

## 3/2.4 ELEKTRO UREDITEV

### Vsebina

- 1 Splošno
- 2 Napajanje
- 3 Krmilna enota semaforjev
- 4 Zunanja oprema
- 5 Gradbena ureditev
- 6 Kabliranje
- 7 Preizkusno obratovanje
- 8 Investicijska vrednost opreme in del
- 9 Popis opreme in del z pred izmerami

<b>1262</b>		<b>004.2131</b>	<b>3/2.4</b>	
-------------	--	-----------------	--------------	--

## 1 Splošno

Načrt zajema dobavo opreme, izvedbo gradbenih del za semaforizacijo, montažo opreme, izdelavo koordinacijske povezave z križiščem AC Priključek Žalec (Arja vas) ter spuščanje v pogon. Novo semaforsko krmilno napravo se opremi z GSM modulom in ostalimi elementi za navezavo na center DRSI. Zaradi navezave na nadzorni center morajo biti vsi signali dajalnikov na svojih ločenih izhodih.

Za semaforizacijo so projektirani Led signalni dajalniki z sposobnostjo zmanjšane svetilnosti v nočnem času. Kabelska kanalizacija se zaradi začasnega značaja obratovanja izdelava na pretežnem delu trase, na ostalem delu se izdelava prosto zračni vod. Temelji semaforskih drogov so na južnem delu križišča vkopani, na severnem delu so prenosni montažni temelji. Detekcijo prometa se izvaja s pomočjo video detekcijskih kamer. Vsi prometni znaki nameščeni na drogovih semaforizacije so zajeti v predmetnem načrtu.

Krmilna naprava se električno začasno napaja iz krmilne omarice na križišču Priključek Žalec AC.

V skladu s 13. členom Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. list RS, št. 41/2009) je podlaga za projektiranje tehnična smernice TSG-N-002:2009 NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE. Ker so uporabljene rešitve iz tehnične smernice, velja domneva o skladnosti načrta s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. l. RS, št. 41/2009), o čemer govori 7. člen pravilnika.

Vse zgoraj navedeno je prikazano v grafičnih prilogah in detajlneje opisano v naslednjih poglavjih.

Semaforizacija križišča se sestoji iz:

- mikroračunalniške semaforske krmilne naprave
- ravnih drogov  $H = 9,00\text{m}$  z prenosnimi montažnimi temelji
- ravni semaforski drog
- usločeni semaforski drog
- signalnih dajalnikov za vozila in za pešce LED
- virtualnih zank zajetih preko video kamere
- prometnih znakov
- kabelske kanalizacije
- izdelava prosto zračnega voda
- navezava na prometni center DRSI- samo strojna oprema

Razporeditev semaforske opreme v križišču je prikazana na risbi št. 3/2.5.1.

Vse kable se polaga v kabelsko kanalizacijo, katera je prikazana na risbah št. 3/2.5.2.1 in 3/2.5.2.2.

## 2 Napajanje in zaščitni ukrepi

Krmilna naprava se bo napajala iz semaforke krmilne omare na križišču K1 Priključek Žalec – AC. Priključni kabel do KN je NYY-J 3x6mm<sup>2</sup>. V krmilni omarici KN k1 se izvede spojitve obstoječega kabla NYY-J 3x 6 mm<sup>2</sup> z novim kablom NYY-J 3x 6mm<sup>2</sup>.

## 2.1 Priključna moč KN:

Priključna moč semaforske krmilne naprave je 0.284 kW, obratovalna moč semaforizacije križišča pa je 0.202 kW .

- signalni dajalniki 5x26+2x17=	164 W
- video sistem 1x20	20 W
- krmilna naprava (KN)	100 W
	<hr/>
Pmax	284 W

Dnevna obratovalna moč	$P_{obr1} = 164 \times 0,5 + 120$	=	202W
Nočna obratovalna moč	$P_{obr2} = 164 \times 0,5 \times 0,5 + 120$	=	161 W

## 2.2 Dimenzioniranje in kontrola

Kontrola preseka kabla in s tem obremenitve kabla je izvedena glede na dovoljen padec napetosti, ki znaša 5% glede na to, da je napajanje izvedeno iz TP.

Križišče:

TP - 70 m (4x70) - 400m (3x6) - KN 60m (16x1,5) - 2. A1  
x x 9W

$$u(\%) = \frac{200 \cdot P \cdot I}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

$$u(\%) = \frac{200 \cdot 284 \cdot 100}{37 \cdot 70 \cdot 230^2} + \frac{200 \cdot 284 \cdot 400}{57 \cdot 6 \cdot 230^2} + \frac{200 \cdot 9 \cdot 60}{57 \cdot 1.5 \cdot 230^2}$$

$$u(\%) = 1,31\%$$

**Legenda:** TP – transformatorska postaja  
KN – krmilna naprava

Vidimo, da kabel ustreza tudi z vidika povečanja porabe (priključitev dodatnih signalov).

### 2.3 Kontrola padca napetosti

Kontrolo padca napetosti izračunamo po enačbi:

$$\Delta u(\%) = \frac{200 \cdot \sum (P \cdot I)}{\lambda \cdot S \cdot II^2}$$

Dovoljeni padec napetosti je 5%, ker se semaforška krmilna naprava napaja iz transformatorske postaje.

## 2.4 Trajno dovoljeni tok

Bremenski tok izračunamo za vsako vejo signalnih kablov. bremenski tok izračunamo po enačbi:

$$I_b = \frac{P \cdot f}{U \cdot \cos \varphi} \quad f = 1,4$$

Z ozirom na rezultate obremenitev posameznih kablov, le-te varujemo z varovalkami nazivne vrednosti 2A. napajalni energetski kabel varujemo z varovalko 25 A. V skladu s standardom SIST HD 60364-5 je trajno dovoljen tok za bakreni vodnik preseka 1,5 mm<sup>2</sup> 18 A. Vsi kabli so položeni v zemljo. Bremenski tok  $I_b$  v nobeni veji ne sme presegati trajno dovoljenega toka.

## 2.5 Preobremenitev

Kontrolo izvedemo v skladu s standardom SIST HD 60364-4-43. Izpolnjen mora biti pogoj, da je :

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

kjer je :

$I_2$  - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave

$I_z$  - trajni vzdržni tok vodnika

z ozirom na obremenitev kablov ugotovimo, da varovalka 2A izklopi tok preobremenitve 26,1A v času , ki je krajši od 10ms.

## 2.6 Kontrola segrevanja pri kratkem stiku

Kontrolo izvedemo v skladu s standardom SIST HD 60364-43. Tok kratkega stika za napajalno vejo je:

SHEMA TOKOKROGA - najdaljša linija = linija L

Sem. naprava 60 m

drog št. 2 A1 ----- Linija L

Impedanca okvarne zanke je: 0,78 Ohm

Tok kratkega stika je: 294,0 A

Zaščita naprave mora prekiniti kratkostični tok v času, ki je krajši od časa, v katerem se vodnik prekomerno segreje. To preverimo z enačbo:

$$t = \left( \frac{K \cdot S}{I_{kl}} \right)^2 \quad I_k = \frac{0,9 \cdot 230V}{Z_s} \quad \text{kjer je}$$

$t$  - trajanje v sekundah

$K$  - 115 za bakrene vodnike z PVC izolacijo

$S$  - presek vodnika

$I$  - efektivna vrednost kratkostičnega toka

$I_{kl}$  - enopolni kratkostični tok

$$t = (115 \cdot 1.5 / 294 \text{ A})^2$$

$$t = 0,34 \text{ s}$$

Tok kratkega stika izračunamo na osnovi podatkov kratkostične zanke napajalnega tokokroga. Pri izračunu smo upoštevali tudi upornost energetskega kabla in transformatorja.

Iz karakteristik varovalk 2A in 25 A razberemo, da izključita tok kratkega stika v času , ki je krajši od 0,34 s, kar je manj kot zahteva izračun.

Izpolnjeni so vsi pogoji za odklop napajanja.

## 2.7 Zaščita pred električnim udarom

Zaščito pred električnim udarom dosežemo z uporabo ukrepa zaščite pred posrednim dotikom. Predvidimo TN sistem mreže v skladu s SIST HD 60364-4-41, ki predvideva, da mora biti izpolnjen pogoj:

Tukaj vnesite enačbo.

$$Z_s * I_a \leq U_0$$

kjer je:

$Z_s$  - impedanca okvarne zanke,

$I_a$  - odklopni tok zaščitne naprave,

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji.

Kontrolo naredimo z znanimi podatki. Upornost najdaljše kratkostične zanke signalnega kabla znaša  $0,7 \Omega$ , iz karakteristike varovalke pa razberemo, da varovalka nazivne vrednosti 2A izklopi tok 6,3A v času 5 s.

Linija KN- signal B1:  $Z_s * I_a = 0,91 \Omega * 6,3 A = 5,73 V \leq 230V$

Lahko ugotovimo, da je izpolnjen pogoj za zanesljiv odklop napajanja v predvidenem času 5s.

## 2.8 Ozemljitev

Da so izpolnjeni pogoji TN-C-S sistema napajanja se ob kabelski kanalizaciji na globini 0,7 m do jaškov in drogov predvidi tudi pocinkani valjanec FeZn 25x4mm. Za izenačitev potencialov se vse semaforne droge med seboj poveže z dodatnim varnostnim vodnikom 7H0V-K 16 mm<sup>2</sup>. Pri vsakem stojnem mestu je obvezno z valjancem povezati kovinski drog, dodatni varnostni vodnik in PEN vodnik napajalnega kabla. Z valjancem se je v namen izenačitve potenciala, galvanskih povezav ter kot zaščito pred atmosferskimi razelektritvami poveže vse kovinske dele oziroma prevodne dele, ki normalno niso del tokokroga. Če obstajajo tudi druge ozemljitve, lahko predvideno ozemljitev povežemo z njimi.

Valjanec mora biti vijačen na drog z dvema vijakoma M10. Spoji valjanca morajo biti izvedeni s križnimi sponkami. Spoji valjanca v zemlji, prehodi valjanca iz zemlje na prosto ali v jašek, morajo biti zaščiteni proti koroziji z bitumnom.

Pogoj TN-C-S sistema je, da upornost ozemljila pri kateremkoli drogu ne presega  $10 \Omega$ . Specifično upornost zemlje predvidimo  $200 \Omega m$ . Minimalno dolžino ozemljila predvidimo 55m. Upornost ozemljila izračunamo po enačbi.

$$R = \left( \frac{\rho}{\pi \cdot l} \right) \cdot \ln \cdot \left( \frac{l}{r} \right) = 9,5 \Omega$$

kjer je:

$\rho$  - specifična upornost zemlje

$r$  - ekvivalentni polmer ozemljila

Izračun pokaže, da dolžina ozemljila ne sme biti krajša od 55m. V našem primeru je dolžina ozemljila večkratnik tega števila, saj gre za združeno ozemljilo semaforizacije in cestne razsvetljave.

Po izvedbi del mora izvajalce del izvesti preglede, preskuse in meritve električnih inštalacij v skladu s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur.l. RS, št. 41/2009).

### 3 Krmilna enota semaforjev

Mikroračunalniška semaforska krmilna naprava je namenjena vodenju in nadzoru semaforiziranih križišč in mora ustrezati standardom:

- EN 12675 (Traffic signal controllers - Functional safety requirements)
- EN 50556 (Road traffic signal systems).

Naprava mora tudi izpolnjevati zahteve podane v nadaljevanju:

- ohišje z vsaj dvema ločenima deloma za posluževalni del in sistemski del semaforske naprave; po potrebi se zagotovi dodaten prostor (elektro priključek)
- modularna izvedba naprave, ločeni funkcijski sklopi
- enostavno in pregledno ožičenje
- zmogljiv procesor za izvajanje najkompleksnejših algoritmov vodenja prometa,
- možnost implementacije različnih prometno odvisnih algoritmov,
- komunikacija s semaforsko napravo preko TCP/IP protokola,
- glavni svetlobni dajalniki (rdeč, rumen in zelen) morajo biti v semaforski napravi priključeni ločeno (ločeni izhodi) od ostalih v isti smeri,
- nadzor vseh neodvisnih izhodov na izpad svetilnega elementa in na prisotnost tuje napetosti z indikacijo napake; v primeru kritične napake (izpad glavnega rdečega signalnega dajalca) preide naprava na utrip rumene,
- vklopna sekvenca iz utripa rumene na vse rdeče
- možnost priklopa detektorjev za detekcijo vozil
- možnost priklopa tipk za najavo pešcev oziroma drugih najav: vlak, gasilci itd.,
- možnost priklopa odštevalnih glav in sicer paralelno preko serijske komunikacije (npr. RS485), pri čemer morajo biti odštevalne glave adresirane,
- posluževalna enota s prikazovalnikom, s katero lahko pooblaščen oseba ročno upravlja z določenimi funkcijami naprave,
- semaforska naprava mora imeti integrirano vso strojno opremo za navezavo na CUVP (Center za upravljanje in vodenje prometa v Dragomlju - nadzorni center DRSI),
- možnost funkcionalne enote za vklop znakov z notranjo ali zunanjo osvetlitvijo,
- možnost nočne zatemnitve signalnih dajalcev (night dimming),
- proizvajalec mora pri vsaki novi napravi dodati še novelirano dokumentacijo semaforske naprave ter kontrolo luči v DWG ali podobni obliki,
- možnost daljinskega programiranja naprave
- stopnja mehanske zaščite IP 44 (SIST EN 60529),
- zaščita proti udarcem IK 10 (SIST EN 50102),
- odpornost na korozijo, ohišje barva RAL 7035 (svetlo siva), UV stabilizirano
- napajalna napetost: 220V AC+10 -15%, 47-63Hz
- interna realna ura z baterijsko podporo ( 72 ur avtonomnosti ),
- temperaturno območje - 35 do + 75 stopinj C,

Stanja, ki jih mora naprava znati generirati:

- Napake:
  - prisotna napaka naprave,
  - kritična napaka naprave,
  - nekritična napaka naprave,
  - napaka na računalniškem delu,
  - kritična napaka v tokokrogu,
  - napaka nekritičnega tokokroga,
  - izpad detektorja,
  - napaka na detektorskih vhidih,
  - napaka dodatnih vhodov (izpad napajanja),
  - napaka dodatnih izhodov,
  - izpad ure,
  - izpad napajanja,

- stanje komunikacije.
- Stanja semaforne naprave:
  - nivo vodenja naprave (daljinsko, ročno ...)
  - režim delovanja naprave,
  - vklopljena nočna zatemnitev signalnih dajalnikov,
  - stanje tokokroga,
  - stanje detektorja,
  - vrata semaforne omare (odprta/zaprta).
- Prometni podatki:
  - koda tekočega prometnega programa,
  - zamik zelene v tekočem prometnem programu,
  - dolžina cikla tekočega programa,
  - števci prevozov vozil na vseh detektorjih,
  - števci zasedenosti vozil na vseh detektorjih,
- Ukazi:
  - reset semaforne naprave,
  - vklop prometnega programa,
  - nastavitev režima preklapljanja prometnih programov,
  - interval zajemanja detektorskih podatkov,
  - vklop nivoja vodenja naprave,
  - omogočati daljinsko iz CUVP spreminjanje dolžine cikla, posameznih faz ter zamika.

Naprava mora imeti vso tehnično dokumentacijo izdelano v slovenskem jeziku.

Ključni za posamezna vratca morajo biti enaki kot so že na drugih krmilnih napravah v lasti Direkcije RS za infrastrukturo.

Krmilna naprava mora delovati po prometnih programih in zahtevah navedenih v prometnem elaboratu. V obdobju šestih mesecev po zagonu krmilne naprave je potrebno spremljati promet in delovanje krmilnih programov in po potrebi izvesti korekcijo. Za navedeno spremljanje delovanja in potrebne korekcije so predvideni stroški v predračunu opreme in del.

V okviru navezave na center CUVP je v krmilnem elaboratu izdelan tudi CSO krmilni program. To je krmilni program za potrebe krmiljenja iz centra CUVP. Semaforna naprava mora podpirati SCO kontrolo (delitev-cikel-zamik), kar omogoča napreden način vodenja semaforских sistemov. Iz centra vodenja CUVP mora biti preko grafičnega vmesnika omogočeno spreminjanje dolžine posameznih faz in cikla prometnega programa. Semaforna naprava mora v realnem času zahteve centra sprejeti in jih pretvoriti v režim vodenja posameznega križišča.

Semaforso krmilno napravo se montira na pripadajoči temelj s sidrom, v katerega so predhodno potegnjeni vsi kabli za izvedbo semaforizacije. Predhodno se dno krmilne naprave primerno izreže za uvod kablov in dno pritrdi na sidro. Po pritrditvi krmilne naprave na sidrne vijake je možno pričeti z ranžiranjem samih signalnih kablov.

Ranžiranje krmilne naprave se izvede po risbi, katero pripravi dobavitelj nove semaforne krmilne naprave. Glavni signalni dajalniki za vozila (rdeč, rumen, zelen) morajo biti v semaforni napravi priključeni ločeno (ločeni izhodi) od ostalih za isto smer. Priključne sponke signalov se nato doda tudi v prvi stolpec risb št. 3/2.5.5.1.1 do 3/2.5.5.1.3, Veje ranžiranja št.1 do št.3. Preizkus ranžiranja signalnih kablov je možno izvesti šele, ko je izvedeno kompletna vezava vseh signalnih dajalnikov po vseh drogih. Postopek preizkusa in testiranja določi dobavitelj krmilne naprave.

Za primer je v načrtu (risba 3/2.5.4.2) prikazana vezava krmilne naprave SRTC-6 proizvajalca Asist d.o.o Ljubljana. Električna vezalna shema pa je prikazana na risbi št. 3/2.5.5.3.

Po končanih preizkusih in izvedenih meritvah se vse kable v krmilni napravi označi po načrtu in dno krmilne naprave zatesni z betonom ali purpenom.

## 4 Zunanja oprema

### 4.1 Sistem video detekcija prometa

Video kamere se namestijo na podaljške ravnih semaforških drogov. Za detekcijo vozil se namesti kamere kot npr. Citilog Xcam. Vsaka kamera pokriva vse vozne pasove na dovozu v križišče in mora z izbiro objektiva izostriti sliko za umestitev virtualnih zank glede na projektirano stanje, risba št. 3/2.5.1. Kamere se poveže z krmilno napravo kablom FTP cat6 4x2x0,25 oziroma s kablom katerega predvidi dobavitelj opreme.

#### 4.1.1 Prednosti uporabe sistema video detekcije prometa glede na klasično tehnologijo z induktivnimi zankami vgrajenimi v vozišče

- Namestitev in vzdrževanje detektorjev brez poškodb vozišča in posegov v voziščno konstrukcijo,
- Namestitev in vzdrževanje sistema brez večjih motenj tekočega prometa,
- Nemotena uporaba sistema ob rekonstrukciji oz. obnovi prometnice,
- Možnost prikaza in enostavnega urejanja detekcijskih mest kamere (navidezni-virtualni detektorji),
- Velika širina zaznavnega območja na dolgem odseku vozišča (do šest pasov),
- Navidezne detektorje je enostavno moč prilagoditi novemu prometnemu režimu brez dodatnih posegov v voziščno konstrukcijo
- V času spreminjanja detektorjev lahko promet poteka nemoteno,
- Enostavna (vizualna) kontrola in kalibracija detektorjev.

#### 4.1.2 Meritve in aplikacije v križišču

Video detekcijski sistem mora zagotavljati enostavno rešitev upravljanja prometa v križišču za aplikacije, ki zahtevajo le zagotavljanje najavnih in podaljševalnih signalov za posamezne smeri (zaznavanje prisotnosti vozila).

Konfiguriranje parametrov kamere mora biti omogočeno na terenu s pomočjo aplikacije za pripravo navideznih zank preko podatkovnega izhoda.

#### 4.1.3 Tehnične zahteve za video detekcijsko kamero

Digitalna kamera z integriranim DSP procesorjem so video kamere, ki imajo vgrajen procesor. Na kameri je možno na sliki nastaviti virtualne zanke-detektorje. Kamera potem stalno analizira sliko in zaznava vozila, ki zasedejo virtualne zanke. Podatek se potem preko ethernet vmesnika prenese semaforški krmilni napravi.

- senzor CMOS vsaj 1/4"
- resolucija vsaj 640x480 (VGA)
- detekcija vozil do minimalno 0.05 lux (ali manj)
- pokrivanje: najmanj 2 pasova z eno kamero
- detekcija: najava, zasedenost, kolona
- štetje prometa: število, klasifikacija
- avtomatska najava v primeru napake
- možnost pošiljanja videa preko ethernet
- dnevno/nočno delovanje (24 ur)
- temperaturni obseg: -20 .. +70 stopinj



- ohišje: IP67
- priključki: RS-485, ethernet

## 4.2 Tehnične karakteristike mrežnega stikala in napajalnika

Mrežno stikalo je nameščeno v semaforski krmilni napravi. Vgrajen dodatni napajalnik je samo za napajanje video kamer in mrežnega stikala-

Mrežno stikalo MOXA EDS-208A:

- 8x10/100Tx (RJ45 konektor),
- 2x100Tx(multi/single-mode,
- SC ali ST konektor),
- Redundantno napajanje 12/24/48 VDC,
- IP30 aluminijasto ohišje, robustna zasnova strojne opreme
- območje delovanja -40 do 75 ° C,

Napajalnik MS700420 Microsens:

- DIN Rail mounting power supply 24Watt 24VDC/1,0A,
- vhodna napetost 85-264VAC,
- 1x screw terminal,
- temperaturno območje -10 do 70° C

## 4.3 Semaforški drogovi

Za potrebe semaforizacije križišča se projektirajo ravni drogovi višine 9,0m, ravni semaforški drog in usločen semaforški drog. Semaforški drogovi morajo biti standardne izvedbe Dimenzije drogov mora biti izvedeno skladno z določili harmoniziranega standarda SIST EN 40. Standard je del seznama standardov, objavljenih v Ur. l. RS., št. 32/2013, katerih uporaba ustvari domnevo o skladnosti gradbenega proizvoda z Zakonom o gradbenih proizvodih (Ur. l. RS., št. 52/2000 in 110/02). Drogovi morajo biti statično dimenzionirani za predvidene obremenitve ter preverjeni s strani pooblaščen institucije za uporabo na področjih l. vetrovne cone (hitrost vetra do 30 m/s). Drogovi so predvideni za pritrditev na sidra vgrajena v temelj. Zaščita drogov pred atmosferskimi vplivi (korozijo) mora biti izvedena z vročim cinkanjem. Debelina nanosa cinika mora biti v skladu s standardom EN ISO 1461. Na drogu v višini 100 cm mora biti manipulativna odprtina za pritrjevanje in ranžiranje kablov. Pokrov za pokrivanje manipulativne odprtine mora biti izdelan tako, da preprečuje pronicanje vode v steber. V manipulativni odprtini morajo biti nameščene nosilne vilice za priključitev nosilne letve VS sponk in vijak za priključitev zaščitnega vodnika.

Semaforški drogovi se postavljajo glede na cestišče tako, da je manipulativna odprtina na stebru obrnjena nasproti smeri vožnje vzporedno s cesto ali poševno na cestišče.

Ravni semaforški je prikazan na risbi št. 3/2.5.6.3, usločen semaforški drog je prikazan na risbi št. 3/2.5.6.2, ravni drog  $h = 9,0$  s montažnim temeljem pa na risbi št. 3/1.5.6.1.

Izvajalec mora naročniku podati dokazila, da vgrajeni drogovi izpolnjujejo zahteve glede statičnih obremenitev.

## 4.4 Svetlobni signalni dajalniki

Svetlobni signalni dajalniki se namestijo na semaforske droge in na ravne droge višine 9,0 m.

Zahteva po tipski opremi je predvsem zaradi enostavnejšega in cenejšega vzdrževanja.

Za izvedbo semaforizacije so predvideni svetlobni signalni dajalniki standardnih dimenzij za vozila premera  $\varnothing$  300 tridelni in za pešce dvodelni premera 210mm LED tehnologije, kot npr. Futur LED DIM. Navedeni signalni dajalniki morajo imeti sposobnost znižanja svetilnosti, ko se zniža napajalna napetost. Elementi semaforizacije morajo biti izbrani skladno z določili standarda EN 12368, po katerem so tipizirana ohišja signalnih dajalnikov in sicer:

- Napajalna napetost za vsak signal ločeno 230V AC +10%/-15% 50 Hz, +/- 10%
- Teža: signalni dajalnik za vozila  $\leq$  1.5 kg, signalni dajalnik za pešce  $\leq$  1.0 kg
- Ohišje signalnega dajalnika mora biti iz polikarbonata
- Svetlobna intenzivnost za  $\varnothing$  210 mm (rdeča, zelena)  $\geq$  200 cd, za  $\varnothing$  300 mm (rdeča, rumena, zelena)  $\geq$  400 cd,
- Priključna moč posameznega signalnega dajalnika; rdeča 8W, rumena 8W, zelena 9W
- Barve svetlobnih virov: rdeča 613,5 – 631 nm, rumena 585 – 597 nm; zelena 498,5 – 508 nm
- Opremljeni z zaščitnimi zaslonkami,
- LED vložek za pešce na lečah izrisan simbol, skladno Pravilnikom o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah Ur.l. RS, št. 99/2015
- Vsak signal ločeno mora imeti sposobnost reducirnega delovanja svetilnosti za način delovanja v nočnem času, dnevna napetost 230V 100%, nočna napetost 160V 50%,
- Mehanska stopnja zaščite signalnih dajalnikov mora biti minimalno IP 55,
- Temperaturno območje delovanja od -40 do +60°C, kratkotrajne prekoračitve niso škodljive

Svetlobne signalne dajalnike se pred montažo na terenu v delavnici opremi z priključnimi kabli, preveri se pravilna nastavitve optike – leč glede na položaj dajalnikov in izvede se testiranje pravilne priključitve.

Razporeditev svetlobnih signalnih dajalnikov je razvidna iz risbe semaforske opreme št. 3/2.5.1.

Signalni dajalniki so na risbi št.: 3/2.5.1 prikazani simbolično, način pritrditve glede na posamezno kombinacijo je prikazana na risbi št.: 3/2.5.5.7. Z prikazanim načinom pritrditve težimo k čim večji možni horizontalni oddaljenosti signalnega dajalnika od roba cestišča.

#### 4.5 Virtualne zanke

Virtualne zanke so v risbah semaforske opreme prikazane z oznako VZ(x) lokacijsko po vozniških pasovih in na predvidenih razdaljah od stop črte. Virtualne zanke se programira v video detekcijske kamere. Procesor posamezne kamere komunicira preko TCPI protokola z procesorjem krmilne naprave.

Razplet povezovalni kablov video detekcijskih kamer z krmilno napravo je razviden iz risbe št. 3/2.5.3.

Oblika in položaj virtualnih zank je prikazana na risbi št.: 3/2.5.1, sama izdelava pa na risbi št.: 3/2.5.5.5.

#### 4.6 Tipka za slepe z najavo pešcev

Tipke za slepe so samostojne enote, njihovo delovanje je pogojeno z delovanjem signalnega dajalnika za pešce (rdeč simbol, zelen simbol) na istem semaforskem drogu, za isti peš prehod. Tipka za slepe deluje neodvisno in neprekinjeno od najave, pritiskanja na fizični kontakt na ohišju. Imajo vgrajeno elektroniko za reguliranje glasnosti glede na velikost zunanega hrupa. V načrtu je za primer prikazana tipka za slepe tip Prisma 2000.

Tipke za slepe z najavo pešcev se montirajo na višini 1,0m nad nivojem pločnika.

Vsaka tipka za slepe se ločeno poveže preko prostih žil signalnega kabla na nekontrolirane izhode (rdeča/zelena za pripadajočega pešca) izhodnega modula v krmilni napravi. Signalna lučka na ohišju »Počakajte« se krmili iz programiranega izhoda na močnostnem modulu krmilne naprave. Zunanja tipka (senzor na ohišju) za najavo pešcev se poveže s krmilno napravo z kablom LIYCY 1x2x1,0, kateri ima zaščitni oplet kabla (isti kabel kot za povezavo induktivnih zank s krmilno napravo).

Vezava je razvidna iz risb Veje ranžiranja, risbe št. 3/2.5.5.1.1 do 3/2.5.5.1.3.

Detajl montaže tipke za slepe z najavo pešcev je prikazan na risbi št. 3/2.5.5.6.

#### **4.7 Koordinacijska povezava K1 – K2**

Komunikacija med napravami se izvede na osnovi ethernet omrežja, zato se krmilno napravo opremi z mrežnim stikalom. Povezava se izvede z optičnim kablom tip 12 žilni enorodovni optični kabel TOSMd 03 1x12 s konstrukcijo SMAN, ki mora v oknih 1310/1550nm zagotavljati prenosno zmogljivost najmanj 10Gbit/s v temperaturnem območju delovanja od -30 do +70°C. V semaforski omarici se na notranji strani na desni ali levi stranici namesti optični delilnik stenski 250x250x55, 12xST/PC spojnik, 12xST/PC zaključni kabel 9/125 SM z optično kaseto z organizatorjem kablov 200-985. Mrežno stikalo se poveže na eni strani z optičnim vlaknom, na drugi strani z procesorjem krmilne naprave.

#### **4.8 Prometni znaki**

Na ravne droge se namesti prometne znake z odbojno folijo HI skladno z situacijo, risbo št. 3/2.5.1. Prometni znaki morajo imeti tipizirano vpetje premera 2" hrbtno.

Zaradi različnih premerov je potrebno izdelati pritrdilno ročico – vroče cinkano prirejeno za ravni kot za usločen semaforski drog. Pri ravnem drogu se pritrdilna ročica natakne na drog, pri usločenem pa se ročica privije z vijaki M8 na drog.

Detajl ročic je prikazan na risbah št.: 3/2.5.6.

### **5 Gradbena ureditev**

#### **5.1 Temelji semaforskih drogov in semaforske krmilne naprave**

Betonski temelj semaforskih drogov in semaforske krmilne naprave naj se izvedejo z betonom C 20/25 in naj imajo vgrajena ustrezna pritrdilna sidra. Izdelajo naj se po priloženih detajlih (risbe št. 3/2.5.7.1 in 3/2.5.7.2).

Usmerjenost sidra glede na cestišče je razvidno iz risb temeljev drogov. Ob sidru drogov se pri betoniranju temelja položi pocinkani valjanec 4x25 mm<sup>2</sup> in poteka vzdolž kabelske kanalizacije. Valjanec mora biti položen najmanj 0,7 m iz temelja zaradi kasnejše pritrditve na sam drog.

Pri izdelavi temeljev je potrebno paziti, da je beton svež in dovolj redek, ker v nasprotnem primeru pride pri noveliranju v vodoraven položaj do praznin med nosilci sider in betonom in posledica je, da se semaforski drogovni majejo. Stigmaflex cev, katera povezuje temelj z manipulativnim jaškom mora biti v enem kosu. Po končani izdelavi temelja je potrebno stigmaflex cev, katera moli iz temelja zaščititi pred vdorom peska in podobnega, vse skupaj z valjancem pa primerno zavarovati in izdelati neoviran prehod za pešce mimo temeljev.

Sidro za krmilno napravo dobavi dobavitelj naprave. Temelj krmilne naprave se opaži v liniji z zunanjim robom sidrne plošče.

## **5.2        Prenosni montažni temelji**

Prenosni montažni temelji se izvedejo z betonom C20/25 in imajo vgrajeno sidro. Sidro je enako, kot za usločen semaforski drog. V temelj se vgradi dovodno cev 2x stigmafleks premera 60 mm. Na zgornji strani se vgradi ročaje za pritrditev vrvi v primeru pretovarjanja. Prenosni montažni temelj je prikazan na risbi ravnega droga višine 9,0m , risba št. 3/2.5.6.3.

## **5.3        Kabelska kanalizacija in jaški**

Večji del kablov za potrebe semaforizacije v območju obdelave se polaga v kabelsko kanalizacijo, ostalo pa v izvedbi prosto zračnih vodov.

Kabelska kanalizacija naj bo izdelana iz cevi z dvojno steno, rdeče barve, premera 110 mm, kot na primer Stigmafleks cevi.

Cevi so narebrane z zunanje strani (zaradi večje odpornosti na površinski pritisk) in znotraj gladke (za čim lažjo vleko kablov).

Cevi ščitijo kable pred mehanskimi poškodbami in korozijo. Spoji med posameznimi cevmi morajo biti vodotesni. Cevi so znotraj gladke, kar omogoča dobro prehodnost kablov. Globina rova mora biti tolikšna, da je najmanjša oddaljenost nivoja zemlje od cevi 0,5 m za cevi položene pod pločnikom in 0,8 m za cevi položene pod voziščem. Pri kabelski kanalizaciji v bližini vodovodne instalacije je treba paziti na zadostne razdalje med vodovodno in kabelsko kanalizacijo. Vertikalna oddaljenost pri križanju vodovodne in kabelske kanalizacije mora biti najmanj 0,5 m.

Potek kabelske kanalizacije za semaforizacijo križišča je prikazan na risbi št. 3/2.5.2.

Za manipulacijo z uvlačenjem kablov v kabelsko kanalizacijo se izdelajo novi manipulativni jaški. Novi manipulativni jaški samo za namen semaforizacije se izdelajo z betonsko cevjo fi 60,0cm višine 1,0m postavljena na podložni beton z litoželeznim pokrovom 600 x 600mm lahke izvedbe 15 t z napisom »Elektrika« ali brez napisa. Manipulativni jašek je prikazan na risbi št. 3/2.5.7.3.

Po končanih vseh gradbenih delih se izvedejo izmere in izdela izvršilni načrt kabelske kanalizacije .

## **5.4        Prostozačni vodi**

Prostozačne vode se izvede na delu kabelske kanalizacije, risba št. 3/2.5.2. Prostozačni vodi se izdelajo z jekleno vrvjo premera 6mm z vpenjali in pritrdilnimi elementi na ravnih drogovi višine 9,0m. Pritrditev na sam drog je na takšni višini, da je na povezu jeklene vrvi skupaj s pritrdjenimi kabli višina večja od 6,0 m nad cestiščem. Kabli se na jekleno vrv pritrdijo z aluminijastimi trakovi na razdalji 0,3m.

## 6 Kabliranje

Za povezovanje krmilne naprave z zunanjimi enotami se uporabijo kabli razvidni iz risbe razpleta kablov, risba št.: 3/2.5.3.

Pri uvlačenju kablov v kabelsko kanalizacijo je treba paziti, da vlečna sila ni prevelika, da se kabli ne vlečejo preko ostrih predmetov sled česa bi lahko prišlo do poškodbe plašča in izolacije kabla. Upoštevati je potrebno zadostno rezervo kabla v manipulativnih jaških. Leta naj znaša 2 zavoja v manipulativnem jašku pri krmilni napravi, v jašku pred izstopom kabla v drug pa 1 zavoj.

Uvlačenje kablov pri temperaturah nižjih od +5°C ni dovoljeno, ker obstaja nevarnost, da začne pri nižjih temperaturah pokati PVC masa. V prostoru, kjer je temperatura zraka vsaj 25°C mora biti kabel najmanj 18 ur. Pri polaganju in transportu kablov je potrebno paziti, da se jih ne zvija pod minimalno dopustni polmer zakrivljenja, ki je petnajstkratna vrednost premera kabla.

Kabli se označijo v semaforski krmilni napravi po načrtu in v vsakem manipulativnem jašku pred izstopom kabla v semaforski drog ali v semaforskem drogu. Oznake morajo biti enake, kot so v načrtu in se lahko samo nadaljuje označevanje.

Vrsta kabla W.x je določena v specifikaciji risbe št. 3/2.5.3 - razplet kablov.

Po končanem polaganju kablov je potrebno vse uvode v kabelsko kanalizacijo zatesniti z stekleno volno in izdelati izvršilni načrt poteka kablov po kabelski kanalizaciji.

## 7 Preizkusno obratovanje

S strani izvajalca montažnih del se opravijo meritve na električni inštalaciji in opravi pregled kompletne zunanje opreme. Preizkusno obratovanje se izvede v sestavi izvajalec montažnih del in oseba pooblaščen s strani dobavitelja krmilne naprave. Preizkus poteka po protokolu dobavitelja semaforske krmilne naprave.

Po končanem preizkusnem delovanju se semaforska krmilna naprava izklopi. O poteku in rezultatih preizkusa se izdela zapisnik preizkusnega obratovanja.

Izvajalec montažnih del izvede popis položenih kablov, izmeri dolžino in vnese vse spremembe v dokumentacijo za izdelavo načrta izvedenih del. S strani izvajalca gradbenih del za semaforizacijo pa mora zahtevati situacijo križišča v merilu 1:250 z vrisanim dejanskim potekom kabelske kanalizacije.

Funkcionalni pregled semaforizacije križišča se izvede v sestavi: izvajalec, nadzorni inženir, predstavnik investitorja, bodoči upravljavec in vzdrževalec semaforizacije in predstavnik prometne policije. Skupno se preveri skladnost izvedbe s projektno dokumentacijo ter ugotovi morebitna odstopanja. Prične se z preizkusnim obratovanjem krmilne naprave.

Pri tem se ugotavlja:

- pravilnost delovanja krmilnih programov po projektni dokumentaciji
- pravilno delovanje komandnega pulta v vseh režimih obratovanja
- kontrola delovanja krmilne naprave v vseh režimih delovanja
- ponazoritev delovanja komandnega pulta predstavnikom prometne policije,

O poteku funkcionalnega pregleda semaforizacije križišča se izdela zapisnik.

Semaforizacija križišča se lahko spusti v pogon šele po uspešno opravljenem komisijskem pregledu.