

# OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU

## 32. POGLAVLJE MJERNA OPREMA, AUTOMATIZACIJA I NUS + AVS

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

IZRADILI: CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o.  
INSTITUT IGH d.d., Zagreb  
GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Anita Cerić, dipl. ing. građ.

Voditelji izrade: Krešimir Pećar, dipl. ing. stroj. (poglavlje 32-01)  
Nives Drusany Flegar, dipl. ing. el. (poglavlja 32-02, 32-03,  
32-04, 32-05 i 32-06)

Suradnik: Franjo Mandić, mag. ing. el. techn. inf. (poglavlja 32-02,  
32-03, 32-04, 32-05 i 32-06)

Zagreb, lipanj 2022.



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj

**32. POGLAVLJE**  
**MJERNA OPREMA, AUTOMATIZACIJA**  
**I NUS + AVS**

# SADRŽAJ

<b>32-00</b>	<b>OPĆE NAPOMENE.....</b>	<b>32-1</b>
32-00.1	DEFINICIJE.....	32-1
<b>32-01</b>	<b>MJERNA OPREMA .....</b>	<b>32-2</b>
32-01.1	MJERAČI PROTOKA.....	32-2
32-01.1.1	Elektromagnetski mjerač protoka .....	32-2
32-01.1.2	Ultrazvučni mjerač protoka.....	32-6
32-01.2	MJERAČI RAZINE .....	32-9
32-01.3	MJERAČI TLAKA VODE U CJEVOVODIMA.....	32-11
32-01.4	MJERAČI KONCENTRACIJE KLORA U VODI.....	32-11
<b>32-02</b>	<b>SUSTAV NADZORA I DALJINSKOG UPRAVLJANJA .....</b>	<b>32-13</b>
<b>32-03</b>	<b>KOMUNIKACIJSKA OPREMA I PRIJENOS PODATAKA.....</b>	<b>32-15</b>
<b>32-04</b>	<b>OPREMA NADZORNO-UPRAVLJAČKOG CENTRA.....</b>	<b>32-18</b>
32-04.1	PROGRAMSKA PODRŠKA NADZORNO-UPRAVLJAČKOG SUSTAVA .....	32-18
<b>32-05</b>	<b>AUTOMATIZACIJA POSTROJENJA .....</b>	<b>32-21</b>
<b>32-06</b>	<b>AUTOMATSKE VODOMJERNE STANICE (AVS) .....</b>	<b>32-22</b>
<b>32-07</b>	<b>NORME.....</b>	<b>32-23</b>

## 32. POGLAVLJE

### MJERNA OPREMA, AUTOMATIZACIJA I NUS + AVS

#### 32-00 OPĆE NAPOMENE

U ovom poglavlju OTU-a propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za materijale, proizvode i radove koji se odnose na nadzorno-upravljačke sustave, automatizaciju procesa i mjernu opremu. OTU-i su pisani na način da su dio ugovora, a da se uvjeti koji se odnose na posebne radove uključe u ugovor kao Posebni tehnički uvjeti (PTU-i).

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma, obvezna je primjena odgovarajućih HRN, HRN EN ili EN (europska norma). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi izvan snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Izvođač je dužan dokazati zadovoljavajuću kakvoću upotrijebljenih materijala, radova i proizvoda u skladu s važećim zakonima, propisima i normama.

Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

Uz svu opremu potrebno je dostaviti i izjave o sukladnosti na hrvatskom jeziku.

Svi instrumenti moraju biti jednoznačno označeni trajnim oznakama sukladno projektnoj dokumentaciji..

#### 32-00.1 DEFINICIJE

Opći pojmovi i izrazi te njihovo značenje u ovim Općim tehničkim uvjetima navedeni su u poglavlju 0. Opće odredbe, a pojmovi i izrazi u vezi elektroradova u poglavlju 30. Elektroradovi. Ovdje se definiraju samo izrazi koji se odnose isključivo na ovo poglavlje.

**Aktuator** – naprava kojom se na pobudu upravljačkoga signala pokretni dijelovi sustava dovode u željeni položaj, ostvaruje se njihovo gibanje ili razvija sila ili moment sile kojim ti dijelovi djeluju na okolinu

**Automatizacija** – upravljanje uređajima, procesom ili sustavom pomoću mehaničkih i elektroničkih uređaja koji zamjenjuju ljudski rad

**DMA** (engl. *district metering area*) – izdvojena mjerena zona

**HMI** (engl. *human-machine interface*) – sučelje čovjek-stroj

**Komunikacijski protokol** – skup jednoznačno određenih pravila za razmjenu informacija između dva entiteta na mreži koji uključuje sintaksu informacije, semantiku informacije te pravila za razmjenu informacije. Entitet može biti računalo, telemetrijski uređaj, program i sl.

**PLC** (engl. *programmable logic controller*) – programabilni logički kontroler

**Programska podrška** (engl. *software*) – skup programa i podataka potrebnih za rad računala

**RTU** (engl. *remote terminal unit*) – udaljena terminalna jedinica

**SCADA** (engl. *supervisory control and data acquisition*) – sustav za prikupljanje podataka, nadzor i upravljanje tehnološkim procesima

**Telemetrija (daljinsko mjerenje)** – disciplina koja se bavi mjerenjem veličina na udaljenosti i prijenosom signala o izmjerenim vrijednostima žičanim, radijskim, svjetlosnim ili mehaničkim putem.

## 32-01 MJERNA OPREMA

Svi mjerni uređaji koji se planiraju koristiti na građevinama vodnog gospodarstva trebaju imati karakteristike koje odgovaraju zahtjevima tehnološkog procesa. Ugradnja mjernih uređaja treba biti potpuno u skladu s preporukama proizvođača za odabrani mjerač jer već i malo odstupanje od propisanog načina ugradnje može rezultirati velikim odstupanjima u točnosti mjerenja.

Prije montaže mjernih uređaja treba provjeriti točnu poziciju na koju će se montirati uređaj – odgovara li stanje na građevini projektnoj dokumentaciji te može li se nabavljeni mjerni uređaj montirati u skladu s uputama proizvođača i na način da tijekom upotrebe bude jednostavno dostupan za očitavanje (ako je predviđeno očitavanje na instrumentu), održavanje, ispitivanje i zamjenu. Osobitu pozornost obratiti na propisane udaljenosti (npr. minimalnu udaljenost beskontaktnih mjerača razine od maksimalne površine tekućine, udaljenost senzora mjerača protoka od lukova na cijevima i dr.).

Za montažu mjernih uređaja koristiti (ako je primjenjivo) originalnu opremu. Za specifične situacije, za koje ne postoji ili nije primjenjiva originalna oprema za montažu, koristiti tipske elemente ili posebno izrađene elemente primjenjive za danu situaciju. Mjerne uređaje montirati tako da nisu izloženi štetnim vanjskim utjecajima (vibracije, temperature, prodor vode i dr.). Svi mjerni uređaji trebaju biti jednoznačno označeni trajnim (neizbrisivim) oznakama. Mjerne uređaje treba montirati tako da ne smetaju za prolaz.

Sva oprema treba biti isporučena s odgovarajućim certifikatima i izjavama o sukladnosti.

Spajanje mjernih uređaja na elektroničke uređaje lokalne automatizacije objekta (PLC/RTU) potrebno je izvesti na način da se ne mogu prenijeti prenaponi ili smetnje – upotrebom uređaja za zaštitu od prenapona, uređaja za galvansko odvajanje, i dr. u skladu s projektom.

Mjerni uređaji koji se isporučuju s originalnim kabelima, trebaju biti isporučeni s originalnim kabelima dovoljne duljine. Spajanja kabela (ako su potrebna) izvesti u odgovarajućim prespojnim kutijama i sa odgovarajućim uvodnicama, montiranim na pozicije dostupne prilikom održavanja i ispitivanja. Kabeli, koji se nastavljaju na originalne kabele koji se isporučuju s uređajem, trebaju biti odgovarajućeg tipa i presjeka, ovisno o tipu instrumenta, duljini kabela, uvjetima polaganja i dr. Osobitu pažnju obratiti načinu polaganja i zaštiti kabela, kako u smislu mehaničke zaštite kabela tako i u smislu izbjegavanja elektromagnetskih smetnji.

### 32-01.1 MJERAČI PROTOKA

#### 32-01.1.1 Elektromagnetski mjerač protoka

##### 32-01.1.1.a *Općenito*

Kompletni opisi vezani uz mjerače protoka kao strojarski dio montaže, a koji se odnose na opće i tehničke zahtjeve montaže, osiguranje kvalitete, način preuzimanja i obračun radova, nalaze se u poglavlju 27. STROJARSKI RADOVI kao sastavni dio cjelokupnih Općih i tehničkih uvjeta (OTU-a) za radove u vodnom gospodarstvu. Stoga se ovi opisi neće navoditi u ovom poglavlju 32-01.1 glede elektromagnetskih mjerača protoka.

Za potrebe mjerenja trenutnog i kumulativnog protoka, općenito se predviđa ugradnja elektromagnetskog mjerača protoka odgovarajućih dimenzija sukladno potrebnim protocima..

Mjerač se sastoji od mjernog osjetnika (senzora) koji se ugrađuje u cjevovod i pripadajućeg transmitera s pokaznim instrumentom koji služi za pretvorbu signala mjerene veličine u odgovarajući izlazni signal i prijenos tog signala prema nadređenim uređajima, te može biti u kompaktnoj izvedbi i u odvojenoj izvedbi.

Kompaktna izvedba znači da su osjetnik i transmitter integrirani te nije potreban spojni kabel.

Odvijena izvedba znači da su osjetnik i transmitter odvojeni i potreban je kabel za povezivanje kojeg isporučuje proizvođač, u tom slučaju transmitter može biti montiran na zid, poseban nosač ili u elektro ormar.

Maksimalni radni tlak ovisi o projektnom rješenju sustava za koji se mjerenje provodi. Radni medij u kojem se mjeri protok može biti pitka voda, otpadna voda, voda za navodnjavanje, tehnološka voda, voda za gašenje požara i dr. Temperatura radnog medija može se kretati u temperaturnom području načelno od 0 do 30 °C. Udaljenost glavnog el. ormara potrebno je izvoditi sukladno projektnom rješenju. Potrebno je osigurati napajanje 230 VAC±10%, 50 Hz, strujni izlaz 4-20 mA te impulsni izlaz za kumulativni protok naponske razine 24VDC .

Pri isporuci mjerača protoka potrebno je u isporuku uključiti:

Indukcijski osjetnik protoka, mjerni pretvarač signala (transmitter) s ugrađenim pokaznim instrumentom (display) trenutnog protoka i kumulativnog protoka s mogućnošću spremanja vrijednosti (logiranja) u slučaju gubitka napajanja, potrebne kabele za spoj osjetnika mjerača protoka i duljine (Napomena: kabele za napajanje, prijenos signala 4-20mA i kumulativa proizvođači ne isporučuju, već su dio izvedbenog elektrotehničkog projekta ili izvedbenog projekta mjerenja, regulacije i upravljanja ovisno o složenosti objekata) sukladno projektnom rješenju te ostalu opremu za ugradnju.

Normativni zahtjevi na opremu:

- sigurnosni zahtjevi za mjernu, upravljačku i laboratorijsku električnu opremu prema HRN EN 61010-1:2011
- elektromagnetska kompatibilnost (EMC), emisija i zahtjevi otpornosti prema HRN EN 61326-1:2013
- CE certifikat i izjavu o sukladnosti

Sva mjerna oprema mora biti u skladu s važećim zakonima Republike Hrvatske. Pri puštanju u rad i testiranju, instrumenti moraju biti prezentirani zajedno s uputama proizvođača. Oprema namijenjena korištenju u opasnim područjima mora biti odabrana i ugrađena u skladu s relevantnim normama i procedurama.

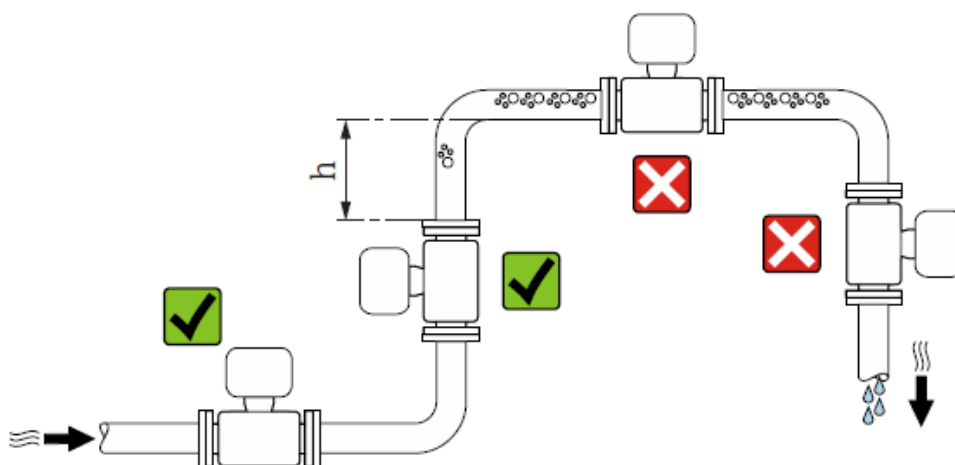
Izvođač mora jamčiti da su dobavljači opreme upoznati s kriterijima i uvjetima u kojima će njihova oprema raditi, osobito u slučaju kad su u pitanju mediji s visokim stupnjem rizika.

Sva oprema mora biti ugrađena na lako dostupnim mjestima za rad, održavanje i umjeravanje. Uređaji moraju biti dostavljeni s dijelovima za učvršćivanje (konzole) posebno izrađenim za tu svrhu kako bi se osigurao prikladan pristup uređaju bez izlaganja radnika riziku.

Svi mjerni instrumenti i uređaji moraju biti ucrtani na nacrtima dispozicije opreme, te dodatno na tehnološkoj shemi, ako su u pitanju mjerenja nekog tehnološkog procesa.

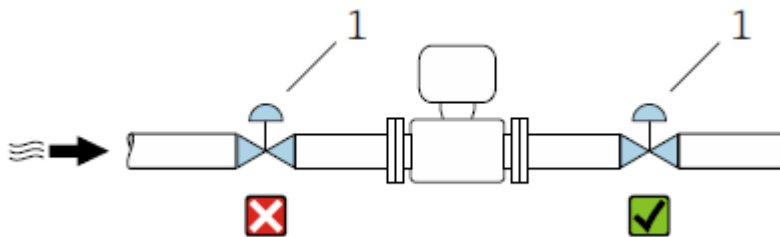
### 32-01.1.1.b Montaža i ugradnja

Nisu potrebne posebne mjere za potporu uređaja, osim kod većih dimenzija uređaja. Vanjske sile trebaju biti apsorbirane od strane konstrukcije uređaja. Montažu je potrebno izvesti prema uputama proizvođača.



Slika 1: Prikaz pravilnog i nepravilnog pozicioniranja mjerača protoka

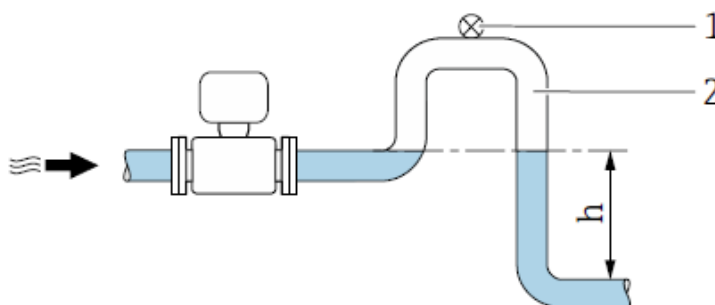
Ukoliko je moguće, potrebno je instalirati senzor na uzlaznoj cijevi i osigurati dovoljnu udaljenost do sljedećeg koljena:  $h \geq 2 \times DN$  kao što je prikazano na slici 1.



Slika 2: Prikaz pravilne i nepravilne ugradnje senzora uz kontrolni ventil

Ne preporučuje se ugradnja senzora nakon kontrolnog ventila kao što je prikazano na slici 2 (oznakom „1“ označen je kontrolni ventil).

U slučaju da je nizvodno od senzora cjevovod najniže visinske razlike  $h \geq 5$  m, potrebno je predvidjeti sifon s odzračnim ventilom (vidi sliku 3). Ova mjera predostrožnosti služi za izbjegavanje niskog tlaka i konstantnog rizika oštećenja mjerne cijevi. Ova mjera također sprječava da sustav izgubi prvoklasno stanje mjeraca.



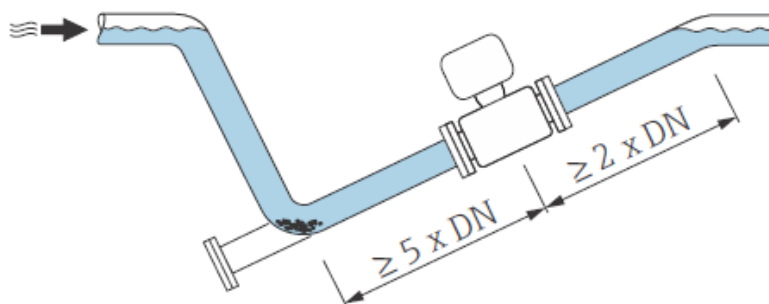
Slika 3: Ugradnja sifona s odzračnim ventilom u slučaju negativne visinske razlike u cjevovodu

1 - ventil

2 - cijevni sifon

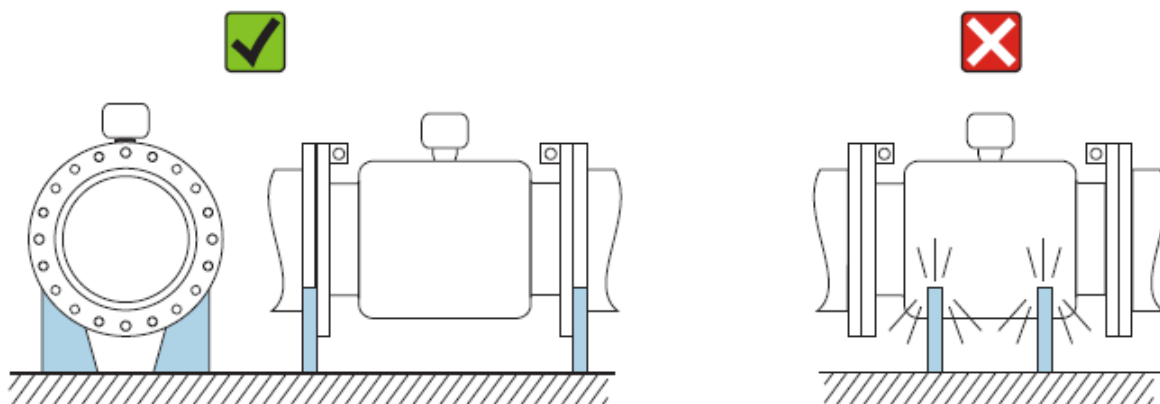
h – visinska razlika cijevi

Djelomično napunjena cijev zahtijeva konfiguraciju s odvodom kako je prikazano na slici 4.



Slika 4: Prikaz rješenja ugradnje mjeraca protoka kod djelomično napunjenih cijevi

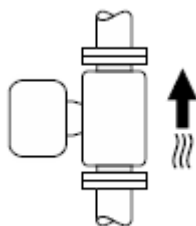
Kod ugradnja mjerača velikih promjera potrebno je predvidjeti nosače na odgovarajućim mjestima kako je prikazano na slici 5.



Slika 5: Prikaz pravilne i nepravilne ugradnje nosača kod mjerača velikih promjera

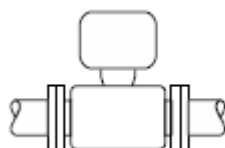
Dozvoljeni položaji za ugradnju su:

- vertikalna instalacija mjerača (Slika 6)



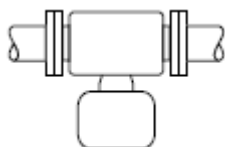
Slika 6: Vertikalna ugradnja mjerača protoka

- horizontalna instalacija mjerača, kućište odašiljača na gornjoj strani u smjeru toka medija (Slika 7)



Slika 7: Horizontalna ugradnja mjerača protoka s kućištem na gornjoj strani

- horizontalna instalacija mjerača, transmiter na donjoj strani u smjeru toka medija (Slika 8) (Ukoliko je uključena funkcija otkrivanja prazne cijevi, ona samo radi ako je kućište odašiljača usmjereno prema gore.)



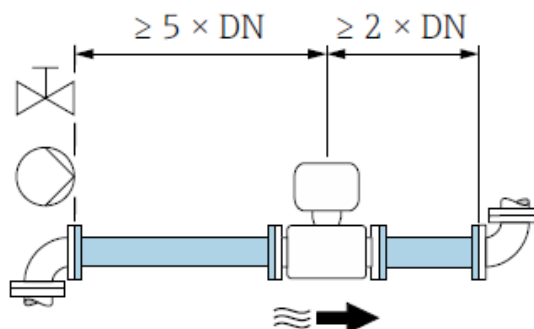
Slika 8: Horizontalna ugradnja mjerača protoka s kućištem na donjoj strani



U idealnom slučaju, ravnina mjerne elektrode trebala bi biti vodoravna. To sprječava kratki spoj mjernih elektroda zahvaćenih mjehurićima zraka.

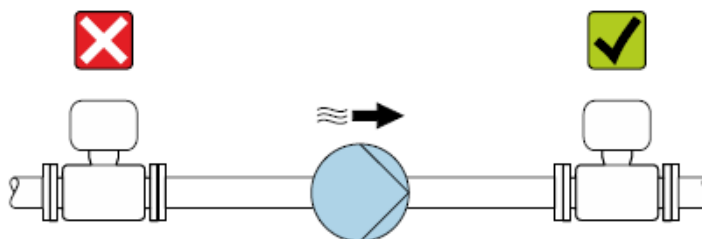
Funkcija otkrivanja prazne cijevi djeluje samo ako je kućište odašiljača usmjereno prema gore, inače nema jamstva da će funkcija reagirati na djelomično ispunjen ili prazan cjevovod.

Ako je moguće, potrebno je ugraditi mjerac ispred armature poput ventila, T-komada ili koljena. Pri ugradnji je potrebno pridržavati se ulaznih i izlaznih duljina prikazanih na slici 9.



Slika 9: Prikaz potrebnih ulaznih i izlaznih duljina između lomova trase cjevovoda i armatura

Mjerac se ne smije ugraditi na usisnu stranu crpke kako bi se izbjegao rizik niskog tlaka, a time i oštećenje mjerača (Slika 10).



Slika 10: Prikaz pravilne i nepravilne ugradnje mjerača protoka uz crpku

U slučaju vrlo jakih vibracija, cijev i mjerac protoka moraju biti poduprti i učvršćeni. U tom slučaju također je poželjno montirati mjerac i kućište odašiljača odvojeno.

Elektromagnetski mjeraci protoka rade na principu elektromagnetne indukcije. Senzori trebaju imati mjernu elektrodu od odgovarajućeg nehrđajućeg materijala kao i nevodljivu oblogu pogodnu za uporabu uz karakteristike protočnog medija. Završni spojevi su prirubnice minimalnog PN sukladno projektnom rješenju sustava. Mjerac treba biti opremljen s prstenom za uzemljenje koji je otporan na koroziju. Za protoke između 10-100% opsega, preciznost će biti bolja ili jednaka +/- 1% maksimalne vrijednosti. Uređaj treba posjedovati aktivne strujne izlazne petlje 4...20 mA za protok od nule do maksimalnog iznosa ili priključak za korištenje odabranog protokola svih mjernih uređaja.

Ravni dio cijevi uzvodno i nizvodno od mjerača toka trebaju biti osigurani u skladu sa zahtjevima mjerača protoka, kako bi se osigurali sigurni uvjeti mjerenja toka.

Za lokacije gdje će uklanjanje mjerača protoka imati utjecaj na glavni tok, potrebno je osigurati obilazni tok s cijevima ukoliko je to potrebno.

### 32-01.1.2 Ultrazvučni mjerac protoka

#### 32-01.1.2.a Općenito

Razlikuju se dvije metode ultrazvučnog mjerenja:

1. Mjerenje protoka preko razlike brzine ultrazvuka (metoda razlike tranzitnih vremena)
2. Mjerenje protoka promjenom frekvencije ultrazvuka (metoda Dopplerovog efekta)

Kod metode razlike tranzitnih vremena, mjerilo je u direktnom dodiru s protočnim medijem jer se mjerne sonde ugrađuju u cjevovod. Uređaji koji mjere na temelju ove metode se nazivaju tzv. „inline“ uređaji. Kod metode Dopplerovog efekta mjerilo nije u direktnom dodiru s protočnim medijem. Uređaji koji mjere na temelju ove metode su tzv. „clamp-on“ uređaji koji se preko štipaljke pričvrste za cjevovod. Ultrazvučno mjerenje ne ovisi o temperaturi i tlaku, a iza njegovog mjerenja ne nastaje pad tlaka unutar cjevovoda. Ovo mjerenje omogućava mediju nesmetano strujanje, ne postavlja prepreke u strujanju prilikom mjerenja.

Montaža uređaja za mjerenje je bez prekida procesa unutar cijevi.

Normativni zahtjevi na opremu:

- sigurnosni zahtjevi za mjernu, upravljačku i laboratorijsku električnu opremu prema HRN EN 61010-1:2011
- CE certifikat

Sva mjerna oprema mora biti u skladu s važećim zakonima Republike Hrvatske. Pri puštanju u rad i testiranju, instrumenti moraju biti prezentirani zajedno s uputama proizvođača. Oprema namijenjena korištenju u opasnim područjima mora biti odabrana i ugrađena u skladu s relevantnim normama i procedurama.

Izvođač mora jamčiti da su dobavljači opreme upoznati s kriterijima i uvjetima u kojima će njihova oprema raditi, osobito u slučaju kad su u pitanju mediji s visokim stupnjem rizika.

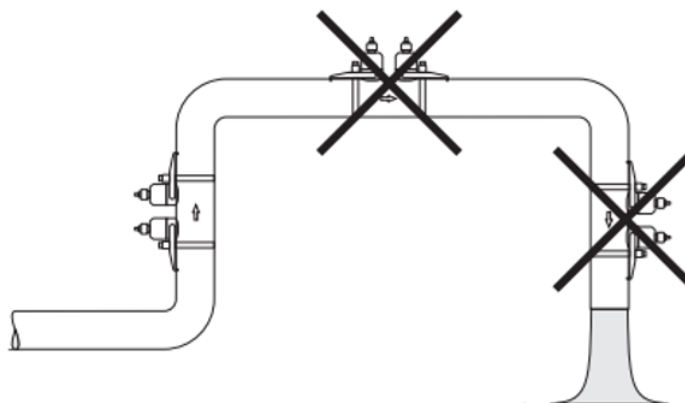
Sva oprema mora biti ugrađena na lako dostupnim mjestima za rad, održavanje i umjeravanje. Uređaji moraju biti dostavljeni s dijelovima za učvršćivanje (konzole) posebno izrađenim za tu svrhu kako bi se osigurao prikladan pristup uređaju bez izlaganja radnika riziku.

Svi mjerni instrumenti i uređaji moraju biti ucrtani na nacrtima dispozicije opreme, te dodatno na tehnološkoj shemi, ako su u pitanju mjerenja nekog tehnološkog procesa.

### 32-01.1.2.b Montaža i ugradnja

Točno mjerenje protoka je moguće ako je cijev popunjena tekućinom cijelim presjekom. Izbjegavati sljedeća mjesta ugradnje kako je prikazano na slici 11:

- najviša točka cjevovoda. Rizik nakupljanja zraka
- vertikalno uzvodno od otvorenog izlaza cijevi.



Slika 11: Prikaz pravilne i nepravilne ugradnje ultrazvučnog mjerača protoka

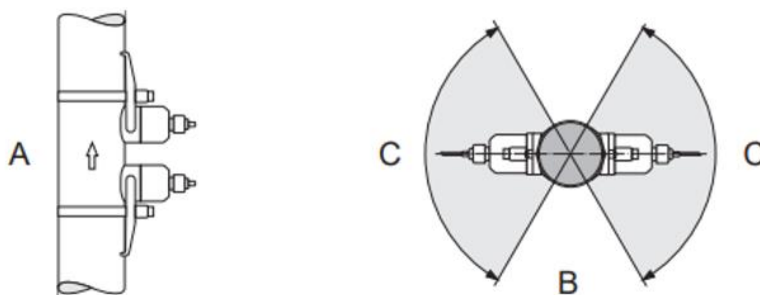
### Vertikalna orijentacija

Preporučena orijentacija sa smjerom strujanja prema gore (pogled A). Unesene krute tvari tonu prema dolje.

Plinovi se dižu od mjernog senzora kada tekućina ne teče. Cjevovod može biti potpuno dreniran i zaštićen od nakupljanja.

### Horizontalna orijentacija

U preporučenom rasponu ugradnje u vodoravnom položaju ugradnje (pogled B), plin i zrak se nakupljaju na poklopcu i problematične nakupine na dnu cijevi imaju manji utjecaj na mjerenje.



Slika 12: Prikaz pravilne i nepravilne ugradnje ultrazvučnog mjerača protoka

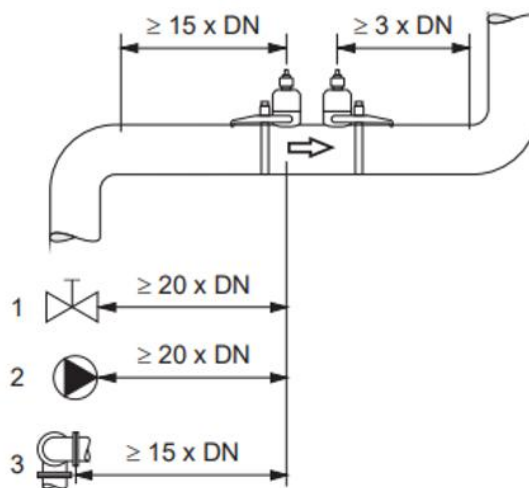
A Vertikalno: Preporučena ugradnja s vertikalnim/uzvodnim smjerom strujanja

B Horizontalno: Preporučena horizontalna ugradnja

C Preporučeni raspon ugradnje max. 120°

### Mjerenje

Ako je moguće, ne instalirati senzor u blizini cijevnih sklopova kao što su ventili, T-komadi, cijevni lukovi itd. Ukoliko je postavljeno nekoliko prepreka protoka, mora se uzeti u obzir najduži ulaz ili izlaz. Usklađenost sa sljedećim zahtjevima, koji su prikazani na slici 13, preporuča se za ulazna i izlazna mjerenja kako bi se osigurala točnost mjerenja.



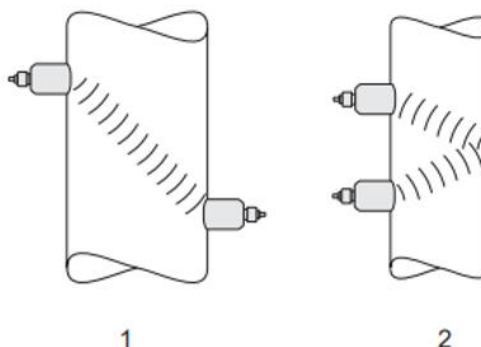
Slika 13: Rubni uvjeti ugradnje senzora

- 1 ventil (2/3 otvoren)
- 2 pumpa
- 3 dvostruki luk

### Lokacija senzora

Senzori se mogu rasporediti na dva načina kako je prikazano na slici 14:

1. Montaža za mjerenje preko jedne traverze: senzori su smješteni na suprotnoj strani cijevi
2. Montaža za mjerenje preko dvije traverze: senzori su smješteni na istoj strani cijevi



Slika 14: Mogućnosti lokacija ugradnje senzora na cjevovod

## 32-01.2 MJERAČI RAZINE

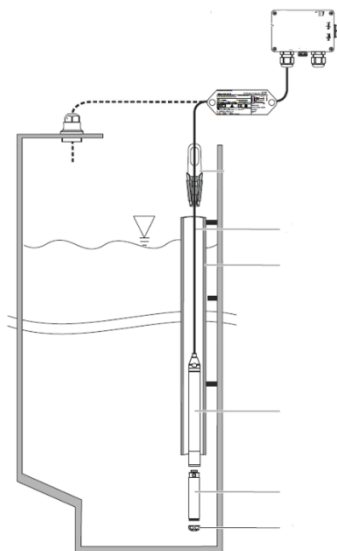
### 32-01.2.1.a Općenito

Mjerenje razine može se obavljati pomoću kontaktnih ili beskontaktnih mjerača razine, ovisno o zahtjevima na mjestu ugradnje. Kontaktni mjerači razine se postavljaju u tekućinu ispod najniže očekivane razine tekućine, a beskontaktni mjerači razine se postavljaju iznad razine tekućine tako da ne dolaze u dodir s tekućinom.

Sva mjerna oprema mora biti u skladu s važećim zakonima Republike Hrvatske. Pri puštanju u rad i testiranju instrumenti moraju biti prezentirani zajedno s uputama proizvođača. Oprema namijenjena korištenju u opasnim područjima mora biti odabrana i ugrađena u skladu s relevantnim normama i procedurama.

### 32-01.2.1.b Kontaktni mjerači razine

Kontaktni mjerač razine koji se najčešće koristi u praksi je potopna hidrostatska sonda pomoću koje se mjeri hidrostatski tlak koji je proporcionalan visini, odnosno razini tekućine. Elektronički dio mjerača pretvara mjernu veličinu u izlazni signal pogodan za daljnju obradu. Predmet isporuke osim same sonde su i kabel čija duljina mora odgovarati mjestu ugradnje te materijal za ugradnju i učvršćivanje. Prilikom ugradnje mjerača moraju se uzeti u obzir zahtjevi i preporuke proizvođača. Primjer ugradnje standardnog tipa kontaktnih mjerača razine – hidrostatske sonde prikazan je na slici 15.



Slika 15: Primjer ugradnje standardnog tipa kontaktnih mjerača razine – hidrostatske sonde

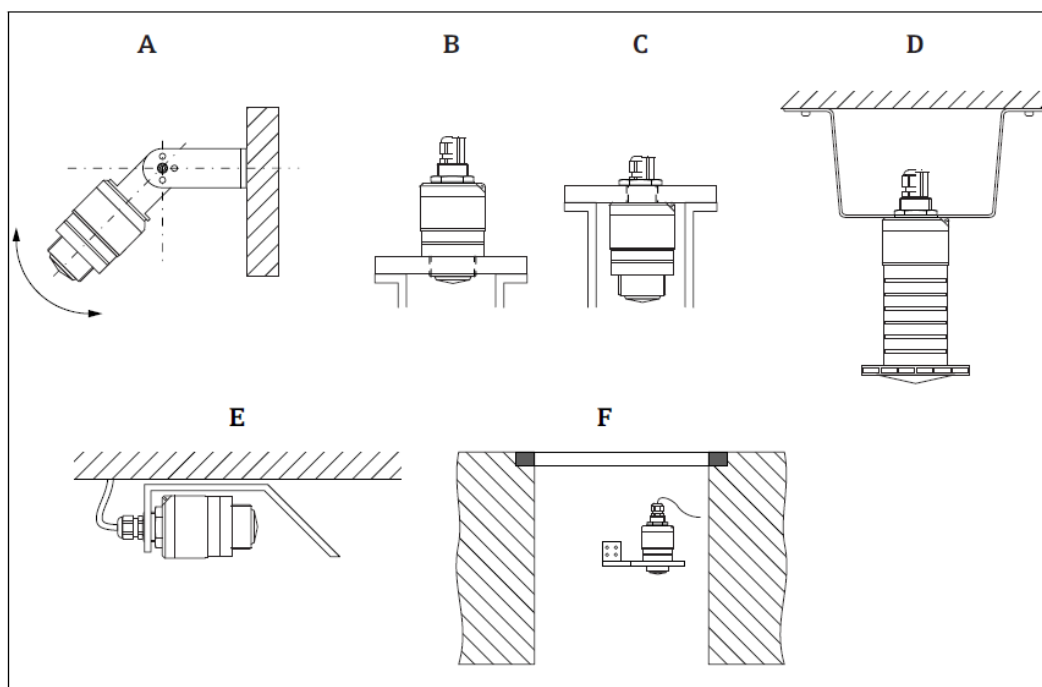
Osim navedenih uređaja, još se u praksi koriste kapacitivni mjerači razine, kontaktni ultrazvučni osjetnici, sklopke razine („nivo plovci“), pneumatski detektori razine, vibrirajuće sonde i druge specijalne tehnologije koje su manje zastupljene.

#### 32-01.2.1.c *Beskontaktni mjerači razine*

Beskontaktni mjerači razine koji se najčešće koriste u praksi su ultrazvučni i radarski mjerači razine. Oni funkcioniraju na način da odašilju ultrazvučne, odnosno elektromagnetske valove prema tekućini, a potom na osnovu primljenih reflektiranih valova računaju udaljenost između mjerača i tekućine. Elektronički dio mjerača pretvara mjernu veličinu u izlazni signal pogodan za daljnju obradu. Predmet isporuke osim samog mjerača su i kabel, čija duljina mora odgovarati mjestu ugradnje, te materijal za ugradnju i učvršćivanje. Prilikom ugradnje mjerača moraju se uzeti u obzir zahtjevi i preporuke proizvođača.

Kompaktna beskontaktna radarska mjerila razine mjere kontinuirano razinu tekućine u spremnicima, otvorenim (preljevnim) bazenima i crpnim stanicama. Glavne karakteristike su neovisnost o promjeni medija, temperature i razini pjene.

Sva oprema mora biti ugrađena na lako dostupnim mjestima za rad, održavanje i umjeravanje. Uređaji moraju biti dostavljeni s dijelovima za učvršćivanje (konzole) posebno izrađenim za tu svrhu kako bi se osigurao prikladan pristup uređaju bez izlaganja radnika riziku. Mogućnosti lokacija ugradnje beskontaktnih senzora prikazani su na slici 16.



Slika 16: Mogućnosti lokacija ugradnje beskontaktnih senzora na cjevovod

- A Ugradnja na zid ili strop, s mogućnošću prilagodbe
- B Ugradnja na prednji navoj
- C Ugradnja na stražnji navoj
- D Ugradnja u strop s kontra maticom (uključeno u isporuku)
- E Vodoravna instalacija u skućenim prostorima (kanalizacijsko okno)
- F Montaža osovine na zid

### 32-01.3 MJERAČI TLAKA VODE U CJEVODIMA

Mjerači tlaka trebaju zadovoljavati sljedeće norme: HRN EN 61326; - *Električna oprema za mjerenje, vođenje i laboratorijsku uporabu- Zahtjevi za EMC*, HRN EN 61010-1; - *Sigurnosni zahtjevi za mjernu, upravljačku i laboratorijsku električnu opremu* i HRN EN 837 - *Mjerala tlaka*

Tip uređaja može biti potopni, umetni ili protočni i treba imati izlazni signal pogodan za daljnju obradu, koji će biti proporcionalan tlaku unutar cjevovoda ili druge opreme na koju se uređaj montira. Ova vrsta uređaja najčešće ima strujni izlaz (npr. 4-20 mA) ili odgovarajući komunikacijski protokol za prijenos podatka o izmjerenoj vrijednosti.

Kućiste mjerača tlaka se najčešće od nehrđajućeg čelika u minimalnoj zaštiti IP65. Načelno rade na principu keramičke mjerne ćelije. Ako se mjerač tlaka nalazi na nepristupačnom mjestu ili nema mogućnost očitavanja mjerene veličine na licu mjesta, tada se preporučuje ugradnja lokalnog i / ili udaljenog zaslona na kojem će to biti moguće.

### 32-01.4 MJERAČI KONCENTRACIJE KLORA U VODI

Za mjerenje slobodnog rezidualnog klora (SRK) postoji veliki broj različitih uređaja koji se razlikuju po preciznosti mjerenja.

Najčešće korišteni uređaji su:

- analizator slobodnog klora u vodi
- kolorimetar
- fotometar

Analizator klora sa sondom za mjerenje rezidualnog klora u vodi omogućuje neposredno očitavanje mjerenih vrijednosti i postavljanje parametara za upravljanje. Montira se u kompletu s protočnom posudom i samočišćućom elektrodom za mjerenje klora u vodi. Standardni uređaji koji se koriste za pitku vodu su sljedećih karakteristika:

- Mjerno područje sonde : 0,02 -2,0 ppm
- Mjerno područje uređaja: 0,00-0,5/2.0/10.0/20.0 ppm - odstupanje: ca. 0,5% od mjerene vrijednosti
- Mjerni izlaz : SN6, standardni 4-20 mA
- Karakteristike: P/PID
- Minimalno IP 65

Poput ostalih navedenih mjerača i ovaj treba imati izlazni signal pogodan za daljnju obradu, kako bi se omogućio prijenos podatka o izmjerenoj vrijednosti. Kod ugradnje nužno je pridržavati se uputa proizvođača.

## 32-02 SUSTAV NADZORA I DALJINSKOG UPRAVLJANJA

Razvoj vodoopskrbnih sustava, sustava odvodnje otpadnih voda, sustava navodnjavanja i odvodnje sa melioracijskih površina, odnosno širenje komunalne infrastrukturne mreže, doveli su do toga da održavanje dijelova tih sustava postaje sve zahtjevnije. U svakom takvom sustavu potrebno je imati pravovremene informacije o svim objektima sustava i o stanjima ugrađene opreme u njima, kako bi se na vrijeme moglo intervenirati i otkloniti eventualne nedostatke, a sve u cilju pravilnog funkcioniranja sustava. Isto tako, potrebno je pratiti vrijednosti procesnih veličina koje se mjere na objektima, a daju potpunu sliku o sustavu u cjelini.

Prikupljanje svih potrebnih informacija moguće je obaviti redovitim obilaženjem svih dijelova sustava i provjerom ispravnosti ugrađene opreme, što u slučaju sustava koji se protežu na velikim površinama nije ekonomično, a u praksi često nije niti izvedivo. Iz tog razloga, u današnje vrijeme se podrazumijeva da svaki vodoopskrbni sustav, sustav odvodnje otpadnih voda, odnosno sustav navodnjavanja i odvodnje sa melioracijskih površina, treba imati kvalitetan nadzorno-upravljački sustav (NUS) čija je zadaća prikupljanje podataka iz cijelog sustava, njihova obrada, prijenos, pohrana i prikaz ovlaštenom osoblju (operaterima) isporučitelja vodnih usluga. Na osnovu tih podataka se operaterima može omogućiti upravljanje pojedinim elementima sustava s udaljene lokacije, ako je to potrebno.

Nadzorno-upravljački sustav se sastoji od:

- nadzorno-upravljačkog centra kojeg čine računalna oprema i programska podrška, – opisano u poglavlju 32-04 OPREMA NADZORNO-UPRAVLJAČKOG CENTRA
- komunikacijskog sustava – opisano u poglavlju 32-03 KOMUNIKACIJSKA OPREMA I PRIJENOS PODATAKA
- sustava lokalne automatizacije objekata – opisano u poglavlju 32-05 AUTOMATIZACIJA POSTROJENJA

Da bi nadzorno-upravljački sustav funkcionirao na optimalan i siguran način, sljedeći uvjeti trebaju biti zadovoljeni:

- svaki objekt mora biti automatiziran na lokalnom nivou
- komunikacijska veza između svih dijelova NUS-a koji međusobno komuniciraju mora biti pouzdana i sigurna
- unutar NUS-a se moraju prenositi potpune i ispravne informacije o stanju svih elemenata sustava
- u svim režimima rada moraju biti aktivne sve odgovarajuće zaštite, kako bi se izbjeglo ugrožavanje sigurnosti osoblja i izazivanje bilo kakve štete
- aplikacija za nadzor i upravljanje mora biti jednostavna za korištenje
- integrirana kibernetička sigurnost industrijskih sustava primjenjujući normu HRN EN IEC 62443; Sigurnost u sustavima industrijske automatizacije i upravljanja.

Nadzorno-upravljački sustavi u vodoopskrbnim sustavima, sustavima odvodnje otpadnih voda, sustavima navodnjavanja i odvodnje sa melioracijskih površina trebaju imati mogućnost nadogradnje, kako bi se objekti koji će biti izgrađeni u budućnosti mogli bez problema integrirati u postojeći NUS. Također, poželjno je da NUS ima mogućnost nadogradnje u vidu poboljšanja performansi razvojem novih tehnologija.

Prilikom izrade projektne dokumentacije i izvođenja integracije novih objekata nekog sustava vodoopskrbe ili odvodnje otpadnih voda, odnosno sustava navodnjavanja i odvodnje sa melioracijskih površina u postojeći nadzorno-upravljački sustav, potrebno je analizirati postojeće stanje i sukladno njemu odabrati optimalno rješenje koje će omogućiti nadogradnju sustava bez negativnog utjecaja na funkcioniranje sustava u cjelini. Tijekom izrade projektne dokumentacije potrebno je izraditi funkcionalne opise sa svim potrebnim elementima na temelju kojih će se izraditi PLC aplikacija.

Izvođač svakog nadzorno-upravljačkog sustava je dužan izraditi i isporučiti korisniku odgovarajuću dokumentaciju u tiskanom i elektronskom obliku, koja uz dokumentaciju računalne opreme, komunikacijske opreme i programske podrške uključuje i sve potrebne opise i upute za



korištenje i održavanje sustava te topologiju sustava. Konačne, testirane aplikacije ( SCADA i PLC s izvornim kodom ) na kojima funkcionira cijelo postrojenje izvođač mora predati korisniku bez zaključavanja, u elektronskom obliku.

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava funkcionalnost i usklađenost s projektom, te provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Provjerava se minimalno:

- ispravno funkcioniranje opreme, atesti, dokumentacija i priručnici
- isporučeni programski paketi i licence
- funkcija automatskog rada na razini pojedinog objekta
- funkcionalnost ručnog upravljanja objektom uz funkcioniranje svih zaštita
- komunikacija svih objekata NUS-a s nadzorno-upravljačkim centrom
- ekranski prikazi u nadzorno-upravljačkom centru i na udaljenim uređajima kojima je omogućen pristup sustavu
- funkcionalnost daljinskog upravljanja iz nadzorno-upravljačkog centra i s udaljenih uređaja kojima je omogućen pristup sustavu
- funkcionalnosti prikupljanja podataka, prikaza podataka u realnom vremenu, pohranjivanja podataka, alarmiranja i izrade izvještaja
- tehnička dokumentacija za rukovanje i korištenje sustava koja sadrži korisničke upute za korištenje aplikacija
- mogućnost oporavka sustava i svih prikupljenih podataka u slučaju havarije na opremi

Preuzimanje uređaja i kabela je potrebno obaviti u skladu sa zahtjevima iz poglavlja 30. – Elektrotrošnici ovih OTU-a.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira tehničku dokumentaciju izvedenog stanja NUS-a koja uključuje i izvedeno stanje pripadajućih komunikacijskih veza svih objekata NUS-a, provedenu obuku korisnika, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

Obzirom na činjenice da se u nadzorno-upravljačkim sustavima koriste tehnologije koje jako brzo napreduju, te da postoje razne arhitekture sustava nadzora i upravljanja, ovi Opći tehnički uvjeti odnose se na osnovne funkcionalnosti koje NUS treba imati bez obzira na vrstu njegove izvedbe.

## 32-03 KOMUNIKACIJSKA OPREMA I PRIJENOS PODATAKA

Osnovna funkcija komunikacijskog sustava unutar NUS-a je pouzdan i siguran prijenos podataka između nadzorno-upravljačkog centra i udaljenih objekata ili između objekata međusobno. Pouzdan prijenos podataka se očituje u tome da se podatci u zadanim uvjetima prenesu unutar zadanog vremenskog intervala, a siguran prijenos podataka označuje da je onemogućen neovlašten pristup tim podatcima.

Komunikacijska oprema koja se koristi na objektima vodnog gospodarstva treba biti industrijske izvedbe, odnosno mora zadovoljavati visoke zahtjeve koji se odnose na otpornost na visoke i niske temperature, vlagu, vibracije, prašinu, elektromagnetske smetnje i slične vanjske utjecaje koji se mogu pojaviti u radnom okruženju, a negativno utječu na rad opreme. Svaki ugrađeni uređaj mora imati karakteristike u skladu s projektom, a ako se uređaj ugrađuje u sustav s postojećom komunikacijskom infrastrukturom, obavezno mora biti kompatibilan s postojećom komunikacijskom opremom. Sva komunikacijska oprema mora imati visok stupanj sigurnosti.

Komunikacijski protokoli koji se koriste u nadzorno-upravljačkim sustavima trebaju biti standardni industrijski protokoli.

Osnovni parametar pri odabiru komunikacijske tehnologije koja bi se koristila u sustavu je komunikacijski medij kojim se povezuju komunikacijske točke. Komunikacijski medij može biti žični ili bežični, a danas se za potrebe nadzorno-upravljačkih sustava u vodnom gospodarstvu najčešće koriste sljedeći načini komunikacije:

- Žični
  - komunikacija putem svjetlovodnih (optičkih) vlakana
- Bežični
  - komunikacija putem radio veze
  - komunikacija putem mobilne mreže komercijalnog telekomunikacijskog operatora

**Komunikacija putem svjetlovodnih (optičkih) vlakana** odvija se korištenjem svjetlovodnih kabela s jednomodnim ili višemodnim optičkim vlaknima, ovisno o duljini položenog kabela.

Prednosti ovog načina komunikacije su brz prijenos podataka između različitih točaka sustava, mogućnost prenošenja velike količine podataka, neovisnost o vanjskim davateljima telekomunikacijskih usluga, neovisnost o geografskom položaju točaka sustava i niski troškovi korištenja (nema plaćanja pretplata).

Glavni nedostatak ovog načina komunikacije su visoki troškovi implementacije sustava (projektiranje i izgradnja distributivne telekomunikacijske kanalizacije), zbog čega se ovakav način komunikacije preporučuje na dionicama na kojima se istovremeno predviđa i izgradnja novog cjevovoda.

Kako bi se osiguralo kvalitetno izvođenje, korištenje i održavanje svjetlovodne infrastrukture, prilikom polaganja svjetlovodnih kabela u distributivnu telekomunikacijsku kanalizaciju (DTK-a) trebaju se zadovoljiti sljedeći zahtjevi:

- prije polaganja svjetlovodnog kabela treba obaviti provjeru prohodnosti cijevi kabelske kanalizacije u koju se kabel polaže
- na mjestima promjene smjera trase se mora održati minimalni polumjer savijanja
- najveća dozvoljena vučna sila, čija veličina ovisi o tipu i konstrukciji kabela nikako ne smije biti prekoračena
- na mjestima predviđenim za nastavljanje kabela treba ostaviti rezervne duljine kabela od cca 25 m. Rezervne duljine kabela je potrebno uredno složiti u zdencu i označiti
- svjetlovodni kabel treba imati identifikacijsku pločicu u svakom zdencu koji prolazi ili završava. Identifikacijska pločica treba sadržavati podatke o vlasniku, karakteristikama kabela i godini ugradnje

- spajanja svjetlovodnih kabela u zdencima izvesti korištenjem vodonepropusnih svjetlovodnih spojnica
- na svjetlovodnom kabelu treba obaviti sva potrebna mjerenja prije i nakon polaganja i nakon izvođenja spajanja s drugim kabelom i svjetlovodnim razdjelnikom
- nakon polaganja i spajanja kabela, za svaku dionicu treba izraditi pripadajuću dokumentaciju, koja uključuje minimalno izvedbu položajnih nacrti i pojednostavljenih shema spajanja.

Sva aktivna oprema za ostvarivanje komunikacije putem svjetlovodnih vlakana (preklopnici, pretvornici medija i sl.) koja se ugrađuje u sustav mora biti međusobno kompatibilna i imati karakteristike prema projektu.

Svu opremu je potrebno ugraditi sukladno preporukama proizvođača. Obračun radova se obavlja po količini stvarno ugrađenih uređaja ili u sklopu razvodnog ormara, ako je tako predviđeno projektom. Za vrijeme korištenja i održavanja aktivne opreme je potrebno zadovoljiti zahtjeve i preporuke proizvođača.

**Komunikacija putem radio veze** unutar nadzorno-upravljačkog sustava ostvaruje se korištenjem odgovarajućih komunikacijskih uređaja – radio modema i antena, na način uvjetovan značajkama propagacije elektromagnetskih valova, konfiguracijom terena i lokacijama na kojima se nalaze objekti NUS-a.

Radio veza se može izvesti, ovisno o projektiranom rješenju, kao neovisna komunikacijska infrastruktura koja je nakon izgradnje cjelokupnog sustava u potpunom vlasništvu korisnika ili na način da se koriste usluge profesionalnog davatelja usluga, kao profesionalnog rješenja za telemetrijske sustave na razini Republike Hrvatske.

U slučaju izgradnje vlastitog sustava radio veze, obavezna je izrada projekta radio komunikacijske veze na osnovu kojega će se dobiti dozvola za korištenje radijske frekvencije, za koju korisnik plaća naknadu.

Prednosti ovog načina komunikacije su neovisnost o vanjskim davateljima telekomunikacijskih usluga i niski troškovi korištenja (naknada za korištenje radio frekvencije na svakoj lokaciji).

Glavni nedostatak ovog načina komunikacije je ovisnost složenosti sustava o konfiguraciji terena, što može dovesti do viših troškova implementacije (za neke lokacije možda uopće neće biti primjenjiva radio veza), te troškovi izrade projekta radio komunikacijske veze na osnovu kojeg će se dobiti dozvola za korištenje radijske frekvencije .

Ako se koriste usluge profesionalnog davatelja usluga, korisnik se služi postojećom komunikacijskom infrastrukturom uz plaćanje ugovorene pretplate za svaku lokaciju na kojoj ima ugrađen komunikacijski uređaj. U ovom slučaju nije potrebna izrada projekta radio komunikacijske veze.

Prednosti ovog načina komunikacije je to što je usluga koju davatelj pruža predviđena kao profesionalno rješenje na nivou države, mogućnost najma opreme i niži troškovi implementacije nego u prethodnom načinu komunikacije.

Nedostatci ovog načina komunikacije su ovisnost o profesionalnom davatelju usluge i viši troškovi korištenja (pretplate za svaku lokaciju).

**Komunikacija putem mobilne mreže komercijalnog telekomunikacijskog operatera** unutar nadzorno-upravljačkog sustava ostvaruje se korištenjem odgovarajućih komunikacijskih uređaja koji spajanjem na mobilnu mrežu komercijalnog telekomunikacijskog operatera pruža mogućnost paketnog slanja podataka prema drugim uređajima nadzorno-upravljačkog sustava. Za uspješnu komunikaciju je nužna dovoljna jačina signala mobilne mreže na pojedinoj lokaciji, a pouzdanost komunikacije ovisi o stabilnosti i raspoloživosti mobilne mreže operatera.

Uzimajući u obzir da ovaj način komunikacije koristi javnu telekomunikacijsku mrežu, nužno je koristiti odgovarajuće sigurnosne standarde koji će onemogućiti neovlašteni pristup podacima.

Prednosti ovog načina komunikacije su niži troškovi implementacije u odnosu na prethodna rješenja, te mogućnost dugotrajnog rada na baterijskom napajanju bez zamjene/dopunjavanja baterija (npr. za mjerna mjesta).

Nedostatci ovog načina komunikacije su ovisnost o davatelju usluge, ovisnost o raspoloživosti i kvaliteti mobilne mreže, te troškovi korištenja (pretplate za svaku lokaciju) koji mogu jako varirati ovisno o ugovoru s operaterom, količini podataka koja se prenosi i dr.

## 32-04 OPREMA NADZORNO-UPRAVLJAČKOG CENTRA

Nadzorno-upravljački centar (NUC) vodoopskrbnog sustava, sustava odvodnje otpadnih voda, odnosno sustava navodnjavanja i odvodnje sa melioracijskih površina, koji čine računalna oprema i programska podrška formira se u prostoru koji odredi isporučitelj vodnih usluga. Prostor nadzorno-upravljačkog centra u kojem su predviđeni smještaj računalne opreme i stalni boravak operatera mora biti opremljen svim potrebnim instalacijama. Za smještaj računalne opreme najbolje je odabrati zasebnu prostoriju zbog smanjenja buke koju stvaraju računala i serveri tijekom rada te voditi računa o udaljenosti prostorije u kojoj se nalaze monitori, tipkovnica, miš i ostala pripadajuća oprema.

Računalna oprema namijenjena za korištenje u nadzorno-upravljačkom sustavu koji se uspostavlja ne smije biti zastarjela, nego mora omogućiti normalno funkcioniranje sustava u budućem razdoblju, te treba imati mogućnost nadogradnje novih komponenti. Ako su zahtjevi NUS-a, odnosno NUC-a, koji se odnose na pouzdanost i raspoloživost visoki, tada treba predvidjeti odgovarajuće rješenje kako bi se udovoljilo tim zahtjevima (npr. redundantna konfiguracija poslužiteljskih računala SCADA sustava, redundantna pohrana podataka, korištenje uređaja za besprekidno napajanje i sl.). Uzimajući u obzir činjenicu da nadzorno-upravljački sustav treba raditi bez prekida, sva računalna oprema neophodna za rad sustava treba biti namijenjena za besprekidan rad, 24 sata na dan.

Sva programska podrška namijenjena za instalaciju na računalnu opremu u novom nadzorno-upravljačkom centru, uključujući operacijski sustav, pomoćne programske pakete i programsku podršku NUS-a (SCADA programska podrška) treba biti međusobno kompatibilna i imati mogućnost programskih i sigurnosnih ažuriranja.

### 32-04.1 PROGRAMSKA PODRŠKA NADZORNO-UPRAVLJAČKOG SUSTAVA

Osnovna namjena programske podrške nadzorno-upravljačkog sustava je obrada prikupljenih podataka, njihova pohrana, odnosno arhiviranje, te prikaz potrebnih informacija na odgovarajućem grafičkom korisničkom sučelju.

Podatci s telemetrijskim uređajima smještenim na udaljenim objektima se razmjenjuju putem odabranog komunikacijskog sustava. SCADA sustav može biti namijenjen samo za prikupljanje podataka s telemetrijskih uređaja, ali i za slanje podataka telemetrijskim uređajima ako za to postoji potreba, kao što je npr. upravljanje crpkama, upravljanje električnim pokretačima industrijskih zapornih uređaja, promjena parametara i sl.

Funkcije koje svaki SCADA sustav namijenjen za nadzor i upravljanje treba imati su:

- prikupljanje podataka
- obrada podataka
- prikazivanje podataka
- upravljanje
- ručni unos podataka
- upravljanje razinama korisničkih ovlasti
- zaštitne funkcije
- spremanje, analiza i arhiviranje podataka
- izrada izvješća
- mogućnost integracije s drugim programskim paketima i alatima
- ispis na pisač

Obrada podataka odvija se na aplikacijskoj razini, a osim podataka prikupljenih s udaljenih objekata NUS-a, obrađuju se i ručno uneseni podatci i podatci uvezeni iz drugih programskih paketa, prema potrebama krajnjeg korisnika.

Budući da u SCADA sustav kontinuirano pristižu velike količine podataka, aplikacija mora imati mogućnost upozoravanja, odnosno alarmiranja operatera uslijed promjene stanja određenih

parametara kako bi se mogle poduzeti potrebne mjere otklanjanja bilo kakve greške u sustavu. Primjeri događaja koji trebaju generirati odgovarajuću poruku unutar SCADA sustava su npr. izmjerene vrijednosti procesnih veličina, poput tlaka, protoka i sl., koje odstupaju od očekivanih vrijednosti i greške pojedinih dijelova sustava kao što su kvar crpke, nestanak napajanja električnom energijom, greške mjernih uređaja i dr. Preporuka je napraviti klasifikaciju događaja u SCADA sustavu, ovisno o njihovom utjecaju na funkcioniranje sustava, kako bi se ovlaštenom osoblju ukazalo na daljnje postupanje.

Prikazivanje podataka u SCADA sustavu se odnosi na slikovne prikaze, liste i prikaz trendova mjerenja koji trebaju biti prilagođeni potrebama krajnjeg korisnika. Slikovni prikazi trebaju biti koncipirani na način da se omogući pregled sustava u cjelini, ali i pregled pojedinačnih dijelova sustava. Ako krajnji korisnik koristi ili planira koristiti geografski informacijski sustav (GIS), tada SCADA sustav treba imati mogućnost integracije s GIS-om, kako bi se geografske podloge mogle prikazivati u SCADA prikazima.

Svi tekstualni prikazi (opisi, poruke, oznake i dr.) u SCADA sustavu namijenjeni radu operatera moraju biti na hrvatskom jeziku.

Upravljanje unutar nadzorno-upravljačkog sustava se odvija korištenjem komandi koje trebaju biti izvedene na siguran način, kako bi se onemogućili neželjeni ishodi.

Upravljanje razinama korisničkih ovlasti unutar nadzorno-upravljačkog sustava se odnosi na pridjeljivanje razine ovlasti svakom korisniku, odnosno operateru prijavljenom u sustav. Sustav upravljanja razinama korisničkih ovlasti mora omogućiti prikaz točno onih podataka za koje korisnik ima ovlaštenje. Isto tako, korisniku treba biti onemogućeno upravljanje unutar NUS-a, ako nema potrebne ovlasti za to. Sustav treba biti štíćen od neovlaštenog pristupa korištenjem rješenja predviđenih projektom (npr. sustav lozinki).

SCADA sustav mora omogućiti spremanje mjerenja i indikacija u povijesnu bazu podataka na način da korisnik može sam odabrati frekvenciju kojom će se ti podatci spremati. S tim podatcima treba biti moguće raditi statističke izračune, kao što su minimalne i maksimalne vrijednosti, prosjeci i sl., za različite vremenske periode. Podatcima se mora moći pristupiti i putem standardnih programskih alata koji nisu dio SCADA programske podrške. Spremljene podatke potrebno je arhivirati u povijesnoj bazi podataka.

Dio programske podrške zadužen za izradu izvješća treba omogućiti izradu i automatsko generiranje raznih tipova izvješća, te njihov izvoz u standardne oblike datoteka i slanje na potrebne adrese, a sve prema zahtjevima korisnika. Izrađena izvješća trebaju biti na hrvatskom jeziku.

Sustav treba omogućiti korištenje standardnih uredskih alata za obradu teksta i alata za rad s proračunskim tablicama i analizu podataka, na način da navedeni alati imaju pristup podatcima iz baze podataka, a sve u svrhu daljnje analize tih podataka.

SCADA sustav treba biti licenciran na način da zadovolji potrebe projektiranog sustava, kako po veličini (broj procesnih veličina), tako i po mogućnostima sustava (izvršna licenca bez mogućnosti promjena na sustavu ili razvojna licenca s mogućnošću promjena na sustavu).

SCADA sustav također treba imati mogućnost nadogradnje u vidu povećanja kapaciteta za prihvatanje novih objekata i uvođenja novih komunikacijskih protokola, ako se u budućnosti ukaže potreba za time.

Ako je projektom nadzorno-upravljačkog sustava predviđen mrežni (WEB) pristup SCADA aplikaciji putem različitih uređaja, potrebno je koristiti adekvatne sigurnosne standarde (primjenjujući načela kibernetičke sigurnosti) da bi se onemogućio pristup podatcima neovlaštenim osobama.

Vodoopskrbni sustavi koji imaju formirane DMA zone u svrhu praćenja gubitaka vode trebaju imati SCADA sustav koji podržava napredne funkcije koje će omogućiti dodatne izračune korištenjem podataka s više mjernih lokacija i njihove prikaze pomoću grafikona, dodatnu analizu i statističku obradu pojedinih mjerenja, unos dodatnih podataka u slučaju ručnih očitavanja mjerenja i dr.

Plaćanje licenci SCADA sustava obavlja se jednokratno ili periodično, ovisno o zahtjevima investitora.

SCADA sustav je moguće održavati vanjskom uslugom ili obukom vlastitog kadra investitora, ovisno o zahtjevima investitora.

## 32-05 AUTOMATIZACIJA POSTROJENJA

Da bi se izbjegla potreba za čestim intervencijama osoblja ovlaštenog za održavanje objekata, provodi se automatizacija na razini objekta koja osigurava optimalan rad na osnovu praćenja procesnih veličina.

Ovisno o tehnološkim zahtjevima pojedinog sustava, automatski rad nekog objekta će najčešće biti koncipiran na način da održava pojedinu procesnu veličinu konstantnom, npr. tlak, protok i sl., ili da održava pojedinu procesnu veličinu unutar zadanih granica, npr. razina vode.

Prilikom provođenja automatizacije sustava, potrebno je osigurati optimalnu potrošnju električne energije na pojedinom objektu na način da se režim rada prilagodi tarifnom modelu prema kojem se obračunava potrošnja električne energije (dnevna/noćna potrošnja), uz ispunjenje svih tehnoloških zahtjeva.

Za automatski rad postrojenja se koriste elektronički uređaji prilagođeni potrebama tehnološkog procesa koji obavljaju zadaću prikupljanja podataka i upravljanja pojedinim elementima sustava – aktuatorima. Ovisno o vrsti i složenosti postrojenja koje se automatizira, za vođenje automatskog rada može biti zadužen jedan ili više elektroničkih uređaja, najčešće međusobno povezanih. Elektronički uređaj se programira na način da u skladu s tehnološkim zahtjevima obavlja zadane radnje na osnovu promjene određenih parametara. Takav uređaj može biti kompaktne ili modularne izvedbe, a u pravilu se sastoji od napajanja, procesorskog dijela koji izvodi program pohranjen u memoriji, memorijskog dijela, komunikacijskog dijela, te ulaznog (digitalni ili analogni) i izlaznog (digitalni, analogni ili relejni) dijela koji imaju funkciju povezivanja s uređajima na objektu (npr. sklopni uređaji, mjerni uređaji, osjetnici i sl.) u svrhu upravljanja i prikupljanja podataka.

U slučaju da je elementima postrojenja moguće upravljati i ručno, korištenjem odgovarajućih tipkala i sklopki ili sučelja čovjek-stroj (HMI), sve promjene vrijednosti parametara za vrijeme ručnog režima rada je potrebno pratiti pomoću spomenutog elektroničkog uređaja.

Ako je predviđeno povezivanje objekta u nadzorno-upravljački sustav, taj elektronički uređaj može imati i zadaću razmjene podataka s ostalim uređajima unutar nadzorno-upravljačkog sustava, pri čemu to može obavljati samostalno ili uz pomoć dodatnih komunikacijskih uređaja, ovisno o izvedbi uređaja.

Danas se u praksi na predmetnim sustavima uglavnom koriste dva tipa elektroničkih uređaja koji pružaju mogućnost automatskog rada postrojenja i njegove komunikacije s drugim uređajima unutar nekog nadzorno-upravljačkog sustava:

- PLC (engl. *programmable logic controller*)
- RTU (engl. *remote terminal unit*)

PLC/RTU uređaji koji se ugrađuju na objektima predmetnih sustava trebaju biti industrijske izvedbe, odnosno moraju zadovoljavati visoke zahtjeve koji se odnose na otpornost na visoke i niske temperature, vlagu, vibracije, prašinu, elektromagnetske smetnje i slične vanjske utjecaje koji se mogu pojaviti u radnom okruženju, a negativno utječu na rad uređaja. Uzimajući u obzir funkciju ovih uređaja, oni moraju biti namijenjeni za besprekidni rad, 24 sata na dan, a ako se u normalnim okolnostima napajaju iz elektroenergetske mreže, trebali bi imati rezervno napajanje koje bi omogućilo praćenje parametara i za vrijeme prekida opskrbe električnom energijom iz mreže.

Svi PLC/RTU uređaji koji će se koristiti moraju imati karakteristike u skladu s projektom te se za njih korisniku mora isporučiti pripadajuća dokumentacija koja uključuje opise rada, korisničke priručnike, programsku dokumentaciju s komentarima i sl. Programi PLC/RTU uređaja moraju biti dokumentirani na način da se može pratiti programska struktura, a izvorni kod mora biti dostupan kako bi se omogućila izvedba radova izmjene ili nadogradnje u slučaju kada nije moguća suradnja s originalnim izrađivačem programa.



## 32-06 AUTOMATSKE VODOMJERNE STANICE (AVS)

Automatske vodomjerne stanice (AVS) obavljaju zadaće automatskog mjerenja hidroloških parametara otvorenih vodotokova, arhiviranja rezultata mjerenja i slanja prikupljenih podataka u odgovarajući nadzorni centar.

Automatske vodomjerne stanice se sastoje od:

- senzora hidroloških parametara (razina, protok i dr.)
- uređaja za prikupljanje i pohranu podataka
- komunikacijskih uređaja
- uređaja za napajanje.

Karakteristični senzori hidroloških parametara su opisani u potpoglavlju 32-01 Mjerna oprema.

Uređaj za prikupljanje i pohranu podataka povezan je s mjernim instrumentima na lokaciji te periodički obavlja očitavanja mjernih vrijednosti koje zatim pohranjuje u memoriju i u zadanom vremenu šalje pomoću komunikacijskog uređaja zadanim primateljima.

Potrebno je osigurati da uređaj za prikupljanje i pohranu podataka ima dovoljan memorijski prostor za pohranu mjerenja u dužem roku, prema zahtjevima investitora, kako se u slučaju kvara komunikacijskog uređaja prikupljeni podatci ne bi izgubili. U slučaju privremenog ispada komunikacije s nadzornim sustavom, sva mjerenja trebaju biti pohranjena s vremenskom oznakom uzimanja uzorka te se prilikom ponovne uspostave komunikacije s nadzornim sustavom trebaju poslati sva mjerenja koja do tada nisu uspješno poslana.

Uređaj za prikupljanje i pohranu podataka treba imati mogućnost lokalnog i daljinskog konfiguriranja. Daljinskim konfiguriranjem iz nadzornog centra se mora moći promijeniti period očitavanja kako bi se u kritičnim situacijama promjene praćenih parametara mogle registrirati i u kraćim vremenskim razmacima.

Osim prikupljanja i slanja hidroloških podataka, uređaj za prikupljanje i pohranu podataka treba imati i mogućnost praćenja ulaznog napona napajanja i slanja prikupljenih podataka o napajanju zadanim primateljima.

Komunikacijski uređaj može biti integriran u uređaj za prikupljanje podataka, a može biti i zaseban uređaj. Točne karakteristike svih korištenih uređaja moraju odgovarati tehnološkim zahtjevima na lokaciji te projektnoj dokumentaciji.

Automatske vodomjerne stanice u pravilu šalju podatke u nadzorni centar bežičnim putem, i ta vrsta komunikacije je opisana u potpoglavlju 32-03 Komunikacijska oprema i prijenos podataka.

Napajanje opreme automatske vodomjerne stanice se u praksi najčešće izvodi putem mrežnog elektroenergetskog priključka ili putem fotonaponskog sustava. Navedeni načini napajanja trošila električnom energijom detaljnije su opisani u poglavlju 30. Elektroradovi (potpoglavlje 30-03 Elektroenergetski priključak).

**32-07 NORME**

Ovdje je naveden samo dio normi i propisa koji se odnose na radove, građevne proizvode i opremu u ovom poglavlju. Izvođači i projektanti su dužni uzeti u obzir i sve ostale važeće zakone, norme i propise koji nisu ovdje navedeni, a odnose se posredno ili neposredno na radove, građevne proizvode i opremu iz ovog poglavlja

Tablica 1: Norme

HRN EN 837-1:2003	Mjerila tlaka -- 1. dio: Manometri s Bourdonovom cijevi -- Dimenzije, mjerenje, zahtjevi i ispitivanje (EN 837-1:1996+AC:1998)
HRN EN 837-2:2003	Mjerila tlaka -- 2. dio: Odabir i preporuke za postavljanje mjerila tlaka (EN 837-2:1997)
HRN EN 837-3:2003	Mjerila tlaka -- 3. dio: Mjerila tlaka s membranom i mjerila tlaka s (valovitom) komorom -- Dimenzije, mjerenje, zahtjevi i ispitivanje (EN 837-3:1996)
HRN EN ISO 20456:2019	Mjerenje protoka kapljevina u zatvorenim cjevovodima -- Upute za upotrebu elektromagnetskih uređaja za mjerenje protoka vodljivih kapljevina (ISO 20456:2017; EN ISO 20456:2019)
HRN EN 61010-1:2011/A1:2019/Ispr.1:2019	Sigurnosni zahtjevi za mjernu, upravljačku i laboratorijsku električnu opremu -- 1. dio: Opći zahtjevi (IEC 61010-1:2010/A1:2016/Corr.1:2019; EN 61010-1:2010/A1:2019/AC:2019)
HRN EN 61010-1:2011/A1:2019	Sigurnosni zahtjevi za mjernu, upravljačku i laboratorijsku električnu opremu -- 1. dio: Opći zahtjevi (IEC 61010-1:2010/am1:2016, MOD; EN 61010-1:2010/A1:2019)
HRN EN 61010-1:2011	Sigurnosni zahtjevi za mjernu, upravljačku i laboratorijsku električnu opremu -- 1. dio: Opći zahtjevi (IEC 61010-1:2010; EN 61010-1:2010)
HRN EN IEC 62443	Sigurnost u sustavima industrijske automatizacije i upravljanja
HRN EN 61326-1:2013	Električna oprema za mjerenje, vođenje i laboratorijsku uporabu -- Zahtjevi za elektromagnetsku kompatibilnost (EMC) -- 1. dio: Opći zahtjevi (IEC 61326-1:2012; EN 61326-1:2013)

---

**Poveznica:**

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na stranici Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova  
Europske unije: **[www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr)**

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatskih voda