



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

KATALOG ČERPADEL PRO TLAKOVÉ STOKOVÉ SYSTÉMY

PUMP CATALOGUE FOR LOW PRESSURE SEWER NETWORKS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Klučka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Ručka, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Klučka
Název	Katalog čerpadel pro tlakové stokové systémy
Vedoucí práce	Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] BERÁNEK, Josef; PRAX, Petr. Tlaková kanalizace. Vyd. 1. Brno : NOEL 2000 s.r.o., 1998. 110 s. ISBN 80-86020-08-8.
- [2] ČSN EN 1671. Venkovní tlakové systémy stokových sítí. Praha : Český normalizační institut, 1998
- [3] ČSN EN 752. Odvodňovací systémy vně budov. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [4] Wastewater Technology Fact Sheet. U.S. EPA [online]. September 2002, EPA 832-F-02-006, [cit. 2011-12-08]. Dostupný z <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P10099Q2.txt>
- [5] Odborné články ze seminářů a konferencí

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci práce bude sestaven katalog čerpadel určených pro tlakové stokové systémy, které jsou dostupné na trhu v České republice a zahraničí. Jednotlivá čerpadla budou opatřena popisem a charakteristickými parametry, zejména s ohledem na návrh tlakové stokové sítě. Informace o jednotlivých čerpadlech budou v katalogu utříděny do pracovních listů.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Práce popisuje současnou situaci a zásady v navrhování a provozování TSS (Tlakové stokové systémy) v souladu s českými a evropskými normativními předpisy, charakteristiku a přehled TSS v České republice a zahraničí. Rešerše dále obsahuje rozdělení kalových čerpadel, jejich technické požadavky, vlastnosti a detailní průzkum testování čerpadel. Katalog obsahuje téměř 50 čerpadel od 17 různých výrobců. Nakonec jsou zdůrazněny nabyté zkušenosti a možnosti dalšího řešení dané problematiky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tlaková kanalizace

Požadavky

Parametry čerpadla

Prohlášení

ABSTRACT

The thesis describes the actual situation and principles in designing low pressure sewer networks in accordance with czech and european standards, characteristics and overview of low pressure sewer systems in the Czech republic and abroad. Next part includes the separation of sewage pumps, their technical requirements, properties and detailed exploration of pump testing. The catalogue contains almost 50 pumps from 17 different manufacturers. Finally, the experience gained and the possibilities of further solution of the given problems are emphasized.

KEYWORDS

Low pressure sewer

Requirements

Pump parameters

Declaration

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Tomáš Klučka *Katalog čerpadel pro tlakové stokové systémy*. Brno, 2017. 57 s., 50 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního
hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 21. 5. 2017

Tomáš Klučka
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 21. 5. 2017

Tomáš Klučka
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Ručkovi, Ph.D. za pečlivé vedení a pomoc s úpravami práce.

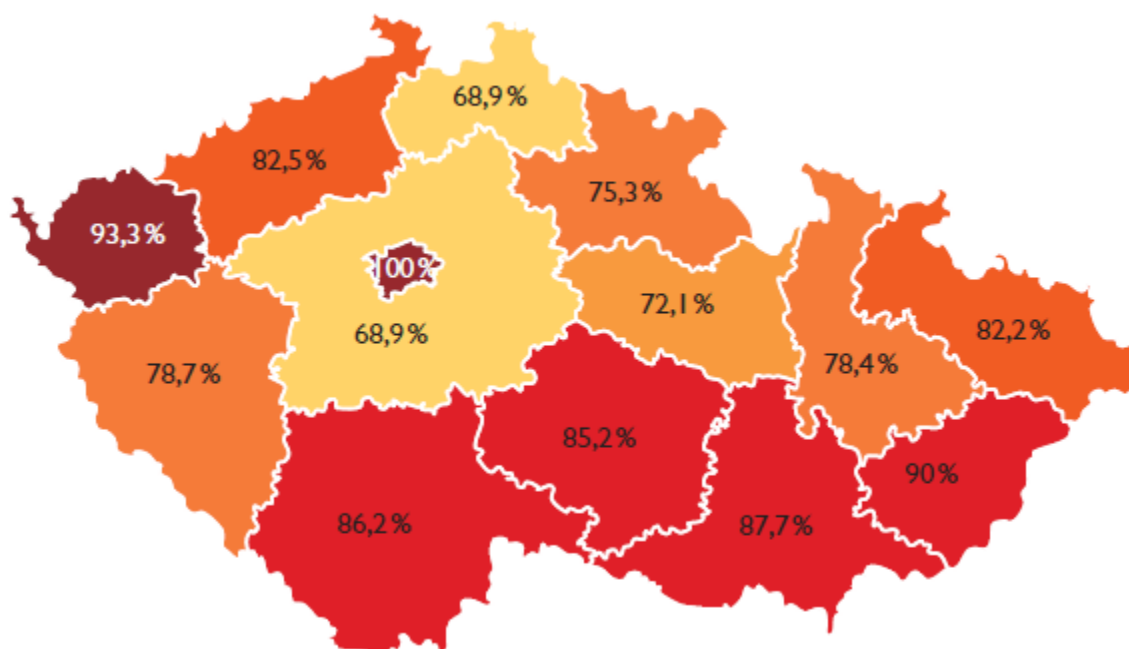
Obsah

1	ÚVOD.....	9
1.1	SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY.....	10
1.1.1	Charakteristické problémy.....	11
1.1.2	Přehled TSS v ČR a zahraničí.....	12
1.2	CÍL PRÁCE.....	12
2	TLAKOVÉ STOKOVÉ SYSTÉMY.....	13
2.1	LEGISLATIVNÍ RÁMEC.....	13
2.2	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY.....	13
2.2.1	Hlavní části systému.....	14
2.2.2	Základní požadavky.....	14
2.2.3	Funkční požadavky.....	14
2.2.4	Návrhové požadavky.....	15
2.3	ZÁSADY PŘI NÁVRHU TSS.....	16
2.3.1	Ukládání potrubí.....	17
2.3.2	Proplachování.....	17
2.4	NÁVRH ČERPACÍ STANICE.....	18
2.4.1	Povinné náležitosti ČS.....	18
2.4.2	Vybavení ČS.....	18
2.5	SPRÁVNÁ FUNKCE ČERPADEL.....	22
3	ČERPADLA PRO TLAKOVÉ STOKOVÉ SYSTÉMY.....	24
3.1	HLAVNÍ PARAMETRY ČERPADLA.....	25
3.1.1	Dopravní výška (měrná energie) čerpacího systému.....	26
3.1.2	Otáčky čerpadla.....	27
3.2	PŘIDRUŽENÉ PARAMETRY ČERPADLA.....	28
3.2.1	Sací schopnost čerpacího systému.....	29
3.2.2	Účinnost hydrodynamického čerpadla.....	31
3.3	ROZDĚLENÍ ČERPADEL.....	31
3.3.1	Hydrostatické větvenové čerpadlo.....	31
3.3.2	Hydrodynamické odstředivé čerpadlo.....	34
3.3.3	Srovnání čerpadel.....	36
3.4	TECHNICKÉ POŽADAVKY NA ČERPADLA.....	38
3.4.1	Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti.....	38
3.5	PROHLÁŠENÍ O SHODĚ.....	41
3.5.1	Regulovaná a neregulovaná sféra.....	41
3.5.2	Harmonizovaná a neharmonizovaná sféra.....	42
3.5.3	Označení CE.....	42
3.5.4	ES prohlášení o shodě pro strojní zařízení.....	42
3.6	PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH.....	43
3.6.1	Obsah prohlášení o vlastnostech.....	43
3.6.2	Poskytování prohlášení o vlastnostech.....	44

3.7	POUŽITÍ ČERPADEL	44
3.8	KATALOG ČERPADEL	45
3.8.1	Parametry odstředivých čerpadel	45
3.8.2	Parametry vřetenových čerpadel.....	46
4	DOPORUČENÍ A ZÁVĚR	48
4.1	DOPORUČENÍ	48
4.2	ZÁVĚR	48
4.2.1	Tlakové stokové systémy.....	48
4.2.2	Čerpadla.....	48
5	POUŽITÁ LITERATURA	50
	SEZNAM TABULEK	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	55
	SEZNAM PŘÍLOH	56
	SUMMARY	57

1 ÚVOD

V roce 2011 bylo v České republice připojeno na kanalizaci 82,6 % z celkového počtu obyvatel. Celková délka všech kanalizací podle Českého statistického úřadu je 42752 km (v roce 2012). Toho bylo dosaženo především odkanalizováním území s vysokou hustotou osídlení a území s vhodnou morfologií terénu na stavbu klasické gravitační kanalizace. Při odkanalizování zbývajících 17,4 % obyvatel nastávají problémy při efektivnosti návrhu gravitační kanalizace. Území, kde se tihle obyvatelé nacházejí, jsou často zřídka osídlené, morfologie terénu není optimální pro stavbu gravitační kanalizace a tak se na těchto územích stává tradiční odkanalizování neekonomické, těžko realizovatelné až nerealizovatelné. [10]



Obr. 1.1 Obyvatelé bydlící v domech připojených na kanalizaci v roce 2011 [10]

Alternativní způsoby odvádění odpadních vod mohou být cestou, která vede ke snížení investičních nákladů a ke zrychlení realizace investičního záměru. [2]

Alternativní způsoby odvádění odpadních vod jsou:

- Tlaková kanalizace
- Podtlaková kanalizace
- Maloprofilová kanalizace

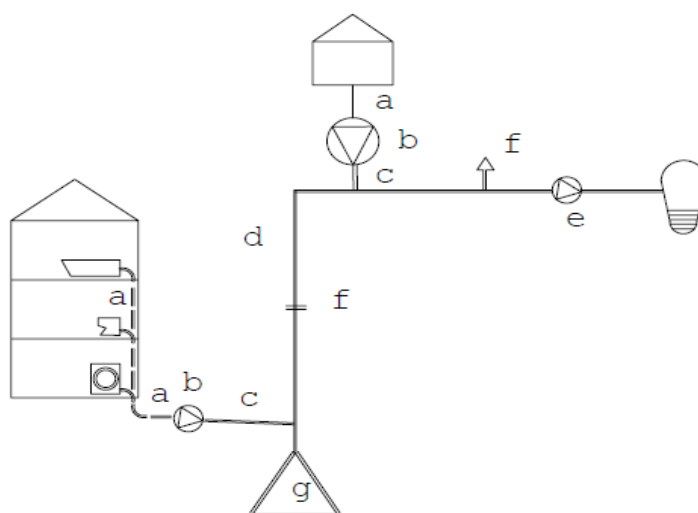
Tlakové odkanalizování je založené na principu přetlaku uvnitř větvené či okružové trubní dopravní sítě. Dopravované splašky do systému dodávají čerpadla umístěné v čerpací jínce, stejně jako vyvozují vnitřní přetlak (cca 20 – 50 m.v.s.). Systém se doporučuje pro ploché nebo mírně zvlněné území. [2]

Tlaková kanalizace se skládá z těchto objektů (konstrukčních prvků), funkčně seřazených po toku splašků k ČOV, nebo k místu jejich napojení na gravitační síť:

- a) Domovní kanalizace a domovní přípojka
- b) Domovní čerpací jímka
- c) Tlaková kanalizační přípojka
- d) Tlakové kanalizační rady

V případě potřeby jsou sítě doplněny o tyto objekty:

- e) Veřejné čerpací stanice - jsou někdy zařazeny do sítě v případě členitějšího terénu
- f) Objekty na tlakových kanalizačních řadech (vzdušníky, kalníky, čistící a měřící vstupy, atd.)
- g) Stanice tlakového vzduchu [2]



Obr. 1.2 Schéma tlakové kanalizace [2]

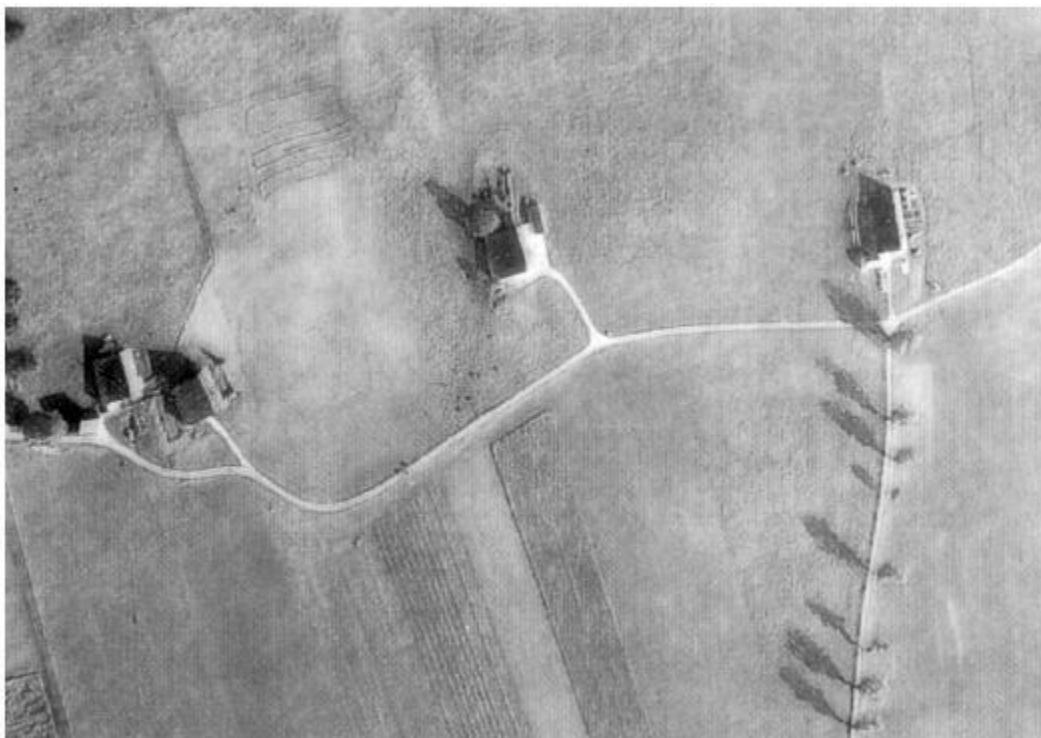
1.1 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

Díky technologickému vývoji čerpacích technologií vznikly alternativní způsoby odvádění kanalizačních odpadních vod. I když jsou tyto způsoby provozně i technologicky náročnější, řeší velké spektrum problémů s gravitačními systémy.

Tlakové kanalizační systémy (dále TSS) slouží k odvedení odpadní vody díky tlaku, takže dovede kopírovat terén a vyhýbat se překážkám. Hned po gravitačních systémech stok patří k nejpoužívanějším a nejvhodnějším odvádění odpadních vod, na dešťové vody systémy nepoužíváme, protože by šlo o příliš drahé řešení. Systém tak vyžaduje oddílnou kanalizační stoku, která je nákladnější, ale ekologičtější a umožňuje dodatečné využití dešťových vod.

O TSS uvažujeme v případě že, je:

- zřídka osídlená území;
- rovinaté podmínky – nedostatečný sklon;
- vysoká hladina podzemní vody;
- nevhodné základové poměry;
- nepravidelný přítok odpadních vod (např. z autokempů);
- nákladná obnova vozovek apod.;
- výskyt velkého počtu inženýrských sítí.



Obr. 1.3 Území vhodné pro tlakovou kanalizaci [2]

1.1.1 Charakteristické problémy

Nevýhodou TSS je nezbytnost oddílné stokové soustavy, protože lze odvádět jen splaškové vody. Z ekonomických důvodů se neodvádí vody dešťové. Navrhování se tak přizpůsobuje modernímu myšlení zadržování a hospodaření s dešťovými vodami.

Kritické místo systému je sběrná jímka, kde se čerpají odpadní vody do stokové sítě. Toto místo musí být vhodně navrženo tak, aby bylo možno pečlivě kontrolovat odpad přicházející společně s odpadní vodou (hlavně tuky, vláknité části – ubrousky, hadry atd.), neboť funkce čerpadel většinou negativně ovlivňuje právě tenhle vliv.

Další důležitý krok v navrhování TSS je snaha dosáhnout tzv. samočisticí schopnosti potrubí. V případě, že není dodržena maximální doba zdržení, je zapotřebí systém vyčistit vodou nebo tlakovým vzduchem.

Je třeba mít na paměti, že systém odkanalizování alternativními cestami vede ke zvolení vhodné technologie a návrhu parametrů čistírny odpadních vod. Při zdejší návrhu je nutno rozdělit jiný režim látkového a hydraulického zatížení na rozdíl od typických gravitačních stokových sítí. Při napojení tlakového systému rovnou na čistírnu odpadních vod je potřeba sledovat maximální přítoky ze sítě, především s přihlédnutím na látkové a hydraulické zatížení. [2]

1.1.2 Přehled TSS v ČR a zahraničí

TSS je relativně nová technologie, která se začala využívat v zemích, kde byly velké problémy s aplikací gravitační kanalizace v terénu. Patří mezi ně například Švýcarsko, Nizozemsko a Maďarsko. Právě v Maďarsku se tlaková kanalizace ověřila. [3]

V ČR se tlaková kanalizace začíná budovat od 1. poloviny devadesátých let 20. století. Odhaduje se, že v ČR je vybudováno několik desítek tlakových, podtlakových a ostatních alternativních systémů do 1000 km. Podle Českého statistického úřadu zatím nelze statisticky jednoznačně vyhodnotit počet hotových alternativních systémů odkanalizování. Zaznamenané systémy jsou v desítkách kolem 30 – 40, ale dochází ke zkreslení výsledků. Z celkové délky kanalizací to představuje 2,3%. [31]

Nicméně i přes řadu výhod oproti starším gravitačním stokám jsou stále vnímány jako technologie náročné jak na provoz, tak se zvýšeným výskytem poruch a provozních vad. Hlavní problémy, které nastávaly, byly zejména poruchy v elektroinstalaci, čerpadlech, výskytu zápachu na výtoku z tlakového do gravitačního potrubí nebo provoz tlakových stokových sítí. [31]

V Polsku byl prováděn průzkum spolehlivosti tří různých stokových systémů (tlakový, podtlakový, gravitační). V TSS byla čerpadla zodpovědná za 90% selhání, kde v 67% případů bylo na vině kontrolní zařízení. V tomto výzkumu ale bylo 70% všech poruch způsobeno hlavně nesprávnou manipulací. [4]

Pro tlakovou kanalizaci se nejčastěji používá jako materiál PVC, PE nebo litina, protože jsou proti korozi odolnější než beton. [5]

1.2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je vytvořit katalog čerpadel pro TSS, které jsou dostupné na českém trhu. Čerpadla budou doplněna popisem a charakteristickými parametry. Práce bude dále obsahovat technické požadavky na čerpadla a průzkum testování čerpadel.

2 TLAKOVÉ STOKOVÉ SYSTÉMY

2.1 LEGISLATIVNÍ RÁMEC

Základními předpisy v této problematice jsou normy a zákony:

ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky

Tato norma stanoví podmínky pro navrhování, posuzování, provádění a sanaci gravitačních stokových sítí a kanalizačních přípojek, včetně objektů na nich. Norma je určena pro veřejnou kanalizaci a odvodnění veřejných pozemních komunikací.

ČSN EN 1671 – Venkovní tlakové systémy stokových sítí

Tato evropská norma stanovuje všeobecné požadavky na funkci, navrhování, provádění, obsluhu a údržbu venkovních systémů stokových sítí.

ČSN EN 12056-4 – Gravitační systémy – Část 4: Čerpací stanice odpadních vod – Navrhování a výpočet

Norma platí pro vnitřní kanalizaci v budovách pro bydlení, občanskou vybavenost a ve výrobních budovách. Tato norma stanovuje požadavky pro projektování, obsluhu a údržbu čerpacích stanic domovních v rámci vnitřní kanalizace pro splaškové vody s fekáliemi nebo bez nich a pro dešťové vody.

ČSN EN 805 – Vodárenství – Požadavky na vnější sítě a jejich součásti

Evropská norma určená pro vodovody, která stanovuje způsob zkoušení tlakových potrubních sítí.

Zákon č. 274/2001 Sb. Zákon o vodovodech a kanalizacích

Tento zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu veřejných vodovodů a kanalizací.

ČSN EN 752 – Odvodňovací systémy vně budov

Norma stanovuje cíle pro odvodňovací systémy vně budov, dále funkční požadavky k dosažení těchto cílů, jakož i zásady strategie a politiky (postupů) vztahených na plánování, navrhování, provádění, obsluhu, údržbu a sanaci.

2.2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Tlakový systém stokových sítí (TSS): Systém k dopravě splaškových (domovních) odpadních vod jediným výtlakem nebo rozvětvenou tlakovou trubní sítí, na jejímž začátku (proti proudu) je vždy osazen zdroj tlaku. Předávacím bodem je místo, kde celkový průtok z tlakového systému při atmosférickém tlaku vytéká, např. uklidňovací kanalizační šachta, gravitační stoka nebo čerpací jímka. [1]

Tlakový systém je velmi komplexní systém a správná funkce se odvíjí od návrhu a správné funkce všech jeho dílčích prvků. Protože se jedná o dopravu odpadní vody za pomoci tlaku,

musí být systém navržen tak, aby efektivně, spolehlivě a dlouhodobě dopravoval médium, byl plně automatizovaný a uzpůsobený pro manipulaci s odpadní vodou.

Pokud je třeba, navrhuje se na síti čerpací stanice, které udržují potřebný průtok v síti. Jednotlivé úseky tvoří souvislou větev. V zastavěné oblasti tvoří tyto souvislé úseky větvenou nebo kruhovitou síť, avšak v síti se může objevit i samostatný výtlačný řad. [7]

2.2.1 Hlavní části systému

Tlakový systém stokových sítí se sestává z těchto hlavních částí:

- sběrná jímka;
- zdroj tlaku;
- čerpadla;
- automatické tlakové stanice;
- tlakové potrubí;
- trubní spoje;
- uzavírací armatury. [1]

2.2.2 Základní požadavky

Základní požadavky na TSS jsou:

- nesmí dojít k ohrožení zdraví obyvatelstva;
- nesmí dojít k ohrožení zdraví obsluhy;
- musí být zajištěna požadovaná životnost a celistvost stavebního provedení. [1]

2.2.3 Funkční požadavky

Funkční požadavky na TSS jsou:

- provozování musí být bez nebezpečí ucpávání;
- musí se vyloučit povodňové stavy nebo musí být omezeny na určité stavy a četnosti stanovené v národních a místních předpisech;
- má být zabráněno přetížení přítokových gravitačních stok nebo má být přetížení omezeno na stanovené hodnoty a četnosti;
- nesmí být ohroženy stávající přilehlé budovy a zařízení a sítě technického vybavení;
- na tlakovém potrubí musí být prováděny tlakové zkoušky v souladu s funkčními požadavky;
- nemají unikat pachy a vznikat další obtíže;
- musí být zajištěna přístupnost pro obsluhu a údržbu. [1]

Po výpadku elektrického proudu musí zdroje tlaku automaticky obnovit svou činnost.

Musí být navržen akustický a/nebo optický poplachový systém, signalizující provozní poruchy.

V systému musí být dodrženy návrhové hodnoty, tj. minimální rychlost a maximální přípustná doba zdržení odpadních vod v potrubí. [1]

2.2.4 Návrhové požadavky

Potrubí

Tlaková kanalizační síť se navrhuje z trub PN 10 minimální jmenovité světlosti DN 80, v případě mělničího systému je možno za minimální profil považovat DN 50. Americké parametry uvádějí u přípojek typickou světlost 32 mm. V praxi se vyskytují světlosti od 19 do 38 mm. Navrhované minimální dimenze souvisí od zvoleného systému. K nejmenším je možno přikročit u systému předřazených septiků. [2]

Vnitřní průměr tlakového potrubí musí odpovídat minimálně vnitřnímu průměru výtlačného hrdla čerpadla. Ve směru proudění nesmí dojít k zúžení profilu.

Je třeba brát v úvahu, že může dojít k ucpání ve sběrné jímce a/nebo v čerpadle v důsledku sacích účinků v potrubním systému (sifonový efekt). [1]

Potrubí a spoje musí být odolné proti:

- mechanickým, chemickým a biologickým vlivům;
- teplotám vody až 35°C.

Minimální rychlosti

Za účelem snižování nebezpečí usazování a ulpívání pevných látek je nezbytné, aby bylo dosaženo nejméně jednou za 24 hodin minimální průtočné rychlosti 0,7 m/s.

Návrh je třeba provést tak, aby minimální rychlost byla:

- v domovních přípojkách a sběrném potrubí do DN 100: 0,7 m/s
- ve sběrném potrubí do DN 150: 0,8 m/s
- ve sběrném potrubí do DN 200: 0,9 m/s. [7]

U domovních přípojek jsou předepsány minimální průtoky $Q_{s,min}$:

- DN 65: ca. 2,0 l/s;
- DN 32: ca. 0,6 l/s. [7]

Pokud čerpadly nelze dosáhnout požadovaných rychlostí v potrubí, je potřeba uvažovat o použití tlakovzdušného systému k periodickému proplachování TSS. [1]

Dimenzování tlakového potrubí

Nejmenší jmenovitá světlost výtlačného potrubí pro dopravu splaškových vod je DN/ID 150; ve výjimečných případech DN/ID 80 (DN/OD 90), pokud je chráněno proti ucpávání (čerpadlem s řezacím nebo drtícím zařízením) a umožněno čištění potrubí. Jmenovitá světlost výtlačného hrdla čerpadla nesmí být větší než jmenovitá světlost potrubí. [8]

Národní a místní předpisy mohou stanovovat minimální vnitřní průměry tlakové kanalizace. Různými zdroji tlaku mohou být tyto minimální vnitřní průměry ovlivněny.

Systém není nutno navrhovat na stav, kdy běží současně všechna čerpadla, protože ten může nastat jen po výpadku elektrického proudu, a proto není běžným provozním stavem. [1]

Maximální doba zdržení

Odpadní vody by neměly zůstat v systému déle než 8 hodin, aby bylo zabráněno tvorbě plynu v systému. Tato doba se může lišit v závislosti na národních a místních předpisech a místních podmínkách. [1]

Havarijní podmínky

Objem havarijního vzduší, například při výpadku elektrického proudu, může zajistit samotná sběrná jímka a popřípadě gravitační potrubí, které do ní ústí. Havarijní objem musí odpovídat přinejmenším 25% celkového průměrného denního přítoku odpadní vody. Tento objem se počítá nad obvyklou spínací hladinou čerpadel. [1]

Zásobování elektrickou energií

Při navrhování je třeba zajistit dostatečné zásobování celého systému elektrickou energií. [1]

2.3 ZÁSADY PŘI NÁVRHU TSS

Projektant má brát v potaz všechny možné a známé budoucí změny a expanzi systému, aby bylo zabráněno provozním potížím.

Dimenzování tlakových potrubí pro systém závisí na průtoku v tlakovém potrubí a na čerpané délce. Průtok závisí na kapacitě a četnosti spínání každého čerpadla, na počtu současně čerpajících čerpadel a na přítoku do každé sběrné jímky. [1]

Návrh a výpočet plánovaného řešení by se měl držet následujících částí:

- technická zpráva se situací;
- určení pracovních bodů čerpadel a čerpacích stanic tlakového vzduchu a určení charakteristiky potrubí;
- celkový situační plán tlakové kanalizační sítě;
- hydraulický výpočet TSS;
- podélný profil TSS;
- stanovení rozpočtu a objemu materiálu;
- výkresy objektů a seznam dotčených pozemků. [7]

Aby se dosáhlo určité průtočné rychlosti při dané geodetické výšce h_g v m, je mezi začátkem a koncem potrubí nutná dopravní výška čerpadla h_{celk} v m:

$$h_{celk}=h_g+h_z \quad [m] \quad (2.1)$$

Kde h_z jsou tlakové ztráty v m (ztrátová výška), které se dělí na dvě části, na ztráty třením h_{zt} v m a místní h_{zm} v m:

$$h_z=h_{zt}+h_{zm} \quad [m] \quad (2.2)$$

nebo

$$h_z = \lambda \frac{l v^2}{d 2g} + \xi \frac{v^2}{2g} \quad [\text{m}] \quad (2.3)$$

kde λ je součinitel, který vypočteme z rovnice podle Colebrooka a je závislý na Reynoldsově čísle a drsnosti potrubí, je bez rozměru;

- d vnitřní průměr potrubí, v m;
- g gravitační zrychlení, v m/s^2
- l délka potrubí, v m;
- v průtočná rychlost, v m/s;
- ξ součinitel místních ztrát v potrubí, bez rozměru. [1]

Při výpočtu h_{celk} pro různé průtoky a grafickém vynášení výsledků do diagramu dopravních výšek obdržíme křivku, která se obvykle nazývá charakteristika systému (charakteristika potrubí).

Průsečík charakteristiky systému (rovnice 2.1) a charakteristiky zvoleného čerpadla (jsou uvedeny v podkladech výrobce čerpadel) je provozním bodem čerpadla v systému, z něhož odvozený průtok se používá pro výpočet průtočné rychlosti v potrubí. [1]

Při určení pracovního bodu předpokládáme, že potrubí je plně zaplněné. [7]

V uzavřených systémech potrubí, kde nejsou umístěny odvzdušňovací ventily, se ve stoupání v každém nejvyšším bodě rozmístí odvzdušňovací armatury (vzdušník). V těchto výškových bodech by se jinak tvořily bubliny plynu, které zmenšují průtočný profil. Při návrhu musí být provedeno posouzení proti možným vodním rázům. [7]

2.3.1 Ukládání potrubí

Pravidla a doporučení pro ukládání potrubí jsou:

- potrubí musí být chráněno proti zamrznutí v souladu s místními požadavky;
- oblouky, přípojky a uzavírací armatury je nutno vhodným způsobem stabilizovat;
- pokud možno je třeba se vyvarovat ostrých směrových lomů, aby bylo zabráněno ucpávání;
- je třeba brát zřetel na síly působící v prázdném potrubí a provádět opatření proti možnému vztlaku;
- trubní spoje musí být vhodné pro zvolené potrubí. [1]

2.3.2 Proplachování

Čištění tlakové kanalizace není při ideálním návrhu nezbytné. Pokud je potřeba, lze provést proplachování tlakového potrubí buď vodou, nebo vzduchem. [1]

Proplachování neslouží k dopravě odpadních vod, nýbrž:

- systémům, které z určitých důvodů nemohou dodržet minimální průtočnou rychlost pro proplachování (samočištění) nebo maximální dobu zdržení;

- systémům s velmi nerovnoměrným přítokem odpadních vod (např. u autokempů). [1]

Proplachování reguluje a zlepšuje průtočnost v tlakovém potrubním systému, ve kterém zavádění vzduchu nebo vody do systému má následující účinky:

- zkrácení doby zdržení odpadních vod;
- minimalizace tvorby H_2S ;
- uvolňování usazenin a inkrustací působením vysoké proplachovací rychlosti. [1]

Proplachovací odbočky (přípojky) mají být osazeny tak, aby účinek proplachování na tlakový potrubní systém byl co největší. [1]

Proplachovací odbočky se umísťují proti proudu na začátku každého úseku, aby mohl být případně každý úsek proplachován. [9]

Mezi vodovodním tlakovým systémem pitné vody a tlakovým systémem stokových sítí nesmí být žádné propojení. [1]

2.4 NÁVRH ČERPACÍ STANICE

Čerpací stanice musí být přístupné po zpevněných komunikacích a je nutné v okolí čerpací stanice vybudovat manipulační prostor pro obslužnou techniku. Dále je doporučeno objekt oplotit. Obecně se čerpací stanice navrhují dle ČSN EN 752. Následně je nutné dodržovat specifické požadavky vlastníka a provozovatele kanalizace, které je třeba respektovat při návrhu všech čerpacích stanic. V současnosti době se čerpací stanice navrhují výhradně s automatickým provozem a s dálkovou kontrolou z místa dispečinku. [20]

2.4.1 Povinné náležitosti ČS

Přesné požadavky na budování čerpací stanice si určuje každý vlastník a provozovatel stokové sítě. Tyto informace lze najít v technických standardech dané společnosti, pro kterou čerpací stanice bude vybudována. Požadavky se můžou vztahovat na čerpací stanici (objekt ČS, umístění čerpadel, výrobce, minimální průchodnost oběžným kolem, spínání čerpadel, havarijní rezervu, připojení na mobilní zdroj energie, jističe) a na výtlač (materiál, minimální DN, minimální rychlost a minimální sklon). [20]

2.4.2 Vybavení ČS

Vnitřní vybavení ČS se doporučuje z korozivzdorných materiálů. Dále je doporučeno, aby byla vybavena řídicím systémem a přenosem dat. U větších ČS se doporučuje umístit i hygienické zařízení a WC.

Čerpací stanice je tvořena následujícími objekty:

- čerpací jímka;
- manipulační komora;
- přívodní potrubí (na vtoku musí být osazen česlicový koš);

- výtlačné potrubí.

Strojní vybavení ČS tvoří:

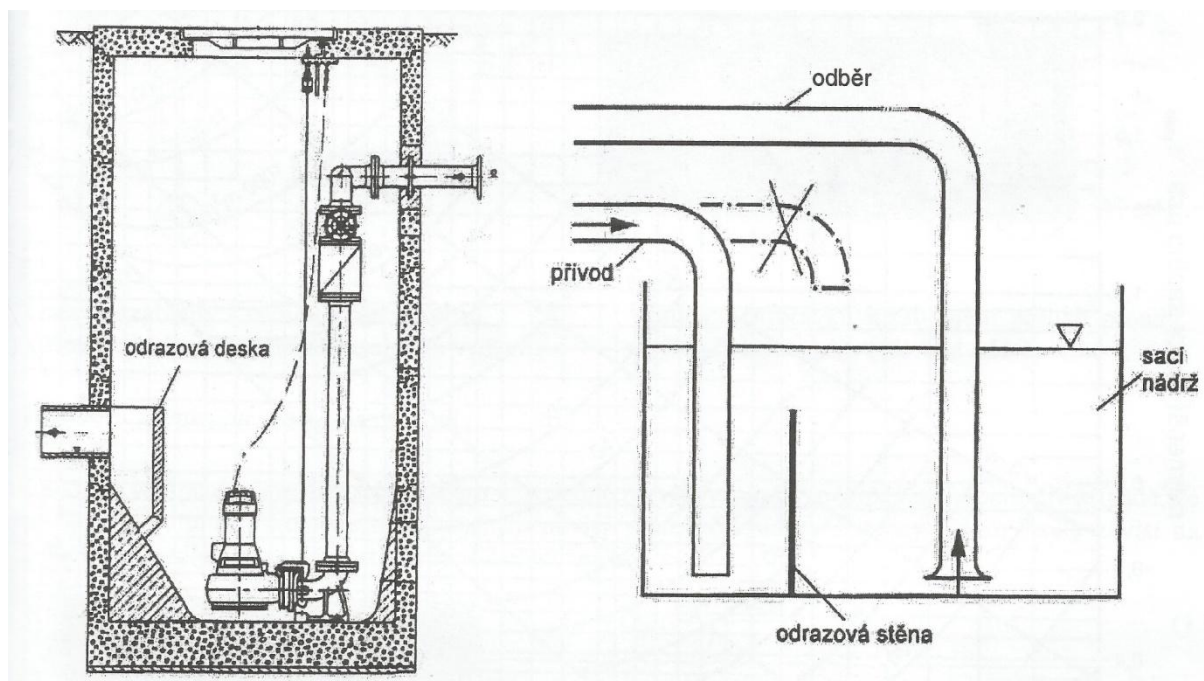
- čerpadla;
- zvedací zařízení pro čerpadla;
- armatury a ovládací prvky;
- příslušné úseky sacího a výtlačného potrubí. [20]

Čerpací jímka

Čerpací jímka musí být umístěna níž, než je přívodní potrubí. Kapacita jímky je navržena tak, aby nedocházelo k častému spouštění čerpadel, které je zbytečné. Ideální je dimenzovat jímku tak, aby čerpadla byla spouštěna dle doporučení výrobce. Jímka musí být dále řešena jako vodotěsná a staticky posouzená tak, aby nedošlo k jejímu vyplavení spodní vodou. Je nutné, aby bylo dno jímky vyspádované směrem k čerpadlu. Vstup do jímky bývá řešen vetknutým nerezovým žebříkem. Nad maximální hladinou bývá umístěna podesta, nad níž je vyvedeno potrubí a umístěny armatury. [20]

Vzdálenost mezi přívodním potrubím do sací jímky a sacím potrubím čerpadla musí být dostatečně velká, aby se vyloučil vstup vzduchu, popř. vzdušných vírů do přívodu čerpadla; vhodné je oddělení obou potrubí stěnou (obr. 2.1), popř. zamezení tvorby vzduchových vírů a jejich vstupu do čerpadla vodorovnou (plovoucí) stěnou, která je jednoduchým, velmi účinným opatřením.

Vstup kapaliny do sacího potrubí čerpadla musí být trvale pod vodou v co možná největší hloubce. Při nedostatečné hloubce zaústění sacího potrubí v jímce se mohou tvořit na hladině víry (trychtýře se vzdušným jádrem, vzduchové hadice), ty mohou pronikat od hladiny do sacího potrubí, což způsobuje velmi neklidný běh čerpadla spojený s poklesem jeho výkonu, rázy a vibracemi. [18]



Obr. 2.1 Příklady uspořádání sací jímky k zamezení vstupu vzduchu do čerpadla [18]

Manipulační komora

Její návrh je závislý na volbě osazení čerpací techniky. Pokud je čerpací technika umístěna v suché jímce, pak je manipulační komora přímo v prostoru suché jímky. V případě mokré jímky, je nutné vybudovat manipulační komoru. Ideálně nad úroveň terénu. Manipulační komora musí být vybavena zařízením pro zdvihání čerpadel a armatur. [20]

Výtlačné potrubí

Návrh výtlačného potrubí musí dle ČSN EN 752 obsahovat:

- volbu trasy;
- volbu průměru
- podtlaky a přetlaky, jakož i vnější zařízení;
- volbu materiálu;
- osově síly;
- objekty vyústění výtlačných potrubí;
- opatření pro omezení zahnívání odpadních vod;
- prostor pro armatury;
- celkové náklady. [19]

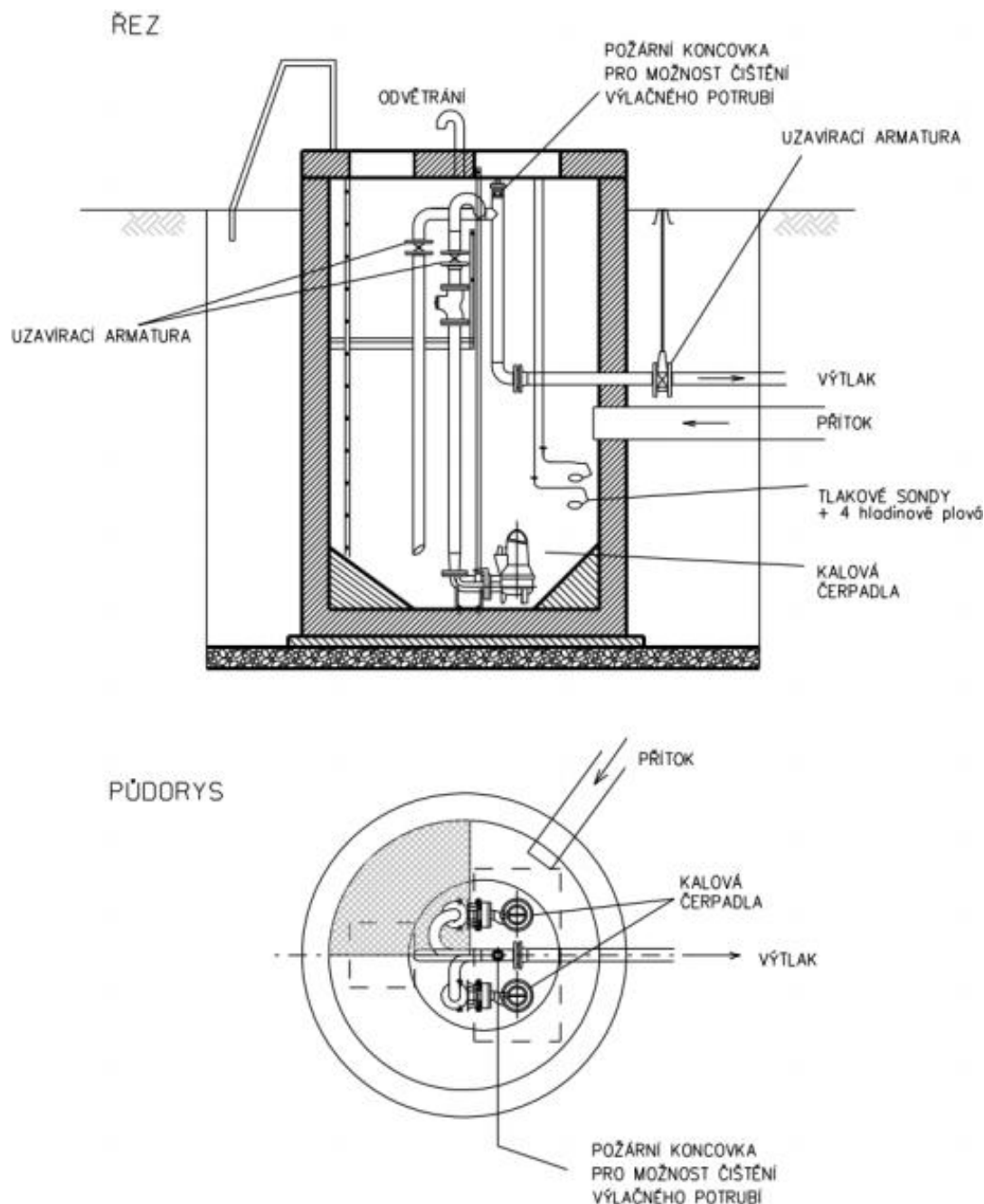
Napojení na elektrickou síť

Čerpací stanice musí být připojena na elektrickou síť. Návrh jističů a zásuvek souvisí s volenou čerpací technikou a také velikostí ČS. Volbu jištění a místo umístění zásuvky (ve sloupku či v jímce) je nutné zkontrolovat s provozovatelem.

Signalizace chodu

Minimální rozsah nutných přenosů k provozovateli:

- čerpadlo 1 – chod, porucha;
- čerpadlo 2 - chod porucha;
- max. hladina provozní;
- max. hladina porucha;
- ztráta napětí;
- sdružená porucha;
- vstup do objektu. [20]



Obr. 2.2 Vzorové vybavení malé kanalizační čerpací stanice [21]

2.5 SPRÁVNÁ FUNKCE ČERPADEL

Úlohou dimenzování je společný návrh parametrů jednotlivých čerpadel a profilů jednotlivých úseků potrubí. Tyto parametry musí být navrženy v rovnováze. U TSS může mít nejen poddimenzování, ale také předimenzování profilů potrubí či čerpadel nepříjemné provozní následky. Návrh odstředivých čerpadel s nedostatečným výkonem má za následek nedostatečné minimální unášecí rychlosti, v extrémním případě až neschopnost čerpadla překonat tlak v potrubí a čerpat vodu do sítě. Naopak předimenzování trubních řadů vede ke zvýšení doby zdržení vody v potrubí a může způsobit zhoršení její čistitelnosti na čistírně

odpadních vod (ČOV), případně pachové problémy či zanášení potrubí sedimentem z odpadní vody. [6]

Základní otázky, které je potřeba při návrhu TSS s ohledem na potřebný výkon čerpadel a optimální dimenze potrubí řešit, jsou následující:

- kolik čerpadel v síti bude najednou spuštěno při „běžných podmínkách“ ve smyslu ustanovení ČSN EN 1671;
- jaký je návrhový průtok daného úseku potrubí;
- jaké budou odpovídající hydrodynamické tlaky v jednotlivých místech tlakové stokové sítě. [6]

Tab. 2.1 Jmenovitá světlost výtlačného potrubí [17]

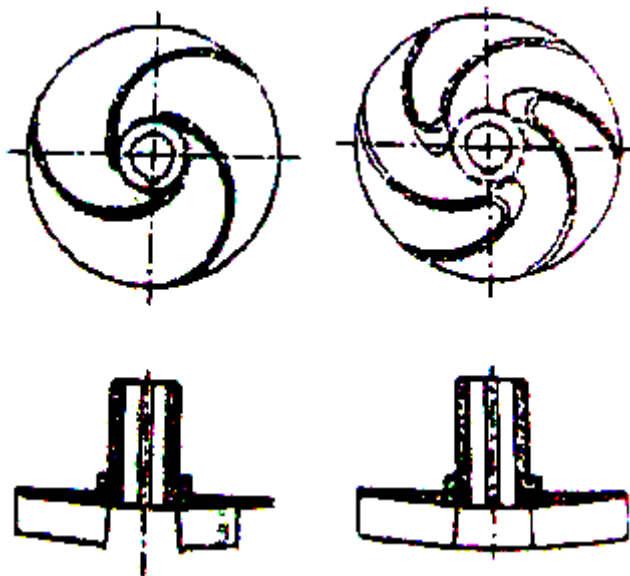
Typ čerpací stanice odpadních vod	Nejmenší jmenovitá světlost výtlačného potrubí
Čerpací stanice odpadních vod s fekáliemi bez mělniče fekálií	DN 80
Čerpací stanice odpadních vod s fekáliemi s mělničem fekálií	DN 32

3 ČERPADLA PRO TLAKOVÉ STOKOVÉ SYSTÉMY

Čerpadlo je jedno z nejdůležitějších součástí TSS. Je osazeno u sběrné jímky a vyvozuje tlak pro dopravu odpadních vod potrubním systémem. Na vybraných místech mohou být napojeny automatické tlakové stanice (ATS) pro doplnění tlakového vzduchu v potrubí. [1]

Čerpadla, která se používají pro tlakové systémy stokových sítí:

- čerpadla s otevřeným vícekanálovými oběžnými koly s řezacím (mělnicím) zařízením;
- jednocanálová odstředivá čerpadla upravená proti ucpaní;
- čerpadla s otevřeným vířivým oběžným kolem;
- plunžrová čerpadla s řezacím zařízením. [1]



Obr. 3.1 Vícekanálová oběžná kola používaná při čerpání odpadních vod [12]

Nejčastěji se pro TSS používají ponorná čerpadla s řezacím zařízením nebo bez něj. Pro správnou funkci TSS jsou postačující motory ve standardním provedení. Přesto mohou národní nebo místní předpisy vyžadovat motory a snímače hladiny v nevýbušném provedení. [1]

V posledních letech se značně rozšířila nabídka čerpadel a kompletních domovních čerpacích stanic určených přímo pro tlakové kanalizace. Typy čerpadel se rozlišují podle typu oběžného kola, přítomnosti či absence řezacího mechanismu a dalších parametrů. U systémů tlakových kanalizací se nejčastěji vyskytují dva základní typy:

- 1) hydrostatické vřetenové čerpadlo
- 2) hydrodynamické odstředivé kalové čerpadlo [6]

Důležité informace pro výběr čerpadla:

- charakter čerpaného média;

- počáteční průtok a následný nárůst průtoku v čase;
- provozní rozsah;
- cena;
- požadavky na provoz a údržbu. [13]

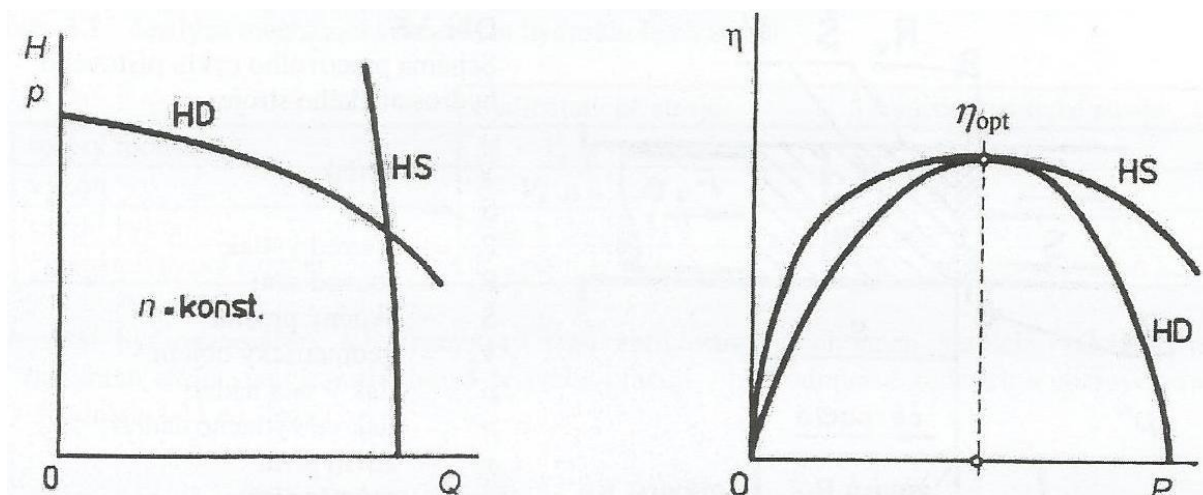
3.1 HLAVNÍ PARAMETRY ČERPADLA

Hlavními parametry čerpadla jsou:

- **průtok Q** – užitečná objem dopravované kapaliny na výtlačném hrdle za časovou jednotku v $[m^3/s]$ (u menších čerpadel také $[l/s]$ nebo $[m^3/h]$). Průtok určuje velikost (rozměry) čerpadla.
- **dopravní výška H** – užitečná energie předaná každému kilogramu kapaliny vyjádřená v $[m\ sl.k]$ (rovnice 3.1).
- **otáčky n** – charakterizují pohon čerpadla [18]

Vzájemná vazba hlavních parametrů čerpadla Q - H při konstantních otáčkách n je dána poměry v jeho pracovní části (oběžné kolo, rozvaděč, spirála, atd.). Srovnání zásadních odlišností charakteristik obou fyzikálně rozdílných typů čerpadel v jedné charakteristice je na obr. 3.2. Průběh účinnosti při proměnném výkonu P (stejně tak i proměnném průtoku Q) je znázorněn na obrázku 3.2 vpravo s předpokladem, že účinnost obou typů čerpadel je v optimu stejná.

Zatímco pracovní prostor *hydrodynamického čerpadla* je průchozí a rychlost kapaliny je konstantní (průtok je stálý), charakter vstupní a výstupní rychlosti *čerpadla hydrostatického* je periodicky proměnný, průtok i tlak pulzuje vlivem opakovaného zaplňování (sání) a prázdnění pracovního prostoru (výtlak). Tlak i průtok jsou nestacionární (pulzující). [18]

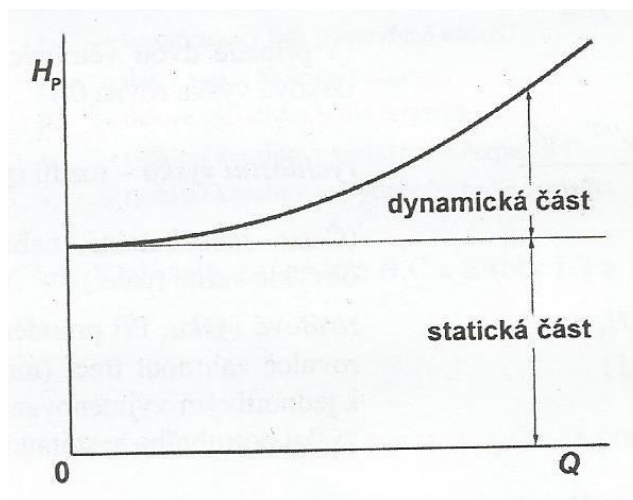


charakteristiky HS a HD čerpadla při stálých otáčkách n

účinnost η HS a HD při stejné (relativní) hodnotě η_{opt}

Obr. 3.2 Porovnání charakteristik objemových (hydrostatických - HS) a odstředivých (hydrodynamických - HD) čerpadel [18]

Účinnost hydrodynamického čerpadla na obě strany od optima klesá mnohem strměji vlivem značných hydrodynamických ztrát neuspořádaného proudění v lopatkových mřížích než účinnost hydrostatického čerpadla, kde hlavní podíl ztrát v okolí optima jsou většinou poměrně malé ztráty objemové (průsaky). [18]



Obr. 3.3 Charakteristika potrubního systému [18]

V provozním bodě (v průsečíku charakteristik čerpadla H a potrubního systému H_p) nastává rovnováha energie vyrobené čerpadlem a spotřebované potrubním systémem (dopravní výška čerpadla H je rovna dopravní výšce čerpacího systému H_p) – pracovní bod. [18]

3.1.1 Dopravní výška (měrná energie) čerpacího systému

Bernoulliho rovnice

Bernoulliho rovnice vyjadřuje pro ustálený stav proudění v hydraulickém systému podíl jednotlivých druhů energie:

- polohové $g \cdot H_g$;
- tlakové $(p'' - p') / \rho$;
- kinetické $(v''^2 - v'^2) / 2$;
- ztrátová ΣY_z .

Druhy energie vztažené na 1 kg hmoty dopravované kapaliny, zákonných jednotkách ISO [m, kg, s] jsou zahrnuty v rovnici, která má tvar:

$$Y = g \cdot H_g + \frac{p'' - p'}{\rho} + \frac{v''^2 - v'^2}{2} + \Sigma Y_z \quad [\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}] \quad (3.1)$$

Uvedený vztah představuje **měrnou energii** Y , kterou musí dodat čerpadlo každému kilogramu čerpané kapaliny. Třetí člen rovnice je zanedbatelný, neboť rychlosti hladiny kapaliny v nádržích jsou velmi malé.

V oboru čerpací techniky se však tento Bernoulliho vztah tradičně udržel ve formě, která je bližší praxi a vyhovuje lépe výrobcům čerpadel:

$$H = H_g + \frac{p''-p'}{\rho \cdot g} + \left(\frac{v''^2-v'^2}{2g}\right) + \Sigma H_z \quad [\text{m}] \quad (3.2)$$

kde první polovina rovnice je statická část, druhá polovina část dynamická (viz obr. 3.3) [18]

H **dopravní výška** – skládá se ze statické a dynamické části (závislá na v^2)

H_g **geodetická výška** – rozdíl hladin v sací a výtlačné nádrži

$\frac{p''-p'}{\rho \cdot g}$ **tlaková výška** – rozdíl tlaků nad hladinami sací a výtlačné nádrže

$\frac{v''^2-v'^2}{2g}$ **rychlostní výška** – rozdíl rychlostních výšek v nádrži (často zanedbatelná, neboť rychlosti změny polohy hladin v nádržích jsou obvykle velmi malé.)

ΣH_z **ztrátová výška**. Při proudění reálné (viskózní) kapaliny je třeba do Bernoulliho rovnice zahrnout třecí (místní a délkové) hydraulické ztráty (ΣH_z) a přičíst je k jednotlivým vyjmenovaným výškám stejně jako vstupní a výstupní ztrátovou výšku potrubního systému.

Všechny komponenty dopravní výšky H jsou vyjádřeny v [m], tlak p [Pa], rychlost v [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$], hustota ρ [$\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$], tíhové zrychlení g v [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]. [18]

3.1.2 Otáčky čerpadla

Volba otáček souvisí úzce s pohonem, kterým je nejčastěji asynchronní elektromotor. Při přímém pohonu čerpadla asynchronním elektromotorem čerpadlo běží s otáčkami přibližně následujících hodnot:

Tab. 3.1 Vztažné (referenční) otáčky čerpadel s asynchronními elektropohony [18]

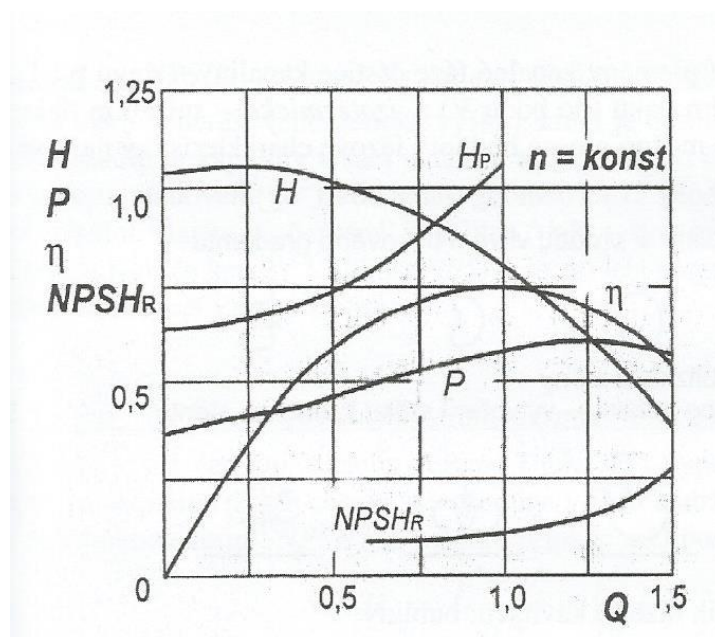
počet pólů	2	4	6	8	10	12	14
frekvence	Vztažné otáčky, které jsou udány v charakteristikách dokumentace výrobce [min^{-1}]						
50 Hz	2900	1450	960	725	580	480	415
60 Hz	3500	1750	1160	875	700	580	500

Skutečné otáčky čerpadla poněkud kolísají podle zatížení elektromotoru a jsou obvykle vyšší. Otáčky čerpadla mohou být s jiným typem pohonu nebo při použití převodu odlišné. Vyšší otáčky snižují hmotnost a také cenu odstředivého čerpadla i elektromotoru.

K regulaci otáček směrem k nižším hodnotám se v současnosti často využívá frekvenčního měniče. Se změnou otáček se výrazně mění zejména dopravní výška a ještě výrazněji příkon čerpadla, proto je vždy třeba posoudit vhodnost této regulace pro daný případ čerpání. [18]

3.2 PŘIDRUŽENÉ PARAMETRY ČERPADLA

Parametry odstředivých čerpadel jsou nejčastěji znázorněny v charakteristice odstředivého čerpadla v závislosti na proměnném průtoku Q při konstantních otáčkách n . Kromě charakteristiky $Q-H$ (hlavní parametry) nás informují o chování čerpadla v předpokládaném provozním rozsahu průtoků Q také přidružené parametry znázorněné v obr. 3.4.



Obr. 3.4 Charakteristiky odstředivého čerpadla v poměrných hodnotách [18]

H	dopravní výška čerpadla
H_p	charakteristika potrubí
P	příkon čerpadla
η	celková účinnost čerpadla
$NPSH_R$	kritická kavitační deprese

- $Q - NPSH_R$ informuje o tlakových poměrech v přívodu do čerpadla s ohledem na možnost vzniku kavitace.
- $Q - \eta$ popisuje ekonomii provozu čerpadla; vysoké náklady na energii pohonu mohou při trvalém provozu s proměnným průtokem v krátké době převýšit náklady pořizovací (levné čerpadlo nemusí být nejlepší variantou řešení).

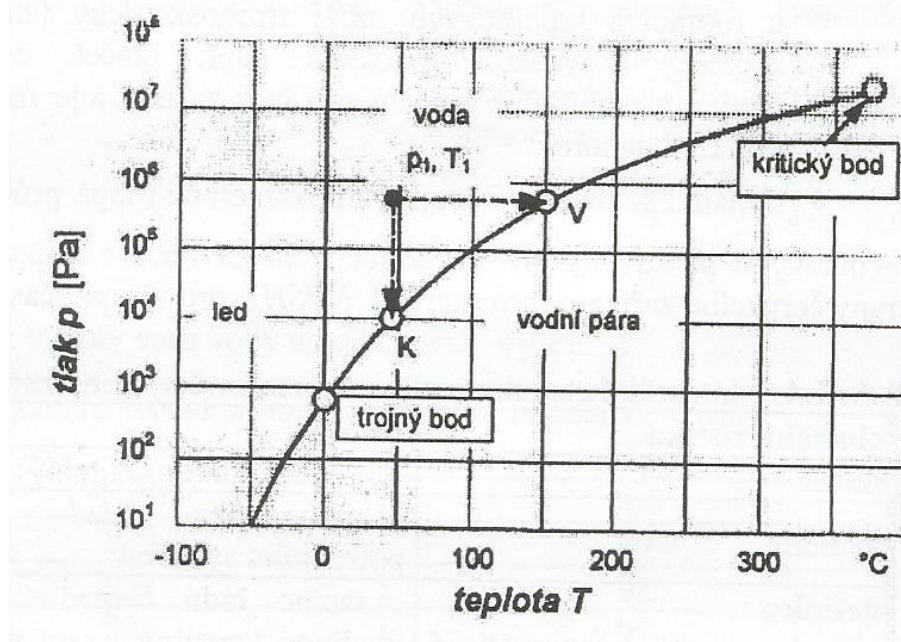
- $Q - P$ příkon čerpadla rozhoduje o pohonu. Při proměnných provozních podmínkách je vhodné posoudit volbu vhodného způsobu regulace průtoku (proměnnými otáčkami pohonu, proměnnou geometrií činného prostoru čerpadla či úpravou potrubního systému). [18]

3.2.1 Sací schopnost čerpacího systému

Sací schopnost čerpacího systému se vyjadřuje zkratkou NPSH (Net Positive Suction Head). NPSH je parametr charakterizující sací stranu čerpacího systému včetně vstupní strany čerpadla od sacího hrdla až k pracovnímu elementu (oběžnému kolu) a je specifický pouze pro hydraulické stroje a jejich elementy a souvisí s jevem, který se souhrnně nazývá kavitace.

Kavitace

Tvoření dutin vyplněných parou v proudící kapalině nastává v místech poklesu tlaku na tlak nasycených par p_t . V důsledku toho vzniká místní dvoufázové proudění. Zánik dutiny (kondenzace) v místě zvýšeného tlaku je náhlý (hydraulický ráz) spojený s místní poruchou proudu. V případě větší poruchy proudu dochází ke snížení dopravní výšky a účinnosti čerpadla. Kavitace je doprovázena hlukem, vibracemi a následně kavitační erozí materiálu. Při návrhu čerpacího systému je třeba vyšetřit, zda v některém místě čerpadla nebo dopravního systému může dojít ke změně kapalně fáze na páru i při zdánlivě nízkých teplotách. Základní informaci podává tzv. $p - T$ diagram čerpané látky uvedený pro nejčastější případ čerpání, tj. pro vodu (obr. 3.5)

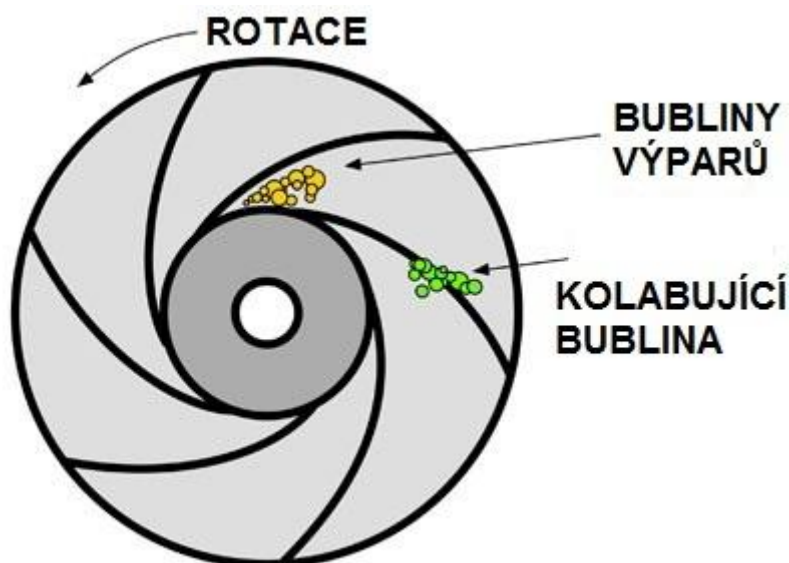


Obr. 3.5 Diagram fázové rovnováhy vody [18]

V obrázku jsou uvedeny dvě krajní cesty dosažení přeměny kapalně fáze částice kapaliny o stavu p_1, T_1 na páru:

- **izobarická** – ohřevem kapaliny při stálém tlaku (do bodu V)

- **izotermická** – snížením tlaku při stálé teplotě. Pro nejčastěji čerpané kapaliny je možno přesné hodnoty fázové charakteristiky najít ve fyzikálních tabulkách. [18]



Obr. 3.6 Kavitace hydrodynamického čerpadla [30]

$NPSH_A$

$NPSH_A$ charakterizuje sací části potrubního systému (sací výška). Je to měrná energie (energetická výška), která je definována hydraulickou ztrátou sacího řadu čerpadla mezi hladinou kapaliny v sací nádrži a sacím hrdlem čerpadla. K jejímu stanovení je třeba znát geometrická, geodetická a hydraulická data přívodního systému a fyzikální vlastnosti čerpané kapaliny (tlak nasycených par kapaliny p_v). Velikost $NPSH_A$ je závislá na provozním stavu systému (průtoku Q) a informuje nás o nebezpečí vzniku kavitace. [18]

$NPSH_R$

$NPSH_R$ vyjadřuje kavitační depresi uvnitř čerpadla (ve vstupu do něj). Je to nejvýznamnější přidružený parametr čerpadla. Fyzikálně představuje $NPSH_R$ hydraulickou ztrátu energie kapaliny mezi vstupem do čerpadla a vstupem na pracovní element (lopatku); pro 1 kg kapaliny se vyjadřuje ve stejných jednotkách jako dopravní výška, tj. v [m].

$NPSH_R$ je parametr charakterizující pokles energie kapaliny v úseku navazujícím na sací řad (tj. již uvnitř čerpadla), a to mezi sacím hrdlem čerpadla a vstupem do oběžného kola. Jestliže v čerpacím systému (a tím i v čerpadle) klesá tlak, dojde v místě nejnižšího tlaku (na vstupu do oběžného kola) k dosažení bodu varu (při tlaku nasycených par) a tvoření kavitačních dutin. S dalším poklesem tlaku se kavitační dutiny zvětšují, porušují proudé pole v čerpadle a snižují průtok kapaliny. Zpravidla (z ekonomických důvodů) je kavitace považována za nepřijatelnou, teprve až když v důsledku rozvinuté kavitace při daném průtoku $Q = konst.$ klesne dopravní výška H o 3% nebo o jinou výrobcem (nebo normou) definovanou hodnotu. [18]

Existují dva základní způsoby diagnostiky kavitace:

- Optické zjišťování kavitace se používá pro vědecké účely ke zjišťování kavitačně vhodného tvaru vstupní lopatky; je k tomu třeba zprůhlednit skříň a krycí disk oběžného kola; měřicí technika je velmi nákladná.
- Garanční měření $NPSH_R$ z poklesu parametrů čerpadla vlivem kavitace se provádí ve výrobním podniku; vyžaduje uzavřený měřicí okruh s možností změny statického tlaku p_s na vstupu (sací hrdlo) čerpadla. [18]

3.2.2 Účinnost hydrodynamického čerpadla

Z četných měření zejména předních výrobců čerpadel, ale i nezávislých vědeckovýzkumných pracovišť existují spolehlivá data o dosažitelné účinnosti odstředivých čerpadel. Účinnost čerpadla je definována poměrem užitečného hydraulického výkonu $P_u = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$ k mechanickému příkonu P přiváděnému na hřídel čerpadla:

$$\eta = \frac{P_u}{P} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{M \cdot \omega} \quad [1] \quad (3.2)$$

kde	P_u	–	užitečný výkon (předaný kapalině)	[W]
	P	–	mechanický příkon (na hřídeli)	[W]
	M	–	točivý moment (na hřídeli)	[Nm]
	ω	–	úhlová rychlost	[s ⁻¹]

Kromě účinnosti při optimálním průtoku je pro stabilitu provozu velmi důležitý tvar charakteristiky. Pro stabilitu provozního bodu je výhodnější strmá charakteristika plynule stoupající k závěrnému bodu ($Q = 0$).

Stabilita charakteristiky odstředivého čerpadla je do značné míry ovlivněna jeho tvarem (kola radiální, diagonální a axiální) a počtem oběžných lopatek. [18]

3.3 ROZDĚLENÍ ČERPADEL

3.3.1 Hydrostatické vřetenové čerpadlo

Hydrostatická čerpadla jsou vhodná pro čerpání menších objemů kapalin (mají zpravidla malý průměr výtlačného hrdla), dosahují ale mnohem větších dopravních výšek.

Princip a konstrukce

Hydrostatická čerpadla přeměňují mechanickou energii na tlakovou, na rozdíl od hydrodynamických čerpadel, kdy se mechanická energie mění nejprve na pohybovou (dynamickou) a potom teprve na tlakovou. [11]

Vřeteno čerpadla uložené ve statoru je vlastně šroubovice poháněná dvoupólovým motorem. Tímto je docíleno konstantního nasávacího tlaku, stálého proudu vody i z velkých hloubek

a zároveň jetím docíleno i lineární závislosti v průtokové křivce vřetenových čerpadel. Množství čerpané vody je tedy přímo úměrné hloubce, z níž vodu čerpáme. [16]

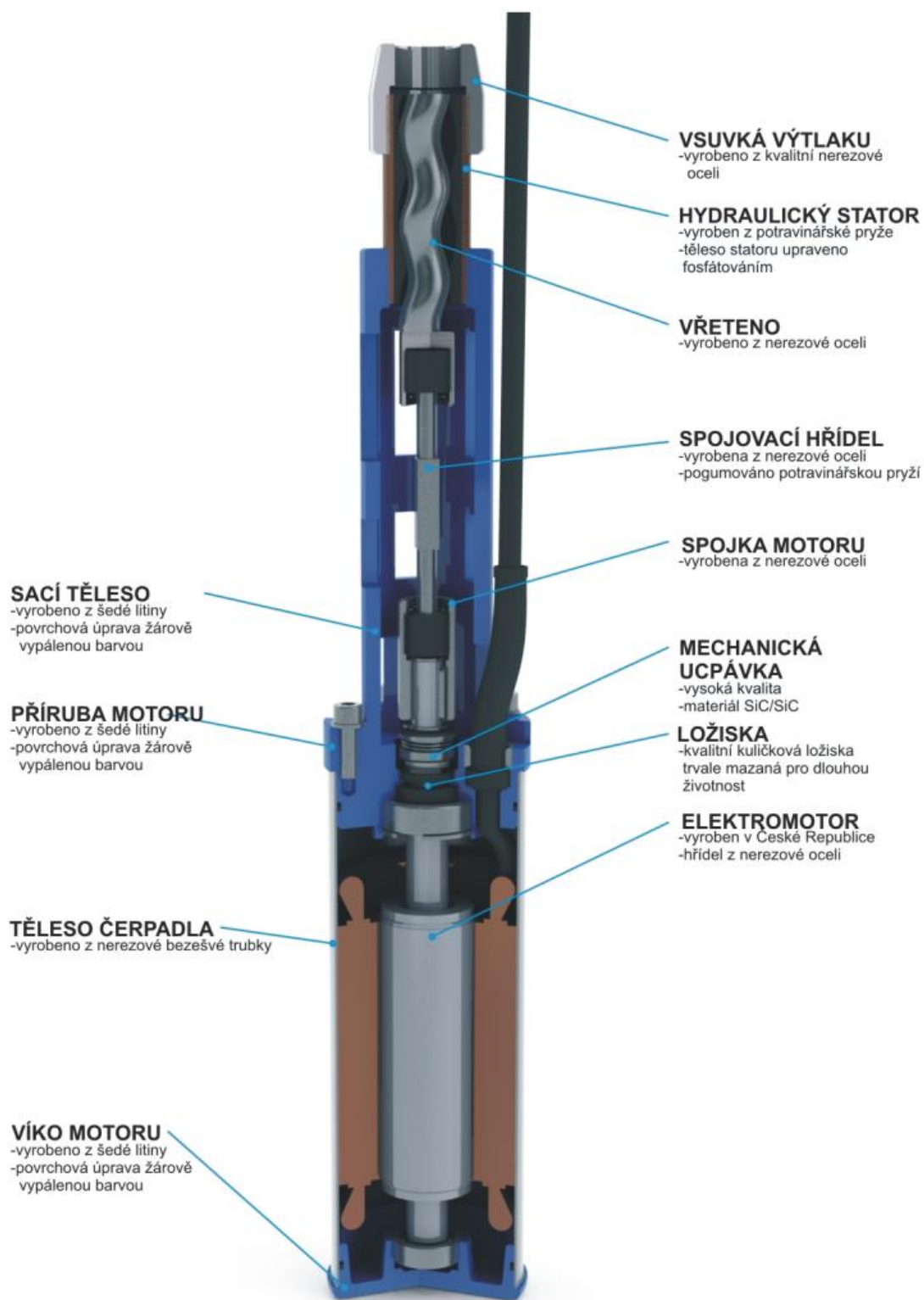
Jako materiál se nejčastěji používá litina a nerezová ocel. Materiál musí být odolný proti korozi a čerpadlo také může být vybaveno řezacím zařízením, které je také z nerezové oceli a zabrání ucpání.

Použití:

- čerpání splaškové vody do tlakové kanalizace;
- čerpání vody ze studní a vrtů;
- v domácích vodárnách, zavlažování;
- zásobování užitkovou a pitnou vodou rodinných domů, chat apod.

Vlastnosti

Vlastnosti vřetenových kalových čerpadel je průtok až 60 litrů kapaliny za minutu, až 2900 otáček za minutu a výtlak až do 100 metrů.



Obr. 3.7 Řez hydrostatického ponorného vřetenového čerpadla [15]

3.3.2 Hydrodynamické odstředivé čerpadlo

Nabídka hydrodynamických čerpadel je velmi rozmanitá. Různá čerpadla dokážou pokrýt široký provozní rozsah, ale jsou náročnější na instalaci a údržbu.

Průtok je nastavitelný změnou průměru oběžného kola a rychlosti. Je třeba vzít v úvahu sací hrdlo, čerpací jímku. Největší problém čerpadel je kavitace a vibrace.

Stejně jako u hydrostatických čerpadel je důležité, aby materiál, který je ve styku s vodou, byl korozivzdorný.

Odstředivé čerpadlo je nejběžnější typ hydrodynamického čerpadla, které se používá pro čerpání odpadních vod. Může být vybaveno snímačem hladiny (plovákem) a řezacím mechanismem. [13]

Princip a konstrukce

Princip odstředivého čerpadla spočívá ve využití odstředivé síly, která působí na přepravovanou kapalinu. Poháněcí hřídel je spojena s rotorem a zahnutými lopatkami. Zahnuté lopatky se rozbíhají od středu a dávají tekutině, která na ně přiteče, rotační pohyb. Kapalina je pak vytlačena z výstupního otvoru. Zbrzděním kapaliny, která jde ven, se pak transformuje její pohybová energie na tlak.

Odstředivá čerpadla, která nejsou v chodu, jsou kapalinou průchozí od otvoru, který nasává k otvoru, kterým je kapalina vytlačována, ale i obráceně. [14]

Použití:

- čistírny odpadních vod, TSS – kalová čerpadla;
- bazény, závlahy, domácí vodárny;
- farmaceutický, chemický průmysl atd.;
- chladicí věže, vytápěcí systémy. [14]

Čerpadla nejsou vhodná pro delší zapnutí, nejsou vhodná pro časté vypínání a zapínání (např. dávkování). Není s nimi možné dopravovat přesné množství kapaliny. Dále nejsou vhodná pro pastovité, pevné nebo sypké materiály.

Mají poměrně slabý sací efekt a je potřeba je spouštět již zavodněné v závislosti na konkrétním typu. Čerpadla odstředivá lze použít jen do hodnoty sací výšky, která je 8 metrů. Fyzikální zákony více neumožňují. [14]

Vlastnosti

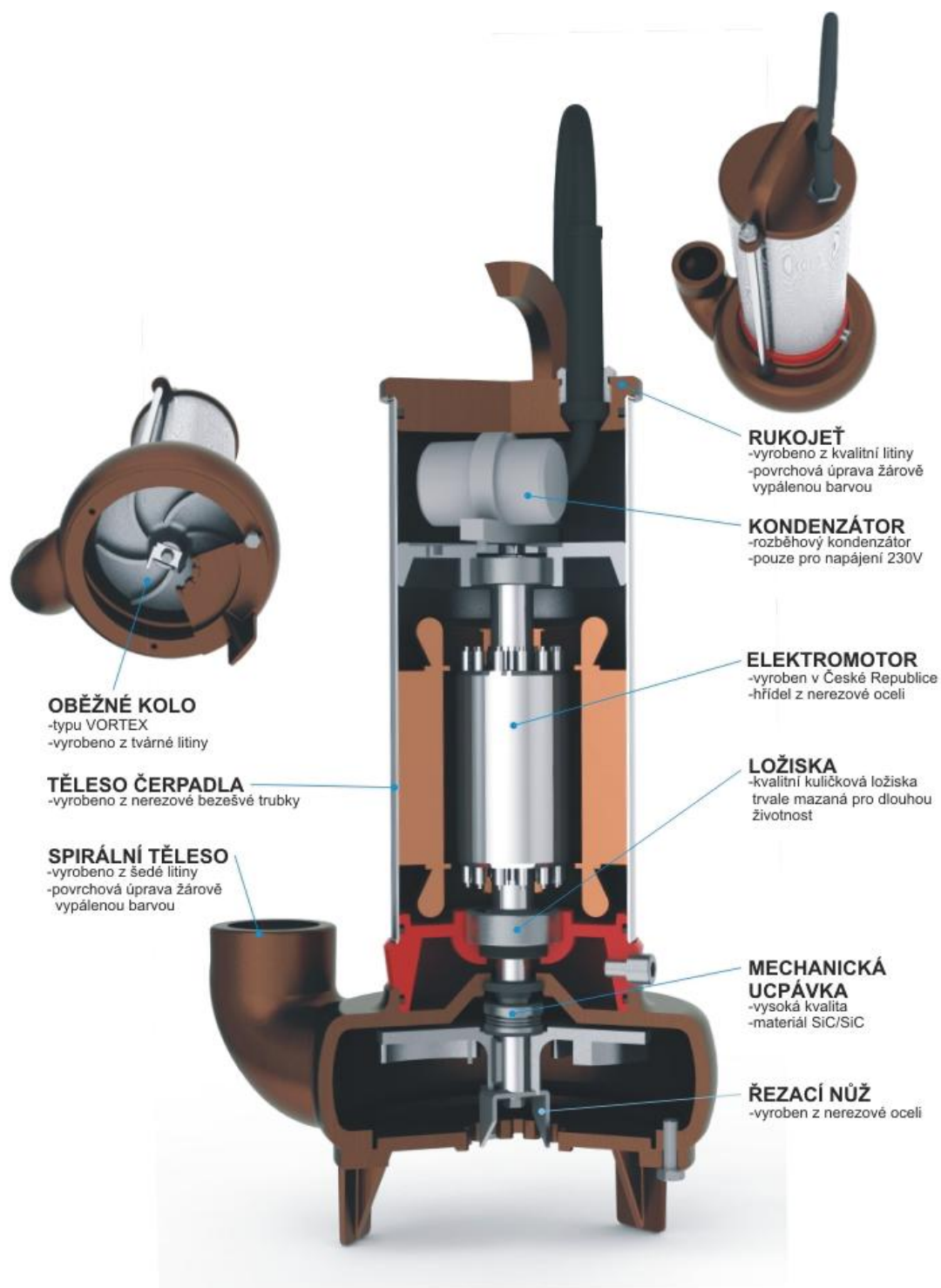
Vlastnosti odstředivých kalových čerpadel je průtok až kolem 3000 litrů kapaliny za minutu, až 2900 otáček za minutu a výtlak až do 50 metrů.

Čerpadla odstředivá pracují nejčastěji s kapalinami o teplotách -30°C do až $+120^{\circ}\text{C}$. [14]

Rozdělení

Radiální - Kapalina vstupuje do oběhového kola rovnoběžně s osou a vystupuje kolmo k ose otáčení.

Diagonální - Kapalina vstupuje do oběhového kola axiálně a vystupuje diagonálně (šikmo k ose otáčení). [14]

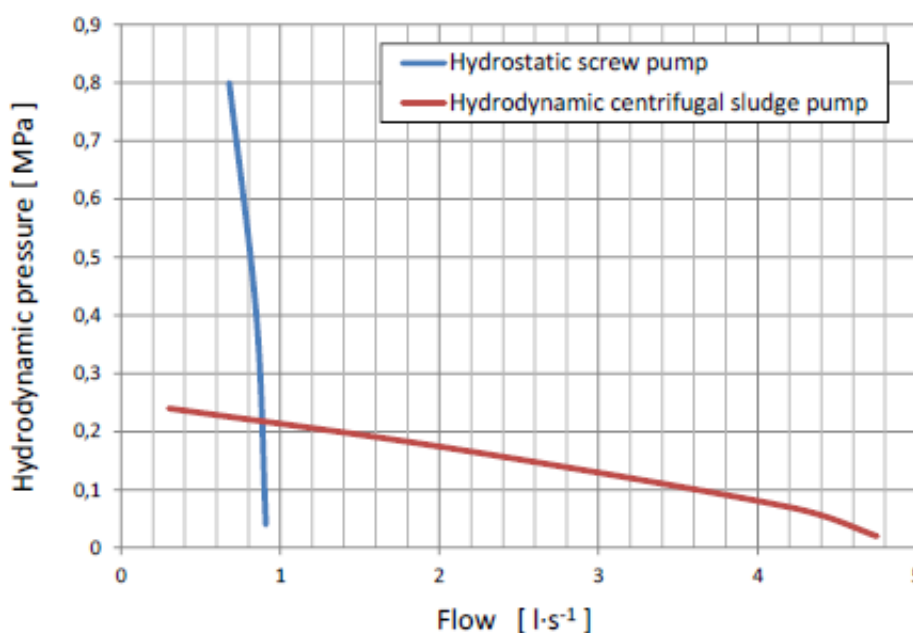


Obr. 3.8 Řez vertikálním odstředivým čerpadel s řezacím mechanismem [15]

3.3.3 Srovnání čerpadel

- hydrostatická čerpadla dosahují větší účinnosti než čerpadla odstředivá (hydrodynamická) a oproti odstředivým na účinnost nemá výrazný vliv velikost stroje.
- při konstantních otáčkách dodávají téměř stejné objemy kapaliny (odtud objemová čerpadla). U odstředivých čerpadel závisí dodávaný objem na dopravní výšce.
- u kapalin s různou viskozitou zůstává u pístových čerpadel množství dopravované látky přibližně stejné a účinnost se výrazně nemění, avšak u odstředivých čerpadel se výrazně mění závislost průtoku na pracovní výšce a tím se značně zmenšuje účinnost.
- regulace se u hydrostatických čerpadel provádí plynule a to přepouštěním z výtlačku do sání nebo přerušovaná vynecháváním potřebného počtu pracovních zdvihů. Realizace se provádí zdvižením sacích ventilů. Odstředivá čerpadla se regulují škrcením, které je ale spojené se ztrátami.
- hydrostatická čerpadla jsou náchylná na mechanické nečistoty a na látky které mohou krystalizovat [25][26][27][28]

Odstředivá čerpadla jsou v posledních letech používána stále častěji, což přináší některé nové aspekty při návrhu TSS. Zásadní rozdíl je v čerpacích Q-H charakteristikách obou typů čerpadel. Hydrostatická vřetenová čerpadla, která se dříve v tlakových kanalizacích používala téměř výhradně, mají velmi strmou závislost průtoku a dopravní výšky, což je výhodné při hydraulickém návrhu systému. Na trhu je dostupných několik typů vřetenových objemových čerpadel různých výrobců. Například čerpadlo Sigma EFRU 1 1/4“ má Q-H čerpací charakteristiku výrobcem definovanou v rozmezí od $0,91 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ při tlaku $0,04 \text{ MPa}$ do $0,68 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ při tlaku $0,80 \text{ MPa}$. [6]



Obr. 3.9 Porovnání čerpacích charakteristik hydrostatického a hydrodynamického čerpadla [6]

V praxi to znamená, že čerpaný průtok jen relativně málo závisí na dopravní výšce, resp. na aktuálním tlaku vody v potrubí, do kterého se čerpá, a mění se pouze v rozpětí $0,23 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Při hydraulickém výpočtu se proto u objemových vřetenových čerpadel proměnlivá hodnota čerpaného množství nahrazuje konstantou. Průtok vody uzávěrovým profilem se získá prostým vynásobením počtu spuštěných čerpadel v síti a konstantní hodnoty čerpaného množství. Celý hydraulický výpočet se tím značně zjednoduší. Pro dimenzování a návrh tlakových stokových sítí s hydrostatickými čerpadly pak lze hydraulický návrh provést zjednodušeně např. v tabulkovém procesoru. Naopak odstředivá čerpadla reagují velmi pružně na aktuální hodnotu tlaku ve výtlačném potrubí, do kterého čerpají. Rozsah pracovních tlaků hydrodynamických čerpadel je mnohem užší než u čerpadel vřetenových, proto musí být navržena přesněji. Pracovní bod každého odstředivého čerpadla v tlakové stokové síti se pohybuje v závislosti na aktuálním tlaku v potrubí, tedy i v závislosti na počtu souběžně spuštěných čerpadel v síti. Jednotlivá čerpadla v systému se vzájemně ovlivňují.

Tlakové stokové sítě s odstředivými čerpadly je proto téměř nezbytné dimenzovat s využitím metod matematického modelování a počítačových simulací hydraulických veličin. Jako ilustraci vidíme Obr. 3.6, který zobrazuje porovnání čerpací charakteristiky hydrostatického a hydrodynamického čerpadla. Tato odlišnost má zcela zásadní vliv na návrh i způsob fungování systému. Hydraulická analýza TSS s odstředivými čerpadly je náročnější než u čerpadel vřetenových a návrhu takové TSS je potřeba věnovat náležitou pozornost. [6]



Obr. 3.10 - Domovní čerpací jímka s odstředivým ponorným čerpadlem [6]

3.4 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA ČERPADLA

Technické požadavky na strojní zařízení vymezuje Sbírka zákonů č. 176/2008.

3.4.1 Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti

Zásady zajišťování bezpečnosti

Čerpadlo musí být navrženo a konstruováno tak, aby plnilo svou funkci a mohlo být provozováno, seřizováno a udržováno, aniž by osoby byly vystaveny riziku, pokud se tyto operace provádějí za předpokládaných podmínek.

Účelem přijatých opatření musí být vyloučení každého rizika během předpokládané doby životnosti čerpadla, včetně etap dopravy, montáže, demontáže, vyřazování z provozu a šrotování.

Při navrhování a výrobě čerpadla a při vypracování návodu k použití musí výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce vzít v úvahu nejen jeho předpokládané použití, ale také jakékoli důvodně předvídatelné nesprávné použití. Čerpadlo musí být navrženo a konstruováno tak, aby se předešlo jinému než běžnému použití, pokud by takové použití mohlo způsobit riziko. Návod k použití musí popřípadě upozornit uživatele na nesprávné způsoby použití strojního zařízení, k nimž může podle zkušeností dojít.

Čerpadlo musí být dodáváno s veškerým zvláštním vybavením a příslušenstvím, které umožní seřízení, údržbu a používání bez rizika.

Konstrukce čerpadla z hlediska manipulace

Čerpadlo musí:

- umožňovat bezpečnou manipulaci a přepravu;
- být zabaleno nebo upraveno tak, že je možné je bezpečně skladovat bez poškození.

Pokud hmotnost, rozměry nebo tvar čerpadla neumožňují ruční manipulaci, čerpadlo musí:

- být buď vybaveno úchyty pro připojení ke zdvihacímu zařízení, nebo
- být navrženo tak, aby mohlo být těmito úchyty vybaveno, nebo
- mít takový tvar, aby jej bylo možné snadno připojit k běžnému zdvihacímu zařízení.

Má-li být čerpadlo přemísťováno ručně, musí být:

- snadno přemísitelné nebo
- vybaveno prostředky pro uchopení a bezpečné přemísťování.

Ovládací systémy

Ovládací systémy musí být navrženy a konstruovány tak, aby nedocházelo k nebezpečným situacím. Zejména aby:

- snesly zátěž běžného používání a odolávaly vnějším vlivům;
- závada v technickém nebo programovém vybavení ovládacího systému nevedla k nebezpečným situacím;
- chyby v logice ovládacího systému nevedly k nebezpečným situacím.

Zejména je třeba zajistit, že:

- čerpadlo nesmí být uvedeno do chodu neočekávaně;
- parametry čerpadla se nesmějí měnit samovolně;
- nesmí být zabráněno zastavení stroje, pokud k tomu již byl vydán povel;
- žádná pohybující se část čerpadla nesmí vypadnout nebo být vymrštěna.

Spouštění

Strojní zařízení fungující v automatickém režimu může být spouštění, opakované spouštění po zastavení nebo změna provozních podmínek možné bez zásahu, pokud to nevede k nebezpečné situaci.

Zastavování

Čerpadlo musí být vybaveno ovládacím zařízením, jímž může být bezpečně a úplně zastaveno.

Povel pro zastavení čerpadla musí být nadřazen povelům pro spouštění.

Po zastavení musí být přerušeno přívod energie k poháněcím mechanismům.

Čerpadlo musí být vybaveno jedním nebo několika zařízeními pro nouzové zastavení, která umožňují odvrácení skutečného nebo hrozícího nebezpečí.

Výpadek dodávky energie

Přerušeno, obnova po přerušeno nebo jakékoli změny v dodávce energie do čerpadla nesmějí vést k nebezpečným situacím, zejména:

- čerpadlo nesmí být uvedeno do chodu neočekávaně;
- parametry čerpadla se nesmějí měnit samovolně;
- nesmí být zabráněno zastavení stroje, pokud k tomu již byl vydán povel;
- žádná pohybující se část čerpadla nesmí vypadnout nebo být vymrštěna;
- nesmí být zabráněno automatickému nebo ručnímu zastavení jakýchkoli pohyblivých částí;
- ochranná zařízení musí zůstat plně funkční nebo vydat povel k zastavení.

Ochrana před mechanickým nebezpečím

Různé části čerpadla a jejich spoje musí vydržet namáhání, kterým jsou vystaveny při používání.

Trvanlivost použitých materiálů musí být přiměřená pracovnímu prostředí, v němž jsou podle předpokladu výrobce nebo jeho zplnomocněného zástupce používány, zejména s ohledem na únavu materiálu, stárnutí, korozi a oděr.

V návodu k použití musí být uveden druh a četnost prohlídek a údržby, které se z bezpečnostních důvodů vyžadují. Popřípadě v něm musí být uvedeny části vystavené opotřebením a kritéria jejich výměny.

Přístupné části čerpadla nesmějí mít žádné ostré hrany, ostré rohy ani drsné povrchy, které by mohly způsobit poranění.

Musí se přijmout všechna nezbytná opatření, aby se zabránilo náhodnému zablokování pohybujících se pracovních částí. V případech, kdy i přes učiněná opatření může dojít k zablokování, musí být případně k dispozici zvláštní ochranná zařízení nebo nástroje, aby mohlo být zařízení bezpečně odblokováno.

Tato zvláštní ochranná zařízení jsou uvedena v návodu k použití a popřípadě i na označení na čerpadle společně s uvedením způsobu, jakým se mají použít.

Požadované vlastnosti ochranných krytů a ochranných zařízení

Ochranné kryty a ochranná zařízení:

- musí mít robustní konstrukci;
- musí být bezpečně upevněny na místě;
- nesmějí být navrženy tak, aby je bylo snadné odstranit nebo aby se staly neúčinnými;
- musí být umístěny v přiměřené vzdálenosti od nebezpečného prostoru.

Pevné ochranné kryty musí být upevněny tak, aby k jejich uvolnění nebo odstranění bylo nutno použít nářadí.

Rizika související s jiným nebezpečím

Čerpadlo musí být navrženo, konstruováno a vybaveno tak, aby byla vyloučena veškerá nebezpečí způsobená elektřinou.

Čerpadlo musí být navrženo a konstruováno tak, aby se zabránilo jakémukoli vzniku požáru, přehřátí a výbuchu způsobenému strojem.

Údržba

Místa pro seřizování a údržbu musí být umístěna vně nebezpečných prostorů. Musí být možné provádět seřizování, údržbu, opravy, čištění a servis čerpadla v klidovém stavu.

Čerpadlo musí být vybaveno prostředky pro odpojení od všech zdrojů energie. Takové prostředky musí být zřetelně označeny.

Informace

Informace a výstrahy na čerpadle by měly být přednostně uvedeny v podobě snadno srozumitelných symbolů nebo piktogramů. Písemné nebo ústní informace a výstrahy musí být uvedeny v úředním jazyce či jazycích členských států Evropské unie, které mohou být určeny v souladu se Smlouvou členským státem, v němž má být strojní zařízení uvedeno na trh nebo o provozu, a na žádost mohou být doplněny verzemi v jiném jazyce či jazycích členských států Evropské unie, kterým obsluha rozumí.

Na čerpadle musí být viditelně, čitelně a nesmazatelně vyznačeny minimálně tyto údaje:

- obchodní firma a úplná adresa výrobce a popřípadě jeho zplnomocněného zástupce;
- označení čerpadla;
- označení CE;
- výrobní číslo, pokud existuje;
- rok výroby, tj. ve kterém roce byl ukončen výrobní proces.

Je-li čerpadlo navrženo a konstruováno pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu, musí být odpovídajícím způsobem označeno.

Ke každému čerpadlu musí být přiložen návod k použití v úředním jazyku nebo jazycích členských států Evropské unie, ve kterých je stroj uváděn na trh nebo do provozu.

Návod k použití musí být buď „původním návodem k použití“ nebo „překladem původního návodu k použití“, přičemž k překladu musí být přiložen původní návod.

Prodejní dokumentace popisující čerpadlo nesmí být v rozporu s návodem k použití, pokud jde o hlediska zdraví a bezpečnosti. [22]

3.5 PROHLÁŠENÍ O SHODĚ

Prohlášení o shodě je písemný dokument od výrobce či dodavatele, který potvrzuje, že výrobek smí být uveden na trh a že splňuje technické požadavky platné legislativy ČR. Zároveň se zavazuje, že byl dodržen stanovený postup při naplnění shody. [23]

3.5.1 Regulovaná a neregulovaná sféra

Dříve než je možné uvést výrobek na trh, je nutné ho správně kategorizovat. Výrobek může spadat do regulované a neregulované sféry.

Do neregulované sféry patří produkty, které nepředstavují ohrožení oprávněného zájmu. Pro uvedení na trh těchto prodejních komodit platí pouze obecné požadavky bezpečnosti a nemusí se u nich posuzovat shoda.

Do regulované sféry spadají například elektrická zařízení nízkého napětí, strojní zařízení, osobní ochranné pomůcky, tlakové nádoby, zařízení které se používá v prostředí s nebezpečím výbuchu, spotřebiče plyných paliv a další, které vyžadují prohlášení o shodě. Čerpadla pro tlakové stokové systémy patří tedy do sféry regulované. [23]

3.5.2 Harmonizovaná a neharmonizovaná sféra

Další rozdělení, které je třeba u produktu rozpoznat je zařazení produktů do harmonizované sféry nebo neharmonizované sféry. Tato kategorizace vznikala na základě členství ČR v Evropské unii.

Na výrobky v harmonizované sféře spadají jednotné předpisy, které musejí být naplněny před vstupem na trh a tyto předpisy platí ve všech členských státech EU. Potvrzením o tom, že takové výrobky splňují jednotné požadavky, je tzv. ES prohlášení o shodě. Po vydání tohoto dokumentu může produkt plynule kolovat po celém území EU bez nutnosti dalších posouzení. Spadají sem tedy i čerpadla pro tlakové stokové systémy.

V neharmonizované sféře se uplatňuje tzv. institut vzájemného uznávání, což v praxi znamená, že pokud by se podnikání zaměřilo na obchod se zbožím z jiného členského státu a byl by úmysl ho exportovat do České republiky, stačí pouze vydání vzájemného uznání, protože takový produkt už musí od své podstaty splňovat normy výroby platné v celé EU.

Prohlášení o shodě si může vydat prodejce nebo výrobce sám a nepotřebuje k tomu autorizovanou osobu. K platnému vydání prohlášení o shodě je ale nutné doložit veškerou dokumentaci k výrobku (výkres, popis nebo seznam technických norem, které byly použity a podobně) dle požadavků vládního ustanovení. [23]

3.5.3 Označení CE

CE je zkratka francouzského sousloví Conformité Européenne a značí, že výrobek je ve shodě s normami Evropské unie a je tedy bezpečný a šetrný k životnímu prostředí. Označení CE je výrobku uděleno pouze za předpokladu posouzení shody, které musí provést výrobce tohoto zboží, pokud jej chce uvést na trh v rámci Evropské unie.

Opatřování výrobků značkou CE se uplatňuje v mnoha oborech a je pro množství zboží povinné. Do této oblasti spadají výrobky, které podléhají evropským harmonizovaným předpisům, které byly do české legislativy zavedeny zákonem o technických požadavcích na výrobky (Zákon 22/1997 Sb.). [23]

Připojením označení CE nebo tím, že označení CE nechají připojit, výrobci dávají na vědomí, že nesou odpovědnost za shodu stavebního výrobku s vlastnostmi uvedenými v prohlášení, jakož i za soulad se všemi příslušnými požadavky stanovenými tímto nařízením a jinými příslušnými harmonizačními právními předpisy Unie, které stanoví jeho připojování.

Členský stát na svém území nebo v rámci své pravomoci nezakáže ani nebrání dodávání na trh nebo používání stavebních výrobků, které nesou označení CE, pokud vlastnosti uvedené v prohlášení odpovídají požadavkům pro toto použití v členském státě. [24]

3.5.4 ES prohlášení o shodě pro strojní zařízení

Pro vypracování tohoto prohlášení a jeho překladů platí stejné podmínky jako pro návody k použití. Prohlášení musí být napsáno strojem, nebo tiskacími písmeny rukou.

Toto prohlášení se vztahuje výlučně na strojní zařízení ve stavu, v jakém bylo uvedeno na trh, a nevztahuje se na součásti, které byly následně přídány konečným uživatelem, nebo následně provedené zásady konečného uživatele.

ES prohlášení o shodě musí obsahovat následující údaje:

- údaje o výrobcí nebo zplnomocněném zástupci – u fyzické osoby jméno a příjmení nebo obchodní firmu a trvalý pobyt nebo adresu místa bydliště nebo místo podnikání, u právnické osoby název nebo obchodní firmu a její sídlo nebo umístění organizační složky;
- jméno a adresu osoby pověřené kompletací technické dokumentace, přičemž tato osoba musí být usazena v členském státě Evropské unie;
- popis a identifikaci strojního zařízení, včetně obecného značení, funkce, modelu, typu, výrobního čísla a obchodního názvu;
- větu s prohlášením, že strojní zařízení splňuje všechna příslušná ustanovení předmětného předpisu Evropských společenství a, pokud to přichází v úvahu, obdobnou větu s prohlášením o shodě s jinými předpisy Evropských společenství nebo jejich příslušnými ustanoveními, kterým strojní zařízení odpovídá, přičemž musí jít o předpisy zveřejněné v Úředním věstníku Evropské unie;
- popřípadě jméno, adresu a identifikační číslo notifikované osoby, která provedla ES přezkoušení typu a jeho číslo certifikátu;
- popřípadě odkaz na použité technické normy a specifikace;
- místo a datum prohlášení;
- údaje o totožnosti osoby oprávněné vypracovat prohlášení jménem výrobce nebo jeho oprávněného zástupce a její podpis. [22]

3.6 PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

Vztahuje-li se na stavební výrobek harmonizovaná norma nebo je-li tento výrobek v souladu s evropským technickým posouzením, které pro něj bylo vydáno, výrobce vypracuje při jeho uvedení na trh prohlášení o vlastnostech.

Vypracováním prohlášení o vlastnostech nese výrobce odpovědnost za shodu stavebního výrobku s vlastnostmi uvedenými v prohlášení. Členské státy považují prohlášení o vlastnostech vypracované výrobcí za správné a spolehlivé, ledaže objektivní údaje prokážou opak. [24]

3.6.1 Obsah prohlášení o vlastnostech

Prohlášení o vlastnostech uvádí vlastnosti stavebních výrobků ve vztahu k základním charakteristikám dotčených výrobků v souladu s příslušnými harmonizovanými technickými specifikacemi.

Prohlášení o vlastnostech musí obsahovat zejména tyto informace:

- odkaz na typ výrobku, pro který bylo prohlášení o vlastnostech vypracováno;
- systém nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků;

- referenční číslo a datum vydání harmonizované normy nebo evropské technické posouzení, které bylo použito pro posouzení každé základní charakteristiky;
- případně referenční číslo použité specifické technické dokumentace a požadavky, o nichž výrobce prohlašuje, že je výrobek splňuje.

Prohlášení o vlastnostech musí dále obsahovat:

- zamýšlené použití výrobku v souladu s příslušnými harmonizovanými technickými specifikacemi;
- seznam základních charakteristik, jak jsou stanoveny v těchto harmonizovaných technických specifikacích pro zamýšlené použití nebo zamýšlená použití uvedená v prohlášení;
- vlastnosti alespoň jedné ze základních charakteristik výrobku významných pro zamýšlené použití;
- kde to přichází v úvahu, vlastnosti výrobku vyjádřené úrovní, třídou nebo popisem, v případě potřeby na základě výpočtu ve vztahu k jeho základním charakteristikám;
- vlastnosti těch základních charakteristik výrobku, které se vztahují k zamýšlenému použití, s přihlédnutím k ustanovení týkajícím se zamýšleného použití tam, kde hodlá výrobce uvést výrobek na trh;
- pro základní charakteristiky uvedené na seznamu, u nichž není v prohlášení žádná vlastnost, se uvedou písmena „NPD“ (No Performance Determined);
- bylo-li pro výrobek vydáno evropské technické posouzení, vlastnosti vyjádřené úrovní, třídou nebo popisem výrobku ve vztahu ke všem základním charakteristikám obsaženým v odpovídajícím evropském technickém posouzení. [24]

3.6.2 Poskytování prohlášení o vlastnostech

Kopie prohlášení o vlastnostech všech výrobků, které jsou dodávány na trh, se poskytne buď v tištěné podobě, nebo elektronickými prostředky.

Pokud ovšem jediný uživatel odebírá dodávku více kusů jednoho výrobku, může k ní být připojena pouze jedna kopie prohlášení o vlastnostech buď v tištěné podobě, nebo elektronickými prostředky.

Na požádání se příjemci poskytne kopie prohlášení o vlastnostech v tištěné podobě.

Prohlášení o vlastnostech se poskytuje v jazyce nebo v jazycích požadovaných členským státem, v němž je výrobek dodáván na trh.

3.7 POUŽITÍ ČERPADEL

Čerpadla jsou zvolena s ohledem na jakost a druh odpadních vod a příslušné požadované parametry (čerpané množství, dopravní výška, pracovní bod).

Počet osazených čerpadel musí být minimálně 2 (1 provozní, 1 záložní). V případě vyššího počtu čerpadel není nutné mít osazenou 100% rezervu přímo v čerpací jímce, ale mít rezervu připravenou na okamžité použití na dostupném skladě. [29]

Při návrhu čerpadla je nutné zabránit případnému:

- přetížení čerpadel vedoucí k nadměrné spotřebě;
- kavitaci při provozním rozsahu rychlostí;
- podtlaku při sání. [29]

Při výběru čerpadla se rozhodujeme na základě:

- optimalizace účinnosti;
- očekávaného výhledového čerpaného množství s ohledem na plánovanou životnost čerpadla;
- počet otáček čerpadla;
- materiál konstrukce čerpadla s ohledem na odolnost proti korozi a obruš;
- schopnost čerpat pevné látky bez ucpání. [29]

3.8 KATALOG ČERPADEL

Hlavním účelem katalogu je poskytnout souhrnný přehled nabízených čerpadel v ČR. Samotný katalog je součástí bakalářské práce jako příloha č. 1. Katalog zahrnuje velké množství čerpadel odstředivých a několik čerpadel vřetenových.

Každý list obsahuje jméno výrobku, výrobce, popis čerpadla a použití a základní parametry, které jej charakterizují.

3.8.1 Parametry odstředivých čerpadel


Nejdůležitějším parametrem je vedle dimenze také maximální průtok daného typu čerpadla. Dimenze je v rozpětí 32 až 150 mm, průtočné množství od 100 do 3000 l/min. Dále má každý výrobek uvedenou maximální dopravní výšku, která určuje do jaké maximální výšky je čerpadlo schopno dopravit dané médium. Dopravní výška se vyskytuje od 6 do 50 metrů. Příkon se u odstředivých čerpadel nachází v hodnotách od 0,5 kW po 11 kW. Otáčky oběžného kola jsou od 1450 po 2900 ot./min, přičemž naprostá většina čerpadel se pohybuje u horní hranice. Hmotnost čerpadel se pohybuje od 12 do 149 kg. Průchodnost pevných částic je nejčastěji v přítomnosti řezacího zařízení kolem 5-7 mm, bez něj se tato velikost zvětšuje až k velikosti průměru výtlačného hrdla. Proud (rozběh) je v rozmezí 1,4 až 11,5 ampérů. Odstředivá čerpadla mohou být vybaveny plovákem, v některých případech výrobce nabízí čerpadlo ve variantách s plovákem i bez něj. Průměrná cena bez DPH tohoto typu kalového čerpadla se nachází mezi 2980 až 76250 Kč.

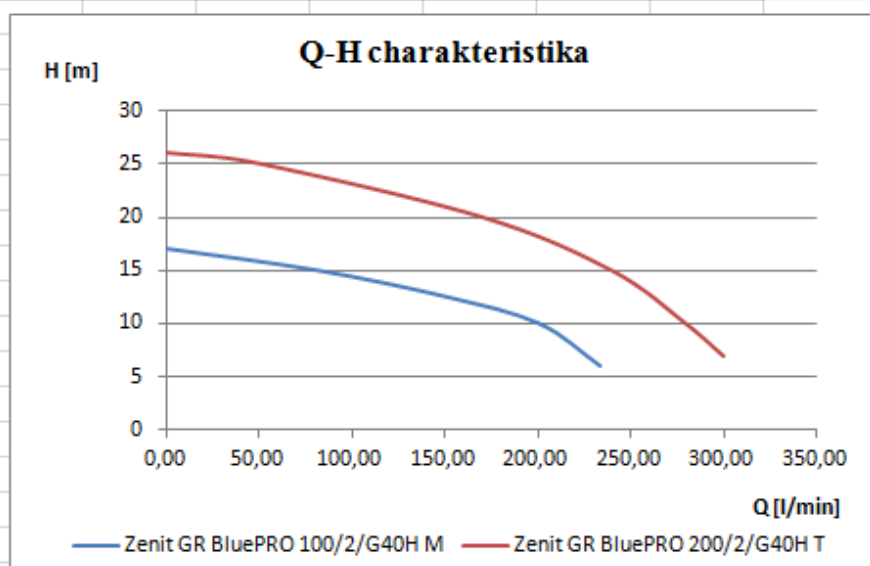
3.8.2 Parametry vřetenových čerpadel

Hydrostatická vřetenová čerpadla mají zpravidla malou dimenzi (DN32, DN40), takže se vyznačují i nízkou maximální hodnotou průtoku, ale jejich dopravní výška je podstatně vyšší než u odstředivých čerpadel. Rozpětí maximálního průtoku je od 39 do 56 l/min a rozpětí dopravní výšky se pohybuje od 50 do 100 metrů. Příkon u vřetenových čerpadel dosahuje hodnot od 1,1 do 1,7 kW. Otáčky oběžného kola jsou od 1450 po 2900 ot./min. Hmotnost čerpadel vřetenových má menší rozpětí než u odstředivých a to od 17 do 40 kg. Průchodnost pevných částic je u všech řad čerpadel uvedena 5 mm, tzn. všechna čerpadla mají řezák. Proud (rozběh) je v rozmezí jednotek ampérů. Žádné vřetenové čerpadlo není vybaveno plovákem. Průměrná cena bez DPH tohoto typu kalového čerpadla se nachází mezi 12150 až 16800 Kč.

Napětí u obou druhů čerpadel je 230 nebo 400V, stejně jako počet fází je 1 nebo 3. U některých řad čerpadel jsem bohužel nebyl schopen dohledat informace o otáčkách, průchodnosti, počtu fází, rozběhu, napětí nebo ceny bez DPH. Každé čerpadlo má svoji vlastní Q-H charakteristiku uvedenou v grafu na dané straně katalogu.

Katalog byl sestaven pro lepší orientaci v nabízených čerpadlech na českém trhu. Přináší tedy průřez používanými čerpadly v tlakových stokových systémech.

Označení čerpadla:	Zenit GR BluePRO 100/2/G40H M		
Výrobce:	Zenit		
Materiál	Těleso čerpadla a plášť motoru jsou z šedé litiny a hřídel, oběžné kolo a řezací zařízení z nerezové oceli.		
Použití	<ul style="list-style-type: none"> - Vhodné pro čerpání znečištěných vod, splašků, hustých kalů a odpadních vod z objektů s maximální teplotou 40°C. - Díky řezacímu zařízení vhodné pro čerpání kalů s obsahem vláknin, pevných částic, textilie apod. - Lze použít pro čerpání odpadních vod v tlakových kanalizačních systémech 		
			
Parametry čerpadla	Zenit GR BluePRO 100/2/G40H M	Zenit GR BluePRO 200/2/G40H T	
DN hrdla (mm)	40	40	
Max. průtok (l/min)	233	300	
Max. dopravní výška (m)	17	26	
Příkon (kW)	0,74	1,5	
Otáčky (ot./min)	2900	2900	
Napětí (V)	230	400	
Hmotnost (kg)	19	25	
Počet fází	1	3	
Průchodnost (mm)	-	-	
Řezací zařízení	ano	ano	
Rozběh (A)	5,5	4,3	
Plovák	ano	ano	
Cena bez DPH (kč)	13240	21150	



Obr. 3.11- Ukázka katalogu čerpadel

4 DOPORUČENÍ A ZÁVĚR

4.1 DOPORUČENÍ

Přestože je tato problematika výsadou výrobců a firem, které se specializují na navrhování TSS a mají s ním letité zkušenosti, tak si myslím, že je dané téma nutno rozvinout a vytvořit tak ucelený souhrn návrhových, provozních a údržbových informací, které pomůžou zvednout kvalitu v tomhle odvětví. TSS je relativně mladý systém a na našem území se navrhuje převážně u malých obcí, kde je gravitační kanalizace nevhodná. Je třeba zejména sledovat energetické nároky čerpací techniky a způsoby, jakými by se v budoucnu mohla zvyšovat jejich efektivita při neustále se snižující spotřebě elektrické energie. Právě čerpadla hrají velmi významnou roli v celosvětové spotřebě elektrické energie. Věřím, že díky soustavnému zdokonalování návrhu sítě a čerpací techniky budou TSS stále častěji navrhovány a každý výzkum ubírající se tímto směrem je a bude ve vědeckých kruzích cenným přínosem.

4.2 ZÁVĚR

Tato práce se primárně zabývala shromážděním informací o alternativním způsobu odkanalizování pomocí TSS.

4.2.1 Tlakové stokové systémy

V rámci práce jsem v první části shrnul informace o TSS, zejména pak jejich hlavní problémy:

- energetická náročnost;
- nutnost oddílné stokové soustavy;
- vhodně navržená sběrná jímka;
- zajištění nepřekročení maximální doba zdržení odpadní vody v potrubí.

Dále jsem uvedl přehled jejich výskytu v ČR a zahraničí a průzkum spolehlivosti.

V další kapitole byly podrobně rozebrány požadavky na TSS (základní, funkční a návrhové), stejně jako zásady při návrhu TSS, hlavně dopravní a ztrátovou výšku a ukládání a proplachování potrubí.

4.2.2 Čerpadla

Důležitou součástí je návrh čerpací stanice včetně jejího vstrojení a signalizace chodu.

Správné funkce čerpadel dosáhneme pomocí:

- optimální dimenze potrubí;
- počtu čerpadel;
- znalosti návrhového průtoku na daném úseku potrubí;
- znalosti odpovídajících hydrodynamických tlaků v jednotlivých místech TSS.

Dle ČSN EN 12056-4 je pro čerpací stanice bez řezacího zařízení stanoveno nejmenší jmenovitá světlost výtlačného potrubí DN 80, ale na českém trhu je několik čerpadel s výtlačkem o menším DN bez řezacího zařízení. Nabízí se tedy možnost, že hned za čerpadlem je umístěna redukce a výtlačné potrubí o větším DN, které splňuje normu. V opačném případě hrozí ucpání potrubí.

Posléze byl proveden detailní popis hlavního tématu a to čerpadel pro tlakové stokové systémy. Věnoval jsem se hlavně jejich rozdělení (vřetenová x odstředivá, s řezacím zařízením x bez řezacího zařízení), technickým parametrům, požadavkům, popisu použití a postupům při návrhu.

Důležitá vlastnost čerpadla je jeho účinnost. Čerpadlo by mělo pracovat v optimu, nemělo by se mrhat elektrickou energií. Toho se dosáhne správným stanovením pracovního bodu čerpadla.

Nejdůležitější technický požadavek na čerpadla je ohledně ochrany zdraví a bezpečnosti, čímž se zabývá Sbírka zákonů č. 176/2008. Následně jsem podrobně popsal obsah dokumentů Prohlášení o shodě a Prohlášení o vlastnostech, které dokazují, že čerpadlo splňuje technické požadavky platné legislativy ČR a že je ve shodě s vlastnostmi uvedenými v prohlášení.

Na závěr jsem řešil použití čerpadel, zejména možným problémům při návrhu čerpadla a podstatným informacím, na jejichž základě by mělo být čerpadlo vybráno. Patří mezi ně:

- očekávané výhledové čerpané množství;
- počet otáček čerpadla;
- materiál konstrukce s ohledem na odolnost proti korozi a obrusu;
- schopnost čerpat pevné látky bez ucpání.

Výstup práce je katalog čerpadel pro TSS, který je sestaven z čerpadel dostupných na českém trhu.

Požadavkem katalogu bylo přinést přehled čerpadel na českém trhu. Trh nabízí téměř 50 řad čerpadel od 17 výrobců, z toho některé řady obsahují i 5 a více konkrétních typů. Převážná většina katalogu je tvořena hydrodynamickými čerpadly, jen pár výrobců nabízí čerpadla hydrostatická. Celkem byl tedy sestaven objemný přehled dostupných čerpadel a otevírá možnosti pro optimalizovaný návrh TSS.

Tlakové stokové systémy jsou mladým inovativním systémem, který při správně provedeném návrhu odvádí odpadní vody bez sedimentace pevných částic a tedy i případného čištění. Systém má ovšem spoustu požadavků na instalaci sběrných jímek u každé nemovitosti, a tím se pochopitelně značně zvyšuje jeho pořizovací cena. Z ekonomických důvodů systémy odvádí jen vodu splaškovou, což je výhodou při navrhování čistíren odpadních vod, které můžou být přesněji navrženy, protože nebude docházet k výkyvům v případě dešťů.

5 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 1671. *Venkovní tlakové systémy stokových sítí*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1998.
- [2] BERÁNEK, Josef a Petr PRAX. *Tlaková kanalizace*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000. 1998. ISBN 80-86020-08-8.
- [3] gravitace versus tlak. *MIS-PS* [online]. Brno: MIS-PS, 2016 [cit. 2016-11-12]. Dostupné z WWW: <cista.info>.
- [4] MISZTA-KRUK, Katarzyna. *Reliability and failire analysis of pressure, vacuum and gravity sewer systems based on operating data*. Varšava: Warsaw University of Technology, Faculty of Environmental Engineering, Department of Water Supply and Wastewater Management, 2015.
- [5] Design and specification. TECHNICAL ADVISORY COMITTEE. [online]. Miami: TECHNICAL ADVISORY COMITTEE, 1981 [cit. 2016-11-12]. Dostupné z WWW: <dep.state.fl.us>
- [6] RUCKA, Jan, Tomas SUCHACEK, Jiri KOVAR a Ondrej ANDRS. *ASPECTS OF PRESSURE SEWERAGE SYSTEM DESIGN* [online]. 2015, 5 [cit. 2017-03-12]. DOI: 10.17973/MMSJ.2015_12_201562. Dostupné z: http://www.mmscience.eu/content/file/MM_Science_201562.pdf
- [7] Arbeitsblatt DWA-A 116-2, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft. *DWA-Regelwerk*. Mai 2007. Hennef: DWA, 2007. ISBN 9783940173003.
- [8] ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2012
- [9] HLAVÍNEK, Jakub. *Katalog armatur pro tlakové stokové sítě*. Brno, 2016. 46 s., 31 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.
- [10] MINISTERSTVO ZEMĚDELSTVÍ ČR. *Vodovody kanalizace ČR 2011*. Praha, 2012. ISBN 978-80-7434-079-6. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/180716/MZe_VaK_2011_finalni_B_komprimovane.pdf
- [11] KURČÍK, Jan. *HYDROSTATICKÁ ČERPADLA: HYDROGENERÁTORY A HYDROMOTORY* [online]. In: . s. 11 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: http://techstroj.g6.cz/U/hydrostaticke_cerpadla.pdf
- [12] *Vodovody a kanalizace Brno 2008: 1. odborná konference s mezinárodní účastí : sborník přednášek : Brno, 2.-3.4.2008*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 122 s. ISBN 978-80-7204-579-2.

- [13] DRAINAGE SERVICES DEPARTMENT. *SEWERAGE MANUAL: Pumping Stations and Rising Mains* [online]. Vyd. 2. Hong Kong, 2013 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: http://www.dsd.gov.hk/EN/Files/Technical_Manual/technical_manuals/Sewerage_Manual_2_Eurocodes.pdf
- [14] *Druhy čerpadel: Čerpadla odstředivá* [online]. 2010 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://druhy-čerpadel.cz/hydrodynamicka/odstrediva/>
- [15] *Ponorná kalová čerpadla typového označení UNIQUA CESSPIT* [online]. In: . [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.cerpacitechnika.eu/cs/o-spolecnosti>
- [16] *Vřetenová čerpadla* [online]. 2010 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.ponorna-čerpadla.cz/vretenova-čerpadla-216680>
- [17] ČSN EN 12056-4. *Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 4: Čerpací stanice odpadních vod - Navrhování a výpočet*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2001.
- [18] BRADA, Karel a Petr HLAVÍNEK. *Čerpadla ve vodním hospodářství*. 2004. vyd. Brno: NOEL 2000, 2004. ISBN 80-86020-43-6.
- [19] ČSN EN 752. *Odvodňovací systémy vně budov*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2008.
- [20] NOVÁK, Josef et al. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Vyd. 1. Líbeznice u Prahy: Medim pro SOVAK ČR, c2003, x, 156 s. ISBN 80-238-9947-3.
- [21] KÁDA, Leoš. *Navrhování čerpacích stanic pro dopravu odpadních vod*. Brno, 2013. 55 s., 03 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
- [22] Sbírka zákonů č. 176/2008: o technických požadavcích na strojní zařízení. In: *176/2008*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2008, částka 56.
- [23] *Technické požadavky na výrobky: Prohlášení o shodě a označení CE* [online]. 2011 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.ipodnikatel.cz/Ochrana-spotřebitele/technicke-pozadavky-na-vyrobky-prohlaseni-o-shode-ce-atesty-a-certifikace.html>
- [24] *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011: kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh*. In: . Lucemburk, 2011.
- [25] BLÁHA, Jaroslav a Karel BRADA. *Hydraulické stroje* PRAHA: SNTL, 1992. 747 s.
- [26] HÁJEK, Gustav. *Čerpadla* PRAHA: SNTL, 1953. 219 s.
- [27] MIČKAL, Karel. *Strojní části strojů* PRAHA: SNTL, 1995. 220 s.
- [28] *Hennlich* [online]. [cit. 2010-05-20]. Čerpadla. Dostupné z: <http://www.hennlich.cz/index.php?f=671>
- [29] ČSN EN 752. *Odvodňovací systémy vně budov*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2008

- [30] REDUCE OPERATIONAL COSTS BY MAXIMIZING THE RETURN OF HOT CONDENSATE TO THE BOILER. *ROTH PUMP COMPANY* [online]. 2015 [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <http://www.rothpump.com/energy-efficient-condensate-return.html>
- [31] AMBROŽ, Martin. *Vyhodnocení provozu tlakové kanalizace vybrané obce*. Brno, 2014. 88 s., 02 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Jmenovitá světlost výtlačného potrubí.....	23
Tab. 3.1 Vztažné (referenční) otáčky čerpadel s asynchronními elektropohony.....	27

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1.1 Obyvatelé bydlicí v domech připojených na kanalizaci v roce 2011</i>	9
<i>Obr. 1.2 Schéma tlakové kanalizace</i>	10
<i>Obr. 1.3 Území vhodné pro tlakovou kanalizaci</i>	11
<i>Obr. 2.1 Příklady uspořádání sací jímky k zamezení vstupu vzduchu do čerpadla</i>	20
<i>Obr. 2.2 Vzorové vybavení malé kanalizační čerpací stanice</i>	22
<i>Obr. 3.1 Vícekanálová oběžná kola používaná při čerpání odpadních vod</i>	24
<i>Obr. 3.2 Porovnání charakteristik objemových (hydrostatických - HS) a odstředivých (hydrodynamických - HD) čerpadel</i>	25
<i>Obr. 3.3 Charakteristika potrubního systému</i>	26
<i>Obr. 3.4 Charakteristiky odstředivého čerpadla v poměrných hodnotách</i>	28
<i>Obr. 3.5 Diagram fázové rovnováhy vody</i>	29
<i>Obr. 3.6 Kavitace hydrodynamického čerpadla</i>	30
<i>Obr. 3.7 Řez hydrostatického ponorného vřetenového čerpadla</i>	33
<i>Obr. 3.8 Řez vertikálním odstředivým čerpadem s řezacím mechanismem</i>	35
<i>Obr. 3.9 Porovnání čerpacích charakteristik hydrostatického a hydrodynamického čerpadla</i>	36
<i>Obr. 3.10 - Domovní čerpací jímka s odstředivým ponorným čerpadlem</i>	37
<i>Obr. 3.11- Ukázka katalogu čerpadel</i>	47

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

TSS	...	tlakové stokové systémy
ČOV	...	čistírna odpadních vod
ATS	...	automatická tlaková stanice
ČS	...	čerpací stanice
HS	...	hydrostatické čerpadlo
HD	...	hydrodynamické čerpadlo
ČR	...	Česká republika
PN	...	jmenovitý tlak [MPa]
DN	...	jmenovitá světlost [mm]
DN/ID	...	vnitřní průměr [mm]
DN/OD	...	vnější průměr [mm]
P	...	příkon čerpadla [kW]
h_g	...	geodetická výška [m]
h_{celk}	...	dopravní výška [m]
h_z	...	ztrátová výška [m]
h_{zt}	...	ztráty třením [m]
h_{zm}	...	místní ztráty [m]
d	...	vnitřní průměr potrubí [m]
g	...	gravitační zrychlení [m/s^2]
l	...	délka potrubí [m]
v	...	průtočná rychlost [m/s]
ξ	...	součinitel místních ztrát [-]
Y	...	měrná energie [$J.kg^{-1}$]
p	...	tlak [Pa]
ρ	...	hustota [m^3/kg]
H_P	...	charakteristika potrubí [m]
η	...	celková účinnost čerpadla [-]
$NPSH_R$...	kritická kavitační deprese [m]
$NPSH_A$...	sací výška [m]
P_u	...	užitečný výkon [W]
M	...	točivý moment [Nm]
ω	...	úhlová rychlost [s^{-1}]

SEZNAM PŘÍLOH

1. Katalog čerpadel pro tlakové stokové systémy

SUMMARY

The assignment of my bachelor thesis was to collect informations about alternative drainage using low-pressure sewer systems (LPSS). Thesis describes current state of low-pressure sewer systems designing and application, their characteristics, problems and design basics in the Czech Republic and abroad in accordance with czech and european standards. The next part contains the classification and description of sewage pumps. Emphasis was put on severance, technical requirements and content of the Declaration of Conformity and Declaration of Performance documents. The output is pump catalogue for low pressure sewer systems, which includes products available on the czech market. Attention was paid to their separation, description of the use and technical parameters.

Low-pressure sewer network is modern and innovative system and, if properly designed, does not cause sedimentation of solids and possible cleaning. Despite of many service and maintenance requirements it is an effective system, which is also advantageous in designing of wastewater plant because it only leads waste water without dilution with rain water.

System of low-pressure sewerage is mainly used in small villages without suitable conditions for gravity drainage, and I hope that with continuous improvement of designing sewerage and pumping technique, the system will be more often used and every research going on in this direction is and will be a appreciated in scientific circles.