

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2008

Tomáš Novák

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

TECHNICKÁ FAKULTA

**KATEDRA TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ
STAVEB**

MODERNIZACE ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD S KAPACITOU DO
1000 EKVIVALENTNÍCH OBYVATEL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí: Ing. Petr Jevič, CSc.

Diplomant: Tomáš Novák

Praha 2008

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce je návrh zařízení k dočištění odpadních vod z (ČOV) v obci Ořech. Touto poslední fází úpravy odpadní vody čistírny bude zajištěna dostatečná kvalita vody pro další návrh využití pro hospodářské účely. Dočištění bude provedeno pomocí filtračního zařízení s pískovou náplní.

V první části diplomové práce je zdůrazněn celosvětový problém s nedostatkem pitné vody, jejím znečišťováním lidskou činností a dopadem na životní prostředí. Dále je jsou popsány ukazatele a zdroje znečištění, platné právní normy upravující nakládání s odpadními vodami na naší i evropské úrovni.

Navazuje popis technologii doprovázející čištění odpadních vod, procesy probíhající v každé fázi čištění, používané přírodní technologie čištění, nemalá část teoretické fáze je věnována kalovému hospodářství čistíren odpadních vod a jejich způsobu zpracování.

Další samostatná kapitola obsahuje charakteristiku výchozích podmínek ČOV, popis stávajících podmínek, používaných technologii, dále hydrologické údaje o přítoku odpadních vod a odtoku vyčištěné vody.

V kapitole číslo čtyři je uveden návrh filtračního zařízení sloužící k dočištění odpadních vod. Ze tří výrobců byl vybrán nevhodnější výrobek u kterého byly uvedeny veškeré dostupné technické a provozní parametry. Následuje teoretický rozbor čerpačí techniky a s ní spojené výpočty.

Závěrečná kapitola je zaměřena ekonomickou část diplomové práce, nákladům na provoz a údržbu ČOV, financování navrženého projektu.

Klíčová slova: zdroje znečištění, dočištění odpadních vod, filtrační zařízení

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Modernizace čistírny odpadních vod s kapacitou 1000 ekvivalentních obyvatel“ vypracoval samostatně a použil jsem pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 20.4.2008

.....

Podpis diplomanta

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří přispěli k úspěšnému dokončení této práce. Jmenovitě pak za rady a odborné vedení vedoucímu diplomové práce panu Ing. P. Jevičovi, CSc., Ing. K. Vrátnému, a všem ostatním.

Obsah :

1. Úvod.....	1
2. Přehled poznatků z literatury.....	2
2.1 Základní ukazatele znečištění.....	3
2.2 Zdroje znečištění.....	4
2.3 Platné právní předpisy.....	5
2.4 Čištění odpadních vod.....	6
2.4.1 Mechanické čištění odpadních vod.....	6
2.4.2 Biologické čištění odpadních vod.....	10
2.4.3 Chemické čištění odpadních vod.....	12
2.5 Domovní a malé čistírny odpadních vod.....	12
2.6 Přírodní čištění odpadních vod.....	15
2.6.1 Typy přírodních systémů pro čištění odpadních vod.....	15
2.7 Kalové hospodářství.....	19
2.7.1 Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů.....	19
2.7.2 Charakteristika kalů.....	19
2.7.3 Nakládání s kaly.....	20
2.7.4 Nejběžnější metody minimalizace množství kalů při jejich zpracování.....	21
3. VÝCHOZÍ PODMÍNKY PODNIKU, POSTUPY A METODY ŘEŠENÍ.....	24
3.1 Objasnění.....	24
3.2 Charakteristika dosavadních provozů.....	24
3.3 Uspořádání stávajících technologických zařízení.....	26
3.4 Nedostatky dosavadních provozů.....	31
3.5 Souhrn výchozích podmínek a stanovení postupných kroků.....	31
4. Návrh řešení a dosažené výsledky.....	31
4.1 Řešení návrhu.....	31
4.1.1 Řešení inovačního stupně.....	31
4.1.2 Vyhodnocení výběrového řízení.....	32
4.1.3 Popis a znázornění navrhovaného řešení.....	36

4.1.4 Specifikace dodávek, prací a orientační rozpočet stavby.....	36
4.2 Vlastní měření.....	36
4.2.1 Výběr sledovaných parametrů navrhovaného zařízení.....	41
4.2.2 Postup měření a měřicí přístroje.....	41
4.2.3 Matematicko-statistické vyhodnocení měření.....	41
4.2.4 Interpretace výsledků měření.....	42
4.3 Teoretický rozbor technologického zařízení souvisejícího s návrhem.....	43
4.3.1 Popis a funkce čerpadla.....	49
4.3.2 Numerický výpočet zvolených parametrů zařízení na základě teoretického rozboru a výsledků měření.....	50
4.4 Ekonomické posouzení návrhu.....	52
4.4.1 Charakteristika investičního záměru.....	52
4.4.2 Stanovení (návrh) celkových investičních nákladů.....	53
4.4.3 Propočet výnosů a nákladů investice.....	56
4.4.4 Stanov. základ. ukazatelů hodnocení a jejich interpretace.....	57
4.4.5 Závěr ekonomického posouzení.....	57
5. Diskuze a závěr.....	58
5.1 Diskuze.....	58
5.2 Závěr.....	59

1. Úvod

Předmětem této diplomové práce je modernizace čistírny odpadních vod v obci Ořech.

V první kapitole jsou uvedeny poznatky z literatury. Popisuje základní teorie spojené s problematikou čistíren odpadních vod, uvádí různé druhy a postupy čištění OV.

Tyto alternativy řešení vytváří ucelený náhled na danou problematiku a z ní navrhnout novou hlavně ekologickou variantu modernizace ČOV.

V posledních letech výrazně vzrostl rozmach výstavby malých a středně velkých ČOV. S rostoucí životní úrovní české společnosti začala řada obcí řešit otázky životního prostředí. Vlivem grantů z EU se pustili do vypracování projektů, které by měli odpadní vody vzniklé na území obce bezpečně vyčistit a navrátit do koloběhu vody v přírodě.

Vývoj v čištění odpadních vod značně posílil, používané technologické procesy dokážou odstranit znečištění na požadované hodnoty. Návrh použité technologie čištění závisí především na množství odpadních vod a druhu znečištění vod.

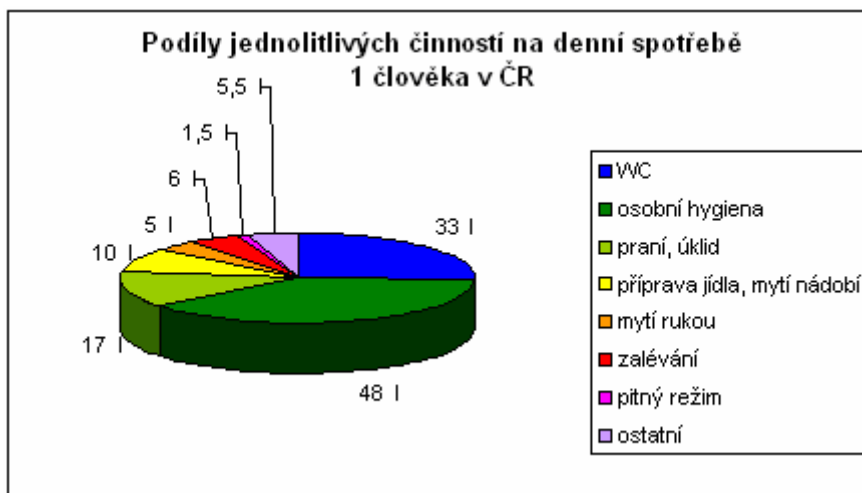
Dále pak volíme koncepci čistírny podle alternativ na samostatně komunální a samostatně průmyslové ČOV, na společné čištění odpadních vod na komunální čistírně a společné čištění odpadních vod na průmyslové čistírně.

Výchozím produktem je voda zbavená především organických a anorganických látek. Vyčištěná voda je vypouštěna převážně do recipientu nebo pomocí drenáže vsakována do půdy. Dle kvality odtokové vody je ohodnocena účinnost dané technologie používané v ČOV.

Vhodná a především účinná technologie čištění odpadních vod vymezuje hranice mezi civilizovanou a rozvíjející se společností.

2. Přehled poznatků z literatury

Vodní zdroje jsou neustále ohroženy znečištěním, které způsobujeme především my, lidé. Děje se tak prostřednictvím neupravených odpadních vod, chemických látek, umělých hnojiv a pesticidů, které produkujeme stavební, průmyslovou a zemědělskou činností. Díky nám je více než polovina velkých řek závažně znečištěna a až v 90. letech 20.století jsme se začali zajímat o zdroje podzemních vod, přestože je na nich závislá jedna třetina světové populace včetně nás ve střední Evropě. Naštěstí se snažíme své prohřešky napravit, sledujeme kvalitu vody a pokoušíme se zabránit dalšímu vypouštění toxických látek. A abych všechnu špínu neházela na lidi, někdy i příroda sama znečišťuje vodu, ovšem ne v takové míře jako my.



Obr.1 Podíly jednotlivých činností člověka na denní spotřebě

Nejvíce vody využijeme k osobní hygieně a splachování WC. Ale pitný režim zabírá pouze velmi malou část celkové spotřeby.

Tab.1 Spotřeba vody člověka

činnost	ČR	procentový podíl	země třetího světa
pitný režim	1,5 l	1,19%	0,12 l
osobní hygiena	48 l	38,10%	3,81 l
WC	33 l	26,19%	2,62 l
praní, úklid	17 l	13,49%	1,35 l
příprava jídla, mytí nádobí	10 l	7,49%	0,79 l
mytí rukou	5 l	3,97%	0,40 l
zalévání	6 l	4,76%	0,48 l
ostatní	5,5 l	4,37%	0,56 l
celkem	126 l	100%	10 l

Hlavním současným problémem je úbytek pitné vody a to nejen vlivem globálního oteplování. Příroda již není schopná uklízet to, co lidé svým konzumním způsobem života natropili.

Činností člověka (průmyslovou, zemědělskou) se mění odebíraná voda z přírody na vodu odpadní. Odvádění a čištění odpadních vod často vypovídá o kulturním, technickém a ekonomickém stupni rozvoje dané společnosti.

Impulesem pro rozvoj bylo vytvoření legislativy, přijetí zákona o vodách v roce 1973 (novelizace v roce 2001). V současné době jsou města nad 25 tis. obyvatel na území ČR zásobována z 96 % vodou z vodovodů, 94 % je odkanalizováno a 84 % produkovaných vod je čištěno. Úroveň odpadních vod je vyšší než v některých zemích EU (Belgie, Itálie, Španělsko, Portugalsko, Řecko). Komplexní ochrana povrchových vod znamená ovšem i vyřešení problematiky malých zdrojů znečištění tj. obcí do 2000 obyvatel a rozptýlené zástavby.

(Denisa Dvořáková, 2007)

2.1 Základní ukazatele znečištění

Základním měřítkem pro vyjadřování znečištění je tzv. ekvivalentní obyvatel (EO). Jedná se o znečišťování vyprodukované od 1 obyvatele (viz. tabulka 3). Při stanovení potřebného výkonu čistírny, zejména biologické části, se velmi často počet udává v EO. Nejvýznamnějšími složkami pro posuzování kvality splaškových vod jsou parametry BSK₅, CHSK, Nc, Pc, pH.

Významnou vlastností odpadní vody je i její teplota, která ovlivňuje rychlost biochemických reakcí. Průměrná roční teplota vody přitékající na čistírny odpadních vod se v našich zeměpisných podmínkách pohybuje od 10 °C do 20 °C. Ve srovnání s městskou čistírnou odpadních vod jsou malé čistírny mnohem citlivější na kolísání teplot, což má negativní vliv na čistírenské procesy a je třeba s touto skutečností počítat (např. snížení nitrifikačních pochodů v zimním období).

Látky obsažené ve splaškových vodách mají původ v:

- pitné vodě, kterou je zásobeno obyvatelstvo,
- produktech metabolismu živých organismů,
- produktech lidské činnosti v domácnosti (zbytky jídel, prací a čisticí prostředky atd.),
- produktech průmyslové a zemědělské činnosti,
- odpadních vodách srážkových,
- balastních vodách.

(Sojka, 2004)

2.2 Zdroje znečištění

Voda je nezbytnou potřebou člověka, používá ji, ale z velké části nespotřebuje. Největší část použité vody odtéká jako voda odpadní. Odpadní vody se liší stupněm znečištění a svým složením především v závislosti na typu sídla, druhu průmyslu a taktéž na stupni nařazení srážkovými a balastními vodami, vstupujícími do systému. Objem a složení odpadních vod se ve stejném místě mění v průběhu času, a to během dne, týdne a roku. Množství a kvalita odpadní vody jsou jedny z nejdůležitějších vstupních návrhových parametrů pro dimenzování a výstavbu čistírny odpadních vod.

(Sojka, 2004)

2.3 Platné právní předpisy

- Vodní zákon č. 254/2001 Sb., § 38 – Odpadní vody, odst. 3, Kdo vypouští odpadní nebo zvláštní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodnění v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovení těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod. Ten, kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, a příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu.
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.
- Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 183/2006 Sb. stavební zákon – platí od 1.1.2007.
- Vyhláška č.432/2001 Sb. o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření.
- Vyhláška MŽP č.293/2002 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod.
- Vyhláška MMR č.137/1998 Sb., o technických požadavcích na výstavbu.

2.4 Čištění odpadních vod

Způsoby čištění:

Znečištění odpadních vod je možno odstraňovat několika technologickými způsoby, které na sebe mohou vzájemně navazovat.

2.4.1 Mechanické čištění odpadních vod

Jde o nejjednodušší způsob odstraňování znečištění z vody, a to mechanickou separací znečišťujících látek. Provádí se obvykle ve dvou stupních. V prvním stupni dochází k oddělení hrubšího materiálu na česlích a v lapácích písku. V dalším stupni jsou odstraněny látky usaditelné prostou sedimentací. Rychlost usazování částic je určena jejich velikostí, tvarem, hustotou a viskozitou. Při usazování rozlišujeme prostou a rušenou sedimentaci. Tímto postupem lze snížit koncentraci organického znečištění obsaženého ve splaškové odpadní vodě o 15-30 %. Je zřejmé, že použití tohoto způsobu čištění odpadních vod je zcela nedostatečné a lze jej využít pouze pro předčištění.

(Sojka, 2004)

Česle

Odpadní voda unáší hrubé vzplývající nebo plovoucí nečistoty. Jedná se o papíry, textilní zbytky, zbytky z potravin a exkrementy. Tyto nečistoty jsou zachyceny na česlích a snižují riziko poškození strojního zařízení a technologické problémy na ČOV.

Česle v zásadě dělíme na ručně a strojně stírané. Česle jsou umístovány do přítokového žlabu a jsou vybaveny obtokem. Produkce shrabků dle ČSN 75 6402 činí 4-8 kg na 1 EO za rok (je závislá na šířce průlin).

- *Ručně stírané česle* jsou obvykle používány u čistíren do 500 EO. V přítoku čistírny mají být česle s průlinami 15-20 mm. Pro čistírny bez primární sedimentace a s jemnobublinnou aerací se doporučuje použít česlí s průlinami do 10 mm. Rychlost vody v česlích by neměla překročit maximální průtokovou rychlost $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ručně stírané česle jsou navrhovány tak, aby byly vyjímatelné a stíratelné po celé ploše. Sklon česlí vůči dnu žlabu má být asi 45° . Součástí česlí je odkapávací plocha. Vzhledem k tomu, že materiál zachycený na česlích je hygienicky nebezpečný, snaží se řada dodavatelů malých ČOV eliminovat problém likvidace a manipulace se shrabky instalováním mělnicích čerpadel místo

česlí. Likvidace hrubě dispergovaných látek probíhá současně s likvidací vznikajícího přebytečného kalu, který již nevyžaduje tolik manuálních zásahů.

- *Strojně stírané česle* (samočisticí) – vyznačují se vysokou separační účinností. Průliny česlí od 1mm jsou standardní nabídkou. Při průtoku odpadní vody dochází k zachycení podílu unášených látek na česlicovém pásu a ten je vynáší do prostoru výsyvky, zatímco voda zbavená shrabků prochází k dalšímu čistícímu procesu. Odloučení shrabků od pásu probíhá samočinně vlivem vhodně tvarovaných česlic. Strojně stírané česle je vhodné chránit před povětrnostními a klimatickými vlivy (namrzání) stavebním objektem nebo konstrukční úpravou. Sklon česlí v základních řadách je vůči přívodnímu žlabu 60-70°.

Lapák písku

Nečistoty, především charakteru písku, které se mohou vyskytnout i v oddílné kanalizaci, jsou v dalším provozu čistírny nežádoucí. Usazeniny zmenšují užité objemy technologických nádrží, způsobují nadměrné opotřebení strojního zařízení (čerpadel, aerační elementy), popř. ucpávání technologických rozvodů.

Odstranění písku z odpadní vody je prováděno v lapácích písku, které jsou součástí mechanického předčištění. Základní dělení lapáků:

- vertikální lapáky
- horizontální lapáky

Odlučovač tuků

Dimenzování odlučovačů tuků se provádí obvykle dle DIN 4040, protože prozatím neexistuje norma ČSN, která by podrobně popisovala výpočet funkčních částí odlučovače. Odlučovače jsou dodávány jako dvoustupňové a slouží k zachycení a odloučení neemulgovaných tuků a olejů obsažených v odpadních vodách, produkovaných především z potravinářských (zpracování masa) a restauračních (kuchyňské provozy) zařízení. Odlučovače bezpečně chrání kanalizaci před nadměrným zanášením, popřípadě čistírnu odpadních vod před technologickými problémy.

(Sojka, 2004)

Tab. 2 Dimenzování dle DIN 4040

Velikost odlučovače [l/s]	Profil potrubí [mm]	Objem kalového prostoru [m ³]	Povrch odlučovače [m ²]	Objem odlučovacího prostoru [m ³]	Objem pro odlučovaný tuk [m ³]
2	100	0,2	0,5	0,48	0,08
4	100	0,4	1,0	0,96	0,16
6	125	0,6	1,5	1,44	0,24
8	150	0,8	2,0	1,92	0,32
10	200	1,0	2,5	2,4	0,4
15	200	1,5	3,75	3,6	0,6

Usazovací nádrž

Primární usazovací nádrže jsou určeny k odstraňování nerozpuštěných látek organické povahy z odpadní vody. Jedná se o kontinuálně protékané nádrže, v nichž separace nerozpuštěných látek probíhá na principu prosté sedimentace. Tímto způsobem se zbavíme části organického znečištění, které nemusíme odstraňovat v biologickém stupni. Zachycované látky tvoří primární kal. Likvidace, především stabilizace, tohoto produktu znečištění je na malých čistírnách problematická, a proto se primární nádrže obvykle neinstalují.

Podle směru průtoku a tvaru rozlišujeme nádrže:

- pravoúhlé a kruhové s horizontálním průtokem,
- pravoúhlé a kruhové s vertikálním průtokem.

Tab.3 Separační účinnosti v závislosti na době zdržení

Ukazatel	0,5-1,0 hod	1,0-1,5 hod	>1,5
NL	40-50%	45-50%	50-55%
BSK5	10-15%	20-25%	25-30%

Tab.4 Navrhované parametry usazovacích nádrží pro mechanické čištění odpadních vod

	Střední doba zdržení - Plošné zatížení - hod m ³ /m ² .hod			
Usazovací nádrž	Pro Q _v	Pro Q _{max}	Pro Q _v	Pro Q _{max}
Před aktivací	1,0 - 3,0	0,5	1,0-2,8	5,0
Před biofiltrem	2,0-4,0	1,0	0,7-1,4	2,5

Dosazovací nádrže

Usazovací nádrže k oddělení biologického kalu sedimentací se nazývají dosazovací nádrže. Jsou nedílnou součástí čistíren s aktivací nebo biofiltrem. Dosazovací nádrž hraje klíčovou roli při dosazování vysoké kvality vody na odtoku z čistírny a musí zabezpečit:

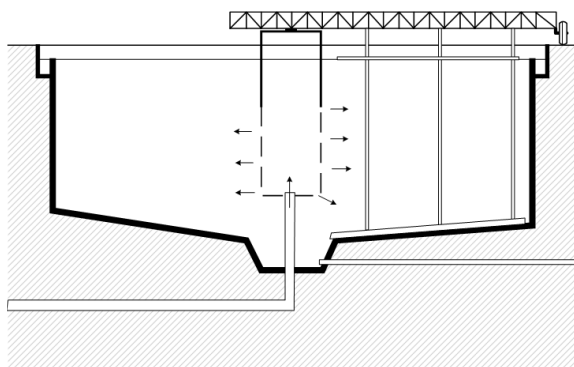
- separaci aktivovaného kalu a vyčištěné vody s minimální zbytkovou koncentrací nerozpuštěných látek,
- zahuštění kalu v kalovém prostoru na požadovanou koncentraci,
- akumulaci aktivovaného kalu pro případ zvýšeného průtoku systémem (např. za deště) tak, nedocházelo k jeho vyplavování.

Při návrhu dosazovacích nádrží je doporučeno počítat s parametry ovlivňujícími separaci biologického kalu:

- maximální přítok do biologické části čistírny,
- tvar a rozměry,
- umístění a řešení přítoku a odtoku,
- přípustné zařízení separační plochy,
- způsob vyklízení separovaného biologického kalu,
- recirkulace biologického kalu a jeho koncentrace.

Podle směru průtoku a tvaru rozlišujeme nádrže:

- pravoúhlé a kruhové s horizontálním průtokem,
- pravoúhlé a kruhové s vertikálním průtokem.



Obr. 2 Řez kruhovou dosazovací nádrží

2.4.2 Biologické čištění odpadních vod

Biologické čištění vod využívá schopnosti mikroorganismů rozkládat organické znečištění ve vodním prostředí. Rozkladný proces je velmi složitý, rychlost tohoto procesu závisí na řadě faktorů, např. na obsahu kyslíku ve vodě, pH, teplotě, typu znečištění, přítomnosti toxických látek a použité metodě čištění. V biologickém stupni čištění se odstraní takové množství znečištění (živin), které je použito na stavbu další buněčné hmoty. Předpokládá se odstranění úměrné poměru parametrů BSK₅: N: P (uhlík : dusík : fosfor) na přítoku 100 : 5 : 1. Znamená

to, že na každých 5 mg dusíku (N) a 1 mg fosforu (P) může být odstraněno biologickou cestou 100 mg BSK₅. V principu se jedná o intenzifikaci samočisticích pochodů probíhajících v povrchových vodách. Hlavním rozdílem je rychlost odbourávání, která je v porovnání s čistírnou relativně nízká. Proto lze v čistírně dosáhnout stejného efektu za poměrně kratší dobu. Příčinou je rozdílná koncentrace mikroorganismů (biomasy) přítomných v povrchových vodách a v čistírně. Nutností je vytvoření dostatečných podmínek pro udržení biologických pochodů.

V biologickém postupu se používá různých metod, např. aerobní, anaerobní nebo jejich kombinace.

Při biologickém čištění odpadních vod se jedná vesměs o rozložení organických látek v nich obsažených, z nichž biologicky je rozložitelná pouze určitá část. V zásadě rozlišujeme procesy aerobní (probíhající za přítomnosti molekulárního kyslíku) a procesy anaerobní (probíhající v prostředí jeho nepřítomnosti). V aerobních podmínkách se jedná o oxidační rozklad organických sloučenin molekulárním kyslíkem (aerobní respiraci), přičemž konečným produktem je oxid uhličitý CO₂ a voda H₂O. V případě anaerobního procesu se jedná o směs methanu CH₄, oxidu uhličitého CO₂, a vodní páry označovanou jako bioplyn.

(Sojka, 2004)

Tab.5 Energetická bilance v aerobních a anaerobních procesech

	Spotřeba na syntézu biomasy	Ztráta ve formě tepla	Energie v bioplynu
Aerobní proces	60 %	40 %	0
Anaerobní proces	5-7 %	3-5 %	90 %

Srovnání anaerobního procesu s aerobním:*Výhody*

- nízká spotřeba energie (není nutné provzdušňování nádrží),
- nižší produkce biomasy, není nutná stabilizace kalu,
- nízké požadavky na živiny,
- možnost udržení vysoké koncentrace biomasy v systému.

Nevýhody

- menší reakční rychlost (vyšší objemy reaktorů),
- vyšší zbytkové koncentrace na odtoku (nutnost aerobního dočištění),
- citlivost systému na teplotu,
- dlouhá doba zpracování.

Aerobní procesy

Při biologickém čištění odpadních vod v aerobních podmínkách se uplatňují procesy podmíněné činností aerobních mikroorganismů, které rozkládají organické látky (substrát) za přítomnosti kyslíku. Způsoby aerobního čištění se rozdělují na extenzivní (vegetační čistírny, biologické rybníky) a intenzivní (aktivace, biofiltr, rotační biofilmové reaktory).

(Sojka, 2004)

Aktivační proces

Jedná se o nejběžnější způsob biologického čištění odpadních vod. V základním uspořádání sestává z aerované nádrže (reaktoru), v níž dochází k procesu čištění odpadní

vody za současné produkce aktivovaného kalu (směsná kultura mikroorganismů, např. bakterie, houby, plísňe, prvoci, kvasinky, červi vytvářející ve vodě suspendované látky). Z aktivační nádrže odtéká směs vyčištěné odpadní vody a kalu do separační nádrže (dosazovací), v níž se obě složky oddělí sedimentací. Vyčištěná odpadní voda je vypouštěna do recipientu nebo na další stupeň čištění, přičemž zahuštěný aktivovaný kal z dosazovací nádrže je vrácen recirkulací zpět do aktivační nádrže. Tím je udržována provozní koncentrace aktivovaného kalu v nádrži ($2-5 \text{ kg/m}^3$). Pro vytvoření aerobních podmínek aktivace musí být do nádrže průběžně přiváděn kyslík, obvykle jejím provzdušňováním, a to stlačeným vzduchem (nejrozšířenější – jemnobublinná aerace) nebo povrchovými aerátory (kessenery, oběžná kola). Aerací je současně obsah nádrže míchán a dochází k dokonalému kontaktu aktivního kalu a odpadní vody. Návrh a technologické modifikace aktivace jsou podrobně popsány v ČSN 75 6401 a ČSN 75 6402.

2.4.3 Chemické čištění odpadních vod

Obecně se chemické způsoby čištění skládají ze směšovacího stupně, ve které je koagulant míšen s vodou při vzniku vloček (chemického kalu). U splaškových odpadních vod bez průmyslového znečištění jsou používány např. metody srážení fosforu pomocí solí hliníku nebo železa.

(Sojka, 2004)

2.5 Domovní a malé čistírny odpadních vod

Ve většině případů jsou investory malých domovních čistíren obecní úřady, firmy nebo soukromí uživatelé, kteří ne vždy mají dostatek zkušeností s vodohospodářskou problematikou. To může vést k vysokým investičním nákladům nebo nevhodně zvolené technologii s důsledkem nedosažení limitních hodnot na odtoku z čistírny.

Nejdůležitějším kritériem, které čistírny jako celek mají splnit, je především požadovaná kvalita vyčištěné vody. Tomuto požadavku má být podřízena i volba technologie čištění a skladba celé technologické linky. Problém může nastat v okamžiku, kdy je nutné tento návrh blíže specifikovat. Jinak jej bude vidět provozovatel a jinak ekonom. Z pohledu celkových investic je důležité zvážit, zda uvažovat o výstavbě kanalizační sítě a centrální čistírny odpadních vod (možnost sdružení i několika obcí) – centralizovaný systém, nebo

o realizaci více stokových sítí zakončených menšími čistírnami – decentralizovaný systém. Z pohledu ekonomy, potažmo investora (např. obec), zvláště u rozptýlené zástavby zvítězí varianta druhá. Budoucí provozovatel čistírny bude dávat přednost centralizovanému systému. (Nižší počet strojních zařízení s sebou nese i nižší pravděpodobnost poruch, stabilitu provozu větších čistíren atd.) Je třeba uvést, že rozhodnutí nelze paušalizovat, ale je nutné vycházet z dokonalé znalosti místní situace a diplomatického kompromisu.

Každá čistírna odpadních vod by měla být navrhována na „míru“. Při návrhu je nutné vždy přihlídnout k zatěžovacím parametrům, ale taktéž k charakteru stokové sítě. Pro stejný počet EO nebude vypadat technologická linka ČOV stejně na oddílné a jednotné kanalizaci, kde je kladen důraz na bezpečnější návrh hrubého předčištění, akumulaci dešťových vod a dosazovací nádrže.

Otázka návrhu řešení technologické linky by měla začínat požadavkem na kvalitu vyčištěné vody v souladu s legislativou, především s nařízením vlády 61/2003 Sb. (emisní i imisní limity). Odtokové limitní hodnoty nařízené místně příslušným vodohospodářským orgánem mají zohlednit místní podmínky, význam recipientu, zvláštní zájmy atd.

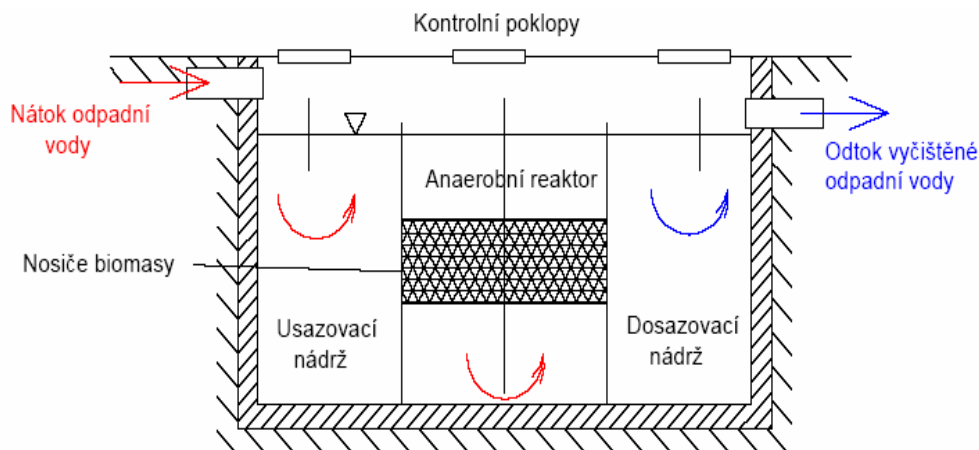
Vypočet množství a koncentrace znečištění odpadních vod je obdobný jako v případě malých čistíren odpadních vod.

Volba technologie čištění

Anaerobní čistírny odpadních vod

Použití tohoto typu technologie je doporučováno u objektů, které nejsou trvale obydleny. V kombinaci s dalším stupněm čištění (pískový nebo zemní filtr) je možné dosáhnout poměrně vysoké kvality vypouštěné vody. Účinnost závisí na době zdržení (velikosti účinného objemu ČOV). Dosahovaná účinnost na BSK₅, je bez dočištění cca 70 %, s dočištěním 85 %.

Čistírnu tvoří kompaktní nádrž dělená na část usazovací, anaerobní reaktor s biofiltrem a dosazovací prostor. Mikrobiální rozklad organického znečištění probíhá bez přístupu vzdušného kyslíku a je intenzifikací procesů probíhajících samovolně na dně jezer a rybníků. Působením mikrobiologického osídlení, které narůstá na členité ploše bilofiltru, dochází k postupnému snižování obsahu organických látek v odpadní vodě.



Obr.3 Schéma anaerobní DČOV

Aerobní čistírny odpadních vod

Biofiltry

Princip čištění je založen na činnosti mikroorganismů přisedlých na pevném podkladu (bionosiči), na který se skrápěcím zařízením rozstříkuje odpadní voda.

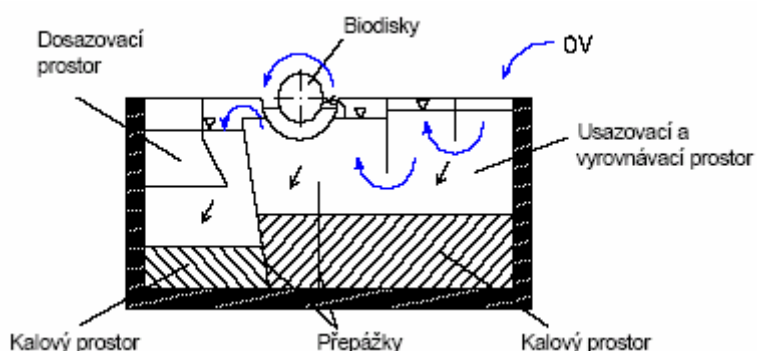
Biologický filtr tvoří nádrž s roštovým dnem a náplní (plastová nebo klasická z přírodního kamene). Roštovým dnem je přirozeným prouděním (komínový tah) přiváděno dostatečné množství vzduchu do tělesa biofiltru pro biologický proces, což je základní podmínka jeho dobré funkce. Technologie čistírny s biofiltry se skládá z mechanického předčištění – usazovací nádrže, biofiltru a dosazovací nádrže. Na povrchu náplně biofiltru se po určité době vytvoří směsná kultura mikroorganismů, která rozkládá přítomné organické látky v odpadní vodě. Účinnost procesu závisí na volbě náplně (účinné ploše) objemu biofiltru. Vhodně dimenzovaný biofiltr dosahuje účinnosti 80-90 % na BSK₅. Účinnost procesů (rychlost odbourávání) je silně závislá na teplotních podmínkách ovlivňujících rozpustnost kyslíku. Technologie biofiltru je u nás velmi málo používána. Můžeme se s ní setkat např. v Německu, Rakousku, Nizozemí a USA, kde je běžně nabízena

i pro velikost 1-50 EO.

Biodisky

Rotační biodiskové čistírny podobně jako biofiltry využívají činnosti mikroorganismů přisedlých na bionosiči. Na rozdíl od biofiltrů však není tento nosič skrápěn, ale rotuje částečně ponořen do odpadní vody. Při otáčení dochází k střídavému kontaktu s odpadní

vodou a vzduchem. Tím je zajištěn stalý přísun kyslíků ke směsné kultuře mikroorganismů přisedlých na ploše biodisku. Vlastní čistírnu tvoří nádrž dělená na část usazovací, biozónu s disky a část dosazovací. Jedná se o technologii u nás velmi rozšířenou a používanou především a domovních čistíren. Vyniká především snadnou obsluhou a stabilitou provozu. Biodiskové čistírny, přestože jsou nyní vytlačovány aktivačními systémy (klasické nebo s biokontaktorem), mají nezaměnitelné místo při použití v lokalitách s nerovnoměrným nátokem nebo pro odpadní vody s nízkým obsahem znečištění (BSK5 pod mg/l). (Sojka, 2004)



Obr.4 Biodiskové aerobní DČOV

2.6 Přírodní způsoby čištění odpadních vod

2.6.1 Typy přírodních systémů pro čištění odpadních vod

- zemní (pískové filtry),
- kořenové čistírny.
 - a) s povrchovým tokem odpadní vody
 - b) s podpovrchovým tokem odpadní vody-horizontální-vertikální - kombinované
- vodní kultury s plovoucími vodními rostlinami, s ponořenými vodními rostlinami,
- další systémy (hydroponie, závlaha ap.).

Podíl rostlin na čistícím procesu v kořenových čistírnách

- přenos kyslíku do kořenové zóny,
- zvyšování hydraulické propustnosti půdního tělesa,
- kořeny poskytují substrát pro rozvoj a činnost bakterií,
- transpirace –výpar vody z rostlinných částí,

- odčerpávání živin a dalších látek (těžkých kovů, organických polutantů ap.) rostlinami.

Konstrukční uspořádání malých přírodních čistíren

- Přírodní čistička může mít následující části : septik, umělý mokřad (vegetační kořenové políčko s bažinnými nebo vodními rostlinami), podle potřeby půdní nebo pískový filtr, dočišťovací okrasný rybníček, zavlažovaný porost dřevin nebo okrasných rostlin a prostor na kompostování.
- Jednotlivé části jsou uspořádány podle konkrétní situace do optimální funkční sestavy a dimenzovány podle množství a složení odpadních vod tak, aby odtékající voda byla dostatečně vyčištěná (splňovala předepsané limity) a mohla být vypouštěna do blízké vodoteče, aniž by zhoršovala její kvalitu, výjimečně zasakována do podloží (po hydrogeologickém posouzení).
- Přírodní čistírna může za vhodných podmínek fungovat i bez odtoku (všechna voda se v systému odpaří nebo se využije na závlahu).

Bezodtokové systémy jsou vhodné zejména:

- pro sezónní rekreační objekty nebo jiné objekty s úsporným hospodařením s vodou,
- pro roztroušená obydlí bez možnosti napojení na kanalizaci a s problematickým vyvážením kalů,
- v citlivých oblastech s vysokou krajinnou hodnotou (CHKO), v ochranných pásmech nádrží ap.

Rostliny vhodné pro umělý mokřad:

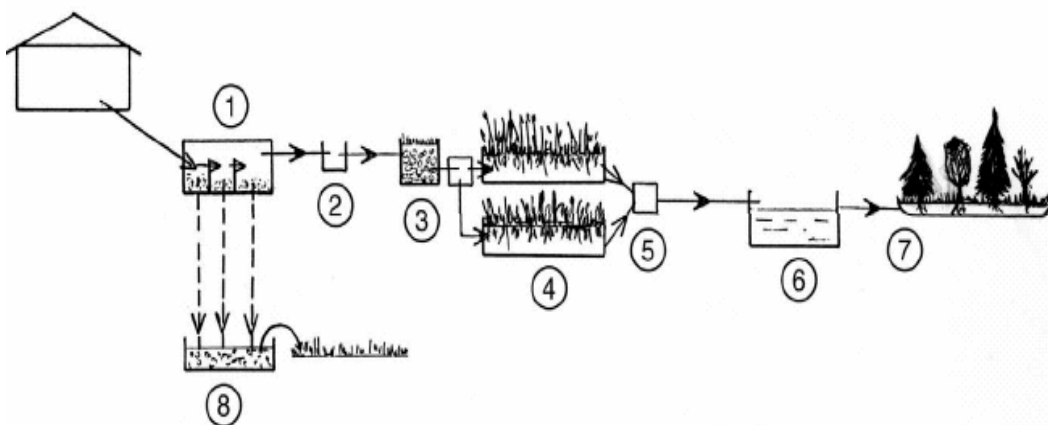
- rákos (Phragmites australis) – nejčastěji používaný, osvědčený – většinou časem vytlačí ostatní rostliny (možno zakoupit sazenice v zahradnictví), sázet nejlépe 4 sazenice na 1 m², vyžínat v zimě,
- chřastice rákosovitá (Phalaris arundinacea – obyčejná nebo okrasná – forma Picta), sázet až 10 sazenic na 1 m², vyžínat i uprostřed sezóny pokud je třeba, možno kombinovat s jinými rostlinami,
- další rostliny v různých dekorativních kombinacích – orobinec úzkolistý n. širokolistý (Typha latifolia, T. angustifolia), kosatec žlutý (Iris pseudacorus) ,

zblochan (*Glyceria maxima*), ostřice (*Carex*), skřípina (*Scirpus sp.*), šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*) aj.

Koncový stupeň bezodtokových systémů

- okrasné dočišťovací rybníčky s vodními nebo bažinnými rostlinami,
- závlaha luk, okrasných rostlin, stromů nebo keřů v zahradě,
- evapotranspirační plochy s porosty stromů, keřů nebo okrasných rostlin (dle potřeby s nepropustným podkladem),
- hydroponické systémy s produkcí rostlin.

Bez odtokový systém přírodního čištění odpadních vod



Obr.5 Schéma kořenové čistírny

1-septik, 2-kontrolní šachta, 3-zemní filtr, 4-umělý mokřad, 5-kontrolní odtoková šachta, 6-dočišťovací rybníček, 7-evapotranspirační plocha, 8-kompostování kalů ze septiku.

Okrasné dočišťovací jezírko

- vyhloubený prostor izolovaný podobně jako umělý mokřad (vrstvička písku, geotextilie, rybniční fólie příp. dusaný jííl) nebo laminátová, příp. vybetonovaná nádrž,
- hloubka min. 50-100 cm,
- velikost dle množství dodané vody a hospodaření s ní(závlaha),
- vhodné je osazení plovoucími vodními rostlinami a plovoucími ostrovy,
- proti komárům pomáhá vysazení ryb,

- jezírko je třeba čistit od napadaného listí, vláknitých řas ap., v horkých dnech dle potřeby doplňovat vodu.

Odpařovací porost

- skupina stromů, keřů nebo jiných rostlin estetického vzhledu, které silně transpirují a snášejí zamokření půdy (olše, vrby, břízy, duglasky, ap.),
- nepropustné podloží (dle nutnosti izolované fólií n. dusaným jílem),
- závlaha předčištěnou odpadní vodou drenážním rozvodem (podmokem),
- porost podle množství vody, kterou je nutno odstranit.

Evapotranspirace:

- odpar vody z povrchu rostlin i půdy, hraje rozhodující roli v odstraňování vody v bezodtokových systémech,
- umožňuje za vhodných podmínek dosáhnout úplného odstranění vyčištěné odpadní vody. Možnosti snížení plochy evapotranspiračního porostu:
- zařazení okrasných rybníčků s plovoucími vodními rostlinami nebo plovoucími ostrůvky,
- recirkulace vyčištěné vody, případně využití na splachování WC,
- použití „šedé vody“ na závlahu zahrady,
- vyloučení dešťových srážek z evaporační plochy,
- závlaha luk a okrasných rostlin v zahradě.

Přednosti malých přírodních čističek:

- jednoduché stavební provedení, možnost budování své pomocí,
- minimální (žádná) spotřeba elektřiny,
- nenáročná obsluha,
- snášejí přerušovaný provoz a nízké zatížení,
- jsou zcela bezhlučné,
- mají ekologický charakter, zapadají přirozeným způsobem do krajiny nebo zahrady (estetický prvek),
- pomáhají zadržovat vodu v krajině,
- zvlhčují ovzduší,
- mají vysokou životnost (50 let i více),

- mohou fungovat jako bezodtokové a bez vyvážení kalů (přinášejí významné úspory provozovatelům).

Zjištěné nedostatky:

- zaplevelování,
- přerůstání méně agresivních druhů rostlin rákosem nebo chřasticí,
- za určitých klimatických podmínek (nízký tlak) mírný zápach,
- problémy při předávání informací a dokumentace při prodeji jinému majiteli nemovitosti.

2.7 Kalové hospodářství

2.7.1 Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů

Kal je nevyhnutelným odpadem při čištění odpadních vod. Zpracování těchto vod je navrženo tak, aby odstraňovalo nežádoucí složky z vody a koncentrovalo je do objemově nevýznamného vedlejšího proudu - kalu. Kal může také obsahovat přebytečnou biomasu z biologického čištění. Cílem úpravy kalů je zabránit nepříznivým dopadům na životní prostředí a lidské zdraví. Koncentrace prospěšných i znečišťujících složek v kalu (a zdravotní rizika s nimi spojená) závisí na počáteční kvalitě odpadní vody a na úrovni požadované technologie, která zaručí dosažení kvalitativních požadavků na vyčištěnou odpadní vodu.

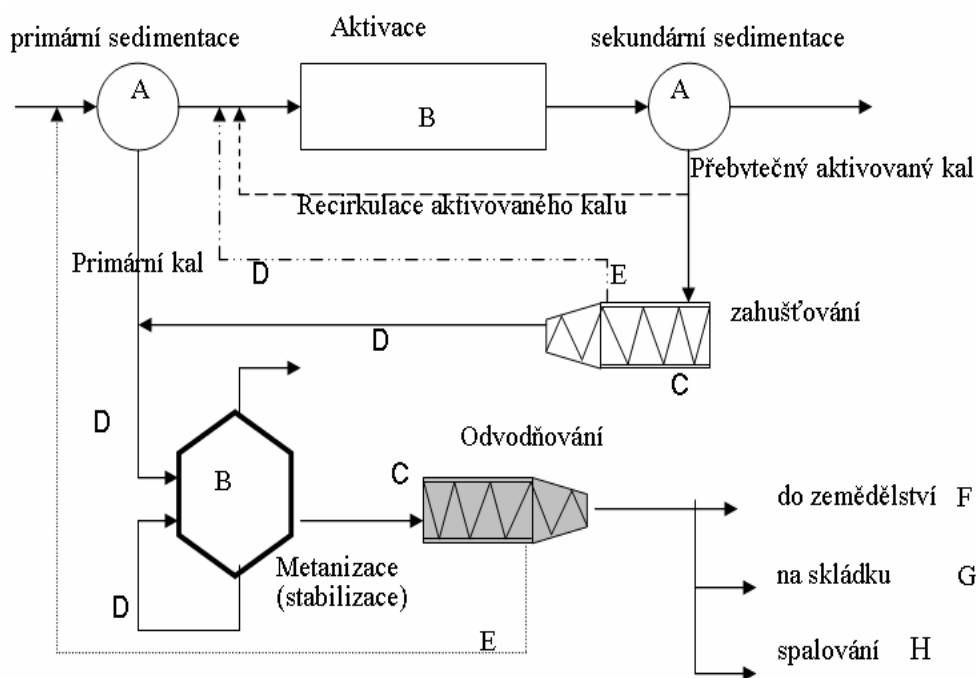
2.7.2 Charakteristika kalů

Kaly představují přibližně 1-2% objemu čištěných vod, je v nich však zkoncentrováno až 50 - 80% původního znečištění a také náklady na provoz kalového hospodářství představují až 50% celkových provozních nákladů čistírny odpadních vod.

Kaly představují suspenzi pevných látek a agregovaných koloidních látek původně přítomných v odpadních vodách a vzniklých při různých způsobech jejich čištění. Koncentrace kalů se vyjadřuje jako obsah sušiny kalu (vyjádřený buď v g/l nebo v %). Složení a obsah sušiny kalu závisí především na charakteru znečištění odpadních vod a na čistírenských procesech, kterým byla daná odpadní voda podrobena (mechanické

čištění, biologické čištění nebo jejich kombinace, fyzikálně-chemické čištění nebo dočištění a pod.).

Celkové množství produkovaných kalů závisí na množství zpracovávaného znečištění (počet EO) a na způsobu čištění odpadních vod a typu kanalizace. Například zařazení fyzikálně chemického odstraňování fosforu zvyšuje celkové množství kalu produkovaného aktivační čistírnou odpadních vod cca. o 30 %. Množství produkovaného kalu také závisí na technologickém postupu zpracování kalu (zahušťování, desintegrace, stabilizace, odvodňování, desinfekce, sušení apod.). Větší pozornost musí být věnována také různým činidlům (soli železa a hliníku, vápno, polymery apod.) přidávaných do procesu čištění vod nebo zpracování kalů. Základní schéma ČOV z hlediska procesů ovlivňujících kalové hospodářství je uvedeno na obrázku 6. (Dohányos, 1997)



Obr.6 Schéma kalového hospodářství

Procesy: A – sedimentace, B – stabilizace, C – kondicionace, zahušťování a odvodňování

2.7.3 Nakládání s kaly

Způsoby zpracování kalů závisí na místních podmínkách dané lokality, na fyzikálních, chemických a biologických vlastnostech kalů a na možnosti konečného řešení kam s nimi. V současné době přicházejí v úvahu tři způsoby konečného zpracování kalů:

- využití v zemědělství a na rekultivaci (po předchozí stabilizaci),
- termické zpracování (různé způsoby spalování – samostatně, v cementárně, pyrolýza),
- uložení na skládku. (Dohányos, 1997)

2.7.4 Nejběžnější metody minimalizace množství kalů při jejich zpracování

Aktivační proces „bez produkce“ přebytečného aktivovaného kalu

V procesu se využívá působení ozónu na část vratného kalu, který se po ozonizaci vede zpět do aerační nádrže. Ozonizace umožňuje biologický rozklad části aktivovaného kalu rozrušením buněčných stěn a následným vylitím buněčného obsahu do roztoku, což vede k zpřístupnění látek dalšímu rozkladu. Tímto způsobem lze produkci přebytečného aktivovaného kalu zcela eliminovat.

Míra eliminace kalu závisí na rychlosti dávkování ozónu a na množství kalu, vystaveném působení ozónu. Se zvýšením rychlosti dávkování ozónu míra eliminace roste. Pro úplnou eliminaci produkce přebytečného aktivovaného kalu by množství vratného kalu vystavené působení ozónu mělo být asi třikrát - čtyřikrát větší, než množství kalu, které by se ze systému muselo odebírat, kdyby se ozonizace neprováděla. Odtok vyčištěné odpadní vody se zavedením ozonizace významně nezmění. (Sakai, 1997)

Využití metazoi (vícebuněčných organismů) k redukcí množství kalu

Ekosystém v biologických čistírnách odpadních vod představuje směsnou kulturu organismů - bakterie, houby, plísně jako zástupce destruentů, protozoa, metazoa, larvy hmyzu jako zástupce konzumentů. V aktivačním systému jsou konzumenti zastoupeni převážně prvoky a příležitostně mnohobuněčnými organismy, ve skrápěných biofiltrech je populace mnohobuněčných významně početnější. Je všeobecně známo, že nárůst biomasy ve skrápěných biofiltrech je dramaticky nižší než v aktivačním systému. Mnohobuněční mohou tedy být zodpovědní za nižší produkci biomasy. Tato nižší produkce je způsobena vyšším stupněm mineralizace kalu, při které je organický uhlík přeměněn na CO₂. Tyto závěry vedly k laboratorním pokusům, při kterých byly skrápěné biofiltry inokulovány jednou kulturou mnohobuněčných - Tubificidae. Tyto pokusy ukázaly, že přítomnost těchto mnohobuněčných organismů vede k podstatnému snížení

produkce biomasy a rovněž ke zlepšení odvodnitelnosti kalu a jeho sedimentačních vlastností. Nevýhodou mineralizace kalu pomocí mnohobuněčných je nárůst dusičnanů a fosfátů ve vodní fázi. Pro využití těchto principů v praxi je však třeba další výzkum.

(Rensing, 1997)

Spalování kalů

Metody spalování kalů jsou nejrozvinutější a nejpropracovanější v Japonsku. Nejvhodnější se ukazuje fluidní spalování. Největší spalovna zpracovává 300 t sušiny kalu za den.

V případě, že ze spalovaného kalu bylo předem odstraněno dostatečné množství vody a odvodněný kal obsahuje dostatečné množství organických látek, je tento materiál energeticky soběstačný při spalování (tj. sám hoří). Ve většině případů se spaluje surový kal, tj. směs primárního a přebytečného aktivovaného kalu po zahuštění a odvodnění. Někdy se spaluje také kal po anaerobní stabilizaci, přičemž bioplyn se může v případě potřeby používat jako podpůrné palivo.

Jedním z problémů spalování je potenciální toxicita plyných emisí. Z tohoto důvodu musí být kladen důraz na jejich účinné čištění. Z těžkých kovů jsou nejproblematictější olovo a kadmium, avšak jejich potenciální nebezpečí je sníženo tím, že jejich obsah v kalech je nízký a neustále klesá. Další toxické substance jako jsou PCB, dioxiny, pesticidy a podobně, mohou být zneškodněny následným spalováním při teplotě 1200°C. Teplota kouřových plynů je využívána

k předehřívání vstupujícího kalu a vzduchu pro spalování, nebo pro jiné účely.

Podstatným přínosem spalování kalů je minimalizace objemu. Při spalování se sníží objem kalu o více než 90%, přitom zbylý materiál je inertní a lze jej bez obav uložit na skládku nebo jinak využít.

V posledním desetiletí se rozvinul proces spalování s následným tavením popela. Dosáhne se tím další redukce objemu popela. Vlastnosti vzniklé škváry jsou dané složením popela výchozího kalu. Důležitý je poměr CaO/SiO_2 , může být upraven i uměle. Škvára pevně váže těžké kovy původně přítomné v kalu a lze ji využívat jako stavební materiál (výroba tvárnic, při stavbě silnic a pod.).

(Dohányos, 1997)

Pyrolýza

Novým technologickým postupem likvidace čistírenských kalů je pyrolýza

za nepřítomnosti kyslíku při teplotě 800 - 1000 °C. Při pyrolýze kalu probíhá chemická destrukce organických látek teplem za nepřítomnosti kyslíku. Produkty pyrolýzy jsou

plynné (oxid uhličitý, oxid uhelnatý, vodík, methan a další uhlovodíky), kapalné (kondensát a vyšší uhlovodíky) a tuhý zbytek. Poměr kapalného a pevného produktu závisí na podmínkách a teplotě pyrolýzy. Je známa řada technologických variant, lišící se tlakem, teplotou a eventuálně použitím katalyzátorů. Pyrolýzní plyn a kapalný podíl se spalují, tuhý zbytek je možno skládkovat. Je žádoucí vést proces tak, aby byl minimalizován kapalný podíl a tuhý zbytek byl co nejméně vyluhovatelný.

Až doposud aplikaci této technologie bránily především ekonomické důvody, avšak v současné době při neustálém růstu ceny fosilních paliv, zejména ropy a zemního plynu a tlaku proti jejich využívání může být tato technologie technicky i ekonomicky atraktivní.

Mokrý spalování

Oxidace kalu tzv. mokrou cestou (Wet air oxidation WAO) firmy US Filter (Proces Zimpro). Obdobu této technologie vyvinula firma OTV až k průmyslové realizaci technologie Athos.

Principem metody je oxidace tekutého kalu za přístupu vzduchu nebo čistého při teplotě 200-300°C, tlaku 40 - 60 barů a době zdržení 60 minut. Za těchto podmínek je 75 – 90% organických látek v kalu převedeno do kapalné fáze ve formě směsi nižších mastných kyselin a metanolu a z větší části zoxidováno. Veškerý kal je tímto mineralizován. Jelikož je proces mokré oxidace za těchto podmínek exotermní, je celkový proces energeticky aktivní.

Vzhledem k tomu, že kapalná fáze obsahuje také vyšší koncentrace amoniakálního dusíku, uvolněného mineralizací kalu, přidává se do systému katalyzátor (na bázi Cu), který umožní přímou oxidaci amoniaku a následnou transformaci oxidovaných forem na plyný dusík (45-70%). Část amoniakálního dusíku je odstraněna stripováním.

Kapalná fáze, bohatá na snadno rozložitelné látky (okolo 10g/l ChSK) a může být použita jako externí substrát pro denitrifikaci. Tuhá fáze, obsahující zejména minerální látky a zbytek organického podílu je snadno odvodnitelná klasickými metodami, i bez přidání flokulačních přísad lze dosáhnout sušiny až 50%. Celková účinnost tohoto způsobu mokré oxidace dosahuje odstranění v průměru 87% ChSK a od 45 do 70% amoniakálního dusíku.

(Tay, 2003)

3. VÝCHOZÍ PODMÍNKY PODNIKU, POSTUPY A METODY ŘEŠENÍ

3.1 Objasnění

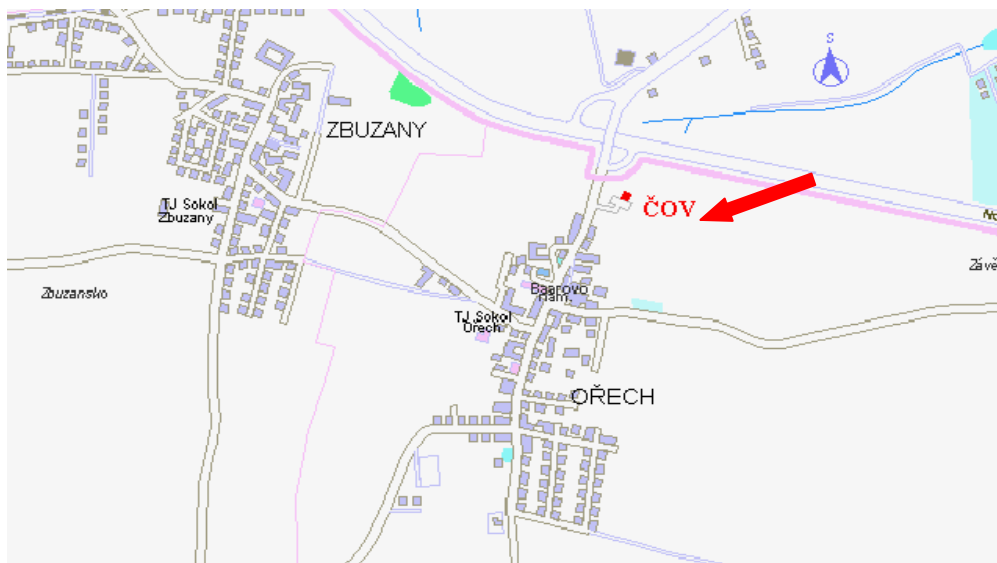
Renovace ČOV Ořech by měla především spočívat v dopadu na životní prostředí. Tyto čistírny jsou centrálně monitorovány a splňují veškeré parametry pro vypouštění odpadních vod do prostředí. Obce by samy měly investovat do moderních čistících metod odpadních vod. Prvním krokem modernizace je odčerpání a zahuštění kalu. Kal se bude nadále stabilizovat nebo spalovat. Dalším renovačním krokem je využití vyčištěné odpadní vody pro účely obce jako např. (požární voda, užitková voda..). To spočívá v dalším dočištění odpadní vody, která může zpětně vrácena do oběhu a využita pro WC.



Obr.7 ČOV Ořech

3.2 Charakteristika dosavadních provozů

Realizace stavby této ČOV byla provedena v letech 1997 – 1998 firmou Topolwater s.r.o., Církvice u Kutné Hory. Subdodávku stavební části provedla firma Bauset s.r.o., Pardubice.



Obr.8 Poloha stávajícího objektu

Navržený objekt ČOV má půdorysný tvar pravidelného obdélníka 13,2 m x 7,7 m, se zastavěnou plochou cca 101,6 m². Hmoty objektu budovy, její prostorové, objemové parametry a dispozice jsou zcela podřízené požadavkům technologie. Budova je dvojúrovňová (2 – podlažní), částečně zapuštěná pod úroveň terénu a její výška je opticky redukována pomocí zemního obsypu a dvojí úrovní střechy.

Čistírna byla postavena firmou TopolWater. Pro obce s EO od 500 – 5000 se používá systém Flexiblok. Mezi jeho výhody patří nízké náklady na obsluhu, stavební řešení může být pro jednotnou i oddílnou kanalizaci.

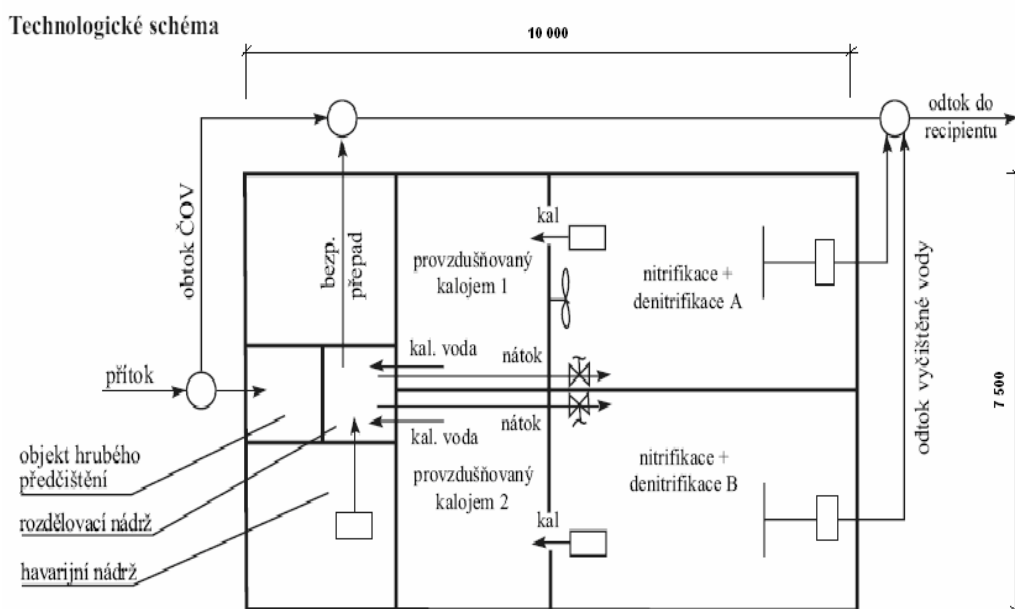
Flexidiblok je čistírna odpadních vod tvořená dvojicí aktivačních nádrží s přerušovanou činností - Sequencing Batch Reactor (SBR), která je doplněna hrubým předčištěním a kalovým hospodářstvím. Provoz celé čistírny je řízen centrálním počítačem, který optimalizuje chod čistírny v závislosti na množství a kvalitě odpadních vod.

Čistírnu je možné instalovat na komunální odpadní vody oddílné i jednotné stokové sítě a na průmyslové odpadní vody obdobného charakteru, které jsou čistitelné biologicky. Čistírny tohoto typu se navrhují obvykle pro kapacity od 50 do 5 000 l/s, přičemž horní hranice není omezena.

Systém FLEXIDIBLOK zaručuje vysokou kvalitu vody na odtoku (hodnoty BSK5 pod 10 mg/l), nitrifikaci, denitrifikaci a biologické odstraňování fosforu. Řídící jednotka čistírny umožňuje dálkový přenos dat s úplným dálkovým řízením.

Stavebně kompletní čistírna obsahuje hrubé předčištění, dvojici reaktorů SBR, dvojici provzdušňovaných kalojemů a zařízení na zahušťování kalu. Všechny nádrže jsou pravoúhlé a jsou sdruženy do jednoho stavebního objektu, který může být dle požadavku lokality zastřešen. Čistírna pak dostane charakter venkovského hospodářského stavení. Nádrže lze též ponechat s volnou hladinou a stavební řešení je v tomto případě cenově úspornější.

V zastřešené variantě se obvykle instaluje zařízení na odvodnění kalu pytlváním a tím se podstatně zmenší nároky na zastavěnou plochu čistírny. Systém FLEXIDIBLOK je zároveň velmi vhodný na intenzifikaci a rekonstrukci stávajících čistíren, protože je možné tuto technologii instalovat do nádrží různých tvarů, pokud mají dostatečné objemy.



Obr.9 Technologické schéma objektu před modernizací

3.3 Uspořádání stávajících technologických zařízení

Odpadní vody přitékají na ČOV gravitačně. Nejdříve odpadní vody přitékají na objekt hrubého předčištění, umístěného uvnitř budovy.

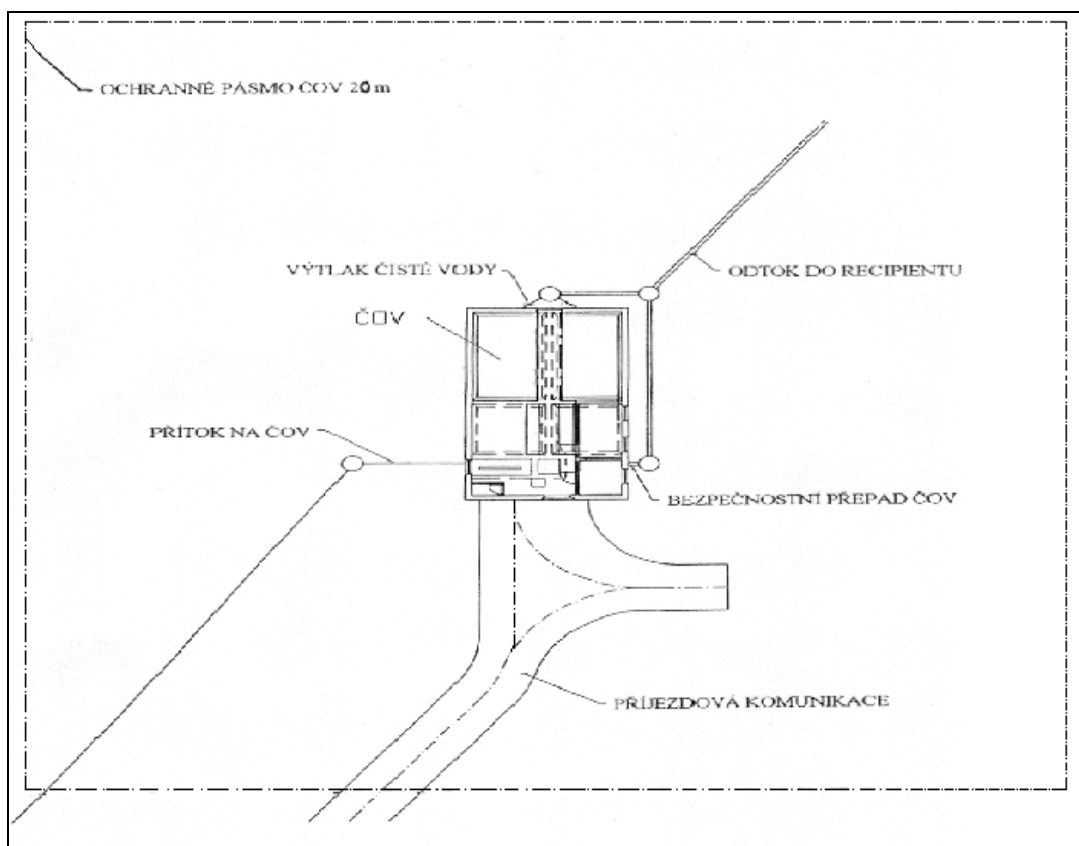
Objekt hrubého předčištění tvoří samočisticí česle, které jsou paralelně doplněny česlemi ručními. Vzhledem k tomu, že je ČOV umístěna na oddělné splaškové kanalizaci, nebylo nutné budovat v objektu hrubého předčištění lapák písku. Při dovážení odpadních vod ze žump natékají odpadní vody přes ručně stírané česle do prostoru havarijní nádrže, odkud jsou řízeně přečerpávány do rozdělovacího objektu. Tím je zabráněno náhlému přetížení

ČOV. Ostatní odpadní vody natékají přes samočisticí česle do rozdělovacího objektu a dále do vyrovnávací nádrže (akumulační). Vyrovnávací nádrž má zároveň funkci I. aktivačního stupně.

Z vyrovnávací nádrže je předčištěná voda řízeně načerpávána do reaktoru SBR. V okamžiku naplnění reaktoru na maximální hladinu, počítač vypne čerpadlo surové vody a nastane fáze biologického čištění aktivovaným kalem ve vznosu, za intenzivního provzdušňování jemnobublinovým aeračním systémem.

Po ukončení provzdušňování dochází k postupnému odsazování kalu. Následně je vyčištěná voda odčerpána čerpadlem čisté vody až po minimální hladinu. Přebytný aktivovaný kal je automaticky přečerpáván do kalojemu, kde je aerobně stabilizován provzdušňováním. Po dosažení minimální hladiny je dán pokyn k opětovnému načerpání reaktoru a celý cyklus se opakuje.

Systém kontroluje čas posledního dmýchání a pokud přesáhne nastavenou dobu, provede se krátkodobé provzdušnění pro oživení kalu. V případě zvýšeného přítoku odpadních vod systém reaguje tak, že při dosažení kritické hladiny vody ve vyrovnávací nádrži, se do odtoku odčerpá větší množství vyčištěné vody, než za normálních okolností.



Obr. 10 Schematická situace ČOV Ořech

Po naplnění reaktoru probíhají v jedné nádrži všechny nastavené čistící procesy, které spočívají v biologickém odstranění fosforu, dusíku a organického znečištění. Pak se uvede reaktor do klidu a po usazení aktivovaného kalu u dna nádrže proběhne dekantace čisté vody a nakonec odčerpání přebytečného kalu do kalojemu. Tím je čistící cyklus ukončen a reaktor připraven k dalšímu plnění. Oba reaktory se v činnosti pravidelně střídají. V závislosti na množství přitékající odpadní vody počítač automaticky optimalizuje provoz systému v širokém rozmezí od 5% do 200% návrhové kapacity čistírny.

Při malých průtocích zůstává v systému takové množství vyčištěné vody, které je nezbytné pro zajištění optimálních podmínek biologických procesů. Zároveň se automaticky snižuje spotřeba el. energie v závislosti na zmenšeném přítoku surové vody. Při zvýšených průtocích se celková délka čistícího cyklu zkracuje tak, aby před naplněním jednoho z dvojice reaktorů byl druhý již vyprázdněn. V rozmezí libovolně nastavitelných minimálních a maximálních hodnot jednotlivých parametrů tak čistírna plynule reaguje na okamžité hydraulické zatížení.

Technická data

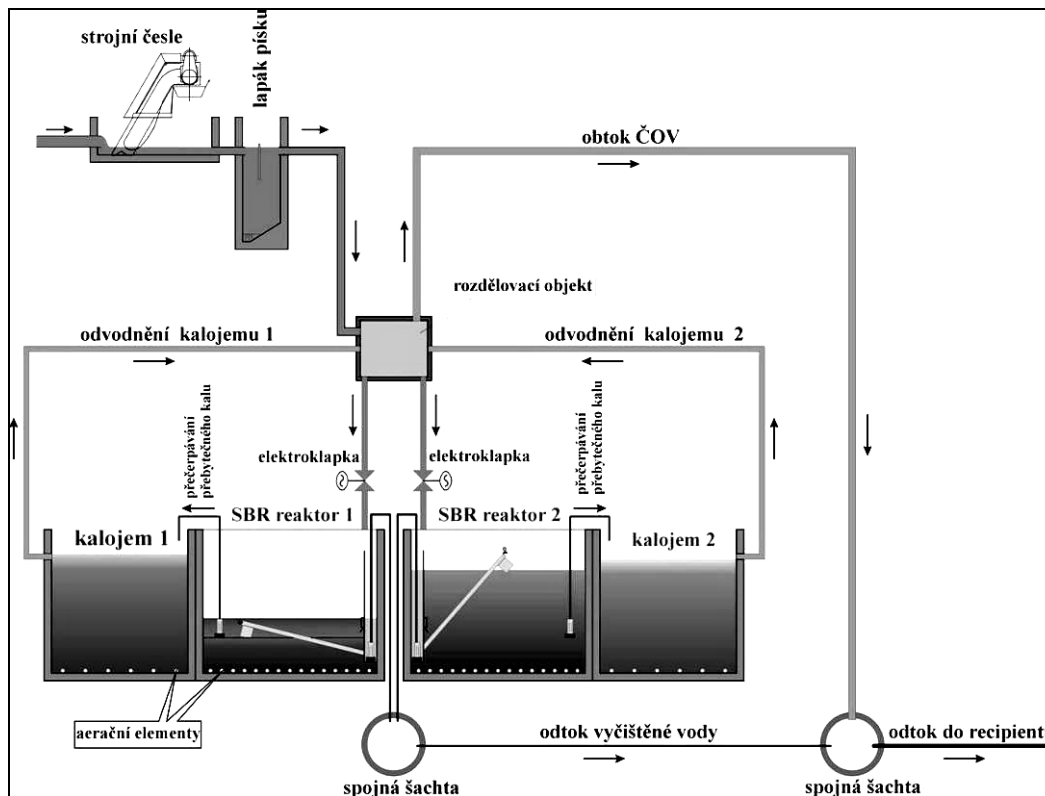
Tab.6 Technické parametry ČOV

Denní přítok	30 a více	m ³
Počet připojených obyvatel	200 a více	EO
Účinnost čištění dle BSK ₅	min. 95	%
Spotřeba elektrické energie	0,4 - 0,6	kWh/m ³
Pořizovací náklady stavby	cca 3500 až 500 (podle velikosti ČOV)	Kč/EO

Kvalitní parametry vody na odtoku:

Tab.7 Odtokové parametry ČOV

BSK ₅	20	mg/l
NL	20	mg/l
CHSK	90	mg/l
N-NH ₄	10	mg/l

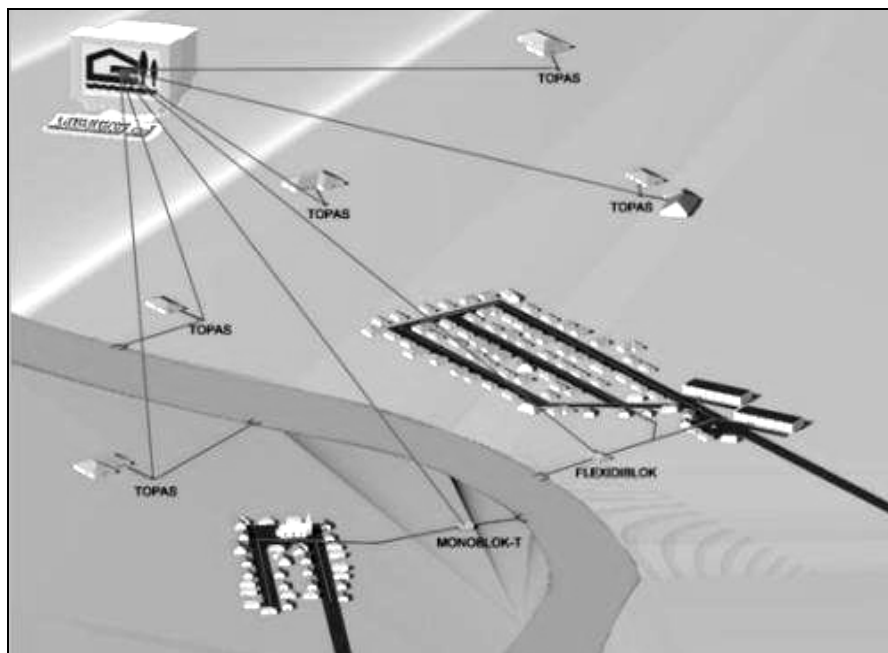


Obr.11 Řez technologického schéma

Princip dálkového řízení čistíren odpadních vod

Celý systém automatizace a dálkové kontroly ČOV je založen na následujícím schématu. Přímo na ČOV je instalován průmyslový počítač, který sám automaticky řídí chod ČOV. V paměti jsou nastaveny rozmezí provozních parametrů a řídicí jednotka si sama pomocí zadaných algoritmů vypočítává v závislosti na velikosti aktuálního přítoku optimální sled čisticích operací. Tímto způsobem je ČOV schopna upravovat svůj chod v širokém rozmezí velikosti přítoku od 0 % až do cca 200 % návrhové kapacity, aniž by došlo k poruše. Pokud dojde k jakékoliv technické závadě na strojním zařízení, je to počítačem detekováno a ten uvede celou ČOV do odpovídajícího havarijního chodu tak, aby byl zachován čisticí proces, popř. tak, aby byla zachována alespoň čisticí schopnost ČOV. Zároveň je odeslána informace

o poruše na přednastavené telefonní číslo a porucha je signalizována i na počítači samotném. V počítači jsou též uchovávány provozní záznamy zpětně za cca 1-2 měsíce provozu. Řídicí jednotka ČOV je vybavena modemem a telefonní linkou, popř. mobilním telefonem, čímž může být navázáno spojení s centrálním dispečinkem.



Obr.12 Dálkového řízení čistíren

Na centrálním dispečinku ve firmě TopolWater je školený technolog, který pravidelně každý den stahuje záznamy z provozovaných ČOV a vyhodnocuje je. Vlastní spojení s ČOV trvá cca 1-2 minuty a jedná se vlastně o telefonický hovor. Nákladově to představuje tedy položku řádově v jednotkách Kč. V případě odhalení problémů s provozem ČOV je schopen rozpoznat, o jakou závadu jde, a přímo zvolit nejvhodnější způsob nápravy. Může poté kontaktovat místní obsluhu a instruovat ji, co je třeba na ČOV provést, nebo může přímo zorganizovat výjezd servisních techniků, kteří vědí předem, co je na ČOV čeká, nebo může odeslat na ČOV dočasné nastavení počítače tak, aby nedošlo k dalším potížím do doby odstranění závady. Ten samý technolog může být informován o problémech i přímo počítačem a to pomocí SMS. Firma TOPOLWATER tímto způsobem provozuje po celém území ČR část dodaných čistíren formou nájemních smluv. Pro dalších více než 10 provozovatelů čistíren Monoblok-T a Flexidiblok v ČR firma TopolWater provádí jako službu kontrolu provozu těchto čistíren uvedeným systémem dálkového přenosu dat. Princip spočívá v tom, že pokud místní provozovatel má v pronájmu a v provozu např. 1 ks ČOV, nevyplatí se mu pro tuto jednu čistírnu zřizovat dispečerské centrum obdobného typu jako je na firmě TopolWater Čáslav. Pak firma TopolWater za symbolický denní poplatek provádí denní kontrolu čistírny. Při uvedeném systému kontroly provozovatel ušetří značné náklady na denní cestu obsluhy na ČOV, které mnohdy převýší např. u čistírny pro 200 EO náklady na energii.

Provozovatel pak provádí vizuální kontrolu čistírny např. 1x za týden, případně dle potřeby odvozu

a vyklízení shrabků ze strojního předčištění.

3.4 Nedostatky dosavadních provozů

Vzhledem ke stále se zvyšujícím nárokům na kvalitu vypouštěných odpadních vod do recipientů, vyplývajících z přísných směrnic EU, je návrh diplomové práce veden ke zlepšení emisí čistírny a využití odpadové vody pro účely obce. Dosavadní odtokové parametry nejsou vyhovující pro projekt modernizace ČOV Ořech.

3.5 Souhrn výchozích podmínek a stanovení postupných kroků

Hlavním cílem mého projektu bude návrh technologie na zpřísnění hodnot vyčištěné vody. S tím je spojena výstavba nádrže na čistou vodu, která bude doplněna vhodnou filtrací a čerpadlem. Takto vyčištěná voda bude dále pokračovat do sběrné nádrže, kde se bude akumulovat k dalšímu využití. Naakumulovaná voda bude využita pro hospodářské účely, jako zavlažovací voda nebo pro požární zásoby vody obce. ČOV Ořech sousedí se zemědělskou půdou pro pěstování salátů. Pomocí umístění čerpadla v místě na nádrže s vyčištěnou vodou a vhodnou volbou zavlažování, může být tento systém použit při nedostatečných dešťových srážkách. Dále tuto vyčištěnou vodu může obec využít jako zásobárnu užitkové vody a využít jí při dalších modernizačních systémech.

4. Návrh řešení a dosažené výsledky

4.1 Řešení návrhu

Po zhodnocení stávajícího stavu ČOV Ořech byla zvolena varianta řešení dočištění odpadních vod a jejich další využití. Z provozu čistírny, která je řešena dvěma SBR reaktory, se přepouští voda do sběrné šachty a potom dále do recipientu. Návrhem řešení bude vybudování sběrné nádrže. Odpadní voda z nádrže je doplněna vhodnou pískovou filtrací.

4.1.1 Řešení inovačního stupně

Dočištění odpadních je řešeno filtrační jednotkou, která čerpá vodu ze sběrné nádrže. Filtrační jednotka se skládá z odstředivého čerpadla a tlakové nádoby s pískovou náplní. Grafické znázornění je uvedeno v příloze 1. ve schématu ČOV.

4.1.2 Vyhodnocení výběrového řízení

Při hledání výrobců pískových filtračních zařízení odpadních vod v ČR byly osloveny tyto firmy:

- Vágner Pool s.r.o.
- Pool 2000 s.r.o.
- K plus K v.o.s. - Swimmingpool Europe

Nabídky jednotlivých firem:

1) Vágner Pool s.r.o.

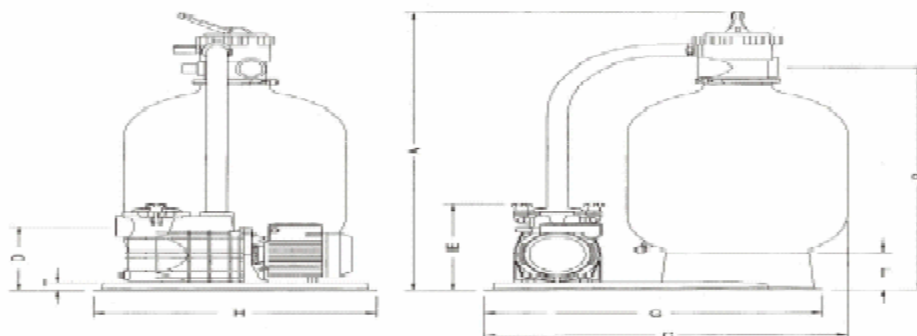
Nad Safinou II, 348

252 42 Vestec

Výrobek – Písková filtrace KIT 480

Technický popis:

Zařízení KIT je kompletní písková filtrační stanice pro čištění vody. Skládá se z filtrační nádoby pro pískovou náplň, čerpadla s vlasovým předfiltrem, 6-ti cestného ventilu s manometrem, podstavce /palety/ a propojovací hadice s rozebíratelným spojem. Filtrovaná voda nesmí být znečištěna ropnými látkami, teplota vody by neměla přesáhnout max. teplotu 35 °C.



Obr.13 Náčrt filtračního zařízení

Tab.8 Technické parametry KIT 480

Technické parametry	KIT 480
Max.provoz.tepl.	35°C
Max.provoz.tlak	2 bar
Filtrační plocha	0,18 m ²
Filtrační výkon	9 m ³ /h
Písková náplň	80 kg
Průměr nádoby	480 mm

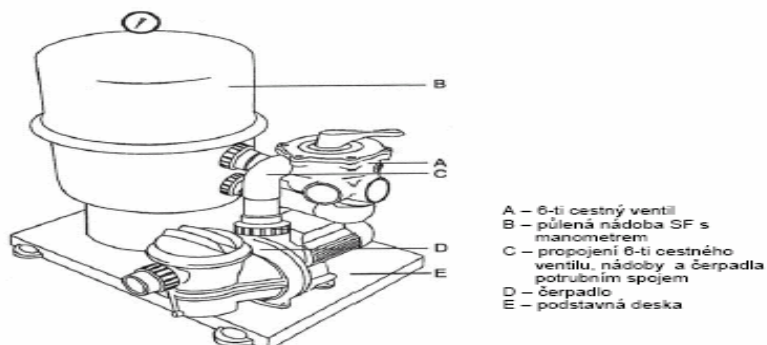
2) Pool 2000 s.r.o.

Černokostelecká 222,
251 01 Říčany

Výrobek – Písková filtrační jednotka SF 600/Silen 75

Technický popis:

Pískové filtrační jednotky jsou kompletní zařízení určená k čištění vody. Teplota vody by neměla přesáhnout 35°C a tlak nesmí být vyšší než 2 bary. Každá jednotka se skládá z plastové filtrační nádoby pro pískovou náplň (používejte výhradně filtrační písek 0,4-0,8 mm), 4 nebo 6-ti cestného ventilu s manometrem, čerpadla s vlasovým předfiltrem (kromě typu TOP 300 / BASIC), podstavné desky a propojovací hadice resp.potrubí.



Obr.14 Náčrt filtračního zařízení

Tab.9 Technické parametry SF 600/ Silen 75

Technické parametry	SF 600 / SILEN 75
Max.provoz.tepl.	35°C
Max.provoz.tlak	2 bar
Filtrační plocha	0,28 m ²
Filtrační výkon	14 m ³ /hod
Písková náplň	125 kg
Průměr nádoby	600 mm
Napětí	230V
Příkon čerpadla	1,3 kW

3) K plus K v.o.s. - Swimmingpool Europe

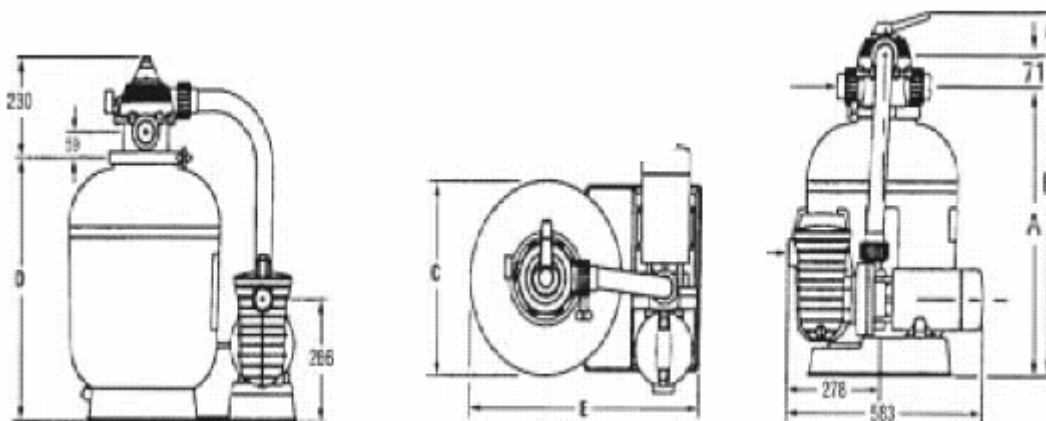
Na hvězdárně 14

159 00 , Praha 5

Výrobek: **Kompletní filtrační jednotka Activ**

Technický popis:

Korozi odolné čerpadlo, filtrace a základna. 6-cestný ventil s připojením 50 mm. Čerpadlo a filtr jsou spojeny černou PVC trubkou a kolenem 45°. K dispozici jsou 4 modely.



Obr. 15 Náčrt filtračního zařízení

Tab.10 Technické parametry Acti

Technické parametry	Activ	rozměry	[mm]
Max.provoz.tepl.	35°C	A	675
Max.provoz.tlak	2,7 bar	B	842
Filtrační plocha	0,20 m ²	C	451
Filtrační výkon	11 m ³ /hod	D	616
Písková náplň	91 kg	E	687
Průměr nádoby	500 mm		
Příkon čerpadla	0,55kW		

Tab.11 Vyhodnocení výběrového řízení

Dodavatele	K plus K v.o.s.	Vágner s.r.o.	Pool Pool 2000 s.r.o.
cena	2	1	2
záruka	3	1	1
servis	2	1	3
provozní náklady	2	2	1
renomé firmy	1	1	1
Dodržení požadavků zadání	1	2	2
Výsledek	1,83	1,33	1,67

K posouzení vhodnosti dodavatele a technologie jsem zvolil třístupňovou stupnicí, dle které přidávám jednotlivé parametry filtrací bodovým ohodnocením 1 až 3, kde 1 je nejlepší hodnocení

Vyhodnocení:

- 1....výborně
- 2....velmi dobře
- 3....dobře

Na základě výběrového řízení byla pro dodávku filtračního zařízení vybrána firma Vágner Pool s.r.o.

4.1.3 Popis a znázornění navrhovaného řešení

Schéma navrhované řešení je v příloze [1].

4.1.4 Specifikace dodávek, prací a orientační rozpočet stavby

Veškeré prováděné práce budou řešeny subdodavateli. Vedoucí projektu sestaví harmonogram prováděných prací a zajistí dodávky materiálu.

Tab.12 Orientační rozpočet prací

Název položky	Druh práce	Kč,-
Výkopové práce	zaměření	6000,-
	výkop zeminy	50000,-
	odvoz zeminy	20000,-
Stavební práce	hutnění	35000,-
	izolace	135000,-
	betonáž	100000,-
Ostatní práce	drobné řemeslné práce	48000,-

4.2 Vlastní měření

Sledovanými veličinami byla kvalita vody na odtoku. Jako ukazatele kvality vody byly sledovány veličiny P_c , N_c , $CHSK_{Cr}$, NL , BSK_5 a látkové zatížení $\check{C}OV$, dle ukazatele BSK_5 .

Tab.13 Naměřené odtokové hodnoty

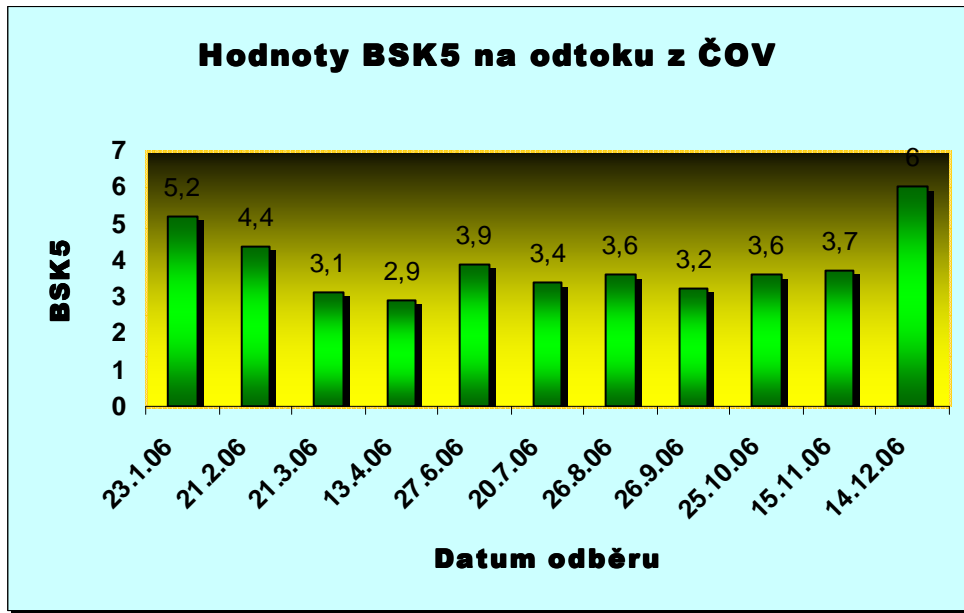
ČOV Ořech - odtok z ČOV					
rok	měsíc	$m^3/měsíc$	hodin vypouš	cyklů	m^3 průměr
2006	Leden	4266	135	153	137,6
	Únor	3969	125	142	141,8
	Březen	4815	149	169	155,3
	Duben	5094	155	175	169,8
	Květen	4744	140	159	153,0
	Červen	4587	133	150	152,9
	Červenec	3908	120	136	126,1
	Srpen	3863	118	133	124,6
	Září	3813	120	136	127,1
	Říjen	3525	125	125	113,7
	Listopad	3658	116	131	121,9
	Prosinec	3859	130	147	124,5

Tab.14 Odtokové limity ČOV Ořech

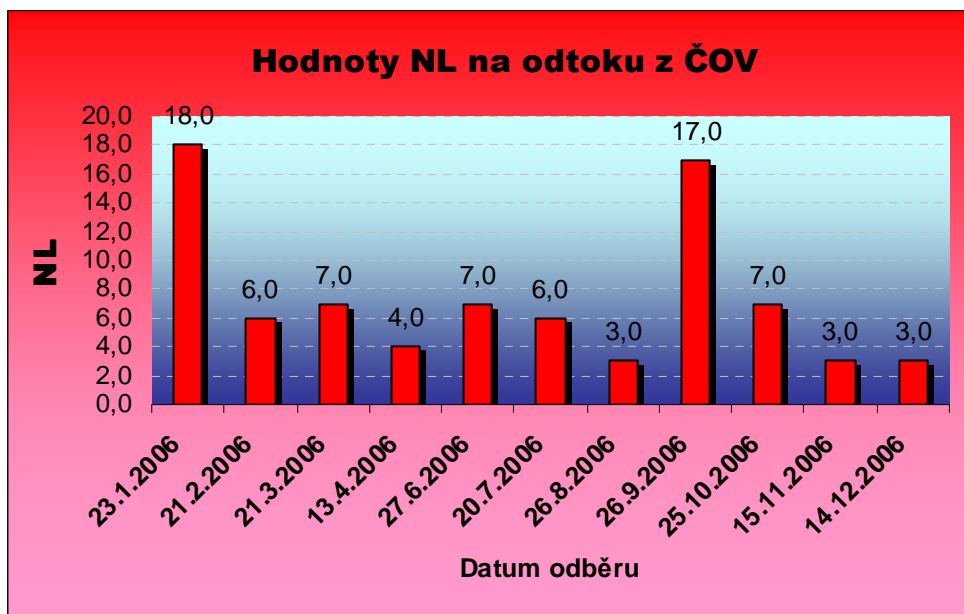
Odtokové limity pro ČOV Ořech			
	Jednotka	Povolené „p“ limity	Povolené „m“ limity
BSK ₅	mg.l ⁻¹	14	28
CHSK _{Cr}	mg.l ⁻¹	75	150
NL	mg.l ⁻¹	14	28
N _C	mg.l ⁻¹	20	40
P _C	mg.l ⁻¹	1,5	3

Tab.15 Rozbory vzorků odpadních vod z ČOV Ořech

Rozbory vzorků odpadních vod z ČOV Ořech v roce 2006								
Datum odběrů		BSK₅	CHSK_{Cr}	pH	N-NH₄	N_C	P_c	NL
"p"/"m" limity		14/28	75/150		10/20	sled	1,5/3	14/28
23.1.	přítok	191,0	446,0	7,9	86,73	87,13	39,64	139,0
	odtok	5,2	35,0	6,9	1,30	19,65	1,28	18,0
21.2.	přítok	230,0	671,0	7,2	37,60	41,34	8,56	173,0
	odtok	4,4	32,0	6,5	5,51	32,60	1,03	6,0
21.3.	přítok	126,0	325,0	7,5	34,67	35,01	7,93	106,0
	odtok	3,1	20,0	6,6	1,59	2,54	0,67	7,0
13.4.	přítok	87,0	243,0	7,5	24,65	29,74	7,25	219,0
	odtok	2,9	18,0	7,4	0,53	7,30	0,99	4,0
27.6.	přítok	183,0	691,0	7,4	51,63	52,27	15,89	236,0
	odtok	3,9	31,0	7,4	0,94	18,34	4,03	7,0
20.7.	přítok	176,0	667,0	7,6	56,00	56,69	15,38	117,0
	odtok	3,4	26,0	7,5	9,21	19,92	9,21	6,0
26.8.	přítok	347,0	975,0	7,1	64,81	45,53	10,71	253,0
	odtok	3,6	23,0	7,3	0,16	7,66	4,22	3,0
26.9.	přítok	243,0	723,0	7,4	58,69	20,61	15,25	452,0
	odtok	3,2	18,0	7,2	0,09	15,25	2,82	17,0
25.10.	přítok	392,0	991,0			62,57	13,81	254,0
	odtok	3,6	22,0	6,8		33,93	3,00	7,0
15.11.	přítok	218,0	719,0	7,1	24,52	24,87	8,43	355,0
	odtok	3,7	32,0	6,6	1,06	6,33	8,43	3,0
14.12.	přítok	291,0	749,0	8,2	61,94	62,79	12,60	231,0
	odtok	6,0	42,0	7,2	0,23	33,50	7,50	3,0
Průměr přítok		225,8	654,5		50,12	47,14	14,13	230,45
Průměr odtok		3,9	27,2		2,1	17,9	3,9	7,4
Přítok t/r		11,3	32,8		2,5	2,4	0,7	11,5
Odtok t/r		0,2	1,4		0,1	0,9	0,2	0,4
Odstraněné t		11,1	31,4		2,4	1,5	0,5	11,2
Efektivita čištění		98,3	95,8		95,9	62,0	72,2	96,2



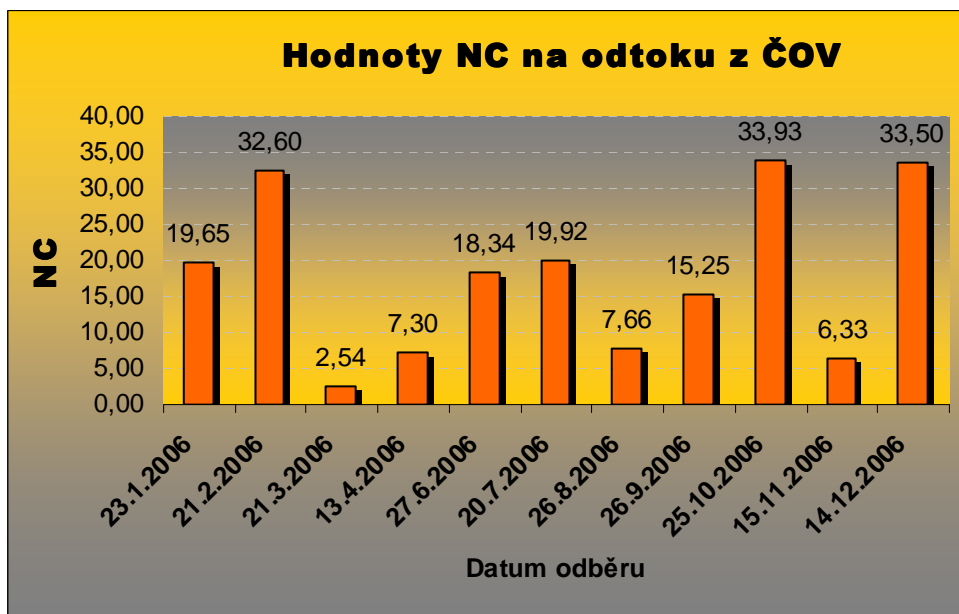
Obr. 16 Grafické vyhodnocení hodnot BSK₅ na odtoku z ČOV



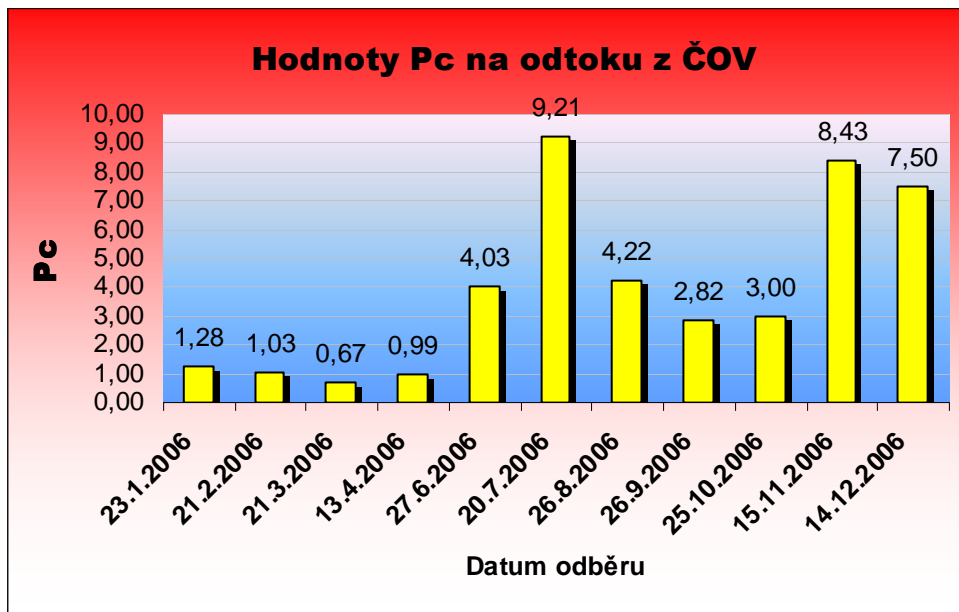
Obr.17 Grafické vyhodnocení hodnot NL na odtoku z ČOV



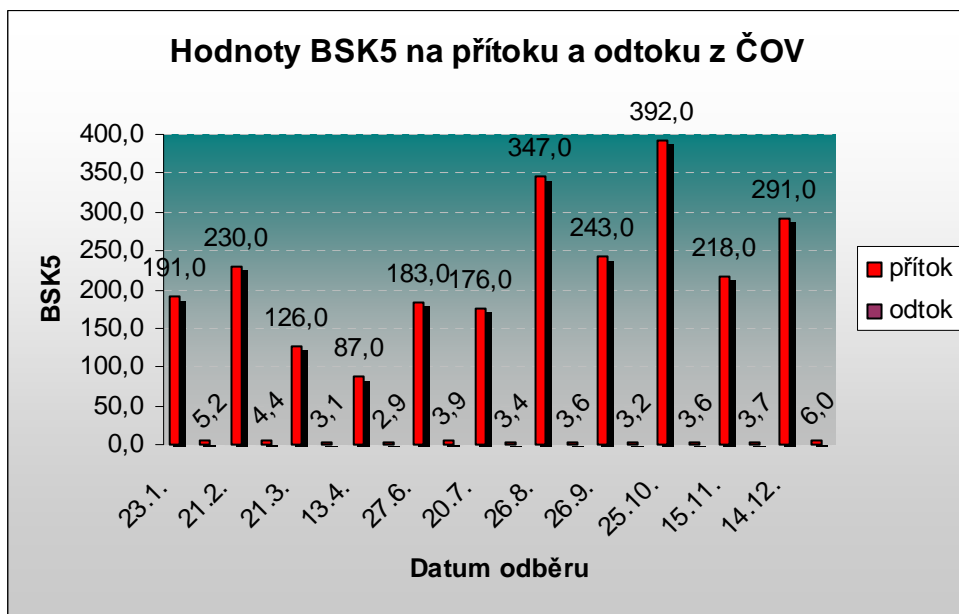
Obr.18 Grafické vyhodnocení hodnot ChSK na odtoku z ČOV



Obr.19 Grafické vyhodnocení hodnot NC na odtoku z ČOV



Obr.20 Grafické vyhodnocení hodnot Pc na odtoku z ČOV



Obr.21 Grafické vyhodnocení hodnot BSK₅ na přítoku a odtoku z ČOV

4.2.1 Výběr sledovaných parametrů navrhovaného zařízení.

Tab.16 Porovnání sledovaných parametrů s danými odtokovými limity

Naměřené hodnoty	BSK ₅	CHSK _{Cr}	N-NH ₄	N _C	P _c	NL
"p"/"m" limity	14/28	75/150	10/20	sled	1,5/3	14/28
Průměr odtok	3,9	27,2	2,1	17,9	3,9	7,4
Odtok t/r	0,2	1,4	0,1	0,9	0,2	0,4
Odstraněné t	11,1	31,4	2,4	1,5	0,5	11,2
Efektivita čištění	98,3	95,8	95,9	62,0	72,2	96,2

4.2.2 Postup měření a měřící přístroje.

Jednotlivé vzorky byly odebírány do plastových lahví s uzávěrem. Jedná se o vzorky slévané dvouhodinové z osmi vzorků stejného objemu po 15 minutách. Odběr byl proveden 3.4.2006 za účasti provozovatele čistírny. Rozbory vody byly odebrány akreditovanou laboratoří ČIA č. 1289 Vodohospodářské společnosti Vrchlice – Maleč, a.s. Kutná Hora.

4.2.3 Matematicko - statistické vyhodnocení měření.

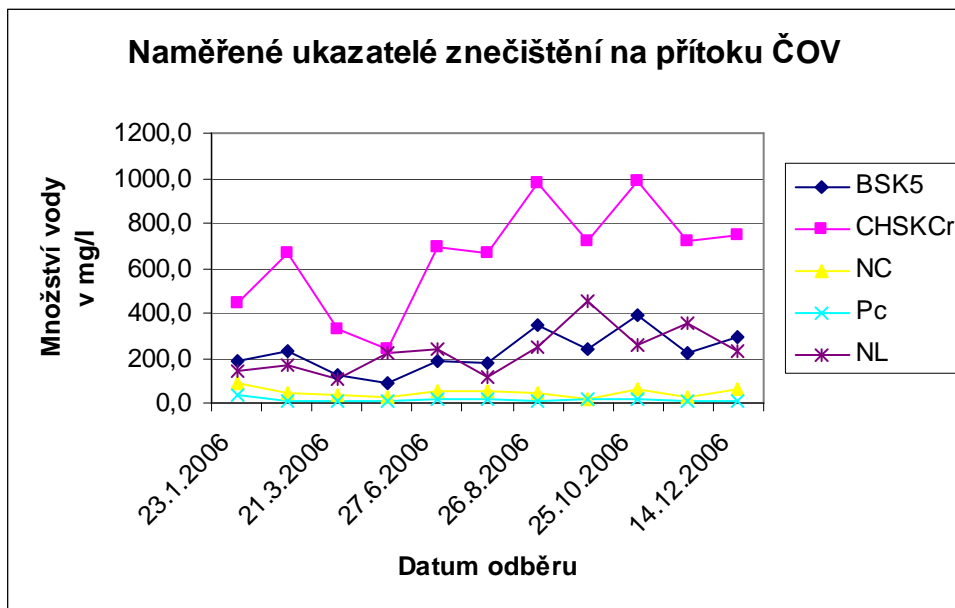
Tab. 17 Matematicko - statistické vyhodnocení ukazatelů znečištění na přítoku

Ukazatel znečištění	Maximum (mg.l ⁻¹)	Minimum (mg.l ⁻¹)	Aritmetický průměr	Medián	Sm. Odchylka
BSK ₅	392,0	87,0	225,8	218,0	86,17
CHSK _{Cr}	991,0	243,0	654,5	691,0	225,00
NL	452,0	106,0	230,5	231,0	98,09
P _C	39,6	7,3	14,1	12,6	8,63
N _C	87,1	20,6	47,1	45,5	18,79

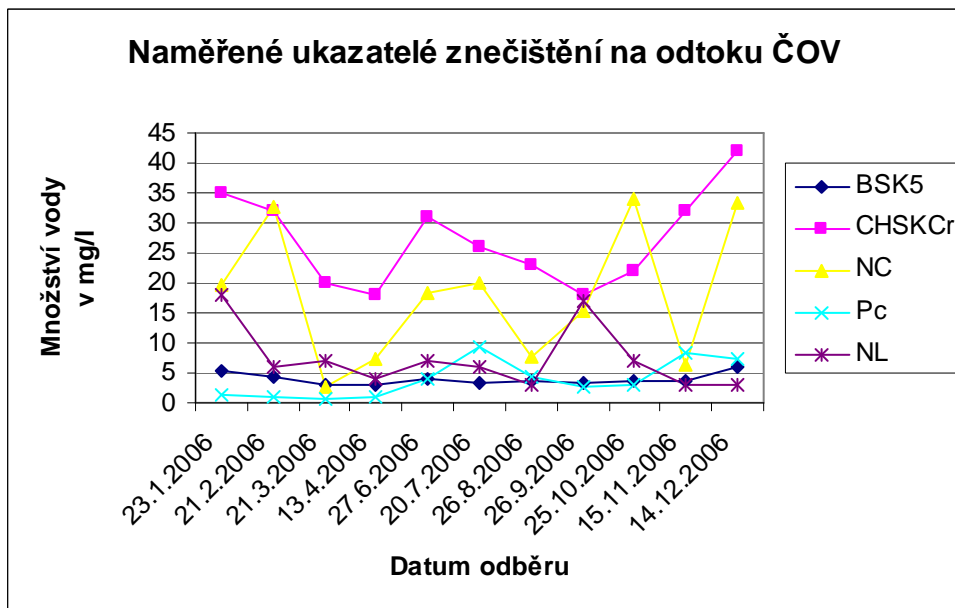
Tab.18 Matematicko - statistické vyhodnocení ukazatelů znečištění na odtoku

Ukazatel znečištění	Maximum (mg.l ⁻¹)	Minimum (mg.l ⁻¹)	Aritmetický průměr	Medián	Sm. Odchylka
BSK ₅	6	2,9	3,91	3,6	0,90
CHSK _{Cr}	42	18	27,18	26	7,43
NL	18	3	7,36	6	5,03
P _C	9,37	0,38	3,93	3	2,98
N _C	33,93	0,67	17,91	18,34	10,95

4.2.4 Interpretace výsledků měření



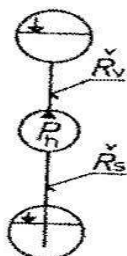
Obr.22 Naměřené ukazatelé znečištění na přítoku ČOV



Obr.23 Naměřené ukazatelé znečištění na odtoku ČOV

4.3 Teoretický rozbor technologického zařízení souvisejícího s návrhem:

V každém kilogramu kapaliny nacházejícím se v klidu je obsažena potenciální energie sestávající ze složky tlakové p/p a polohové ($g \cdot h$). Uvede-li se kapalina do samovolného pohybu, musí potenciální energie předat každému kilogramu kapaliny energii rychlostní



Obr.24 Obecné schéma systému na dopravu kapaliny s přívodem energie čerpadlem.

$c^2/2$ a energii nutnou k překonání hydrodynamického odporu proti průtoku (energii ztrátovou) Y_z . Není-li proudící kapalině na sledovaném úseku (t.j. mezi dvěma průtokovými průřezy) přiváděna energie zevně, musí být podle Bernoulliho rovnice algebraický součet změn všech uvedených energií nulový:

$$\Delta p/\zeta + g \cdot \Delta h + \Delta c^2/2 + Y_z = 0 \quad (1)$$

Je-li v kapalině více potenciální energie než je nutné k jejímu samovolnému pohybu, pak tento přebytek je možno odvést, např. turbínou. Nestačí-li potenciální energie uvést kapalinu do pohybu v žádaném smyslu průtoku, třeba kapalině energii přivést zevně čerpadlem.

Doprava kapalin bez přívodu energie má v současnosti podružný význam. Např. tlakové složky potenciální energie se využívá u artézských studní a energie polohy u samospádových systémů (např. kanalizačních). Samospádové vedení kapaliny je buď bez přetlaku, kde polohová výška h se ve směru průtoku snižuje úměrně vzrůstu ztrát Y_z . Příkladem tohoto rovnotlakého vedení kapaliny je otevřený kanál. Je-li samospádovým vedením kapaliny potrubí se zcela zaplněným průřezem, pak se tlak kapaliny podél trasy mění. S výjimkou násoskových úseků je pak v potrubí přetlak.

Při dopravě kapalin s přívodem energie čerpadlem se většinou zvyšuje energie tlaková. Pouze u zdvihacích čerpadel se při stálém tlaku zvyšuje energie polohy. Proto systémy s přívodem energie jsou povětšinou přetlakové, s poklesem tlaku podél potrubní trasy. Pro moderní dopravu kapalin mají rozhodující význam systémy s čerpadlem. Na obr. 24 je schéma takového systému, v němž čerpadlo napojené na konec potrubního řadu sacího \check{R}_s , a počátek řadu výtlačného \check{R}_v předává kapalině hydraulický výkon P_h :

$$P_h [\text{W}] = \varsigma [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}] \cdot Q [\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}] \cdot Y [\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}] \quad (2)$$

kde: p , Q , Y – jsou hustota, průtok a měrná energie kapaliny.

Výkon P_h pokrývá energetickou potřebu potrubního systému, jímž se děje doprava kapaliny ze sací do výtlačné nádrže. Potrubím protéká za sekundu kapalina o hmotnosti m :

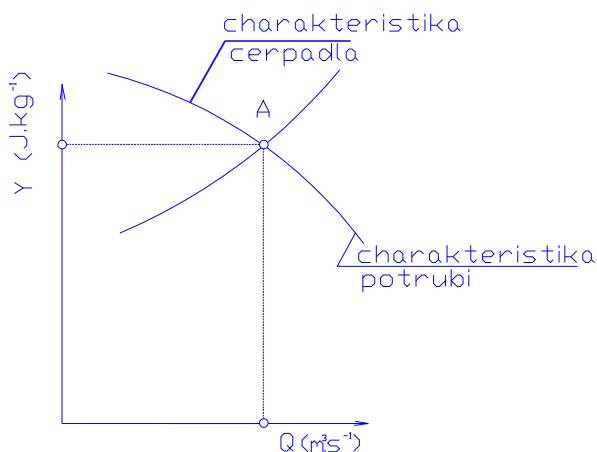
$$m = \varsigma \cdot Q \quad (3)$$

přičemž každý kilogram kapaliny získává v čerpadla měrnou energii Y .

Určení hlavních parametrů čerpání

Čerpací systém podle obr. 25 sestává ze dvou částí – potrubního řadu a čerpadla.

Energeticky aktivní složkou je čerpadlo, předávající dopravované kapalině potřebnou energii. Pasivní složkou je potrubní řad, v němž se energie přivedená čerpadlem spotřebovává. Při ustálené dopravě kapaliny jsou obě složky čerpacího systému v energetické rovnováze, t.j. hlavní parametry Q , Y jsou pro potrubní řad a čerpadlo stejné. Souvislost hlavních parametrů je ve vzájemné vazbě, která se nazývá charakteristikou



Obr.25 Grafické vyjádření provozního stavu čerpacího systému

Určení průtoku Q

Množství dopravované kapaliny bývá dáno účelem a rozsahem jejího použití.

Při trvale ustáleném provozu je konstantní i průtok Q , který se volí ekonomicky optimální z hlediska spotřeby kapaliny (dané např.technologickým procesem), popř.se volí průtok s určitou rezervou nad průměrnou potřebou kapaliny.

Při kolísavé potřebě množství kapaliny je průtok Q v čase proměnný a je nutné provést opatření k jeho změně zásahem v čerpacím systému. Děje se to buď v čerpadle, nebo potrubním řadu, popř. kombinací obou způsobů.

V prvním případě se řídí charakteristika čerpadla při neměnné charakteristice potrubí tak, aby v rozsahu proměnného průtoku $\Delta Q = Q_{\max} - Q_{\min}$ byl okamžitý průtok čerpadla rovný spotřebě $Q_{\xi} = Q$. Jmenovitý (nominální) průtok čerpadla se volí mezi hodnotou Q_{\max} a Q_{\min} v závislosti na bilanci projekčních a provozních nákladů čerpacího zařízení.

V druhém případě seřídí charakteristika potrubí dle požadavku proměnného průtoku Q při neměnné charakteristice čerpadla.

Určení měrné energie Y

Směrodatnou je energetická bilance čerpacího systému mezi počátkem a koncem potrubního řadu, t.j. spodní a horní hladinou kapaliny. V obecném případě dopravě kapalin podle obr. 24 je každému kilogramu kapaliny při ustáleném provozním stavu (spodní a horní hladiny kapaliny nekolísá) třeba přivést energii odpovídající rozdílu energie na horní a spodní hladině:

$$Y = Y'' - Y' = (p''/\zeta + g \cdot H_g + Y_z) - p'/\zeta \quad (4)$$

tedy:

$$Y = (p'' - p')/\zeta + g \cdot H_g + Y_z \quad (5)$$

kde: p'' , p' – tlaky nad spodní a horní hladinou kapaliny [P_a]

H_g – rozdíl geodetických výšek spodní a horní hladiny [P_a]

- měrná energie ztrátová, veškeré hydraulické ztráty při průtoku kapaliny potrubním řadem (ztráty v čerpadle se započítávají do účinnosti čerpadla) [$J \cdot kg^{-1}$].

Zařazení čerpadla do potrubního řadu jej rozděluje na část sací a výtlačnou. Geodetická výška H_g pak sestává z části sací H_{gs} a výtlačné H . Dělítkem obou je horizontální osa, popř. hrdla čerpadla:

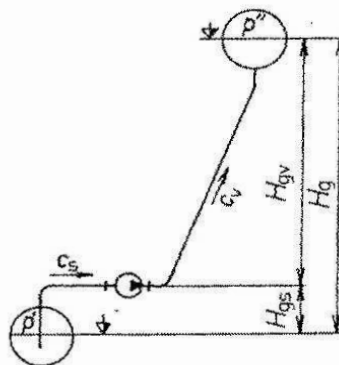
$$H_g = H_{gs} + H_{gv} \quad (6)$$

Obdobně se rozdělí měrná energie ztrátová :

$$Y_z = Y_{zs} + Y_{zv} \quad (7)$$

Pro se často uvádí vztah ve tvaru:

$$Y = (p'' - p')/\zeta + g \cdot (H_{gs} + H_{gv}) + (Y_{zs} + Y_{zv}) \quad (8)$$



Obr.26 Schéma obecného systému na dopravu kapalin čerpadlem

Měrná energie ztrátová je dána třením kapaliny v potrubí (tzv. ztráty délkové) a ztrátami vznikající místní změnou průtokového průřezu. Výsledná hydraulická ztráta je součtem obou dílčích ztrát. Např. pro sací řad :

$$Y_{zs} = \Sigma(\lambda_s \cdot l_s / d_s) \cdot c_s^2 / 2 + \Sigma \zeta_s \cdot c_s^2 / 2 \quad (9)$$

obdobně pro výtlačný řad :

$$Y_{zv} = \Sigma(\lambda_v \cdot l_v / d_v) \cdot c_v^2 / 2 + \Sigma \zeta_v \cdot c_v^2 / 2 \quad (10)$$

l_s, l_v, d_s, d_v - průměry, popř. délky příslušných úseků sacího nebo výtlačného potrubí [m]

c_s, c_v - průtoková rychlost kapaliny v příslušných úsecích sacího nebo výtlačného potrubí [$m \cdot s^{-1}$]

λ_s, λ_v - součinitel délkových třecích ztrát příslušných úseků sacího nebo výtlačného potrubí [1]

ζ_s, ζ_v - součinitel místních ztrát v sacím nebo výtlačném potrubí [1]

Součinitel λ je závislý na druhu proudění kapaliny charakterizovaném Reynoldsovým kritériem hydrodynamické podobnosti Re:

$$Re = c \cdot d / \nu \quad (11)$$

kde: c [$m \cdot s^{-1}$] - střední rychlost kapaliny v potrubí o průměru d [m]

ν [$m \cdot s^{-2}$] - kinematická vazkost kapaliny

Návrh geometrie sací jímky

Čerpací jímky jsou určeny pro sběr a přerušované vyčerpání kapaliny. Jejich velikost je závislá na průtoku a dovolené četnosti spínání Z čerpacích agregátů, tj. elektromotorů.

Pro četnost spínání Z elektromotorů instalovaných v such platí:

$$Z = 3600 \cdot Q_{př}(Q_m - Q_{př}) / V_u \cdot Q_m \quad (12)$$

kde Z - počet sepnutí v [l/h]

$Q_{př}$ - velikost stálého průtoku v [$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

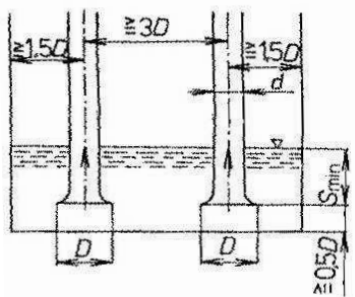
V_u - využitelný objem čerpací jímky včetně eventuálního zadržení objemu v [dm^3]

$$Q_m = (Q_e + Q_a) / 2 \quad (13)$$

Maximum četnosti spínání nastane, když $Q_m = 2 \cdot Q_{př}$, t.j. když je střední průtok Q_m dvakrát větší než přítok $Q_{př}$

Maximální četnost sepnutí za hodinu je udána potom vztahem:

$$Z = 900 \cdot Q_m / V_u \quad (14)$$



Obr.27 Uspořádání sacího potrubí v jímce k zábraně vzniku vírů

Účinnost čerpadel

Ekonomii provozu čerpadel charakterizuje účinnost zahrnující vliv ztrát na parametry čerpadla. Ztráty v čerpadlech se dělí na :

- hydraulické - důsledek relativně vysokých rychlostí kapaliny, významný podíl na hydraulických ztrátách má tvar kanálů oběžného kola a rozvaděče, popř. spirály.
- objemové - sestávají z vnitřních průsaků v těsnících spárách oběžného kola, k vnějším průsakům dochází v ucpávce výstupní části hřídele.
- mechanické - vnitřní zahrnují tření venkovních ploch disků oběžného kola o kapalinu, ztráty vnější zahrnují ztráty v ložiskách a ucpávkách hřídele čerpadla.

Celková účinnost zahrnuje všechny tyto dílčí ztráty:

Hydraulickou účinnost lze vyjádřit :

$$\eta_h = (Y - \Sigma Y_z) / Y = 1 - \Sigma Y_z / Y \quad (15)$$

Objemovou účinnost lze vyjádřit :

$$\eta_v = Q / (Q + q) \quad (16)$$

kde q [-] - míra průsaku.

Mechanickou účinnost lze vyjádřit :

$$\eta_m = P_h / (P_h + P_d) \quad (17)$$

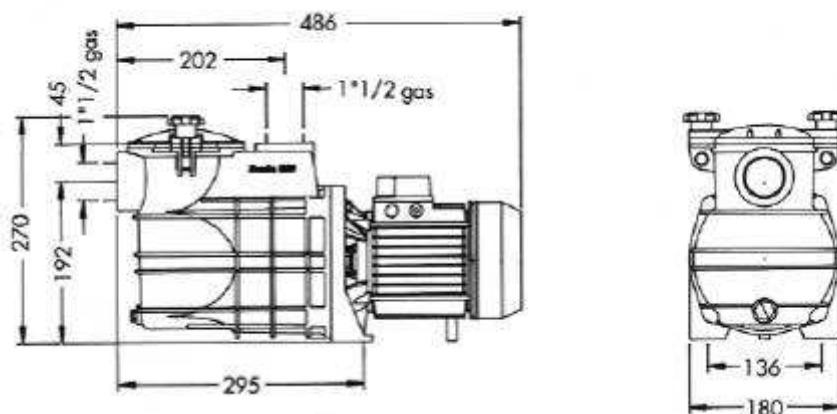
kde P_d [W] - diskový ztrátový výkon

Shora uvedené hydraulické, objemové a mechanické účinnosti je obtížné navzájem oddělit, a to tím spíše, že jejich podíl se mění s provozním stavem čerpadla. Naproti tomu poměrně jednoduše se určuje celková účinnost čerpadla

$$\eta_c = (\rho \cdot Q \cdot Y) / (2\pi \cdot n \cdot M) \quad (18)$$

4.3.1 Popis a funkce čerpadla

Tiché jednostupňové odstředivé čerpadlo přivádí vodu z sběrné nádrže sacím potrubím a výtlačným potrubím do filtrační nádoby. Těleso čerpadla se skládá z mezistěny a základové desky, které jsou vyrobeny z polypropylenu s obsahem skelného vlákna. Hřídel je z nerezové oceli AISI 420, plášť motoru z hliníkové slitiny L-2521. Vinutí je impregnováno proti vlhkosti. Čerpadla s vlasovým filtrem jsou určena pro filtrační jednotky. Oběžná kola a difusory jsou z lexanu posíleného skelným vláknem, odolné proti otěru. Mechanická ucpávka je z grafitu a protipříruba z keramiky. Motor je uzavřený a chlazený zvnějšku. Plášť motoru je vytvořen z hliníkové slitiny L-2521, vhodný i pro provoz v extrémně teplých a vlhkých podmínkách, stupeň krytí IP X5, třída izolace F, jednofázové provedení s trvale zabudovaným kondenzátorem a tepelnou ochranou ve vinutí motoru. Motor má samomazná ložiska, rychlost otáček je 2850 ot./min. Je Čerpadlo je určeno i pro nepřetržitý provoz.



Obr.28 Schéma čerpadla filtračního zařízení

4.3.2 Numerický výpočet zvolených parametrů zařízení na základě teoretického rozboru a výsledků měření.

Úkolem je určit parametry čerpadla, a tím zkontrolovat správnost navrženého typu čerpadla k filtračnímu zařízení, kterým se dočišťuje odpadní voda z sací jámy. Geodetická výška je 1,425 metrů. Sací potrubí má délku $L_s = 1,5$ metrů a výtlačné má délku $L_v = 1,2$ metrů. Sací a výtlačné potrubí je připojeno k čerpadlu.

Pro výpočet je použitý maximální naměřený průtok Q . Z průtoku Q je pomocí rovnice kontinuity vypočtena rychlost kapaliny pro dané průměry potrubí $c_s = 0,87$ [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] a $c_v = 1,5$ [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$].

Tab.19 Výpočtové parametry inovačního zařízení

Sací potrubí L_s		
Název prvku	Označení ve schématu	Hodnota součinitele
oblouk 90°	2	0,338
vstup	1	3
výstup	3	1
Výtlačné potrubí L_v		
oblouk 30°	4	0,117
výstup	5	1

Součinitel λ odečten dle Nikuradzeho diagramu pro $\lambda=64/\text{Re}$. Hodnoty byly odečteny pro Reynoldsovo číslo dle vztahu :

$$\text{Re} = c \cdot d / v \quad (11)$$

Pro řad platí :

$$\text{Re} = 0,87 \cdot 0,05 / 0,7 \cdot 10^{-6} = 62143$$

Pro výtlačný řad platí :

$$\text{Re} = 1,5 \cdot 0,038 / 0,7 \cdot 10^{-6} = 81428$$

Pro řad platí :

$$Y_{zs} = \Sigma(\lambda_s \cdot l_s / d_s) \cdot c_s^2 / 2 + \Sigma \zeta_s \cdot c_s^2 / 2 \quad (9)$$

Pro výtlačný řad platí :

$$Y_{zv} = \Sigma(\lambda_v \cdot l_v / d_v) \cdot c_v^2 / 2 + \Sigma \zeta_v \cdot c_v^2 / 2 \quad (10)$$

Dosažením do rovnice získáme pro sací řad :

$$Y_{zv} = (0,012 \cdot 1,5 / 0,05) \cdot 0,87^2 / 2 + 4,3 \cdot 0,87^2 / 2 = 1,78 \text{ J.kg}^{-1}$$

Pro výtlačný řad :

$$Y_{zv} = (0,012 \cdot 1,2 / 0,038) \cdot 1,5^2 / 2 + 1,117 \cdot 1,5^2 / 2 = 1,68 \text{ J.kg}^{-1}$$

Dále dosadíme do vztahu pro celkovou měrnou energii dle tvaru:

$$Y = (p'' - p') / \zeta + g \cdot (H_{gs} + H_{gv}) + (Y_{zs} + Y_{zv}) \quad (8)$$

$$Y = (2 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^5) / 1000 + 10 \cdot (1 + 0,425) + (1,78 + 1,68) = 117,71 \text{ J.kg}^{-1}$$

Pak hodnota hydraulického výkonu P_h :

$$P_h = \zeta \cdot Q \cdot Y \quad (2)$$

$$P_h = 1000 \cdot 0,0017 \cdot 117,71 = 200,11 \text{ W}$$

Potrubím protéká za sekundu kapalina o hmotnosti m :

$$m = \zeta \cdot Q \quad (3)$$

$$m = 1000 \cdot 0,0017 = 1,7 \text{ kg.s}^{-1}$$

Příkon navrhovaného čerpadla je 360[W] z čehož vyplývá, že navržené čerpadlo je schopno vyrovnat veškeré hydraulické ztráty.

4.4 Ekonomické posouzení návrhu

4.4.1 Charakteristika investičního záměru

Investice do stavebních objektů a strojních zařízení v rámci návrhu modernizace čistírny odpadních vod dávají v současnosti z hlediska ekonomické efektivity velmi malou příležitost ke vzniku zisku.

Ekonomická efektivity vložených investic jakožto i další ekonomické ukazatele jsou dány především environmentálními požadavky ČOV, proto je nutno tuto investici chápat jako udržitelný rozvoj.

Pro obec především důležité to, jak nadále budou hrazeny roční provozní náklady a jakým způsobem bude řešena amortizace celé ČOV.

Modernizací ČOV dojde k přidání další technologie, která pozitivně ovlivní odtokové parametry čistírny a nadále sníží provozní náklady o tržby spojené s využitím odpadní vody v další části návrhu. Další argumenty jsou uvedeny ve SWOT analýze.

SWOT analýza:

Silné stránky – STRENGTH:

- Návrh plní vysokou kvalitu odtokových limitů ČOV
- Zamezení nekontrolovatelných úniků OV do recipientu
- Zařízení splňuje normy i podmínky Evropské unie
- Možnost využití pracovních sil v místě
- Snížení provozních nákladů

Slabé stránky – WEAKNESS:

- Zvýšené nároky na servis celé technologie
- Omezené možnosti pokrytí investičních výstavby

Příležitosti – OPPORTUNITIES:

- Návrh nebrání dalšímu rozvoji obce
- Ekologické řešení může vést k dotaci od SFŽP

Ohrožení – THRETS:

- Nejistá legislativa
- Nejistá podpora státu v oblasti investic do životního prostředí

Investiční náklady zahrnují :

1. Pozemek o rozloze 1000 m²
- 2s.o. Sací jámka 7 m³
- 3s.o. Sběrná nádrž o objemu 600 m³
- 4s.o. Strojovna pro umístění filtračního zařízení
- 5s.z. filtrační zařízení

s.o. - stavební objekt

s.z. - strojní zařízení

Základní přístupy k poskytování finančních prostředků z Fondu jsou definovány Směrnicí 13/2006 Ministerstva životního prostředí o poskytování finančních prostředků ze Státního fondu životního prostředí České republiky. Modernizace splňuje parametry pro udělení dotace na Drobné Ekologické Akce. Žádost

o poskytnutí dotace musí provést obec, dotace pokrývá max.75% z pořizovací ceny projektu. Každá žádost musí projít výběrovým řízením a musí splnit veškerá kritéria. Výběrová řízení se provádí maximálně třikrát do roka.

4.4.2 Stanovení (návrh) celkových investičních nákladů

Tab. 20 Investiční náklady na modernizaci ČOV Ořech

Název položky	Cena včetně DPH
Sací jímka	20 000 Kč,-
Sběrná nádrž	500 000 Kč,-
Strojovna	35 000 Kč,-
Filtrační zařízení	16 990 Kč,-
Potrubní rozvody včetně armatur	7 200 Kč,-
Montáž	4 999 Kč,-
Doprava	46 129 Kč,-
Prováděcí a realizační dokumentace	63 000 Kč,-
Celková investice bez DPH	582 620 Kč,-
Celková investice s DPH	693 318 Kč,-

Odpisy stavebních objektů a provozních zařízení navržené modernizace ČOV

Pro navrhovaná zařízení je zvolen rovnoměrný způsob odepisování, pro které platí následující vztahy:

První rok odepisování $R_0 = (P_c \cdot S_1)/100$,

další roky $R_0 = (P_c \cdot S_2)/100$,

zůstatková cena $ZC = PC - \Sigma \text{ odpisů}$.

Kde R_0 roční odpis

ZCzůstatková cena

PCpořizovací cena

S_1odpisová sazba v 1.roce

S_2odpisová sazba v dalších letech

Odpisový plán stavebních objektů

Pořizovací cena PC: 555 000 Kč,-

Odpisová skupina 5: doba odepisování 30 let

Roční odpisová sazba S_1 : 1,4Roční odpisová sazba S_2 : 3,4

Tab.21 Odpisový plán stavebních objektů

rok	odpis[Kč]	ZC[Kč]	rok	odpis	ZC[Kč]
1	7770	547 230	16	18 870	264 180
2	18 870	528 360	17	18 870	245 310
3	18 870	509 490	18	18 870	226 440
4	18 870	490 620	19	18 870	207 570
5	18 870	471 750	20	18 870	188 700
6	18 870	452 880	21	18 870	169 830
7	18 870	434 010	22	18 870	150 960
8	18 870	415 140	23	18 870	132 090
9	18 870	396 270	24	18 870	113 220
10	18 870	377 400	25	18 870	94 350
11	18 870	358 530	26	18 870	75 480
12	18 870	339 660	27	18 870	56 610
13	18 870	320 790	28	18 870	37 740
14	18 870	301 920	29	18 870	18 870
15	18 870	283 050	30	18 870	0

Odpisový plán strojních zařízení

Pořizovací cena PC: 75 318 Kč,-

Odpisová skupina 2: doba odepisování 5 let

Roční odpisová sazba S_1 : 11%Roční odpisová sazba S_2 : 22%

Tab.22 Odpisový plán strojních zařízení

rok	odpis[Kč]	ZC[Kč]
1	8285	67 033
2	16758	50 275
3	16758	33 517
4	16758	16 758
5	16758	0

4.4.3 Propočet výnosů a nákladů investice

Náklady na provoz ČOV Ořech :

Tab. 23 Nákladové položky

Číslo	Položka	Náklady[Kč]
1	Nájem pozemku ČOV	5 000
2	Investiční úroky z úvěru	35 000
3	Ostatní provozní náklady	320 000
4	Celkem roční náklady	360 000

Tab.24 Ostatní provozní náklady

Položka	Náklad[Kč]
Energie	240 349
Použitá chemie	24 341
Odvoz kalů a shrabků	22 810
Laboratoř	7 500
Pohotovost	25 000

Výnosy ČOV Ořech :

Tab.25 Výnosové položky

Číslo	Položka	Výnosy[Kč]
1	Pronájem ČOV	60 000
2	Stočné	320 000
3	Celkem roční výnos	380 000

4.4.4 Stanovení základních ukazatelů hodnocení a jejich interpretace

Stanovení základních ukazatelů v rámci projektu, který navrhujeme především ke zlepšení životního prostředí, je relativní pojem. Ukazatelem ekonomického posouzení je v tomto případě roční zisk 20tis. Kč. Modernizace ČOV není přímo navrhována za účelem výnosů, tudíž nelze dosáhnout přesných hodnot ekonomických ukazatelů.

4.4.5 Závěr ekonomického posouzení

Vzhledem k tomu, že se nejedná přímo o výnosovou investici, ale o investici do životního prostředí, je otázka ziskovosti a návratnosti investic vždy diskutabilní. Lze konstatovat, že navržená modernizace ČOV Ořech povede k získání dalších výnosů z vody použité k hospodářským příležitostem.

Celková investice ve výši 582 620 Kč bez DPH je z environmentálního pohledu je nesporným přínosem.

5. DISKUSE A ZÁVĚRY

5.1 Diskuse

Vody je stále méně a sucha jsou stále častější. EU proto se usiluje o vytvoření udržitelného celoevropského přístupu k využívání tohoto základního zdroje života. Současný vývoj naznačuje, že nedostatek vody bude v Evropě stále běžnější. Jedno z největších období sucha bylo zaznamenáno v roce 2003, postihlo přes 100 milionů lidí a přibližně třetinu rozlohy EU a způsobilo škody ve výši 8,7 miliard eur.

Evropská komise se již mnoho let zabývá projekty souvisejícími s vodou, například projektem WISE zahájeným v roce 2002. Tyto programy jsou zaměřeny i na kvalitu vody a na dopady sucha nejen na pitnou vodu, ale i na zemědělství, lesnictví a vodní dopravní síť. S cílem řešit tyto rostoucí problémy byla navržena řada alternativních řešení a vyzvala k širší diskusi o tom, jak v rámci EU podporovat přechod

k účinnějšímu využívání vody a k šetření vodou. Jedním z nejvýznamnějších opatření je cena vody – zásada „uživatel platí“. Cenová politika by se měla stát pravidlem, a proto je zapotřebí zavést povinné měření spotřeby vody. Rovněž je zapotřebí podporovat účinné využívání vody, jelikož jím lze dosáhnout velkých úspor vody v celé EU – odhaduje se, že asi 20 % vody je spotřebováno zbytečně, některé odhady dokonce uvádějí 40 %. Jako první krok byla navržena podpora instalace zařízení šetřících vodu do vodovodních kohoutků, sprchových hlavic

a toalet. To je totiž velmi jednoduché. Komise nedávno konstatovala, že situace v oblasti vodohospodářství se bude v Evropě i nadále zhoršovat, pokud teploty porostou a nebude-li přijata žádná jasná strategie. Tvorba politiky by proto měla být založena především na šetření vodou.

Projekt modernizace ČOV Ořech navazuje na celosvětovou problematiku s nedostatkem vody a je přínosem v oblasti environmentálních projektů.

V nemalé míře řeší problém s nedostatkem vody, ale také s kvalitou odtokové vody a využitím naakumulované vody v nádrži nebo tzv. biologickém rybníku.

5.2 Závěr

Návrh modernizace ČOV Ořech je směřován k dočišťovací fázi odpadní vody a za účelem jejího dalšího využití. Jako hlavní parametr při návrhu ČOV se používá počet ekvivalentních obyvatel obce 600 EO. Z tohoto faktu a předpokladu dalšího rozšiřování obce v budoucnu jsou navrženy parametry filtračního zařízení a s nimi spojené stavební objekty.

Po zhodnocení všech podmínek na ČOV a podmínek filtračního zařízení byly poptány firmy Vágner Pool, Pool 2000 a K plus K v.o.s. - Swimmingpool Europe.

Na základě výběrového řízení byla pro dodávku filtračního zařízení vybrána firma Vágner Pool s.r.o.

Vlastní měření je orientováno na odtokové limity sledovaných ukazovatelů znečištění odpadní vody. Jedná se o vzorky slévané dvouhodinové z osmi vzorků stejného objemu po 15 minutách. Odběr byl proveden 3.4.2006 za účasti provozovatele čistírny akreditovanou laboratoří Vodohospodářské společnosti Vrchlice.

Teoretický rozbor čerpacího systému a výpočet hlavních parametrů sacího a výtlačného potrubí přináší komplexní náhled na danou problematiku čerpání.

Dle vypočtené celkové měrné energie $Y = 117,71 \text{ J.kg}^{-1}$ a daného průtoku

$Q = 169 \text{ m}^3$ za měsíc vychází vhodnost zvolených parametrů čerpadla filtračního zařízení. Navržená modernizace ČOV Ořech zahrnuje také výstavbu nádrže na akumulaci vyčištěné vody, která má předpokládaný objem 600 m^3 .

Ekonomické posouzení potřebných investic ve výši 693 318 Kč je sledováno především z pohledu stanovení ročních provozních nákladů a podrobným vyčíslením ročních odpisů. Z tohoto pohledu není významné ekonomické hledisko jediným kritériem v rozhodovacím procesu, zdali investici realizovat či nikoliv. Neméně důležitým kritériem je i ekologický přínos a tím možnost dotace projektu. Z tohoto pohledu se ukazuje tato investice jako efektivní.

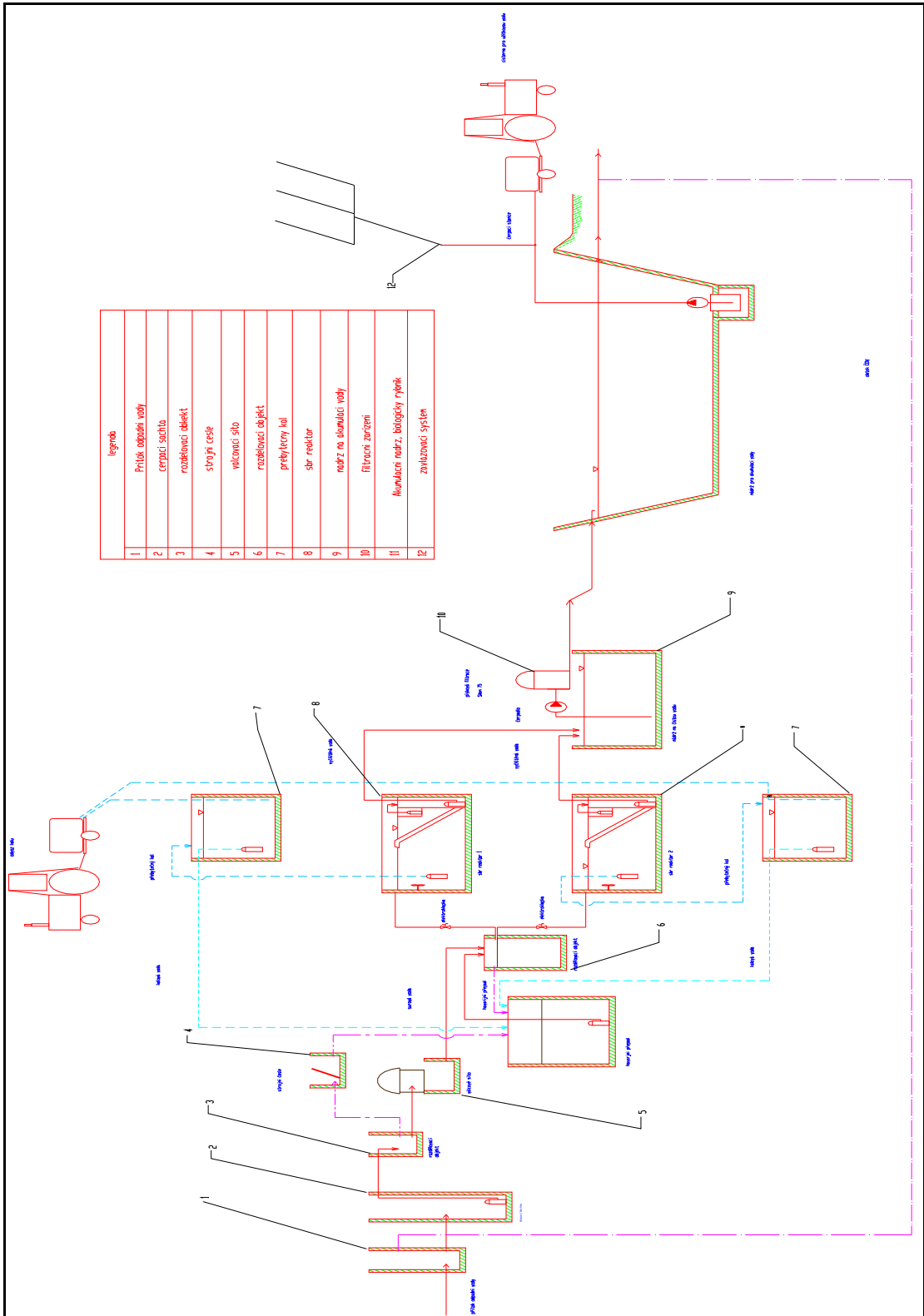
Seznam použité literatury:

- [1] BRADA, K., BLÁHA, J., Čerpací technika. ČVUT., Praha, 1991.
- [2] DOHÁNYOS, M., ZÁBRANSKÁ, J., JENÍČEK, P., Enhancement of anaerobic sludge digestion by using of a special thickening centrifuge, 1997.
- [3] DVORÁKOVÁ, D., Využívání dešťové vody (II), 2007.
- [4] SOJKA, J., Malé čistírny odpadních vod, ERA, 2004.
- [5] RENSING, J.,H., RULKENS W.,H., Using metazoa to reduce sludge production 1997.
- [6] SAKAI, Y., FUKASE, T., YASUI, H., An activated process Without Excess sludge production, 1997.
- [7] TAY, J.,H., Energy recovery in sludge management processes, 2003.
- [8] ŽÁKOVÁ, Z., Přírodní čištění odpadních vod, 2004.
- [9] PROPAGAČNÍ A TECHNICKÉ MATERIÁLY FIREM: Vágner Pool, Pool 2000, K plus K v.o.s. - Swimmingpool Europe

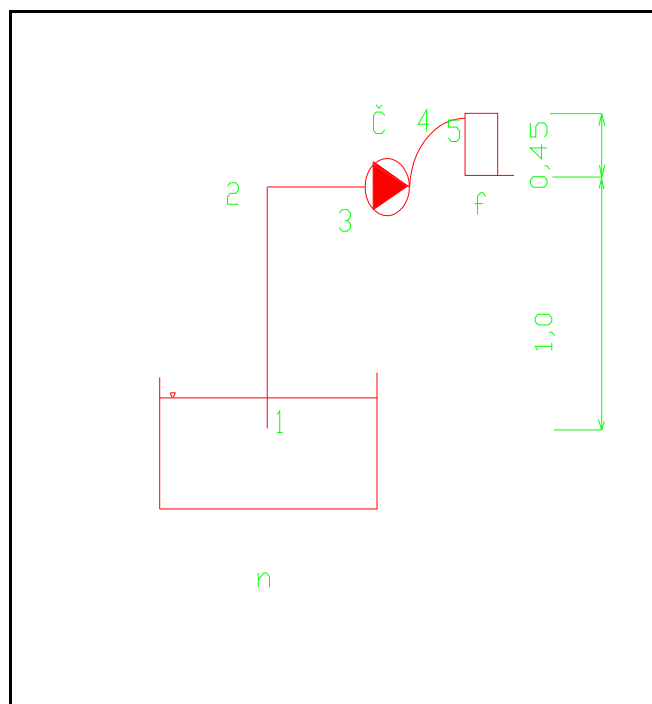
Přílohy

Příloha č.1 – Schéma ČOV

Příloha č.2 – Schéma filtračního zařízení



Příloha č.1



Příloha č.2

Summary

The aim of graduation theses is suggestion of filter equipment and accumulation of cleaning water to compensating reservoir for economic purposes in ČOV Ořech to 1000 equivalent inhabitant. The proposed system is composed from sump of cleaning water, which is sucked from both nuclear cleaners. In area of sump is placed the suction tube of pump MicroDelfino, which transferred the pumped water to pressure tank of sandy filter. The final cleaning water has a good parameters for other use and is accumulated in compensating reservoir. In the scheme is visibled one variation of use final cleaning water like a irrigation distribution of farmland.

The purpose of suggestion is contribution of project, which includes the environment. The actuating of human activity was impure water. It is very important not only for nature, but also for our future, that clean water would be returned to the ecosystem.

From economic point of view, the necessary investment includes mainly annual operating costs. The proposed system does not look like a project with a big investment of economic return and financial productivity, but mainly exhibition of environmental investment, which is difference of developing and developed society.

Keywords: filter equipment, environmental investment.