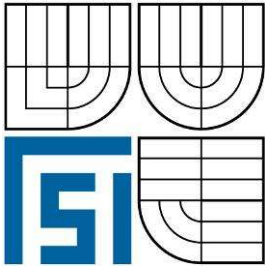


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

KONSTRUKCE JÍMACÍHO ZAŘÍZENÍ NEČISTOT
PRO DOSAZOVACÍ NÁDRŽE
CONSTRUCTION OF THE IMPURITIES DISCHARGE ARRANGEMENT FOR THE
SETTLEMENT TANK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN STODOLÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. FRANTIŠEK PROKEŠ

BRNO 2009

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá konstrukcí jímacího zařízení nečistot pro dosazovací nádrže. Skládá se z několika na sebe navazujících částí. První je věnována současnému stavu řešení stírání hladiny. Druhá obsahuje návrh několika variant řešení. Ve třetí části je řešena konstrukce zvolené varianty. V další části jsou vypočítány zátěžové parametry. Poslední část bakalářské práce je věnována zobrazení a popisu kinematiky jímacího zařízení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Jímací zařízení plovoucích nečistot, plovoucí jímka, dosazovací nádrž, stírání hladiny.

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with construction of the impurities discharge arrangement for the settlement tanks. The thesis consists of several concurring parts. First part addresses current situation of surface wiping solution. Second part contains proposal of several solution options. Third part deals with construction solution of chosen variant. In the following part are figured out load parameters. Last part of thesis is dedicated to visualization and description of kinematics discharge arrangement.

KEY WORDS

Discharge arrangement for floating impurities, floating tank, settlement tank, surface wiping.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

STODOLÁK, M. *Konstrukce jímacího zařízení nečistot pro dosazovací nádrže*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 36s. Vedoucí bakalářské práce Ing. František Prokeš.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na vzniku této bakalářské práce. Zvláště bych chtěl poděkovat Ing. Františku Prokešovi za jeho odborné připomínky a pomoc při řešení technických problémů. Také bych rád poděkoval své přítelkyni a rodině za jejich trpělivost a porozumění ve dnech strávených psaním této bakalářské práce.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Čestně prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval sám pod odborným vedením Ing. Františka Prokeše a s pomocí použité literatury.

V Brně 20. Května 2009

.....
Stodolák Martin

OBSAH

ABSTRAKT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
ABSTRACT	5
KEY WORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	5
PODĚKOVÁNÍ	7
ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ	9
OBSAH	11
ÚVOD	12
1 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE	13
2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1 Funkce a popis jednotlivých částí dosazovací nádrže.....	14
2.1.1 Funkce dosazovací nádrže	14
2.1.2 Popis jednotlivých částí kruhové nádrže	14
2.2 Přehled řešení stírání hladiny	16
2.2.1 Doprava nečistot do konkrétního místa na hladině nádrže.....	16
2.2.2 Odstraňování nečistot z nádrže.....	17
3 VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ	20
3.1 Varianta 1	20
3.2 Varianta 2.....	20
3.3 Varianta 3.....	21
4 NÁVRH KONSTRUKCE VARIANTY 3	22
4.1 Model jímky.....	22
4.2 Model držáku jímky	23
4.3 Model odtokového potrubí.....	24
4.4 Model sestavy jímky	24
4.4.1 Vodící kameny.....	25
4.4.2 Doraz	25
4.4.3 Gumová manžeta	26
5 VÝPOČET SÍLY POTŘEBNÉ K POTOPENÍ JÍMKY	27
5.1 Výpočet objemu jímky.....	27
5.1.1 Výpočet dílčích objemů.....	27
5.1.2 Výpočet celkového objemu V_C	28
5.2 Síly působící na jímku	28
5.2.1 Výpočet vztlakové síly F_{VZ}	28
5.2.2 Výpočet gravitační síly F_G	29
5.2.3 Výpočet výsledné síly působící na jímku	29
5.2.4 Výpočet reálné síly potřebné k potopení jímky.....	29
6 KINEMATIKA POHYBU JÍMKY	30
7 ZÁVĚR	32
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	33
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	34
10 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	35
11 SEZNAM SAMOSTATNÝCH PŘÍLOH	36

ÚVOD

Voda je nejdůležitější částí všech živých organismů. Veškerý pozemský život je na vodě závislý. Bez vody nemůže existovat ani člověk, který se sám řadí mezi nejvyšší formy života. Lidé se již od nepaměti zdržovali v blízkosti této tekutiny. Často se stávala rozhodujícím prvkem při osídlování nového území. Voda je důležitá nejen k pitným účelům, ale má velký význam i v technickém rozvoji.

Spotřeba vody stále vzrůstá a to nejen rychlým rozvojem průmyslu, ale i exponenciálním nárůstem populace. Větším využitím vody v domácnostech i v průmyslu vzrůstá množství odpadní vody. Použitou vodu je nutno vracet zpět do přírody v takovém stavu, aby dále nebránila používání vodních zdrojů. K tomuto účelu slouží čistírny odpadních vod (ČOV). Probíhají v nich podobné děje jako při samočištění ve vodních tocích, jen na menším prostoru a při umělých podmínkách. Čistírna musí být přizpůsobena druhu a vlastnostem odpadní vody (hlavnímu typu znečištění).

Proces čištění v ČOV se skládá z několika stupňů. První stupněm je mechanické čištění. Slouží pro odstranění nerozpuštěných látek, které tvoří velkou část odpadní vody. Voda postupně protéká přes lapák šterku, který má za úkol zachytit velké a těžké předměty, které přicházejí na čistírnu zejména s přívalovým deštěm. Hrubé plovoucí nečistoty jsou mechanicky odstraněny pomocí česlí. Následuje odstranění písku a plovoucí látek (tuků) v lapácích písku. Dále voda protéká přes usazovací, dosazovací a zahušťovací nádrže. Usazovací nádrže se používají k oddělení primárního organického znečištění. Vzniklý kal se nazývá primární a je energeticky cennou surovinou. Používá se (u velkých čistíren) pro výrobu bioplynu. Tím se zároveň zneškodní a stabilizuje. Dosazovací nádrže jsou v principu stejné jako nádrže usazovací. V čistírně jsou zařazeny za biologický stupeň čištění a slouží k separaci aktivovaného kalu, který se označuje jako kal sekundární. Sekundární kal je tvořen převážně mikroorganismy z aktivačního čištění. Provedení dosazovacích nádrží se neliší od nádrží usazovacích, zpravidla však mají větší hloubku, aby se prodloužila doba zdržení. Zahušťovací nádrže slouží k přechodnému skladování a zahušťování kalů. Druhým stupněm je biologické čištění odpadních vod, které probíhá v biologickém reaktoru působením mikroorganismů. Posledním stupněm čištění odpadních vod je čištění fyzikálně chemické. Zařazuje se, pokud je mechanické a biologické čištění k odstranění veškerého znečištění nedostačující. [9]

Tato práce se zabývá konstrukčním návrhem jímacího zařízení dosazovací nádrže. Jímací zařízení slouží k odstranění plovoucích nečistot z hladiny nádrže. Nečistoty jsou pomocí sítěrače hladiny dopravovány do otvoru jímacího zařízení, kde se zachytí. Odtud jsou dále odváděny mimo prostor nádrže. Přínos této práce bude zejména ve zmapování stávajícího stavu a v návrhu vlastního konstrukčního řešení.

1 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

1

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem jímacího zařízení. Požadavky kladené na toto zařízení jsou odvádět stírané plovoucí nečistoty z povrchu hladiny mimo prostor nádrže, funkční spolehlivost a nízká cena.

Cílem práce je vytvořit konkrétní konstrukční návrh jímacího zařízení dosazovací nádrže.

Dílčí cíle řešení práce:

- Zhodnocení současného stavu
- Vytvoření několika variant konstrukčního řešení
- Rozpracování vybrané varianty
- Vytvoření 3D modelu v programu Solid Edge
- Vytvoření výkresu sestavy
- Zhodnocení dosažených cílů práce



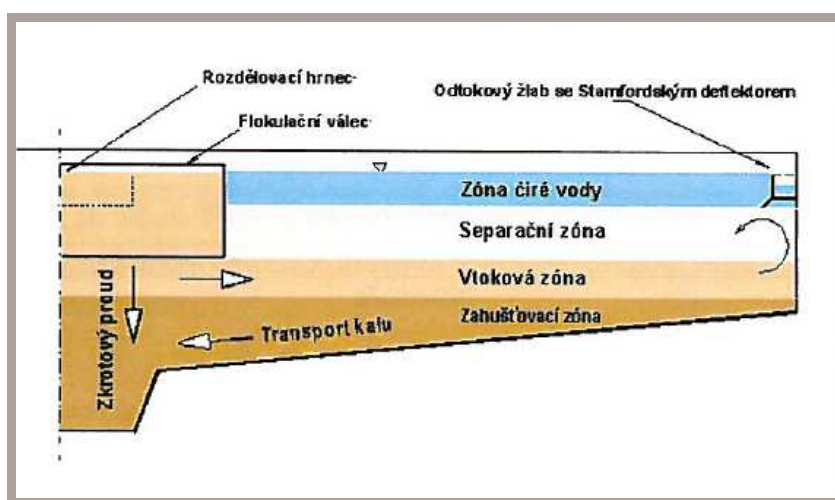
Obr. 1 Dosazovací nádrž [6]

2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Funkce a popis jednotlivých částí dosazovací nádrže

2.1.1 Funkce dosazovací nádrže

Dosazovací nádrž slouží k separaci aktivovaného kalu od odpadní vody po biologickém čištění. Základní přirozenou metodou separace je sedimentace. Z toho důvodu můžeme tyto nádrže nazývat jako sedimentační. Dosazovací nádrže se člení podle tvaru půdorysu na kruhové a čtvercové. Čtvercové jsou výhodné z hlediska úspory místa, kruhové jsou vhodnější z hlediska hydraulického. Lze v nich dosáhnout teoreticky rovnoměrného zatížení přepadové hrany po celém obvodu.[2]



Obr. 2 Separální zóny dosazovací nádrže

2.1.2 Popis jednotlivých částí kruhové nádrže

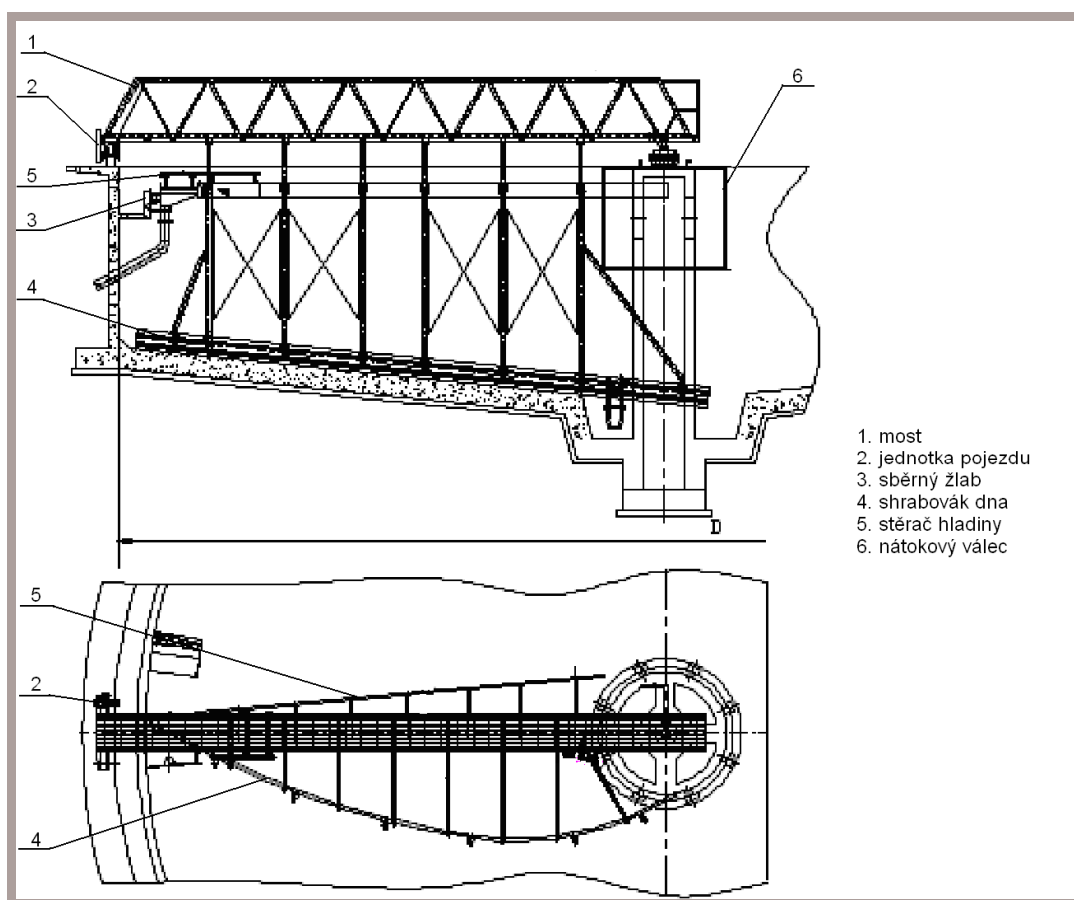
Směs vody-aktivovaného kalu je obvykle napouštěna zespodu přes středový sloup. Odtud vytéká přibližně na úrovni hladiny radiálně do prostoru nátokového válce, který je pevně spojen s nosným sloupem. Ve válci nastává uklidnění proudu, jeho usměrnění a rovnoměrné rozdělení po celém obvodu. V nádrži vzniká proudění vody vhodné k sedimentaci pevných látek v ní obsažených. Hustota kalové suspenze s hloubkou vzrůstá a husté kaly se usazují na dně nádrže, kde jsou kontinuálně posunovány shrabovákem dna do kalové jímky a odtud jsou plynule spodním odtokem odčerpávány.[5]

- Stavební část

Stavební částí může být železobetonová válcová nádrž s kuželovitým dnem se spádem do středu nádrže. Na dně ve středu nádrže je nálevkovitě uspořádána kalová jímka. Z kalové jímky vyúsťuje trubka pro odvod zahuštěných kalů. Ve středu kalové jímky je zabetonován nosný sloup. Nátok surové vody do nádrže je veden spodem nádrže a vyústěn v horní části nosného sloupu. Na vnitřní straně pláště nádrže jsou kotevní desky pro upevnění konzol sběrného žlabu.

- Strojní část

Strojní část nádrže obsahuje mechanismy pro plynulé přesouvání sedimentovaných kalů do kalové jímky. Zařízení je uzpůsobeno pro spolehlivý chod nádrže i za nepříznivých povětrnostních podmínek např. za námrazy, větru apod. Předností řešení je i jednoduchá a vysoká účinnost mechanismu při nízké spotřebě energie.



Obr. 3 Strojní vestavba dosazovací nádrže

Hlavní strojní části nádrže a jejich funkce:

- **Most** - je hlavní nosnou částí pro strojní zařízení nádrže. Řeší se dvěma způsoby a to jako otočný kolem středu nádrže nebo pevný. Pohyblivý most je ve středu nádrže připevněn k bloku středového uložení, takže se může otáčet kolem osy nádrže. Otáčení mostu je zajištěno pomocí jednotky pojezdu, která je umístěna na konci mostu. Most je nosnou částí pro mechanismus stírání dna a hladiny nádrže. Most pevný je uchycen na nádrži. Pohyb jednotlivých částí zajišťuje středový nebo lanový pohon.

- *Jednotka pojezdu* – zajišťuje rotační pohyb stírání nádrže. Pohon rozdělujeme na obvodový a středový. U pohonu obvodového je pohonná jednotka umístěna na obvodu nádrže. Pojezd může být řešen pomocí celogumových kol, koly pojíždějícími po kolejnici nebo pomocí kol s otočnými kladkami, které se odvalují po pojezdové dráze tvořené ozubenými hřebeny. Středový pohon je řešen pomocí motoru umístěného na mostu nad nosným sloupem nebo lanovým pohonem[5]. Most je v tomto případě pevný. Shrabovák dna je připevněn k rotoru a díky němu se otáčí kolem středu nádrže.
- *Sběrný žlab* – odvádí přečištěnou vodu z povrchové vrstvy nádrže. Pro zajištění rovnoměrného přepadu je přepadová hrana žlabu výškově nastavitelná.
- *Shrabovák dna* – otáčí se kolem středu a dopravuje kal usazený ve spodních vrstvách nádrže do kalové jímky ležící ve středu nádrže. Z kalové jímky je kal odčerpáván potrubím pod nádrží.
- *Stěrač hladiny* - má za úkol odstraňovat z hladiny nádrže plovoucí nečistoty.
- *Nátokový válec* - slouží k usměrnění a uklidnění proudu surové vody při vstupu do nádrže tak, aby v nádrži vznikly optimální rychlostní poměry k procesu sedimentace.

2.2 Přehled řešení stírání hladiny

Je-li řešeno jímací zařízení plovoucích nečistot, tak jej nikdy nelze řešit izolovaně, ale je zapotřebí jej řešit komplexně a to i se stěračem hladiny. Cílem stírání hladiny je odstranění plovoucích nečistot z hladiny nádrže. Odstranění plovoucích nečistot můžeme rozdělit na dvě části.

2.2.1 Doprava nečistot do konkrétního místa na hladině nádrže

Způsob, jak dopravit plovoucí nečistoty na konkrétní místo v nádrži se provádí:

- a) *Lištou tvaru Archimédovy nebo logaritmické spirály* – lišty jsou navrženy jako části Archimédových nebo logaritmických spirál tak, aby výhodněji přemísťovaly stírané nečistoty ke stěně nádrže. Mají teoreticky největší účinnost ze všech stíracích lišt. Řešení je složité z hlediska konstrukčního i výrobního.
- b) *Pomocí segmentové stírací lišty* – je to výrobní zjednodušení, které má nahradit tvar Archimédovy nebo logaritmické spirály pomocí segmentů (rovných, obloukových), při zachování dostatečné účinnosti stírání hladiny.

- c) *Přímou lištou* – tvoří ji rovný plech, který je umístěn pod úhlem tak, aby stíral nečistoty do konkrétního místa hladiny nádrže. Řešení je konstrukčně velmi jednoduché a cenově levné. Z hlediska funkce však málo účinné.



Obr. 4 Přímá lišta [5]

- d) *Kombinace s větrákem* – používá ke zvýšení účinnosti stírání hladiny. Může být použit u všech předešlých variant. Spočívá v umístění větráku před začátek stírací lišty na most nádrže tak, aby nečistotám udělil rychlost směrem k okraji nádrže.

2.2.2 Odstraňování nečistot z nádrže

2.2.2

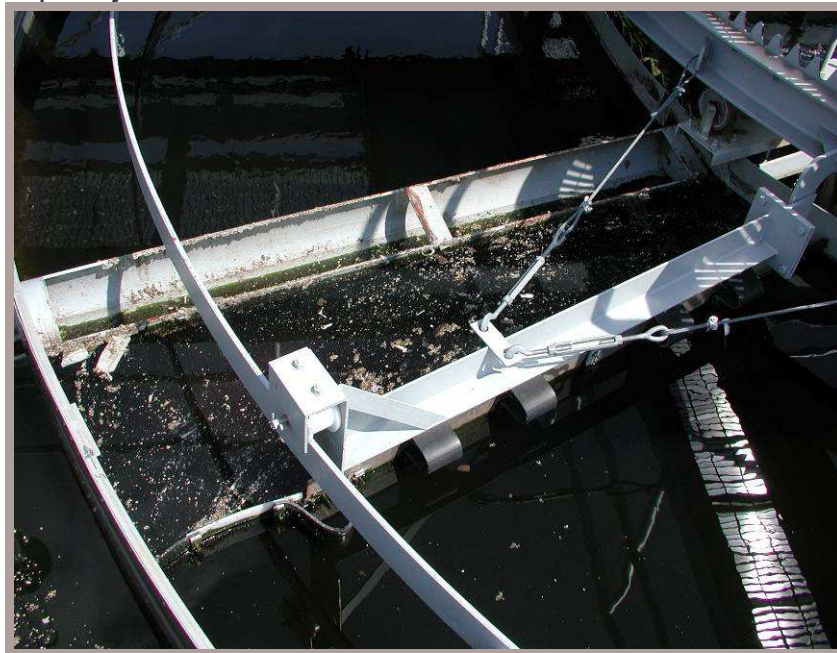
Odstranění nečistot z nádrže má několik společných principů, vždy je nutné akumulovat plovoucí nečistoty do určitého prostoru v nádrži (jímacího objektu), odkud jsou dále dopravovány buď gravitačně, nebo za pomoci čerpadla ven z nádrže. Jednotlivé druhy jímacích objektů lze rozdělit na objekty připevněné k okraji nádrže a objekty rotující v nádrži spolu se stíráním hladiny. Nejčastější řešení jímek plovoucích nečistot v praxi:

- a) *Jímka pevná, uchycená k okraji nádrže* – jímka je umístěna nad hladinou. Nečistoty jsou vyzdvihovány pomocí stěrky do prostoru jímky. Stěrka navazuje na stírání hladiny a je přitlačována k norné stěně, kterou je vedena do jímacího objektu. V jímce je prostor, kde se nečistoty hromadí a jsou odváděny mimo prostor nádrže a to buď gravitačně, nebo jsou odsávány pomocí čerpadla.



Obr. 5 Jímka pevně uchycená k okraji nádrže [5]

- b) *Jímka potopná, uchycená k okraji nádrže* – v základní poloze je jímka nad hladinou nádrže, při průjezdu stěrky se na krátký okamžik potopí. Nečistoty jsou vtahovány do prostoru jímky. Po průjezdu škrabky se jímka vrátí do původní polohy.



Obr. 6 Jímka potopná

- c) *Jímka pohybující se společně se stíráním hladiny – jímka je unášena spolu se stíráním nečistot. Nečistoty se v jímce hromadí a jsou odčerpávány čerpadlem z prostoru jímky středem nádrže.*



Obr. 7 Jímka pohybující se společně se stíráním hladiny [8]

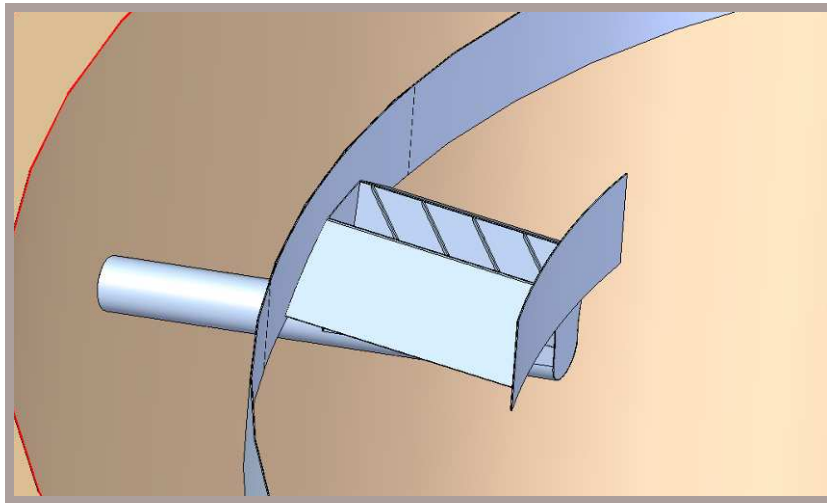


Obr. 8 Pohyblivá jímka s čerpadlem [7]

3 VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

3.1 Varianta 1

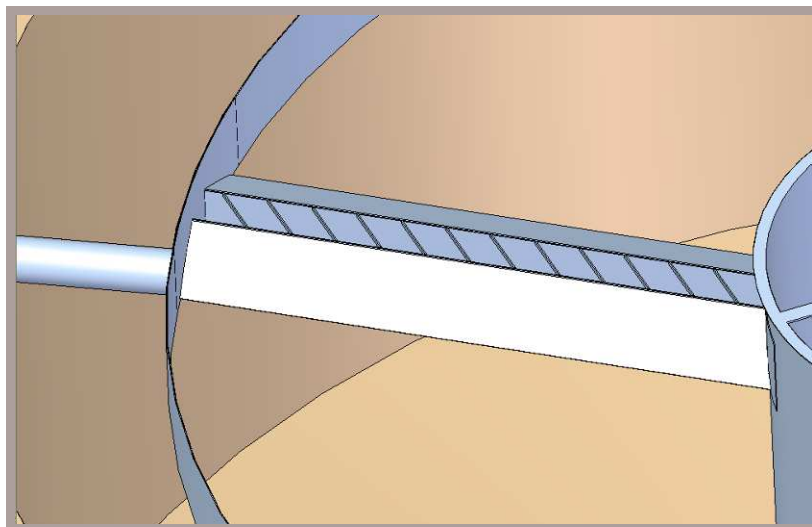
Varianta je použitelná ve všech typech nádrží. Jímka plovoucích nečistot je umístěna nad hladinou. Nečistoty jsou vyzdvihovány pomocí stěrky do prostoru jímky. Stěrka navazuje na stírání hladiny a je přitlačována k norné stěně, kterou je vedena do jímacího objektu. V jímcě je prostor, kde se nečistoty hromadí a jsou odváděny pryč z nádrže gravitačně. Největším problémem, který limituje dané řešení, je zajištění správné funkce stírání hladiny.



Obr. 9 Varianta 1

3.2 Varianta 2

Varianta je použitelná pouze u nádrží, které řeší stírání dna pomocí uchycení shrabováku dna k rotoru. Nelze použít u variant, kdy je shrabovák dna unášen pomocí mostu. Jímka je přes celou plochu hladiny, proto je stírání hladiny velmi účinné.

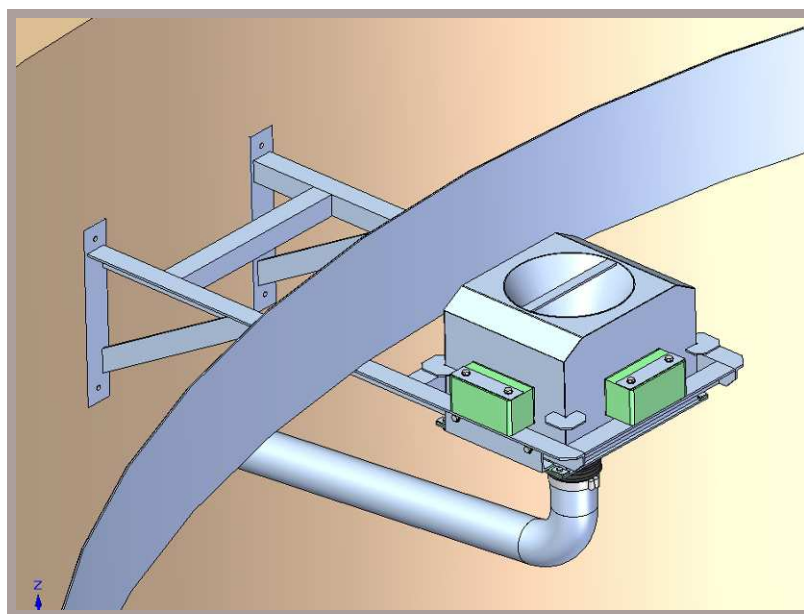


Obr. 10 Varianta 2

3.3 Varianta 3

3.3

Jímka je v základní poloze nad hladinou nádrže, při průjezdu stěrky se na krátký okamžik potopí. Nečistoty jsou vtahovány do prostoru jímky. Po průjezdu škrabky se jímka vrátí do původní polohy. Jímka je konstrukčně složitější, ale lze použít ve všech typech nádrží a velkou výhodou proti variantě 1 je jednodušší stírání hladiny. Jako konstrukční řešení proto volím tuto variantu.



Obr. 11 Varianta 3

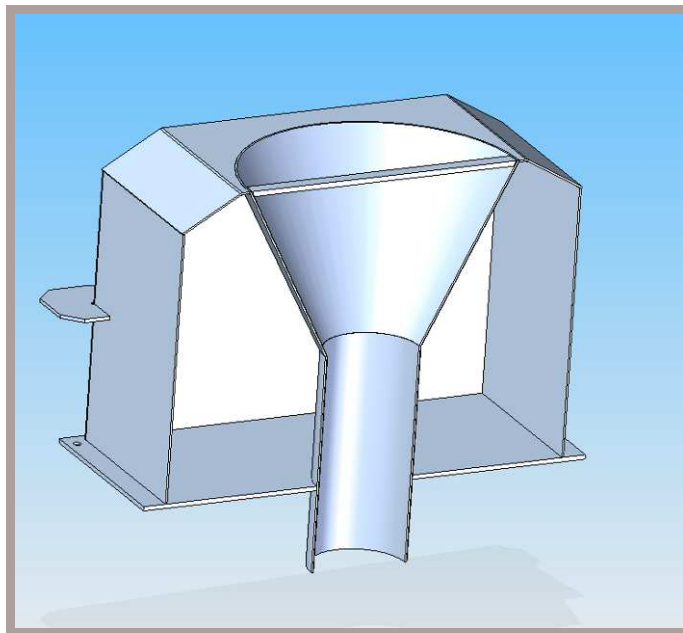
4 NÁVRH KONSTRUKCE VARIANTY 3

Pro vytvoření 3D modelu bylo využito parametrického modeláře Solid Edge 20 od společnosti UGS. Jedná se o 3D software primárně určený pro návrh strojírenských konstrukcí.


4.1 Model jímky

Jímka slouží k odvodu nečistot z povrchu nádrže. Ve výchozí poloze je 20mm nad hladinou. Vždy při průjezdu stírání hladiny je jímka mechanicky ponořena 20mm pod hladinu. Díky tomu jsou všechny plovoucí nečistoty z okolí jímky odsávány ven z nádrže. Po odlehčení vyplave opět nad hladinu a to díky vztlakové síle, která na ni působí.

Jímka je zhotovena z nerezového plechu o tloušťce 2mm a dno o tloušťce 6mm. Nátokový kužel je zvolen dle normy DIN 2616 G od firmy Edelstahlservice [11] a má rozměry DN300-DN100 x 203,1 x 2 obr. 13. Trubka vycházející ven ze spodní strany má rozměr 114,3x2. Aby jímka splňovala všechny vlastnosti, musí být všechny svary svařeny vodotěsně. Dále jsou na stěny navařeny čtyři dorazy, které slouží k uchycení jímky po dobu, co v nádrži není voda.



Obr. 12 Model jímky



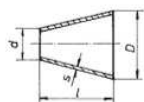
Geschweißte Reduzierstücke
Welded Reducers

DIN 2616 G
Geschweißte Reduzierstücke konzentrisch
Welded Concentric Reducers

Werkstoff: **1.4541** und **1.4571**
Aus Blech gerollt, mit 1 oder 2 Längsnähten, ohne zylindrische Enden. Baulängen nach DIN 2616

Material: **1.4541** and **1.4571**
Rolled from plate, with one or two longitudinal seams, without cylindrical ends. Lengths as per DIN 2616.

Abmessungen			Material 1.4541 und 1.4571					
D	d	Bau- länge	Wandstärke in mm					
DN	dn		2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
25	10	50,8	●	●	●			
32	10	50,8	●	●	●			
40	15	63,5	●	●	●			
50	15	76,2	●	●	●			
65	25	88,9	●	●	●	●		
80	25	88,9	●	●	●	●		
100	32	101,6	●	●	●	●		
125	40	127,0	●	●	●	●	●	
150	50	139,7	●	●	●	●	●	
200	65	152,4	●	●	●	●	●	●
250	80	177,8	●	●	●	●	●	●
300	100	203,2	●	●	●	●	●	●
350	125	330,2	●	●	●	●	●	●
400	150	355,6	●	●	●	●	●	●
450	200	381,0	●	●	●	●	●	●
500	250	508,0	●	●	●	●	●	●
600	300	508,0	●	●	●	●	●	●
700	350	610,0	●	●	●	●	●	●



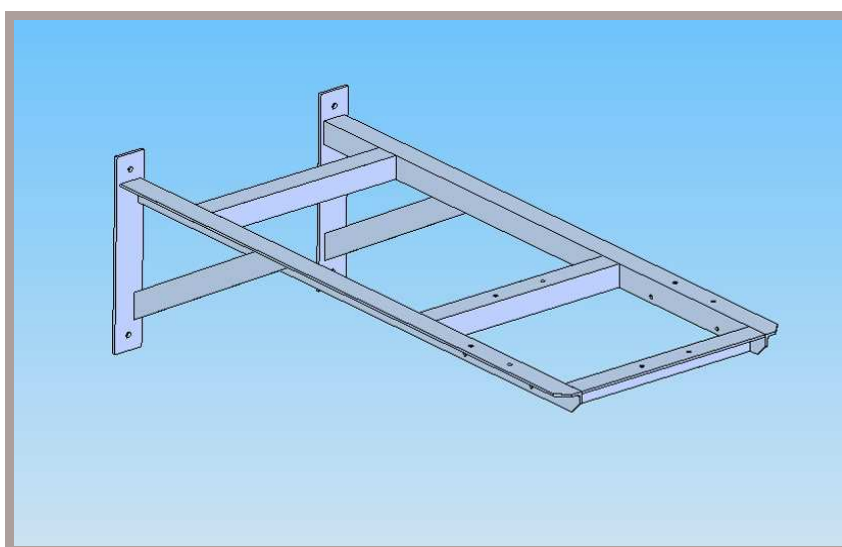
Wir liefern jeden Rohraußendurchmesser nach Wunsch. Geben Sie bitte immer Ihren genauen Rohraußendurchmesser bekannt.
We can supply any outer diameter. Please specify the precise outer diameter of your pipes.

Obr. 13 Kuželové redukce na nátok od firmy Edelstahlservice [11]

4.2 Model držáku jímky

4.2

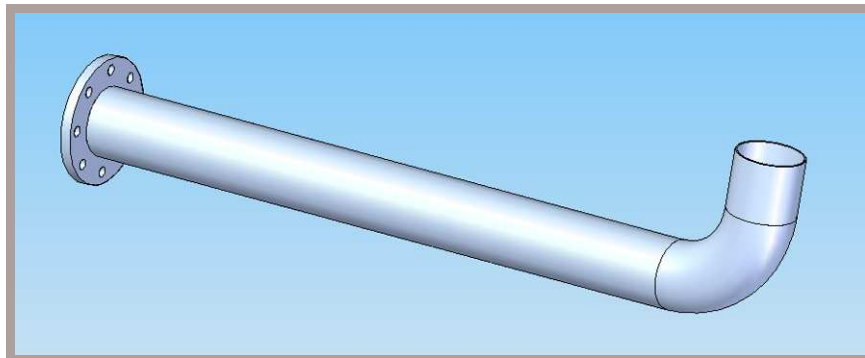
Držák slouží k přichycení jímky ke stěně nádrže obr. 14. Je zhotoven z nerezových L-profilů o rozměrech L60x60x6. V L-profilech jsou vyvrtány otvory, které umožňují uchycení kamenů a dorazů. Držák je ke stěně nádrže přichycený pomocí kotev o průměru 16mm.



Obr. 14 Model držáku jímky

4.3 Model odtokového potrubí

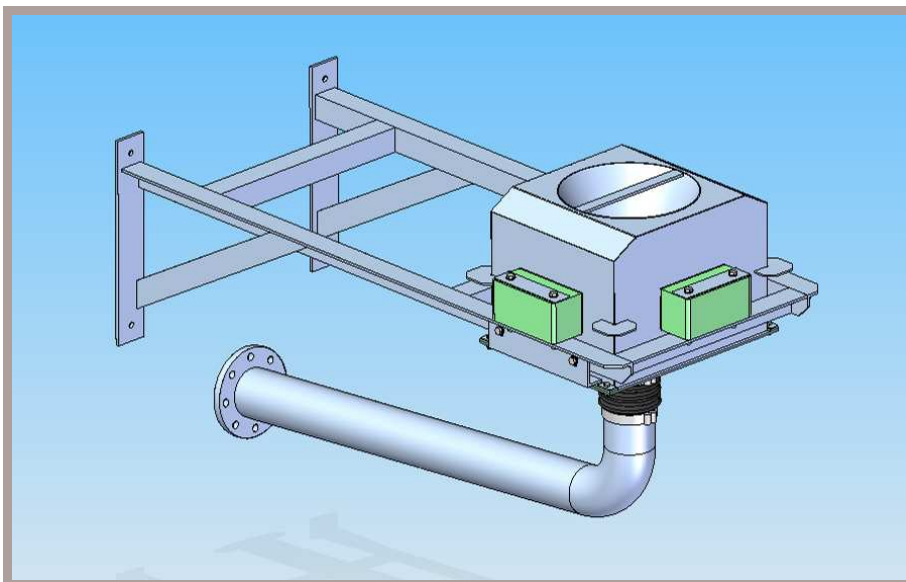
Potrubí se skládá z nerezových potrubí o rozměru 114,3x2, normalizovaného kolena $R=1,5D$ DN100, které je upraveno pod úhlem 5° a příruby PN6 DN100. Všechny díly jsou vybrány z katalogu od firmy ARMAT spol. s r.o. [15]



Obr. 15 Odtokové potrubí

4.4 Model sestavy jímky

Celková sestava jímky se skládá nejen ze svarku držáku a svarku jímky, ale i dalších normalizovaných a nenormalizovaných dílů (viz obr. 16).

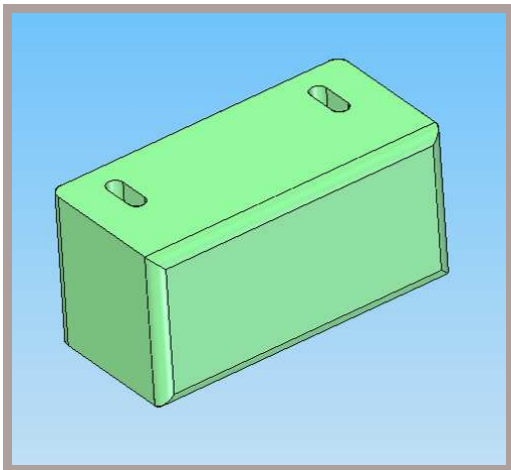


Obr. 16 Model sestavy jímky

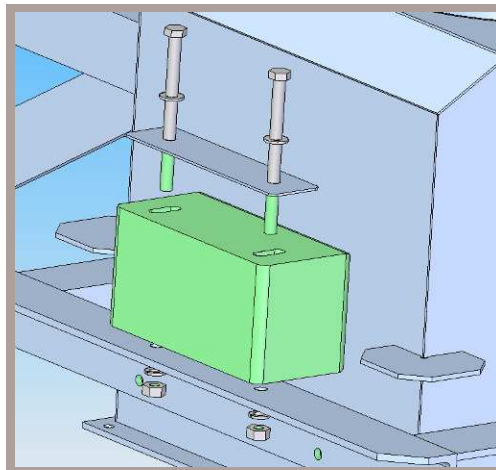
4.4.1 Vodící kameny

4.4.1

Slouží k zajištění plynulého chodu nádrže (viz obr. 17). Jsou zhotoveny z materiálu BELTA S 1000 od firmy BELT PLAST s.r.o.[14]. Materiál má samomazné vlastnosti, proto je vhodný pro toto kluzné vedení. Kameny jsou přišroubovány k držáku (viz obr. 18).



Obr. 17 Vodící kámen

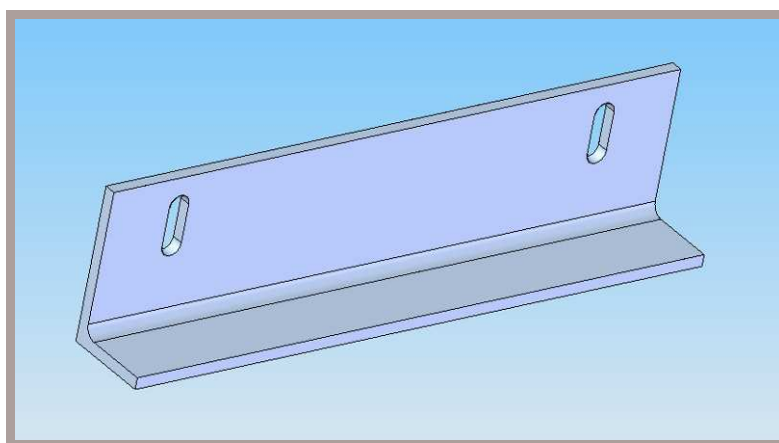


Obr. 18 Montáž kamene k držáku

4.4.2 Doraz

4.4.2

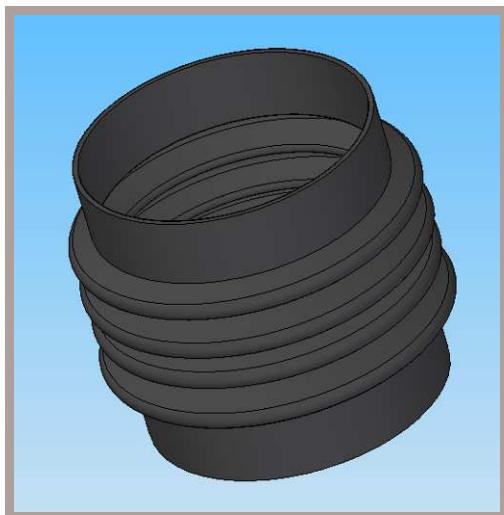
Je vyroben z nerezového profilu o rozměrech L80x80x6, u kterého je jedna strana zkrácena tak, aby po montáži nekolidovala s jímkou. Doraz je přimontován k držáku jímky. Pracuje tak, že se o něj zastaví spodní hrana jímky a nemůže stoupnout výše. Aby nedocházelo k rázům, je na hranu jímky přidělena podložka z materiálu BELTA S500, který má vysokou houževnatost a tím tlumí vzniklé rázy.



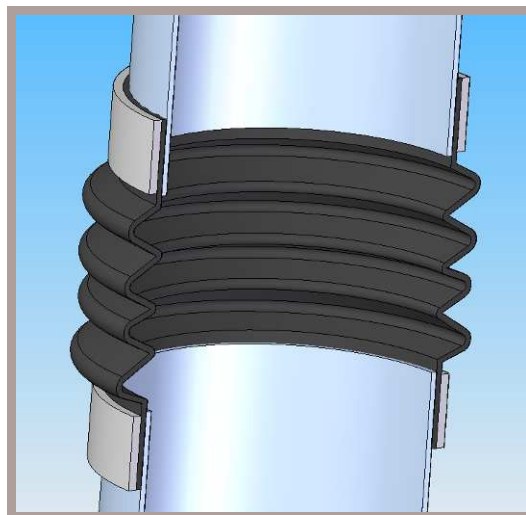
Obr. 19 Doraz

4.4.3 Gumová manžeta

Manžeta je umístěna mezi trubkami jímky a odvodu nečistot. Slouží jako pružný element při pohybu jímky. Manžeta je poptána od firmy Simrit s ref. číslem 400791. [13]. K trubkám je přimontována pomocí hadicových spon GBS W4 113-121/24 od firmy Anox.[10]



Obr. 20 Gumová manžeta



Obr. 21 Uchycení manžety



Obr. 22 Hadicová spona[10]

5 VÝPOČET SÍLY POTŘEBNÉ K POTOPENÍ JÍMKY

5

5.1 Výpočet objemu jímky

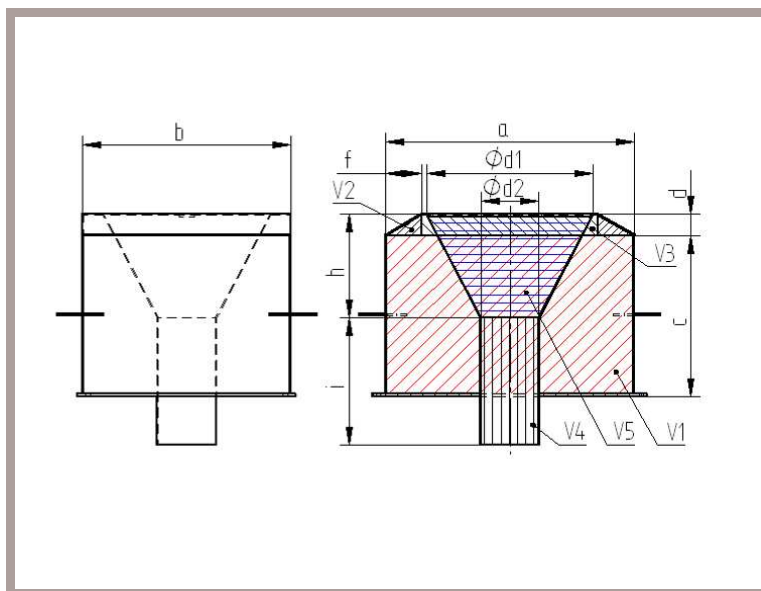
5.1

5.1.1 Výpočet dílčích objemů

5.1.1

Pro zjednodušení výpočtu je objem jímky rozdělen na několik částí (viz obr. 23).

Dáno: $a = 0,478\text{m}$
 $b = 0,4\text{m}$
 $c = 0,316\text{m}$
 $d_1 = 0,319\text{m}$
 $d_2 = 0,1103\text{m}$
 $e = 0,041\text{m}$
 $f = 0,069\text{m}$
 $h = 0,202\text{m}$
 $i = 0,25\text{m}$



Obr. 23 Rozměry jímky

$$V_1 = a \cdot b \cdot c = 0,478\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 0,316\text{m} = 0,06\text{m}^3$$

$$V_2 = 2 \cdot \frac{e \cdot f}{2} \cdot b = 2 \cdot \frac{0,041\text{m} \cdot 0,069\text{m}}{2} \cdot 0,4\text{m} = 0,001\text{m}^3$$

$$V_3 = b \cdot e \cdot (a - 2f) = 0,4\text{m} \cdot 0,041\text{m} \cdot (0,478\text{m} - 2 \cdot 0,069\text{m}) = 0,0056\text{m}^3$$

$$V_4 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot i = \frac{\pi \cdot (0,1103\text{m})^2}{4} \cdot 0,25 = 0,0024\text{m}^3$$

$$V_5 = \frac{\pi \cdot h}{3} \cdot \left(\frac{d_1^2}{4} + \frac{d_1}{2} \cdot \frac{d_2}{2} + \frac{d_2^2}{4} \right)$$

$$V_5 = \frac{\pi \cdot 0,202\text{m}}{3} \cdot \left[\frac{(0,319\text{m})^2}{4} + \frac{0,319\text{m}}{2} \cdot \frac{0,1104\text{m}}{2} + \frac{(0,1104\text{m})^2}{4} \right] = 0,0079\text{m}^3$$

5.1.2

Kde: a [m] délka jímky
 b [m] šířka jímky
 c [m] výška jímky
 d_1 [m] průměr kužele
 d_2 [m] vnitřní průměr trubky
 e [m] výška úkosu

f	[m]	délka úkosu
h	[m]	výška kužele
j	[m]	délka trubky
V ₁	[m ³]	objem kvádrů
V ₂	[m ³]	objem mezi úkosy
V ₃	[m ³]	objem úkosů
V ₄	[m ³]	vnitřní objem trubky
V ₅	[m ³]	vnitřní objem kužele

5.1.2 Výpočet celkového objemu V_C

Celkový objem, díky kterému na jímku působí síla F_{VZ}, je určen jako součet dílčích objemů

$$\begin{aligned} \text{Dáno: } V_1 &= 0,06 \text{ m}^3 \\ V_2 &= 0,001 \text{ m}^3 \\ V_3 &= 0,0056 \text{ m}^3 \\ V_5 &= 0,0024 \text{ m}^3 \\ V_6 &= 0,0079 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V_C = V_1 + V_2 + V_3 - V_4 - V_5$$

$$V_C = 0,06\text{m}^3 + 0,001\text{m}^3 + 0,0056\text{m}^3 - 0,0079\text{m}^3 - 0,0024\text{m}^3 = 0,0553\text{m}^3$$

Kde:	V ₁	[m ³]	objem kvádrů
	V ₂	[m ³]	objem mezi úkosy
	V ₃	[m ³]	objem úkosů
	V ₄	[m ³]	vnitřní objem trubky
	V ₅	[m ³]	vnitřní objem kužele
	V _C	[m ³]	celkový objem

5.2 Síly působící na jímku

5.2.1 Výpočet vztlakové síly F_{VZ}

$$\begin{aligned} \text{Dáno: } V_C &= 0,0553 \text{ m}^3 \\ \rho_v &= 998 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \\ g &= 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \end{aligned}$$

$$F_{VZ} = V_C \cdot \rho_v \cdot g = 0,0553\text{m}^3 \cdot 998\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 9,81\text{m} \cdot \text{s}^{-2} = 541,4\text{N}$$

Kde:	F _{VZ}	[N]	Vztlaková síla
	ρ _v	[kg·m ⁻³]	hustota vody
	g	[m·s ⁻²]	gravitační zrychlení
	V _C	[m ³]	celkový objem

5.2.2 Výpočet gravitační síly F_G

5.2.2

Hmotnost samotné jímky je určena dle modelu v programu Solid Edge.

Dáno: $m_G = 25,776 \text{ kg}$
 $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

$$F_G = m_G \cdot g = 25,776 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 252,8 \text{ N}$$

Kde:	F_G	[N]	gravitační síla
	m_G	[kg]	hmotnost jímky
	g	[m.s ⁻²]	gravitační zrychlení

5.2.3 Výpočet výsledné síly působící na jímku

5.2.3

Síla je určena z rozdílu vztlakové síly F_{VZ} a gravitační síly F_G .

Dáno: $F_G = 252,8 \text{ N}$
 $F_{VZ} = 541,4 \text{ N}$

$$F_C = F_{VZ} - F_G = 541,4 \text{ N} - 252,8 \text{ N} = 288,6 \text{ N}$$

Kde:	F_G	[N]	gravitační síla
	F_{VZ}	[N]	vztlaková síla
	F_C	[N]	celková síla

Síla celková je zároveň síla z jakou je jímka vytlačena nad hladinu.

5.2.4 Výpočet reálné síly potřebné k potopení jímky

5.2.4

Reálná síla je taková, kterou musí přenést lyžina, co jímku potápí. Síla je určena z celkové síly, vynásobené bezpečnostním koeficientem $k_j = 1,2$. Ten bude upraven dle funkčnosti zkušebního prototypu jímky.

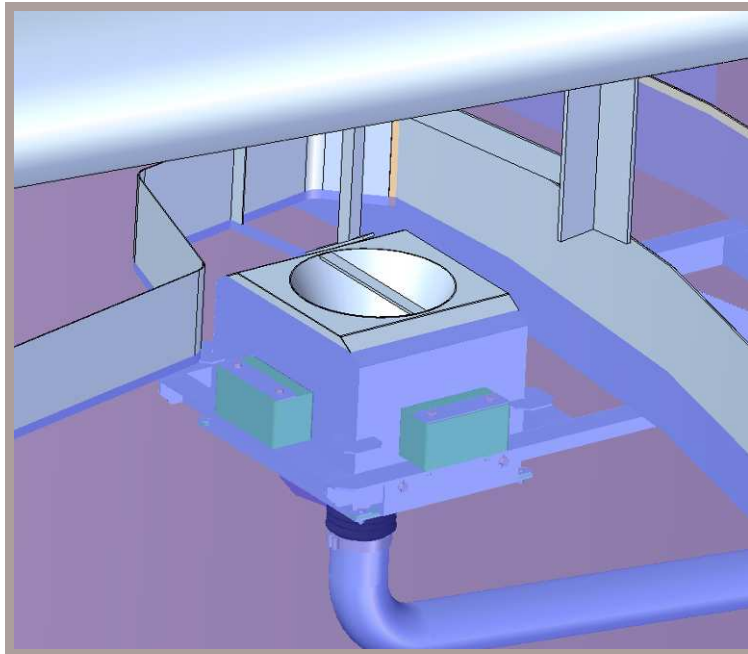
Dáno: $F_C = 252,8 \text{ N}$
 $k_j = 1,2$

$$F_B = F_C \cdot k_j = 288,6 \text{ N} \cdot 1,2 = 346,3 \text{ N}$$

Kde:	F_B	[N]	reálná síla
	F_C	[N]	celková síla
	k_j	[-]	bezpečnostní koeficient

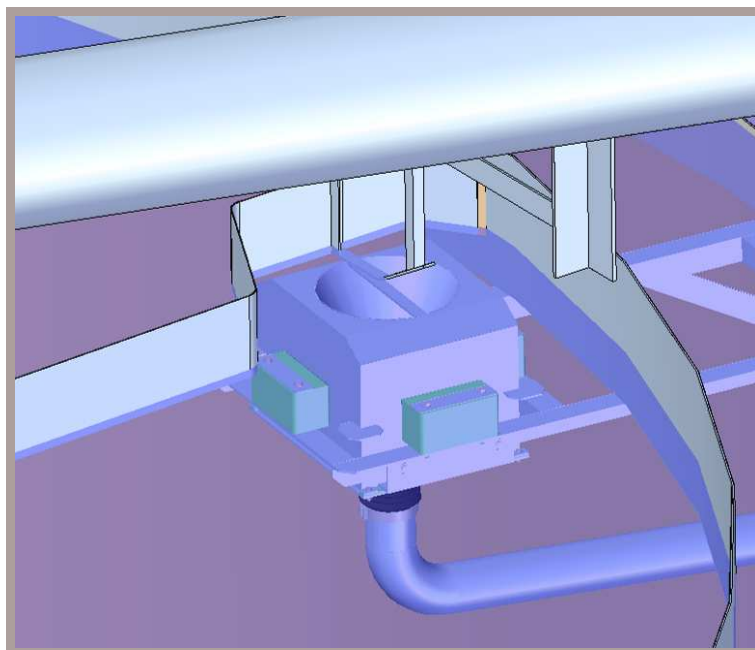
6 KINEMATIKA POHYBU JÍMKY

Na jímku, která je v 1. fázi nad hladinou, najíždí lyžina. Ta je umístěna těsně před stírací lištou. Lyžina je na přední straně ohnuta pod stejným úhlem, jaký je i na nájezdu na jímku. Díky tomu dochází k plynulému zatlačení jímky pod hladinu.



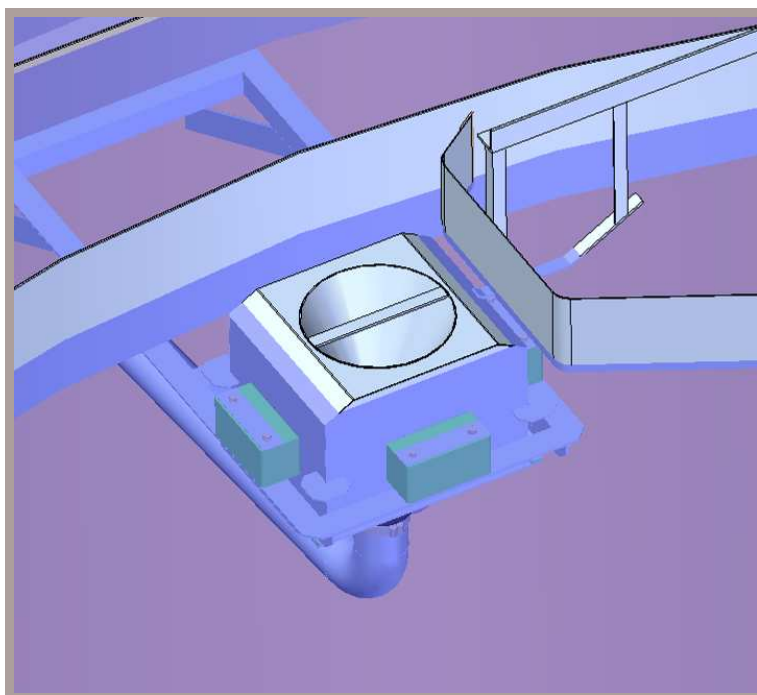
Obr. 24 1. Fáze - jímka před potopením

Ve 2. fázi je jímka zatlačena lyžinou pod hladinu. Plovoucí nečistoty, které se nachází v jejím okolí, jsou nasávány dovnitř a potrubím odcházejí mimo nádrž.



Obr. 25 2. Fáze - potopená jímka

V poslední fázi stírací lišta opustí prostor jímky a ta vyplave opět nad hladinu, díky vztlakové síle, která na ni působí.



Obr. 26 3. Fáze - vynošení jímky

7 ZÁVĚR

V průběhu práce byl vytvořen přehled současného stavu řešení jímacích zařízení. Z hlediska funkce převážné většiny nádrží není nutné úplně odstranit všechny nečistoty z hladiny nádrže, proto firmy neinvestují do nového vývoje. V České republice se v dnešní době hojně využívá zastaralé koncepce pevné jímkou, která zachycuje jen malé množství plovoucích nečistot. Problém je částečně řešen složitou konstrukcí stěrače hladiny.

V konstrukční části byly vytvořeny 3D modely tří různých variant řešení jímkou plovoucích nečistot v programu Solid Edge. Vybraná varianta byla detailně vyřešena z hlediska konstrukčního i funkčního. Lze ji s výhodou použít u všech typů nádrží. Pokud ji srovnáme s pevnou jímkou, je konstrukčně složitější, ale výrazně zjednodušuje konstrukci stěrače hladiny. Práce byla vytvořena s využitím dostupných informací z literatury a internetu. Byly splněny všechny vytyčené cíle bakalářské práce.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] TUČEK, F; CHUDOBA, J; KONÍČEK, Z. *Základní procesy a výpočty v technologii vody*. 2. vydání. SNTL Praha, 1988, 633 s.
- [2] MAZAL, L; POKORNÝ, M.: *Vodárny a čistírny*, 2. vydání., VUT Brno, 1992
- [3] SVOBODA, P; KOVÁŘÍK, R; BRANDEJS, J. *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 186 s. ISBN: 80-7204-212-2
- [4] LEINVEBER, J; ŘASA, J; VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*, 3. vydání. Praha Pedagogické nakladatelství Scientia, s.r.o., 2000. 985s ISBN 80-7183-164-6
- [5] INKOS CZ, s.r.o. - Výrobce a dodavatel technologické části čistíren odpadních vod. [online] [cit. 20. 3.2009] Dostupné z: <<http://www.inkos.cz/>>
- [6] KUNST, spol. s.r.o - Dodavatel technologické části čistíren odpadních vod. [online] [cit. 20. 3.2009] Dostupné z: <<http://www.kunst.cz/>>
- [7] HYDROPROJEKT CZ a.s. – Vodní stavby a vodní hospodářství. [online] [cit. 20 3.2009] Dostupné z <<http://www.hydroprojekt.cz/>>
- [8] FONTANA R, s.r.o - Výroba čistíren odpadních vod. [online] [cit. 25. 3.2009] Dostupné z: <<http://www.fontanar.cz/czech.html>>
- [9] SMEP, - Systém multimediální elektronické publikace. [online] [cit. 28. 3.2009] Dostupné z: <http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=131>
- [10] ANOX, - Hadicové spony [online] [cit. 25. 4.2009] Dostupné z: <<http://www.anox.cz/>>
- [11] EDELSTAHLSERVICE Sulz GmbH. [online] [cit. 25. 4.2009] Dostupné z: <<http://www.edelstahl-service-sulz.de/Start/Start.html>>
- [12] LEGA-INOX, spol. s r.o. - Nerezový hutní materiál [online] [cit. 25. 4.2009] Dostupné z: <<http://www.lega.cz/>>
- [13] SIMRIT – Gumová těsnění. [online] [cit. 27. 4.2009] Dostupné z: <<http://www.simrit.de/>>
- [14] BELT PLAST s.r.o. - Technické materiály na bázi organických polymerů. [online] [cit. 27. 4.2009] Dostupné z: <<http://www.beltplast.cz/>>
- [15] ARMAT spol. s r.o. - Nerezové armatury a potrubí. [online] [cit. 27. 4.2009] Dostupné z: <<http://www.armat.cz/>>

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Dosazovací nádrž [6]	13
Obr. 2 Separční zóny dosazovací nádrže	14
Obr. 3 Strojní vestavba dosazovací nádrže	15
Obr. 4 Přímá lišta [5]	17
Obr. 5 Jímka pevně uchycená k okraji nádrže [5]	18
Obr. 6 Jímka potopná.....	18
Obr. 7 Jímka pohybující se společně se stíráním hladiny [8]	19
Obr. 8 Pohyblivá jímka s čerpadlem [7]	19
Obr. 9 Varianta 1	20
Obr. 10 Varianta 2	20
Obr. 11 Varianta 3	21
Obr. 12 Model jímky	22
Obr. 13 Kuželové redukce na nátok od firmy Edelstahlservice [11].....	23
Obr. 14 Model držáku jímky.....	23
Obr. 15 Odtokové potrubí.....	24
Obr. 16 Model sestavy jímky.....	24
Obr. 17 Vodící kámen.....	25
Obr. 18 Montáž kamene k držáku.....	25
Obr. 19 Doraz	25
Obr. 20 Gumová manžeta	26
Obr. 21 Uchycení manžety	26
Obr. 22 Hadicová spona[10]	26
Obr. 23 Rozměry jímky	27
Obr. 24 1. Fáze - jímka před potopením	30
Obr. 25 2. Fáze - potopená jímka.....	30
Obr. 26 3. Fáze - vynoření jímky	31

10 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

a	[m]	délka jímky
b	[m]	šířka jímky
c	[m]	výška jímky
d ₁	[m]	průměr kužele
d ₂	[m]	vnitřní průměr trubky
e	[m]	výška úkosu
f	[m]	délka úkosu
F _B	[N]	reálná síla
F _C	[N]	celková síla
F _G	[N]	gravitační síla
F _{VZ}	[N]	vztlaková síla
g	[m.s ⁻²]	gravitační zrychlení
h	[m]	výška kužele
j	[m]	délka trubky
k _j	[-]	bezpečnostní koeficient
m _G	[kg]	hmotnost jímky
V ₁	[m ³]	objem kváдру
V ₂	[m ³]	objem mezi úkosy
V ₃	[m ³]	objem úkosů
V ₄	[m ³]	vnitřní objem trubky
V ₅	[m ³]	vnitřní objem kužele
V _C	[m ³]	celkový objem
ρ _v	[kg.m ⁻³]	hustota vody

11 SEZNAM SAMOSTATNÝCH PŘÍLOH

44000_SESTAVA JÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ

výkres