

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

NAČRTOVANJE INŠTALACIJ IN BAZENSKE TEHNIKE ZA JAVNI BAZEN

Kandidat: Klemen Štuhec

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: dr. Darko Friščić

Mentor v podjetju: Vanja Remic

Lektor: Nina Rajh, mag. prof. sloven. jezika in knjiž.

Maribor, 2019

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Klemen Štuhec sem avtor diplomskega dela z naslovom Načrtovanje inštalacij in bazenske tehnike za javni bazen, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščića.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

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

Maribor, avgust 2019

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Dr. Darku Friščiću za pomoč pri dokončanju naloge.

Zahvaljujem se tudi podjetju Remax, ki mi je dalo navdih za nalogo in sodelavcem iz podjetja, ki so mi svetovali pri opravljanju naloge.

Zahvaljujem se svoji družini, za podporo v času izobraževanja.

POVZETEK

Diplomsko delo prikazuje delovanje in načrtovanje sklopa, ki je najbolj pomemben za kakovost vode v bazenih. Na začetku naloge je bila opravljena analiza bazenskih objektov in njihova delitev glede na specifikacijo. Predstavljene so bile vrste bazenov in osnovni shematski prikaz delovanja sistema. Sledijo predstavitev komponent bazenske tehnike, osnovni robni pogoji in skica. Povzel sem standarde in norme, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju in izvedbi strojnih inštalacij z izbirami velikosti filtrov, pretokov ter vseh pripadajočih komponent.

V praktičnem delu naloge so izvedeni vsi preračuni velikosti navedenih komponent in pretokov, ki so potrebni za optimalno delovanje sistema. Sledi izračun posameznih sklopov, z izračuni za moč črpalk, količino izgubljene energije in moč toplotnega izmenjevalca. Temu sem dodal še primere načrtov inštalacij bazenske tehnike, izrisanih v programih za tehnično risanje v tridimenzionalnem prostoru.

Pri tem delu naloge sem se za pomoč obrnil na strokovnjake tega področja, ki so mi svetovali in pojasnili določene stvari. Tako sem prišel do rezultatov, ki sem jih večkrat preveril. Veliko izkušenj in idej za praktični del naloge sem dobil na delu pri podobnih objektih, in sicer v času mojega službovanja na področju izdelave bazenov.

Skozi nalogo in delo sem ugotovil, da je za načrtovanje in montažo takšnih objektov potrebnega veliko znanja iz več področij. Vsa dela je treba vnaprej zasnovati in jih kasneje izvesti s preverjenimi oblikami montaže.

Pri načrtovanju takega objekta je treba preračunati in upoštevati karakteristike vsakega dela sistema, da je potem upravljanje in delovanje posameznih komponent optimalno. Rezultati tega dela bi lahko bili uporabljeni za izgradnjo in delovanje dejanskega objekta.

Ključne besede: načrtovanje, bazenska tehnika, strojne inštalacije, črpalka, bazen.

ABSTRACT

POOL TECHNIQUE PLANNING FOR PUBLIC POOLS

Following thesis shows planning and working of circuit important for water quality in pools. In the beginning of my thesis I ran analyze of different pool construction sites and distribution regarding specification, followed by presentation of pool technique components and basic measurements with sketch.

In the following step of this thesis you will find norms and standards regarding this area followed by components sizes.

In practical part are carefully examined flow calculation needed for optimal system running. Before conclusion there are sketches, layouts and CAD plans added regarding my work.

In this part of my thesis I reached out for help from professionals in this area who explained and advised to me the process of pool planning. Following this advice I managed to get results which I checked many times. I gathered many experiences and ideas while working on similar projects in pool constructions.

Through working on field and exploring literature for my thesis I learned that in order to make a great construction plan you need knowledge in many areas. All work needs to be carefully planned and examined and later performed with verified forms of montage.

While planning construction of pools many calculations are needed followed by considering all characteristics for each part of the system individually so that operation and management of each component is optimal. Results of my analysis and calculations could be used for actual construction and operation of actual subject.

Keywords: planing, pool techniques, plumbing installation, pump, pool.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	9
1.3	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	10
1.4	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	10
2	SPLOŠNO O BAZENIH IN BAZENSKI TEHNIKI	11
2.1	BAZENI S SKIMERJEM	11
2.2	BAZENI S PRELIVNIM ROBOM.....	11
2.3	JAVNI BAZENI	12
3	POGOJI IN ZAHTEVE PRI NAČRTOVANJU BAZENA	13
3.1	OPREDELITEV PROBLEMA	13
3.2	ROBNI POGOJI.....	13
4	ZAKONODAJA IN STANDARDIZACIJA.....	14
4.1	ZVEZE S STANDARDI	14
4.2	PRAVILNIK O MINIMALNIH HIGIENSKIH ZAHTEVAH	15
5	KOMPONENTE SISTEMA.....	17
5.1	KOMPENZACIJSKI BAZEN.....	17
5.2	FILTER.....	18
5.3	OBTOČNE ČRPALK.....	21
5.4	TOPLOTNI IZMENJEVALEC	23
5.5	DOLOČANJE PRELIVNIH ŠTEVIL IN VELIKOSTI PRELIVNIH KANALOV	24
6	SMERNICE PO DIN.....	26
6.1	DIMENZIONIRANJE POVRATKA IN POKROVOV POVRATKA	26
6.2	PRAZNJENJE PLAVALNIH BAZENOV	26
6.3	PROSTORSKE ZAHTEVE ZA BAZENSKO TEHNIKO	27
6.4	KEMIJSKA REGULACIJA BAZENSKE VODE IN KLORNA POSTAJA	29
7	PRERAČUN SISTEMA.....	34
7.1	TEHNIČNI IZRAČUN	34
7.2	DOLOČITEV PRETOČNE KOLIČINE FILTRIRNE NAPRAVE.....	34
7.3	DOLOČITEV FILTRIRNE NAPRAVE	34
7.4	DOLOČITEV ŠTEVILA KOPALCEV.....	36
7.5	DOLOČITEV POTREBNE KOLIČINE VODE ZA DOPOLNJEVANJE	36
7.6	DOLOČITEV ČASA MENJAVE VODE V BAZENU	37
7.7	DOLOČITEV ŠTEVILA VSTOPOV VODE V BAZEN	37

7.8	DOLOČITEV ŠTEVILA PRELIVOV	38
7.9	DOLOČITEV VELIKOSTI KOMPENZACIJSKEGA BAZENA	40
7.10	DOLOČITEV TOPLOTNEGA MENJALNIKA.....	41
8	IZBIRA ELEMENTOV IN NAČRTOVANJE.....	45
8.1	IZBIRA FILTRA	45
8.2	IZBIRA ČRPALKE	46
8.3	IZBIRA TOPLOTNEGA IZMENJEVALCA.....	47
8.4	IZBIRA ZRAČNEGA PUHALA	47
8.5	IZBIRA CEVI IN SPOJNIH ELEMENTOV	48
8.6	IZBIRA REŠETK ZA PRELIVE	49
9	NAČRTOVANJE	50
10	TEHNIČNO POROČILO.....	52
11	SKLEP	56
12	VIRI IN LITERATURA	58

KAZALO SLIK

SLIKA 2:	SHEMATSKI PRIKAZ DELOVANJA BAZENA S PRELIVNIM ROBOM	11
SLIKA 3:	PRIMER IDEJNEGA TLOORISNEGA IZRISA	13
SLIKA 4	MONTAŽNI KOMPENZACIJSKI BAZEN	17
SLIKA 5:	TLAČNE KRIVULJE NA FILTRSKEM MATERIALU	18
SLIKA 6:	PRANJE FILTRA	19
SLIKA 7:	PRIMER VISOKOZMOGLJIVE PRETOČNE ČRPALKE	22
SLIKA 8:	PRESEK PRELIVNEGA KANALA	24
SLIKA 9:	DIMENZIJE PRELIVNEGA KANALA	25
SLIKA 10:	LASTNOSTI POVRATNIH PRETOKOV GLEDE NA VELIKOST	26
SLIKA 11:	PRIMER STROJNICE BAZENSKE TEHNIKE.....	28
SLIKA 12:	SHEMA TLOORISA STROJNICE BAZENA	30
SLIKA 13:	RAZPOREDITEV POVRATNIH ŠOB.....	31
SLIKA 14:	SHEMATSKI PRIKAZ POVRATKA IN PRELIVANJA	33
SLIKA 15:	TEHNIČNI PODATKI ČRPALK.....	46
SLIKA 16:	TOPLOTNI IZMENJEVALEC DIMENZIJE	47
SLIKA 17:	TURBO PUHALO ZRAKA.....	48
SLIKA 18:	IDEJNI TLOORISNI NAČRT STROJNICE.....	50
SLIKA 19:	SHEMA PRIPRAVE BAZENSKE VODE.....	50
SLIKA 20:	3DIMENZIONALNI IZRIS SISTEMA.....	51

KAZALO TABEL

TABELA 2: SPLOŠNI TEHNIČNI RAČUNSKI PODATKI ZA PLAVALNE BAZENE IN BAZENE S SKAKALNICAMI ($k = 0,5$)	21
TABELA 3: SPLOŠNI TEHNIČNI RAČUNSKI PODATKI ZA NEPLAVALNE BAZENE ($k = 0,5$).....	21
TABELA 4: DNEVNA PORABA ENERGIJE GLEDE NA VELIKOST BAZENA	22
TABELA 5: VODILNE VREDNOSTI ZA PROSTORSKE ZAHTEVE DVOJNIH FILTRIRNIH SISTEMOV S PRIBOROM ZA ADSORPCIJO PROCESNE KOMBINACIJE - FLOKULACIJA - FILTRACIJA - KLORIRANJE, $k = 0,5 \text{ L/m}^2$	28
TABELA 7: IZBIRA FILTRA	45

1 UVOD

Bazen je objekt z zagrajeno vodno maso, ki jo uporabljamo za namene športa in sproščanja. Pojavljali so se že v davni zgodovini, za časa starega Egipta, kot kopalne sobe, ki so se uporabljale za obrede. (Salihović, 2013)

Veliko bolj poznana pa so nam kopališča iz časa Rimljanov, ko so se gradnje teh objektov razcvetele. Zgodovina kopališč na območju današnje Slovenije sega v rimsko obdobje. Vendar omenjena kopališča niso imela sistemov za filtracijo in vzdrževanje bazenske vode, kot jih poznamo danes. Po letu 1900 so se začeli pojavljati bazeni s sistemi za filtracijo vode in dezinfekcijo. (Jurak, 2002)

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Obravnavano področje tega zaključnega dela obsega načrtovanje strojnih inštalacij bazenske tehnike na javnem objektu, z upoštevanjem vseh zahtev in standardov, ki veljajo na tem področju. Ker je pri takšnih vrstah objektov treba zagotoviti določene specifikacije, kot so: mikrobiološka, fizikalna in kemijska kakovost kopalne vode v bazenih, je potrebno v fazi načrtovanja izvesti načrtovanje s preračuni, saj velik vpliv na kvaliteto vode predstavlja tudi sam sistem bazenske tehnike.

Funkcionalna zanesljivost, trajnost in ekonomičnost so najpomembnejše zahteve za tehnično opremo javnih kopališč. Ustrezno dimenzionirana tehnična oprema in upoštevanje pogojev poslovanja v veliki meri izpolnjujeta zgoraj navedene kriterije, ki so nujni predpogoji za odgovorno načrtovanje. Zaradi agresivnih lastnosti vode v bazenu, uporabljenih kemikalij in agresivnosti zunanjega zraka so prednostna zaščita pred korozijo in materialni predpisi. Poleg tega je treba strogo upoštevati nacionalna in mednarodna varnostna pravila. (Saunus, 2005)

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen moje diplomske naloge je prikazati načrtovanje inštalacij bazenske tehnike na specifičnem primeru z različnimi dodanimi komponentami, ki se vgrajujejo. Ugotoviti dodatne probleme, jih med diplomsko nalogo analizirati. Cilji:

- preračun prelivov in potrebnih volumnov,
- izračun potrebne moči črpalk,
- načrtovanje 2D skice in načrta strojnice,

- pri načrtovanju upoštevati zakonodajo in norme.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavke pri diplomskem delu:

- diplomsko delo bo temeljilo na pridobljenem znanju in literaturi, ki sem jo zbral med študijem.
- Preračun komponent je narejen za optimalne pogoje delovanja.
- Izbira standardnih komponent zniža stroške delovanja sistema in vpliva na delovanje.
- Načrti in model sistema izboljšajo fazo gradnje.
- 3D model predstavlja zgolj idealizacijo realnega sistema.

Omejitve pri diplomskem delu:

- lastnosti cevne sistema so pridobljene preko izračunov in praktičnih del.
- Omejen dostop do podatkov sistema (poslovna skrivnost).
- Prostorska omejitve.
- Uporaba komponent naprej definiranih proizvajalcev.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Uporabil sem deskriptivno in analitično metodo raziskovanja. Zbral sem podatke ter iz pridobljenih trditev uredil besedilo ter matematično analiziral oz združil sklop izračunov v celoto. Uporabil sem CAD programe za izris celotnega sistema, ki podpirajo sestavljanje posameznih komponent v sklope..

Uporabil sem tudi različne metode, ki smo se jih naučili pri predmetih Snovanje in konstruiranje orodij, Materiali in Elektrotehnika. Pri teh učnih predmetih smo obravnavali tehnične panoge, s katerimi sem si zelo olajšal kasnejše delo pri diplomski nalogi.

2 SPLOŠNO O BAZENIH IN BAZENSKI TEHNIKI

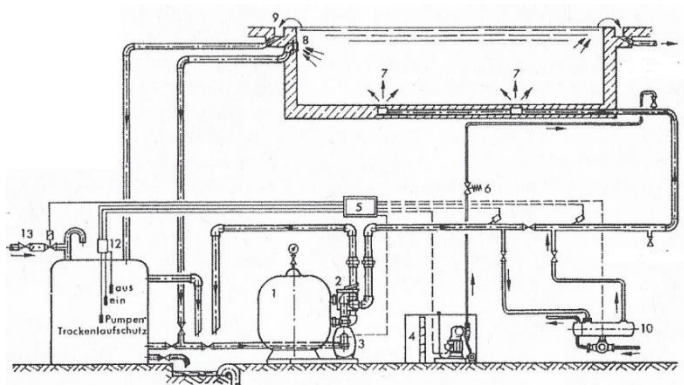
Pri bazenih je zelo pomembna filtracija bazenske vode, ki služi odstranjevanju umazanih delcev iz bazenske vode. Za filtracijo zajemamo vodo na gladini bazena. Zajem vode lahko poteka na dva načina, preko skimerja ali preko prelivnega roba. (Remax bazeni, 2018)

2.1 Bazeni s skimerjem

Večina družinskih bazenov je narejena s skimerjem, ki izkorišča površinsko napetost vode in s tem zbira plavajoče umazane delce s površine ter jih odvaja v čiščenje v filtrirni sistem. Zaradi takšnega načina čiščenja je voda v bazenu nižja za približno 10 cm. V sami uporabi in kvaliteti bazenske vode bazeni s skimerjem ne zaostajajo za bazeni s prelivnim robom. (Remax bazeni, 2018)

2.2 Bazeni s prelivnim robom

Bazeni s prelivnim robom za čiščenje vodne površine in vode uporabljajo ves bazenski rob. Nivo vode v takem bazenu vedno sega do roba bazena, voda pa se preliva čez rob v prelivni kanal, po katerem odteka v poseben kompenzacijski bazen in nato v čistilno napravo. (Saunus, 2005)



Slika 1: Shematski prikaz delovanja bazena s prelivnim robom

Vir: (Saunus, 2005)

Vsak si ob besedi bazen ali plavalni bazen predstavlja le prostor, v katerem je voda. Vendar je za tem tudi tehnični del, ki zajema filtracijo, dezinfekcijo, gretje. Poleg plavalnega dela se zraven nahajata še strojnica za filtracijo in manjši kompenzacijski bazen (v primeru prelivnega bazena). Vrste bazenov:

- bazen za plavalce (plavalni bazeni morajo imeti globino vode več kot 1,35 m),

- bazen za neplavalce (bazeni morajo imeti globino med 0,60 m in 1,35 m).

2.3 Javni bazeni

Velika razlika med domačim in javnim bazenom je v tem, da za izvedbo javnega bazena obstajajo posebni zakoni, ki predpisujejo, kako mora biti le-ta zgrajen, kakšno mora biti kopališče v javni rabi in kako je treba skrbeti za neoporečno vodo v bazenu. Za bazene v privatni rabi ni posebnih predpisov, kvaliteta izdelave je prepuščena posameznim ponudnikom bazenov in opreme ter prosti izbiri bodočega lastnika bazena. (Titro bazeni, 2017)

Zahteve za javni bazen so predvsem sposobnost filtriranja velikih količin vode ob zmogljivi avtomatski dezinfekciji, ki zagotavlja neoporečno vodo v bazenu ali whirlpoolu, neodvisno od tega koliko je kopalcev v bazenu. Poleg tega je za vzdrževanje bazena v javni rabi potreben izobražen in izkušen kopališki vzdrževalec, ki upravlja bazensko tehniko in skrbi za neoporečno vodo v bazenu (glej "Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode"). Od vrste vgrajenih filtrirnih in dezinfekcijskih naprav, kot so zmogljivost filtracije, kvaliteta sistemov in pravilnega načina vgradnje, je odvisno, koliko dela bo potrebnega za vzdrževanje neoporečne vode v bazenu. (Saunus, 2005)

Strojnice za filtrirne naprave bazenov v javni rabi so precej večje kot strojnice običajnih domačih bazenov, saj je v njih velik filtrirni sistem, ki je lahko sestavljen tudi iz več filtrov, in imajo praviloma ločen prostor za shranjevanje sredstev za nego vode (pH regulator in tekoči klor), poleg tega se v strojnici ali ob njej nahaja še velik kompenzacijski bazen. (Saunus, 2005)

4 ZAKONODAJA IN STANDARDIZACIJA

Načrtovanje bazenske tehnike se izvaja po nemškem standardu DIN.

Filtracija bazenske vode je izvedena po tehnološkem postopku DIN 19643, iz leta 1997.

SLOVENSKI SIST DIN 19643-2 STANDARD.

Priprava (bazenske) vode za plavalne in kopalne bazene – 2. del: Filtracija.

Standard SIST DIN 19643-2 ((sl.), de.), Priprava (bazenske) vode za plavalne in kopalne bazene – 2. del: Filtracija, 2015, ima status slovenskega standarda in je enakovreden nemškemu standardu DIN 19643-2 (de.), Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 2: Verfahrenskombinationen mit Festbett- und Anschwemmfiltern, 2012.

Nemški standard DIN 19643-2:2012 je pripravil tehnični odbor Nemškega inštituta za standardizacijo DIN NA 119-04-13 AA "Schwimmbeckenwasser".

Slovenski standard SIST DIN 19643-2:2015 je z metodo platnice z nacionalnim predgovorom privzet nemški standard DIN 19643-2:2012.

Odločitev za privzem tega standarda po metodi platnice z nacionalnim predgovorom je 4. februarja 2014 sprejel SIST/TC KAV Kakovost vode. (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2015)

4.1 Zveze s standardi

S privzemom tega nemškega standarda veljajo za omejeni namen referenčnih standardov vsi standardi, navedeni v izvirniku, razen tistih, ki so že sprejeti v nacionalno standardizacijo:

- SIST DIN 19643-1:2015 Priprava (bazenske) vode za plavalne in kopalne bazene – 1. del: Splošne zahteve,
- SIST DIN 19643-3:2015 Priprava (bazenske) vode za plavalne in kopalne bazene – 3. del: Ionizacija,
- SIST DIN 19643-4:2015 Priprava (bazenske) vode za plavalne in kopalne bazene – 4. del: Ultrafiltracija. (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2015)

4.2 Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah

Ministrstvo za zdravje zaradi varovanja zdravja uporabnikov bazenov oz. kopališč ureja kakovost kopalne vode v bazenih oz. minimalne higienske zahteve za kopalno vodo v bazenu in kopališču, in sicer s Pravilnikom o minimalnih higienskih zahtevah, ki jih morajo kopališča izpolnjevati (Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, 2018)

Uporabniki bazenov morajo biti obveščeni o kakovosti kopalne vode, zato mora upravljavec na informacijskem mestu bazena oziroma bazenskega kopališča za vsak bazen namestiti obvestilo z informacijami o rezultatih laboratorijskih preskušanj z ugotovitvijo skladnosti za najmanj zadnje laboratorijsko preskušanje kopalne vode. Poleg tega mora objaviti podatke o pogostnosti odvzema vzorcev v posameznih bazenih ter pojasnilo v zvezi z oceno skladnosti vzorca kopalne vode, in sicer: ali je kopalna vodna skladna, ali je kopalna voda neskladna z zahtevami pravilnika in še vedno primerna za kopanje in ali je kopalna voda neprimerna za kopanje. (Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, 2018)

- **(največje dovoljeno število obiskovalcev na dan)**

(1) Upravljavec določi največje dovoljeno število obiskovalcev na dan, ki ga izračuna iz vsote prostornine vode kopalnega in regeneracijskega območja po formuli:

$$N = V_1 + V_2 / 10 \text{ m}^3.$$

N – dovoljeno število obiskovalcev na dan,

V_1 – prostornina vode v kopalnem območju bazena (m^3),

V_2 – prostornina vode v regeneracijskem območju bazena (m^3),

10 m^3 – najmanjša skupna prostornina vode na obiskovalca na dan.

(2) Prostornina vode v obtoku in v kateri koli dodatni tehnični napravi (filtri, usedalniki) se pri izračunu vsote prostornine vode iz prejšnjega odstavka ne upošteva.

(3) Dovoljeno število kopalcev, ki so lahko hkrati v kopalni vodi, je 20 odstotkov dovoljenega števila obiskovalcev na dan. Kratkotrajna preseganja dovoljenega števila kopalcev so dovoljena do 5 odstotkov dovoljenega števila obiskovalcev na dan. Večja odstopanja od dovoljenega števila kopalcev predstavljajo tveganje za zdravje ljudi, zato je treba bazen zapreti za najmanj 24 ur. (Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, 2018)

- **(priprava kopalne vode)**

(1) Pri pripravi kopalne vode je treba opraviti najmanj razkuževanje z rezidualnim učinkom in korekcijo pH-vrednosti.

(2) Odstop od zahtev iz prejšnjega odstavka je mogoč le, če so izpolnjeni naslednji pogoji:

- polnilna voda se dodaja v količini najmanj 10 m³/dan/kopalca,
- temperatura kopalne vode ne presega 21 °C in
- celotna prostornina bazena se dnevno prazni in čisti.

(3) Snovi, ki se uporabljajo za pripravo kopalne vode in nečistoče, ki jih te snovi vsebujejo ter njihovi stranski produkti, ne smejo biti v kopalni vodi v višji koncentraciji, kot določa ta pravilnik in ne smejo, posredno ali neposredno, vplivati na zdravje ljudi. Kopalni vodi se ne sme dodati nobenih drugih snovi, razen snovi, ki so potrebne za njeno pripravo. (Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, 2018)

5 KOMPONENTE SISTEMA

5.1 Kompenzacijski bazen

Kompenzacijski bazen je namenjen za zbiranje prelivne vode, ki jo izpodrinejo kopalci pri vstopu v bazen in za akumuliranje vode za pranje filtra.

Kompenzacijski bazen je treba zapreti ali pokriti, komunicirati z ozračjem in imeti varnostni preliv. Prav tako je treba omogočiti, da se popolnoma izprazni skozi talni odtok in je dostopen za čiščenje. Vodni rezervoarji morajo imeti dobro očiščeno svetlo površino in imeti vidno steklo ter osvetlitev za nadzor stanja. Vhodi morajo biti prosto dostopni, razporejeni in dimenzionirani tako, da se osebe dajo enostavno priklicati iz skladišča. (Saunus, Die neue Schwimmbad-Norm im Fadenkreuz der Praxis, 1998)

Rezervoarje za čiščenje vode, ki niso bili obdelani, je treba namestiti pod vodno gladino bazena tako, da se lahko dovodne cevi polagajo z zadostnim nagibom.

Prostornina kompenzacijskega vodnega rezervoarja se izračuna po količini:

- izpodrinjene vode; V_V ,
- količini valovanja; V_W ,
- količini vode, potrebne za pranje; W_R .

$$\underline{V = V_V + V_W + V_R}$$



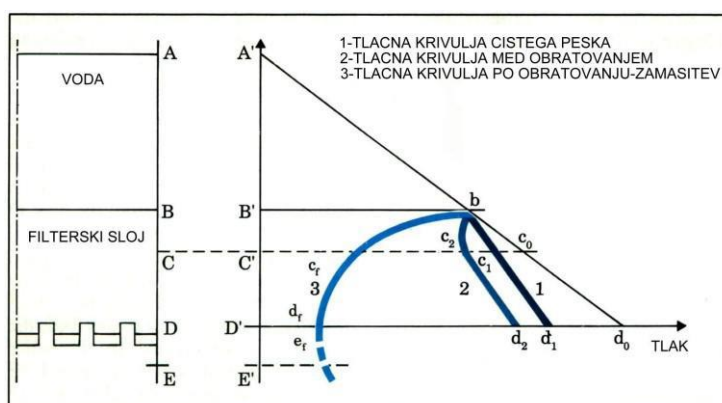
Slika 3: Montažni kompenzacijski bazen

Vir: (<https://www.ospa-schwimmbadtechnik.de/produkte/schwimmbadzubehoer/wasserspeicher.html>)

5.2 Filter

Pri filtriranju teče voda od zgornje strani navzdol skozi filterni sloj. Na njem se odlagajo nečistoče, ki so zaradi dodajanja flokulanta strnjene v kosmiče in tako dejansko povečane, da se lahko izločijo na filternem sistemu.

Ko se nečistoče nalagajo na filternem materialu, se le-ta maši in s tem narašča diferenčni tlak.



Slika 4: Tlačne krivulje na filternem materialu

Vir: (Saunus, 2005)

Zaradi mašenja se spreminjajo tlačne razmere na filtru, kriv je hidrostatski tlak, in ko je dosežena točka P2, po času t_2 pride do preboja filtra.

Preboj filtra pomeni, da gre del nečistoč skozi filter, kar je dokazljivo v filtratu. Zaradi preprečevanja preboja filtra je potrebno filter v določenih časovnih intervalih protitočno izpirati.

Zdaj obstaja nešteto imen za peščene filtre. Vsi filtrirni sistemi, bodisi enoslojni, večplastni, visokoplastni ali hitroplastni, so sestavljeni iz plastične ali kromove jeklene posode, napolnjene s kremenovim filtrirnim materialom. Že nekaj let se uporablja nov, učinkovit material, imenovan AFM. V vseh modelih se onesnažena voda izpira skozi pesek, pri čemer se delci umazanije naselijo v pesku. Flokulanti učinkovito odstranijo tudi najmanjšo motno snov. Druga prednost teh filternih sistemov je, da tedensko izpiranje poskrbi za zadostno zalogo sveže vode. (AC Schwimmbadtechnik, 2015)

DELOVANJE LOPUT ALI VENTILOV NA KRIŽU FILTRA

Tabela 1: Delovanje loput

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	P	
Filtracija	■		■					■	
Mirovanje									10 s
Spuščanje Nivoja				■	■	■			2 min
Pranje z Zrakom				■		■	■		5 min
Pranje voda		■		■				■	5–6 min
Mirovanje									10 s
Predfiltracija	■					■		■	2 min

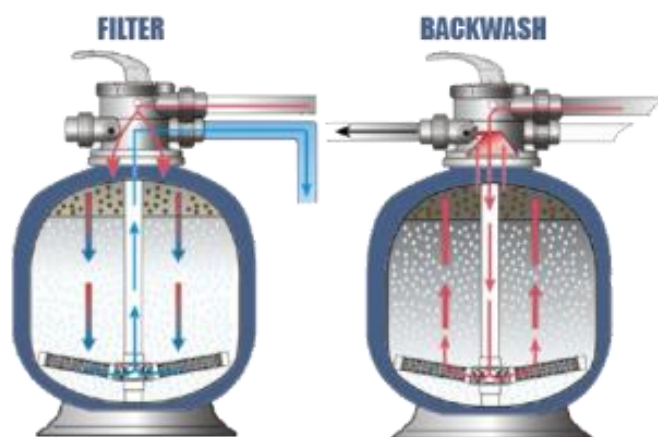
Vir: (Saunus, 2005)

Ko zaradi odlaganja nečistoč na filtrskem materialu narašča diferenčni tlak (filter se maši), do $\Delta p=0.4$ bar, je treba filter oprati. Filter se izpira v obratni smeri, od spodaj navzgor, odpadna voda pa teče preko lijaka v nevtralizacijski bazen. (Saunus, 2005)

Protitočno izpiranje večslojnega filtra

Protitočno izpiranje filtra ali pranje filtra se vrši v nasprotni smeri kot filtriranje, z namenom, da se iz filtra izperejo nečistoče, ki so se naložile na filtrskem materialu.

Avtomatski postopek pranja filtra se vrši z vklopom pranja na komandni omari in teče po algoritmu, od začetka do konca. (Saunus, 2005)



Slika 5: Pranje filtra

Vir: (<https://www.poolwarehouse.com/articles/how-to-backwash-a-sand-filter/>)

5.3 Pretok filtra

Volumenski pretok obtočnega filtra je določen za javne plavalne bazene in bazene po DIN 19643, 1. del. Tu je prostorninski pretok kvocient volumna vode, ki teče skozi določen prečni prerez in čas, ki je potreben za ta namen (glej tudi DIN 4046). Prostorninski pretok se izračuna na naslednji način: (Saunus, Die neue Schwimmbad-Norm im Fadenkreuz der Praxis, 1998)

$$Q = \frac{N}{k} = \frac{A \cdot n}{a \cdot k} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Tukaj pomeni:

Q – volumenski pretok v m³/h,

N – nazivna obremenitev v L/h,

A – vodna površina bazena v m²,

a – vodna površina, povezana z osebo, v m²,

k – faktor obremenitve v L/m,

n – frekvenca osebe v L/h za plavalce in skakalnice.

Za globino vode > 1,35 m, a = 4,5 in m²,

za neplavalce in vario bazene, a = 2,7 m²,

za majhne bazene, a = 12,0 m²,

za gibalne in terapijske bazene, a = 4,0 m².

Faktor k je določen ali posodobljen na podlagi ustrezne kombinacije postopkov v ločenih standardnih delih v skladu z dvema metodama.

Faktor zasedenosti je K v postopku kombinacije: adsorpcije + flokulacije + kloriranja v skladu s standardno filtriranje dela 2, obravnavan kot K = 0,5 v L/m³. To ustreza prejšnjemu volumskemu pretoku čiste vode 2 m³ na osebo.

V primeru procesne kombinacije: flokulacija + predfiltracija + ozonacija + asorpcijska filtracija + kloriranje po DIN delu 3, vrednost $k = 0,6$ v L/m^3 . To ustreza, kot običajno, tudi prostemu pretoku vode, $1,67 m^3$ na osebo. (Saunus, Die neue Schwimmbad-Norm im Fadenkreuz der Praxis, 1998)

Tabela 1: Splošni tehnični računski podatki za plavalne bazene in bazene s skakalnicami ($k = 0,5$)

DIMENZIJA BAZENA [m]	10 x 6,5	12 x 8,2	16,7 x 8	25 x 8	25 x 10	25 x 12,5	25 x 16,7	50 x 16,7	50 x 20	50 x 21
KVADRATURA BAZENA [m^2]	65	99	133	200	250	312,5	417	833,5	1000	1050
DOLŽINA PRELIVNIH KANALOV [m]	33	40,4	49,4	66	70	75	83,5	133,4	140	142
HITROST PRETOKA [m^3/h]	29	45	59	89	111	139	185	370	444	466
OBREMENITEV BAZENA [1 oseba/h]	15	22	30	44	56	69	93	185	222	233
IZPODRIV VODE [m^3]	1,13	1,65	2,25	3,3	4,2	5,18	6,98	13,88	16,65	17,48
V_s [m^3]	7	9	12	18	23	27	36	72	86	89
V_w [m^3]	2,53	3,56	4,65	6,65	7,68	8,79	10,39	17,28	18,17	18,39
VELIKOST KOMPENZACIJSKEGA BAZENA [m^3]	10,66	14,21	18,90	27,95	34,88	40,97	53,37	103,16	120,82	124,87

Vir: C. Saunus (2005)

Tabela 2: Splošni tehnični računski podatki za neplavalne bazene ($k = 0,5$)

DIMENZIJA BAZENA [m]	10 x 6,5	12 x 8,2	16,7 x 8	25 x 8	25 x 10	25 x 12,5	25 x 16,7	50 x 16,7	50 x 20	50 x 21
KVADRATURA BAZENA [m^2]	65	99	133	200	250	312,5	417	833,5	1000	1050
DOLŽINA PRELIVNIH KANALOV [m]	33	40,4	49,4	66	70	75	83,5	133,4	140	142
HITROST PRETOKA [m^3/h]	44	74	99	148	185	232	309	617	741	778
OBREMENITEV BAZENA [1 oseba/h]	24	37	49	74	93	116	154	309	370	389
IZPODRIV VODE [m^3]	1,8	2,78	3,68	5,55	6,98	8,7	11,55	23,18	27,75	29,18
V_s [m^3]	9	15	19	32	37	45	64	126	148	157
V_w [m^3]	2,17	2,80	3,56	4,94	5,41	5,83	6,35	9,35	8,99	8,88
VELIKOST KOMPENZACIJSKEGA BAZENA [m^3]	12,97	20,58	26,24	42,49	49,39	59,537	81,90	158,53	184,74	195,06

Vir: (Saunus , 2005)

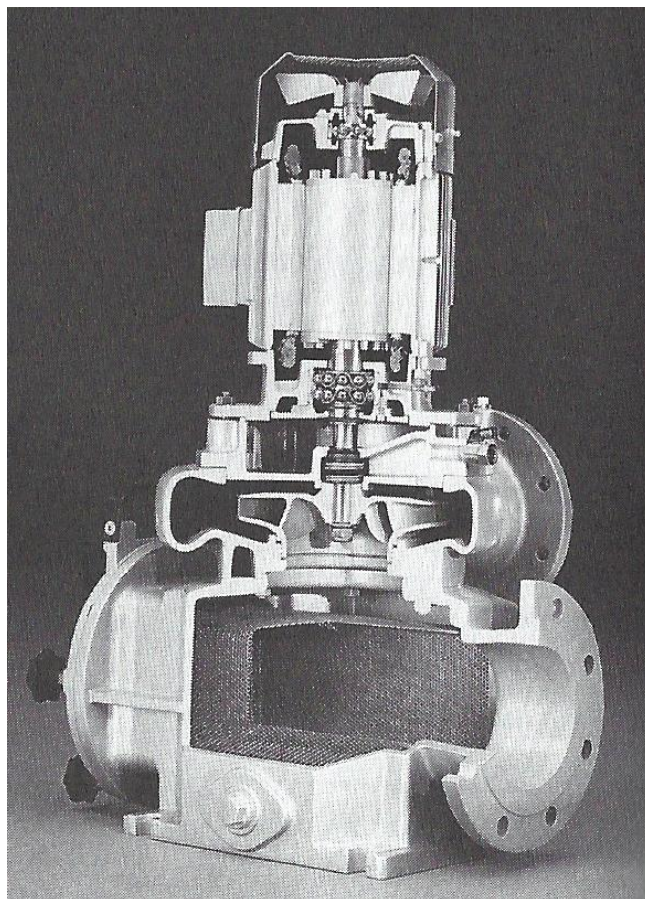
5.4 Obtočne črpalke

Pretočne črpalke so namenjene za zagotavljanje konstantnega pretoka vode skozi bazen in filter. So horizontalne črpalke s prigrajenim grobim filtrom in sitom za grobe nečistoče. Vsaka pretočna črpalka je opremljena z zapornima armaturama na sesalni in tlačni strani črpalke in nepovratno loputo.

Obtočne črpalke za plavalne bazene

Poleg plastičnih ali kovinskih filtrirnih črpalk za plavalne bazene, obstajajo horizontalne centrifugalne črpalke z ločenimi z integriranim lovilem vlaken za srednje in večje hitrosti pretoka. Specifikacije obtočne črpalke v kompaktni izvedbi imajo pretočni volumen do $500 m^3/h$. Vertikalna razporeditev črpalk z urejenim lovilem vlaken je zelo varčna za prostor in je

enostavna za montažo in vzdrževanje. Poleg tega je možna odstranitev črpalke brez odstranitve cevi. Zaradi variabilne sesalne in izpustne šobe je cevovod poenostavljen. Karakteristike črpalke zagotavljajo enakomeren pretok ali majhno spremembo pretoka, tudi če so filtri umazani ali so paralelni. (Saunus, 2005)



Slika 6: Primer visokozmogljive pretočne črpalke

Vir: (Saunus , 2005)

Določanje prostornine črpalke pri dobavni količini črpalke izhaja iz filtrirnega volumna filtra. Za notranje plavalne bazene, s približno 200 m² vodne površine, je dnevna poraba energije skozi obtočno črpalko, približno 320 kWh. (AC Schwimmbadtechnik, 2015)

Tabela 3: Dnevna poraba energije glede na velikost bazena

Fördervolumen m ³ /h	20	50	100	200	400
Motorleistung kW	3	5,5	10	17	35

Vir: (Saunus , 2005)

Pri dimenzioniranju prečnega prereza sesalnega voda je treba paziti, da se ne zmanjša dovoljena ali sprejemljiva višina sesanja ali da se ohrani zahtevana vrednost črpalke. Prevelika sesalna hitrost vode v bazenu ali previsoka upornost moči lahko povzroči rušenje volumskega pretoka ali povzroči destruktivno kavitacijo. Sesalni vod se mora enakomerno dvigovati in položiti brez zračnih blazin. Ne glede na vgradnjo morajo biti zaporni ventili nameščeni pred in za črpalkami za bazene. Če je filter delno ali popolnoma nad vodno gladino, je v sesalnem vodu potreben nepovratni ventil. (Saunus, 2005)

5.5 Toplotni izmenjevalec

Možnosti za smiselno ogrevanje bazenskih voda so različne in se precej razlikujejo, glede na investicijske in kasnejše stroške obratovanja. Pri izvedbi alternativnih možnosti rabe energije je treba pri dodatnih ukrepih, usmerjenih v projekt, upoštevati investicijske in poznejše operativne stroške.

Delovanje toplotnega izmenjevalca v bazenu izhaja iz naslednjih vrednosti:

- temperatura vode v bazenu,
- volumen vode v bazenu,
- temperatura vode za polnjenje,
- čas ogrevanja,
- hlajenje.

Temperatura vode v bazenu DIN 19643, „Direktiva o bazenih“ (Smernica KOK), VDI 2089 in „Smernice za gradnjo za medicinske kopeli“ vsebujejo podatke o temperaturi vode kot osnovo za ocenjevanje toplotnih izmenjevalcev. Za povečanje privlačnosti, zlasti v bazenih za prosti čas, je trend očitno v smeri višjih temperatur vode. (Saunus, 2005)

Čas ogrevanja je odvisen od velikosti bazena, uporabe in razpoložljive toplotne moči. Pri gibalnih in terapevtskih bazenih, s sorazmerno majhno količino vode, je priporočljiv najkrajši možni čas segrevanja, tj. približno 24 ur. Možnost kratkotrajnega ogrevanja bazenske vode zmanjšuje prekinitev poslovanja. Za manjše in srednje velike bazene pričakujemo približno 2 dni, za velike zunanje bazene pa tudi 3 do 4 dni. (Saunus, 2005)

V javnih kopališčih se običajno uporabljajo grelniki bazenske vode s tako imenovanimi grelnimi navitji, skozi katere teče ogrevalna voda primarnega kroga. Bazenska voda sekundarnega kroga teče zunaj, okoli snopa cevi za ogrevanje. To zagotavlja, da je pretočna

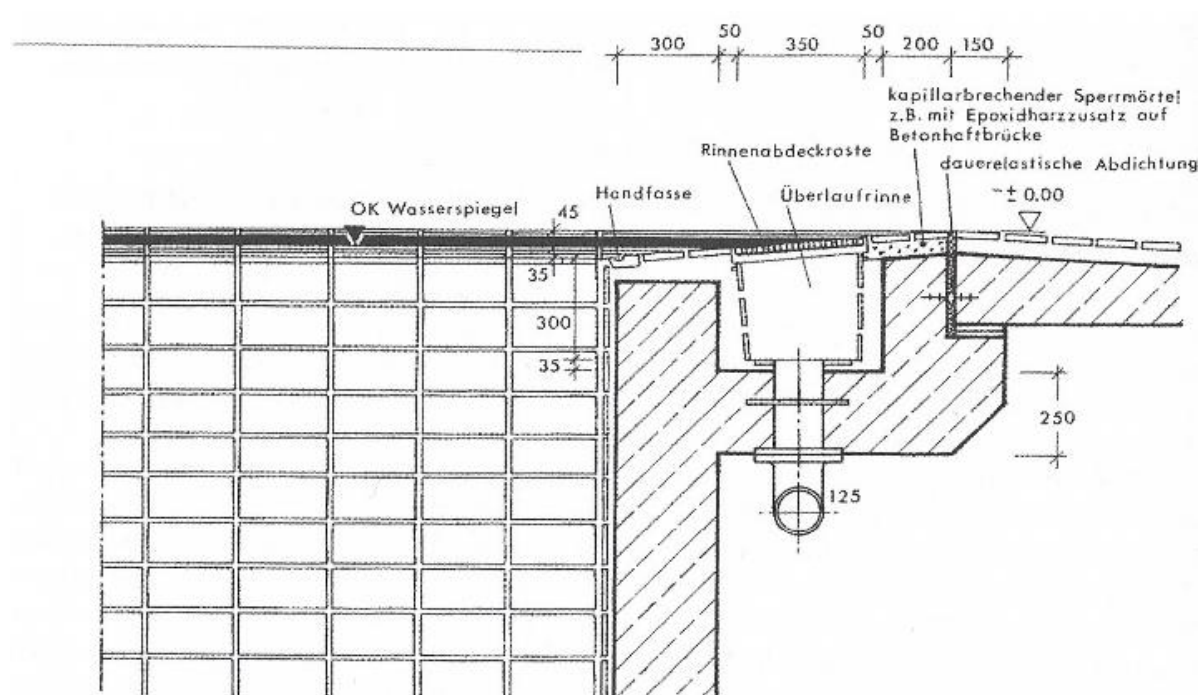
upornost pretoka vode v bazenu čim nižja, hkrati pa je toplotna izguba toplotnega izmenjevalnika zelo nizka. V zadnjih letih so bili v praksi dokazani tako imenovani ploščni toplotni izmenjevalci, zlasti pri višjih toplotnih zmogljivostih. Te toplotne izmenjevalnike, ki so jih prvotno razvili za prehrabno industrijo, odlikuje visoka toplotna moč in relativno majhne dimenzije. Pritrjene plošče z okvirjem z zunanjim tesnilnim obročem se lahko enostavno razširijo ali zmanjšajo zaradi enostavne zasnove, tudi po vgradnji. (Verlagfachschriften, 2012)

5.6 Določanje prelivnih števil in velikosti prelivnih kanalov

Dimenzioniranje prelivnih kanalov v javnih kopališčih

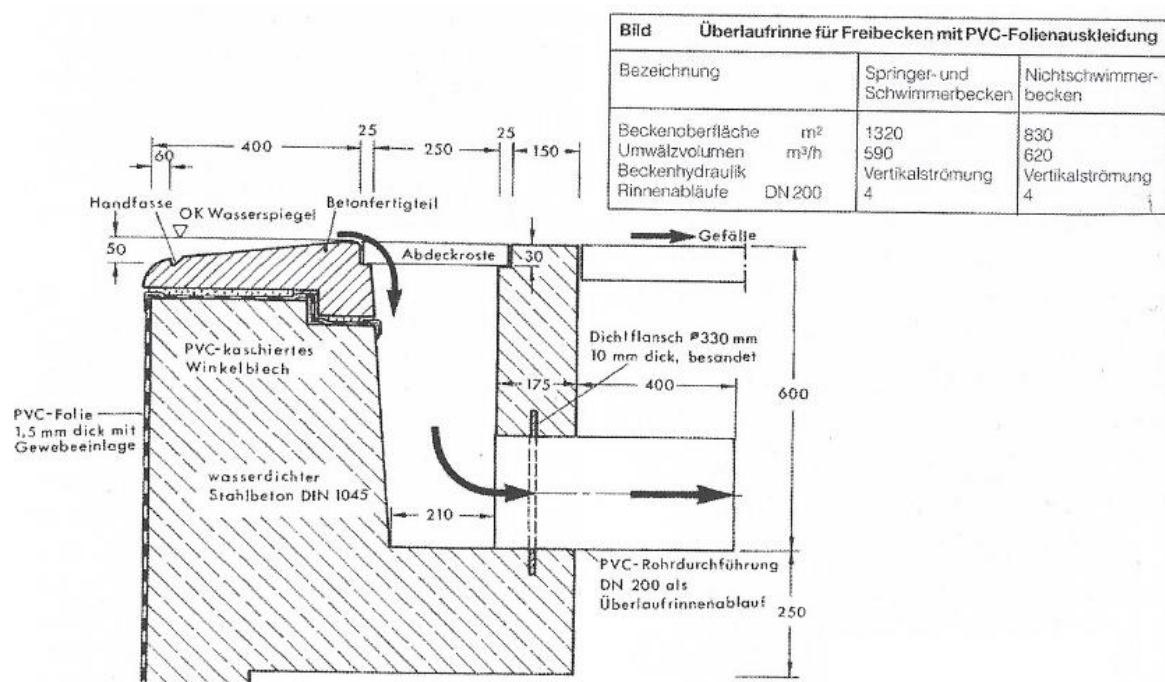
Prerez žleba ali geometrija žlebov ter število in velikost žlebov so odvisni od pričakovane izpostavljenosti vodi, ki je določena z volumskim pretokom v obtoku, iztočno vodo, valovnimi močmi uporabnikov bazena. Število in velikost žlebnih odtokov se izračunata iz neprekinjenega pretočnega volumskega pretoka vode, izpodrivanja vode in odvajanja valov. (Schöpf, 2011)

Primeri prelivnih korit



Slika 7: Presek prelivnega kanala

Vir: (Saunus 2005)



Slika 8: Dimenzije prelivnega kanala

Vir: (Saunus 2005)

Iz prelivnih kanalov iztekajoča voda iz bazena teče, z naklonom, preko zbirne linije do vodnega rezervoarja. Prostornina vode, ki jo je treba absorbirati iz posameznih odsekov, se izračuna iz drenažnega volumna kanalov. Pri dimenzioniranju odtočnega sistema je treba upoštevati, da se transportna zmogljivost cevovoda zmanjša zaradi vstopa zraka. Iz varnostnih razlogov se zato volumski pretok obtoka pomnoži za faktor 1,5. Pri notranjih bazenih je treba določiti prečni prerez cevi in gradient v skladu s shemo delnega polnjenja. Pri zunanjih bazenih je mogoče pričakovati polno polnitev zaradi ekonomičnosti. Izkušnje v praksi so pokazale, da je smiselno zbiralnike okoli bazena voditi kot zanko in jo odvajati na najvišji točki. To se lahko izvede z odzračevalno cevjo DN 100, ki je vodena preko vode v bazenu ali z dovodom žlebne cevi, ki se konča pod prelivno rešetko. Zbiralniki morajo biti nameščeni z enakomernim naklonom, pri čemer je treba, zaradi higienskih razlogov, zavreči tako imenovane propuste brez praznjenja. (Saunus, Planung von Schwimmbädern Planung, 2005)

6 SMERNICE PO DIN

6.1 Dimenzioniranje povratka in pokrovov povratka

Maksimalna dovoljena reža povratnih šob za javne površine je 8 mm.

Ker je volumski pretok teh vstopnih šob, z maksimalno dovoljeno režo 8 mm Ø, preveč majhen, se na področju javnih bazenov praviloma uporablja cevne kanale s pokrovi, ki so, kot je navedeno zgoraj, v skladu z varnostnimi predpisi za kopalnice (GUV 18.14) in DIN 19643 z ustreznimi luknjami ali režami, do maksimalno 8 mm. Poleg tega je treba upoštevati standard EU DIN 13451, del 3. Glede na to hitrost na vseh vstopih ne sme presegati 4 m/s. Poleg tega morajo površine, ki so večje od 200 mm, imeti profil, ki ne drsi in je skladen z zakonom. V primeru keramičnih oblog je smiselno uporabiti komercialno dostopne pokrove z velikostjo razrezane plošče iz nerjavečega jekla, materiala 14301 ali 14577 ali plastične pokrove. S temi velikimi pokrivnimi površinami se lahko brez kakršnihkoli težav skrijejo dimenzionalna odstopanja, ki nastanejo med vgradnjo prebojev cevi, pri čemer se ohranja razmik med režami. (Saunus, 2005)

Pretočnost cevi:

Durchsatzvolumen von Beckeneinläufen

Rohrdurchführung DN	50	65	80	100	125	150
Beckeneinlauf l/s	2,2	4,7	8,3	13,9	25,0	38,5
Beckeneinlauf m ³ /h	8	17	30	50	90	139

Slika 9: Lastnosti povratnih pretokov glede na velikost

Vir: (Saunus, 2005)

6.2 Praznjenje plavalnih bazenov

Praznjenje bazena lahko izvedemo preko filtracijskega sistema. Po drugi strani pa bazeni s horizontalnim pretokom in 100-odstotnim prelivanjem kanalov zahtevajo dodaten odtočni priključek bazena. Velikost praznjenja je odvisna od zmogljivosti obstoječega kanalnega sistema. Komercialno dosegljivi sistemi, v skladu z DIN 1986, imajo relativno nizko zmogljivost odstranjevanja vode, in sicer DN 100 = 2,0 L/s (7,2 m³/h) in tisti z lijakom DN 100 = 2,5 L/s (9 m³/h) in DN 150 = 5,017 L/s (18 m³/h). Zaradi higienskih razlogov praznjenje rezervoarja ne sme imeti neposrednega priključka na kanalizacijski sistem. (Saunus, 2005)

6.3 Prostorske zahteve za bazensko tehniko

Tehnične prostore je treba razporediti po višini, tako da imajo filtrirne obtočne črpalke prost vstop v vodni rezervoar, delovanje, popravila in zamenjava agregatov pa lahko potekajo brez zapletov (po možnosti tudi montažna gred). Zaradi razvoja toplote električnih naprav, kot so črpalke, puhala in kemični hlapi, morajo biti prostori suhi in dobro prezračeni. Drenažo je treba dimenzionirati tako veliko, da izračunana voda za izpiranje odteče v filter brez povratnega toka. Zmanjšanje prostornine vode, za namen izpiranja filtra, ni dovoljeno pod zahtevano količino vode za izpiranje. Poleg tega voda za izpiranje po DIN 19605/19643 brez povratnega toka, d. h. izhajajo iz filtra s prostim naklonom. Če je absorpcijska zmogljivost komercialno dostopnih drenažnih sistemov nezadostna, je mogoče zagotoviti gred z ustrezno velikim potisnim lokom, kot tako imenovano pregrado za vonj. Če je drenaža pod lokalno stopnjo protitlaka, je v skladu z DIN 1986 ali DIN EN 12056 potreben sifon ali sistem za drenažo. (Saunus, 2005)

Pri dvigalnih sistemih za filtrirne vode so potrebni zelo visoki pretoki, pri tem pa niso pomembni investicijski in obratovalni stroški. Če nivo povratnega toka ni višji od 2 m nad tehničnim dnom, lahko vodo za izpiranje stroškovno učinkovito odstranimo iz vode, s primerno visoko ravno gredi ali sifonom, saj je višina prelivnega lijaka pri DIN filtrih običajno večja od 2 m. (Saunus, 2005)

Za vodo, ki jo dobimo med čiščenjem, zadostuje poceni potopna črpalka. Na področju kemijske obdelave vode je treba zagotoviti pipo po DIN 1988 ali DIN EN 1717, s povratnim pretokom ter drenažo. Za zaščito tehničnega prostora pred poplavami je koristno ustrezno alarmno vezje, ki istočasno izklopi vse črpalke itd. Zaradi varnostnih vidikov je treba vedno zagotoviti jasno in uporabniku prijazno ureditev naprav, ki upošteva evakuacijske poti z odpiranjem vrat navzven. (Saunus, 2005)

Tehnični prostori imajo prednost pri projektiranju stavb, saj vsebujejo najpomembnejše tehnične naprave za delovanje bazena s precejšnjim obsegom investicij, približno tretjino vseh stroškov gradnje. Gradbenik ali upravljavec takšnega sistema se mora zavedati, da ta način delovanja, ki upošteva investicijske stroške, predpostavlja tudi optimalne tehnične delovne pogoje za osebje.

Za zaprte hitre filtre z višino cilindrične lupine 2 m DIN 19643 daje naslednjo formulo za izračun višine prostora:

$H = 0,6 D + 2,90 \text{ m}$; kjer je: H = višina prostora v m, D = premer posode v m.

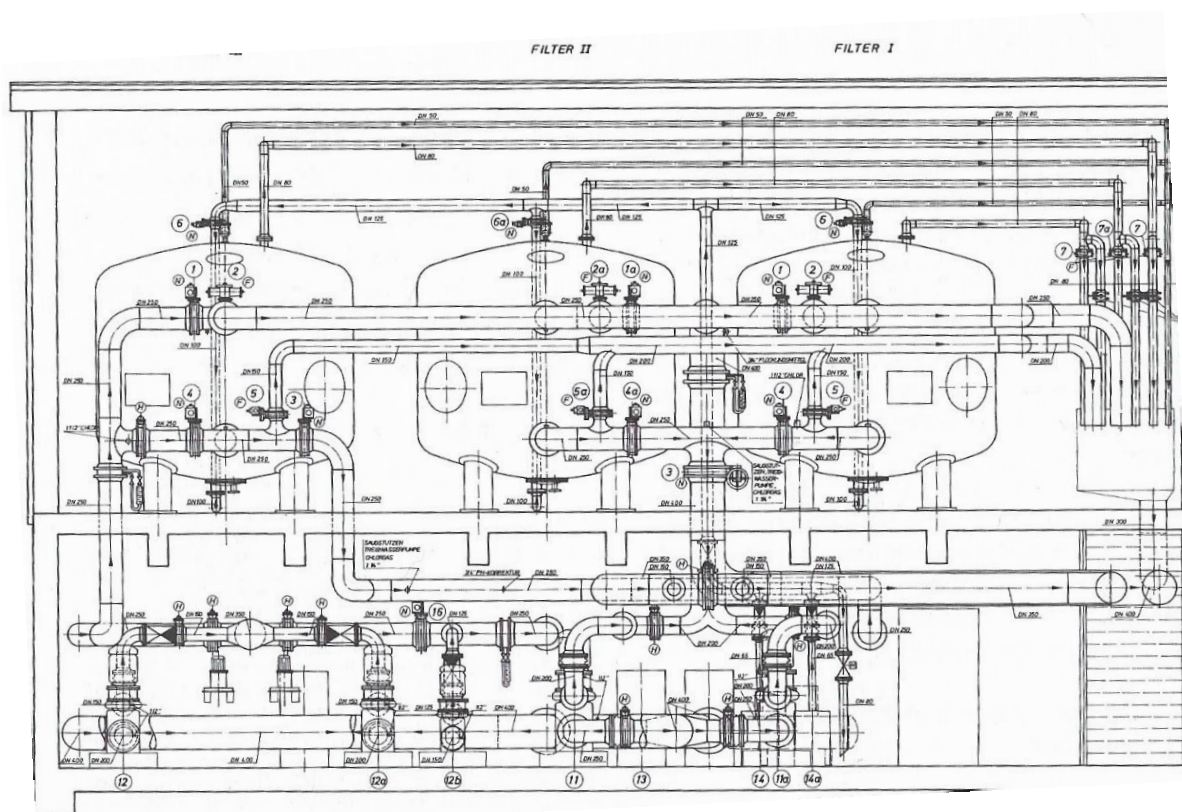
Poleg tega morajo biti jeklene posode dostopne na vseh straneh. (Saunus, 2005)

Tabela 4: Vodilne vrednosti za prostorske zahteve dvojnih filtrirnih sistemov s priborom za adsorpcijo procesne kombinacije - flokulacija - filtracija - kloriranje, $k = 0,5 \text{ L/m}^2$.

Filterleist. m^3/h	Filtergeschw. m/h	Filter $\varnothing \text{ m}$	Raumgröße ca. in m		
			Breite	Tiefe	Höhe
2 x 24	30	1,00	6,00	4,00	3,20
2 x 34	30	1,20	7,00	4,20	3,50
2 x 60	30	1,60	8,00	5,00	3,70
2 x 95	30	2,00	9,00	6,00	3,80
2 x 160	30	2,60	10,00	6,50	4,00
2 x 215	30	3,00	11,00	7,00	4,40

Vir: (Saunus , 2005)

Primer: Zgradba bazenske tehnologije z dvema stopnjama montaže; v filtrirni posodi EC 3, premera 3,20 m, obtočna zmogljivost na $385 \text{ m}^3/\text{h}$, talna površina $14,50 \times 4,50 \text{ m}$, višina približno 5,00 m, klet s cirkulacijskimi črpalkami, puhalo, sistem za stisnjen zrak in kemična obdelava vode, območje kot EC, Višina sobe je 2,95 m.



Slika 10: Primer strojnice bazenske tehnike

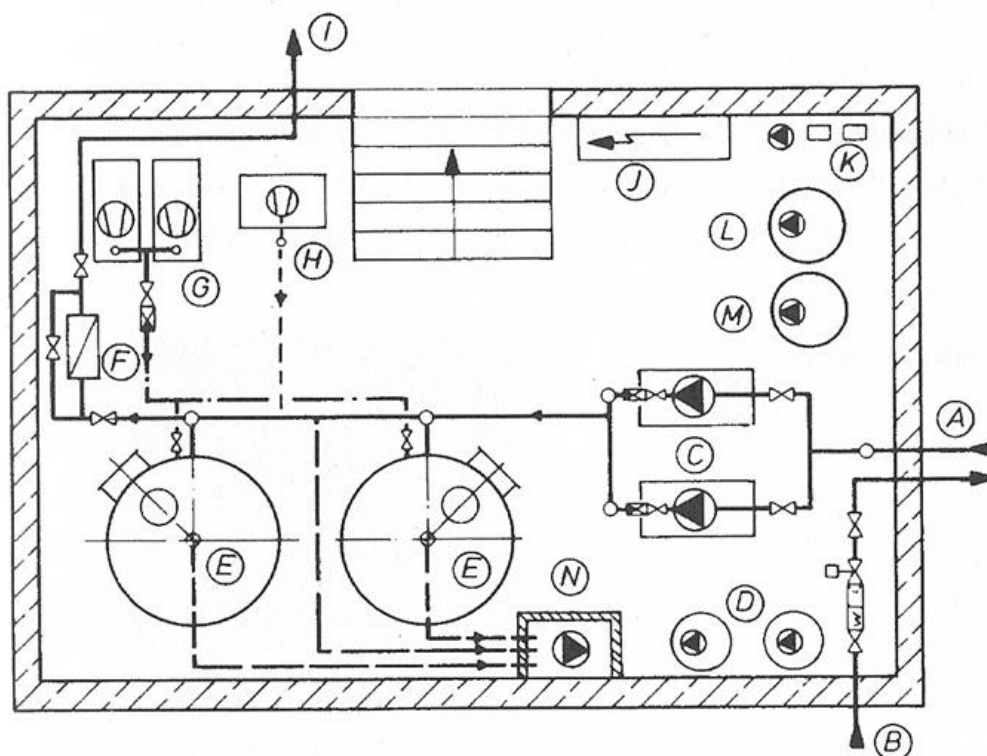
Vir: (Saunus , 2005)

6.4 Kemijska regulacija bazenske vode in klorna postaja

Predvidena je meritev in regulacija prostega klora in pH vrednosti ter meritev redox potenciala Rx in temperature bazenske vode. Vzorec bazenske vode za analizo oziroma elektrokemijsko meritev vode je vzet iz bazena, 30 cm pod vodno gladino bazena in voden gravitacijsko na vzorčnike. Regulacijo kemičnih parametrov opravi regulator, ki glede na merjeno vrednost krmili klorni motorni ventil ter pH dozirno črpalke. Kot sredstvo za dezinfekcijo se uporabi plinski klor, ki se preko injektorja ter visokotlačne črpalke, dozira v tlačni del razvoda. Delovanje dezinfekcijskega sredstva je odvisna od pravilne pH vrednosti bazenske vode, zato se vzdržuje pH vrednost v potrebnem območju. Za vzdrževanje pH faktorja se uporabi H₂SO₄ (žveplena kislina: pH-).

Skladiščenje kemikalij (H₂SO₄ žveplena kislina, flokulant polialuminijevhidroksidklorid (PAC), Na₂SO₃ natrijev tiosulfat) je locirano v pritličju poleg klorne postaje, v ustreznih posodah z lovilnimi posodami. Plinski klor, ki je predviden za dezinfekcijo bazenske vode, se dovaja iz posebnega prostora – klorne postaje. Klor se jemlje iz baterije dveh klornih jeklenk, kapacitete 50–65 kg plina. Klorna postaja v pritličju je opremljena z detektorjem klora in napravo za nevtralizacijo plinskega klora. Vzrok za nekontrolirano iztekanje plina so lahko malomarnosti, nestrokovno ravnanje ali napake v klorni postaji. Nevarnost iztekanja je zlasti na tlačni strani napeljave, to je na delu, ki vodi od jeklenk s klorom do vakumskega regulatorja. Detektor klora ob morebitnem iztekanju klora odpre elektromagnetni ventil na instalaciji razpršilnih šob tik za vrati in nasproti jeklenk ter preko injektorja na vodovodni instalaciji. V to instalacijo se dozira natrijev tiosulfat, ki nevtralizira (veže) izhajajoči klor. Detektor je povezan z alarmno napravo in signalno svetilko. Na vhodnih vratih klorne postaje morajo biti, na vrhu vrat: prezračevalna rešetka, opozorilne table ter nalepke:

- nevarnost plinov,
- obvezna zaščita dihalnih organov,
- prepovedana uporaba odprtega ognja,
- kaditi prepovedano,
- nezaposlenim vstop prepovedan,
- klorna postaja. (Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, 2011)



A	KOMPENZACIJA	H	KOMPRESOR
B	DOVOD SVEŽE VODE	I	POVRATEK VODE
C	FILTERSKA ČRPALKA	J	ELEKTRO OMARA
D	FLOKULANT	K	KONTROLNA NAPRAVA
E	FILTER	L	DOZIRKA KLORA
F	GRELEC VODE- TOPLOTNI IZM.	M	DOŽIRANJE ZA SREDSTVO ph
G	PUHALO ZRAKA	N	KANAL

Slika 11: Shema tlorisa strojnice bazena

Vir: (Saunus, 2005)

Hidravlika in pretakanje vode

Procesi v bazenu so opredeljeni kot mešanje in premikanje. Med mešanjem se čista voda, ki je bila ustrezno infiltrirana z razkužilom, zmeša z vodo iz bazena tako, da se razkužilo hitro in enakomerno porazdeli. Med premikom hidravlično določen dotok odvaja vodo iz bazena, obremenjeno s kontaminanti. Pri izbiri sistema medeničnega toka je treba upoštevati te empirične ugotovitve o hidravličnih in higienskih procesih v bazenski vodi. (Eisele, 2012)

Dotok vode v bazenu je zdaj enakomerno opredeljen v DIN. Tako je treba pri vodoravnem toku vdolbine v vsakem primeru razporediti na vzdolžne stranice školjke na polovici višine, razdalje

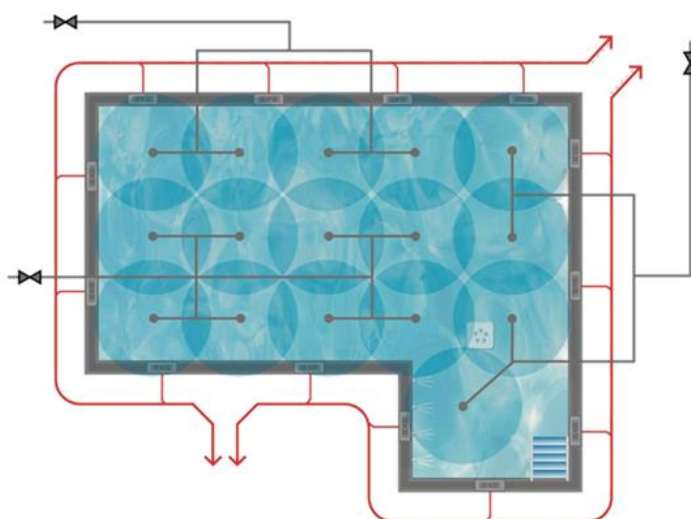
med njimi pa lahko znašajo eno tretjino širine bazena. Za Springer bazene sta potrebna dva vstopna nivoja, zaradi večje globine bazena od 3,40 m, kjer morajo biti spodnje vstopne šobe približno 50 cm nad dnom bazena. Zahteva glede minimalnega tlaka na vstopnih odprtinah pa je v nasprotju z zgornjimi dovodnimi režami očitno teoretična. Formula je:

$$p = 0,02 \times b \text{ (bar)}.$$

p – najmanjši pritisk v dovodu,

b – širina školjke bazena v m.

Pri globini vode $> 1,35$ m je predviden en dovod na dnu bazena za vsak 8 m^2 območja ali krožnega območja s premerom, približno $3,20$ m. Pri globinah $< 1,35$ m je na vsakih 6 m^2 potrebna vstopna odprtina. Pasovi v obliki traku morajo pokrivati širino $1,6$ m na vsaki strani. (Eisele, 2012)



Slika 12: Razporeditev povratnih šob

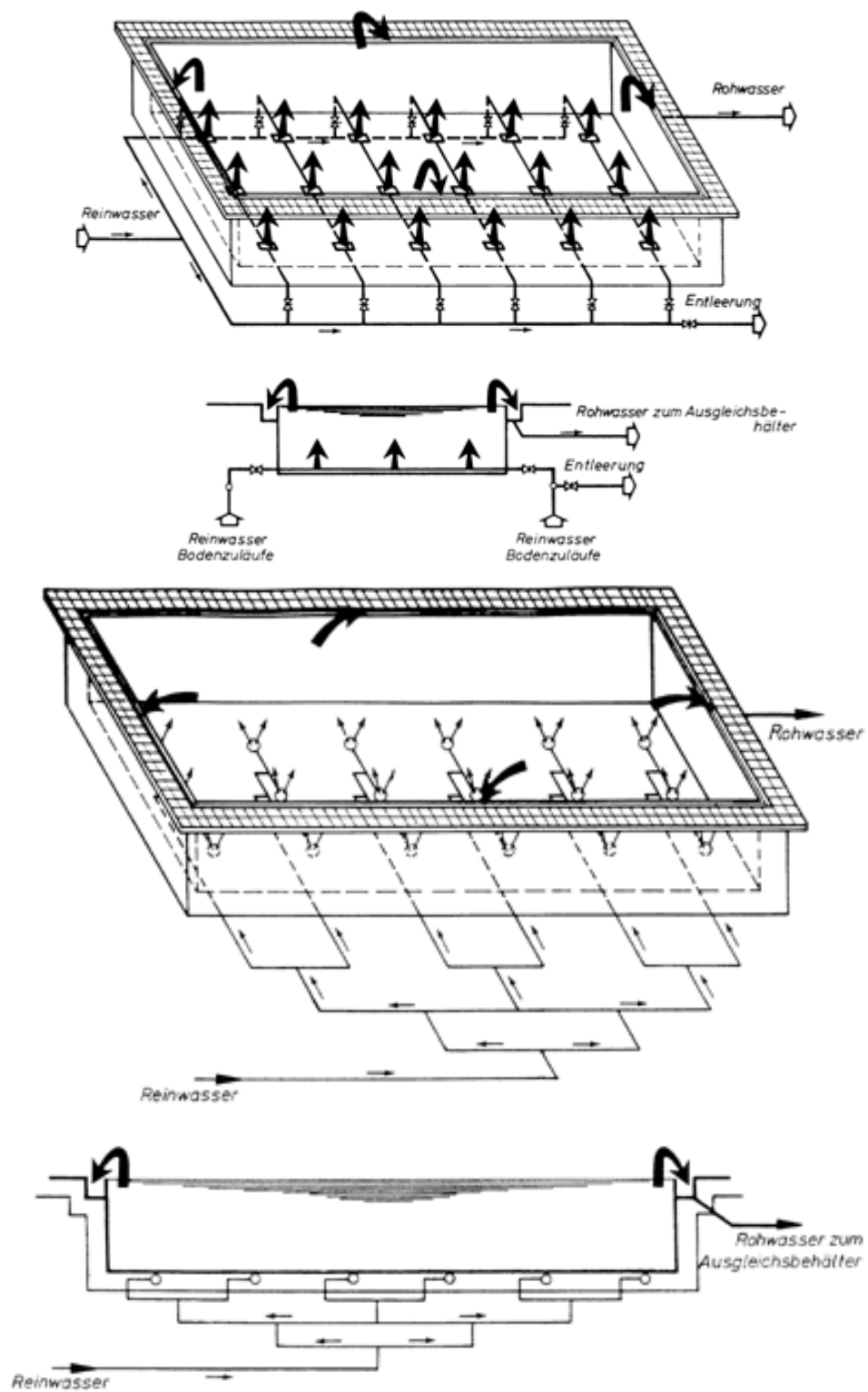
Vir: (Saunus, 2005)

Da bi dosegli najbolj enakomeren volumski pretok za odprtine za dovod vode v porečju, obstajajo različni načini vgradnje. Na primer, v primeru vodoravnega pritoka je zaželen hidravlični princip enake dolžine cevi (jelenji rogovi). (Eisele, 2012)

Tabela 6: Glavni parametri za izračun

Tip bazena	Globina vode (m)	Prostorninski pretok Q (m³/h)	čiščenje
Plavalni bazen	> 1,35 > 3,40	0,222 x A/K	Tla min. 2 x tedensko, bazeni min. 2 x v 2 tednih, praznjenje medenice in čiščenje min. enkrat na leto.
Neplavalni in vario bazeni	0,6–1,35 0,3–1,80	0,37 x A/K	
Otroški bazen	0,3–0,6 < 0,3	2 x V 0,3 x A/K	
Tobogan bazen	> 1.00 min. 4 m x 6 m	0,37 x A/K + 35 m³/h na diapozitiv, min. 60 m³/h	
Majhen bazen do 96 m²	< 1.35	0,25 x V	
Vadbeni bazen	< 1.35	0,5 x A/K	Kot prej, toda v vodnih območjih < 20 m² izpraznimo rezervoar vsaka 2 meseca.
Bazen terapija	< 1.35	1 x V	
Masažna kad < 20 m²	< 1.35	2 x V	
Vroč kopel > 20 m²	< 1.35	0,5 x A/K min. 40 m³/h	
Tu: Q = volumenski pretok v m³/h, N = nazivna obremenitev v L/h, A = vodna površina bazena v m², a = vodna površina, povezana z osebo v m², k = faktor obremenitve v L/m³, n = frekvenca osebe v L/h, za plavalce in skakalce z globino vode > 1,35 m; a = 4,5 v m², za neplavalce in vario bazene; a = 2,7 m², za manjše kotline; a = 12,0 m², za gibalne in terapevtske bazene; a = 4,0 m². Faktor obremenitve k v kombinaciji procesov je: adsorpcija + flokulacija + filtracija + kloriranje k = 0,5 v L/m³ in kombinacija metod: flokulacija Predfiltracija + + + ozoniranje Sorptionsfiltration kloriranje + k = 0,6 v L/m³.			

Vir: (Saunus, 2005)



Slika 13: Shematski prikaz povratka in prelivanja

Vir: (Saunus, 2005)

7 PRERAČUN SISTEMA

7.1 Tehnični izračun

OSNOVNI PODATKI ZA BAZEN

površina vodne gladine:	200 m ² ,
globina bazena:	1,4 do 1,8 m,
volumen vode v bazenu:	320 m ³ ,
temperatura vode v bazenu:	30 °C,
temperatura vode za dopolnjevanje:	12 °C.

7.2 Določitev pretočne količine filtrirne naprave

Ker je bazen globine 1,4 m do 1,8 m, se po DIN19643-1 pretočna količina filtrirne naprave za bazene s plavalci računa po formuli:

$$Q = 0,222 \cdot \frac{A}{k} \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

pretočna količina filtrirne naprave v [m³/h],

površina vodne gladine v [m²],

faktor specifične obremenitve bazena v [m⁻³].

$$Q = 0,222 \cdot \frac{200}{0,5} = 88,8 \left[\frac{m^3}{h} \right] = 90 \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

7.3 Določitev filtrirne naprave

Po DIN 19643-1 - April 1997 znaša maksimalna hitrost pretoka, skozi peščeni filter in za bazene napolnjene z vodovodno vodo, $v_f = 30$ m/h. Potrebna pretočna količina filtrirne naprave je po izračunu torej 90 m³/h.

Potreben premer peščenega filtra izračunamo po enačbi:

$$D_f = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_f}} [m] .$$

Q – pretočna količina filtrirne naprave v [m³/h],

v_f – hitrost filtracije v [m/s].

$$D_f = \sqrt{\frac{4 \cdot 90}{\pi \cdot 30}} = 1,95 [m]$$

Za pripravo bazenske vode je potreben en peščen filter premera 2 m. Izračunanemu premeru ustreza filter ASTRAL tip APD203, premera D = 2030 mm.

Dejansko hitrost pretoka skozi peščen filter pri fazi filtracije izračunamo po formuli:

$$v_f = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_f^2} \left[\frac{m}{h} \right] .$$

Q – pretočna količina filtrirne naprave v [m³/h].

D_f – premer peščenega filtra v [m].

$$v_f = \frac{4 \cdot 90}{\pi \cdot 2^2} = 29 \left[\frac{m}{h} \right] .$$

Maximalna dovoljena hitrost filtracije skozi peščen filter, v_f = 30 m/h, torej ni presežena.

Filtrni sistem za pripravo bazenske vode bo torej sestavljen iz peščenega filtra in dveh filtrnih črpalk. Vezava opisane opreme pa je takšna, da so možne naslednje faze obratovanja:

- filtracija z obema filtrnima črpalkama hkrati na filter,
- filtracija z eno filtrno črpalko na filter,
- pranje filtra z obema filtrnima črpalkama.

7.4 Določitev števila kopalcev

Obremenitev bazena s številom kopalcev na eno uro za bazen s plavalci, po DIN 19643-1- April 1997, izračunamo po naslednji formuli:

$$N = \frac{A \cdot n}{a} [h^{-1}].$$

N – imenski faktor obremenitve bazena s kopalci v $[h^{-1}]$,

A – površina vodne gladine za plavalce v $[m^2]$,

n – frekvenca kopalcev na uro v $[h^{-1}]$,

n – 1,0 $[h^{-1}]$,

a – površina vodne gladine na kopalca v $[m^2]$,

a = 4,5 $[m^2]$ – bazen za plavalce.

$$N = \frac{200 \cdot 1,0}{4,5} = 44,4 [h^{-1}].$$

Skupna obremenitev bazena s kopalci na eno uro je torej $N = 44 [h^{-1}]$.

7.5 Določitev potrebne količine vode za dopolnjevanje

Po DIN 19643-1- April 1997 je treba za vsakega kopalca dodati vsaj 30 L sveže vode. V izračunu upoštevamo, da bo bazen v obratovanju cca. 10 ur dnevno. Na dan torej potrebujemo minimalno količino sveže vode:

$$V_{dop} = N [h^{-1}] \cdot 30 \left[\frac{l}{kop} \right] \cdot 10 [h] = 44 [h^{-1}] \cdot 30 \left[\frac{l}{kop} \right] \cdot 10 [h] = 13200 \left[\frac{l}{dan} \right] = 13,2 \left[\frac{m^3}{dan} \right]$$

N – imenski faktor obremenitve bazena s kopalci v $[h^{-1}]$.

Iz izračuna je razvidno, da je treba dopolniti minimalno 13,2 m^3 sveže vode na dan, za zagotovitev minimalnih higienskih zahtev po sveži vodi.

7.6 Določitev časa menjave vode v bazenu

Glede na izračunano potrebno pretočno količino filtrne naprave, $Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$, in izračunan volumen vode v bazenu, $V = 320 \text{ m}^3$, se izračuna čas menjave vode po formuli:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{320}{90} [\text{h}] = 3,55 [\text{h}].$$

V – volumen vode v bazenu v $[\text{m}^3]$.

Q – pretočna količina filtrirne naprave v $[\text{m}^3/\text{h}]$.

V bazenu se torej voda zamenja v času 3 ur in 30 minut.

7.7 Določitev števila vstopov vode v bazen

Po Din 19643-1- April 1997 je potrebno pri bazenih, katerih globina je večja od 1,35 m, da en vstop sveže vode v bazen pokrije minimalno 8 m^2 površine vodne gladine.

V bazen vstopa voda preko vstopnih cevi, premera $\phi 63 \text{ mm}$, s presekom $F_c = 0,00255 \text{ m}^2$ in vstopno hitrostjo bazenske vode, $v_c = 0,5 \text{ m/s}$. Število vstopov določimo po formuli:

$$n_v = \frac{Q}{3600 \cdot F_c \cdot v_c} [\text{st.vstopov}].$$

Q – pretočna količina filtrirne naprave v $[\text{m}^3/\text{h}]$,

F_c – presek odprtine cevi v $[\text{m}^2]$,

v_c – hitrost vode v cevovodu v $[\text{m/s}]$,

n_v – število vstopov vode v bazen v [vstopov].

$$n_v = \frac{90}{3600 \cdot 0,00255 \cdot 0,5} = 19,607 [\text{st.vstopov}].$$

Po izračunu je potrebno 20 vstopov vode v bazen s cevjo $\phi 63 \text{ mm}$.

Dejanska vstopna hitrost je:

$$v_v = \frac{Q}{3600 \cdot F_c \cdot n_v} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v_v = \frac{90}{3600 \cdot 0,00255 \cdot 20} = 0,49 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Dejanska hitrost vstopa vode v bazen, s cevjo $\varnothing 63$, je torej manjša od 0,5 m/s.

7.8 Določitev števila prelivov

Po Din 19643-1- April 1997 določimo količino vode, ki jo morajo sprejeti prelivni cevovodi, po formuli:

$$Q_{prel} = Q_P + Q_V + Q_W \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Q_{prel} – količina vode preko prelivnega žlebu v $[m^3/h]$,

Q_P – pretočna količina filtrirne naprave v $[m^3/h]$,

Q_V – količina iztisnjene vode iz bazena zaradi kopalcev v $[m^3/h]$,

Q_W – količina prelivne vode zaradi valovanja in pljuskanja v $[m^3/h]$.

$$Q_{prel} = 90 + 3,33 + 7,5 = 100,83 = 101 \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Pretočna količina filtrirne naprave $Q_P = Q = 55 m^3/h$.

Količina iztisnjene vode iz bazena zaradi kopalcev se izračuna po formuli:

$$Q_v = 0.075 \cdot \frac{A}{a} \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Q_V – količina iztisnjene vode iz bazena zaradi kopalcev v $[m^3/h]$,

A – površina vodne gladine za plavalce v $[m^2]$,

a – površina vodne gladine na kopalca v $[m^2]$.

$a = 4,5 [m^2]$ – bazen za plavalce.

$$Q_v = 0.075 \cdot \frac{200}{4,5} = 3,33 \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Količina prelivne vode zaradi valovanja ali pljuskanja se izračuna po formuli:

$$Q_w = 0,052 \cdot A \cdot 10^{-0,144 \left[\frac{Q}{l} \right]} \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Q_w – količina prelivne vode zaradi valovanja in pljuskanja v $[m^3/h]$,

A – površina vodne gladine bazena v $[m^2]$,

Q – pretočna količina filtrirne naprave v $[m^3/h]$,

l – dolžina prelivnega kanala v $[m]$.

$$Q_w = 0,052 \cdot 200 \cdot 10^{-0,144 \left[\frac{25}{31} \right]} = 7,5 \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Določitev potrebnega števila prelivov ob predpostavki, da se voda preliva skozi prelivni kanal, z luknjo fi 85 mm in presekom $F_c = 0,00567 \text{ m}^2$ ter s prelivno hitrostjo vode $v_p = 0,5 \text{ m/s}$. Število prelivov določimo po formuli:

$$n_p = \frac{Q_{prel}}{3600 \cdot F_c \cdot v_p} [\text{st. prelivov}].$$

Q_{prel} – količina vode preko prelivnega žlebu v $[m^3/h]$,

F_c – presek odprtine cevi v $[m^2]$,

v_c – hitrost vode v cevovodu v $[m/s]$,

n_p – število prelivnih cevi v [prelivov],

$$n_p = \frac{101}{3600 \cdot 0,00311 \cdot 0,5} = 18,042 [\text{st. prelivov}].$$

Po izračunu je potrebno 18 prelivov bazena, preko prelivnega kamna z luknjo, fi 63 mm. Zaradi enakomernosti prelivanja izberemo 20 prelivnih odprtin. Dejanska hitrost prelivanja bazenske vode znaša:

$$v_p = \frac{Q_{prel}}{3600 \cdot F_c \cdot n_p} \left[\frac{m}{s} \right].$$

$$v_p = \frac{101}{3600 \cdot 0,00311 \cdot 20} = 0,45 \left[\frac{m}{s} \right].$$

Dejanska hitrost prelivanja bazenske vode znaša 0,45 m/s in je manjša od 0,5 m/s.

7.9 Določitev velikosti kompenzacijskega bazena

Po DIN 19643-1- April 1997 izračunamo velikost kompenzacijskega bazena po formuli:

$$V_k = V_V + V_W + V_R [m^3].$$

V_K – potrebna velikost kompenzacijskega bazena v $[m^3]$,

V_V – količina iztisnjene vode zaradi kopalcev v $[m^3]$,

V_W – količina prelivane vode zaradi valovanja in pljuskanja v $[m^3]$,

V_R – potrebna količina vode za pranje filtra v $[m^3]$.

$$V_k = 3,33 + 7,5 + 11,7 = 22,5 [m^3].$$

Količina iztisnjene vode iz bazena zaradi kopalcev se izračuna po formuli:

$$V_V = 0.075 \cdot \frac{A}{a} \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

V_V – količina iztisnjene vode iz bazena zaradi kopalcev v $[m^3/h]$,

A_1 – površina vodne gladine za neplavalce v $[m^2]$,

A_2 – površina vodne gladine za plavalce v $[m^2]$,

a – površina vodne gladine na kopalca v $[m^2]$.

$a = 4,5 [m^2]$ – bazen za plavalce.

$$V_V = 0.075 \cdot \frac{200}{4,5} = 3,33 \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Količina prelivane vode zaradi valovanja ali pljuskanja se izračuna po formuli:

$$V_W = 0,052 \cdot A \cdot 10^{-0,144 \left[\frac{Q}{l} \right]} \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

V_W – količina prelivane vode zaradi valovanja in pljuskanja v $[m^3/h]$,

A – površina vodne gladine bazena v $[m^2]$,

Q – pretočna količina filtrirne naprave v $[m^3/h]$,

l – dolžina prelivnega kanala v [m].

$$V_w = 0,052 \cdot 200 \cdot 10^{-0,144 \cdot \left[\frac{25}{31}\right]} = 7,46 \left[\frac{m^3}{h} \right].$$

Potrebna količina vode za pranje filtra se izračuna po formuli:

$$V_R = 6 \cdot A_f [m^3].$$

A_F – presek peščenega filtra v [m²].

$$V_R = 6 \cdot 1,95 = 11,7 [m^3].$$

Za pripravo bazenske vode s peščeno filtracijo je potreben kompenzacijski bazen z učinkovitim volumnom, min. 23 m³.

7.10 Določitev toplotnega menjalnika

Osnovni podatki, potrebni za izračun toplotnega menjalnika:

temperatura bazenske vode, t_v :	30 °C,
temperatura vodovodne vode za dopolnjevanje, t_D :	12 °C,
temperatura zraka okolice, t_z :	24 °C,
hitrost zraka v prostoru, v_z :	1,0 m/s,
predvidena relativna vlažnost v prostoru:	60 %,
volumen vode v bazenu, V_V :	320 m ³ ,
površina vodne gladine bazena, F_B :	200 m ² .

Toplota potrebna za zagon bazena – prvo gretje:

$$Q_z = m_v \cdot c_v \cdot (t_v - t_D) = 320.000 \cdot 4,2 \cdot (30 - 12)$$
$$Q_z = 2419200 [kJ]$$

m_v – volumen vode v bazenu v [L],

c_v – specifična toplota za vodo v [KJ/kg °K],

t_v – temperatura bazenske vode v [°C],

t_D – temperatura vodovodne vode za dopolnjevanje [$^{\circ}\text{C}$].

Toplota potrebna za segrevanje sveže vode za dopolnjevanje:

$$Q_D = m_D \cdot c_V \cdot (t_V - t_D) = 13200 \cdot 4,2 \cdot (30 - 12)$$

$$Q_D = 997920 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{h}} \right]$$

m_D – količina sveže vode za dopolnjevanje na uro v [L],

c_V – specifična toplota za vodo v [$\text{kJ/kg } ^{\circ}\text{K}$],

t_V – temperatura bazenske vode v [$^{\circ}\text{C}$],

t_D – temperatura vodovodne vode za dopolnjevanje [$^{\circ}\text{C}$].

Izguba toplote zaradi izparevanja:

$$Q_I = G \cdot r_{30} = 47,2 \cdot 2430,3 = 114.710 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{h}} \right].$$

G – količina izparele vode v [kJ/kg],

r_{30} – uparjalna toplota v [kJ/kg].

$$r_{30} = h'' - h' = 2556 - 125,7 = 2430,3 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right].$$

h' – h'' – specifična entalpija v [$\text{kJ/kg } ^{\circ}\text{K}$].

Količina izparele toplote:

$$G = g \cdot F_B \cdot 1,2 = 0,715 \cdot 55 \cdot 1,2 = 47,2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right].$$

g – specifična količina izparele vode v [$\text{kg/m}^2 \text{ h}$].

Faktor povečanja površine vodne gladine zaradi valovanja za cca. 20 %.

$$g = (25 + 19 \cdot v_Z) \cdot (X_{BV} - X_{ZR}) \left[\text{kg/m}^2 \text{ h} \right].$$

$$g = (25 + 19 \cdot 1,0) \cdot (0,02755 - 0,0113) = 0,715 \left[\text{kg/m}^2 \text{ h} \right].$$

x_{BV} – koeficient vlažnosti bazenske vode v [kg/kg],

x_{ZR} – koeficient vlažnosti zraka v [kg/kg].

Transmisijske izgube toplote skozi betonski zid:

$$Q_{T,S} = a_S \cdot F_S \cdot (t_V - t_S) = 3,536 \cdot 105 \cdot (30 - 10) = 7425W = 26730 \left[\frac{kJ}{h} \right].$$

a_S – toplotna prestopnost skozi stene bazena v [$W/m^2 \text{ } ^\circ K$],

F_S – površina sten bazena v [m^2],

t_V – temperatura bazenske vode v [$^\circ C$],

t_S – temperatura sten bazena v [$^\circ C$].

Transmisijske izgube toplote skozi dno bazena:

$$Q_{T,D} = a_D \cdot F_D \cdot (t_V - t_D) = 3,536 \cdot 200 \cdot (30 - 10) = 14144W = 51000 \left[\frac{kJ}{h} \right].$$

a_S – toplotna prestopnost skozi dno bazena v [$W/m^2 \text{ } ^\circ K$],

F_D – površina dna bazena v [m^2],

t_V – temperatura bazenske vode v [$^\circ C$],

t_D – temperatura dna bazena v [$^\circ C$].

Pridobljena toplota iz zraka zaradi konvekcije:

a_K – toplotna prestopnost skozi površino bazena v [$W/m^2 \text{ } ^\circ K$],

F_B – površina bazena v [m^2],

t_Z – temperatura zraka okolice bazena v [$^\circ C$],

t_V – temperatura bazenske vode v [$^\circ C$].

Skupne izgube v času obratovanja bazena:

$$Q_{skup} = Q_D + Q_I + Q_{T,S} + Q_{T,D} - Q_K = 997920 + 114.710 + 26730 + 51000 - (+17640) \\ = 1058124$$

Določitev toplotnega menjalnika glede na dobljene rezultate:

za ogrevanje bazenske vode potrebujemo sledeči toplotni menjalnik ob predpostavki, da za začetno gretje bazena porabimo 120 ur.

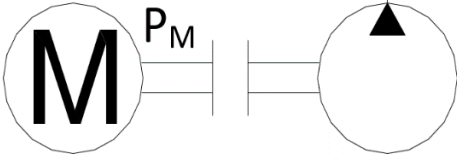
$$Q_{TM} = \frac{Q_z}{48} + Q_{skup} = \frac{24192000}{120} + 1058124 = 350[kW].$$

Za prvo gretje bazenske vode in za kritje izgub je potreben toplotni menjalnik kapacitete

$Q = 350 \text{ kW}$.

Potrebna moč motorja P_M , ki poganja črpalko (Ren, Glodež, Flašker, & Opalić, 2011)

$$P_M = \frac{p_{VV} \cdot Q_{\check{C}}}{600 \cdot \eta_{s\check{C}}}$$



- Tlak nastavitve varnostnega ventila p_{VV} [bar].
- Tok, ki ga črpalka tlači v tlačni vod $Q_{\check{C}}$ [L/min].
- Skupni izkoristek črpalke $\eta_{s\check{C}}$ [], ki lahko zavzame vrednost od 0 do 1.

$$P_m = \frac{2 \cdot 1800}{600 \cdot 1} [kW] = 6 \text{ Kw}.$$

Izračun notranjega premera cevi na tlačnem in sesalnem delu

D_n (mm) = notranji premer cevi,

Q (l/min) = pretok skozi cev,

v (m/s) = hitrost pretakanja (strujanja) po cevi (opomba: to je seveda povprečna hitrost, torej hitrost za pravokotni „hitrostni profil”, ki dejansko ne nastopa).

Izkustvena priporočila za hitrosti pretakanja (v [m/s]) po ceveh:

- povratni vodi (Q je pogosto večji od $Q_{\check{C}rp.}$) $v < 2-2,5 \text{ m/s}$.

Tlačni vod

$$D_n = \sqrt{\frac{400 \cdot Q}{6 \cdot \Pi \cdot v}} [mm] = D_n = \sqrt{\frac{400 \cdot 1500}{6 \cdot \Pi \cdot 2}} [mm] = 126.15$$

Sesalni vod

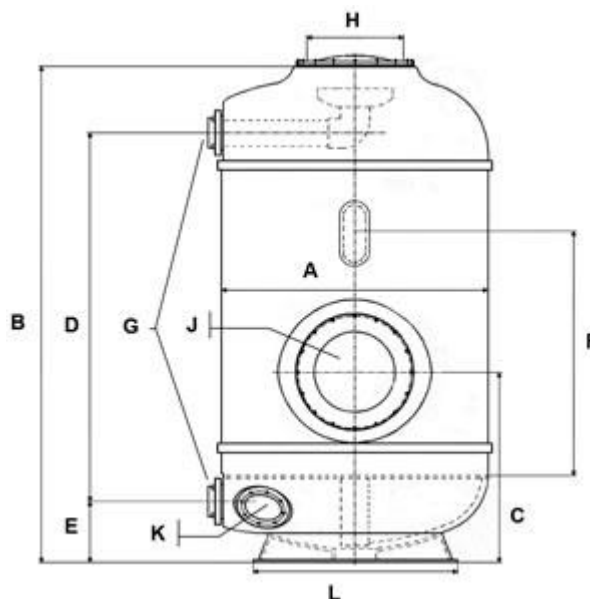
$$D_n = \sqrt{\frac{400 \cdot Q}{6 \cdot \Pi \cdot v}} [mm] = D_n = \sqrt{\frac{400 \cdot 1500}{6 \cdot \Pi \cdot 1.5}} [mm] = 145.6$$

8 IZBIRA ELEMENTOV IN NAČRTOVANJE

8.1 Izbira filtra

Za pripravo bazenske vode je potreben en peščeni filter premera 2 m. Izračunanemu premeru ustreza filter ASTRAL tip APD203 premera D = 2030 mm.

Tabela 5: Izbira filtra



	APD61-21	APD76-22	APD92-23	APD108-25	APD125-25	APD145-27	APD180-29	APD203-22
Ø innen (mm) A	610	765	920	1.080	1.250	1.450	1.800	2.030
Ø außen (mm)	635	790	945	1.120	1.295	1.470	1.840	2.090
Höhe' (mm) B	2.100	2.350	2.325	2.450	2.530	2.709	2.850	2.190
Behälter leer (kg)	72	110	150	185	220	430	650	1.230
Serviceöffnung J bis Boden (mm) C	650	716	940	890	1.020	1.038	1.108	770
Roh-/Reinwasserflansch (mm) D	1.680	1.630	1.765	1.910	1.755	2.005	1.985	1.400
Reinwasserflansch/Boden (mm) E	180	245	300	275	355	335	405	300
Höhe Schauglas vom Düsenrand (mm) F	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Ø Rohwasser (mm) G	90	110	110	140	160	160	200	225
Ø Reinwasser (mm) G	75	90	90	110	140	140	160	225
Anzahl der Düsen	24	36	54	60	80	108	190	241
Ø Serviceöffnung (mm) H	210	210	210	430	430	500	500	506
Ø Serviceöffnung (mm) J	210	210	430	430	430	500	500	440
Ø Serviceöffnung (mm) K	-	-	-	-	-	150	150	-
Ø Fuß (mm) L	440	600	600	875	875	1.110	1.110	1.500
Ø Entlüftung	1/2"	1/2"	1/2"	63 mm	63 mm	63 mm	63 mm	63 mm
Filterleistung bei 30m/h (m³/h)	8,7	13,5	19,5	27,6	36,8	49,5	76,3	94,3
Filterleistung bei 50m/h (m³/h)	14,5	22,5	32,5	46,0	61,5	82,5	127,0	157,1

Vir: https://www.schwimmbadbau24.de/mediafiles/PDF/fluidra/astralpool_katalog.pdf

8.2 Izbira črpalke

Filtrni sistem za pripravo bazenske vode bo torej sestavljen iz peščenega filtra in dveh filtrnih črpalk. Samosesalne bazenske črpalke imajo vgrajen čistilni grobi filter. Filtrska košara vsebuje 0,3 mm luknje. Črpalka je primerna za čisto ali rahlo umazano vodo, z vsebnostjo manjših delcev ali odpadne umazanije.

NMP: verzija črpalke, kjer so vsi deli v stiku z medijem iz sive litine.

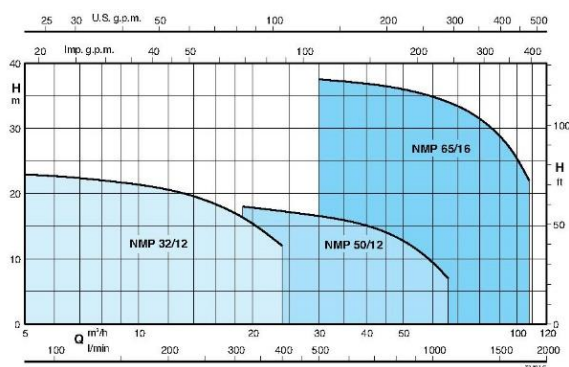
B-NMP: verzija črpalke, kjer so vsi deli v stiku z medijem iz marina brona (ob dobavi je črpalka v celoti pobarvana).

Specifikacije:

- **Pretok:** od 6,6 do 108 m³/h (110–1.800 L/min).
- **Dvižna višina:** od 3 do 37,5 m.
- **Moč:** 0,55 ÷ 11 kW.
- **Temperatura vode:** do 60 °C.
- **Temperatura okolice:** do 40 °C.
- **Maksimalni delovni tlak ohišja:** 6 b.
- **Maksimalna sesalna višina:** 7 m.
- Neprekinjeno delovanje.

Uporaba:

- za cirkulacijo vode v bazenski tehniki,
- za filtrirne sisteme.



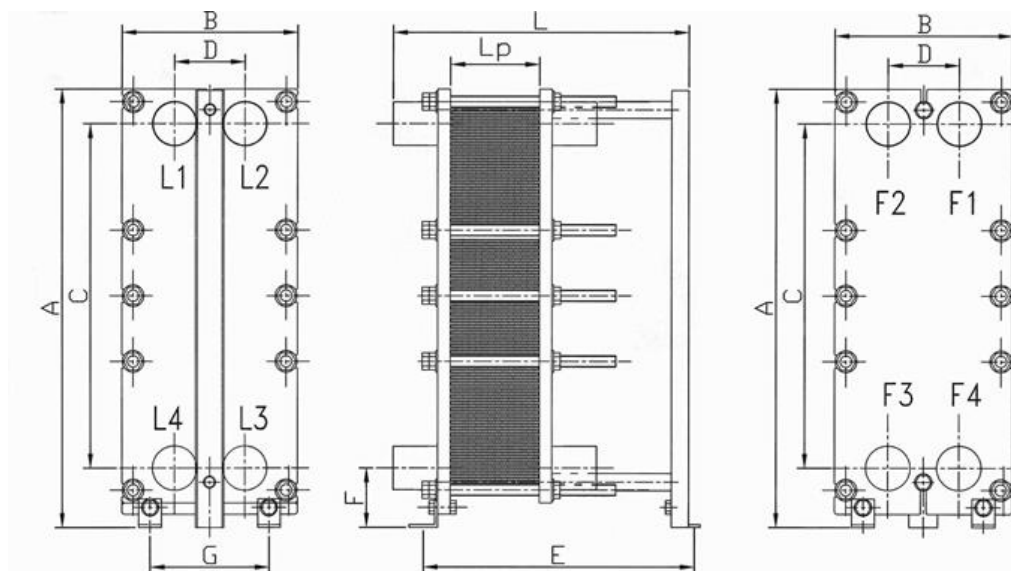
Slika 14: Tehnični podatki črpalk

Vir: (http://www.vip-tehnika.si/hisni-program/namen/bazenska-tehnika/mpc_pr104)

8.3 Izbira toplotnega izmenjevalca

Za prvo gretje je potreben izmenjevalec z zmogljivostjo 350kW. Izbral sem ploščni izmenjevalec toplote GIAFLEX. Ta vrsta ploščnih prenosnikov toplote se uporablja v industriji, kot standardna oprema za učinkovito ogrevanje, hlajenje, rekuperacijo toplote, kondenzacijo in izhlapevanje.

Zmogljivi ploščni toplotni izmenjevalci so sestavljeni iz številnih, medsebojno zatesnjenih plošč za prestop toplote, glede na konkretne zahteve. Med stisnjenimi ploščami se skozi kanale oblikuje turbulenten pretok z optimalnim samočistilnim učinkom pri najvišjem možnem prestopu toplote. Uporaba plemenitih materialov, npr. titana, titan-paladija, visoko legiranih jekel in celo ogljikovih/grafitnih jekel, omogoča, da so takšni toplotni izmenjevalci izjemno ekonomični, v primerjavi z drugimi tipi izmenjevalcev. Plošče izmenjevalca so stisnjene v okviru med pritiskne plošče s pomočjo vijaknih vreten.

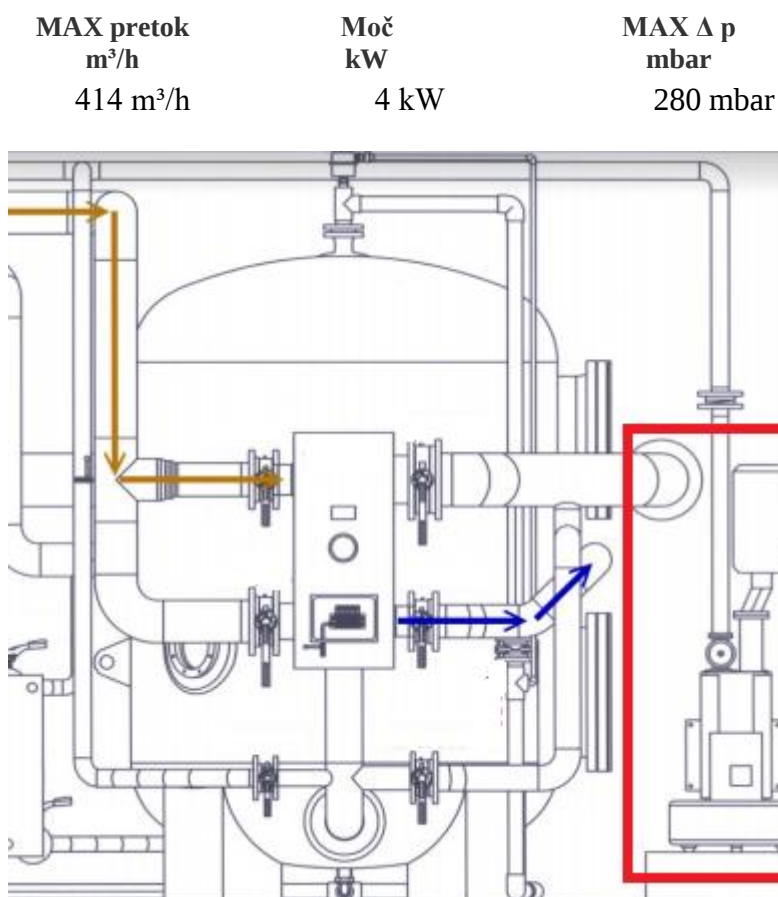


Slika 15: Toplotni izmenjevalec dimenzije

Vir: (Saunus,2005)

8.4 Izbira zračnega puhala

Turbo puhalo se v bazenski tehniki uporablja za zračno masažo v bazenu ali za premešanje filtrirnega materiala v filtru. V moji projektni nalogi je puhalo mišljeno za premešanje filtrirnega materiala. Izbral sem zračno turbino KINS. Spojeno je s PVC cevmi. V sami inštalaciji ima varnostni enosmerni ventil.



Slika 16: Turbo puhalo zraka

Vir: (Saunus, 2005)

8.5 Izbira cevi in spojnih elementov

Cevna tlačna inštalacija za kopalno vodo in cevna inštalacija filtrirnega sistema sta iz materiala PVC, za tlak 10 barov (PN 10). Prelivna cevna inštalacija pa iz materiala PVC, za tlak 6 barov (PN 6). Cevi in fazonski komadi iz PVC materiala se spajajo z lepljenjem, pri vgradnji armatur pa z veznimi pušami in prostimi prirobnicami. Vse cevi, ki potekajo v strojnici, morajo biti konzolirane na ustreznih razdaljah. Cevi je treba vgrajevati in konzolirati po navodilih proizvajalca.

PVC MATERIAL

Neplastificirana cev PVC in PVC U deluje v območju od 0 °C do 60 °C. Ta sistem ima optimalno razmerje "cena in kakovost", se uporablja za organiziranje pretokov, ne le vode, temveč tudi agresivnih medijev - kislin in alkalij. Sistem združuje zanesljivost, varnost in možnost dolgoročnega delovanja.

PVC C (CPVC)

Klorirane polivinilkloridne in PVC PVC cevi se aktivno uporabljajo v ogrevalnih sistemih, zaradi njihove termične stabilnosti. Izdelki delujejo pri temperaturi od 0 °C do 90 °C. CPV C se odlikujejo z izboljšanimi mehanskimi karakteristikami, močjo, žilavostjo in žilavostjo. PVC C se ne zažge in samozažiga v splošnih pogojih vžiga.

»FlowGuardGoldtypellAdelant« je prikazan v naslednjih kategorijah:

- PN 10 za sisteme hladne vode;
- PN 16 za hladno in vročo vodo (do 70 °C);
- PN 25 za ogrevanje in oskrbo s toplo vodo (do 95 °C).

Namestitev je mogoča na naslednji način:

- z uporabo spajkalnika,
- z uporabo lepilne tesnilne mase (npr. Tangit).

Možnost pritrditve z lepilom je znatno razširila obseg uporabe, saj ne zahteva nakupa dodatne opreme. Tesnila lahko izboljšajo kakovost namestitve, kar je še posebej pomembno za neizkušene obrtnike, ki prvič opravljajo takšno delo. Za te namene lahko uporabimo lepilno zmes Tangit tesnilo. To je priljubljen, poceni način, spoji pa so zelo trpežni.

8.6 Izbira rešetk za prelive

Izbran je PVC vgradni nosilni profil za rešetke, ki omogoča natančno izdelavo prelivnega kanala pri prelivnih bazenih. Pri rešetki, položeni na PVC profile, je videz končanega prelivnega kanala veliko lepši kot pri običajnem prelivnem kanalu. PVC profil je možno uporabiti tudi za izdelavo krivin.

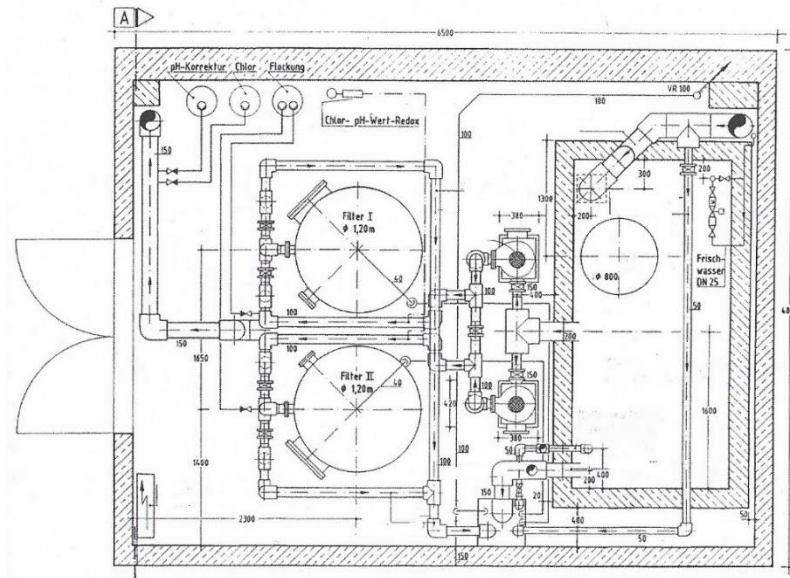
Pri "liner" bazenih (*bazeni hidroizolirani z 1,5 mm debelo PVC folijo*), ki imajo prelivni kanal zgrajen klasično iz betona in obložen s keramiko, je možno zaključiti PVC hidroizolacijo robu bazena direktno na vgrajen PVC profil.

PVC profili so izdelani tako, da omogočajo namestitev rešetk z višino 22, 24 ali 35 mm.

.

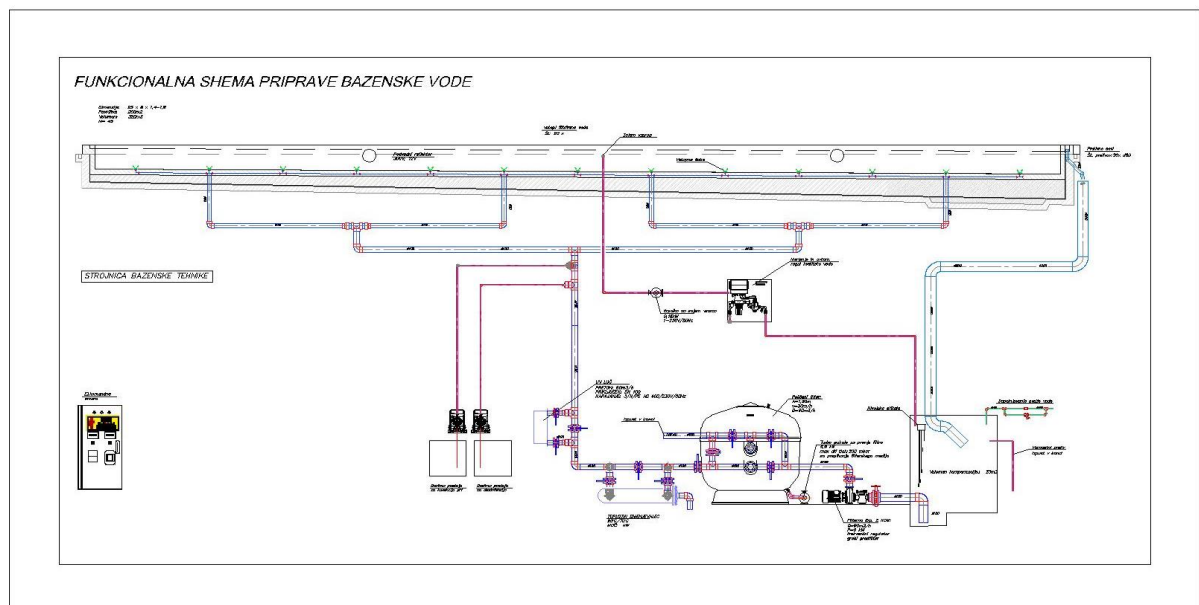
9 NAČRTOVANJE

Za načrtovanje inštalacij sem uporabljal programsko opremo podjetja Autodesk, in sicer AutoCAD MEP, datotečnega zapisa dwg in dwx, in Googlov program SKETCHUP, za enostavno prostorsko shemo. Oba programa ponujata možnost risanja v dvodimenzionalnem in tridimenzionalnem prostoru.



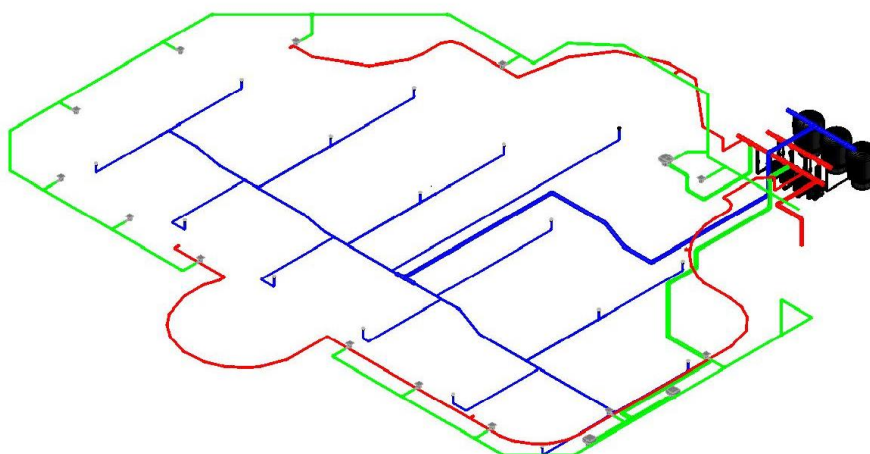
Slika 17: Idejni tlorisni načrt strojnice

Vir: (Saunus, 2005)



Slika 18: Shema priprave bazenske vode

Vir: (Štuhec, 2019)



Slika 19: 3dimenzionalni izris sistema

Vir : (<https://grabcad.com/library>)

10 TEHNIČNO POROČILO

UVOD

Načrt strojnih inštalacij in strojne opreme za pripravo kopalne vode in vodnih efektov je izdelan v skladu s smernicami predpisov DIN 19643.

Kopališki kompleks obsega:

Zunanji bazen.

FILTRIRNI SISTEM

Za filtriranje kopalne vode so v vseh bazenih uporabljeni že vgrajeni avtomatski naplavni filtri. Filter ima dve vstopni odprtini, na vrhu in na strani, kontrolno okno za kontrolo notranjosti in nivoja vode med izpiranjem filtra. Krmiljenje filtra je avtomatsko, s pomočjo sedmih pnevmatskih zapornih loput. Filtrna oprema vključuje puhalo za izpiranje filtrov, manometra na vstopu in izstopu iz filtra, avtomatski odzračno/dozračni ventil na vrhu filtra, pipici za jemanje vzorcev, sklop cevne povezave baterije s podpornimi elementi, kompresor za zračni pogon pnevmatskih armatur in elektropnevmatski razvodniki.

REGENERACIJA (PRANJE) FILTRIRNE MASE

Filtrirno maso regeneriramo minimalno dvakrat na teden (DIN 19643). Regeneracija filtrirne mase je predvidena z vodo in zrakom. Pred začetkom regeneracije je treba filter odzračiti in izpustiti vodo do zgornjega roba odvodnega lijaka. Nato dovajamo, preko posebej predvidenega nizko-tlačnega puhala, zrak, ki rahlja filtrirno maso in odplavi del nabrane onesnaženosti. Sledi protitočno pranje z vodo, z dvema filterskima črpalkama, ki odplavi pretežni del onesnaženosti. Regeneracijo zaključimo z istosmernim pranjem, z odvodom prvega filtrata. Po vsaki regeneraciji se filtrirna masa sesede in porazdeli po slojih. Postopek izpiranja je končan, ko tlačna razlika predstavlja le upor, ki nastane pri pretoku bazenske vode pri čistem filtru.

POLNJENJE BAZENOV

Prvo polnjenje bazenov se vrši z vodo iz vodovodnega omrežja preko filtrirnega sistema.

Filtrske črpalke sesajo vodo iz kompenzacijskega bazena in jo transportirajo skozi grobi filter, fini filter in preko razvodne tlačne inštalacije ter posebnih usmerjevalnih šob v bazen. Pri prvem polnjenju, preko filtrirnega sistema, se voda tudi dezinficira tako, da prihaja v bazen že pripravljena.

Bazen je poln, ko voda doseže zgornji rob prelivnega žleba in se preko njega preliva, po prelivni inštalaciji, v kompenzacijski bazen.

KOMPENZACIJSKI BAZEN

Namen kompenzacijskega bazena je sprejemanje viška prelivne vode iz bazena. Višek vode nastaja zaradi normalnega pretoka filtrirane vode, vstopa kopalcev in z valovanjem ter pljuskanjem vode v bazenu. Vso to vodo moramo kompenzirati, dokler se razmere v bazenu ne normalizirajo.

Vsak manko vode, zaradi izparevanja in iznašanja vode na telesih kopalcev, nadomestimo z avtomatskim dopolnjevanjem vode v kompenzacijski bazen.

Prelivna inštalacija vsakega bazena je od prelivnega žleba bazena do kompenzacijskega bazena izvedena pod določenim padcem, min 0,5 % (gravitacijski odtok prelivne vode).

CIRKULACIJA VODE V BAZENU

Pri obdelavi vode je v času obratovanja bazena naslednja cirkulacija:

umazana voda iz bazena odteka preko prelivnega žleba v kompenzacijski bazen. Od tod filtrska črpalka umazano vodo sesa in jo transportira skozi filtrirni sistem. Na svoji poti potuje skozi grobi filter, fini filter in filtrirana prihaja v toplotni menjalnik, kjer se dogreje do potrebne temperature. Po izstopu iz toplotnega menjalnika sprejme določeno količino klora in tako oplemenitena prihaja preko razvodne tlačne instalacije in posebnih usmerjevalnih šob v bazen.

OGREVANJE KOPALNE VODE

Ogrevanje kopalne vode je izvedeno s toplotnimi menjalniki, ki so montirani v vsako vejo za posamezen bazen v obvodnem tlačnem cevovodu. Avtomatsko uravnavanje pretoka je izvedeno na primarnem toplotnem menjalniku s pomočjo avtomatike za reguliranje trotega ventila in pretočne črpalke.

DEZINFEKCIJA KOPALNE VODE

Kot sredstvo za dezinfekcijo je uporabljen tekoči klor, ki se dozira v tlačni cevovod proti bazenu popolnoma avtomatsko, prav tako kislina za uravnavanje pH.

Vzorec bazenske vode za analizo oziroma elektrokemijsko meritev vode za prisotnost prostega klora, vrednosti pH, redox potenciala in temperaturo vode, vzamemo 25–30 cm pod vodno gladino bazena ter ga s posebno črpalko pošiljamo v armaturo za jemanje vzorcev (vzorčnik). Črpalke za jemanje vzorca se nahajajo čim bližje bazenom.

Analizatorji prostega klora z armaturami za jemanje vzorcev vode za pH in redox, so v strojnici, v kateri je nameščena oprema za pripravo kopalne vode. Kot sredstvo za dezinfekcijo je uporabljen tekoči klor, ki se dozira v tlačni cevovod proti bazenu popolnoma avtomatsko.

PREHODNI BAZEN ZA PRANJE NOG KOPALCEV

Prehodni bazen za pranje nog kopalcev je pri vstopu kopalcev iz garderobe v bazenski prostor. Dezinficirana voda za pranje nog kopalcev se na prehodne bazene dovaja preko mešalnega ventila za nastavljanje temperature, el. mag. ventila in avtomatskega klorinatora na tablete.

PRAZNJENJE BAZENOV IN ODVOD ODPADNIH BAZENSKIH VOD

Praznjenje vseh bazenov se vrši preko posebne talne rešetke v kanalizacijo. Praznjenje bazenov lahko začnemo šele takrat, ko vsebnost prostega klora v vodi pade pod zakonsko določeno mejno vrednost za izpust v kanalizacijo.

CEVNA INŠTALACIJA

Cevna instalacija za bazensko vodo je iz PVC-U za spajanje z lepljenjem, natikanjem in s prirobnimi spoji za NP10. Cevni razvod na izhodu iz toplotnega izmenjevalca in puhala iz PVC-C za NP16. Tlačne in sesalne cevi se položijo s padcem, ki omogoča praznjenje. Prelivne cevi se položijo z nagibom proti kompenzacijskemu bazenu. Vse cevi, ki potekajo vidno, morajo biti konzolirane na ustreznih razdaljah. Cevi, ki prehajajo bazensko školjko in pomožna bazena (kompenzacijski bazen in rezervoar odpadnih voda) morajo biti na sredini opremljene s tesnilnim obročem. Zatesnitev cevnega prehoda skozi nosilno konstrukcijo je predmet izolaterja. Prav tako je predmet izolaterja zatesnitev zaključnih vidnih predelov vgradnih bazenskih elementov. Celotno cevno mrežo je treba preizkusiti na vodni tlak 2,0 bara pri 20 °C.

ČIŠČENJE DNA BAZENA

Odstranjevanje nečistoč z dna vseh bazenov se vrši s pomočjo posebnega bazenskega sesalca, ki se priključi na priključek v bazenu in nato s pomočjo filtrske črpalke sesa umazanijo iz tal bazena.

VODNI EFEKTI

V bazenih so vgrajeni vodni efekti, ki jih zahteva investitor.

Hidrozračna masaža:

Obtočna črpalka sesa bazensko vodo iz bazena, preko posebne sesalne rešetke in cevne instalacije do črpalke, ki vodo pošilja preko cevnega razvoda in hidro zračnih šob v bazen.

Zaradi vgrajenega ejektorskega sistema šob se preko instalacije zraka iz okolice bazena dovaja, preko zračnih šob, okoliški zrak. Pred in za črpalko je predvidena vgradnja zapornih armatur, za primer demontaže črpalke v času obratovanja bazena.

OPOMBA:

pri prezračevanju strojnice se mora predvideti zadostna količina svežega zraka v času, ko se vključi delovanje puhala za ležeče masaže.

ELEKTROINŠTALACIJE

Zaradi večjega občutka prijetnosti in videza bazenov v nočnem času je vgrajena podvodna razsvetljava z LED reflektorji moči 60W.

Vse električne inštalacije morajo biti izvedene skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi, priporočili, pravilniki in standardi, uporabljenimi v tehnični smernici TSG-N-002:2009. Uporabljeni elektroinštalacijski materiali in oprema morajo imeti ustrezne ateste oziroma certifikate po predpisanih normativih. Izvajalec je dolžan uporabljati material, ki je naveden v načrtu inštalacij. Za vsa odstopanja od načrta v materialu ali tehnični izvedbi je potrebno soglasje nadzornika in projektanta, spremembe pa je izvajalec dolžan vnesti v en izvod načrta, ki bo služil za izdelavo načrta izvedenih del.

OPIS SISTEMA IN DELOVANJA

V stikalnem bloku, ki deluje avtomatsko, so, za delovanje, vgrajeni zaščitni elementi naprav, katere napajamo iz elektro omare. Filtrska črpalka ima, poleg tokovne zaščite, še zaščito pred suhim tekom, za katere skrbijo nivo regulatorji s sondami, te pa delujejo samostojno in se izklopijo v primeru izpada ene izmed zaščit. Dozirne črpalke kemičnih sredstev za kakovost vode so krmiljene avtomatsko, pri tem pa se parametri, kot so: klor in pH vode, merijo z analizatorji. Njihove meritve bodo beležene za nadaljnjo uporabo. Dozirne črpalke imajo inštalacijski odklopnik za zaščito kabla. Njihovo delovanje je pogojeno z obratovanjem filtrske črpalke. Za dodajanje klora, v tem primeru plinski klor, se uporablja podtlačni ventil, ki deluje le, kadar je istočasno vklopljena tudi vakuumška črpalka, ki je zaščitena s tokovno zaščito. Jeklenke s klorom so v posebnem prostoru na zunanjem delu zgradbe, v katerem so prisotni še elementi s senzorjem kontaminacije s klorom v prostoru in pripadajoči elementi upravljanja sistema s plinskim klorom. Vodni efekti so krmiljeni preko programa, hkrati pa se jih da tudi ročno upravljati na razdelilni omari, s pomočjo stikal. Njihovo delovanje potrjuje signalizacijska luč na omari. Dopolnjevanje vode je povsem avtomatsko in se dopolnjuje glede na potreben nivo vode v kompenzaciji, ki je vezan na nivo regulator.

11 SKLEP

Naloga vsakega cevnega sistema bazenske tehnike je nemoteno delovanje. K temu spada načrtovanje le-tega. Cilj diplomske naloge je bil predstaviti potek delovanja bazenske tehnike pri večjem projektu in dokazati, da izbira elementov močno vpliva na samo delovanje.

V prvem delu naloge sem predstavil samo področje diplomske naloge, saj je oblika takšnih cevovodov dokaj drugačna od klasičnih. Zato sem za lažjo predstavo navedel osnovne pojme iz izbrane stroke, enostavne shematske prikaze delovanja filtracije bazenske vode in čimbolj preprosto navedel standarde ter zahteve s tega tehničnega področja.

Glavni del naloge sta preračun in izbira elementov cevnega sistema z dodatnimi enotami. Da bi bilo vse lažje razumljivo, je na začetku naloge predstavljeno in s shemami ter risbami podprto področje delovanja. Pri računskem delu sem se zgledoval po standardih, ki veljajo za to področje. K temu spadajo mehanični izračuni pretokov tekočin in moči delovnih črpalk ter dimenzioniranje premerov cevnega sistema. Tako je bil pregledan in s tehničnim preračunom dokazan vsak del sistema posebej. Z zbranimi podatki lahko oblikujemo model delovanja, ki v praksi močno olajša predstavo samega sistema.

V drugem delu naloge sem, s pomočjo programov za računalniško tehnično risanje, skiciral sistem sheme delovanja in k tlorisnemu načrtu objekta dodal še načrt talnega razvoda tlačnega dela cevnega sistema. S pomočjo tehničnega preračuna in programov za tehnično risanje lahko zelo detajlno določimo, kako bodo dela potekala še pred začetkom izvajanja le-teh. Tako izvajalci različnih del na objektu prilagodijo vse vrste inštalacij objekta že v fazi načrtovanja in se izognejo kasnejšim nevšečnostim ter nepravilnostim. S tem zelo zmanjšamo čas, posledično stroške dela in porabo materiala ter transporta. S pomočjo načrtov in modelov je izdelana tehnična dokumentacija končnega izdelka.

Pri izbiri posameznih komponent sistema sem si pomagal s katalogi in aktualno ponudbo iz stroke, ki ponuja različne tipe posameznih delov. Izbral sem produkte priznanih proizvajalcev bazenske tehnike, ki delujejo na področju filtracije vode že vrsto let. Držal sem se klasične preverjene izvedbe s filtriranjem preko peščenega filtra in klasično dezinfekcijo vode s klorom. Kljub temu, da je takšen način izvedbe najpogostejši, pa v praksi prihaja do težav, zato se je treba takšnega projekta lotiti na strokoven način.

V nalogi je predstavljen le osnovni, najbolj enostaven primer bazenske tehnike brez modernih, dodatnih komponent. Takšen projekt lahko nadgradimo z vrsto mogočih elementov za dodatno filtracijo oz. napravami za uničevanje bakterij v vodi. Možne so izvedbe s pnevmatskimi ventili, ki so računalniško vodeni in so tehnološko bolj zahtevni.

Sklepam lahko, da je faza načrtovanja najpomembnejši del projekta, saj se z izračuni in konkretnimi risbami situacij objekta lahko olajša kasnejše delo na gradbišču. Prav tako to velja za izbiro standardnih delov sistema, saj pravilna izbira, v prvi fazi, pomeni optimalno delovanje in prihranitev stroškov. S tem sem zaključil svojo projektno nalogo. Da je tudi pri filtraciji bazenske vode potrebnega veliko znanja in dolgoletnih izkušenj, sem dojel pri podjetju, kjer sem opravljal delo iz tega področja. Hkrati sem ugotovil, da je delo na področju tehnike in strojništva, gledano skozi oči načrtovalca in mojstra, takšnega sistema zelo zanimivo, razgibano in polno novih izzivov.

12 VIRI IN LITERATURA

AC Schwimmbadtechnik. (2015). *Filtertechnik*. Pridobljeno iz AC Schwimmbadtechnik: <https://www.ac-schwimmbadtechnik.ch/filtertechnik>

Eisele, F. (2012). Wasserpflege - Expertenwissen Wasseraufbereitung. *Pool magazin*.

Jurak, G. (2002). *Bazenska kopališča v Sloveniji*. Ljubljana: Zavod za šport Slovenije.

Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah. (2011). *Uradni list Republike Slovenije*, št. 39/11, 64/11 – popr. in 59/15. Pridobljeno iz Uradni list RS: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10360>

Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah. (2018). *Uradni list RS*, št. 59/15, 86/15 – popr. in 52/18. Pridobljeno iz Uradni list RS: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2018-01-2648/pravilnik-o-spremembah-in-dopolnitvah-pravilnika-o-minimalnih-higienskih-zahtevah-ki-jih-morajo-izpolnjevati-kopalisca-in-kopalna-voda-v-bazenih>

Remax bazeni. (2018). *Bazenska oprema*. Pridobljeno iz Remax bazeni: <https://www.remax.si/o-bazenih/skimerski-in-prelivni-bazeni/>

Ren, Z., Glodež, S., Flašker, J., & Opalić, M. (2011). *Strojni elementi*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.

Salihović, S. (2013). Idejna zasnova olimpijskega bazena Škofja Loka. *Diplomska naloga*. Ljubljana. Pridobljeno iz https://issuu.com/fadiploma/docs/samir_salihovi___diploma

Saunus, C. (1998). Die neue Schwimmbad-Norm im Fadenkreuz der Praxis. *IKZ-HAUSTECHNIK*, 35.

Saunus, C. (2005). *Planung von Schwimmbädern Planung*. Duvenstedt: Krammer.

Schöpf, H. (Februar 2011). *Schwimmbecken mit Überlaufrinne*. Pridobljeno iz Fluidra: https://www.fluidra.at/wp-content/uploads/sites/61/2018/03/20061_62_63_65_68_71_81_83_84_85_88_91...20102...20107-modul-rinnensystem.pdf

Slovenski inštitut za standardizacijo. (2015). *Slovenski standard SIST DIN 19643:2*. Pridobljeno iz KAV - Kakovost vode: <http://ecommerce.sist.si/catalog/project.aspx?id=fd0d1c95-2ac0-479a-aae9-f9cd7626eb26>

Titro bazeni. (2017). *Splošno o javnih bazenih*. Pridobljeno iz Titro bazeni: <https://www.titro.si/javni-bazeni/splosno-o-javnih-bazenih>

Verlagfachschriften. (2012). Schwimmbäder. *Schwimmbad+Sauna*.