

OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU

31. POGLAVLJE ELEKTROMOTORI I ELEKTROMOTORNI POGONI

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.

Voditelj izrade: Nives Drusany Flegar, dipl. ing. el.

Suradnik: Franjo Mandić, mag. ing. el. techn. inf.

Zagreb, lipanj 2022.



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj

31. POGLAVLJE
ELEKTROMOTORI I
ELEKTROMOTORNI POGONI

SADRŽAJ

31-00	OPĆE NAPOMENE.....	31-1
31-00.1	DEFINICIJE.....	31-1
31-01	ELEKTROMOTORNI POGONI	31-3
31-01.1	ELEKTROMOTORI.....	31-3
31-01.1.1	Mehanička zaštita elektromotora	31-4
31-01.1.2	Zaštitno uzemljenje elektromotora.....	31-5
31-01.1.3	Hlađenje elektromotora.....	31-6
31-01.1.4	Pokretanje elektromotora	31-6
31-01.1.5	Označavanje.....	31-8
31-01.1.6	Održavanje elektromotora.....	31-8
31-01.1.7	Elektromotori u zonama opasnosti.....	31-9
31-01.2	POKRETAČI INDUSTRIJSKIH ZAPORNIH UREĐAJA.....	31-10
31-02	NORME I TEHNIČKI PROPISI.....	31-14

31. POGLAVLJE

ELEKTROMOTORI I ELEKTROMOTORNI POGONI

31-00 OPĆE NAPOMENE

U ovom 31. poglavlju OTU-a propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za materijale, proizvode i radove koji se odnose na elektromotore. 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.

31-00.1 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 neki izrazi koji nisu dani u 0. i 30. poglavlju, a odnose se na ovo poglavlje.

Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) je sposobnost opreme da radi na zadovoljavajući način u svojem elektromagnetskom okruženju i ne stvara štetne elektromagnetske smetnje drugoj opremi u tom okruženju.

Energetska učinkovitost (efikasnost, djelotvornost) motora je omjer izlazne i ulazne snage motora.

Faktor snage je omjer radne i prividne snage, u uvjetima periodičnosti.

Hlađenje je postupak kojim se toplina nastala u stroju (motoru) prenosi na primarno sredstvo za hlađenje koje se stalno izmjenjuje ili se i samo hladi s pomoću sekundarnog sredstva za hlađenje u izmjenjivaču topline.

Izlazna snaga motora [P_2] je mehanička snaga na osovini motora.

Jalova snaga je snaga koja ne djeluje u korisnom radu trošila, a potrebna je u elektroenergetskoj mreži za postizanje promjenjivog magnetskog polja koje u svom radu koriste električni strojevi.

Ležaj je sklop namijenjen podupiranju rotirajuće osovine i, ako je potrebno, ograničavanju njezina osnog pomicanja.

Nazivni moment je moment koji motor razvija na kraju svoje osovine pri nazivnoj snazi i brzini vrtnje.

Opterećenje motora su sve vrijednosti električnih i mehaničkih veličina koje određuju zahtjeve za motor sa strane električnoga kruga ili pogonjenog mehanizma u danom trenutku.

Osovina je dio stroja (motora) koji nosi ostale rotirajuće dijelove te koji je poduprt ležajevima u kojima se može okretati.

Potezna struja je efektivna vrijednost stacionarne struje koju motor uzima iz priključnog voda tijekom zaleta, od stanja mirovanja do brzine opterećenja, pri nazivnom naponu i frekvenciji.

Prividna snaga je umnožak efektivnih vrijednosti napona i struje.

Radna (djelatna) snaga je električna snaga raspoloživa za pretvorbu u neki oblik korisnog mehaničkog rada.

Rotor je rotirajući dio stroja (motora).

Sredstvo za hlađenje je medij, tekući ili plinoviti, kojim se prenosi toplina.

Stator je nepomični dio stroja (motora).

Ulazna snaga motora $[P_1]$ je električna snaga na ulazu u motor.

Zalet je postupak dovođenja motora iz stanja mirovanja do radne brzine vrtnje.

31-01 ELEKTROMOTORNI POGONI

Elektromotorni pogon je elektromehanički sustav namijenjen za pretvorbu električne energije u mehanički rad i obratno, koji se u pravilu sastoji od:

- elektromotora
- radnog mehanizma
- prijenosnog uređaja
- pretvaračkog uređaja
- upravljačkog uređaja.

U najjednostavnijem slučaju elektromotorni pogon sadrži elektromotor, radni mehanizam i upravljački uređaj za ručno upravljanje (npr. sklopka).

Elektromotor je glavni dio elektromotornog pogona koji pretvara električnu energiju u mehaničku.

Prijenosni uređaj sadrži mehaničke prijenosne naprave i spojne elemente neophodne za prijenos mehaničke energije između elektromotora i radnog mehanizma.

Pretvarački uređaj prilagođava parametre električne energije potrebama motora. Upravlja tokovima električne energije u cilju reguliranja režima rada elektromotora i radnog mehanizma.

Radni mehanizam je mehanička naprava koja služi za obavljanje mehaničkog rada potrebnog tehnološkom procesu. Primjeri radnog mehanizma su crpka, ventilator, kompresor i dr. Radni mehanizam karakterističan za upotrebu u objektima vodnog gospodarstva su crpke i one su obrađene u poglavlju 29. Crpke ovih OTU-a.

Upravljački uređaj je informacijski dio sustava upravljanja elektromotornim pogonom.

Elektromotorni pogon može biti ručno upravljan, djelomično automatiziran ili potpuno automatiziran, odnosno programski upravljan.

U tehničkoj primjeni razlikuju se neregulirani i regulirani elektromotorni pogoni. Neregulirani sustav služi za pogon radnih mehanizama za koje se ne postavljaju zahtjevi u pogledu pokretanja, zaustavljanja, biranja brzine vrtnje, kao ni točnog održavanja definiranih iznosa mehaničkih ili električnih veličina ili provođenja unaprijed zadanih programa. Regulirani se sustav primjenjuje za pogon radnih mehanizama kojima je, prema zahtjevima tehnološkog procesa, ili radi uštede električne energije, pogonska stanja i parametre potrebno održavati stalnima ili ih mijenjati.

31-01.1 ELEKTROMOTORI

Elektromotori koji se koriste u objektima vodnog gospodarstva isporučuju se kao sastavni dio uređaja definiranog prema potrebama tehnološkog procesa (crpka, kompresor, ventilator i sl.).

U nastavku su prikazani opći tehnički uvjeti elektromotora za pogon crpki, koji čine uvjerljivo najveći udio od svih elektromotora korištenih u vodnom gospodarstvu.

Izmjenični elektromotori za pogon crpki mogu biti raznih izvedbi, kao što su asinkroni (indukcijski) motor ili sinkroni motor s permanentnim magnetima.

Za pogon crpki koriste se:

- izmjenični jednofazni elektromotori
- izmjenični trofazni elektromotori.

Izmjenični jednofazni elektromotori se koriste za crpke manjih snaga, pretežito na lokacijama na kojima ne postoji, odnosno nije predviđen trofazni elektroenergetski priključak i čine jedan manji dio elektromotora crpki u upotrebi.

Trofazni asinkroni elektromotori su u ovom trenutku najzastupljenija vrsta motora korištena za pogon crpki širokog raspona snaga.

Elektromotori predviđeni za korištenje u predmetnim sustavima moraju biti proizvedeni i ispitani u skladu s odgovarajućim normama iz skupine normi HRN EN 60034 – Rotacijski električni strojevi.

Elektromotori namijenjeni za izravno napajanje iz elektroenergetske mreže trebaju imati nazivni napon sukladno zahtjevima norme HRN EN 60038. Dozvoljena variranja vrijednosti napona i frekvencije za vrijeme rada motora uvjetovana su normom HRN EN 60034-1.

Izmjenični elektromotori koji se napajaju iz mreže moraju biti klasificirani prema normi HRN EN 60034-30-1 u jedan od razreda učinkovitosti (IE1 – IE5), koji treba biti naveden na natpisnoj pločici elektromotora.

S obzirom na to da su različiti elektromotorni pogoni namijenjeni za različite zadaće, trebaju imati motore pomoću kojih će se ta zadaća moći obavljati na optimalan način tijekom njihovog vijeka trajanja. Korišteni motori trebaju biti klasificirani u neki od režima rada prema podjeli iz norme HRN EN 60034-1.

Električna instalacija za priključak elektromotornog pogona se provodi i obračunava na način opisan u poglavlju 30. Elektromotori vezani uz elektromotore obuhvaćaju napajanje elektromotora (uređaja s elektromotorom), što uključuje zaštitne, sklopne, upravljačke i nadzorne uređaje, polaganje i spajanje kabela na elektromotor, te uzemljenje elektromotora (uređaja s elektromotorom).

31-01.1.1 Mehanička zaštita elektromotora

Kućište elektromotora treba osiguravati određeni stupanj zaštite od prodora stranih čvrstih tijela i od štetnih utjecaja uzrokovanih prodorom vode, prema zahtjevima normi HRN EN 60529 i HRN EN IEC 60034-5. Zahtijevani stupanj zaštite ovisi o mjestu montaže elektromotora, pri čemu posebno treba obratiti pozornost na uređaje predviđene za trajni rad pod vodom (trajno uronjeni motori).

Kodna oznaka mehaničke zaštite motora sastoji se od slova IP i dvije brojke (npr. IP 54). Prva brojka određuje razinu zaštite od prodora stranih čvrstih tijela, te razinu zaštite osoba od dodira dijelova pod naponom ili unutarnjih pomičnih dijelova. Druga brojka određuje razinu zaštite od štetnih utjecaja uzrokovanih prodorom vode. Ako je potrebno, navedenim oznakama se pridružuju dodatna i dopunska slova koja pobliže određuju razinu mehaničke zaštite, sukladno normi HRN EN IEC 60034-5. U slučaju da jedna od spomenutih zaštita nije potrebna, pripadajuća brojka u kodnoj oznaci se zamjenjuje slovom X.

U tablici 31-01.1.1-1 su prikazane oznake stupnjeva mehaničke zaštite motora prema normi HRN EN IEC 60034-5.

Tablica 31-01.1.1-1. oznake stupnjeva mehaničke zaštite motora prema normi HRN EN IEC 60034-5

Brojka	Prva brojka		Druga brojka
	Zaštita osoba od dodira s dijelovima pod naponom ili unutarnjim pomičnim dijelovima	Zaštita od prodora stranih krutih tijela	Zaštita od vode
0	bez zaštite	bez zaštite	bez zaštite
1	zaštita od dodira vanjskom površinom ruke	promjera većeg od 50 mm	zaštita od vertikalno kapajuće vode
2	zaštita od dodira prstima	promjera većeg od 12 mm	zaštita od vertikalno kapajuće vode uz nagib kućišta od 15° prema normalnom položaju
3	zaštita od dodira alatima i sl.	promjera većeg od 2,5 mm	zaštita od prskajuće vode pod kutom do 60° od vertikale
4	zaštita od dodira žicom	promjera većeg od 1 mm	zaštita od prskajuće vode iz svih smjerova
5	potpuna zaštita	zaštita od taloženja prašine u unutrašnjosti	zaštita od mlaza vode
6	potpuna zaštita	potpuna zaštita od prašine	zaštita od zapljuskivanja i jakih mlazova vode
7			zaštita od djelovanja pri povremenom uranjanu u vodu
8			zaštita od djelovanja pri trajnom uranjanju u vodu
9			zaštita od vode pod visokim tlakom i mlaza vode visoke temperature

31-01.1.2 Zaštitno uzemljenje elektromotora

Motori trebaju imati priključak za uzemljenje ili drugi uređaj koji omogućuje spajanje zaštitnog vodiča ili vodiča uzemljenja. Iznimka su motori koji su opremljeni dopunskom izolacijom ili su namijenjeni za ugradnju u uređaj opremljen dopunskom izolacijom koji ne trebaju biti uzemljeni, niti trebaju imati priključak za uzemljenje.

U slučaju da motori imaju nazivni napon veći od 50 V AC ili 120 V DC, a ne veći od 1 000 V AC ili 1 500 V DC, priključak za vodič uzemljenja treba biti smješten u blizini priključaka faznih vodiča, u priključnoj kutiji, ako ista postoji. Motori nazivne snage veće od 100 kW dodatno trebaju imati priključak za uzemljenje smješten na kućištu.

Motori nazivnog napona većeg od 1 000 V AC ili 1 500 V DC trebaju imati priključak za uzemljenje na kućištu, npr. željeznu traku, a uz to i mogućnost za spajanje plašta kabela unutar priključne kutije.

Priključak za uzemljenje treba biti takav da osigurava čvrst spoj s vodičem uzemljenja bez oštećenja vodiča ili samog priključka. Dostupni vodljivi dijelovi koji nisu dio strujnog kruga trebaju imati dobar električni kontakt međusobno i s priključkom za uzemljenje.

Kad se priključak za uzemljenje nalazi u priključnoj kutiji, treba pretpostaviti da je vodič uzemljenja izrađen od jednakog materijala kao i fazni vodiči.

Kad se priključak za uzemljenje nalazi na kućištu, vodič uzemljenja prema dogovoru može biti i od drugog metala. Prilikom konstruiranja priključka za uzemljenje, treba uzeti u obzir vodljivost vodiča.

Priključak za uzemljenje mora omogućiti prihvat vodiča za uzemljenje površine poprečnog presjeka prema zahtjevima norme HRN EN 60034-1.

Površina poprečnog presjeka zaštitnog vodiča, odnosno vodiča uzemljenja treba biti:

- jednaka površini poprečnog presjeka faznih vodiča, za fazne vodiče površine poprečnog presjeka manje od 25 mm^2
- jednaka 25 mm^2 , za fazne vodiče površine poprečnog presjeka između 25 mm^2 i 50 mm^2
- jednaka polovici površine poprečnog presjeka faznih vodiča, za fazne vodiče površine poprečnog presjeka veće od 50 mm^2 .

31-01.1.3 Hlađenje elektromotora

Elektromotori se projektiraju za različite vrste hlađenja, koje trebaju odgovarati primjeni i uvjetima ugradnje motora. Vrste hlađenja označuju se prema normi HRN EN 60034-6. Oznaka načina hlađenja sastoji se od slova IC iza kojih slijede brojke i slova koji određuju izvedbu rashladnog kruga, sredstva za hlađenje i način pogona sredstva za hlađenje.

31-01.1.4 Pokretanje elektromotora

Ovisno o zahtjevima tehnološkog procesa, mogući su sljedeći načini pokretanja (upuštanja) asinkronih motora:

- izravno pokretanje
- pokretanje sa smanjenim naponom prilikom zaleta motora
- pokretanje frekvencijskim pretvaračem
- pokretanje rotorskim pokretačima (upuštačima).

Izravno pokretanje (engl. *Direct On Line*) je najjednostavniji način pokretanja elektromotora prilikom kojega se elektromotor spaja izravno na izvor nazivnog napona, a u praksi se najčešće koristi za pokretanje elektromotora manjih snaga. Konfiguracija uređaja potrebna za ovakav način pokretanja elektromotora sastoji se od uređaja za zaštitu motora od kratkog spoja i preopterećenja te uređaja za uklapanje, odnosno isklapanje strujnog kruga. Zaštita motora od kratkog spoja i preopterećenja se u praksi najčešće izvodi korištenjem motorskog zaštitnog prekidača koji objedinjuje te dvije zaštitne funkcije ili korištenjem kombinacije uređaja za zaštitu od kratkog spoja (npr. prekidač, osigurač) i uređaja za zaštitu od preopterećenja (npr. termički relej). Uklapanje, odnosno isklapanje strujnog kruga, najčešće se izvodi korištenjem motorskog sklopnika kojim je moguće upravljati ručno i automatski, dovođenjem odgovarajućeg napona na elektromagnetski svitak sklopnika.

Prilikom dimenzioniranja navedenih uređaja i pripadajućih kabela potrebno je uzeti u obzir nazivnu struju motora, ali i struju pokretanja motora (poteznu struju) čija je vrijednost obično 5-8 puta veća od nazivne struje motora. Na objektima u kojima operator distribucijskog sustava uvjetuje ugradnju uređaja za ograničavanje strujnog opterećenja (limitator) treba provjeriti da struja pokretanja motora ne uzrokuje njegovu proradu, kako bi se omogućio neometan rad motora.

Pokretanje sa smanjenim naponom prilikom zaleta motora se koristi kada se pri pokretanju motora želi ograničiti njegova potezna struja, odnosno smanjiti strujno opterećenje na elektroenergetsku mrežu. Ovakav način pokretanja motora u praksi se izvodi na sljedeće načine:

- Pokretanje zvijezda–trokut – postupak zaleta trofaznog motora njegovim spajanjem na izvor s primarnim namotom početno spojenim u zvijezdu, zatim prespojenim u trokut za normalan rad. Primjenjuje se samo kod motora koji su predviđeni za trajan rad u spoju trokut.
- Pokretanje pomoću autotransformatora – postupak zaleta motora izmjenične struje sa sniženim naponom spajanjem primarnog namota početno na autotransformator i prespajanjem namota izravno na izvor nazivnog napona za normalan rad.

- Meki zalet – motor se pomoću uređaja za meki zalet (engl. *soft starter*), kojim se u postavljenom vremenu elektronički povećava napon motora do nazivnoga, postupno zalijeće na nazivnu brzinu. Po završetku zaleta motora, uobičajeno je rješenje premostiti uređaj za meki zalet kako bi se izbjegli gubici u elektroničkim komponentama uređaja, smanjila disipacija topline i produljio vijek trajanja uređaja. Premoštenje se obavlja uz pomoć sklopnika koji može biti integriran u uređaj za meki zalet, ili se ugrađuje posebno. Prilikom ugradnje i korištenja uređaja za meki zalet potrebno je pridržavati se uputa proizvođača iz pripadajuće dokumentacije. Uređaj za meki zalet treba udovoljavati zahtjevima norme HRN EN 60947-4-2.

Konfiguracije uređaja za pokretanje sa smanjenim naponom prilikom zaleta motora moraju osigurati zaštitu motora od kratkog spoja i preopterećenja, uzimajući u obzir vrijednosti struja koje se mogu pojaviti prilikom rada motora.

Prilikom projektiranja i izvođenja postrojenja na kojima je predviđen trajni rad motora napajanog izravno iz elektroenergetske mreže, potrebno je uzeti u obzir i utjecaj induktivnog karaktera elektromotora na mrežu, odnosno na ostalu električnu instalaciju. Postrojenje mora zadovoljiti zahtjev nadležnog operatora distribucijskog sustava o granicama dopuštenog faktora snage na mjestu priključenja na elektroenergetsku mrežu. U slučaju potrebe za poboljšanjem faktora snage na postrojenju, koriste se uređaji za kompenzaciju jalove snage prema preporukama proizvođača. Kompenzacija jalove snage, s obzirom na mjesto ugradnje, može se izvesti kao pojedinačna, grupna ili centralna, ovisno o karakteristikama sustava.

Frekvencijski pretvarači su elektronički uređaji koji služe za pretvorbu izmjeničnog napona konstantne vrijednosti i frekvencije u napon promjenjive vrijednosti i frekvencije, pri čemu omogućuju kontinuirano upravljanje brzinom vrtnje izmjeničnih motora. Mogućnost kontinuirane promjene brzine vrtnje motora je posebno bitna kako bi se mogli optimizirati tehnološki procesi, a radom motora na brzinama manjim od nazivne se postiže ušteda električne energije. Upotrebom frekvencijskih pretvarača omogućeni su meki zalet i meko zaustavljanje motora.

Frekvencijskim pretvaračima ili zasebnim zaštitnim uređajima u strujnom krugu motora mora se osigurati zaštita motora od kratkog spoja i preopterećenja, uzimajući u obzir vrijednosti struja koje se mogu pojaviti prilikom rada motora.

Prilikom projektiranja i izvođenja postrojenja s crpkama čiji se elektromotori napajaju putem frekvencijskih pretvarača, potrebno je uzeti u obzir i utjecaj frekvencijskih pretvarača kao nelinearnih trošila na elektroenergetsku mrežu u vidu harmoničkog izobličenja. Postrojenje mora zadovoljiti zahtjeve nadležnog operatora distribucijskog sustava koji se odnose na harmoničko izobličenje.

Kako bi se smanjio negativan utjecaj elektromagnetskih smetnji nastalih neprekidnim uklapanjem i isklapanjem poluvodičkih sklopnih komponenti frekvencijskog pretvarača na ostalu opremu u blizini, preporuka je da se koriste oklopljeni kabeli od frekvencijskog pretvarača do motora. Također, kabele je potrebno položiti na način da se izbjegnu štetna međudjelovanja – energetske kabele od pretvarača do motora treba polagati odvojeno od signalnih kabela te od kabela do pretvarača.

Prilikom ugradnje, ožičenja i korištenja frekvencijskog pretvarača potrebno je pridržavati se uputa proizvođača iz pripadajuće dokumentacije. Frekvencijski pretvarači trebaju udovoljavati zahtjevima odgovarajućih normi iz skupine normi HRN EN 61800.

Motorni crpki predviđeni za spajanje na frekvencijske pretvarače moraju imati izolaciju namota predviđenu za takav način rada.

Rotorski pokretači (upuštači) su uređaji pomoću kojih su pokreću kliznokolutni elektromotori (motori s namotom na rotoru i kliznim kolutima) na način da se koristi utjecaj otpora u rotorskom krugu na karakteristike struje i momenta motora. Rotorski pokretači trebaju biti dimenzionirani tako da se osigura zaštita elektroenergetske mreže i motora, te da zadovoljavaju potrebe tehnološkog procesa.

31-01.1.5 Označavanje

Svaki elektromotor treba biti opremljen natpisnom pločicom izrađenom od izdržljivog materijala za koju je poželjno da bude smještena na vidljivom mjestu da se omogući jednostavno očitavanje podataka. Ako je elektromotor sastavni dio nekog uređaja i njegova natpisna pločica nije dostupna, proizvođač bi na zahtjev trebao isporučiti dodatnu natpisnu pločicu za montažu na pogodno mjesto na tom uređaju.

Označavanje elektromotora treba biti izvedeno tako da odgovara zahtjevima iz norme HRN EN 60034-1. Neki od podataka koji moraju biti prikazani na natpisnoj pločici su:

- naziv ili oznaka proizvođača
- serijski broj
- broj faza (za izmjenične elektromotore)
- primjenjive norme
- IP kodna oznaka
- nazivni napon
- nazivna snaga
- nazivna frekvencija
- nazivna brzina vrtnje
- nazivna struja
- nazivni faktor snage (za izmjenične elektromotore) i dr.

31-01.1.6 Održavanje elektromotora

Održavanje u širem smislu je skup tehničkih i administracijskih aktivnosti s namjerom da se objekt ili bilo koji njegov dio zadrži ili vrati u stanje u kojem je sposoban biti u funkciji.

Elektromotore treba održavati redovito kako bi se izbjegli prekidi u radu i kako bi se omogućio njihov dulji vijek trajanja. Radove održavanja elektromotora treba izvoditi kvalificirano stručno osoblje.

U procesu održavanja elektromotora razlikujemo sljedeće aktivnosti:

a) Preventivno održavanje

Preventivno održavanje je planski proces koji se provodi unutar unaprijed određenih razdoblja u skladu s uputama proizvođača, s ciljem smanjenja vjerojatnosti prekida rada (kvara) uređaja.

Točne rokove održavanja potrebno je prilagoditi radnim uvjetima specifičnim za pojedini elektromotor, kao što su opterećenje elektromotora, radni okoliš (npr. mikroklimatski uvjeti) i sl.

Pregledi koji se obavljaju u okviru preventivnog održavanja za vrijeme rada elektromotora su:

- provjera buke i vibracija
- provjera temperature ležajeva (termovizija)
- provjera električnih karakteristika elektromotora

Neki od pregleda koji se obavljaju u okviru preventivnog održavanja za vrijeme mirovanja elektromotora su:

- pregled postolja elektromotora
- provjera zategnutosti svih vijaka koji se koriste za ostvarivanje mehaničke ili električne veze
- provjera stanja vodova i izolacijskog materijala
- ispitivanje otpora izolacije
- nivo maziva i stanje ležajeva

Ako se obavljenim pregledima utvrde određene nepravilnosti i odstupanja od vrijednosti propisanih od strane proizvođača, iste je potrebno otkloniti u što kraćem vremenu.

Osim navedenih pregleda, u okviru preventivnog održavanja je potrebno periodički izvana čistiti kućište elektromotora, kako bi se osigurao slobodan protok zraka i omogućilo učinkovito odvođenje topline.

S obzirom na to da se u praksi pokazalo da se usred velikih vibracija tijekom rada često olabave spojevi na priključnoj kutiji elektromotora crpke, potrebno je barem jednom godišnje izvesti pritezanje tih spojeva, odnosno češće prema preporukama proizvođača.

Na elektromotor koji je sastavni dio potopne crpke nije moguće primijeniti spomenuti koncept preventivnog održavanja, nego je potrebno pridržavati se uputa proizvođača.

b) Korektivno održavanje

Korektivno održavanje je proces neplaniranog održavanja koje se provodi nakon utvrđivanja nedostatka uređaja koji utječe na njegovu funkcionalnost.

Prije bilo kakvih radova na održavanju elektromotora potrebno je poduzeti sljedeće mjere:

- zaustaviti elektromotor u skladu s propisima i isključiti sve polove glavnog voda
- isključiti s napona sve pomoćne strujne krugove
- pričekati da se elektromotor u potpunosti zaustavi
- onemogućiti ponovno pokretanje elektromotora za vrijeme trajanja radova održavanja

Prije puštanja u rad je potrebno provjeriti redoslijed spajanja faznih vodiča kako ne bi došlo do oštećenja elektromotora.

31-01.1.7 Elektromotori u zonama opasnosti

Za građevine ili postrojenja, kojima su prilikom projektiranja definirane zone opasnosti (prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom), kompletnu elektroinstalaciju potrebno je izvesti na način da ne može izazvati eksploziju (zagrijavanjem preko dozvoljene granice, iskrenjem ili el. lukom), kako u normalnom pogonu tako i u slučaju kvara.

Osnovna klasifikacija ugroženih prostora te zahtjevi za elektroinstalacije u ugroženim prostorima obrađeni su u poglavlju 30 Elekroradovi.

Elektromotori koji se montiraju u ugrožene prostore trebaju biti izvedeni u određenoj vrsti (izvedbi) protueksplozijske zaštite, u skladu s definicijom prostora. Kabeli koji se koriste u eksplozijski ugroženim prostorima moraju odgovarati zahtjevima niza normi HRN EN 60332 s obzirom na širenje plamena gorenjem plašta kabela.

Ostalu električnu opremu (razvodne kutije, upravljačke uređaje, i dr.), ako je moguće, treba montirati van zona opasnosti; ako to nije moguće, trebaju biti izvedeni u odgovarajućoj protueksplozijskoj zaštiti.

Također i svi uređaji i kabeli u strujnom krugu motora moraju biti projektirani i izvedeni tako da se ostvari zaštita od preopterećenja, zaštita od zemljospoja, zaštita od kratkog spoja te zaštita od opasnih napona i iskrenja.

Motori spojeni preko frekvencijskog pretvarača – na izlazu iz pretvarača je obavezan sklopni aparat (najčešće sklopnik) koji u zadanom vremenu mora prekinuti napajanje motora. Preporuka je i ugradnja izlazne prigušnice ili sinusnog filtera, ovisno o primjeni, koji prigušuje sve više harmoničke članove izlaznog napona frekvencijskog pretvarača, pa je na motoru sinusoidalni napon malog faktora harmoničkog izobličenja i bez prenapona. Motori trebaju imati toplinsku sondu u namotu motora, a kod većih motora i u ležajevima. Motore, za koje je projektom

propisano ili to zahtjevi iz norme HRN EN 60079-14:2014 nalažu, je potrebno opremiti antikondenzacijskim grijačima i spojiti odgovarajuće napajanje i upravljanje te ispitati otpor izolacije prije pokretanja zajedno s napojnim kabelom.

Preglede elektromotora je potrebno provoditi prema važećoj normi HRN EN 60079-17 i prema uobičajenoj periodici pregleda (prema kojoj se unutar perioda ne duljeg od tri godine provodi po jedan vizualni, jedan kontrolni i jedan detaljni pregled). Dokumentacija uz motor može sadržavati upute za redovite preglede, pa i to treba uzeti u obzir. Pregledava se, na primjer, sljedeće:

- motor nesmetano radi bez neuobičajenih zvukova
- nivo maziva, stanje ležajeva, temperature ležajeva
- zaštitna i upravljačka oprema
- svi zaštitni poklopci su na mjestu i dobro pričvršćeni
- namoti statora i rotora, jezgra, klizni koluti
- vijci – dovoljno zategnuti nakon čišćenja ili bojenja
- otvori za kondenzat su bez korozije
- nema znakova disipacije topline od vanjskih uređaja
- šumovi i vibracije ležajeva
- izolacija ležajeva, žlijebljenje unutarnjih i vanjskih prstena ležajeva (za motore spojene preko frekvencijskih pretvarača)
- uzemljenja
- mjerenja s nadzornih uređaja kao što su vibracije i temperatura ležajeva, namota i okvira
- čistoća filtera zraka/ulja/vode i sustava grijanja/hlađenja/podmazivanja
- očišćenost cijevi izmjenjivača topline zrak/zrak ili zrak/voda za hlađenje motora ili pomoćnih sustava podmazivanja
- funkcionalnost antikondenzacijskog grijača

S obzirom na to da se u praksi pokazalo da se usred velikih vibracija tijekom rada često olabave spojevi na priključnoj kutiji motora crpke, potrebno je jednom godišnje izvesti pritezanje tih spojeva.

Uz opće preglede elektroinstalacije za napajanje motora, koji su jednaki za svu elektroopremu, kod elektromotora, ovisno o izvedbi, kontrolira se dodatno i stanje postolja motora (da nije iskrivljeno i nema pukotine), da sustavi hlađenja nisu oštećeni, da ventilatori imaju dovoljno prostora do kućišta i/ili poklopaca, da protok zraka nije blokiran, da otpor namota zadovoljava.

Namoti Ex“e“ motora se štite odgovarajućim uređajem koji osigurava da se ne prijede određena temperatura tijekom korištenja, pa je potrebno kontrolirati i navedeni uređaj.

31-01.2 POKRETAČI INDUSTRIJSKIH ZAPORNIH UREĐAJA

Za jednostavnije upravljanje zapornim uređajima poput ventila i zasuna (obrađeni u poglavlju 22. Ventili, zasuni i hidranti ovih OTU-a), te da se omogući njihovo daljinsko upravljanje i nadzor, koriste se zaporni uređaji s električnim pokretačima - elektromehaničkim pogonima.

Ovisno o izvoru napajanja, električni pokretači imaju motore za trofaznu ili jednofaznu izmjeničnu struju ili za istosmjernu struju.

Osnovna podjela pokretača usklađena je s definicijama iz HRN EN 15714-2 Industrijski zaporni uređaji – Pokretači – 2. dio: Električni pokretači za industrijske zaporne uređaje – Osnovni zahtjevi. Električni pokretači moraju zadovoljavati zahtjeve iz navedene norme.

Podjela pokretača po tipu

Zakretni – izvršni pogon koji prenosi na zaporni uređaj zakretni moment putem manje od jednog punog okretaja. On ne mora preuzeti potisne sile.

Rotacijski – izvršni pogon koji prenosi na zaporni uređaj zakretni moment najmanje jednim punim okretajem. On može preuzeti potisne sile.

Linearni – pokretač prenosi potisak na zaporni uređaj za definirani linearni hod.

Podjela pokretača po funkciji

Klasa A: Otvoreno/Zatvoreno

Pokretač upravlja zapornim uređajem iz potpuno otvorenog u potpuno zatvoreno stanje ili obrnuto.

Klasa B: Pozicioniranje

Pokretač povremeno upravlja zapornim uređajem u traženu poziciju (potpuno otvoreno, srednje i potpuno zatvoreno).

Klasa C: Podešavanje

Pokretač učestalo upravlja zapornim uređajem do bilo koje pozicije između potpuno otvorene i potpuno zatvorene.

Klasa D: Kontinuirano podešavanje

Pokretač kontinuirano upravlja zapornim uređajem do bilo koje pozicije između potpuno otvorene i potpuno zatvorene.

U slučaju nestanka vanjskog napajanja, pokretač ostaje u poziciji koju je postigao u trenutku nestanka napajanja. Postoje i sigurnosne izvedbe pri kojima se u slučaju nestanka vanjskog napajanja pokretač pozicionira u unaprijed zadani sigurnosni položaj.

Električni pokretač treba imati mogućnost ručne manipulacije (osim u izuzetnim slučajevima, ako je tako definirano i obrazloženo u projektu).

Električni pokretači izvode se sa stupnjem mehaničke zaštite minimalno IP65 prema HRN EN 60529. Ovisno o mjestu montaže, može se zahtijevati stupanj zaštite do IP68, s mogućnošću rada uređaja i u slučaju potopljenosti.

Kabelske uvodnice također moraju odgovarati traženom stupnju mehaničke zaštite. Nepotrebni ulazi vodova moraju se zatvoriti odgovarajućim čepovima za zatvaranje.

Pokretač treba biti zaštićen od korozije, ovisno o mjestu ugradnje, u skladu sa HRN EN 15714-2.

Električni pokretač treba biti opremljen grijačem za sprečavanje kondenzacije, ako se ugrađuje u negrijane prostore, te u prostore gdje se očekuje povećana vlaga. Grijač treba priključiti na odgovarajuće napajanje.

Upravljačka jedinica

Upravljačka jedinica služi za upravljanje pokretačem.

Upravljačka jedinica se može montirati izravno na pokretač ili odvojeno na zidni držač.

Ako se upravljačka jedinica montira odvojeno od pogona (upravljačka jedinica na zidnom držaču), potrebno je obratiti pozornost na duljinu i presjek spojnog voda prilikom dimenzioniranja osigurača, te na način polaganja kabela. Signalni vodovi i komunikacijski vodovi osjetljivi su na smetnje. Kabeli prema motoru su izvor smetnji.

Vodove osjetljive na smetnje polagati u područjima sa što manje smetnji, na što većoj udaljenosti od vodova koji izazivaju smetnje. Otpornost na smetnje povećava se pri polaganju blizu potencijala zemlje. Izbjegavati duge vodove, a osobito paralelno polaganje vodova osjetljivih na smetnje sa vodovima koji izazivaju smetnje. Za priključak daljinskih davača položaja treba koristiti oklopljene kabele.

Odabir električnog pokretača

Za ispravni odabir el. pokretača, potrebno je uzeti u obzir:

Zaporni uređaj:

- proizvođač, tip, veličina, funkcija i radne karakteristike
- okretni moment/potisak
- maksimalni dozvoljeni zaokretni moment/ograničenje potiska
- sigurnosni faktori
- hod zapornog uređaja
- radni uvjeti: tip medija, temperatura medija, maksimalni tlak, učestalost rada, vrijeme rada, dozvoljena odstupanja

- Pokretač:
- tip pokretača
 - napajanje (izmjenično ili istosmjerno), napon, frekvencija (za izmjenično) i dozvoljena odstupanja
 - funkcija
 - kut, broj okretaja ili linearni hod
 - vrijeme djelovanja / izlazna brzina
 - učestalost rada
 - montaža u ex zoni ili ne
 - tip daljinskog upravljanja (binarno, analogno, serijsko)
 - dodatni zahtjevi – grijač (protiv kondenzacije)
 - lokalni indikator položaja (za rotacijski ili linearni pokretač), na kojem se vidi položaj zatvarača i pri električnom i pri ručnom upravljanju
 - transmiter položaja, koji šalje stanje zatvarača na udaljenu lokaciju i pri električnom i pri ručnom upravljanju; digitalni ili analogni
 - transmiter rada – na udaljenu lokaciju šalje signal da je pokretač u pogonu
 - dodatne signalizacije određenih položaja i/ili rad ograničavača zakretnog momenta za daljinsku signalizaciju i/ili upravljanje
 - lokalno upravljanje – integrirani ili odvojeni upravljački panel za lokano upravljanje pokretačem (otvori-stop-zatvori). Može uključivati izborni element ((lokano-isključeno-daljinski) sa mogućnošću zaključavanja i/ili indikator stanja

Mjesto montaže – okoliš – vani, unutra, salinitet, korozivne kemikalije i dr.

- vrsta zaštite kućišta
- montaža u ex zoni ili ne
- temperatura okoline

Održavanje

Tijekom vijeka trajanja uređaja potrebno je redovito održavanje i provjeravanje uređaja.

Kod rijetke upotrebe, minimalno svakih 6 mjeseci, provesti probni rad pokretača.

Korištenje u zonama opasnosti (ex zone)

Zone opasnosti definiraju se tehnološkim projektom. U zonama opasnosti smiju se koristiti samo odgovarajući uređaji.

Montaža i spajanje

Tijekom pogona kućište se zagrijava, na površini mogu nastati visoke temperature (više od 60°C). Oko kućišta treba biti dovoljno slobodnog prostora za hlađenje. Potencijalno zapaljivi materijali (kabeli, cijevi s izolacijom i dr.) ne smiju dodirivati kućište niti biti u neposrednoj blizini kućišta.

Sve električarske radove mora izvoditi stručno i osposobljeno osoblje.

Prije priključivanja na mrežu, potrebno je provjeriti odgovaraju li vrsta struje, mrežni napon i frekvencija podacima o motoru.

Zahtjevi kakvoće

Električni pokretač mora biti tvornički testiran u skladu s IEC normama. Po završnom ispitivanju mora biti izdano i isporučeno izvješće sa svim općim podacima pogona te podacima o nazivnoj struji, struji praznog hoda, faktor snage pri nazivnom momentu, izlaznoj brzini, podešenju momenta, podešenju graničnika, naponskom ispitivanju, funkcionalnom ispitivanju i vizualnom pregledu.

Način preuzimanja radova

Prije ugradnje treba pregledati je li pokretač oštećen. Eventualno oštećeni dijelovi se moraju zamijeniti originalnim rezervnim dijelovima. Pokretač smije raditi samo u potpuno ispravnom stanju.

Usporediti tehničke karakteristike isporučenog električnog pokretača s projektnom dokumentacijom (karakteristike pogona, karakteristike zaštitnih uređaja) i s uvjetima na objektu.

Po ugradnji i spajanju uređaja na napajanje provjeriti napon i redoslijed faza - smjer vrtnje motora. Prilikom prebacivanja uređaja na ručno upravljanje, provjeriti funkcioniranje ručnih komandi „otvaranje“ i „zatvaranje“, provjeriti da se zaporni uređaj otvara do kraja i zatvara do kraja, provjeriti funkcioniranje krajnjeg kontakta za otvorenu i za zatvorenu poziciju, momente otvaranja i zatvaranja ako je primjenjivo, provjeriti brzinu otvaranja i zatvaranja, te ako je zahtijevano projektom provjeriti da se zaporni uređaj može pozicionirati u traženi, djelomično otvoreni položaj.

Izvođač mora dostaviti upute za skladištenje, ugradnju i korištenje na hrvatskom jeziku, kao i detaljne električne sheme djelovanja, dimenzijske nacрте i tehničke specifikacije s podacima o električnom pokretaču.

Električna instalacija za priključak električnog pokretača preuzima se na način opisan u poglavlju 30. Elektroradovi.

Obračun radova

Električni pokretač zapornog uređaja može biti predmet isporuke zapornog uređaja, u tom slučaju se i obračunava kao dio zapornog uređaja.

Električni pokretač koji se isporučuje kao zasebna jedinica obračunava se po komadu stvarno ugrađenih pokretača. Stavka uključuje sav potrebni montažni i spojni materijal i pribor.

Rad se plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni za ugradnju pokretača i prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.

Električna instalacija za priključak električnog pokretača obračunava se na način opisan u poglavlju 30. Elektroradovi.

31-02 NORME I TEHNIČKI PROPISI

Ovdje je naveden samo dio normi i propisa koji se odnose na radove, 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, građevinske proizvode i opremu iz ovog poglavlja.

NN 28/16, 88/19	Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti
HRN EN 60034-1:2012	Rotacijski električni strojevi – 1. dio: Nazivne vrijednosti i radna svojstva (IEC 60034-1:2010, MOD; EN 60034-1:2010+AC:2010)
HRN EN 60034-2-1:2014	Rotacijski električni strojevi – Dio 2-1: Normirane metode određivanja gubitaka i korisnosti ispitivanjima (isključujući strojeve za vučna vozila) (IEC 60034-2-1:2014, EN 60034-2-1:2014)
HRN EN 60034-2-2:2012	Rotacijski električni strojevi – Dio 2-2: Posebne metode za određivanje pojedinih gubitaka velikih strojeva ispitivanjima – Dodatak normi IEC 60034-2-1 (IEC 60034-2-2:2010, EN 60034-2-2:2010)
HRN EN IEC 60034-2-3:2020	Rotacijski električni strojevi – Dio 2-3: Posebne metode ispitivanja za određivanje gubitaka i učinkovitosti izmjeničnih motora koji se napajaju iz konvertera (IEC 60034-2-3:2020, EN IEC 60034-2-3:2020)
HRN EN IEC 60034-5:2020	Rotacijski električni strojevi – 5. dio: Stupnjevi zaštite postignuti cjelovitom konstrukcijom rotacijskih strojeva (IP kod) – Klasificiranje (IEC 60034-5:2020, EN IEC 60034-5:2020)
HRN EN 60034-6:2007	Rotacijski električni strojevi – 6. dio: Načini hlađenja (IC kod) – (IEC 60034-6:1991, EN 60034-6:1993)
HRN EN 60034-7:2008	Rotacijski električni strojevi – 7. dio: Klasificiranje tipova konstrukcije, načina montaže i smještaja priključne kutije (IM kod) – (IEC 60034-7:1992+am1:2000, EN 60034-7:1993+A1:2001)
HRN EN 60034-8:2009	Rotacijski električni strojevi – 8. dio: Označivanje stezaljki i smjera vrtnje (IEC 60034-8:2007, EN 60034-8:2007)
HRN EN 60034-8:2009 / A1:2014	Rotacijski električni strojevi – 8. dio: Označivanje stezaljki i smjera vrtnje (IEC 60034-8:2007/am1:2014; EN 60034-8:2007/A1:2014)
HRN EN 60034-9:2008	Rotacijski električni strojevi – 9. dio: Granice buke (IEC 60034-9:2003, MOD+am1:2007; EN IEC 60034-9:2005+A1:2007)
HRN EN 60034-11:2008	Rotacijski električni strojevi – 11. dio: Termička zaštita (IEC 60034-11:2004, EN 60034-11:2004)
HRN EN 60034-12:2017	Rotacijski električni strojevi – 12. dio: Zaletna svojstva jednobrzinskih trofaznih kavezničkih indukcijskih motora (IEC 60034-12:2016, EN 60034-12:2017)
HRN EN IEC 60034-14:2018	Rotacijski električni strojevi – 14. dio: Mehaničke vibracije strojeva visine vratila 56 mm i više – Mjerenje, ocjena i granice žestine vibracija (IEC 60034-14:2018, EN IEC 60034-14:2018)
HRS CLC/TS 60034-17:2008	Rotacijski električni strojevi – 17. dio: Kavezni motori napajani iz pretvarača – Upute za primjenu (IEC/TS 60034-17:2002+Corr.1:2002+Corr.2:2003; CLC/TS 60034-17:2004)
HRS CLC/TS 60034-25:2012	Rotacijski električni strojevi – 25. dio: Vodič za konstrukciju i izvedbu izmjeničnih motora posebno konstruiranih za napajanje iz pretvarača (IEC/TS 60034-25:2007; CLC/TS 60034-25:2008)

HRN EN 60034-30:2012	Rotacijski električni strojevi – 30. dio: Razredi učinkovitosti jednobrzinskih trofaznih kaveznih motora (IE kod) (IEC 60034-30:2008, EN 60034-30:2009)
HRN EN 60034-30-1:2014	Rotacijski električni strojevi – Dio 30-1: Razredi učinkovitosti izmjeničnih motora koji se napajaju iz mreže (IE kod) (IEC 60034-30-1:2014, EN 60034-30-1:2014)
HRN EN 60038:2011	Normirani naponi prema CENELEC-u (IEC 60038:2009, MOD; EN 60038:2011)
HRN EN 60204-1:2018	Sigurnost strojeva – Električna oprema strojeva – 1. dio: Opći zahtjevi (IEC 60204-1:2016; EN 60204-1:2018)
HRN EN IEC 60079-0:2018	Eksplzivne atmosfere – 0. dio: Oprema – Opći zahtjevi (IEC 60079-0:2017; EN IEC 60079-0:2018)
HRN EN 60529:2000	Stupnjevi zaštite osigurani kućištima (IP kod) (IEC 60529:1989; EN 60529:1991+Corr.1:1993)
HRN EN IEC 60947-4-1:2019	Niskonaponska sklopna aparatura – Dio 4-1: Sklopnici i motorni pokretači – Elektromehanički sklopnici i motorni pokretači (IEC 60947-4-1:2018; EN IEC 60947-4-1:2019)
HRN EN IEC 60947-4-1:2019 / Ispr.1:2020	Niskonaponska sklopna aparatura – Dio 4-1 Sklopnici i motorni pokretači – Elektromehanički sklopnici i motorni pokretači (IEC 60947-4-1:2018/Corr.1:2020; EN IEC 60947-4-1:2019/AC:2020)
HRN EN 60947-4-2:2013	Niskonaponska sklopna aparatura – Dio 4-2: Sklopnici i motorski pokretači – Poluvodički motorski kontroleri i pokretači za izmjeničnu struju (IEC 60947-4-2:2011; EN 60947-4-2:2012)
HRN EN 61800-3:2008	Elektromotorni sustavi prilagodljive brzine – 3. dio: Zahtjevi za elektromagnetsku kompatibilnost (EMC) i posebne metode ispitivanja (IEC 61800-3:2004; EN 61800-3:2004)
HRN EN 61800-3:2008 / A1:2012	Elektromotorni sustavi prilagodljive brzine – 3. dio: Zahtjevi za elektromagnetsku kompatibilnost (EMC) i posebne metode ispitivanja (IEC 61800-3:2004/am1:2011; EN 61800-3:2004/A1:2012)
HRN EN 61800-5-1:2008	Elektromotorni sustavi prilagodljive brzine – Dio 5-1: Zahtjevi na sigurnost – Električni, toplinski i energetske (IEC 61800-5-1:2007; EN 61800-5-1:2007)
HRN EN 61800-5-1:2008 / A1:2017	Elektromotorni sustavi prilagodljive brzine – Dio 5-1: Zahtjevi na sigurnost – Električni, toplinski i energetske (IEC 61800-5-1:2007/am1:2016; EN 61800-5-1:2007/A1:2017)
HRN EN 61800-5-1:2008 / A11:2021	Elektromotorni sustavi prilagodljive brzine – Dio 5-1: Zahtjevi na sigurnost – Električni, toplinski i energetske (EN 61800-5-1:2007/A11:2021)
HRN EN 61800-5-2:2017	Elektromotorni sustavi prilagodljive brzine – Dio 5-2: Zahtjevi za sigurnost – Funkcionalni (IEC 61800-5-2:2016; EN 61800-5-2:2017)
HRN EN 15714-2:2010	Industrijski zaporni uređaji – Pokretači – 2. dio: Električni pokretači za industrijske zaporne uređaje – Osnovni zahtjevi (EN 15714-2:2009)

Poveznica:

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na stranici Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova
Europske unije: **www.strukturnifondovi.hr**

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatskih voda