



**MATIČNA SEKCIJA ELEKTRO INŽENIRJEV**



# **PRIROČNIK ZA CNS-SISTEME**

**(Verzija 1)**

**MATIČNA SEKCIJA ELEKTRO INŽENIRJEV**

# **PRIROČNIK ZA CNS-SISTEME**

**(Verzija 1)**

**Pripravil:**

mag. Borut Glavnik, univ. dipl. inž. el.

**Pregledal:**

Dušan Mrak, univ. dipl. inž. el.

**Potrdil:**

Upravni odbor Matične sekcije elektro inženirjev

**Oblikovanje:**

Mirjam Pezdirc

**Izdala:**

Inženirska zbornica Slovenije

Jarška cesta 10 b, Ljubljana

**Oblika izdaje:**

elektronska verzija, dostopno na [www.izs.si](http://www.izs.si)

Ljubljana, junij 2020



# Namen priročnika

Priročnik je namenjen projektantom in izvajalcem kot pripomoček pri izbiri in kreiranju sistemov centralnega nadzora (CNS). Dober sistem se začne že pri določanju osnovnih parametrov sistema. Projektant CNS-sistema mora od samega začetka sodelovati s projektanti električnih in strojnih inštalacij. Pri tem ni vseeno, ali so izbrani gradniki CNS-sistema analogni ali digitalni.

Za omenjeno področje se uporabljata še druga naziva: sistem za upravljanje stavb (BMS – Building Management System) in sistem za avtomatizacijo zgradb (BAS – Building Automation System). Dejansko je poimenovanje CNS (centralni nadzorni sistem) nekoliko širše, saj obsega vse sisteme upravljanja, in ne zgolj sistema upravljanja stavbe.

Centralni sistem nadzora oz. upravljanja je računalniški sistem krmiljenja, ki nadzoruje in upravlja strojno in električno opremo (prezračevanje, razsvetljava, elektroenergetski sistemi, požarni sistemi, varnostni sistemi ...). Sestavljen je iz programske in strojne opreme.

Sistemi za upravljanje stavb se najpogosteje vgrajujejo pri velikih projektih z obsežnimi mehanskimi, HVAC in električnimi sistemi.

Poleg nadziranja notranjega okolja stavbe so sistemi CNS lahko povezani z nadzorom gibanja in drugimi varnostnimi sistemi, sistemi protipožarne zaščite, dvigali.

Seveda ne smemo pozabiti na rešitve nadzora v industrijskem okolju in na inženirskih objektih.

Kljub visoki stopnji upravljanja z mikroprocesorskimi sistemi je pri delikatnih delih postrojev priporočljivo predvideti možnost ročnega posredovanja, saj se tudi pri najboljših mikroprocesorskih krmilnikih dogajajo okvare. Pogosto se namreč pozablja, da mora objekt funkcionirati tudi ob morebitnih okvarah posameznih gradnikov sistema.

In še eno pomembno dejstvo: CNS-sistem je lahko ključna postavka v upravljanju stavbe, posebej pri upravljanju porabe energije. Analize so pokazale, da napačno konfigurirani in programirani sistemi porabijo tudi do 20 % več energije.

Tehnologija avtomatizacije procesov se spreminja, zato naj bodo podatki iz priročnika samo vodilo pri trenutnem stanju tehnike.

Predsednik Matične sekcije elektro inženirjev  
mag. Vinko Volčanjk, univ. dipl. inž. el.

### **Opozorilo:**

Podani priročnik je namenjen zgolj kot pomoč pri projektiranju CNS-sistemov in njihovih sestavnih elementov. Spekter sistemov je širok in projektant bo glede na velikost objekta in zahtevnost postrojev izbral optimalno varianto med tehnično izvedbo in ekonomsko platjo sistema.

Za morebitno neustrezno ali nepravilno uporabo ali tolmačenje izdajatelj priročnika in sodelavci pri pripravi priročnika ne odgovarjajo.

# Kazalo vsebine

<b>1 UVOD</b> .....	<b>7</b>
1.1 Glavne značilnosti energetskega monitoringa .....	7
1.2 Upravljanje s pomočjo CNS .....	8
<b>2 UPORABLJENI STANDARDI</b> .....	<b>9</b>
<b>3 NAMEN CNS</b> .....	<b>10</b>
3.1 Prednosti sistema CNS.....	10
3.2 Prenos informacij na sistem CNS .....	10
3.3 Pričakovanja v zvezi s sistemom CNS.....	11
3.4 Lokacije sistema CNS .....	11
3.5 Prikaz koncepta sistema CNS .....	11
<b>4 VSEBINA IN SESTAVA CNS</b> .....	<b>13</b>
4.1 Senzorji (analogni).....	13
4.2 Tipala (digitalna) .....	17
4.3 Elektromotorni pogoni.....	18
4.3.1 Elektromotorni pogoni (analogni).....	18
4.3.2 Elektromotorni pogoni (ON/OFF) .....	19
4.4 Frekvenčni krmilniki .....	19
4.5 Mikroprocesorski krmilniki .....	20
4.5.1 Programi na mikroprocesorskih krmilnikih .....	20
4.5.2 Napajanje mikroprocesorskih krmilnikov .....	21
4.5.3 Sestava mikroprocesorskih krmilnikov .....	22
4.5.4 I/O nadzorovane točke procesa (tehnološki, elektro, strojni ...) .....	25
4.5.5 Zajem podatkov iz procesa .....	28
4.5.6 Opis tipičnih sistemov v sklopu CNS.....	32
4.5.6.1 Toplotne postaje .....	32
4.5.6.2 Naprava za pretvorbo kristaliničnega vodnega kamena v amorfnu obliko .....	33
4.5.6.3 Mehanski predfilter .....	33
4.5.6.4 Odštevalni vodomer.....	33
4.5.6.5 Zaporni ventil z elektromotornim pogonom.....	33

4.5.6.6	Rezervoar hladne vode .....	33
4.5.6.7	Hidroforna postaja .....	34
4.5.6.8	Ultrafiltrirna naprava .....	34
4.5.6.9	Doziranje kemikalij .....	34
4.5.6.10	Ozonska naprava – generator O .....	34
4.5.6.11	Cirkulacijske črpalke .....	34
4.5.6.12	Akumulatorska priprava .....	34
4.5.6.13	Termična dezinfekcija .....	35
4.5.6.14	Protiblokirna zaščita črpalk .....	35
4.5.6.15	Temperaturni senzorji v etažnih vozliščih .....	35
4.5.6.16	Modularni termostatski obtočni ventil v etažnem vozlišču .....	35
4.5.6.17	Higienski splakovalniki v etažah.....	35
4.5.6.18	Zaporni ventil z elektromotornim pogonom v etažnem vozlišču .....	36
4.5.6.19	Klimatske naprave .....	36
4.5.6.20	Tehnološki procesi .....	36
4.5.6.21	Elektro naprave.....	37
4.6	Nadzorni računalnik .....	38
4.6.1	Programska oprema SCADA za CNS .....	39
4.6.2	Nameščanje SCADA na nadzornem računalniku .....	40
4.6.3	Uporaba sistema CNS.....	42
4.6.4	Prikazi na ekranskih slikah .....	43
4.6.5	Alarmi.....	49
4.6.6	Prikazi trendov .....	50
4.6.7	Izpisovanje poročil .....	50
4.6.8	Nastavljanje zelenih vrednosti (setpointi) .....	51
4.6.9	Zagon naprav po urniku (opcija).....	51
4.6.10	Gonilniki (driverji).....	52
4.6.11	Vmesniki (interfacei).....	52
4.7	Komunikacijski kabli .....	53
<b>5</b>	<b>OBRATOVANJE NAPRAV.....</b>	<b>54</b>
5.1	Ročni režim .....	54
5.2	Samodejni (avtomatski) režim prek nadzornega računalnika .....	55
5.2.1	Signalizacija .....	55
5.2.2	Regulacije .....	55
5.2.3	Okvare in kvitiranje .....	55
5.2.4	Izklopi zaradi okvar in nenormalnih stanj.....	55
<b>6</b>	<b>»PAMETNE INŠTALACIJE«.....</b>	<b>57</b>
6.1	Osnovne funkcije modulov za konvektorje .....	57
6.2	Tehnični podatki modulov za konvektorje.....	58
<b>7</b>	<b>VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>60</b>

# 1. UVOD

V večjih objektih, z več etažami, z večjim številom strojnih naprav, z množico svetilk po hodnikih in pisarnah, s številnimi konvektorji, senčili na oknih ..., je smiselno uporabiti CNS (centralni nadzorni sistem). V Sloveniji se je ta izraz prijel in se ga uporablja praktično v vseh dokumentacijah. Tak sistem z enega mesta nadzira in vodi vse naprave in postroje v objektu. CNS zajema tehnično upravljanje objekta.

Lahko pa se podatki iz tehničnega nadzornega sistema prenašajo v sisteme, kjer se obdelujejo podatki za finančno ovrednotenje (na primer: število obratovalnih ur posameznih klimatov, ventilatorjev, hladilnih strojev, razsvetljave ...). Podatki se lahko vnesejo v aplikacijo za energetske monitoring objekta.

## 1.1 Glavne značilnosti energetskega monitoringa:

- njegova vpeljava omogoča neposredne finančne prihranke na področju energije
- energetske knjigovodstvo
- samodejni ali ročni vnos podatkov o porabi in strošku energije
- napredni matematični model za obdelavo podatkov, ki omogoča napredne izračune kazalnikov učinkovitosti, vključujoč podatke o proizvodnji, virtualne meritve ipd.
- omogočena sta vnos vplivnih faktorjev (kot npr. št. zaposlenih, kvadrature ipd.) in izračun uravnoteženih kazalnikov učinkovitosti
- prikaz skupne porabe in stroška energije za podjetje (razčlenjeno na energente ali zgradbe) za poljubno izbrano časovno obdobje v mesečni, dnevni ali urni ločljivosti
- primerjava zgradb glede na glavne kazalnike energetske učinkovitosti; vplivni faktor zunanje temperature je lahko izvzet z izračunom stopinjskih dni
- primerjava več podatkov med sabo v istem obdobju ali primerjava enega podatka v več različnih časovnih obdobjih; izbrane podatke je mogoče preprosto izvoziti v vse standardne oblike
- analiza porabe energije znotraj in zunaj obratovalnega časa enote (orodje pride najbolj do izraza pri samodejnem zajemu meritev)
- primerjava zunanjih temperatur med leti, meseci, dnevi omogoča analizo vremena in olajša napovedovanje porabe
- analitsko orodje omogoča primerjavo porabe ali stroška energije glede na vplivne dejavnike z analizo trenda; mogoča je tudi postavitve cilja – ciljno spremljanje rabe energije; sprotno spremljanje doseganja ciljev se izvaja z diagramom CuSum
- sistem lahko vsebuje pripravljena poročila (mesečno poročilo po poslovnih enotah in/ali energentih, poročilo o emisijah toplogrednih plinov, poročilo o stanju števec/merilnikov) in možnost kreiranja poljubnih preprostih poročil iz katerihkoli podatkov v sistemu

Prednost sistema CNS je avtonomno obratovanje, potem ko so nastavljeni vsi parametri naprav. Kasnejši posegi v sistem so lahko ročni ali prek urnika, integriranega v nadzornem računalniku. Praviloma je nadzorni računalnik v prostoru vzdrževalne službe, pri receptorju ali v prostoru, kjer je varnostna služba objekta.

Posluževanje CNS na nadzornem računalniku je lahko lokalno ali daljinsko, prek programskih aplikacij za daljinsko vodenje. Na nadzornem računalniku so lahko tudi aplikacije za pošiljanje SMS-sporočil na mobilne telefone vzdrževalcev v primeru alarma.

## 1.2 Upravljanje s pomočjo CNS

V objektu s pomočjo CNS nadziramo in upravljamo:

- razsvetljavo
- kontrolo elektro omar (multimetri, izpadi napajanja ...)
- kontrolo pristopa (pri večjih in zahtevnih sistemih je lahko ločena od ostalega)
- video nadzor (pri večjih in zahtevnih sistemih je lahko ločen od ostalega)
- protipožarne centrale
- CO-centrale
- protivlomno zaščito (pri večjih in zahtevnih sistemih je lahko ločena od ostalega)
- delovanje dvigal
- upravljanje senčil, v povezavi z vremenskimi postajami
- sprinklerske sisteme
- konvektorje v prostorih
- nadzor nad stanjem požarnih loput
- transformatorske postaje
- DG-postaje (dizelske generatorje)
- UPS-naprave
- toplotne postaje
- hladilne postaje
- klimatske naprave
- prezračevanje
- hidroforne postaje
- kompresorske postaje
- tehnološke postroje
- toplotne črpalke
- črpalke za vrtinsko vodo in nivoje talne vode v vrtinah



## 2. UPORABLJENI STANDARDI

Pri projektiranju CNS se upoštevajo standardi EN15232, EN14908-1, EN14908-2, EN14908-3, EN14908-4 in EN14908-5.

Standard EN15232 je namenjen postavljanju pravil in metod za ugotavljanje vplivov sistemov za nadzor zgradbe (BACS – Building Automation and Control Systems) in sistemov za upravljanje zgradb (TBM – Technical Building Management) za energetske učinkovitost in porabo energije v zgradbah.

Standard predstavlja metode za preverjanje energetske učinkovitosti posameznih elementov, ki nastopajo v objektih, nadzorovanih s CNS. Pri tem se preverjajo posamezni gradniki sistema in posledično njihov vpliv na energetske učinkovitost objekta. Standard predpisuje:

- metode določanja minimalnih zahtev za vodenje, nadzor in tehnično obratovanje v objektih
- detajlne metode za ugotavljanje vplivov teh zahtev na objekt; omogočajo računske operacije in način preverjanja navezav na druge standarde
- metode za pregled funkcij na objektu
- nabor krmiljenj, nadzora in obratovanja objekta, ki vplivajo na energetske učinkovitost

Standard EN14908-1 opisuje protokol, načine komunikacij in posamezne segmente (layerje) standardnega modela ISO/OSI.

Standarda ISO 16484-5 in EN 13321-1 sta veljavna za komunikacijska protokola BACnet/IP in BACnet MS/TP. Za M-Bus velja standard EN 1434-3, za LonWorks pa ISO 14908.

Standard EN14908-2,3,4 opisujejo ožičenje za različne fizične nivoje. Standard EN14908-2 je standard ožičenj mreže z vpletenimi pari (UTP-kablom). Standard EN14908-4 je standardiziran za prenos podatkov prek TCP/IP-strukturiranega ožičenja. Standard EN14908-5 standardizira obliko podatkov in vsebino za prenos.

Pri uporabi RTD-senzorjev Pt100, Pt1000 ... so na voljo standardi IEC60751:2008, DIN EN60751, DIN 43760 in IEC751, ki določajo razrede točnosti in tolerance meritev.

Kadar se pri meritvah različnih veličin vključijo merilni pretvorniki na nivo: 4–20 mA, 0–10 V= ..., preverimo njihove karakteristike s standardom DIN EN175301-803A, EMC pa po EN61326-1, 2013.

Mikroprocesorski krmilniki so podvrženi standardom SIST EN ISO 60204-1, SIST EN 12100:2011, SIST EN 13849-1, EN 60730-1, EN 60730-2-9, UL60730 in UL916.

Za frekvenčne krmilnike veljajo standardi za EMC: EN 50081-1/2, EN 50082-2, EN 61800-3, EN 55011, EN 55014, EN 61000-6-3, SIST EN 61000-6-4 in IEC 1800-3.

# 3. NAMEN CNS

CNS je namenjen centralnemu nadzoru, vodenju in registriranju dogajanj na napravah, ki so vezane na nadzorni računalnik. Podatke dobiva od mikroprocesorskih postaj, lociranih blizu nadzorovanih naprav.

Mikroprocesorske postaje so povezane v mrežo in med seboj komunicirajo prek vmesnikov (interfaceov). Mreža mikroprocesorskih postaj se navezuje na nadzorni računalnik prek vmesnikov npr. za mrežo ETHERNET in prek vmesnikov RS485/LON/ModBus/BACnet. Število posameznih modulov je odvisno od karakterja podatkov iz procesa.

## 3.1 Prednosti sistema CNS

CNS-sistem povezuje dislocirane mikroprocesorske postaje v enovit sistem. Prednosti takega sistema so:

- vsi sklopi na objektu uporabljajo isti komunikacijski protokol in ni težav pri vzpostavljanju komunikacij med različnimi nivoji (periferni, krmilni in nadzorni nivo)
- elementi celotnega sistema so kompatibilni in med seboj zamenljivi
- sistem je na vseh nivojih preprosto obvladljiv in logičen
- majhno število rezervnih delov in nizki stroški vzdrževanja

## 3.2 Prenos informacij na sistem CNS

Pri posameznih napravah so na CNS vodene naslednje informacije:

- signalizacija vklopa/izklopa naprav
- komande za vklop/izklop naprav
- alarmna stanja
- izpadi posameznih delov naprave, alarmi
- prekoračitve mejnih vrednosti meritev
- prekoračitev vrednosti (protizmrzovalni termostati, tlačna stikala ...)
- zamašenost filtrov
- signalizacija delovanja motorjev
- stanje in regulacija elektromotornih pogonov, loput, žaluzij, frekvenčnih krmilnikov
- meritve temperatur, vlage, tlakov, pretokov, toplotne energije

### 3.3 Pričakovanja v zvezi s sistemom CNS

Od sistema CNS se pričakuje:

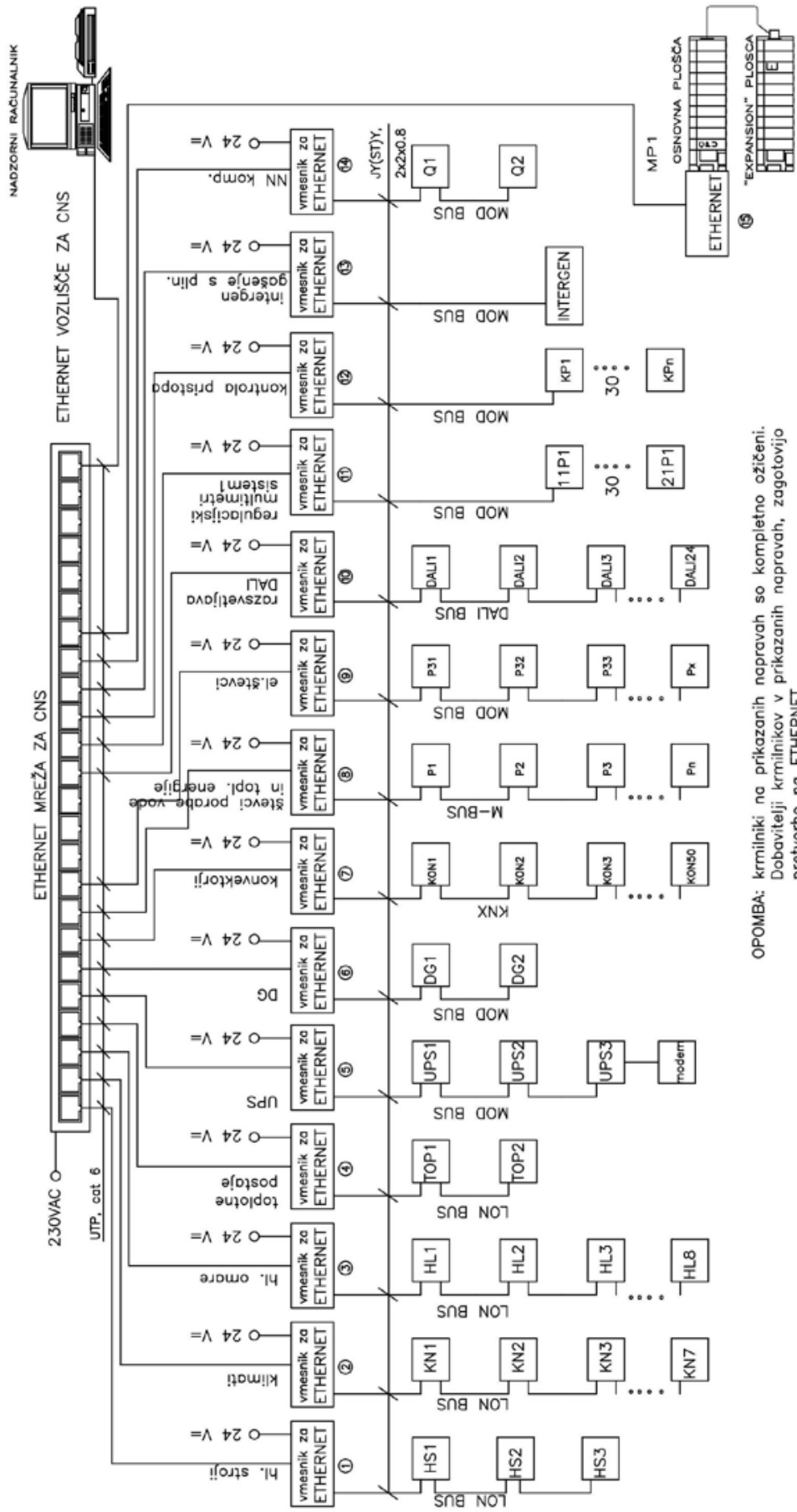
- merjenje porabe energije in stalno prikazovanje parametrov na računalniku ter shranjevanje zgodovine dogodkov in porabe energije
- hitro odkrivanje napak (okvara črpalk, ventilov ...)
- obratovalna (operativna) varnost in zanesljivost
- preprostejše in cenejše upravljanje, servisiranje in vzdrževanje objekta
- arhiviranje podatkov o sistemu, poročila, možnost dostopa skoraj od vsepovsod (intranet, internet, daljinsko upravljanje, prenos sporočil in alarmov na GSM-telefone ...), neomejene možnosti pri kasnejših širitvah in nadgradnjah
- racionalna izraba električne energije
- statistična obdelava pridobljenih podatkov

### 3.4 Lokacije sistema CNS

Nadzorni računalnik je lociran v posebni sobi s primernimi pogoji za operaterja, ki spremlja in vodi procese, priključene na računalnik. Nadzorni računalnik obratuje 24 ur na dan. Postaje z mikroprocesorji so razporejene po objektu, čim bliže nadzorovanim postrojem.

### 3.5 Prikaz koncepta sistema CNS

Na risbi 1 je prikazan kompleksen sodoben sistem CNS.



OPOMBA: krmilniki na prikazanih napravah so kompletno ožičeni.  
 Dobavitelji krmilnikov v prikazanih napravah, zagotavljajo pretvorbo na ETHERNET.

Risba 1

# 4. VSEBINA IN SESTAVA CNS

V priročniku je predstavljen sistem CNS za obsežnejši sistem z nadzornim računalnikom in SCADO. CNS je sestavljen iz:

- perifernih elementov na napravah (senzorji, tipala, frekvenčni krmilniki, elektromotorni pogoni ventilov, žaluzij, svetlobni senzorji ...)
- mikroprocesorskih krmilnikov, ki neposredno vodijo procese in so prosto programabilni
- nadzornega računalnika
- komunikacijskih kablov za povezavo senzorjev, tipal, elektromotornih pogonov, mikroprocesorskih krmilnikov, oddaljenih krmilnikov, nadzornih računalnikov, LCD-prikazovalnikov
- rezervnega napajanja z DG-kompletom (dizelski generator), lokalnimi UPS-i, akumulatorji

## 4.1 Senzorji (analogni)

Senzorji so sestavni del perifernih elementov, ki analogno merijo parametre in jih prenašajo na mikroprocesorske krmilnike. Meritev vsake merjene veličine se zajame samo enkrat, nato pa je podatek arhiviran in je programsko na voljo za prikaz meritev, izvajanje regulacij in indikacijo alarmnih stanj. Senzorji merijo:

- temperature:
  - v prostoru, v klimatskih kanalih, rekuperatorjih, zunanjo temperaturo (pri klimatskih napravah)
  - v prostoru, v ceveh, razdelilnikih, bojlerjih, zunanjo temperaturo (pri toplotnih postajah)
  - v prostoru pri konvektorjih
  - v tehnoloških postrojih
- tlake:
  - v klimatskih kanalih, rekuperatorjih (pri klimatskih napravah)
  - v ceveh, razdelilnikih (pri toplotnih postajah)
  - pri kompresorjih, sprinklerskem sistemu
  - v tehnoloških postrojih
- pretoke:
  - zraka v klimatskih kanalih
  - v ceveh pri toplotnih postajah
  - v tehnoloških postrojih

- vlago:  
v prostoru, v klimatskih kanalih (pri klimatskih napravah)  
v tehnoloških postrojih
- kakovost zraka:  
v prostoru, v klimatskih kanalih (pri klimatskih napravah)  
v tehnoloških postrojih
- nivoje:  
v tehnoloških postrojih
- svetlobo prostora oziroma zunanosti za regulacijo osvetljenosti

Senzorji prenašajo merjene vrednosti na mikroprocesorski krmilnik. Način povezave na krmilnik je lahko:

- Tokovni, z izhodom 4–20 mA ali 0–20 mA. Napajalna napetost senzorja je 24 V=. Tipala so RTD-elementi, na primer Pt1000, pretvorba pa se izvaja z merilnimi pretvorniki. Ta način je pogosto uporabljen, saj omogoča hitro diagnozo vzroka prekinitve komunikacije. Ko tok pade pod 4 mA, je to zanesljiv znak prekinitve kabla. Senzorji se povežejo na mikroprocesorski krmilnik, ki ima ustrezne analogne vhode (AI). Nelinearnost meritve je 0,5 % BFASL. Zaradi narave meritev imajo senzorji navadno stopnjo zaščite IP65.
- Napetostni, z izhodom 0–10 V=. Senzorji se povežejo na mikroprocesorski krmilnik, ki ima ustrezne analogne vhode (AI). Pri tem se na tipala doda merilni pretvornik z izhodom 0–10 V=.
- Uporovni, RTD-elementi so na primer Pt100, Pt1001/3DIN, Pt1000, Pt10001/3DIN, Ni1000, Ni1000TK5000, LM235Z, NTC5k, NTC10k, NTC20k, NTCPerson, NTCKTY81-210, NTC1.8 k $\Omega$ , DS18320 ... Upornost senzorja Pt100 znaša pri 0 °C 100  $\Omega$ . Po kakovosti se RTD-senzorji delijo na štiri razrede:

razred B, kjer je:	temperaturna upornost $\pm 0,12 \Omega$	$\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$
razred A	temperaturna upornost $\pm 0,06 \Omega$	$\pm 0,15 \text{ }^\circ\text{C}$
razred 1/3DIN	temperaturna upornost $\pm 0,04 \Omega$	$\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$
razred 1/10DIN	temperaturna upornost $\pm 0,012 \Omega$	$\pm 0,03 \text{ }^\circ\text{C}$

V naslednji tabeli so podane temperaturne tolerance senzorjev po IEC 60751:2008:

Temperatura (°C)	Razred B (°C)	Razred A (°C)	1/3DIN (°C)	1/10DIN (°C)
-200	+/- 1,30	+/- 0,55	+/- 0,39	+/- 0,38
-150	+/- 1,05	+/- 0,45	+/- 0,23	+/- 0,21
-100	+/- 0,8	+/- 0,35	+/- 0,15	+/- 0,12
-90	+/- 0,75	+/- 0,33	+/- 0,14	+/- 0,10
-80	+/- 0,7	+/- 0,31	+/- 0,13	+/- 0,09
-70	+/- 0,65	+/- 0,29	+/- 0,12	+/- 0,08
-60	+/- 0,6	+/- 0,27	+/- 0,11	+/- 0,07
-50	+/- 0,55	+/- 0,25	+/- 0,10	+/- 0,06
-40	+/- 0,5	+/- 0,23	+/- 0,10	+/- 0,06
-30	+/- 0,45	+/- 0,21	+/- 0,09	+/- 0,05
-20	+/- 0,4	+/- 0,19	+/- 0,09	+/- 0,04
-10	+/- 0,37	+/- 0,19	+/- 0,09	+/- 0,03
0	+/- 0,3	+/- 0,15	+/- 0,08	+/- 0,03
10	+/- 0,35	+/- 0,17	+/- 0,09	+/- 0,04
20	+/- 0,4	+/- 0,19	+/- 0,10	+/- 0,05
30	+/- 0,45	+/- 0,21	+/- 0,11	+/- 0,06
40	+/- 0,5	+/- 0,23	+/- 0,12	+/- 0,07
50	+/- 0,55	+/- 0,25	+/- 0,13	+/- 0,08
60	+/- 0,6	+/- 0,27	+/- 0,14	+/- 0,09
70	+/- 0,65	+/- 0,29	+/- 0,16	+/- 0,10
80	+/- 0,7	+/- 0,31	+/- 0,17	+/- 0,11
90	+/- 0,75	+/- 0,33	+/- 0,18	+/- 0,12
100	+/- 0,8	+/- 0,35	+/- 0,19	+/- 0,13
110	+/- 0,85	+/- 0,37	+/- 0,20	+/- 0,14
120	+/- 0,9	+/- 0,39	+/- 0,21	+/- 0,15
130	+/- 0,95	+/- 0,41	+/- 0,22	+/- 0,15
140	+/- 1,00	+/- 0,43	+/- 0,24	+/- 0,15
150	+/- 1,05	+/- 0,45	+/- 0,25	+/- 0,16
160	+/- 1,10	+/- 0,47	+/- 0,26	+/- 0,17
170	+/- 1,15	+/- 0,49	+/- 0,27	+/- 0,18
180	+/- 1,20	+/- 0,51	+/- 0,29	+/- 0,19
190	+/- 1,25	+/- 0,53	+/- 0,30	+/- 0,21
200	+/- 1,30	+/- 0,55	+/- 0,31	+/- 0,22

Za kratke razdalje se uporablja dvožilna povezava. Pri večjih razdaljah se senzor poveže s krmilnikom s trižilnim kablom. Taka vezava z uporabo Wheatstonovega mostiča omogoča kompenzacijo upornosti kabla. Štirižilna povezava pa eliminira neželene padce napetosti v merilnem krogu.

Tehnološki postroji uporabljajo še senzorje z osnovnim zajemom parametrov. Ti so lahko :

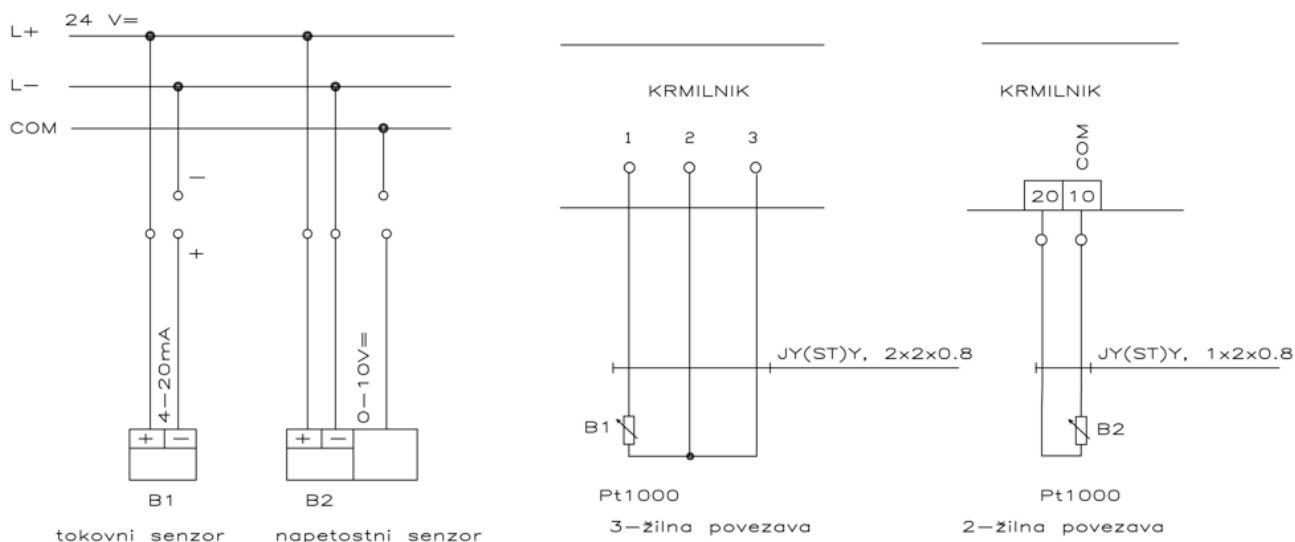
- kapacitivni
- induktivni
- radarski

Za merjenje električnih veličin se uporabljajo merilni pretvorniki toka J, moči P, jalove moči Q, frekvence  $f$ ,  $\cos \varphi$ , s pretvorbo na 4–20 mA.

V tehnoloških postrojih se pogosto pojavijo EX-cone. Tam se ne morejo uporabiti navadni senzorji. Povezava od merjenega sredstva do mikroprocesorskega krmilnika poteka prek ustreznih EX-barrier, s čimer se prepreči nevarnost eksplozije. Kabli za senzorje se ločijo od navadnih po modri barvi plašča.

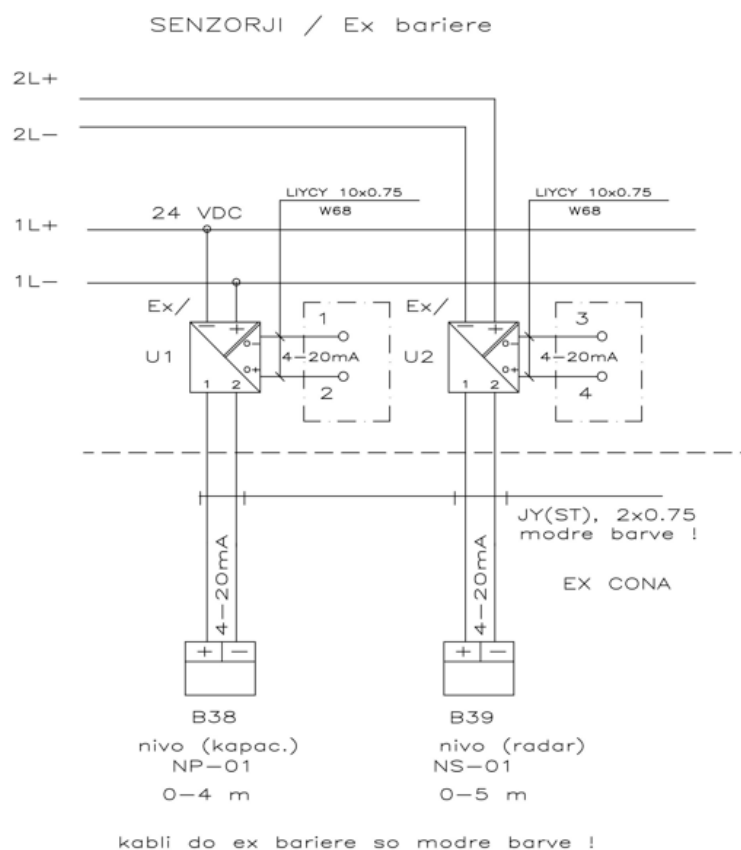
Način povezave normalnih senzorjev na krmilnik je prikazan na risbi 2, za senzorje v EX-coni pa na risbi 3.

#### VEZAVA SENZORJEV



Risba 2





Risba 3

## 4.2 Tipala (digitalna)

Tipala ne merijo veličin analogno, ampak reagirajo ob določeni vrednosti in izvedejo preklap. Lokalno je to stanje ON/OFF, na nivoju mikroprocesorskega krmilnika pa sta to vrednosti 1 ali 0. Ob doseženi vrednosti se izvede določena sprememba v procesu. Tipala se uporabljajo pri vodenju:

- temperatur:
  - termostati v prostoru, v klimatskih kanalih, rekuperatorjih (pri klimatskih napravah)
  - protizmrazovalni termostati v klimatskih napravah za zaščito, ko temperatura na dovodu pade pod 5 °C
  - termostati v prostoru, v ceveh, razdelilnikih, bojlerjih (pri toplotnih postajah)
  - termostati v prostoru pri konvektorjih
  - termostati v tehnoloških postrojih
- tlakov:
  - presostati v klimatskih kanalih, rekuperatorjih (pri klimatskih napravah)
  - presostati v ceveh, razdelilnikih (pri toplotnih postajah)
  - presostati pri hidrofornih postajah
  - presostati pri kompresorjih, sprinklerskem sistemu
  - presostati v tehnoloških postrojih

- pretokov:  
pretočno stikalo za zrak v klimatskih kanalih  
pretočno stikalo v ceveh pri toplotnih postajah  
pretočno stikalo v tehnoloških postrojih
- vlage:  
higrostati v prostoru, v klimatskih kanalih (pri klimatskih napravah)  
higrostati v tehnoloških postrojih
- kakovosti zraka:  
stikalo za kakovost zraka v prostoru, v klimatskih kanalih (pri klimatskih napravah)  
stikalo za kakovost zraka v tehnoloških postrojih
- nivoja:  
stikalo nivoja v tehnoloških postrojih

### 4.3 ELEKTROMOTORNI POGONI

S temi elementi se izvedejo komande iz mikroprocesorskega krmilnika, iz nadzornega računalnika ali preprosto lokalno s stikalom, tipko ... Izvedbe so lahko kot izhod iz PID (proporcionalno-integralno-diferencialni) regulatorja v krmilniku. S svojo akcijo vplivajo na vodeni proces (strojne naprave, elektro naprave, tehnološki proces). Glede na vrsto izvedbe ukazov so elektromotorni pogoni analogni ali digitalni (ON/OFF).

#### 4.3.1 Elektromotorni pogoni (analogni)

Izvajajo komande, ki pridejo v mikroprocesorskem krmilniku iz PID (proporcionalno-integralno-diferencialni) regulatorjev. Pri analognih elektromotornih pogonih se ti regulirajo zvezno. Normalna krmilna napetost iz mikroprocesorskega krmilnika je 0–10 V<sub>±</sub>, lahko pa je tudi 0–20 mA.

Napajalna napetost elektromotornega pogona je 230 V, 50 Hz ali 24 V, 50 Hz ali 24 V<sub>±</sub>.

Elektromotorni pogoni se namestijo na:

- ventil za gretje klimatske naprave
- ventil za hlajenje klimatske naprave
- dovodne, odvodne žaluzije, obvodne žaluzije, žaluzije rekuperatorja pri klimatski napravi
- ventil za regulacijo vlage v klimatskem kanalu oz. v prostoru
- ventil za hladno vodo pri hladilnem stroju
- ventile za gretje in hlajenje v konvektorjih
- ventile za gretje in hlajenje v toplotnih postajah
- ventile za različne vrste tehnoloških procesov

### 4.3.2 Elektromotorni pogoni (ON/OFF)

Običajno se uporabljajo pri tripotnih ventilih. Ob vklopu elektromotornega pogona se spremeni smer pretoka snovi.

Pri tripotni regulaciji z elektromotornimi pogoni ON/OFF se na pogonu zamenja napajalna napetost. Na ta način se zamenja smer vrtenja elektromotorja. Tak način regulacije ni tako precizen kot pri analognih elektromotornih pogonih. Motor se vrti v eno smer, dokler merjena veličina ne doseže zelene vrednosti, seveda z določeno toleranco. Če zeleno vrednost z določeno toleranco preseže, se smer vrtenja motorja obrne.

Posebna vrsta elektromotornega pogona se uporablja pri požarnih loputih. Tam je zaradi absolutne varnosti ob pojavu požara pogonu dodana vzmet. Njena funkcija je forsirano delovanje pogona v smeri zapiranja požarne lopute ob izpadu oz. prekinitvi napajanja.

Napajalna in krmilna napetost elektromotornega pogona ON/OFF je 230 V, 50 Hz ali 24 V, 50 Hz ali 24 V=.

## 4.4 Frekvenčni krmilniki

Ti gradniki sistema CNS močno pripomorejo k točni regulaciji nadzorovanih veličin. Frekvenčni krmilniki na podlagi prejetih podatkov spreminjajo hitrost vrtenja motorjev. Na izhodu frekvenčnih krmilnikov se spreminja frekvenca. Pri asinhronskih motorjih vpliva sprememba frekvence na hitrost vrtenja motorja ventilatorja, ventilatorja klimatske naprave, črpalke, dvigala, motorja v tehnološkem procesu. Sprememba hitrosti pa seveda vpliva na spremembo temperature, pretoka, tlaka, nivoja, doziranja ...

Frekvenčni krmilniki so po svojem mrežnem napajanju enofazni (1 x 230 V, 50 Hz) ali trifazni (3 x 230/400 V, 50 Hz). Moči frekvenčnih krmilnikov se gibljejo od 0,2 kW do nekaj 100 kW. Na spremembo frekvence na izhodu vplivamo s krmilno napetostjo 0–10 V=, krmilnim tokom 4–20 mA iz analognih izhodov (AO) mikroprocesorskega krmilnika. Lahko pa krmilno napetost 0–10 V= nastavimo tudi ročno, z nastavljalniki SGA-24, 0–10 V=.

Frekvenčni krmilniki lahko pošiljajo na mikroprocesorske krmilnike podatke o trenutni hitrosti motorja. Na analogni vhodni modul krmilnika (AI) so povezani napetostno (0–10 V=) ali tokovno (4–20 mA).

Frekvenčni krmilniki so lahko montirani v elektro omari ali pa so postavljeni ob samem motorju. Pogosto so že vgrajeni v motor. Kadar so frekvenčni krmilniki v elektro omari, moramo paziti na zadostno prezračevanje omare. Dobri frekvenčni krmilniki imajo vgrajene RSO-filte za kompenzacijo vpliva VHK (višjih harmonskih komponent toka oz. napetosti).

Frekvenčni krmilniki v omari morajo za povezavo z motorji uporabljati oklopljene kable, s katerimi se zmanjša vpliv indukcije VHK na okolico.

Kar zadeva EMC (elektromagnetna kompatibilnost), so za frekvenčne krmilnike določene kategorije:

- po SIST EN 61800-3: C1, C2, C3, C3 (I > 100 A), C4
- po SIST EN 55011: B, A (skupina 1), A (skupina 2), ni meja

Izkoristek frekvenčnih krmilnikov je približno 98 %. Za komunikacijo imajo na voljo protokole Ethernet, ModBus TCP, ModBus RTU, Profinet. Na mikroprocesorske krmilnike pa so vezani analogno z napetostjo 0–10 V= ali tokom 4–20 mA.

Na frekvenčnem krmilniku se nastavi zelena strmina zagona in zaviranja motorja.

## 4.5 MIKROPROCESORSKI KRMILNIKI

Proces se vodi s pomočjo mikroprocesorskih krmilnikov. Ti imajo vso logiko vpisano v ustreznem programu.

### 4.5.1 Programi na mikroprocesorskih krmilnikih

Na lokalnem nivoju v mikroprocesorskih postajah potekata nadzor in vodenje naprav s pomočjo naslednje programske opreme:

- osnovnega programskega orodja za mikroprocesorje za pisanje, preizkušanje, prenašanje in testiranje aplikativnega programa
- aplikativnega programa, ki je pisan za vsako napravo posebej ter se prilagaja lokalnim zahtevam in podanim algoritmom

Lokalni program po določenem protokolu prenaša informacije naprej na nadzorni računalnik oziroma dobiva nazaj instrukcije za izvajanje komand ali nastavljanje parametrov.

Proces je definiran z adresami vhodnih in izhodnih enot, elementi, priključenimi na vhode in izhode, ter aplikacijskim programom. Zaradi programske logike je proces izredno elastičen in prilagodljiv vsem zahtevam tehnologije.

Mikroprocesorski krmilnik lahko deluje samostojno, po navadi pa je nadgrajen z nadzornim računalnikom. Prek nadzornega računalnika se lahko celoten proces spremlja in vodi s pomočjo programskega paketa SCADA.

Srce sistema je mikroprocesor, ki je baterijsko napajan ter v katerem se v primeru izpada napajalne omrežne napetosti memorirajo program in vsi procesni podatki. Vgrajeni program omogoča komuniciranje z dislociranim nadzornim računalnikom, kjer se izvajata nadzor in vodenje procesa.

Uporabniški program je narejen na navadnem računalniku s pomočjo programskega paketa in nato prenesen na mikroprocesor prek komunikacijskega porta. Mikroprocesor vodi proces popolnoma samostojno po logiki naloženega uporabniškega programa.

Mikroprocesor ima predvidene komunikacijske porte. Hitrost prenosa informacij je nastavljiva. Vgrajena je tudi ura realnega časa za potrebe časovno odvisnih funkcij.

S posebnim kablom je mikroprocesor povezan z digitalnimi in analognimi I/O-enotami. Na zadnji I/O-enoti je kabelska povezava zaključena z zaključnim uporom.

Sistem ima lahko več nosilnih podnožij, na katera lahko montiramo I/O-module, lahko pa se moduli montirajo na DIN-letev. I/O-enote so digitalne in analogne. Napajalna enota omogoča napajanje procesorja in I/O-enot, ki so v sklopu enega podnožja. Vsi detajlni podatki so razvidni iz tehnične dokumentacije proizvajalca mikroprocesorske opreme.

#### **4.5.2 Napajanje mikroprocesorskih krmilnikov**

Zaradi povečane varnosti sistema se lahko mikroprocesorski del napaja iz UPS-a. Dovod je izveden s kablom NYY-J in ustrezno varovan pred prenapetostjo.

Mikroprocesorska postaja se napaja prek napajalnega modula NE. Ta je priključen na izmenično napetost 230 V, 50 Hz. Prek internega busa napaja s 5 V= posamezne module. Dovod do NE je ščiteno z varovalko 10 A, 230 V. Pri nekaterih mikroprocesorskih krmilnikih poteka napajanje sistema z napetostjo 24 VAC ali 24 V=.

Krmilni krogi, napajani z izmenično napetostjo, se napajajo vsi iz enega vira in iz ene faze, da na krmilnih elementih ne pride do medfaznih napetosti. Tokokrogi so varovani z ustrezno tokovno zaščito.

Stikala R/A (ročno/avtomatsko) preklaplajo napajalno napetost tudi h krmilnim elementom. Tako v avtomatskem režimu obratovanja kontaktorjev oz. pogonov ne moremo vključiti ročno, ker tam pač ni napetosti.

Sistem napajanja je TN-S, ki zagotavlja povečano varnost pred napetostjo dotika. Posebno pozornost je treba posvetiti pravilnim ozemljitvam sistema, ohišij naprav in oklopom kablov ter ize- načitvam potencialov. Oklopljeni kabli morajo biti ozemljeni samo na enem koncu.

Enosmerno napetost 24 V= dobimo iz usmernika 230 VAC/24 V=, 10 A. Razdelitev na posamezne vrste napajanja je izvedena s pomočjo varovalk, dimenzioniranih za enosmerno napetost. Na tem delu se loči enosmerna napetost za napajanje:

- vhodnih signalov
- krmilnih izhodnih signalov
- merilnih tokokrogov senzorjev
- tokokrogov analognih elektromotornih pogonov
- svetlobne in zvočne signalizacije

Paziti je treba, da se senzori napajajo vsi iz enega vira napetosti. Ta napetost mora biti stabilna in z minimalno valovitostjo, saj se nihanja napetosti direktno prenašajo na merilne rezultate.

Kadar merilni senzori ne dajejo podatkov, se najprej preveri, ali je vse v redu z napajanjem. Izvede se kontrola varovalk in povezav na senzore (polariteta napajanja).

#### 4.5.3 Sestava mikroprocesorskih krmilnikov

Upravljanje in regulacija posameznih naprav, strojnih postrojev in tehnoloških procesov potekata prek modularnih mikroprocesorskih postaj, sestavljenih iz:

- napajalnih modulov
- centralne procesne enote
- modulov za digitalne vhode
- modulov za digitalne izhode
- modulov za analogne vhode
- modulov za analogne izhode
- nosilnih plošč
- veznih elementov
- konstrukcijskih elementov
- podatkovnega vodila
- litijeve baterije
- hardverskih vmesnikov (interfaceov) RS232/RS485/LON/ModBus/BACnet/ETHERNET
- programskih orodij, s katerimi se lahko proces lokalno vodi in regulira; regulacija je pri napravah z električnimi parametri izvedena programsko, zato klasični regulatorji niso potrebni
- aplikativnega programa, ki vodi proces

#### Nosilna podnožja

Na nosilnem podnožju so montirani: napajalna enota, CPU, komunikacijski moduli (Ethernet, Mod-Bus, BACnet ...), I/O-modul, vezni kabli in zaključni upori.

Nosilna podnožja mikroprocesorskih krmilnikov so lahko:

- osnovno podnožje
- razširljivo (expanded) podnožje
- dislocirana (remote) podnožja.

Podnožja so med seboj povezana s tipskimi kabli. Na ustreznem mestu mora biti zaključni upor.

### **Napajalna enota**

Na nosilni plošči ima posebej določeno mesto. Osnovni podatki so na primer:

- moč 30 W
- napetost 230 VAC/24 VDC/5 VDC

### **Modul za digitalne vhode**

Adresa vsakega modula se določi programsko. Osnovni podatki modulov so na primer:

- napetost: 24 VDC, 24 VAC, 230 VAC
- št. vhodov: do 32
- izolacija: 1500 Vef
- vhodni tok: do 7 mA
- poraba vseh vhodov: 80 mA
- nap. nivo »ON«: 11,5–30 VDC
- nap. nivo »OFF«: 0–5 VDC
- tok v načinu »ON«: 3,2 mA
- tok v načinu »OFF«: 1,1 mA
- odzivni čas: 1 ms
- obratovalna temp.: 0–60 °C
- vlaga: 5–95 %

### **Modul za digitalne izhode**

- napetost: 24 VDC, 220 VAC
- št. izhodov: do 32
- izolacija: 1500 Vef med izhodom in logiko, 500 Vef med grupami
- izhodni tok: 2 A
- vklopni tok: 5 A
- poraba vseh izhodov: 135 mA
- odzivni čas: 15 ms
- obratovalna temp.: 0–60 °C
- vlaga: 5–95 %

**Moduli imajo lahko:**

- pozitivno logiko
- negativno logiko
- relejske izhode

**Modul za analogne vhode**

Adresa vsakega modula se določi programsko. Osnovni podatki modulov so na primer:

- vhodni signal: 0–20 mA, 4–20 mA, 0–10 V<sub>r</sub>, –10/10V<sub>r</sub>, Pt100, Pt1000 ...
- št. vhodov: do 6
- kalibracija: 4 µA/razdelek
- odčitek vseh vhodov: 2 ms
- resolucija: 5 µA (16-bitna)
- absolutna točnost: 0,1 % polne skale
- linearnost: < 1 (najmanj signifikantnega bita)
- Common Mode Rejection: > 70 db pri DC oz. 60 Hz
- Cross-Channel Rejection: > 80 db od DC do 1 KHz
- izolacija: 1500 V<sub>ef</sub>
- vhodna impedanca: 250 Ω
- odziv vhodnega filtra: 325 Hz
- poraba vseh vhodov: 100 mA
- obratovalna temp.: 0–60 °C
- vlaga: 5–95 %

**Modul za analogne izhode**

Adresa vsakega modula se določi programsko. Osnovni podatki modulov so na primer:

- izhodni signal: 0–20 mA, 4–20 mA, 0–10 V<sub>r</sub>, –10/10V<sub>r</sub>
- št. izhodov: do 8
- kalibracija: 2,5 µA/razdelek
- odčitek vseh vhodov: 5 ms
- zunanja napajalna nap.: 18–30 VDC
- resolucija: 2,5 µA (13-bitna)
- absolutna točnost: +/-5 mV pri 25 °C
- izolacija: 1500 V<sub>ef</sub>
- offset: 1 mV
- izhodni tok: 5 mA max
- izhodna kapacitivnost: 2000 pikoF
- poraba vseh vhodov: 120 mA
- obratovalna temp.: 0–60 °C
- vlaga: 5–95 %



Sistem je distribuiran in razširljiv. I/O-enote so lahko razširljive izvedbe, dislocirane in vodene le prek skupnega mikroprocesorja.

#### **4.5.4 I/O nadzorovane točke procesa (tehnološki, elektro, strojni ...)**

Za zajem podatkov iz elektro, strojnega oz. tehnološkega dela so pripravljene naslednji podatki:

- **Signalizacija**
  - signalizacija stanj, okvar
  - signalizacija alarmnih stanj

Signalizacija je urejena prek brezpotencialnih delovnih kontaktov (pomožni releji, končna stikala, pomožni kontakti stikal). Signali se vodijo na module za digitalne vhode (DI).

- **Komande (digitalne)**

Komande za izvršilne elemente pridejo iz modulov za digitalne izhode (DO). Izvršilni organi: kontaktorji, stikala, ON/OFF motorni pogoni ventilov, žaluzij itd., imajo možnost daljinskega in lokalnega vodenja. Lokalno (ročno) upravljanje se uporabi pri testiranju naprav in v primeru poškodbe mikroprocesorskega krmilnika. Napajalna napetost je 24 VAC oz. 230 VAC. Na risbi 4 je primer ON/OFF-pogona v EX-coni.

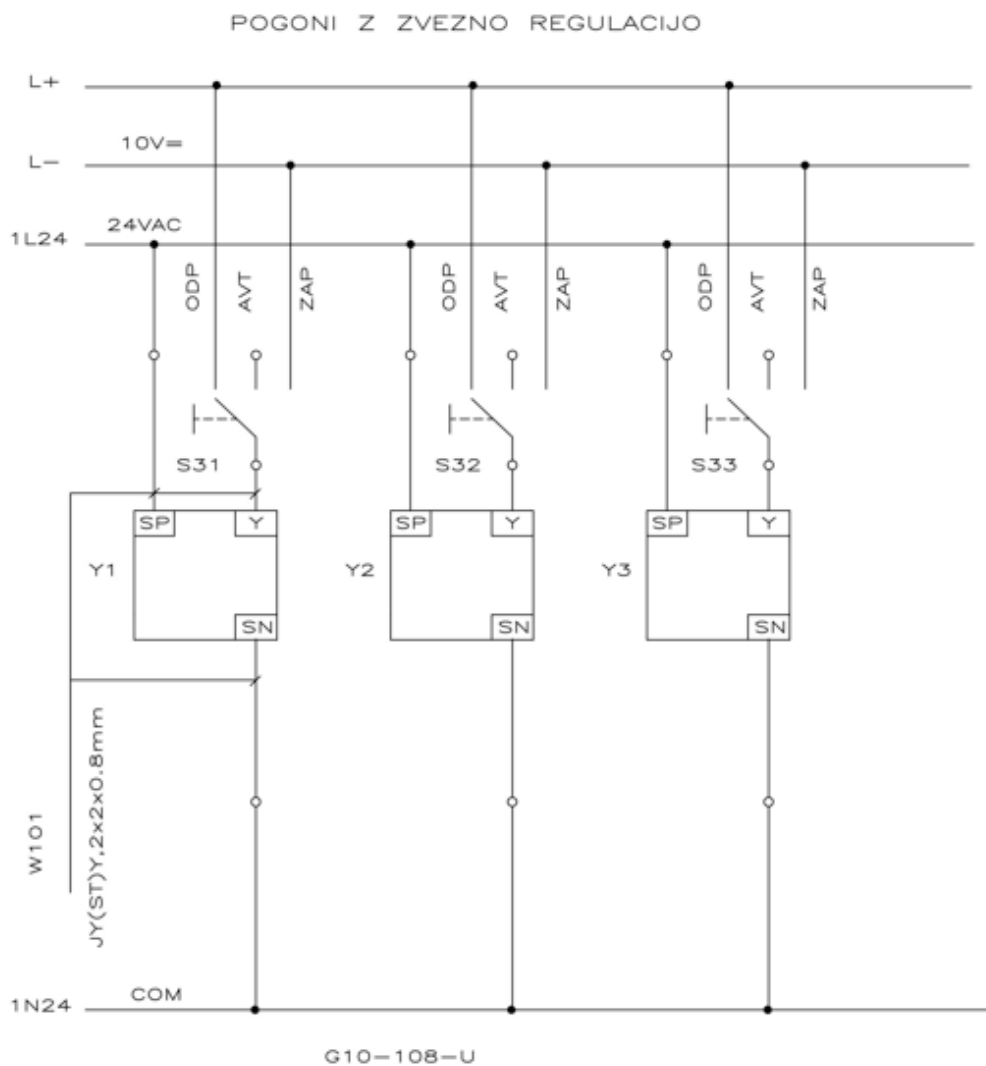


Paziti je treba, da se senzori napajajo vsi iz enega vira napetosti. Ta napetost mora biti stabilna in z minimalno valovitostjo, saj se nihanja napetosti direktno prenašajo na merilne rezultate. Skupna zemlja (COM) naj bo ločena od N-vodnika.

Kadar merilni senzori ne dajejo podatkov, se najprej preveri, ali je vse v redu z napajanjem. Izvede se kontrola varovalk in povezav na senzore (polariteta napajanja).

- **Komande (analogne)**

Kadar proces zahteva analogno vodenje izvršilnih elementov, pridejo podatki iz modulov za analogne izhode (AO). Analogni izvršilni organi: motorni pogoni ventilov, žaluzij, frekvenčnih krmilnikov itd., imajo možnost daljinskega in lokalnega vodenja. Lokalno (ročno) upravljanje se uporabi pri testiranju naprav in v primeru poškodbe mikroprocesorskega krmilnika. Napajalna napetost je 24 VAC oz. 230 VAC. Zvezno nastavljanje izvršilnih organov je izvedeno s krmilno napetostjo 0–10 V=. Na risbi 5 je prikazano krmiljenje analognega elektromotornega pogona.



Risba 5

Elektromotorni pogoni regulacijskih ventilov se krmilijo z analognimi izhodi iz krmilnikov. Najprimernejši signal je 0–10 V=. Regulacijski ventili se lahko nastavljajo ročno s pomočjo nastavljalnikov 0–10 V=, lahko pa se vodijo avtomatsko s pomočjo programskih PID-regulatorjev v mikroprocesorju.

Izhodi iz analognih modulov 0–10 V= so napajani iz internega napajanja prek busa, zato je treba paziti, da število analognih izhodnih modulov ne presega najvišjega dovoljenega. To število se izračuna iz seštevka porabe vseh modulov in elementov v sistemu enega busa.

- **Regulacijski krogi s PID-regulatorji**

V mikroprocesorskem krmilniku so inštalirani programski PID-regulatorji. Programskim PID-regulatorjem se lahko parametri nastavljajo prek nadzornega računalnika. Pred spuščanjem v pogon se s testnim programom PID posnamejo dinamične karakteristike posameznih elementov regulacijskih krogov, določijo parametri PID-regulatorjev ter posname potek prehodnega in stacionarnega stanja procesa.

Mikroprocesorske enote so med seboj povezane s komunikacijskim kablom UTP 4x2x24AWG, cat. 6, ali s kablom J-Y(St)Y 2 x 2 x 0,8 mm.

Sistem z mikroprocesorskimi krmilniki je zasnovan tako, da so omogočene kasnejše širitve sistema. Kadarkoli se lahko na obstoječi sistem priključijo tudi ostali deli tehnologije ali obrati, ki v tej fazi v CNS niso zajeti.

#### **4.5.5 Zajem podatkov iz procesa**

Zajem procesnih vrednosti poteka praviloma iz funkcionalnih shem in opisa strojnih naprav, shem tehnološkega procesa in shem elektro naprav. Od tam dobimo potrebne digitalne vhode (DI), digitalne izhode (DO), analogne vhode (AI) in analogne izhode (AO). Te nadzorovane procesne točke se povežejo na mikroprocesorske krmilnike.

V naslednjih tabelah so podani podatki, potrebni za vodenje in upravljanje posameznih naprav (niso vezani na konkreten primer).

**Klima naprava:**

Element	DI	DO	AI	AO
upravljanje	1	1		
kvitiranje		1		
prisotnost napajanja	1			
požar	1	1		
filter F1, F2, F3, F4	4			
žaluzije Y1, Y2, Y3				3
dovodni ventilator M1	1	1		
odvodni ventilator M2	1	1		
fr. krmilnik FR1, FR2			2	2
črpalka grelnika	1	1		
tlačno stikalo F5	1			
zmrzovalni termostat	1			
higrostat	1			
presostat	1			
grelnik Y4, Y5				2
hladilnik Y6, Y7				2
vlažilnik Y8				1
požarne lopute PL1–8	8	8		
temperatura B1, B2, B3, B4			4	
tlak B5, B6			2	
hitrost B7, B8			2	
vlaga B9, B10			2	
kakovost zraka B11, B12			2	
<b>SKUPAJ</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>10</b>

**Toplotna postaja:**

Element	DI	DO	AI	AO
upravljanje	1	1		
kvitiranje, izklop		2		
prisotnost napajanja	1			
črpalke M1–M10	10	10		
tlačna stikala F1, F2, F3, F4	4			
ventili Y1, Y2, Y3				3
ON/OFF ventili Y4, Y5		2		
dozirna črpalka M11	1	1		
frekvenčni krmilnik FR1–FR10			10	10
preklop zima/leto Y6, Y7		2		

Element	DI	DO	AI	AO
pretočno stikalo F5, F6	2			
grelnik Y4, Y5				2
hladilnik Y6, Y7				2
termostatski ventili – vklop				
obvodni ventil on/off – vklop				
obvodni ventil on/off – stanje				
higienski splakovalnik – vklop				
higienski splakovalnik – delovanje				
higienski splakovalnik – okvara				
števec toplotne energije				
UV-dezinfektor – delovanje				
UV-dezinfektor – okvara				
UV-dezinfektor – impulzi				
UV-dezinfektor – pretok vode				
UV-dezinfektor – temp. vode				
ozonska naprava – delovanje				
ozonska naprava – okvara				
avtomatski filter – tl. stikalo				
hidrofor – vklop				
hidrofor – stanje				
hidrofor – okvara				
ultrafiltrirna naprava – vklop				
ultrafiltrirna naprava – delovanje				
ultrafiltrirna naprava – okvara				
dozirna naprava – vklop				
dozirna naprava – delovanje				
dozirna naprava – okvara				
dozirna naprava – nivo				
ozonska naprava – delovanje				
ozonska naprava – okvara				
senzor temperature				
temperatura B1–B8			8	
tlak B5, B6			2	
hitrost B7, B8			2	
klor B9			1	
<b>SKUPAJ</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>19</b>

## Transformatorska postaja, DG-postaja, UPS-naprave, požarna centrala, CO-centrala, vlomna centrala, električne naprave:

Naprava	DI	DO	AI	AO
TP-postaja (stanje SN- in NN-stikal, napetost, tokovi, alarmi)	16	12	4	
DG-postaja (stanje, alarmi, nap. AKU, tok, frekvenca, moč)	4	1	4	
UPS (stanje, alarmi, napetost, moč)	2	1	4	
meritve el. energije			1	
el. omare (izpad napajanja, tok)	9		9	
razsvetljava				
tehnološka moč	18	18		
dvigala (stanje, alarm, vklop)	4	2		
požarna vrata		8		
ozvočenje (pož. obvestilo)		2		
požarno javljanje (izhodi)		21		
požarne lopute	24			
CO-centrala (stanje, alarm)	2			
kontrola pristopa (stanje, alarm)	44			
medicinski plini	6			
grelni trakovi (stanje, vklopi)	6	6		
	<b>135</b>	<b>71</b>	<b>22</b>	

Za posamezne dele postroja in električnih naprav se naredijo tabele signalov DI, DO, AI in AO. Prilagoditve naprave na mikroprocesorski postaji MP1 se združijo v skupni tabeli za MP1. Ravno tako se naredi tudi na primer še za mikroprocesorski postaji MP2 in MP3.

Skupek nadzorovanih točk v postroju je videti na primer tako, kot je prikazano v spodnji tabeli.

Element	DI	DO	AI	AO
MP1	125	91	95	32
MP2	133	99	98	48
MP3	124	117	307	47
<b>VSOTA</b>	<b>382</b>	<b>307</b>	<b>307</b>	<b>127</b>

Na ta način se dobi tudi število I/O-točk na SCADI. Ta ima lahko na primer 75, 150, 300 ali neomejeno število nadzorovanih točk.

## 4.5.6 Opis tipičnih sistemov v sklopu CNS

Podani so primeri, ki se lahko povežejo v sistem CNS.

### 4.5.6.1 Toplotne postaje

Sistem CNS lahko v toplotni postaji nadzira in upravlja na primer:

- posamezne sisteme za obdelavo hladne in pripravo tople sanitarne vode (temperature, črpalke, regulacijski ventili ...)
- nadzor nad kompaktnimi napravami, priključenimi v sistem obdelave hladne vode:
  - naprave za preprečevanje nastanka vodnega kamna
  - hidroforne postaje
  - hidroforne postaje za sanitarno vodo
  - ultrafiltrirne naprave
  - UV-dezinfektorji
  - naprave za doziranje kemikalij
  - generatorji ozona
  - UV-sevala
- nadzor in upravljanje temperaturne dezinfekcije z modularnimi termostatskimi ventili v posameznih dvžnih vodih za kontrolo temperature in krmiljenje termičnega pogona
- meritve pretokov (prek vmesnikov M-Bus):
  - odcepi hladne vode na glavnem razdelilniku in
  - odcepi hladne vode na razdelilnikih v posameznih objektih

Mikroprocesorski krmilniki bodo za ogrevanje in pripravo STV izvajali:

- vodenje tokokroga ogrevne vode glede na urnik in postavljene parametre
- lokalne preglede delovanja in nastavljanje parametrov
- popolno kontrolo in nastavitve parametrov prek CNS
- prikaz analognih vrednosti (temperatura, tlaki, pretoki, položaj regulacijskih ventilov)
- prikaz digitalnih vrednosti (status črpalk, termostatov ...)
- prikaz izračunanih vrednosti
- prikaz obratovalnih ur črpalk, dezinfekcije ...
- ročno upravljanje posameznih elementov (odpiranje/zapiranje ventilov, vklop/izklop črpalk ...)
- nastavev urnikov regulacijskega sklopa in posameznih elementov
- dezinfekcijo oz. antilegionelni program za STV, usklajeno s krmilnimi sklopi na dvžnih vodih
- shranjevanje podatkov za zgodovinski pregled
- alarmiranje in sporočanje napak v nadzorni center
- meritve toplotne energije in porabe vode prek M-Busa



Mikroprocesorski krmilniki bodo za termično dezinfekcijo dvižnih vodov izvajali:

- avtomatsko vodenje in popoln nadzor nad potekom dezinfekcije v posameznih dvižnih vodih
- nastavitve najprimernejše temperature za vsak dvižni vod posebej
- nastavitve časa trajanja dezinfekcije za vsak dvižni vod posebej
- nastavitve zakasnitve vklopov dezinfekcije za posamezen dvižni vod (sekvenčna dezinfekcija)
- avtomatski izpis (poročilo) o opravljeni dezinfekciji
- prikaz dvižnih vodov, kjer dezinfekcija ni zadovoljiva
- popolno kontrolo in vse nastavitve parametrov prek CNS
- prikaz analognih vrednosti (temperature) posameznih dvižnih vodov
- prikaz digitalnih vrednosti (položaj EM-pogonov ventilov) ODP/ZAP posameznih dvižnih vodov
- prikaz izračunanih vrednosti
- prikaz obratovalnih ur termične dezinfekcije
- ročno upravljanje posameznih elementov (ODP/ZAP EM-pogonov ventilov)
- shranjevanje podatkov za zgodovinski pregled
- alarmiranje in sporočanje napak v nadzorni center

#### **4.5.6.2 Naprava za pretvorbo kristaliničnega vodnega kamna v amorfno obliko**

Naprava potrebuje električno napajanje za avtomatski filter za izpiranje. Izpiranje sproži tipalo diferenčnega tlaka.

#### **4.5.6.3 Mehanski predfilter**

Naprava potrebuje električno napajanje za avtomatski filter za izpiranje. Izpiranje sproži tipalo diferenčnega tlaka.

#### **4.5.6.4 Odštevalni vodomernik**

Naprava za merjenje porabe vode z daljinskim odčitavanjem podatkov prek M-Busa.

#### **4.5.6.5 Zaporni ventil z elektromotornim pogonom**

Izplakovanje dovodnega cevovoda se izvaja prek vgrajenega elektromotornega ventila na vodu hladne vode v rezervoar sanitarne vode.

#### **4.5.6.6 Rezervoar hladne vode**

Polnjenje rezervoarja hladne vode se izvaja prek plovnega ventila iz vodovodnega omrežja. V rezervoarju so tri tipala temperature.

#### **4.5.6.7 Hidroforna postaja**

Naprava se daljinsko vključi in nadzira (stanje, okvara).

#### **4.5.6.8 Ultrafiltrirna naprava**

Izvaja se avtomatsko izpiranje naprave in podaja stanje naprave (delovanje, okvara).

#### **4.5.6.9 Doziranje kemikalij**

Izvaja se kontinuirano doziranje raztopine kemikalij in podaja stanje naprave (delovanje, okvara, nivo raztopine).

#### **4.5.6.10 Ozonska naprava – generator O**

Naprava prikazuje stanje: delovanje – okvara.

#### **4.5.6.11 Cirkulacijske črpalke**

Predvidene so za delovanje s frekvenčnimi krmilniki. Predvidene so dvojne črpalke (pri vsaki je ena v rezervi). Pretok cirkulacijskih črpalk se nadzoruje prek temperaturnih senzorjev na cirkulacijskem vodu. Če se temperatura približuje najnižji dovoljeni točki, se sorazmerno povečuje pretok cirkulacijske črpalke v določeni vertikalni objekta. Ko se temperatura približuje najvišji dovoljeni vrednosti, se pretok cirkulacijske črpalke zmanjšuje. Sistem omogoča spremljanje teh temperatur in javljanje morebitnega nedoseganja predpisanih temperatur.

#### **4.5.6.12 Akumulatorska priprava**

Temperatura polnjenja akumulatorja je odvisna od predpisane temperature. Osnovna nastavitve maksimalne temperature povratka se predvidi na 65 °C. Če temperatura povratka preseže nastavljen vrednost, se želena temperatura polnjenja zmanjša za toliko, za kolikor je temperatura povratka večja od maksimalne vrednosti. S tem zagotovimo, da temperatura povratka ne preseže mejne vrednosti oz. pade pod to vrednost.

Ob vklopu polnjenja oz. ogrevanja sanitarne vode v ogrevalnikih se odprejo ventili na primarju, tako da se doseže polnilna temperatura. Ob vklopu polnjenja se vključijo črpalke na primarju in polnilna črpalka na sekundarju.

Ko temperatura na spodnjem tipalu v drugem ogrevalniku toplote doseže predpisano vrednost, se polnjenje ogrevalnikov prekine. Oba ogrevalnika morata biti po vsej svoji prostornini segreti na predpisano temperaturo. Za informacijo o temperaturi ogrevalnikov na različnih nivojih skrbijo temperaturna tipala.

#### 4.5.6.13 Termična dezinfekcija

Med termično dezinfekcijo (polnjenjem) se omejevanje temperature povratka ne upošteva. Ko se izvaja termična dezinfekcija, se predpostavi, da se mora na želeno vrednost pregrete ves akumulator. Torej se mora doseči zelena temperatura na dnu posameznega akumulatorja. Sistem mora omogočati spremljanje teh temperatur in javljanje morebitnega nedoseganja med samo termično dezinfekcijo. Prav tako mora omogočati nastavitev, koliko časa mora biti temperatura na dnu ogrevalnika enaka ali večja od zelene vrednosti. Sistem mora spremljati temperaturo v obeh ogrevalnikih in za alarmiranje upoštevati manjšo od obeh vrednosti.

Podobno kot velja za ogrevalnike sanitarne vode, se mora tudi temperatura cirkulacije posamezne vertikale med termično dezinfekcijo dvigniti na nastavljeno temperaturo, torej doseči želeno vrednost na posameznem cirkulacijskem vodu. Sistem mora omogočati spremljanje teh temperatur in javljanje morebitnega nedoseganja predpisanih temperatur med termično dezinfekcijo. Prav tako mora omogočati nastavitev, koliko časa mora biti temperatura v cirkulacijskem vodu enaka ali višja od zelene temperature. Po vsakodnevni termični dezinfekciji se mora pred ponovno dezinfekcijo izvesti »reset« opozorilo.

#### 4.5.6.14 Protiblokirna zaščita črpalk

Sistem je predviden tako, da ima vgrajeno protiblokirno zaščito črpalk, ki je vezana na CNS. Protiblokirna zaščita je aktivna vedno, razen ob izklopljeni napravi. Izvedena je tako, da se črpalke prek CNS vklopijo enkrat tedensko za približno dve minuti, praviloma v nočnem času.

#### 4.5.6.15 Temperaturni senzorji v etažnih vozliščih

Vsa temperaturna tipala na obtočnem vodu TV in HV posredujejo v CNS dejansko stanje temperature vode v sistemu.

#### 4.5.6.16 Modularni termostatski obtočni ventil v etažnem vozlišču

Modularni termostatski ventil ima vgrajen termo pogon, ki odpira in zapira ventil prek CNS-signala v času termične dezinfekcije. Termična dezinfekcija se izvaja enkrat na dan, v nočnih urah, v predvidenem časovnem intervalu.

#### 4.5.6.17 Higienški splakovalniki v etažah

Delovanje oziroma odpiranje motornih ventilov za izpust tople in hladne vode je odvisno od minimalne porabe vode objekta, ki jo določi higienik, ter časovne neporabe (na primer 1–2 dni ni porabe vode). Poraba vode v posameznem objektu se spremlja prek merilnika pretoka skupne vode v posameznem objektu.

Ob padcu pretoka vode pod vrednost minimalne porabe oziroma v primeru časovne neporabe se prek CNS aktivira higienski splakovalnik oziroma se odprejo elektromotorni ventili. Ventili so v časovnem intervalu odprti predvidoma 3 h (oziroma toliko časa, da se zamenja vsa voda v sistemu). Nato se zaprejo.

#### **4.5.6.18 Zaporni ventil z elektromotornim pogonom v etažnem vozlišču**

Odpiranje elektromotornega ventila na obvodu obtočnega voda hladne vode, se izvaja prek CNS, in sicer v odvisnosti od merjene temperature vode na obtočnem vodu hladne vode.

Ko temperatura na obtočnem vodu naraste nad 15 °C, se ventil odpre in je odprt toliko časa, da temperatura na obtočnem vodu pade pod 15 °C. V tem času se prek CNS poveča tudi frekvenca (na maksimalno vrednost) obtočne črpalke na obtočnem vodu hladne vode.

#### **4.5.6.19 Klimatske naprave**

Sistem CNS lahko v klimatski napravi nadzira in upravlja na primer:

- delovanje ventilatorjev v klimatskih napravah
- regulacijo hitrosti ventilatorjev v odvisnosti od temperature v prostoru, tlaka v klimatskem kanalu,
- kakovosti zraka, vlage v prostoru
- delovanje rekuperatorjev
- delovanje žaluzij – on/off
- delovanje žaluzij z analogno regulacijo
- delovanje ventilov za ogrevanje – on/off
- delovanje ventilov za ogrevanje z analogno regulacijo
- delovanje ventilov za hlajenje – on/off
- delovanje ventilov za hlajenje z analogno regulacijo
- zaščito s termostati, higrostati, presostati
- zaščito pred preobremenitvijo
- zaščito pred prenizkimi temperaturami na dovodu, da ne zamrzne hladilna voda

#### **4.5.6.20 Tehnološki procesi**

Za te sisteme ni pravila. Vsak tehnološki proces je unikum in se ga v CNS vključuje sproti, po potrebi.

#### 4.5.6.21 Elektro naprave

- Elektro omare
  - multimetri
  - močnostna stikala, krmilna stikala, okvare naprav
  - izpadi faz oz. napajanja
  
- Transformatorske postaje
  - močnostna stikala
  - toki
  - napetosti
  - moči
  - frekvenca
  - $\cos \varphi$
  - višje harmonske komponente tokov, napetosti (VHK)
  - alarmi
  
- Dizelske generatorske postaje
  - daljinski vklopi/izklopi
  - alarmi (napetost, tok, frekvenca, izpad sinhronizacije ...)
  - napetost AKU
  - napetost, tok,  $\cos \varphi$
  - stanje močnostnih stikal
  - komunikacije s CNS (ModBus, Ethernet ...)
  
- UPS-naprave
  - daljinski vklopi/izklopi
  - alarmi (napetost, tok, frekvenca, izpad sinhronizacije ...)
  - napetost AKU
  - napetost, tok,  $\cos \varphi$
  - stanje močnostnih stikal
  - komunikacije s CNS (ModBus, Ethernet ...)
  
- NN- in SN-kompenzacijske naprave
  - daljinski vklopi/izklopi
  - alarmi (napetost, tok, frekvenca ...)
  - napetost, tok,  $\cos \varphi$
  - stanje močnostnih stikal
  - komunikacije s CNS (ModBus, Ethernet ...)
  
- Razsvetljava
  - vklopi/izklopi
  - krmiljenje npr. z DALI-komunikacijo (dimanje, nastavljanje različnih scen ...)

- Meritve električne energije
  - delovna in jalova energija za posamezne dele objekta oz. postroja in delitev stroškov na posamezne enote
- Dvigala
  - vklopi/izklopi
  - alarmi
  - prikaz trenutnega stanja (katera etaža, smer gibanja ...)
  - štetje obratovalnih ur
- Požarne lopute
  - stanje požarnih loput (odprto/zaprto)
  - izklop klima naprav, ventilatorjev glede na stanje požarnih loput
- Požarna, drsna vrata
  - odpiranje drsnih in požarnih vrat ob nastopu požara
- Požarna centrala
  - posredovanje signalov v požarno centralo in prenos izhodnih signalov na naprave za npr. izklop klima naprave, ventilatorja ...
- CO-centrala, vlomna centrala, centrala za kontrolo pristopa ...
  - prenos stanja in alarmov na CNS
- Sistem grelnih kablov
  - vklopi/izklopi
  - prikaz stanja
  - prikaz alarmov

## 4.6 Nadzorni računalnik

V sestavi nadzornega računalnika so naslednji sklopi:

- osnovni programski paket SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- aplikativni program za SCADO
- gonilniki (driverji) za komunikacije
- vmesniki (interfacei)
- programi za daljinski nadzor CNS
- osnovni program za krmilnike
- aplikativni program za krmilnike
- ekranski prikazi postrojev in naprav
- urnik za časovno upravljanje naprav

- trendi
- alarmi

#### 4.6.1 Programska oprema SCADA ZA CNS

Na nadzornem računalniku je nameščen programski paket SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Programska oprema SCADA mora omogočati vse funkcionalnosti vizualizacije procesa, ročnega upravljanja procesa, shranjevanja in prikazovanja podatkov ter alarmiranja.

##### **Tehnične lastnosti programske opreme SCADA:**

- omogočati mora razširljivost v arhitekturi (od preprostih samostojnih vozlišč z majhnim številom IO-signalov v procesni bazi do velikih sistemov z več kot 1000 vozlišči, povezanimi v porazdeljeno client-server arhitekturo)
- možnost direktne implementacije OLE-avtomatizacije in povezovanja s komponentami MSOffice, možnost direktnega povezovanja z relacijskimi bazami
- zaščiten dostop do podatkov, nastavljen na nivoju posamezne IO-točke
- napredno alarmiranje, nastavljivo po posameznih IO-točkah in po področjih
- prilagodljivost ter podpora tehnologijam in standardom, kot so VBA, Terminal Server, OPC, SQL/ODBC, ActiveX, COM/DCOM itd.
- možnost redundantnega delovanja
- komunikacija s krmilnimi enotami prek standardnih gonilnikov ali OPC-vmesnika
- v primeru razvojnih verzij možnost online spreminjanja med delom
- real-time trendi in histogrami
- možnost dostopa do procesnih real-time in zgodovinskih podatkov s programskimi orodji Visual Basic in C
- omogočati mora prikaz podatkov iz procesnega historiana prek standardnih (chart) diagramov,
- možnost dostopa do procesnih real-time in zgodovinskih podatkov prek različnih odjemalskih tehnologij:
  - web brskalnikov
  - okolja Remote Desktop
  - namenskega odjemalca
- Znotraj web odjemalca sta omogočena zaganjanje tudi drugih aplikacij (npr. Excel, Word, Calculator itd.) in prenos zvoka na zvočno kartico web odjemalca.

##### **Obveščanje operaterjev o alarmnih stanjih mora biti omogočeno na več načinov:**

- prek zaslonskih prikazov
- z zvočnim signalom
- s pošiljanjem e-mailov
- s pošiljanjem SMS-sporočil
- s pošiljanjem govornih sporočil prek telefona
- s faks sporočili

Procesni historian mora omogočati učinkovito in zanesljivo zbiranje, arhiviranje in distribuiranje procesnih podatkov.

### **Tehnične lastnosti procesnega historiana:**

- omogočati mora razširljivost v arhitekturi (od preprostih samostojnih vozlišč z majhnim številom IO-signalov v procesni bazi do velikih sistemov z več kot 1000 vozlišči)
- možnost vzpostavitve redundantnega delovanja (procesnega historiana in posameznih zbiralcev)
- možnost zajema podatkov iz različnih virov:
  - prek namenskega SCADA-zbiralca
  - prek OPC-zbiralca ali
  - prek CSV/XML-datotek
- izvajanje kompresije podatkov (na nivoju zbiralcev – tako na nivoju zajema podatkov kot tudi na nivoju procesnega historiana)
- administriranje in konfiguriranje historiana prek aplikacije Win32 ali prek WEB uporabniškega vmesnika, s pomočjo spletnega brskalnika
- dostop do podatkov procesnega historiana iz različnih odjemalcev, in sicer:
  - prek SCADA-sistemov (prek standardnih (chart) diagramov)
  - prek OPC HDA-odjemalcev
  - prek Microsoft Excela
  - prek OLE-DB-vmesnika
  - prek programskega orodja Visual Basic ali C

#### **4.6.2 Nameščanje SCADE na nadzornem računalniku**

Grafični programski paket za vodenje in nadzor procesa (SCADA) je nameščen na hard disku (HD), na primer na direktorijih:

C:\XX	sistemski programi
C:\XX\PIC	direktorij z ekranskimi slikami
C:\XX\LOCAL	direktorij z bazo SCU
C:\XX\PDB	direktorij z bazo podatkov
C:\XX\HLP	direktorij z datotekami za ekranska navodila
C:\XX\NLS	direktorij s pomožnimi datotekami
C:\XX\REP	direktorij z datotekami za izpis poročil
C:\XX\HTR	direktorij z datotekami za prikaz trendov



C:\XX\HTRDATA      direktorij, na katerem se zbirajo podatki za prikaz trendov  
C:\XX\FAST          prehodni direktorij za zbiranje podatkov trendov

DIREKTORIJ C:\XX\PDB

Na njem so baze in gonilniki (driverji) za povezavo periferije.

DIREKTORIJ C:\XX\PIC

Direktorij vsebuje datoteke za ekranske prikaze procesa. Podaljški imen datotek pomenijo:

- grafične podatke ekranske slike
- podatke za definicijo funkcijskih slik

Zaradi preprostejšega razpoznavanja ekranskih slik imajo imena črke, ki opisujejo določene dele postroja v sistemu:

- sumarni alarmi, zgodovina
- skupni alarmi postrojev
- meni za klima naprave
- meni za strojno energetiko
- meni za elektro energetiko
- resetiranje obratovalnih ur, števecv
- meni za trende
- glavni meni
- meni za reporte
- TP-postaje
- DG postaje
- UPS-i
- kontrola elektro omar
- toplotne postaje
- hladilne postaje
- hidroforne postaje
- meritve hladne in tople vode
- zelene vrednosti za frekvenčne krmilnike
- zelene vrednosti za mehke zagone
- zelene vrednosti za toplotne postaje za vsak ogrevni krog posebej (samodejno adaptivne karakteristike)
- zelene vrednosti za hladilne postaje

### 4.6.3 Uporaba CNS-sistema

Ob zagonu sistema se pred operaterjem pojavi glavni meni grafičnega procesnega paketa. Ta ima naslednje opcije:

BACKGROUND FUNKCIJE (z vsemi dodatnimi opcijami):

- prikaz procesa in operaterjevih posegov v proces
- kreiranje grafičnih predstavitev procesa
- definiranje osnovne baze podatkov
- kreiranje baze podatkov
- urnik
- določitev makro ukazov funkcijskih tipk
- baza za prikaz trendov
- grafični prikaz minulih vrednosti in trendov

BACKGROUND FUNKCIJE:

- aktiviranje SCADE
- gonilniki za mikroprocesorske krmilnike
- zbiranje podatkov za trende
- zbiranje podatkov in aktiviranje izpisa poročil
- vtiskovanje datuma in ure na izpis alarmov
- delovanje v mreži

Nadzor in upravljanje procesa se izvajata pri izbiri opcije za ogled ekranskih slik.

S kurzorjem se premaknemo na polje, kjer je želeni ekranski prikaz, in kliknemo z miško. Znajdemo se v glavnem meniju aplikacije. Z uporabo miške ali premikom kurzorja izberemo želeno pozicijo in kliknemo levo tipko na miški.

Da operater ne bi pomotoma porušil baze podatkov, ekranskih prikazov ali kake druge opcije, je lahko dostop do glavnega menija blokiran s šifro. Prehod iz glavnega menija aplikacije v drugo sliko se izvede z naslednjim postopkom:

- v glavnem meniju aplikacije kliknemo na ustrezno polje
- znajdemo se na drugi ekranski sliki z ikonami

Kadar operater pomotoma zaide na ekransko sliko za prehod v glavni meni, se lahko vrne na glavni meni aplikacije s klikom miške na drugo ikono.

Z izbiro zelenega dela postroja se pojavi nova ekranska slika, ki prikazuje izbrani del postroja. Na tej ekranski sliki je spet mogoče izbirati nove detajle postroja in tako se pomikamo po globini zmeraj niže (v vedno bolj podroben prikaz postroja).

S katerekoli ekranske slike se lahko prestavimo nazaj na predhodni meni aplikacije s klikom miške na tipko GLAVNI MENI.

V katerikoli ekranski sliki se izvede prehod v okolje alarmnih prikazov s klikom miške na tipko ALARMI.

Prehod na prikaze trendov je mogoč z uporabo tipke TRENDI.

#### 4.6.4 Prikazi na ekranskih slikah

Vsak del postroja je prikazan na določeni ekranski sliki. Ekranska slika daje grafično podobo dela postroja. Naprave so prikazane shematsko. Zaradi večje prijaznosti do uporabnika in zaradi večje preglednosti so ekranske slike v barvah.

Stanje naprav se prikazuje v pravokotnih okencih ob prikazu naprave. Oznake v okencih pomenijo npr.:

VK	naprava vključena (naprava deluje)
IZ	naprava izključena (naprava ne obratuje)
ERR	napaka na napravi
ZAP	zaprto
ODP	odprto
T<	prenizka temperatura
I	nižja hitrost
II	višja hitrost

##### VKLOPI NAPRAV

VK	vklop naprave
IZ	izklop naprave

Merjene vrednosti so ravno tako prikazane v pravokotnih okencih. Prikazujejo se trenutne merjene vrednosti. Prikazi analognih meritev so ob normalnih razmerah zelene barve. Prikazi sumarnih meritev (količine vode, števcji itd.) so lahko podani v rumeni barvi.

Detajlni podatki posameznih meritev so lahko podani v drugih ekranskih slikah. Tja se postavimo z izbiro ustreznega polja in klikom na miško.

Pri detajlnem prikazu posamezne meritve lahko vidimo:

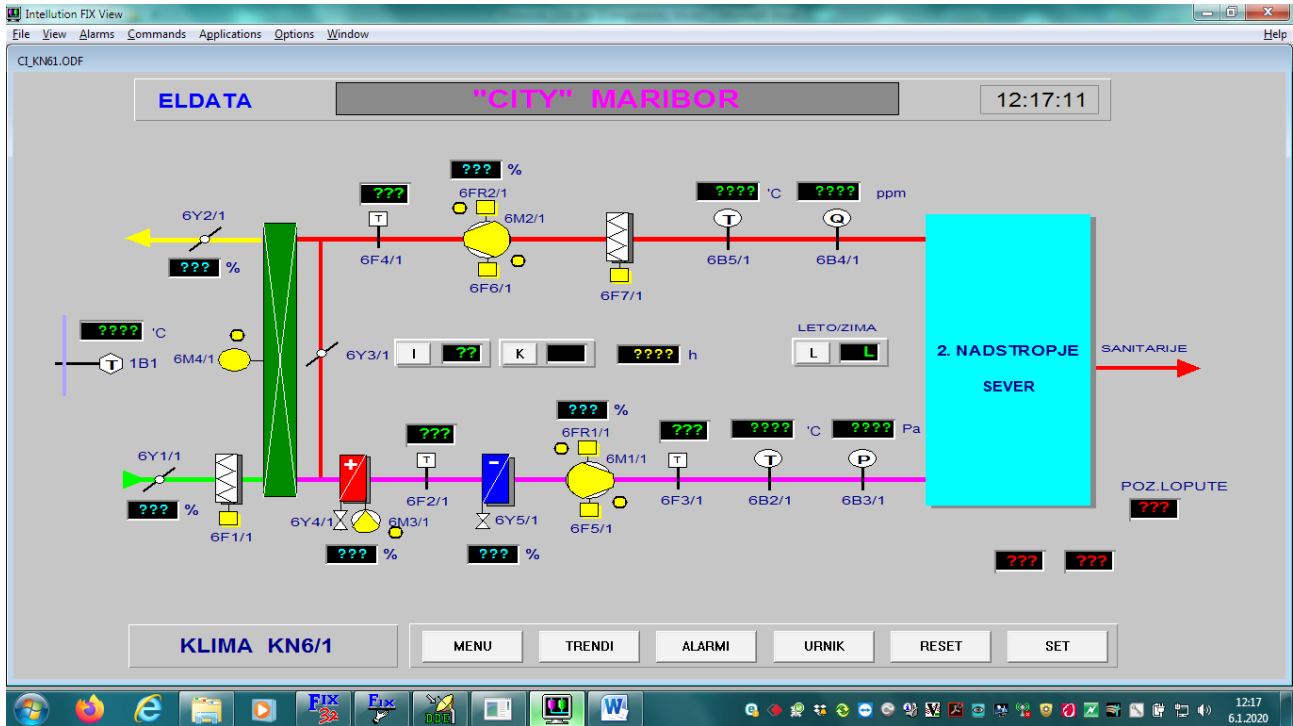
- digitalni prikaz meritve
- analogni prikaz meritve
- opis meritve
- mejne vrednosti (spodnji in zgornji limiti)
- alarmno prioriteto

Parametre meritve lahko spreminjamo. Mejne vrednosti so tudi barvno podprte, in sicer:

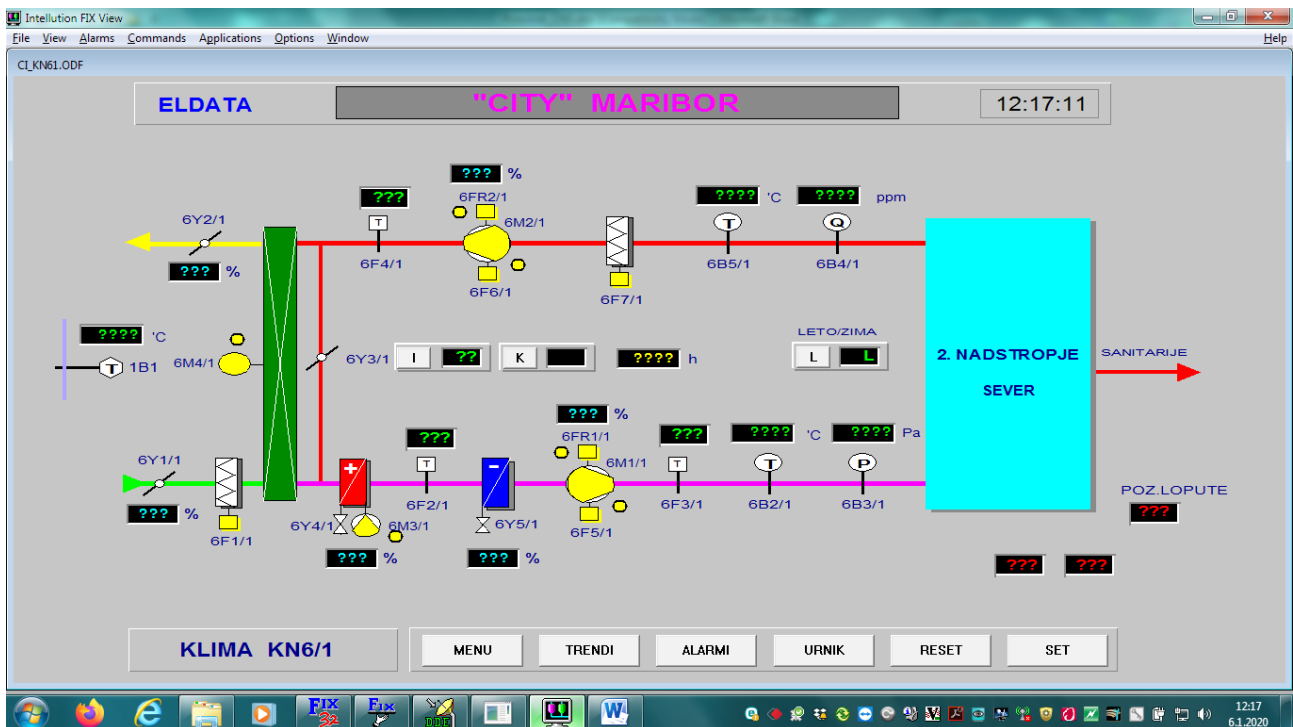
- pri normalni vrednosti meritve je digitalni prikaz ZELENE barve
- pri prehodu trenutne vrednosti merjene veličine pod min1 (LO) ali nad max1 (HI) postane digitalni prikaz RUMENE barve
- pri prehodu trenutne vrednosti merjene veličine pod min2 (LOLO) ali nad max2 (HIHI) postane digitalni prikaz RDEČE barve in prične utripati

V nadaljevanju je nekaj primerov ekranskih prikazov:

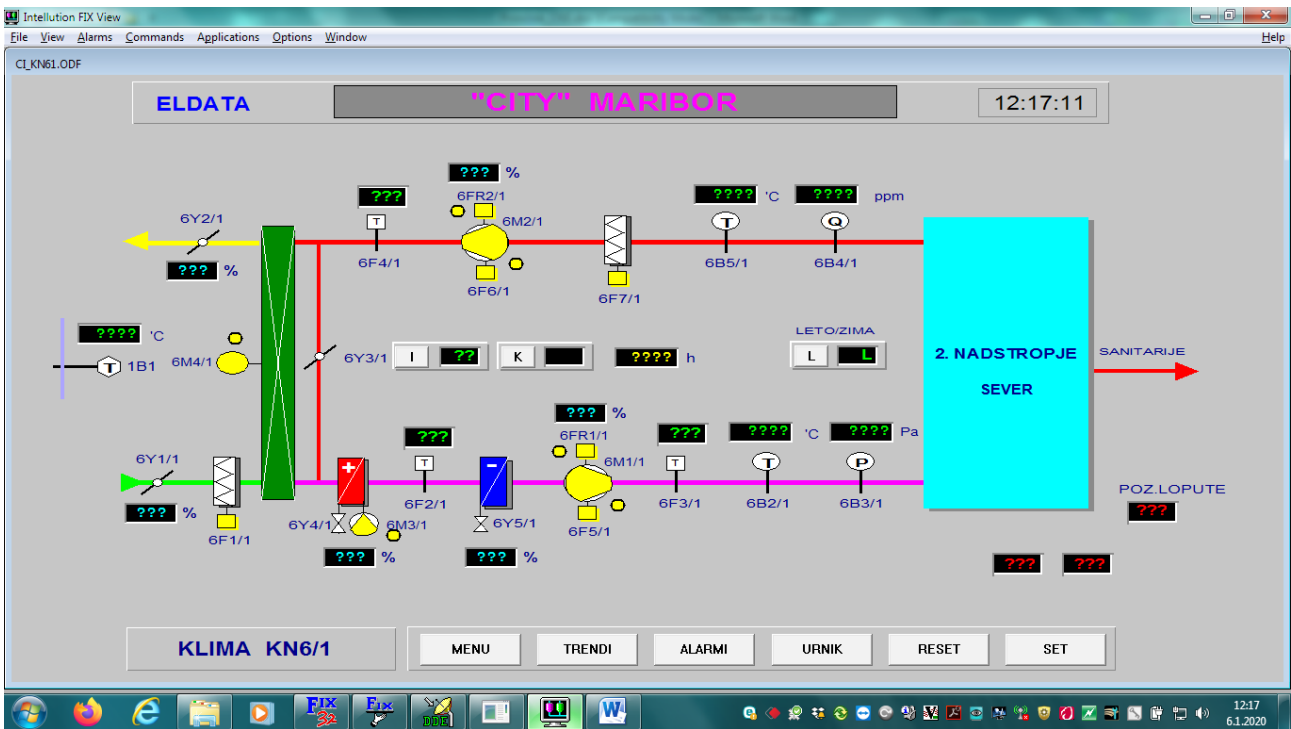
## Klimatska naprava



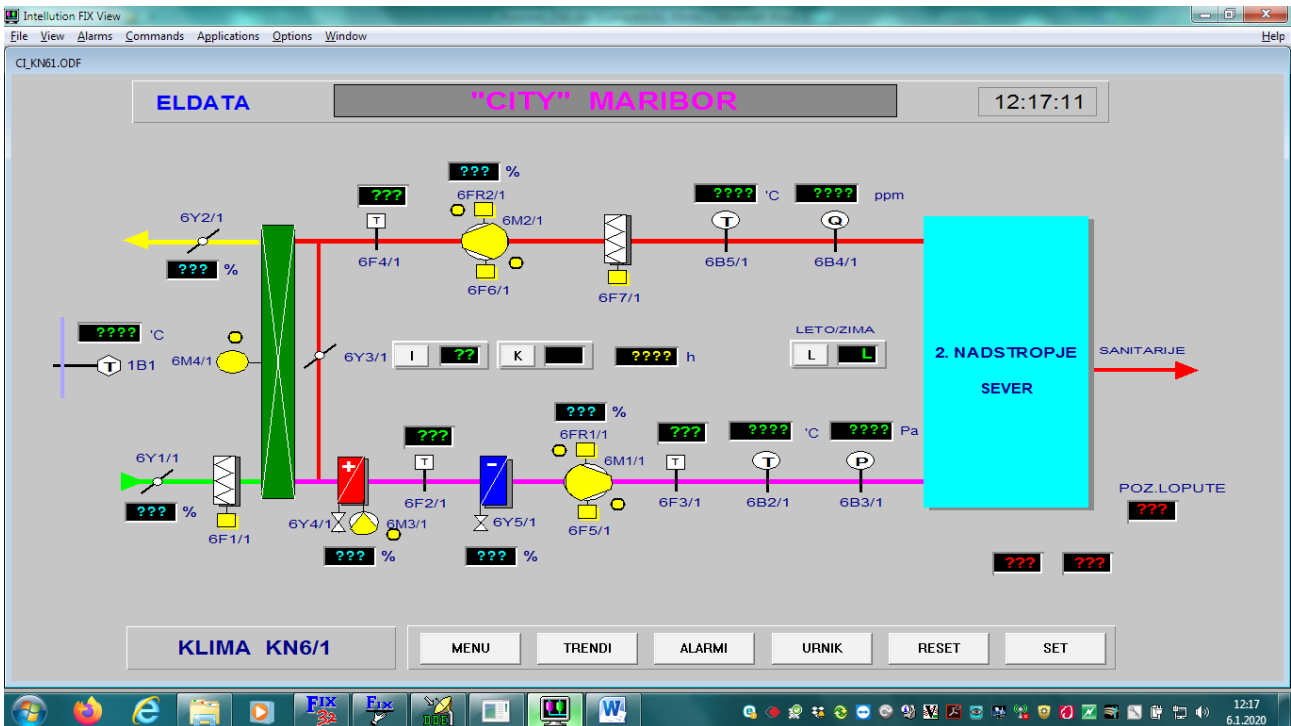
## Nastavljanje zelenih vrednosti na klimatski napravi



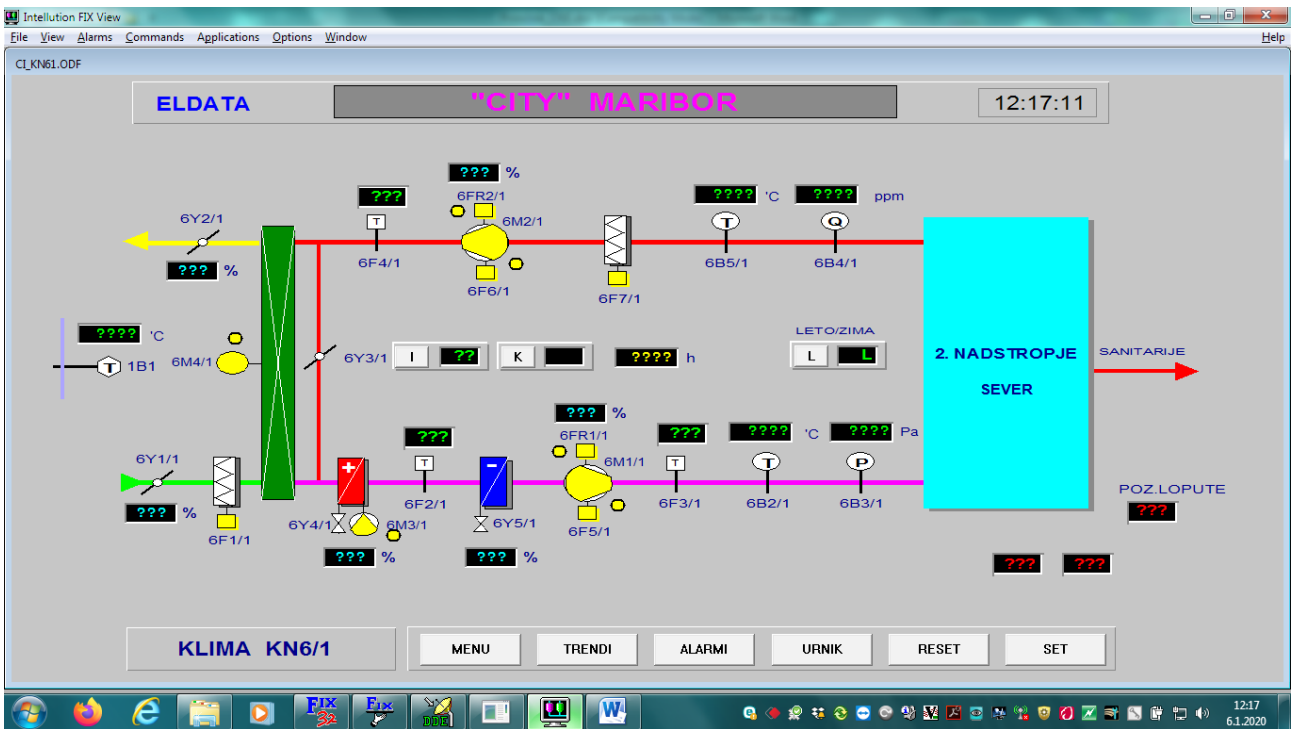
## Transformatorska in DG-postaja



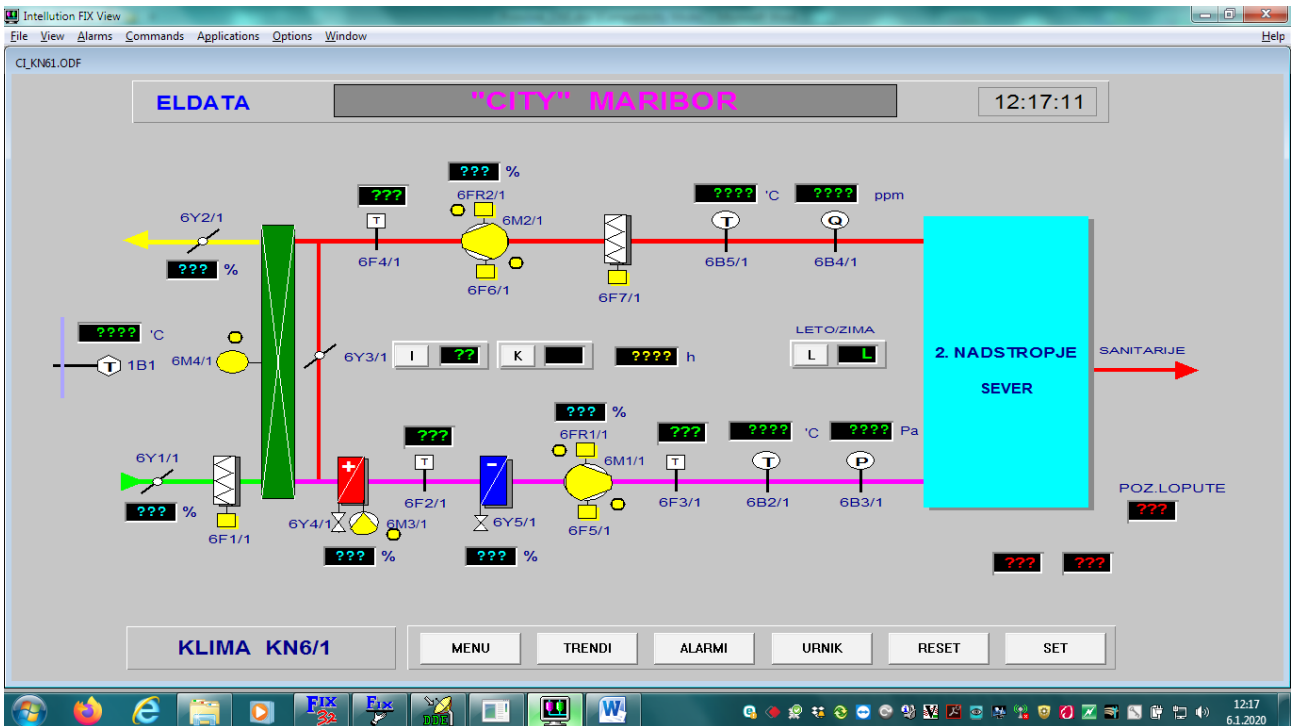
## Nadzor dvigal



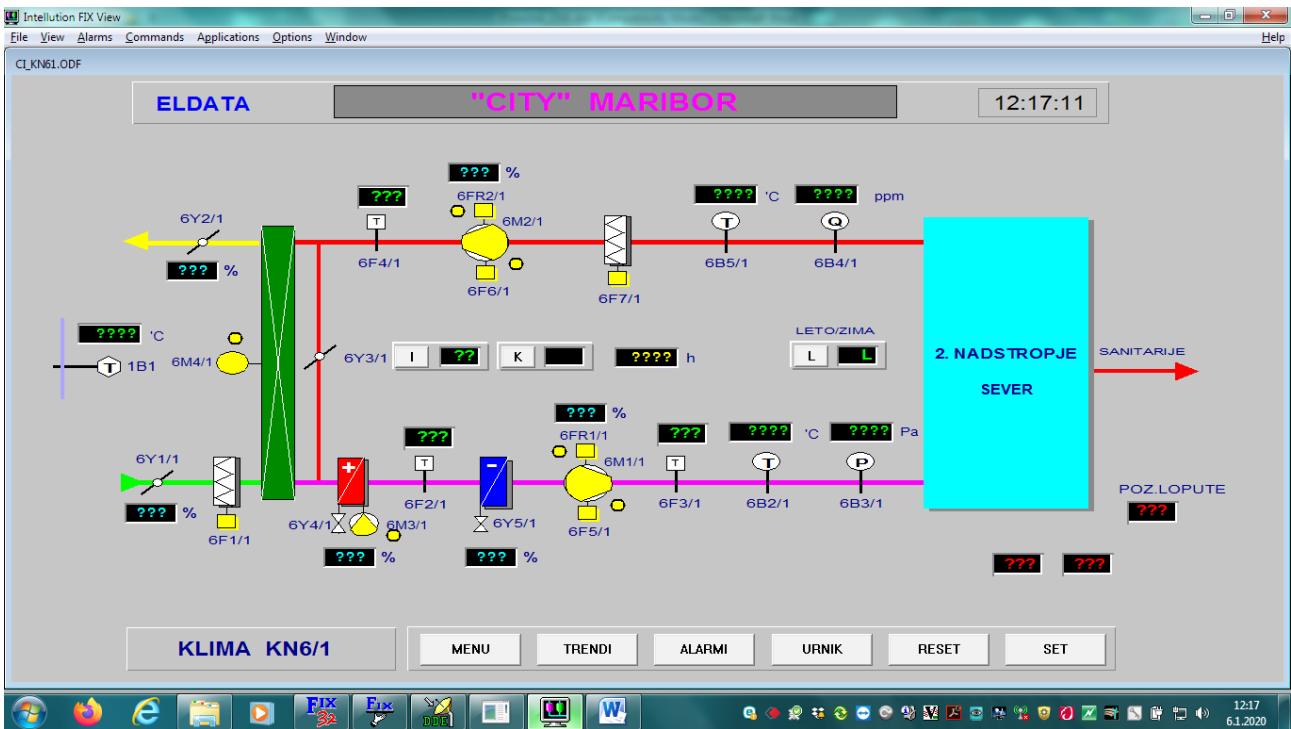
## Hladilna postaja



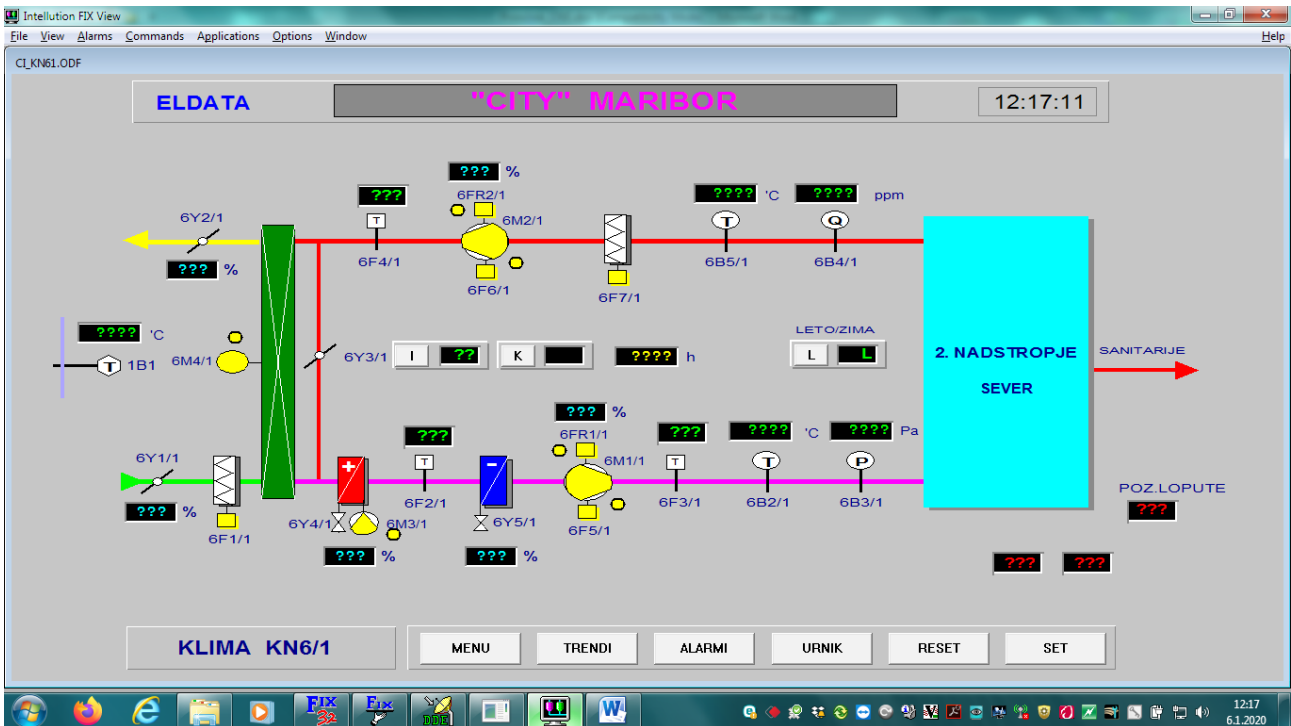
## Toplotna postaja



## Nadzor požarnih loput



## Upravljanje razsvetljave





#### 4.6.5 Alarmi

Ob pojavu alarma se aktivira piskač na računalniku. Istočasno se vsi alarmi vpišejo v alarmno listo in izpišejo s tiskalnikom. V prikaz alarmne liste se lahko kadarkoli premaknemo s pomočjo tipke ALARMI.

V alarmni listi so za vsako alarmno poročilo vpisani:

- datum
- ura nastanka alarma
- naziv podatka iz baze podatkov, pri katerem se je pojavil alarm
- vrsta alarma
- mejna vrednost, pri katerih so se pojavili alarmi
- opis podatka iz baze

Vsi alarmni podatki se lahko s pomočjo miške in izbire pull down menija razvrstijo:

- po času nastanka alarma
- po prioriteti
- po vozliščnem PC-ju
- po vrsti podatkov

Detajlne podatke lahko operater dobi, če uporabi ustrezno tipko. Važnejše izbire so:

- potrditev alarma na ekranu
- prekinitev zvočnega signala do naslednjega alarma
- utišanje zvočnega signala
- ponovno aktiviranje zvočnega signala
- razvrščanje alarmnih podatkov
- brisanje alarmne liste

Ob nastali napaki se s tiskalnikom avtomatsko izpišejo:

- datum, ko je nastala napaka
- čas nastanka napake
- opis nastale napake

Prehod na skupne alarme postroja se izvede s klikom na določeno tipko.

#### 4.6.6 Prikazi trendov

Na katerikoli ekranski sliki, kjer operater opazuje proces, lahko s klikom na tipko TRENDI preide v okolje za opazovanje in analizo trendov (prikaz merjenih veličin v grafični obliki). V polju GROUP operater z miško izbere želeno skupino podatkov. Pred njim se pojavi spisek skupin, ki jih želimo opazovati na grafu. Začetne črke grupe se nanašajo na opazovano postajo v sistemu. Postopek je tak:

- s kurzorjem se pomaknemo na želeno skupino in kliknemo z miško
- v predhodnem prikazu se pojavi opis skupine
- vnesemo datum in začetni čas opazovanja meritev
- nastavimo dolžino opazovanja pojava
- kliknemo z miško

V okolju trendov so mogoče naslednje opcije:

- z miško menjamo prikaz merila za posamezne meritve
- z miško se premikamo po abscisi (časovni osi)
- s tipko <, << ali >, >> naredimo na časovni osi večji časovni skok

Podrobna navodila dobi operater, če pritisne tipko <F1>.

#### 4.6.7 Izpisovanje poročil

Tiskalnik za izpis alarmnih stanj je priključen na 1. vhod, tiskalnik za izpis poročil pa je mogoče priključiti na 2. vhod.

Alarmna sporočila se izpišejo s tiskalnikom, ko nastopijo pogoji za alarm. Zabeleži pa se tudi vsaka sprememba na sistemu.

Kadar je na nadzorni računalnik priključen samo en tiskalnik, se ta normalno uporablja za izpis alarmnih sporočil.

Vsa alarmna sporočila in zgodovina se zapišejo tudi v datoteko na trdem disku. Občasno je treba narediti arhiviranje (backup) podatkov na pomnilni medij (na primer enkrat mesečno).

Tiskalnik za izpis poročil ne sme biti isti kot za izpis alarmnih stanj. Izpis poročil se izvede avtomatsko ob vnaprej določenem času. Datum in ura izpisa ter datoteke poročila so vpisani v datoteki za konfiguracijo poročila. Lahko pa ne glede na določeni termin izpisa sami sprožimo izpis poročila, in sicer na naslednji način:

- iz opcije VIEW znotraj določene ekranske slike s pomočjo ikone preidemo na Excel
- izberemo opcijo FILE --> OPEN
- odpremo eno od naslednjih datotek

- DN – dnevno poročilo
- TE – tedensko poročilo
- ME – mesečno poročilo
- v pull down meniju izberemo PRINT in v tem okolju posredujmo podatke za izpis s tiskalnikom
- ko se poročilo natiska, zapremo datoteko in zapustimo Excel

V Excelu lahko izvajamo tudi vse obdelave, ki so predvidene za Excel, vendar mora uporabnik ta programski paket dobro poznati.

#### 4.6.8 Nastavljanje zelenih vrednosti (setpointi)

Programskim regulatorjem adaptivno nastavljamo želeno vrednost (setpoint). Ta je odvisna od parametrov procesa: zunanjih temperatur, nevarnosti zmrzovanja, temperatur vpiha, spreminjajočih se pogojev tlakov, temperatur, pretokov itd. Te odvisnosti se izrazijo v matematični odvisnosti

$$F_{ref} = f(x, y),$$

kjer sta  $x$  in  $y$  procesni veličini,  $F_{ref}$  pa funkcija teh dveh veličin.

Matematično odvisnost setpointa od procesnih veličin priredimo že na nivoju mikroprocesorskega programa. Setpoint se lahko procesu prilagaja samodejno (avtomatsko). Na to funkcijo lahko vplivamo tudi prek nadzornega računalnika s pomočjo grafičnega programskega paketa.

Kadar želimo spremeniti karakteristiko, po kateri se spreminja želeno vrednost (setpoint), kliknemo z miško na tipko <SETPOINT>. S tem se prestavimo na drug ekranski prikaz, na katerem je podana karakteristika setpointa.

Karakteristika se prilagaja z definiranjem koordinat na diagramu. V okencih STARO so vpisane default vrednosti oziroma vrednosti pred spremembo. V okence ŽELENO vnesemo novo koordinato karakteristike. Sprememba se takoj prikaže v okencu STARO. Ta vrednost parametra se je na nivoju mikroprocesorja tudi vpisala v program. V okencu SETPOINT se pojavi trenutna vrednost setpointa, s katerim operira program v mikroprocesorju.

Ko kliknemo na tipko <MENU>, se vrnemo na ekranski prikaz, v katerem smo bili pred spreminjanjem setpointa.

#### 4.6.9 Zagon naprav po urniku (opcija)

Grafični procesni paket SCADA ima možnost zaganjati naprave po vnaprej določenem urniku. Število vklopov oz. izklopov naprav je poljubno. Programski del URNIK dosežemo iz glavnega menija. Zaženemo program URN, ki upravlja naprave po vnaprej določenem časovnem protokolu.

Prikaže se nam okolje urnika, v katerem lahko nastavljamo časovne režime obratovanja naprav.

Za vsak dan posebej: ponedeljek, torek, sreda, četrtek, petek, sobota, nedelja, do minute natančno določimo čas vklopov oz. izklopov naprav. Vsi posegi potekajo preko uporabniku prijaznega menija, ki ne potrebuje opisa, in omogočajo vse zelene korekture in nastavitve.

Kadar posežemo v vklope oz. izklope prek nadzornega računalnika mimo z urnikom določenega redosleda, se avtomatizem vzpostavi pri naslednji časovni nastavitvi v urniku.

Pri uporabi vnaprej določenih vklopov po urniku moramo paziti, da v času vklopa na napravi ni nobenih posegov, saj je to lahko nevarno za vzdrževalca.

Operater na nadzornem računalniku CNS mora opozoriti in o tej nevarnosti poučiti vse vzdrževalce, ki jim je dovoljen dostop do naprave.

#### **4.6.10 Gonilniki (driverji)**

Za prenos podatkov iz različnih mikroprocesorskih krmilnikov na nadzorni računalnik se uporabijo ustrezni gonilniki (driverji), ki v bazi podatkov ustvarijo ustrezno pretvorbo. Gonilniki so na primer:

- gonilnik verzije COM
- gonilnik verzije CFE
- OPC-server za ModBus
- OPC-server V2 za M-Bus itd.

#### **4.6.11 Vmesniki (interfacei)**

Za fizično povezavo na nadzorni računalnik skrbijo komunikacijski vmesniki (interfacei). Teh je veliko vrst, kot na primer:

- komunikacijski vmesnik M-Bus/Ethernet z montažo na DIN-letev ali z vijaki
- komunikacijski vmesnik RS232-RS422/485 z montažo na DIN-letev ali z vijaki
- komunikacijski vmesnik ModBus/Ethernet z montažo na DIN-letev ali z vijaki
- komunikacijski vmesnik LON Bus/Ethernet z montažo na DIN-letev ali z vijaki
- komunikacijski vmesnik Mgate za ModBus TCP, RTU/Ethernet z montažo na DIN-letev ali z vijaki
- komunikacijski vmesnik GateWay za P-link/Ethernet z montažo na DIN-letev ali z vijaki
- komunikacijski vmesnik BACnet/Ethernet z montažo na DIN-letev ali z vijaki itn.

Vmesniki se napajajo z enosmerno napetostjo 24 V=. Za to napajanje je primerno uporabiti UPS-napravo.

## 4.7 Komunikacijski kabli

Po uredbi CPR 305 in SIST EN 50575 so razredi kablov po svojih karakteristikah razdeljeni po spodnji tabeli.

Euroklas nivo	Opis kakovosti kabla	Uporaba v objektih	Barva plašča
B2cas1d2a1	zelo visoka požarna zaščita samougasljiv	bolnišnice, letališča, požarni izhodi v javnih zgradbah (visoka gostota ljudi ali ljudje z omejeno mobilnostjo), vrtci, oskrbovalni domovi, skladišča nevarnih snovi, računalniški prostori, predori	oranžna
Ccas1d2a1	visoka požarna zaščita samougasljiv	javne zgradbe, hoteli, šole, poslovne zgradbe (srednja gostota ljudi), trgovine, pisarne, zbirališča, zapori, zabavišča, podzemne garaže	zelena
Dca	zmerna požarna zaščita omejene emisije	minimalne zahteve za kable; za splošno uporabo	modra
Eca	osnovna požarna zaščita	minimalne zahteve za kable; za splošno uporabo	vijoličasta

Dodatni klasifikacijski kriteriji:

- dim: s1a, s1b, s2, s3
- kapljanje: d0, d1, d2
- korozivnost: a1, a2, a3

Močnostni kabli so tipov NYY-Y, NYM-J, NHXH-J, FG16R16, z upoštevanjem zgornjih zahtev.

Komunikacijski kabli za senzorje so tipa J-Y(St)Y, 1 x 2,0 x 0,6 mm. Če so oplaščeni, mora biti plašč ozemljen na strani krmilnika. Kabli za povezavo senzorjev v EX-coni z EX-barierami so modre barve. Kabli morajo ustrezati zahtevam CPR 305 in EN 50575.

Komunikacijski kabli za povezavo elektromotornih pogonov na krmilnike so tipa J-Y(St)Y, 1 x 2 x 0,8 mm, pri napetosti analognega izhodnega modula (AO) 10 V=. Napajalni kabli elektromotornih pogonov z napetostjo 24 V, 50 Hz in 230 V, 50 Hz so tipa NYY-J, 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Kabli morajo biti primerni za CPR 305 in EN 50575.

Taki kabli se uporabljajo ob normalnih pogojih, kjer ni nevarnosti požara. Vežejo se tudi na elektromotorne pogone požarnih loput z vgrajeno vzmetjo. Kadar pa so elektromotorni pogoni del elementov za varnosti ob požaru, kot so na primer naprave za odvod dima in toplote (NODT), kjer traja cikel odpiranja ali zapiranja več deset sekund, je treba položiti požarno odporne kable, na primer NHXH, 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>.

Požarno odporne kabli morajo povezovati tudi DG-komplete, hidroforje, požarne ventilatorje, požarna dvigala ...

# 5. OBRATOVANJE NAPRAV

Naprave so predvidene za obratovanje v:

- samodejnem (avtomatskem) režimu prek nadzornega računalnika (CNS)
- ročnem režimu

Način izberemo s stikalom L-CNS (lokalno – CNS) in R-0-A.

Dovod električne energije iz mreže je izveden prek glavnega stikala, dovod iz DG-mreže pa prek drugega stikala. V elektro omari so vgrajeni elementi za zaščito, vodenje, regulacije, signalizacijo.

## **V elektro omari so elementi za signalizacijo, komande in izbiro delovanja:**

- signalizacija delovanja (zelena svetilka) je predvidena za normalno delovanje
- signalizacija okvare (rdeča svetilka) je predvidena za alarmna stanja
- kvitiranje napak  
Izvaja se s tipkama za kvitiranje oziroma programsko.
- preizkus svetilk  
Izvede se s posebno tipko.
- izbira režima delovanja  
Izvaja se na primer s stikali:
  - S1 (L-CNS) – izbira lokalno/CNS
  - S20 (A-0-R) – izbira avtomatsko/izklop/ročno

## **5.1 Ročni režim**

Pri tem je:

- stikalo L-CNS v položaju L
- stikalo R-0-A v položaju R

KOMANDE se izvajajo prek stikal, in sicer v položaju R.

## 5.2 Samodejni (avtomatski) režim prek nadzornega računalnika

### 5.2.1 Signalizacija

Poteka s pomočjo signalnih svetilk na el. omari in prikazov v okencih na ekranskih slikah poleg naprave. Stanje naprave na ekranskem prikazu je podano z napisom:

- »VK« – deluje
- »IZ« – stoji
- »ODP« – odprto
- »ZAP« – zaprto
- »ERR« – okvara
- »NIZ« – nižja hitrost
- »VIS« – višja hitrost
- »P>« – dosežen tlak na presostatu
- »T<« – prenizka temperatura

ter z ustrezno barvo:

- zelena – obratovanje oz. naprava je odprta
- rdeča – naprava stoji oz. naprava je zaprta

### 5.2.2 Regulacija

Regulacija se izvaja samodejno prek programskih regulatorjev v mikroprocesorskih krmilnikih, ki regulirajo periferne pogone.

Karakteristike setpointov se nastavljajo s pomočjo ekranskih slik, na katerih so podane karakteristike in navodila.

### 5.2.3 Okvare in kvitiranje

Kadar deluje bimetalni rele, se prekine kontakt na releju ali kontaktorju in naprava ali del naprave se izklopi. Po odpravi napake se izvede resetiranje sistema s pritiskom na tipko za kvitiranje.

### 5.2.4 Izklopi zaradi okvar in nenormalnih stanj

Motorji se izklopijo zaradi npr.:

- delovanja bimetalnih relejev
- prekinitev ali slabih kontaktov na kontaktorju

Ob okvarah se uporabi tipka za kvitiranje napake ali pa programski reset!

Operaterju niso dovoljeni posegi v bazo podatkov, v izvorne ekranske slike, v izvorne trende, v izvorno alarmno listo. Zaradi nevarnosti vnosa programskega virusa ni dovoljena instalacija tujih programov na nadzorni računalnik! Pri vsakem takem posegu prenehajo vse garancije.

Izvajalec sistema CNS definira bazo podatkov, ekranske slike, alarmne tabele, tabele I/O in variable ter prikaz dnevnega, tedenskega in mesečnega poročila.

Operater mora na disku zabeležene podatke redno shranjevati. Včasih se nadzorni računalnik tudi pokvari. Pametno je imeti v rezervi računalnik s popolno originalno konfiguracijo. V primeru havarije se napajalni in komunikacijski kabli preprosto samo pretaknejo na rezervni računalnik.



# 6. »PAMETNE INŠTALACIJE«

Izraz »pametne inštalacije« se uporablja pri manjših enotah, kjer normalno upravljanje ne poteka prek nadzornega računalnika. Uporabljajo se upravljalni paneli, s katerimi se krmilijo npr. svetilke, senčila, konvektorji ...

Projektant CNS-sistema mora dobro poznati tehnologijo naprav in postrojev, saj bo samo tako primerno zajel v projekt vse potrebne signalizacije, komande in regulacije ter jih vizualiziral na nadzornem računalniku.

## 6.1 Osnovne funkcije modulov za konvektorje

Moduli za npr. omrežje KNX ali LonWorks se dogradijo na standardne konvektorje in omogočajo:

- lokalno merjenje in vodenje temperature v prostoru, izbiro hitrosti ventilatorja, možnost lokalnega vklopa in izklopa konvektorja
- daljinsko nastavljanje želene temperature oziroma omejevanje lokalne nastavitve po posameznem prostoru, sklopu prostorov (nadstropje) ali generalno za vse prostore
- priključitev senzorja prisotnosti v sobi (lunarni IR-senzor ipd.); prisotnost v sobi vpliva na delovanje konvektorja, ki lahko prilagodi temperaturo lokalni nastavitvi; možnost lokalne izbire hitrosti in lokalnega vklopa ali izklopa konvektorja
- priključitev senzorja odprtosti okna; v času odprtosti okna se konvektor izključi
- razširitev na 4-cevni sistem, ki pride v poštev pri kombiniranih sistemih, ko se temperatura v prostoru vzdržuje poleti in pozimi
- možnost vodenja temperature v prostoru v odvisnosti od zunanje temperature
- možnost izbire več reduciranih režimov za letno in več za zimsko obratovanje glede na delovni čas, praznike, nedelje in prisotnost v sobi
- možnost dodajanja elementov za daljinsko krmiljenje osvetlitve v sobi glede na prisotnost, delovni čas in zunanjo svetlobo
- možnost dodajanja elementov za vodenje osvetlitve na hodniku in v skupnih prostorih

## 6.2 Tehnični podatki modulov za konvektorje

Sobni modul je sestavljen iz več enot. Na osnovnem sobnem modulu so:

- tipka za izbiro načina delovanja in hitrosti ventilatorjev
- prikaz izbire delovanj oziroma izbrane hitrosti ventilatorja; naprava sama izbira hitrost glede na zahtevo regulacije; če LED-diode ne svetijo, je naprava izklopljena
- tipka za lokalno nastavljanje temperature; temperature se lahko lokalno prilagajajo v mejah, ki jih določi upravnik prek nadzornega računalnika
- prikaz lokalne nastavitve temperature
- lokalno merjenje sobne temperature

Na osnovni sobni modul se lahko priključi več modulov za krmiljenje konvektorjev. Moduli za krmiljenje imajo:

- izhode za vklop ventilatorskih stopenj
- izhode za krmiljenje enega ali dveh ventilov
- detekcijo delovanja konvektorja
- vhod za prisotnost v sobi (če ni priključen, naprava deluje v načinu »soba zasedena«)
- vhod za detekcijo odprtosti okna (če ni priključen, naprava deluje kot »okno zaprto«)

Programski in mrežni uporabniški vmesnik je lahko na primer po sprejetem standardu LonMark 8020-11. Modul lahko dobiva iz mreže naslednje podatke in nastavitve:

- sobna temperatura: ker ima modul svojo meritev, ni nujno potrebno, da dobiva podatke o sobni temperaturi po mreži; če pa obstaja mreža, je mrežna temperatura važnejši podatek kot lokalna temperatura, merjena v modulu
- nastavljena zelena temperatura: če želi upravnik nastaviti določeno temperaturo v prostoru in izključiti lokalni faktor, potem nastavi to vrednost prek mreže
- nastavljanje hitrosti ventilatorjev: upravnik lahko daljinsko nastavi hitrost ventilatorjev ne glede na izbor lokalnega uporabnika
- detekcija prisotnosti: mrežna spremenljivka ima prednost pred lokalno detekcijo

- način delovanja: upravnik lahko izbira med različnimi načini delovanja (jutranje hitro prilaganje, avtomatski režim, samo ogrevanje, samo hlajenje, nočni varčevalni režim)
- nastavitve zelenih srednjih temperatur: upravnik lahko vsakemu modulu nastavi zelene srednje temperature za več načinov delovanja (soba zasedena pozimi, soba zasedena poleti, soba prosta pozimi, soba prosta poleti)

Modul pošilja na mrežo naslednje spremenljivke:

- zahtevano odprtost ventila za gretje: spremenljivka se uporablja, kadar imamo primer, da imamo inteligentne ventile, in ne samo ventilov, ki jih krmili močnostni vmesnik
- zahtevano odprtost ventila za hlajenje; spremenljivka se uporablja, kadar imamo primer, da imamo inteligentne ventile, in ne samo ventilov, ki jih krmili močnostni vmesnik
- želeno hitrost ventilatorja: če imamo v sistemu posebni inteligentni ventilatorski sistem
- merjeno sobno temperaturo
- trenutno zeleno vrednost
- stanje senzorja prisotnosti
- stanje senzorja odprtosti okna
- rezultat regulacije
- detekcijo delovanja konvektorjev

# 7. VIRI IN LITERATURA

Pri izdelavi priročnika so bili uporabljeni naslednji viri:

- projekt CNS za objekt NLB, strojne naprave, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1992
- projekt CNS za objekt Cankarjev dom Ljubljana podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1992
- projekt CNS za objekt garaže City Maribor podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1993
- projekt CNS za objekte Vodovod Ljubljana podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1993
- projekt CNS za objekt WTC Ljubljana podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1993
- projekt CNS za objekt Plinska postaja Apegas, Sežana, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1993
- projekt CNS za objekt ETRA 33, Ljubljana, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1993
- projekt CNS za objekt NLB, Kamnik – Duplica, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1994
- projekt CNS za objekt Klinični center Ljubljana, DTS, MP3, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1994
- projekt CNS za objekt Maximarket Ljubljana, DTS, MP3, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1994
- projekt CNS za objekt NLB, LB2, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1995
- projekt CNS za objekt NLB, KN3, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1995
- projekt CNS za objekt Bolnišnica Šempeter podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1995
- projekt CNS za objekt Klinični center Ljubljana, KC3, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1995
- projekt CNS za objekt Klinični center Ljubljana, KC8, KC10, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1995
- projekt CNS za objekt NLB, sefi, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1996
- projekt CNS za objekt Bežigranski dvor, A1A2, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1996
- projekt CNS za objekt Trzin2 podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1996
- projekt CNS za objekt garaže Bežigranski dvor, BO2/3, podjetja ELDATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1996

- projekt CNS za objekt NLB, LB7, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1997
- projekt CNS za objekt NLB, LB3, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1997
- projekt CNS za objekt Metelkova podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1997
- projekt CNS za objekt Ljubljanski grad podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1997
- projekt CNS za objekt NLB, 11., 12. N, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1998
- projekt CNS za objekt NLB, sefi, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1996
- projekt CNS za Ekonomsko fakulteto podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1999
- projekt CNS za Terme Banovci podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 1999
- projekt CNS za objekt NLB, Vič - Brdo, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2000
- projekt CNS za objekt Fontana Jesenice podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2000
- projekt CNS za stikališče – 10 kV, Stegne 9, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2001
- projekt CNS za objekt City, Maribor jug, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2003
- projekt CNS za transformatorske postaje TP1, TP2, TP3, Iskra Labore, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2003
- projekt CNS za objekt Mobitel, Vojkova, podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2003
- projekt CNS za objekt MORS podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2004
- projekt CNS za objekt Študentski dom Ljubljana podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2004
- projekt CNS za objekt Medilab podjetja EL-DATA in programska obdelava na nivoju mikroprocesorjev in nadzornem računalniku (celotna SCADA), 2005
- projekt CNS za objekt Kongresni center Brdo podjetja EL-DATA, 2009
- projekt CNS za objekt CMK Izola podjetja EL-DATA, 2006
- projekt CNS za objekt Kontrola zračnega prometa Brnik podjetja EL-DATA, 2006
- projekt CNS za objekt Onkološki inštitut podjetja EL-DATA, 2014
- projekt CNS za objekt Vrtec Pedenjped podjetja EL-DATA, 2018
- projekt CNS za objekt Splošna bolnišnica Ptuj podjetja EL-DATA, 2018
- projekt CNS za objekt Gasilski dom Cerklje podjetja EL-DATA, 2019
- projekt CNS za objekt Kulturni dom Ivančna Gorica podjetja EL-DATA, 2020
- projekt CNS za objekt Muzej bančništva Ljubljana podjetja EL-DATA, 2020



**Inženirska zbornica Slovenije**

Jarška cesta 10/b, 1000 Ljubljana, Slovenija

**T:** +386 (0)1 547 33 40

**E:** [izs@izs.si](mailto:izs@izs.si) / **I:** [www.izs.si](http://www.izs.si)