

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ



POSOUZENÍ VYBRANÉHO BAZÉNOVÉHO PROVOZU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VOJTĚCH TLUČEK

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

V Praze, 2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Tluček** Jméno: **Vojtěch** Osobní číslo: **469557**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **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 vybraného bazénového provozu

Název diplomové práce anglicky:

Assessment of selected pool operation

Pokyny pro vypracování:

Rešerše literatury k dané tématice. Analýza dané lokality. Příprava a zpracování podkladů. Posouzení vybraného provozu. Shrnutí a závěry.

Seznam doporučené literatury:

Grünwald A., a kol.: Vodárenství. ČKAIT, Praha 1998, ISBN 80-902460-7-9,
Tesařík I. a kol.: Vodárenství. SNTL, Praha 1987,
Šťastný B.: Stavba a provoz bazénů.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D., katedra zdravotního inženýrství

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **22.09.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **02.01.2022**

Platnost zadání diplomové práce: _____

doc. Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne _____

Vojtěch Tluček

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat lidem, kteří mi v průběhu mé práce poskytovali potřebné informace. Zvláštní poděkování patří vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Bohumilovi Šťastnému, Ph.D. a panu Ing. Filipovi Horkému, Ph.D. za konzultace a odborné rady. Poděkování patří i mé rodině za morální podporu.

1. OBSAH

Poděkování	4
Abstrakt	7
Klíčová slova	7
Abstract	7
Keywords.....	7
Úvod	8
2. Základní dělení vodních ploch určených pro koupání.....	9
3. Recirkulační systém bazénu	10
2.1. Schéma recirkulačního systému.....	10
2.2. Akumulační nádrž	11
Návrh akumulace nádrže	11
2.3. Lapače vlasů a mechanických nečistot	13
Návrh lapače vlasů	14
2.4. Čerpadla	15
Návrh recirkulačního čerpadla	16
2.5. Filtrace	18
Návrh filtrační plochy	20
2.6. Trubní rozvody	20
Návrh trubních rozvodů	21
2.7. Ohřev.....	22
Návrh tepelného výměníku	24
2.8. Zabezpečení kvality bazénové vody	24
2.9. Výměnný systém a koncové prvky	27
Návrh výměnného systému a koncových prvků	28
4. Přípojky vodovodu a kanalizace.....	32
3.1. Vodovodní přípojky.....	32
Obecný návrh vodovodní přípojky	32
3.2. Kanalizační přípojky	33
Návrh kanalizační přípojky	34
Návrh nakládání se srážkovými vodami	34
5. Kritická analýza.....	36
6. Praktická část – plovárna Slaný.....	38
5.1. Charakteristika bazénového provozu	38
5.2. Posouzení Projektové dokumentace.....	46

5.2.1.	Seznam příloh.....	46
5.2.2.	Část A (průvodní zpráva).....	48
5.2.3.	Část B (Souhrnná technická zpráva)	49
5.2.4.	Část C (Situace).....	51
5.2.5.	Část D.2.1 (bazénová technologie PS 01).....	55
5.2.6.	Část D.2.2 (venkovní kanalizace a vodovod).....	66
5.3.	Souhrn poznatků z posouzení předložené dokumentace.....	79
	Seznam příloh	79
	Průvodní zpráva	79
	Souhrnná technická zpráva	79
	Situace.....	80
	Bazénová technologie	80
	Venkovní kanalizace a vodovod.....	83
7.	Závěr a doporučení	86
8.	Seznam použité literatury	87
	Literatura.....	87
	Skripta.....	87
	Normy	88
	Legislativa.....	88
	Internetové zdroje	88
	Ostatní zdroje.....	90
9.	Seznam obrázků.....	91
10.	Seznam tabulek	92
11.	Přílohy.....	93
	Příloha 1: Návrh retenčního objemu trubní retence 1 dle normy ČSN 75 6261 93	
	Příloha 2: Návrh retenčního objemu trubní retence 2 dle normy ČSN 75 6261 94	
	Příloha 3: Rozložení rychlostí v potrubí Kombinovaného bazénu.....	95
	Příloha 4: Rozložení rychlostí v potrubí brouzdaliště	96

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem vodohospodářské části bazénového provozu a posouzením vybraného bazénového provozu. V teoretické části diplomové práce bude nejdříve představeno základní dělení vodních ploch určených ke koupání, dále bude popsána bazénová technologie a její návrh. Další kapitola se bude věnovat popisu a návrhu přípojek vodovodu a kanalizace. V poslední kapitole teoretické části bude provedena kritická analýza stavu české legislativy věnující se návrhu bazénové technologie a její porovnání s legislativou zahraniční. Praktická část diplomové práce bude zaměřena na posouzení projektové dokumentace pro rekonstrukci plovárny ve městě Slaný.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bazénový provoz; Recirkulační systém; Legislativa; Posouzení projektové dokumentace

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the design of the water management part of the pool operation and the assessment of the selected pool operation. In the theoretical part of the diploma thesis, the basic division of water areas intended for bathing will be introduced, then the pool technology and its design will be described. The next chapter will deal with the description and design of water supply and sewerage connections. In the last chapter of the theoretical part, a critical analysis of the state of Czech legislation dealing with the design of pool technology and its comparison with foreign legislation will be performed. The practical part of the diploma thesis will focus on the assessment of project documentation for the reconstruction of the swimming pool in the town of Slaný.

KEYWORDS

Pool operation; Recirculation system; Legislation; Assessment of project documentation

ÚVOD

Správný návrh provedený v projektové dokumentaci je základním kamenem bezproblémové stavby a jejího užívání. Projektovou dokumentaci je třeba tvořit tak, aby splňovala všechny parametry stanovené v platné legislativě. Kromě dodržení legislativy by návrh měl být srozumitelný, navržený podle nejnovějších poznatků a co nejvíce ekonomický, ne však na úkor kvality a udržitelnosti. Toto platí i pro bazény a plovárny.

Tato diplomová práce se zabývá správným návrhem části projektové dokumentace pro bazén, respektive koupaliště, kterou navrhuje projektant se vzděláním v oboru vodního hospodářství. Konkrétně se jedná o části návrhu bazénové technologie, vodovodu a splaškové a dešťové kanalizace.

Teoretická část se zabývá obecným popisem a návrhem bazénových technologií, vodovodní přípojky, přípojky splaškové kanalizace a nakládáním se srážkovými vodami. Součástí teoretické části je i popis základního členění ploch pro koupání a kritická analýza. V kritické analýze je popsán stav české legislativy týkající se návrhu bazénových technologií a základní porovnání s legislativou zahraniční.

Diplomová práce byla zpracována za pomoci českých skript, českých vyhlášek a zákonů, zahraničních publikací popisujících zahraniční legislativu, za pomoci odborných článků a osobních znalostí vedoucího práce a autora diplomové práce v oblasti navrhování a tvorby projektové dokumentace.

Praktická část si klade za cíl posoudit projektovou dokumentaci vypracovanou pro rekonstrukci plovárny ve Slaném. Dokumentace byla předána v elektronické formě ve formátu PDF. V praktické části diplomové práce jsou posuzovány jen některé části předložené projektové dokumentace, a to konkrétně části obecné (části A, B a C) a části, kterým se věnuje teoretická část diplomové práce (D.2.1 a D.2.2). Cílem je zhodnotit obsah projektové dokumentace z pohledu vyhlášky ministerstva pro místní rozvoj ČR (MMR) č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Dalším cílem je posoudit srozumitelnost a věcnost výkresů a technických zpráv obsažených v předložené projektové dokumentaci. Dále se v praktické části diplomové práce nachází posouzení navržených technologií dle popisu návrhu obsaženého v teoretické části. Posledním cílem je vytvořit souhrn všech poznatků získaných při posouzení předložené projektové dokumentace a v závěru provést návrh doporučení pro investora.

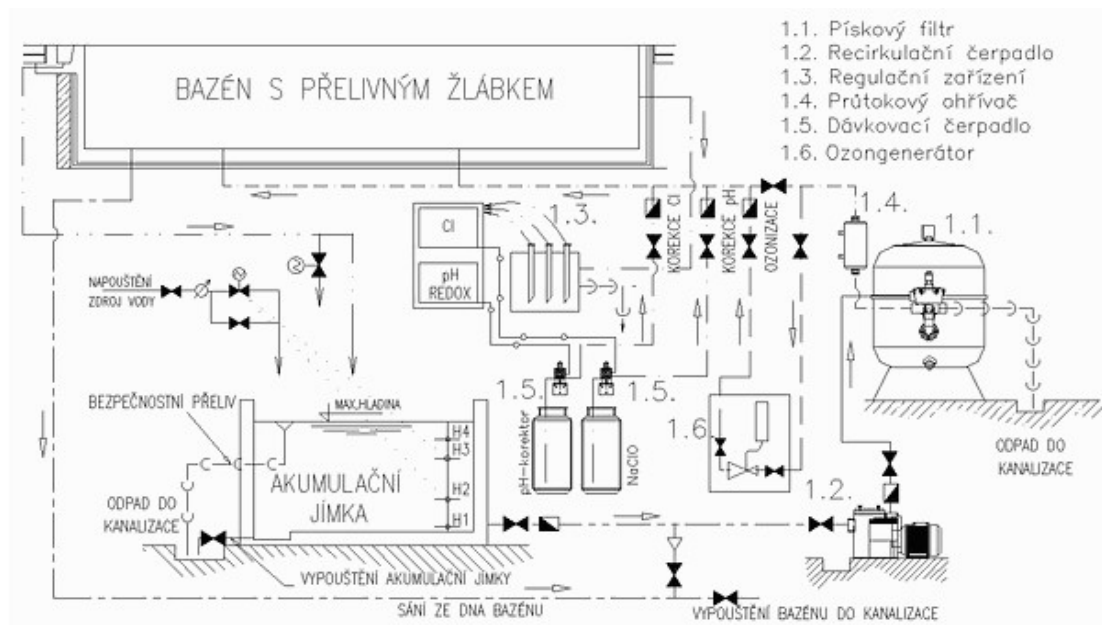
2. ZÁKLADNÍ DĚLENÍ VODNÍCH PLOCH URČENÝCH PRO KOUPÁNÍ

Vyhláška ministerstva zdravotnictví (MZ) č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, určuje tři základní plochy určené pro koupání. Jsou to *přírodní koupaliště provozovaná na povrchových vodách, další povrchové vody ke koupání a vodní plochy ke koupání vzniklé těžební činností*. Další vodní plochy jsou *nádrže ke koupání a stavby povolené k účelu koupání vybavené systémem přírodního způsobu čištění vody ke koupání*. Poslední skupinou vodních ploch jsou *umělá koupaliště*. První dvě skupiny ploch mají dle vyhlášky podobné požadavky. Jen u nádrží, které jsou vybavené systémem přírodního čištění, jsou vyšší požadavky na kvalitu vody v nádržích než u vodních ploch bez jakékoliv úpravy. Probíhají zde také častější kontroly kvality vody, zvláště při překročení stanovených limitů. Požadavky na zařízení pro návštěvníky jsou však pro oba druhy vodních ploch stejné.

Tato diplomová práce se však věnuje umělým koupalištím. Hlavním znakem umělých koupališť je přítomnost recirkulačního systému, který zaručuje hygienické zabezpečení bazénové vody. Umělá koupaliště se velmi hrubě dělí na kryté bazény a nekrytá koupaliště. Recirkulační systém je v obou případech velmi podobný. Jediným zásadním rozdílem je, že u nekrytých koupališť v drtivé většině absentuje ohřev vody. Dalším rozdílem je množství ředící vody, která se musí obměnit, na každého návštěvníka. U nekrytých bazénů je hodnota ředící vody na jednoho návštěvníka rovna 60 l, pro kryté plavecké bazény je tato hodnota rovna 30 l na jednoho návštěvníka a pro kryté koupelové bazény je tento objem 45 l na jednoho návštěvníka. Dalším rozdílem mezi návrhem krytého a nekrytého bazénu je počet sprch. U krytého bazénu je potřeba zajistit jednu sprchu pro patnáct návštěvníků. U nekrytého bazénu stačí navrhnout jednu sprchu pro sto návštěvníků. U krytých i nekrytých bazénů je také důležité správně navrhnout okolí bazénu. U nekrytých bazénů, které mají svůj ochoz, ale i část pokrytou jen trávou, je potřeba vyřešit problém se znečištěním, které návštěvníci přinášejí právě z travnaté části. Aby se zlikvidovalo co nejvíce tohoto znečištění dříve, než návštěvník skočí do čisté bazénové vody, je třeba oddělit tyto dvě zóny nepřekonatelnou překážkou, ideálně plotem v kombinaci s živým plotem a keři. Přístup k bazénu je pak možný jen vymezenými koridory, ve kterých se nachází brodítko se sprchou, které by měly většinu znečištění z návštěvníků odstranit. U krytých bazénů jsou na ochoz bazénu puštěni jen návštěvníci, kteří prošli sprchami v šatnách. Není tak nutné dále řešit znečištění přinesené lidmi. U krytých bazénů je ale na rozdíl od nekrytých bazénů potřeba vyřešit výměnu vzduchu kolem bazénu

pomocí vzduchotechniky. Dalším z rozdílů je i maximální teoretická doba zdržení vody v bazénu, která je popsána v další kapitole této diplomové práce.

3. RECIRKULAČNÍ SYSTÉM BAZÉNU



Obrázek 1 Schéma recirkulačního systému [26]

2.1. SCHÉMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU

Schéma znázorňuje základní recirkulační systém umělého bazénu s vertikálním výměnným systémem. Recirkulační systém je soubor objektů spojených pomocí potrubí a uspořádaných dle logického pořádku. Recirkulační systém slouží k obměně a čištění bazénové vody a je nedílnou součástí umělých bazénů a koupališť. Lze ho dělit na tři části. Jednou z nich je část gravitační, která obsahuje odběr vody z bazénu a potrubí od něho do akumulací nádrže. Další částí je část tlaková, která začíná v akumulací nádrži a přes hrubé předčištění, recirkulační čerpadla, čištění, ohřev a prostor pro dávkování chemických činidel je zakončena až výtakovými tryskami v bazénové vaně. Poslední částí, která již byla lehce zmíněna, je chemické hospodářství. To stojí mimo hlavní recirkulační okruh a je s ním jen spojeno pomocí potrubí, kterými se dávkují činidla do recirkulačního okruhu. Činidla se do okruhu dávkují pro lepší účinnost čištění na filtrech (koagulanty), dále pro korekci pH vody a pro hygienické zabezpečení vody pomocí dezinfekčního činidla.

Recirkulační systém se skládá z následujících částí:

- Přelivný žlábek a sací trysky
- Gravitační potrubí
- Akumulační nádrž
- Sací potrubí
- Lapač vlasů
- Recirkulační čerpadla
- Výtlačné potrubí
- Filtry
- Ohřev
- Chemické hospodářství
- Vtokové trysky

2.2. AKUMULAČNÍ NÁDRŽ

Akumulační nádrž má hned několik funkcí. Hlavní funkcí je vyrovnávání rozkolísanosti přepadů vody z bazénu do recirkulačního systému. Jeden z objemů je tak objem, který je vytlačený lidmi a v případě nekrytého bazénu i objem vody, který přepadne do přelivných žlábků z důvodu vln vyvolaných větrem. Tyto hodnoty nejsou během dne konstantní a akumulaci jímka tuto rozkolísanost vyrovnává, aby průtok na recirkulační čerpadlo již konstantní byl. Další funkcí je akumulace vody pro praní filtrů. Tato voda je v nádrži akumulována z důvodu toho, že při praní filtrů se tato voda vypouští do kanalizace a nevrací se zpět do systému. Objem prací vody by poté v systému chyběl. Nádrž se dále využívá jako místo, kde se doplňuje ředící voda do systému. V nádrži se nachází několik čidel, které sledují polohu hladiny. Pokud klesne pod určenou mez, je doplněna vodou ředící. Voda ředící se musí do bazénu doplňovat dle vyhlášky MZ č. 238/2011 Sb. a to podle návštěvnosti. V krytém plaveckém bazénu je potřeba vyměnit 30 l na osobu, v krytém koupelovém bazénu je potřeba vyměnit 45 l na osobu a v nekrytém bazénu se jedná o 60 l na osobu.

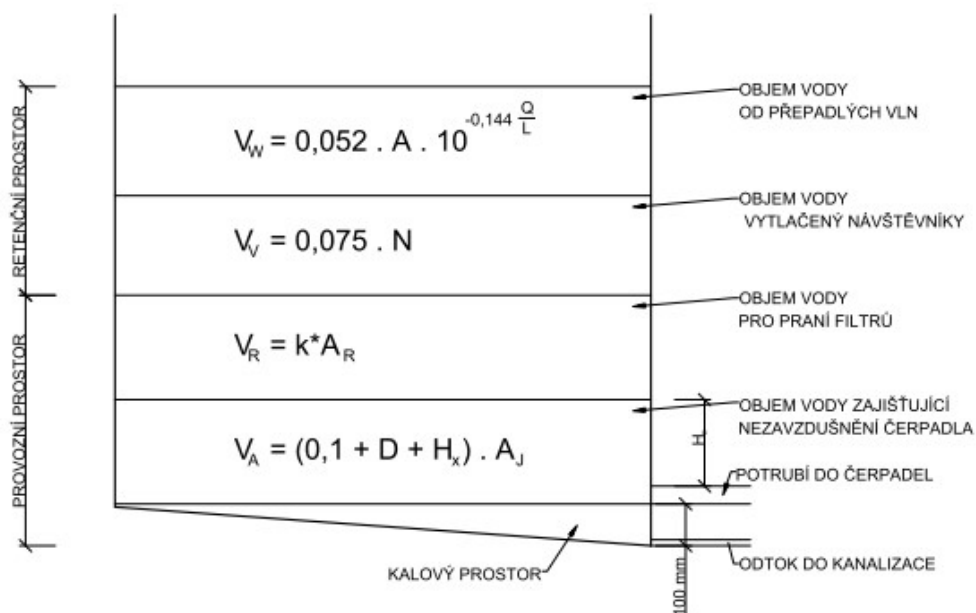
Návrh akumulaciční nádrže

Akumulační nádrže se navrhují nejčastěji ze železobetonu, dále také z plastu nebo kovu. Vnitřní povrch nádrže je potřeba navrhnout s takovou povrchovou úpravou, aby se zamezilo možnosti uchycení mikroorganismů ke stěně nádrže a jejich růstu. Do akumulaciční nádrže proudí a zdržuje se v ní znečištěná voda z bazénu a je zde tedy velké riziko jejího

oživení, kterému je potřeba vhodnou povrchovou úpravou zamezit. Dalším způsobem zamezení oživení vody v nádrži je správný dispoziční návrh. Přítok a odtok z nádrže by měl být navržen tak, aby v bazénu nevznikaly žádné mrtvé zóny, ve kterých se bude voda zdržovat a nebude v nich proudit.

Akumulační nádrž musí být osazena bezpečnostním přelivem a dnovou výpustí. Dnová výpust je umístěna tak, aby bylo možné nádrž vypustit. Voda, která přitéká do nádrže je znečištěná, přičemž se těžší částice usazují na dně, a proto je potřeba dno nádrže vyspádovat do niky pro její čištění. Těžší částice klesnou ke dnu a dále se sesunou do této niky, čímž nedochází k nasávání recirkulačním čerpadlem. Objem v nice je poté třeba pravidelně vypouštět do kanalizace a nádrž vyčistit od usazeného znečištění. Akumulační nádrž je důležité umístit tak, aby byla přístupná pro čištění a aby hladina vody v ní byla pod hladinou bazénu tak, aby voda do nádrže z bazénu proudila gravitačně.

Velikost akumulace se počítá jako součet objemu vytlačeného návštěvníky bazénu, objemu přepadlých vln, objemu, který odpovídá zásobě vody pro praní filtrů, a objemu zajišťujícího, že nad potrubím pro sání na recirkulační čerpadla bude dostatečná výška hladiny, která zajistí, že recirkulační čerpadlo nebude nasávat vzduch. Pokud je nádrž špatně navržena, může docházet ke ztrátám vody v důsledku přepadu přes bezpečnostní přepad, nebo naopak k nasávání vzduchu do recirkulačních čerpadel, což působí jejich nadměrné opotřebení a špatný chod.



Obrázek 2 Schéma akumulace jímky

Objem vytlačný návštěvníky má značku V_V a vypočítá se dle následujícího vzorce, kde N je návrhová kapacita vodní plochy.

$$V_V = 0,075 * N \quad (2.1)$$

Objem od přeplných vln je značen jako V_W a vypočítá se pomocí dalšího vzorce, kde A je plocha bazénu, Q je navržený recirkulační průtok a L je délka přelivných žlábků.

$$V_W = 0,052 * A * 10^{-0,144 * Q/L} \quad (2.2)$$

Objem pro praní filtrů má značku V_R a jeho hodnota se vypočítá pomocí následujícího výpočtu, kde A_R je filtrační plocha a k je rovno 4–6 m³.

$$V_R = k * A_R \quad (2.3)$$

Objem pro správnou funkci recirkulačních čerpadel se značí V_A a vypočítá se dle následujících vzorců, kde D je průměr sacího potrubí k recirkulačním čerpadlům, A_J je plocha akumulární nádrže a v je rychlost proudění v sacím potrubí.

$$F = \frac{v}{\sqrt{qD}} \quad (2.4)$$

$$H_x = D(1 + 2,3D) \quad (2.5)$$

$$V_A = (0,1 + D + H_x) * A_J \quad (2.6)$$

Celkový objem se vypočte pomocí následujícího vzorce.

$$V = V_V + V_R + V_A \quad (2.7)$$

Celkový objem akumulární nádrže je pak součet těchto dílčích objemů.

2.3. LAPAČE VLASŮ A MECHANICKÝCH NEČISTOT

Lapač vlasů je velmi důležitá součást recirkulačního systému. Lapač vlasů je v recirkulačním systému předřazen recirkulačním čerpadlům za účelem je chránit. Jedná se o mechanický filtr, který zabraňuje nasátí předmětů recirkulačním čerpadlem. Pokud by recirkulační čerpadlo nasálo nějaký předmět, zpravidla například právě vlasy, ale třeba i plavky, šperky, sáčky a podobně, mohlo by ho to poškodit, nebo přinejmenším snížit jeho účinnost. V nekrytých bazénech je riziko poškození recirkulačního čerpadla předmětem vyšší než u

krytých bazénů. V nekrytých bazénech je běžné například i listí, tráva a podobně. Lapače vlasů jsou často dodávány už s recirkulačními čerpadly. Jen u větších recirkulačních čerpadel je občas nutné lapač vlasů pořídit samostatně.

Lapač vlasů, jak lze vidět na obrázku 3, je nádoba, ve které se nachází perforovaný koš sloužící k filtraci vody proudící do recirkulačního čerpadla. Lapače vlasů se navrhují dle recirkulovaného množství vody. Měly by být navrhovány tak, aby měly co nejmenší místní ztrátu ve chvíli, kdy jsou prázdné. Při jejich používání a zaplňování se jejich místní ztráta samozřejmě zvyšuje, a tak je třeba je pravidelně čistit, aby byla ztráta stále co nejmenší.



Obrázek 3 Lapač vlasů [22]

Návrh lapače vlasů

Lapače vlasů se v současnosti navrhují pro všechny recirkulační systémy, ve kterých už není lapač vlasů dodáván přímo s recirkulačním čerpadlem, z důvodu ochrany před vniknutím nežádoucích předmětů. Dimenzování lapače vlasů je poměrně jednoduché. K dimenzování se používají tabulky výrobců lapačů vlasů. V těchto tabulkách se pro recirkulované množství a průměr připojovacího potrubí vybere odpovídající velikost lapače vlasů.

2.4. ČERPADLA

V bazénovém provozu se čerpadla používají pro řadu činností. Mezi nejdůležitější patří odstředivá čerpadla, která dopravují vodu v rámci recirkulačního systému úpravy bazénové vody, tzv. recirkulační čerpadla. Dále se tato čerpadla používají například pro dopravu vody na atrakce, nebo fungují jako zrychlovací pro přívod vody do míst, kde probíhá její rozbor. V bazénovém provozu se pak mohou nacházet i dávkovací čerpadla pro dávkování činidel potřebných pro úpravu bazénové vody.

Recirkulační čerpadla zajišťují obměnu vody v bazénu dle vyhlášky MZ č. 238/2011 Sb. Kapacita recirkulačních čerpadel musí být navržena tak, aby v provozních podmínkách dopravila požadované množství vody k jejímu upravení a dále do bazénu. V návrhové kapacitě je potřeba uvažovat i vliv změn hydraulických charakteristik systému, jako jsou zanášení potrubí, zanášení filtrů a podobně. Recirkulační čerpadla jsou buď horizontální, nebo vertikální (na obrázku 23). Jejich použití závisí na recirkulovaném množství a dopravní výšce. Čerpadla jsou vyráběna převážně z litiny nebo plastu, dále například z bronzu nebo nerezové ocele.

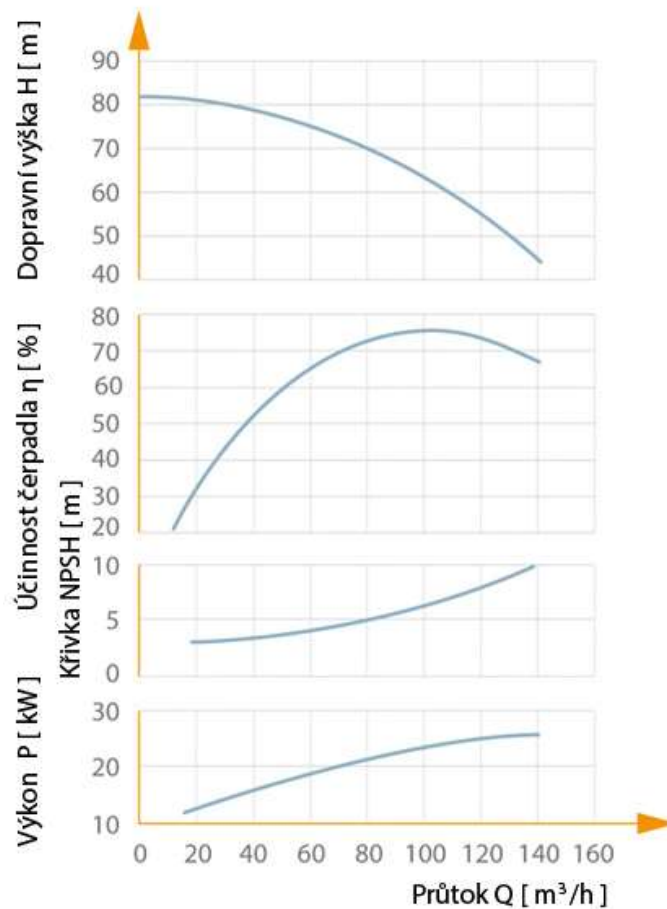


Obrázek 4 Vertikální recirkulační čerpadlo [23]

Návrh recirkulačního čerpadla

Nejdříve je potřeba určit materiál, ze kterého bude recirkulační čerpadlo vyrobeno, dle vlastností kapaliny, kterou bude dopravovat. Dále je potřeba recirkulační čerpadlo umístit, a to jak půdorysně, tak i výškově. Je důležité jej umístit tak, aby byla možná jeho údržba, případná výměna a chlazení. Důležité je také správné umístění vůči akumulární nádrži. Potrubí by mělo být co nejkratší a mělo by být zajištěno pasivní sání. Při pasivním sání nedochází k odtržení vodního paprsku v důsledku ztrát v potrubí. [5] Pasivního sání je docíleno tím, že je recirkulační čerpadlo uloženo pod úroveň hladiny vody v akumulární nádrži. Umístění recirkulačního čerpadla také ovlivňuje délku a počet tvarovek na potrubí, kterým je voda dopravována do bazénu. Při návrhu umístění je tak třeba počítat i s potrubím a navrhnout umístění tak, aby délka potrubí a počet tvarovek byl co nejmenší, a návrh tím pádem co nejekonomičtější.

Přesný typ recirkulačního čerpadla se navrhuje na základě navrženého recirkulačního množství a dopravní výšky, která je tvořena rozdílem geodetických výšek hladiny vody v bazénu a v akumulární jímce a ztrátovou výškou v potrubí. Tyto dvě informace tvoří pracovní bod v grafu, kde je na ose y znázorněna hodnota dopravní výšky a na ose x hodnota průtoku. Do tohoto grafu se vynese informace o potrubí, kdy se pro průtoky vynese hodnota ztráty, která narůstá se zvyšujícím se průtokem, respektive s rychlostí. Dále se do tohoto grafu vynášejí křivky čerpadel dle informací od výrobce, kdy se zvyšujícím se průtokem se snižuje dopravní výška čerpadla. Cílem je, aby se tyto křivky protnuly v místě požadovaného průtoku. Toto může být splněno hned několika čerpadly. Od výrobců jsou, nebo by měly být, dodávány další tři grafy s charakteristikami čerpadla. Jedná se graf závislosti průtoku na příkonu, graf závislosti průtoku na účinnosti a graf určující maximální sací výšku dle průtoku v čerpadle. Úkolem návrhu je poté u všech vyhovujících čerpadel posoudit i jejich další charakteristiky a najít čerpadlo, které bude pracovat tak, jak si přejeme, a přitom bude mít co nejvyšší účinnost, co nejnižší spotřebu elektrické energie a nebude překročena maximální sací výška, aby nevznikla kavitace.

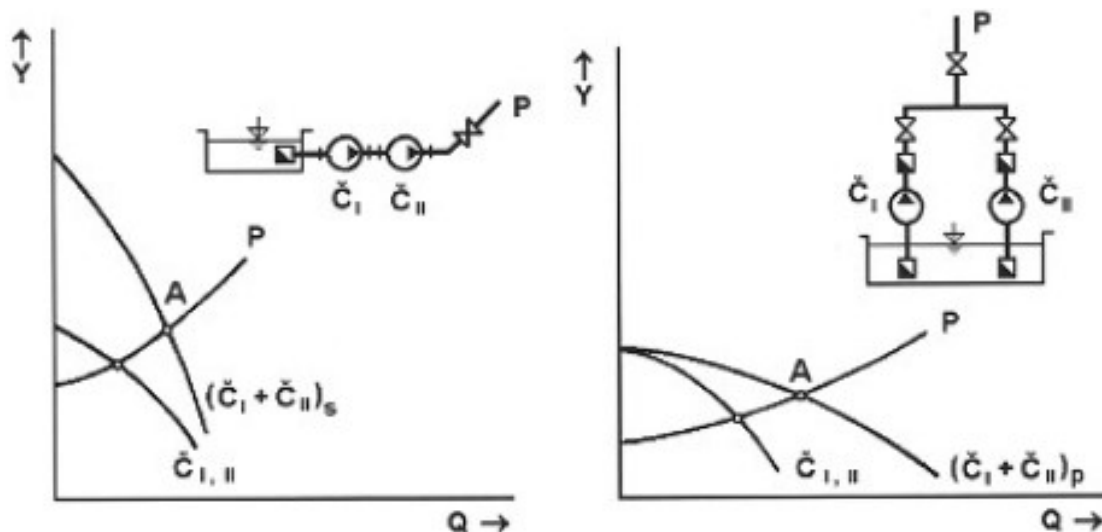


Obrázek 5 Křivky čerpadel [upraveno dle 18]

Z výše uvedeného obrázku 5 jsou patrné následující křivky (bráno shora). Křivka čerpadla, která charakterizuje závislost Q-H. Další křivkou je křivka účinnosti čerpadla, která zobrazuje závislost účinnosti čerpadla na průtoku. Pod touto křivkou se nachází křivka NPSH, která určuje maximální sací výšku čerpadla v závislosti na průtoku. Poslední křivkou je křivka výkonu, která charakterizuje závislost výkonu čerpadla, respektive jeho spotřebu elektrické energie při daném průtoku.

Je také možné navrhnout několik recirkulačních čerpadel, které působí současně, nebo se střídají. Více recirkulačních čerpadel současně je možné vzájemně zapojit dvěma způsoby: paralelně, nebo sériově. Každé zapojení má své výhody. Při zapojení sériovém se sčítají dopravní výšky recirkulačních čerpadel, takže při stejném průtoku dokážou dopravovat vodu do větší výšky. Při paralelním zapojení, které se v bazénových provozech používá běžně,

se sčítají průtoky recirkulačních čerpadel. Recirkulační čerpadla jsou tak schopna při stejné dopravní výšce dopravovat vyšší průtok vody, jak je znázorněno na obrázku 6.



Obrázek 6 Znárodnění vlivu zapojení čerpadel na posun pracovního bodu, sériového (vlevo) a paralelního (vpravo) [7]

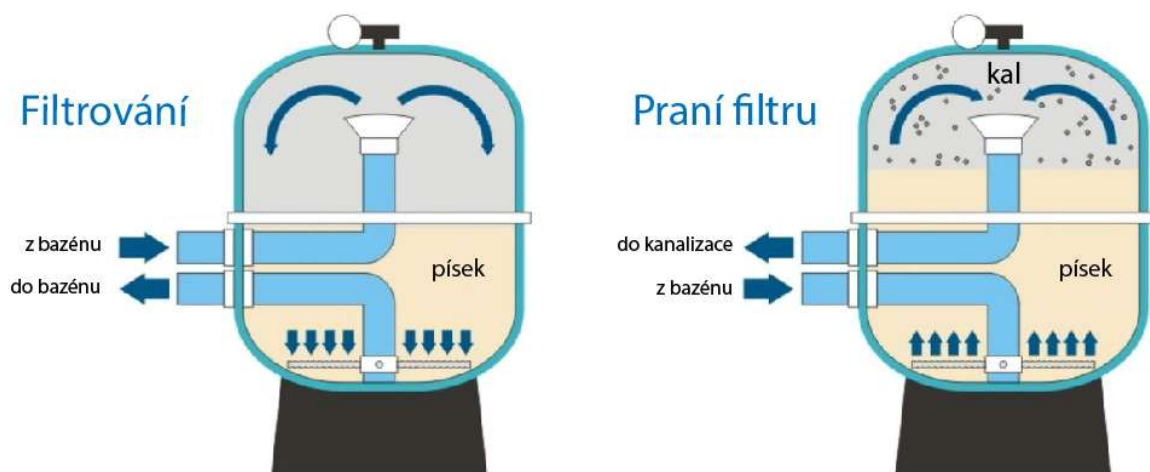
Čerpadla je nutno navrhovat s ohledem na účinnost jejich motorů. Tato skutečnost je upravena v nařízení komise (EU) 2019/1781. V tomto nařízení je popsáno, že od 01. 06. 2021 je možné použít motory o výkonu 0,75-1000 kW, kam spadají bazénová recirkulační čerpadla, jen s účinností IE 3 a vyšší. Již není možné použít ani elektromotory s účinností jen IE2 s frekvenčním měničem, pro možnost regulace otáček a tím i průtoku v čerpadle. [12] Instalovat recirkulační čerpadlo s frekvenčním měničem se však stále doporučuje. Výhoda spočívá v šetření elektrické energie pomocí snížení otáček a průtoku v době, kdy není potřebný plný navržený průtok v recirkulačním čerpadle. Oproti škrcení nebo používání bypassu je toto řešení efektivnější. Snížením otáček se sníží i spotřeba dle zákonů afinity, a to se třetí mocninou. [7]

2.5. FILTRACE

Hlavním procesem úpravy bazénové vody je filtrace. V recirkulačních systémech bazénů se používají dva typy filtrace. Jedná se o koagulační filtraci a filtraci náplavovou. Náplavová filtrace se používá převážně v zahraničí. U nás se používá zejména tlaková koagulační rychlofiltrace. Ta se sestává ze dvou kroků. Prvním krokem je přidání koagulantu do recirkulačního potrubí mezi recirkulační čerpadla a filtry. Druhým krokem už je samotná filtrace, která probíhá tak, že koloidní částice, které by byly příliš malé a filtr by je nemohl zachytit, jsou spojené koagulačním činidlem do větších vloček, které se při průchodu vody přes filtr zachytí na filtrační náplni. Jako koagulant se nejčastěji používá síran hlinitý.

Při koagulačním procesu u běžně používaných koagulantů vzniká kyselina sírová, která snižuje pH. To je poté potřeba korigovat. [8] Jako filtrační materiál je nejčastěji používán křemičitý písek, dále se používá drcené sklo, antracit, aktivní uhlí, nebo drcené rozsivky.

U filtrů je potřeba sledovat hodnoty tlaku v potrubí před a za filtrem, čímž pozorujeme tlakovou ztrátu ve filtračním loži. Při dosažení tlakové ztráty přibližně 4 m vodního sloupce by měly být filtry vyprány. Praní filtrů znamená, že se pomocí armaturní sestavy otočí směr proudění vody ve filtru. Při filtraci je směr proudění vody ve filtru směrem shora dolů a při praní tedy opačně zdola nahoru. Tím se dostanou do vznosu všechny odfiltrované vločky, které se usadily na filtrační náplni, a tato znečištěná voda odtéká do kanalizace. Po vyprání filtrů je nutné filtry nejdříve zaprat. To je poslední fáze filtru. Filtry totiž hned po vyprání nemají ideální účinnost a je nutné nechat přes ně po určenou dobu proudit vodu znovu odshora dolů, ale protože voda není dostatečně vyčištěná, tak musí být odvedena do kanalizace. Po určeném čase se přenastaví armatury na filtru a voda z něj je pouštěna zpět do bazénu. Protože fáze praní na nějaký čas zastaví přísun upravené vody do bazénu, je nutné praní provádět v době, kdy není bazén v provozu. Podle vyhlášky MZ č. 238/2011 Sb. není možné přestat čerpat vodu v recirkulačním systému bazénu, pokud se v bazénu nacházejí návštěvníci. [13]



Obrázek 7 Řez tlakovým koagulačním rychlofiltrem [upraveno dle 24]

Náplavová filtrace se v našich bazénových provozech běžně nevyskytuje. Je založena na principu nízkotlaké filtrace, kdy se do znečištěné vody přidává filtrační materiál, který je spolu se znečištěnou vodou naplavován na speciální síta, kde se zachycuje filtrační materiál spolu se znečištěním. Tato filtrace má vysokou účinnost, ale je potřeba síta často čistit,

což ji činí velmi nákladnou. U nás se tato filtrace používá v menších zdravotnických provozech s vysokou teplotou vody, kde je zvýšené riziko přemnožení patogenních organismů. [6]

Návrh filtrační plochy

Filtrační plocha se navrhuje podle filtrační rychlosti. Ta by se měla pohybovat mezi 25-35 m/h. Filtrační rychlost se vypočítá dle následující rovnice 2.7.

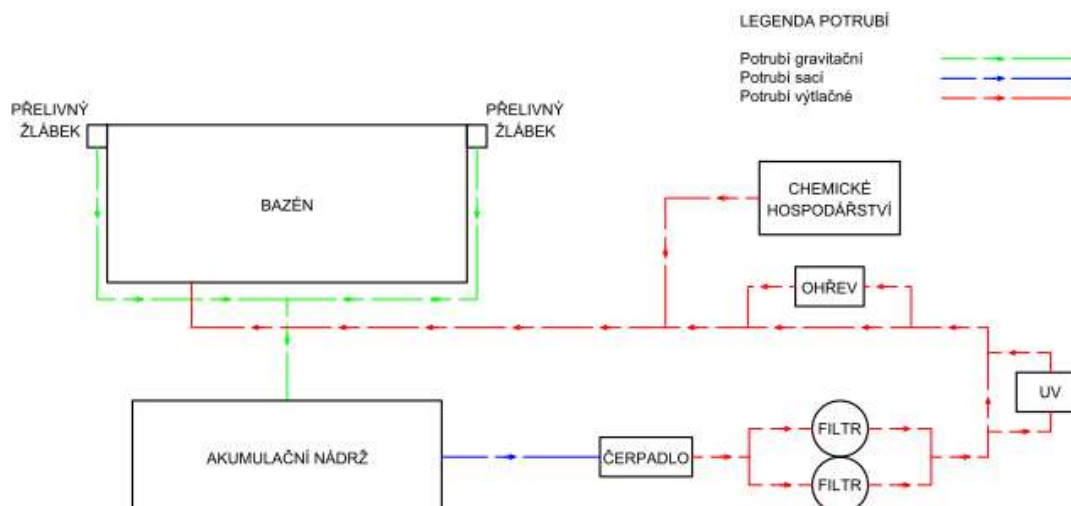
$$v_f = \frac{Q}{S_F} \quad (2.7)$$

Kde	v_f	filtrační rychlost [m/h]
	Q	průtok na daný filtr [m^3/h]
	S_F	filtrační plocha [m^2]

Čím vyšší je filtrační rychlost, tím je nižší účinnost filtru. Filtry jsou navrhovány na plné zatížení maximální návštěvností. Při návrhu filtrů je třeba uvažovat celou řadu faktorů jako je návštěvnost, velikost filtrů, náplň filtrů, recirkulované množství vody, materiál filtrů, plochu filtrů a filtrační rychlost. Velikost je důležitá například z důvodu doplnění filtru o dmychadlo pro praní. [30] Filtry s výškou filtrační vrstvy do 1 m a průměru do 1,6 m je možné prát bez přidání dmychadla. Pro větší filtry je již nutné pro správné praní filtry doplnit o vzduchové dmychadlo a prát je pomocí vody a vzduchu.

2.6. TRUBNÍ ROZVODY

Trubní rozvody jsou hlavními tepnami recirkulačního systému bazénu. Potrubí je možné rozdělit do tří základních skupin, a to na potrubí gravitační, sací a výtlačné. Potrubí gravitační se v recirkulačním systému bazénu nachází mezi přelivnými žlábkami a akumulací jímky. Voda v něm proudí, jak již z názvu plyne, samospádem. Sací potrubí se nachází mezi akumulací jímky a recirkulačními čerpadly. Posledním typem potrubí je potrubí výtlačné. Jedná se o potrubí, které spojuje recirkulační čerpadla a trysky v bazénové vaně přes další části recirkulačního systému. Rozdělení potrubí na gravitační, sací a výtlačné je možné vidět na obrázku 8.



Obrázek 8 Znáornění rozdělení potrubí

Trubní rozvody jsou nejčastěji navrženy jako plastové, a to buď z polypropylenu (PP), nebo polyvinylchloridu (PVC). Dále je možné použít potrubí z tvárné litiny, ocele nebo nerezové ocele. Spolu se samotným potrubím do trubních rozvodů patří ještě trubní tvarovky. Ty jsou často provedeny ze stejného materiálu jako potrubí, ačkoli tvarovky pro větší profily potrubí jsou většinou z kovu, a to buď z litiny, nebo ocele z důvodu větší pevnosti.

Návrh trubních rozvodů

Gravitační potrubí se navrhuje tak, aby bylo dostatečně kapacitní pro průtok vody ze žlábků do akumulací nádrže. Kapacita potrubí se počítá dle následujících vzorců.

$$S = \frac{D^2 * \pi}{4} \quad (2.8)$$

$$O = \pi * D \quad (2.9)$$

$$R = S/O \quad (2.10)$$

$$c = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} \quad (2.11)$$

$$Q_{kap} = S * c * \sqrt{R * i} \quad (2.12)$$

Kde:	D	průměr potrubí [m]
	n	Manningův součinitel drsnosti [-]
	i	podélný sklon potrubí [-]
	Q_{kap}	kapacitní průtok [m^3/s]

Manningův součinitel drsnosti pro PVC je přibližně 0,008 a pro litinu 0,013.

Sací a výtlačné potrubí se navrhují stejně. Délka potrubí, průměr potrubí a počet armatur se navrhují tak, aby byly ztráty v potrubí co nejmenší. Jde o to získat co nejlepší charakteristiku potrubí pro návrh pracovního bodu a recirkulačního čerpadla. Čím menší budou ztráty v potrubí, tím slabší je možné navrhnout recirkulační čerpadlo. Ztráty v potrubí se dělí na ztráty místní, způsobené armaturami a objekty recirkulačního systému, a na ztráty třením. Na ztráty třením má vliv materiál potrubí a rychlost proudění vody v něm. Rychlost vody je závislá na průměru potrubí, kdy v potrubí s menším průměrem je rychlost při stejném průtoku vyšší. Norma ČSN 75 5301 doporučuje rychlosti v potrubí, a to pro sací potrubí do průměru DN 300 0,5-1,2 m/s a pro potrubí nad DN 300 0,5-1,5 m/s. Pro výtlačné potrubí doporučuje norma rychlosti v potrubí do průměru DN 250 0,5-1,5 m/s a pro potrubí s průměrem nad DN 250 0,8 -2,5 m/s. Minimální doporučená rychlost v potrubí je uvedena z toho důvodu, že při příliš nízké rychlosti v potrubí hrozí jeho zanášení. Horní mez doporučené rychlosti v potrubí je zde uvedena z důvodu, že její překročení již tvoří velké ztráty třením a tím se návrh stává méně ekonomicky výhodným. [10] Rychlost v potrubí se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$v = \frac{4Q}{D^2\pi} \quad (2.13)$$

Kde:	D	průměr potrubí [m]
	Q	recirkulované množství [m ³ /h]
	v	rychlost v potrubí [m/s]

2.7. OHŘEV

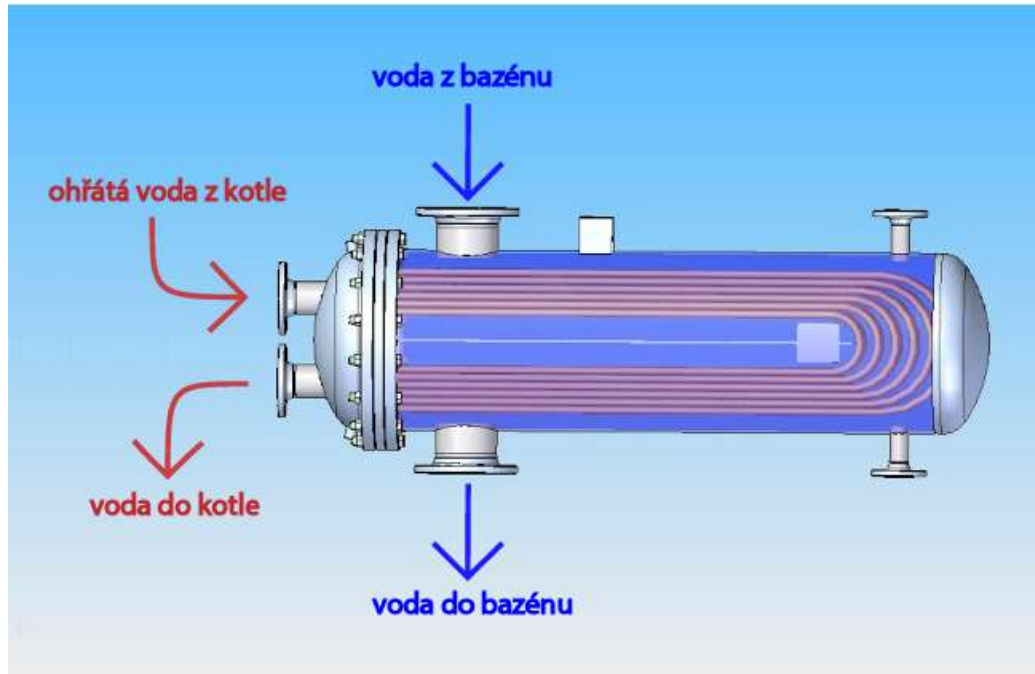
Ohřev vody se nachází převážně jen v bazénech krytých, u nekrytých bazénů se až na malé výjimky nevyužívá, protože by efekt ohřevu byl buďto velmi malý z důvodu úniku tepla do okolí bazénu, nebo velmi neekonomický.

Ohřev vody v recirkulačních systémech bazénu je možné navrhnout dvěma způsoby. Rozdíl mezi těmito způsoby je v tom, jestli je ohřívána přímo bazénová voda, nebo kapalina, kterou je poté ohřívána bazénová voda. Jeden ze způsobů využívá převážně elektrickou energii ve formě topného drátu, který ohřívá přímo vodu proudící v recirkulačním systému. U tohoto způsobu je však obava o kontaminaci bazénové vody. Druhý způsob využívá dva uzavřené okruhy vody. Voda v primárním okruhu nezávislém na okruhu recirkulačního systému se ohřeje pomocí kotlů nebo tepelných čerpadel a podobně. Tato voda poté pomocí

výměníku předává svoje teplo vodě v recirkulačním systému bazénu. Navrhují se dva typy výměníků. [5] Jedním z nich je výměník trubkový. Ten se používá u menších bazénů s menším recirkulačním množstvím a je znázorněn na obrázku 9. Druhým typem výměníku je deskový výměník, který se používá pro větší bazény s větším recirkulačním množstvím. Je totiž prostorově méně náročný než trubkový výměník určený pro velký recirkulační průtok. [6]

V dnešní době je ohřev vody důležité téma z pohledu úspory energie a financí v bazénovém provozu. Dříve se pro ohřev vody používaly kotle na tuhá paliva, nebo na plyn. To je v dnešní době drahé a neekologické, a tak je snaha přijít s lepším řešením. Pro ohřev bazénové vody se tak v dnešní době používá energie ze solárních kolektorů, nebo se k ohřívání vody používají tepelná čerpadla. Dalším velmi progresivním způsobem ohřevu bazénové vody je ohřev pomocí odpadního tepla. To je možné například najít ve strojovně, kde například recirkulační čerpadla produkují velké množství odpadního tepla. Dále lze využívat například odpadní teplo z vody ze sprch anebo z vody použité pro praní. [6] Toto teplo je vodě možné předat v recirkulačním systému pomocí výměníku, nebo pomocí tepelného čerpadla. [29]

Na obrázku je znázorněn trubkový výměník tepla, který je možné používat pro ohřev vody v recirkulačních systémech bazénů.



Obrázek 9 Výměník tepla se spirálovitým vnutím z Cu trubek [upraveno dle 17]

Návrh tepelného výměníku

Pro návrh tepelného výměníku je nejdříve nutné vypočítat jeho potřebný výkon podle následujícího vzorce.

$$P = \frac{V * \rho * c * (T_2 - T_1)}{t} * f_B \quad (2.14)$$

Kde:	P	potřebný tepelný výkon [W]
	V	objem vody v bazénu [m ³]
	ρ	hustota vody [kg/m ³]
	c	specifické teplo vody (c = 4,18 kJ/kg.°C)
	T ₁	teplota čerstvé vody [°C]
	T ₂	požadovaná teplota bazénové vody [°C]
	t	doba ohřevu [s]
	f _B	koeficient vyjadřující ztráty při ohřevu bazénové vody (kryté bazény f _B = 1,2, venkovní bazén f _B = 1,3)

Po výpočtu potřebného výkonu se dle hodnoty výkonu a průtoku z katalogu výrobce vybere výměník, který tyto parametry splňuje.

2.8. ZABEZPEČENÍ KVALITY BAZÉNOVÉ VODY

Kvalitu bazénové vody je potřeba pravidelně měřit. Intervaly a postupy měření různých ukazatelů jsou popsány ve vyhlášce MZ č. 238/2011 Sb. Hodnoty některých ukazatelů je však pro správnou úpravu bazénové vody ideální měřit kontinuálně. K tomu je potřeba navrhnout odběrné místo s vyhodnocovacím přístrojem, který kontinuálně měří důležité hodnoty během provozu bazénu. Dle těchto hodnot je poté možné upravovat dávkování chemických činidel pro úpravu vody. Kontinuálně se nejčastěji sledují hodnoty volného chloru, celkového chloru, pH vody, teploty vody a Redox potenciálu vody. Ostatní parametry vody se měří manuálně dle vyhlášky. [6]

Jedním z dříve popsaných důležitých parametrů bazénové vody je **pH**. Hodnota pH vody je důležitá pro správné fungování procesů ve vodě jako je filtrace, dezinfekce, zároveň

ale může kvůli nesprávnému pH vznikat koroze na objektech recirkulačního systému či může být ohroženo zdraví návštěvníků bazénu. Problémem jsou vysoké i nízké hodnoty pH. pH je dle vyhlášky potřeba držet v rozmezí hodnot 6,5-7,6. Pokud je pH v tomto rozmezí, není ohroženo zdraví návštěvníků, ani není zhoršena funkce úpravy vody. Pro posun hodnoty pH směrem k zásadité oblasti se používá například hydroxid sodný, pro posun směrem ke kyselé oblasti se používá například kyselina chlorovodíková nebo sírová. [5]

Po vyčištění a úpravě pH je potřeba bazénovou vodu **zajistit i hygienicky**. Hygienické zabezpečení vody se skládá ze dvou procesů. Prvním procesem je odstranění patogenních látek (bakterie, viry) a dalších nežádoucích látek, jako jsou pot, moč, hleny a podobně, přímo v potrubí recirkulačního systému. Druhým procesem je vytvoření rezidua dezinfekčního činidla v bazénové vodě tak, aby tyto látky byly likvidovány částečně i přímo v bazénu. Pokud se k vytvoření rezidua dezinfekčního činidla využívají jako dezinfekční činidla sloučeniny chloru, je možné hodnoty rezidua ve vodě pozorovat pomocí hodnoty volného chloru. Volný chlor značí chlor ve vodě, který je ještě schopen reagovat se znečištěním. Jako dezinfekční činidla se používají převážně halogenní prvky. V zahraničí se používají sloučeniny na bázi chloru, bromu, nebo jodu, u nás se využívají převážně jen sloučeniny chloru. [5]

Pro dezinfekci vody je možné používat ještě **ozon a UV záření**. U obou těchto způsobů je však problém s vytvořením rezidua. UV záření žádné reziduum ve vodě vytvořit neumí, a tak musí být doplněno přidáním dezinfekčního činidla pro vytvoření tohoto rezidua. Ozon umí ve vodě reziduum vytvořit, to je však pro člověka nebezpečné, a musí být z bazénové vody beze zbytku odstraněn. Ozon se z vody odstraňuje pomocí sorpčního filtru s aktivním uhlím. [29]

Dalším ukazatelem kvality vody v bazénu, který však není možné přímo měřit, je **vázaný chlor**. Jeho koncentrace se musí vypočítat jako rozdíl koncentrace celkového chloru a volného chloru. Vázaný chlor vzniká, když volný chlor zreaguje se znečištěním. Jeho vysoké koncentrace mají nežádoucí účinky na lidský organismus. Odstranit vázaný chlor z bazénové vody je možné pomocí aktivní filtrační náplně, pomocí silného oxidačního činidla, nebo pomocí UV záření. Proto se často navrhuje recirkulační systémy, ve kterých se pro dezinfekci používají sloučeniny chloru právě v kombinaci s UV zářením. [6]

Upravená voda v bazénu musí dle vyhlášky MZ č. 238/2011 Sb. splňovat následující požadavky:

Ukazatel	Jednotka	Upravená voda na přítoku do bazénu Mezní hodnota	Bazénová voda během provozu	
			Mezní hodnota	Nejvyšší mezní hodnota
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100ml	0	0	*)
počet kolonií při 36 °C	KTJ/1ml	20	100	*)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/100ml	0	0	*)
<i>Staphylococcus aureus</i>	KTJ/100ml	0	0	100
<i>Legionella spp.</i>	KTJ/100ml	10	10	100
průhlednost				
zákal	ZF		0,5	
pH	mg/l		6,5 – 7,6	
celkový organický uhlík (TOC)	mg/l		2,5 mg/l nad hodnotu plnicí vody	
dusičnany	mg/l		20,0 mg/l nad hodnotu plnicí vody	
volný chlor	mg/l		0,3 – 0,6 (1) 0,5 – 0,8 (2) 0,7 – 1,0 (3)	
vázaný chlor	mg/l			0,3
chloritany, chlorečnany	mg/l			20 30
ozon	mg/l	≤0,05	≤0,05	
redox-potenciál - v rozsahu pH 6,5-7,3 - v rozsahu pH 7,3-7,6	mV	≥750 ≥770	≥700 ≥720	

Tabulka 1 Požadavky na bazénovou vodu [13]

Vysvětlivky:

*) Překročení nejvyšší mezní hodnoty nastává při splnění některé z následujících podmínek:

1. hodnoty *Escherichia coli* větší než 10 KTJ/100 ml a současně více než 100 KTJ/ml pro počty kolonií při 36 °C, a/nebo více než 10 KTJ/100 ml pro *Pseudomonas aeruginosa*,
2. hodnoty *Pseudomonas aeruginosa* větší než 50 KTJ/100 ml nebo hodnoty *Pseudomonas aeruginosa* větší než 10 KTJ/100 ml a současně počty kolonií při 36 °C větší než 100 KTJ/ml počty kolonií při 36°C.

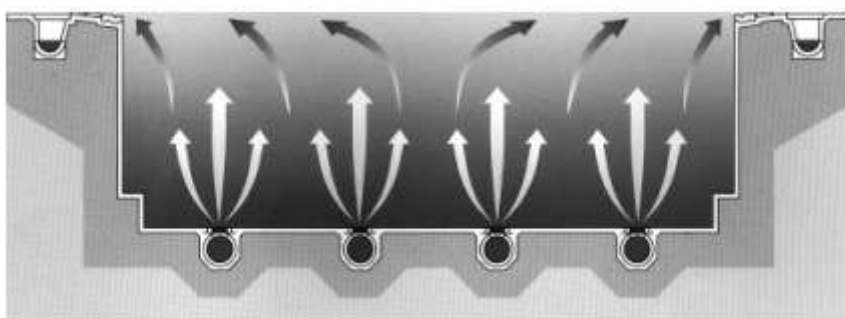
(1) Platí pro plavecké bazény a pro bazény s teplotou vody nepřesahující 28° C. U dětských bazénů provozované osobami poskytujícími péči a brouzdališť je vhodné, aby se bez ohledu na teplotu vody obsah volného chloru ve vodě s ohledem na vyšší citlivost dětského organismu vůči chloru pohyboval při nižší hodnotě daného rozmezí, tj. při hodnotě 0,3 mg/l.

(2) Platí pro koupelové bazény a bazény s teplotou nepřesahující 32°C.

(3) Platí pro koupelové bazény a bazény s teplotou vyšší než 32°C. [13]

2.9. VÝMĚNNÝ SYSTÉM A KONCOVÉ PRVKY

Výměnný systém bazénu je jednou z nejdůležitějších součástí recirkulačního systému. Jeho správný návrh zajišťuje rovnoměrné rozprostření a správné směšování vody, která se nachází v bazénu, a vody, která je do bazénu přiváděna. Cílem je zajistit stejnou kvalitu vody v celém objemu bazénu bez zkratových proudů a míst, kde se voda neobměňuje, takzvaných „mrtvých zón“. Těmito místy jsou často kouty, místa u žebříků a podobně. Je několik způsobů, jakými lze výměnný systém navrhnout. Pro menší bazény, hlavně pro domácí bazény, se navrhuje horizontální výměnný systém, kdy je do bazénu na jedné straně stěnovými tryskami voda dodávána a na druhé straně pomocí skimmeru, nebo přelivného žlábků odebrána. Toto řešení je však náchylné na vznik „mrtvých zón“ a zkratového proudění, proto se u velkých veřejných bazénů nevyužívá. V dnešní době se pro veřejné bazény v České republice jeví jako nejlepší vertikální systém, při kterém se voda do bazénu přivádí pravidelně rozmístěnými dnovými tryskami a znečištěná voda se z bazénu odvádí pomocí přelivných žlábků.



Obrázek 10 Schéma vertikálního výměnného systému [1]

Voda přepadající do žlábků nese největší množství znečištění vody ve formě hygienicky závadného „filmu“. Některé jemné suspenze však klesají ke dnu. Jejich odstranění je řešeno pomocí správně dimenzovaných dnových odběrů, které zamezují jejich usazení a odvádějí je do akumulární nádrže. [8] Pro správnou funkci výměnného systému a kvalitu vody odpovídající vyhlášce MZ č. 238/2011 Sb. je potřeba dle této vyhlášky stanovit maximální

teoretickou dobu zdržení a z ní recirkulované množství. Maximální teoretická doba zdržení se pro bazén stanoví dle následující tabulky na obrázku 11.

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

Obrázek 11 Tabulka pro určení maximální doby zdržení [8]

Hlavními **koncovými prvky** v bazénu již dle definice výměnného systému jsou trysky (vtokové a sací) a přelivné žlábký. Přelivné žlábký se navrhuje k odvádění vody z povrchu bazénu. Vtokové trysky slouží pro přívod recirkulovaného množství vody do bazénu a musí zaručit jeho rovnoměrné rozprostření. Sací trysky slouží často pro sání vody pro atrakce, nebo jako dnové sací trysky. Ke koncovým prvkům patří i atrakce, žebříky, skokanské můstky a podobně.

Návrh výměnného systému a koncových prvků

Recirkulované množství pro plavecké bazény se pomocí tabulky pospané ve vyhlášce MZ č. 238/2011 Sb. vypočítá pomocí následujícího výpočtu.

$$Q = \frac{V}{T} \quad (2.15)$$

Kde:	Q	recirkulované množství [m ³ /h]
	V	objem bazénu [m ³]
	T	maximální teoretická doba zdržení [h]

U bazénu s atrakcemi je třeba recirkulované množství zvýšit z důvodu úniku aktivního chlóru do atmosféry při rozstřiku vody. Pro koupelové bazény se doba zdržení mění dle jejich objemu. U bazénů s objemem do 5 m³ je maximální doba zdržení maximálně 15 minut, v bazénech s objemem 5-10 m³ se voda musí vyměnit minimálně jednou za 45 minut. Pro bazény nad 10 m³ je maximální teoretická doba zdržení určena stejně jako pro bazény plavecké. Pro brouzdaliště je teoretická doba zdržení rovna jedné hodině. [13] Tato doba se však z důvodu zachování kvality vody po vzoru norem z okolních zemí často zkracuje.

Přelivný žlábek se dimenzuje tak, aby byl v úrovni hladiny vody v bazénu. Dimenzován musí být tak, aby se z něho voda nevracela zpět do bazénu, a jeho délka musí být minimálně dvě třetiny omočeného obvodu bazénu. Přelivné žlábkové je také třeba navrhovat tak, aby byly snadno čistitelné. [13] Přelivný žlábek se dimenzuje podle následujících vzorců 2.16, 2.17, 2.18 a 2.19 [8].

$$V_{VY} = N * 0,75 \quad (2.16)$$

Kde: V_{VY} vytačený objem vody návštěvníky [m³]
 N návrhová kapacita vodní plochy [-]

$$\Delta h = \frac{V_{VY}}{S_V} * k \quad (2.17)$$

Kde: Δh přepadová výška [m]
 S_V plocha hladiny bazénu [m²]
 k koeficient současnosti (0 – 1)

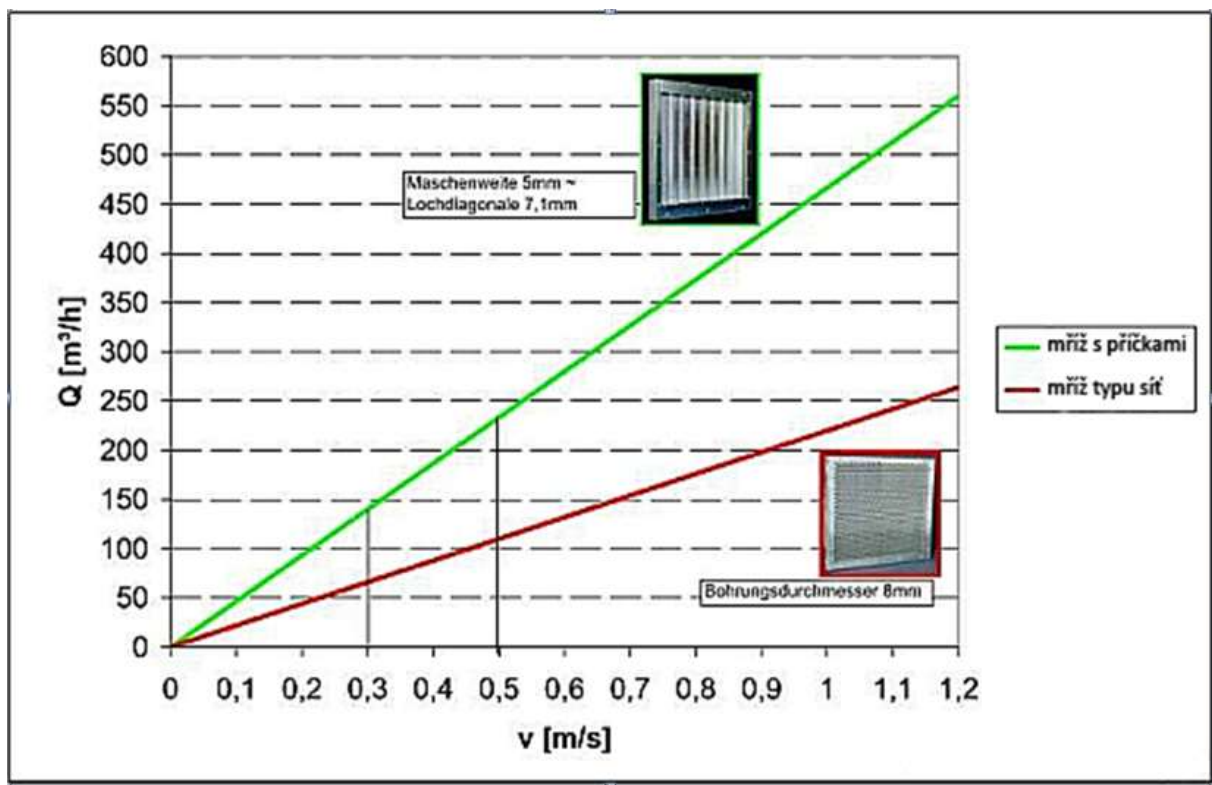
$$Q_{\dot{z}} = \frac{l_{\dot{z}}}{l_c} * \left(\frac{Q}{3600} + 1,92 * \Delta h^{1,5} * l_{\dot{z}} \right) \quad (2.18)$$

Kde: $Q_{\dot{z}}$ průtok ve žlábků [m³/s]
 $l_{\dot{z}}$ délka žlábků počítaného žlábků [m]
 l_c celková délka všech žlábků bazénu [m]
 Q recirkulované množství [m³/h]

$$h_{\dot{z}} = 0,81 \left(\frac{Q_{\dot{z}}}{b} \right)^{\frac{2}{3}} + x \quad (2.19)$$

Kde: $h_{\dot{z}}$ hloubka žlábků
 b šířka žlábků [m]
 x rezerva (0,05–0,1 m)

Sací trysky nebo niky opatřené krytem je potřeba navrhovat s velkým důrazem na jejich bezpečnost. Ta je popsána v normě ČSN EN 13 451. Nejdůležitější je navrhovat sání tak, aby nehrozilo přísátí osoby, ani žádné části těla. Maximální rychlost sání vody je určena jako 0,5 m/s. Dále musí být splněn minimálně jeden ze tří požadavků. Jedním z nich je vícenásobné sání tak, aby byly instalovány minimálně dva sací otvory, které budou mít mezi nejbližšími sacími prvky vzdálenost alespoň 2 m. Sací prvky musí být v tomto případě dimenzovány tak, aby při zakrytí jednoho ze sacích prvků zvládly ostatní prvky převést 100 % požadovaného odtoku. Druhou podmínkou je, že pokud je pouze jeden sací prvek, musí být navržen tak, aby jeden uživatel nedokázal zakrýt více než 50 % jeho plochy a plocha zároveň musí být vyklenutá proti směru proudění minimálně o výšku rovnou 10 % hlavního rozměru roštnice. Roštnice by v tomto případě měla mít plochu ohraničenou sacími otvory větší než 1 m². Sací potrubí by také mělo být opatřené systémem, který při zablokování sání zruší vzniklý podtlak a tím uvolní těleso, které zapříčinilo zablokování. [9] Důležité také je, aby kryty sání nebylo možné jednoduše odstranit neodbornou manipulací a vyřadit je tak z jejich ochranné funkce.



Obrázek 12 Příklad nomogramu pro návrh sacího prvku [29]

Vtokové trysky se navrhují na základě několika podmínek. Jedna z nich je hodnota maximálního průtoku na jednu trysku, která se vypočítá na základě informací o recirkulovaném množství a navrženém počtu trysek. Na jednu trysku by měl být navržený průtok v rozmezí 5–7 m³/h. Podle této hodnoty by tak měl být navržený počet trysek. Další podmínkou

vyplývající z normy ČSN EN 13 451 je, že vtoková rychlost může být maximálně 15 m/s v místě, kde je hloubka vody vyšší než 0,7 m. Pokud je hloubka nižší než 0,7 m, pak je maximální výtoková rychlost rovna 2 m/s. Na tyto hodnoty je potřeba dimenzovat otvory v trysce v závislosti na průtoku tryskou. [9] Dále je nutné navrhnout umístění trysek tak, aby v bazénu nevznikaly žádné „mrtvé zóny“ a zkratové proudění. Správné rovnoměrné promíchávání vody je možné v již postaveném bazénu zkontrolovat pomocí barvicí zkoušky. Pro barvicí zkoušku se nejčastěji používá roztok eriochromové černě. Do systému se roztok aplikuje do akumulární nádrže, do přepadového žlábků, nebo pomocí dávkovacího čerpadla a injektoru do potrubního systému cirkulace vody. Roztok při zkoušce do bazénu kontinuálně vtéká po dobu 30 minut. Změny zbarvení vody je třeba dokumentovat pomocí videa nebo fotografií pro jejich vyhodnocení. Celý bazén by se měl zbarvit po 30 minutách. Místa v bazénu, kde ke zbarvení vody nedojde, jsou „mrtvými zónami“ a je potřeba sjednat nápravu. [29]



Obrázek 13 Bazénové vtokové trysky [27]

4. PŘÍPOJKY VODOVODU A KANALIZACE

Pro bazénový provoz, stejně jako i pro prakticky jakoukoliv jinou stavbu, je potřeba navrhnout přípojky vodovodu a kanalizace a napojení těchto přípojek k navrženým objektům. V této kapitole bude popsán obecný postup návrhu vodovodní a splaškové kanalizační přípojky a nakládání se srážkovými vodami. Obzvláště správné navržení nakládání se srážkovými vodami má v dnešní době velký význam.

3.1. VODOVODNÍ PŘÍPOJKY

Dle zákona MZe č. 274/2001 Sb. je vodovodní přípojka samostatnou stavbou tvořenou potrubím od odbočení z vodovodního řadu k vodoměru. V případě, že se na přípojce vodoměr nenachází, je přípojka ukončena vnitřním uzávěrem připojeného pozemku nebo stavby. Samotné odbočení z řadu s uzávěrem je součástí vodovodního řadu. Vodovodní přípojka není vodním dílem a je tak povolována pouze příslušným stavební úřadem. Vodovodní přípojka je budována na náklady majitele připojovaného pozemku, který se stává i jejím majitelem. Majitel vodovodní přípojky má povinnost zajistit její užívání tak, aby nedošlo ke znečištění vody ve vodovodu. Potrubí za vodoměrem, nebo vnitřním uzávěrem, se nazývá vnitřní vodovod. Ten také není vodním dílem. [16] Pro návrh vodovodní přípojky se používají standardy místně příslušného správce vodovodní sítě, ve kterých je učeno, které normy a vyhlášky je potřeba pro návrh přípojky použít, a jaké konkrétní postupy je potřeba při návrhu respektovat. Pro návrh vodovodních přípojek se používají například zákon MZe č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, vyhláška MZe č. 428/2001 Sb. „Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb.“, dále pro výpočet potřeby vody vyhláška MZe č. 120/2011 Sb. „Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb.“. Pro navrhování se dále používají normy ČSN 75 5411 „Vodovodní přípojky“ a například norma ČSN 73 6005 „Prostorové uspořádání sítí“.

Obecný návrh vodovodní přípojky

Při návrhu vodovodní přípojky je třeba postupovat dle zákonů, vyhlášek a norem popsaných výše. Dále je nutné postupovat i dle místně příslušných standardů pro návrh, které vydává správce vodovodní sítě v místě stavby. Vodovodní přípojka by se měla navrhovat co nejkratší, kolmá na řad bez směrový a výškových lomů se sklonem minimálně 3 ‰, aby se při vypouštění vody z řadu vypustila voda i z přípojek. Vodovodní přípojka se navrhuje vždy jedna

pro jedno číslo popisné. Jsou přípustné i výjimky, ty je však nutné projednat se správcem vodovodu. Vodovodní přípojka se dimenzuje na průtok, který je určený buďto pomocí vyhlášky MZe č. 120/2011 Sb., nebo na průtok, který je vypočítán dle standardů provozovatele vodovodní sítě, který může mít různé požadavky na výpočet. Dále je možné dimenzovat průměr potrubí přípojky dle průtoku dodaného projektantem vnitřního vodovodu dle počtu a typů zařizovacích předmětů. Dalším kritériem může být, pokud vodovodní přípojka přivádí i požární vodu. Tato podmínka může zvýšit průtok, na který je potřeba přípojku dimenzovat. V neposlední řadě je k navrženému průtoku potřeba započítat i specifickou potřebu vody pro různé objekty. Například právě pro bazénové provozy je potřeba k vypočtené potřebě vody pro další objekty připočítat i potřebu vody jako ředící vody. Podle navrženého průtoku se vypočítá průměr, který je pro tento průtok dostatečně kapacitní při návrhové rychlosti v potrubí. Ta se většinou navrhuje jako 1 m/s, maximální a minimální hodnoty jsou popsány v normě ČSN 75 5455. Dle požadavků správce vodovodu se poté navrhne pro daný průtok vodoměrná sestava. Ta se umísťuje znovu dle podmínek správce podle vzdálenosti objektu od připojovacího místa přímo do objektu, anebo do vodoměrné šachty umístěné na pozemku majitele, ale v blízkosti hrany pozemku. Materiál potrubí se navrhuje také dle požadavků správce dle platných vyhlášek a norem tak, aby nebyl závadný.

3.2. KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY

Dle zákona MZe č. 274/2001 Sb. je kanalizační přípojka samostatnou stavbou, která je tvořena úsekem potrubí mezi vyústěním vnitřní kanalizace objektu a napojením na veřejný řad. Stejně jako vodovodní přípojka není vodním dílem, a je tak schvalována jen stavebním úřadem. Vlastníkem a investorem kanalizační přípojky je stejně jako u vodovodní přípojky majitel připojovaného pozemku. Majitel kanalizační přípojky má povinnost zajistit vodotěsnost přípojky a udržovat přípojku v takovém stavu, aby nedošlo ke zmenšení průtočného profilu. [16] Pro návrh kanalizačních přípojek se používají místně příslušné standardy pro navrhování kanalizačních přípojek. V těchto standardech jsou vypsány všechny normy, zákony a vyhlášky, které je třeba při navrhování respektovat. Také jsou zde popsány způsoby návrhu, které jsou specifické pro návrh v daném místě. Z norem a zákonů používaných pro návrh lze zmínit například zákon MZe č. 274/2001 Sb. „Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů“, vyhlášku MZe 428/2001 Sb. „Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb.“, normu ČSN 73 6005 „Prostorové uspořádání sítí“, normu ČSN 75 6101 „Stokové sítě a kanalizační přípojky“, anebo normu EN1610 „Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení“. Ke kanalizačním

přípojkám patří i návrh nakládání se srážkovými vodami. Kanalizační přípojky se navrhují jak pro oddílné splaškové a dešťové kanalizace, tak i pro jednotné kanalizace.

Návrh kanalizační přípojky

Při návrhu kanalizační přípojky je potřeba postupovat podle místně příslušných standardů určených provozovatelem kanalizační sítě a všech norem, vyhlášek a zákonů v nich jmenovaných. Kanalizační přípojka se jako vodovodní přípojka navrhuje co nejkratší, pokud možno přímá, bez směrových a výškových lomů. Přípojka se ukončuje buď revizní šachtou na pozemku připojovaného objektu, co nejbližší hranici pozemku s veřejným prostranstvím. Přípojku je také možné ukončit přímo v objektu, pokud není možné zbudovat revizní šachtu, pomocí čistícího kusu. Toto se může lišit v různých standardech. Materiál přípojky a revizní šachty je potřeba volit podle standardů provozovatele. Sklon přípojky se navrhuje dle místních podmínek. Jsou však stanoveny minimální a maximální sklony v potrubí, ty jsou určeny buďto přímo v promilích, nebo jsou určeny maximální rychlosti v potrubí a minimální tečná napětí, která je nutné splnit. Samotný průměr potrubí se dimenzuje tak, aby kapacitní průtok potrubí byl větší než maximální průtok v potrubí. Splaškový průtok v potrubí se přebírá z výpočtu potřeby vody pro návrh vodovodní přípojky. Protože voda, která se využije v objektu, pak putuje do splaškové kanalizace. Dále je potřeba dopočítat průtoky z dalších možných zdrojů průtoku v přípojce. Pokud je přípojka oddílná splašková, je pravděpodobné, že v ní ani jiný průtok nebude. Další typický velký zdroj průtoku do kanalizace jsou srážkové vody. Ty se ke splaškovým připojují jen v případě připojení na jednotnou kanalizaci. V případě oddílných kanalizací je srážkový odtok likvidován buďto na pozemku, nebo pomocí dešťové přípojky. V případě napojení srážkového odtoku je návrh dimenze přípojky jednoduchý, protože v dnešní době není možné odvádět srážkovou vodu z území neregulovaně, a tak je průtok pro dimenzování přípojky roven maximálnímu povolenému regulovanému odtoku.

Návrh nakládání se srážkovými vodami

Podle ustanovení vlády nařízení MMR č. 269/2009 Sb., které mění vyhlášku MMR 501/2006 Sb., musí být nakládání se srážkovými vodami ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch řešeno, pokud není plánováno jejich využití. Srážkové vody z území by měly být přednostně vsakovány na pozemku, na kterém vznikly. Pokud vsakování na pozemku není možné z jakýchkoliv důvodů, například z důvodu nevyhovujícího podloží, pak je možné tyto vody zadržovat a regulovaně vypouštět do vod povrchových, nebo do oddílné dešťové kanalizace. Velikost regulovaného odtoku z povodí určuje správce povrchových vod, nebo

oddílné kanalizace. Pokud není možné ani toto řešení, je možné využít poslední možnost, a tou je srážkovou vodu retenovat a regulovaně vypouštět do jednotné kanalizace. Hodnotu maximálního možného odtoku určuje správce kanalizace. Pro návrh retenčních a vsakovacích objektů pro nakládání s dešťovými vodami se využívají normy ČSN 75 6261 „Dešťové nádrže“ a TNV 75 9011 „Hospodaření se srážkovými vodami“. Pro dimenzování objektů nakládání se srážkovými vodami je třeba použít návrhové deště z nejbližší srážkoměrné stanice. Tyto srážkoměrné stanice i s návrhovými dešti jsou zaznamenány v normě ČSN 75 9010 „Vsakovací zařízení srážkových vod“. Normy se vzájemně doplňují a pro správný návrh je potřeba využívat a respektovat všechny tři.

5. KRITICKÁ ANALÝZA

Při analýze projekčních podkladů pro návrh bazénového recirkulačního systému jsem zjistil, že v České republice se této oblasti věnuje zejména vyhláška MZ č. 238/2011 Sb. Tato vyhláška je sepsána velice přehledně a je nutné se při návrhu recirkulačního systému řídit jejími podmínkami. Tyto podmínky jsou rozumné, na světové úrovni a jsou podmínkou pro zajištění bezvadné kvality bazénové vody. Vyhláška se však zabývá převážně hygienickými limity vody v bazénu a okolí bazénu. Vyhláška se věnuje i požadované vybavenosti umělých i přírodních koupacích ploch. Není tu však řešeno, jakým způsobem se má těchto hygienických limitů dosáhnout. Chybí zde popis návrhu objektů recirkulačního systému. Dále je možné využít normy, které se věnují především bezpečnostním a stavebním návrhům bazénového provozu. Jednou z těchto norem je soubor norem ČSN EN 13 451. Tyto normy se věnují bezpečnostním požadavkům a zkušebním metodám vybavení plaveckých bazénů. Z vodařského pohledu je důležitá norma ČSN EN 13 451 – 3 „Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro vtoky a odtoky vody a vodní atrakce.“ Další normou používanou pro návrh bazénů je norma ČSN EN 15288-1 „Bezpečnostní požadavky pro navrhování bazénů.“ Tato norma se věnuje také jen bezpečnostnímu návrhu bazénové vany a jejího okolí. Normou, kterou lze použít pro návrh bazénové technologie je norma ČSN 75 5301 „Vodárenské čerpací stanice.“ Velká část objektu recirkulačního systému však není popsána v žádné z dříve jmenovaných norem a vyhlášek. Je tak třeba se pro informace o návrhu uchýlit k zahraničním normám. Nejlépe zpracovanou normu pro návrh recirkulačního systému je možné nalézt v Německu. Jedná se o normu DIN 1963 „Úprava vody v plaveckých bazénech a koupalištích.“ Norma je rozdělena na pět částí. V první části se věnuje všeobecným požadavkům z pohledu hygieny, chemického složení vody a podkladům pro dimenzování. Další části jsou popisy kombinací použitelných metod. Jedná se o metodu: 1) adsorpce – vločkování – filtrace – chlorování, 2) vločkování – filtrace – ozónování – sorpční filtrace – chlorování, 3) vločkování – ozónování – vícevrstvá filtrace – chlorování, 4) vločkování – filtrace – adsorpce aktivním uhlím – chlorování. Norma je také velmi návodná, ale ne všechny návrhy je možné použít pro návrh bazénu v České republice. [3] Návrh prvků, kterým se české normy ani vyhlášky nevěnují, je však doporučeno provádět právě dle této normy.

Pro zajímavost dodávám tabulku s porovnáním některých hodnot, které jsou uvedeny v České vyhlášce MZ č. 238/2011 Sb., Německé normě DIN 19643, Švýcarské normě SIA 385/1 a Rakouské právní normě z roku 1998. Všechny tyto normy a právní předpisy se věnují návrhu a provozování bazénů.

Parametr	Česká republika	Německo	Rakousko	Švýcarsko
pH	6,5 – 7,6	6,5 – 7,6	6,5 – 7,8	6,8 – 7,6
Dusičnany [mg/l]	20	20	30	neřeší
Volný chlor [mg/l]				
Obecně	0,3 – 0,6	0,3 – 0,6	0,3 – 0,6	0,2 – 0,4
Whirlpools	0,7 – 1,0	0,7 – 1,0	1,2 – 2,0	0,7 – 1,0
Vázaný chlór [mg/l]	max. 0,3	max. 0,2	max. 0,2	max. 0,2 tolerováno 0,3
Hloubka bazénu [m]				
Plavecký bazén	neřeší	> 1,35	> 1,35	1,35 – 2,2
Bazén pro neplavce	max. 1,6	0,6 – 1,35	max. 1,35	0,6 – 1,35
Plocha vody na osobu [m ²]				
Plavecký bazén	5	4,5	5	5
Bazén pro neplavce	3	2,7	3	3
Množství upravované vody na osobu [m ³ /h]	neřeší	2	2	2
Rychlost filtrace [m/h]				
Tlakový filtr sladká voda	neřeší	≤ 30	10 – 30 – 40	30
Tlakový filtr slaná voda		≤ 20	minus 25 %	
Výška filtrační vrstvy [m]	neřeší	1,2	1,2	1,2
Ředící voda na osobu [l/os]	30 – 40 – 60	30	30	30
Cirkulace v brouzdališti	1 x hod.	2 x hod.	3 x hod.	0,7 x plocha

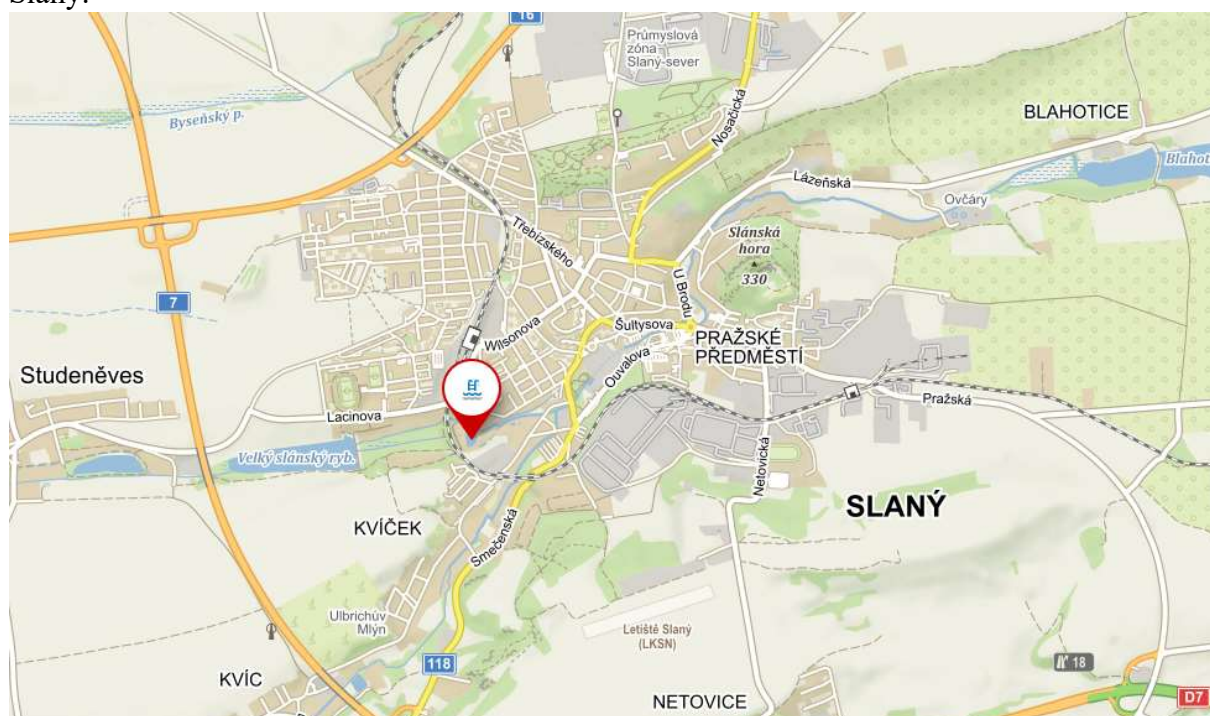
Tabulka 2 Porovnání parametrů v českých a zahraničních normách a zákonech [3]

V tabulce 2 je možné vidět, že hodnoty jsou často podobné. I tak jsou patrné drobné rozdíly. Dále můžeme pozorovat, že ne všechny informace jsou obsaženy ve všech dokumentech. Dále lze pozorovat, že se v českých dokumentech pro návrh a provozování bazénů nachází nejvíce neřešených hodnot, jak bylo popsáno již dříve.

6. PRAKTICKÁ ČÁST – PLOVÁRNA SLANÝ

5.1. CHARAKTERISTIKA BAZÉNOVÉHO PROVOZU

Pro posouzení byla vedoucím práce vybrána plovárna ve Slaném. Ta se už poměrně dlouho nachází v neutěšeném stavu a čeká ji rekonstrukce. Předmětem posouzení bude aktuální dokumentace ve stupni DPS, která byla pro plovárnu ve Slaném vyprojektována v roce 2021. Plovárna se nachází v obci Slaný, která leží ve Středočeském kraji severozápadně od Prahy. K roku 2021 ve městě žije 16 010 obyvatel. Dostupnost plovárny z Prahy je poměrně dobrá, jelikož cesta z centra Prahy trvá přibližně 30 minut. To zvyšuje potenciální zájem o místo, pokud bude dostatečně atraktivní. Plovárna se nachází na západě města nedaleko sportovního areálu, kde je umístěn atletický stadion s fotbalovým hřištěm, víceúčelová hala a také akvapark Slaný.



Obrázek 14 Umístění plovárny ve Slaném

Plovárna je jednou z nejstarších ve středních Čechách. Pochází z roku 1902 a jednalo se původně o dřevěnou plovárnu, jak je možné vidět na obrázku 15. S přípravnými pracemi se začalo již v roce 1901. Hlavní důvod stavby plovárny bylo zlepšení zdraví obyvatel Slaného. Bylo posuzováno několik lokalit, ale kvalitou vody a umístěním nejlépe vyhovovala lokalita, ve které se dnes plovárna nachází. Byla zbudována nádrž o rozměru 50 x 60 m se sklonem dna 4 %. Dno plovárny bylo zhotoveno z 30 cm vrstvy písku. Hloubka vody v nádrži byla v nejhlubším místě až 2 m v hodinách, které byly určeny dámám. V hodinách, které byly určeny pánům, byla hloubka vody až 2,2 m. Nádrž plovárny byla rozdělena latěmi na tři oddíly.

Oddíl pro děti měl hloubku 0 – 1,2 m, oddíl pro neplavce měl hloubku 1,2 – 1,6 m a pro plavce byl určen oddíl s hloubkou vody 1,6 – 2,2 m. Do plovárny byla přiváděna voda z nedalekého výše položeného Červeného rybníka. Ten je napájen vodou z Červeného potoka. Voda proudící do plovárny byla přiváděna přes filtr sestávající z koksu a dřevěného uhlí. Dále voda proudila dřevěným potrubím, které bylo v nádrži plovárny zaústěno tak, aby voda v nádrži kroužila a tím se zabezpečila její kvalita. Dle dobových záznamů byla voda velmi kvalitní a vzhledem údajně připomínala vodu v horských jezerech. Ohledně kvality vody panovaly pochyby před stavbou plovárny, protože do Červeného rybníka, ze kterého byla odebírána voda, byla vyvedena výpusť vody z cukrovaru. Voda z cukrovaru byla ovšem vypouštěna jen v zimě a kvalitu vody v létě tak dle dobových záznamů neovlivnila. Stavba plovárny trvala jen dva měsíce a cena vyšla na jedenáct tisíc korun. Plovárna se veřejnosti otevřela 3. července 1902 a již od svého otevření byla velmi oblíbená a často navštěvovaná. [4]



Obrázek 15 Plovárna ve Slaném na staré pohlednici [21]

Aktuální podoba byla místu vtisknuta rekonstrukcí v šedesátých letech minulého století, kdy se upravil plavecký bazén i dětský bazén a byla doplněna technologie na úpravu vody. Bazénové vany byly zbudovány ze železobetonu a rozděleny na část plaveckou s 50 m plaveckými dráhami a část pro děti. Jedinou větší rekonstrukcí od té doby byla výměna recirkulačního systému úpravy vody. Plovárna tak pomalu ztrácela na atraktivitě, a to jak zvyšujícími se nároky návštěvníků, tak i zhoršujícím se stavem jak samotných bazénových van, tak i okolím bazénu s převlékárny, kiosky a podobně. Plovárna měla i problémy se ztrátami

vody kvůli netěsnostem bazénových van a potrubí recirkulačního systému. To, že je potřeba rekonstrukce, bylo jasné již od roku 2018, kdy málem nebyla zahájena koupací sezóna na plovárně z důvodu nevyhovujícího stavu. Hygienická stanice nakonec povolila koupání na plovárně, ale pouze po nezbytných úpravách a jen podmíněčně a na krátkou dobu. Poslední koupací sezónou před rekonstrukcí byla ta v roce 2020. V roce 2021 již plovárna v provozu nebyla a čekala na svou rekonstrukci.



Obrázek 17 Podoba plovárny ve Slaném před rekonstrukcí [19]



Obrázek 16 Pohled na přelivné žlábký plovárny před rekonstrukcí [31]



Obrázek 18 Aktuální podoba plovárny ve Slaném [upraveno dle 25]

Před rekonstrukcí byly v provozu dva recirkulační systémy. Jeden pro plavecký bazén a druhý pro bazén pro neplavce. V recirkulačním okruhu plaveckého bazénu se nacházejí dvě recirkulační čerpadla o průtoku 200 m³/hod a dva tlakové pískové filtry s průměrem 2000 mm. Pro bazén pro neplavce se v recirkulačním systému nacházejí dvě recirkulační

čerpadla o průtoku 225 m³/h a dva tlakové pískové filtry o průměru 2350 mm. Teoretická doba zdržení v plaveckém bazénu je 7,6 hodin, u bazénu pro neplavce je tato doba 3,6 hodin. [28] Filtrační jednotky pro úpravu bazénové vody se nachází nedaleko bazénu v exteriéru a jsou vystaveny povětrnostním vlivům, které degradují jejich konstrukci. Plovárna má hned několik dalších problémů. Tato skutečnost vychází z odborného posudku vypracovaného v roce 2018. Z nedostatků lze jmenovat například chybějící průtokoměry, které by měřily, kolik vody bylo během dne vyměněno a jaké je cirkulované množství v bazénu. Dalším nedostatkem jsou nefunkční přelivné žlábků. Voda kvůli tomu neteče z přelivných žlábků do akumulací nádrže a poté na recirkulační čerpadla, ale je odebírána ze dna přímo na recirkulační čerpadla. Přívod vody do bazénu je proveden přes potrubí, do kterého jsou vyfrézovány otvory, a nachází se jen podél jedné strany každého z bazénů. Problémem je velikost děr, která nespĺňuje normu ČSN EN 13 451. Toto potrubí je v bazénu uloženo tak, že se v místě, kde se ono potrubí dotýká stěn bazénu, tvoří tzv. „mrtvý prostor“, kde se nevyměňuje voda, což s sebou přináší nebezpečí bakteriálního oživení. To také odporuje předpisům. Betonová bazénová vana vykazuje značné známky poškození. Problémové jsou i schůdky a atrakce, které jsou navrženy v rozporu s platnými předpisy. V neposlední řadě je problém i s vypouštěním prací vody, které je provedeno kanálem přímo do toku Červeného potoka, což odporuje nařízení vlády MŽP 401/2005 Sb. o vypouštění odpadních vod do vod povrchových a nejlepší dostupné technologie. [31]



Obrázek 19 Filtry bazénové vody před rekonstrukcí [31]



Obrázek 22 Detail poškozené bazénové vany [31]



Obrázek 20 Detail vyfrézovaného otvoru do přívodního potrubí [31]

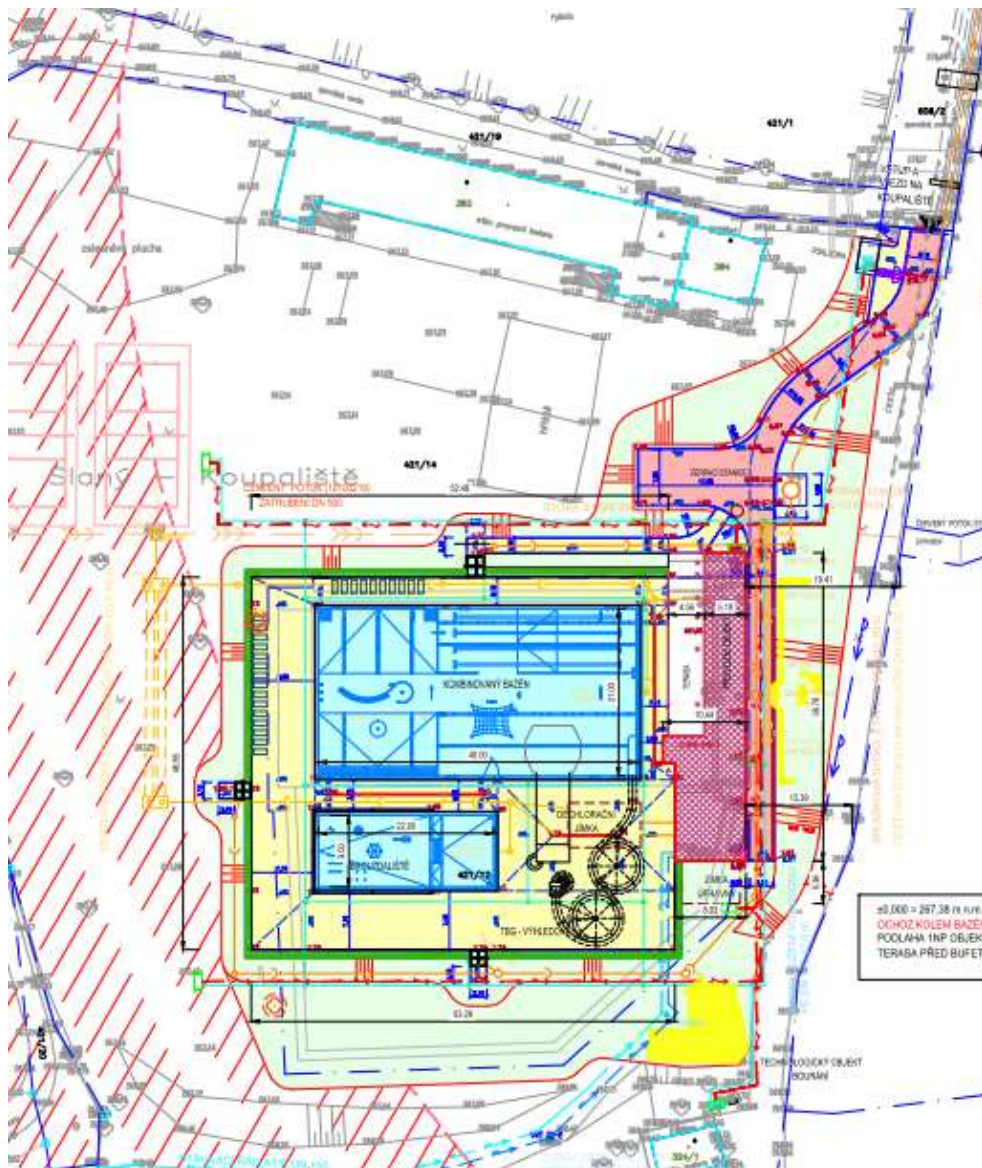


Obrázek 21 Stav čerpadla před rekonstrukcí [31]

Na obrázcích je možné vidět na první pohled zřetelný nevyhovující stav technologického zařízení plovárny.

Zásobování plovárny vodou je v současné chvíli řešeno pomocí dvou vodovodních přípojek. Jedna přípojka vede z jihozápadu plovárny ze zahrádkářské kolonie a jedná se o přípojku PE DN 150. Druhá vodovodní přípojka vede z ulice U Plovárny a jedná se o přípojku PE DN 63. Nakládání se splaškovými vodami je z důvodu nepříznivého výškového umístění plovárny vůči veřejným řadům splaškové kanalizace řešeno pomocí jímek, které jsou pravidelně vyvážené. Vody vypouštěné z bazénu jsou vypouštěny přes dechlorační jímku do blízkého Červeného potoka. Dešťové vody nejsou nijak řešeny z důvodu, že se v areálu plovárny nachází jen minimum zpevněných ploch a všechny dešťové vody se vsáknou buď v travnatých plochách kolem bazénů, nebo odtečou po povrchu do Červeného potoka.

Město pro realizaci projektu pro rekonstrukci plovárny vybralo projekční společnost, které zadalo zpracování projektu DPS (dokumentace pro provádění stavby). Ta přišla s návrhem nejdříve tří samostatných bazénů na půdorysu stávajících bazénů, ale nakonec jsou v aktuální verzi projektu navrženy jen dva samostatné bazény, a to kombinovaný plavecký a rekreační bazén a dětské brouzdaliště. Plocha bazénů se z původních zhruba 3000 m² zmenšila jen na 1035 m². [20] Ačkoli se jedná o celkem logický a opodstatnitelný krok, zvláště při přihlédnutí k tomu, že byla vybrána varianta s velmi nákladnými nerezovými bazénovými vanami, zvedla se proti zmenšení plochy bazénu vlna nevole mezi místními občany. Další věc, která místní trápí, je, že budou původní 50 m plavecké dráhy nahrazeny dráhami dlouhými jen 25 m. Toto řešení však vychází z objemové studie zhotovené pro zřizovatele plovárny, město Slaný. Nezbyvá než věřit, že studie byla provedena správně a úpravy zatraktivní místo pro větší množství návštěvníků a absence 50 m bazénu nebude mít velký dopad.



Obrázek 23 Navrhovaná podoba plovárny ve slaném dle projektu

5.2. POSOUZENÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

K posouzení byla vybrána již dříve zmíněná projektová dokumentace ve stupni DPS. Dokumentace byla předána v elektronické podobě s výkresy ve formátu PDF. Diplomová práce si klade za cíl tuto dokumentaci posoudit z následujících hledisek:

- Posouzení dokumentace z pohledu vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb.
- Posouzení návrhu technologie úpravy bazénové vody
- Posouzení návrhu vodovodních přípojek pro plovárnu
- Posouzení návrhu odkanalizování plovárny
- Posouzení návrhu nakládání se srážkovými vodami

Dokumentace je posouzena tak, že výše zmíněné body jsou zkontrolovány a jsou popsány případné nedostatky.

5.2.1. Seznam příloh

Na základě dodaných výkresů jsem vytvořil úplný seznam příloh, který není v předložené dokumentaci obsažen. V tomto seznamu jsem vypsál, o jaký výkres se jedná, v jaké části projektové dokumentace je zařazen a jaké má číslo. Dále je v soupisu vypsáno, jaké datum je napsáno v rozpisce jako datum vytvoření výkresu. V neposlední řadě jsem ke každému výkresu vypsál a pro jaký projekční stupeň byl daný výkres dle rozpisky určen.

Projektová dokumentace mi byla předána v elektronické podobě ve složce s podsložkami, které se starají o přehlednost souboru. Každá podsložka má jasný název se svou částí a názvem profese, která je obsažena uvnitř. Už na první pohled však upoutá oko pozorovatele, že některé podsložky jsou prázdné, i když by se mělo jednat o kompletní dokumentaci ve stupni DPS. Seznam příloh je možné vidět v následující tabulce.

Část	č. výkresu	Název	Datum	Fáze
A		Průvodní zpráva	08/2021	DPS
B		Souhrnná technická zpráva	08/2021	DPS
C		Desky - situace	08/2021	DPS
C1		Situace širších vztahů	08/2021	DPS
C2		Situace katastrální	08/2021	DPS
C3		Situace koordinační	08/2021	DPS
D.1.1.	AR2	Půdorys 1PP	17.08.2021	DPS
D.1.1.	AR3	Půdorys 1NP	17.08.2021	DPS
D.1.1.	AR4	Půdorys střechy	17.08.2021	DPS
D.1.1.	AR5	Řezy, pohledy	17.08.2021	DPS
D.1.2		Stavebně konstrukční řešení	Prázdná složka	
D.1.3		Požárně bezpečnostní řešení	08.2021	DPS
D.1.3		Požárně bezpečnostní řešení	08.2021	DPS
D.1.4		MAR	Prázdná složka	
D.1.4	EL.1	Seznam příloh + technická zpráva	08/2021	DSP
D.1.4	EL.2	schéma hlavního rozvodu	08/2021	DSP
D.1.4	EL.3	Půdorys 1PP	08/2021	DSP
D.1.4	EL.4	Půdorys 1NP	08/2021	DSP
D.1.4	EL.5	Hromosvod a uzemnění	08/2021	DSP
D.1.4-EK	desky	Elektronické komunikace	08/2021	DSP
D.1.4-EK	01	Technická zpráva	08/2021	DSP
D.1.4-EK	02	Půdorys 1NP	08/2021	DSP
D.1.4		VZT	Prázdná složka	
D.1.4 ZTI	01	Technická zpráva	08/2021	DSP
D.1.4 ZTI	02	1.P.P.	08/2021	DSP
D.1.4 ZTI	03	1.N.P.	08/2021	DSP
D.1.4 ZTI	04	Střecha	08/2021	DSP
D.1.5	1	Chybí		
D.1.5	2	Vytyčovací situace	08/2021	DPS
D.1.5	3	Podélný profil	08/2021	DPS
D.1.5	4	Vzorové příčné řezy	08/2021	DPS
D.1.5	5	Technické specifikace	Nemá rozpisku	
D.2.1		Technická zpráva	08/2021	DSP
D.2.1	1	Schéma kombinovaný bazén	08/2021	DSP
D.2.1	2	Schéma brouzdaliště	08/2021	DSP
D.2.2	-		08/2021	DSP
D.2.2	1.	Technická zpráva	08/2021	DSP
D.2.2	2.	Situace vodovodu	08/2021	DSP
D.2.2	3.	Situace kanalizace	08/2021	DSP
D.2.3	EL1	Seznam příloh + technická zpráva	08/2021	DSP
D.2.3	EL2	Schéma hlavního rozvodu	08/2021	DSP
D.2.3	EL3	Situace	08/2021	DSP
D.2.4	01	Technická zpráva	08/2021	DPS
D.2.4	02	Dispoziční řešení 1. NP	08/2021	DPS
D.2.4	03	Soupis zařízení	08/2021	DPS
D.2.5	01	Technická zpráva	08/2021	DPS
D.2.5	02	Situace nerezových bazénů	08/2021	DPS
D.2.5	03	Potrubiční vývody nerezových bazénů	08/2021	DPS
D.2.5	04	Víceúčelový bazén - půdorys	08/2021	DPS
D.2.5	05	Víceúčelový bazén - řezy	08/2021	DPS
D.2.5	06	Chybí		
D.2.5	07	Brodítko 2x2m - klasik	08/2021	DPS
D.2.5	08	Brodítko 2x2m - ZTP	08/2021	DPS

Obrázek 24 Seznam příloh projektové dokumentace

Ze seznamu příloh je možné vidět hned několik zajímavých věcí. Některé výkresy jsou určeny pro DPS, tak jak by dle zadání mělo být. Jiné výkresy jsou však v rozpisce označeny jako výkresy pro DSP (dokumentace pro stavební povolení). Jak výkresy pro DPS, tak i pro DSP ale mají stejné datum v rozpisce. Z toho je možné vidět, že projekt byl napříč různými projektanty koordinován jen z části anebo vůbec.

Ze seznamu příloh je také patrné, že objem výkresové dokumentace neodpovídá objemu, který by byl potřebný pro rozsah DPS. Vyhláška MMR č. 499/2006 Sb. hovoří o dokumentaci pro provádění stavby takto: *Projektová dokumentace se zpracovává v podrobnostech umožňujících vypracovat soupis stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr. Výkresy podrobností (detailů) zobrazují pro dodavatele závazné, nebo tvarově složité konstrukce (prvky), na které klade projektant zvláštní požadavky a které je nutné při provádění stavby respektovat.* [14] Už při prvním pohledu na seznam příloh je však jasně vidět, že výkresová dokumentace neobsahuje žádné detaily, ba ani například podélné profily v části věnující se vodovodu a kanalizaci. Už jen ze seznamu příloh tak lze konstatovat, že z výkresové dokumentace není možné vypracovat soupis prací, dodávek a služeb s výkazem výměr a dokumentace tak nesplňuje požadavky dané vyhláškou.

Jinak je členění a seřazení výkresů poměrně jasné a odpovídá vyhlášce a zažitým projekční standardům s výjimkou části C (situace). V části C jsou zařazeny situace širších vztahů, situace katastrální a situace koordinační. Tyto situace jsou vyžadovány vyhláškou MMR č. 499/2006 Sb. pro stupeň dokumentace DSP. Pro stupeň dokumentace DPS dle vyhlášky stačí jen situace širších vztahů a koordinační situace.

5.2.2. Část A (průvodní zpráva)

V průvodní zprávě jsou obsažené informace o stavbě, o stavebníkovi a o zpracovateli dokumentace. Dále je zde popsáno dělení stavby na technická a technologická zařízení. Poslední informací psanou normálním černým textem je seznam vstupních podkladů. Členění a informace v průvodní zprávě odpovídají požadavkům uvedeným ve vyhlášce MMR č. 499/2006 Sb. Jediný nedostatek je, že ve vyhlášce se píše, že seznam vstupních podkladů má obsahovat informace o rozhodnutích a opatřeních, na základě kterých byla stavba povolena, a to s označením stavebního úřadu, jménem autorizovaného inspektora, datem vyhotovení a jednacím číslem rozhodnutí nebo opatření. V průvodní zprávě však chybí jméno autorizovaného inspektora.

V průvodní zprávě se pak dále nachází ještě odstavce modrého textu. Tento text popisuje změny oproti původní dokumentaci, ale přesně nespecifikuje, o kterou dokumentaci se jedná, protože v seznamu vstupních podkladů jsou zmíněné tři předchozí dokumentace, a to dokumentace pro provedení stavby vypracovaná jednou projekční kanceláří k datu 06/2020, dále dokumentace pro vydání společného územního a stavebního povolení vypracovaná tou samou projekční kanceláří k datu 08/2019 a Koncepce úprav provedená jiným subjektem a na ní navazující objemová studie vypracovaná znovu stejnou projekční kanceláří, která vyprojektovala předchozí projektové dokumentace i předloženou dokumentaci, k datu 07/2021. Dle časové posloupnosti to však vypadá, že řešená dokumentace vychází z dokumentací z roku 2019 a 2020, ale je upravena dle studie z roku 2021. Dle textu popisující úpravy dokumentace došlo k masivním změnám dokumentace. Samotná stavba má také název SLANÝ – MODERNIZACE PLOVÁRNÝ – ZMĚNA STAVBY PŘED DOKONČENÍM. Změna stavby před dokončením má však svá pravidla určená v § 118 zákona MMR č. 183/2006 Sb. (stavební zákon). Tam se mimo jiné píše: *(3) Stavební úřad může na žádost stavebníka nebo jeho právního nástupce povolit změnu stavby před jejím dokončením. Žádost obsahuje kromě obecných náležitostí popis změn a jejich porovnání s povolením stavby a s ověřenou projektovou dokumentací. K žádosti připojí projektovou dokumentaci změn stavby, popřípadě kopii ověřené projektové dokumentace, do které projektant vyznačí navrhované změny. Žádost o změnu stavby před dokončením stavební úřad projedná s účastníky stavebního řízení a dotčenými orgány v rozsahu, v jakém se změna přímo dotýká práv účastníků stavebního řízení, jakož i zájmů chráněných zvláštními právními předpisy. Na řízení a povolení změny stavby před dokončením se vztahují přiměřeně ustanovení o stavebním řízení.* [15] Tato podmínka je však splněna právě jen v průvodní zprávě, kde jsou sice změny oproti předchozí dokumentaci popsány, ale popis je vzhledem k objemu změn málo obsáhlý a omezuje se na bodový výčet změn. V dalších výkresech je obsažena zmínka o změně stavby před dokončením jen v názvu stavby, ale vyznačení změn a jejich popis se v nich již nenachází vůbec.

5.2.3. Část B (Souhrnná technická zpráva)

Souhrnná technická zpráva bohužel neodpovídá zbytku odevzdané dokumentace. Dokumentace byla odevzdána tak, že některé technické zprávy jsou zde uloženy jako dva soubory PDF. Jeden ze souborů je titulní strana dokumentu s rozpiskou a druhý dokument je samotná technická zpráva, nebo výkres. To se stalo i u souhrnné technické zprávy, kdy rozpiska, jak už je napsáno v seznamu příloh, je datována k datu 08/2021, v rámci fáze výkresu je určena pro DPS, a tak se jedná o součást nově odevzdávané dokumentace. Z obsahu souhrnné

technické zprávy, a to ať už po stránce obsahové, tak i z data na konci samotné zprávy, však člověk nabývá dojmu, že se k současné dokumentaci z roku 2021 zatoulala souhrnná technická zpráva z dokumentace z roku 2020, konkrétně dle data na konci zprávy ze dne 28.01.2020. Zpráva pravděpodobně opravdu pochází ze dne 28.01.2020, je však upravena dle změny, aby odpovídala aktuální projektové dokumentaci z roku 2021. Tyto úpravy však nebyly provedeny důkladně.

Ve zprávě jsou v některých pasážích popsány tři samostatné bazény, tak jak bylo navrženo právě v dokumentaci z roku 2020. Například zde na obrázku 25.

BAZÉN	objem	výměna vody v bazénu		ředící voda		spotřeba vody
	m ³	za rok	m ³ /rok	m ³ /den	m ³ /rok	m ³ /rok
Velký bazén	1495	1x	1495	42,0	4140	6883
Akumulační nádrž 1	93	1x	93			
Dětský bazén	278	1x	278	6,0	450	
Akumulační nádrž 2	33	1x	33			
Brouzdaliště	9	12x	108	3,0	270	
Akumulační nádrž 3	16	1x	16			
Prací voda	40	36x		40,0		1440
Celkem bazén	1899		2023	48	4860	5443

Obrázek 25 Výňatek ze souhrnné technické zprávy

V jiných částech dokumentace se však píše už jen o dvou bazénech, a to kombinovaném bazénu a brouzdališti, to je možné vidět například zde na obrázku 26.

b) architektonické řešení - kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení
V novém řešení modernizace plovárny Slaný jsou navrženy pouze dva bazény – bazén kombinovaný a brouzdaliště. Nové bazény jsou vyrobeny z nerez. Kombinovaný bazén má obdélníkový tvar a je vnitřně rozdělen na část plaveckou, relaxační, adrenalinovou a dětskou. Plavecká část obsahuje celkem 4 plavecké dráhy. Kombinovaný bazén je přístupný celkem po třech schodištích a pěti žebříkách. Vnitřní rozměry kombinovaného bazénu činí 40x21m, hloubka vody v části pro děti činí 0,6-1,2m, adrenalinová i relaxační část má hloubku 1,2m, plavecká část s plaveckými dráhami 1,2-1,6m. . Dalším navrženým bazénem je bazén pro nejmenší děti – brouzdaliště. Brouzdaliště má také obdélníkový tvar, rozměry vnitřní části činí 22x9m, brouzdaliště je rozděleno na dvě části, mezi kterými se nachází skluzavka. Hloubka vody v brouzdališti je navržena od 0 do 0,15m a dále v druhé části od 0,25m do 0,4m. Pro jednotlivé bazény jsou navrženy tyto **atrakce**:

Obrázek 26 Výňatek ze souhrnné technické zprávy

Z těchto dvou příkladů je možné vidět, že v souhrnné technické zprávě se mísí různé informace, a tak vypovídací hodnota zprávy není valná.

V souhrnné technické zprávě se na rozdíl od průvodní zprávy nenachází žádné zamýšlené porovnání aktuální projektové dokumentace a dokumentace, která byla vytvořena v roce 2020. Jak je napsáno výše, jen se zde tyto dvě dokumentace překrývají, nikoliv úmyslně, ale z důvodu nekvalitních projekčních prací.

V samotné souhrnné technické zprávě se nacházejí i faktické chyby z pohledu výpočtů, návrhu zařízení a nedostatečného zdůvodnění některých navržených hodnot. Tyto chyby se však opakují i přímo v dokumentaci zařízení a objektů. Budou tak popsány při revizi těchto částí dokumentace.

Dalším výrazným nedostatkem a dokladem o nerespektování nebo neznalosti vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., či špatné koordinace projektu a orientace ve stupních projektové dokumentaci, je členění souhrnné technické zprávy. To dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. neodpovídá rozsahu pro dokumentaci ve stupni DPS, ale rozsahu pro dokumentaci ve stupni DSP.

Další informace v souhrnné technické zprávě, která dává prostor k pochybám o kvalitě dokumentace, je odpověď na bod B1 d), který se nachází v požadavcích na DPS jako bod B.1 e), a zní takto:

<p>d) informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů</p> <p>Bude doplněno po vydání stanovisek dotčených orgánů.</p>

Obrázek 27 Výňatek ze souhrnné technické zprávy

Pokud se jedná o dokumentaci ve stupni DPS, už by měla být všechna stanoviska dotčených orgánů vydána. To je potvrzeno v bodě B.2.1 e), který zní úplně totožně jako bod B.1 d). V bodě B.2.1 e) jsou již na rozdíl od bodu B.1 d) stanoviska dotčených orgánů vydaná mezi lety 2019 a 2020 zapsána.

5.2.4. Část C (Situace)

Jak bylo již řečeno v části věnující se seznamu příloh, část situace znovu odporuje požadavkům na dokumentaci ve stupni DPS a odpovídá požadavkům na dokumentaci pro dokumentaci ve stupni DSP dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. Toto je způsobeno přítomností katastrální situace, která se k DPS již nepřipojuje, protože k provádění stavby nemá žádný význam.

Situační výkres širších vztahů má nedostatky oproti požadavkům vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. Vyhláška u situačního výkresu širších vztahů požaduje vyznačení napojení stavby na dopravní a technickou infrastrukturu, stávající a navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma a vyznačení hranic dotčeného území. [14] Ani jeden z těchto bodů není v situaci zohledněn. Samotný výkres sestává ze tří mapových podkladů. Jedním z nich je mapa České republiky v neurčeném měřítku s vyznačením polohy Slaného. Dále se zde nachází základní

mapa Slaného s nečitelným měřítkem, pravděpodobně 1:6? 000. Na této základní mapě je velmi hrubě znázorněno umístění plovárny pomocí černého kroužku zasahujícího skoro přes polovinu plochy města Slaného. Třetím a posledním mapovým podkladem nacházejícím se na tomto výkrese je letecká mapa ze serveru mapy.cz. U této letecké mapy se znovu nachází černý kroužek. Ten více či méně ohraničuje pozemek stavby, ale jako hranice dotčeného území jej není možné označit.

Katastrální situační výkres není pro stupeň DPS požadován. V DSP by měl obsahovat zákres stavebního pozemku a navrhované stavby a vyznačení vazeb a vlivů na okolí. Stavba nevytváří žádné vlivy na okolí, nelze je tak vyznačit. Vazby na okolí jsou pojaty jako místa napojení vodovodu, elektřiny, kanalizace a dopravní infrastruktury. Tato napojení nejsou řešena v legendě, ale ve výkrese znázorněny jsou. Ve výkrese je vyznačena i navrhovaná stavba, zakreslena je však zbytečně detailně, ale to není výrazný problém. Dotčený stavební pozemek však v situaci vyznačený není. To je poměrně velký nedostatek. Celá katastrální situace působí na první pohled nepřehledně, její legenda je velmi jednoduchá oproti tomu, jaké čáry se v situaci nacházejí. Na druhou stranu se v legendě objevuje čára označená jako TRASA DRÁHY – OSA KOLEJÍ, ta byla však ve výkrese pravděpodobně vypnuta, protože se na místě, kde by měla být, nenachází. K této ose kolejí by mělo být vyznačeno i ochranné pásmo dráhy, které se ve výkrese také neobjevuje.

Na **koordinální situační výkres** jsou kladeny z pohledu vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. vysoké nároky. Měl by obsahovat tyto náležitosti:

- *stávající stavby, dopravní a technická infrastruktura,*
- *hranice pozemků, parcelní čísla,*
- *hranice řešeného území,*
- *stávající výškopis a polohopis,*
- *vyznačení jednotlivých navržených a odstraňovaných staveb a technické infrastruktury,*
- *stanovení nadmořské výšky 1. nadzemního podlaží u budov ($\pm 0, 00$) a výšky upraveného terénu; maximální výška staveb,*
- *navrhované komunikace a zpevněné plochy, napojení na dopravní infrastrukturu,*
- *řešení vegetace,*
- *okótované odstupy staveb,*
- *zákres nové technické infrastruktury, napojení stavby na technickou infrastrukturu,*

- *stávající a navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, památkové rezervace, památkové zóny apod.,*
- *maximální dočasné a trvalé zábory,*
- *vyznačení geotechnických sond,*
- *geodetické údaje, určení souřadnic vytyčovací sítě,*
- *zařízení staveniště s vyznačením vjezdu,*
- *odstupové vzdálenosti včetně vymezení požárně nebezpečných prostorů, přístupové komunikace a nástupní plochy pro požární techniku a zdroje požární vody. [14]*

Většina bodů je v této koordinační situaci s drobnými výjimkami splněna. Například zde však stále chybí vyznačená hranice řešeného území. Dále je zde vyznačeno velké množství nové technické infrastruktury, ale naprosto chybí vyznačení rozvodů upravené bazénové vody z nového provozního objektu do bazénů a zpět. Dále chybí vyznačení původních rozvodů upravené bazénové vody, které budou rušeny. Tato absence je vysvětlitelná tím, že tato informace chybí i v části dokumentace zaměřující se přímo na bazénovou technologii. To však není omluvou a stále se jedná o chybu, že tato informace v dokumentaci naprosto absentuje. Dále je ve výkresu situace neúplně vyznačena vodovodní přípojka vedoucí z ulice U Plovárny, tato přípojka totiž ve výkresu končí nedaleko nového provozního objektu, ale není dotažena až k němu. U této přípojky chybí v situaci i její popis. Dalším nedostatkem je, že vodovodní přípojka označená jako STÁVAJÍCÍ ŘAD A PE DN 150 vedoucí od zahrádkářské kolonie a železničního podjezdu je ve výkresu vyznačena kombinací barvy a typu čáry, která se nevyskytuje v legendě, i když se v legendě nachází kombinace barvy a typu čáry označující stávající vodovodní potrubí, která je použita pro přípojku z ulice U Plovárny. Dalším nedostatkem je, že nejsou určeny vytyčovací souřadnice, není ani určen souřadný systém, ani výškový systém. Ve výkresu koordinační situace chybí také severka. V situaci není vyznačené

ani zařízení staveniště a vymezeny požárně nebezpečné prostory. Celkově je situace na první pohled chaotická a nepřehledná. Příkládám několik důkazů na následujících obrázcích:



Obrázek 28 Chyba v legendě koordináční situace

Na obrázcích 26 je možné vidět, že v legendě se nachází jedna informace dvakrát a pokaždé je čára označující trasu dráhy znázorněna jinak. Jak je dráha znázorněna v samotné situaci je možné vidět vpravo od legendy.



Obrázek 29 Výstřižek z koordináční situace pro znázornění nepřehlednosti

Zde na obrázku 29 je znázorněno, jakým způsobem zacházel projektant v koordináční situaci s textem. Ten se často ukrývá za různými čarami a šrafami, čímž se stává nečitelným. Obecně na texty a volbu jejich barev nebyl brán velký zřetel, často se stane, že volba barvy textu v kombinaci s jeho pozadím brání čitelnosti textu, i když není za ničím schován.

Z koordináční situace je také možné vidět, že ochozy kolem bazénu jsou vyspádovány ve správném směru, a to je směrem od přelivných žlábků. Ve vyhláске MZ

č. 238/2011 Sb. je určeno, že ochozy kolem bazénu musí být vyspádovány tak, aby voda a nečistoty z nich nemohly znečistit bazénovou vodu.

5.2.5. Část D.2.1 (bazénová technologie PS 01)

Tato část projektové dokumentace by měla zahrnovat více příloh, než v tuto chvíli obsahuje. V projektové dokumentaci se nachází jen technická zpráva bez výpočtů a schéma recirkulačního systému brouzdaliště a kombinovaného bazénu. Dokumentace by však měla obsahovat technickou zprávu včetně výpočtů, technologická schémata jednotlivých okruhů, půdorys trubních rozvodů pro jednotlivé okruhy, výkresy rozmístění strojů a zařízení, a to jak v půdoryse, tak i v řezu, pro ověření dostatečné velikosti technické místnosti. Dále by se v projektové dokumentaci měly nacházet například detaily prostupů a dalších důležitých míst pro splnění požadavku vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. V dokumentaci by se mělo nacházet také výškové řešení potrubních rozvodů upravené bazénové vody a vzorové uložení tohoto potrubí minimálně v místech mimo technickou budovu, kde potrubí vede uložené v zemi. V neposlední řadě by dokumentace měla obsahovat i informace o atrakcích včetně popisu a vykreslení rozvodů k nim. Ke skluzavce a tobogánu by měly být doplněny informace o nosných konstrukcích. Nic z vyjmenovaného se však v dokumentaci nenachází.

Technická zpráva má poměrně jasné členění, nacházejí se v ní informace o výchozích podkladech, úvod, zjednodušený popis technického řešení, požadavky na ostatní profese, informace o záruce a závěr. Hned na první pohled v technické zprávě v rozporu s vyhláškou MMR č. 499/2006 Sb. chybí soupis použitých norem včetně data vydání. Další zásadní věci, která v technické zprávě na první pohled chybí jsou hydrotechnické výpočty. Konkrétně se jedná o:

- Výpočet kapacity vodní plochy
- Výpočet objemu akumulární nádrže
- Návrh filtrů
- Návrh cirkulovaného množství
- Návrh recirkulačních čerpadel
- Návrh vtokových trysek do bazénu
- Návrh sacích prvků z bazénu
- Návrh čerpadel pro atrakce
- Návrh potrubí recirkulačního systému

Nachází se zde pouze tabulky a čísla v textu s výslednými navrženými hodnotami. Výpočty k nim se nikde v dokumentaci nenachází. Dokonce se zde ani nenachází odkazy například na předchozí stupeň dokumentace, kde by mohly být výsledné hodnoty vysvětleny. Celá technická zpráva tak popisuje pouze navržený stav. I přes poměrně málo důležitých informací se zde nachází několik nepřesností, které se týkají hlavně úvodní části technické zprávy věnující se návrhu bazénů a technologii.

První nepřesnost se nachází při **výpočtu kapacity vodní plochy bazénů**. U kombinovaného bazénu je kapacita vypočítána správně. Pro plaveckou část je počítáno 5 m² na osobu, což při ploše 200 m² znamená kapacitu 40 osob. Relaxační část má plochu 637 m². Pro relaxační část je počítáno dle vyhlášky MZ č. 238/2011 Sb. 3 m² na osobu, což znamená kapacitu pro 212 návštěvníků. Kombinovaný bazén má tak celkovou kapacitu vodní plochy 242 návštěvníků. Problém však nastává u návrhové kapacity brouzdaliště. To má plochu 198 m², při čemž dle vyhlášky je kapacita brouzdaliště rovna 1 m² na osobu. V technické zprávě je počítáno s plochou 2 m² na jednoho návštěvníka. Výsledná kapacita vodní plochy brouzdaliště tak není 99 návštěvníků ale 198 návštěvníků. Od tohoto výpočtu se následně odvíjí výpočet velikosti akumulací jímky.

Bazén	Plocha [m ²]	Použitá hodnota	Kapacita z technické zprávy	Hodnota dle normy	Kapacita dle normy
Plavecká část	200	5 m ² /os	40 osob	5 m ² /os	40 osob
Relaxační část	637	3 m ² /os	212 osob	3 m ² /os	212 osob
Brouzdaliště	198	2 m ² /os	99 osob	1 m ² /os	198 osob

Tabulka 3 Tabulka kapacity vodní plochy

Z tabulky lze vyčíst, že hodnoty kapacity vodní plochy, které jsou uvedeny v technické zprávě, **jsou správně** pro plaveckou část a relaxační část kombinovaného bazénu. Pro brouzdaliště je však uvedená hodnota **nesprávná**.

Akumulační nádrž se dimenzuje podle postupu popsaného v teoretické části této diplomové práce. V technické zprávě se bohužel nenachází žádný výpočet, tedy ani výpočet objemu akumulací nádrže. Pro výpočet objemu akumulací nádrže jsou potřeba následující hodnoty.

	Brouzdaliště	Kombinovaný bazén
Kapacita vodní plochy (N) [os.]	198	252
Plocha bazénu (A) [m²]	198	837
Recirkulovaný průtok (Q) [m³/h]	49	280
Délka přelivných žlábků (L) [m]	122	62
Objem pro praní filtrů (k) [m³]	4	4
Filtrační plocha (A_R) [m²]	1,73	8,67
Průměr potrubí z akumulární nádrže (D) [mm]	150	300
Rychlost v potrubí z akumulární nádrže (v) [m/s]	0,79	1,10
Plocha akumulární nádrže (A_J) [m²]	56,09	15,06

	Kombinovaný bazén	Brouzdaliště
V_V [m³]	18,93	14,85
V_W [m³]	20,33	7,92
V_R [m³]	34,7	6,93
V_A [m³]	64,09	11,65
<u>V [m³]</u>	<u>138,05</u>	<u>41,35</u>

Tabulka 4 Výpočtové tabulky pro návrh akumulární nádrže

Hodnoty byly převzaty z předchozích výpočtů, z informací v technické zprávě v této části dokumentace a z výpočtu rychlostí proudění v potrubích, které se nachází v příloze této diplomové práce. Délka přelivného žlábků byla spočítána dle situace v části D.2.5 a plocha akumulární nádrže byla vypočítána dle výkresu „Půdorys 1. PP“ nacházejícího se v části D.1.1. Pomocí těchto hodnot a výpočtů uvedených v teoretické části této diplomové práce byly vypočítány výsledky v tabulkách 4.

Tyto výsledky je nutné pro posouzení správnosti dokumentace porovnat s navrženými hodnotami v technické zprávě, zdali návrh proběhl dobře.

Recirkulační systém	Navržený objem dle technické zprávy [m ³]	Vypočítaný objem bez V _A [m ³]	Vypočítaný objem [m ³]	
Kombinovaný bazén	84	73,96	138,05	Nevyhovuje
Brouzdaliště	20	29,70	41,35	Nevyhovuje

Tabulka 5 Porovnání výsledků návrhu akumulární nádrže v technické zprávě a pomocí výpočtů dle teoretické části

Z výpočtů je možné vidět, že objem akumulární nádrže pro brouzdaliště je výrazně poddimenzovaný. Toto poddimenzování jsem nejdříve připisoval špatnému výpočtu kapacity vodní plochy, který je popsán v předchozí části diplomové práce. I se špatnou hodnotou kapacity vodní plochy však vychází potřebný objem akumulární nádrže na 22,27 m³. I v tomto případě by tak byla nádrž poddimenzována. U nádrže pro kombinovaný bazén můžeme vidět, že bez započítání objemu pro správný chod recirkulačních čerpadel by byla akumulární nádrž nadimenzována správně. Výpočet objemu V_A se ve velké části publikací nevyskytuje, jako například v publikaci [2], a je tak možné, že na něj bylo zapomenuto. Pro chod recirkulačních čerpadel je však velmi důležitý, a je tak důležité s ním při dimenzování akumulárních nádrží počítat. V případě započítání všech objemů ani jedna z navržených akumulárních nádrží **nevyhovuje** potřebnému objemu. Je tak třeba navrhnout akumulární nádrže větší.

Další částí technické zprávy je následující tabulka:

PARAMETRY	Plavecký bazén	Dětský bazén
Rozměr	40x21 m	22x9 m
Hloubka	1,3 - 1,6 m	0,0-0,4 m
Plocha	837 m ²	198 m ²
Objem	994 m ³	32,00 m ³
Teplota	24,00 °C	24 °C
Kapacita vodní plochy	168 os	99 os
Akumulační jímka	84 m ³	20 m ³
Filtr	2350 mm	1050 mm
počet	2 ks	2 ks
Výška filtrační náplně	1,2 m	1 m
Filtrační plocha	8,67 m ²	1,73 m ²
Filtrační rychlost	32,29 m/h	28,31 m/h
Cirkulační čerpadla	200 m ³ /hod	35 m ³ /hod
Výtlačná výška	14 m	14 m
počet	2 ks	2 ks
Cirkulační množství	280,0 m ³ /hod	49,0 m ³ /hod
T	3,55 h	0,65 h

Obrázek 30 Tabulka základních technických dat z technické zprávy

První zajímavá informace, která se nachází v této tabulce na obrázku 30 je **hodnota kapacity vodní plochy**. V tabulce je napsáno, že kapacita vodní plochy je v brouzdališti 99 osob, což je způsobeno předchozím špatným výpočtem. Vedle této hodnoty je však napsáno, že kapacita vodní plochy kombinovaného bazénu je pouze 168. Tato změna není nikde vysvětlena a nachází se v technické zprávě jen odstavec pod tabulkou, ve které je správně určena kapacita vodní plochy kombinovaného bazénu jako 242 návštěvníků. Jedná se pravděpodobně o chybu. Problém je, že tato tabulka je přebírána i s touto chybou do jiných částí dokumentace jako například do technické zprávy vodovodu a kanalizace a souhrnné technické zprávy.

Další informací, která odporuje zbytku technické zprávy a projektové dokumentace je informace o **výšce filtrační náplně filtrů** u brouzdaliště. V tabulce je napsáno, že výška filtrační náplně u kombinovaného bazénu je 1,2 m a u brouzdaliště pouze 1 m. V další části technické zprávy je napsáno, že výška filtrační náplně ve filtrech u kombinovaného bazénu je 1,2 m. Avšak pro brouzdaliště jsou dle tohoto odstavce navrženy také filtry s výškou filtrační náplně 1,2 m. Ve schématu recirkulačního systému brouzdaliště je shodně psáno, že se jedná o filtry s filtrační náplní o výšce 1,2 m. Logičtějším řešením by však bylo použití filtrů s výškou filtrační vrstvy maximálně 1 m. Filtry, které mají výšku filtrační vrstvy do jednoho metru a

jejichž průměr je menší než 1600 mm, není potřeba doplňovat dmychadlem pro možnost jejich praní. Filtry navržené v této dokumentaci pro svou správnou funkci dmychadlo potřebují. **Výpočet filtrační rychlosti** je popsán v teoretické části této diplomové práce. Dle tohoto výpočtu je hodnota filtrační rychlosti uvedená v tabulce vypočítána správně. Filtrační rychlost by se měla pohybovat mezi 25–35 m/h. Toto rozmezí je také splněno. Filtry jsou tak navrženy správně, i když snížení výšky filtrační náplně by mohlo snížit jejich pořizovací a provozní náklady.

Recirkulační systém	Filtrační rychlost uvedená v technické zprávě [m/h]	Vypočítaná rychlost dle filtrační plochy a průtoku [m/h]	Návrhové rozmezí filtračních rychlostí [m/h]	
Kombinovaný bazén	32,29	32,28	25–35	Vyhovuje
Brouzdaliště	28,31	28,29	25–35	Vyhovuje

Tabulka 6 Porovnání vypočtených hodnot filtračních rychlostí a návrhového rozmezí

Z tabulky je možné vidět, že navržená filtrační rychlost pro filtry nacházející se v recirkulačním systému kombinovaného bazénu i brouzdaliště **vyhovují** návrhovému rozmezí filtračních rychlostí.

Další informací, kterou je třeba ověřit, je **návrh recirkulovaného množství a maximální teoretické doby zdržení**. Popis návrhu se nachází v teoretické části této diplomové práce. Objem kombinovaného bazénu je 994 m³, plocha tohoto bazénu je rovna 837 m². Průměrná hloubka bazénu se vypočte jako objem bazénu podělený plochou bazénu, tedy 994/837, což se rovná 1,19 m. To je reálné číslo, protože největší část bazénu má hloubku 1,2 m, určitá část plaveckého sektoru má hloubku 1,6 m a část rekreačního sektoru má hloubku 0,6 m. V dříve zmíněné tabulce v technické zprávě je však uvedena hloubka 1,3–1,6 m, jedná se pravděpodobně znovu o drobnou chybu. Dle vyhlášky MZ č. 238/2011 Sb. je trojčlenkou za pomoci vypočtené hloubky dopočítána maximální teoretická doba zdržení na hodnotu 4,34 hodiny. Pro brouzdaliště je ve vyhlášce MZ č. 238/2011 Sb. určena pevná hodnota maximální doby zdržení jako 1 hodina. Projektant navrhuje pro kombinovaný bazén dvě recirkulační čerpadla, která mají fungovat v souběhu a jejichž recirkulační množství je v souběhu 280 m³/s. Při tomto recirkulačním množství je maximální teoretická doba zdržení rovna, dle výpočtu zmíněném v teoretické části diplomové práce, 3,55 hodiny. Je nižší, než je maximální povolená

dle vyhlášky. Návrh je tedy proveden správně. Pro brouzdaliště jsou navržena také dvě recirkulační čerpadla fungující v souběhu s recirkulačním množstvím 49 m³/h. Při tomto recirkulačním množství je teoretická doba zdržení vody v bazénu rovna 0,65 hodin. Návrh se tedy nachází znovu na straně bezpečnosti a je proveden správně. Pro brouzdaliště v České republice je nepsaným pravidlem navrhovat nižší maximální teoretickou dobu zdržení, než je požadovaná vyhláškou. Ta je totiž oproti vyhláškám a normám z okolních zemí zrovna v této hodnotě poměrně benevolentní. Návrhy technologií v České republice se však snaží v zájmu zlepšení kvality vody v brouzdalištích přibližovat spíše zahraničním normám a vyhláškám, jako je možné vidět zde.

Recirkulační systém	Navržená hodnota maximální teoretické doby zdržení [h]	Hodnota maximální teoretické doby zdržení dle vyhlášky [h]	
Kombinovaný bazén	3,55	4,34	Vyhovuje
Brouzdaliště	0,65	1	Vyhovuje

Tabulka 7 Porovnání navržených hodnot maximální teoretické doby zdržení s hodnotami dle vyhlášky

Z tabulky 7 je možné vidět, že navržené doby zdržení **vyhovují** vyhlášce MZ č. 238/2011 Sb.

Další částí technické zprávy je **návrh recirkulačních čerpadel** pro recirkulační okruhy kombinovaného bazénu a brouzdaliště. Návrh recirkulačních čerpadel by měl probíhat dle postupu, který je popsán v teoretické části této práce. V této konkrétní technické zprávě však návrh není proveden a nachází se zde pouze informace o čerpaném množství každého z recirkulačních čerpadel, dopravní výšce a příkonu. Z těchto údajů lze ověřit jen čerpané množství. Celkové čerpané množství je vypočítané dle maximální teoretické doby zdržení, která byla ověřena již dříve. Pokud tento průtok mají zajistit dvě paralelní recirkulační čerpadla, odhad pro návrh čerpadel hovoří tak, že součet průtoků dvou paralelních recirkulačních čerpadel je 70 % součtu průtoků na každém z recirkulačních čerpadel. Tedy pokud jedno recirkulační čerpadlo pro kombinovaný bazén bude mít průtok 200 m³/s, tak dvě recirkulační čerpadla budou mít průtok $(200+200)*0,7=400*0,7=280$ m³/s. U brouzdaliště má jedno recirkulační čerpadlo navržený průtok 35 m³/h. Dvě paralelní recirkulační čerpadla budou mít tedy průtok $(35 + 35) * 0,7 = 70 * 0,7 = 49$ m³/s. Odhad průtoků recirkulačních čerpadel tedy odpovídá. Ke správnému návrhu recirkulačních čerpadel by však bylo nutné znát délky potrubí

pro možný výpočet ztrát v potrubí, nalezení pracovního bodu a znalost všech čtyř křivek čerpadla pro návrh ideálního recirkulačního čerpadla, které splní požadovaný pracovní bod s co nejvyšší účinností. Nic z toho se však v dokumentaci nenachází, **není tak možné tento návrh ověřit.**

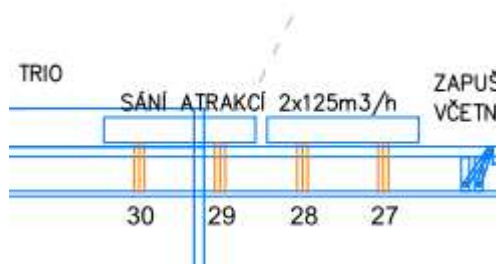
V hydrotechnických výpočtech, které má technická zpráva obsahovat, by se měl objevit i výpočet počtu **vtokových trysek do bazénu**. Počet vtokových trysek se dimenzuje dle postupu popsaného v teoretické části této práce. Tento výpočet, ani informace o počtu trysek v jednotlivých bazénech, se v této části dokumentace nenacházejí. Jediná informace, kterou lze ke vtokovým tryskám v celé dokumentaci nalézt, je ve výkresu D.2.5.3 „Potrubní vývody bazénu“. Z tohoto výkresu je možné určit počet vtokových trysek a podle jejich počtu a recirkulovaného množství určit průtok na jednu trysku. V kombinovaném bazénu se nachází 67 trysek a v brouzdališti se dle dříve zmíněného výkresu nachází 7 vstupních trysek. Jak je napsáno již v teoretické části této diplomové práce, jednou vtokovou tryskou by měl proudit průtok v rozmezí 5–7 m³/h. Dle průtoku však vychází, že jednou tryskou v brouzdališti proudí průtok o hodnotě 7 m³/s a v kombinovaném bazénu je tato hodnota rovna 4,18 m³/h. V kombinovaném bazénu je tak navržený příliš velký počet trysek z pohledu průtoku. Trysky je třeba navrhovat i dle výtokové rychlosti trysky. Tuto hodnotu není možné ověřit dle informací v předložené dokumentaci. U vtokových trysek je potřeba posoudit ještě správné rozmístění v bazénu. To je provedeno v další části diplomové práce.

Recirkulační systém	Recirkulované množství [m ³ /h]	Navržený počet trysek [-]	Průtok na trysku [m ³ /h]	Návrhové rozmezí průtoků na trysku [m ³ /h]	
Kombinovaný bazén	280	67	4,18	5-7	Nevyhovuje
Brouzdaliště	49	7	7,00	5-7	Vyhovuje

Tabulka 8 Porovnání navrženého průtoku na trysky se správným návrhovým rozmezím

Z tabulky 8 je možné jasně vidět, že počet vtokových trysek pro brouzdaliště je **vyhovující**, i když těsně na horní hranici doporučení. U kombinovaného bazénu je však počet vtokových trysek z pohledu průtoku v nich větší, než je doporučeno. Počet trysek v kombinovaném bazénu tedy **nevhovuje**.

V technické zprávě by se měly objevit informace i o **sacích prvcích a tryskách**. Měly by zde být vzneseny požadavky na správné umístění a použití správných tvarovek pro zabezpečení podmínek jmenovaných v normě ČSN EN 13 451. Dle průtoku v sacím prvku nebo trysce je třeba navrhnout tento prvek tak, aby rychlost u tohoto prvku byla menší než 0,5 m/s. Dále je potřeba zabezpečit, aby nemohlo nikdy nastat přísátí jakékoliv části těla k sacímu prvku a zranění návštěvníka. Absence těchto informací a výpočtů je velký problém. Jediné místo, ze kterého lze něco o sání usoudit je znovu výkres D.2.5.3.



Obrázek 31 Výstřižek z výkresu D.2.5.3 znázorňující sání na atrakce

Z obrázku 31 je možné vidět jedinou informaci o sacích prvcích v celé doložené dokumentaci. Z obrázku lze vytušit, že se možná jedná o zdvojené sání podle normy ČSN EN 13 451. To však nejde nijak ověřit, protože vzdálenost není okótována. Celková úroveň návrhu sacích prvků v dokumentaci je **nevyhovující**.

Ve výpočtech v technické zprávě by se také měl objevit výpočet pro **dimenzování přelivného žlábků**. Žlábek by dle vyhlášky MZ č. 238/2011 měl pokrývat minimálně 75 % omočeného obvodu. Tato informace není v této části dokumentace nijak zohledněna, ani popsána. V části D.2.5, je však možné vidět, že u obou bazénů je žlábek navržen kolem celého omočeného obvodu bazénů. Žlábek musí být navržen s dostatečnou kapacitou tak, aby nedocházelo k návratu vody ze žlábků zpět do bazénu. Výpočet dimenzování bazénového žlábků je popsán v teoretické části této diplomové práce. Šířka žlábků je dle výkresů z části D.2.5 navržena jako 260 mm. Hloubka přelivného žlábků je z výkresů v této části rovna 320 mm. Ani jedna z těchto hodnot není nikde navržena, ani popsána. Hodnoty jsou pouze odměřeny z výkresu kombinovaného bazénu. Výkres pro brouzdaliště v potřebné podrobnosti se v části D.2.5 nenachází. Z výpočtů popsaných v teoretické části vychází výsledky popsané v tabulce 9. Pro výpočet byly použity hodnoty, které jsou zmíněny již v předchozích částech diplomové práce. Další hodnoty specifické jen pro tento výpočet jsou: hodnota koeficientu současnosti zvolená jako 0,2 dle [8], délka delší strany kombinovaného bazénu 40 m

a brouzdaliště 22 m, délka kratší strany kombinovaného bazénu 21 m a brouzdaliště 9 m a hodnota rezervy x , která byla zvolena jako 0,075 m.

Recirkulační systém	Šířka žlábků dle dokumentace [m]	Hloubka žlábků dle dokumentace [m]	Hloubka žlábků dle výpočtu [m]
Kombinovaný bazén			
Delší strana	0,26	0,32	0,28
Kratší strana			0,20
Brouzdaliště			
Delší strana	0,26	-	0,28
Kratší strana			0,14

Tabulka 9 Porovnání navržené a vypočtené hloubky žlábků

Z tabulky 9 je možné vidět, že jsou hodnoty hloubky žlábků navrženy pro kombinovaný bazén pravděpodobně správně. K výpočtu však bylo použita poměrně nízká hodnota koeficientu současnosti, která určuje kolik návštěvníků bude najednou v bazénu. Pokud by tak bylo v bazénu více návštěvníků najednou, je možné, že nastane zahlcení žlábků, což nastat nesmí. Vzhledem k tomu, že v předložené dokumentaci nebyl proveden návrh žlábků a jedinou informací o nich je třeba si odměřit z výkresu bazénové vany, který byl vytvořen jen pro kombinovaný bazén, je návrh, i když více méně odpovídá výpočtu, nedostatečný a **nevyhovuje** podrobnosti stupně projektové dokumentace DPS.

Jedním z dalších výpočtů, který v technické zprávě absentuje, je **návrh potrubí v recirkulačním systému**. Návrh potrubí je znázorněn v teoretické části této diplomové práce. Rychlosti v potrubí jsou v praktické části popsány v odstavcích věnujících se schémátům kombinovaného bazénu a brouzdaliště. Úplný přehled o všech navržených rychlostech v potrubí je přiložen na konci diplomové práce v podobě příloh. Zjednodušeně lze ale říct, že rychlosti v potrubí často překračují, nebo jsou naopak hluboko pod doporučenými rychlostmi v potrubí. Návrh potrubí tak **nevyhovuje doporučení**.

Jedním ze závažných poznatků, který se skrývá v textu technické zprávy, je věta ukončující část pojednávající o požadavcích na ostatní profese. Věta zní takto:

Požadavky pro profese budou upřesněny při zpracování DPS.

Obrázek 32 Výňatek z technické zprávy bazénové technologie

Tato věta svědčí o tom, že stupeň dokumentace pro vydání stavebního povolení v rozpisce technické zprávy pravděpodobně není chybný. Chybné je nejspíš jen to, že tato dokumentace ve stupni DSP byla odevzdána jako DPS. To by mohlo vysvětlit absenci některých příloh. Nevysvětluje to však vynechání výpočtů a absenci například výkresů umístění strojů, půdorysů, řezů, návrhů trubních vedení s půdorysy a řezy a podobně.

Další přílohou této části dokumentace je **schéma recirkulačního systému**. Ve schématu jsou zobrazeny všechny části recirkulačního systému. Mezi těmito objekty je schematicky naznačené spojovací potrubí. U většiny potrubí je zapsán jen jeho průměr. U menší části potrubí je zapsán i navržený materiál a to PVC. Pravděpodobně tak potrubí bez určeného materiálu je z materiálu PP, jak je určeno v technické zprávě. To by však mělo být popsáno i v samotném schématu. Jednotlivé prvky recirkulačního systému a okruhu pro atrakce jsou popsány pomocí čísel, která jsou následně vysvětlena v legendě. Ve schématu jsou označeny i uzávěry, a to sice pomocí zkratk s doplněním jejich průměrů. Zkratky jsou poměrně návodné, V znamená pravděpodobně ventil a ZV zpětný ventil. Jednat se však bude pravděpodobně o klapky, nikoli ventily, a i tak by bylo vhodné zkratky doplnit o vysvětlení. Některé části jsou ve schématu popsány textem přímo u popisované části. Jsou zde tedy použity tři druhy popisů, což není úplně šťastné. Ze schématu lze ověřit pomocí průměrů potrubí a recirkulačního množství rychlosti v jednotlivých potrubích. Rychlosti jsou počítány dle postupu popsaného v teoretické části této diplomové práce. Výsledné rychlosti v potrubí jsou uvedeny v příloze diplomové práce. Z výpočtů vyplývá, že v potrubí, které je součástí recirkulačního systému, jsou doporučené rychlosti v potrubí překračovány poměrně často. U potrubí, které je určeno pro atrakce je situace podobná. U některých potrubí je hodnota překročena méně, jinde už poměrně výrazně. U hodnot výrazně překračujících doporučené rychlosti, by bylo záhodno zamyslet se nad zvětšením průměru potrubí a tím snížení rychlosti a ztrát v potrubí. Další zajímavostí je, že v legendě vysvětlující číslování použité pro popis částí recirkulačního systému je vysvětlení pro číslo 1.8 a 1.10. Číslo 1.9 chybí, není však ani v samotném schématu. Nejedná se tak o nevysvětlení jednoho z čísel, ale o jeho přeskočení.

Poslední ze tří příloh této části dokumentace je **schéma brouzdaliště**. To je velice podobné schématu kombinovaného bazénu. Jen je jednodušší a má specifika dle návrhu recirkulačního systému pro brouzdaliště. I pro brouzdaliště jsem provedl výpočty rychlosti proudění v potrubí, stejně jako pro kombinovaný bazén. V případě brouzdaliště jsou průměry potrubí v mnoha částech předimenzované. Je to tedy opačný problém než u kombinovaného bazénu. Pro poměrně velký počet potrubí by tedy bylo záhodno použít menší průměr potrubí.

Nejnižší rychlost je na sání pro čerpadlo pohánějící atrakce vodní kužely, vodní pumpu a vodní kanón. U tohoto čerpadla je napsáno, že je dimenzováno pravděpodobně na průtok $8 \text{ m}^3/\text{h}$. Slovo pravděpodobně je použito proto, že hodnota v legendě je zapsána s chybou a reálná hodnota může být teoreticky jiná, jak je možné vidět z obrázku 33.

2.18 Čerpadlo vodní clony, $Q=18\text{m}^3/\text{h}$, $H=10\text{m}$, $P=1,8\text{kW}$
2.16 Čerpadlo vodní kanón, vodní pumpa, vodní kužely, $Q=8/\text{h}$, $H=10\text{m}$, $P=1\text{kW}$

Obrázek 33 Výňatek z legendy schématu brouzdaliště

Jedná se o zápis s označením 2.16 a jsou v něm dvě chyby. Jedna chyba je, že číslo by nemělo být 2.16, ale 2.19. A dále průtok je označen jako $Q=8/\text{h}$, což má pravděpodobně znamenat $Q = 8 \text{ m}^3/\text{h}$, ale je klidně možné, že je v zápise i jiná chyba. Pokud by totiž průtok byl opravdu jen $8 \text{ m}^3/\text{h}$, tak by rychlost v sacím potrubí k tomuto čerpadlu, které má průměr 175 mm byla $0,09 \text{ m/s}$. A to už je opravdu velmi nízká hodnota.

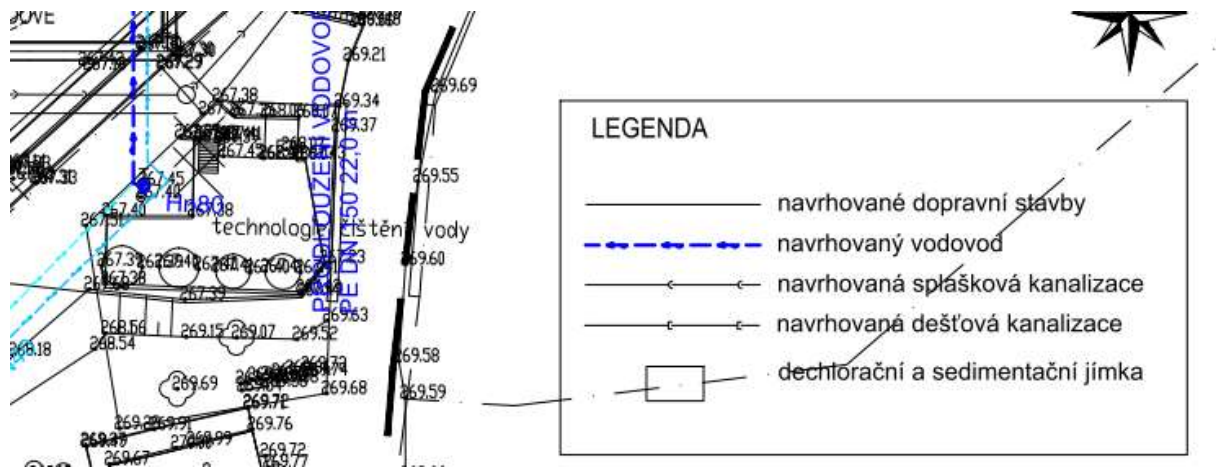
5.2.6. Část D.2.2 (venkovní kanalizace a vodovod)

Už jen při pohledu na seznam příloh, který se nachází v předchozí části diplomové práce, je možné vidět, že tato část není příliš obsáhlá. Najdeme zde jen technickou zprávu, která je společná jak pro vodovod, tak i pro splaškovou a dešťovou kanalizaci, a dva situační výkresy. V jednom ze situačních výkresů jsou znázorněny přípojky a areálové rozvody vodovodu. Ve druhém ze situačních výkresů jsou zobrazeny areálové rozvody splaškové a dešťové kanalizace spolu s jejich přípojkami. Výkresová část by však dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. měla obsahovat tolik příloh, aby bylo možné vypracovat soupis stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr. Takové podrobnosti však tato dokumentace ani zdaleka nedosahuje. V dokumentaci chybí jakákoliv zmínka o výškovém řešení navržených tras potrubí a objektů. K doložení výškového řešení by bylo ideální vytvořit podélné profily. Tyto podélné profily by bylo třeba vytvořit minimálně pro obě prodloužení vodovodních přípojek, ideálně pro celé přípojky, dále pro nový řad vodovodu vedoucí od nově budovaných vrtů. Podélné profily by byly vhodné i pro splaškovou a dešťovou kanalizaci, a to minimálně pro nejméně příznivé řady určující hloubku čerpací stanice a retenčně akumulacních trubních retencí a samozřejmě pro přípojky splaškové a dešťové kanalizace. Výškové řešení a podélné profily jsou důležité pro ověření sklonů stok a vodovodního potrubí a pro možnost jejich správné výstavby a vytvoření soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr. Pro jednoznačné definování výškového řešení by bylo záhodno doplnit výšky i k dalším úsekům potrubí, a to buď v případě vodovodu definováním hloubky uložení oproti terénu, anebo u kanalizace doplněním hloubek

potrubí v šachtách, které by se v situaci mělo objevit. Dále zde chybí výkresy samotných objektů, jako je například trubní retence s akumulací, čerpací stanice a podobně. Dokumentace by měla obsahovat i vzorové výkresy uložení potrubí a tím, že se jedná o dokumentaci ve stupni DPS, měla by obsahovat i kladečské schéma. Nic z toho však tato konkrétní dokumentace neobsahuje.

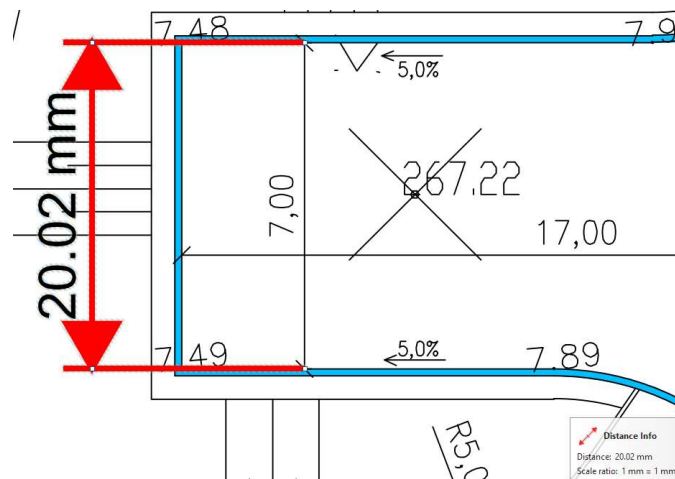
Situace vodovodu je méně přehledná než nepřehledná koordináční situace, která je popsána v předchozí části diplomové práce. V situaci se nacházejí kombinace barvy a typů čar, které se nenachází v legendě. Popisy jsou zde sice vykresleny nad ostatní texty a čáry, ty jsou však tak husté, že je i tak velmi náročné některé texty popisující vodovodní přípojku a řad přečíst. V situaci vodovodu chybí také přípojka vodovodu z ulice U Plovárny. V situaci není nijak zakreslená, i když se objevuje v koordináční situaci. V situaci také zůstaly zapnuté hladiny, které snižují komfort jejího čtení. Většina objektů, které nemají spojitost s vodovodem, je v situaci znázorněna správně černou barvou, aby nerušila oko čtenáře výkresu. Některé objekty by bylo možné pro lepší přehlednost dát například do šedé barvy, ale to je drobnost. Větším problémem je, že v situaci zůstalo několik čar, které mají jinou barvu než černou a nemají nic společného s vodovodem, jedná se o hrany jímky určené pro vodu z vrtů a dále o hrany provozního objektu s vyznačením vstupů. Tyto objekty mají jinou barvu čáry než vodovod, tudíž ruší, ale nepletou čtenáře. Problém však nastává s některými obrubníky příjezdové komunikace, které mají podobnou modrou barvu, kterou je v situaci znázorněno vodovodní potrubí. To může při prvním pohledu mást. V situaci také chybí, stejně jako v koordináční situaci, informace o souřadném a výškové systému, i když se v situaci nachází informace o výškách terénu. Tyto informace o výškách terénu však nejsou v některých případech čitelné z důvodu velikosti písma a hustoty bodů, pro které je výška terénu určena. Na výkrese se na rozdíl od koordináční situace nachází severka. Její natočení je však podezřelé, tím že ukazuje, že sever je přímo směrem vzhůru a hrany bazénu jsou přitom rovnoběžné s kraji výkresu. Zda je její natočení správné se mi z podkladů, které mám k dispozici, bohužel

nepodařilo s jistotou určit, ale podle veřejně dostupných mapových podkladů se zdá, že natočení severky ve výkresu není správné.



Obrázek 34 Výňatek ze situace vodovodu pro znázornění nepřehlednosti situace

Na obrázku 34 je možné vidět některé z dříve popsaných problémů s čitelností, nedostatečnou legendou a podobně. Dalším problémem je, že v situaci nejsou vyznačeny vrcholové body s jejich vytyčovacími informacemi, což znovu komplikuje výstavbu vodovodu, jehož trasa není jednoznačně určena. Celkový formát tisku dokumentu je také poměrně netradiční, kdy velká část plochy výkresu ve formátu PDF je nechána prázdná a nevyužitá. To je možné vysvětlit i pro poslední nedostatek výkresu situace vodovodní přípojky, a tím je měřítko v rozpisce, které nekoresponduje s měřítkem, ve kterém je výkres vykreslen. Tento problém jsem našel tak, že jsem se pomocí nástroje v PDF prohlížeči pokusil odměřit vzdálenost ve výkresu. Po přepočítání vzdálenosti pomocí měřítka zapsaného v rozpisce výkresu však hodnota vzdálenosti neodpovídala hodnotě, která je napsaná na kótě ve výkresu, kterou jsem změřil. Měřítko výkresu v rozpisce má hodnotu 1:250.



Obrázek 35 Nesoulad měřítka výkresu s měřítkem v rozpisce

Vzdálenost naměřená na výkrese je 20 mm. To při měřítku 1:250 znamená reálnou délku kóty 5 m. Kóta má však napsanou hodnotu 7 m. Měřítka výkresu je tak 1:350. Měřítka 1:350 se však pro situace nepoužívá z důvodu náročného výpočtu vzdáleností odměřených ze situace na stavbě. Jedná se tak pravděpodobně o chybu při tisku situace, a ne o chybný zápis měřítka v rozpisce.

Situace kanalizace se potýká se stejnými problémy jako situace vodovodu. Čitelnost je zde také problematická. Ve výkrese se nachází kombinace barvy a stylu čar, které se nenachází v legendě a není určen souřadný, ani výškový systém. Situace kanalizace je také, obdobně jako situace vodovodu, vytištěná v jiném měřítku, než je uvedeno v rozpisce. Situace kanalizace je také vytištěna v měřítku 1:350, nikoli v měřítku 1:250, jak je deklarováno v rozpisce situace. Nedostatkem také je že, narozdíl od situace vodovodu, není v situaci kanalizace u potrubí vedle jejich průměru popsán materiál, z jakého je potrubí navrženo. Popsání materiálu by ztelně usnadnilo orientaci v situaci. Ze situace také není patrné, v jakém místě se stoka S rozšiřuje z profilu DN 200 na profil DN 250. V popisu stoky je pouze napsáno: *SPLAŠKOVÁ STOKA S DN 200, 250 145,20 m*. Z tohoto popisu vyplývá, že se profil stoky pravděpodobně od některé ze šachet mění, ze situace však není patrné kde. Popis šachet je také nedostatečný, v situaci je pouze napsán název šachty. K názvu by však měla být dopsána informace o výšce terénu v místě šachty a o hloubce šachty, tudíž i o potrubí v ní. Jak bylo popsáno již dříve, absence informací o výškovém řešení uložení potrubí značně komplikuje posouzení dokumentace. Problémovým místem je například začátek stoky S, kde se splašková stoka S kříží s dešťovou stokou D1. Splašková oddílná kanalizace se dle normy ČSN 73 6005 ukládá pod dešťovou kanalizaci. V tomto místě již bude dešťová stoka poměrně hluboko, a tak se bude muset počáteční hloubka splaškové stoky S1 nacházet ještě hlouběji. Při délce stoky

S1 145,20 m a minimálním sklonu 2 % se už jen ztráta výšky v důsledku sklonu rovná 2,9 m. Pokud se k tomu připočítá velká počáteční hloubka a skutečnost, že výška terénu v místě začátku stoky S1 a místě konce, tedy místě čerpací stanice, je prakticky stejná, výsledkem je, že čerpací stanice bude muset být velmi hluboká. Jak přesně hluboká bude však není možné zjistit právě kvůli absenci informací o výškovém řešení. Další problém je technického rázu, jedná se o napojení výtlačného řadu na stávající řad splaškové kanalizace v křižovatce ulic Jiráskova a U Plovárny. Napojení na řad by mělo být provedeno tak, že bude výtlačný řad ukončen v opevněné ukliďňovací šachtě a na stávající kanalizační řad bude z ukliďňovací šachty napojen již gravitačním potrubím. [11] Celkově je znázornění stávajícího stavu kanalizace v situaci zvláštní, protože i dle zaměření, které je součástí situace, je ze dvou význačných revizních šachet na křižovatce ulic U Plovárny a Jiráskova zaměřena jen jedna. Druhá šachta není v zaměření označená a ani při návštěvě místa není možné tuto zakreslenou šachtu v místě najít. Nasnadě je otázka, odkud pochází informace o průběhu stávající kanalizace a kdo za ni nese zodpovědnost. Jenže o tom nikde v dokumentaci není žádná zmínka. Všem těmto dohadům a domněnkám by šlo předejít jednoznačností situace a přesným popisem všech prvků v ní obsažených s odvoláním na jejich zdroj.

Poslední příloha této části dokumentace je **technická zpráva**, ta začíná popisem aktuálního stavu a nového návrhu **zásobování pitnou vodou**. V technické zprávě je popsáno, že koncepce zásobování území vodou nebude významně změněna. V současnosti je oblast plovárny zásobována pomocí dvou vodovodních přípojek. Jedna vede ze západu od zahrádkářské kolonie a jedná se o přípojku PE DN 150. Druhá vodovodní přípojka vede z ulice U Plovárny a jedná se o přípojku PE DN 63. Pro podporu tvrzení, že není potřeba aktuální koncepci zásobování území vodou měnit, je zde nejdříve doložen výpočet potřeby pitné vody. Ten se sestává ze dvou výpočtů, jedním z nich je výpočet *Spotřební potřeby pitné vody* a druhý je výpočet vody technické.

V prvním výpočtu je počítána **potřeba pitné vody údajně dle vyhlášky MZe č. 120/2011 Sb.**, „Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů“. Ve výpočtu jsou však použity hodnoty specifických potřeb vody, které se ve vyhlášce nenachází. Ve výpočtu jsou použity například hodnoty specifických potřeb na jednoho pracovníka v horkém čistém provozu jako 60 l/pracovníka, dále například 5 l/návštěvníka plovárny, 25 l/jídlo v bufetu anebo 0,3 l/m² pro úklid. Ani jedna z těchto hodnot se ve zmíněné

vyhlášce MZe č. 120/2011 Sb. nenachází. Ke správnému výpočtu by byla potřeba koordinace projektantů i dalších profesí ke správnému definování všech potřeb vody. Z informací obsažených v této předložené dokumentaci **není možné určit potřebu vody** pro bazénový provoz dle vyhlášky MZe č. 120/2011 Sb.

Výpočet vody technické se v technické zprávě nenachází vůbec. Jsou zde pouze uvedeny hodnoty, množství potřeby vody pro provoz bazénů, které jsou poměrně konkrétní s přesností na 1 m³/rok. Výpočet, jakým bylo těchto hodnot docíleno však chybí, jen je pod nimi doplněno, že *dle vyhlášky MZ č. 238/2011 Sb. v platném znění vyhlášky č. 97/2014 Sb. je požadavek na výměnu vody na jednoho návštěvníka 60 l/os.den*. Celková výměna vody je v technické zprávě stanovena i s doplněním bazénů, což pravděpodobně reflektuje vodu vypařenou a vynesenu návštěvníky (to je jen odhad, vysvětlení v technické zprávě chybí), na hodnotu 9 637 m³/rok. Z této hodnoty je potřeba odečíst napouštění bazénu. Bazény mají objem 1 026 m³. Objem vody vyměněné kvůli návštěvníkům je tedy 8 611 m³. To by znamenalo při 60 l/os., že je počítáno s návštěvností 143 517 návštěvníků za sezónu. Dle dlouholetých zkušeností vedoucího práce doc. Ing. Bohumila Šťastného, Ph.D. je však předpokládaná reálná návštěvnost této plovárny po rekonstrukci cca 30–40 tisíc návštěvníků za sezónu. Jak je možné vidět, tak hodnota z technické zprávy je velmi nadhodnocená. Pro posouzení, zda je aktuální přípojka dostatečně kapacitní, se nic nemění. Pokud byla přípojka dostatečně kapacitní při nadhodnoceném výpočtu, bude jistě kapacitní i při nižší reálné hodnotě. Výpočet je však špatně a bylo by potřeba ho provést znovu a správně. Tak aby ho bylo možné zpětně zkontrolovat.

V technické zprávě se dále nachází popis **technického řešení areálového rozvodu** pitné vody. V tomto popise je obsaženo i torzo výpisu armatur a potřebných délek potrubí. Tento výčet by bylo vhodné umístit do chybějícího kladečského schématu vodovodu a doplnit i o další armatury a délky potrubí, které v tomto výčtu nejsou napsané. Výčet se týká jen prodloužení přípojky DN 150 a hydrantu na ní umístěného, chybí v něm kromě šoupěte před hydrantem další potřebné armatury pro jeho připojení, jako je T-kus a N-kus. Dále chybí informace o potřebě potrubí a armatur pro výstavbu vodovodu vedoucího z nově vytvořených vrtů.

Koncepce nakládání se splaškovými a srážkovými vodami v území se oproti stávajícímu stavu mění. U objektů neprocházejících rekonstrukcí zůstane stávající nakládání se splaškovými vodami pomocí vyvážené akumulární jímky. U nových objektů vznikne splašková kanalizace, která bude pomocí čerpací stanice a výtlačného řadu napojena na stávající řadu kanalizace v ulici Jiráskova. Problémy s návrhem jsou popsány již v kapitole věnující se situačnímu výkresu kanalizace. Dalším problémem je, že bez výškového řešení nelze ověřit

správný návrh čerpací stanice. Ta je navržena jako plastová plně obetonovaná s plně automatickým chodem. V čerpací stanici bude osazeno jedno čerpadlo s maximálním průtokem 1,0 l/s při dopravní výšce 20 m. V technické zprávě však chybí informace o havarijním objemu čerpací stanice a zda je tento objem dostatečný. V technické zprávě také chybí informace, zda je čerpací stanice dostatečně kapacitní i pro případné dopojení objektů, které jsou zatím napojené na jímky, po jejich případné budoucí rekonstrukci. Dalším problémem týkajícím se tlakové kanalizace je její ukončení přímo do veřejného řadu bez ukliďovací šachty, jak je popsáno v části pojednávající o situačním výkresu kanalizace.

Koncepce nakládání se srážkovými vodami bude také změněna. Srážkové vody budou i nadále odváděny do nedalekého zatrubněného Červeného potoka. Odtok srážkových vod z povodí však bude regulován na předem učenou hodnotu a přebytečná voda bude krátkodobě retenována v trubních retencích, které budou mít dle projektu i akumulární funkci.

Hodnoty maximálního odtoku z povodí plovárny do Červeného potoka byly vypočítány z informací o kapacitním průtoku potrubí, ve kterém je potok zatrubněn, informací o průměrném ročním průtoku v potoce a odhadu, kolik procent z kapacitního průtoku v potrubí zatrubněného potoka je možné využít jako maximální možný odtok z povodí. V této části technické zprávy se bohužel nachází hned několik chyb. První chybou je samotný výpočet kapacitního průtoku v potrubí. Pro výpočet je potřeba znát průměr potrubí D , který je v tomto případě dle projektové dokumentace 500 mm, a sklon potrubí. V projektové dokumentaci je sklon určen jako 5 ‰. Z údajů ze situace, kde jsou vypsány hloubky nově zbudovaných připojení dešťové kanalizace k zatrubněnému potoku, a z odměřené délky mezi šachtami je hodnota sklonu rozdílná. Vzdálenost mezi šachtami odměřená ze situace, jejíž měřítko je potřeba si vypočítat, jelikož měřítko zapsané v rozpisce, jak už bylo řečeno dříve, neodpovídá realitě, je přibližně 75 m. Rozdíl hloubek den šachet je dle projektové dokumentace 0,23 m. Sklon se poté vypočítá jako rozdíl hloubek šachet děleno délkou mezi šachtami. Výsledný sklon je roven 3 ‰. To samozřejmě mění hodnotu výsledného kapacitního průtoku. Poslední hodnotou potřebnou pro výpočet kapacitního průtoku je Manningův drsnostní součinitel potrubí n . Ten je pro betonové potrubí, ve kterém je Červený potok zatrubněn roven přibližně 0,014. Kapacitní průtok se poté vypočítá jako dle následujících rovnic.

$$S = \frac{D^2 * \pi}{4} \quad (5.1)$$

$$O = \pi * D \quad (5.2)$$

$$R = S/O \quad (5.3)$$

$$c = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} \quad (5.4)$$

$$Q_{kap} = S * c * \sqrt{R * i} \quad (5.5)$$

Z tohoto výpočtu vyplývá, že kapacitní průtok při použití sklonu 5 ‰ je rovný 247,93 l/s a při použití sklonu 3 ‰ je rovný 192,04 l/s. V technické zprávě je však bez jakéhokoliv výpočtu napsána hodnota kapacitního průtoku rovna 395,59 l/s. Této hodnoty je možné dosáhnout jen při sklonu potrubí 5 ‰ a použití hodnoty Manningova drsnostního součinitele potrubí rovného 0,0088. Tato drsnost se však blíží hodnotě pro PVC potrubí. To je použité ve všech ostatních případech použití kanalizačního potrubí v tomto projektu, jen v tomto případě se jedná o potrubí betonové.

Z kapacitního průtoku potrubí zatrubněného potoka byl pak určen **maximální odtok z povodí plovárny**. Konkrétně se jednalo o hodnotu 5 % z kapacitního průtoku v potrubí. Snížením kapacitního průtoku v potrubí (díky opravě výpočtu) se při respektování výpočtu maximálního odtoku z povodí jako 5 % z kapacitního průtoku v potrubí Červeného potoka snižuje i hodnota odtoku z povodí. Původní hodnota byla 25 l/s. I tato hodnota byla však špatně vypočítaná, protože 5 % z původní hodnoty kapacitního průtoku je 19,78 l/s, nikoli 25 l/s. Nová hodnota maximálního odtoku z povodí se tedy vypočítá jako 5 % ze 192,04 l/s, to je 9,6 l/s. Po zaokrouhlení 10 l/s. Odtok z povodí celé plovárny byl rozdělen na dvě povodí, kdy Povodí 1 odvodňuje novou komunikaci a malou část zpevněných ploch, a Povodí 2 odvodňuje střechu provozní budovy a všechny zpevněné plochy kolem bazénu. Původní hodnota maximálního odtoku z povodí byla rozdělena mezi tyto povodí v poměru 5 l/s ku 20 l/s. Při zachování tohoto poměru je tedy možné novou hodnotu maximálního odtoku z povodí rozdělit mezi tato povodí následovně: 2 l/s pro Povodí 1 a 8 l/s pro Povodí 2. Tyto hodnoty budou v další části diplomové práce použity pro ověření a opravu výpočtů pro návrh retenčních prostorů v trubních retencích. V části věnující se průtokům v Červeném potoce se nachází několik dalších chyb. Jedna z nich je pouze drobnost, kdy na začátku této části je v technické zprávě napsáno, že průměrný roční průtok Červeného potoka v ústí do Bakovského potoka je 0,15 m³/s. O několik odstavců dál je však napsáno, že průměrný roční průtok v oblasti plovárny je

0,7 m³/s. Pravděpodobně se jedná o chybu v zápise a projektant měl na mysli 0,07 m³/s. Jedná se samozřejmě o drobnost, kterých je ale v technické zprávě více. Na této konkrétní však chci dokumentovat, že prakticky žádné číslo v této části dokumentace věnující se Červenému potoku není úplně bez chyby, a to velmi komplikuje čtení technické zprávy a devaluje její výpovědní hodnotu. Dalším zvláštním vyjádřením je, že kapacitní plnění potrubí odpovídá překročeným průtokům pro cca Q₃₀. Hodnoty průtoků pro Q₂₀ jsou zde napsány dvě a to 13,0 m³/s, nebo

Velké vody a m-denní průtok:			
Q ₁	3,0 m ³ /s	Q ₂₀	13,0 m ³ /s
Q ₂	5,0 m ³ /s	Q ₅₀	17,0 m ³ /s
Q ₅	8,0 m ³ /s	Q ₁₀₀	28,0 m ³ /s
Q ₁₀	10,0 m ³ /s	Q ₃₅₅	0,03 m ³ /s

Obrázek 36 Tabulka charakteristických průtoků Červeného potoka

8,6 m³/s. Kapacitní průtok je však dle technické zprávy 0,395 m³/s, nebo dle správného výpočtu 0,192 m³/s, to je výrazně méně než Q₂₀, dokonce méně i než Q₁, které je v technické zprávě určeno jako 3,0 m³/s. To by znamenalo, že se zde v průměru každý rok vylije voda z koryta toku. Co se týče charakteristických průtoků, tak i zde se nachází chyba. Projektant zde plete m-denní a N-leté průtoky v jednom výčtu s nadpisem, že se jedná o m-denní průtoky.

V tabulce na obrázku 36 jsou Q₁ – Q₁₀₀ průtoky N-leté, tudíž se jedná o průtoky dosažené nebo překonané jednou za N let. Q₃₅₅ je poté průtok m-denní, to znamená překonaný nebo dosažený m dní v roce. To znovu komplikuje čitelnost technické zprávy. Hodnota Q₃₀ v této části technické zprávy, při které je dle projektanta překročen kapacitní průtok potrubí zatrubněného Červeného potoka, tak možná nebude hodnota N-letého průtoků, jak by se dalo očekávat, když v technické zprávě jsou uvedeny hodnoty jen N-letých průtoků a jen jednoho m-denního průtoků, ale m-denního průtoků, což by znamenalo, že v průměru 30 dní v roce je naplněna kapacita potrubí Červeného potoka a voda teče někudy po povrchu. Posledním problémem v této části technické zprávy je dimenzování škrťících tratí dvou povodí. Tyto škrťící tratě by měly regulovat odtok z povodí na hodnotu určenou předchozím výpočtem, tudíž dle technické zprávy na 20 l/s a 5 l/s. Pro škrcení na 5 l/s bylo zvoleno PVC potrubí DN 100 ve sklonu 3 ‰. Kapacitní průtok takového potrubí je dle dříve znázorněného výpočtu, při použití hodnoty Manningova drsnostního součinitele 0,008 pro PVC potrubí, roven 4,60 l/s. To je méně než 5 l/s, ale rozdíl je jen 0,40 l/s. V případě škrcení pro Povodí 2 bylo zvoleno PVC potrubí DN 200 ve sklonu 2 ‰. Při použití stejné hodnoty Manningova drsnostního součinitele je výsledný kapacitní průtok tohoto potrubí roven 23,84 l/s. To je o 3,84 l/s více, než je limitní

hodnota. Dle návrhu je tak maximální možný odtok z povodí roven $23,84 \text{ l/s} + 4,60 \text{ l/s}$, což je $28,44 \text{ l/s}$. Dle správného výpočtu kapacitního průtoku zatrubněného Červeného potoka a při respektování dimenzování hodnoty maximálního odtoku z povodí jako 5 % z kapacitního průtoku potrubí Červeného potoka je hodnota maximálního odtoku z území rovna přibližně 10 l/s . Této hodnoty by bylo možné dosáhnout regulací odtoku pomocí dýz s přesně vypočítaným průměrem odtokového otvoru, nebo pomocí vírových ventilů, které je možné také nadimenzovat na přesnou hodnotu škrceného odtoku. Návrh tedy díky všem dílčím chybám přesahuje tuto hodnotu o $18,44 \text{ l/s}$, což je o 184 %.

	Navržené hodnoty dle technické zprávy	Hodnoty vzešlé z výpočtů
Sklon dna Červeného potoka [%]	5	3
Kapacitní průtok v zatrubněném Červeném potoce [l/s]	395,59	192,04
Maximální povolený odtok z povodí plovárny [l/s]	25	10
Škrtící průtok PVC DN 200 ve sklonu 2 ‰ [l/s]	20	23,84
Škrtící průtok PVC DN 100 ve sklonu 3 ‰ [l/s]	5	4,60
Celkový možný odtok z povodí [l/s]	28,44	10

Tabulka 10 Porovnání navržených hodnot v technické zprávě s vypočtenými hodnotami

Tabulka 10 shrnuje navržené hodnoty v této kapitole a k nim k porovnání staví správné hodnoty vypočtené dle výpočtů uvedených výše. Z tabulky lze vyvodit, že v této kapitole není žádný výsledek správně. Návrh maximálního odtoku vody z povodí a navržený způsob škrcení **nevyhovují**.

V další části technické zprávy je řešeno **dimenzování objektů trubní retence**. Pro návrh retenčních objemů autor technické zprávy rozdělil povodí plovárny na dvě povodí, z nichž pro každé navrhl vlastní systém retence a vypouštění do recipientu. Pro každé z povodí byly spočítány redukované plochy a z nich za pomoci odtokového součinitele jejich redukovaná

plocha pro výpočet. Správnost určení ploch nelze z PDF souborů jednoduše určit, a tak nezbyvá než věřit v jejich správnost. Užití odtokových součinitelů je v rámci mezí nastavených v normě poměrně subjektivní a v tomto případě na základě předložených informací vypadají odtokové součinitele určené správně.

Povodí 1 má plochy určené následovně:

Druh povrchu	Plocha [m²]	Odtokový součinitel [-]	Redukovaná plocha [m²]
Komunikace příjezd	450	0,7	315
Zpevněné plochy	36	0,7	25
<u>Celkem</u>			<u>340</u>

Tabulka 11 Odvodňované plochy pro Povodí 1

Plochy pro **Povodí 2** jsou takovéto:

Druh povrchu	Plocha [m²]	Odtokový součinitel [-]	Redukovaná plocha [m²]
Střechy	380	0,9	342
Zpevněné plochy bazén	1335	0,7	935
Zpevněné plochy	125	0,7	88
<u>Celkem</u>			<u>1364</u>

Tabulka 12 Odvodňované plochy pro Povodí 2

Autor používá dvě metody. Jedna z nich je **racionální metoda dle ČSN 75 6101**. Pro tuto metodu volí výpočet dle návrhového deště trvajících 15 minut o periodicitě 0,2 a intenzitě 187 l/s.ha dle podkladů ČHMÚ Káraný nalezených v publikaci Intenzity krátkodobých dešťů prof. J. Trupla. Tento výpočet se používá pro návrh dimenzí potrubního vedení. Autor technické zprávy ho používá pro ověření navrženého retenčního objemu v době naplnění kapacity Červeného potoka, při které dojde k uzavření zpětných klapek v šachtách D0 a D1-0, přičemž nebude možný odtok srážkové vody z území. V kapitole ověřující dostatečnost navržených retenčních objemů autor cituje normu ČSN 73 0873, ta však pojednává o požární bezpečnosti staveb, pravděpodobně se sem zatoulala z kapitoly o požární bezpečnosti. Jinak jsou výpočty v těchto částech správné, i když o vhodnosti použití právě tohoto deště je možné polemizovat, protože pokud bude průtok v potoce roven kapacitnímu průtoku, je velmi

pravděpodobné, že srážková událost, která toto zapříčiní, bude větší než ta použitá ve výpočtu. Jednotný postup pro toto ověření však neexistuje.

Pro návrh retenčního objemu se používají **normy ČSN 75 6261 a ČSN 75 9010**. Projektant pro výpočet retenčního objemu použil TNV 75 9011. Ta je podobná dříve jmenovaným normám a výpočet v ní je prakticky stejný, je tedy možné jí použít. Problémem je, že projektant v této části technické zprávy dle názvu kapitoly počítá AKUMULAČNÍ objem, ovšem soudě dle jeho dalšího postupu počítá objem RETENČNÍ. Autor technické zprávy tyto pojmy neustále zaměňuje a zdá se, že mezi nimi nevidí rozdíl. Rozdíl mezi nimi však je a to takový, že retenční objem je objem srážkové vody, který z retenčního zařízení odteče, ale je zpomalen maximálním regulovaným odtokem, který je nižší než přítok do nádrže. Tento rozdíl přítoku a odtoku je právě onen retenční objem. Akumulační objem je objem vody, která do akumulčního zařízení nateče a je zde akumulována do doby, než je využita. V tomto případě na zálivku. Samotný výpočet retenčního objemu je v technické zprávě proveden v zásadě správně. Problém nastává při jeho kontrole, kdy nikde není určeno, z jaké srážkoměrné stanice jsou čerpány údaje o intenzitě deště. Tyto srážkoměrné stanice i s informacemi o intenzitách dešťů jsou sepsány v normě ČSN 75 9010. Dle umístění jsem pro výpočet potřebného retenčního objemu zvolil srážkoměrnou stanici Mšeno, které se nachází geograficky nejbližně řešenému území. Bylo by možné využít i stanici v Praze v Holešovicích, ta má však větší intenzity dešťů než srážkoměrná stanice Mšeno, a právě nižší intenzity dešťů se více blíží realitě v řešeném území. Intenzity dešťů v technické zprávě však neodpovídají ani jedné z 22 srážkoměrných stanic určených v normě ČSN 75 9010. O jaké intenzity se jedná tedy nelze ověřit. Výpočet potřebného retenčního objemu se nachází v příloze této diplomové práce. Z výpočtu vyplývá, že pro Povodí 1 je potřebný retenční objem roven $5,4 \text{ m}^3$ a pro Povodí 2 $21,5 \text{ m}^3$. Výpočet byl proveden už s novými nižšími hodnotami maximálního odtoku, které jsou vypočítány v předchozí části diplomové práce. Dle výpočtů v technické zprávě jsou však potřebné retenční objemy rovny pro Povodí 1 $1,71 \text{ m}^3$ a pro Povodí 2 $6,9 \text{ m}^3$. Rozdíl mezi těmito výsledky je v použití správných maximálních odtoků z povodí a použití intenzit deště dle normy ČSN 75 9010. I přestože jsou výsledné objemy vypočítané pomocí správného výpočtu daleko vyšší než výsledky vypočítané v technické zprávě, jsou navržené retenční objekty dostatečně velké. Trubní retence pro Povodí 1 DN 500 má objem $5,06 \text{ m}^3$, to je samo o sobě málo. K trubní retenci však náleží i šachty DN 1000, které mají dle technické zprávy každá objem $1,96 \text{ m}^3$, což by odpovídalo hloubce šachet přibližně 2,5 m. Tato hodnota je reálná, ale bez výškového řešení neověřitelná. Celkový navržený retenční objem pro Povodí 1 je tedy

roven 8,96 m³, dle výpočtu je potřeba jen 5,4 m³, respektive dle výpočtu racionální metodou 5,72m³. Retenční objekt pro Povodí 1 je tedy předdimenzovaný při připočtení objemu šachet o zhruba 3 m³. Pro Povodí 2 je navržena trubní retence DN 1000 o objemu 20,26 m³, která má na každé straně šachtu o rozměru 3,8 x 2,2 m o objemu 20,06 m³. Celkový navržený objem při připočtení šachet je roven 60,38 m³. Dle výpočtu je však potřeba retenční objem rovný 21,5 m³, respektive 22,94 m³ dle výpočtu racionální metodou. Retenční objem objektu pro Povodí 2 je tedy také předdimenzovaný. To je však potřeba brát s rezervou, protože není jisté, jak velký objem šachet je možné k retenčnímu objemu připočítat bez toho, aby zvýšená hladina vody v potrubí před retenčním objektem vytvářela problémy. To není možné ověřit bez výškového řešení a detailních výkresů retenčních a akumulacních objektů, které by vyvrátily všechny spekulace. K retenčnímu objektu v Povodí 2 náleží ještě paralelní potrubí trubní akumulace se shodným objemem 20,26 m³. V technické zprávě je napsáno, že pro akumulaci vod budou sloužit i revizní šachty, ty už však slouží pro retenci vody a bez detailního výkresu tohoto objektu je náročné si představit, jak by měl tento objekt dle návrhu projektanta vypadat. V části o návrhu akumulace je napsáno, že pro dostatečnou závlahu území by bylo třeba akumulacního objemu přibližně 110 m³, toto řešení je však dle autora práce ekonomicky irelevantní, a tak navrhuje objem 20,26 m³, který má již větší ekonomický smysl. Akumulace je navržena z důvodu požadavku správce toku a dle ustanovení vlády nařízení č. 269/2009 Sb. Dle tohoto ustanovení by však primární snahou projektanta mělo být srážkové vody vsáknout na zájmovém území a až poté, pokud není možné srážkovou vodu na území vsáknout, je možné přistoupit k regulovanému odvádění vod do recipientu nebo oddílné kanalizace. O snaze srážkové vody vsakovat však není v technické zprávě žádná zmínka.

	Objem retence vypočtený v technické zprávě [m³]	Navržený objem retence [m³]	Objem retence vypočtený dle normy ČSN 75 6261 [m³]
Povodí 1	1,71	8,96	5,4
Povodí 2	6,9	60,38	21,5

Tabulka 13 Porovnání vypočteného retenčního objemu dle technické zprávy, normy a navrženého retenčního objemu

Z tabulky 13 je patrné, že výpočet provedený v technické zprávě **nevyhovuje** normě, podle které se navrhují retenční objemy retenčních zařízení. Navržený objem je však pravděpodobně předdimenzovaný natolik, že **vyhoví** i pro správný výpočet.

Technická zpráva by dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. měla obsahovat soupis podkladů, na kterých se zakládá, a také soupis použitých norem včetně data jejich vydání. Tyto informace technická zpráva neobsahuje. Ostatní podmínky vyhlášky pak tato technická zpráva splňuje. V technické zprávě se alespoň oproti situačním výkresům objevuje určení výškového a souřadného systému.

Jak bylo řečeno již dříve, v technické zprávě se nachází poměrně hodně nepřesností a drobných i větších chyb, které zneprůjemňují čtení této technické zprávy a zavádějí důvodné podezření nevěřit ničemu, co je v této technické zprávě napsáno. Proto tuto technickou zprávu hodnotím jako velmi nepodařenou.

5.3. SOUHRN POZNATKŮ Z POSOUZENÍ PŘEDLOŽENÉ DOKUMENTACE

V této kapitole je proveden souhrn poznatků z předchozích kapitol, které se zabývají posouzením předložené projektové dokumentace.

Seznam příloh

Projektová dokumentace byla odevzdávána jako kompletní dokumentace ve stupni DPS. Už jen při pohledu na vytvořený seznam dodaných výkresů byly vidět první nedostatky. Nebyla dodržena podrobnost výkresů určená vyhláškou MMR č. 499/2006 Sb., v rozpiskách výkresů se střídalo označení, že se jedná o projekt ve stupni DSP a DPS, a u některých výkresů chyběla informace o tom, kdo je zodpovědným projektantem.

Průvodní zpráva

Průvodní zpráva byla zpracována poměrně kvalitně a obsahem splňovala podmínky určené vyhláškou MMR č. 499/2006 Sb. Jedinou odchylkou od standardu je zjednodušený bodový popis změn v dokumentaci. Tyto změny jsou zmíněny pouze zde a není tu popsáno, vůči které dokumentaci tyto změny vznikly.

Souhrnná technická zpráva

Souhrnná technická zpráva je značně nepřehledná. Členění a obsah neodpovídají vyhlášce MMR č. 499/2006 Sb. Informace ve zprávě si často protirečí a nacházejí se zde informace pravděpodobně z původní podoby projektu z roku 2020. Souhrnná technická zpráva byla nejspíš převzatá z předchozího stupně projektu a nedostatečně upravena. Toto tvrzení

podporuje to, že v rozpisce je datum vypracování určeno jako 08/2021, ale na konci zprávy je napsáno datum vytvoření 28. 01. 2020.

Situace

Situační výkres širších vztahů je nepřehledný a postrádá některé informace, které jsou podmíněné vyhláškou MMR č. 499/2006 Sb. Chybí například i hlavní část výkresu, kterou je zakreslení hranice dotčeného území.

Katastrální výkres nebylo potřeba pro dokumentaci ve stupni DPS vypracovávat, je nutný jen pro stupeň DSP. Situace je také nepřehledná, legenda neodpovídá výkresu a v situaci jsou zobrazeny hladiny, které by zde být nemusely a naopak.

Koordinační situační výkres splňuje většinu požadavků určených ve vyhlášce MMR č. 499/2006 Sb. Stejně jako ostatní situační výkresy je však nepřehledný. Legenda úplně neodpovídá čarám použitým ve výkrese. Ve výkrese chybí zakreslené některé skutečnosti týkající se stávajícího stavu. Ty ale chybí i ve zbytku dokumentace. Ze situace je dobře viditelné správné vyspádování ochozů bazénu směrem od bazénu.

Bazénová technologie

Část dokumentace věnující se bazénové technologii má jen tři přílohy, a to technickou zprávu a schémata recirkulačních systémů kombinovaného bazénu a brouzdaliště. To absolutně neodpovídá vyhlášce MMR č. 499/2006 Sb. Dle této vyhlášky by bylo třeba stávající přílohy doplnit o hydrotechnické výpočty, výkresy trubních rozvodů pro oba recirkulační systémy, půdorysy a řezy rozmístění strojů a zařízení, detaily prostupů, akumulární nádrže a dalších důležitých objektů, výškové řešení uložení potrubí se vzorovým řezem uložení potrubí mimo provozní budovu a v neposlední řadě také informace o atrakcích s návrhem potrubí a technologie k nim. Technická zpráva je poměrně zjednodušená a chybí v ní řada informací požadovaných vyhláškou MMR č. 499/2006 Sb. Nejzásadnější věc, která v technické zprávě chybí, jsou výpočty. Nachází se zde pouze návrhy, bez jakéhokoliv opodstatnění v podobě výpočtů. A některé prvky nejsou navrženy vůbec. Tyto návrhy byly ověřeny pomocí výpočtů popsanych v teoretické části diplomové práce.

Návrh kapacity vodní plochy byl proveden nesprávně pro brouzdaliště, kde byl použit špatný koeficient potřebné plochy pro jednoho návštěvníka. Kapacita vodní plochy určená pro kombinovaný bazén byla určena správně.

Bazén	Plocha [m²]	Použitá hodnota	Kapacita z technické zprávy	Hodnota dle normy	Kapacita dle normy
Plavecká část	200	5 m ² /os	40 osob	5 m ² /os	40 osob
Relaxační část	637	3 m ² /os	212 osob	3 m ² /os	212 osob
Brouzdaliště	198	2 m ² /os	99 osob	1 m ² /os	198 osob

Tabulka 14 Tabulka kapacity vodní plochy

Návrh akumulční nádrže pro brouzdaliště si nese chybu už z návrhu kapacity vodní plochy, která je jednou z hodnot vstupujících do výpočtu. I tak je však návrh poddimenzovaný. V případě akumulční nádrže pro kombinovaný bazén je návrh proveden pravděpodobně dle podkladů, které se často objevují i v odborné literatuře. V těchto podkladech však chybí výpočet objemu pro správný chod recirkulačních čerpadel. Tento objem je velmi důležitý a po jeho připočtení už navržený objem akumulční nádrže nevyhovuje pro potřebný vypočtený objem.

Recirkulační systém	Navržený objem dle technické zprávy [m³]	Vypočítaný objem bez V_A [m³]	Vypočítaný objem [m³]	
Kombinovaný bazén	84	73,96	138,05	Nevyhovuje
Brouzdaliště	20	29,70	41,35	Nevyhovuje

Tabulka 15 Porovnání výsledků návrhu akumulční nádrže v technické zprávě a pomocí výpočtů dle teoretické části

Návrh filtrační plochy podle filtrační rychlosti byl proveden správně. Filtrační rychlosti v navržených filtrech odpovídají návrhovému rozmezí.

Recirkulační systém	Filtrační rychlost uvedená v technické zprávě [m/h]	Vypočítaná rychlost dle filtrační plochy a průtoku [m/h]	Návrhové rozmezí filtračních rychlostí [m/h]	
Kombinovaný bazén	32,29	32,28	25–35	Vyhovuje
Brouzdaliště	28,31	28,29	25–35	Vyhovuje

Tabulka 16 Porovnání vypočtených hodnot filtračních rychlostí a návrhového rozmezí

Návrh recirkulovaného množství byl v této části projektové dokumentace proveden také správně. Ukazatel správného návrhu recirkulovaného množství je teoretická doba zdržení vody v bazénu odpovídající hodnotám určeným ve vyhlášce MZ č. 238/2011 Sb.

Recirkulační systém	Navržená hodnota maximální teoretické doby zdržení [h]	Hodnota maximální teoretické doby zdržení dle vyhlášky [h]	
Kombinovaný bazén	3,55	4,34	Vyhovuje
Brouzdaliště	0,65	1	Vyhovuje

Tabulka 17 Porovnání navržených hodnot maximální teoretické doby zdržení s hodnotami dle vyhlášky

Návrh recirkulačních čerpadel není možné ověřit. Hodnoty navržené pro recirkulační čerpadla jsou pouze: recirkulované množství, návrh, že se v recirkulačních systémech budou nacházet vždy dvě recirkulační čerpadla, a průtok na jedno recirkulační čerpadlo určený odhadem. V dokumentaci chybí jakékoliv další informace o čerpadlech i navrženém potrubí pro vytvoření pracovního bodu z charakteristik potrubí a recirkulačního čerpadla.

Dalším posuzovaným návrhem byl **návrh vtokových trysek**. Tomuto tématu není v části bazénové technologie věnována žádná pozornost. Jedinou informací o vtokových tryskách je možné najít v části dokumentace věnující se bazénové vaně, kde lze spočítat počet vtokových trysek. Navržený počet vtokových trysek pro brouzdaliště vyhovuje, i když je na horní hranici návrhového rozmezí. Pro kombinovaný bazén je počet trysek dle průtoku v nich naddimenzovaný. Vtokové rychlosti není možné dle dostupných podkladů posoudit.

Recirkulační systém	Recirkulované množství [m³/h]	Navržený počet trysek [-]	Průtok na trysku [m³/h]	Návrhové rozmezí průtoků na trysku [m³/h]	
Kombinovaný bazén	280	67	4,18	5-7	Nevyhovuje
Brouzdaliště	49	7	7,00	5-7	Vyhovuje

Tabulka 18 Porovnání navrženého průtoku na trysky se správným návrhovým rozmezím

Sací prvky pro napájení atrakcí vodou nejsou nikde v předložené dokumentaci řešeny, což je velký nedostatek. Špatný návrh sacích prvků může být velmi nebezpečný pro zdraví návštěvníků koupaliště.

Návrh přelivných žlábků v této části projektové dokumentace také chybí. Jedinou informací o přelivných žlábcích je potřeba odměřit z výkresů v části věnující se návrhu bazénové vany. Podle ověření výpočtem hloubka žlábků znázorněná v návrhu bazénové vany pro kombinovaný bazén odpovídá. I tak je však návrh nedostatečný.

Recirkulační systém	Šířka žlábků dle dokumentace [m]	Hloubka žlábků dle dokumentace [m]	Hloubka žlábků dle výpočtu [m]
Kombinovaný bazén			
Delší strana	0,26	0,32	0,28
Kratší strana			0,20
Brouzdaliště			
Delší strana	0,26	-	0,28
Kratší strana			0,14

Tabulka 19 Porovnání navržené a vypočtené hloubky žlábků

Návrh potrubí v recirkulačním systému je proveden jen povrchně. V technické zprávě jsou popsány materiály, ze kterých bude potrubí provedeno, a ve schématech jsou poté naznačeny dimenze tohoto potrubí. Dle výpočtů rychlostí v potrubí jsou však některé dimenze potrubí navrženy nesprávně, jak je možné vidět v přílohách této diplomové práce.

Schémat recirkulačních systému v této části dokumentace jsou provedena poměrně dobře, až na několik vynechaných informací, překlepů a prvků, které nejsou podrobně popsány.

Venkovní kanalizace a vodovod

V této části dokumentace se nachází pouze tři přílohy. Jedná se o technickou zprávu a situační výkresy vodovodu a kanalizace. Pro splnění požadavků vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb. by bylo potřeba doplnit výkresy podélných profilů potrubí, vzorové příčné řezy uložením potrubí, výkresy objektů jako jsou šachty, trubní retence, čerpací stanice, výústní objekty a podobně. V dokumentaci chybí například i kladečské schéma vodovodu a tlakové části kanalizace.

Situace vodovodu je velmi nepřehledná a trpí podobnými nedostatky jako koordinační situace. Měřítko situace neodpovídá deklarovanému měřítku. V situaci chybí také zakreslené některé důležité informace, jako například stávající vodovodní přípojka z ulice U Plovárny.

Situace kanalizace je stejně nepřehledná jako situace vodovodu. Trpí úplně stejnými problémy s měřítkem a chybějícími důležitými informacemi. Ze situace je také možné vidět špatné řešení napojení tlakové splaškové přípojky přímo na veřejný řad v ulici U Plovárny bez navržení ukliďňovací šachty. Ze situace je také možné vidět, že navržený areálový řad splaškové kanalizace S1 je poměrně dlouhý a v kombinaci s nepříznivým sklonem terénu může tato délka řadu způsobit opravdu velké zahloubení čerpací stanice splaškových vod.

Zásobování vodou v technické zprávě je popsáno poměrně zjednodušeně. Potřeba vody pitné není počítána dle vyhlášky MZe č. 120/2011 Sb., jak je deklarováno v technické zprávě, a podle údajů v technické zprávě není možné ani tento výpočet provést správně, protože se zde nachází příliš málo informací o využití objektů. Výpočet potřeby technické vody se v technické zprávě neobjevuje vůbec, je zde jen určena hodnota této potřeby. Ta je podle zjednodušeného výpočtu výrazně nadhodnocena. V technické zprávě se nachází i fragment soupisu materiálu, který by měl být obsažen v kladečském schématu, sám o sobě je však nedostatečný.

Koncepce nakládání se splaškovými vodami je v technické zprávě řešena jen okrajově. Chybí zde návrh čerpací stanice, který by pak bylo možné ověřit. Kvůli chybějícímu výškovému řešení není možné pro koncepci nakládání se splaškovými vodami ověřit prakticky nic.

Koncepce nakládání s dešťovými vodami je v technické zprávě řešena vcelku důkladně. Ani tak ale není bez chyb. První velkou chybou je již špatný výpočet charakteristik zatrubněného Červeného potoka, který protéká územím stavby. Do tohoto potoka budou regulovaně odváděny srážkové vody z řešeného území. Charakteristiky potrubí Červeného potoka byly vypočítány nesprávně, což je doloženo v následující tabulce 10.

	Navržené hodnoty dle technické zprávy	Hodnoty vzešlé z výpočtů
Sklon dna Červeného potoka [%]	5	3
Kapacitní průtok v zatrubněném Červeném potoce [l/s]	395,59	192,04
Maximální povolený odtok z povodí plovárny [l/s]	25	10
Škrťací průtok PVC DN 200 ve sklonu 2 ‰ [l/s]	20	23,84
Škrťací průtok PVC DN 100 ve sklonu 3 ‰ [l/s]	5	4,60
Celkový možný odtok z povodí [l/s]	28,44	10

Tabulka 20 Porovnání navržených hodnot v technické zprávě s vypočtenými hodnotami

Další nepřesnost se nachází při výpočtu potřebného retenčního objemu pro regulované vypouštění srážkových vod do Červeného potoka. Výsledný retenční objem je v technické zprávě navržen špatně z důvodu nesprávně navrženého maximálního odtoku z povodí a z důvodu použití návrhového deště pro výpočet, který není v technické zprávě popsán a nenachází se ani v tabulkách návrhových dešťů určených v normě. Objem vypočítaný dle správných parametrů a normy, který je možné vidět v příloze diplomové práce, tak vychází mnohem větší než v technické zprávě. Objekty retence byly však pravděpodobně natolik předimenzované, že i pro nově navržený potřebný retenční objem vyhovují. Jaký retenční objem však objekty reálně mají není možné bez podrobnějších výkresů určit.

	Objem retence vypočtený v technické zprávě [m³]	Navržený objem retence [m³]	Objem retence vypočtený dle normy ČSN 75 6261 [m³]
Povodí 1	1,71	8,96	5,4
Povodí 2	6,9	60,38	21,5

Tabulka 21 Porovnání vypočteného retenčního objemu dle technické zprávy, vypočteného retenčního objemu dle normy a navrženého retenčního objemu

7. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Z vyhodnocení praktické části diplomové práce lze vyvodit tyto závěry a doporučení:

- Plovárna ve městě Slaný již nevyhovovala aktuálním standardům po stránce bazénové technologie, množství atrakcí a okolního prostředí. Rekonstrukce objektu plovárny a jeho zatraktivnění je pro tuto plovárnu velmi důležité, protože v dnešním stavu už není možné ji nadále provozovat.
- Předložená dokumentace ve stupni DPS má zásadní nedostatky. Těmito nedostatky jsou například:
 - Nedodržení požadavků na projektovou dokumentaci určených ve vyhlášce MMR č. 499/2006 Sb. Požadavky nejsou dodrženy jak z pohledu obsahu vypracovaných příloh, tak z pohledu počtu příloh.
 - Předložená projektová dokumentace je často nepřehledná. Některé skutečnosti je potřeba hledat v jiných částech dokumentace, než by se měly nacházet, nebo se v dokumentaci nenachází vůbec. V předložené dokumentaci se často objevují i jednoduché faktické chyby. Tyto nedostatky velmi znepríjemňují čtení předložené projektové dokumentace.
 - V předložené dokumentaci chybí většina výpočtů a některé návrhy týkající se technologií bazénů a vodovodu a kanalizace jsou mnohdy provedeny nesprávně.
- Z výše uvedených důvodů doporučuji projektovou dokumentaci reklamovat, aby projekční společnost chyby napravila. Nebo projektovou dokumentaci vrátit, požádat o navrácení peněz a vypsát nové výběrové řízení, ve kterém by bylo vhodné pokusit se zvolit projekční společnost s lepšími referencemi, aby vypracovala novou projektovou dokumentaci v mnohem vyšší kvalitě.
- V případě, že by byla pro stavbu plovárny použita předložená dokumentace, velmi pravděpodobně by během stavby muselo dojít k vícepracím, a tudíž k prodražení celého projektu.
- Pro další obdobné projekty bych tomuto, ale i další investorům, doporučoval kontrolu specifických částí dokumentace odborníkem v daném oboru.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

LITERATURA

[1] SAUNUS, Christoph, *Planung von Schwimmbädern Planung - Ausführung – Betrieb*, 5. vydání, Düsseldorf 2005, ISN 3-88382-082-2.

[2] *Richtlinien für den Bäderbau, Koordinierungskreis Bäder*, 5. vydání, Essen, Kassel, Frankfurt am Main 2013, dostupné z:
https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/ueber_uns/fachgesellschaften/GBG/dateien/Richtlinien-fuer-den-Baederbau-Ausgabe-2013.pdf [online] cit. dne 14. 12. 2021.

[3] Sborník referátů 14. mezinárodní konference, *Městské inženýrství Karlovy Vary 2009, Sportovní stavby a město*, Ostrava 2009, ISBN 978-80-248-2014-9.

[4] *Slanský obzor Ročenka Musejního spolku v Slaném*, 10. ročník, Slaný 1902, dostupné z: <https://kramerius5.nkp.cz/view/uuid:57795e49-cd70-11e9-8052-a720120a7520?page=uuid:583bc5db-dfd3-4dfe-856f-a4bef66a94bd>

[5] ŠŤASTNÝ, Bohumil, *Stavba a provoz bazénů*, Praha: ABF-ARCH, 2003, ISBN 80-86165-56-6.

[6] *Tradiční a nové technologie, zkušenosti s bazénovými a wellness provozy: odborná konference Asociace pracovníků v regeneraci, Luhačovice, ... 28.4.-29.4.2011*, Praha: Asociace pracovníků v regeneraci, 2011. ISBN 978-80-904904-0-6.

SKRIPTA

[7] MELICHAR, Jan, *Úvod do čerpací techniky*, v Praze: České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05056-9.

[8] SKLENÁŘ, Jaroslav, *Balneotechnika II*, Praha: ČVUT, 1992. 220 s.

NORMY

[9] Norma ČSN 13 451-3+A3, *Vybavení plaveckých bazénů – Část 3: Další specifické bezpečnostní požadavky a zkušební metody pro vtoky a odtoky vody a vodní atrakce.*

[10] Norma ČSN 75 5301, *Vodárenské čerpací stanice*

[11] Norma ČSN 75 6101, *Stokové sítě a kanalizační přípojky*

LEGISLATIVA

[12] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2019/1781, dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32019R1781> cit. dne 14. 12. 2021

[13] 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. 14. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-238>

[14] Vyhláška č. 499/2006 Sb., *o dokumentaci staveb.* In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 14. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499>

[15] Zákon č. 183/2006 Sb., *o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).* In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 14. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>

[16] Zákon č. 274/2001 Sb., *o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).* In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 22. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>

INTERNETOVÉ ZDROJE

[17] DRUKOV, *Výměník tepla - typ POD*, dostupné z: <http://www.drukov.cz/produkty/tlakove-nadoby/vymeniky-tepla/vymenik-tepla-pod/> [online] cit. dne 14. 12. 2021.

[18] *Kennlinie*, dostupné z: <https://www.ksb.com/kreiselpumpenlexikon/kennlinie/186702/> [online] cit. dne 14. 12. 2021.

[19] NIČ HUSÁROVÁ Kateřina, *Dobrá zpráva pro Slaňáky, plovárna bude!*, Kladenský deník, 09. 06. 2018, dostupné z: https://kladensky.denik.cz/zpravy_region/dobra-zprava-pro-slanaky-plovarna-bude-20180619.html [online] cit. dne 14. 12. 2021.

[20] NIČ HUSÁROVÁ Kateřina, *Slánskou plovárnu město zmodernizuje, bazény se ale zásahem zmenší*, Kladenský deník, 20. 04. 2021, dostupné z: https://kladensky.denik.cz/zpravy_region/slanskou-plovarnu-zmodernizuji-bazeny-se-zasahem-ale-zmensi-20210420.html [online] cit. dne 14. 12. 2021.

[21] Pohlednice *Slaný – plovárna (1905)*, dostupné z: http://www.fotohistorie.cz/Stredocesky/Kladno/Slany/Slany_-_plovarna/Default.aspx [online] cit. dne 14. 12. 2021

[22] *Produktová fotografie čerpadla Brilix FXP 550*, [online], dostupné z: <http://www.vysavac-do-bazenu.cz/bazenove-cerpadlo-brilix-fxp-550.html>, cit. dne 14. 12. 2021.

[23] *Produktová fotografie čerpadla*, [online], dostupné z: <https://www.herborner-pumpen.de/de/info/>, cit. dne 14. 12. 2021.

[24] *Sandfilteranlage Shott Evolution 3 mit Pumpe SP 4001*, dostupné z: <https://www.poolmegastore.de/filter-pumpen-steuerungen/sandfilteranlagen/shott-evolution/sandfilteranlage-shott-evolution-3-mit-pumpe-sp-4000.html> [online], cit. dne 14. 12. 2021.

[25] Seznam.cz, a.s., <https://mapy.cz>

[26] ŠMÍD Milan, *Rodinný bazén – věrný přítel (VIII)*, 02. 08. 2002, dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/bazeny/1058-rodinny-bazen-verny-pritel-viii> [online], cit. dne 14. 12. 2021.

[27] VÁGNER POOL, *Prospekt – Vamila*, dostupné z: <https://www.vagnerpool.com/web/cs/product/uzaver-trysky-vamila-nerez?sec=4> [online], cit. dne 14. 12. 2021

OSTATNÍ ZDROJE

[28] JANOŮŠEK Michal, *Vliv bazénového provozu na recipient*, disertační práce, školitel: doc. Ing. Bohumil Šťastný PhD.

[29] ŠŤASTNÝ, Bohumil. *Balneotechnika [přednášky]*. Praha: ČVUT v Praze, LS 2021.

[30] ŠŤASTNÝ Bohumil, *Úprava bazénových vod*, habilitační práce, 2010.

[31] ŠŤASTNÝ Bohumil a kol., *Venkovní plovárna Slaný, expertní posudek na technologii úpravny bazénové vody*, Praha 2018.

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 SCHÉMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU [26]	10
OBRÁZEK 2 SCHÉMA AKUMULAČNÍ JÍMKY	12
OBRÁZEK 3 LPAČ VLASŮ [22].....	14
OBRÁZEK 4 VERTIKÁLNÍ RECIRKULAČNÍ ČERPADLO [23]	15
OBRÁZEK 5 KŘIVKY ČERPADEL [UPRAVENO DLE 18]	17
OBRÁZEK 6 ZNÁZORNĚNÍ Vlivu ZAPOJENÍ ČERPADEL NA POSUN PRACOVNÍHO BODU, SÉRIOVÉHO (VLEVO) A PARALELNÍHO (VPRAVO) [7]	18
OBRÁZEK 7 ŘEZ TLAKOVÝM KOAGULAČNÍM RYCHLOFILTREM [UPRAVENO DLE 24]	19
OBRÁZEK 8 ZNÁZORNĚNÍ ROZDĚLENÍ POTRUBÍ.....	21
OBRÁZEK 9 VÝMĚNÍK TEPLA SE SPIRÁLOVITÝM VINUTÍM Z CU TRUBEK [UPRAVENO DLE 17]	23
OBRÁZEK 10 SCHÉMA VERTIKÁLNÍHO VÝMĚNNÉHO SYSTÉMU [1].....	27
OBRÁZEK 11 TABULKA PRO URČENÍ MAXIMÁLNÍ DOBY ZDRŽENÍ [8]	28
OBRÁZEK 12 PŘÍKLAD NOMOGRAMU PRO NÁVRH SACÍHO PRVKU [29]	30
OBRÁZEK 13 BAZÉNOVÉ VTOKOVÉ TRYSKY [27].....	31
OBRÁZEK 14 UMÍSTĚNÍ PLOVÁRNY VE SLANÉM.....	38
OBRÁZEK 15 PLOVÁRNA VE SLANÉM NA STARÉ POHLEDNICI [21].....	39
OBRÁZEK 16 POHLED NA PŘELIVNÉ ŽLÁBKY PLOVÁRNY PŘED REKONSTRUKCÍ [31].....	40
OBRÁZEK 17 PODOBA PLOVÁRNY VE SLANÉM PŘED REKONSTRUKCÍ [19]	40
OBRÁZEK 18 AKTUÁLNÍ PODOBA PLOVÁRNY VE SLANÉM [UPRAVENO DLE 25]	41
OBRÁZEK 19 FILTRY BAZÉNOVÉ VODY PŘED REKONSTRUKCÍ [31].....	42
OBRÁZEK 20 DETAIL VYFRÉZOVANÉHO OTVORU DO PŘÍVODNÍHO POTRUBÍ [31].....	43
OBRÁZEK 21 STAV ČERPADLA PŘED REKONSTRUKCÍ [31].....	43
OBRÁZEK 22 DETAIL POŠKOZENÉ BAZÉNOVÉ VANY [31].....	43
OBRÁZEK 23 NAVRHOVANÁ PODOBA PLOVÁRNY VE SLANÉM DLE PROJEKTU	45
OBRÁZEK 24 SEZNAM PŘÍLOH PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	47
OBRÁZEK 25 VÝŇATEK ZE SOUHRNNÉ TECHNICKÉ ZPRÁVY	50
OBRÁZEK 26 VÝŇATEK ZE SOUHRNNÉ TECHNICKÉ ZPRÁVY	50
OBRÁZEK 27 VÝŇATEK ZE SOUHRNNÉ TECHNICKÉ ZPRÁVY	51
OBRÁZEK 28 CHYBA V LEGENDĚ KOORDINAČNÍ SITUACE	54
OBRÁZEK 29 VÝSTŘIŽEK Z KOORDINAČNÍ SITUACE PRO ZNÁZORNĚNÍ NEPŘEHLEDNOSTI	54
OBRÁZEK 30 TABULKA ZÁKLADNÍCH TECHNICKÝCH DAT Z TECHNICKÉ ZPRÁVY.....	59
OBRÁZEK 31 VÝSTŘIŽEK Z VÝKRESU D.2.5.3 ZNÁZORŇUJÍCÍ SÁNÍ NA ATRAKCE	63
OBRÁZEK 32 VÝŇATEK Z TECHNICKÉ ZPRÁVY BAZÉNOVÉ TECHNOLOGIE	64
OBRÁZEK 33 VÝŇATEK Z LEGENDY SCHÉMATU BROUZDALIŠTĚ	66
OBRÁZEK 34 VÝŇATEK ZE SITUACE VODOVODU PRO ZNÁZORNĚNÍ NEPŘEHLEDNOSTI SITUACE	68
OBRÁZEK 35 NESOULAD MĚŘÍTKA VÝKRESU S MĚŘÍTKEM V ROZPISCE	69

OBRÁZEK 36 TABULKA CHARAKTERISTICKÝCH PRŮTOKŮ ČERVENÉHO POTOKA	74
----------------------------------------------------------------------	----

10. SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 POŽADAVKY NA BAZÉNOVOU VODU [13]	26
TABULKA 2 POROVNÁNÍ PARAMETRŮ V ČESKÝCH A ZAHRANIČNÍCH NORMÁCH A ZÁKONECH [3].....	37
TABULKA 3 TABULKA KAPACITY VODNÍ PLOCHY.....	56
TABULKA 4 VÝPOČTOVÉ TABULKY PRO NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE.....	57
TABULKA 5 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ NÁVRHU AKUMULAČNÍ NÁDRŽE V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ A POMOCÍ VÝPOČTŮ DLE TEORETICKÉ ČÁSTI	58
TABULKA 6 POROVNÁNÍ VYPOČTENÝCH HODNOT FILTRAČNÍCH RYCHLOSTÍ A NÁVRHOVÉHO ROZMEZÍ.....	60
TABULKA 7 POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH HODNOT MAXIMÁLNÍ TEORETICKÉ DOBY ZDRŽENÍ S HODNOTAMI DLE VYHLÁŠKY	61
TABULKA 8 POROVNÁNÍ NAVRŽENÉHO PRŮTOKU NA TRYSKY SE SPRÁVNÝM NÁVRHOVÝM ROZMEZÍM	62
TABULKA 9 POROVNÁNÍ NAVRŽENÉ A VYPOČTENÉ HLOUBKY ŽLÁBKU	64
TABULKA 10 POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH HODNOT V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ S VYPOČTENÝMI HODNOTAMI	75
TABULKA 11 ODVODŇOVANÉ PLOCHY PRO POVODÍ 1.....	76
TABULKA 12 ODVODŇOVANÉ PLOCHY PRO POVODÍ 2.....	76
TABULKA 13 POROVNÁNÍ VYPOČTENÉHO RETENČNÍHO OBJEMU DLE TECHNICKÉ ZPRÁVY, NORMY A NAVRŽENÉHO RETENČNÍHO OBJEMU	78
TABULKA 3 TABULKA KAPACITY VODNÍ PLOCHY.....	81
TABULKA 5 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ NÁVRHU AKUMULAČNÍ NÁDRŽE V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ A POMOCÍ VÝPOČTŮ DLE TEORETICKÉ ČÁSTI	81
TABULKA 6 POROVNÁNÍ VYPOČTENÝCH HODNOT FILTRAČNÍCH RYCHLOSTÍ A NÁVRHOVÉHO ROZMEZÍ.....	81
TABULKA 7 POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH HODNOT MAXIMÁLNÍ TEORETICKÉ DOBY ZDRŽENÍ S HODNOTAMI DLE VYHLÁŠKY	82
TABULKA 8 POROVNÁNÍ NAVRŽENÉHO PRŮTOKU NA TRYSKY SE SPRÁVNÝM NÁVRHOVÝM ROZMEZÍM	82
TABULKA 9 POROVNÁNÍ NAVRŽENÉ A VYPOČTENÉ HLOUBKY ŽLÁBKU	83
TABULKA 10 POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH HODNOT V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ S VYPOČTENÝMI HODNOTAMI	85
TABULKA 13 POROVNÁNÍ VYPOČTENÉHO RETENČNÍHO OBJEMU DLE TECHNICKÉ ZPRÁVY, VYPOČTENÉHO RETENČNÍHO OBJEMU DLE NORMY A NAVRŽENÉHO RETENČNÍHO OBJEMU.....	85

11. PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1: NÁVRH RETENČNÍHO OBJEMU TRUBNÍ RETENCE 1 DLE NORMY ČSN 75 6261

Návrh retenčního objemu nádrže RN 1 dle ČSN 75 6261

$A_{red} = 340$	m^2	odvodňovaná redukováná plocha
$V = 8.94$	m^3	návrhový objem retenčního zařízení
$Q_0 = 2$	l/s	regulovaný odtok z retenčního prostoru
$p = 0.1$		návrhová periodičita srážek
7-Mšeno		nejbližší srážkoměrná stanice

Doba trvání deště t_c	min	5	10	15	20	30	40	60	120	
Návrhové úhrny srážek h_d	mm	12.6	17.7	20.7	22.8	25.9	27.8	30.9	36.0	
Přítok do retenčního zařízení Q_p	l/s	14.3	10.0	7.8	6.5	4.9	3.9	2.9	1.7	
Retenční odtok Q_r	l/s	12.3	8.0	5.8	4.5	2.9	1.9	0.9	0.0	
Retenční objem V_{VZ}	m^3	3.7	4.8	5.2	5.4	5.2	4.7	3.3	0.0	
Doba trvání deště t_c	hod	4	6	8	10	12	18	24	48	72
Návrhové úhrny srážek h_d	mm	41.1	44.1	46.6	47.2	47.9	50	50.8	62.5	67.2
Přítok do retenčního zařízení Q_p	l/s	1.0	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
Retenční odtok Q_r	l/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Retenční objem V_{VZ}	m^3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

$$Q_p = \frac{h_d * A_{red}}{t_c * 60}$$

$$Q_r = Q_p - Q_0$$

$$V_{VZ} = Q_r * t_c * 0,06$$

$$T_{pr} = \frac{V_{VZ}}{Q_0 * 3,6}$$

$V_{VZ} = 5.4$	m^3	retenční objem retenčního zařízení
$V = 8.9$	m^3	návrhový objem retenčního zařízení
59.9%		objemové využití retenčního zařízení
$T_{pr} = 0.7$	hod < 72 hod	doba prázdnění retenčního zařízení - vyhovuje

PŘÍLOHA 2: NÁVRH RETENČNÍHO OBJEMU TRUBNÍ RETENCE 2 DLE NORMY ČSN 75 6261

Návrh retenčního objemu nádrže RN 2 dle ČSN 75 6261

$A_{red} = 1364$	m^2	odvodňovaná redukovaná plocha
$V = 60.38$	m^3	návrhový objem retenčního zařízení
$Q_0 = 8$	l/s	regulovaný odtok z retenčního prostoru
$p =$	<input type="text" value="0.1"/>	návrhová periodičita srážek
	<input type="text" value="7-Mšeno"/>	nejbližší srážkoměrná stanice

Doba trvání deště t_c	min	5	10	15	20	30	40	60	120	
Návrhové úhrny srážek h_d	mm	12.6	17.7	20.7	22.8	25.9	27.8	30.9	36.0	
Přítok do retenčního zařízení Q_p	l/s	57.3	40.2	31.4	25.9	19.6	15.8	11.7	6.8	
Retenční odtok Q_r	l/s	49.3	32.2	23.4	17.9	11.6	7.8	3.7	0.0	
Retenční objem V_{VZ}	m^3	14.8	19.3	21.0	21.5	20.9	18.7	13.3	0.0	
Doba trvání deště t_c	min	240	360	480	600	720	1080	1440	2880	4320
Návrhové úhrny srážek h_d	mm	41.1	44.1	46.6	47.2	47.9	50	50.8	62.5	67.2
Přítok do retenčního zařízení Q_p	l/s	3.8	2.7	2.2	1.8	1.5	1.0	0.8	0.5	0.3
Retenční odtok Q_r	l/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Retenční objem V_{VZ}	m^3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

$$Q_p = \frac{h_d * A_{red}}{t_c * 60}$$

$$Q_r = Q_p - Q_0$$

$$V_{VZ} = Q_r * t_c * 0,06$$

$$T_{pr} = \frac{V_{VZ}}{Q_0 * 3,6}$$

$V_{VZ} = 21.5$	m^3	retenční objem retenčního zařízení
$V = 60.4$	m^3	návrhový objem retenčního zařízení
35.6%		objemové využití retenčního zařízení
$T_{pr} = 0.7$	hod < 72 hod	doba prázdnění retenčního zařízení - vyhovuje

PŘÍLOHA 3: ROZLOŽENÍ RYCHLOSTÍ V POTRUBÍ KOMBINOVANÉHO BAZÉNU

SCHÉMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU KOMBINOVANÉHO BAZÉNU

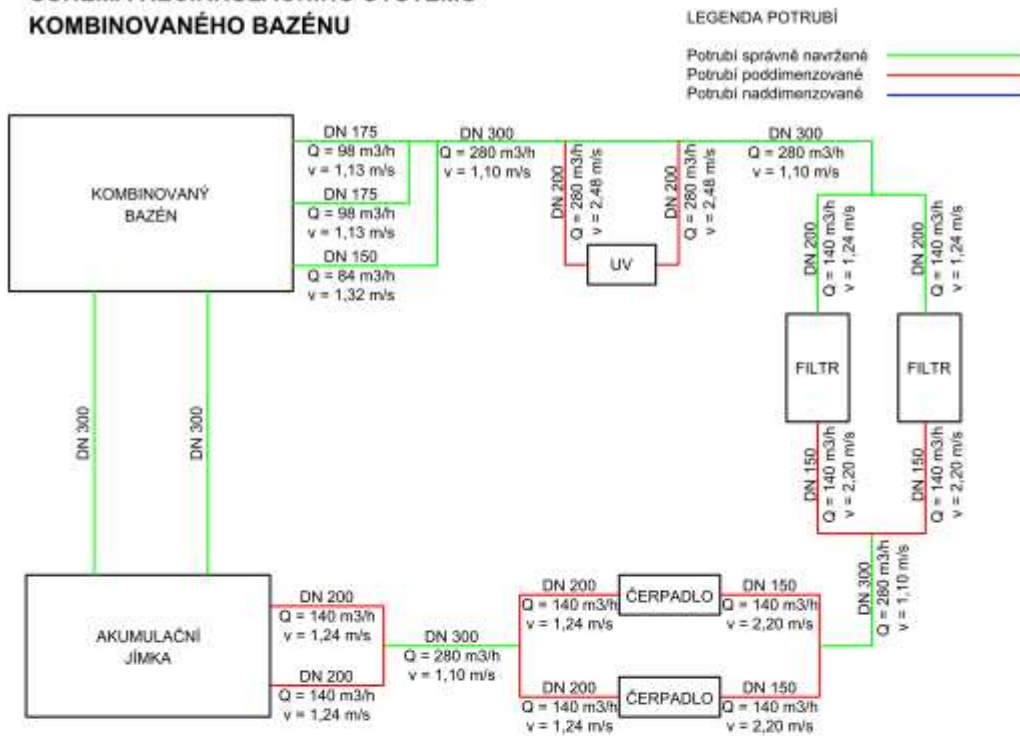
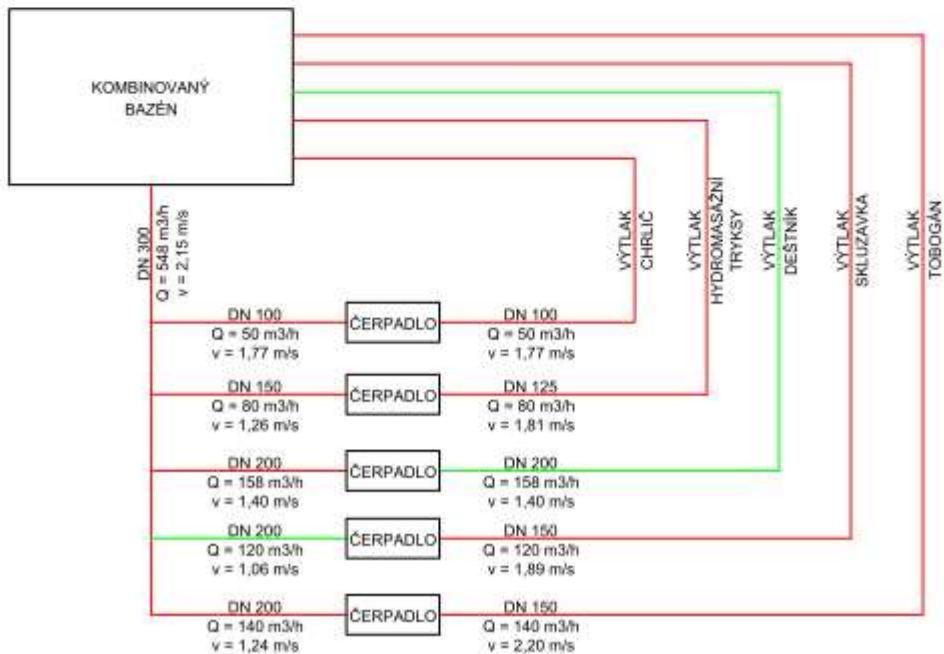
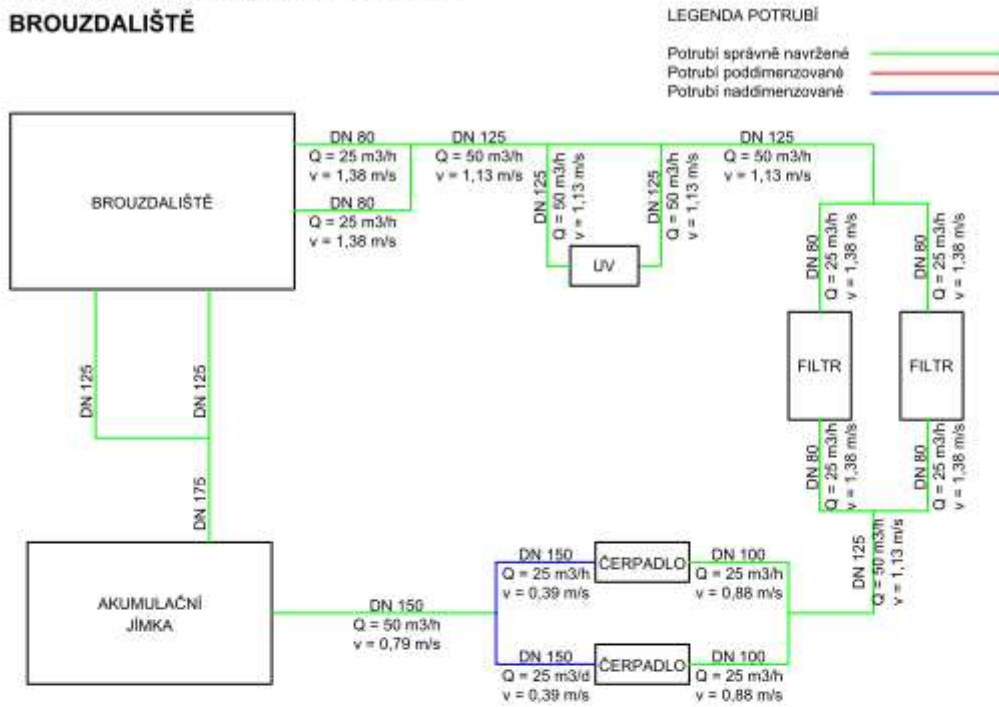


SCHÉMA ATRAKCÍ KOMBINOVANÉHO BAZÉNU



PŘÍLOHA 4: ROZLOŽENÍ RYCHLOSTÍ V POTRUBÍ BROUZDALIŠTĚ

SCHEMA RECIRKULAČNÍHO SYSTÉMU BROUZDALIŠTĚ



SCHEMA ATRAKCÍ BROUZDALIŠTĚ

