

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Velešník Jméno: Martin Osobní číslo: 438444

Zadávací katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Posouzení recirkulačního systému bazénu.

Název diplomové práce anglicky: Assessment of a pool recirculation system

Pokyny pro vypracování:

Rešerše literatury k dané tématice. Hydraulické charakteristiky bazénu. Vyhodnocení systému. Závěry a doporučení

Seznam doporučené literatury:

Kolář V., a kol.: Hydraulika. Praha: SNTL, 1983,

Sklenář J.: Balneotechnika II. Praha: ČVUT, 1992, ISBN 80-01-008006-1

Melichar J., Úvod do čerpací techniky. Praha: ČVUT, 2012, ISBN 9788001050569

Šťastný B. Stavba a provoz bazénů, Praha: ABF, 2006

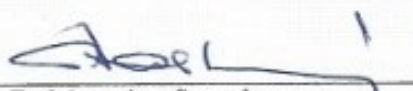
ČSN EN ISO 14414

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 22.09.2020

Termín odevzdání diplomové práce: 03.01.2021

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

  
Podpis vedoucího práce

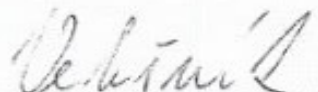
  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

1.10.2020

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství



**Diplomová práce**

Posouzení recirkulačního systému bazénu  
(Assessment of the pool recirculation system)

Vypracoval

Bc. Martin Vetešník

Vedoucí práce

doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze 3. 1. 2021

.....  
Martin Vetešník

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Bohumilu Šťastnému, Ph.D. za trpělivost, čas a cenné rady, kterými mě provázel v průběhu vypracování mé závěrečné práce.

Také bych chtěl poděkovat Mgr. Milanu Schweigstillovi, místostarostovi města Mělník, za zapůjčení projektové dokumentace rekonstrukce Plaveckého bazénu Mělník a správci bazénu Ing. Antonínu Davidovi za umožnění přístupu do strojovny a za poskytnutí užitečných informací.

V neposlední řadě děkuji všem, co mě po dobu studií podporovali a zejména své rodině.



## **Abstrakt**

**Vypracoval:** Bc. Martin Vetešník

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.

Diplomová práce obsahuje posouzení stávající a nově navrhované bazénové technologie vybraného cirkulačního okruhu. Pro posouzení jednotlivých prvků bazénové technologie je v první části práce zpracován obecný popis a postup navrhování každé technologické části. Postup návrhu jednotlivých technologických částí je výsledkem rešerše příslušné literatury, zákonů, vyhlášek, vládních nařízení a technických norem. Ve druhé části je popsán vybraný bazénový provoz včetně jeho stávající technologie. V této části je také popsán projekt plánované rekonstrukce. Závěrem práce je posouzení stávající a navrhované technologie, její zhodnocení a závěrečné shrnutí.

**Klíčová slova:** plavecký bazén, návrh bazénové technologie, posouzení projektu rekonstrukce, cirkulační systém, úprava vody, příslušné zákony, technické normy, čerpadla, filtry, ohřev bazénové vody

## **Abstract**

**Author:** Martin Vetešník

**Supervisor:** doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.

The diploma thesis contains an assessment of the existing and of the newly proposed pool technology of the selected circulation loop. As for the assessment of the individual elements of the selected proposed pool technology, a general description and a design procedure of each technological part is elaborated in the first part of the thesis. The procedure of the design process of individual technological parts reflects and is the result of a search of the relevant literature, laws, decrees, government regulations and technical standards. The second part of the thesis describes the selected swimming pool operation with its existing technology. This part also describes the project of the planned reconstruction of it. The conclusion of this thesis is an assessment of the existing and of the proposed technology, its evaluation of each and the final summary itself.

**Keywords:** swimming pool, a design of a pool technology, evaluation of the project of reconstruction, circulation system, water treatment, relevant laws, technical standards, pumps, filters, pool water heating



## Obsah

Úvod do veřejných bazénů.....	8
1. Cíle práce .....	9
1.1. Definice bazénové technologie .....	9
2. Popis recirkulačního systému a postup navrhování jednotlivých částí 10	
2.1. Bazénová vana a koncové prvky .....	11
2.1.1. Navrhování bazénové vany .....	12
2.1.2. Koncové prvky a jejich návrh .....	13
2.2. Akumulační nádrže .....	16
2.2.1. Návrh Akumulační nádrže.....	17
2.2.2. Výpočet celkového objemu.....	18
2.3. Lapače vlasů.....	19
2.4. Cirkulační čerpadla .....	19
2.4.1. Ostatní čerpadla.....	21
2.4.2. Návrh cirkulačních čerpadel.....	21
2.5. Filtrace .....	24
2.5.1. Návrh filtrů .....	25
2.6. UV lampy .....	25
2.6.1. Návrh UV lampy.....	26
2.7. Ohřev .....	26
2.7.1. Návrh potřebného výkonu na ohřev .....	26
2.7.2. Návrh tepelného výměníku .....	28
2.8. Chemické hospodářství.....	28
2.8.1. Odběr vzorkové vody .....	29
2.8.2. Zařízení pro řízení kvality vody.....	30
2.8.3. Dávkování činidel.....	31



---

2.8.4.	Používaná činidla .....	32
2.9.	Trubní rozvody.....	33
2.9.1.	Návrh potrubí.....	34
3.	Legislativa návrhu bazénové technologie .....	36
3.1.	Rešerše .....	36
4.	Popis vybraného bazénového provozu .....	37
4.1.	Popis stávající technologie .....	39
4.1.1.	Čerpadla cirkulace plaveckého bazénu.....	39
4.1.2.	Filtry .....	40
4.1.3.	Ohřev .....	41
4.1.4.	UV lampa.....	41
4.1.5.	Chemické hospodářství .....	41
4.1.6.	Trubní rozvody.....	43
4.1.7.	Umístění trysek a vypouštění .....	44
4.1.8.	Stručné zhodnocení stávající technologie .....	45
4.2.	Seznámení s projektem rekonstrukce bazénové technologie .....	46
4.2.1.	Základní data navrhovaných okruhů.....	46
5.	Posouzení návrhu vybraného cirkulačního okruhu.....	51
5.1.	Zhodnocení projektu z legislativního pohledu.....	51
5.2.	Posouzení volby materiálu a rozměrů bazénu .....	52
5.3.	Posouzení návrhu koncových prvků.....	53
5.4.	Posouzení návrhu akumulární jímky .....	55
5.5.	Posouzení návrhu cirkulačních čerpadel .....	56
5.6.	Posouzení návrhu filtru.....	60
5.7.	Návrh ohřevu .....	60
5.8.	Posouzení kompozičního uspořádání strojovny .....	61

---



---

5.9. Porovnání stávající technologie s návrhy řešení.....	61
6. Závěry .....	63
6.1. Výsledky posouzení stávající technologie cirkulačního okruhu plaveckého bazénu na stávající technologii.....	63
6.2. Zjištění na projektu rekonstrukce .....	64
6.3. Doporučení.....	65
Seznam zákonů, vyhlášek a nařízení, které souvisí s navrhováním, výstavbou a užíváním bazénů.....	66
Seznam technických norem.....	73
Citovaná literatura a zdroje informací .....	75
Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	77
Seznam rovnic .....	79
Seznam použitých značek, veličin a jednotek.....	80
Grafické přílohy – vizualizace projektu rekonstrukce.....	81
Grafické přílohy – výřez výkresu technologie .....	82
Grafické přílohy – další fotodokumentace .....	83



## Úvod do veřejných bazénů

Veřejné bazénové provozy jsou část občanské vybavenosti měst, která určuje kulturní úroveň města. V civilizovaných částech světa jsou veřejné bazény standardem každého významnějšího města. Problémem se ovšem stávají velké náklady na provoz bazénu a díky tomu je třeba při budování a rekonstrukcích stávajících bazénů nutno zohlednit finanční možnosti města a jeho obyvatel.

Jsou samozřejmě i veřejné provozy, které nemusí být součástí města. Na příklad velké zábavní parky s velkým množstvím bazénů a atrakcí. Ty se většinou situují mimo města poblíž významné dopravní tepny v dojezdové vzdálenosti velkých měst. Nebo také rekreační bazény, které se snaží nalákat hlavně na klidnou relaxaci daleko od civilizace. U rekonstrukce bazénu je poloha nové stavby jistá, ale při výběru nového místa pro veřejný bazén je nutné zvážit faktory jako dostupnost, poptávku, konkurenci, proveditelnost a v neposlední řadě návrat investice.

Investice je velmi důležitý faktor a je třeba zdůraznit, že se nejedná jen o počáteční množství peněz potřebných pro výstavbu nebo rekonstrukci, ale i o budoucích nákladech spojených s provozem. Provozní náklady mohou být často po dobu životnosti větší než náklady na realizaci stavby bazénu. Proto je třeba dobře plánovat a pracovat s finančními prostředky investora do nového bazénu či rekonstrukce.

Jedním ze základních faktorů při volbě bazénu je jeho účel. Základní rozdělení bazénů podle účelu je na plavecké a koupelové bazény. Toto dělení je i legislativně popsáno a každý účel má odlišné nároky na technologii. Pro neodbornou veřejnost se může jednat o zanedbatelné rozdíly, ale z hlediska potřebné technologie mohou znamenat velké odlišnosti ve velikosti investice. A nejen díky tomu je bazénová technologie významná položka v rozpočtu nákladů bazénu, a to jak při pořizování a instalaci, tak během celé doby životnosti bazénu. Právě proto je tato práce zaměřena na návrh bazénové technologie.



## 1. Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je posouzení návrhu bazénové technologie vybraného recirkulačního systému na krytém bazénu Mělník. Posuzovaný návrh je součástí projektu rozsáhlé rekonstrukce krytého bazénu Mělník.

Pro splnění cílů práce je dle pokynů vedoucího diplomové práce zpracován popis bazénové technologie a postupy jejího navrhování. Podle těchto postupů je stávající technologie a technologie v projektové dokumentaci posuzována.

### 1.1. Definice bazénové technologie

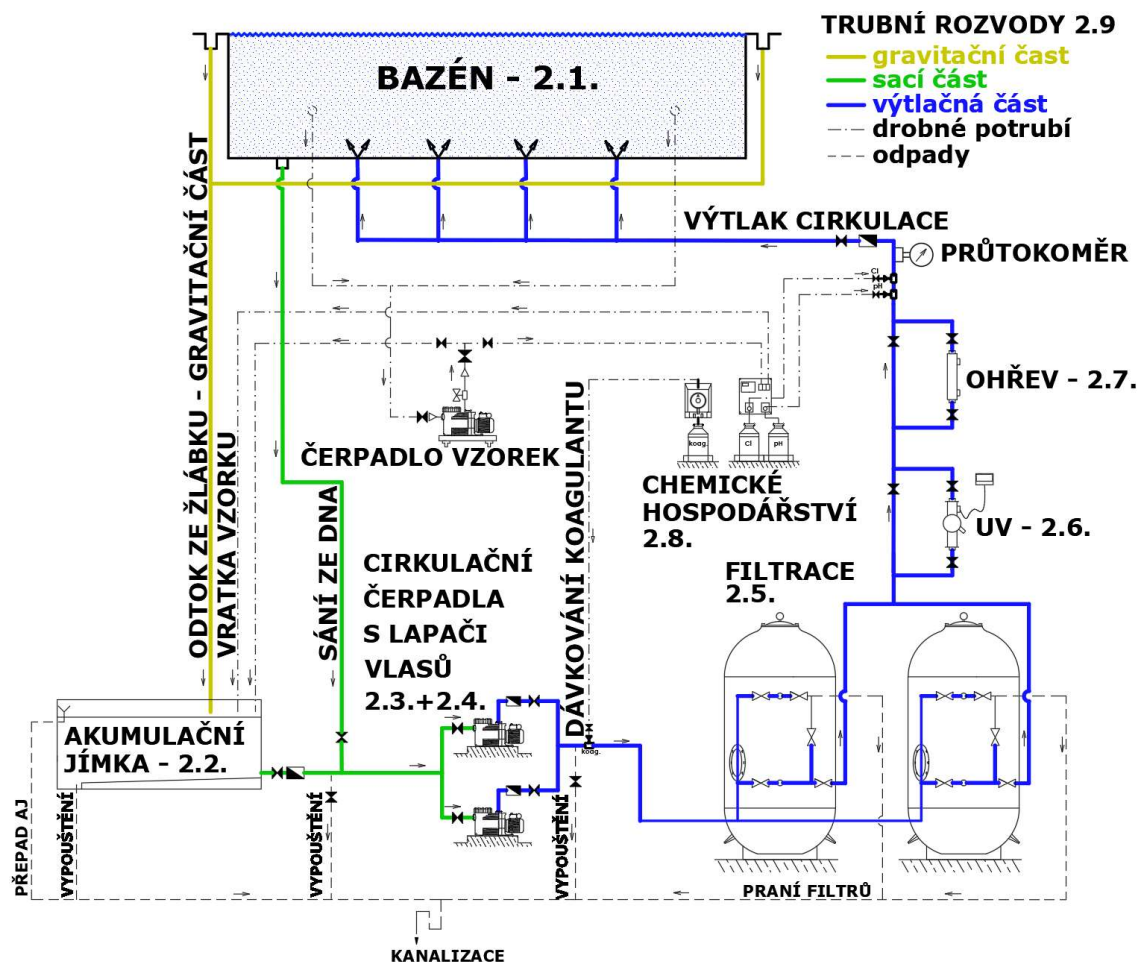
Do bazénové technologie patří technologická zařízení, která udržují bazén provozuschopný. Za provozuschopný můžeme označit bazénový provoz, který je bezpečný, zdravotně nezávadný a splňující svůj účel. Míru vyžadované bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti určují příslušné vyhlášky, zákony a normy. Dle vyhlášky ministerstva zdravotnictví č. 238/2011 Sb. (hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích hracích ploch, dále jen vyhláška č. 238/2011 Sb.) musejí veřejné bazénové provozy mít cirkulační systém výměny vody. To znamená, že je do bazénu přiváděna dnem upravená voda, která se mísí s vodou v bazénu. Přítokem upravené vody dochází k přepadání bazénové vody do přelivného žlábků. Voda ve žlábků je gravitačně odváděna do akumulací jímky. Následně je voda z akumulací jímky čerpána na úpravu a zpět do bazénu. Parametry úpravy vody se liší podle typu bazénového provozu.<sup>[1]</sup>

Jednotlivé typy bazénových provozů, dle vyhlášky č. 238/2011 Sb. jsou:<sup>[1]</sup>

- a) **plavecké bazény** – bazén s teplotou vody ke koupání 28 °C a nižší
- b) **koupecké bazény** – bazén s teplotou vody ke koupání nad 28 °C
- c) **bazén pro kojence a batolata** – bazén určený ke koupání a plavání dětí ve věku do 3 let
- d) **brouzdaliště** – nádrž s největší hloubkou vody ke koupání 40 cm

## 2. Popis recirkulačního systému a postup navrhování jednotlivých částí

Recirkulační systém se skládá z bazénové vany, na které jsou osazeny koncové prvky. Další jednotlivé části jsou seřazeny chronologicky ve směru cirkulace a jsou to akumulční nádrže, lapače vlasů, čerpadla, filtry, UV lampy a ohřevy. Podstatnou částí, která není přímo součástí cirkulace, je dávkování chemikálií a chemické hospodářství. Tuto část tvoří nádoby s chemikáliemi, dávkovací čerpadla, systém odběru vzorkové vody a stanicí pro hlídání kvality vody a řízení dávkování. Všechny zmíněné části jsou propojeny pomocí trubních rozvodů. Jednotlivé části jsou znázorněny ve schématu (Obrázek 1) a popsány v podkapitolách.



Obrázek 1. Schéma recirkulačního systému





Hlavní části cirkulačního systému jsou:

- 2.1. BAZÉN
- 2.2. AKUMULAČNÍ NÁDRŽ
- 2.3. LAPAČE VLASŮ
- 2.4. CIRKULAČNÍ ČERPADLA
- 2.5. FILTRACE
- 2.6. UV LAMPA (aktivní dezinfekce)
- 2.7. OHŘEV
- 2.8. CHEMICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ
- 2.9. TRUBNÍ ROZVODY

Navrhování jednotlivých částí je podmíněno příslušnou legislativou. Seznam souvisejících (s bazény, projekcí, navrhováním a užíváním obecně) zákonů, vyhlášek, vládních nařízení a evropských technických norem je zpracován v příloze (str. 66).

## **2.1. Bazénová vana a koncové prvky**

Bazénové vany jsou u veřejných bazénových provozů navrhovány výhradně z železobetonové konstrukce (dále mohou být nerezové, plastové, ze sklolaminátu). Železobeton je používán zejména díky tvarové variabilitě a dobrým pevnostním vlastnostem. Rozměr a tvar bazénové vany je určen podle účelu bazénu. Příkladem může být plavecký bazén 50x20 m, který má tvar obdélníku, protože je složený z osmi plaveckých drah šířky 2,5 m a délky 50.<sup>[2]</sup>

Jako povrchová úprava betonové bazénové vany se používá u veřejných bazénů keramický obklad nebo fólie z měkkého PVC. U ocelových, plastových a výjimečně betonových bazénů lze použít nátěr (na příklad na polyuretanové bázi).<sup>[3]</sup>

Všechny ostatní prvky osazené v bazénové vaně a na ochozu bazénu lze nazvat jako koncové prvky. Mezi koncové prvky patří cirkulační trysky, trysky odběru vzorku, sací trysky, dnové výpusti, přelivné žlábků, úchyty, zábradlí, podvodní osvětlení, chrliče, odrazové můstky a další.



## 2.1.1. Navrhování bazénové vany

Návrh bazénové vany lze rozdělit na části, kde se navrhují:

- Rozměry
- Materiály
- Prostupy
- Povrchové úpravy

### 1. Rozměry

Rozměry bazénu jsou určeny jeho účelem a prostorovými možnostmi bazénového provozu. Konkrétní parametry prostorového řešení bazénové vany, které bude splňovat požadavky na bezpečnost užívání, jsou popsány v normách ČSN EN 13451 a ČSN EN 15288.

### 2. Materiály

Nejčastější materiály pro konstrukci bazénové vany jsou:

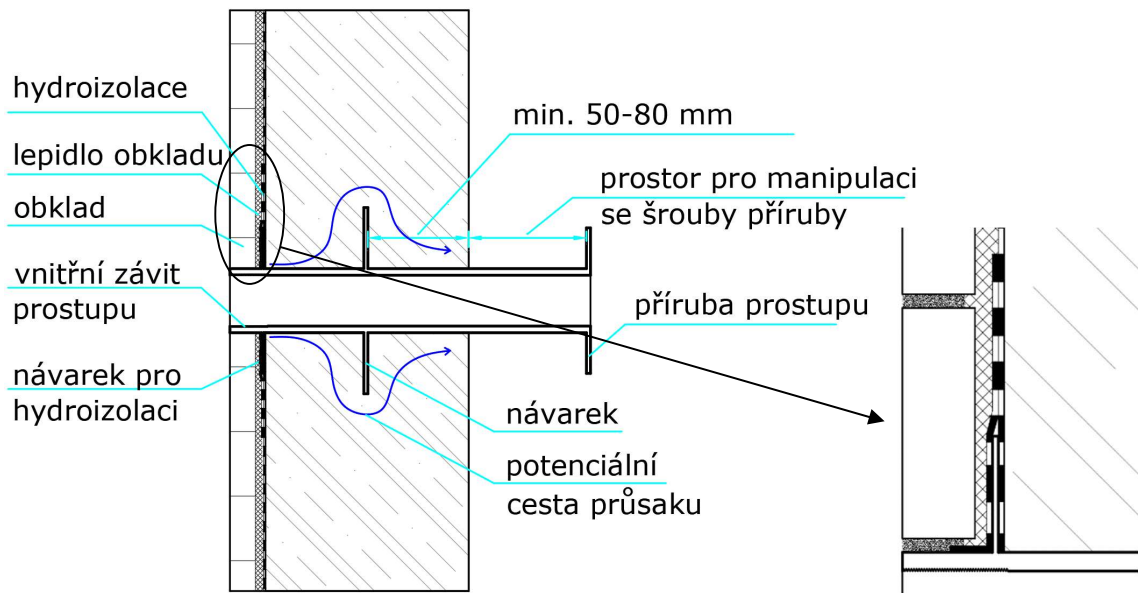
- Železobeton (monolit, prefabrikát, předpjatý beton...)
- Nerez
- Materiály na bázi plastů
- Jiné materiály nebo kombinace zmíněných

Volba materiálu je ovlivněna především plochou bazénu, hloubkou, základovými poměry, tvarem, velikostí a různými dalšími požadavky na vlastnosti výsledné konstrukce. V neposlední řadě je rozhodující cena materiálu.<sup>[3]</sup>

### 3. Prostupy

Prostupy jsou místa, ve kterých dochází k průchodu potrubí skrz stavební konstrukci bazénu. Z konstrukčního hlediska jde o velmi kritické místo, kde v nosné konstrukci vzniká nebezpečí prosakující vody. Prostupy tedy musejí být navrženy tak, aby vznikla překážka pronikající vodě. Řešením je vytvoření této překážky pomocí návarku nebo těsnícího pásku, který při kontaktu s vodou bobtná a tím dotěsní prostup.

Návarek je dělicí deska, která je neprodyšně spojena s prostupujícím potrubím. Jeho velikost a umístění se liší podle typu konstrukce a materiálu prostupujícího prvku.



Obrázek 2. Příklad nerezového prostupu pro ŽB-bazény s obkladem

#### 4. Povrchové úpravy

U betonových bazénů je vnitřní povrch bazénu opatřen nátěrem, fólií, nebo keramickým obkladem. Nerezové a plastové bazény již tvoří svým materiálem povrchovou úpravu a dle požadavků vyhlášky dochází pouze k protiskluzné úpravě povrchu v oblastech bazénu s hloubkou vody do 135 cm. Součástí povrchových úprav je i různé značení a bezpečnostní prvky. Například vyznačení dopadových zón skluzavek, nebo značení plaveckých drah pro orientaci plavců.<sup>[1]</sup>

##### 2.1.2. Koncové prvky a jejich návrh

Nejdůležitější koncové prvky jsou cirkulační trysky, sací trysky a přelivný žlábek. Dále do koncových prvků spadají atrakce, které jsou součástí bazénu (na příklad chrliče, masážní trysky, perličky, skluzavky, podvodní osvětlení...). V neposlední řadě je třeba uvést prvky pro usnadnění přístupu a různého sportovního využití. Tam můžeme zařadit žebříky, různá zábradlí, skokanské můstky, startovní bloky a další.



## Cirkulační trysky

U cirkulačních trysek je nutné vybrat bezpečný typ trysky s patřičnou atestací. Počet trysek vychází z cirkulovaného průtoku. Potřebný průtok dostaneme ze znalosti objemu bazénu a doby zdržení.<sup>[3]</sup>

$$Q = \frac{S_b \times h}{T} \rightarrow n = \frac{Q}{5} \quad (\text{č.r. 1})$$

$Q$  [m<sup>3</sup>/h] – cirkulované množství

$S_b$  [m<sup>2</sup>] – plocha bazénu

$h$  [m] – průměrná hloubka

$T$  [h] – teoretická doba zdržení

$n$  [ks] – přibližný počet trysek (s odhadovaným průtokem 5 m<sup>3</sup>/h/1 ks)

Teoretická doba zdržení je dána vyhláškou a řídí se podle typu bazénu. U Plaveckého bazénu tabulkou (Tabulka 1).

Tabulka 1. Doba zdržení plaveckých bazénů<sup>[1]</sup>

Průměrná hloubka bazénu v metrech	Doba výměny vody (zdržení vody) v hodinách	
	v krytém bazénu	v nekrytém bazénu
0,5	2,0	2,0
1,0	3,0	3,5
2,0	5,0	8,0
3,0	6,0	8,0
3,5	6,5	8,0
4,0	7,0	8,0

U koupelových bazénů se intenzita recirkulace nastavuje podle aktuální potřeby s následujícími podmínkami, že výměna nebo přefiltrování celého objemu vody se u bazénů s objemem do 5 m<sup>3</sup> včetně, provádí nejméně jednou za 15 minut, u bazénů s objemem 5-10 m<sup>3</sup> nejméně jednou za 45 minut a u bazénů s objemem vody větším než 10 m<sup>3</sup> musí přefiltrování celého objemu vody proběhnout nejméně jednou za 2 hodiny.<sup>[1]</sup>



Konečný počet a rozmístění trysek je třeba určit podle tvaru bazénu a vlastností konkrétní trysky tak, aby docházelo k co nejefektivnějšímu promísení bazénové vody s vodou upravenou.

### **Sání**

Sání vody ze dna bazénu a ostatní sací prvky se navrhují v souladu s normou ČSN EN 13451. V této normě jsou uvedeny přípustné parametry sacích objektů a také jejich správné zapojení. Nejdůležitější je navrhnout sání tak, aby byla dodržena požadovaná rychlost na trysce sání. Dále je nutné umísťovat dvě sání na jedné větvi ve vzdálenosti minimálně 2 m od sebe, z důvodu rostoucího podtlaku při zakrytí. Tomu je možné se vyhnout například podtlakovým ventilem, nebo navržením dostatečně velkého sání, aby nebylo možné ho zakrýt lidským tělem. V normě je také specifikována maximální sací rychlost, která se liší podle typu a umístění sání.<sup>[4]</sup>

Vyhláškou č. 238/2011 Sb. je také specifikován návrh odběru vzorkové vody. Místa odběrů vzorků jsou popsána v § 27 zmíněné vyhlášky.

### **Přelivný žlábek**

Dalším podstatným prvkem cirkulace, který spadá do koncových prvků, je přelivný žlábek. Přelivný žlábek slouží ke gravitačnímu odvedení přepadající vody z bazénu do akumulací jímky. Podle vyhlášky č. 238/2011 Sb. musí být u veřejných provozů zřízen přelivný žlábek, jenž musí být upraven a dimenzován tak, aby se voda nevracela zpět do bazénu. Délka přelivného žlábků musí být nejméně dvě třetiny omočeného obvodu bazénu.<sup>[2]</sup>

Přelivný žlábek se navrhuje s příčným průřezem ve tvaru lichoběžníku. Horní rošt žlábků je 200-300 mm široký. Počet a velikost odtoků ze žlábků je dán hydraulickým výpočtem.



**Maximální kapacitní průtok odtoku ze žlábků se spočte:**

$$Q = S \times \mu \times \sqrt{2 \times g \times z} \quad (\text{č.r. 2})$$

Q [m<sup>3</sup>/s] kapacitní průtok

S [m<sup>2</sup>] plocha výtokového otvoru

$\mu$  [-] součinitel 0,51

g [m/s<sup>2</sup>] gravitační zrychlení

z [m] hloubka žlábků

**Upravením rovnice č.2 lze určit požadovaný počet odtoků ze žlábků:**

$$ks = \text{zaokr. nahoru} \left\lceil \frac{Q_{\text{náv.}}}{S \times \mu \times \sqrt{2 \times g \times z}} \right\rceil \quad (\text{č.r. 3})$$

$Q_{\text{náv.}}$  [m<sup>3</sup>/s] návrhový průtok (pro vnitřní bazény 2\*cirkulační průtok)

### **Ostatní koncové prvky**

Všechny koncové prvky, které jsou instalovány ve veřejných provozech musejí splňovat zákony a zákonem určené normy o bezpečnosti (a to platné v zemi realizace bazénu). Souhrnný seznam zákonů a norem je přiložen na konci práce (strana 66 seznam zákonů a strana 73 seznam norem).

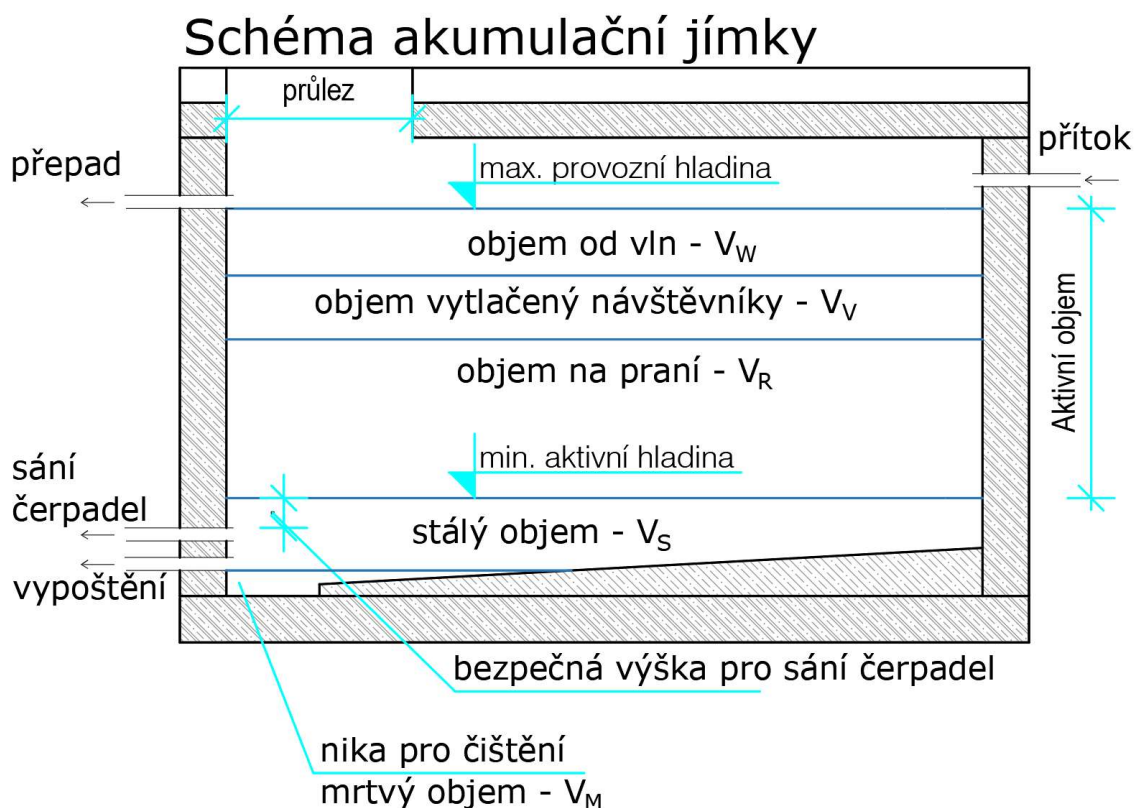
Nejdůležitější pro navrhování koncových prvků u plaveckých bazénů je norma ČSN-EN 13451, která specifikuje bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro jednotlivé prvky.

## **2.2. Akumulační nádrže**

Akumulační nádrž je v recirkulačním systému umístěna za odtok žlábků a před cirkulační čerpadla. Účel nádrže je kompenzace objemů vody vytlačené návštěvníky bazénu a zajištění dostatečné hladiny pro sání čerpadel. Další funkcí je zajištění dostatečného objemu vody pro praní filtru. V akumulační nádrži může být také systém automatického dopouštění vody.

### 2.2.1. Návrh Akumulační nádrže

Akumulační nádrže se nejčastěji vyrábějí z plastů (PVC, PE...), nebo železobetonu. Železobetonové akumulční jímky mají zpravidla vnitřní povrchovou úpravu pomocí PVC folie. V případě umístění akumulční jímky mimo objekt krytého bazénu či u nekrytých temperovaných bazénů je vhodné jímku tepelně izolovat. Akumulační jímky se z praktických důvodů dělají ve tvaru kvádrů nebo válců. Prostor v akumulční nádrži musí být odvětrán a musí být zajištěn vlez či vstup pro případné kontroly a čištění. Pro čištění a vypouštění je nutné akumulční jímku spádovat do nejnižšího bodu a v tomto bodě vytvořit niku o rozměrech přibližně 400x400 mm s hloubkou minimálně 50 mm pro sběr a vypouštění usazenin. Akumulační nádrže musejí být opatřeny bezpečnostním přepadem, který určuje maximální provozní hladinu. Minimální provozní hladinu určuje hladina, při které je bezpečné z nádrže čerpat vodu pro cirkulaci (Obrázek 3).<sup>[2]</sup>



Obrázek 3. Schématický řez akumulční jímkou



## 2.2.2. Výpočet celkového objemu

Celkový objem akumulční jímky je tvořen aktivním, stálým a mrtvým objemem.<sup>[2]</sup>

$$V_{celk} = V_A + V_S + V_M \quad (\text{č.r. 4})$$

$V_{celk}$  [m<sup>3</sup>] – celkový potřebný objem akumulční jímky

$V_A$  [m<sup>3</sup>] - aktivní objem

$V_S$  [m<sup>3</sup>] – stálý objem (minimální potřebný objem pro zajištění bezpečného chodu cirkulačních čerpadel)

$V_M$  [m<sup>3</sup>] – mrtvý objem (objem vody v nevypustitelném prostoru AJ)

**Výpočet aktivního objemu:**

$$V_A = V_R + V_V + V_W \quad (\text{č.r. 5})$$

$V_R$  [m<sup>3</sup>] - zásoba vody na praní filtrů

$V_V$  [m<sup>3</sup>] - objem vody vytlačené návštěvníky

$V_W$  [m<sup>3</sup>] – objem vody z vln

$$V_R = Q_p \times t_p \quad (\text{č.r. 6})$$

$Q_p$  [m<sup>3</sup>/h] – prací průtok (maximálně 60 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)

$t_p$  [h] – doba praní (minimálně 5 minut)

$$V_V = 0,075 \times \frac{S_b}{a} \quad (\text{č.r. 7})$$

$S_b$  [m<sup>2</sup>] – plocha vodní hladiny bazénu

$a$  [m<sup>2</sup>] – plocha hladiny na jednoho návštěvníka

$$V_W = 0,052 \times S_b \times 10^{-0,144} \times \frac{Q}{l} \quad (\text{č.r. 8})$$

$Q$  [m<sup>3</sup>/h] – cirkulované množství

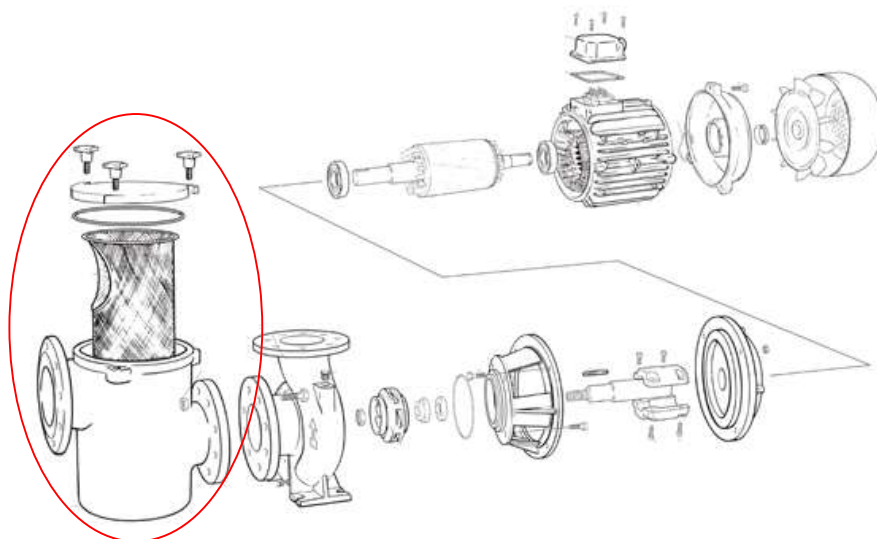
$l$  [m] – délka hrany žlábků



## 2.3. Lapače vlasů

Lapače vlasů, neboli zachycovače hrubých nečistot, je forma mechanického předčištění, která se v systému cirkulace osazuje před čerpadly (nebo je jeho součástí v monobloku). Lapače vlasů tvoří perforovaná nádoba (síto) o dané velikosti otvorů zachycující mechanické nečistoty, které mohou být ve vodě obsaženy. Účelem lapačů vlasů je zachycení částic, které by mohly poškodovat čerpadla. Lapač vlasů je tvořený válcovou nádobou s košem, kterým protéká cirkulovaná voda a jsou zde zachyceny hrubší nečistoty. Lapače vlasů vyžadují pravidelné čištění, při kterém je nutné odstavit příslušné čerpadlo.<sup>[5]</sup>

Lapače vlasů se umísťují těsně před čerpadla. Často jsou dodávány jako součást čerpadla (tvoří jeden monoblok - Obrázek 4). Parametry lapače vlasů jsou určeny předpokládaným množstvím a typem nečistot a velikostí protékajícího průtoku.<sup>[6][7]</sup>



Obrázek 4. monoblok čerpadla s lapačem vlasů a elektromotorem <sup>[7]</sup>

## 2.4. Cirkulační čerpadla

Cirkulační čerpadla zajišťují legislativou požadovanou výměnu vody v bazénu a cirkulaci vody v daném okruhu. Bez hlavních cirkulačních čerpadel by voda nemohla cirkulovat a být upravována. Parametry čerpadel musí být navrženy tak, aby čerpadla byla schopna zajistit v daných

provozních podmínkách minimální požadovaný cirkulovaný průtok s maximální efektivitou. Při návrhu čerpadel je důležitá hydraulická charakteristika ztrát celého cirkulačního systému.<sup>[5]</sup>

Pro zajištění cirkulace v systému se používají hydrodynamická odstředivá čerpadla poháněna třífázovými elektromotory. Cirkulační čerpadla jsou vyrobena z plastu a litiny, případně z nerezů nebo bronzu. Kompoziční provedení čerpadel je horizontální nebo vertikální (Obrázek 6 a Obrázek 5).

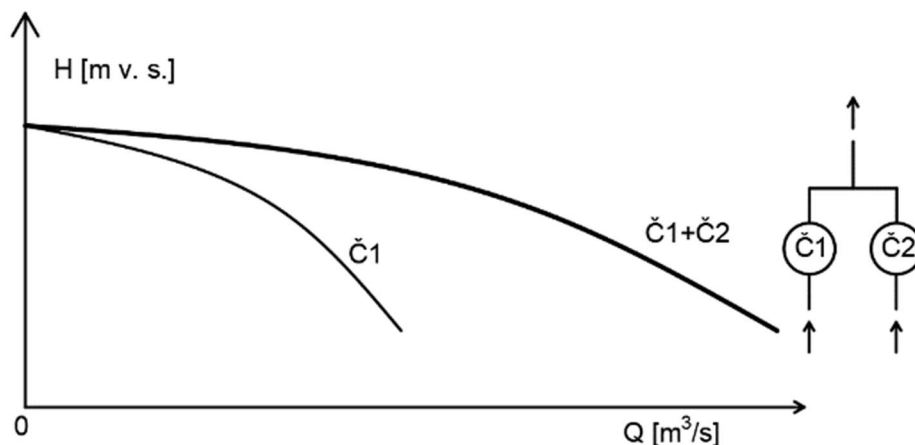


Obrázek 6. Horizontální čerpadlo<sup>[7]</sup>



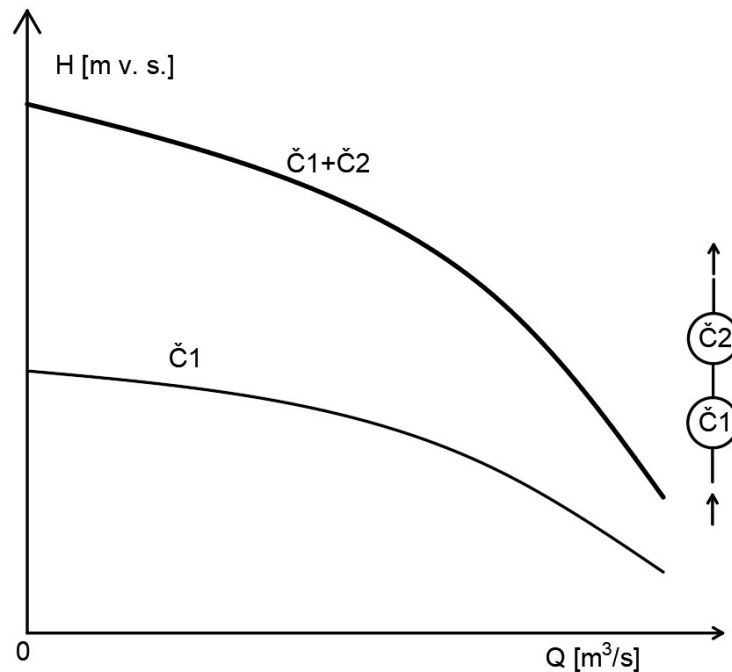
Obrázek 5. Vertikální čerpadlo<sup>[7]</sup>

Čerpadla jsou nejčastěji zapojena ve dvojici paralelně, aby při odstávce jednoho (například při čištění lapače vlasů) mohlo být druhé čerpadlo v provozu a udržovat cirkulaci. Při zapojení dvou čerpadel paralelně (vedle sebe na jedné spojené větvi) dochází ke zvýšení průtoku při stejné dopravní výšce (Obrázek 7).



Obrázek 7. graf paralelního zapojení čerpadel

Při souběhu dvou čerpadel zapojených za sebou (sériové zapojení čerpadel Obrázek 8) je docíleno vyšší dopravní výšky odpovídající přibližně součtu dopravních výšek jednotlivých čerpadel.<sup>[8]</sup>



Obrázek 8. graf sériového zapojení čerpadel

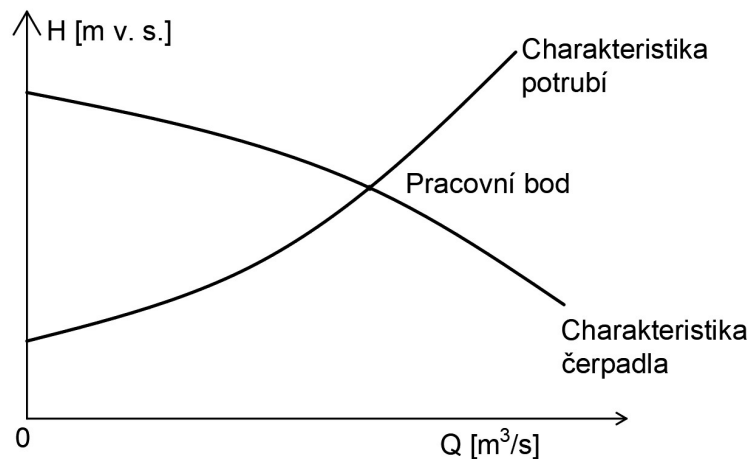
### 2.4.1. Ostatní čerpadla

Kromě cirkulačních čerpadel jsou také součástí bazénové technologie čerpadla odběru vzorku, čerpadla pro dávkování chemikálií, čerpadla různých bazénových atrakcí a posilovací čerpadla. Samostatnou kategorií, která je čerpadlům velmi blízká, jsou dmychadla. Dmychadla dostávají do vody stlačený vzduch a využívají se u vířivých van, různých atrakcích a při praní filtru pomocí vody a vzduchu.

### 2.4.2. Návrh cirkulačních čerpadel

Čerpadla se navrhují podle potřebného cirkulačního průtoku, který vychází z doby zdržení a velikosti bazénu. Pro vybrání vhodného čerpadla je třeba určení pracovního bodu, efektivity a posouzení negativní sací výšky.<sup>[5]</sup>

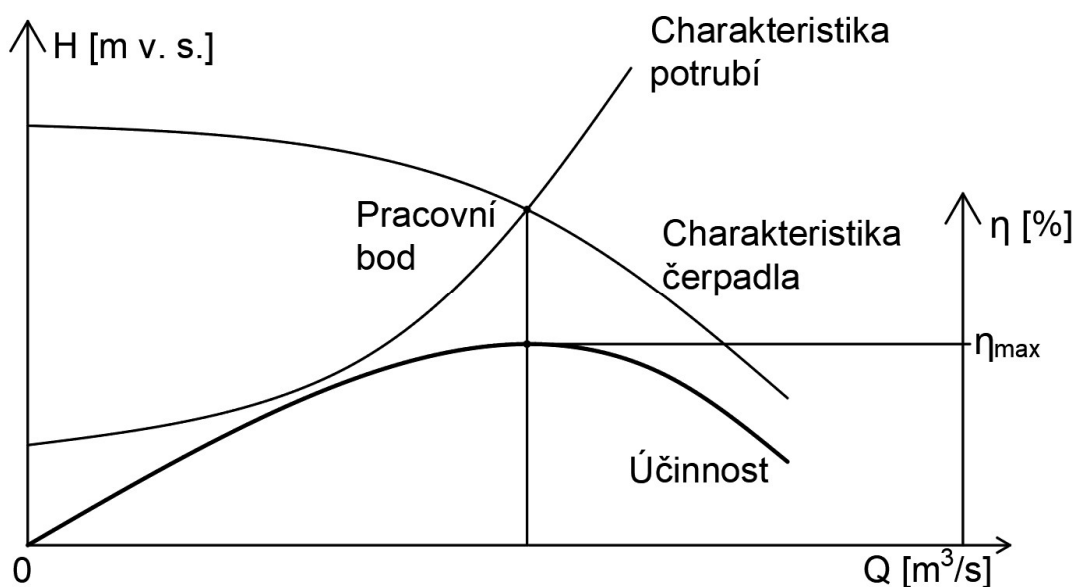
Pro určení pracovního bodu čerpadla je třeba znát charakteristiku čerpadla a charakteristiku potrubí (Obrázek 9).



Obrázek 9. graf pracovního bodu čerpadla

Charakteristika čerpadla je hladká křivka určující vztah mezi dopravní výškou a průtokem. Tuto charakteristiku poskytují výrobci čerpadel. Charakteristika potrubí je vztah mezi průtokem a velikostí hydraulické ztráty v systému. Podle velikosti a komplikovanosti trubních rozvodů bazénu se celkové ztráty v systému pohybují zpravidla mezi 5 až 20 m vodního sloupce.

Po určení pracovního bodu čerpadla následuje výběr vhodného čerpadla. Vhodné čerpadlo se určí podle jeho účinnosti pro daný pracovní bod (Obrázek 10).



Obrázek 10. graf účinnosti čerpadla



Účinnost čerpadla je poměr mezi výkonem a příkonem čerpadla.<sup>[9]</sup>

$$\eta = \frac{P_h}{P} \rightarrow P_h = \rho \times g \times Q \times H \quad (\text{č.r. 9})$$

$\eta$  [-] - účinnost

$P_h$  [kW] - hydraulický výkon čerpadla

$P$  [kW] - příkon

$\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] - hustota bazénové vody

$g$  [m/s<sup>2</sup>] - tíhové zrychlení

$Q$  [m<sup>3</sup>/s] - cirkulační průtok

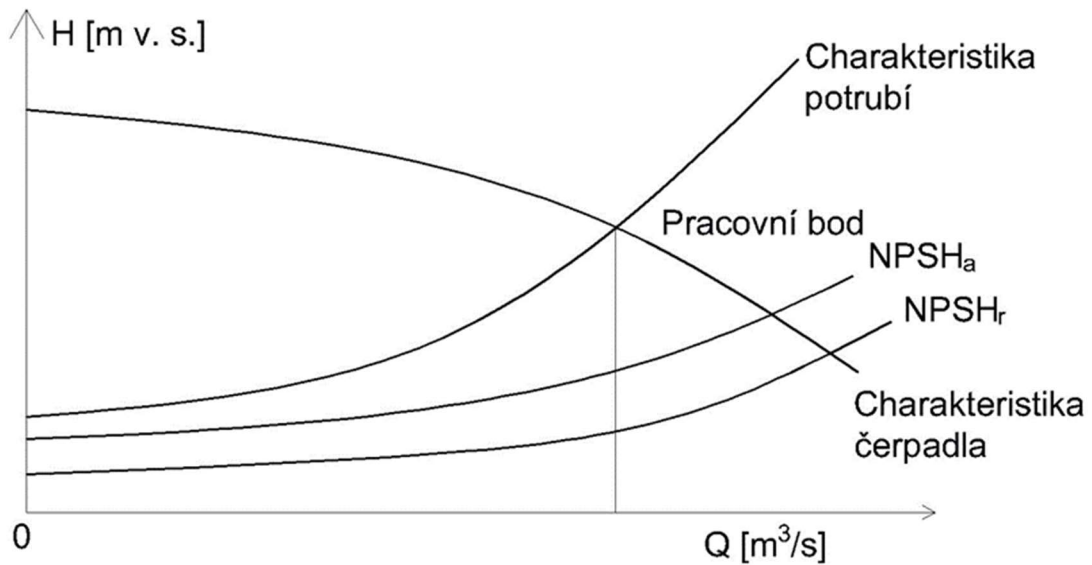
$H$  [m] - dopravní výška čerpadla

Při návrhu čerpadla by mělo být dosaženo co nejvyšší účinnosti a tím významně šetřeno na provozních nákladech.

V neposlední řadě je nutné u čerpadla posoudit negativní sací výšku. Jde o zajištění dostatečného tlaku na sání, aby nevznikala kavitace na oběžném kole čerpadla. Kavitace výrazně snižuje životnost čerpadla a jeho výkon. Hodnotu minimálního sacího tlaku na čerpadle určíme pomocí NPSH křivky čerpadla. NPSH je z anglického „net positive suction head“ a vyjadřuje minimální přípustný tlak na sání čerpadla. Posouzení NPSH se řídí nerovnicí:<sup>[10]</sup>

$$1,2 \cdot NPSH_r < NPSH_a = \frac{p_s - p_n}{\rho g} + H_y - Z \quad (\text{č.r. 10})$$

kde 1,2 je součinitel bezpečnosti,  $NPSH_r$  [m v. s.] je charakteristika udávající provoz bez poškození (požadovaná hodnota tlaku),  $NPSH_a$  [m v. s.] je charakteristika na sání čerpadla (dostupná hodnota tlaku),  $p_s$  [Pa] je absolutní tlak na hladinu v akumulární nádrži,  $p_n$  [Pa] je tlak vodních par na vstupu do čerpadla,  $H_y$  [m] je výškový rozdíl hladiny akumulární nádrže a čerpadla (v případě, že je hladina pod úrovní čerpadla, je hodnota záporná),  $Z$  [m] je hydraulická ztráta v sací potrubí.<sup>[10]</sup>

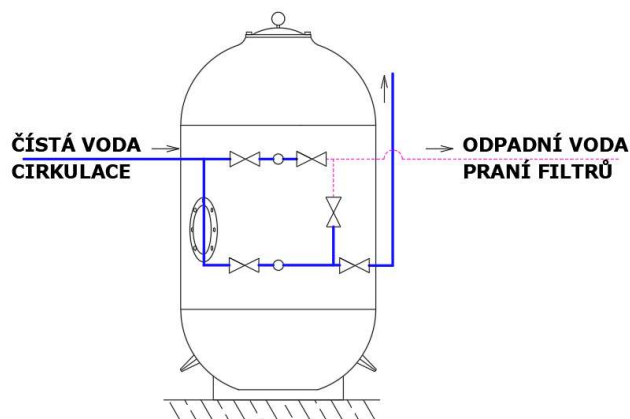


Obrázek 11. graf NPSH čerpadla

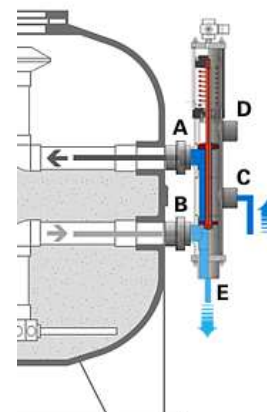
Při návržení čerpadel s frekvenčním měničem je vhodné po realizaci optimalizovat otáčky čerpadla, aby bylo dosaženo nejvyšší efektivity.

## 2.5. Filtrace

Účelem filtrace v cirkulačním okruhu je zachycení nečistot obsažených ve vodě. K filtrování dojde při průchodu vody filtračním médiem, ve kterém se nečistoty postupně usazují. Filtrační médium je při vyčerpání jeho kalové kapacity nutno vyprat. Praní filtračního média je docíleno otočením směru proudění vody skrze filtr a zvýšení prací rychlosti. Voda využitá k praní filtru musí být odváděna z okruhu do kanalizace. Pro manipulaci s filtrem se používá pěticestný ventil (Obrázek 13), nebo různé automatizované ventily (na příklad BESGO ventil Obrázek 12)



Obrázek 13. Schéma 5ti cestný ventil



Obrázek 12. Schéma BESGO ventil



Při praní filtru je spotřebováno velké množství vody. Toto množství lze snížit pomocí praní vodou v kombinaci se vzduchem. Případně je možné využívat prací vodu k rekuperaci energie a předehřívání dopouštěné vody.

Jako filtrační médium se ve filtru používá křemičitý písek, keramická drť, aktivní uhlí nebo antracit. Použitý materiál ovlivní chemické vlastnosti upravené vody, efektivitu filtru a požadovanou četnost praní.<sup>[3]</sup>

### 2.5.1. Návrh filtrů

Filtry se navrhují podle potřebné filtrační plochy, která vychází z filtrační rychlosti a cirkulačního průtoku.<sup>[3]</sup>

$$S_F = \frac{Q}{F} \quad (\text{č.r. 11})$$

$S_F$  [m<sup>2</sup>] Potřebná průtočná plocha filtrů

$Q$  [m<sup>3</sup>/hod] cirkulační průtok

$F$  [m<sup>3</sup>/hod./m<sup>2</sup>] filtrační rychlost

Filtrační rychlost je u veřejných provozů mezi 30 a 40 m<sup>3</sup>/hod./m<sup>2</sup>. Prací rychlost je maximálně 65 m<sup>3</sup>/hod./m<sup>2</sup>.

Ze znalosti plochy filtru určíme požadovaný průměr filtru a počet filtrů tak, aby celková plocha filtrů odpovídala mezím filtrační rychlosti.

## 2.6. UV lampy

Přímá dezinfekce pomocí ultrafialového záření (UV) je doplňkem k dezinfekci chlorem a patří mezi fyzikální metody dezinfekce. Účelem UV lampy je okamžité usmrcení mikroorganismů a virů, které jsou vystaveny záření (především těch imunních vůči chloru). UV záření je tedy pouze lokální okamžitá dezinfekce, která na rozdíl od chloru nepřispívá k dlouhodobému hygienickému zabezpečení bazénové vody. UV lampy se taktéž používají na snížení vázaného chloru, který musí být udržován z důvodu vyhlášky č. 238/2011 Sb. pod hodnotou 0,3 mg/l. V tomto případě se užívají kapacitně výkonné tzv. středotlaké lampy.<sup>[3]</sup>



Kombinaci dezinfekce chlorem a UV lampou, lze částečně nahradit nebo doplnit o ozonizaci, použití peroxidu vodíku nebo využití těžkých kovů.

### 2.6.1. Návrh UV lampy

UV lampy se v cirkulačním okruhu umísťují na bypass za filtraci. Pomocí uzavíracího ventilu je možné redukovat protékající množství vody skrze bypass s UV lampou. Výběr velikosti a výkonu UV lampy záleží na návrhovém průtoku. U středotlakých UV lamp musí být zajištěn výkon  $60 \text{ J/cm}^2$  pro odstranění vázaného chloru.

## 2.7. Ohřev

Míra ohřevu je dána požadovanou teplotou vody. Pro plavecké bazény je požadovaná teplota vody mezi  $26\text{--}28 \text{ }^\circ\text{C}$  a pro koupelové bazény je vyšší než  $28\text{ }^\circ\text{C}$ . Bazénovou vodu ohřívají tepelné výměníky, kde sekundérem je bazénová voda a primérem je samostatný okruh teplé vody. Primární okruh už není součástí bazénové technologie, ale částí topenářské technologie (TZB).

Zapojení ohřevu je podobně jako UV lampa na bypassu výtlačku cirkulace a průtok je regulován přivíráním uzávěru na hlavní větví. Ohřev je v cirkulačním okruhu umístěn vždy před dávkování chemikálií.

Tepelný výměník je zdroj největších hydraulických ztrát v okruhu, proto je v některých případech před výměníkem osazeno posilovací čerpadlo, které tuto ztrátu kompenzuje.

### 2.7.1. Návrh potřebného výkonu na ohřev

Pro návrh výměníku tepla je nutné znát energetické nároky na ohřev bazénové vody. Výpočet je rozdělen na výpočet prvního ohřevu, ohřevu dopouštěné vody a denní ohřev (ohřev tepla vyzářeného do okolí). Výpočet je založen na součiniteli  $1,1667 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{ }^\circ\text{K}$ , který určuje potřebnou míru energie na ohřátí  $1 \text{ m}^3$  vody o  $1 \text{ }^\circ\text{K}$  ( $^\circ\text{C}$ ) a přibližnou ztráty tepla.<sup>[2]</sup>





### První ohřev

$$P_{p.o.} = 1,1667 \times V \times \frac{T - T_{dop.}}{t} \quad (\text{č.r. 12})$$

$P_{p.o.}$  [kW] potřebný výkon na první ohřev

$V$  [m<sup>3</sup>] celkový objem vody v systému

$T$  [°C] požadovaná teplota vody

$T_{dop.}$  [°C] teplota vody po napuštění

$t$  [hod.] požadovaný čas na ohřátí vody (u plaveckých bazénů 48-72 hod.)

### Ohřev dopouštěné vody

Pro výpočet ohřevu dopouštěné vody je nutné spočítat množství dopouštěné vody.

$$V_{dop.} = V_{tab.} \times PPN \quad (\text{č.r. 13})$$

$V_{dop.}$  [m<sup>3</sup>] denní dopouštěné množství

$V_{tab.}$  [m<sup>3</sup>] tabulková hodnota určená podle typu bazénu. (0,05-0,10)

$PPN$  [-] předpokládaný počet návštěvníků

$$P_{dop.} = 1,1667 \times V_{dop.} \times \frac{T - T_{dop.}}{t} \quad (\text{č.r. 14})$$

$P_{dop.}$  [kW] denní množství energie na ohřev dopouštěné vody

$V_{dop.}$  [m<sup>3</sup>] denní dopouštěné množství vody

### Denní ohřev

Výpočet tepelné ztráty záleží na velkém množství faktorů, ale výpočet je možné si zjednodušit a odhadnout jako 2 °C za den z celého množství vody. Pak můžeme uplatnit stejný vzorec s tím, že rozdíl teplot bude 2 °C.

$$P_{den.} = 1,1667 \times V \times \frac{2}{t} \quad (\text{č.r. 15})$$

$P_{den.}$  [kW] denní množství energie na dohřátí vody

## Návrhový výkon výměníku

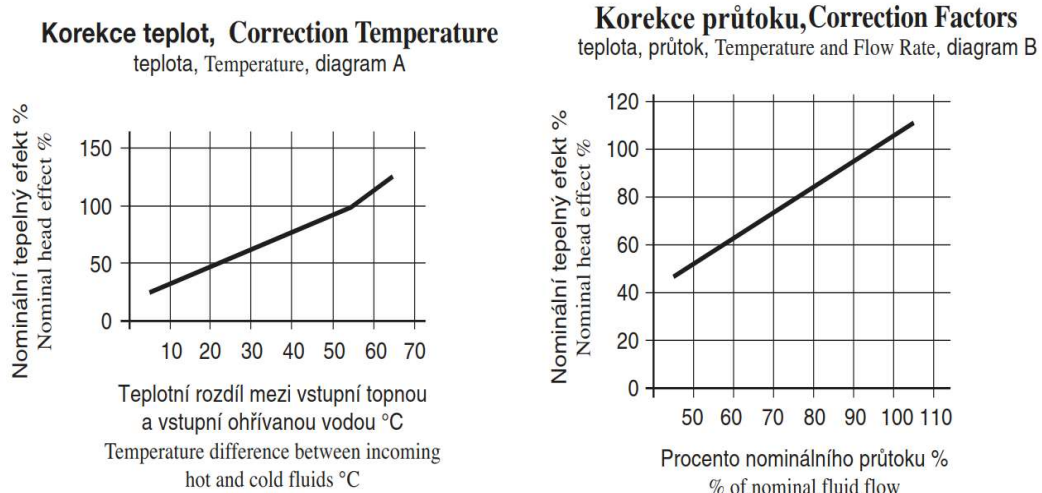
$$P = \max \{P_{p.o.}; P_{dop.} + P_{den}\} \quad (\text{č.r. 16})$$

P [kW] požadovaný výkon výměníku

### 2.7.2. Návrh tepelného výměníku

Do bazénových provozů se navrhují výměníky trubkové nebo deskové. Na výměníky se používají materiály zpravidla nerez a titan.<sup>[7]</sup>

Při navrhování je nutné zohlednit korekce teploty a průtoku podle tabulek dodávaných výrobcem.



Obrázek 14. graf korekce výkonu výměníku<sup>[7]</sup>

## 2.8. Chemické hospodářství

Chemické hospodářství začíná uskladněním chemikálií a končí jejich dávkováním. Chemikálie se skladují v chemicky odolných nádobách, ze kterých se dávkuje do cirkulačního okruhu. Dávkování zajišťují dávkovací čerpadla, která jsou řízena automatickým zařízením pro kontrolu a řízení kvality vody, nebo nastavena na určité dávkované množství. Zařízení pro kontrolu kvality vody vyhodnocuje parametry vody (popřípadě i zaznamenává) a podle toho určí míru dávkování chemikálie. Aby mohlo zařízení vyhodnotit kvalitu vody, je nutné z bazénu odebírat vzorkovou vodu.



### 2.8.1. Odběr vzorkové vody

U bazénů s délkou větší než 26 m nebo nepravidelného tvaru s plochou hladiny nad 500 m<sup>2</sup> se pro mikrobiologický rozbor odebírá samostatný vzorek na přítoku do bazénu a po samostatném vzorku ve všech 4 rozích bazénu (u nepravidelného tvaru výběr vhodných reprezentativních míst). Pro rozbor chemických ukazatelů, které se nestanovují na místě, se odebírá samostatný vzorek na přítoku do bazénu a slévaný vzorek ze všech 4 rohů bazénu. Měření ukazatelů stanovovaných na místě odběru se provádí ve vzorcích odebraných z jednoho místa, případně se tyto ukazatele stanovují sondou ponořenou přímo do bazénové vody.<sup>[1]</sup>

Pro rozbor vzorku vody z bazénů do délky 26 m nebo nepravidelného tvaru s plochou hladiny do 500 m<sup>2</sup> se odebírá samostatný vzorek na přítoku do bazénu a po jednom vzorku u obou protilehlých kratších stran bazénu. Pro rozbor chemických ukazatelů, které se nestanovují na místě, se odebírá samostatný vzorek na přítoku do bazénu a slévaný vzorek z odběru u obou protilehlých kratších stran bazénu. Měření ukazatelů stanovovaných na místě odběru se provádí ve vzorcích odebraných z jednoho místa, případně se tyto ukazatele stanovují sondou ponořenou přímo do bazénové vody.<sup>[1]</sup>

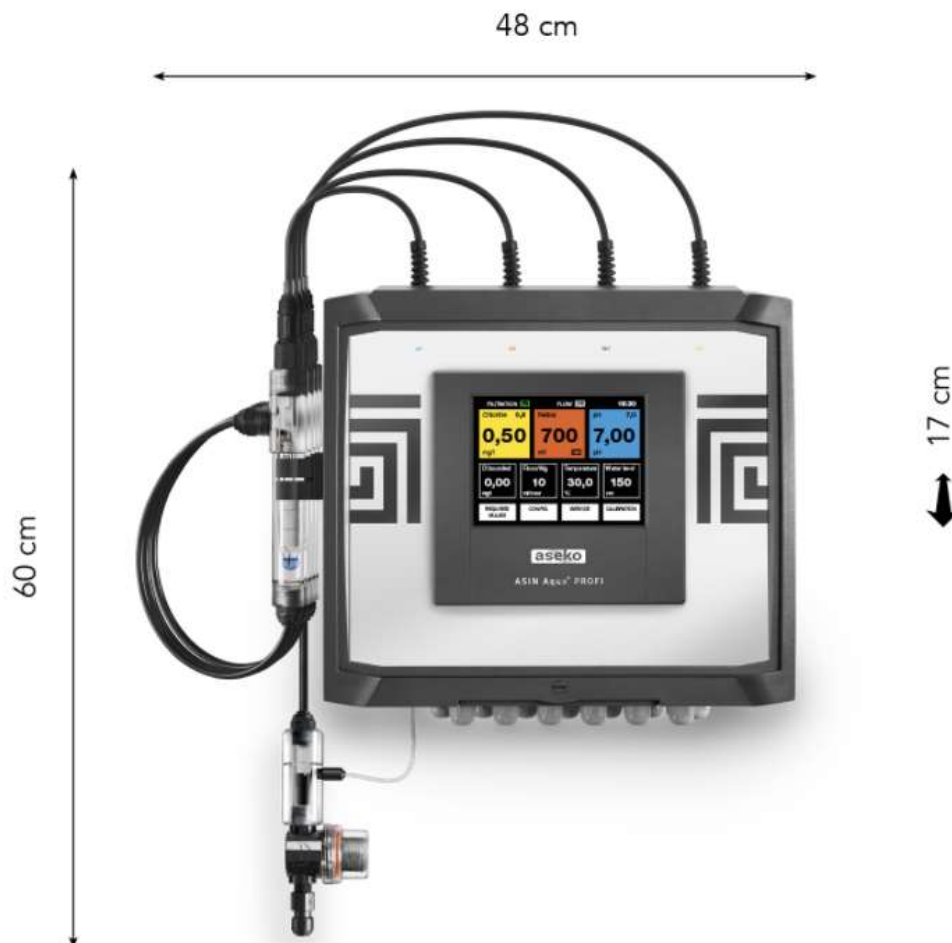
U bazénů s objemem menším než 2 m<sup>3</sup> se pro rozbor odebírá samostatný vzorek na přítoku do bazénu a jeden vzorek uprostřed bazénu.<sup>[1]</sup>

Vzorky vody z bazénu se odebírají 15 cm pod hladinou. Vzorky upravené vody se odebírají ze vzorkovacího výtokového ventilu osazeného na potrubí před jejím vstupem do bazénu.

Vzorek se odebírá přímo z bazénu a k vyhodnocovacímu zařízení se dostává gravitačně, nebo je nutné použití čerpadla pro odběr vzorku. Množství vzorkové vody je dáno potřebou vyhodnocovacího zařízení. Vzorková voda může být po vyhodnocení vypuštěna do kanalizace, nebo vrácena zpět do okruhu. Většinou se vzorek vrací do akumulární jímky.

Při odběru vzorků vody a zjišťování hodnot ukazatelů jakosti vody se postupuje podle vyhlášky 238/2011 Sb., kde je určený postup odběru vzorku podle českých technických norem ČSN EN ISO 5667-1 až 5.<sup>[1]</sup>

## 2.8.2. Zařízení pro řízení kvality vody



Obrázek 15. Zařízení pro řízení kvality vody<sup>[12]</sup>

Zařízení pro řízení kvality vody se liší podle parametrů, které měří. U veřejných bazénů jsou měřeny tyto parametry vody: pH, aktivní volný a celkový aktivní chlor, teplota a oxidačně redukční potenciál. Zařízení také může být propojeno s hladinovými sondami a řídit dopouštění vody.

U veřejných provozů jsou zařízení pro řízení kvality vody zpravidla propojena s velínem. Velín je řídicí místnost, odkud je ovládán celý bazénový provoz.

### 2.8.3. Dávkování činidel

U veřejného bazénového provozu je dávkování jednotlivých činidel (korekce pH, chloru, koagulantu) prováděno tlakově pomocí dávkovacích čerpadel nebo podtlakově pomocí injektoru. Při dávkování pomocí dávkovacích čerpadel se používají peristaltická nebo membránová dávkovací čerpadla (Obrázek 16).



Obrázek 16. Membránové a peristaltická dávkovací čerpadla<sup>[12]</sup>

Dávkování je soustředěno ve dvou různých místech, a to před filtrací a před výtlakem do bazénu.

Před filtrací se dávkuje koagulační činidlo, aby došlo k destabilizaci koloidních částic a jejich následnému shlukování (vyvločkování). Koagulací je tedy výrazně zvýšena efektivita filtru. Zároveň filtr zachytí i menší částice, které by jím jinak prošly. Účinnost koagulace je přímo závislá na pH vody, velikosti dávky koagulantu a kyselinové neutralizační kapacitě vody. Dalším faktorem ovlivňující účinnost je promíchání a doba působení na částice ve vodě.

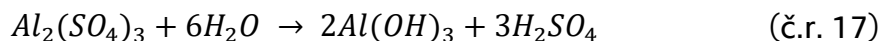
Činidlo pro korekci pH a dezinfekční činidlo (chlor v kapalně nebo plynné formě) se dávkuje před výtlakem do bazénu. Tato činidla jsou důležitá pro zajištění zdravotní nezávadnosti vody.



## 2.8.4. Používaná činidla

### Koagulant

Jako činidla pro koagulaci se používá síran hlinitý. Ve vodě se rozkládá na hydroxid hlinitý a kyselinu sírovou.



Velikost dávky koagulačního činidla je závislá na návštěvnosti. Doporučená optimální hodnota je 2-3 g/osoba/den.<sup>[3]</sup>

Dávkování koagulantu se provádí v dostatečné vzdálenosti před filtrem v závislosti na volbě dávkovaného koagulantu.

### Chlor

Chlor se dává v plynné podobě jako elementární chlor ( $Cl_2$ ), nebo v kapalně podobě jako chlornan sodný ( $NaClO$ ). Množství dávkování chloru je řízeno podle koncentrace aktivního volného chloru v bazénové vodě. Obsah aktivního volného chlóru v bazénové vodě musí být (dle přílohy č.8 vyhl. č 238/2011 Sb.) 0,3-0,6 mg/l pro plavecké bazény s teplotou vody do 28 °C, 0,5-0,8 mg/l pro koupelové bazény s teplotou vody do 32 °C a 0,7-1,0 mg/l pro koupelové bazény s teplotou vody vyšší než 32 °C.<sup>[11]</sup>

### Odstraňování vázaného chloru

Vázaný chlor je nutné hlídat kvůli nežádoucím účinkům na lidský organizmus. Vznik vázaného chloru je způsoben reakcí chloru a prekurzorů jako je amoniak, amoniakální dusík a další. Vázaný chlor lze zredukovat přechlorováním, použitím UV záření, aktivní filtrační náplní nebo použitím silného oxidačního činidla.

### pH

Hodnota pH je definována jako záporný logaritmus obsahu vodíkových iontů. Ke korekci se používá uhličitan sodný (zvýšení pH) a kyselina chlorovodíková (snížení pH). Optimální hodnota pro bazénovou vodu je



mezi 6,5-7,6. Hodnota pH 7,4-7,5 je také v lidském oku a při koupání v bazénové vodě s touto hodnotou nedochází k podráždění. Jestliže je pH příliš nízké, tj. pod 6,5, tak se voda stává kyselejší, což má nežádoucí účinky na plavce i na technologická zařízení. Jakmile se pH zvýší na hranici 8,0 ztrácí aktivní volný chlor svoji aktivitu.<sup>[3]</sup>

### Algicidní látky

Algicidní látky zamezují ve vodě rozvoji řas. Řasy se ve vodě vytváří vždy, když k tomu mají vhodné podmínky (vysoké pH, teplotu a dostatek živin společně s dostatkem slunečního svitu). Jako algicidní látky se používají kvartérní amoniové soli, polykvartérní amoniové soli, soli mědi a stříbra.

U krytých plaveckých bazénů se algicidní látky dávkuje sporadicky a vždy nárazově.

## 2.9. Trubní rozvody

Trubní rozvody dělíme na části:

- **Gravitační** – od žlábků do akumulací jímek
- **Sací** – z akumulací jímek k čerpadlům + od sání ze dna k čerpadlům
- **Výtlačné** – od čerpadel přes úpravu vody do bazénu
- **Drobné** – potrubí a hadice chemického hospodářství

Nejčastěji používaným materiálem je polyvinylchlorid (PVC) a polyetylen (PE). Další materiály, které se používají jsou litina a polypropylen (PP). Spojování potrubí může být lepením, svařováním, na závit a na přírubu. U gravitační části může být použit hrdlový spoj s těsněním.

Prvky na potrubí, jako jsou kolena, T-kusy, redukce, jsou označovány jako tvarovky. Množství typů a rozměrů tvarovek se liší od výrobce, ale vyjmenované základní tvarovky zpravidla poskytuje každý výrobce v modulových rozměrech. Prvky na potrubí s mechanickou funkcí se nazývají armatury. Patří sem ventily (uzávěry) a zpětné klapky. Armatury



jsou také dodávány v modulových rozměrech podle potrubí. Pro bazény jsou používány následující modulové rozměry potrubí z PVC (Tabulka 2):

Tabulka 2. používané dimenze plastových potrubí

DN (mm) vnitřní	D (mm) vnější	Coul (")
16	20	1/2"
20	25	3/4"
25	32	1"
32	40	1 1/4"
40	50	1 1/2"
50	63	2"
63	75	2 1/2"
80	90	3"
100	110	4"
110	125	4 1/2"
125	140	5"
150	160	6"
175	200	7"
200	225	8"
225	250	10"
300	315	12"

### 2.9.1. Návrh potrubí

#### Gravitační

Gravitační část potrubí navrhuji podle maximálního průtoku.<sup>[8]</sup>

$$Q_{max} = S \times c \times \sqrt{R \times i} \quad (\text{č.r. 18})$$

$Q_{max}$  [m<sup>3</sup>/s] maximální průtok potrubím zvoleného průřezu a sklonu

$S$  [m<sup>2</sup>] průřezová plocha potrubí

$R$  [m] hydraulický poloměr – podíl mezi průřezovou plochou a omočeným obvodem potrubí

$i$  [-] podélný sklon potrubí

$c$  [m<sup>0,5</sup>/s] hydraulická drsnost potrubí (ze vztahu A. D. Altšula)



$$c = 25 \times \left[ \frac{R}{k_{ser} + 0,025 \times \sqrt{R \times i}} \right]^{\frac{1}{6}} \quad (\text{č.r. 19})$$

$k_{ser}$  [mm] drsnost potrubí podle materiálu (pro PVC 0,4; litina 1,4)

Při navrhování se postupuje od odtoku ze žlábků (většinou DN50) směrem k akumulční jímce. S každým dalším přítokem a změnou podélného sklonu je nutné kontrolovat, aby průtok v příslušné části potrubí vycházel menší než  $Q_{max}$ .

Gravitační část končí vtokem do akumulční jímky v úrovni nad maximální hladinou.

### Sací a výtlačné

Návrh tlakového potrubí je řízen rozmezím přípustných rychlostí v potrubí. U sacího potrubí je rozmezí středních rychlostí 0,5-1,0 m/s a u výtlačného potrubí 1-2 m/s. Rychlost v potrubí (Obrázek 17) je určena rovnicí kontinuity, znalostí cirkulačního průtoku a průřezovou plochou potrubí.<sup>[4]</sup>

$$Q = S \times v \quad (\text{č.r. 20})$$

$Q$  [m<sup>3</sup>/hod.] Cirkulovaný průtok

$S$  [m<sup>2</sup>] průřezová plocha potrubí

$v$  [m/s] střední rychlost proudění

Vodárenské čerpací stanice	ČSN 75 5301
<b>5.2.17</b> Doporučené rychlosti vody v nasávacím potrubí jsou:	
a) do DN 300	0,5 až 1,2 m·s <sup>-1</sup>
b) nad DN 300	0,5 až 1,5 m·s <sup>-1</sup> .
Rychlost vody v nasávacím potrubí nemá klesnout pod 0,5 m·s <sup>-1</sup> .	
<b>5.2.23</b> Doporučené rychlosti vody ve výtlačném potrubí jsou:	
a) do DN 250	0,5 až 1,5 m·s <sup>-1</sup> ,
b) nad DN 250	0,8 až 2,5 m·s <sup>-1</sup> .

Obrázek 17. Doporučené rychlosti v potrubí<sup>[4]</sup>

### 3. Legislativa návrhu bazénové technologie

Návrh bazénové technologie je součástí projektové dokumentace stavby. Projekt bazénu tedy začíná stejně jako projekt jakékoli jiné pozemní stavby investičním záměrem. Investor poté rozhodne o tom, že chce vybudovat bazén a nechá si zpracovat studii proveditelnosti. Po vytvoření studie by měl mít investor představu o lokalitě, velikosti stavby a druhu bazénu, který bude její součástí. S těmito informacemi zadá projektantovi vypracování dokumentace k územnímu rozhodnutí. Tento stupeň dokumentace musí být v souladu s vyhláškou č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. V tomto stupni dokumentace není řešená technologie, ale řeší návaznost stavby na územní plán, architektonické a urbanistické požadavky, využitelnost parcel, možnosti napojení na technickou infrastrukturu a další. Když příslušný úřad vydá územní rozhodnutí, může se projekt posunout do fáze stavebního povolení. V projektové dokumentaci pro stavební povolení už musí být řešena bazénová technologie v příslušném rozsahu. Projektování bazénů se provádí dle legislativy, která je uvedena v příloze (strana 66). Projektová dokumentace musí obsahovat všechny náležitosti dané vyhláškou č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb a po jejím schválení a vydání stavebního povolení, může začít samotná stavba. Pro výstavbu je zpracována dokumentace pro provedení stavby, která řeší všechny detaily tak, aby bylo možné stavbu realizovat. Po realizaci je zpracována dokumentace skutečného provedení, která je nezbytná k provozu, údržbě a kolaudaci. Bazén lze provozovat na základě úspěšného ukončení zkušebního provozu a kolaudace.<sup>[13]</sup>

#### 3.1. Rešerše

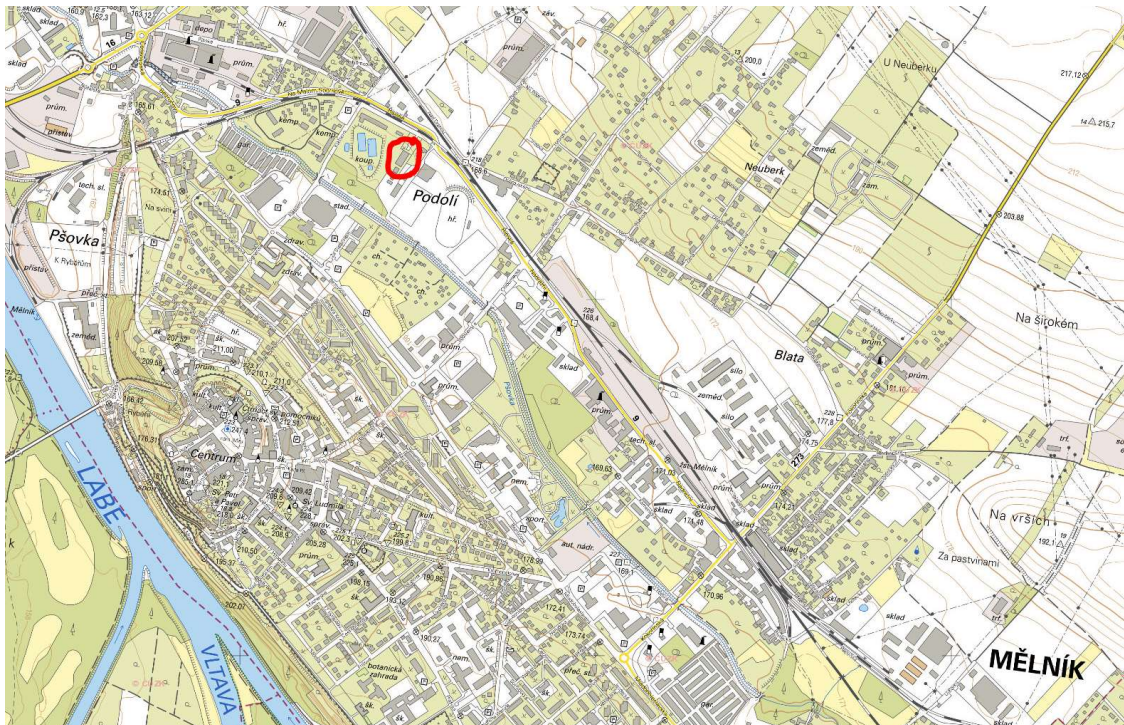
Navrhování bazénů je v České republice svázáno místní legislativou, která odpovídá legislativě evropské. Touto legislativou se projektant musí řídit. Proto není při posouzení místního bazénového provozu vhodné srovnání se zahraničními postupy, které mohou být sice v některých ohledech výhodnější, ale nejsou v souladu se zákony ČR, čímž je nelze uplatnit.



## 4. Popis vybraného bazénového provozu

Název: PLAVECKÝ BAZÉN MĚLNÍK

Místo provozu: Mělník, kraj Středočeský



Obrázek 18. Umístění bazénu vůči městu Mělník<sup>[14]</sup>



Obrázek 19. foto + logo bazén Mělník<sup>[15]</sup>



Na základě zadání diplomové práce byl zvolen vedoucím práce krytý bazén v Mělníku. V současné době se na tomto bazénu plánuje rozsáhlá rekonstrukce, která byla zastavena z důvodu vysoké ceny po vytvoření dokumentace pro stavební povolení.

Vybraný bazénový provoz disponuje krytým plaveckým bazénem s rozměry 25 x 12,5 m, jenž je rozdělen na plaveckou část s hloubkou 1,2-1,4 m a část neplaveckou s hloubkou 3,85 m. Bazén je v neplavecké části vybaven třímetrovým skokanským můstkem. Teplota plaveckého bazénu je 27 °C, tím bazén spadá z hlediska vyhlášky (č. 238/2011 Sb.) do kategorie plaveckých bazénů. Plavecký bazén má sdílenou cirkulaci s brouzdalištěm hloubky vody 0,3-0,4 m. Součástí provozu Plaveckého bazénu Mělník je také whirlpool, sauna a posilovna. Whirlpool je samostatný cirkulační okruh s teplotu nad 28 °C, a tudíž spadá do kategorie koupelových bazénů.

Mělník disponuje také letním koupalištěm, které je součástí jednoho komplexu s krytým plaveckým bazénem.<sup>[15]</sup>

### **Historie mělnického bazénu a koupaliště**

Už v roce 1973 bylo započato se stavbou krytého plaveckého bazénu s ocelovou konstrukcí. Objekt byl otevřen 14. prosince roku 1977 a dostal název Plavecký bazén Mělník (Obrázek 20). Bazén vydržel bez větších úprav do devadesátých let, kdy se ovšem (spolu s letním koupalištěm) dostal už na samý pokraj životnosti. Bazén se do dnešní podoby dostal v roce 1997, kdy byl po kompletní rekonstrukci, trvající celkem šest let, znovu otevřen. Poslední částečná rekonstrukce bazénu proběhla v roce 2016. V té době byla opravena střecha, včetně podhledů a bylo upraveno zateplení budovy.<sup>[16]</sup>

V roce 2018 město zveřejnilo studii plánované rekonstrukce a nechalo si zpracovat projekt pro stavební povolení. Termín zahájení samotné rekonstrukce zatím není známý.





Obrázek 20. Otevřené koupaliště v roce 1978 v pozadí s krytým plaveckým bazénem<sup>[16]</sup>

## 4.1. Popis stávající technologie

Stávající technologii tvoří dva samostatné cirkulační okruhy. První je okruh plaveckého bazénu spojený s brouzdalištěm a druhý okruh tvoří whirlpool.

Technologie je popisována ke dni 13.12.2020.

### 4.1.1. Čerpadla cirkulace plaveckého bazénu

V cirkulačním okruhu je zapojena trojice paralelních čerpadel UNIBAD 10/125X (Obrázek 21). Cirkulované množství zajišťuje vždy dvojice v souběhu a třetí čerpadlo je rezervní.



Obrázek 21. Stávající cirkulační čerpadla + štítek

Každé z cirkulačních čerpadel má podle štítku výkon 100 m<sup>3</sup>/hod při dopravní výšce 16,5 m. Při souběhu dvou čerpadel je tedy dosaženo požadovaného cirkulačního průtoku 150 m<sup>3</sup>/hod. a tím i hodnoty teoretické doby zdržení. Požadovaná teoretická doba zdržení je podle vyhlášky č. 238/2011 Sb. 5 hodin (Tabulka 1, str.14).

Výkon čerpadel nemohl být ověřen, protože v době vypracování této práce byl bazén vypuštěn z důvodu zákazu užívání veřejných bazénů v souvislosti s šířením onemocnění COVID-19.

#### 4.1.2. Filtry

V okruhu je dvojice filtrů o průměru 2 m každý. Filtry jsou ocelové s pískovou náplní frakce 1,2-1,4 mm. Filtry jsou podle štítku původní z roku 1975 (Obrázek 22).



Obrázek 22. stávající filtry + štítek

Z doporučené filtrační rychlosti 30–40 m<sup>3</sup>/hod./m<sup>2</sup> a průměrů filtrů vychází požadovaný cirkulovaný průtok 190 m<sup>3</sup>/hod. Prací rychlost jednoho filtru je při tomto průtoku přibližně 60 m<sup>3</sup>/hod./m<sup>2</sup>. Z prací rychlosti vyplývá potřebné množství vody na praní obou filtrů 38 m<sup>3</sup> při dodržení doby praní

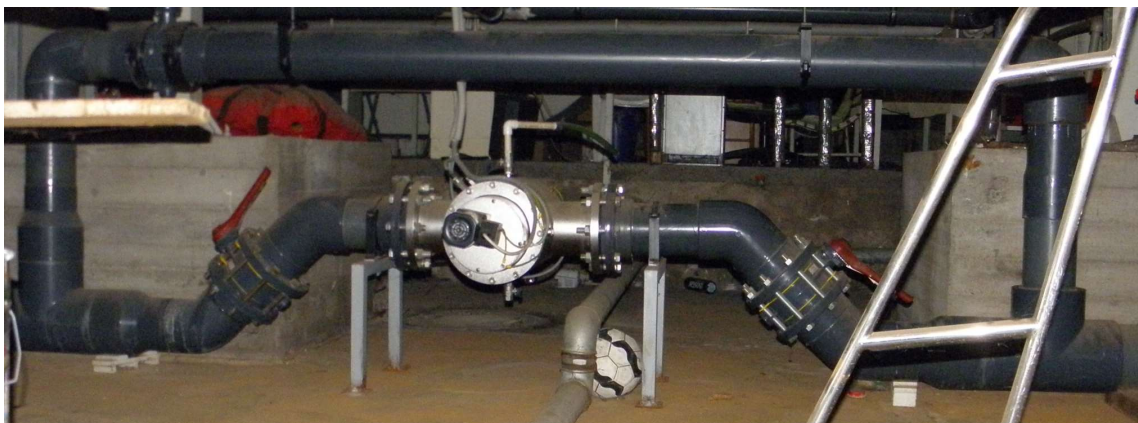
6 minut (pro tuto dobu je praní nejefektivnější z pohledu odstraněného zákalu a spotřeby vody).<sup>[3]</sup>

### 4.1.3. Ohřev

Okruh disponuje třemi deskovými výměníky tepla. Bližší specifikace výměníku bohužel nebylo možné získat kvůli dodatečnému tepelnému zaizolování a tím zakrytí výrobního štítu.

### 4.1.4. UV lampa.

Středotlaká UV lampa o výkonu cca 7 kW byla osazena při jedné z menších rekonstrukcí (pravděpodobně při rekonstrukci v roce 2014). K lampě je horší přístup, protože se nachází na bypassu výtlačku pod hlubší částí bazénu.



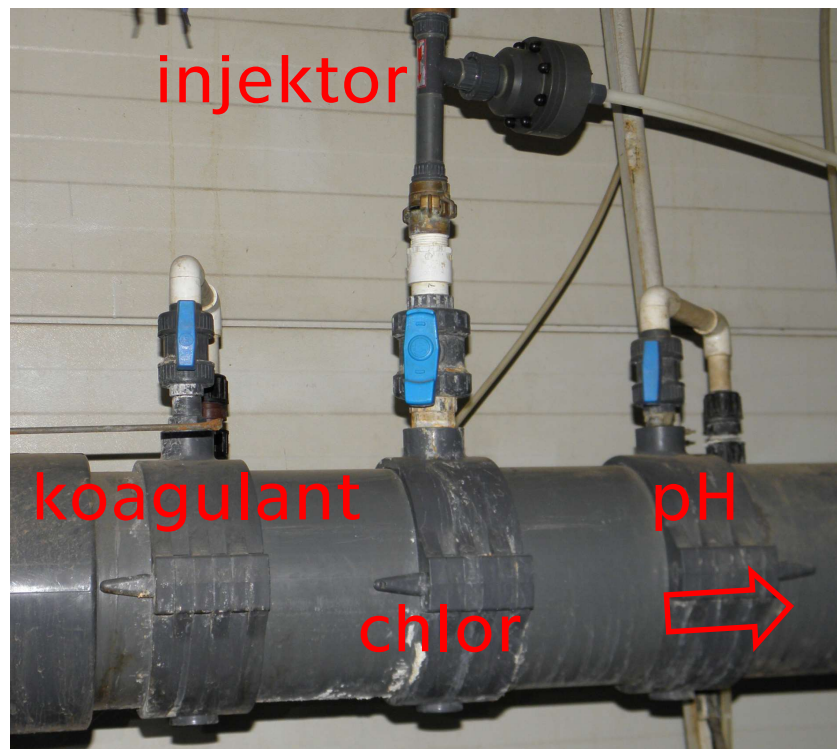
Obrázek 23. Stávající UV lampa

### 4.1.5. Chemické hospodářství

Použity jsou zde chemikálie: plynný chlor ( $\text{Cl}_2$ ) jako dezinfekce, koagulant síran hlinitý ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), uhličitan sodný ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) pro redukci pH, algicidní látky zde nejsou dávkovány.

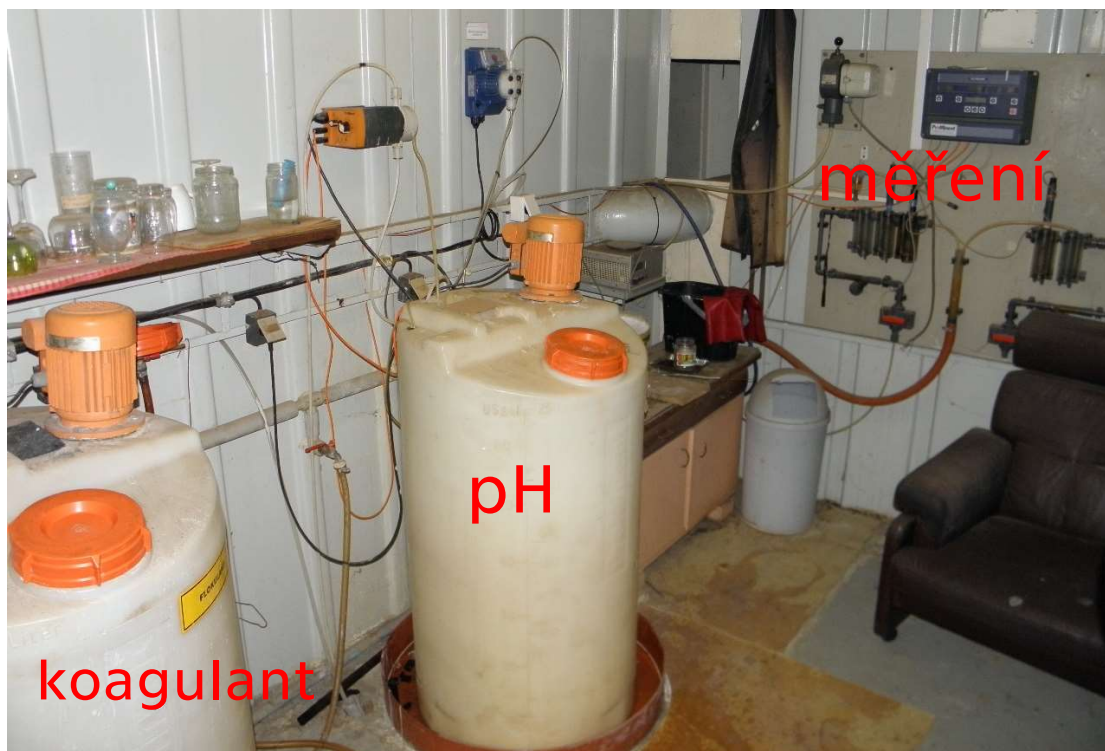
Chemikálie jsou skladované odděleně v 250l barelech, tlakových nádobách a jsou dávkovány pomocí peristaltických dávkovacích čerpadel a injektoru do výtlačné části potrubí mezi cirkulační čerpadla a filtry (Obrázek 24).





Obrázek 24. místo dávkování chemikálií

Dávkování je řízeno automatickým zařízením pro kontrolu a řízení kvality vody (Obrázek 25).



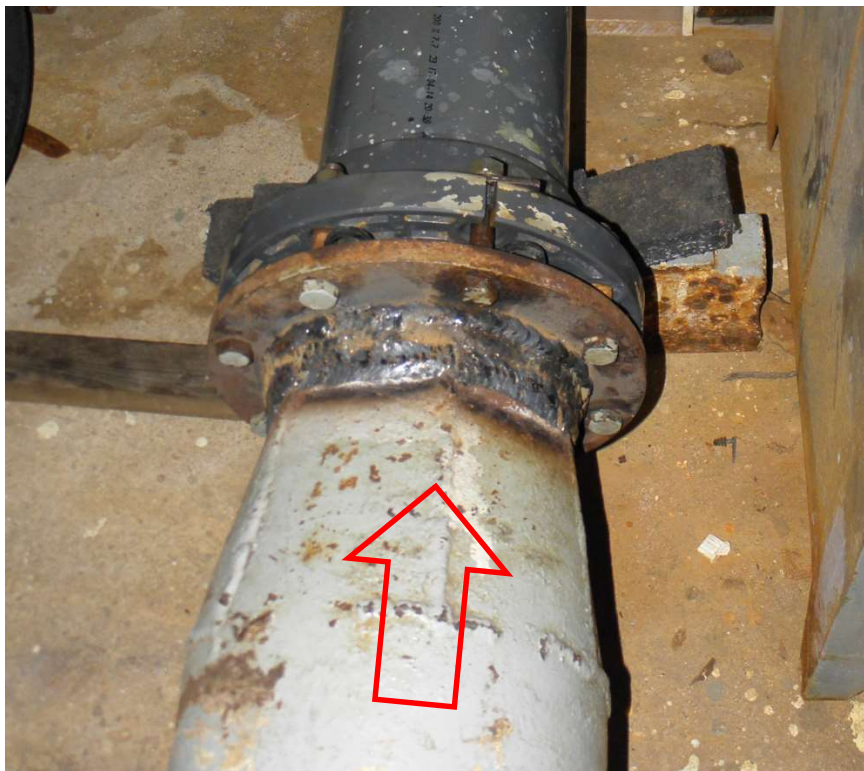
Obrázek 25. Stávající kontrola kvality vody



#### 4.1.6. Trubní rozvody

Trubní rozvody sání a výtlačky jsou zhotoveny z lepeného PVC (polyvinylchlorid). Podle výrobního popisu na potrubí je stáří potrubí 6 let. Gravitační potrubní svod ze žlábků je tvořen z původního ocelového potrubí o průměru 150-300 mm. U gravitační části nedochází k zahlcení ani významnějším únikům.

Sání z akumulční jímky začíná ocelovým potrubím průměru 250 mm s uzavěrem. Potrubí po 1,5 m délky přechází do PVC o průměru DN200 (Obrázek 26).

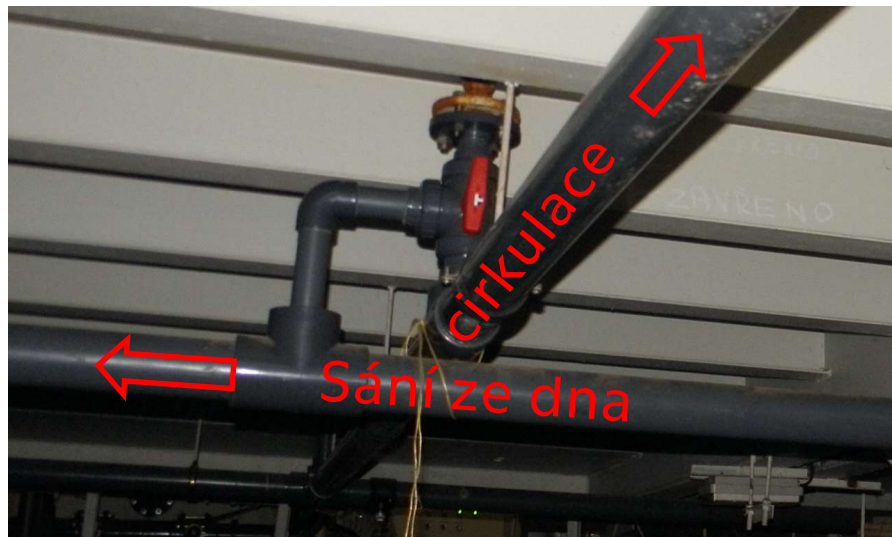


Obrázek 26. přechod z ocelového potrubí na PVC

Celková délka sání od akumulční jímky k rozvětvení jednotlivých čerpadel je přibližně 14 m. Výtlačné potrubí je v celé délce z PVC. Délka výtlačného potrubí DN200 od čerpadel k rozvětvení na menší profily vedoucí k cirkulačním tryskám je 38 m. Cirkulační trysky jsou připojeny potrubím DN50. Odbočka na výtlač do brouzdaliště je zhruba po třiceti metrech

potrubí DN200. Samotná větev cirkulace brouzdaliště je z potrubí DN125 délky 28 m.

Sání ze dna bylo dodatečně vyřešeno při rekonstrukci rozvodů přidáním trojcestného ventilu na cirkulaci s odbočkou na sání.



Obrázek 27. detail výtlač cirkulace/sání ze dna

#### 4.1.7. Umístění trysek a vypouštění

Celkem je na bazénovou vanu připojeno 32 cirkulačních trysek a jedno vypouštění (Obrázek 28 a Obrázek 29). Trysky jsou rozmístěny rovnoměrně přibližně 2,5 m osově od sebe. 8 trysek je hluboké části bazénu (hloubka 3,85 m), dalších 8 trysek je v přechodové části a 16 trysek je v mělké části.



Obrázek 28. Pohled do hlubší části bazénu s vypouštěním



Obrázek 29. druhý pohled do bazénu

#### 4.1.8. Stručné zhodnocení stávající technologie

Stávající technologie je v souladu s platnými vyhláškami a v provozu schopném stavu. Jednotlivé prvky jsou zastaralé, ovšem vzhledem k dobře prováděné údržbě ještě plní svojí funkci.

##### Zjištěné nedostatky:

1. společné dávkování chemie před filtry, výměníky a UV (Obrázek 24)
2. společná cirkulace s brouzdalištěm
3. odstavení některých cirkulačních trysek pro sání ze dna
4. korodující a zastaralá ocelová část potrubí na sání z akumulací jímky



## 4.2. Seznámení s projektem rekonstrukce bazénové technologie

Cílem diplomové práce je posouzení projektovaného návrhu technologie plaveckého bazénu. Projektovou dokumentaci připravované rekonstrukce mi na základě žádosti, zapůjčilo město Mělník. (vizualizace z projektu je v grafických přílohách)

**Obsahem dokumentace bazénové technologie je<sup>[17]</sup>:**

- Technická zpráva
- Rozmístění technologie
- Požadavky na profese
- Technologické schéma – okruh A až I
- Plavecký nerezový bazén
- Vnitřní nerezové bazény
- Venkovní nerezové bazény
- Stavební připravenost Wellness
- Tobogán a skluzavka

### 4.2.1. Základní data navrhovaných okruhů

#### Plavecký bazén a tobogán – Okruh A

Jedná se o plavecký bazén z nerezů s hloubkou 1,1 – 3,7 m, a je vybavený šesti plaveckými dráhami a startovacími bloky. Bazén bude mít dopadovou část i pro skokanský můstek. Součástí filtračního okruhu bude venkovní tobogán s vlastní dojezdovou jednotkou.

Celková plocha bazénu	300 m <sup>2</sup>
Celkový objem bazénu	700 m <sup>3</sup>
Celkový oběhový výkon	Q = 228 m <sup>3</sup> /h
- z toho plavecký bazén	Q = 168 m <sup>3</sup> /h
- akumulace	Q = 60 m <sup>3</sup> /h
Filtrační rychlost	30 m <sup>3</sup> /h/ m <sup>2</sup>



---

Průměr filtrů	1800 mm
Počet filtrů	3 ks
Filtrační vrstva	1,0 m
Intenzita recirkulace plaveckého bazénu	4,1 hod.
Intenzita recirkulace akumulace	0,75 h
Objem akumulární nádrže	50 m <sup>3</sup>
Teplota vody	do 28 °C
Kapacita vodní plochy	60 osob

### **Bazén pro batolata – Okruh B**

Nerezový bazén s vyvýšenou vodní hladinou nad podlahou o 0,8m. Hloubka bazénu 1,2m.

Plocha bazénu	18 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	21,6 m <sup>3</sup>
Celkový oběhový výkon	Q = 30 m <sup>3</sup> /h
Filtrační rychlost	30 m <sup>3</sup> /h/ m <sup>2</sup>
Průměr filtrů	800 mm
Počet filtrů	2 ks
Filtrační vrstva	1,0 m
Intenzita recirkulace bazénu	0,72 hod.
Objem akumulární nádrže	5 m <sup>3</sup>
Teplota vody	do 32 °C
Kapacita vodní plochy	6 osob

### **Výukový bazén – Okruh C**

Nerezový bazén o rozměru 10 x 5,1 metrů s hloubkou 0,6 – 0,9 m.

Plocha bazénu	51 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	33 m <sup>3</sup>
Celkový oběhový výkon	Q = 21,2 m <sup>3</sup> /h
Filtrační rychlost	30 m <sup>3</sup> /h/ m <sup>2</sup>
Průměr filtrů	950 mm



---

Počet filtrů	1 ks
Filtrační vrstva	1,0 m
Intenzita recirkulace	1,55 hod.
Objem akumulární nádrže	7,5 m <sup>3</sup>
Teplota vody	31-32 °C
Kapacita vodní plochy	17 osob

### **Brouzdaliště – Okruh D**

Brouzdaliště z keramiky a se slanou vodou obdelníkového tvaru s hloubkou 0,2-0,4m. Brouzdaliště bude doplněno o stříkající atrakci vodní ježek a malou dětskou skluzavku.

Plocha bazénu	10,2 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	3,1 m <sup>3</sup>
Celkový oběhový výkon	Q = 5,8 m <sup>3</sup> /h
Filtrační rychlost	30 m <sup>3</sup> /h/ m <sup>2</sup>
Průměr filtrů	500 mm
Počet filtrů	1 ks
Filtrační vrstva	1,0 m
Intenzita recirkulace	0,53 hod.
Objem akumulární nádrže	2,0 m <sup>3</sup>
Teplota vody	33 °C
Kapacita vodní plochy	4 osoby

### **Vířivý bazén – Okruh E**

Keramický bazén se slanou vodou. Hloubka v bazénu je 1 m. Budou zde vzduchové atrakce masážní lehátka.

Plocha bazénu	28,8 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	28,8 m <sup>3</sup>
Celkový oběhový výkon	Q = 77,7 m <sup>3</sup> /h
Filtrační rychlost	30 m <sup>3</sup> /h/ m <sup>2</sup>
Průměr filtrů	1050 mm





---

Počet filtrů	3 ks
Filtrační vrstva	1,0 m
Intenzita recirkulace	0,37 hod.
Objem akumulární nádrže	10 m <sup>3</sup>
Teplota vody	max 36 °C
Kapacita vodní plochy	10 osob

### **Whirlpool – Okruh F**

Kruhový bazén v plastovém provedení. Whirlpool je vybaven hydromasážními a vzduchovými tryskami.

Plocha bazénu	3,1 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	1,4 m <sup>3</sup>
Celkový oběhový výkon	Q = 9,9 m <sup>3</sup> /h
Filtrační rychlost	30 m <sup>3</sup> /h/ m <sup>2</sup>
Průměr filtrů	650 mm
Počet filtrů	1 ks
Filtrační vrstva	1,0 m
Intenzita recirkulace	0,14 hod.
Objem akumulární nádrže	2,5 m <sup>3</sup>
Teplota vody	max 36 °C
Kapacita vodní plochy	6 osob

### **Venkovní whirlpool – Okruh G**

Jedná se o obdélníkový whirlpool z nerezů, s hloubkou vody 1,1 m. Whirlpool je vybaven vzduchovou masážní lavicí a dnovou perličkou.

Plocha bazénu	8,4 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	9 m <sup>3</sup>
Celkový oběhový výkon	Q = 42,4 m <sup>3</sup> /h
Filtrační rychlost	30 m <sup>3</sup> /h/ m <sup>2</sup>
Průměr filtrů	950 mm
Počet filtrů	2 ks



Filtrační vrstva	1,0 m
Intenzita recirkulace	0,21 hod.
Objem akumulační nádrže	6,2 m <sup>3</sup>
Teplota vody	max 36 °C
Kapacita vodní plochy	3 osoby

#### **Ochlazovací bazén vnitřní – Okruh H (průtočný)**

Keramický bazén s přelivným žlábkem. Hloubka vody 0,9m.

Plocha bazénu	2,6 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	1,5 m <sup>3</sup>
Teplota vody	max 14 °C
Kapacita vodní plochy	1 osoba

#### **Ochlazovací bazén venkovní – Okruh I (průtočný)**

Nerezový bazén s přelivným žlábkem. Hloubka vody 1,2m.

Plocha bazénu	3,4 m <sup>2</sup>
Objem bazénu	3,1 m <sup>3</sup>
Teplota vody	max 14 °C
Kapacita vodní plochy	2 osoby

Specifikace jednotlivých okruhů jsou převzaty z technické zprávy technologie, která je součástí projektu rekonstrukce.<sup>[17]</sup>





## 5. Posouzení návrhu vybraného cirkulačního okruhu

Pro posouzení byl vedoucím diplomové práce vybrán navrhovaný okruh A, tedy plavecký bazén spojený s tobogánem.

**Posouzení cirkulačního okruhu plaveckého bazénu bylo zaměřeno na následující:**

1. zhodnocení projektu z legislativního pohledu
2. výběr materiálu a rozměry bazénu
3. návrh základních koncových prvků
4. návrh objemu akumulací jímky
5. návrh hlavních cirkulačních čerpadel
6. návrh filtrů
7. návrh výkonu ohřevu vody
8. posouzení kompozičního uspořádání strojovny

### 5.1. Zhodnocení projektu z legislativního pohledu

Projektová dokumentace navrhované rekonstrukce je ve stupni sjednocené dokumentace pro územní rozhodnutí a stavební povolení.

Rozsah a členění technologické části projektové dokumentace odpovídá základním požadavkům vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb a jejím pozdějším novelizacím.

V dokumentaci ovšem nejsou základní hydraulické výpočty a popis dimenzování jednotlivých technologických částí. Také u projektu této velikosti by neměl chybět seznam strojů a zařízení a jejich technické specifikace včetně, výkonových parametrů a souvisejících požadavků.



## 5.2. Posouzení volby materiálu a rozměrů bazénu

### Rozměry

Plavecký bazén je navržen se šesti plaveckými drahami. Vnitřní dráhy jsou osovou šířkou 2 m, krajní dráhy 2,1 m. Plavecké dráhy tedy splňují minimální osovou šířku 2 m. Délka plavecké dráhy je 24,8 m, a tedy celková plocha bazénu je 302,56 m<sup>2</sup>. Plavecké dráhy mají navrženou hloubku 1,4-3,7 m a jsou tím pádem nevyhovující pro pořádání mezinárodních plaveckých soutěží, kde je vyžadována hloubka 1,8-2,0 m a doporučená šířka dráhy 2,5 m. Vzhledem k tomu, že se nepředpokládá bazén využívat pro pořádání vrcholových soutěží, ale jako univerzální plavecký bazén, je rozměrově vyhovující (FINA 2020).

Navržená hloubka bazénu (3,7m) odpovídá druhému typu skokanských můstků s výškou do třech metrů nad vodní hladinu. V dokumentaci bazénové technologie nejsou parametry skokanského můstku specifikovány. Pravděpodobně je předpoklad zachovat stávající 3 m vysoký skokanský můstek, který je popsán i v architektonicky-konstrukčním řešení v projektové dokumentaci.

### Materiál

Původní bazén je ocelový s hydroizolačním nástřikem. V projektu je navržený plavecký bazén z nerez oceli. Vzhledem k vysoké ceně nerez oceli a vyšším nákladům na rekonstrukci, je tato volba materiálu na zvážení. Nerezové plavecké bazény se navrhují kvůli vyšší odolnosti a statickým důvodům. U krytého plaveckého bazénu v Mělníku nebyla v projektové dokumentaci volba nerezového bazénu zdůvodněna. Pokud bude u bazénu požadavek na zvýšení odolnosti bazénu nebo požadavek ze strany investora, lze variantu nerezového bazénu považovat za účelnou.



### 5.3. Posouzení návrhu koncových prvků

V projektu nejsou vyznačena místa cirkulačních trysek (pouze ve schématu je naznačen výtlak do nových rozvodů bazénu). Sání ze dna a vypouštění je řešeno pomocí podélného dnového kanálu (ve kterém budou pravděpodobně umístěny i trysky cirkulace, jejich počet není uveden). Projekt obsahuje naznačení dvou míst odběrů vzorkové vody, osmi odtoků ze žlábků a dvě dnové výpusti.

Přestože v tomto stupni dokumentace nemusí být koncové prvky podrobně řešeny, měly by být naznačené ty prvky, které zasahují do základní stavební konstrukce (vyhláška č. 499/2011 Sb.), zejména cirkulační trysky. Také by obsahem dokumentace měl být seznam jednotlivých prvků se stručným popisem technických parametrů. U cirkulačních trysek a odtoku ze žlábků by měl být základní hydraulický výpočet pro zdůvodnění počtu kusů. Vhodné je ve výkresu naznačit mimo míst odběrů vzorku a odtoků z přepadových žlábků také cirkulační trysky.

#### Výpočet a návrh cirkulačních trysek

Potřebné parametry bazénu:

$S_b = 300 \text{ m}^2$  plocha bazénu

$h = 2,5 \text{ m}$  průměrná hloubka

$T = 5 \text{ h}$  teoretická doba zdržení (tabulková hodnota)

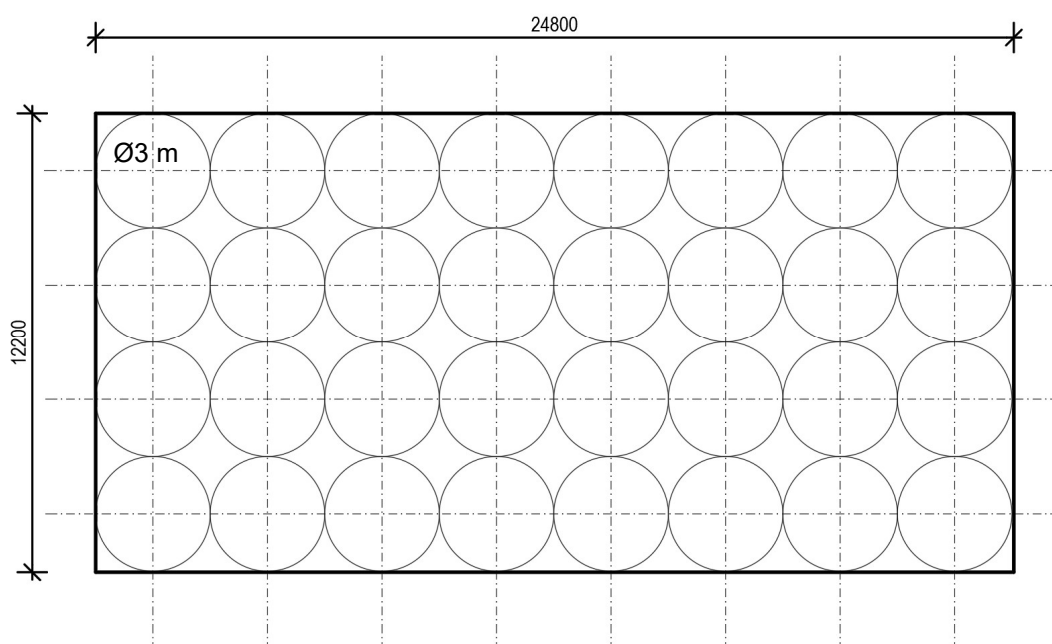
Výpočet cirkulačního průtoku (podrobně popsáno v kapitole 2.1.2):

$Q = 300 \cdot 2,5 / 5 = 150 \text{ m}^3 / \text{hod.}$

Výpočet počtu trysek:

$n = 150 / 5 = 30 \text{ ks} \Rightarrow$  minimální počet trysek 30 ks

Navrhovaný počet trysek pro rovnoměrné promíchání vody je vzhledem k půdorysným rozměrům bazénu 32 ks (Obrázek 30). Při tomto počtu trysek je průtok jedné trysky  $4,69 \text{ m}^3 / \text{hod.}$

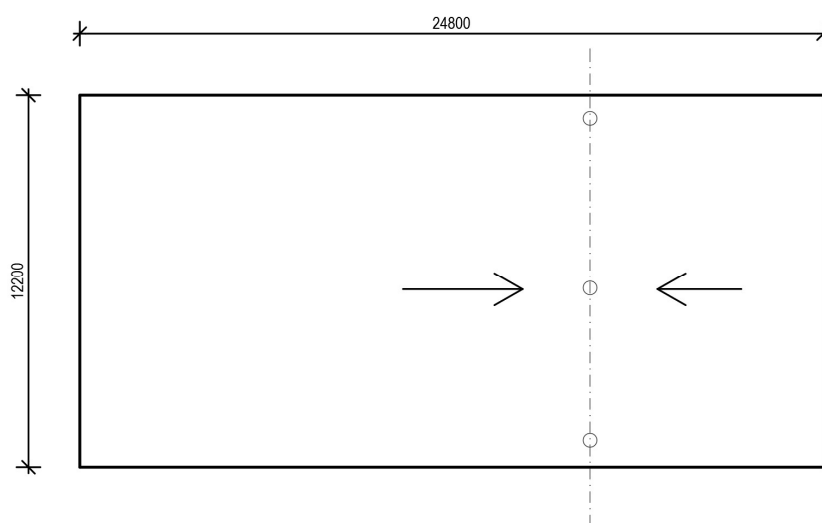


Obrázek 30. půdorysné rozdělení trysek

### Návrh výpustí a sání ze dna

Vypouštění může být spojeno se sáním ze dna a doporučený minimální počet jsou dvě sání. Sání ze dna se navrhuje na zhruba 30 % celkového cirkulovaného množství. V případě cirkulovaného množství  $150 \text{ m}^3/\text{hod.}$  je sání ze dna navrhováno na  $45 \text{ m}^3/\text{hod.}$

Pro vypouštění a sání ze dna je vhodné navrhnout 3 sací trysky s atestací na sání  $15 \text{ m}^3/\text{hod.}$  Umístění trysek by mělo být v nejhlubším místě bazénu.



Obrázek 31. vhodné rozmístění vypouštění / sání ze dna



### Odběry vzorku

U tohoto typu bazénu musejí být minimálně dvě místa odběru vzorkové vody. Odběrová místa se navrhují do rohů bazénu a úhlopříčně od sebe.

### Přelivné žlábký

Z výpočtu odtoků z přelivných žlábků podle rovnice (str.16) vycházejí 4 odtoky DN150 na jednu stranu bazénu. Celkem je tedy zapotřebí 8 odtoků ze žlábků.

Počet odtoků souhlasí s půdorysem nerezové vany, kde je naznačeno 8 odtoků DN150.

### Posouzení koncových prvků

Stávající počet cirkulačních trysek je 32 ks. Navrhovaný počet kontrolním výpočtem je minimálně 30 ks to znamená, že stávající počet trysek je vyhovující i za předpokladu využití dvou trysek na sání ze dna. V projektové dokumentaci není návrh počtu trysek řešen.

Sání ze dna je dle výpočtu doporučeno řešit pomocí třech sacích trysek o celkovém návrhovém průtoku  $45 \text{ m}^3/\text{hod}$ . Stávající řešení je využití čtyřech trysek cirkulace pro sání ze dna. V projektové dokumentaci je sání ze dna pouze vyznačeno ve schématu. Konkrétní umístění a počet trysek sání ze dna není v projektu řešeno.

Stávající i v projektu navržené odtoky ze žlábků 8 ks DN150 jsou podle výpočtu dostačující pro požadovaný cirkulační průtok  $150 \text{ m}^3/\text{hod}$ .

## 5.4. Posouzení návrhu akumulční jímky

V návrhu je celkový objem akumulční nádrže  $50 \text{ m}^3$ . Návrhová kapacita bazénu je 60 osob. Plocha vodní hladiny je  $302,56 \text{ m}^2$ . Cirkulovaný průtok je navržen  $228 \text{ m}^3/\text{h}$ . Množství vody na praní  $3 \times 10,7 \text{ m}^3$ . Postup návrhu objemu akumulční jímky je popsán v tabulce (Tabulka 3). Postup výpočtu hodnot z tabulky je popsán v kapitole 2.2.2 Výpočet celkového objemu.

Tabulka 3. Výpočet aktivního objemu

výpočet aktivního objemu	objem [m <sup>3</sup> ]
voda potřebná na praní filtru	45
voda vytlačena návštěvníky	4,5
Objem vody z vln	0,01
<b>Aktivní objem</b>	<b>49,51</b>

Na praní je v projektu navržený nedostatečný objem vody 32,1 m<sup>3</sup>. Za předpokladu praní jednoho filtru po dobu šesti minut průtokem 150 m<sup>3</sup>/hod. vychází objem prací vody 45 m<sup>3</sup>. Přesto je celková navržená kapacita akumulární jímky 50 m<sup>3</sup> dostatečná.

Stávající akumulární jímku nebylo možné při měření ve strojovně možné ověřit a její aktuální stav tedy není možné posoudit.

## 5.5. Posouzení návrhu cirkulačních čerpadel

V legendě technologie jsou pro okruh A navržena dvě cirkulační čerpadla s průtokem  $Q = 118 \text{ m}^3/\text{hod.}$  při ztrátové výšce 14 m v. s. a prací čerpadlo s průtokem  $Q = 104 \text{ m}^3/\text{hod.}$  při 8 m v. s. V projektové dokumentaci není návrh čerpadel podložen žádným výpočtem ani tabulkou a není tedy jasné za jakých podmínek je požadovaného cirkulačního průtoku 150 m<sup>3</sup>/hod. docíleno. Také nejsou v dokumentaci ostatní základní charakteristiky navrhovaného čerpadla jako účinnost a negativní sací výška.

Když vyjdeme z hodnot, které jsou v projektu uvedeny vychází nám pro vyhovující cirkulaci nepřetržitý chod obou hlavních čerpadel. Toto řešení není energeticky výhodné a vede k vyšším provozním nákladům. Výhodné je navržení dvou čerpadel tak, aby pro dostatečný cirkulační průtok stačil chod jednoho čerpadla. Chod jednotlivých čerpadel potom střídat tak, aby nedocházelo k zastavení cirkulace při nutných odstávkách čerpadla (na příklad při čištění lapače vlasů nebo poruchy).



Stávající trojice čerpadel (viz. popis na straně 39) by měla disponovat dostatečným průtokem (150 m<sup>3</sup>/hod) při chodu dvou čerpadel a jednoho náhradního čerpadla. Skutečná charakteristika čerpadel nemohla být ověřena.

### Návrh cirkulačních čerpadel podle požadovaných charakteristik

Pro čerpadla je daný minimální cirkulační průtok  $Q = 150 \text{ m}^3/\text{hod.}$ , který splňuje požadovanou dobu zdržení. Dále je nutné výpočtem určit přibližnou požadovanou dopravní výšku čerpadla. Pro její určení vyjdeme ze stávajícího stavu technologie, kde víme že geodetický rozdíl hladin akumulace a vodní hladiny je maximálně 4 m. Dále je nutné spočítat ztráty v systému. Protože byl bazén v době vypracování práce vypuštěn a nebylo možné změřit ztráty v systému přesně, musíme ztráty spočítat z délek a součinitele tření (místní ztráty zohledníme přiměřeným zvýšením součinitele ztrát třením).

### Výpočet ztrát

$$Z_t = \lambda \frac{L}{D} \frac{\alpha v^2}{2g} \quad (\text{č.r. 21})$$

$\lambda$  [-] je součinitel ztráty třením – Určen podle drsnosti a průměru potrubí, rychlosti proudění a Reynoldsova čísla. V našem případě lze použít hodnotu 0,05.

$L$  [m] délka úseku – Za předpokladu podobné délky potrubí jako před rekonstrukcí se délka bude rovnat 14 m na sání a 38 m na výtlak.

$D$  [m] průměr potrubí – Potrubí je určeno požadovanou rychlostí, která vychází z cirkulačního průtoku. Pro sání i výtlak je vhodný průměr potrubí DN200.

$V$  [m/s] střední průřezová rychlost – Pro průměr potrubí DN200 a průtok 139 m<sup>3</sup>/hod je 1,23 m/s.,  $\alpha$  [-] Coriolisovo číslo

Po dosažení je výsledná ztráta třením  $Z_t = 1$  m v. s.

Velké ztráty, které nemůžeme zanedbat, jsou ztráty na filtrech a na ohřevu. Tyto ztráty se dají dohledat u výrobce navrženého filtru a výměníku tepla. Pro tento výpočet je uvažováno s 2 m v. s.

Celková dopravní návrhová dopravní výška je tedy suma všech ztrát. V tomto případě 7 m vodního sloupce.

### Návrh počtu a zapojení čerpadel

Ideální z ekonomického hlediska je návrh dvou čerpadel paralelně s frekvenčním měničem. Obě čerpadla se navrhují stejná tak, aby každé čerpadlo samostatně mělo dostatečný výkon pro zajištění dostatečného cirkulačního průtoku. Provoz čerpadel se pak v určitých intervalech střídá.

### Výběr čerpadla

Při výběru vhodného čerpadla je důležité maximalizovat účinnost a minimalizovat potřebný příkon. Dále je důležité kontrolovat negativní sací výšku. Z databáze čerpadel je podle požadovaných charakteristik vhodné čerpadlo s pracovním bodem  $Q = 154$  m<sup>3</sup>/hod. a  $H = 7,51$  m (podrobná specifikace Tabulka 4 a Tabulka 5).

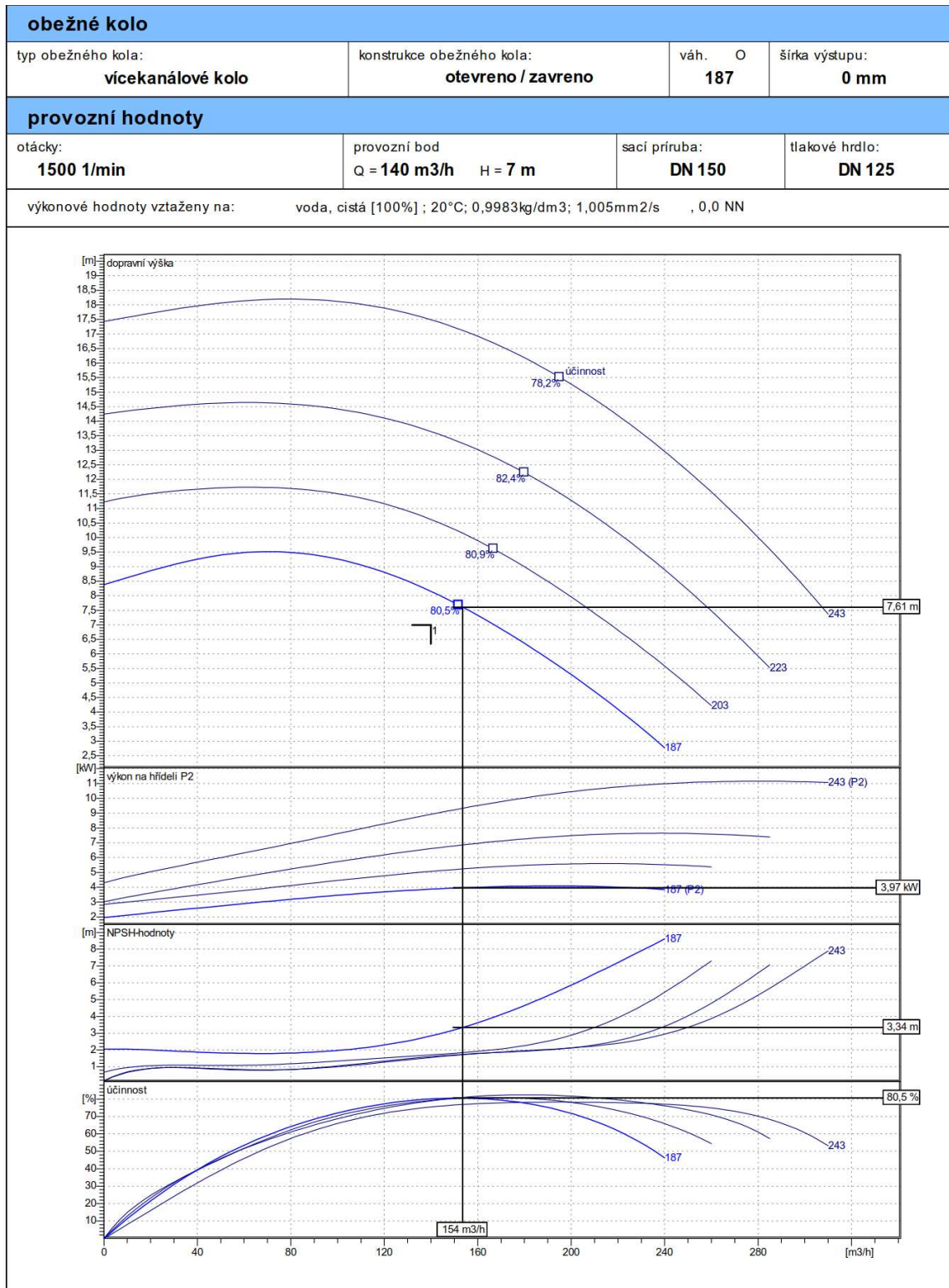
Tabulka 4 technické údaje čerpadla<sup>[18]</sup>

provozní hodnoty						
druh konstrukce	standard			výkon na hřídeli	3,97 kW	
prtok	jmenovitá hodnota	140	m <sup>3</sup> /h	účinnost	80,5 %	
	max.	240	m <sup>3</sup> /h	otáčky	1500 1/min	
	min.	0	m <sup>3</sup> /h	sací hrdlo	DN 150 PN10	
dopravní výška	jmenovitá hodnota	7	m	výtlačné hrdlo	DN 125 PN10	
	max.	8,38	m	konstrukce obežného kola	otevreno / zavreno	
	min.	2,77	m	typ obežného kola	vícekanálové kolo	
geodetická výška	4 m		obežné kolo Ř	187 mm		
vstupní tlak	0,196 bar		dopravované médium	voda, čistá		
motor						
typ motoru	PM - Motor			jmenovité otáčky	1500 1/min	
označení motoru	PM 4kW			jmenovité napětí	400 V	
zapojení	neznámý			vymеровací proud	7,4 A	
frekvence	variabilní			Hz	druh proudu	3~
jmenovitý výkon	4 kW			krytí	IP 55	





Tabulka 5. Charakteristiky čerpadla<sup>[18]</sup>



## 5.6. Posouzení návrhu filtru

V projektu rekonstrukce je navržena trojice filtrů, každý o průměru 1800 mm s výškou filtrační náplně 1 m. Filtry jsou navrženy na filtrační rychlost  $30 \text{ m}^3/\text{hod.}/\text{m}^2$ . Této filtrační rychlosti odpovídá cirkulační průtok  $230 \text{ m}^3/\text{hod.}$ , který je vůči požadovanému cirkulačnímu průtoku ( $150 \text{ m}^3/\text{hod.}$ ) předimenzován o 65 %.

Pro daný cirkulační průtok  $150 \text{ m}^3/\text{hod.}$  je dostačující dvojice filtrů průměru 1800 mm, která zároveň odpovídá filtrům stávajícím. Při navržení dvou filtrů o průměru 1800 mm je filtrováno rychlostí  $30,27 \text{ m}^3/\text{hod.}/\text{m}^2$ . Zároveň můžeme prát při spuštění jednoho čerpadla a uzavření jednoho filtru požadovanou prací rychlostí  $60 \text{ m}^3/\text{hod.}/\text{m}^2$ .

## 5.7. Návrh ohřevu

Pro plavecký bazén je v projektu navrhovaná hodnota výkonu ohřevu 175 kW pro ohřev za 5 dní a 260 kW pro ohřev za 3 dny.

Výpočet ohřevu je popsán v kapitole 2.7.1 Návrh potřebného výkonu na ohřev. Výsledky výpočtu a vstupní hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 6).

Tabulka 6. výpočet ohřevu

Ohřev	3 dny	5 dnů	3 dny	5 dnů
T1 [°C]	6	6	12	12
T2 [°C]	28	28	28	28
V [m <sup>3</sup> ]	750	750	750	750
rozdíl teplot	22	22	16	16
doba ohřevu [h]	72	120	72	120
součinitel	1.1667	1.1667	1.1667	1.1667
<b>potřebný výkon [kW]</b>	<b>267</b>	<b>160</b>	<b>194</b>	<b>117</b>

Navrhovaný výkon odpovídá přibližně 6 °C výchozí teplotě vody. Tato teplota je nižší než předpokládaná teplota vody z řadu 120 °C, takže navržený výkon ohřevu je dostatečný (předimenzovaný o 70 %).



## 5.8. Posouzení kompozičního uspořádání strojovny

Umístění technologie všech navrhovaných okruhů v projektu je na jednom výkresu. Vhodnější by bylo rozdělení na jednotlivé okruhy. Pro daný stupeň dokumentace je výkres dostačující. (výřez výkresu technologie je součástí grafických příloh; strana 82)

Posuzovaný okruh A má logicky řešené umístění akumulční nádrže a cirkulačních čerpadel tak, aby vzdálenost akumulace a čerpadel byla co nejkratší, a nevznikala zde zbytečná hydraulická ztráta na sání čerpadel.

Umístění filtrů je příhodné pro snadnou výměnu náplně i celého bloku filtru, zároveň poloha filtru významně neprodlužuje potřebnou délku trubních rozvodů.

Ve výkresu je pro okruh A naznačeno posilovací čerpadlo pro ohřev vody. Přitom dokumentace nedisponuje návrhem výměníku, který by potřeboval posilovací čerpadlo.

Nadbytečnou technologií jsou dvě čerpadla vzorku. Vzhledem k velikosti a pozici bazénu vůči strojovně by měl stačit gravitační průtok nebo jedno pomocné čerpadlo.

Další nadbytečnou technologií je prací čerpadlo. Při správné manipulaci s čerpadly a filtry jsou pro vyprání dostačující hlavní cirkulační čerpadla.

## 5.9. Porovnání stávající technologie s návrhy řešení

Porovnání návrhu stávající technologie u plaveckého bazénu s navrženou technologií v projektové dokumentaci a s mým návrhem prvků cirkulačního okruhu plaveckého bazénu.

V následné tabulce (Tabulka 7) je provedena sumarizace navržených částí cirkulačního okruhu plaveckého bazénu v rámci:

- a) stávající technologie
- b) návrh technologie provedený v PD
- c) mnou provedený návrh technologie.



Tabulka 7 Porovnání stávající technologie s návrhy řešení

<b>přehledné srovnání stávající posuzované technologie s navrženou technologií v projektu a technologií navrženou podle vlastních výpočtů</b>		
<b>materiál</b>	stávající	ocelový bazén s hydroizolačním nástřikem
	v projektu	nerezový bazén
	vlastní návrh	zachovat stávající
<b>cirkulační trysky</b>	stávající	32 trysek
	v projektu	není řešeno
	vlastní návrh	minimální počet 30 trysek doporučení zachovat 32
<b>sání ze dna</b>	stávající	zajištěno přes dvě odstavené trysky výtlaku
	v projektu	řešeno pomocí sacího a vypouštěcího kanálu
	vlastní návrh	tři sací trysky s celkovou kapacitou 45 m <sup>3</sup> /hod.
<b>odtoky ze žlábků</b>	stávající	8 odtoků DN150
	v projektu	8 odtoků DN150
	vlastní návrh	8 odtoků DN150
<b>akumulační jímka</b>	stávající	nezjištěno
	v projektu	celkový objem akumulační nádrže 50 m <sup>3</sup>
	vlastní návrh	aktivní objem minimálně 49.51 m <sup>3</sup>
<b>čerpadla</b>	stávající	trojice čerpadel UNIBAD Q = 100 m <sup>3</sup> /hod., H = 10 m
	v projektu	dvojice čerpadel Q = 118 m <sup>3</sup> /hod., H = 14 m a jedno prací čerpadlo 104 m <sup>3</sup> /hod., H = 8 m
	vlastní návrh	dvě čerpadla na střídavý chod Q = 154 m <sup>3</sup> /hod., H = 7.61 m
<b>filtry</b>	stávající	dva filtry průměru 2000 mm
	v projektu	tři filtry průměru 1800 mm
	vlastní návrh	dva filtry průměru 1800 mm
<b>ohřev</b>	stávající	nezjištěno
	v projektu	175 kW (5 dní) nebo 260 kW (3 dny)
	vlastní návrh	117 kW (5 dní) nebo 194 kW (3 dny)



## 6. Závěry

U vybraného bazénového provozu a cirkulačního okruhu plaveckého bazénu jsem popsal a posoudil stávající technologii a v projektu rekonstrukce navrhovanou technologii s vlastními návrhy a výpočty dle pokynů zadání a vedoucího diplomové práce.

### 6.1. Výsledky posouzení stávající technologie cirkulačního okruhu plaveckého bazénu na stávající technologii

Stávající technologie je v souladu s platnými vyhláškami a v provozu schopném stavu. Jednotlivé prvky jsou zastaralé, ovšem vzhledem k dobře prováděné údržbě plní svojí funkci.

**Z posouzení stávajícího stavu vyplývá následující:**

1. Plavecký bazén je v provozuschopném stavu. Jeho užívání je bezpečné a jeho provoz je v souladu s příslušnými platnými zákony a vyhláškami.
2. Na cirkulačním okruhu plaveckého bazénu je nevhodně umístěno dávkování činidla na úpravu pH, chloru a koagulantu. Nevhodnost umístění je ve vzájemně blízkém rozsahu dávkovaných činidel, kdy může dojít k vzájemné nežádoucí reakci dávkovaných činidel. Nevhodnost umístění je také v poloze v cirkulačním okruhu vůči filtrům, výměníkům ohřevu bazénové vody a UV jednotky. Takto provedené dávkování může mít i za následek nesprávnou funkci filtrů a snížení životnosti prvků bazénové technologie umístěných na cirkulačním potrubí mezi dávkováním chloru a bazénem.
3. Cirkulační okruh hlavního plaveckého bazénu je spojen s cirkulačním okruhem brouzdaliště. Toto spojení není výhodné, protože brouzdaliště spadá do jiné kategorie než plavecké bazény a má jiné požadavky na parametry upravené vody (vyhl. č. 238/2011 Sb.).
4. Sání vody ze dna je dodatečně zajištěno pomocí odstavení některých cirkulačních trysek a jejich využití jako sacích pomocí



trojcestného ventilu. Odstavení cirkulačních trysek může mít za následek, že nedojde k ideálnímu mísení upravené vody s vodou v bazénu a v některých místech dojde k nežádoucímu zdržení vody.

5. Sání z akumulární jímky je prvních 1,5 m tvořeno původním ocelovým potrubím s uzávěrem. Tato část potrubí koroduje a je zdrojem zvýšených hydraulických ztrát na sání čerpadel.

## 6.2. Zjištění na projektu rekonstrukce

1. Rozsah a členění technologické části projektové dokumentace rekonstrukce odpovídá základním požadavkům vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb a jejím pozdějším novelizacím kromě doporučeného položkového seznamu navržené technologie, který by obsahoval stručný popis jednotlivých prvků.
2. V projektu rekonstrukce navržená technologie recirkulačního okruhu plaveckého bazénu postrádá podložení základními hydraulickými výpočty. Návrh jednotlivých komponent kapacitně odpovídá požadavkům platné legislativy. Neodpovídá však z ekonomického hlediska.
  - a) V případě filtrů je technologie v projektu předimenzována o 65 % a v případě cirkulačních čerpadel o 30 %.
  - b) Návrh dvou čerpadel a pracího čerpadla není ekonomicky výhodný. Vhodnější je návrh dvou stejných cirkulačních čerpadel s dostatečným výkonem pro zajištění požadovaného průtoku (dle mého návrhu se jedná o hodnotu 150 m<sup>3</sup>/hod.) za chodu jednoho čerpadla a druhého čerpadla jako zálohy. Tyto čerpadla pravidelně střídat tak, aby každé mělo stejný počet motorických hodin.
3. V projektu je řešen návrh cirkulačních trysek, vypouštění a sání ze dna pomocí dnového kanálu, u kterého není specifikováno kolik a jak umístěných trysek obsahuje.



Projekt rekonstrukce byl posuzován s výpočty a návrhy odpovídající české a evropské legislativě a příslušným doporučujícím normám (tento postup navrhování je popsán v kapitole 2.). Pro lepší orientaci je na straně 66 podrobný seznam vyhlášek, zákonů a norem souvisejících s problematikou navrhování a užívání bazénové technologie a základními souvisejícími stavebními předpisy.

### **6.3. Doporučení**

**Na základě zjištění, závěrů a dostupných informací lze doporučit následující:**

Nerealizovat navrhovanou rekonstrukci v plném rozsahu z důvodu zbytečně velkého počtu nových okruhů a tím i nové technologie. Stávající bazén z pohledu technologie je vhodné rekonstruovat formou výměny čerpadel, nebo repasem stávajících s osazením frekvenčních měničů a výměnou filtrů.

Dále je žádoucí neprodleně změnit umístění dávkování chloru a korekce pH za filtr a ohřev, aby nedocházelo k potenciálnímu nebezpečí úrazu návštěvníka a poškození částí cirkulačního systému vlivem chemického působení.

Z pohledu trubních rozvodů by bylo vhodné vyměnit původní ocelové sání vedoucí z akumulační jímky a svodné potrubí žlábků.

Kromě bazénové technologie je žádoucí posoudit stávající tepelně izolační vlastnosti opláštění budovy, které mohou zásadně ovlivnit provozní náklady.



## **Seznam zákonů, vyhlášek a nařízení, které souvisí s navrhováním, výstavbou a užíváním bazénů**

### **Základní předpisy ve stavebnictví**

- 1. Vyhl. 238/2011 Sb.**  
Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch.
- 2. Zák. 183/2006 Sb.**  
Zákon o územním plánování a stavebním řádu – Stavební zákon ve znění pozdějších předpisů (Zák. 68/2007Sb., Zák.191/2008 Sb, Zák. 379/2009 Sb.).
- 3. Zák .184/2006 Sb.**  
Zákon o odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (zákon o vyvlastnění), Usnesení Poslanecké sněmovny 185/2006 Sb. k zákonu o odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (zákon o vyvlastnění), přijatému Parlamentem dne 14. března 2006 a vrácenému prezidentem republiky dne 12. dubna 2006.
- 4. Zák. 100/2001 Sb.**  
Zák. o posuzování vlivu na životní prostředí ve znění pozdějších předpisů (93/2004 Sb., 163/2006 Sb., 216/2007 Sb. Zák. 436/2009Sb, Usnesení Poslanecké sněmovny 437/2009 Sb., úplné znění Zák. 49/2010 Sb ).
- 5. Zák. 360/1992 Sb.**  
Zákon o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. úplné znění zákona v Zák. 357 / 2008 Sb. vč. provedených změn.
- 6. Vyhl. 499/2006 Sb.**  
Vyhláška o dokumentaci staveb.
- 7. Vyhl. 500/2006 Sb.**  
Vyhláška o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti.
- 8. Vyhl. 501/2006 Sb.**  
Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území ve znění vyhl. 269/2009, Vyhl. 22/2010 Sb.).
- 9. Vyhl. 503/2006 Sb.**  
Vyhláška o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření.





10. **Vyhl. 526/2006 Sb.**  
Vyhláška, kterou se provádí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu.
11. **Vyhl. 268/2009 Sb.**  
Vyhláška o technických požadavcích na stavby.
12. **Vyhl. 23/2008 Sb.**  
Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb.
13. **Vyhl. 498/2006 Sb.**  
Vyhláška o autorizovaných inspektorech.
14. **Vyhl. 398/2009 Sb.**  
Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
15. **Vyhl. 6/2003 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví ukazatele pro vnitřní prostředí pobytových místností některých druhů staveb.
16. **Zák. č. 254/2001 Sb.**  
Zákon o vodách, ve znění Zák. 20/2004 Sb., 180/2008 Sb., 181/2008Sb., ve znění pozdějších předpisů.
17. **Zák. 274/2001 Sb.**  
Zákon o vodovodech a kanalizacích ve znění Zák. 76/2006 Sb.
18. **Nař. vlády 61/2004 Sb.**  
Nařízení o ukazatelích přípustného znečištění povrchových vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací – ve znění Nař. Vlády 229/2007 Sb. a ve znění pozdějších předpisů.
19. **Vyhl. 590/2002 Sb.**  
Vyhláška o technických požadavcích na vodní díla
20. **Vyhl. 428/2001 Sb.**  
Vyhláška ve znění Vyhl. 146/2004 Sb. a Vyhl. 515/2006 Sb., kterou se provádí ustanovení zákona o vodovodech a kanalizacích ve znění pozdějších předpisů.

#### **Základní předpisy BOZP**

21. **Zák. 262/2006 Sb.**  
Zákoník práce 362/2007 Sb. – ve znění Zák. 262/2006 Sb, Zák. 294/2008 Sb.
22. **Zák. 309/2006 Sb.**  
Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a při zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnostech nebo poskytování služeb mimo



- pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
23. **Zák. 251/2005 Sb.**  
Zákon o inspekci práce, ve znění Zák. 294/2008 Sb.
  24. **Zák. 258/2000 Sb.**  
Zákon o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů
  25. **Zák. 20/1966 Sb.**  
Zák. péči a zdraví lidu ve znění pozdějších předpisů
  26. **Zák. 22/1997 Sb.**  
Zákon o technických požadavcích na výrobky ve znění pozdějších předpisů – Zák. 481/2008 Sb.
  27. **Nař.vlády č. 361/2007 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění NV 68/2010 Sb.
  28. **Nař.vlády č. 378/2001 Sb**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí
  29. **Nař.vlády č. 176/2008 Sb.**  
Nařízení vlády o technických požadavcích na strojní zařízení
  30. **Nař.vlády č. 494/2001 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví způsob evidence, hlášení a zasílání záznamu o úrazu, vzor záznamu o úrazu a okruh orgánů a institucí, kterým se ohlašuje pracovní úraz a zasílá záznam o úrazu.
  31. **Nař.vlády č. 495/2001 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků
  32. **Nař.vlády č. 21/2003 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky
  33. **Nař.vlády č. 11/2002 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů
  34. **Nař.vlády č. 168/2002 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při provozování dopravy dopravními prostředky.
  35. **Nař.vlády č. 101/2005 Sb.**  
Nařízení vlády o požadavcích na pracovní prostředí.
  36. **Nař.vlády č. 362//2005 Sb.**



- Nařízení vlády o požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.
37. **Nař.vlády č. 148/2006 Sb.**  
ochrana před hlukem, vibracemi a neionizujícím zářením
  38. **Nař. vlády č. 1/2008 Sb.**  
Nařízení vlády o ochraně zdraví před neionizujícím zářením, ve znění NV.106/2010.
  39. **Nař.vlády č. 591/2006 Sb.**  
Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.
  40. **Nař.vlády č. 592/2006 Sb.**  
Nařízení vlády o podmínkách akreditace a provádění zkoušek z odborné způsobilosti.
  41. **Nař.vlády č. 27/2003 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na výtahy, ve znění NV 127/2004 Sb., NV 142/2008 Sb.
  42. **Vyhl. 415/2003 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví podmínky k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při svislé dopravě a chůzi – ve znění Vyhl. 571/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
  43. **Vyhl. 77/1965 Sb.**  
Vyhláška ministerstva stavebnictví o výcviku, způsobilosti a registraci obsluh stavebních strojů.
  44. **Vyhl. 50/1978 Sb.**  
ČÚBP a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektro-technice
  45. **Vyhl. 18/1979 Sb.**  
ČÚBP a ČBÚ, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti
  46. **Vyhl. 19/1979 Sb.**  
ČÚBP a ČBÚ, kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti
  47. **Vyhl. 20/1979 Sb.**  
ČÚBP a ČBÚ, kterou se určují vyhrazená elektrická zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti
  48. **Vyhl. 21/1979 Sb.**  
ČÚBP a ČBÚ, kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti



49. **Vyhl. 48/1982 Sb.**  
ČÚBP, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
50. **Vyhl. 91/1993 Sb.**  
ČÚBP k zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách.
51. **Vyhl. 288/2003 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví práce a pracoviště, které jsou zakázány těhotným ženám, kojícím ženám, matkám do konce devátého měsíce po porodu a mladistvým, a podmínky, za nichž mohou mladiství výjimečně tyto práce konat z důvodu přípravy na povolání.
52. **Vyhl. 432/2003 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
53. **Zák. 356/2003 Sb.**  
O chemických látkách a chemických přípravcích – úplné znění – Zák. 434/2005 Sb. – ve znění pozdějších předpisů (Zák. 371/2008 Sb) a Usnesení Poslanecké sněmovny 372/2008 Sb., úplné znění zák. 440/2008 Sb.)
54. **Zák. 349/2004 Sb.**  
úplné znění Zák. 353/1999 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými látkami a chemickými přípravky
55. **Vyhl. 427/2004 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví bližší hodnocení rizika chemických látek pro zdraví člověka
56. **Vyhl. 232/2004 Sb.**  
Vyhláška, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, týkající se klasifikace, balení a označování nebezpečných chemických látek a chemických přípravků, ve znění pozdějších předpisů – Vyhl. 389/2008 Sb.
57. **Zák. 361/2000 Sb.**  
Zákon o provozu na pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů – Zák. 215/2007 Sb.
58. **Vyhl. 30/2001 Sb.**  
Vyhláška ve znění Vyhl. 153/2003 Sb., 176/2004 Sb., 193/2006 Sb. 507/2006 Sb. 202/2008 Sb. 91/2009 Sb. pravidla provozu na



pozemních komunikacích a úprava řízení provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

### **Základní předpisy zdravotnické a hygienické**

- 59. Zák 20/1966 Sb.**  
Zákon o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů 111/2007 Sb 28/2008 Sb
- 60. Zák. 258/2000 Sb.**  
Zákon o ochraně veřejného zdraví ve znění ZÁK. 320/2002 Sb. a Zák. 274/2003 Sb. – úplné znění zákona – zák. 471/2005 Sb., v platném znění
- 61. Vyhl. 135/2004 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch – ve znění Vyhl. 292/2006 Sb.
- 62. Vyhl. 409/2005 Sb.**  
Vyhláška o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, v platném znění
- 63. Vyhl. 252/2004 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost A rozsah kontroly pitné vody – ve znění Vyhl. 187/2005 Sb., ve znění Vyhl. 293/2006 sb.
- 64. Vyhl. 137/2004 Sb.**  
Vyhláška o hygienických požadavcích na stravovací služby a zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných – ve znění Vyhl. 602/2006 Sb.
- 65. Vyhl. 159/2003 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví povrchové vody využívané ke koupání osob, ve znění vyhlášky č. 168/2006 Sb., Vyhl. 152/2008 Sb.
- 66. Vyhl. 26/2001 Sb.**  
Vyhláška ve znění Vyhl. 268/2001 Sb. o kosmetických prostředcích – změna Vyhl. 444/2004 Sb, 126/2005 Sb. a Vyhl. 260/2006 Sb., 369/2008 ve znění pozdějších předpisů
- 67. Vyhl. 448 / 2009 Sb.**  
Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na kosmetické Prostředky.

### **Základní předpisy pro zadávání veřejných zakázek**

- 68. Zák 137/2006 Sb.**  
Zákon o zadávání veřejných zakázek, ve znění zákona č. 110/2007 Sb. Zák. 76/2008 Sb., Zák. 417/2009 Sb. o veřejných zakázkách



- 69. Zák. 41/2004 Sb.**  
Zákon, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o veřejných zakázkách
- 70. Vyhl. 239/2004 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví podrobný rozsah zadávací dokumentace stavby.
- 71. Vyhl. 240/2004 Sb.**  
Vyhláška, o informačním systému o zadávání veřejných zakázek a metodách hodnocení nabídek dle jejich ekonomické výhodnosti.
- 72. Vyhl. 328/2006 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví paušální částka nákladů řízení o přezkoumání úkonů zadavatele pro účely zákona o veřejných zakázkách.
- 73. Vyhl. 329/2006 Sb.**  
Vyhláška, kterou se stanoví bližší požadavky na elektronické prostředky, elektronické nástroje a elektronické úkony při zadávání veřejných zakázek.
- 74. Vyhl. 330/2006 Sb.**  
Vyhláška o uveřejňování vyhlášení pro účely zákona o veřejných zakázkách.

#### **Další zákony a nařízení vlády související s navrhováním**

- 75. Zák. 455/1991 Sb.**  
Zákon o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění Zák. 214/2006 Sb., 130/2008 Sb. ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.
- 76. Nař.vlády č.140/2000 Sb.**  
Nařízení vlády, kterým se stanoví seznam živností ve znění pozdějších předpisů, NV č. 469/2000 Sb., NV 491/2004 Sb, NV 100/2006 Sb., NV č. 324/2006 Sb.obsahové náplně jednotlivých oborů živností volných, ve znění pozdějších předpisů.
- 77. Zák. 121/2000 Sb.**  
Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů – zák. 81/2005, 216/2006 Sb., 398/2006 Sb., úplné znění zák. 168/2008 Sb.
- 78. Zák.262/2006 Sb.**  
Zákoník práce ve znění Zák. 362/2007 Sb., Zák. 294/2008 Sb.



## Seznam technických norem

1. **ČSN EN 13451-1**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 1: Všeobecné bezpečnostní požadavky a zkušební metody
2. **ČSN EN 13451-2**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 2: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro žebříky, žebříková schodiště a madla
3. **ČSN EN 13451-3**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 3: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro vtoky a odtoky vody a vodní atrakce
4. **ČSN EN 13451-4**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 4: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro startovací bloky
5. **ČSN EN 13451-5**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 5: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro vyznačení drah
6. **ČSN EN 13451-6**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 6: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro obrátkové plochy
7. **ČSN EN 13451-7**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 7: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro branky pro vodní pólo
8. **ČSN EN 13451-8**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 8: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro zábavné vodní atrakce
9. **ČSN EN 13451-9**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 9: Bezpečnostní značky





10. **ČSN EN 13451-10**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 10: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro skokanské plošiny, skokanská prkna a přidružená vybavení
11. **ČSN EN 13451-11**  
VYBAVENÍ PLAVECKÝCH BAZÉNŮ  
Část 11: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro přenosné podlahy a překážky
12. **ČSN EN 15288-1+A1**  
PLAVECKÉ BAZÉNY  
Část 1: Bezpečnostní požadavky pro navrhování bazénů
13. **ČSN EN 15288-2**  
PLAVECKÉ BAZÉNY  
Část 2: Bezpečnostní požadavky pro provozování bazénů
14. **ČSN EN 1069-1**  
VODNÍ SKLUZAVKY  
Část 1: Bezpečnostní požadavky a metody zkoušení
15. **ČSN EN 1069-2**  
VODNÍ SKLUZAVKY  
Část 2: Pokyny
16. **ČSN 75 5050**  
HOSPODÁŘSTVÍ PRO DESINFEKCI VODY VE VODOHOSPODÁŘSKÝCH PROVOZECH
17. **ČSN 75 5201**  
NAVRHOVÁNÍ ÚPRAVEN VODY
18. **ČSN 75 5301**  
VODÁRENSKÉ ČERPACÍ STANICE
19. **ČSN 75 5911+Z1**  
TLAKOVÉ ZKOUŠKY VODOVODNÍHO A ZÁVLAHOVÉHO POTRUBÍ



## Citovaná literatura a zdroje informací

- [1] vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz>
- [2] KRIŠ, Jozef. *Bazény a kúpaliská*. Bratislava: Jaga group, 2000. ISBN 80-889-0530-3.
- [3] ŠŤASTNÝ, Bohumil. *Stavba a provoz bazénů*. Praha: ABF-ARCH, 2003. ISBN 80-86165-56-6
- [4] Česko, České a Evropské technické normy [ČSN online], 2020, dostupné pro studenty Fsv z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>
- [5] MELICHAR, Jan. *Úvod do čerpací techniky*. V Praze: České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05056-9.
- [6] ASTRALPOOL, *Katalog bazénové technologie*. V Praze 2020
- [7] VAGNER POOL, *Katalog bazénové technologie*. V Praze 2019
- [8] Kolář, Václav, Cyril Patočka a Jiří Bém. *Hydraulika*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1983. 474 s.
- [9] Herboner Pumpenfabrick, *Swimming pool pums*. in Germany 2012
- [10] White, F. M. (2016). *Fluid Mechanics* (8th ed.). Maidenhead, England: McGraw Hill Higher Education.
- [11] Příloha č.8 vyhlášky č. 238/2011 Sb., *Požadavky na mikrobiologické a fyzikálně-chemické ukazatele jakosti vod v umělých koupalištích*
- [12] ASEKO, *Vše pro péči o bazénovou vodu*. Retrieved 2020, from Asekopool.com website: <https://www.asekopool.com/cs/home-2/>
- [13] vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb
- [14] Geoprohlížeč. Retrieved December 28, 2020, from Cuzk.cz website: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [15] Mělník. *Letní koupaliště a krytý bazén* [online]. 2020, dostupné z: <https://www.bazen-melnik.cz/>
- [16] Mělnický deník. *Pohlednice z minulosti: Mělnické koupaliště a bazén* [online]. 2020, dostupné z: <https://melnicky.denik.cz>



- [17] Mělník. REKONSTRUKCE PLAVECKÉHO BAZÉNU V MĚLNÍKU, dokumentace pro územní rozhodnutí a stavební povolení. [cit. 12.2020] Zapůjčená digitální verze projektové dokumentace k vypracování diplomové práce.
- [18] HERBORNER PUMPEN TECHNIK, nástroj pro navrhování čerpadel s databází charakteristik čerpadel předních výrobců. [software] poskytnuto vedoucím diplomové práce

### Doporučená literatura

SKLENÁŘ, Josef. *Balneotechnika*. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-01-00899-1.

SKLENÁŘ, Josef. *Balneotechnika II*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1992. 220 str. ISBN 80-01-00806-1.

SKLENÁŘ, Josef. *Balneotechnika: Doplnkové skriptum*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1994. 55 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-01-01170-4.

ŠTAFL, Miloš. *Zdravotní inženýrství III.: Balneotechnika*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1981. 166 s. Učební texty vysokých škol.

BIELA, Renata a Josef BERÁNEK. *Úprava vody a balneotechnika*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 164 s. ISBN 80-214-2563-6.



## Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázek 1. Schéma recirkulačního systému .....	10
Obrázek 2. Příklad nerezového prostupu pro ŽB-bazény s obkladem .....	13
Obrázek 3. Schématický řez akumulární jímkou .....	17
Obrázek 4. monoblok čerpadla s lapačem vlasů a elektromotorem <sup>[7]</sup> .....	19
Obrázek 5. Vertikální čerpadlo <sup>[7]</sup> .....	20
Obrázek 6. Horizontální čerpadlo <sup>[7]</sup> .....	20
Obrázek 7. graf paralelního zapojení čerpadel .....	20
Obrázek 8. graf sériového zapojení čerpadel .....	21
Obrázek 9. graf pracovního bodu čerpadla .....	22
Obrázek 10. graf účinnosti čerpadla .....	22
Obrázek 11. graf NPSH čerpadla .....	24
Obrázek 12. Schéma BESGO ventil .....	24
Obrázek 13. Schéma 5ti cestný ventil .....	24
Obrázek 14. graf korekce výkonu výměníku <sup>[7]</sup> .....	28
Obrázek 15. Zařízení pro řízení kvality vody <sup>[12]</sup> .....	30
Obrázek 16. Membránové a peristaltická dávkovací čerpadla <sup>[12]</sup> .....	31
Obrázek 17. Doporučené rychlosti v potrubí <sup>[4]</sup> .....	35
Obrázek 18. Umístění bazénu vůči městu Mělník <sup>[14]</sup> .....	37
Obrázek 19. foto + logo bazén Mělník <sup>[15]</sup> .....	37
Obrázek 20. Otevřené koupaliště v roce 1978 v pozadí s krytým plaveckým bazénem <sup>[16]</sup> .....	39
Obrázek 21. Stávající cirkulační čerpadla + štítek .....	39
Obrázek 22. stávající filtry + štítek .....	40
Obrázek 23. Stávající UV lampa .....	41
Obrázek 24. místo dávkování chemikálií .....	42
Obrázek 25. Stávající kontrola kvality vody .....	42
Obrázek 26. přechod z ocelového potrubí na PVC .....	43
Obrázek 27. detail výtlak cirkulace/sání ze dna .....	44
Obrázek 28. Pohled do hlubší části bazénu s vypouštěním .....	44
Obrázek 29. druhý pohled do bazénu .....	45



---

Obrázek 30. půdorysné rozdělení trysek .....	54
Obrázek 31. vhodné rozmístění vypouštění / sání ze dna .....	54
Tabulka 1. Doba zdržení plaveckých bazénů <sup>[1]</sup> .....	14
Tabulka 2. používané dimenze plastových potrubí.....	34
Tabulka 3. Výpočet aktivního objemu.....	56
Tabulka 4 technické údaje čerpadla <sup>[18]</sup> .....	58
Tabulka 5. Charakteristiky čerpadla <sup>[18]</sup> .....	59
Tabulka 6. výpočet ohřevu.....	60
Tabulka 7 Porovnání stávající technologie s návrhy řešení .....	62



## Seznam rovnic

č.r. 1 výpočet cirkulační průtoku a počet cirkulačních trysek.....	14
č.r. 2 výpočet maximální kapacity odtoku ze žlábků .....	16
č.r. 3 výpočet počtu odtoků ze žlábků .....	16
č.r. 4 výpočet celkového objemu akumulací jímky .....	18
č.r. 5 výpočet aktivního objemu akumulací jímky .....	18
č.r. 6 výpočet množství vody na praní filtru .....	18
č.r. 7 výpočet objemu vody vytlačené návštěvníky za plného provozu.....	18
č.r. 8 výpočet množství vody z vln.....	18
č.r. 9 výpočet účinnosti čerpadla .....	23
č.r. 10 výpočet a posouzení negativní sací výšky čerpadla NPSH .....	23
č.r. 11 výpočet požadované průřezové plochy filtru .....	25
č.r. 12 výpočet potřebného výkonu na první ohřev .....	27
č.r. 13 výpočet vnožství dopouštěné vody .....	27
č.r. 14 výpočet potřebného množství energie na ohřev dopouštěné vody ...	27
č.r. 15 výpočet potřebného množství energie na denní ohřev.....	27
č.r. 16 výpočet návrhového výkonu výměníku .....	28
č.r. 17 chemická rovnice koagulace síranu hlinitého .....	32
č.r. 18 výpočet maximálního gravitačního průtoku potrubím .....	34
č.r. 19 určení hydraulické drsnosti potrubí ze vztahu A. D. Altšula .....	35
č.r. 20 výpočet průtoku pomocí rovnice kontinuity .....	35
č.r. 21 výpočet tlakové ztráty v potrubí.....	57



## Seznam použitých značek, veličin a jednotek

Značka	veličina
t [hod.]	čas
l [m]	délka úseku
F [m <sup>3</sup> /hod./m <sup>2</sup> ]	filtrační rychlost
h [m]	hloubka
z [m]	hloubka žlábků
ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	hustota, měrná hmotnost
Z [m. v. s]	hydraulické ztráty
R [m]	hydraulický poloměr
P <sub>h</sub> [kW]	hydraulický výkon čerpadla
Al(OH) <sub>3</sub>	hydroxid hlinitý
c [-]	chézyho rychlostní součinitel
ν [m <sup>2</sup> /s]	kinematická viskozita kapaliny
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kyselina sírová
NPSH [m]	net positive suction head
V [m <sup>3</sup> ]	objem vody
Q [m <sup>3</sup> /s]	objemový průtok
S [m <sup>2</sup> ]	plocha / plocha průtočného průřezu
a [m <sup>2</sup> ]	plocha vodní hladiny na jednoho návštěvníka
n [ks]	počet kusů
i [-]	podélný sklon potrubí
PVC	polyvinylchlorid
pH	potential of hydrogen (vodíkový exponent)
d [m]	průměr potrubí
$\frac{\Delta}{D}$ [-]	relativní drsnosti potrubí
Re [-]	Reynoldsovo číslo
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	síran hlinitý (koagulant)
k <sub>ser</sub> [-]	součinitel drsnosti potrubí dle A. D. Altšul'a
μ [-]	součinitel výtoku otvorem
λ [-]	součinitel ztráty třením
v [m/s]	střední rychlost proudění
T [°C]	teplota
g [m/s <sup>2</sup> ]	tíhové zrychlení
p [Pa]	tlak
η [-]	účinnost
DN [mm]	vnitřní průměr potrubí
H <sub>2</sub> O	voda
P [kW]	výkon
H [m.v.s]	výška





## Grafické přílohy – vizualizace projektu rekonstrukce

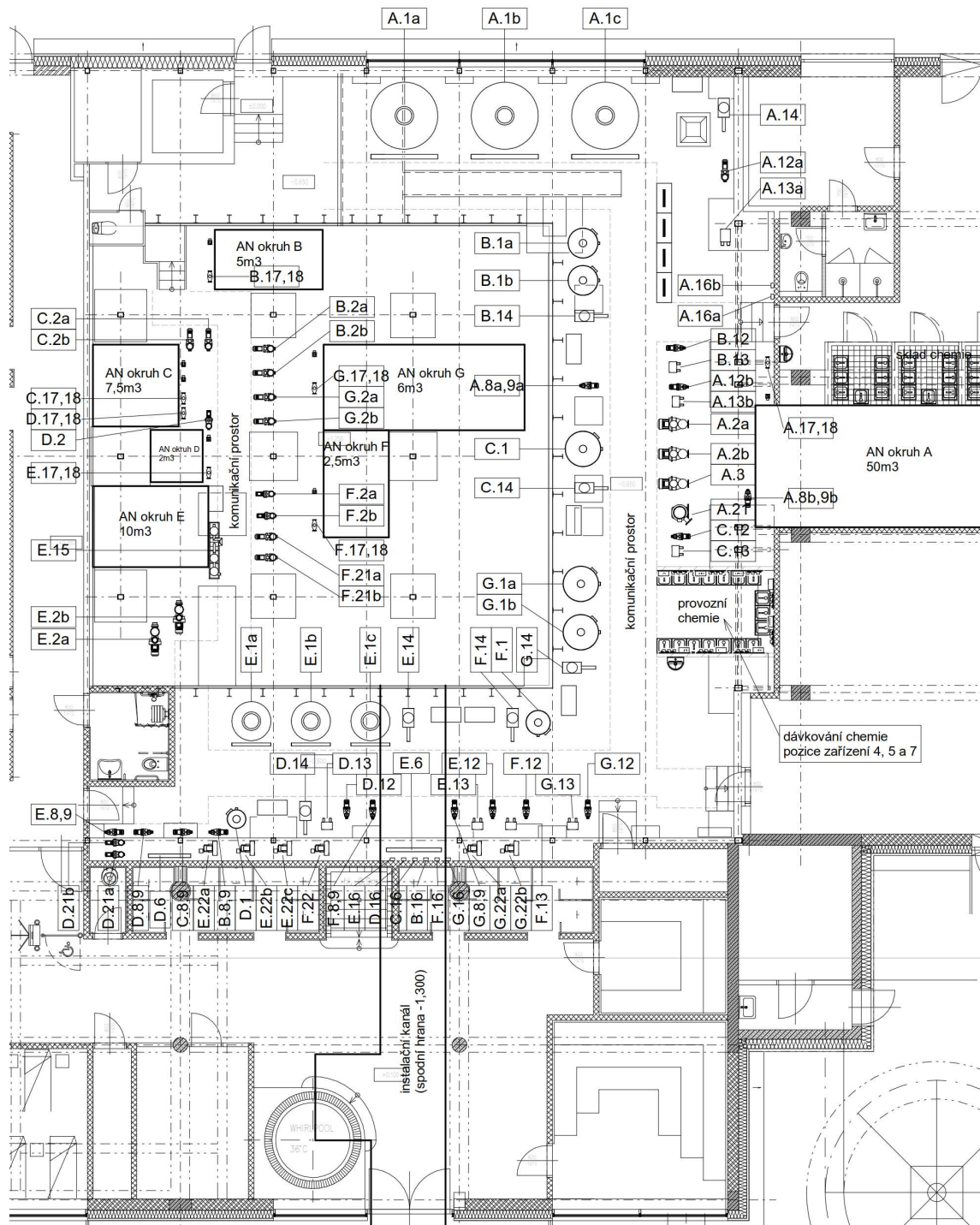
[17]





## Grafické přílohy – výřez výkresu technologie

[17]





## Grafické přílohy – další fotodokumentace

ocelové sání z akumulční jímky



sání ze dna



dělení hlavní větve výtlačku na dílčí rozvody cirkulačních trysek



připojení potrubí na cirkulační trysku



cirkulační čerpadla a magnetoindukční průtokoměr



elektrický rozvaděč a ovládací panel



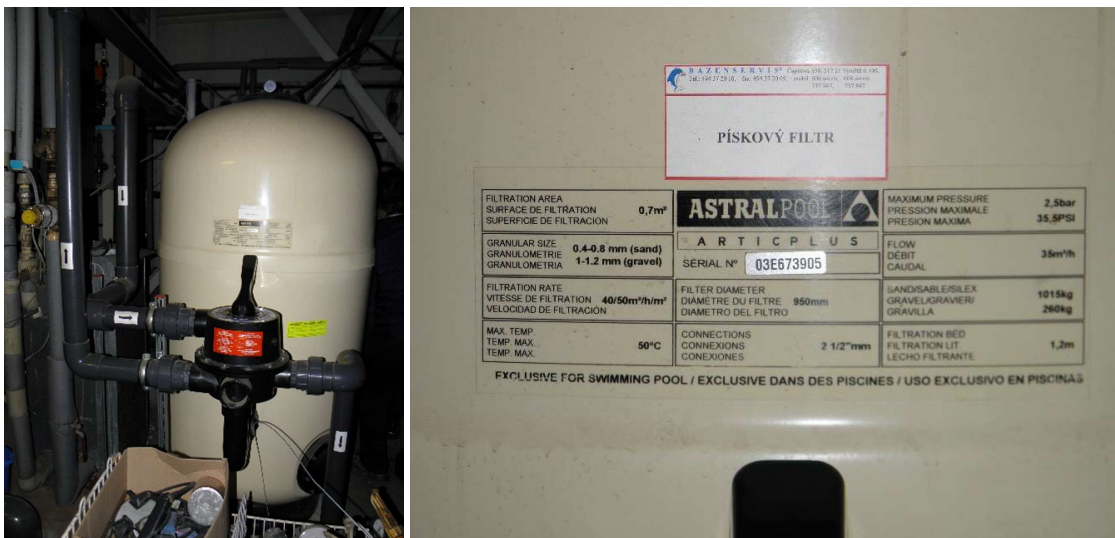




## zařízení pro kontrolu a řízení kvality vody brouzdaliště a whirlpoolu



## filtr na okruhu whirlpoolu



## vizualizace studie





### vypuštěný plavecký bazén a detail žlábků



### whirlpool a brouzdaliště



### detail opláštění bazénu

