

# 1. TEHNIČNO POROČILO

## 1.1 SPLOŠNO

Načrt obravnava električne instalacije in opremo v fazi PZI (dokumentacija za izvedbo) za **Zamenjavo hladilnega agregata HA2 s toplotno črpalko TČ2** na objektu Regionalni RTV center Koper – Capodistria.

V okviru prenove je v načrtu strojništva predvidena zamenjava hladilnega agregata HA2 z novo toplotno črpalko TČ2. Predvidene so tudi nove zaporne lopute za izbiro režima obeh toplotnih črpalk.

V načrtu s področja elektrotehnike je zajeta dopolnitev pripadajočih napajalnih in krmilnih elementov ter dopolnitev centralnega nadzornega sistema (CNS).

Prenova zajema naslednje sklope:

- zamenjava varovalčnega ločilnika v NN stikalnem bloku za novo toplotno črpalko, ki je močnejša kot obstoječ hladilni agregat, ki se demontira
- izvedba meritev na obstoječih kablji za TČ1 in TČ2 – za potrditev ustreznosti
- dodaten dovodni kabel položen vzporedno z obstoječim – za zagotovitev ustreznih trajno zdržnih tokov glede na tip polaganja (v kineti)
- dopolnitev krmiljenja v obstoječem razdelilniku R-KOT
- napajanje, ožičenje, krmiljenje in nadzor položaja novih zapornih loput
- dopolnitev krmilnika z razširitvenimi moduli
- dopolnitev programske opreme na nivoju krmilnika in na nivoju centralnega nadzornega sistema

**Načrt je izdelan v skladu s tehnično smernico TSG-N-002:2021, slovenskimi pravilniki in zakoni, ter z veljavnimi standardi ter evropskimi normami in pravili.**

## 1.1 SEZNAM PREDPISOV, STANDARDOV, PRAVILNIKOV IN NORMATIVOV

### Zakoni:

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1 Ur.l. 43/11)

Zakon o varstvu pred požarom (Ur.l. RS št. 71/93, 22/01, 87/01 in 110/02-ZGO-1, ZVPoz-B 105/06, ZVPoz-UPB1 01/07 ),

Gradbeni zakon (Uradni list RS, Št. 803-01/17-2/52, 72/17 – popr.)

Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1 Ur.l. RS 82/2013)

### Pravilniki in uredbe:

Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Uradni list RS, št. 36/18 in 51/18 – popr.)

Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 41/09, 2/12 in 61/17 – GZ)

Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09, 2/12 in 61/17 – GZ)

Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1) (Ur.l. RS 29/92)

Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05 in 43/11 – ZVZD-1)

Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ)

Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16)

Pravilnik o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Uradni list RS, št. 90/15)

Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur.l. RS 28/09)

Pravilnik o elektromagnetni združljivosti EMC, Ur.l. RS 132/06

Uredba o mejnih vrednosti svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. l. RS 81/2007)

### Standardi:

SIST HD 60364

Nizkonapetostne električne inštalacije

SIST EN 60439

Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav

SIST EN 60529

Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje

SIST EN 60947

Nizkonapetostne stikalne omare

SIST EN 61439

Sklopi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav

SIST IEC 61643

Prenapetostna zaščita NN, prenapetostni odvodniki

SIST EN 62305

Zaščita pred delovanjem strele

SIST EN 62561

Elementi za zaščito pred strelo (LPC)

### Smernice:

Tehnična smernica TSG-1-001:2019 Požarna varnost v stavbah

Tehnična smernica TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacij

Tehnična smernica TSG-N-003:2021 Zaščita pred delovanjem strele

Tehnična smernica TSG-N-004:2022 Učinkovita raba energije

## 1.2 DOVODI ELEKTRIČNE ENERGIJE

### 1.2.1 OBSTOJEČE STANJE

#### Toplotna črpalka TČ1:

maksimalni tok F.L.A. : 274A

odcep: NN-R4 F11 315A

kabli: NYY-J 4x95

#### Hladilni agregat HA2:

maksimalni tok F.L.A. : 207A

odcep: NN-R4 F12 224A

kabli: NYY-J 4x95

### 1.2.2 PROJEKTIRANO NOVO STANJE

#### Nova toplotna črpalka TČ2:

maksimalni tok F.L.A. : 247A

odcep: NN-R4 F12 280A

kabli: 2x (NYY-J 4x95)

#### Toplotna črpalka TČ1:

maksimalni tok F.L.A. : 274A

odcep: NN-R4 F11 315A

kabli: 2x (NYY-J 4x95)

Preseki obstoječih napajalnih kablov niso ustrezni niti za obstoječo toplotno črpalko TČ1, niti za novo predvideno TČ2. V kolikor bi meritve izolacijske upornosti potrdile kvaliteto obstoječih kablov, se lahko obstoječi kabli obdržijo, vzporedno pa se položi še dodaten kabel enakega preseka 4x95.

Če meritve pokažejo, da kabli niso več ustrezni, je potrebno predvideti nove kable.

## 1.3 KABELSKE TRASE

Uporabi se obstoječe trase za instalacije. Kjer to ni mogoče, se predvidi nova trasa, usklajena z obstoječimi trasami in z zahtevami naročnika.

Od glavnega NN stikalnega bloka poteka trasa v kineti do toplotnih črpalk, ki se nahajajo zunaj objekta.

Od krmilnega razdelilnika R-KOT, v katerem je predvidena dopolnitev krmiljenja za 8 zapornih loput in za krmiljenje TČ2, potekajo kabli po kabelskih policah.

Ožičenje pogonov zapornih loput zajema krmilni kabel 230V in nadzor stanja, ožičeno 24V. Zato je potrebno zagotoviti dve ločeni trasi, če je mogoče, se uporabi obstoječe police in po potrebi poleg položi novo polico.

Za krmilno ožičenje do TČ2 se uporabijo obstoječi kabli od HA2, oziroma se potegnejo po isti trasi novi, če število žil ni zadostno.

## **1.4 NAPAJANJE IN KRMILJENJE**

NN stikalni blok je obstoječ, uporabljeni so obstoječi odcepi v polju R4:

- F11, 315A za TČ1 in
- F12, 224A (HA2) - potrebno je zamenjati varovalčne vložke na 280A, za TČ2.

Za napajanje zapornih loput je v obstoječem razdelilniku R-KOT predviden nov krmilni transformator za krmilno napetost 230VAC in pomožni releji za krmiljenje. Releji bodo krmiljeni preko krmilnika oziroma rezervnih digitalnih izhodov. Za nadzor obeh končnih stanj zapornih loput sta predvidena dva nova modula s po 12 binarnih vhodov.

Kabelske trase so obstoječe. Trase se po potrebi ustrezno razširi z novimi kabelskimi policami.

## **1.5 TIP IN IZVEDBA INSTALACIJ**

### **1.5.1 TIP EL. INSTALACIJ**

Karakteristični podatki instalacije in naprav:

- nazivna napetost: 400/230 V, 50 Hz
- sistem napajanja: TN-C-S do razdelilnikov
- zaščita instalacij in naprav: s samodejnim odklopom napajanja

### **1.5.2 IZVEDBA INSTALACIJE**

Električne instalacije bodo predvidoma izvedene z NYY in LiYCY kabli ustreznih presekov:

- položenimi po obstoječih ali novih trasah

## **1.6 KOMUNIKACIJSKE POVEZAVE IN CENTRALNI NADZORNI SISTEM**

Oprema za krmiljenje in komunikacijo je v obstoječem razdelilniku R-KOT.

Krmilnik bo dograjen z dvema moduloma s po 12 binarnih vhodov, za binarne izhode bodo uporabljeni obstoječi rezervni signali.

Predvidoma bo komunikacijska povezava za novo toplotno črpalko TČ2 kar TCP/IP in bo povezana na komunikacijsko vozlišče v objektu. Za opcijo Modbus komunikacije je predviden pretvornik 485/TCP v R-KOT.

## **1.7 IZENAČEVANJE POTENCIALOV**

### **1.7.1 GLAVNO IZENAČEVANJE POTENCIALOV**

V objektu je obstoječe glavno izenačevanje potencialov, glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico s temeljnim ozemljilom zgradbe, ki je združena zaščitna in strelovodna ozemljitev.

V objektu je obstoječa glavna ozemljitvena sponka (GIP omarica ). Na GIP so povezani vsi obstoječi vodniki za ozemljitev.

### 1.7.2 DOPOLNILNO IZENAČEVANJE POTENCIALOV

V strojnici je kot dodatni zaščitni ukrep predvideno dopolnilno izenačenje potencialov. Za dopolnilno izenačevanje potencialov je v hladilni strojnici predviden FeZn valjanec 20 x 3 mm položen po zidu na odстойnih držalih na višini 0,4 m od tal. Na ta valjanec je potrebno poleg vseh prevodnih delov povezati tudi vse tuje izpostavljene prevodne dele (ohišja strojev, kovinske mize in stojala, vodovodne pipe, radiatorje, klima kanale, cevne inštalacije in druge kovinske mase v prostoru). Vsi tuji manjši prevodni deli so z vodnikom preseka najmanj 4 mm<sup>2</sup>, večje kovinske mase pa z vodnikom 16 oz. 25 povezane na valjanec. Valjanec FeZn 20 x 3 mm je povezan s temeljnim ozemljilom zgradbe preko obstoječe GIP omarice. Ozemljitev TČ2 se izvede s priključitvijo na obstoječe ozemljitve HA2.

## 1.8 NAČIN OZNAČEVANJA

Vsi elementi sistema morajo biti označeni z oznakami navedenimi v načrtih. Priključni kabli morajo biti na obeh priključnih mestih označeni z oznako kabla. Oznake kablov morajo biti trajne in na vidnem mestu.

**Označiti je potrebno tudi obstoječe elemente in kable, ki so brez oznak.**

### 1.8.1 OZNAČEVANJE KABLOV

Vsi kabli morajo imeti na obeh koncih in na revizijskih mestih (prehodi skozi stene na obeh mestih, iz polic v jaške...) trajno neizbrisljivo oznako iz načrta. Oznake razdelilnikov so obstoječe.

## 2. TEHNIČNI IZRAČUNI

### 2.1 DIMENZIONIRANJE INSTALACIJ

#### 2.1.1 IZRAČUN KONIČNE MOČI IN DOVODNEGA KABLA

Pri izračunu koničnih moči in koničnih tokov razdelilnikov upoštevamo vsoto instaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti in obremenitve ter izkoristek priključenih aparatov.

Dimenzioniranje je izvedeno po sledečih formulah:

$$P_k = \frac{P_i * f_i * f_o}{\eta} \quad P_k = f_p * P_k \quad I_k = \frac{1000 * P_k}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

kjer pomeni:

P <sub>k</sub> (kW)	..... konična moč razdelilnika
P <sub>i</sub> (kW)	..... instalirana moč
f <sub>i</sub>	..... faktor istočasnosti
f <sub>o</sub>	..... faktor obremenitve
η	..... izkoristek priključenih aparatov
f <sub>p</sub>	..... faktor prekrivanja
I <sub>k</sub> (A)	..... konični tok
cos φ	..... faktor moči
U (V)	..... nazivna napetost

Velikost izklopne naprave, ki varuje kabel pred preobremenitvijo in kratkim stikom, je določena glede na konični tok in selektivnost varovanja. Presek kabla je določen v odvisnosti od tipa električne instalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice.

Izračuni koničnih moči in dovodnih kablov posameznih razdelilnikov so razvidni iz tabele dovodnih kablov.

Skladno z SIST IEC 60364-4-43 pa kontroliramo izbrane vodnike še z ozirom na zaščito pred prevelikimi tokovi, ki navaja pogoje:

$$I_k \leq I_n \leq I_z \quad \text{in} \quad I_z \leq I_z * 1,45 \quad \text{ozioroma} \quad I_n \leq \frac{1,45 * I_z}{k}$$

I <sub>n</sub> (A)	..... nazivni tok zaščitne naprave
I <sub>z</sub> (A)	..... trajno zdržni tok kabla
I <sub>2</sub> (A)	..... pogojni talilni preizkusni tok
k (A)	..... faktor

Izračuni koničnih moči in dovodnih kablov posameznih razdelilnikov so razvidni iz tabele moči in dovodov.

Pri vodnikih prereza nad 6 mm<sup>2</sup> preverimo, če je odklopni čas zaščitne naprave manjši od časa v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature vodnika.

Čas v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike do dopustne mejne temperature, izračunamo približno po formuli:

$$\sqrt{t} = k * \frac{S}{I}$$

kjer pomeni:

S	(mm <sup>2</sup> )	..... prerez vodnika
t	(s)	..... trajanje
I	(A)	..... efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka
k		..... 115 za bakrene vodnike

## 2.1.2 DIMENZIONIRANJE ODCEPOV

Odcepi so proti trajni in kratkostični preobremenitvi varovani z instalacijskimi odklopniki in motorskimi zaščitnimi stikali. Odcepi so dimenzionirani glede na maksimalen tok zaščitne naprave.

## 2.1.3 KONTROLA PADCEV NAPETOSTI

Izračun padcev napetosti je bil izveden po naslednji formuli:

$$u = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U_0^2} \quad \text{enofazni tokokrog}$$

$$u = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2} \quad \text{trifazni tokokrog}$$

Za tokokroge z večjim prerezom od 16 mm<sup>2</sup> pa je padec napetosti računan po naslednji formuli:

$$u = \frac{100 \cdot P \cdot l}{U^2} \cdot (r + x \cdot \tan \varphi) \quad \text{trifazni tokokrog}$$

kjer pomeni:

u	(%)	..... padec napetosti
P	(W)	..... priključna moč
l	(m)	..... dolžina vodnika
S	(mm <sup>2</sup> )	..... presek vodnika
λ	(Sm/mm <sup>2</sup> )	..... prevodnost - 56 za Cu
U <sub>0</sub>	(V)	..... fazna napetost ( 230V)
U	(V)	..... medfazna napetost ( 400V)
r	(Ω/km)	..... omska upornost kabla
x	(Ω/km)	..... induktivna upornost kabla

Dovoljeni padec napetosti med napajalno točko električne instalacije in katerokoli drugo točko glede na nazivno napetost električne instalacije ne sme biti večji od naslednjih vrednosti:

-za tokokrog razsvetljave 3 %

-za tokokroge drugih porabnikov pa 5 %

Za kritične tokokroge pa je izračun padcev napetosti prikazan v priloženih tabelah.

Po izvedeni instalaciji je potrebno padce napetosti izmeriti.

## 2.1.4 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Za zaščito pred električnim udarom so predvideni sledeči zaščitni ukrepi:

## 2.1.5 OSNOVNA ZAŠČITA

Ukrepi osnovne zaščite:

- zaščito delov pod napetostjo z izolacijo (pretežno instalacijski material)
- zaščito s pregradami in okrovi (pretežno oprema v stikalnih blokih)
- zaščita z ovirami
- zaščita s postavitvijo zunaj dosega roke

## 2.1.6 ZAŠČITA OB OKVARI

Ukrepi zaščite ob okvari:

- samodejnim odklopom napajanja v TN-C-S sistemu instalacij
- zaščito z uporabo dodatne izolacije naprav (razreda II ali z ustrežno izolacijo - posamezni porabniki oziroma za del instalacije)
- zaščitno zaslanjanje
- zaščita s postavitvijo v neprevodno okolje

Vsi prevodni deli električnih naprav, ki bi ob okvari lahko prišli pod vpliv nevarne napetosti dotika, so z zaščitnim vodnikom povezani z izolirno zaščitno zbiralko v stikalnem bloku, ta pa je galvansko povezana z nevtralno zbiralko.

Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare, mora preprečiti vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi postalo nevarno. Zaščitna naprava je izvedena z napravami za nadtokovno zaščito, za kar so uporabljene talilne varovalke in instalacijski odklopniki. Zaščitna naprava mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela instalacije, ki ga naprava ščiti. Zato morajo biti tako zaščitna naprava kot vodniki v instalaciji izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza v spodnji tabeli navedenim vrednostim, če se na kateremkoli delu instalacije ali v sami napravi pojavi kratek stik med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli.

Uspešno delovanje zaščite zagotovimo s tem, da predvidimo kratkostično zanko tako majhne impedance, da ob okvari lahko steče kratkostični tok večji od toka pri katerem deluje zaščita v predpisanem času. Ta zahteva je izpolnjena, ko je izpolnjen pogoj:

$$Z_s \cdot I_a < U_0 \quad I_a < I_k = \frac{U_0}{Z_s} = \frac{U_0}{\sqrt{\sum R^2 + \sum X^2}}$$

kjer pomeni:

I	(A)	..... tok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom iz spodnje tabele
I <sub>k</sub>	(A)	..... tok kratkega stika
U <sub>0</sub>	(V)	..... fazna napetost
Z <sub>s</sub>	(Ω)	..... impedanca celotne kratkostične zanke
ΣR(Ω)	.....	celotna ohmska upornost kratkostične zanke
ΣX(Ω)	.....	celotna induktivna upornost kratkostične zanke

Tabela najdaljših dovoljenih časov trajanja napetosti dotika za tokokroge, ki napajajo vtičnice ali prenosne ročne aparate I. razreda, ki se med uporabo premikajo.

Najdaljši dovoljeni odklopni časi (s)	Najvišja pričakovana napetost dotika U <sub>0</sub> (V) (efektivna napetost izmenične napetosti)
∞	< 50
5	50
0,8	120
0,4	230
0,4	277
0,2	400
0,1	nad 400, Ex prostor

Za tokokroge z vtičnicami do 32A, na katere se lahko priključijo prenosni aparati, je maksimalni dovoljeni izklopni čas 400 ms.

Za napajalne tokokroge je dovoljeni izklopni čas do 5 sekund.



TABELA PORABNIKOV		TČ1	TČ2
Dovod:		NN-R4	NN-R4
Celotna instalirana moč:	Pi(kW)	155,00 kW	136,50 kW
Moč lastne rabe (LR):	kW	155,00 kW	136,50 kW
Faktor istočasnosti LR:	fi	1	1
Izkoristek motorjev LR:	eta	1	1
Faktor obremenitve LR:	fo	1	1
Faktor prekrivanja napajanih:	fp		
Konična moč (napajani+LR):	Pk(kW)	155,00 kW	136,50 kW
Faktor moči:	cos fi	0,8	0,8
Konični tok:	Ik (A)	279,7 A	246,3 A
Napetost tokokroga (230/400):	U (V)	400 V	400 V
Dolžina kabla:	L (m)	45 m	50 m
Velikost izklopne naprave:	In (A)	315 A	280 A
Zaščitni element:		NV-gG	NV-gG
Faktor zaščitne naprave:	k	1,6	1,6
Faktor temperature (okolica/zemlja):	fT	1,00	1,00
Faktor skupine:	fS	1,00	1,00
Št. obremenjenih vodnikov, Cu/Al:		3 Cu	3 Cu
Način polaganja, izolacija:		B2 PVC	B2 PVC
Trajno zdržni tok:	Iz (A)	358,00 A	358,00 A
		2 x 4x95	2 x 4x95
Kabel:		Cu	Cu
k x In (A)		504,0 A	448,0 A
1,45 x Iz (A)		519,1 A	519,1 A
Ik<=In<=Iz k x In <= 1,45 x Iz		USTREZA	USTREZA
Upornost tokokroga:	R(ohm)	0,010	0,011
	x(ohm)	0,004	0,004
Celotna upornost KS zanke:	Rs(ohm)	0,015	0,016
	xs(ohm)	0,011	0,012
Celotna impedanca KS zanke:	Zs(ohm)	0,019	0,020
		12459,89	11762,99
Kratkostični tok:	Iks(A)	A	A
Izklopni čas:	ti(A)	5 s	5 s
Odklopni tok naprave:	Ia(A)	1798,0 A	1610,0 A
Zs x Ia < Uo		USTREZA	USTREZA
Padec napetosti do priključka:	u%	0,39 %	0,39 %
Padec napetosti tokokroga:	u%	0,53 %	0,52 %
Skupni padec napetosti:	u%	0,92 %	0,91 %
Odklopni čas naprave:	t(s)	<0.1	0,0 s
Maks. čas segrevanja vodnika pri KS:	t(s)	3,1 s	3,5 s