IZJEDNAČENJE POTENCIJALA U TUNELIMA



Slika 18 - Sistem uzemljenja u tunelu

- U kablovskim kanalima na razmaku od 100 m izrađuju se izvodi uzemljivača koji se vežu na armaturne mreže u betonu pored kablovskih kanala.
- U kablovskim kanalima izrađuje se prsten od FeZn trake, na koji se povezuju zaštitne sabirnice razvodnih ormara i sva metalna oprema koja u normalnom radu nije pod naponom.
- Uzemljivači transformatorskih stanica, javne rasvjete i uzemljivači u tunelskim cijevima se međusobno povezuju i tako čine jedinstven sistem uzemljenja.

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT RASVJETE TUNELA

Rasvjeta u tunelu se dijeli na:

- Opću
- Sigurnosnu
- Evakuacijsku
- Obilježavajuću

Opća rasvjeta predstavlja rasvjetu tunelske cijevi i njena funkcija je da se učesnici u prometu bez smetnji adaptiraju pri prelasku sa dnevnog svjetla na uvjete u tunelu. Osim opće rasvjete tunelske cijevi postoji i opća rasvjeta tunelskih niša, prolaza za vozile i pješake, te zaustavnih niša.

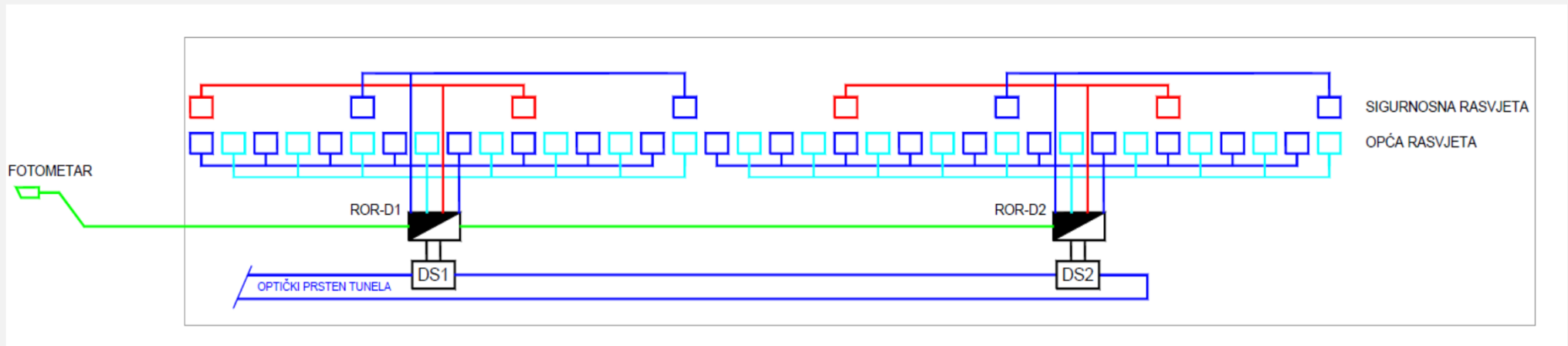
Opća rasvjeta tunelske cijevi se u zavisnosti od sjajnosti prilazne zone realizira u više režima. Promjena ovih režima prati CIE krivulju, a može biti skokovita i kontinualna u zavisnosti od toga koji sistem upravljanja rasvjetom se koristi.

Kao izvori svjetla za opću rasvjetu u tunelima na Koridoru Vc koriste se svjetiljke koji za izvor svjetla koriste natrijum visokog pritiska, kao i svjetiljke sa LED izvorima svjetla.

U smjernicama za projektovanje, izgradnju i održavanje tunela na autocesti koje su izdate od strane JP Autoceste FBiH definirano je da se za tunele duže od 1000 metara koriste svjetiljke sa LED izvorima svjetla. Tuneli Vijenac i Suhodol su prvi tuneli u Evropi te dužine koji su izvedeni svjetilkama sa LED izvorima svjetla.

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT RASVJETE TUNELA

RELEJNO UPRAVLJANJE RASVJETOM TUNELA

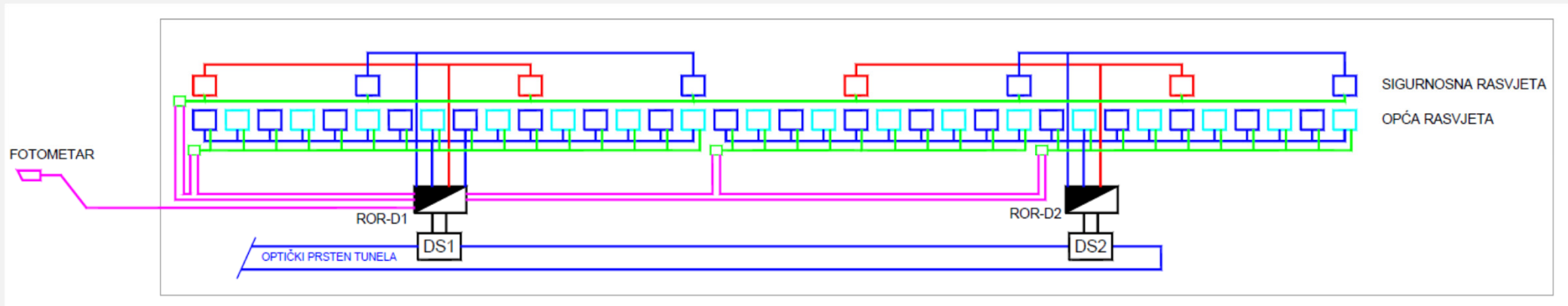


Slika 19 - Shematski prikaz napajanja i relejnog upravljanja rasvjetom tunela

1. Svjetiljke imaju predspojni uređaj koji omogućuje redukciju svjetlosnog fluksa na 50 % nominalne vrijednosti.
2. Upravljanje se vrši preko dodatne žile u napojnom kablu.
3. Svjetiljke se dijele u grupe prema stepenima uključenja definiranim fotometrijskim proračunom.
4. Prijenos upravljačkih signala i signala stanja između razvodnih ormara može se izvesti povezivanjem ormara signalnim kablovima ili digitalnim prijenosom preko daljinskih stanica rasvjetе i ethernet veza u tunelu.

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT RASVJETE TUNELA

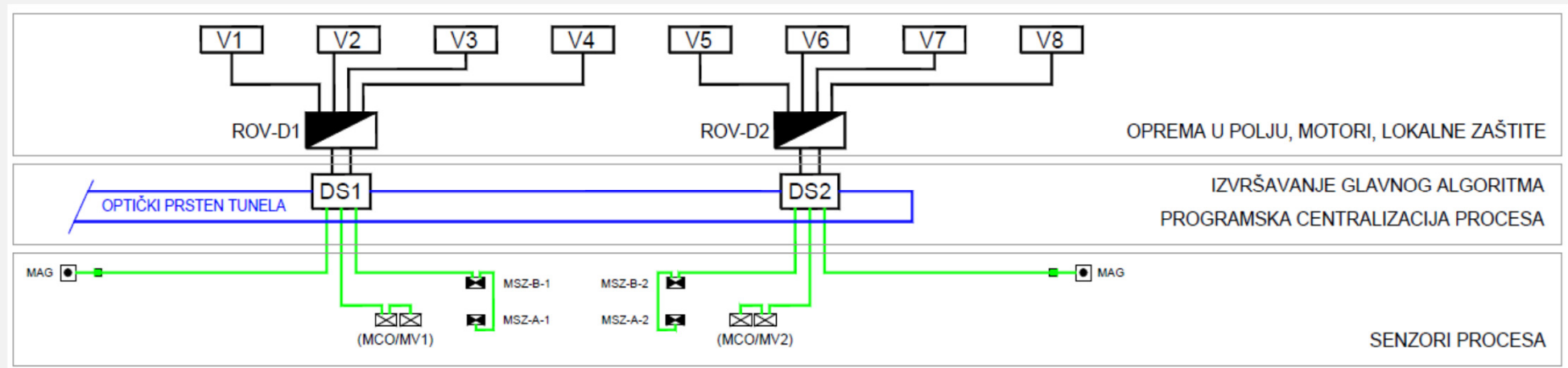
DIGITALNO UPRAVLJANJE RASVJETOM TUNELA



Slika 21 - Shematski prikaz napajanja i digitalnog upravljanja rasvjetom tunela

1. Svjetiljke su opremljene kontrolerima koji omogućuju digitalnu kontrolu rada svjetiljke.
2. Grupe svjetiljki povezuju se na lokalne kontrolere koji su povezani u integriranu upravljačku mrežu.
3. Svjetiljkama je potrebno osigurati stalno napajanje. Uključenje i isključenje svjetiljke, kontinuirana promjena svjetlosnog fluksa vrši se digitalnim signalom iz glavnog kontrolera.
4. Prijenos upravljačkih signala i signala stanja između razvodnih ormara izvodi se lokalnom mrežom.

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT SISTEMA VENTILACIJE



Slika 22 – Blok shema sistema ventilacije u tunelu

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT SISTEMA VENTILACIJE

- U ventilatore se ugrađuju trofazni asinkroni motori, snaga (22 kW – 33 kW).
- Ne zahtijeva se promjenljiva brzina vrtnje ventilatora zato se izvodi samo ograničenje struje startovanja. Optimalno rješenje u smislu cijene i veličine opreme je ugradnja tiristorskih uređaja za meki start.
- Ventilatori se montiraju pojedinačno ili u baterijama po dva ventilatora, ovisno o projektu mašinskih instalacija.
- Sistem ventilacije ima požarni režim rada tako da su napojni kablovi motora i senzora negorivi, odgovarajuće klase otpornosti.
- Za svaki ventilator predviđa se grupa lokalnih zaštita i izvodi se signalizacija kvara u slučaju prorade neke od zaštita:
 - Prekostrujna zaštita
 - Zaštita od preopterećenja
 - Detekcija prekomjernih vibracija ventilatora
 - Detekcija pregrijavanja motora

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT SISTEMA VENTILACIJE

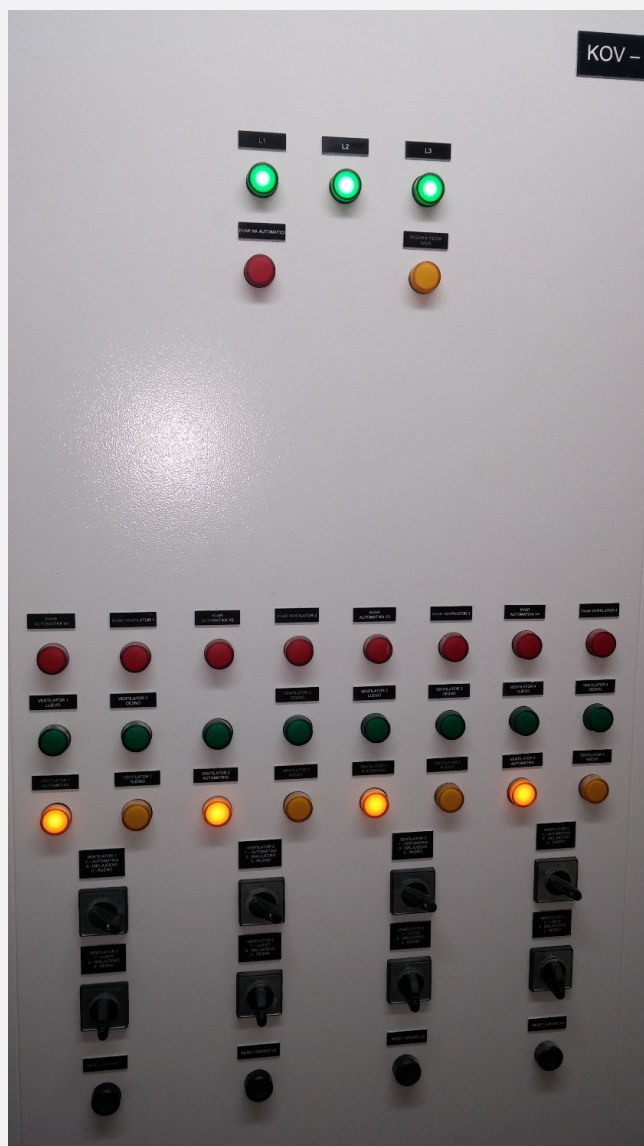
UPRAVLJANJE SISTEMOM VENTILACIJE

Postoje dva tipa upravljanja sistemom ventilacije:

1. Ručno upravljanje koje se realizira lokalno iz razvodnih ormara odgovarajućim grebenastim sklopkama sa signalizacijom.
2. Automatsko upravljanje koje se realizira preko industrijskog računara (PLC) u kojem se pohranjuje program izrađen prema glavnom algoritmu sistema ventilacije.

Automatski rad sistema ventilacije ima dva režima:

1. Normalni automatski režim rada (Stanje u kojem sistem ventilacije na osnovu procesiranja signala senzora procesa u tunelskog cijevi održava kvalitetu zraka na zadanim vrijednostima).
2. Požarni režim rada (Požarni režim rada aktivira se od strane operatera iz centra za upravljanje i održavanje prema procedurama o požarnim stanjima u tunelu).



Slika 23 – Izgled komandnog i razvodnog ormara ventilacije (KOV/ROV)

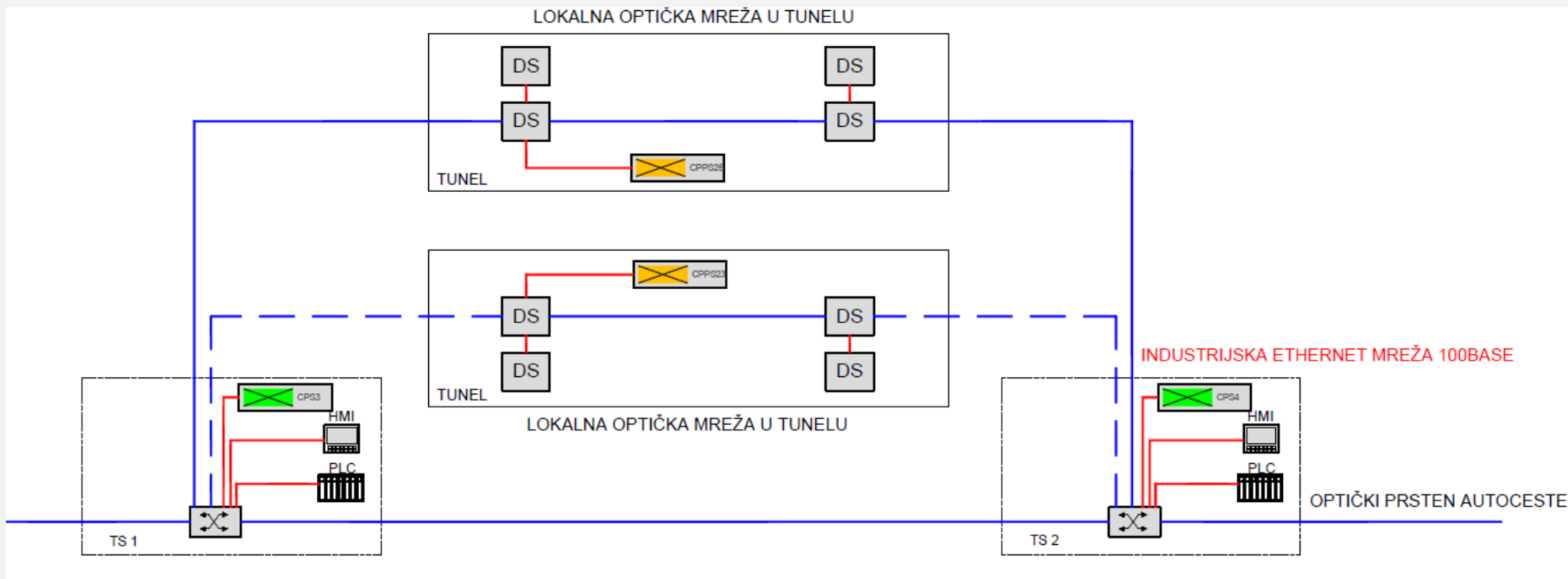
SISTEM DALJINSKOG UPRAVLJANJA I NADZORA

Sistem daljinskog upravljanja i nadzora (SDUN) ima za cilj nadzor i upravljanje različitim sistemima instaliranim na objektima (tunelima, cestarskim prolazima, trafostanicama) duž trase autoceste. Upravljanje i nadzor se vrši iz centra za održavanje i kontrolu prometa (COKP) koji je optičkim prstenom povezan sa daljinskim stanicama (DS) duž trase.

Sistem daljinskog upravljanja i nadzora dijeli se na slijedeće podsisteme:

- Centralni dio sistema u COKP-u (serveri , video zid, lokalne radne stanice)
- Daljinske stanice (DS) za upravljanje i nadzor:
 - DS za upravljanje i nadzor sistemom rasvjete,
 - DS za upravljanje i nadzor sistemom ventilacije u tunelima,
 - DS za upravljanje i nadzor elektroenergetskim napajanjem i UPS-om,
 - DS za upravljanje i nadzor prometno informacijskim sistemom (PIS),
 - DS za upravljanje i nadzor video sistemom,
 - DS za upravljanje i nadzor vatrodjave i vatrozaštite u tunelima,
 - DS za upravljanje i nadzor vrata pješačkih prolaza i prolaza za vozila u tunelu,
 - DS za upravljanje i nadzor sistemom ozvučenja i sistemom radio veze u tunelu,
 - DS za nadzor i upravljanje SOS sistema.
- Komunikacijska mreža

SISTEM DALJINSKOG UPRAVLJANJA I NADZORA



Slika 24 – Shema sistema daljinskog upravljanja u tunelu

SISTEM DALJINSKOG UPRAVLJANJA I NADZORA

Svaki sistem na autocesti potrebno je integrirati u SDU kako bi se omogućio centraliziran kvalitetan nadzor nad radom sistema, pravovremena detekcija kvarova i optimalna daljinska manipulacija.

U fazi razrade shema i odabiru opreme postavlja se osnova za izradu sučelja (eng. Interface) određenog sistema prema SDU.

Za svaki sistem potrebno je odrediti ulazne i izlazne signale po slijedećim grupama:

1. Izlazni signali stanja komponenti i signali kvara (obično su izvedeni s bespotencijalnih kontakata ugrađenih u elemente kao što su sklopke, kontaktori, osigurači, mjerno-regulacijska oprema i slično).
2. Ulazni signali senzora procesa (izvode se s bespotencijalnih kontakata i analognih signala 4-20 mA).
3. Ulazni relejni signali za upravljanje elementima s ugrađenim aktuatorima (ovim signalima izvršava se upravljanje sklopkama s motornim pogonom, prebacivanje sistema u daljinski režim rada, upravljanje kontaktorima za uključenje grupa rasvjete, upravljanje motorima ventilatora i slično).

PREGLED SISTEMA SLABE STRUJE

1. SISTEM AUTOMATSKE DOJAVE POŽARA

- Treba da osigura efikasan i pouzdan vatrodojavni sistem u tunelu, otkrivanje požara u inicijalnoj fazi što je od presudne važnosti za spašavanje učesnika u prometu i očuvanja stabilnosti i cijelovitosti građevine, kao i drugih sistema implementiranih u tunelu.
- Tunel se dijeli u nekoliko vatrodojavnih zona. Senzor požara u tunelskoj cijevi realizira se senzorskim kablom. U odvojenim prostorijama postavljaju se lokalni optičko-termički i ručni javljači.
- Generalno oprema sistema dojava požara tunela koja se ugrađuje je ovisna o dužini tunela.

PREGLED SISTEMA SLABE STRUJE

2. SISTEM VIDEO NADZORA I AUTOMATSKE DETEKCIJE INCIDENATA

Sistem video nadzora ima zadatak za nadzor i praćenje prometa u tunelu i prilazima, te alarmiranje operatera u slučaju nastanka incidenta.

3. RADIOKOMUNIKACIJSKI SISTEM U TUNELU

Omogućuje sigurne radio komunikacije iz tunela prema van i obratno, kao i međusobne komunikacije radio stanica unutar tunela, za sve službe sigurnosti (održavanje, policija, vatrogasci, hitna pomoć), na njihovim radio frekvencijama.

Radio sistem se planira tako da omogući prijenos UHF, VHF i FM signala, a moguće je osigurati GSM (Global System for Mobile Communications) i UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) signal cijelom dužinom tunela.

PREGLED SISTEMA SLABE STRUJE

4. SISTEM OZVUČENJA U TUNELU

Služi za pružanje potrebnih informacija ili uputa putnicima koji su zaustavljeni u tunelu u slučaju neke incidentne situacije.

Upravljanje sistemom ozvučenja treba biti omogućeno iz systemske sobe u COKP, gdje operator ima kompletan uvid u zbivanja u tunelu i iz samog tunela pomoću mikrofonske konzole koja treba biti planirana u svakom ormaru razglasne podcentrale u tunelu.

Izuzetno je važno predvidjeti dobar raspored zvučnika, kako bi se eliminirao reverberacijski efekt i minimizirao utjecaj buke uzrokovane radom ventilatora i gustoćom prometa.

5. TELEFONSKI POZIVNI SISTEM (TPS)

Služi za komuniciranje učesnika u prometu s organizacijama i službama za pružanje pomoći ili davanje informacija.

Udaljenost između pojedinih SOS uređaja na otvorenoj trasi je 2 km, a u tunelu su SOS uređaji smješteni u svakoj SOS niši.

PREGLED SISTEMA SLABE STRUJE

6. PROMETNO INFORMACIJSKI SISTEM

Treba da omogući upravljanje prometnom signalizacijom postavljenom u tunelu i ispred portala tunela, koristeći podatke dobijene od prethodno pomenutih sistema, a sve u svrhu povećanja sigurnosti prometa.

Krajnji uređaji koji se vežu na prometno informacijski sistem su:

- promjenjiva prometna signalizacija (svjetlosno promjenljivi prometni znakovi, informacijski displeji, signali prometnog traka)
- semafori i treptači
- znakovi s unutrašnjom rasvjetom
- brojači prometa
- AID (Automatic Incident Detection) kamera



Slika 25 – Tunel Tulica



Slika 26 – Petlja Vlakovo



Slika 27 – Tunel i petlja Tarčin



Slika 28 – Petlja Butile



Slika 29 – Tunel Suhodol



Slika 30 – Tunel Gaj



Slika 31 – Tunelski ventilator



Slika 32 – Centar za održavanje i kontrolu prometa (COKP)

Potrošač	Adresa	Mjerno mjesto	Priključ na snaga	Ugovor broj	Potrošnja	Januar		Februar		Mart	
						kWh	KM	kWh	KM	kWh	KM
TS Hadžići 110/10 kV	6. Mart bb Hadžići	9096612		od septembra.2014.	Obr.energija VT (kWh)	83204,000	9.651,66	65.422,00	7.588,95	72.520,00	8.412,32
					Obr.energija MT (kWh)	95478,000	5.537,72	66.906,00	3.880,55	80.490,00	4.668,42
					Prekomj. r.en. (kVArh)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					Naknada ob.iz. (kWh)	178682,000	142,95	132.328,00	105,86	153.010,00	122,41
					Obračunata (kW)	428,000	8.833,92	320,80	6.621,31	329,60	6.802,94
					Mjerno mjesto (kom)	1,000	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30
					Ukupno sa PDV-om		28.294,76		21.310,35		23.427,37
					Stanje VT	156,645	83204,000	189,356	65422,000	225,616	72520,000
					Stanje MT	173,237	95478,000	206,69	66906,000	246,935	80490,000
					Obr.energija mrežar. VT						
					Obr.energija mrežar. NT						
					Obračunata snaga mrež.						
					Prek.reakt.energ.mrež.						
					Mjerno mj. Mrežarina						
					Mrež. ukupno bez PDV-a						
Iznos računa s PDV											
TS 110/10 kV Pazarić	Pazarić TS110	8876622 / 9096698		od septembra.2014.	Obr.energija VT (kWh)	135553,000	15.724,15	122.194,00	14.174,50	138.039,00	16.012,52
					Obr.energija MT (kWh)	146658,000	8.506,16	121.242,00	7.032,04	135291	7846,878
					Prekomj. r.en. (kVArh)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					Naknada ob.iz. (kWh)	282211,000	225,77	243.436,00	194,75	273.330,00	218,66
					Obračunata (kW)	740,800	15.290,11	596,00	12.301,44	766,00	15.810,24
					Mjerno mjesto (kom)	1,000	17,30	1,00	17,30	1,00	17,30
					Ukupno sa PDV-om		46.523,29		39.452,43		46.689,56
					Stanje VT	883,880	135553,000	1006,074	122194,000	1144,113	138039,000
					Stanje MT	1023,401	146658,000	1144,643	121242,000	1279,934	135291,000
					Obr.energija mrežar. VT						
					Obr.energija mrežar. NT						
					Obračunata snaga mrež.						
					Prek.reakt.energ.mrež.						
					Mjerno mj. Mrežarina						
					Mrež. ukupno bez PDV-a						
Iznos računa s PDV											

Slika 33 – Pregled potrošnje električne energije za dionicu Vlakovo - Tarčin



HVALA NA PAŽNJI.