

# Kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih bazena

---

Ištvan, Igor

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:513544>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-31**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 378/PS/2022**

**Kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih  
bazena**

**Igor Ištvan, 2117/336**

Varaždin, lipanj 2022. godine



**Sveučilište  
Sjever**

**Odjel za strojarstvo**

**Završni rad br. 378/PS/2022**

**Kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih  
bazena**

**Student**

Igor Ištvan, 2117/336

**Mentor**

Živko Kondić, prof.dr.sc.

Varaždin, lipanj 2022. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

|                             |  |              |                    |
|-----------------------------|--|--------------|--------------------|
| ODJEL                       | Odjel za strojarstvo   |              |                    |
| STUDIJ                      | preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo          |              |                    |
| PRISTUPNIK                  | IGOR IŠTVAN  | MATIČNI BROJ | 2117/336           |
| DATUM                       | 10.05.2022.  | KOLEGIJ      | KONTROLA KVALITETE |
| NASLOV RADA                 | Kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih bazena |              |                    |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Pool water quality control on the example of City Pools      |              |                    |
| MENTOR                      | Prof.dr.sc. Živko Kondić                                     | ZVANJE       | Redoviti profesor  |
| ČLANOVI POVJERENSTVA        | 1. doc.dr.sc. ZLATKO BOTAK, predsjednik povjerenstva         |              |                    |
|                             | 2. doc.dr.sc. TOMISLAV VELIKI, član                          |              |                    |
|                             | 3. prof.dr.sc. ŽIVKO KONDIĆ, mentor                          |              |                    |
|                             | 4. doc.dr.sc. MATIJA BUŠIĆ, rezervni član                    |              |                    |
|                             | 5.   |              |                    |

## Zadatak završnog rada

|      |             |
|------|-------------|
| BROJ | 378/PS/2022 |
| OPIS |             |

U završnom radu potrebno je:

- Definirati pojam kvalitete kroz osnovna načela i njene bitne pokazatelje. Nakon toga pojasniti pojmove kontrole kvalitete (unutarnja, vanjska i statistička) i kontinuirano poboljšavanje kvalitete.
- Ukratko opisati osnovne značajke sustava upravljanja kvalitetom koji se implementira prema zahtjevima suvremene međunarodne norme ISO 9001.
- Detaljnije opisati sustav upravljanja kvalitetom bazenske vode na izabranom primjeru Gradskih bazena i to kroz opis funkcioniranja sustava a posebno podsustava za pripremu vode.
- U praktičnom dijelu završnog rada potrebno je opisati i provesti postupke: Kontrole vrijednosti slobodnog klora u vodi, pH vrijednosti, Redoks potencijala i kontrolu kvalitete protoka. Uz to potrebno je opisati postupak mikrobiološke kontrole kvalitete bazenske vode i najčešće nesukladnosti koje se javljaju u pripremi bazenske vode u konkretnom slučaju.
- U zaključku se kritički osvrnuti za završni rad.

ZADATAK URUČEN

25.05.2022.

SVUČILIŠTE  
SJEVER



*[Handwritten signature]*

## **Predgovor**

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći se vlastitim znanjem stečenim tijekom studija te navedenom literaturom.

Na početku, posebno se zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Živku Kondiću na svim stručnim savjetima i korisnim uputama, utrošenom vremenu i sveukupnoj pomoći tijekom pisanja završnog rada. Također zahvaljujem se svim profesorima, asistentima sa Sveučilišta Sjever na prenesenom znanju i razumijevanju tokom studija.

Ovim putem zahvaljujem se i prijateljima na pruženoj potpori i svojoj obitelji na ukazanom povjerenju i podršci tijekom studiranja.

## **Sažetak**

Ideja završnog rada je prikazati načine kojima se provodi kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih bazena te koliku važnost zauzima u svrhu rada cjelokupnog bazenskog sustava. Uvodni dio rada odnosi se na kontrolu kvalitetu općenito s naglaskom na najvažnije odrednice kvalitete. U praktičnom dijelu dana je shema organizacije te su opisani sustavi za pripremu bazenske vode koji su neophodni za pravilnu cirkulaciju i postizanje zadovoljavajuće kvalitete bazenske vode. Budući da bazenska voda mora zadovoljavati određene zahtjeve kvalitete, detaljno su razrađeni postupci kontrole kvalitete najvažnijih parametara bazenske vode (slobodan klor, pH vrijednost, redoks potencijal, protok).

Ključne riječi: kontrola kvalitete, bazenski sustav, parametri bazenske vode

## **Summary**

The aim of this paper is to show the ways in which the quality control of pool water is being carried out on the example of City Pools, as well as the importance this process has for the functioning of the entire pool complex. The introduction deals with quality control in general, with emphasis on the most important determinants of quality. In the practical part, a scheme of organization is given. Also, the systems for the preparation of pool water are described, which are necessary for proper circulation and achieving satisfactory quality of pool water. Given that pool water must meet certain quality requirements, quality control procedures of the most important parameters of pool water (free chlorine, pH value, redox potential, flow) are elaborated in detail.

Key words: quality control, pool system, pool water parameters

## **Popis korištenih kratica**

|             |  |
|-------------|--|
| <b>ISO</b>  | Međunarodna organizacija za normizaciju (International Organization for Standardization) |
| <b>SPC</b>  | Statistička kontrola procesa (Statistical Process Control)                               |
| <b>PDCA</b> | Planiraj-Učini-Provjeri-Djeluj (Plan-Do-Check-Act)                                       |
| <b>SUK</b>  | Sustav upravljanja kvalitetom (Quality Management System)                                |
| <b>TQM</b>  | Potpuno upravljanje kvalitetom (Total Quality Management)                                |
| <b>CNUS</b> | Centralno nadzorni upravljački sustav  |
| <b>PLC</b>  | Programabilni logički kontroler (Programmable Logic Controller)                          |
| <b>DDC</b>  | Izravni digitalni nadzor (Direct Digital Control)  |



# Sadržaj

|  |    |
|--|----|
| 1. Uvod .....  | 1  |
| 2. Kontrola kvalitete .....  | 2  |
| 2.1. Pojam kvalitete .....   | 3  |
| 2.2. Povijesni razvoj kvalitete .....  | 5  |
| 2.3. Osnovna načela kvalitete .....  | 8  |
| 2.4. Pokazatelji kvalitete .....   | 12 |
| 2.5. Vrste kontrole kvalitete .....  | 14 |
| 2.5.1. Unutarnja kontrola kvalitete .....  | 15 |
| 2.5.2. Vanjska kontrola kvalitete .....  | 16 |
| 2.5.3. Statistička kontrola kvalitete .....                                      | 17 |
| 2.6. Kontinuirano poboljšavanje kvalitete .....                                  | 18 |
| 2.7. Sustav upravljanja kvalitetom prema ISO 9001 .....                          | 20 |
| 3. Sustav upravljanja kvalitetom bazenske vode na primjeru Gradskih bazena ..... | 23 |
| 3.1. Općenito o organizaciji .....   | 23 |
| 3.2. Tehnički opis cjelokupnog bazenskog sustava .....                           | 24 |
| 3.3. Opis sustava za pripremu bazenske vode .....                                | 27 |
| 3.3.1. Preljevni sustav i kompenzacijski bazen .....                             | 28 |
| 3.3.2. Sustav filtracije i cirkulacije vode .....                                | 29 |
| 3.3.3. Sustav grijanja/hlađenja .....  | 33 |
| 3.3.4. Kotlovnica .....  | 34 |
| 3.3.5. Sustav ventilacije i klimatizacije .....                                  | 35 |
| 3.3.6. SCADA sustav .....  | 36 |
| 4. Kontrola kvalitete vode u bazenu .....  | 38 |
| 4.1. Kontrola kemijske kvalitete bazenske vode .....                             | 38 |
| 4.1.1. Kontrola kvalitete vrijednosti slobodnog klora u vodi .....               | 40 |
| 4.1.2. Kontrola kvalitete pH vrijednosti vode .....                              | 41 |
| 4.1.3. Kontrola kvalitete Redoks potencijala .....                               | 43 |
| 4.1.4. Kontrola kvalitete protoka .....  | 43 |
| 4.2. Kontrola mikrobiološke kvalitete bazenske vode .....                        | 44 |
| 4.3. Najčešće nesukladnosti u kontroli bazenske vode .....                       | 44 |
| 5. Zaključak .....   | 45 |
| 6. Literatura .....  | 47 |

# 1. Uvod

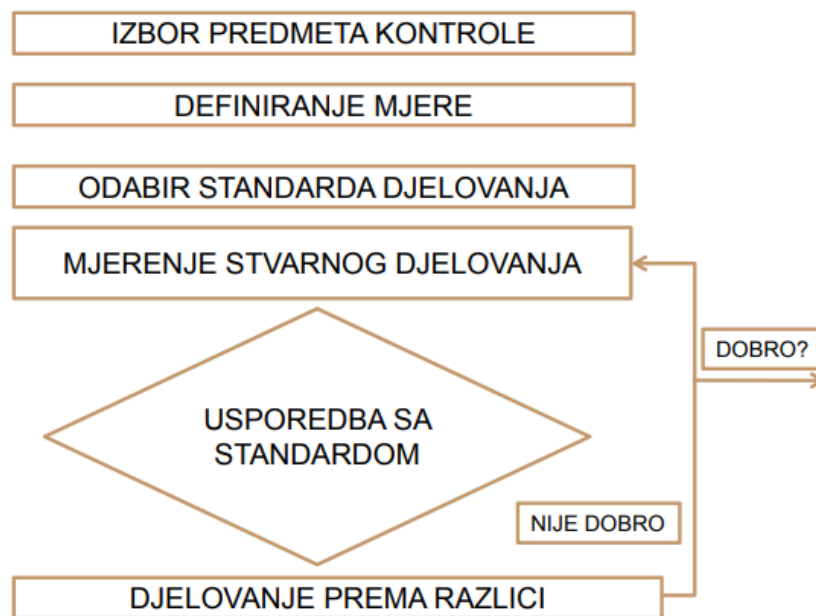
Usmjerenost na korisnika odnosno zadovoljstvo korisnika uslugama, uz istovremenu brigu kvalitetom, okolišem i sigurnosti na radu prioritet je svake suvremene poslovne organizacije. U tim okolnostima uspostava i provođenje kontrole kvalitete, neophodno je za svaku organizaciju čiji se plan temelji na kontinuiranom nastojanju da se poveća kvaliteta proizvoda ili usluge. Ovim radom prikazana je kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih bazena. Kontrola kvalitete bazenske vode obuhvaća stalno mjerenje i nadzor higijenske ispravnosti vode primjenom fizikalno-kemijskih i mikrobioloških postupaka kontrole vode. Metode ispitivanja i kontrolu kvalitete bazenske vode potrebno je provesti u skladu s odredbama, tehničkim normama i standardima s ciljem postizanja usluga kakvu žele korisnici i kako ne bi došlo do zastoja cijelog bazenskog postrojenja. Da bi se osigurala kvalitetna usluga, sigurnost korisnika i postigli higijenski zahtjevi, voda koja cirkulira bazenskim sustavima mora odgovarati propisanim normama, tj. mora ispunjavati postavljene zahtjeve kvalitete. Dakle, zadovoljavajuće sigurnosne uvjete korisnika, moguće je postići redovitim kontrolama bazenske vode i nadzorima bazenske tehnike. Najvažnija kontrola kvalitete bazenske vode je sadržaj slobodnog klora u vodi i pH vrijednosti vode, čiji su postupci detaljno opisani u radu. Budući da je termotehnička (strojarska) oprema dinamičkog karaktera, odnosno sadrži rotirajuće komponente (ventilatori, cirkulacijske pumpe) pravovremenim pregledima i ispitivanjima prema tehničkim zahtjevima moguće je otkloniti potencijalni kvar i održati ispravnost i pouzdanost sustava. Od iznimne je važnosti učestalo čistiti, odnosno mijenjati dijelove opreme koji se brzo onečiste kao što su: sonda, crijeva, filteri. Cijeli rad bazenskog sustava je automatiziran te se pomoću centralno nadzornog upravljačkog sustava (CNUS) vrši upravljanje, nadzor i kontrola kao i sve izmjene koje se unose u sustav s ciljem postizanja boljeg i učinkovitijeg rada. Također jedna od važnih metoda za kontrolu kvalitete bazenske vode je upotreba SCADA programa kojim se kontinuirano prate i kontroliraju najvažniji parametri vode. U radu su detaljno objašnjeni pojedini sustavi za pripremu bazenske vode koji čine neizostavan dio i imaju značajan utjecaj na rad cijelog bazenskog sustava. Isto tako, u svrhu postizanja funkcionalnosti bazenskog postrojenja prikazane su najčešće nesukladnosti koje se javljaju tijekom kontrole bazenske vode te načini otklanjanja istih.

## 2. Kontrola kvalitete

Suvremene organizacije sve više razvijaju i upotrebljavaju nove tehnologije kojima nastoje biti što više konkurentnije na tržištu. S ciljem ostvarivanja željene kvalitete potrebno je uspostaviti sustav kontrole kvalitete koji će nadzirati i ispitivati kvalitetu proizvoda ili usluga. Kontrola kvalitete jedan je od temelja svake organizacije koja se želi razvijati, ostvariti dobit, uspješno poslovati, otklanjati nedostatke, održavati i neprekidno poboljšavati sustav upravljanja kvalitetom. Kontrola kvalitete je složeni proces koji se odnosi na nadzor te skup preventivnih i korektivnih radnji i mjera kako bi se utvrdilo jesu li osigurani osnovni zahtjevi kvalitete. Uključuje kontrolne procese, analizu, metode, opremu i uređaje za ispitivanje koji su neophodni za ostvarivanje određene razine kvalitete. Uspješna kontrola kvalitete podrazumijeva zadovoljavanje normi, utvrđivanje osnovnih ciljeva i načine kontrole proizvodnje te primjenu raznih alata i metodologija. Osnovno obilježje kontrole kvalitete je da sve djelatnosti moraju biti planirane i kontrolirane, a ispitivanja se provode sukladno nacrtima, tehničkim zahtjevima i normama. Važan utjecaj na kontrolu kvalitete ima primjena propisa koji olakšavaju postizanje željene razine kvalitete, optimalne troškove proizvodnje proizvoda i minimalne gubitke cjelokupnog procesa poslovanja. Takav pristup poslovanju pruža neprestano poboljšanje kvalitete proizvoda i usluga, te postizanje konkurentnosti i opstanak na tržištu. Prema načinu provođenja, kontrola kvalitete provodi se na unutarnju, međufaznu i vanjsku kontrolu. Preduvjet za provedbu kontrole kvalitete jest postojanje ovlaštenih djelatnika ili organizacijskih jedinica koje posjeduju određene certifikate kojima mogu obavljati kontrolu kvalitete. Predmet kontrole kvalitete nisu nužno samo proizvodi, već to mogu biti i različite usluge poput ispitivanja uređaja, opreme ili postrojenja. U proizvodnim poduzećima, gdje se koristi mjerna ispitna oprema, potrebno je u određenom vremenskom razmaku provjeriti i podesiti opremu te povezati s odgovarajućom dokumentacijom.

Prednosti kontrole kvalitete su:

- Osiguranje tražene razine kvalitete proizvoda i usluga
- Smanjenje nesukladnih proizvoda i troškova proizvodnje
- Povećano zadovoljstvo i povjerenje kupaca
- Bolji tržišni položaj, veći profit organizacije i poslovni uspjeh
- Efikasan proces nabave i proizvodnje, veća proizvodnost i ekonomičnost
- Učinkovito upravljanje organizacijom rada i stabilnost poslovnih procesa
- Usvajanje novih metoda kontinuiranog poboljšanja uključujući i razvoj novih proizvoda



Slika 2.1 Proces kontrole kvalitete [7]

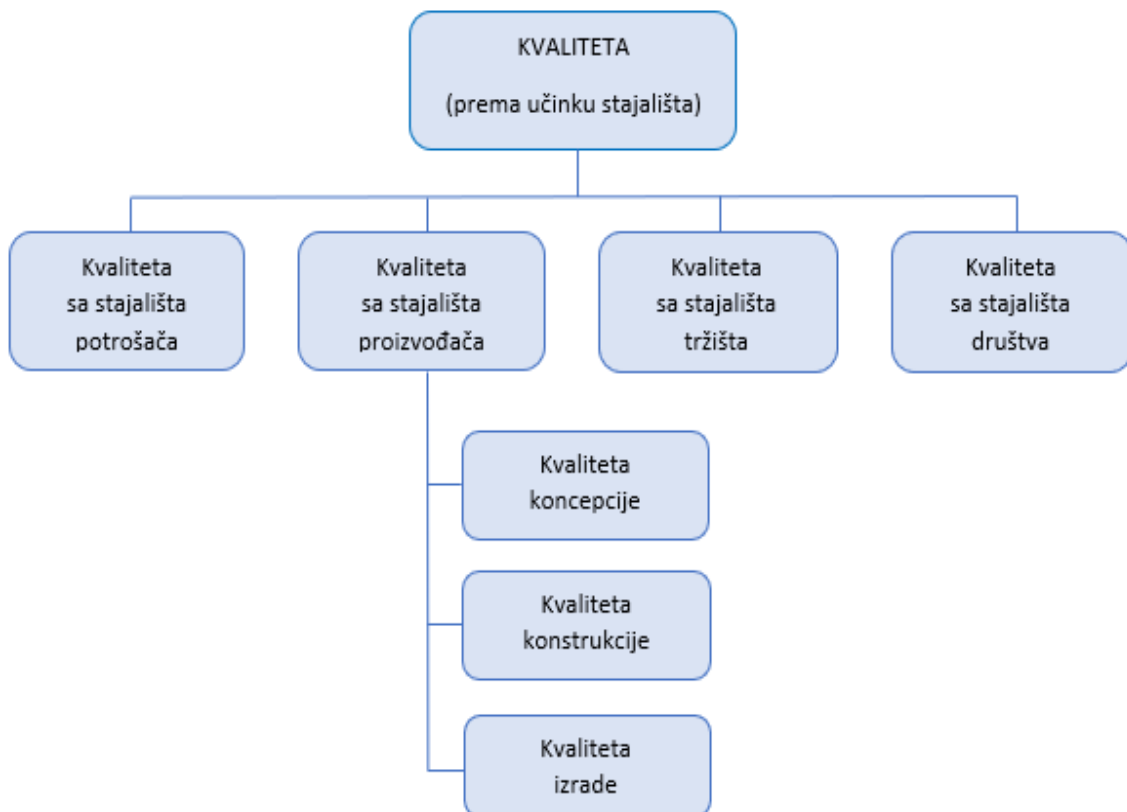
## 2.1. Pojam kvalitete

Svjetske gospodarske promjene dovode do drugačijeg načina razmišljanja kod proizvođača i kupaca kada je riječ o kvaliteti. U današnjici pojam kvalitete različito se upotrebljava i tumači, postoji niz pojmova kojima se opisuje što je to kvaliteta. Često mjerenje kvalitete provodimo subjektivno, svatko ima svoj način ocjenjivanja što odgovara našim zahtjevima ili potrebama. Gurui kvalitete na različite načine interpretiraju pojam kvaliteta. Riječ kvaliteta nastala je od latinske riječi „qualitas“ što znači vrijednost, kakvoća, svojstvo, odlika, značajka, osobina, sposobnost. Zadovoljstvo kupca jedna je od najpoznatijih i najrasprostranjenijih definicija kojom se opisuje kvaliteta. Druga definicija kvalitete je „prikladnost za upotrebu“. Konstantan razvoj i napredak u svim granam gospodarstva dovodi do povećanja tržišta, što organizacijama omogućuje jednostavan način plasiranja vlastitih proizvoda na svjetsko tržište. Isto tako, povećava se i konkurencija, pa je za opstanak na tržištu potrebna visoka kvaliteta proizvoda uz pridržavanje svih zahtjeva koje postavljaju korisnici.

Kupac je taj najvažniji, ključni faktor koji točno zna što želi i diktira pravila poslovanja. Broj zahtjeva kvalitete koji se postavljaju za pojedini proizvod većinom uvijek je velik zbog toga što kupci uvijek prepoznaju i traže veću kvalitetu. Prilagodba zahtjevima i realizacija istih, primarni je cilj i osnovno načelo svakog poslovanja koji nastoji povećati zadovoljstvo kupaca. Kvaliteta proizvoda ili usluga ovisi o cijeloj strukturi poslovne organizacije od rukovodstva poduzeća do zaposlenika.

Budući da rukovoditelj ima zadaću organizirati plan provođenja kvalitete te nadzirati cjelokupan proces, uloga rukovodstva je od velikog značaja u procesu osiguranja i upravljanja kvalitetom. Kvalitetu čine nabava, tehnološka priprema, proizvodnja, skladištenje, rokovi isporuke, održavanje postrojenja, marketing, cijena, transport, financije i računovodstvo, sve ono što utječe na uvažavanje zahtjeva i stvaranje konkurentnog proizvoda koji će zadovoljavati potrebe kupaca. Ostvarivanje željene razine kvalitete proizvoda ili usluga postiže se primjenom programa osiguranja kvalitete, dokumentacijom sustava, izradom izvješća, planiranjem i pripremom kontrole, testiranjem proizvoda i usluga.

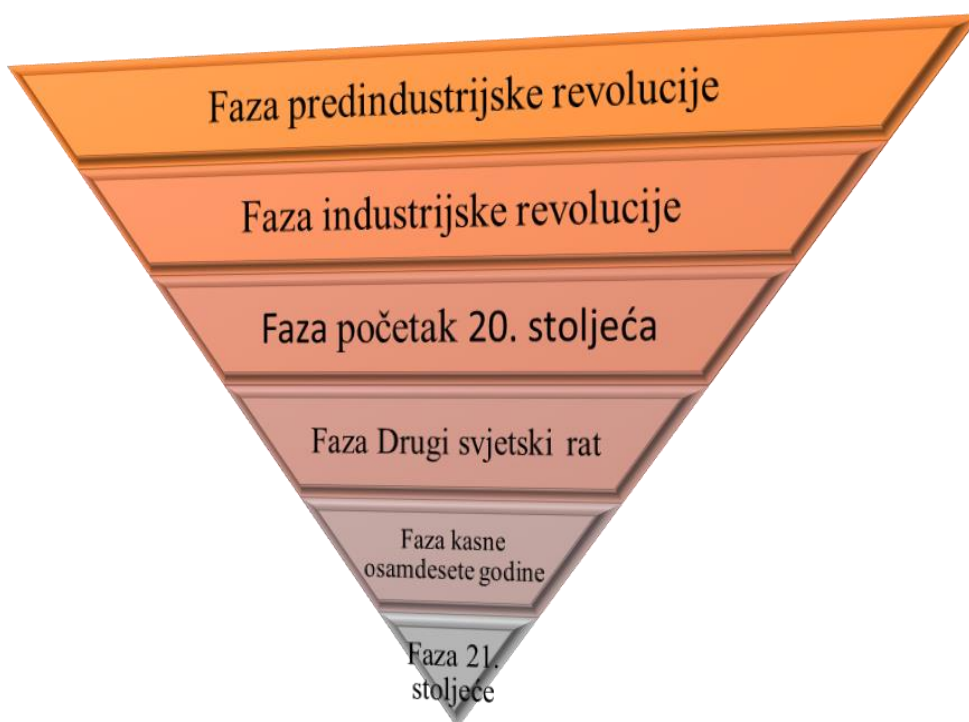
Dodatan kriterij shvaćanja kvalitete izražen je prema učinku stajališta ili točke promatranja. Kvaliteta se može promatrati sa perspektive stajališta potrošača, stajališta proizvođača, stajališta tržišta i sa stajališta društva (slika 2.2). U pogledu kvalitete, izdvajaju se stajalište proizvođača i potrošača, međutim, svako stajalište ima različite stavove, kriterije, odnos vrijednosti te prikazuju svoj pogled na kvalitetu, no u konačnici sva stajališta su konceptijski jednako kvalitetna.



Slika 2.2 Kvaliteta prema učinku stajališta

## 2.2. Povijesni razvoj kvalitete

Povijesni tok kvalitete napredovao je paralelno s evolucijom ljudske civilizacije. Kvaliteta je od uvijek poprimala različita značenja i obilježja te je zauzimala vrlo važnu ekonomsku vrijednost kroz sva razdoblja evolucije čovječanstva. Prvi zahtjevi za kvalitetom javljaju se nastankom seoskih tržnica, gdje su seoski obrtnici prodavali svoje proizvode, a kupci su svojim postupcima i određenim metodama procjenjivali kvalitetu proizvoda. Porastom obrta i trgovine, uvjetovalo je povećanjem konkurencije, a samim time središte trgovačkih poslovanja postali su gradovi, te se može reći da je to razdoblje u kojem se zahtijevalo osiguranje kvalitete na razne načine poput pisanih jamstva, specifikacije, obilježavanja ispravnih proizvoda posebnim znakom ili simbolom. U povijesti je zabilježeno mnogo događaja koji ukazuju određene aktivnosti povezane s kvalitetom. Jedan od primjera je Hamurabijev zakonik kojim je vladar Babilona osmislio pravila za graditelje koji će biti strogo kažnjeni u slučaju ne poštivanja njegovih odluka. Da je kvaliteta bila na prvom mjestu i u području graditeljstva potvrđuju vrlo precizno isklesani kameni egipatskih piramida koji su zasigurno rezultat dobro isplaniranih metoda i nacрта te primjene kvalitetnih mjernih alata. Povijesni razvoj kvalitete promatramo u nekoliko faza koje su prikazane na slici 2.3.



Slika 2.3 Razvoj kvalitete kroz povijest

Razdoblje predindustrijske revolucije od 13. do 19. stoljeća obilježila su udruženja obrtnika pod nazivom cehovi koji su razvijali specifikacije kvalitete ulaznih materijala, gotovih proizvoda, te metode inspekcije i kontrolu kvalitete proizvoda i usluga. Pomoću posebnih znakova ili simbola označivali su proizvode kako bi se raspoznali koji proizvodi su dobri, a koji lošije kvalitete.

Povijesno razdoblje „Industrijske revolucije“ karakteriziraju velike industrijske, ekonomske, i društvene promjene koje su povezane s izumima novih strojeva i oprema te masovnom proizvodnjom. Upotreba novih izuma poput: električne žarulje, radija, motora s unutarnjim izgaranjem, elektromotora bez kojih bi i današnji svijet bio nezamisliv omogućila je poduzećima priliku za napredak i razvoj. Isto tako, mnogobrojne promjene odvijale su se na području željezničkog sustava, zračnog prometa, novih izvora energije, naftnih derivata te kod raspoloživih resursa ugljena i čelika. Budući da je potražnja proizvoda i usluga intenzivno rasla, proizvođačka poduzeća temeljila su svoje poslovanje na povećanju proizvodnosti i ekonomičnosti, što je uzrokovalo nepotpunu kontrolu kvalitete.

Početak 20. st. važnu ulogu u filozofiji proizvodnje imao je guru u području znanstvenog menadžmenta Frederic Taylor koji je težio poboljšanju industrijske učinkovitosti. Iznio je četiri načina provođenja znanstvenog menadžmenta:

- Osnovne metode potrebno je zamijeniti metodama temeljenim na znanstvenom pristupu
- Prikladan odabir, obuka i edukacija svakog zaposlenika za određeni posao
- Osiguranje detaljnih uputa za izvršavanje određenog zadatka
- Podjela rada na način da menadžeri i inženjeri obavljaju funkciju planiranja, a radnici izvršavaju zadatke

Navedenim metodama, glavni cilj Frederica Taylora bio je povećati produktivnost, međutim to se je loše odrazilo na radnike i kvalitetu unutar poduzeća iz razloga što je autonomija radnika postala sve manja, što je izravno utjecalo na pojavu proizvoda s greškama i manju razina kvalitete. Početak prošlog stoljeća označava početak primjene statističke kontrole kvalitete koju je uveo Američki statističar Walter Andrew Shewhart. Osim toga, razvio je i poznati PDCA krug (plan-do-check-act) koji predstavlja model stalnog poboljšanja kvalitete. Shewarthovi načini statističkog upravljanja kvalitetom pridonijeli su unaprjeđivanju radnih procesa s naglaskom da se osiguranje kvalitete bazira na cjelokupnoj proizvodnji uz mogućnost praćenja pojedine faze proizvodnog procesa, čime se pojednostavljuje uočavanje eventualnih odstupanja ili tendencija grešaka koje bi uzrokovale pad kvalitete.

Razdoblje Drugog svjetskog rata obilježila je masovna proizvodnja proizvoda, većinom oružja i streljiva namijenjenih Američkoj vojsci, te je u tom vremenskom periodu kontrola kvalitete postala preskupa, što je bio razlog za kontrolu uzoraka u proizvodnim organizacijama. U takvim okolnostima započela je primjena statističke kontrole kvalitete koju su razvijali i isticali William Edwards Deming i Joseph Moses Juran. Nakon Drugog svjetskog rata, proces industrijalizacije počeo se ubrzavati toliko da je Japansko gospodarstvo doživjelo prekretnicu povezanu s novim idejama osiguranja i kontrole kvalitete te se to razdoblje naziva „revolucija kvalitete“.

Svijetom je dominirala američka industrija, koja nije imala ozbiljnu konkurenciju. Zbog velike potražnje za proizvodima, glavni naponi bili su usmjereni na proizvodnost i obujam proizvodnje, a o kvaliteti se nije značajnije radilo i razmišljalo. Kvaliteta se osiguravala starim „tehnikama“, a niske cijene nafte i drugih derivata omogućavale su niske cijene i konkurentnost proizvoda. [1]

Budući da u SAD-u nisu prihvaćali nove ideje za unaprjeđivanje kvalitete, Deming i Juran odlaze u Japan gdje su predstavljali svoju filozofiju i držali predavanja o modernim konceptima menadžmenta kvalitete. Potaknuti velikom željom za oporavkom gospodarstva, Japanci su svojom marljivošću, ubrzo proveli naučene metode i koncepte potpunog upravljanja kvalitetom s naglaskom da kvalitetu definira kupac, a ne proizvođač. Poduzeća su svoja poslovanja prilagodila tržištu što im je omogućilo veću konkurentnost i uspješnost. Veliki doprinos poboljšavanju kvalitete imao je i Kaoro Ishikawa koji je osim rukovodstva i menadžera pojedinih sektora, uključio sve zaposlenike u proces potpunog upravljanja kvalitetom. Zaslužan je za razvoj novog pristupa kvaliteti – TQC (Total Quality Control) i formiranje krugova kvalitete odgovornih za proučavanje metoda kojima bi se unaprijedila kvaliteta na svakom radnom mjestu u organizaciji. Smatrao je da se većina problema vezanih za kvalitetu može riješiti upotrebom vizualnih dijagrama i alata, te je razvio sedam alata kvalitete.

Budući da su Japanske organizacije usmjerile strategiju kvalitete na svaki radni proces odnosno na cjelokupnu strukturu proizvodnje, uspješno su unaprijedile kvalitetu proizvoda što im je omogućilo povećanje kapaciteta proizvodnje i veću razinu konkurentnosti. S druge strane, Američki menadžment suočava se s velikim problemom, tj. drastičnim gubitkom tržišnog udjela zbog sve snažnije Japanske konkurencije. Upravo iz tih razloga, 80-ih godina upravljanje kvalitetom postaje globalna tema i preduvjet za profitabilnost organizacija.

Europa sa velikim zakašnjenjem za Amerikom, a naročito za Japanom razvija svoju strategiju razvoja kvalitete, a koju je kasnije ugradila u temelje europske zajednice, odnosno, današnje Europske Unije. Kvaliteta je danas u centru svih zbivanja poslovnih sustava.



Danas se kupcu s njegovim zahtjevima, potrebama i očekivanjima daje prioritet u svim aktivnostima i odlukama. Vodećom polugom uspješnog poslovanja u bilo kojoj djelatnosti postaje upravljanje kvalitetom. Stoga, s pravom se XXI. stoljeće može nazvati stoljećem kvalitete. [1]

### 2.3. Osnovna načela kvalitete

Cilj poslovnih organizacija je da budu uspješne u svakom segmentu poslovanja, stoga glavni fokus svake organizacije, stavljen je na kvalitetu proizvoda ili usluga koja se može postići ako se unutar organizacije uspostave osnovna načela kvalitete na kojima ujedno počivanju zahtjevi međunarodnih norma niza ISO 9000. Osnovna načela kvalitete predstavljaju preduvjet za uspješno poslovanje organizacija s mogućnošću kontinuiranog poboljšavanja svih poslovnih procesa. Također, prednost je što pridonose veće povjerenje kupaca koje je neophodno kako bi se cjelokupno poslovanje usmjerilo na bolje praćenje potrebe kupaca i ostalih zainteresiranih strana na tržištu. Osnovna karakteristika osnovnih načela kvalitete je da su namijenjena za sve organizacije bez obzira o njihovoj veličini i složenosti te redosljed primjenjivanja načela nije definiran, već ovisi o samoj organizaciji. Budući da osnovna načela kvalitete osiguravaju traženu kvalitetu i postizanje boljih poslovnih rezultata, izuzetno je važno da svi koji su na funkciji upravljanja organizacijom upoznaju i primjenjuju načela kvalitete.

Osnovna načela sustava upravljanja kvalitetom su: [1]

- Organizacija usmjerena prema kupcu-korisnicima
- Vodeća uloga
- Uključivanje ljudi
- Procesni pristup
- Sustavni pristup upravljanju
- Stalno poboljšanje
- Činjenični pristup donošenju odluka
- Obostrano koristan odnos s dobavljačima

**1. Organizacija usmjerena prema kupcu-korisnicima** - usmjeravanje organizacije prema kupcima odgovoran je način vođenja sustava upravljanja kvalitetom unutar organizacije koji donosi dugoročni opstanak organizacije (slika 2.4). Visoka razina brige za kupca odnosi se na ispunjavanje zahtjeva i praćenje potreba kupaca, prikupljanje dosadašnjih stavova kupaca o kvaliteti proizvoda te njihovu procjenu i analizu. Zadovoljstvo kupca jedna je od najvažnijih

smjernica prema uspješnom poslovanju zbog toga je nužno kontinuirano poboljšavati odnos s kupcima, pridobiti željenu razinu povjerenja te nadmašiti očekivanja kupca.



*Slika 2.4 Glavni ciljevi poduzeća*

**2. Vodeća uloga** - ključnu ulogu za učinkovito upravljanje kvalitetom posjeduje vodstvo organizacije, tj. potpora vrhovnog menadžmenta koji svojim stavovima, odlukama utječu na zaposlenike i potiču ostvarivanje zajedničkih ciljeva. Vodstvo omogućuje jedinstvo ciljeva kvalitete, usmjerenja, te temeljnih vrijednosti organizacije. Uloga vodstva je osigurati budući razvoj organizacije, stvarati uvjete rada i održavati unutarnju okolinu kako bi svi zaposlenici na najbolji način pridonijeli ostvarivanju poslovnih ciljeva.

**3. Uključivanje ljudi** - primjena ovog načela uključivanje ljudi na svim razinama unutar organizacije, nadovezuje se na prethodno načelo koje zahtijeva da se osiguraju svi potrebni uvjeti rada i pozitivna klima radnog okruženja. Potpuna uključenost zaposlenika na svim organizacijskim razinama predstavlja radni proces kojim se zaposlenicima pruža mogućnost slobode izražavanja vlastitih znanja, stavova, prijedloga poboljšanja određenog procesa, aktivnog sudjelovanja u rješavanju problema, donošenja odluke na osnovu njihovog radnog mjesta. Takav pristup povećava važnost i motiviranost zaposlenika da iskoristi svoj potencijal u svakodnevnom poslovanju kako bi unaprijedili proizvodnju i pridonijeli zadovoljstvu kupaca.

**4. Procesni pristup** - predstavlja moderan način višefunkcionalnog upravljanja svim aktivnostima i povezanim resursima kod razvijenih organizacija s ciljem postizanja očekivanih rezultata. Osnova procesnog pristupa je ideja da se funkcija ili poslovna aktivnost organizacije prikažu kao proces. Primjenom procesnog pristupa ostvaruju se brojne prednosti koje u odnosu na klasični pristup nisu moguće zbog dinamičnih donošenja odluka i velikih zahtjeva suvremenog tržišta usmjerenog na postizanje efikasnosti i učinkovitosti. Procesni pristup (slika 2.5) usmjeren je na postizanje zadovoljstva kupca, donosi poboljšanu horizontalnu komunikaciju te obuhvaća repetitivne radnje koje osiguravaju kontinuirana poboljšanja uz kontrolu cjelokupnog sustava.



Slika 2.5 Procesni pristup upravljanju kvalitetom [8]

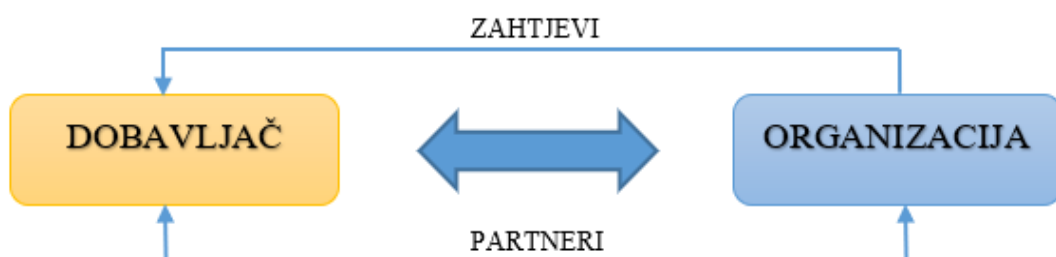
**5. Sustavni pristup upravljanju** - načelo kojim se ostvaruje povećana učinkovitost djelovanja organizacije u ostvarenju njezinih ciljeva putem prepoznavanja, razumijevanja i upravljanjem međusobno povezanim poslovnim procesima kao sustavom. Kvaliteta svake komponente sustava utječe na funkcioniranje cjeline i njezinu kvalitetu, stoga je potrebno stalno poboljšavati određene procese sustava kako bi se postigli očekivani rezultati organizacije.

**6. Stalno poboljšanje** - provođenje stalnih poboljšavanja temeljni je koncept pristupa poslovanju u cjelini i trebao bi biti primarni cilj svake organizacije. U današnjici jedan od uvjeta uspješnog poslovanja organizacija je primjena načela stalnog poboljšanja kojim se ostvaruje veća produktivnost, napredak i niži troškovi organizacije te bolja kvaliteta proizvoda i usluga. Sve veća očekivanja kupaca i porastom konkurencije na slobodnom tržištu, također je dodatan razlog zbog kojeg je potrebno usmjeriti ciljeve organizacije na ulaganje u razvoj i nove inovacije.

Kako bi se poboljšanje svih procesa pozitivno odrazilo na cjelokupno poslovanje, nužno je da svi zaposleni od rukovoditelja do djelatnika svakodnevno budu motivirani i nastoje poboljšati procese svog rada. Primjena statističkih alata, dijagrama i suvremenih metoda mjerenja, učinkoviti je način analize radnih procesa na kojima se izvode aktivnosti u svrhu otklanjanja nedostataka i postizanja unaprjeđenja.

**7. Činjenični pristup donošenju odluka** - načelo kojim se zahtijeva da vodeća uprava donosi kvalitetne odluke na temelju objektivnih dokaza odnosno analiziranih podataka i informacija. Neposredno prije donošenja odluka i politike kvalitete, potrebno je imati plan kojim će se realizirati ciljevi kvalitete. Analiza podataka i uvid u činjenično stanje, ozbiljan je pristup donošenja učinkovitih odluka i željenih rezultata na svim razinama sustava upravljanja kvalitetom.

**8. Obostrano koristan odnos s dobavljačima** - osnova ovog načela je prikazati važnost međusobne povezanosti organizacije i dobavljača te uskladiti njihov odnos kako bi i jedna i druga strana stvarale nove vrijednosti. Povjerenje i korektan partnerski odnos postižu se razumijevanjem, razmjenom informacija vezanih za karakteristike proizvoda, proizvodnje, potrebe kupaca, te usklađivanjem zajedničkih ciljeva. Budući da dobavljači svojim proizvodima ili uslugama utječu na ukupni trošak, odnosno poslovne rezultate organizacije, nužno je definirati kriterije odabira kvalitetnih dobavljača. Prikupljanje podataka na temelju kojih će se donijeti odluka koji dobavljač najviše odgovara zahtjevima organizacije, odgovornost je nabave i iziskuje mnogo vremena. S ciljem postizanja boljeg poslovanja, organizacija mora upoznati dobavljača sa svojim uvjetima koji se odnose na specifikacije i norme vezane za kvalitetu materijala ili proizvoda. Osim ispunjavanja zahtjeva, od dobavljača se očekuje da neprestano prati potrebe i očekivanja organizacije, ali i da teži unaprjeđenju sustava kvalitete svojih proizvoda ili usluga kako bi partnerski odnos ostvario dugoročnu i uspješnu suradnju (slika 2.6).



*Slika 2.6 Partnerski odnos s dobavljačem*

## 2.4. Pokazatelji kvalitete

Pokazatelji kvalitete važni su parametri kojima se kvantificira razina kvalitete određenog proizvoda, usluge, procesa rada ili organizacije (slika 2.7). Budući da ima mnogo proizvoda koji se razlikuju ovisno o karakteristikama i namjeni, postoje i različiti pokazatelji kvalitete. Primjerice, kvaliteta jednostavnog proizvoda vrednuje se pomoću jednog ili dva pokazatelja kvalitete, za razliku od složenog proizvoda čija se kvaliteta izražava kroz veći broj pokazatelja. Važno je da pokazatelji kvalitete na jasan način predstavljaju razinu vrijednosti kvalitete, te da su shvatljivi svima zainteresiranima, kontrolorima, proizvođačima i kupcima.



Slika 2.7 Pokazatelji kvalitete

Ovisno o vrsti proizvoda, razlikuju se i pokazatelji kvalitete jer svaki proizvod je predviđen za određenu namjenu i posjeduje potrebna svojstva. Pokazatelji kvalitete mogu se podijeliti u tri osnovne kategorije:

1. Pokazatelji koji određuju funkcionalnost proizvoda
2. Pokazatelji trajnosti i pouzdanosti proizvoda
3. Pokazatelji koji predstavljaju individualno zadovoljstvo kupca (hedonizam)

Posebno se ističe treća skupina koja predstavlja potrebu da se kvaliteti pristupi na ugodljiv način. Važno je ispuniti individualno zadovoljstvo kupca ili korisnika, odnosno sve potrebe i očekivanja, potrebno je staviti u središte kvalitete.

U literaturi se navode razne značajke kvalitete proizvoda i na različite načine se definiraju pokazatelji kvalitete. Na slici 2.8 prikazano je osam značajki kvalitete.



*Slika 2.8 Značajke kvalitete*

Na temelju navedenih značajki kvalitete, tj. pokazatelja kvalitete, moguće je razviti jasne ciljeve i definirati politiku kvalitete. Proizvođač mora biti upoznat sa svim karakteristikama kvalitete jer će praćenjem svih važnih parametara kvalitete, utjecati na izradu proizvoda ili pružanje usluga kakve žele potrošači. Pouzdanost se često smatra najvažnija karakteristika preko koje se izražava kvaliteta, te pomoću koje se osigurava obavljanje odgovarajućih funkcija u skladu s propisanim uvjetima rada u određenom vremenu. Sve veća upotreba vrlo složenih uređaja i strojeva u proizvodnim procesima zahtijeva maksimalnu pouzdanost kako bi se rad odvijao neprekidno uz što manje kvarova i minimalnih troškova.

U mnogim slučajevima kvaliteta se može precizno (egzaktno) izmjeriti preko adekvatnog mjerila. Značajke kvalitete koje se u nekim slučajevima ne mogu izmjeriti se procjenjuju od strane stručnjaka. Kvalitetu je moguće izmjeriti primjenom standarda (normi) kvalitete, koje u većini slučajeva definiraju karakteristike nekog proizvoda, njegovu veličinu, način mjerenja i dozvoljene devijacije unutar sustava. Najbolji pokazatelj kvalitete i pouzdanosti uređaja bilo kojem

proizvođaču su ponovne narudžbe i zahtjevi kupaca. Kad kupac jednom odluči da je nešto kvalitetno i pouzdano, rijetko mijenja svoje mišljenje. [1]

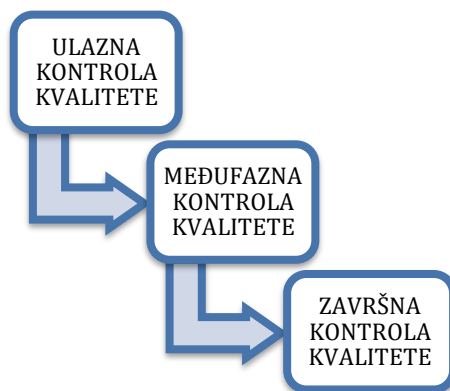
## 2.5. Vrste kontrole kvalitete

Suvremeni proizvodni procesi nezamislivi su bez primjene kontrole kvalitete koja predstavlja postupak ili skup postupaka kojima se osigurava sukladnost proizvoda sa postavljenim zahtjevima. Glavna zadaća kontrole kvalitete je identificirati i otkloniti nastale pogreške u proizvodu prije isporuke kupcu, te analizirati i ispraviti nepravilnosti u proizvodnom procesu. Prilikom određivanja vrste kontrole kvalitete, potrebno je poznavati načine njihovog provođenja i niz utjecajnih čimbenika kao što su: troškovi kontrole, karakter proizvodnog procesa, obilježja kontrole, te odgovarajuća mjerna oprema.

Jedan od osnovnih načina podjele kontrole kvalitete je s obzirom na faze proizvodnog procesa (slika 2.9):

- Ulazna kontrola kvalitete
- Međufazna kontrola kvalitete
- Završna kontrola kvalitete

Postupak kontrole kvalitete započinje unutarnjom kontrolom kvalitete koju provode sami proizvođači. Za provođenje vanjske kontrole odgovorno je ukupno vanjsko okruženje proizvođača, odnosno tijela za ocjenjivanje sukladnosti, kupac/korisnik, tržište, društvo (država).



*Slika 2.9 Kontrola kvalitete prema fazama proizvodnog procesa*

Kontrola kvalitete unutar organizacije može se provoditi prema veličini uzoraka:

- Potpuna ili 100%-tna kontrola
- Procentualna kontrola kvalitete
- Statistička kontrola kvalitete

Potpuna ili 100%-tna kontrola obuhvaća ispitivanje ili mjerenje svih proizvoda ili materijala s ciljem utvrđivanja postavljenih zahtjeva ili standarda. Budući da se ispitivanju podvrgava svaki komad, takav je način kontrole kvalitete najskuplji, no jedan od nedostataka je što ne osigurava potpunu točnost. Primjena 100%-tne kontrole nužna je kada karakteristike proizvoda moraju zadovoljavati postavljene zahtjeve ili u slučaju kada se zahtijeva maksimalna sigurnost odnosno pouzdanost proizvoda kako bi se izbjegle moguće opasnosti.

Procentualna kontrola kvalitete je način kontrole kod kojeg se ispituje određen postotak slučajno odabranih jedinica, čime se postiže ekonomičnost za razliku od 100%-tne kontrole. Međutim, potrebno je točno odrediti veličinu uzorka, kako za manje isporuke uzorak ne bi bio premalen, a za veće isporuke prevelik.

### **2.5.1. Unutarnja kontrola kvalitete**

Svrha unutarnje kontrole kvalitete je osigurati kvalitetu materijala koji ulaze u organizaciju, odnosno potrebno je provjeriti sve ulazne elemente od strane dobavljača kako bi utvrdili odgovaraju li svim zahtijevanim specifikacijama i normama. Važno je da sirovci, materijali ili proizvodi koji ulaze u proizvodni proces budu usklađeni sa zahtjevima kvalitete, jer se na taj način ostvaruje temelj za proizvodnju proizvoda koji će sadržavati tražene karakteristike i ispunjavati postavljene zahtjeve. Uspostavljene zahtjeve vezane za kvalitetu unutar organizacije, treba na podjednak način primijeniti i kod osiguranja kvalitete ulaza u proizvodni proces. Dobro isplanirana unutarnja kontrola kvalitete, prije svega ima značajnu ulogu u zaštiti od dobavljanja materijala koji nisu sukladni traženim specifikacijama, ali i mora potaknuti dobavljača da održi kvalitetu svojih materijala na prihvatljivoj razini. Takav pristup prema unutarnjoj kontroli dovodi do stabilnosti organizacije jer se osigurava vrijednost proizvoda, te se smanjuju troškovi ispitivanja i kontrole. Na početku unutarnje kontrole, nužno je poznavati karakteristike proizvoda ili materijala s ciljem postizanja djelotvornog i uspješnog sustava kontrole. Podaci o ulaznom materijalu definirani su određenom dokumentacijom koja uključuje nacрте, zahtjeve, značajke, te tražene specifikacije i ateste materijala. Ovisno o dogovoru s dobavljačem odabire se vrsta ulazne kontrole i mjesto gdje će se provoditi. Kontrola i ispitivanje se može provesti kod dobavljača ili na ulazu u procese organizacije (pogon, skladište). Ukoliko se odluči da će se verifikacija odvijati kod dobavljača, potrebno je u nabavnim dokumentima jasno navesti kriterije prihvatljivosti, te uskladiti i organizirati sve uvjete za kvalitetno odvijanje kontrole. Provođenje unutarnje kontrole kvalitete čini prvu fazu kontrole cjelokupnog procesa proizvodnje, te povećava efikasnost svake pojedine faze koja utječe na kvalitetu gotovog proizvoda. Unutarnju kontrolu kvalitete moguće je provesti



na način da se ispituju svi proizvodi (100%-tna kontrola), postupkom uzorkovanja, te povremenim neplaniranim kontrolama. Rijetki su, ali i mogući slučajevi u kojima se proces odvija bez kontrole. Po završetku unutarnje kontrole odlučuje se hoće li isporuka biti prihvaćena ili odbijena. Ukoliko isporuka nema nikakvih odstupanja, odnosno zadovoljeni su svi specificirani zahtjevi, isporuka se prihvaća, a u slučaju u kojem postoje odstupanja kvalitete, te nisu zadovoljeni postavljeni kriteriji, isporuka se odbacuje.

### **2.5.2. Vanjska kontrola kvalitete**

Vanjska kontrola kvalitete u mnogo slučajeva smatra se važnijom od unutarnje iz razloga što ukazuje koliko je zapravo unutarnja kontrola uspješno provedena. Razvoj vanjske kontrole započeo je prvom razmjenom proizvoda i pružanjem raznih usluga. U suvremenoj proizvodnji, vanjska kontrola kvalitete obavlja se po završetku proizvodnog procesa, te se provjeravaju zahtijevana obilježja kvalitete gotovog proizvoda. Za provođenje završne kontrole zadužen je odjel osiguranja kvalitete koji kontrolira kvalitetu proizvoda tijekom cjelokupnog proizvodnog procesa. Bitno je naglasiti da osiguranje kvalitete naglasak stavlja na prevenciju, tj. prepoznavanje i rješavanje uzroka grešaka i nedostataka koji stvaraju nepravilnosti u procesu proizvodnje. Najvažniji postupci kojima se bavi osiguranje kvalitete su:

- Uključivanje svih funkcija organizacije s ciljem postizanja zajedničkih ciljeva
- Određivanje kriterija prihvatljivosti kvalitete ulaznog materijala
- Osiguranje uvjeta u kojima se kontrola mora provoditi
- Kontrola ispravnosti proizvodne i mjerne opreme
- Odobravanje proizvodnih postupaka
- Kontrola kvalitete tijekom procesa proizvodnje
- Upravljanje radnom dokumentacijom kontrole kvalitete
- Prepoznavanje i rješavanje neusklađenosti
- Povećanje pouzdanosti i poboljšanje svih procesa
- Završna kontrola i ispitivanje

Vanjska kontrola provodi se prema definiranom postupku provjere u skladu sa specifikacijom za gotov proizvod. Tijekom kontrole vode se pismeni zapisi, te se na osnovu rezultata dobiva uvid o sukladnosti proizvoda s postavljenim zahtjevima. Oblici u kojima se suvremena vanjska kontrola kvalitete može pojavljivati su: indirektna ili pasivna i direktna ili aktivna. Indirektna ili pasivna vanjska kontrola ovisi o stanju konkurentnosti te udjelu na tržištu, dok direktna ili aktivna kontrola obuhvaća zakonske propise, norme kojih se treba pridržavati da bi se zaštitila vrijednost i

zadovoljila minimalna propisana kvaliteta proizvoda i usluga. Ako se greške ne uoče na vrijeme, indirektna kontrola može prouzrokovati veliku štetu do mjere da sruši ugled organizacije. S druge strane, direktna kontrola vrlo brzo upućuje na problem i nudi jasna rješenja.

### **2.5.3. Statistička kontrola kvalitete**

Primjena statističke kontrole kvalitete neizostavan je dio svake suvremene organizacije koja svoje poslovanje temelji na osiguranju kvalitete proizvoda, usluga i proizvodnog procesa. Također, prednost statističke kontrole kvalitete je što prati rezultate za vrijeme tehnološkog procesa, te utvrđuje kvalitetu gotovog proizvoda. Takav pristup kontroli kvalitete rezultira smanjenju nesukladnih proizvoda i škarta, troškova kontrole kvalitete, te smanjenu troškova cjelokupne proizvodnje. U svrhu osiguranja kvalitete proizvoda i učinkovitosti proizvodnog procesa, statistička kontrola uključuje primjenu raznih postupaka kao što su: prikupljanje, obrada, detaljna analiza, ocjenjivanje i prikaz podataka. Jedna od glavnih značajki ove metode je što pravovremeno otkriva i upućuje na nastale promjene, no uzroke odstupanja potrebno je naknadno utvrditi u okviru stručne analize. Budući da se statička kontrola kvalitete zasniva na statičkim tehnikama, povećana je preciznost izrade, kao i pouzdanost kontrole procesa. Primjena metoda statičke kontrole moguća je u svim fazama kontrole kvalitete proizvodnog procesa (ulazna, međufazna i završna).

Uspješna statistička kontrola kvalitete zahtijeva:

- Dobro poznavanje raznih statističkih kontrolnih tehnika i alata za provođenje statističke kontrole kvalitete
- Razumijevanje temeljnih ciljeva primjene statističkih metoda
- Poznavanje mjerne opreme i nadzorne postupke koji se primjenjuju u procesima
- Osigurati da rukovodstvo organizacije razumije važnost primjene statističkih tehnika kontrole kvalitete

Metoda se provodi na temelju unaprijed određenih planova za uzimanje uzoraka. Uzimanje veličine uzoraka ovisi o veličini isporuke. Ovakav način provođenja kontrole kvalitete pruža prikladan reprezentativan uzorak koji garantira pouzdanost skupa iz kojeg je uzet. Dobiveni podaci prema kontroliranim obilježjima mogu biti kontinuirane (izmjerene) i diskretne (atributivne) varijable. Budući da se metodama statističke kontrole prate performanse procesa, moguće je uočiti promjene sposobnosti procesa, te na osnovu toga možemo govoriti o statističkoj kontroli procesa (SPC).

Statistička kontrola procesa služi za nadziranje procesa sa sljedećim ciljevima: [2]

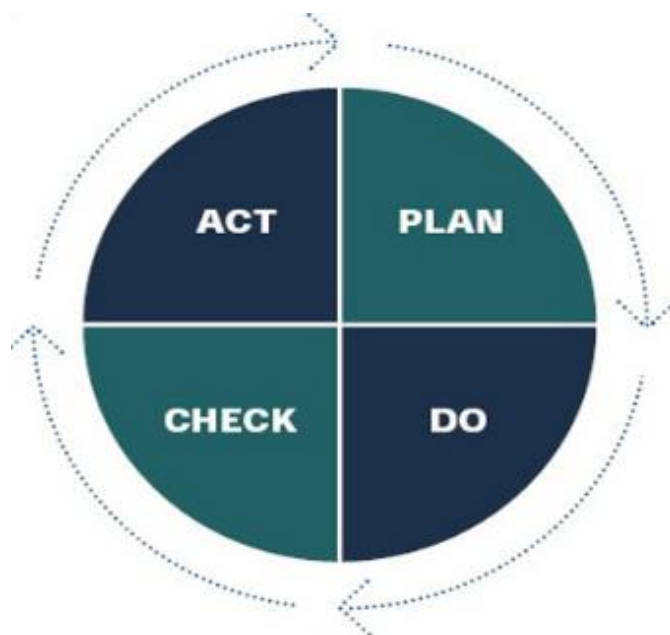
- a) Trajno osiguravanje dostignute razine kvalitete,
- b) Praćenje odstupanja izvan zadanih granica,
- c) Analize dobivenih podataka, donošenje i provedba korektivnih mjera.

## 2.6. Kontinuirano poboljšavanje kvalitete

Kontinuirana poboljšavanja predstavljaju temeljni pristup suvremenoj proizvodnji i cjelokupnom poslovanju s ciljem postizanja poboljšanja svih postojećih procesa, proizvoda ili usluga. Za postizanje uvjeta kontinuiranih poboljšanja u svim dijelovima organizacije, ključnu ulogu ima najviše vodstvo organizacije koje mora podržavati i poticati procese poboljšavanja, kao i svi zaposlenici unutar organizacije. Ovakav koncept sustavnog kontinuiranog poboljšanja uspješno su provele mnogobrojne japanske organizacije (poznati krugovi kvalitete), što je uzrokovalo veću brigu i posvećenost kvaliteti u organizacijama razvijenih zapadnih zemlja.

Budući da se zahtjevi kupaca neprestano mijenjaju, nužno je usmjeriti sve razine poslovanja na poboljšanja kako bi organizacija bila u mogućnosti pratiti tržište te osigurati konkurentsku prednost. Implementacija kontinuiranog poboljšanja na svim razinama nije lagan zadatak i predstavlja zahtjevan izazov, ali nesumnjivo donosi značajne prednosti kao što su: smanjenje popravaka i troškova proizvodnje, bolji tržišni položaj, povećana vrijednost proizvoda i efikasnost poslovanja.

Metode koje su rezultat planiranja kontinuiranog poboljšanja i kojima se nastoji unaprijediti i osigurati stabilnost, razlikuju se jedna od druge, no organizacija ne treba primjenjivati samo jednu, već ovisno o potrebama može upotrijebiti sve njih. Zajedničko im je da su zasnovani na Demingovom principu. PDCA ciklus (plan-do-check-act), poznat i pod nazivom Demingov krug je metodologija koja omogućuje unaprjeđenje u svim aspektima poslovanja bez obzira na veličinu organizacije. Također PDCA krug je baziran na međusobno povezanim radnjama i predstavlja iterativni proces, odnosno petlju koja se neprekidno izvodi te osigurava traženje novog rješenja kojim bi se unaprijedio proces. PDCA metoda (slika 2.10.) prisutna je u svim područjima našega profesionalnog i osobnog života, te svaka radnja ulazi u taj model koji nikad ne završava.



*Slika 2.10 PDCA krug [9]*

Planiranje aktivnosti, tj. definiranje ciljeva, utvrđivanje potrebnih resursa, raspoređivanje vodstva i radnu snagu koja će sudjelovati u događaju neke su od aktivnosti koje se ističu u Demingovom krugu.

Faze PDCA kruga opisane su u nastavku:

**1. Planiraj (Plan)** - nakon što je istraženo, analizirano postojeće stanje, postavljanje ciljeva i planiranje je prvi korak kojim se kreće u izradu plana unapređenja s točnim aktivnostima, rokovima, nositeljima aktivnosti, te kriterijima i mjerilima za ocjenjivanje učinkovitosti realiziranog plana. Na temelju prikupljenih podataka i informacija prepoznaje se, tj. identificira problem, analiziraju se njegovi uzroci, generiraju moguća rješenja i razvija plan provedbe. Glavne ciljeve potrebno je podijeliti na manje, dosežne ciljeve i aktivnosti kojima se oni mogu ostvariti. U ovoj fazi poželjna je upotreba statističkih alata poput: dijagram toka, dijagrama uzroka i posljedica, Pareto dijagrama, matrica procjene.

**2. Učini (Do)** - korak pomoću kojeg se uz optimalno korištenje resursa realizira plan u praksi kao i testiranje promjena pomoću kojih se prikupljaju dobiveni podaci i utvrđuju rezultati promjene. Vrši se probna implementacija svih planiranih aktivnosti kroz radne procese organizacije kako bi se povećavala produktivnost ili kvaliteta i uklonili problemi. Aktivnosti je moguće provesti na proizvodu, procesu, dokumentaciji ili cijelom sustavu. U ovoj fazi znanja, vještine te razni pristupi neophodni su za upravljanje manjim timovima, projektiranje i obuku na radnom mjestu.

**3. Provjeri (Check)** - provjera uspješnosti plana, mjerenje procesa i proizvoda odnosno odgovaraju li ostvareni rezultati s ciljevima koji su definirani u početnoj fazi tijekom planiranja. Ako su tijekom provjere utvrđeni očekivani rezultati, tada se prelazi na četvrtu fazu, a u suprotnom ukoliko je potrebna promjena traži se drugi način, te se vraća na početak kruga. U ovom koraku upotreba kontrolnih karata, tablica, grafičkih prikaza, i analiza korisni su pokazatelji učinka uspješnosti planiranih aktivnosti.

**4. Djeluj (Act)** - ukoliko je plan uspješno proveden potrebno je standardizirati i implementirati plan u poslovanju na način da se zaposlenici educiraju i upoznaju s promjenama u radu kako bi točno znali na koji način će ih primjenjivati u budućem radu. No, ukoliko provjera rezultira nezadovoljavajućim rezultatima, potrebno je analizirati i po mogućnosti modificirati tj. doći do rješenja kako bi se plan poboljšao ili odustati od projekta. Alati koji se u ovoj fazi mogu koristiti su mapiranje procesa, benchmarking i slično.

## **2.7. Sustav upravljanja kvalitetom prema ISO 9001**

Razvijanje globalnog gospodarstva i širenje tržišta utjecalo je na organizacije da svoje poslovanje prilagode uvjetima na tržištu kako bi osigurale opstanak i stekle konkurentsku prednost. U tim okolnostima, organizacije su se orijentirale na razvoj postojećeg sustava kvalitete i javlja se potražnja za uspostavom novih međunarodnih sustava osiguranja kvalitete koji će održavati stabilnost poslovanja i jamčiti zahtijevanu kvalitetu proizvoda ili usluga. Stoga je ISO međunarodna organizacija 1987. godine izdala prvu skupinu normi ISO 9000 koje sadrže zahtjeve za sustav upravljanja kvalitetom namijenjene organizacijama koje nastoje uvesti poboljšanja i osigurati kvalitetu proizvoda ili usluga. [10]

ISO 9001:2015 je najpoznatiji međunarodni standard za upravljanje kvalitetom, prihvaćen gotovo u svakom dijelu svijeta i u suvremenim uvjetima poslovanja predstavlja preduvjet za ulazak na razvijena tržišta i suradnju sa svjetskim organizacijama. Zahtjevi ove norme u fokus stavljaju važnost najvišeg vodstva, upravljanje rizicima, stalno poboljšavanje, veću usmjerenost na kupca, od organizacije se očekuje da identificira, upravlja, nadzire, poboljšava poslovne procese koji utječu na zadovoljstvo kupaca. Veći naglasak stavljen je na postavljanje ciljeva organizacije odnosno na najviše vodstvo koje posjeduje visoku odgovornost i mora preuzeti ključnu ulogu, strateški pristup za učinkovitost sustava upravljanja kvalitetom. Svi zahtjevi sustava upravljanja kvalitetom, pa tako i zahtjevi norme ISO 9001:2015 počivaju na PDCA principu.

Implementacija sustava upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001:2015 donosi mnogobrojne prednosti kao što su:

- Usklađivanje sa zakonskim zahtjevima i propisima
- Osiguranje kvalitete proizvoda ili usluga
- Pojednostavljena međunarodna trgovina
- Povećanje sposobnosti organizacije da stekne povjerenje i zadovoljstvo kupaca
- Veća učinkovitost i profitabilnost organizacije
- Bolje iskorištavanje raspoloživih sredstava zbog sustavnog upravljanja promjenama i planiranja postizanja ciljeva
- Smanjenje troškova organizacije uključujući smanjenje gubitaka u procesima
- Nprekidna poboljšanja sustava poslovanja
- Povećana motivacija zaposlenika
- Svjesno i dugoročno upravljanje kvalitetom

Glavne prednosti norme ISO 9001:2015 su svestranost i fleksibilnost zbog toga što omogućuje primjenu u svim organizacijama (istraživačkim, proizvodnim ili uslužnim), bez obzira na raznolikost procesa, proizvoda ili usluga. Također, veličina organizacije ne predstavlja ograničenje za uvođenje norme, pa iz tog razloga nije bitan broj zaposlenika koji zapošljava organizacija.

Sadržaj međunarodne norme ISO 9001:2015 sadrži deset poglavlja: [11]

1. Područje primjene
2. Upućivanje na druge norme
3. Nazivi i definicije
4. Kontekst organizacije
5. Vodstvo
6. Planiranje
7. Podrška
8. Izvedba
9. Vrednovanje
10. Poboljšavanje

Kontekst organizacije prvi puta se pojavljuje kao jedno od poglavlja norme, a odnosi se na utvrđivanje ciljeva i strateškog smjera organizacije, te je usko povezan s vodstvom koje mora razumjeti poslovno okruženje jer bi to moglo utjecati na sposobnost organizacije da ispuni zahtjeve kupaca. Vodstvo posjeduje veću odgovornosti i mora biti izravno uključeno u donošenje strateških odluka, postavljanje ciljeva, dodjeljivanje raznih zadataka i odgovornosti te nadzora cjelokupnog poslovanja. Treba donijeti planove na koji način će se provesti realizacija ciljeva i kako će se rezultati vrednovati. Upravljanje rizicima i prilikama zamjenjuje zahtjev preventivne radnje iz prethodnog izdanja norme, te naglašava analizu rizika procesa i identifikaciju prilika s ciljem poboljšanja ciljeva kvalitete. Norma nalaže da organizacija sustavno upravlja promjenama uz potrebne analize i mjerenja učinkovitosti provedbe kako bi se u procese uvela neprekidna poboljšanja. Zahtjevi za podršku organizaciji obuhvaćaju upravljanje potrebnim resursima za uspostavljanje i održavanje učinkovitog sustava upravljanja. Da bi se svi procesi u organizaciji odvijali na željeni način s ciljem, nužno je da uprava osigura sposobnost postizanja vanjskog i unutarnjeg okruženja. Pojavljuje se novi izraz „dokumentirane informacije“ koji zamjenjuje „dokumentirani postupak“ i „zapis“ iz prethodne norme.

Proces dobivanja certifikata ISO 9001:2015 predstavlja zahtjevan, opsežan zadatak u koji je uključena cijela struktura organizacije kako bi se cjelokupno poslovanje usmjerilo na ispunjavanje potrebne kvalitete proizvoda ili usluga. Certifikacijom sustava upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001:2015 povećava se kredibilitet organizacije, te se dokazuje odgovornost i briga svih zaposlenih unutar organizacije da se primjenjuje najviši standard koji je temelj za osiguranje kvalitete i koji omogućava približavanje organizacije potpunom upravljanju kvalitetom. Na važnost ove norme ukazuje činjenica da je u nekim industrijama primjena certifikacije obavezna i zakonski propisana. Na dijagramu 2.1 dan je pregled broja izdanih ISO 9001 certifikata godišnje u Republici Hrvatskoj.



Dijagram 2.1 Prikaz broja izdanih ISO 9001 certifikata godišnje u Republici Hrvatskoj

## **3. Sustav upravljanja kvalitetom bazenske vode na primjeru Gradskih bazena**

### **3.1. Općenito o organizaciji**

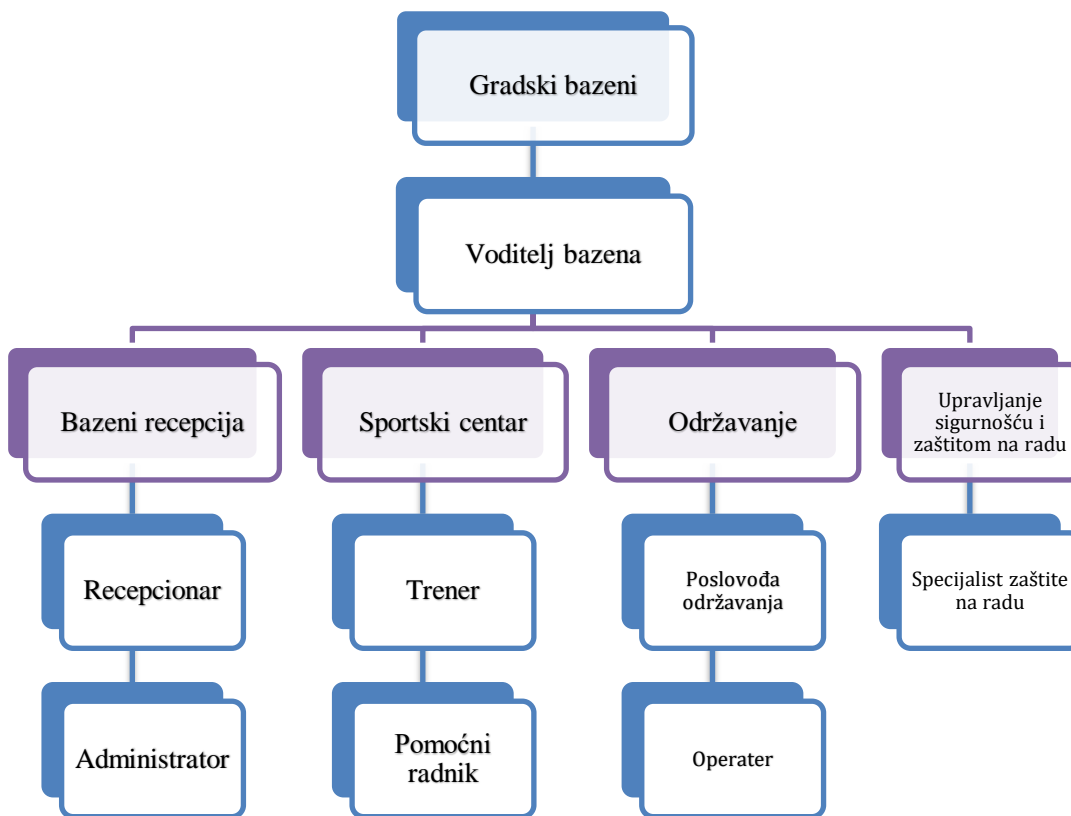
Gradski bazeni smješteni su u Koprivnici u neposrednoj blizini središta grada i stare gradske jezgre. Namijenjeni su svim korisnicima za potrebe rekreacije, plivanja, sportskih aktivnosti, odmora i drugih usluga. Poslovanje bazena implementirano je na važećoj zakonskoj regulativi, zahtjevima međunarodnih normi i implementiranih sustava kvalitete, kao i svih internih propisa, pravila i uputa. Sustav upravljanja implementiran je kao integriran sustav u skladu sa zahtjevima međunarodnih normi ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, i ISO 45001:2018 čime se postiže podizanje svijesti o važnosti ispunjavanja zahtjeva za kvalitetom usluga i procesa, zaštiti okoliša te očuvanja zdravlja zaposlenika. Gradski bazeni u prvi plan stavljaju korisnika i posvećuju najviše pažnje ostvarivanju zahtjeva korisnika i zadržavaju visoke razine zadovoljstva korisnika, kvalitetom i pravovremenom realizacijom usluga uz mogućnost neprekidnog poboljšanja poslovanja.

Osnovna organizacija bazena sastoji se od sljedećih organizacijskih jedinica:

- Bazeni i recepcija
- Sportski centar
- Održavanje objekta i postrojenja

Organizacijske jedinice (slika 3.1) predstavljaju oblik povezivanja poslova, metoda rada te organizacijskih i radnih postupaka koje obavlja stručno osoblje s ciljem postizanja učinkovitog, svrsishodnog i racionalnog obavljanja djelatnosti. Na čelu Gradskih bazena nalazi se voditelj koji je odgovoran za organizaciju i usklađivanje rada u svim radnim jedinicama. Svi djelatnici imaju mogućnost i obvezu stalnog razvijanja i usavršavanja. Održavanje objekta i postrojenja jedna je od najzahtjevnijih i najkompleksnijih radnih jedinica cjelokupnog kompleksa Gradskih bazena. Neprekidno se nadzire i održava ispravnost sustava pomoću centralno nadzornog upravljačkog sustava (CNUS) uključujući i sve izmjene koje se vrše unutar sustava. Redovno se ispituju i kontroliraju uređaji i oprema čiji rad može utjecati na kvalitetu obavljanja određenih postupaka unutar bazenskog sustava. Također, primjenjuje se tehnologija koja sprječava negativan utjecaj na okoliš. Konstantno se vrši ulaganje u tehnološku opremljenost cjelokupnog sustava Gradskih bazena i kontinuirano se prate trendovi i dostignuća u procesu.





Slika 3.1 Struktura organizacije Gradskih bazena

### 3.2. Tehnički opis cjelokupnog bazenskog sustava

Bazenski sustav je vrlo složen sustav koji se sastoji od pojedinih ugrađenih sustava (preljevni sustav i kompenzacijski bazen, sustav cirkulacije i filtracije, sustav grijanja/hlađenja, sustav ventilacije i klimatizacije, sustav kontrole kvalitete bazenske vode), četiri različita bazena, strojarskog postrojenja i centralno nadzorno upravljačkog sustava. U tehničkim prostorima ispod bazena nalazi se strojarsko postrojenje u kojem je smještena sva bazenska tehnika, uređaji, kompenzacijski bazen i filter stanica pojedinih bazena, puhala, dizalice topline (toplinske crpke), izmjenjivač topline, ventili, klima komore i ostala termotehnička oprema. Pokraj postrojenja nalaze se još i tehničke prostorije koje služe za skladištenje rezervnih dijelova, te radionice i održavanja. Poseban dio čini spremište kemikalija te potrebni uređaji za tehnološki proces pripreme bazenske vode. Spremnici sa kemikalijama moraju biti zatvoreni u međusobno odvojenim plastičnim prihvatnim spremnicima (tankvanama) u skladu sa trenutno važećim pravilnicima o upotrebi opasnih kemikalija. Vrlo je važno ispuniti hidrauličke kriterije kako bi hidraulički sustav omogućio transport vode od bazena do postrojenja za pripremu vode te povrat. S obzirom na volumen vode, oblik i namjenu bazena, postavljena je adekvatna hidraulička oprema koja osigurava pravilnu distribuciju i brzo filtriranje vode u bazenu.

Princip rada bazenskog sustava temelji se na filterskim crpkama koje kroz usisnu košaru i mehanički pred filter zahvaćaju vodu iz kompenzacijskog bazena i tlače je cjevovodom kroz filtersko postrojenje i postrojenje za pripremu vode, te se pomoću razvodnih cijevi i mlaznica, voda natrag ubacuje u bazen. Pred filteri predstavljaju zaštitu od ulaska grubih čestica u turbinu i izvedeni su sa poklopcem koji omogućava periodičko čišćenje košare pred filtera. Cijeli sustav radi pod tlakom 2 bara. Mlaznice su raspoređene tako da pravilno raspoređuju obrađenu vodu po cijelom volumenu bazena. Broj ugrađenih mlaznica razlikuje se ovisno o protoku vode, namjeni, dubini i volumenu bazena. Grijanje vode ostvareno je kroz protustrujne pločaste izmjenjivače topline.

Sustav bazenske tehnike čine:

- Preljevni cjevovod i kompenzacijski bazen
- Oprema za automatsko/ručno punjenje/nadopunjavanje kompenzacijskog bazena
- Filterske crpke sa grubim pred filterom
- Pješčani filter sa hidrauličkim ventilima, programatorom za automatski rad filtera
- Oprema za zagrijavanje vode
- Oprema za dezinfekciju vode
- Oprema za snižavanje pH vrijednosti vode
- Podvodni reflektori
- Dodatna oprema vodenih efekata
- Instalacijski elementi (cijevovodi, crijeva, adapteri)

Predmetni objekt se sastoji od 4 bazena:

- Bazen za plivanje
- Rekreativski bazen
- Dječji bazen
- Hidromasažni bazen

Budući da se bazenski kompleks sastoji od više bazena, svaki bazen izveden je kao jedna cjelina što znači da ima zasebne crpke određene snage i rade prema potrebnom režimu rada (tablica 3.1). Protok u sustavu mora biti 24 sata dnevno i potrebno je da crpke rade naizmjenično. Na primjer, bazen za plivanje sadrži tri crpke (dvije radne + jedna rezervna), dok rekreativski i dječji bazen sadrže pet crpki u režimu rada 4+1.

Takav način rada omogućuje da sve crpke imaju približan radni broj sati. Tijekom noćnog režima rada kada je opterećenje bazena najmanje ostvaren je rad sustava od 50 % s ciljem optimalne potrošnje energije.

| Plivački i rekreacijski bazen |        |                            |                   |            |
|-------------------------------|--------|----------------------------|-------------------|------------|
| Naziv opreme                  | Komada | Protok [m <sup>3</sup> /h] | Visina dobave [m] | Snaga [kw] |
| Filterske crpke               | 6      | 120                        | 20                | 11         |
| Crpke umjetne rijeke          | 2      | 300                        | 10                | 11         |
| Crpke sjed. masaže            | 5      | 27                         | 14                | 1,5        |
| Crpka masaže slapa            | 1      | 50                         | 11                | 2,2        |

*Tablica 3.1 Karakteristike filterskih crpki*

Ugrađene su višestupanjske filterske crpke (slika 3.2) koje su jedan od najvažnijih dijelova bazenskog sustava jer osiguravaju konstantnu cirkulaciju vode kroz cijeli sustav.



*Slika 3.2 Filterske crpke s pred filterom (vlastiti izvor)*

Mjerno upravljačka oprema i izvršni elementi koji se koriste u svrhu automatizacije bazenskog sustava, te su povezani sa glavnim PLC-om su: mjerila protoka, tlačne sklopke, releji, pneumatski ventili, elektromagnetski ventili, nivo prekidači, nivo sonda. Predviđenom mjerno upravljačkom opremom se dobivaju informacije o radnim stanjima odnosno o reguliranim procesnim veličinama. Iste se prikupljaju putem digitalnih, odnosno analognih ulaza u PLC te na osnovu njih, a sukladno tehnološkom zahtjevu upućuju signali za rad elemenata postrojenja.

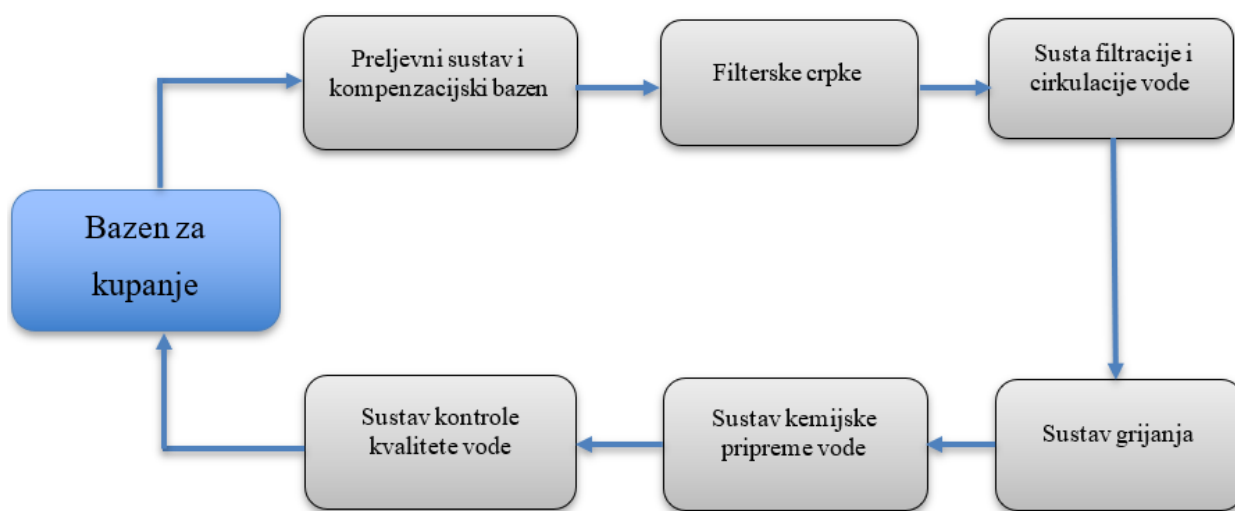
Automatiziran bazenski sustav omogućuje mjerenje i kontrolu svih važnih parametara koji utječu na kvalitetu cjelokupnog sustava, te mogućnost upravljanja sustavom bazenske i termotehničke opreme kao što je upravljanje radom crpki, uključivanje sustava za filtraciju i sustava grijanja i hlađenja, punjenje kompenzacijskog bazena. Zaposlenici poslovođa održavanja, strojarski tehničari, elektrotehničari svakodnevno provode mjere redovnog održavanja (tablica 3.2) koje zahtijeva redovni pregled bazenske tehnike i termotehničke opreme u skladu sa pravilnicima i radnim uputama.

| Opis aktivnosti  | Izvršenje                      |               | Dokumenti/zapisi   |
|--|--------------------------------|---------------|--|
|  | Odgovornost                    | Rokovi        |  |
| Punjenje bazena te uključivanje pogona i sustava za filtraciju   | Poslovođa održavanja, Operater | Nakon remonta | Pravilnik o sanitarno tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta, pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti bazenske vode |
| Kontrola kvalitete bazenske vode   | Operater/strojarski tehničar   | Svakodnevno   | Radne upute za kontrolu kvalitete bazenske vode  |
| Nadzor opreme za automatsko doziranje neutralizacije klora, mjerenje i regulaciju količine slobodnog klora i pH vrijednosti u vodi | Operater/strojarski tehničar   | Svakodnevno   | Radne upute za održavanje bazenske i termotehnike, popis mjerne opreme   |
| Nadzor dozirnih crpki  | Operater/strojarski tehničar   | Svakodnevno   | Radne upute za održavanje bazenske i termotehnike, vođenje   |
| Vođenje zapisa o mjernim rezultatima parametara kvalitete bazenske vode  | Operater/strojarski tehničar   | Svakodnevno   | Podaci za bazensku vodu  |

Tablica 3.2 Opis aktivnosti s odgovornostima, rokovima prema popratnoj dokumentaciji

### 3.3. Opis sustava za pripremu bazenske vode

Na slici 3.3 prikazan je sustav cirkulacije vode odnosno slijed sustava pomoću kojih se priprema bazenska voda odgovarajuće kvalitete. Prikazani su sustavi kroz koje voda neprestano cirkulira te kao takvi moraju biti u konstantnom pogonu i izvršavati svoju funkciju kako bi se postigla učinkovita priprema bazenske vode. Pravilnim upravljanjem sustava i nadzorom automatiziranih procesa postiže se kvalitetan rad i održavanje bazena uz istovremeno ostvarivanje traženih zahtjeva za kvalitetom bazenske vode.



Slika 3.3 Tijek sustava za pripremu vode (vlastiti izvor)

#### 3.3.1. Preljevni sustav i kompenzacijski bazen

Preljevni sustav predstavlja početni dio za transport vode od bazena do postrojenja za pripremu vode. Svi bazeni imaju preljevni žlijeb i preljevni sustav koji osigurava prihvaćanje preljevne vode, te putem kojeg se bazenska voda odvodi u kompenzacijski spremnik koji služi za:

- Umirivanje vode u bazenu,
- Prihvat vode istisnute od kupača,
- Održavanje stalne razine vode u bazenu,
- Ostvarivanje potrebnog volumena vode za pranje filtera

Kompenzacijski bazen se nalazi između bazena i filterskog sustava, a održavanje potrebne razine vode u kompenzacijskom bazenu postiže se dopunjavanjem kroz pneumatski aktuirane ili elektromagnetske ventile kojima upravljaju nivo sonde. Ugrađen je nivo prekidač koji u slučaju previsoke razine vode isključuje automatsko punjenje i šalje signal u centralni nadzorni sustav.

Za potrebe kvalitetenog rada bazenskog ustava odabran je kompenzacijski spremnik (slika 3.4) volumena 140 m<sup>3</sup>. [6] Za daljnju cirkulaciju vode zaslužna je filterska crpka koja usisava vodu iz kompenzacijskog spremnika i tlači je kroz pješčani filter gdje se obavlja filtracija vode.



*Slika 3.4 Kompenzacijski spremnik (vlastiti izvor)*

### **3.3.2. Sustav filtracije i cirkulacije vode**

Nakupljanje nečistoća najviše je prisutno na površini vode, pa iz tih razloga neophodna je važnost sustava filtracije i cirkulacije vode. Za ispravan rad bazena vrlo je bitno da se osigura kvaliteta filtriranja odnosno da postavljeni filteri ispunjavaju određene uvjete, a to su kapacitet filtera, protok filtracije i brzina izmjene vode. Sukladno kapacitetu filtera potrebno je odabrati filtersku crpku s odgovarajućim karakteristikama protoka, visine dobave i broja okretaja. [12] Također bitno je da kroz cjevovode nema zaustavljanja vode kako ne bi došlo do ubrzanog nakupljanja nečistoća tijekom mirovanja vode. Filtracije vode vrši se svakodnevno, a ovisno o broju korisnika, režimima korištenja bazena, tehnološki se definiraju vremena u kojima se odvija proces filtracije. Budući da je strujanje vode odozdo prema gore, postiže se pravilna cirkulacija i nečistoće se slijevaju preko preljevno kanala u kompenzacijski bazen.

Filterska crpka kroz usisnu košaru i mehanički predfilter koji su izrađeni od nehrđajućeg čelika AISI 316 transportira vodu do pješčanog filtera. Za filtraciju su predviđena dva režima rada: normalni i noćni. Kod promjene režima rada iz normalnog u noćni, kada se broj crpki koje su u radu smanjuje na pola, upravljački sustav postepeno smanjiva tlak u cjevovodu kako ne bi došlo do hidrodinamičkih udara. Usisnu košaru i pred filter potrebno je redovito čistiti od nakupljenih nečistoća (slika 3.5).



*Slika 3.5 Čišćenje usisne košare i pred filtera crpke (vlastiti izvor)*

Filterski sustav ugrađen u bazenskom postrojenju sastoji se od automatske opreme za obradu vode i za provođenje pranja filtera, te od sustava za cirkulaciju vode. Postupak filtracije ostvaren je pomoću pješčanog filtera (Slika 3.6), cilindrične izvedbe s nominalnim protokom  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ . U filteru voda prolazi kroz slojeve ispune i filtra, a efikasnost procesa filtracije znatno ovisi o karakteristikama pješčane ispune kao što su: veličina i oblik zrna, poroznost ispune, raspored zrna, debljina sloja ispune. Tijekom filtriranja važno je da tok vode bude pravilno raspoređen te je zbog toga u gornjoj zoni filtera postavljen cijevni razvod, a na donjoj kaloti su ugrađene mlaznice za fazu pranja filtera. Gornje slojeve pješčane ispune sačinjavaju minerali manje specifične težine i većih dimenzija, a donji slojevi su teži, ali finiji.

Ovakav princip rada filtera sadrži međuprostor za zadržavanje materijala uklonjenog iz vode te se prolazom vode kroz filterske slojeve otklanjaju i najmanje nečistoće uz postizanje kvalitete filtriranja do veličine čestica od 5 mikrona. Da bi se olakšao proces filtriranja na cjevovodu ispred filtera dozira se flokulant koji otopljene mikro tvari pretvara u tvari većih dimenzija. Usmjeravanje vode prilikom rada filtera u različitim fazama omogućeno je pomoću 5 pneumatski upravljanih leptirastih ventila.



*Slika 3.6 Pješčani filter s pneumatski upravljanim leptirastim ventilima i programibilnim relejom  
(vlastiti izvor)*

Upravljanje filterima moguće je na dva načina:

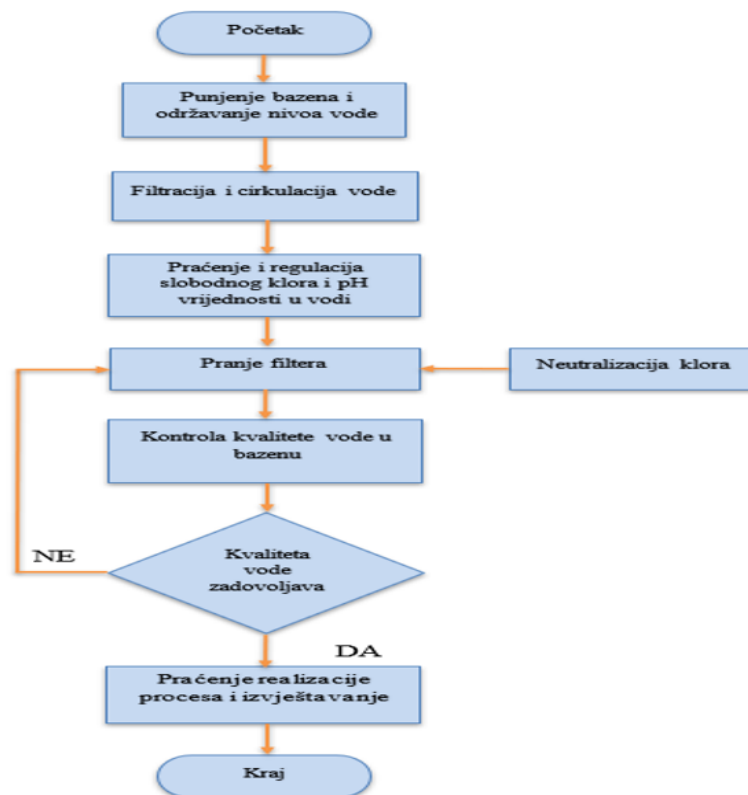
- Ručno
- Automatski

Ručni način upravljanja koristi se u slučajevima kao što su:

- Testiranja i uhodavanja pogona
- Povećana zaprljanost vode (filter je zasićen nečistoćama)
- Neispravnosti elemenata opreme za kontrolu kvalitete vode
- Čišćenje dijelova postrojenja za pripremu vode
- Zamjena i popravak određenih dijelova
- Posebnih uvjeta u radu postrojenja



Upravljanje filterom uspostavljeno je pomoću programabilnog releja sa grafičkim ekranom koji nudi mogućnost prikaza trenutnog stanja filterskog postrojenja, te mijenjanja vremena pranja, pauze i ispiranja. Na temelju ulaznih varijabli, te unutrašnjih uvjetnih elemenata (tajmeri, brojači, ukupni satovi) definiran je program pomoću koji omogućava upravljanje radom postrojenja. [13] Po zasićenju filterskih slojeva nečistoćama neophodno je provesti postupak pranja filtera koji se vrši uz pomoć pripadajuće filterske crpke i vode iz kompenzacijskog bazena. Uključivanje funkcije protustrujnog pranja filtera izvodi se okretanjem ručice višeputnog ventila u određeni položaj. Tijekom faze pranja filtera protok vode je u obrnutom smjeru odozdo prema gore. Proces traje 5-10 minuta ovisno o postavljenom vremenu u programatoru filtera, karakteristikama filtera te tehnologiji filtracije vode. Minimalan broj potrebnog pranja filtera je dva puta tjedno. Nakon postupka filtracije, pročišćena voda se zagrijava prolaskom kroz izmjenjivač topline, prolazi postrojenjem za obradu vode i odvodi u bazen kroz mlaznice na dnu bazena. Na dijagramu 3.1 prikazan je tijek postupaka kod sustava filtracije vode. Flokulacija je postupak za pripremu vode i sastavni je dio procesa filtracije čime se dodatno pospješuje i pojednostavljuje odstranjivanje nečistoća. Flokulant kao pomoćno sredstvo filtracije vode služi za povezivanje sitnih čestica u veće flokule koje se lakše zadržavaju u filteru i na taj način ubrzavaju i poboljšavaju proces filtracije vode. Doziranje flokulanata vrši se konstantno za vrijeme filtracije. Na kontrolu kvalitete vode u bazenu utječe i doziranje sredstva za neutralizaciju kora kod postupka pranja filtera.



Dijagram 3.1 Dijagram tijeka sustava filtracije vode (vlastiti izvor)

### 3.3.3. Sustav grijanja/hlađenja

Za pripremu ogrjevnog medija vode koristi se nekoliko izvora topline:

- Kotlovnica
- Dizalica topline – koristi otpadnu toplinu otpadne vode
- Rashladnik vode za klimatizaciju

Prioritet u korištenju energije imaju izvori koji koriste otpadnu toplinu, a u slučaju da ti izvori nisu dostatni, uključuju se izmjenjivači topline. Sustav iskorištavanja topline iz otpadne vode povećava energetska učinkovitost te pruža ekološki prihvatljiviji način očuvanja okoliša.

Jedan od strojeva u bazenskom postrojenju je apsorpcijska reverzibilna dizalica topline GAHP-AR sa zračnim kondenzatorom (slika 3.7). Omogućuje proizvodnju hladne vode do 3°C ili tople vode do 60°C. Omogućava hlađenje ili grijanje promjenom apsorpcijskog ciklusa koristeći vanjski zrak kao toplinski izvor ili ponor toplinske energije ovisno o načinu rada – grijanju ili hlađenju. Dizalica topline ima svoj PLC na koji su vezani svi funkcijski zahtjevi dizalice topline i vanjski elementi preko elektro ormara.



*Slika 3.7 Dizalica topline (vlastiti izvor)*

Glavne crpke na razdjelniku ogrjevnog medija (slika 3.8) praktično rade stalno zbog traženog zahtjeva za opskrbu za toplinom.



*Slika 3.8 Cirkulacijske crpke na razdjelniku ogrjevnog medija (vlastiti izvor)*

### **3.3.4. Kotlovnica**

Kotlovnica sadrži dva kondenzacijska kotla (slika 3.9) snage 575 kW kod režima rada 80/60 °C. Kotlovi su instalirani za zajednički rad u kaskadi te se uključuju prema energetskej potrebi što je regulirano sa DDC regulacijom kotlovnice. Preko osjetnika temperature uključuje se glavna crpka na razdjeljivaču u kotlovnici i automatska regulacija na kotlovima koja dalje vodi proces rada kotlova. Ukoliko jedan od kotlova ne može zadovoljiti potrebe za toplinom, automatski se uključuje i drugi kotao.



*Slika 3.9 Kondenzacijski kotlovi (vlastiti izvor)*

Emisija štetnih plinova uslijed rada kotlovnica može imati negativan utjecaj na okoliš što utječe na iscrpljivanje prirodnih resursa i onečišćenje zraka. Upravo zbog tih razloga utjecaj na okoliš konstantno se nadzire i provodi se potrebna kontrola ispitivanja i rada kotlovnica sukladno normama i Zakonskim propisima. Svi aspekti rada kotlovnica kontinuirano se prate, nadziru, mjere i ocjenjuju.

### **3.3.5. Sustav ventilacije i klimatizacije**

Instalirani kapaciteti ventilacije i klimatizacije sa svim vrstama klima komora i krovnih ventilatora omogućavaju primjereno provjetravanje i održavanje potrebne temperature i vlažnosti bazenskog prostora, ali i svih ostalih prostora na objektu.

Sustav ventilacije sastoji se od:

- Tlačne klima komore (filter, grijač, hladnjak, elektroparni ovlaživač, ventilator, prigušivač buke)
- Odsisne klima komore
- Pločastog rekuperatora
- Elektro upravljačkog ormara

Elektroupravljački ormar sadrži sve elemente za siguran rad elektromotornih potrošača kao i za zaštitu frekvencijskih pretvarača. Frekvencijski pretvarači ugrađeni su unutar elektroormara sa pasivnim hlađenjem putem aluminijskih hladnjaka te služe za zaštitu i upravljanje brzinom ventilatora tlačne i odsisne klima komore. Unutar elektroormara nalaze se motorne zaštite za zaštitu frekvencijskih pretvarača ventilatora i cirkulacijske crpke grijača sa odgovarajućom signalizacijom na vratima elektroormara.

Automatskom regulacijom regulira se temperatura i vlaga u prostorima koje opslužuje klima komore. PLC klima komora povezana je sa CNUS-om. Ventilacija strojarskog postrojenja potrebna je zbog transmisijских dobitaka topline i velike instalirane snage elektro potrošača, a regulirana je pomoću DDC regulatora. [6] Signal za uključivanje ventilacije daje prostorni osjetnik temperature, a grijanje zraka u komori sa automatskom regulacijom uključuje temperaturni osjetnik u kanalu svježeg zraka. Tijekom nekorištenja bazena sustav odvlažuje zrak samo optočnim zrakom, a prilikom korištenja bazena potrebno je optočnom zraku dodati određenu količinu svježeg zraka. Klima sustav radi neprekidno i služi za odvlaživanje, ventilaciju i grijanje bazenskih prostora (slika 3.10). Unutar klima uređaja nalazi se protustrujni rekuperator koji omogućuje povrat topline, ventilatori s frekventno reguliranim elektromotorima za transport zraka, toplinski grijač, filteri svježeg i povratnog zraka te elektrokomadni ormar.



*Slika 3.10 Klima uređaj za odvlaživanje, ventilaciju i grijanje (vlastiti izvor)*

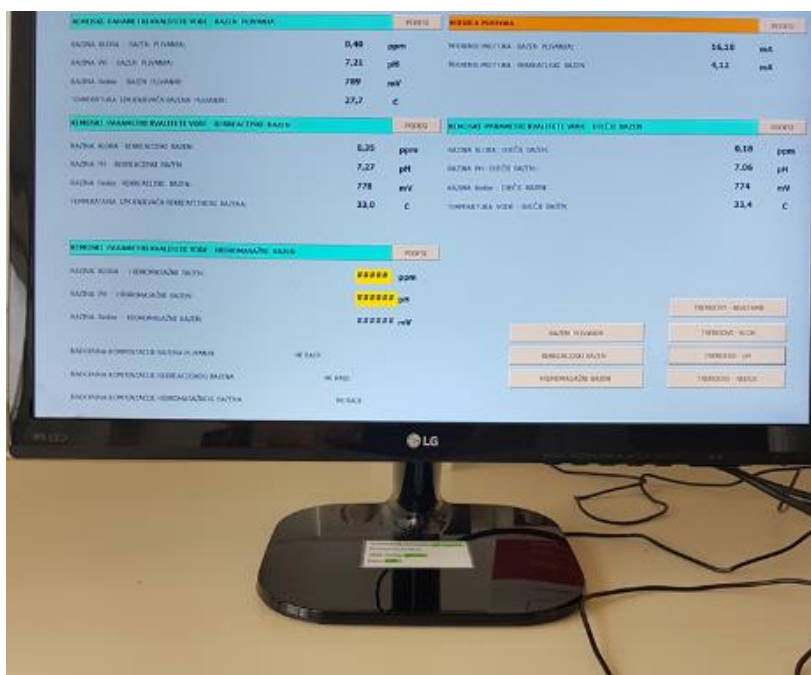
### **3.3.6. SCADA sustav**

Da bi se kontrola kvalitete bazenske vode provodila prema traženim standardima, te kako bi se osigurao kvalitetan i dosljedan rad sustava, neophodno je koristiti SCADA sustav koji služi za nadzor i kontrolu određenih procesa ili parametara. Istovremeno nudi mogućnost ručnog upravljanja elementima, te regulaciju automatskog rada određenih procesa ili elemenata.

SCADA sustav instaliran je monitoru koji je smješten u prostoru centralno nadzornog upravljačkog sustava, sastoji se od središnje stanice za prikupljanje podataka i upravljanje cjelokupnim radom. Sadrži senzore koji se postavljaju na mjesta za praćenje određenih procesa te pomoću kojih se prikupljaju podatci i prosljeđuju središnjoj stanici. Posebnost ovog sustava čini vizualizacija koja omogućuje pregled stanja bazenske tehnike u realnom vremenu. Prikazan je sustav automatske regulacije potrošnje tople vode s pripadajućim pumpama, cjevovodima, kotlovima, dizalicom topline i glavnim razdjelnikom. Regulira se postavna temperatura vode u spremniku, te je moguće odabrati izbor načina grijanja spremnika. Također pomoću SCADA sustava upravlja se uključivanjem i isključivanjem pumpi, klima komora, rasvjetom te bazenskih efekata.

Prednost SCADA sustava je da omogućuje pristup podacima u stvarnom vremenu neovisno o udaljenosti postrojenja odnosno mjesta na kojima se mjere parametri npr. (temperatura vode ili zraka). U slučaju nastanka kvara na strojarskoj opremi, sustav ukazuje na kvar čime se omogućuje brza reakcija za poduzimanje određenih radnji.

Upravljači sustav bazenske tehnike se sastoji od PLC i SCADA sustava za praćenje i kontrolu rada postrojenja. PLC uređaji povezani su s nadzornom stanicom u upravljačkim prostorijama. Stanje postrojenja i trenutni podaci o reguliranim procesnim veličinama nadzire operater koji koordinira cijelim sustavom i može donijeti prioritne odluke o odvijanju procesa.



Slika 3.11 Praćenje vrijednosti parametara vode (vlastiti izvor)

## 4. Kontrola kvalitete vode u bazenu

### 4.1. Kontrola kemijske kvalitete bazenske vode

Bazenska voda mora zadovoljavati određene kriterije i ispunjavati postavljene zahtjeve kvalitete u skladu s odgovarajućim propisanim normama. Na temelju toga kvaliteta bazenske vode propisana je DIN standardom 19643-1, kao i postupak obrade vode određen je DIN standardom 19643-2. Na održavanje kvalitete bazenske vode utječe dinamička ravnoteža nekoliko čimbenika, odnosno kvaliteta vode izravno ovisi o vodi u cirkulaciji, vodi za dopunjavanje sustava, atmosferskom zagađenju te onečišćenju od kupaca. [6] Kako bi se osigurali svi kriteriji za kvalitetnu obradu vode, a da se pri tome zadovolje uvjeti za zdravstvenu ispravnost bazenske vode, potrebno je provoditi kontrolu kemijske kvalitete bazenske vode. Uz odgovarajuću kontrolu kemijsko – fizikalnih karakteristika bazenske vode osigurava se pravilna dezinfekcija vode koja predstavlja nužan uvjet za sprječavanje onečišćenja bazenske vode i sigurnu upotrebu bazena.

Kemijsko – fizikalna kontrola kvalitete bazenske vode obuhvaća:

- Kontrolu kvalitete vrijednosti slobodnog klora u vodi
- Kontrolu kvalitete pH vrijednosti
- Kontrolu kvalitete redoks potencijala
- Kontrolu kvalitete protoka

Nakon postupka filtracije, filterska crpka neobrađenu bazensku vodu dovodi u postrojenje za obradu vode gdje se vrši kontrola kvalitete, dezinfekcija i zagrijavanje vode. Postrojenje za obradu vode sadrži sustav za automatsko nadziranje svih pokazatelja kvalitete vode (slobodnog klora, pH vrijednosti, Redox potencijala, temperature), te opremu za doziranje kemikalija. U vremenu kada je bazen otvoren za korisnike, važno je da postrojenje za obradu vode radi punim kapacitetom, a za vrijeme kada se ne koristi dovoljno je osigurati rad od 50 % kapaciteta. Na slici 4.1 prikazan je mikroprocesor sa mjernim sondama koje služe za kontinuirano mjerenje i prikaz vrijednosti kvalitete vode u bazenu te nudi mogućnost postavljanja mjerne vrijednosti za doziranje. Sonde instrumenta uzorak vode dobivaju iz posebnog priključka ugrađenog u bazenu, a rezultat mjerenja u svakom se trenutku može očitati na višenamjenskom zaslonu instrumenta. Ovisno o izmjerenoj vrijednosti, sonde posljedično reguliraju dozirnu količinu klora i korekciju pH vrijednosti. Na taj se način neprekidno postiže pravilan rad bazenskog sustava i osigurava tražena kontrola kvalitete u postrojenju za pripremu vode.



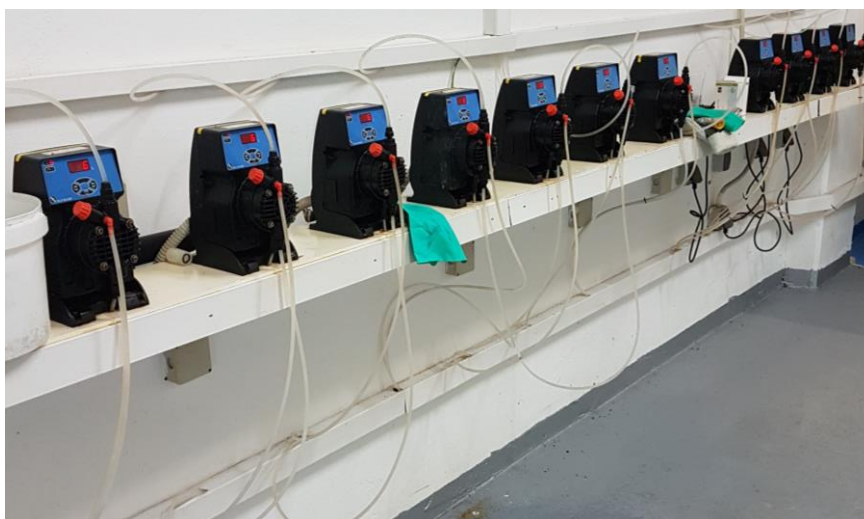
*Slika 4.1 Sustav za automatsko mjerenje i regulaciju parametara vode s trenutim vrijednostima na zaslonu mikroprocesora (vlastiti izvor)*

Prednosti sustava za automatsko mjerenje i regulaciju parametara bazenske vode su:

- Kontinuirana kontrola kvalitete parametara bazenske vode
- Precizno mjerenje i doziranje
- Djelotvorno i pouzdano upravljanje radom dozirnih crpka
- Sigurna i učinkovita upotreba dezinfekcijskih sredstava
- Povećana sigurnost za održavanje uvjeta ispravnosti bazenske vode sprječavanjem prekomjernog dodavanja kemikalija
- Rizik od nezgoda sveden je na minimum

Dozir pumpe serije DLX MF-M (slika 4.2) su višenamjenske membranske pumpe sa mikroprocesorom i LCD zaslonom koji omogućavaju precizan izbor i podešavanje vrste upravljačkih impulsa. Omogućuju mjerenje vrijednosti redox potencijala i pH vrijednosti te doziranje dezinfekcijskog sredstva i korekciju pH vrijednost sukladno zadano mjernoj vrijednosti. Prije upotrebe na crpkama je potrebno definirati sve potrebne parametre. Dozirne crpke usisavaju klornu otopinu iz spremnika te ju ubrizgavaju u tlačni cjevovod. Količina doziranja je proporcionalna izmjerenoj vrijednosti slobodnog klora u bazenu.





*Slika 4.2 Dozirne crpke (vlastiti izvor)*

#### **4.1.1. Kontrola kvalitete vrijednosti slobodnog klora u vodi**

Slobodan aktivan klor predstavlja osnovni način dezinfekcije bazenske vode zbog toga što osigurava bakteriološku ispravnost vode i sprječava nastajanje algi što je nužni uvjet kod bazena. Porastom pH vrijednosti smanjuje se mogućnost dezinfekcije vode klorom, stoga je vrijednost slobodnog klora u vodi ovisna o pH vrijednosti bazenske vode što iziskuje potrebu za stalnim održavanjem pH vrijednosti u optimalnom rasponu.

Upravo iz tih razloga kontrola kvalitete vrijednosti slobodnog klora u vodi smatra se najvažnijom kontrolom kvalitete bazenske vode. Vrijednost slobodnog klora kontinuirano se mjeri putem opreme za automatsko mjerenje sukladno normama i zahtijevanim pravilnicima. Izmjerena vrijednost klora u bazenu kontinuirano se prikazuje na ekranu mikroprocesora.

Prema DIN 19643-1:2012-11 „Bazenska tehnika“ standardu koncentracija slobodnog klora za dezinfekciju vode mora biti između 0,3 - 0,6 mg/l. Optimalna vrijednost iznosi 0,45 mg/l slobodnog klora. [4] Da bi se zadovoljili svi kriteriji zdravstvene ispravnosti bazenske vode, dezinfekcijsko sredstvo potrebno je dozirati cijelo vrijeme tijekom rada postrojenja za pripremu vode (osim u vremenu pranja filtera). Tražena koncentracija klora u vodi postiže se radom dozirne crpke za klornu otopinu. Kako bi se osigurali zahtjevi za što brže i ravnomjernije doziranje dezinfekcijskog sredstva u cjevovod, količina ubrizgavanja proporcionalna je mjernoj vrijednosti instrumenta za kvalitetu vode.

Prema pravilniku o pripremi vode u bazenima za plivanje i kupanje koncentracija slobodnog klora na mjestima uzimanja uzorka čiste vode najviše smije iznositi: 2 mg/l za zatvorene bazene i 10 mg/l za otvorene bazene. [5] Kontrola kvalitete vrijednosti slobodnog klora u vodi vrši se svakodnevno, a postupak provodi operater pomoću prijenosnog komparatora koji mora biti

redovno umjeren od strane ovlaštenog servisa. Prije samog postupka kontrole kvalitete vrijednosti slobodnog klora u vodi, potrebno je napraviti kalibraciju mjernog uređaja. Zatim se uzima uzorak vode i stavlja u komparator, te se dodaje DPD-1 tableta. Dobivene rezultate potrebno je usporediti s rezultatima na opremi za automatsko mjerenje i regulaciju, te u slučaju odstupanja upravlja se dozirnim crpkama. Ako je koncentracija slobodnog klora visoka smanjuje se intenzitet rada dozirnih crpki, a ako je niska potrebno je povećati intenzitet doziranja. Obavezno je provođenje evidencije u koju se upisuju podaci o svim izmjenjenim vrijednostima tokom cijelog dana.



*Slika 4.3 Kontrola kvalitete slobodnog klora u vodi (vlastiti izvor)*

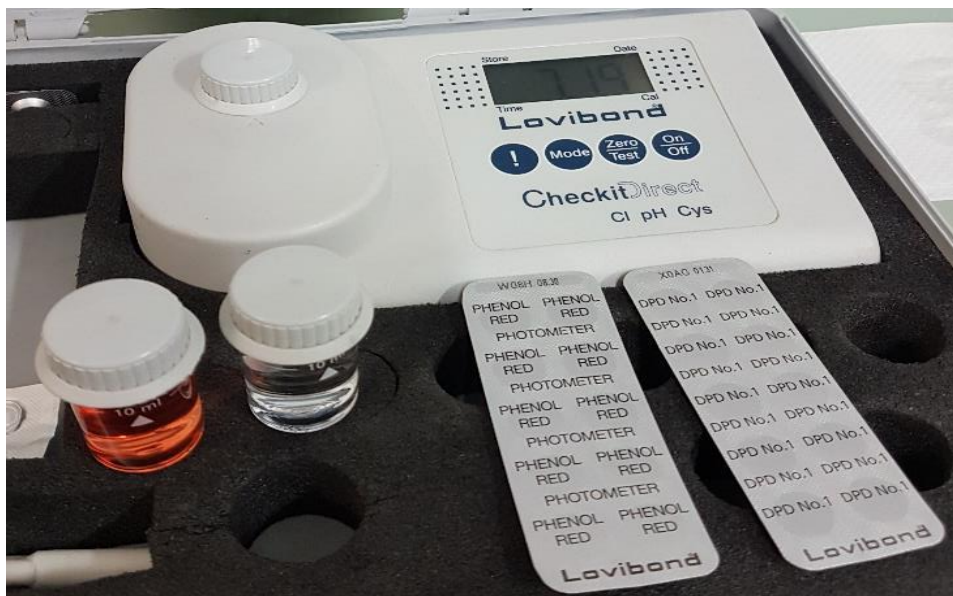
#### **4.1.2. Kontrola kvalitete pH vrijednosti vode**

Osim kontrole kvalitete slobodnog klora u vodi, jedan od najvažnijih parametara je koncentracija pH vrijednosti bazenske vode iz razloga što o tome stupnju ovise mnogi daljnji procesi obrade bazenske vode. Stupanj kiselosti ili lužnatosti bazenske vode pokazuje njezina pH-vrijednost. Korozija metala u dodiru s vodom znatno ovisi o pH vrijednosti i raste što je pH vrijednost niža. Bazenska voda ima tendenciju kontinuiranog rasta pH vrijednosti u lužnato područje te je zbog toga potrebno osigurati kontinuirano mjerenje pH vrijednosti bazenske vode kao i snižavanje pH vrijednosti dodavanjem kisele otopine sulfatne kiseline kako bi se održala pH vrijednost vode u željenim okvirima. Nužno je održavati pH vrijednost u uskom području zbog toga što niska vrijednost može uzrokovati razne probleme s vidom, dok previsoka vrijednost uzrokuje razvoj algi i bakterija jer se onemogućuje djelovanje klora.

Cijeli sustav prilagođen je na način da se dozvoljena pH vrijednost vode u bazenu prema normi DIN 19643-1:2012-11 „Bazenska tehnika“ nalazi u području koje je u granicama između 6,5 – 7,6, a optimalna je oko 7,2. [4]

Osim mjerenja sustav kojim se prati pH vrijednost ima mogućnost upravljanja procesa doziranja na osnovu trenutne vrijednosti, te kontrole nivoa u spremniku otopine za pH korekciju. Time se omogućuje kontroliran rad dozirnih crpki koje pravovremeno doziraju sredstvo za korekciju pH vrijednosti čime se osigurava pravilna raspodjela sredstva u bazenskoj vodi. To je neizmjerljivo bitno kako bi tijekom kontrole u mjernoj ćeliji uređaja za mjerenje bio relevantan uzorak bazenske vode. Transport uzorka s bazenskom vodom do mjernog uređaja smije trajati najviše 30 sekundi. U slučaju da nema potrebnog protoka uzorka bazenske vode kroz mjernu ćeliju ili ako se zaustavi protok filtrata, potrebno je prekinuti rad dozirnih crpki. Spremnik sa otopinom koju dozirna crpka ubrizgava u tlačni cjevovod iza filtera nalazi se ispod crpki. Osoba zadužena za obavljanje kontrole kvalitete pH vrijednosti bazenske vode je operater koji mora detaljno poznavati načine provedbe kontrole s mogućnošću regulacije dozirnih sredstava za pripremu vode.

Pomoću uređaja za mjerenje i regulaciju neprekidno se prati pH vrijednost bazenske vode, a dobivene rezultate potrebno je kontrolirati ručnim komparatorom pomoću kolorimetrijske metode kako bi se osigurala sigurnost korištenja bazenskih usluga i zdravstvena ispravnost bazenske vode. Spomenutom metodom omogućuje se određivanje koncentracije u ovom slučaju pH vrijednosti, mjerenjem intenziteta obojenosti otopine. U mjernu bočicu potrebno je napuniti 10 ml bazenske vode, potom se u uzorak vode ubaci tableta Phenol red i voda mijenja boju. Na temelju intenziteta obojene otopine mjerni uređaj photometar određuje koncentraciju pH vrijednosti kontroliranog uzorka bazenske vode. Na slici 4.4 može se vidjeti da je izmjerena pH vrijednost 7,19 što je u skladu sa zahtjevima pravilnika, te se time potvrđuje pravilna priprema i zdravstvena ispravnost bazenske vode.



Slika 4.4 Prikaz rezultata mjerenja pH vrijednosti bazenske vode (vlastiti izvor)

### **4.1.3. Kontrola kvalitete Redoks potencijala**

Redoks potencijal omogućuje nadzor učinkovitosti nekog sredstva, odnosno to je mjera sposobnosti neke tvari da prima elektrone. Promatrajući s aspekta kontrole kvalitete vode, učinak dezinfekcijskog sredstva u bazenskoj vodi raste s porastom vrijednosti redoks potencijala. Dakle, redoks potencijal je precizan pokazatelj oksidacijske moći dezinfekcijskog sredstva čime se kontrolira uspješnost provedenog postupka dezinfekcije. [14] Mjeri se u mili voltima (mV), a vrijednost redoks potencijala mora biti između 770 – 1100 mV s optimalnom vrijednošću oko 820 mV. [6]

Zbog navedenih spoznaja o važnosti redoks potencijala, potrebno je provoditi kontrolu kvalitete koja će osigurati visoki stupanj ispravnosti bazenske vode i potrebnu razinu redoks potencijala. Kontrola kvalitete se obavlja pomoću sondi koje se sastoje od dvije elektrode koje su uronjene u uzorak bazenske vode. Mjeri se razlika između potencijala jedne i druge elektrode te se na zaslonu mikroprocesora očitava vrijednost redoks potencijala.

### **4.1.4. Kontrola kvalitete protoka**

Mjerenje protoka čini vrlo važan proces i neizostavan je dio u kontroli kvalitete bazenske vode zbog toga što se pravilnim protokom vode kroz bazenski sustav postiže zadovoljavajuća cirkulacija vode koja osigurava potrebnu razinu kvalitete vode. Također pravilan protok vode utječe na ravnomjernu raspodjelu dezinfekcijskog sredstva po cijelom bazenu i odvođenje nečistoća. Osiguravanje odgovarajuće brzine protoka bazenske vode ima značajan utjecaj na performanse bazenske tehnike i olakšava održavanje bazenskog sustava. Da bi kontrola kvalitete protoka bila uspješno provedena te da bi se ispunili zahtjevi za uravnoteživanjem sustava, ugrađen je određen broj mjerila protoka koji su povezani sa impulsnim signalom ili glavnim PLC-om. Isto tako, rad bazenskog sustava zahtijeva neprekidan protok vode kroz sustav, pa su mjerila protoka ugrađena na nekoliko mjesta bazenskog sustava kao što su: nadopuna kompenzacijskog bazena, cjevovodi filtrirane vode svih bazena, sekundarna strana izmjenjivača topline bazena. U kompenzacijskom bazenu nalazi se oprema za kontinuirano mjerenje razine i sigurnosne plovne sklopke koje ovisno o razini vode upravljaju elektromagnetskim ventilom. Kontrola kvalitete protoka vrši se kontinuirano, a prikupljene mjerne vrijednosti vidljive su na PLC-u. U slučaju da nema protoka kroz cjevovod glavni PLC signalizira i upozorava na nedostatke u sustavu. Operater je zadužen za nadzor kvalitete protoka, te redovno zapisuje rezultate mjerenja i vodi evidenciju. Na osnovu izmjerenih vrijednosti upravlja radom sustava kako bi se osigurali uvjeti za sigurno korištenje usluga bazena. Također važno je spomenuti da dozirne crpke za doziranje otopine natrijevog hipoklorita ovise o protoku na temelju kojeg se proporcionalno doziraju kemijske otopine.

## **4.2. Kontrola mikrobiološke kvalitete bazenske vode**

Osim fizikalnih i kemijskih svojstva, bazenska voda mora udovoljiti traženim mikrobiološkim zahtjevima. Da bi se odredila mikrobiološka kvaliteta bazenske vode potrebno je provesti uzorkovanje i analizu vode. Glavni zadatak kod ispitivanja mikrobioloških značajka bazenske vode da se uzme reprezentativni uzorak na osnovu kojeg se dobiju svi važni parametri kvalitete bazenske vode.

Pravilno uzimanje uzorka vode radi njezina analiziranja presudno je jer se jedino na taj način dobiva kvalitetan uvidu u stanje bazenske vode odnosno reprezentativni rezultati na temelju kojih se donose daljnji planovi obrade vode. Ispitivanje mikrobioloških pokazatelja vrši se najmanje jednom mjesečno prema zahtjevima sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda. Uzorkovanje i mikrobiološku analizu bazenske vode provode stručne osobe od strane Zavoda za javno zdravstvo. [5]

Veći broj metoda mikrobioloških ispitivanja provodi se prema ISO normama kako bi se osigurala maksimalna sigurnost i zaštita zdravlja ljudi, te spriječio negativan utjecaj na okoliša. Važno je napomenuti da se zdravstvena ispravnost bazenske vode može potvrditi samo ako su svi ispitani parametri unutar propisanih vrijednosti i ako su sukladni zahtjevima pravilnika. Zadovoljavajući rezultati ispitivanja pokazatelj su kontinuiranog provođenja kontrole kvalitete bazenske vode uz sustavno obavljanje radnih aktivnosti u svrhu održavanja najviših standarda poslovanja.

## **4.3. Najčešće nesukladnosti u kontroli bazenske vode**

Budući da ne postoji sustav u kojem se nije pojavila neka nesukladnost, važno je provoditi aktivnosti ili radnje kojima će se osigurati ispunjavanje određenog zahtjeva ili kriterija. Na primjer, najvažnije preventivne radnje kod osiguranja kvalitete bazenske vode su redovito čišćenje sonde i kućišta od klora i pH vrijednosti, čišćenje pred filtera crpki uključujući moguću zamjenu potrošnih, oštećenih elemenata ili dijelova bazenske opreme (ventile, elektroničke elemente, filterski sustav, sustav za automatsko doziranje kemijskih sredstava). U slučaju da se pojave nesukladnosti neophodno je primijeniti korektivne radnje kako bi se što prije otklonila utvrđena nesukladnost. U tablici 4.1 navedene su moguće nesukladnosti, uzroci te korektivne i preventivne radnje koje se primjenjuju s ciljem otklanjanja nesukladnosti i njihovog mogućeg ponavljanja.

| Moguće nesukladnosti           | Uzrok  | Korektivne i preventivne radnje  |
|--------------------------------|--|--|
| Mutnoća vode u bazenu          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nastanak kamenca zbog visokog pH</li> <li>• Taloženje zrnaca narandaste boje</li> <li>• Nedostaje tražena dezinfekcija (kloriranje)</li> <li>• Vrijeme izmjene vode predugo</li> <li>• Usporen protok vode</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolirati pH vode i pojačati doziranje kiseline da se postigne optimalni pH</li> <li>• Kontrolirati da voda za nadopunjavanje ne sadrži željezo. Ako sadrži treba ugraditi predfilter za zadržavanje željeza</li> <li>• Kontrolirati da crpka daje traženi protok</li> </ul> |
| Loša kvaliteta obrađene vode   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formirani kanali unutar filtera</li> <li>• Prebrzo ili neodgovarajuće pranje filtera</li> <li>• Nepravilni položaji kontrolnih ventila</li> <li>• pH vrijednost ili dezinfekcijska sredstva nisu u granicama zadanih vrijednosti</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolirati da je pad tlaka filtera unutar granica</li> <li>• Provjeriti da su vremena pranja filtera odgovarajuća</li> <li>• Kontrolirati pravilan rad ventila, zamijeniti oštećene dijelove</li> </ul>   |
| Visok pad tlaka kroz filter    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zgrušavanje filterske ispune</li> <li>• Prisutnost stranih tijela u cijevnom razvodu</li> <li>• Nepravilan rad crpki</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Otkloniti nedostatke, strana tijela</li> </ul>  |
| Filtracijski minerali u bazenu | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neispravna flokulacija</li> <li>• Formirani kanali unutar filtera</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isprazniti filter i ponovo ga napuniti prema uputama</li> </ul>   |

*Tablica 4.1 Najčešće nesukladnosti, uzroci te korektivne i preventivne mjere*

## 5. Zaključak

Konstantnim napretkom industrije i tehnologije porasla je potreba za kontinuiranim poboljšavanjem poslovnih procesa, te razvojem inovativnih metoda i alata vezanih za kontrolu kvalitete. Kompletan sustav bazenske tehnike uspostavljen je na način da teži k tome da se osiguraju traženi zahtjevi i željena razina kvalitete bazenske vode. Najveća pažnja i usredotočenost posvećena je načinima provođenja kontrole kvalitete bazenske vode koji su prikazani u radu te pomoću kojih se postiže praćenje mjernih vrijednosti i učinka procesa na temelju kojih se upravlja radom cijelog sustava. Metode kontrole kvalitete bazenske vode imaju velik utjecaj kako na zdravstvenu sigurnost korištenja bazenskih usluga tako i na proces održavanja i dugotrajan rad cjelokupnog bazena. Posebna važnost kontrole kvalitete je pravovremeno prepoznavanje određenih nesukladnosti u radu sustava, te mogućnost poduzimanja preventivnih mjera i aktivnosti kojima se sprječava nastanak nepravilnosti s mogućnošću neprekidnog poboljšanja svih procesa. Za otkrivanje potencijalnih odstupanja koja mogu voditi ka povećanju troškova ili nastanka problema u poslovanju i kvaliteti pružene usluge potrebno je uspostaviti i primjenjivati sustav upravljanja kvalitetom prema ISO 9001. Učinkovito vođenje organizacije s optimalnim troškovima poslovanja zahtijeva organiziran pristup upravljanja aktivnostima, procesima, resursima te sustavan nadzor kroz koji se postiže praćenje i vrednovanje kvalitete, a samim time i veća efektivnost poslovanja. Korištenje suvremene opreme i uređaja za automatsko mjerenje zadanih parametara uvelike osigurava fleksibilnost u radu i pruža dodatnu sigurnost u slučaju promjene kvalitete bazenske vode. Bitno je istaknuti da pravilno upravljanje sustavima bazenskog postrojenja i povezanost njihovih elemenata doprinosi smanjenju neispravnosti i boljem praćenju performansi postrojenja, te pospješuje proces kontrole kvalitete bazenske vode. Automatizacijom bazenskog sustava uspostavljena je veza sa svim ključnim uređajima i opremom za trajni nadzor vrijednosti parametara procesa koji moraju zadovoljiti najviše standarde kvalitete. Činjenica da kvaliteta predstavlja nerazdvojni dio svakodnevnice, te se nalazi u svakom segmentu poslovnog i životnog okruženja, investiranje u kvalitetu put je prema uspjehu.

## 6. Literatura

Knjige:

- [1] Ž. Kondić, L. Maglić, D. Pavletić, I. Samardžić: Kvaliteta 1, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2018.
- [2] T. Lazibat: Poznavanje robe i upravljanje kvalitetom, Sinergija, Zagreb, 2005.
- [3] T. Lazibat, T. Baković: Poznavanje robe i upravljanje kvalitetom, Zagreb, 2012.
- [4] DIN 19643-1:2012-11 „Bazenska tehnika“
- [5] Pravilnik o sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima bazenskih kupališta te o zdravstvenoj ispravnosti bazenskih voda, NN 107/2012
- [6] Interna dokumentacija Gradskih bazena

Internet izvori:

- [7] [https://www.fpz.unizg.hr/njolic/dip/pdf/Kvaliteta\\_i\\_normizacija\\_Predavanja.pdf](https://www.fpz.unizg.hr/njolic/dip/pdf/Kvaliteta_i_normizacija_Predavanja.pdf)
- [8] <https://www.slideshare.net/komorabl/sami-mesi-prezentacija> (15.11.2021.)
- [9] <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/948-pdca-krug> (18.11.2021.)
- [10] [ISO 9001:2015 - What is the 9001:2015 Standard? | ASQ](#) (25.11.2021.)
- [11] <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/norme-za-sustave/iso-9001> (27.11.2021.)
- [12] <https://bazeni.hr/bazeni/crpke-za-filtriranje/> (10.12.2021.)
- [13] <https://eurostil.hr/ciscenje-i-odrzavanje-bazena/> (19.12.2021.)
- [14] <https://hr.puntomarinero.com/redox-potential-calculation-and-measurement/> (22.12.2021.)



## Popis slika

|  |    |
|--|----|
| Slika 2.1 Proces kontrole kvalitete [7].....   | 3  |
| Slika 2.2 Kvaliteta prema učinku stajališta.....   | 4  |
| Slika 2.3 Razvoj kvalitete kroz povijest .....   | 5  |
| Slika 2.4 Glavni ciljevi poduzeća.....   | 9  |
| Slika 2.5 Procesni pristup upravljanju kvalitetom [8] .....  | 10 |
| Slika 2.6 Partnerski odnos s dobavljačem.....  | 11 |
| Slika 2.7 Pokazatelji kvalitete .....  | 12 |
| Slika 2.8 Značajke kvalitete .....   | 13 |
| Slika 2.9 Kontrola kvalitete prema fazama proizvodnog procesa.....   | 14 |
| Slika 2.10 PDCA krug [9].....  | 19 |
| Slika 3.1 Struktura organizacije Gradskih bazena.....  | 24 |
| Slika 3.2 Filterske crpke s pred filterom (vlastiti izvor).....  | 26 |
| Slika 3.3 Tijek sustava za pripremu vode (vlastiti izvor) .....  | 28 |
| Slika 3.4 Kompenzacijski spremnik (vlastiti izvor) .....   | 29 |
| Slika 3.5 Čišćenje usisne košare i pred filtera crpke (vlastiti izvor) .....   | 30 |
| Slika 3.6 Pješčani filter s pneumatski upravljanim leptirastim ventilima i programibilnim relejom<br>(vlastiti izvor) .....                      | 31 |
| Slika 3.7 Dizalica topline (vlastiti izvor) .....  | 33 |
| Slika 3.8 Cirkulacijske crpke na razdjelniku ogrjevnog medija (vlastiti izvor).....  | 34 |
| Slika 3.9 Kondenzacijski kotlovi (vlastiti izvor).....   | 34 |
| Slika 3.10 Klima uređaj za odvlaživanje, ventilaciju i grijanje (vlastiti izvor).....  | 36 |
| Slika 3.11 Praćenje vrijednosti parametara vode (vlastiti izvor).....  | 37 |
| Slika 4.1 Sustav za automatsko mjerenje i regulaciju parametara vode s trenutim vrijednostima na<br>zaslonu mikroprocesora (vlastiti izvor)..... | 39 |
| Slika 4.2 Dozirne crpke (vlastiti izvor).....  | 40 |
| Slika 4.3 Kontrola kvalitete slobodnog klora u vodi (vlastiti izvor) .....   | 41 |
| Slika 4.4 Prikaz rezultata mjerenja pH vrijednosti bazenske vode (vlastiti izvor).....   | 42 |

## **Popis tablica**

|  |    |
|--|----|
| Tablica 3.1 Karakteristike filterskih crpki .....  | 26 |
| Tablica 3.2 Opis aktivnosti s odgovornostima, rokovima prema popratnoj dokumentaciji ..... | 27 |
| Tablica 4.1 Najčešće nesukladnosti, uzroci te korektivne i preventivne mjere .....         | 45 |

## **Popis dijagrama**

|  |    |
|--|----|
| Dijagram 2.1 Prikaz broja izdanih ISO 9001 certifikata godišnje u Republici Hrvatskoj..... | 22 |
| Dijagram 3.1 Dijagram tijeka sustava filtracije vode (vlastiti izvor) .....                | 32 |



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Igor Ištvan pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog rada pod naslovom Kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih bazena te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

*Igor Ištvan*

Igor Ištvan

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Igor Ištvan neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog rada pod naslovom Kontrola kvalitete bazenske vode na primjeru Gradskih bazena čiji sam autor/ica.

Student/ica:

*Igor Ištvan*

Igor Ištvan

(vlastoručni potpis)