

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

PRAKTIČNA UPORABA PREDPISOV ZA CENTRIFUGALNO MEŠALNO ČRPALKO

Kandidat: Marijan Maksimović

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: dr. Darko Friščić, univ. dipl. gosp. inž.

Lektorica: Irena Žunko, prof. slov. j.

Maribor, 2017

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Marijan Maksimović sem avtor diplomskega dela z naslovom Praktična uporaba predpisov za centrifugalno črpalko, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščića, univ. dipl. gosp. inž., in somentorstvom Darka Dajčmana inž. str.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013 in 56/2015); (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, september, 2017

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvalil bi se mentorju dr. Darku Friščiću, univ. dipl. gosp. inž., in somentorju Darku Dajčmanu, inž. str., za vse strokovne napotke, vodenje in vsestransko pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

POVZETEK

Centrifugalna črpalka, katere področje uporabe je zelo široko in igra pomembno vlogo v človekovem življenju, je tudi izdelana po določenih varnostno-tehničnih navodilih. Ta navodila skrbijo za varno uporabo.

Navodila, ki so predstavljena v ustrezni zakonodaji, produktnih in ostalih standardih ter v pravilniku o varnosti stroja, rešujejo bistvene varnostne in zdravstvene zahteve na sami črpalki ter v okolju, v katerem deluje. Nevarnosti, ki obstajajo, se lahko pojavijo v vseh fazah njene uporabe, to je vse od prvega zagona, med testiranjem pa vse do vzdrževalnih del oziroma servisiranja. Tukaj nastopijo zahteve, ki so določene s standardom (produktnim) glede tehnične varnosti za preprečevanje nevarnosti.

Med drugim tudi ugotavljamo ustreznost vgrajene varnosti po pravilniku o varnosti strojev na centrifugalni črpalki. Da pa uporabniki niso izpostavljeni različnim tveganjem, so ta upoštevana pri vseh dejanjih ravnanja s črpalko, kot je to nastavitev, obratovanje, ustavljanje itn. Vsa varnostna in zaščitna oprema, kot je to npr. stikalo za izklop v sili, morajo biti tehnično brezhibna, saj tudi, če je črpalka varno zgrajena, se lahko pojavijo nevarnosti, ki lahko ogrozijo uporabnika, drugo osebo ter naredijo škodo okolju, v katerem deluje. V primeru odkritja pomanjkljivosti je to treba nemudoma odpraviti. Seveda je pomembno omeniti tudi obvezno uporabo ustrezne osebne zaščitne opreme pri delu s črpalko.

Vemo pa, da je pred prvim obratovanjem oz. dajanjem stroja na trg potrebna tudi urejena dokumentacija, ker je le podlagi nje možno oceniti skladnost stroja z zahtevami pravilnika o varnosti stroja. Obseg dokumentacije je tudi omenjen v samem pravilniku.

Za na konec je potrebno poudariti, da je treba tudi v času vzdrževanja upoštevati varnostne in zdravstvene predpise. Omeniti velja, da je treba že v času načrtovanja upoštevati prostor za vzdrževalna dela.

Z upoštevanjem vseh navodil, zahtev, določil, pravil in ukrepov lahko preprečimo morebitne nevarnosti ali tveganja.

Ključne besede: centrifugalna črpalka, pravilnik o varnosti strojev, produktni standard, zakon o tehničnih proizvodih in ugotavljanju skladnosti, varnostne zahteve

ABSTRACT

Practical rules for centrifugal fun pump

Centrifugal pump is widely used and plays an imperial role in our everyday life. For this reason, it is manufactured in accordance to precise safety technical instructions, which ensure the safe use of the centrifugal pumps.

Such instructions are typically presented not only in the relevant legislation, the product and other relevant standardized acts, but also in the machines' safety regulations. The purpose of the safety instructions is to address the essential safety and health requirements of the centrifugal pump itself, as well as of the operating environment in which the pump is used. Potential hazards could occur at any phase of the pump's use, hence, from the point of the initial start, during the testing or even during the maintenance or service. In order to minimize the risks and danger associated with the use of the pump, certain product standards concerning the technical safety have been put in place.

This dissertation examines the compliance of the in-built safety in accordance to the centrifugal pump's machine safety regulations. With emphasis on reducing the risk of the users, this dissertation further examines the importance of correct and savvy usage of the centrifugal pump through all the stages of its handling, including the setup, its operation as well as the shutdown process.

The argument holds that all the safety and protective equipment, such as the emergency stop switch, must be technically flawless, otherwise the user, as well as the third party, might be exposed to a risk. Additionally, the environment in which the pump is operating could become hazardous or otherwise damaged. Taking in consideration all the risks associated with the possible technical defects, this thesis then stresses the importance of eliminating any malfunctions or defects immediately. While reviewing the above, this dissertation also touches upon the significance of the appropriate personal protective equipment while handling the centrifugal pump.

Furthermore, I also reflect on the relation between the safe usage and the required safety documentation which needs to be appropriately and orderly prepared when the pump, or any other machinery for that matter, is first introduced in the market. Such documentation is important because it serves as a benchmark between the safety regulations versus the

machine's conformity. Act Regulating Technical Requirements for Products and Conformity Assessment elaborates on the scope of the required documentation.

Finally, I take in consideration the importance of the safety and health regulations during the maintenance of the machinery. Hereby, I stress the importance of adequate advance planning of the space predicted for the maintenance work.

I conclude that by following and taking in consideration all the instructions, rules and regulations pertaining the use of the centrifugal pump, potential hazards, risks and dangers can be minimized, if not altogether avoided.

Key words: centrifugal pump, machinery directive, product standard, Act Regulating Technical Requirements for Products and Conformity Assessment; safety regulations.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	5
1.1	Opis področja in opredelitev problema.....	6
1.2	Namen, cilji in osnovne trditve.....	6
1.4	Uporabljene raziskovalne metode.....	7
2	PODROČJE UPORABE CENTRIFUGALNE ČRPALKE KOT TAKŠNE.....	8
2.1	Splošno	8
2.2	Uporaba centrifugalne črpalke.....	8
2.3	Vrste centrifugalne črpalke	9
3	ZAKONODAJA IN STANDARDIZACIJA CENTRIFUGALNE MEŠALNE ČRPALKE.....	12
3.1	Vsebina zakonov in pravilnika	13
3.1.1	Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS) ...	13
3.1.2	Pravilnik o varnosti strojev	13
3.1.3	EU-direktiva 2006/42/ES.....	13
4	PRIMERI MOŽNIH NEVARNOSTI.....	14
4.1	Seznam nevarnosti opisanih postopkov	14
4.1.1	Možne nevarnosti pri delu s črpalko ali agregatom črpalke:	14
5	ZAHTEVE, KI SO DOLOČENE S STANDARDOM SIST EN 809:1998+A1:2009+AC:2010 GLEDE TEHNIČNE VARNOSTI.....	16
5.1	Splošno	16
5.1.1	Mehanske nevarnosti	16
5.1.2	Brizg tekočin pod visokim pritiskom.....	18
5.1.3	Izvrž strojnih delov za prenos moči.....	18
5.1.4	Izguba stabilnosti oziroma trdnosti.....	18
5.1.5	Električne nevarnosti	19
5.1.6	Stik z elektriko.....	19

5.1.7	Elektrostatični dogodki	19
5.1.8	Zunanji vpliv na električne naprave.....	20
5.1.9	Preprečevanje termičnih nevarnosti.....	20
5.1.10	Preprečevanje nevarnosti zaradi hrupa	21
5.1.11	Preprečevanje nevarnosti zaradi vibracij	21
5.1.12	Preprečevanje nevarnosti zaradi materialov	21
5.1.13	Stik z/ali vdih strupenih tekočin, plinov, pare	22
5.1.14	Nevarnosti eksplozije ali požara	22
5.1.15	Nevarnosti zaradi zanemarjanja ergonomskih načel pri načrtovanju stroja	22
5.1.16	Nevarnosti zaradi motenj pri oskrbi z energijo, loma strojnih delov in ostala nepravilna delovanja	23
5.1.17	Motnje, nepravilno delovanje upravljalnega sistema.....	23
5.1.18	Napačna montaža.....	24
5.1.19	Nevarnosti zaradi izpada in napačnega zaporedja varnostnih ukrepov ali zaščitnih sredstev	24
5.1.20	Vse vrste ločenih zaščitnih naprav.....	25
5.1.21	Vse vrste informacij ali opozoril	25
5.1.22	Ukrepi v sili	26
5.1.23	Nujna oprema in pribor za varno nastavitev in/ali vzdrževanje.....	26
5.1.24	Podatki pri dvigu stroja.....	26
6	VERIFIKACIJA VGRAJENE VARNOSTI IN VARNOSTNIH NAPRAV V SKLADU S PRAVILNIKOM O VARNOSTI STROJEV	27
6.1	Vodotesnost	27
6.2	Materiali in konstrukcija.....	27
6.3	Razsvetljava.....	28
6.4	Upravljanje črpalke.....	28
6.5	Sistemi za krmiljenje	28
6.6	Varnostni ventili	28
6.7	Zaščita pri upravljanju črpalke	28

6.8	Mehanska zaščita	28
6.9	Strojno obdelane površine	29
6.10	Temperature	29
6.11	Napačna montaža.....	29
6.12	Hrup	29
6.13	Dostop.....	29
6.14	Navodila.....	29
7	REŠEVANJE BISTVENIH VARNOSTNIH ZAHTEV NA ČRPALKI V SKLADU S TABELO V SIST EN 12100:2011	30
7.1	Splošno	30
7.2	Varnostna oprema.....	30
7.3	Osebna zaščitna oprema	31
7.4	Varnost pri postavitvi črpalke na predvideno mesto delovanja.....	32
7.5	Vroče površine.....	32
7.6	Hrup	33
7.7	Raven hrupa.....	33
7.8	Električni del črpalke.....	33
7.9	Tekočine	34
7.10	Sistemi hidravlike in pnevmatike	35
7.11	Sredstva za čiščenje in mazanje.....	35
8	DOKUMENTACIJA	36
	Izjava o skladnosti	38
9	POTREBNI PODATKI NA TABLICI ČRPALKE	39
9.1	Višina črpanja	41
10	GLAVNI SESTAVNI DELI MEŠALNE ČRPALKE	42
10.1	Spiralno ohišje – spodnji in zgornji del	43
10.2	Nosilna konstrukcija črpalke	44
10.3	Gred črpalke.....	45
11	VZDRŽEVANJE, DOLOČENO S STANDARDOM SIST EN 809	46

11.1	Splošno	46
11.2	Uporaba kemikalij	46
11.3	Oskrba energije.....	46
11.4	Razsvetljava.....	47
11.5	Kvalifikacije osebja	47
11.6	Osebna varnostna oprema.....	47
11.7	Orodja	47
11.8	Redno vzdrževanje v skladu s standardom	47
11.9	Koledar vzdrževanja	48
11.10	Da ne pozabimo	49
12	SKLEP	50
13	VIRI, LITERATURA	52

KAZALO SLIK

Slika 1: Radialna črpalka	9
Slika 2: Aksialna črpalka	9
Slika 3: Periferna črpalka.....	10
Slika 4: Pol aksialna črpalka.....	10
Slika 5: Centrifugalna črpalka	11
Slika 6: Zmečkanje	15
Slika 7: Stisk.....	15
Slika 8: Izjava o skladnosti	38
Slika 9: Nameščena tablica črpalke	39
Slika 10: Tablica črpalke	40
Slika 11: Glavni sestavni deli mešalne črpalke	42
Slika 12: Spodnji in zgornji del ohišja.....	43
Slika 13: Spodnji del ohišja	43
Slika 14: Nosilna konstrukcija in sp. del ohišja.....	44
Slika 15: Gred črpalke	45

KAZALO TABEL

Tabela 1: Maksimalno dovoljene temperature za nezaščitene površine na črpalki ali agregatu črpalke med normalnim obratovanjem	20
Tabela 2: Uporaba osebne zaščitne opreme.....	31
Tabela 3: Razlaga simbolov.....	31
Tabela 4: Glavni sestavni deli mešalne črpalke.....	42
Tabela 5: Koledar vzdrževanja	48

1 UVOD

Zaposlen sem v podjetju, ki se ukvarja s proizvodnjo okoljevarstvene tehnologije oz. natančneje na oddelku za razvoj in raziskavo tokovnih strojev, kot so turbine in črpalke. Področje, ki ga pokrivamo, so predvsem hidroelektrarne in centrifugalne črpalke različnih izvedb, in sicer glede na namen uporabe. Obseg dela je takšen, da smo s sodelavci vključeni v velik del proizvodno-preizkusnih postopkov. Med te postopke spadajo priprava strojnih delov, izdelava, popravila, sestava posameznih sklopov v eno celoto, kot sta črpalka in postavitev zaprtega simulacijskega sistema, kjer so ustvarjeni enaki pogoji kot pri hidroelektrarnah. Ko opravimo svoj tehnični del, nadaljujejo delo testni inženirji, ki sistem testirajo tako dolgo, da so doseženi ustrezni parametri ali optimalni izkoristek, z možnostjo vmesnih modifikacij. Kot je že navedeno, vse to poteka na oddelku za raziskave in razvoj.

V nadaljevanju se bomo osredotočili zgolj na centrifugalno mešalno črpalko. Z vsemi temi postopki dela in preizkusi na koncu proizvod potrdimo, kar pomeni, da prejme uporabnik kakovosten izdelek. Pri delu smo se srečevali do določenih nejasnosti. Vedeli smo, katera so področja uporabe centrifugalne črpalke, nismo pa vedeli, kateri so tisti postopki, zakaj so potrebna vsa tista testiranja proizvoda, kdo daje smernice za pravilno izvedbo proizvoda v okviru nekih standardov, kje so tista pravila oz. določbe, ki to narekujejo, da je proizvod pristen.

Večkrat smo videli na črpalki CE-oznako, katere točnega pomena oz. razlage pa nismo poznali. Nato so tukaj še stroge varnostne zdravstvene zahteve s strani nadrejenih, ki dajejo velik poudarek pravilnemu izvajanju del in osebni zaščiti ter ergonomskim načelom na delovnem mestu. Zato sem se odločil, da bom v tem diplomskem delu, ki je zapisan kot oblika uporabniškega priročnika, raziskal, kaj je treba narediti, kako ukrepati in zaščititi tako sebe in druge kot materialne stvari in to vse udejanjiti na primeru centrifugalno mešalne črpalke, da bo lahko ta na koncu primerna za skupen evropski trg. Seveda morajo biti vsi ti postopki v pravilnem zaporedju.

Reševanja te problematike sem se lotil s sodelovanjem strokovnjakov, ki pokrivajo takšna področja, in z iskanjem ustrezne strokovne literature, ki bo na naslednjih straneh predstavljena. Tako bomo dosegli, da bodo zbrana vsa potrebna znanja na primeru centrifugalne mešalne črpalke, ki lahko hkrati služijo kot izhodišče za ostale tokovne stroje.

1.1 Opis področja in opredelitev problema

V skladu s tehnično zakonodajo bomo obravnavali implementiranje varnostnih zahtev in njihovih rešitev na proizvodu mešalne črpalke, da bo ta lahko dana na trg s predpisi. V tem sklopu so podane bistvene varnostne in zdravstvene zahteve za mešalno črpalko, na katere moramo biti pozorni, saj lahko ne upoštevanje le-teh vodi do ogrožanja ljudi in okolja, v katerem črpalka deluje. Kljub njihovi uporabi obstajajo nevarnosti tako za uporabnika oziroma tretjo osebo kot za samo črpalko. Zato je zelo važno, da je črpalka (stroj) v brezhibnem stanju, saj je s tem zagotovljena določena varnost, omejena pa so tudi tveganja med njeno uporabo. V fazi načrtovanja mešalne črpalke bomo poskrbeli za celovito vgrajeno varnost in upoštevali »Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanju skladnosti (Ur. L. RS, št. 17/2011)« in »Pravilnik o varnosti strojev (Ur. L. RS, št. 75/2008).« Pri tem bomo upoštevali produktni (podrobni varnostni) standard SIST EN 809:2000+A1:2009/AC:2010. Naloga predstavlja določene vsebinsko zaključene celote, ki se nanašajo na stroje (črpalke), načrtovanje črpalk, tehnično dokumentacijo, listine in oznake in uporabnike proizvoda.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela je preučiti strokovno literaturo in razpoložljive vire s področja tehnične zakonodaje, natančneje varnosti mešalnih črpalk, ter prikazati povezavo in zahteve za proizvajalce ob uporabi harmoniziranih standardov.

Namen diplomskega dela je, da pravilno uporabimo zahteve standarda tipa C in s tem zagotovimo domnevo o skladnosti z bistvenimi zdravstvenimi in varnostnimi zahtevami, ki nam jih nalagajo pravilniki.

Cilji diplomskega dela so iskanje pravih rešitev za zagotavljanje pravih načrtovanja varnosti mešalne črpalke.

Cilji diplomskega dela so:

- predstaviti zahteve iz pravilnika za proizvajalce pretočne črpalke,
- teoretično kot tudi praktično predstaviti vsebino predpisov, ki veljajo za pretočne črpalke,
- praktično predstaviti pristop pri zagotavljanju bistvenih varnostnih zahtev in
- predstaviti povezanost med tehnično zakonodajo in pravilniki ter harmoniziranim produktnim standardom.

Osnovne trditve

Proizvajalec mora pri načrtovanju mešalne črpalke upoštevati bistvene zdravstvene in varnostne zahteve iz priloge I: Direktive o strojih/Pravilnika o varnosti strojev. Pripraviti mora tehnično dokumentacijo (mapo), kot določa priloga VII. Izvesti mora postopke ugotavljanja skladnosti, kot določa 12. člen direktive oziroma pravilnika. Proizvajalec mora izdati ES-izjavo o skladnosti po prilogi II. Na koncu mora označiti črpalko z oznako CE, kot določa 16. člen ter priloga III. Črpalko, ki je skladna z direktivo o strojih oziroma pravilnikom o varnosti strojev, lahko prodamo v katerikoli državi članici Skupnosti.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavke:

- razpoložljivost strokovne literature,
- dostopnost do standardov,
- razpoložljivost in točnost podatkov,
- dosledno in učinkovito uporabljeni pravilniki pri načrtovanju.

Omejitve:

- omejenost na prosto dostopno literaturo,
- zaupnost podatkov v podjetju.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Pri pisanju diplomskega dela so se uporabile tri metode raziskovanja, ki se med seboj prepletajo in dopolnjujejo v različnih stališčih pri določanju optimalnih rešitev, vodenih oziroma določenih predvsem s strani tehnične zakonodaje in pravilnika o varnosti produkta ter produktnega standarda, kot je to pri centrifugalni-mešalni črpalki:

- deskriptivna (opisovalna) metoda – opisujemo oz. prikažemo rešitve varnostnih zahtev na proizvodu mešalne črpalke;
- metoda kompilacije – pridobivanje stališč in spoznanj v strokovnih literaturah različnih avtorjev;
- metoda komparacije (primerjalna) – pri oblikovanju teoretičnega dela sem uporabil podatke domače in tuje literature.

2 PODROČJE UPORABE CENTRIFUGALNE ČRPALKE KOT TAKŠNE

2.1 Splošno

Centrifugalna črpalka ima z njeno uporabo pri transportu tekočin na različnih območjih človekovega življenja in v različnih panogah industrije velik tehnični in ekonomski pomen. Samo področje uporabe centrifugalne črpalke je zelo široko. Njena uporaba zajema tako male črpalke, kot je obtočna črpalka za segrevanje, avtomobilske hladilne vodne črpalke z nekaj vatov moči, črpalke za shranjevanje z več kot 50 MW in turbinske črpalke z več kot 240 MW moči v času obratovanja. Parametri, ki pri kupcu vplivajo na izbiro centrifugalne črpalke, so: višina črpanja, količina pretoka, lastnost medija, sesalne okoliščine medija pri vstopu v črpalko, podatki o oskrbi z električno energijo, kakšni so obratovalni stroški, vzdrževalni ter finančni vložek celotnega sistema, kakšen je najboljši izkoristek in na koncu celoten strošek postavitve od črpalke, motorja do zaključenega sistema. (Florjančič, 2001)

2.2 Uporaba centrifugalne črpalke

Najdemo jih v strojništvu, gradbeništvu, v naftni industriji pri pridobivanju naftnih derivatov za transportiranje le-teh, v mestnih vodovodih za črpanje vode, pri namakalnih sistemih, kot je namakanje polj, kar je tipična aplikacija, za pripravo vode v kopališčih, za odvajanje vode v kamnolomih in rudnikih, pri različnih distribucijah v hladilnih sistemih, polnjenje in praznjenje rezervoarjev, ravno tako je izjemno uporabna v času poplav, ko voda zalije številne kleti in garaže. Centrifugalne črpalke najdemo v najrazličnejših številnih izvedbah, na primer pri gasilcih, kjer je ena oblika izvedbe prenosna gasilna črpalka, ki je gnana z motorjem gasilskega vozila ali pa vgrajena v samo vozilo in ravno tako gnana z motorjem le-tega, vse do njene uporabe v elektrarnah, kjer skrbijo za vodni obtok. Torej lahko rečemo, da so centrifugalne črpalke glede na področje uporabe, količino, pritisk za gnanje oziroma črpanje različnih medijev tudi različno skonstruirane. (WER LIEFERT WAS, 2017)

2.3 Vrste centrifugalne črpalke

Pod izrazom centrifugalne črpalke razumemo črpalke, kot so:

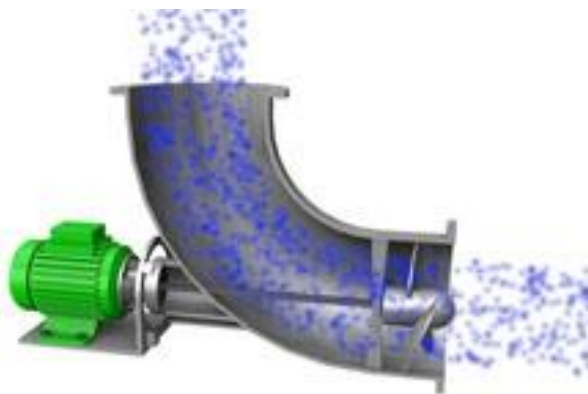
1. Radialna črpalka – tukaj gonilni medij izstopa pravokotno glede na rotor na osi.



Slika 1: Radialna črpalka

Vir: (Direct industry, 2017a)

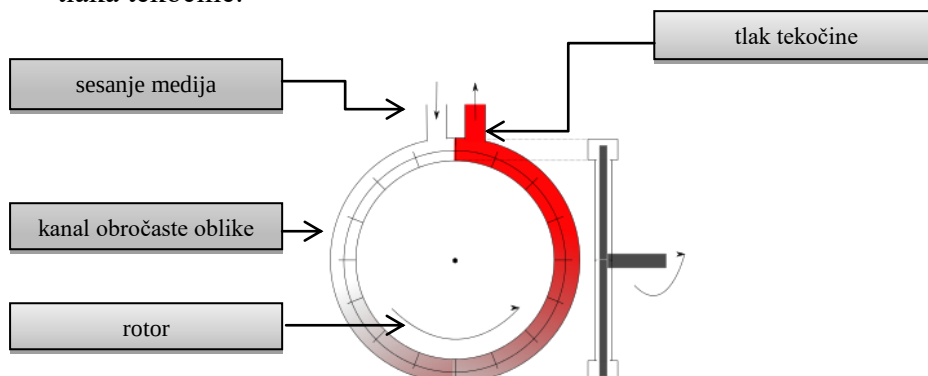
2. Aksialna črpalka – tukaj črpanje tekočine poteka vzporedno na os črpalke.



Slika 2: Aksialna črpalka

Vir: (Industry stock.com, 2017)

3. Periferna črpalka – tukaj se medij poseja skozi sesalni nastavek, ki je doveden v kanal obročaste oblike, kjer se vrti rotor črpalke. Rdeče obarvano polje prikazuje porast tlaka tekočine.



Slika 3: Periferna črpalka

Vir: (Wikiwand, 2017)

4. Pol aksialna črpalka – pri tej črpalki pa črpani medij izstopa poševno od osi črpalke iz rotorja.



Slika 4: Pol aksialna črpalka

Vir: (TU Graz, Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen (HFM), 2017)

5. Centrifugalna mešalna črpalka – v zgoraj napisanem sem predstavil vrste črpalk in naštel, kje vse so črpalke prisotne, če je njihov sistem transportiranja izkoriščanje medijev centrifugalne sile. Diplomsko delo pa predstavlja centrifugalno mešalno črpalko, kjer je področje uporabe neprekinjena uporaba črpanja oz. gnanja čistih tekočin in različnih papirnatih materialov, kot je npr. papirna kaša. Namen je doseganje dobro mešanje medijev in povečanje tlaka.

Preko sesalne cevi, ki je priključena na vhodno prirobnico, prispe črpan in mešan medij v spiralno ohišje. V sesalnem kanalu se bo medij zdaj razdelil in prispel v dvojni sesalni pretok ter tokovno ugodno sesalno območje rotorja. Oba medija bosta preko dvojno sesalnega rotorja, tako po levi kot po desni strani v aksialni smeri, posesana k sredini rotorja. V rotorju doživi medij preko rotacijske energije in izdelane oblike lopatic radialni pospešek in s tem hitrost energije. V spiralnem ohišju se bosta spremenila hitrost in tlak energije. Medij nato prispe v tlačno cev, ki je priključena na izhodno prirobnico črpalke. (Andritz-Astro, 2017)



Slika 5: Centrifugalna črpalka

Vir: (Direct industry, 2017b)

V nadaljevanju bo opisano zgolj področje praktične uporabe predpisov za centrifugalno mešalno črpalko, kjer je z določeno zakonodajo in standardi ter upoštevanjem varnostnih in zdravstvenih zahtev dokazana njena primernost dajanja na trg.

3 ZAKONODAJA IN STANDARDIZACIJA

CENTRIFUGALNE MEŠALNE ČRPALKE

Zakonodaja, pravilniki in standardi, ki so uporabljeni pri načrtovanju, konstruiranju, izdelavi centrifugalne mešalne črpalke, da bo ta lahko kasneje dana na trg, so:

- Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1),
- EU-direktiva 2006/42/ES oz. pravilnik o varnosti strojev,
- Produktni standard SIST EN 809:2000+A1:2009/AC:2010p.

Uporabljeni standardi za:

- Dimenzije —→ SIST EN ISO 2858:2012 – Sesalna centrifugalna črpalka (nazivni tlak 16 bar), označevanje, nazivna delovna točka in mere.
- Konstrukcija —→ SIST EN ISO 5199:2004 – Tehnična specifikacija za centrifugalne črpalke – razred II.
- Preizkus (Q, H, NPSH) —→ SIST EN ISO 9906:2012 – Centrifugalna črpalka – Prezemni preizkus za hidravlične lastnosti – razredi 1, 2, 3.

Legenda: Q – količina pretoka; H – višina črpanja; NPSH – neto pozitivna specifična višina (netto positive suction head) oz. točka, kjer je optimalni izkoristek črpalke.

- Varnost proizvodov —→ SIST EN 809:2000+A1:2009/AC:2010 – Črpalka in deli črpalke za tekočine – splošne varnostne zahteve.

SIST EN ISO 12100:2011 – Varnost strojev – splošna načela načrtovanja, ocena tveganja in zmanjšanje tveganja.

- Elektromagnetna združljivost —→ serija standardov SIST EN 61000.

3.1 Vsebina zakonov in pravilnika

3.1.1 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS)

»(1) Ta zakon ureja pogoje dajanja proizvodov na trg ali v uporabo ter njihove dostopnosti na trgu, tehnične zahteve za proizvode, postopke ugotavljanja skladnosti, zahteve in postopek določitve organov, ki sodelujejo v postopkih ugotavljanja skladnosti (v nadaljnjem besedilu: organi za ugotavljanje skladnosti), in listine, ki morajo biti priložene ob dajanju v promet oziroma ob začetku uporabe.« (Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1), 2011)

»(2) S tem zakonom se za izvajanje Uredbe (ES), št. 765/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 9. julija 2008 o določitvi zahtev za akreditacijo in nadzor trga v zvezi s trženjem proizvodov ter razveljavitvi Uredbe (EGS) št. 339/93 (UL L, št. 218 z dne 13. 8. 2008, str. 30; v nadaljnjem besedilu: Uredba (ES) 765/2008) in Uredbe (ES), št. 764/2008 Evropskega parlamenta in Sveta o določitvi postopkov za uporabo nekaterih nacionalnih tehničnih pravil za proizvode, ki se zakonito tržijo v drugi državi članici in o razveljavitvi Odločbe, št. 3052/95/ES (UL L, št. 218 z dne 13. 8. 2008, str. 21; v nadaljnjem besedilu: Uredba (ES) 764/2008), določajo pristojni organi za nadzor in kazenske določbe.« (Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1), 2011)

3.1.2 Pravilnik o varnosti strojev

»Ta pravilnik v skladu z Direktivo 2006/42/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 17. maja 2006 o strojih in spremembah Direktive 95/16/ES (UL L št. 157 z dne 9. 6. 2006, str. 24), zadnjič spremenjeno s Popravkom Direktive 2006/42/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 17. maja 2006 o strojih in o spremembah Direktive 95/16/ES (UL L št. 76 z dne 16. 3. 2007, str. 35), določa zahteve, ki jih morajo izpolnjevati stroji, ki so dani na trg, da bi se zagotovila njihov prost pretok ter njihova skladnost z bistvenimi zdravstvenimi in varnostnimi zahtevami.« (Pravilnik o varnosti strojev, 2008)

3.1.3 EU-direktiva 2006/42/ES

Je evropska direktiva, po kateri so vse države članice uskladile svojo zakonodajo, pri nas je to »Pravilnik o varnosti strojev«, kar pomeni, da morajo biti izpolnjeni vsi pogoji, zahteve pri dajanju stroja in njegovih ločenih varnostno-sestavnih delov v promet, ki so zapisani v njej.

4 PRIMERI MOŽNIH NEVARNOSTI

Na primeru obravnavane črpalke obstajajo številne nevarnosti. Te se lahko začnejo pojavljati že na samem začetku gradnje oz. sestave črpalke, medsebojno fino nastavitvijo sklopov, med postavitvijo na kraj delovanja, prvim zagonom, testiranjem, spuščanjem v obratovanje, med normalnim obratovanjem, zaustavitvijo obratovanja, rednim vzdrževanjem, servisiranjem ipd.

4.1 Seznam nevarnosti opisanih postopkov

4.1.1 *Možne nevarnosti pri delu s črpalko ali agregatom črpalke:*

- mehanske nevarnosti: ureznina, stisk, odrez, zmečkanina, ujetje, navitje, drgnjenje,
- brizg tekočin pod visokim pritiskom,
- električne nevarnosti,
- stik z elektriko,
- izguba stabilnosti, trdnosti,
- izvrg delov,
- pojavi elektrostatike,
- zunanji vpliv na električne naprave,
- termične nevarnosti,
- nevarnost zaradi hrupa,
- nevarnost zaradi vibracij,
- nevarnost zaradi materialov,
- kontakt z/ali vdih strupenih tekočin, plinov, pare,
- nevarnost eksplozije ali požara,
- nevarnosti zaradi zanemarjanja ergonomskih načel pri načrtovanju stroja,
- nevarnosti pri oskrbi z električno energijo,
- lom delov stroja in ostala nepravilna delovanja,
- motnje, nepravilno delovanje upravljalnega sistema,

- napačna montaža,
- nevarnosti zaradi izpada in/ali napačnega zaporedja varnostnih ukrepov/zaščitnih sredstev,
- vsi načini zaščitne opreme,
- vse vrste ločenih naprav,
- vse vrste informacij ali opozoril,
- ukrepi v sili,
- nujna oprema in pribor za varno nastavitve ali vzdrževanje,
- podatki za dvig stroja. (SIST EN 809:1998+A1:2009+AC:2010 Črpalke in deli črpalk za tekočine - Splošne varnostne zahteve, 2012)

Piktogrami



Slika 6: Zmečkanje

Vir: (Društvo varnostnih inženirjev Ljubljana, 2017a)



Slika 7: Stisk

Vir: (Društvo varnostnih inženirjev Ljubljana, 2017b)

5 ZAHTEVE, KI SO DOLOČENE S STANDARDOM SIST EN 809:1998+A1:2009+AC:2010 GLEDE TEHNIČNE VARNOSTI

5.1 Splošno

V tem poglavju bomo opisali ustreznost zahtev za preprečevanje nevarnosti, ki jih v praksi uporabljamo, da bi pri delu na stroju ali napravi, v našem primeru črpalki, preprečili morebitne posledice, ki lahko ogrozijo naše zdravje ali življenje in naredijo okoljsko ter materialno škodo.

Zato bomo vse vrste navedenih nevarnosti, ki jih zajema varnostni standard SIST EN 12100, predvidene pri uporabi črpalke, predstavili in podali zahteve za njihovo rešitev. Na ta način bomo izvedli oziroma prikazali praktično uporabo predpisov na primeru mešalne centrifugalne črpalke.

5.1.1 Mehanske nevarnosti

Pod pojmom mehanske nevarnosti razumemo:

- stisk,
- obrez,
- ujetje,
- zmečkanje,
- navitje,
- udarec.

Mehanske nevarnosti so torej vsi tisti fizični dejavniki, zaradi katerih lahko utrpimo kakršnokoli škodo med delovanjem stroja (črpalke), ob njegovi postavitvi, rednem pregledu, servisiranju, skratka v vseh periodah njegove uporabe.

Nezavarovani vrteči se deli lahko povzročajo nevarnost. Da bi se izognili mehanskim nevarnostim med obratovanjem črpalke, bomo določili varnostne ukrepe. Izvedba vgradnje varnosti na črpalki bo preprečila oziroma zmanjšala tveganje. Za vgraditev teh varnostnih

ukrepov bomo uporabljali primerna sredstva, ki bodo poskrbela, da bodo tveganja preprečena oziroma zmanjšana.

To je uporaba določenih standardov, varnostnih navodil – del in varnostnih zahtev, ki pokrivajo to področje in nas vodijo, kako v danem položaju izvesti zaščito na posameznih delih stroja, da bo ta varen za uporabo.

SIST EN ISO 13857 – varnost strojev – varnostne razdalje, ki preprečujejo doseg nevarnih območij z zgornjimi in spodnjimi udi.

SIST EN ISO 14120 – varnost strojev – varovala – splošne zahteve za načrtovanje in konstruiranje nepomičnih in pomičnih varoval.

SIST EN ISO 349 – varnost strojev – najmanjši razmiki, ki preprečujejo zmečkanine na delih človeškega telesa.

Zaščitna ohišja, ki preprečujejo poseganje v notranjost delujočega stroja, morajo biti odstranjena samo z orodji, ki so namenjena tej uporabi.

Kjerkoli je možno, morajo biti zaščitna ohišja ali naprave, katerih naloga je zaščita, tako zasnovana, da ne morejo stati na svojem mestu brez potrebnih pritrdilnih elementov.

Pritrdilna sredstva morajo pri zaščitnem ohišju, napravi ali stroju ostati, ko je ta odstranjen s svojega mesta.

Zaščitne naprave, ki jih lahko odpremo ali odstranimo, morajo omogočati dostop z namenom uskladtve ali nastavitve kontrolnih priprav, senzorjev med obratovanjem črpalke, ravno tako morajo v odprtem kot tudi zaprtem stanju varovati proti nenamerni motnji, ne smejo pa biti zapahnjena.

Neoviran dostop k tesnilu gredi v primeru, da je to potrebno za nadzor nad njegovo funkcijo, mora biti odobren s strani nadrejenega.

Na obdelanih ali odrezanih delih črpalke in njenih delov, ki so med vgradnjo, obratovanjem ali vzdrževanjem v kakršnemkoli trenutku dostopni, morajo biti odstranjeni ostri robovi, opilki, hrapavost, srh ipd.

S temi izvajanjem varnostnih zahtev bomo preprečili možne poškodbe in tveganja pri uporabi črpalke, saj se zaščitna oprema, ki je prepoznana kot zaščita za preprečitev stika s površinami in preprečitev stika v območje vrtljivih delov, šteje za ustrezno, kadar z preizkusom prsta po

standardu SIST EN 60529 in z upoštevanjem možnosti prodora, trdnosti in odpornosti proti udarcem ni možnosti poškodbe.

5.1.2 *Brizg tekočin pod visokim pritiskom*

Varnostne zahteve – komponente in posamezni deli črpalke, ki so obremenjeni s pritiskom – tlakom, morajo biti nastavljeni na največji dovoljen delovni tlak. Kakršenkoli premik zaradi izgube tlaka ne sme povzročati nobenih nevarnosti.

V primeru, da se zaradi črpalke lahko na kakršnemkoli delu ustvari tlak, ki je večji, kot je dovoljeni delovni tlak na tem delu, mora varnostni ventil ali druga naprava za preprečitev nadtlaka to prepoznati, da je tlak v tej komponenti devetdeset odstotkov hidrostaticnega preizkusnega tlaka prekoračen ali pa mora upravljavec črpalke opozoriti na potrebe takšne opreme.

Velja pa na primer omeniti, da je za nihajne tlačne črpalke največji dovoljeni delovni tlak zgornja meja srednjega tlaka na izstopnem območju glave črpalke.

5.1.3 *Izvirg strojnih delov za prenos moči*

Spodnje in zgornje mejne vrednosti pri vrtilnem momentu, številu vrtljajev in obremenitvi pri sklopkah, menjalnikih, vmesnih delih ne smejo biti prekoračene. V primeru prekoračitve mejnih vrednosti, ki lahko pripelje do nevarnih situacij, smo to zavarovali s stikalom za izklop v sili ter z mehansko zaščito (varovalo).

5.1.4 *Izguba stabilnosti oziroma trdnosti*

Črpalka ali deli črpalke morajo svojo stabilnost, trdnost v času transporta, sestave in razstave pod določenimi okoliščinami obdržati, tako da je lahko črpalka iz svojega izhodiščnega položaja nagnjena pod kotom 10 stopinj v katerikoli smeri.

Če te zahteve niso izpolnjene, mora podjetje, v katerem je bila črpalka izdelana, določiti zahtevano opremo za doseg stabilnosti ali dati posebna opozorila za potrebe uporabnika oziroma to navesti v navodilih za uporabo.

Zaščitna oprema mora biti obravnavana kot oblika posebnega orodja (vključno z njenimi podrobnostmi) ter v navodilih za uporabo kot taka tudi navedena. Pri postavljanju ali vgrajevanju črpalke mora biti s temeljnimi vijaki zagotovljena njena stabilnost ali pa izvedena s kakšnim drugim načinom pritrdjevanja glede na dano situacijo. Vsaka izvedba načinov pritrdjevanja mora biti takšna, da bo preprečila nezaželena premikanja opreme.

5.1.5 Električne nevarnosti

Električna oprema agregata črpalke mora zadovoljevati splošne zahteve po standardu SIST EN 60204-1:2006/A1:2009. Posebne značilnosti iz standarda SIST EN 809:2000+A1:2009/AC:2010 morajo soglašati z določenimi odstavki iz standarda SIST EN 60204-1:2006/A1:2009.

Za varno obratovanje mora biti električna oprema izbrana na osnovi ustreznega programa z upoštevanjem okoljskih in obratovalnih pogojev, prav tako pa tudi po podanih značilnostih in tolerancah oskrbe z elektriko z upoštevanjem predvidenih napak po standardu SIST EN 60204-1:2006.

Pri oskrbi z električno energijo agregatov črpalke morajo biti le-ti opremljeni z opremo, ki ločuje oskrbo z električno energijo. Takšna oprema mora omogočati izklop v sili ali med normalnim obratovanjem – standardi SIST EN 60204 in SIST EN 809.

Dostop do električnih povezav mora biti onemogočen z določenimi pripravami, kot so ovoj ali obloge, ki morajo tesniti, da preprečijo vstop raznim trdnim materialom in tekočinam. Odstraniti jih smemo samo s primernim orodjem.

Agregat črpalke mora biti zaščiten z ozemljitveno sponko pred pozitivnim nabojem, ta pa je priključena na ozemljitev.

Za maksimalni električni učinek proti omrežni napetosti in njenimi odstopanji ter za boljšo prepoznavnost mora biti električna napeljava izmerjena ter jasno označena z barvnimi ali drugimi simboli.

Sistemi za gnanje agregatov črpalke smejo vsebovati komponente in električne napeljave, ki izpolnjujejo zahteve zadevnih standardov SIST EN 809 in SIST EN 60204.

5.1.6 Stik z elektriko

Ohišja kontrolnih sistemov in elektromotorjev črpalke ali agregata črpalke morajo ustrezati razredu zaščite, in sicer vsaj tako, kot je to urejeno v standardu za motorje SIST EN 60034-5:2002 ali v standardu za kontrolne sisteme SIST EN 60529.

5.1.7 Elektrostatični dogodki

Za preprečitev elektrostatičnih nabojev je za ustrezno opremo treba predvidevati potencialno izravnavo v primeru, da pri uporabi potrebujemo ozemljitveni kabel. Pri tem je treba paziti, da potencialna izravnava skozi obloge, zaščitne premaze ali podobno na črpalki ne bo zmanjšana.

5.1.8 Zunanji vpliv na električne naprave

Zaščitni sistem in njegova oprema morata biti tako zasnovana, da ne nastopi nikakršno stanje pri obratovanju, ki bi lahko vodilo do ogrožanja osebja.

5.1.9 Preprečevanje termičnih nevarnosti

Nevarnost za ljudi zaradi temperatur, ki nastajajo med obratovanjem črpalke ali agregatov črpalke, morajo biti zmanjšane na minimum. Standard SIST EN 809 ne obravnava nikakršnih ukrepov za zmanjševanje nevarnosti zaradi površinskih temperatur, ki izvirajo pri črpanju tekočin in nastajajo že pred vstopom v črpalko.

Ko površinske temperature prekoračijo vrednosti v tabeli 1, je treba predvideti ukrepe, ki bodo preprečili stik s to površino, in sicer tako, da opozorimo uporabnika črpalke pred stikom s to površino. Zahtevana opozorila morajo biti navedena v navodilih za uporabo črpalke.

Tabela 1: Maksimalno dovoljene temperature za nezaščitene površine na črpalki ali agregatu črpalke med normalnim obratovanjem

	Površine, katerih stik med normalnim delovanjem črpalke je potreben ali ko lahko z njimi v omejenem območju pride do nenamerne stika ^x	Površine, katerih nenamerni stik je v neomejenem območju možen
Kovina ^y	66 °C	80 °C
Keramika	71 °C	82 °C
Umetni materiali	78 °C	90 °C

Vir: (Andritz AG, Maksimalno dovoljene temperature za nezaščitene površine na črpalki ali agregatu črpalke med normalnim delovanjem, 2012)

Legenda:

x – Ta tabela upošteva, da bo pri nenamernem stiku s površino v omejenem območju umik zamujen zaradi omejitve gibanja, čas stika pa je lahko neprostovoljno daljši in se zaradi tega zahtevajo nižje maksimalne temperature.

y – Površine, ki so lakirane ali nelakirane.

5.1.10 Preprečevanje nevarnosti zaradi hrupa

Standard SIST EN 809 ne obravnava zmanjšanje tveganja, ki lahko vodi do poškodbe sluha zaradi daljše izpostavljenosti hrupu črpalke ali agregatu črpalke.

Zato mora proizvajalec sam upoštevati raven hrupa pri izdelavi črpalke, katerega vzrok izvira iz samega proizvoda in napeljave.

Ravno tako mora proizvajalec določiti emisijo hrupa opreme, in sicer s sklicevanjem na izmerjene vrednosti. Vrednosti emisij hrupa so lahko izmerjene na vsaki posamezni opremi ali na podobni opremi, ki dela pod podobnimi pogoji obratovanja. Upoštevati pa je treba, da se merjenje emisije hrupa izvaja pri popolni opremi črpalke in agregata črpalke z vso pomožno in zaščitno opremo, in sicer z ustrezno opremo za merjenje hrupa. Merjenje hrupa se izvaja po standardu SIST EN ISO 20361.

5.1.11 Preprečevanje nevarnosti zaradi vibracij

Tudi tukaj standard SIST EN 809 ne obravnava zmanjšanje tveganja zaradi daljše izpostavljenosti obremenitvam vibracij, ki so bile povzročene zaradi delovanja črpalke ali agregata črpalke.

V takih primerih je treba navedene zmogljivosti ter posebnosti črpalke in agregata črpalke primerjati z ustreznim standardom, s podatki črpalke, s podatki dobavitelja ali s katerimikoli določenimi ustreznimi informacijami za dokazovanje skladnosti.

5.1.12 Preprečevanje nevarnosti zaradi materialov

Širina in raznolik spekter uporabe črpalk ne omogoča točnega podatka kakovosti materialov in zahtev materialov v standardu s splošnimi zahtevami.

Materiali morajo biti izbrani z upoštevanjem kemičnih značilnosti načrpane tekočine in njihove sposobnosti, prenašanja pogojev obratovanja ter z njihovo življenjsko trajnostjo.

Upoštevati je treba tudi krajevne določbe glede primernosti materialov za posebno uporabo, kot so pitna voda, prehrambni izdelki, požarna varnost itn.

Uporabljeni materiali ne smejo ogrožati zdravja in varnosti ljudi.

Uporabljeni materiali morajo biti združljivi z zahtevami tekočin, kot je navedeno v značilnostih, in s sredstvi za mazanje, hlajenje, gretje, drugimi vrstami tekočin, kjer se lahko uporabljajo.

5.1.13 Stik z/ali vdih strupenih tekočin, plinov, pare

Črpalke ali agregati črpalk, ki črpajo vnetljive, strupene, korozijske ali druge nevarne tekočine ali tekočine, katerih temperatura je večja od 60 °C, morajo biti opremljeni s cevnim priključkom, da ga lahko upravljavec uporabi za varno zbiranje, odvajanje tekočin pri puščanju iz tesnila gredi ali pri iztekanju iz varnostnega ventila.

Na osnovi raznolikosti tekočin ni možno določiti točne opreme za odvajanje.

5.1.14 Nevarnosti eksplozije ali požara

Črpalke in agregati črpalk morajo biti tako konstruirani in narejeni, da bo preprečeno vsako tveganje zaradi vžiga, plinov, tekočin, prahov, pare ali drugih snovi, ki so predvidene v okviru uporabe.

Zahteve za eksplozivnost ozračja se uporabljajo v primeru, da nastopi tveganje eksplozije v okviru uporabe črpalke v enem eksplozivnem ozračju.

5.1.15 Nevarnosti zaradi zanemarjanja ergonomskih načel pri načrtovanju stroja

Agregat črpalke z zaslonom in/ali opremo za upravljanje se mora ujemati z osnovnimi načeli po standardu SIST EN 894.

Opreme z zasloni morajo biti tako urejene, da so udobne, njihov pomen pa je jasen za odčitavanje.

Opreme z ročnim upravljanjem in druge krmilne naprave morajo biti lahko dosegljive in uporabne brez odvečnih prizadevanj.

Še posebej prepoznavna pa mora biti oprema za zagon in zaustavitev.

Za preprečitev napake zaradi zamenjave morajo biti sprejeti ustrezni ukrepi, vključno z ustreznimi oznakami.

5.1.16 Nevarnosti zaradi motenj pri oskrbi z energijo, loma strojnih delov in ostala nepravilna delovanja

5.1.16.1 Napake pri sestavi

Nevarnost zaradi pomanjkljive, nepravilne sestave delov mora biti konstruktivno izključena.

Ko se uporabijo vezni elementi s posebnimi zahtevami, morajo biti zamenljivi vezni elementi za druge povezave enake kakovosti.

5.1.16.2 Preprečitev povratnega toka

Ker lahko po izklopu črpalke nastopijo nevarnosti zaradi povratnega toka, mora proizvajalec ali dobavitelj opozoriti na potrebo po opremi za preprečitev povratnega toka, kot je to na primer proti povratni ventil.

5.1.16.3 Smer vrtenja črpalke

Smer vrtenja črpalke mora biti označena na primernem mestu in s priloženo puščico.

5.1.16.4 Pomožna cevna napeljava

Pomožne cevne napeljave, ki so bistvenega pomena za obratovanje črpalke, so določene v navodilih za uporabo ali v načrtu za postavitev.

5.1.16.5 Nepričakovan zagon

Ko nastopi takšna nevarnost, je treba izpolniti zahteve iz standarda SIST EN 1037, kjer je navedeno, kaj je treba narediti, da bi preprečili takšen nepričakovani zagon.

5.1.17 Motnje, nepravilno delovanje upravljalnega sistema

Zahteve, ki jih je treba upoštevati pri tej vrsti nepravilnega delovanja in zaradi katerih bi lahko prišlo do nevarnosti, so:

- zahteve za preprečitev povratnega toka,
- označitev smeri vrtenja na primernem mestu črpalke,
- zahteve iz standarda SIST EN 1037 v primeru nepričakovanega zagona.

Zahteve, ki so tukaj navedene, so omenjene v podpoglavju »Nevarnosti zaradi motenj pri oskrbi z energijo, loma strojnih delov in ostala nepravilna delovanja« in so zaporedje ukrepov, ki se jih je v takih primerih treba držati.

5.1.18 Napačna montaža

Pri nastopu tega nepravilnega postopka – napačne montaže pa je treba upoštevati zahteve, ki so:

- zahteve za preprečitev napak pri sestavi,
- zahteve za pomožno cevno napeljavo,
- označitev smeri vrtenja na primernem mestu črpalke.

Tudi te napisane zahteve so omenjene v podpoglavju »Nevarnosti zaradi motenj pri oskrbi z energijo, loma strojnih delov in ostala nepravilna delovanja« in so tudi zaporedje ukrepov v tem primeru.

5.1.19 Nevarnosti zaradi izpada in napačnega zaporedja varnostnih ukrepov ali zaščitnih sredstev

5.1.19.1 Vse vrste varnostno-zaščitne opreme

Zaščitne opreme, ki se lahko odprejo ali oddaljijo, so s svojo zasnovo tako prirejene, da preprečitev oziroma zmanjšanje tveganja zaradi napačnega nadomestnega dela ne bo zmanjšana.

Zaščitne opreme za zmanjšanje tveganja zaradi stika z deli črpalke ali agregatom črpalke so lahko odstranjene z orodji, ki so namenjena tej uporabi.

5.1.19.2 Merilne naprave in njihovi priključki

Ko je iz razloga varnosti obratovanja črpalke ali agregata črpalke potrebna nadzorna ali alarmna oprema, morajo biti dosegljivi zahtevani priključki.

5.1.19.3 Stikalo za izklop v sili

Ko prihaja do nevarnih situacij, da je potrebna ročna zaustavitev, mora biti zagotovljen izklop v sili, in sicer po določitvah standarda SIST EN ISO 13850:2007, ali pa je treba zagotoviti navodila, kako je treba ravnati v takšni situaciji.

V primeru pregleda ene normalne opreme, ki služi za zaustavitev, kot je stikalo za zaustavitev v sili, in deluje na enak način, potem je takšna vrsta opreme dovoljena, vendar mora biti kot takšna tudi označena (SIST EN ISO 13850:2007 – Varnost strojev – Zaustavitev v sili – Načela načrtovanja).

5.1.19.4 Posebna orodja

Pri vgrajevanju delov v črpalko, ob začetku obratovanja ali pri zagonu črpalke so za vzdrževanje črpalke potrebna specialna orodja, ki so v celoti določena s strani proizvajalca/dobavitelja, ki prav tako poskrbi za njihovo dostavo.

5.1.19.5 Varnostne opreme (obvod, varnostni ventil, krmilni ventil)

Nastavljive varnostne opreme lahko nastavimo samo z zato namenjenimi orodji. V primerih, ko je varnostna oprema obložena, mora to narediti, da lahko oblogo odpremo samo z enim orodjem. Proizvajalec pa mora opozoriti na tveganja, ki lahko nastanejo zaradi napačne nastavitve takšne opreme.

5.1.20 Vse vrste ločenih zaščitnih naprav

5.1.20.1 Vse vrste varnostno-zaščitne opreme

Zaščitne opreme, ki se lahko odprejo ali oddaljijo, so s svojo zasnovo tako prirejene, da preprečitev oziroma zmanjšanje tveganja ne bo zaradi napačnega nadomestnega dela zmanjšana.

Zaščitne opreme za zmanjšanje tveganja zaradi stika z deli črpalke ali agregatom črpalke so lahko odstranjene z orodji, ki so namenjena tej uporabi.

5.1.20.2 Varnostne opreme (obvod, varnostni ventil, krmilni ventil)

Nastavljive varnostne opreme lahko nastavimo samo z zato namenjenimi orodji. V primerih, ko je varnostna oprema obložena, mora to narediti, da lahko oblogo odpremo samo z enim orodjem. Proizvajalec pa mora opozoriti na tveganja, ki lahko nastanejo zaradi napačne nastavitve takšne opreme.

5.1.21 Vse vrste informacij ali opozoril

5.1.21.1 Merilne naprave in njihovi priključki

Ko je iz razloga varnosti obratovanja črpalke ali agregata črpalke potrebna nadzorna ali alarmna oprema, morajo biti dosegljivi zahtevani priključki.

5.1.22 Ukrepi v sili

Pri ukrepih v sili je treba upoštevati določitve standarda SIST EN ISO 13850:2007, ki določa, kakšno vrsto varnostne opreme je treba uporabiti za reševanje takšnih primerov, kot je to stikalo za zaustavitev v sili.

5.1.23 Nujna oprema in pribor za varno nastavitev in/ali vzdrževanje

5.1.23.1 Posebna orodja

Pri vgrajevanju delov v črpalko, ob začetku obratovanja ali pri zagonu črpalke so za vzdrževanje črpalke potrebna specialna orodja, ki so v celoti določena s strani proizvajalca/dobavitelja, ki prav tako poskrbi za njihovo dostavo.

5.1.24 Podatki pri dvigu stroja

Črpalke in agregati črpalk, katerih priprave za dvigovanje in njihove komponente morajo biti na mestu ter so izpostavljene obremenitvam, morajo biti odporni proti trajnim deformacijam.

Priprave za dvigovanje črpalke in agregatov črpalk morajo biti tako zasnovane in skonstruirane, da so lahko odporne proti preobremenitvam brez trajnih deformacij.

Pri preračunu obstojnosti je treba upoštevati koeficient statičnega preizkusa, ki znaša 1,5, da se zagotovi primerna raven varnosti.

Pomembni dokumenti, kjer so zajeti podatki in način za dvig stroja, so navodila za uporabo, ki vsebujejo zahtevane informacije za dobavljene črpalke in agregate črpalk ter dobavljeno pomožno opremo. Navajajo informacije za zmanjšanje nevarnosti med obratovanjem.

Navodila za uporabo zajemajo: dvig stroja in ostalih pripadajočih komponent, transport, vmesno skladiščenje, opis črpalke in agregata črpalke, postavitve in vgradnjo, zagon obratovanja, obratovanje, zaustavitev obratovanja, popravilo in vzdrževanja, motnje, vzroke in odstranitev napak, razstavitev stroja, izklop in odstranitev.

6 VERIFIKACIJA VGRAJENE VARNOSTI IN VARNOSTNIH NAPRAV V SKLADU S PRAVILNIKOM O VARNOSTI STROJEV

V tem poglavju bomo ugotavljali oz. dokazovali ustreznost vgrajene varnosti in varnostnih naprav mešalne črpalke s pravilnikom o varnosti strojev.

Že v osnovi, torej že pri samem načrtovanju črpalke, so zajeta vsa dejanja, in sicer od postavitve, nastavljanja, upravljanja, zagona, obratovanja, ustavljanja, rednega vzdrževanja itn., da uporabniki niso izpostavljeni raznim tveganjem v načrtovanih okoliščinah kot tudi pri nepravilnih izvajanjih le-teh.

6.1 *Vodotesnost*

Črpalka je vrsta stroja, ki kot taka deluje v zaprtem sistemu, zato mora že zaradi tega dobro tesniti, ravno tako pa tudi vsi vodi oz. cevi, ki peljejo k njej in od nje. Cevi so ustrezno dimenzionirane zaradi delovnega tlaka, da ne pride do pretrga ali preobremenitve med uporabo. Spoji med cevmi so ustrezno pritrjeni, in sicer po navodilih proizvajalca.

6.2 *Materiali in konstrukcija*

Strojni deli, ki delujejo znotraj mešalne črpalke (rotor, gred, mehanska tesnila, ležaji itn.), so narejeni iz materialov glede na gnan oz. črpan medij, kar pomeni, da so v našem primeru proti korozijsko in kislinsko odporni. Kot primer velja omeniti ohišje ležaja, ki je narejeno iz materiala SL 25 (siva litina z natezno trdnostjo – Rm do 250 HB), njegove pomembne mehanske lastnosti so dobra natezna trdnost in trdota ali drugače povedano, ko ležaj v svojem ohišju deluje pod največjimi obremenitvami (kontroliranimi), ne bo prišlo do porušitve materiala. Gred in rotor pa sta izdelana iz visokokakovostnega nerjavnega jekla (1.4408 in 1.4460), tako ustrezata zgoraj opisanim kriterijem, sta proti korozijsko in proti kislinsko obstojna. Sama črpalka je tako skonstruirana, da je med polnjenjem in njenim obratovanjem ter mirovanjem ves čas vodoodporna, tako da ni nobenega tveganja za osebe, ki jo upravlja. Ležaji in deli gredi, ki gledajo izven ohišja črpalke, pa so zaprti oz. prekriti z varnostno zaščito, tako da ni možen poseg z roko v rotirajoče območje stroja.

6.3 Razsvetljava

Črpalka je vedno primerno osvetljena, tako da ni skritih območij na sami črpalki ter motečih bleščanj na vrtečih se delih. Osebe ima na ta način celoten pregled, kar jim olajšuje sam nadzor, in sicer tako v stanju mirovanja kot v času obratovanja ali vzdrževanja. S primerno osvetlitvijo smo preprečili morebitna tveganja.

6.4 Upravljanje črpalke

Do upravljanja pride iz kabine za upravljanje ali iz tako imenovanega nadzornega centra. Vsa oprema v kabini (merilni instrumenti, računalniki, monitorji itn.) je upravljavcu ergonomsko primerno oblikovana, tako da ni prisiljene drže, ki bi povzročala utrujenost, zmanjševala koncentracijo ali povzročala stres.

6.5 Sistemi za krmiljenje

Krmilni sistemi ali električne krmilne omarice, ki so jasno označene in vidne, so tako načrtovane (programirane), da, ko pride do kakršnekoli preobremenitve v sistemu, se sproži varnostno stikalo, ki prekine dovod električne energije in posledično ustavi stroj – črpalko, ki prepreči morebitno škodo, ponovni zagon ni avtomatiziran, ampak je potreben s strani upravljavca. Drugo varnostno stikalo ali stikalo za izklop v sili je nameščeno na komandni plošči v kabini, s katero ima stik upravljavec, ki lahko pravočasno odreagira, če med samim delovanjem opazi kakšne nepravilnosti.

6.6 Varnostni ventili

Varnostni ventili, ki so nameščeni po celem sistemu (v ceveh, rezervoarjih, polnilnih bazenih), poskrbijo, da ne pride do proti povratnega udara medija (proti povratni ventil), ki bi povzročil škodo v stroju. Ventil za sprostitev tlaka poskrbi, da se preko njega sprostí preveč ustvarjen tlak.

6.7 Zaščita pri upravljanju črpalke

Zagon ali obratovanje črpalke, nenadna zaustavitev, ponovni zagon – vse to je nadzirano s strani upravljavca, in sicer preko komandne plošče za nadzorovano preprečitev različnih tveganj.

6.8 Mehanska zaščita

Pod mehansko zaščito se šteje zgornji del spiralnega ohišja črpalke, ki je pritrjen na spodnji del ohišja s temeljno konstrukcijo, tako da ni možnosti poseganja v delovanje stroja.

Povezava motorja preko kardanske gredi in sklopke s črpalko je ravno tako obdana z varnostno zaščito, ki preprečuje poseganja v delovno območje stroja in hkrati varuje pred izmetom kakšnega strojnega dela. Ta bi v primeru odstranitve med delovanjem sprožila zaustavitev samega stroja.

6.9 Strojno obdelane površine

Vse strojno obdelane površine so fino obdelane, robovi so orobkani, predvsem to velja za ohišje črpalke v izogib ostrim robovom, ki lahko med določenim izvajanjem del, kot so sestava črpalke ali vzdrževanje, povzročijo poškodbe dotičnega osebja.

6.10 Temperature

Pri delovanju stroja se razvijajo temperature, ki posledično ogrejejo zunanje površine strojnih delov. Te površine so opremljene z ustreznimi piktogrami, ki opozarjajo na preprečitev stika z njimi, da ne pride do tveganja poškodbe.

6.11 Napačna montaža

Napačna montaža strojnih delov med seboj je onemogočena že v fazi načrtovanja stroja. Montaža je mogoča le s pravilno kombinacijo ustrezno dimenzioniranih strojnih delov, ki je navedena v ustrezni tabeli in navodilih proizvajalca.

6.12 Hrup

Pri delovanju stroja se ustvarja določena raven hrupa, ta je že s strani načrtovalcev minimaliziran, kolikor je to možno. Gibanje v območju stroja med delovanjem je dovoljeno le z uporabo ustreznih zaščitnih sredstev sluha ter seveda druge osebne varovalne opreme.

6.13 Dostop

Upravljaivec poskrbi, da so tla vedno čista, da ni nikakršnih oljnih madežev, štrlečih delov in podobno, kar bi lahko povzročilo zdrs ali padec.

6.14 Navodila

Poskrbljeno je, da so navodila za stroj vedno na razpolago uporabniku.

7 REŠEVANJE BISTVENIH VARNOSTNIH ZAHTEV NA ČRPALKI V SKLADU S TABELO V SIST EN 12100:2011

7.1 Splošno

Črpalka je grajena po stanju tehnike in prepoznanih varnostno-tehničnih pravilih. Pri njihovi uporabi pa se lahko pojavi nevarnost, ki lahko ogrozi življenje uporabnika ali tretje osebe ter povzroči okoljsko in materialno škodo.

Črpalka lahko obratuje samo v brezhibnem stanju z upoštevanjem varnosti in zavedanjem nevarnosti. Vsa zaščitna oprema in oprema za izklop v sili mora biti popolnoma funkcijsko brezhibna, zato je v primeru prepoznane kakršnekoli motnje ali spremembe na črpalki treba to nemudoma odpraviti.

Med drugim je na črpalki treba upoštevati za varnost nameščena opozorila, kot so:

- smer vrtenja,
- priključek za ozemljitev,
- oznake za upravljavca črpalke (višina črpanja, dobavna količina itn.),
- oznake za priključke.

Vsa ta opozorila moramo obvezno upoštevati ter jih ohranjati v prepoznavnem, čitljivem stanju.

7.2 Varnostna oprema

Obratovanje oz. upravljanje črpalke je dovoljeno samo s tehnično brezhibno zaščitno opremo, kot je nameščeno zaščitno ohišje pri črpalki, ki pa ne sme biti deformirano.

Varnostne opreme pri obratovanju ne smemo zaobiti in jo demontirati ali pa jo postaviti izven območja delovanja črpalke. Dostop do zaščitne opreme mora biti vedno prost.

Črpalka kot stroj je praviloma del ene naprave ali sistema, zato mora upravljavec kot odgovorna oseba poskrbeti za namestitev varnostne opreme, kot je stikalo za izklop v sili, da se v primeru nastopa kakšne nevarnosti pravočasno zaustavi obratovanje te naprave. Pomemben del varnosti predstavljajo tudi znaki za prepoved, opozorilo ali napotek, ki jih je treba upoštevati in jim slediti. Znake moramo ohranjati čitljive, ne smemo jih odstraniti ali kakorkoli prestaviti.

7.3 Osebna zaščitna oprema

Pri delu z/na črpalki ne smemo spregledati osnovnih varnostnih zahtev, ki nam pomagajo zaščititi dele telesa, to je osebna zaščitna oprema.

Osebe, ki opravljajo dela na črpalki, morajo uporabljati osebna zaščitna sredstva, ki so predpisana po nacionalnih predpisih, predvidenih za takšna dela, ali pa po zahtevah upravljavca naprave. Uporaba zaščitne varnostne opreme je zavezujoča za vse izvajalce del znotraj proizvodnih obratov oz. različnih delovišč.

Tabela 2: Uporaba osebne zaščitne opreme

Dejavnost	Zaščitna oprema		
Zadrževanje v neposredni bližini stroja			
Pregled, čiščenje, vzorčenje, montaža, popravilo, upoštevajoč, da so deli stroja razstavljeni			
			

Vir: (Gebotszeichen, 2017a)

Tabela 3: Razlaga simbolov

	Zaščita sluha za preprečitev škode sluha		Zaščita rok za preprečitev poškodb rok
	Zaščitna obleka za preprečitev stika z materiali		Zaščita oči za preprečitev poškodb oči
	Zaščitni čevlji za zaščito poškodb stopal		Zaščitna čelada za zaščito pred poškodbo glave

Vir: (Gebotszeichen, 2017b)

7.4 Varnost pri postavitvi črpalke na predvideno mesto delovanja

Pred začetkom postavljanja črpalke na mesto delovanja moramo zagotoviti zadostno osvetlitev na kraju, kjer bodo potekala dela.

Temelj, na katerega bomo postavili črpalko in agregat črpalke, mora biti zaradi obremenitve ustrezno dimenzioniran. Načrt obremenitve stroja mora uporabnikom biti vedno na razpolago.

Okolje črpalke in evakuacijske poti morajo biti prosto dostopne. Ravno tako je treba področje okoli črpalke označiti kot nevarno področje.

Okolje črpalke mora biti čisto, saj lahko razna olja in maziva na tleh in na črpalki vodijo do zdrsa ter posledično do padca. Vsa ta olja in maziva predstavljajo skupaj z orodji znatno nevarnost. Zato moramo poskrbeti, da v okolici črpalke ne bo možnosti zdrsa ali podrsavanja.

Kakršnokoli stopanje ali plezanje na strojne dele črpalke je prepovedano zaradi preprečitve padca oziroma poškodbe stroja, zato je treba postaviti s standardom primerne pripomočke za plezanje v danih situacijah.

Škode, ki lahko nastanejo v takih situacijah, kot so prisiljena telesna drža, prekomerna telesna napetost in ostale nevarnosti, je treba preprečiti z uporabo odrov za strežbo in popravilo ter z drugo ustrezno dvizžno opremo, določeno s standardom.

7.5 Vroče površine

Pri črpanju lahko temperatura medija naraste preko 65 °C, kjer pa je neposreden stik preprečen preko ohišja in drugih varnostnih zaščit črpalke.

Simboli za nevarnost – piktogrami, ki so nameščeni na črpalki in agregatu črpalke, opozarjajo na vroče površine, zato je v neposredni bližini le-teh obvezna uporaba zaščitne opreme.

Upravljalavec črpalke je dolžan vsakega novega sodelavca opozoriti na nevarnost opeklin in mu v obsegu dela predstaviti varnostne ukrepe, kot je npr. izolacija in druge omejitve dostopa.

Pred vsakimi izvajanjem del oz. popravili je treba počakati, da se vroče površine stroja – črpalke ohladijo.

V primerih, ko bo upravljalavec črpal medije, katerih temperatura bo presegala 65 °C, se bo moral pred tem seznaniti z varnostnimi ukrepi, kot so:

- varnostna oprema,
- zaščitne rokavice,
- šolanje uporabnika črpalke.

7.6 Hrup

Vsota vseh emisij hrupa, ki nastajajo med delovanjem črpalke in agregata črpalke v proizvodnih obratih, lahko vodi do poslabšanja govornih funkcij in okvare sluha.

Stroj – črpalka je tako zasnovana, da je med normalnim obratovanjem ni treba uporabiti v neposredni bližini.

V času nastavljanja ali med morebitnimi vzdrževalnimi deli med obratovanjem črpalke je treba uporabljati primerno opremo za zaščito sluha.

7.7 Raven hrupa

Črpalke pri vseh njenih različnih uporabah ni vedno možno izmeriti ravni moči hrupa, zato lahko izračunamo vrednosti na podlagi meritev podobnih strojev – črpalk in evropskih smernic za črpalke.

Specifična raven hrupa je podana v tehničnem opisu črpalke, kjer je raven moči hrupa pridobljena v skladu SIST EN ISO 9614.

7.8 Električni del črpalke

Delo na električnih opremah lahko izvajajo osebe, ki so strokovno usposobljene za dela z električnimi napravami.

Z dotikom ali drugimi stiki z električno opremo pod napetostjo lahko pride do smrtno nevarnih poškodb.

Pred začetkom vzdrževalnih ali popravilnih del mora upravljavec vse pogonske enote, ki so pod električno napetostjo, ločeno zavarovati. To lahko izvede z vzdrževalnim stikalom, zapiralnimi nastavki, kot je ključavnica na električni upravljalni – komandni omarici ali drugimi veljavnimi varnostnimi predpisi za doseg ustreznih ukrepov.

Pri potrebnih izvajalnih delih, ki se izvajajo v bližini z napetostjo obremenjenimi deli, je treba pripeljati še drugo osebo, ki bo stala v bližini stikala za izklop v sili, da bo lahko v primeru nevarnega dogodka pravočasno odreagirala in izklopila stikalo.

Osebam z medicinsko električnimi napravami, kot je srčni spodbujevalnik, je dostop k električno nevarnim območjem prepovedan.

Električna oprema mora ustrezati splošnim zahtevam standarda SIST EN 60204 in pa tudi zahtevam, ki se sklicujejo na vrsto standardov za elektromagnetno združljivost, kot je SIST EN 61000.

Za preprečitev elektrostatičnih pogojev mora biti stroj – črpalka ozemljena. Stroj, nosilci cevi in motor morajo biti priključeni na sistem ozemljitve. Po končani izvedbi vzdrževalnih del se mora ozemljitev spet pravilno vzpostaviti.

Na koncu je treba poudariti, da je upravljavec tisti, ki je odgovoren, da je vgrajeno potrebno stikalo za vklop in izklop v sili, s katerim lahko prepreči nevarno situacijo, saj lahko z njegovo uporabo prekine dovod električne energije – izklop ter s ponovnim vklopom vzpostavi pogoj za normalno obratovanje.

7.9 Tekočine

Z daljšim mirovanjem medijev v cevnih napeljavah lahko nastopi neželena kemična reakcija v obliki pare, ki je zdravju škodljiva, zato je treba črpalko po daljšem mirovanju temeljito očistiti.

Pred začetkom dela na črpalki je treba ugotoviti, ali obstaja možnost pretoka tekočin, plinov, pare ali dima iz dovodne ali odvodne napeljave v delovno območje.

Ko obstaja možnost puščanja strupenih plinov oz. kemikalij, mora upravljavec obvezno poskrbeti za primerno odvajanje takšnih snovi oz. ustrezno prezračevanje.

Vse dovodne in odvodne napeljave morajo biti proti odprtju zavarovane s snemljivo zapiralno opremo.

Ko ni možno varno izključiti pretoka tekočin, plinov, pare in dimov, mora biti vsak, ki dela v tem nevarnem območju, opremljen z varnostnim pasom in vrvjo ter biti nadzorovan s strani druge osebe, ki v tem času stoji izven nevarnega območja. Tako je možno osebo, zaposleno v nevarnem območju, vsak čas pravočasno evakuirati.

Pri puščanju nevarnih snovi kot tudi vročih tekočin mora biti s strani upravljavca poskrbljeno za primerno lovljenje ali odvajanje, da ne pride do ogrožanja ljudi in okolja.

Ko pride do uhajanja tekočin iz stroja – črpalke ali cevne napeljave je treba črpalko nemudoma zaustaviti, poiskati vzrok in izvesti popravilo.

7.10 Sistemi hidravlike in pnevmatike

Hidravlični in pnevmatični sistemi delujejo pod visokim pritiskom. Nastop motnje ali napake v enem hidravličnem sistemu lahko privede do nevarnih situacij za zaposlene na črpalki in povzroči materialno ter okoljsko škodo.

Da se temu izognemo, moramo upoštevati predpisane vrednosti obratovanja kot tudi redno periodno izvajanje kontrole, vzdrževanja hidravličnih in pnevmatičnih strojnih delov za preprečitev nevarnosti pa moramo povezati vse s pritiskom obremenjene cevi in napeljave.

Pred vzdrževalnimi deli moramo izpustiti pritisk v sistemu.

Dela na hidravličnih in pnevmatičnih opremah so lahko izvajana samo s strani strokovno usposobljenega osebja s posebnim znanjem in izkušnjami.

7.11 Sredstva za čiščenje in mazanje

Pri delu z olji, mastmi in drugimi kemičnimi snovmi je treba upoštevati za ta proizvod veljavni varnostni predpis.

Pri ravnanju z agresivnimi mediji je predvidena uporaba ustrezne zaščite kože. Potrebna zaščita kože je predpisana s strani proizvajalca uporabljenega proizvoda.

Upoštevati je treba tudi navodila za odstranjevanje takšnih odpadkov.

8 DOKUMENTACIJA

Pred obratovanjem stroja je treba urediti dokumentacijo, ki določa, da stroj izpolnjuje zahteve iz določb pravilnika o varnosti strojev.

Preden nadaljujemo z opisom potrebne dokumentacije, bomo razjasnil nekaj pojmov in podal nekaj razlag, ki jih moramo poznati za lažje razumevanje. Dajanje na trg pomeni prvo uvajanje enega stroja na skupni evropski trg.

Uvajanje na trg je vsaka plačljiva ali ne plačljiva oddaja proizvoda za distribucijo, uporabo ali porabo na trg evropske skupnosti v okviru gospodarske dejavnosti. Dajanje na trg je odgovornost proizvajalca, ki se konča s prvim uvajanjem proizvoda proti plačilu ali neplačilu kupcu. Pri tem uvajanju in končni predaji mora biti stroj označen s CE-oznako in opremljen z navodili za uporabo ter izjavo o skladnosti, ki so del tega stroja. V primeru, da je sedež proizvajalca izven EU, prevzame uvoznik kot taki vlogo in polno odgovornost proizvajalca. Naj omenim, da je po koncu uvajanja in končne predaje stroja kupcu naslednji korak začetek obratovanja, kar pomeni prvotno uporabo stroja preko upravljavca, ki kot zadevni subjekt prevzame odgovornost za njegovo delovanje.

V nadaljevanju bom opisal dokumentacijo in njen obseg. Na podlagi tehnične dokumentacije moramo imeti možnost, da ocenimo skladnost stroja z zahtevami pravilnika o varnosti stroja. Ocenitev skladnosti se razširi, kolikor je to pač potrebno za oceno načrtovanj, gradnjo in obratovanje stroja. Ti dokumenti morajo biti napisani v enem ali več jezikih skupnosti. Navodila za uporabo so napisana v jeziku namembne države.

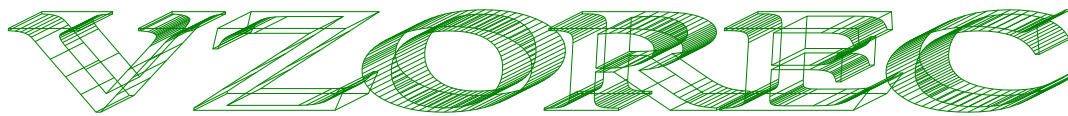
Dokumentacija stroja mora zajemati sledeče:

- splošni opis stroja;
- risbo o sestavi stroja, risbo krmilnih vezij kot tudi njihov opis in pojasnila, ki so potrebna za razumevanje delovanja stroja;
- podrobne risbe, po možnosti z izračuni, rezultati preizkusov, certifikatov itn., ki so potrebni za preverjanje skladnosti stroja z bistvenimi zdravstvenimi in varnostnimi zahtevami stroja;
- dokumentacija o oceni tveganja, ki označuje, katera metoda je bila uporabljena;

- seznam bistvenih zdravstvenih in varnostnih zahtev, ki se uporabljajo za ta stroj;
- opis zaščitnih ukrepov za odpravo ugotovljenih nevarnosti ali za zmanjšanje tveganja, kjer pa je to primerno, pa tudi navedbo ostalih tveganj za ta stroj;
- uporabljeni standardi in druge tehnične specifikacije, ki navajajo temeljne zdravstvene in varnostne zahteve, ki so zajete v teh standardih;
- vsa tehnična poročila z rezultati testov, ki so izvedena s strani proizvajalca samega, njegovega pooblaščenega zastopnika ali katere druge primerne zunanje ustanove;
- izvod navodil o uporabi stroja;
- kopije ES – izjave o skladnosti za druge stroje ali izdelke, ki so nameščeni v stroj;
- izvod izjave ES-skladnosti;
- CE-oznako. (Dajčman, 2011)

Izjava o skladnosti

v skladu s strojno direktivo 2006/42/ES priloga II 1.A.



Izjavljamo,

da spodaj navedeni stroji izpolnjujejo bistvene zdravstvene in varnostne zahteve direktive ES.

Oznake strojev:

Centrifugalna črpalka serije – S	Srednje konsistentna črpalka serije – SF
Centrifugalna črpalka serije – SP	Srednje konsistentna črpalka serije – MC
Centrifugalna črpalka serije – ISO	Dvojno pretočna črpalka serije – FP
Centrifugalna črpalka serije – SAT	Dvojno pretočna črpalka serije – FPS
Procesna črpalka serije – ACP	Dvojno pretočna črpalka serije – SFWP II
Samosesalna črpalka serije – AD	Dvojno pretočna črpalka serije – ASP
Prosto tokovna črpalka serije – CP	Propelerska črpalka serije – PP

Zadevne določbe za črpalke:

Strojna direktiva 2006/42/ES v veljavni verziji

Elektromagnetna združljivost 2014/30/EU v veljavni verziji

Uporabljeni evropski harmonizirani standardi za črpalke:

EN ISO 12100 – 2011, EN 809:2000+A1+2009+AC:2010, EN 60204- 1:2007, EN ISO 13849-12008

Pooblaščenec za sestavo relevantno tehnične dokumentacije:

Ime in priimek ter naziv

Naslov

Izjava o skladnosti je izdal:

Ime in priimek pristojne osebe

Ime in priimek pristojne osebe

Kraj, datum:

Slika 8: Izjava o skladnosti

Vir: (Lasten vir, 2017a)

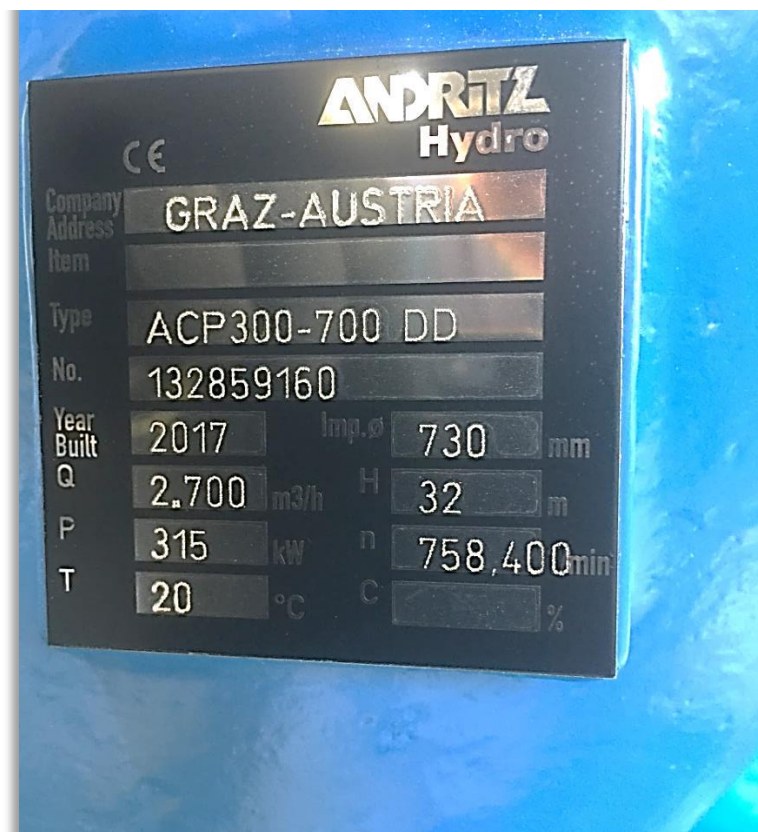
9 POTREBNI PODATKI NA TABLICI ČRPALKE

Na vsaki mešalni centrifugalni črpalki je montirana tipska tablica, na kateri so podani najpomembnejši podatki o zmogljivosti črpalke.



Slika 9: Nameščena tablica črpalke

Vir: (Lasten vir, 2017b)



Slika 10: Tablica črpalke

Vir: (Lasten vir, 2017c)

Zahtevani podatki na tablici črpalke so:

Naslov podjetja	Q ... količina pretoka (m^3/h)
Tip črpalke	H ... višina črpanja (m)
Številka črpalke	P ... moč motorja (kW)
Leto izdelave	n ... vrtljaji motorja (1/min)
	C ... konsistenca (%)
	γ ... specifična teža (kg/m^3)
	T ... temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Znak CE na tablici zagotavlja, da proizvod izpolnjuje vse zahteve ustreznih direktiv.

9.1 Višina črpanja

Višina črpanja je neznanka med vsemi zgoraj navedenimi parametri, zato jo bom na kratko opisal.

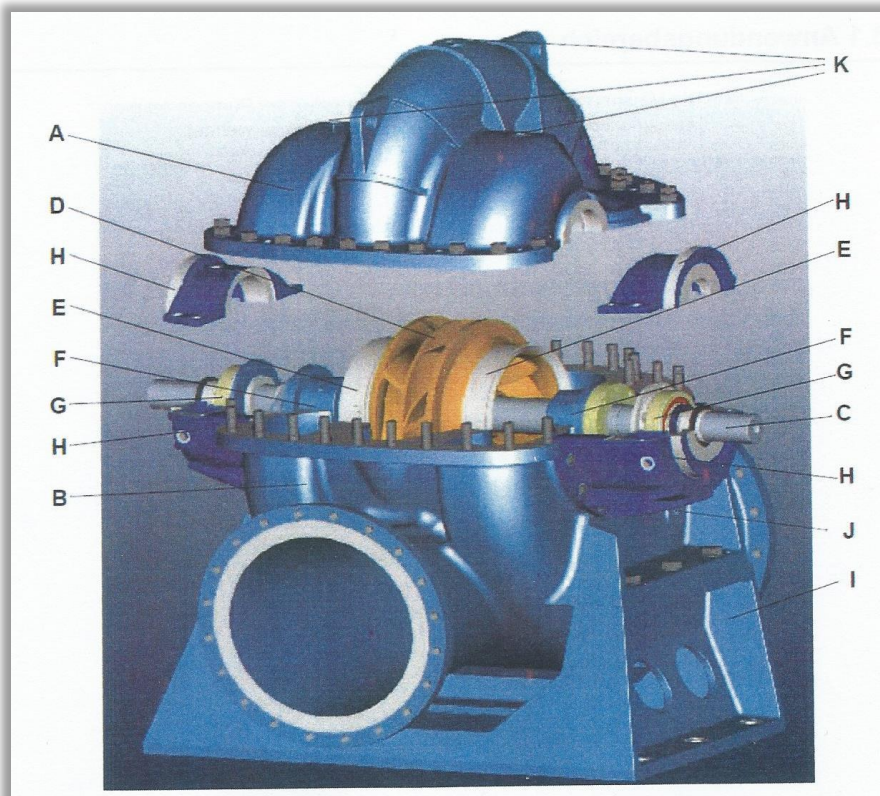
Pri spodbujanju tekočine proti tlaku ali dvig te na določeno višino se mora v črpalko dovesti določena energija. Ta energija lahko vsebuje pri zapustitvi črpalke tri oblike. To so:

- tlačna energija,
- energija hitrosti,
- potencialna energija (krajevna energija – pot).

Vsota vseh treh oblik energij je rezultat tako imenovane višina črpanja, ker lahko izrazimo skupni znesek energije kot višino stolpa črpane tekočine. (Betriebe, 1962)

10 GLAVNI SESTAVNI DELI MEŠALNE ČRPALKE

Mešalna črpalčka se uporablja za neprekinjeno črpanje čistih tekočin in papirnatih materialov.



Slika 11: Glavni sestavni deli mešalne črpalke

Vir: (Andritz AG, Glavni sestavni deli mešalne črpalke, 2012)

Tabela 4: Glavni sestavni deli mešalne črpalke

Poz.	Sestavni deli	Poz.	Sestavni deli
A	Spiralno ohišje – zgornji del	G	Ležaj
B	Spiralno ohišje – spodnji del	H	Deljeno ohišje ležaja
C	Gred črpalke	I	Nosilna konstrukcija črpalke
D	Dvodielna rotorja	J	Nastavek za merilnik pretoka
E	Ločitveni obroč	K	Vijaki za odzračevanje
F	Zatesnitev gredi		

Vir: (Lasten vir, 2017d)

10.1 Spiralno ohišje – spodnji in zgornji del

Delovanje: poenostavljeno vodenje črpalnih medijev, v katerem se pretvarja hitrost energije – medija v tlačno energijo.

Izvedba: na tlak tesno dvojno pretočno ohišje črpalke s tlačnim in sesalnim kanalom, prirobnice za sesalno in tlačno stran.



Slika 12: Spodnji in zgornji del ohišja

Vir: (Lasten vir, 2017e)



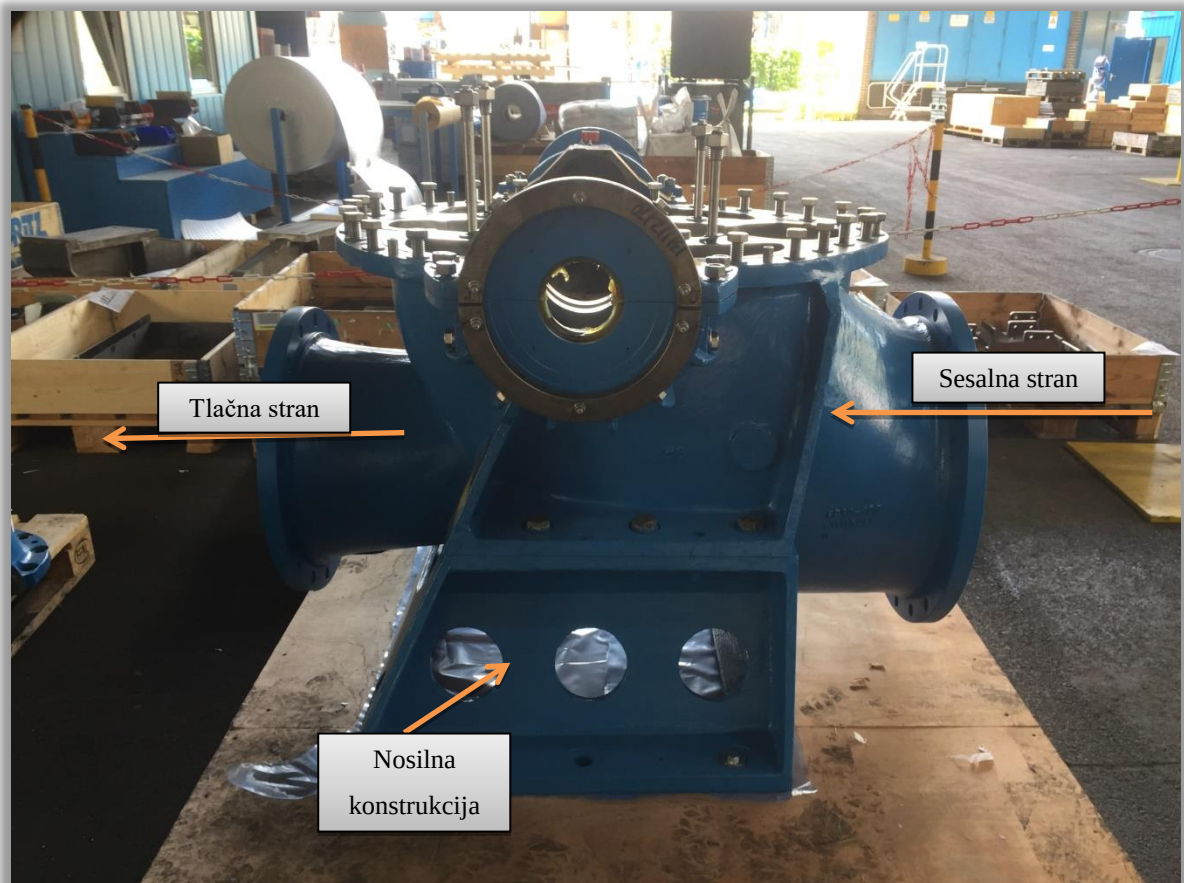
Slika 13: Spodnji del ohišja

Vir: (Lasten vir, 2017f)

10.2 Nosilna konstrukcija črpalke

Delovanje: možnost montaže črpalke brez temeljev.

Izvedba: material je siva litina.



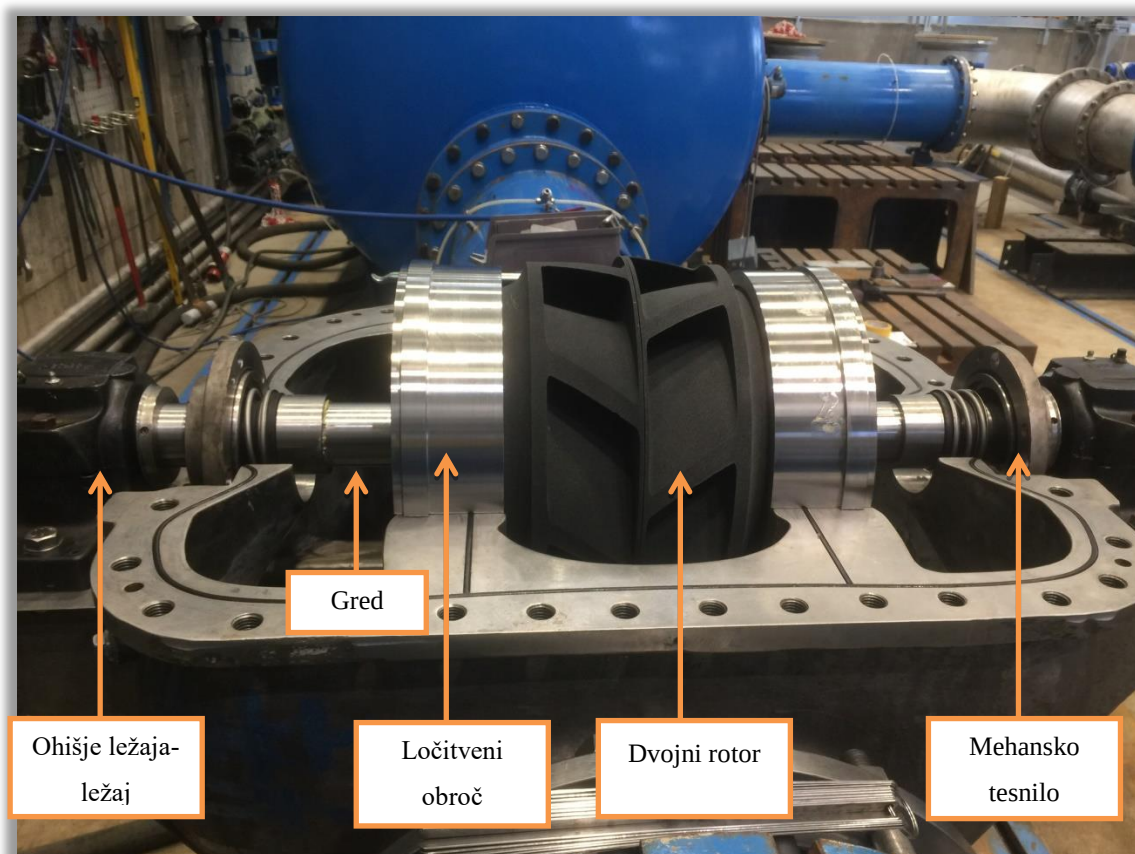
Slika 14: Nosilna konstrukcija in sp. del ohišja

Vir: (Lasten vir, 2017g)

Zaščitno konzerviranje: vse strojne dele, ki niso korozijsko odporni, je treba z mastjo za konzerviranje zaščititi pred korozijo.

10.3 Gred črpalke

Delovanje: prenos pogonske energije na rotor in s tem posledično na črpan medij, da pa pride do prenosa energije, je potrebno usklajeno delovanje rotorjev, zatesnitev na gredi – mehanska tesnila, ležajev in sklopke.



Slika 15: Gred črpalke

Vir: (Lasten vir, 2017h)

Izvedba: pogonska gred je narejena iz visoko kakovostnega nerjavečega in kislinsko odpornega jekla.

Delovanje rotorjev: je pospešek medija s prenosom energije izčrpane tekočine.

11 VZDRŽEVANJE, DOLOČENO S STANDARDOM SIST EN

809

11.1 Splošno

Pri vsaki uporabi črpalke je treba tudi v času vzdrževanja upoštevati varnostne predpise. Kot sem omenili v prejšnjih poglavjih, lahko vsako neupoštevanje varnostnih predpisov povzroči nevarnost za telo in življenje uporabnika črpalke, in sicer tako za tretjo osebo kot za poškodbe stroja in njegovih komponent. Zato se je treba držati veljavnih varnostnih predpisov za preprečevanje nesreč. Že pri načrtovanju postavitve stroja je treba upoštevati dovolj prostora za prihodnja vzdrževalna dela.

Vzdrževanje ali servisiranje se torej lahko izvaja samo takrat, kadar je stroj v mirovanju in ko so vsi oskrbovalni vodi zaprti. Pri dvigovanju stroja med vzdrževanjem pa je vsako zadrževanje pod njim prepovedano.

V nadaljevanju poglavja bom opisali, kakšne zahteve je treba izpolniti, da se lahko vzdrževanje izvede.

11.2 Uporaba kemikalij

Če so bile uporabljene kemikalije v ceveh črpalke, je treba za preprečitev morebitnih kemičnih opeklin storiti naslednje:

- varnostno zapiranje (ročni ventil, zaklepanje ... itn.) dovoda medija, še posebno dovoda kemikalij,
- izpraznitev črpalke oziroma stanja v ceveh,
- temeljito čiščenje in izpiranje.

Vzdrževalna dela se smejo izvesti šele po ohladitvi sistema.

11.3 Oskrba energije

Pred začetkom vzdrževalnih del mora upravljavec vsakršno oskrbo z energijo vseh pogonov zavarovati ločeno. To so sredstva, kot je varnostno stikalo za vzdrževalna dela, varnostne ključavnice na upravljalnih električnih omaricah, ustrezne ukrepe pa lahko dosežemo tudi z drugimi veljavnimi varnostnimi predpisi.

11.4 Razsvetljava

V času vzdrževalnih del mora upravljavec poskrbeti za zadostno razsvetljavo, kot je npr. nizkonapetostna luč.

11.5 Kvalifikacije osebja

Vzdrževanje lahko izvajajo izključno osebe, ki so strokovno usposobljene – izšolane za takšna dela. Vsa električarska dela na stroju lahko torej izvaja samo strokovno usposobljen električar za takšno področje dela.

11.6 Osebna varnostna oprema

Med vzdrževanjem ali pa čiščenjem stroja je treba nositi naslednjo varnostno opremo:

- varnostna čelada,
- zaščitne rokavice,
- zaščitni varnostni čevlji,
- zaščitna varnostna očala.

11.7 Orodja

Pri delu na črpalki se smejo uporabljati samo dobro označena orodja v dobrem stanju.

Zgoraj našteje zahteve so tiste, ki morajo biti izpolnjene, da lahko strokovno usposobljena oseba vzdrževanje uspešno izvede.

11.8 Redno vzdrževanje v skladu s standardom

Redno nadziranje obratovanja in zmogljivost črpalke omogoča pravočasno prepoznavo potrebnega vzdrževanja. To zagotavlja visok izkoristek nemotenega delovnega poteka in zmanjšuje stroške vzdrževanja.

V okvirih vzdrževanja je treba nenehno izvajati nadzor izhodnega tlaka, hitrosti pretoka in porabo energije.

Za stroje, ki so stalno v obratovanju (24 ur na dan/7 dni v tednu), se priporoča interval vzdrževanja vsaka dva tedna. Ob vzdrževanju je treba stroj zaustaviti, temeljito očistiti in pregledati, ali je nastopila morebitna obraba stroja. Pri strojih, ki obratujejo manj kot 24 ur na dan, se ta rutinska kontrola in čiščenje izvaja, ko je stroj zaustavljen.

V času mirovanju stroja se na črpalki izvajajo naslednje kontrole:

Tesnilo gredi	————→	kontrola tesnosti in obrabe
Ležaj	————→	kontrola količine olja in masti
Statična tesnila	————→	kontrola tesnosti
Sklopka	————→	kontrola obrabe paketa sklopke
Celotna črpalka	————→	kontrola optična

Med drugim je treba za splošni nadzor stroja preveriti še vse pomožne enote, da se zagotovi brezhibno delovanje celotnega sistema. Če pa se ugotovi kakšna nepravilnost na stroju, jo je treba nemudoma odpraviti.

11.9 Koledar vzdrževanja

Koledar vzdrževanja opisuje, katere dodatne dejavnosti je treba izvajati pri vzdrževalnih delih po določenih periodah.

Vzdrževalna dela na strojnih delih, ki jih je treba izvajati po določenih obdobjih, so:

Tabela 5: Koledar vzdrževanja

Mesečno	
Ležaj	kontrola temperature meritve vibracij kontrola stanja olja oz. količina masti biti pozoren na neobičajen hrup
Spiralno ohišje	kontrola na obrabo in korozijo
Gred z ležaji	kontrolirati enostavnost gibanja
Sklopka	kontrola nastavitve kontrola paketa sklopke proti obrabi
Mehansko tesnilo	kontrola tesnosti kontrola proti obrabi
Tesnilna puša	kontrola proti obrabi

Cevna napeljava	kontrola tesnosti
Celotna črpalka	kontrola tesnosti čiščenje

Polletno

Celotna črpalka	kontrola pritrditve črpalke na temelje
Motor	kontrola pritrditve motorja na temelje

Letno

Celotna črpalka	celotni servis črpalke po navodilih proizvajalca (menjava olja, kontrola vrtečih se delov itn.)
-----------------	--

Vir: (Lastna raziskava, 2017)

V tabeli zgoraj so predstavljena vzdrževalna dela, ki so potrebna za normalno obratovanje črpalke v času njene uporabe.

In naj se še enkrat opozorimo, ves ta čas se je pri opravljanju takšnih del treba držati varnostno-zaščitnih predpisov.

11.10 Da ne pozabimo

Centrifugalne črpalke so črpalke, skozi katere teče tekočina iz smeri črpanja proti tlačni strani s pomočjo centrifugalne sile z radialnim tokom, ki potiska medij med lopatice rotorja. (Marjanović & Stojanović, 2017)

Princip delovanja črpalke poteka tako, da se ustvarita podtlak, ki tekočino sesa, in nadtlak, ki tekočino potisne naprej. Pri centrifugalni črpalki to delo poteka preko lopatic rotorja. (Črpalke, 2017)

12 SKLEP

S pravnimi usmeritvami s strani strokovnjakov in pravilno izbiro strokovne literature smo poiskali iskane odgovore. Diplomsko delo je zahtevalo ogromno raziskovanja in prebiranja, da smo prišli do informacij, ki opisujejo pravila in postopke ravnanja, zajeta v ustreznih zakonih in standardih.

Glavne smernice, ki podajajo standardne okvire centrifugalne mešalne črpalke, najdemo v ustreznih zakonodaji, pravilniku o varnosti strojev in produktnih standardih ter v mnogih ostalih pomembnih standardih, ki črpalke definirajo kot ustrezn stroj za dajanje na trg.

Ustrezna zakonodaja je »Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanje skladnosti (ZTZPUS)«. Z njenimi pogoji in zahtevami uredimo vse potrebno kot je to npr. pristopnost same črpalke na trgu oziroma da lahko damo črpalke na trg ali jo damo v uporabo. Če črpalke ne izpolnjuje pogojev, pomeni, da ni skladna z njenimi tehničnimi in ostalimi zahtevami, ki narekujejo, kako mora biti narejena, da bo ustrezala strogi evropski zakonodaji. V tej zakonodaji najdemo tudi natančno opredeljene razlage za posamezne izraze kateri tolmačijo to zakonodajo. Ti izrazi zajemajo npr. kdo izda dokument »Izjava o skladnosti« in kaj vse v njem navaja nato kdo se vse šteje za gospodarski subjekt pa npr. kakšne vrste ukrep je »odpoklic« itn.. Med drugim velja omeniti, da proizvodi kateri so narejeni s posebnimi zakoni, ta zakon ne velja.

V pravilniku o varnosti strojev najdemo, kaj izraz stroj pomeni in kako je opredeljen, kdo izvaja nadzor nad izvajanjem tega pravilnika, kako se določijo organi nadzora. Nato nam pove, kdo zagotovi in kaj je vse potrebno zagotoviti pred prvim dajanjem črpalke na trg. To so predvsem varnostne in zdravstvene zahteve, priloga tehnične dokumentacije, navodila za stroj, kakšen je bil uporabljen postopek za ugotavljanje skladnosti, izjava o skladnosti stroja in na koncu oznaka CE, ki pomeni, da stroj izpolnjuje zahteve tega pravilnika in pogoje iz zakona o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanje skladnosti. Pomembno pa je, da so v njem določene bistvene varnostne in zdravstvene zahteve pri izdelavi in načrtovanju stroja, kot so razna varovala, ergonomija stroja, materiali, ki so bili uporabljeni pri njegovi izdelavi, kako so načrtovani krmilni sistemi in naprave, kako se stroj lahko zažene ali ustavi itn.

Tu je še produktni standard za črpalke in agregate črpalke, kjer so zajete splošne varnostno-tehnične zahteve na sami črpalke. Sam standard navaja področje uporabe, na katere normative se sklicuje, kakšen je seznam nevarnosti, ki lahko nastopijo pri uporabi črpalke. Nato opisuje, katere varnostne zahteve ali ukrepe je treba izvajati pri pojavu opisanih nevarnosti. To so

zahteve za preprečevanje različnih nevarnosti, kot so mehanske, električne, termične, nevarnosti zaradi materialov in zanemarjanja ergonomskih načel, nevarnosti pri oskrbi z električno energijo, loma strojnih delov in druga nepravilna delovanja. Ravno tako je v njem zajeta izjava o skladnosti z varnostnimi zahtevami, postopek za preverjanje funkcije združljivosti, dokumentacija, hidrostatični preizkus na tlak obremenjene elemente. Med drugim velja omeniti še meritve hrupa, zaščitne naprave, trdnost, površinske temperature in seveda navodila za uporabo ter uporabniški priročnik.

Ne smemo pa pozabiti še na EMC (electromagnetic compatibility) ali na pravilnik o elektromagnetni združljivosti pri črpalki, katerega bomo na kratko opisali. EMC je sposobnost naprave za pravilno delovanje brez povzročanja morebitnih motenj. Ta se ne ukvarja z varnim delovanjem aparatov in ne spada med pravilnike o varnosti. Obstajajo pa drugi pravilniki, ki se ukvarjajo z upravljanjem varnosti v območjih človekovega delovanja, materialnih sredstev in živali da lahko določijo višje postavke varnosti elektromagnetne združljivosti.

Z zgoraj opisanim smo tako spoznali določene rešitve ter prišli do uporabnih podatkov pri delu s centrifugalno črpalko, ki nam dajejo smernice za nadaljnje delo.

13 VIRI, LITERATURA

Andritz AG, I. v. (2012). *Glavni sestavni deli mešalne črpalke*. Avstrija: Andritz AG.

Andritz AG, I. v. (2012). Maksimalno dovoljene temperature za nezaščitene površine na črpalki ali agregatu črpalke med normalnim delovanjem. Avstrija: Andritz AG.

Andritz-Astro, I. v. (2017). Die Mischpumpe. Pridobljeno iz <http://www.enzyklo.de/Begriff/Kreiselpumpe>

Betriebe, V. V. (1962). *Technisches Handbuch Pumpen*. Berlin: VEB Verlag Technik .

Črpalke. (2017). Pridobljeno iz <http://www2.arnes.si/~afirma/pouk/crpalka.htm>

Dajčman, D. (2011). *Tehnični predpisi - varnost strojev*. Pridobljeno 2017 iz Google: <https://www.google.si/search?q=tehnici+predpisi+varnost+strojev&oq>

Direct industry. (2017a). Pridobljeno iz Direct industry: http://img.directindustry.com/images_di/photo-m2/26150-2313451.jpg

Direct industry. (2017b). Pridobljeno iz Direct industry: <http://www.directindustry.de/prod/andritz-hydro/product-26150-397456.html>

Društvo varnostnih inženirjev Ljubljana. (2017a). Pridobljeno iz Društvo varnostnih inženirjev Ljubljana: <http://www.dvilj.si/dvi3/index.php/slike/category/1-slike-nevarnosti-na-delovnih-mestih>

Društvo varnostnih inženirjev Ljubljana. (2017b). Pridobljeno iz Društvo varnostnih inženirjev Ljubljana: <http://www.dvilj.si/dvi3/index.php/slike/category/1-slike-nevarnosti-na-delovnih-mestih>

Florjančič, D. (2001). *Priročnik za uporabnike črpalk*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

Gebotszeichen. (2017a). Pridobljeno iz Gebotszeichen: <https://www.google.si/search?q=gebotszeichen&tbm>

Gebotszeichen. (2017b). Pridobljeno iz Gebotszeichen: <https://www.google.si/search?q=gebotszeichen&tbm>

Industry stock.com. (2017). Pridobljeno iz Industry stock.com: <http://cdn.uploads.industrystock.de/images/keywordinfo/9838f136cfd465094485521a88b3a5b.jpg>,

Lasten vir. (2017a). *Izjava o skladnosti*.

Lasten vir. (2017b). *Nameščena tablica črpalke.*

Lasten vir. (2017c). *Tablica črpalka.*

Lasten vir. (2017d). *Glavni sestavni deli mešalne črpalke.*

Lasten vir. (2017e).

Lasten vir. (2017f). *Spodnji del ohišja.*

Lasten vir. (2017g). *Nosilna konstrukcija in sp. del ohišja.*

Lasten vir. (2017h). *Gred črpalke.*

Lastna raziskava. (2017).

Marjanović, M., & Stojanović, D. (2017). Pridobljeno iz Centrifugalne pumpe:
<https://www.korisnaknjiga.com/centrifugalne-pumpe-naslov-30379>

Pravilnik o varnosti strojev. (24. 6 2008). Pridobljeno 2017 iz Uradni list, RS ŠT. 75/2008:
<https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina?urlid=200875&stevilka=3287>

SIST EN 809:1998+A1:2009+AC:2010 Črpalke in deli črpalk za tekočine - Splošne varnostne zahteve. (Oktober 2012). Berlin, Nemčija: Beuth Verlag.

TU Graz, Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen (HFM). (2017). Pridobljeno iz TU graz, Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen (HFM):
<https://plus.google.com/110295408496483941645>

WER LIEFERT WAS. (2017). Pridobljeno 2017 iz
<https://www.wlw.de/de/firmen/kreiselpumpen>

Wikiwand. (2017). Pridobljeno iz Wikiwand:
<http://www.wikiwand.com/de/Peripheralradpumpe>

Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1). (9. 3 2011). Pridobljeno 2017 iz Uradni list RS, št. 17/2011: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/102528>