

**MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC**

Ústav managementu a marketingu

Petr Kádě

**Manažersko-ekonomický pohled na čištění komunálních  
odpadních vod na biologické čistírně odpadních vod  
v Novém Boru.**

Manager-economical Look in The Municipal Waste Water  
Treatment for The Biological Sewage Plant in Nový Bor Town.

Bakalářská práce

**Vedoucí práce : Ing. Tomáš Hloušek, Ph.D.**

Olomouc 2010

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené  
informační zdroje.

Olomouc dne .....

Děkuji Ing.Tomáši Hlouškovi, Ph.D, za odborné vedení bakalářské práce. Děkuji Ing. Ladislavu Švecovi, MBA, za cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce a vedení firmy Severočeské vodovody a kanalizace Teplice a.s. za poskytnutí potřebných informací.

## **OBSAH**

### **ÚVOD**

#### **1. VODA**

##### **1.1 Druhy vod**

##### **1.2 Odpadní vody**

###### **1.2.1 Složení odpadních vod**

###### **1.2.2 Rozdělení odpadních vod**

#### **2. STOKOVÁ SÍŤ**

##### **2.1 Soustavy stokových sítí**

##### **2.2 Systémy stokových sítí**

##### **2.3 Materiál a konstrukce stokové sítě**

###### **2.3.1 Stoky trubní**

###### **2.3.2 Stoky zděné z cihel**

###### **2.3.3 Stoky z prefabrikátů**

###### **2.3.4 Stoky monolitické**

##### **2.4 Objekty na stokové síti**

#### **3. PROCES ČIŠTĚNÍ A SKLADBA ČOV**

##### **3.1 Mechanické předčištění**

##### **3.2 Biologické čištění odpadních vod**

##### **3.3 Chemické čištění odpadních vod**

###### **3.3.1 Srážení před biologickým stupněm – předsrážení**

###### **3.3.2 Srážená před biologickým stupněm – přímé srážení**

###### **3.3.3 Srážení za biologickým stupněm**

##### **3.4 Kalové hospodářství**

###### **3.4.1 Složení a vlastnosti kalu**

###### **3.4.2 Zahušťování kalu**

- 3.4.3 Stabilizace kalu**
- 3.4.4 Odvodňování kalu**
- 4. MANAŽERSKO-EKONOMICKÝ POHLED NA PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE NOVÝ BOR**
- 4.1 Základní parametry provozování kanalizace Nový Bor**
  - 4.1.1 Legislativní rámec**
  - 4.1.2 Stav kanalizace Nový Bor**
    - 4.1.2.1 Stoková síť**
    - 4.1.2.2 ČOV Nový Bor**
  - 4.1.3 Provozní pracovníci**
- 4.2 Možnosti ekonomického ovlivnění provozu kanalizace Nový Bor**
  - 4.2.1 Přímé ovlivnění provozních nákladů**
    - 4.2.1.1 Možnosti ovlivnění energetické náročnosti kanalizace Nový Bor**
    - 4.2.1.2 Logistika, údržba a oprava**
    - 4.2.1.3 Odpady**
  - 4.2.2 Přímé ovlivnění výnosů**
  - 4.2.3 Nepřímé ovlivnění**

## **ZÁVĚR**

## **ANOTACE**

## **LITERATURA A PRAMENY**

## **SEZNAM ZKRATEK**

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

## **SEZNAM TABULEK**

## ÚVOD

V dřívějších dobách neměla lidská sídla problém s odpadními vodami, jako máme dnes my, a to z jednoho prostého důvodu. Odpadní vody jako takové, které známe z dnešní doby, prostě neexistovaly. Za domkem byl ve většině případů umístěn suchý záchod, jehož obsah se likvidoval společně s odpadními produkty hospodářských zvířat vyvezením na pole, kde posloužil jako výtečné hnojivo. Odpadní vody, v té době prosté chemických přípravků, jak z osobní hygieny či mytí nádobí nebo úklidu, se likvidovaly prostým způsobem : jednoduše se vylily do příkopu, na hnůj či kompost.

Zvyšující se počet obyvatel soustřeďující se více a více do větších aglomerací, spojený s rozvojem výstavby, modernizace a ekonomické samostatnosti přináší na jedné straně požadavek na potřebu kvalitní pitné vody, ale na straně druhé vzniká problém, jak bude s touto vodou naloženo po jejím použití. Nastává situace, kdy nároky na kvalitu vody neustále rostou a rozpory mezi její potřebou a kapacitou vodních zdrojů se neustále zvyšují. Vzrůstá nebezpečí silného ovlivnění kvality vodních zdrojů a proto vzniká požadavek na řešení čištění použitých vod s cílem ochránit naše životní prostředí tak, aby bylo těmito vodami zasaženo v co nejmenší míře. Dochází k budováním kanalizačních systémů ukončených komunální čistírnou odpadních vod.

Bohužel jen málo lidí však ví, na co nám čistírny odpadních vod doopravdy slouží. Mnozí ani nevědí, že tyto čistírny skutečně čistí odpadní vodu. Tedy tu vodu, která je vypouštěna z domácností a z průmyslu.

S určitou nadsázkou se dá říci, že komunální čistírna odpadních vod je jeden velký živý rektor s jednotlivými technologickými stupni, který vyžaduje nejen péči odborníků, ale také schopných manažerů. Manažerů, kteří působí nejen na vnitřní chod čistírny, ale také na vnější okolí způsobem, který nejen čistírně odpadních vod zajišťuje plnohodnotnou funkci, ale i z této čistírny vytváří samostatný, ekonomicky silný subjekt.

**Cílem práce** je seznámení se s odpadní vodou, s její dopravou od producenta přes stokovou síť až k samotnému procesu čištění na čistírně odpadních vod a s možnostmi manažersko-ekonomického ovlivnění čistírenského procesu na čistírně odpadních vod v Novém Boru.

## **1. VODA**

Voda, kterou již starořeční filozofové považovali za jeden ze čtyř elementárních prvků (země, voda, vzduch, oheň), dala tvář naší planetě. Voda je jednou ze základních podmínek existence života na Zemi. Je základní a v nejvyšší míře zastoupenou složkou všech organismů, která umožňuje jejich složité životní děje. Její přítomnost umožňuje látkovou a energetickou výměnu i všechny fyziologické děje. Pro mnohé živočichy je pak voda přímo i životním prostředím. Voda se vyskytuje na povrchu země, v zemské kůře a v atmosféře ve všech třech skupenstvích. Prostředí, v němž se voda vyskytuje, nazýváme hydrosférou. Z celkového povrchu zemské kůry 510mil. km<sup>2</sup> pokrývá voda 361mil. km<sup>2</sup>, tj.70,8%. Slunečním teplem se voda vypařuje z hladin pevninských vod a oceánů, v podobě par je unášena vzdušnými proudy, při poklesu teplot kondenzuje a ve formě atmosférických srážek dešťových či sněhových se vrací na hladinu moří nebo pevninu. Z vody spadlé na pevninu se část znovu vypaří, část odtéká povrchově řekami do moří a část prosakuje do země a obohacuje podzemní vody. Takto vzniká působením sluneční energie koloběh vody v přírodě.

Člověk nevydrží bez vody ani 3 dny. Voda tvoří převážnou část našeho těla. Člověk po narození obsahuje 97% vody, po osmi měsících 81% a ve stáří 65 let 70% vody. K životu potřebujeme 2,5 až 3 litry biologicky hodnotné vody denně. Samozřejmě je potřebné si uvědomit, že i stejné množství vody člověk ze svého organismu vyloučí.

### **1.1 Druhy vod**

Chemicky čistá voda je pouze voda destilovaná. Přírodní voda je různě mineralizována (znečištěná) a v podstatě ji můžeme považovat za třífázovou směs (značně zředěný roztok) různých plynů, látek organických i anorganických. Tyto látky je možno dělit dle různých hledisek, např. podle jejich skupenství, charakteru, velikosti částic apod.

Podle původu dělíme přírodní vodu na vodu srážkovou, podzemní, povrchovou a mořskou. Zvláštním druhem podzemních vod jsou vody minerální.

### **1.2 Odpadní vody**

Odpadními vodami jsou všechny vody, které byly použity v domácnostech, v komunálních službách, v průmyslu a v zemědělství, které při tom změnilly své původní složení, fyzikální, chemické a biologické vlastnosti, nebo mohou při vypouštění do vod povrchových či podzemních ohrozit jejich jakost.

#### **1.2.1 Složení odpadních vod**

Odpadní vody jsou složeny z velmi rozmanitých látek, které lze dělit z fyzikálního a chemického hlediska.

Z fyzikálního hlediska dělíme látky obsažené v odpadních vodách na nerozpuštěné a rozpuštěné. Nerozpuštěné látky se dále dělí na usaditelné a neusaditelné. Zvláštní skupinu tvoří látky plovoucí (vzplývavé) jako jsou papír, textilie, zbytky zeleniny a ovoce, tuky, oleje, plasty a ropné produkty.

Z chemického hlediska se dělí látky obsažené v odpadních vodách na anorganické (minerální) a organické. V rozbořech se anorganickými látkami rozumí obvykle zbytek po žíhání sušiny a organickými ztráta vzniklá žíháním sušiny. Obecně je možno říci, že nerozpuštěné látky jsou převážně organické a rozpuštěné látky převážně anorganické povahy.

### **Organické znečištění**

Mezi organické látky, které jsou zastoupeny v odpadních vodách, patří zejména sacharidy, bílkoviny, tuky a látky vzniklé jejich rozkladem: volné aminokyseliny, vyšší mastné kyseliny a rozpuštěné organické kyseliny. Protože stanovení jednotlivých organických látek je poměrně komplikované, a proto také drahé, patří mezi základní ukazatele obsahu organických látek stanovení veškerých organických látek. Množství organických látek je možné vyjádřit biochemickou spotřebou kyslíku (BSK), chemickou spotřebou kyslíku (CHSK) a ztrátou žíháním.

### **Biochemická spotřeba kyslíku**

Biochemická spotřeba kyslíku vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy, při biochemickém rozkladu chemických látek ve vodě. Zjišťuje se v původním, nebo zředěném vzorku, z rozdílu koncentrace kyslíku před inkubací a po ní, vyjadřuje se v mg/l. Standardně se stanovuje BSK<sub>5</sub> – tj. provádí se inkubace po dobu pěti dnů za standardních podmínek (20°C, vyloučení přístupu světla a atmosférického kyslíku).<sup>1</sup>

### **Chemická spotřeba kyslíku**

Je mírou obsahu látek schopných chemické oxidace, v praxi se oxidace provádí silně kyselými roztoky (za účelem dokonalé oxidace) K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (dichroman draselný, odpadní vody) nebo KMnO<sub>4</sub> (manganistan draselný, pitné vody) při vyšších teplotách. Výsledek stanovení se udává v množství kyslíku, které je ekvivalentní spotřebě použitého oxidačního činidla a vyjadřuje se v mg/l.<sup>2</sup>

### **Ztráta žíhání**

Vyjadřuje rozdíl mezi obsahem veškerých látek a jejich zbytků po sušení. Rozdíl vah před a po žíhání odpovídá množství spalitelných látek. Vyjadřuje se v % – resp. mg/l.

<sup>1</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 5.

<sup>2</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 5.



## **Anorganické znečištění**

Obsah anorganických látek v odpadní vodě se obvykle stanoví jako obsah iontů a solí v jejím zdroji. Současné čištění odpadních vod je zaměřeno především na snížení obsahu dusíku, solí fosforu a těžkých kovů v těchto vodách. Obsah dusíku a fosforu ve vodách je důležitý vzhledem k tomu, že tyto látky tzv. biogenní prvky jsou základními živinami pro růst organismů, např. řas a sinic v tocích a vodních nádržích. S životním cyklem těchto organismů jsou spojeny procesy, které mohou značně zvyšovat deficity kyslíku ve vodách.

### **Sloučeniny dusíku**

Dusík je v odpadních vodách přítomen jak ve formě organických sloučenin, tak v anorganických formách a to amoniakální ( $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NH}_3$ ), dusitanové ( $\text{NO}_2^-$ ) a dusičnanové ( $\text{NO}_3^-$ ). Amonné soli tvoří převážnou většinu anorganicky vázaného dusíku, zatímco dusík vázaný v organických sloučeninách se v amonné formě vyskytuje ze 60%. Kromě toho, že dusík slouží jako živina pro růst řas, zvyšuje obsah amonných sloučenin v odpadních vodách také spotřebu kyslíku. Množství dusíku v odpadních vodách se vyjadřuje v mg/litr celkového dusíku ( $N_{\text{celk.}}$ ), který je dán součtem koncentrací dusíku organického a všech forem dusíku anorganického.<sup>3</sup>

### **Sloučeniny fosforu**

Fosfor se v odpadních vodách vyskytuje jednak jako organicky vázaný a jednak ve formě anorganických polyfosfátů a orthofosfátů. Organicky vázaný fosfor je obsažen hlavně v pevných látkách, zatímco polyfosfát a orthofosfáty se vyskytují ve vodách především rozpuštěné. Při biologickém procesu čištění odpadních vod dochází k hydrolyze solí fosforu na orthofosfáty, které jsou rostlinami mnohem snáze využitelné. Hlavním zdrojem solí fosforu jsou lidské výkaly, moč a prací prostředky. Obsah fosforu ve vodách se vyjadřuje v miligramech/litr celkového fosforu.<sup>4</sup>

## **1.2.2 Rozdělení odpadních vod**

Podle původu a způsobu znečištění rozlišujeme odpadní vody na vody splaškové, srážkové, průmyslové a odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby.

### **Splaškové odpadní vody**

Splaškové odpadní vody jsou odpadními vodami z domácností a ze sociálních zařízení průmyslu (kuchyní, záchodů, koupelen a umýváren). Množství splaškových odpadních vody se odvíjí od spotřeby pitné vody a je závislé na občanské vybavenosti bytů. Kolísání množství splaškových vod charakterizuje maximální a minimální průtok, který vychází z kolísání odběru vody z vodovodní sítě. Odběr vykazuje minima v nočních

<sup>3</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 7.

<sup>4</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 6.

hodinách a dvě maxima v průběhu dne. U větších měst se projevuje retenční schopnost stokového systému a proto jsou extrémní v kolísání průtoků menší a časově posunuty.

Složení splaškových vod vyplývá ze specifické spotřeby vody a hodnot znečištění v jednotlivých ukazatelích produkovaných 1 obyvatelem za den. Znečištění pochází z lidských exkrementů, ze zbytků potravy, z pracích a čistících prostředků. Orientační hodnoty produkce specifického znečištění na 1 obyvatele (EO) se u jednotlivých ukazatelů specifického znečištění udávají :

- $60\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$  BSK<sub>5</sub> - bioologická spotřeba kyslíku za 5dní
- $120\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$  CHSK – chemická spotřeba kyslíku
- $11\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$  N<sub>celk.</sub> – celkový dusík
- $2,5\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$  P<sub>celk.</sub> – celkový fosfor

### **Průmyslové a zemědělské odpadní vody**

Odpadní vody z průmyslové a zemědělské výroby jsou kapalné odpady produkované při výrobě daného oboru. Vzhledem k rozmanitosti výrobních oborů mají produkované odpadní vody i velmi rozmanité složení. Podle charakteru znečištění můžeme průmyslové odpadní vody dělit na :

- převážně organicky znečištěné, kde typickými představiteli jsou odpadní vody z potravinářského, farmaceutického, papírenského a textilního průmyslu
- převážně anorganicky znečištěné, kde s tímto charakterem pochází odpadní vody z sklářského, hutního a keramického průmyslu, z těžby a úpravy uhlí a rud, z výroby hnojiv a povrchové úpravy kovů.

Průmyslové a zemědělské odpadní vody je možno čistit buďto samostatně, nebo společně se splaškovými odpadními vodami.

### **Srážkové odpadní vody**

Srážkové odpadní vody jsou odpadní vody vzniklé z atmosférických srážek, které se přivádí do kanalizace pomocí uličních a chodníkových vpustí nebo dešťovými svody. Koncentrace znečištění srážkových vod jsou velmi malé, jedná se o odpadní vody, které jsou kyselé a znečištěné exhalacemi z ovzduší. Na začátku dešťového odtoku, prvních zhruba 10 –15 minut je dešťová voda nejvíce znečištěná. V jednotné kanalizaci dochází ke zvržení usazenin, které se zde vytvořily za bezdeštného průtoku, takže první podíly směsi splaškové a srážkové vody jsou znečištěny mnohem více než samotná splašková voda. V jednotné soustavě při silném dešti dochází k převládání dešťové vody nad splaškovými a celkové složení směsi je pak dáno funkcí odlehčovacích komor. Složení srážkových vod značně kolísá a závisí na hydrometeorologických poměrech,

hydrologických poměrech, druhu a sklonu stokové sítě, charakteru povrchu a povrchových úprav, údržbě stokové sítě, charakteru činnosti na povrchu – mytí ulic a délce bezdeštného období (prašnost, atmosférický tlak) a intenzitě srážek. Většinou tak jsou první přívaly srážkové vody oddělené v odlehčovací komoře silně znečištěny a v případě přímého odlehčení do recipientu představují pro tento recipient značné zatížení.

### **Infekční vody**

Infekční odpadní vody vznikají v infekčních odděleních nemocnic, léčeben, laboratořích, kafilériích a podobných zařízeních. Obsahují velké množství choroboplodných zárodků, které mohou být zdrojem infekcí a epidemií. Z těchto důvodů vyžadují zvláštní režim s nakládáním s těmito vodami.

### **Podzemní vody**

Podzemní vody sice nepatří do kategorie odpadních vod, ale z pohledu odpadních vod jsou zde zařazeny jako vody tzv. balastní, které jsou v jednotných i oddílných kanalizačních systémech zcela nežádoucí. Důvodem je zejména zvyšování průtoku odpadních vod v stokové síti a negativní teplotní účinek v procesech biologického čištění na ČOV.

Někdy se také setkáváme s názvem městské odpadní vody. Městské odpadní vody tvoří směs splaškových, průmyslových a srážkových vod. U velkých měst převládají vody splaškové, u malých měst závisí na charakteru města a podílu průmyslu v něm.

## **2. STOKOVÁ SÍŤ**

Stoková síť je soustava stok a objektů na nich, která slouží k zachycení a odvádění odpadních vod z daného území. Účelem stokových sítí je zejména spolehlivé, hospodárné a zdravotně neškodné odvádění odpadních vod z určeného území nebo z připojené nemovitosti do zařízení na čištění odpadních vod a následné vypouštění do vodního recipientu.

Současným trendem je zajištění toho, aby splaškové a silně znečištěné dešťové odpadní vody byly odváděny na ČOV a tam byly řádně vyčištěny před vypuštěním do recipientu. Mírně znečištěné dešťové a balastní vody jsou zadržovány v místě vzniku, kde mohou být znovu využívány, nebo řádně likvidovány např. vsakovány, nebo samostatně odváděny do recipientu.

Technické parametry stokové sítě (průřez, tvar, materiály stok) se stanovují na základě hydraulických výpočtů. Vychází se návrhového stavu, ke kterému je však nutné

vyhodnotit i stav přípustného a nepřípustného přetížení, povodňový stav, spolehlivost stokové soustavy a eventuálně též i možnost poruch. Metodika výpočtů stokové sítě se volí dle její povahy a složitosti. Pro stokové sítě malého rozsahu (řádově do 5 až 10 tis.obyvateľ) lze akceptovat použití racionální metody, v ČR tzv. Bartoškovu metodu, pro větší soustavy se doporučuje použití simulačních modelů srážkových a odtokových jevů pracujících nejlépe v reálném čase.

## **2.1 Soustavy stokových sítí**

Podle způsobu odvádění odpadních vod ze zájmového území rozeznáváme tři soustavy stokových sítí, a sice soustavu jednotnou, soustavu oddílnou a soustavu kombinovanou.

### **Soustava jednotné stokové sítě**

Jedná se o nejrozšířenější soustavou vybudovanou v České republice zejména z důvodu úspor investičních nákladů oproti soustavě oddílné. V této soustavě jsou všechny druhy odpadních vod odváděny společným jednotným potrubím. Z tohoto důvodu jsou však dimenze jednotných stok navrhovány na extrémní průtok srážkových vod a ne na max. splaškový odtok odpadních vod. Proto z důvodů ekonomických a technických jsou následně tyto dimenze sníženy díky umístění odlehčovacích komor, které od určitého naředění splaškových vod vodami srážkovými umožní odtok do vodního recipientu před přítokem na ČOV. Tímto opatřením se sice docílí hospodárného návrhu stokové sítě, ale na druhé straně se za dešťových průtoků zatěžuje vodní recipient vypouštěním sice naředěných, ale pořád znečištěných odpadních vod.

### **Soustava oddílné stokové sítě**

Tato soustava odvádí odpadní vody samostatně pro každý druh, tzn. že jednotlivé OV se nemísí. Soustava oddílné stokové sítě většinou odvádí samostatně splaškové s průmyslovými vodami a samostatně OV srážkové. Takto budované soustavy jsou náročné nejen na investiční náklady, ale také na prostorové umístění. Při provozování v určitých případech (v minimálních sklonech stok) požadují i zvýšenou údržbu. Doprava OV u oddílné stokové sítě může být provedena gravitačně, nebo speciálním druhem kanalizace, která se nazývá podtlaková kanalizace a tlaková kanalizace.

### **Soustava modifikované stokové sítě**

Jedná se o řešení, kde splašková stoková síť je uložena hlouběji než stoka dešťová. Dno dešťové stoky se propojuje se splaškovou stokou potrubím ústícím do vstupních šachet splaškové sítě. Znečištěné dešťové vody z prvního splavu z povrchu území odtékají z dešťové sítě do stoky splaškové. Po zahlcení splaškových stok dochází k postupnému odtoku naředěných vod dešťovými stokami do recipientu.

## **2.2 Systémy stokových sítí**

Z hlediska gravitačního odvádění odpadních vod ze zájmového území rozeznáváme čtyři základní systémy stokové sítě, které svým jedinečným uspořádáním dokáží zajistit co nejrychlejší, nejpřímější a provozně nejspolehlivěji odvedení odpadních vod na ČOV. Jedná se o systém větvový, úchytný, pásmový a radiální.

### **Větvový systém**

Svým uspořádáním je přirovnáván k rozvětvenému stromu. V nejnižších místech území je vedena tzv. kmenová stoka, do které ústí hlavní stoky a na ně jsou napojeny sběrače s uličními stokami. Tento systém se navrhuje zejména do členitého území.<sup>5</sup>

### **Úchytný systém**

Jedná se o pravidelné uspořádání stok. Kmenová (úchytná) stoka je vedena podél vodního toku a do ní ústí jednotlivé sběrače s uličními stokami. Tento systém se navrhuje do území ve tvaru dlouhých údolí s jednotným sklonem k vodnímu toku.

### **Pásmový systém**

Jedná se o uspořádání stok do jednotlivých výškových pásem. Tento systém se navrhuje v územích, kde, s ohledem na konfiguraci terénu, je nutno odvodňovanou oblast rozdělit do několika výškových pásem např. údolí s oboustranným větším sklonem terénu přecházejícím v ploché zpravidla inundační území vodního toku.<sup>6</sup>

### **Radiální systém**

Jedná se o uspořádání stok v kotlině. Tento systém se navrhuje v území ve tvaru kotliny s gravitační nebo přečerpávací dopravou odpadních vod.

## **2.3 Materiál a konstrukce stokové sítě**

Vhodnost použití materiálu stok je velmi významnou otázkou, kde rozhodující úlohou je zejména účel stoky, jakost dopravovaného média, požadavek na životnost, stabilitu, možnost provádění výstavby a následného provozování. Volba materiálu by měla být výsledkem technicko-ekonomického vyhodnocení, kde náklady na trubní materiál nehrají jedinou nebo základní roli. Nelze ani paušálně stanovit jaké provádění a jaký materiál je obecně nejvhodnější, lze to však vždy stanovit odborným posouzením.

Základní konstrukční typy stok dělíme na trubní, zděné, prefabrikované a monolitické.

### **2.3.1 Stoky trubní**

#### **Kameninové trouby**

Vyrábí vypálením vhodných keramických jílu o kruhovém profilu jako hrdlové trouby a nebo jako kruhové bezhrdlové trouby spojující se převlečnou spojkou nebo opravnou manžetou. Vyznačují se mimořádnou chemickou odolností a otěruvzdorností.

<sup>5</sup> NOVÁK, J a kol., *Příručka provozovatele stokové sítě*, s. 6.

<sup>6</sup> NOVÁK, J a kol., *Příručka provozovatele stokové sítě*, s. 7.

### **Betonové, železobetonové, polymerbetonové trouby**

Jedná se o klasické trubní materiály, jejichž výhodou jsou konstantní vlastnosti materiálu, výborné statické vlastnosti a nízká ekonomická náročnost. Výroba je v profilu kruhovém, vejčitém i tlamovém a spojovány jsou pryžovými těsníci profily.

### **Plastové trouby**

Jedná se o trouby z neměkčeného PVC, PE a nebo PP, které zejména díky své nízké ekonomické náročnosti dosáhly v 80 a 90. letech silného rozvoje. Plastové trouby se vyrábějí v kruhových profilech a to hrdlová nebo hladká s vnějším povrchem hladkým, korugovaným či žebrovaným. Plastové potrubí je možno spojovat mechanicky s těsnícím prvkem, lepením nebo svařováním.

### **Trouby ze sklolaminátu**

Jedná se o moderní materiál využívající schopností kompozitních materiálů, které se stále více uplatňují v nejrůznějších oblastech strojírenství či stavebnictví. Kanalizační trouby vyrobené ze směsi skleněných vláken, pryskyřice a plniva se vyznačují vysokou pevností, chemickou i teplotní stálostí a zejména nízkou hmotností.

Trouby jsou vyráběny o kruhovém profilu a spojovány kompletizovanými spojkami.

### **Trouby z tvárné litiny**

Tvárná litina je železný materiál, který obsahuje 2,2-4% uhlíku, který je vykrytalizován ve tvaru kuliček.<sup>7</sup> Nejdůležitější vlastností litinového potrubí je tlaková odolnost, dokonalá nepropustnost a vysoká odolnost proti agresivním odpadním vodám. Trouby jsou vyráběny o kruhovém profilu a to hrdlové nebo přírubové.

### **Tavený čedič**

Tavený čedič je materiál vzniklý přetavením a opětovným vytvarováním přírodní suroviny – olivinického čediče vhodného chemického a mineralogického složení. Je taven a dále zpracováván bez jakýchkoliv přísad. Nejdůležitější vlastností jsou vysoká otěruvzdornost, tvrdost, nulová nasákavost a vynikající chemická odolnost.<sup>8</sup>

### **2.3.2 Stoky zděné z cihel**

Vyzdívají se z dobře vypálených kanalizačních, kyselino vzdorných nebo vápenopískových cihel. Dnes se již neprovádí a nebo jen v malé míře při sanaci stávajících stok. Nevýhodou je vysoký podíl ruční práce.

### **2.3.3 Stoky z prefabrikátů**

Jedná se o stoky z betonových, železobetonových nebo polymerbetonových prvků. Mohou to být trouby různého profilu a uložení, případně segmentové oblouky pro tuneláž či kolektory.

<sup>7</sup> NOVÁK, J a kol., *Příručka provozovatele stokové sítě*, s. 27.

<sup>8</sup> NOVÁK, J a kol., *Příručka provozovatele stokové sítě*, s. 28.

### 2.3.4 Stoky monolitické

Jedná se o stavby betonované přímo na místě ve výkopu hloubeném nebo raženém.

Provádějí se většinou v případě odvádění většího množství vod, u hlavních sběračů nebo kmenových stok.<sup>9</sup>

### 2.4 Objekty na stokové síti

Objekty na stokové síti jsou zařízení, která zabezpečují řádnou funkci stokové sítě.

Objekty na stokové síti jsou především :

- revizní šachty – jsou umístěny v místech změny směru nebo sklonu stoky, neumožňují vstup do stoky
- vstupní šachty – slouží ke vstupu a údržbě stoky, umístěny většinou v místech změny sklonu, profilu, materiálu stoky, ve vzdálenosti max. 50m od další šachty
- spojné komory – jsou umístěny v místech spojení stok o profilu DN 500 a větší
- skluzy
- spadiště – jsou umístěny tam, kde by byl sklon stoky větší než sklon při dovolené max. rychlosti odpadních vod
- shybky – jsou umístěny tam, kde potřebujeme podejít např. vodní tok.
- proplachovací objekty – jsou umístěny tam, kde v důsledku nedostatečného sklonu dochází k zanášení stok
- měrné objekty – umožňují měření průtoků ve stoce
- odlehčovací komory a separátory – jsou umístěny tam, kde je požadavek k rozdělení průtoků (odlehčení), u separátoru k rozdělení průtoků a znečištění
- výústní objekty – jsou umístěny tam, kde ústí stoka do vodního recipientu
- čerpací stanice – jsou umístěny tam, kde je nutné překonat výškové rozdíly
- dešťové zdrže – jsou umístěny tam, kde je nutné snížení přenosu znečištění odpadními vodami do recipientu a pro zmírnění přívalové vlny odpadních nebo dešťových vod
- dešťové vpustě – jsou umístěny tam, kde je požadavek odvodu dešťové vody do kanalizačního systému
- kanalizační přípojky – jsou umístěny tam, kde je nutné připojit nemovitost nebo objekt (dešťová vpust') na stokovou síť

## 3. PROCES ČIŠTĚNÍ A SKLADBA ČOV

V čistírnách odpadních vod probíhají tytéž procesy jako při samočištění vody v tocích, jsou však soustředěny do menších prostorů a podmínky pro jejich průběh jsou uměle

---

<sup>9</sup> NOVÁK, J a kol., *Příručka provozovatele stokové sítě*, s. 29.

podporovány. Proto je čištění v takovýchto umělých čistírnách intenzivnější a rychlejší než v podmínkách přirozených. Pro dosažení nejlepších výsledků musí být čistírna samozřejmě přizpůsobena druhu a vlastnostem odpadní vody, tj. především hlavnímu typu znečištění.

Proces čištění odpadní vody v čistírně se rozděluje do několika stupňů :

- mechanické čištění
- biologické čištění
- chemické čištění

Celkové uspořádání čistírny závisí samozřejmě na více faktorech. Mezi ty rozhodující patří velikost čistírny, která je dle nařízení vlády č.61/2003 Sb. stanovena do jednotlivých kategorií a vyjádřena počtem ekvivalentních obyvatel (EO). Rozdělení kategorie je na čistírny odpadních vod < 500 EO, 500 – 2000 EO, 2001 – 10 000 EO, 10 001 – 100 000 EO a >100 000 EO.

Počet EO se pro účely zařazení ČOV do velikostní kategorie vypočítává z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku do čistírny odpadních vod během roku, s výjimkou neobvyklých situací jako je přívalový déšť či povodeň.

### **3.1 Mechanické předčištění**

Nejjednodušším způsobem čištění odpadních vod je mechanická separace znečišťujících látek. Mechanické čištění slouží pro odstranění nerozpuštěných látek, které tvoří podstatnou část znečištění odpadních vod. Mechanické čištění je v čistírně odpadních vod zařazeno většinou na první stupněm čištění, někdy se používá i jako třetí stupeň (filtrace vyčištěné vody před vypuštěním). Těžké částice se usazují v lapácích šterku a písku, hrubší pevné částice se odstraňují průtokem odpadní vody přes česle nebo síta. Zbývající usaditelné látky se odstraní v usazovacích nádržích. Odstraněním nerozpuštěných látek se organické znečištění, vyjádřené jako BSK<sub>5</sub>, sníží asi o 30%.

Při tomto předčištění odpadních vod vzniká primární kal v množství cca 50-60 g nerozpuštěných látek na osobu a den, což představuje cca 4 – 6 % v přepočtu na sušinu a odpovídá 0,8 – 1,5 l na osobu za den.<sup>10</sup>

Mechanické čištění se skládá z :

- lapáku šterku
- ve většině případů čerpací stanice nátoků odpadních vod
- česlí
- lapáku písku a lapáku tuků
- usazovací nádrže (na větších ČOV)

---

<sup>10</sup> PYTL, V. a kol., *Příručka provozovatele čov*, s. 54.

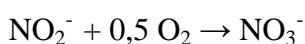
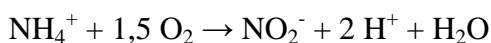


Odpadní voda je na ČOV přiváděna hlavní kmenovou stokou, ukončenou v areálu ČOV.

### 3.2 Biologické čištění odpadních vod

Biologicky lze čistit jen odpadní vodu s obsahem organických látek schopných biochemického rozkladu. Za čištění jsou vždy zodpovědní destruenti (mikroskopické houby, plísňe, kvasinky), někdy sami, jindy a častěji ve vazbách s konzumenty a producenty (bakteriální a jiné mikrobiální buňky). Při samočištění se ve vodě vystřídají charakteristická společenstva mikroorganismů a to podle stupně znečištění vod. Mikroorganismy však většinou nejsou schopny zpracovávat organickou hmotu, není-li převedena do rozpustného stavu. K tomuto převedení slouží různé enzymy, čili fermenty vylučované z živé buňky do vodního prostředí. Účinkem enzymu se štěpí organické látky na menší molekuly a ty pak mohou proniknout buněčnou stěnou do těla bakterie. Aerobní mikroorganismy potřebují k životu kyslík. Při čištění odpadních vod se proto snažíme vytvářet prostředí s dostatečným množstvím rozpuštěného kyslíku, aby odbourávající postupy probíhaly za účasti těchto aerobních mikroorganismů. Pouze při vyhnívacím procesu probíhají redukční pochody za účasti anaerobních mikroorganismů. Při popisu průběhu biologického čištění se užívá charakteristika třech fází:

- první fáze – sorpce – intenzivní koagulací a adsorpcí látek v koloidním stavu, nebo i částic jemně suspendovaných na rozložitějším povrchu oživeného kalu se sníží v poměrně krátké době (asi 30 – 60 min.) původní obsah organických látek vyjádřených jako BSK<sub>5</sub> asi o polovinu.
- druhá fáze – karbonizace (oxidace uhlíkatých látek) – aerobní mikroorganismy a některé druhy hub při dostatečném přísunu vzdušného kyslíku a za působení vylučovaných enzymů přispívají k odbourávání organických látek obsažených ve vodě. V době asi 120 min. se oxidují uhlíkaté sloučeniny.
- třetí fáze – nitrifikace (oxidace dusíkatých látek) – nastupuje po oxidaci uhlíkatých látek, při které se amoniakální dusík působením jedné skupiny mikroorganismů převádí na dusitany a dále působením jiné skupiny mikroorganismů na dusičnany. Nitrifikace probíhá podle následujících rovnic:



Třetí fáze probíhá po době 4 – 8 hodin. Rychlost nitrifikace je ovlivněna těmito faktory: teplotou, hodnotou pH a koncentrací rozpuštěného kyslíku. Optimální teplota s

pohybuje v rozmezích 28-32°C. Výslednými produkty mineralizačního pochodu jsou tedy dusičnany, které vznikly z dusíkatých látek.

Při aerobním biologickém čištění městských OV rostou mikroorganismy buď s fixací na pevném nosiči, nebo jsou volně unášeny ve vodní fázi a tvoří tzv. kulturu ve vznosu.

### **Systémy se směsnou kulturou ve formě nárostu**

Systémy se směsnou kulturou ve formě nárostu označované také jako biofilmové reaktory využívají činnosti mikroorganismů přisedlých k pevnému povrchu. Uplatňují se zejména v menších čistírnách městských odpadních vod, pokud nejsou kladeny extrémně vysoké nároky na kvalitu vyčištěné vody. Používají se i pro předčištění průmyslových, zejména potravinářských odpadních vod před jejich vypouštěním do veřejné kanalizace.

Podle kombinace nosičů a způsobu provozu rozdělujeme biofilmové reaktory na:

- biofiltry - skrápěné biologické kolony
- biodisky – rotační biofilmové reaktory
- ponořené biologické kolony

### **Systémy se směsnou kulturou ve formě vznosu – aktivační proces.**

Nejběžnějším způsobem biologického čištění odpadních vod je čištění aktivovaným kalem. Při aktivačním procesu dochází ke koagulaci a sorpci suspendovaných a koloidních látek na shlucích mikroorganismů (vločkách) tvořících směsnou kulturu tzv. aktivovaný kal.

K zajištění přístupu dostatečného množství kyslíku a dobrého kontaktu vloček kalu s vodou je třeba odpadní vodu intenzivně provzdušňovat vhodným zařízením.

Aby byl biochemický rozklad organických látek dostatečně rychlý, je třeba zajistit dostatečně vysokou koncentraci aktivovaného kalu v odpadní vodě. Toho lze dosáhnout vrácením (recirkulací) většiny aktivovaného kalu s dosazovací nádrže. Ze systému se odtahuje pouze minimální množství kalu, tzv. přebytečný kal.

Na rozdíl od čištění na biologických filtrech a ostatních biologických způsobů, umožňuje čištění aktivovaným kalem v mnohem větší míře zasahovat během provozu do technologického procesu, upravovat podle potřeby intenzitu aerace, množství aktivovaného kalu, regulovat biologickou aktivitu změnou stáří kalu, popřípadě regulovat vhodnou úpravou poměru aktivačních a regeneračních nádrží stabilitu kalu a vytvářet si jeho zásobu pro případ zvýšeného zatížení čistírny.

Příslušně předčištěnou odpadní vodu z mechanického předčištění, vedeme do aktivační nádrže k aktivovanému kalu a vzniklou směs intenzivně provzdušňujeme. V aktivační

nádrži se odpadní voda dostává do důkladného styku s organismy obsaženými v aktivovaném kalu a za současného sycení kyslíkem probíhá vlastní proces čištění.

Část nečistot obsažených v odpadní vodě se biochemickou oxidací přemění na oxid uhličitý a jiné minerální látky, část se přemění na živou hmotu těl mikroorganismů, nebo se přímo zachytí na kalu. Z aktivační nádrže vedeme směs odpadní vody a aktivovaného kalu do dosazovací nádrže, kde se vyčištěná voda od aktivovaného kalu oddělí a odtéká přepadovými žlábkami z čistírny. Větší část aktivovaného kalu, který se zachytil v dosazovací nádrži, vedeme zpět do aktivační nádrže. Menší část kalu ze systému odstraňujeme a to způsobem oddělení do směsné jímky s primárním kalem, nebo jej přidáváme k odpadní vodě před usazovacími nádržemi a necháme jej usadit spolu s primárním kalem. Kal, který se ze systému odstraňuje, nazýváme kalem přebytečným. Na rozdíl od primárního kalu je aktivovaný kal vlastně živou hmotou a jako s takovým je třeba s ním zacházet.

Zatížení kalu je definováno jako hmotnostní množství substrátu přivedené na 1 kg sušiny kalu za den<sup>11</sup> :  $B_x = Q_1 \cdot S_1 / V \cdot X$

kde  $Q_1$  je přítok odpadní vody ( $m^3 / \text{den}$ )

$S_1$  je koncentrace substrátu v odpadní vodě ( $BSK_5 / m^3$ )

$V$  je objem aktivační nádrže ( $m^3$ )

$X$  je koncentrace sušiny kalu v aktivační nádrži ( $kg / m^3$ )

Stáří kalu vyjadřuje průměrnou dobu po jakou zůstávají částice kalu v aerační nádrži. Je definován jako podíl mezi množstvím kalu v aktivační nádrži a množstvím kalu odebíraným za den jako přebytečný kal a množstvím suspendovaných vloček v odtoku z dosazovací nádrže. Množství přebytečného kalu v aktivaci závisí na zatížení tohoto stupně. V normálně zatížené ČOV s primárním usazováním lze očekávat produkci kalu v množství 0,7 – 0,8 kg/kg odstraněného BSK za předpokladu, že se obsah nerozpuštěných látek v OV po primárním usazování pohybuje v rozmezí 10 – 20 g/m<sup>3</sup>.

Dalším technologickým parametrem, který vyjadřuje sedimentační charakteristiku kalu je kalový index – KI. Je definován jako objem, který zaujímá 1g sušiny kalu po půlhodinové sedimentaci. Nižší kalový index znamená lepší sedimentační charakteristiku. Obvykle se hodnoty kalového indexu pohybují okolo 100 ml/g.

V závislosti na velikosti parametru zatíženého kalu je možné rozlišit různé technologické modifikace aktivací :

- vysokozatížená – větší než 0,4 kg BSK<sub>5</sub> / kg sušiny kalu .den
- střednězatížená - 0,1 – 0,4 kg BSK<sub>5</sub> / kg sušiny kalu .den

<sup>11</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 15.

- nízkozatížená - 0,05 – 0,1 kg BSK<sub>5</sub> / kg sušiny kalu . den

Čistící účinek vyjádřený poměrem hodnot BSK lze vyjádřit následujícím způsobem<sup>12</sup>:

- 30 – 50 % organických látek je mineralizováno na CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O
- 40 – 45 % organických látek je odstraněno ve formě přebytečného kalu
- cca 10 % organických látek v odtoku z aktivace zůstává

### **Dosazovací nádrž**

Dosazovací nádrže jsou v principu stejné jako nádrže usazovací, zpravidla však mají větší hloubku, aby se prodloužila doba zdržení.

V čistírně se zařazují za biologický stupeň čištění a slouží k separaci aktivovaného kalu. Tento kal se usazuje na dně dosazovací nádrže - separuje se od vyčištěné vody, která je z povrchu dosazováku popř. těsně pod povrchem svedena odtokovým žlabem do odtokového potrubí. Zahuštěný aktivovaný kal, usazený ve spodní části dosazovací nádrže, se vrací zpět do aktivace. Přebytečný kal, který vzniká v důsledku růstu biomasy, je periodicky přečerpáván k dalšímu zpracování.

### **3.3 Chemické čištění odpadních vod**

Chemické způsoby čištění se skládají ze směšovacího stupně, ve kterém je koagulant smíchán s vodou, následně dochází k tvorbě usaditelných vloček, které jsou odstraňovány v posledním separačním stupni sedimentací.

Chemické čištění můžeme rozdělit podle místa dávkování koagulantu na:

- srážení před biologickým stupněm - předsrážení a přímé srážení
- srážení za biologickým stupněm

#### **3.3.1 Srážení před biologickým stupněm - předsrážení**

Předsrážení představuje přímé srážení před biologickým stupněm čištění. Předsrážení bylo zavedeno v řadě ČOV za účelem snížení zatížení biologického stupně. Koagulant může být dávkován před primárním usazováním v bodě s vysokou turbulencí, kde je zajištěno dobré míchání. Při usazování je dosaženo nejen dobré separace fosforu, ale zároveň i vysokého snížení obsahu organické hmoty. Tím je sníženo zatížení biologického stupně a návazně klesá i spotřeba energie na aeraci a produkci aktivovaného kalu. Současně dochází i ke snížení hydraulické doby zdržení.

Při čištění s předsrážením se mění podíl odstraněný v různých stupních. Při stejném čistícím efektu ( 90%) je cca 75% odstraněno primárním usazováním a pouze 15% v biologickém stupni. Při předsrážení se rovněž zvyšuje produkce bioplynu při anaerobní stabilizaci kalu. Při konvenčním čištění vzniká kal, který obsahuje 47g BSK<sub>5</sub>/EO ve formě biologického primárního kalu.<sup>13</sup> Při užití předsrážení obsahuje kal

<sup>12</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 14.

<sup>13</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 48.

64g BSK<sub>5</sub>/EO. Lze tedy konstatovat, že podíl organické hmoty se při předsrážení o 30% zvyšuje, čemuž odpovídá i zvýšená produkce bioplynu.

### **3.3.2 Srážení před biologickým stupněm – přímé srážení**

Při přímém srážení je srážecí stupeň zařazen za usazovací nádrž. Jako koagulanty jsou používány hlinité soli například PAX, soli trojmocného železa například PIX. V případě srážení dochází při tomto procesu ke snižování obsahu fosforu o více než 90% a obsah organických látek je snižován o cca 75%. Proto se jedná o proces velmi efektivní vzhledem k vynaloženým nákladům.<sup>14</sup>

Biologický stupeň slouží také jako flokulační nádrž. Biologický i chemický kal jsou separovány v následujícím stupni – sedimentaci. Obvyklé koncentrace fosforu v odtoku z ČOV používající simultánní srážení se pohybují okolo 1mg/l. Kromě toho, že vlivem použití koagulantu dochází k odstraňování fosforu zvyšuje se i podíl odstraněných organických látek. Při odstraňování fosforu v biologickém stupni dochází zároveň ke zvýšené produkci kalu.

### **3.3.3 Srážení po biologickém stupni**

Srážení po biologickém čištění je nejběžněji používanou metodou pro odstraňování většiny fosforu z odpadních vod. Fosfor je z vody odstraňován v odděleném stupni následujícím po biologickém čištění. Místo sedimentace může být k separaci kalu použita flotace nebo filtrace. Při takto prováděném srážení činí max. koncentrace fosforu ve vyčištěné vodě méně než 0,5 mg/l. Je-li tento postup kombinován s filtrací, lze dosáhnout koncentraci fosforu v odtoku pod 0,1mg/l. Srážení po biologickém čištění je často spojeno s recyklací chemického kalu do primárního usazováku. Takto vzniká snadněji zahuštěný kal, a napomáhá to rovněž vyšší separaci fosforu a organické hmoty v primárním usazování.<sup>15</sup>

## **3.4 Kalové hospodářství**

V různých stupních čištění je znečištění odpadních vod přeměňováno na formu, kterou je možné odstranit některou ze separačních metod. Znečištění se odstraňuje ve formě kalu s vysokým procentem vody. Tento kal je zapotřebí dále zpracovat a to metodami, které jsou nejvhodnější z hlediska technického, ekonomického a účinku na životní prostředí. Charakter vlastností a objem kalu se liší od případu k případu stejně jako kvalita přítoku odpadní vody. Náklady vynaložené na zpracování kalu jsou často značné. Někdy může být velmi obtížné, určit správný způsob nakládání s konkrétním kalem. Z toho vyplývá, že vyhovující kalové hospodářství je důležitým stupněm v celém procesu čištění odpadních vod. Kalové hospodářství se skládá z jednotlivých

<sup>14</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 43.

<sup>15</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 45.

stupňů, které tvoří posloupnost různých operací: zahuštění, stabilizace, a odvodnění. Konečným stupněm nakládání s kalem je jeho kompostování, spalování, nebo využívání jako přídatku do půdy ke zlepšení jejich vlastností.<sup>16</sup>

#### **3.4.1. Složení a vlastnosti kalu**

Kal separovaný v průběhu čištění je obvykle označován termínem surový kal. Aby byl tento kal biologicky stabilní je třeba jej dále zpracovávat. V závislosti na tom, odkud je kal při čištění vody získáván, lze jej rozdělit na: primární kal, který je získáván z mechanického stupně čištění, sekundární či přebytečný biologický kal z biologického stupně čištění, terciální či chemický kal ze srážení po biologickém čištění.

Kal obsahuje dvě hlavní složky, látky ve formě kapalné a pevné. Jeho vločkový charakter však naznačuje, že tyto dvě fáze budou navzájem pouze obtížně oddělitelné.

#### **Organické látky**

Kal je z velké části tvořen organickými látkami obsaženými v mikroorganismech a méně či více rozloženými polutanty. Mezi organickými látkami mohou být rovněž patogeny (organismy nebezpečné ze zdravotního hlediska), pocházející z nakažených osob či zvířat.

#### **Anorganické látky**

Celkový obsah dusíku a fosforu v kalu je značně důležitý při zpracování kalu do půdy. Obsah těžkých kovů musí být pečlivě sledován a monitorován. Malé a krátkodobé navýšení koncentrace jedné látky nad doporučený limit již je důvodem k tomu, aby kal nemohl být zemědělsky použit.<sup>17</sup>

#### **Zpracování kalu**

Z ekonomických a hygienických důvodů je nezbytné, aby byl kal upraven takovými způsoby, jako je zahuštění, stabilizace, odvodnění a kompostování.

#### **3.4.2. Zahušťování kalu**

Kal produkovaný v různých technologických stupních ČOV je naředěný, z čehož vyplývá jeho vysoký objem. Náklady na zpracování kalu představují cca 40 –60% celkových nákladů ČOV. Pro zmenšení objemu kalů a snížení nákladů je kal před stabilizací zahušťován v sedimentačních nebo flotačních zařízeních. Charakter kalu ovlivňuje použití metody nejvhodnější k jeho zahuštění. U primárního kalu se jedná o sedimentaci a pro zahuštění chemického a biologického kalu je vhodná metoda flotace.

#### **3.4.3. Stabilizace kalu**

Surový kal obsahuje biologicky rozložitelné látky, tzn. že bude biologicky aktivní dokud nebude stabilizován. Aby se zabránilo tvorbě nežádoucích produktů a působení

<sup>16</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 53.

<sup>17</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 54.

nežádoucích vlivů, je třeba rozklad kalu urychlit a to anaerobní stabilizací mezofilní nebo termofilní, aerobní termofilní stabilizací, kompostováním, tepelnou a chemickou oxidací, spalováním, hydrolýzou nebo vápněním.

### **Anaerobní stabilizace**

Vyhnívání je tradiční anaerobní proces, používaný k úpravě kalů, kterým se sníží objem kalů a obsah organických látek (pod 50%). V reakčních nádržích probíhá tento rozkladný proces postupně. Začíná působení enzymů, hydrolyzujících sacharidy, tuky a bílkoviny na odpovídající alkoholy, mastné kyseliny a aminokyseliny. Z alkoholu a jednoduchých mastných kyselin vzniká nakonec bioplyn. Bioplyn obsahuje 70% methanu a 30% oxidu uhličitého. Celkový proces probíhá v reakčních nádržích s dobou držení 15 – 30 dnů. Podle pracovní teploty rozlišujeme tři oblasti vyhnívání – psychofilní při teplotě 6 - 16°C, mezofilní při teplotě 37 - 40°C, termofilní při teplotě 40 - 60°C. Ačkoliv je vyhnívání obvykle bezproblémový proces, je třeba počítat s nebezpečím kyselé fermentace. Jestliže jsou špatné podmínky pro průběh vyhnívání, může se první fáze tohoto procesu vymknout kontrole, což má za následek zvýšení obsahu masných kyselin, značné snížení pH a poté zastavení vyhnívacího procesu.<sup>18</sup>

### **3.4.4 Odvodňování kalu**

Kal obvykle obsahuje 93 – 98% vody. Tzn., že odvodněním kalu, které se běžně provádí, může být jeho objem značně zmenšen. Odvodněním se kal zahustí na 20 –30% sušiny.

Odvodnění je možné provést následujícími způsoby:

- vysušením na kalovém poli
- odstředěním
- filtrací na kalolisu nebo pásovém lisu
- vakuovou filtrací

## **4. MANAŽERSKO - EKONOMICKÝ POHLED NA PROVOZOVÁNÍ KANALIZACE NOVÝ BOR**

Předpokladem úspěšného manažersko-ekonomického řízení je schopnost manažera vytvořit si komplexní ucelený přehled o provozu, který současně můžeme nazvat cestou, po které se manažer může pohybovat. Tato cesta je stanovena několika základními parametry, které tuto cestu jasně ohraničují a dávají tak možnosti pohybu po ní. Záleží pak na schopnostech jednotlivého manažera, zda-li na této cestě se bude pohybovat od krajnice ke krajnici nebo půjde přímým směrem k vytčenému cíli.

---

<sup>18</sup> DOLEJŠ, P., *Příručka pro čištění a úpravu vody*, s. 58.

#### **4.1 Základní parametry v provozování kanalizace Nový Bor**

Mezi základní parametry pro provozování kanalizace Nový Bor patří:

- legislativní rámec pro provoz kanalizace v Novém Boru
- stav nebo-li kondice kanalizace Nový Bor
- provozní pracovníci k provozování kanalizace v Novém Boru

##### **4.1.1 Legislativní rámec**

Legislativu můžeme přirovnat k mantinelům, mezi kterými se můžeme pohybovat. Je potřeba si uvědomit, že čím vyšší nastavení legislativních požadavků na čištění odpadních vod, tím vyšší je ekonomická náročnost daného subjektu na dosažení těchto požadavků. V současnosti při povolování vypouštění OV dochází k povinnosti vodoprávního úřadu přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod. Vodoprávní úřad při tomto povolování využívá dle nařízení vlády č.229/2007 Sb. stanovené emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod pro městské OV, stanovené dosažitelné hodnoty koncentrací a účinnosti při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a stanovené imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod. Tímto kombinovaným přístupem vodoprávní úřad stanoví povolení k vypouštění OV tak, aby imisní standardy uvedené v NV č.229/2007 Sb. byly dosaženy nejpozději do 22.prosince 2015. V případě, že kombinovaným způsobem vypočtené emisní limity nemohou být dosaženy ani za použití nejlepších dostupných technologií, nebo z důvodu místních přírodních podmínek, stanoví vodoprávní úřad emisní limity ve výši nejpřísnějších limitů, kterých lze použitím nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod nebo v místních přírodních podmínkách dosáhnout.

Možnost ovlivnit komplexní legislativní rámec je tedy z hlediska manažera dané stokové sítě nulové, to ovšem neplatí již u projednávaných konkrétních hodnot pro danou čistírnu odpadních vod v rámci vodoprávního řízení k rozhodnutí o vypouštění odpadních vod. Silný osobitý manažer, který disponuje věcnými, podloženými argumenty, dokáže částečně ovlivnit výsledek rozhodnutí do takové míry, aby se hodnoty pro vypouštění odpadních vod pro provoz nestaly noční můrou a zároveň byla dodržena ekonomická stabilita. Každé navýšení emisního limitu, byť jen o 1mg/l zatěžuje provozovatele nemalými provozními náklady. To potvrzuje i následující tabulka, která ukazuje navýšení nákladů chemikálie na odstranění 1mg/l P-celk. z odpadní vody na ČOV s denním průtokem 6000m<sup>3</sup>/den.



Tabulka č. 1 - Materiálové náklady v Kč/rok na odstranění 1mg/l P-celk. na odtoku z ČOV při dávkování koagulantu PIX

parametr	rozměr	hodnota
Q odpadní vody	m <sup>3</sup> /den	6000,0
množství P-celk v odtoku	mg/l	3,0
koncentrace P-celk v odtoku požadované	mg/l	2,0
cena PIX	Kč/tunu	3550,0
množství P-celk v odtoku	kg/d	18
množství P-celk v odtoku požadované	kg/d	12
množství P-celk v odtoku nutno snížit	mg/l	1,0
množství P-celk v odtoku nutno snížit při srážení fosforu pomocí solí Fe	kg/d	6
molární poměr_přebytek		1,5
dávka Fe při mol. poměru 1,5	kg/d	16,2
spotřeba Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	kg/d	58,0
spotřeba 41 % roztoku Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	l/d	96,7
spotřeba 41 % roztoku Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	l/hod	4,0
spotřeba 41 % roztoku Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	t/d	0,14499
spotřeba 41 % roztoku Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	t/měs	4,5
spotřeba 41 % roztoku Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	t/r	53,9
spotřeba 41 % roztoku Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	t/3 měs	13,5
dávka PIX	g/m <sup>3</sup>	24,2
cena PIX za 3 měsíce	Kč/3 měsíce	47868,4
<b>Cena PIX za rok</b>	<b>Kč/rok</b>	<b>191473,8</b>

Z výše uvedeného vyplývá, že každé provozování ČOV nad rámec legislativy nám sice zlepšuje účinnost zařízení, ale zároveň zvyšuje náklady, čímž provoz prodražuje. Naopak provozování pod rámec legislativy nám přinese hrozbu sankcí a pokut ze strany správních orgánů. V obou případech se stává provozování kanalizace neefektivní.

#### **Současný vodoprávní stav.**

Pro kanalizační systém v Novém Boru je v platnosti kanalizační řád schválený městským úřadem Nový Bor pod č.j. OŽP/Z/04/VH ze dne 2.7.2004, který stanovuje ukazatele přípustné míry znečištění odpadních vod vypouštěných do kanalizačního systému. V případě, že producent nemůže tyto hodnoty dodržet, musí bezpodmínečně zajistit na své náklady předčištění vypouštěných odpadních vod nebo zajistit s provozovatelem kanalizační sítě smluvní vztah o podmínkách k odvádění odpadních vod nad rámec kanalizačního řádu.

Tabulka č. 2 - Limitní hodnoty znečištění pro vypouštění OV do stokového systému<sup>19</sup>

Ukazatele	Požadované hodnoty	Jednotka
Chem. spotřeba O <sub>2</sub> , CHSK <sub>Cr</sub>	800	mg . l <sup>-1</sup>
Biochem. spotřeba O <sub>2</sub> , BSK <sub>5</sub>	400	mg . l <sup>-1</sup>
Nerozpuštěné látky, NL	350	mg . l <sup>-1</sup>
Fosfor celkový, P <sub>celk</sub>	8	mg . l <sup>-1</sup>
pH	6-9	
Amoniakální dusík, N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	40	mg . l <sup>-1</sup>
Dusík celkový, N <sub>celk</sub>	55	mg . l <sup>-1</sup>
Rozpuštěné anorg. soli, RAS	1 000	mg . l <sup>-1</sup>
Sírany, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	400	mg . l <sup>-1</sup>
Chloridy, Cl <sup>-</sup>	150	mg . l <sup>-1</sup>
Fluoridy, F <sup>-</sup>	2,4	mg . l <sup>-1</sup>
Tenzidy anionaktivní, PAL-A	5,0	mg . l <sup>-1</sup>
Extrahovatelné látky, EL	50	mg . l <sup>-1</sup>
Nepolární extrahovatelné látky, NEL	5	mg . l <sup>-1</sup>
Kyanidy celkové, CN <sup>-</sup> <sub>celk.</sub>	0,2	mg . l <sup>-1</sup>
Kyanidy toxické, CN <sup>-</sup> <sub>tox</sub>	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Fenoly veškeré, FN-c	1,0	mg . l <sup>-1</sup>
Celkové železo, Fe	10	mg . l <sup>-1</sup>
Rtuť, Hg	0,01	mg . l <sup>-1</sup>
Nikl, Ni	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Měď, Cu	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Chrom celkový, Cr <sub>celk.</sub>	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Chrom šestimocný, Cr <sup>6+</sup>	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Olovo, Pb	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Arzén, As	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Zinek, Zn	1,0	mg . l <sup>-1</sup>
Selen, Se	0,01	mg . l <sup>-1</sup>
Molybden, Mo	0,01	mg . l <sup>-1</sup>
Kobalt, Co	0,01	mg . l <sup>-1</sup>
Kadmium, Cd	0,01	mg . l <sup>-1</sup>
Stříbro Ag	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Teplota	30	°C

Pro vypouštění vyčištěných odpadních vod z městské čistírny Nový Bor je v současné době v platnosti rozhodnutí Městského úřadu Nový Bor, odbor životního prostředí pod č.j.: OŽP/1194/04/VH ze dne 13.7.2004, kterým je povoleno vypouštět odpadních vod do toku Šporka v hydrologickém čísle povodí: 1-14-03-055 a v profilu 15,5 říčních km v těchto ukazatelích :

a) v množství max.: 2 000 000 m<sup>3</sup>/r , 6 000 m<sup>3</sup>/d a 160 l/s.

<sup>19</sup> Interní materiál kanalizace a ČOV, Kanalizační řád ČOV N. Bor

b) v kvalitě:

Ukazatele	Bilance t/r	p mg/l	m mg/l
BSK5	40,0	25	40
CHSKCr	90,0	90	120
NL	48,0	30	40
N-NH4	20,0	20	30
pH		6-8	6-8

„ p“ – je přípustná hodnota koncentrací pro rozbory směsných vzorků vypouštěných odpadních vod.

„ m “ – je maximálně přípustná hodnota koncentrací pro rozbory prostých vzorků vypouštěných OV.

Typ vzorku je stanoven na 24-hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12-ti objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin v četnosti odběru 24x ročně.<sup>20</sup>

#### **4.1.2 Stav kanalizace Nový Bor**

Stav nebo-li kondice kanalizace nám vypovídá, v jakém stavu či etapě života se kanalizace nachází, zda-li je schopna plnit vodoprávní rozhodnutí a ostatní legislativní normy a zda-li má tato kanalizace rezervy či naopak dochází k její přetížení.

##### **4.1.2.1 Stoková síť**

Stokovou soustavu v Novém Boru tvoří jednotný kanalizačním systém města Nový Bor a oddílné splaškové stokové sítě obcí Okrouhlá a Polevsko. Tento kanalizační systém města byl vybudován jako rozvětvený páteřní systém tvořený hlavním kanalizačním kmenovým sběračem „A“, který prochází celým městem od obce Polevsko, prakticky v souběhu s potokem Šporka až po jeho zakončení v ČOV. Vybudován byl převážně z materiálu beton DN300 – 800, kameniny a litiny DN300. Do tohoto sběrače jsou napojeny stoky z jednotlivých částí města. Vzhledem ke značné členitosti města je část povodí směrem na Sloup přečerpávána do kmenové stoky B odkud dále gravitačně odtékají na stávající ČOV Nový Bor. Na jednotlivých stokách a na hlavním sběrači jsou oddělovací komory na dešťové vody. Na konci Arnultovic je na tento systém napojena oddílná splašková kanalizace obcí Polevsko a Okrouhlá. Kanalizační systém města je v podstatě dokončen, stoky jsou převážně ve slušném stavu, bohužel však vykazují velké množství balastních vod, zejména v oblasti souběhu s potokem Šporka.

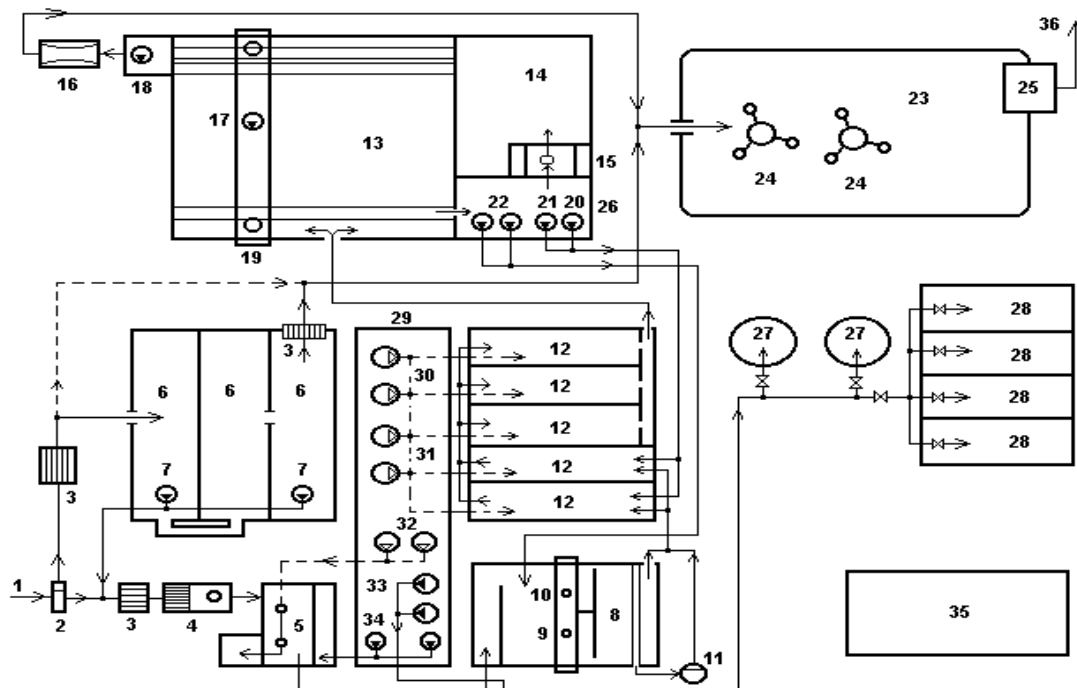
<sup>20</sup> Interní materiál kanalizace a ČOV, *Provozní řád ČOV N. Bor*

#### 4.1.2.2 ČOV Nový Bor

Čistírna odpadních vod v Novém Boru je koncipována jako mechanicko-biologická ČOV s jemnobublinou aerací a dočištěním v biologickém rybníku. Zahuštěný kal je odvážen na ČOV Česká Lípa k dalšímu zpracování.

Obrázek č. 1 - Schéma ČOV<sup>21</sup>

### SCHÉMA ČOV NOVÝ BOR



#### LEGENDA :

- |   |  |
|---|--|
| 1 ... přítok odpadní vody                                     | 20 ... čerpadlo Flygt CP 3085.181, 25 l/s, 2 kW  |
| 2 ... hradítko - regulace průtoku odpad. vody                 | 21 ... čerpadlo Flygt CP 3102.180, 48 l/s, 1.3 kW  |
| 3 ... česle, ručně stírané                                    | 22 ... čerpadlo Flygt CP 3085.181, 3 l/s, 0.9 kW   |
| 4 ... česle, strojně stírané, elmotor 1.5 kW                  | 23 ... biologický rybník   |
| 5 ... lapač písku s mamutkami                                 | 24 ... 2 ks aerátor BSK 1000, 7.5 kW   |
| 6 ... 3 ks dešťová zdrž                                       | 25 ... požerák s přístrojem na odběr vzorků IBUG   |
| 7 ... 2 ks čerpadlo 50 GFZU, 7 l/s, 1.5 kW                    | 26 ... jímka vratného kalu   |
| 8 ... usazovací nádrž   | 27 ... 2 ks nádrž na přebytečný kal  |
| 9 ... 2 ks elmotor pojezdu mostu, 1.5 kW                      | 28 ... 4 ks kalové pole  |
| 10 ... elmotor zdvihu shrabováku, 1.1 kW                      | 29 ... strojovna   |
| 11 ... kanalizační šachta - lapač tuků z usaz. nádrže         | 30 ... 2 ks dmychadlo GMA 11,2, 12.5 / 8.5 kW  |
| 12 ... 5 ks aktivací nádrž                                    | 31 ... 2 ks dmychadlo GMA 12,4, 16.5 / 14.5 kW   |
| 13 ... usazovací nádrž  | 32 ... 2 ks kompresor SKS 70, 70 m <sup>3</sup> /h, 2 x 5.5 kW   |
| 14 ... nádrž na kal (zahušťovací jímka)                       | 33 ... 2 ks čerpadlo 100 GFHU, 15 l/s, 6.5 kW  |
| 15 ... flotační zařízení zahušťování kalu, 2.4 kW             | 34 ... 2 ks čerpadlo Flygt 4SC900, 2 l/s, 750 W  |
| 16 ... měrný objekt s ultrazvukovou sondou                    | 35 ... provozní budova, elektr. boiler 2.6 kW, elektr. kotel 16 kW, osvětlení 2 kW, mikrovlnná trouba 1 kW |
| 17 ... čerpadlo ostříku pojezd. mostu 50 GFHU, 7 l/s, 1.5 kW  | 36 ... odtok do recipientu   |
| 18 ... čerpadlo užitek. vody - hydrant, 1EVGU 16, 1 l/s, 1 kW |  |
| 19 ... elmotor pojezdu mostu, 1.5 kW                          |  |

<sup>21</sup> Interní materiál kanalizace a ČOV, *Provozní řád ČOV N. Bor*

### **Mechanické čištění**

Na přítoku na ČOV je rozdělovací a odlehčovací objekt. Průtok vyšší než nastavená kapacita pro biologickou část je odlehčen do dešťové zdrže a popř. do biorybníka. Vyšší průtoky odtékají přímo do recipientu. Na odlehčení do dešťové zdrže jsou umístěny hrubé ruční česle.

Shrabky jsou zachycovány na dvojici česlí zařazených za sebou. První česle s ručním těžením mají rozteč 60 mm, druhé strojní česle typu Dorr C jsou s roztečí česlic 20 mm. Shrabky z česlí jsou soustředěny v kontejneru a po naplnění odváženy na skládku. Písek je zachycován v provzdušňovaném atypickém lapáku písku o objemu 25 m<sup>3</sup>. Zachycený písek je těžen dvěma mamutkami do pískové jímky a následně po odvodnění je odvážen k likvidaci.

Vzhledem k současné velikosti průlin na česlích dochází k průchodu větší části jemných pevných látek dále do systému, který je tímto více zatížen. To sebou přináší zvýšené nároky na funkci ostatní technologie, což negativně ovlivňuje i ekonomickou stránku provozu. Zejména se jedná o navýšení množství primárního kalu, a tím spojené zvýšené náklady na jeho separaci a likvidaci.

Odpadní vody z lapáku písku protékají do usazovací pravoúhlé nádrže o celkovém objemu 211 m<sup>3</sup> s plochou nádrže 108 m<sup>2</sup>. Rozměry nádrže jsou 18 x 6 x 1,95 m. Jedná se o typovou nádrž vybavenou shrabovacím mostem a kalovými prohlubněmi. Odtud je kal čerpán čerpadlem do zahušťovacích nádrží.

### **Biologické čištění**

K čištění odpadních vod je použit nízko až středně zatížený aktivační systém realizovaný ve 2 dvou částech za sebou, kde první část tvoří dvě nádrže o objemu 242 m<sup>3</sup>, druhou část tvoří tři nádrže o objemu 276 m<sup>3</sup>. Aktivační nádrže jsou provzdušňovány pomocí jemnobublinné aerace membránovými hadicemi značky ACON. Zdrojem vzduchu jsou rotační dmyhadla AERZEN. Aktivovaný kal je separován v navazující pravoúhlé příčně protékané dosazovací nádrži o objemu 1119 m<sup>3</sup> s odsáváním kalu do žlabu vratného kalu a následně do jímky vratného kalu. K recirkulaci kalu jsou použita dvě čerpadla s vydatností 25 l/s a 48 l/s. Přebytečný kal se čerpá čerpadlem o vydatnosti 3 l/s do usazovací nádrže.

### **Dočištění**

Vyčištěné odpadní vody jsou vedeny k biologickému dočištění ve stabilizační nádrži. Nádrž má plochu 9 800 m<sup>2</sup>, objem nádrže je 23 760 m<sup>3</sup> a průměrná hloubka je 2,2 m. Na nádrži je instalována povrchová aerace pomocí BSK turbín.

## **Kalová koncovka**

Čistírenská linka produkuje smíšený surový kal, který je na čistírně Nový Bor pouze uskladňován a je odvážen k odvodnění na ČOV Česká Lípa. Kal je zpracováván v kalovém hospodářství pouze částečným studeným vyhníváním.

K zahuštění a uskladnění jsou použity dvě nadzemní ocelové nádrže typu Vítkovice o průměru 8,5 m. Výška max. plnění je 5,7 m, objem nádrží je 2 x 300 m<sup>3</sup>. K čerpání kalu jsou použita 2 čerpadla 100 GFHU. Kal je odvážen na ČOV Česká Lípa, nebo je možné vypouštět na kalová pole.

### **4.1.3 Provozní pracovníci**

Pro ujednocení a snadnější kontrolu v řízení pracovníků kanalizačního provozu jsou vypracovány základní postupy a řady k obsluze kanalizační sítě a ČOV.

Základním prostředkem pro provozování kanalizace slouží zejména provozní a manipulační řád kanalizace, který se zpravidla vypracovává samostatně pro stokovou síť a samostatně pro ČOV. Tyto provozní řady obsahují předpisy, pokyny a dokumentaci pro jejich provozování. Členění provozních řádů je většinou do třech základních kapitol a to na základní údaje, pokyny pro provozování a výkresovou část.

Dalším prostředkem pro provozování kanalizace jsou havarijní a povodňové plány. Tyto plány obsahují postupy řešení v případě vzniku havárii, a to v součinnosti se zajištěním minimalizace možných dopadů těchto havárií.

Pro průběžné řízení provozu až po operativní rozhodování nám slouží provozní evidence a dokumentace. Nejenom že tuto povinnost „vedení provozní evidence a dokumentace“ ukládá zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, ale současně nám výběr sledovaných ukazatelů slouží též jako podklad k sumarizaci potřebné pro vykazování výsledků provozu a následně i pro další jeho rozvoj. Základní nejnižší formou zaznamenaných provozních údajů je provozní deník. Provozní deník obsahuje denní údaje činnosti obsluhy a průběh všech činností včetně okolností, které mohou mít vliv na provoz. Výběr jednotlivých údajů z provozního deníku nám pak mimo přímého řízení provozu slouží i pro podrobné sledování a vyhodnocení jednotlivých technologických stupňů.

## **4.2 Možnosti ovlivnění ekonomického chování subjektu kanalizace Nový Bor.**

Manažer může ovlivnit ekonomické chování subjektu ve třech směrech:

- přímé ovlivnění provozních nákladů
- ovlivnění externích výnosů

- nepřímé ovlivnění, jedná se o předávání požadavků na včasné rekonstrukce nebo obnovu

#### 4.2.1 Přímé ovlivnění provozních nákladů

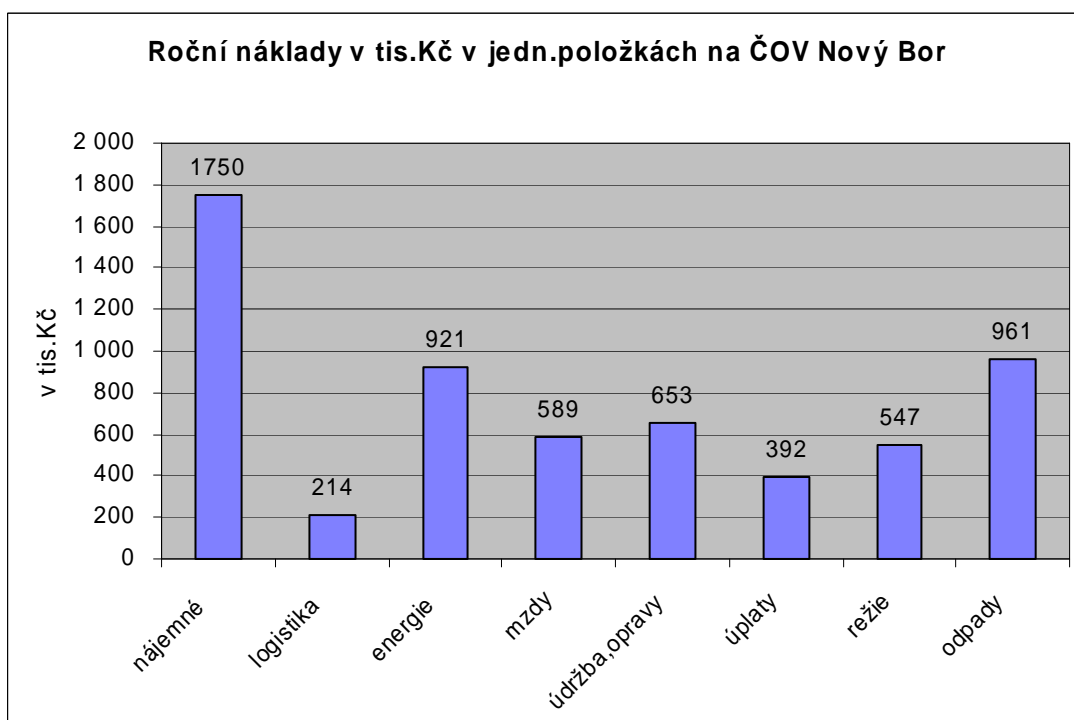
V oblasti jednotlivých nákladových a výnosových účtů manažer svým řídicím postojem stanovuje jejich skutečnou výši.

Mezi nákladové položky jsou zahrnuty všechny účty k zajištění kontroly, údržby, oprav a provozních funkcí stokového systému a systému ČOV, které lze v základu dělit na nákladové položky:

- nájemné
- logistika, energie, mzdové prostředky, údržba a opravy, služby, režie
- odpady
- poplatky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

Mezi největší nákladové položky v provozu kanalizací Nový Bor jsou náklady na nájemné, energii a odpady.

Obrázek č. 2 - Specifické nákladové položky na provozu ČOV Nový Bor v roce 2008



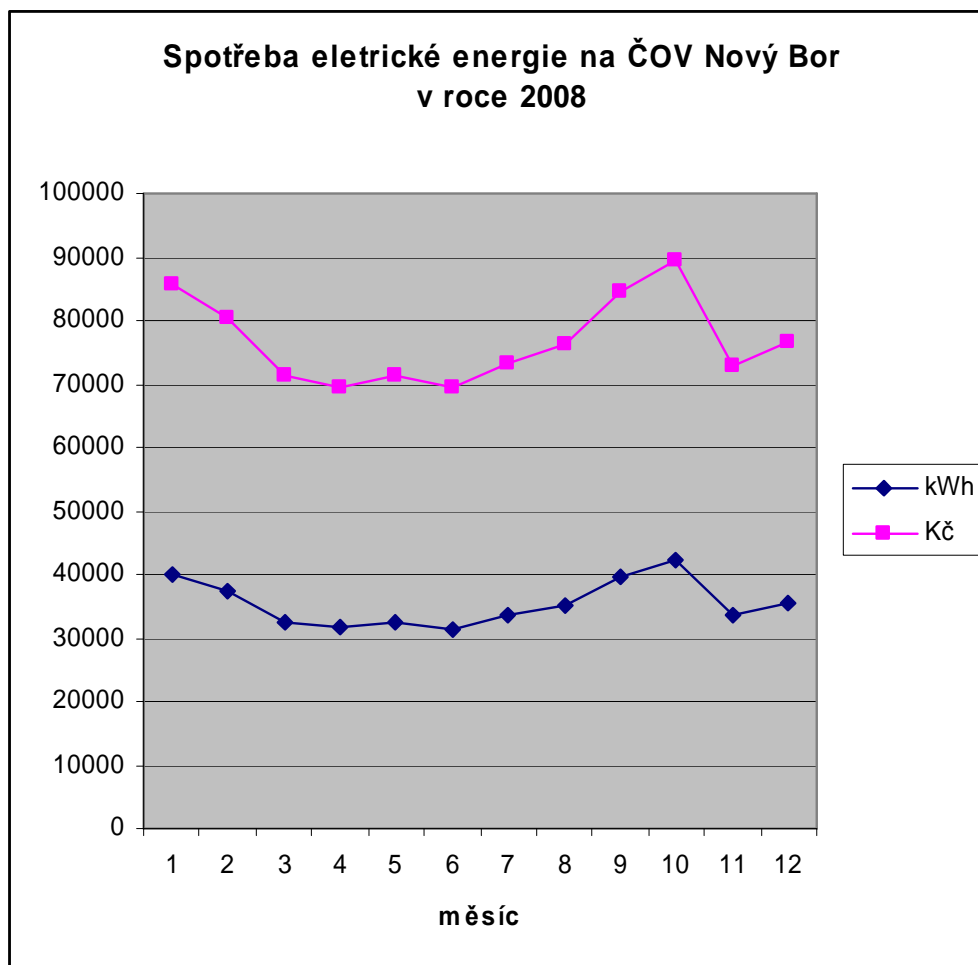
Efektivním manažerským řízením dochází k největšímu ovlivnění nákladů u položek elektrické energie, mezd, logistiky, údržby, oprav a odpadů.

Možnost ovlivnit spotřebu elektrické energie, to znamená docílit stavu, kdy elektrická energie bude využita co nejehospodárněji, je složena z požadavku ovlivnění potřeby

elektrické energie tzn. výši energetické náročnosti pro provoz a z ovlivnění skutečné spotřeby elektrické energie při samotném provozování kanalizace.

Manažer musí pravidelně sledovat spotřebu elektrické energie a pravidelně ji vyhodnocovat. Pro sledování spotřeby elektrické energie na čistírně odpadních vod v Novém Boru jsou použita data měsíčních odečtů stavů elektroměru odečítané vždy k poslednímu dni daného měsíce roku 2008.

Obrázek č. 3 - Grafické znázornění spotřeby elektrické energie na ČOV N.Bor v r. 2008



Z měsíčních odečtů vyplývá vysoká kolísavost během ročního období. Tato kolísavost je dána zejména dvěma faktory, ty jsou dány změnou počasí v daném roce. První faktor je faktor změny teploty, kdy v chladných měsících roku je zapínáno elektrické vytápění a druhý faktor je střídání suchého období s obdobím srážek, kdy v období srážek vzrůstá přítok na čistírnu odpadních vod.

#### 4.2.1.1. Možnosti ovlivnění energetické náročnosti kanalizace Nový Bor.

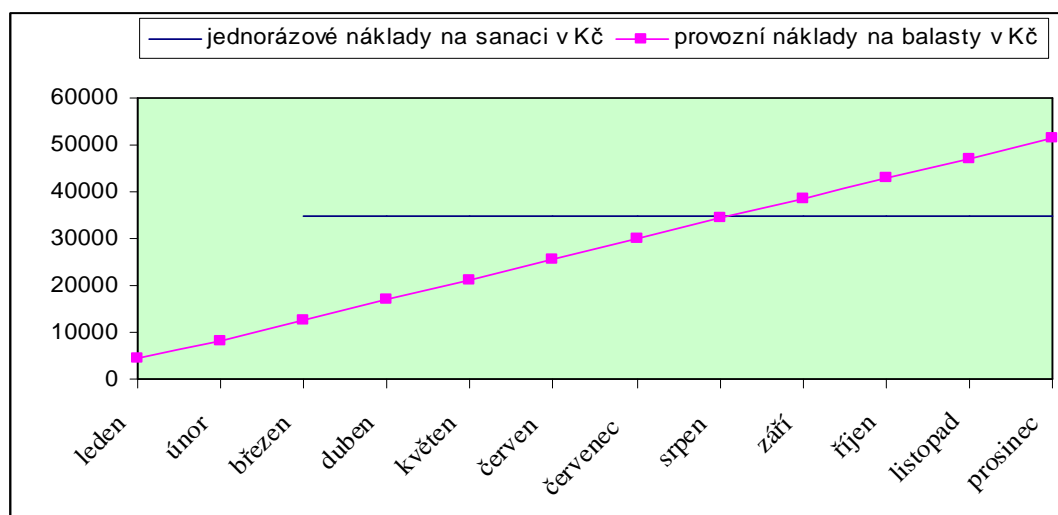
Možnost ovlivnit potřebu nebo-li energetickou náročnost systému je z manažerského řízení velmi omezené a ztížené. Důvodem je zejména stávající stav stokové sítě, stav nainstalovaných spotřebičů na čistírně odpadních vod a ve způsobu provedení změn,



kteře ve většině případů souvisí s investičními náklady. Příkladem nám může posloužit stav stokového systému v Novém Boru, který je zatížen balastními vodami zejména v oblasti souběhu kanalizační stoky s vodotečí Šporka. Tento rozsáhlý úsek byl provozovatelem zmonitorován a následně byly předány podklady majiteli s požadavkem k provedení rekonstrukce. V současnosti se připravuje provedení obnovy stokové sítě v daném úseku, čímž dojde nejen k technickému zlepšení kanalizační stoky, ale v důsledku zamezení vniknutí balastních vod do stoky i k energetické úspoře.

Existují ale také případy, kdy provozovatel zjistí sice závažné, ale pouze ojedinělé netěsnosti, které vzhledem k ostatním hodnotícím ukazatelům neumožní doporučit stoku k rekonstrukci. V těchto případech je rozhodnutí na manažerovi, který na základě efektivnosti vynaložení čistě provozních nákladů rozhodne o možnosti lokální opravy. Provozovatel kanalizační soustavy Nový Bor zjistil z kamerové prohlídky tři lokální zdroje balastních vod vzniklých netěsností spojů u betonových trub s nátokem celkem 1,2 l/s. Náklady na sanace těchto poškozených míst činí 35.tisíc Kč. Manažer stojí před rozhodnutím zda-li je efektivní tyto balastní zdroje odstranit sanací z provozních financí či ponechat v současném stavu. Na základě ekonomického posouzení energetických nákladů vynaložených na navýšené množství v přítoku do kanalizační sítě, které činí ročně 51467,-Kč a jednorázovým nákladům na sanaci těchto poškozených míst je v zásadě jednoznačně rozhodnuto pro provedení sanace.

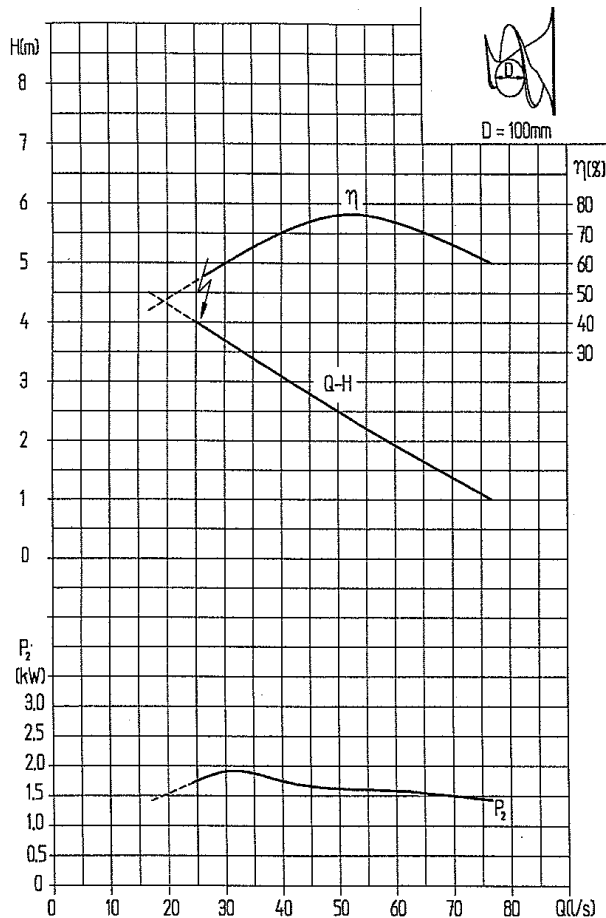
Obrázek č. 4 - Grafické posouzení nákladů na sanaci a nákladů s provozovanými balasty



Další z možností snižování energetické náročnosti je skryto v provádění diagnostiky strojů a zařízení. Zejména se jedná o sledování zatížitelnosti strojů a vyhodnocení pracovní křivky čerpadel. Pracuje-li čerpadlo mimo svoji pracovní křivku, pracuje toto

čerpadlo neefektivně a přináší to nejen zvýšené nároky na energii, ale také nároky na častější údržbu a opravy.

Obrázek č. 5 - Pracovní křivka pro čerpadlo s vydatností 52 l/s a dopravní výškou 2,4 m



Přesto manažerovi zůstává několik možností jak snižovat či korigovat energetickou náročnost provozu bez dalších vynucených investic.

V případě kanalizace v Novém Boru to mohou být tyto provozní zásahy:

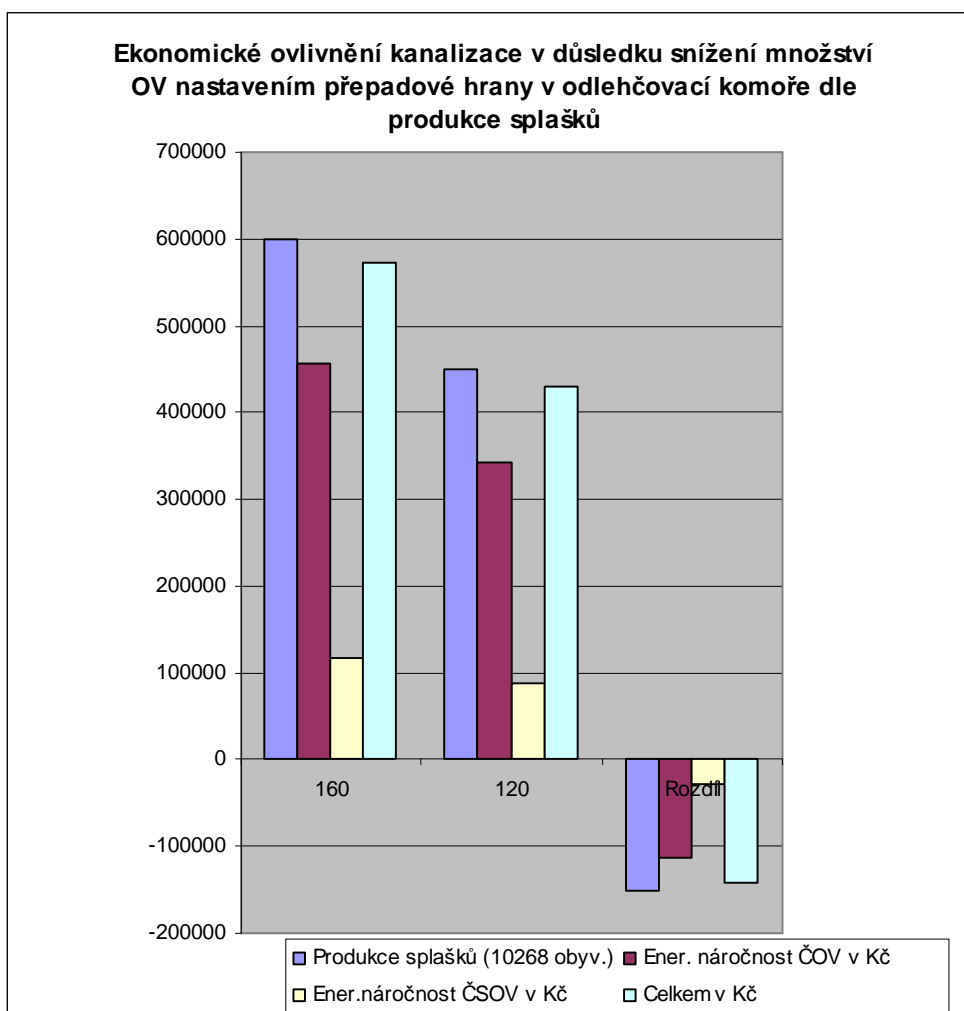
- kontrolní činností v dodržování vypouštění kvality odpadních vod od napojených producentů. Vypouštění odpadních vod kvalitativně nad rámec kanalizačního řádu nebo v jeho rozporu. Vypouštění odpadních vod ze septiků nebo vypouštění dešťových vod do splaškové kanalizace přináší na straně provozovatele problémy s udržením čistícího efektu a navyšuje provozní náklady.
- provozní zásah v narovnání hydraulických poměrů ve stokové síti. V současném provozování kanalizační sítě jsou nastaveny přepadové hrany odlehčovacích komor na ředící poměr 1:5, kdy pro produkci splaškových vod je použita specifická spotřeba 160 l/os/den. V současnosti se však produkce splaškových vod pohybuje pod 120 l/os/den. Provedeme-li úpravu snížením přepadové hrany odlehčovací komory za dodržení stejného ředícího poměru, ale budeme počítat se specifickou produkcí splaškových vod

pouze 120 l/os/den, dostaneme snížením přepadové hrany zmenšený průtok se zmenšeným objemem nařaděných odpadních vod na technologické zařízení a tím docílíme snížení energetické náročnosti celé kanalizační soustavy.

Tabulka č. 3 - Snížení energetické náročnosti kanalizační soustavy Nový Bor v úpravě přepadové hrany odlehčovací komoře

Produkce splašků v l/os/den	Produkce splašků (10268 obyv.)	Ener. náročnost ČOV v Kč	Ener.náročnost ČSOV v Kč	Celkem v Kč
160	599651	455 735	116 032	571 767
120	449738	341 801	87 024	428 825
Rozdíl	-149913	-113 934	-29 008	-142 942

Obrázek č. 6 - Grafické znázornění snížení energetické náročnosti kanalizační soustavy Nový Bor v úpravě přepadové hrany odlehčovací komoře



### Možnosti ovlivnění spotřeby elektrické energie kanalizace Nový Bor.

Ovlivnit spotřebu energie v souladu s ekonomickým chováním lze jedině v součinnosti s jednotlivými technologickými úseky tak, aby nedošlo v zájmu úspory spotřeby

elektrické energie v jednom technologickém úseku k provozním problémům na úseku následujícím. Manažer musí svým řízením zajistit efektivnost provozu, ale zároveň musí znát riziko nebo-li hranici kam až je možné určitým zásahem do systému zajít.

Provozními zásahy na spotřebičích kanalizace Nový Bor je možné ovlivnit energetickou spotřebu na těchto objektech:

- Objekt čerpací stanice odpadních vod – nastavení kontinuálního čerpání, tzn. čerpání jedním čerpadlem v delším provozním režimu a v případě nárůstu produkce připínáním dalších čerpadel (čerpání do kaskády), čímž dojde k úspoře elektrické energie než spínáním a vypínáním čerpadel najednou.
- Objekty s čerpáním. Nastavením spínacích a vypínacích stavů pro rovnoměrné čerpání, kdy v případě častého zapínání a vypínání dochází v rámci nabíhání čerpadla k vyššímu odběru a tím vyšší spotřebě elektrické energie.
- Objekt hrubého předčištění čistírny odpadních vod, kde nastavením spínání pohonu strojních česlí od hladiny před česlemi je dosaženo jejich ekonomického provozu, než nastavení časového spínání.
- Objekt biologického čištění čistírny odpadních vod disponuje dmychadly o různých příkonech v rozmezí 8,5kw až 16,5kW, kde střídáním spínání dmychadel s dvěma různými příkony lze dosáhnout v době přítoku s nižším zatížením (zejména v nočních hodinách) úsporu elektrické energie.
- Osazením frekvenčních měničů k motorům dmychadel a osazením sond do aktivační nádrže k měření obsahu rozpuštěného kyslíku lze součinností těchto zařízení udržovat stav rozpuštěného kyslíku na hodnotě 2mg/l. Tím dojde k odstranění doby, kdy dmychadla dodávala nadbytečné nevyužitelné množství vzduchu, čímž dojde ke snížení úspoře energie.
- Osazením frekvenčního měniče u čerpadel dojde vyrovnání nerovnoměrnosti činnosti spotřebiče.

#### **4.2.1.2. Logistika, údržba a oprava**

Nákladové položky na logistiku, údržbu a opravy jsou vzájemně ovlivnitelné. Tato ovlivnitelnost vychází především z nastavené firemní strategie, jakou formou má provozní společnost zajištěnou údržbu zařízení, zda-li vlastními pracovníky, nebo zda-li uvedenou činnost zadává vybraným servisním a specializovaným organizacím.

Na kanalizační síti Nový Bor jsou činnosti údržby a oprav včetně menších rekonstrukcí zajišťovány vlastními pracovníky kanalizačního provozu, zatímco na čistírně odpadních vod jsou tyto činnosti zajišťovány pracovníky oddělení centrální údržby.

#### 4.2.1.3. Odpady

Proces zneškodnění odpadů vzniklých při činnosti provozu zajišťuje pověřený pracovník dané společnosti v souladu se zákonem o odpadech č.383/2001 Sb. Původce odpadů je povinen vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s nimi. Evidence se vede za každou samostatnou provozovnu a za každý druh odpadu samostatně. Způsob vedení evidence stanovuje prováděcí vyhláška k zákonu o odpadech č. 383/2001 Sb. ve znění jejích novel. Předávacím místem při zneškodnění odpadů je jejich shromažďovací místo na příslušné provozovně společnosti.

Provádět zneškodňování nebezpečných odpadů lze pouze na základě souhlasu příslušného správního úřadu (krajský úřad, ORP).

Odpady na provozovně kanalizací N.Bor jsou zneškodňovány buď pravidelným svozem v případě komunálního odpadu, kalu z ČOV, shrabků, nebo po naplnění shromažďovacího prostředku – jedná se o separovaný komunální odpad, zeminu, nebezpečné odpady, apod.

V případech zneškodnění odpadu po naplnění shromažďovacího prostředku zašle požadavek pověřený pracovník provozu (provozovny) elektronickou poštou oddělení ekologie. Ve svém požadavku upřesní druh odpadu, jeho přibližné množství a umístění. Oddělení ekologie zajistí oprávněnou osobu k likvidaci daného odpadu, podmínky předání odpadu a veškeré informace poskytne provozu. Provoz si následně dohodne konkrétní termín svozu.

Při předání odpadu oprávněné osobě předá původce (tj. pracovník provozu, ve kterém odpad vznikl) řádně vyplněnou průvodku odpadu. Průvodku odpadu vyplňuje a za správný obsah uvedených údajů zodpovídá pracovník provozu, ve kterém odpad vznikl. Při zajištění přepravy odpadu externí firmou poskytuje tento pracovník případné doplňující informace o odpadu, místu vykládky, apod. řidiči.

Výjimka z výše uvedeného postupu zneškodňování odpadů je stanovena pouze u likvidace kalu z uskladňovacích nádrží, které je uskutečňováno převozem provozními kanalizačními vozy na čistírnu odpadních vod do České Lípy k dalšímu zpracování.

Do roku 2006 se převáží kal o obsahu cca 2,5% sušiny v denním objemu 35m<sup>3</sup>. Manažersko ekonomickým vyhodnocením nákladovosti přepravy kalu vzniká požadavek eliminovat náklady při zachování současného způsobu zpracování kalu. Po různých zkouškách se v druhé polovině roku 2007 nachází řešení v instalaci jednotky dávkování polymeru do proudu čerpaného surového a přebytečného kalu do uskladňovací nádrže.

Obrázek č. 7 - Dávkovací zařízení s nádrží polymeru na ČOV Nový Bor



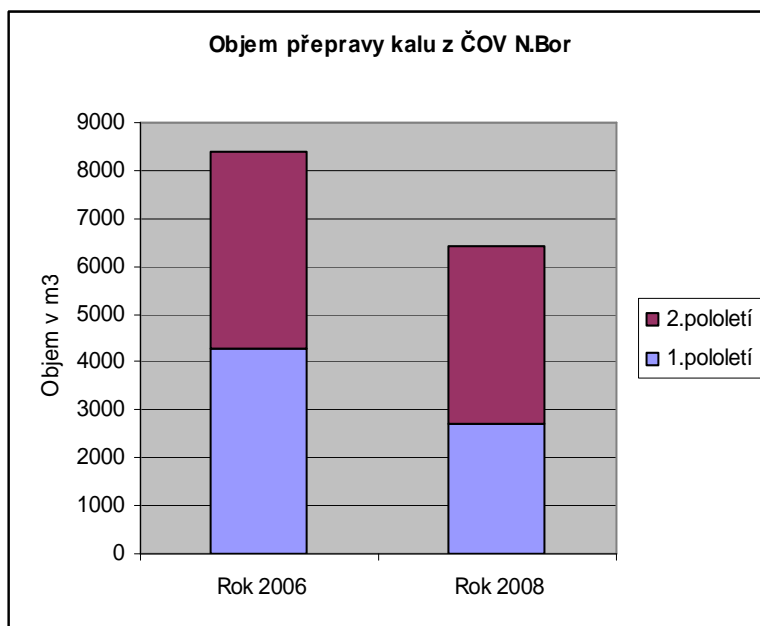
Nadávkový polymer nám zajistí lepší sedimentační vlastnosti kalu s oddělením vody. Následným odpouštěním vody z uskladňovací nádrže se docílí vyššího procenta sušiny kalu v uskladňovací nádrži pro přepravu na ČOV Česká Lípa.

Dávka polymeru se pohybuje okolo 2g na 1kg sušiny při ceně polymeru 76,-Kč/kg.

Dodávka a montáž dávkovacího kompletu polymeru je vyčíslena na částku 89.671,- Kč.

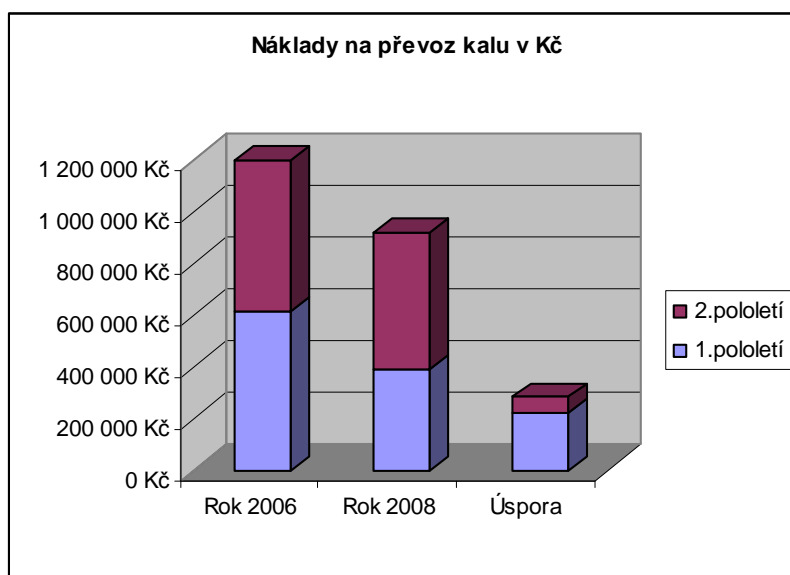
Výsledkem provozu v roce 2008 je zvýšení sušiny kalu z 2,5% na 3,9% čímž dochází k požadované redukci objemu kalu ze současných 8403m<sup>3</sup> na 6436m<sup>3</sup>.

Obrázek č. 8 - Graf redukce objemu přepravovaného kalu z ČOV N.Bor



V nákladech tato redukce představuje úsporu 280.258,- Kč/rok, což znamená návratnost vynaložených nákladů na zřízení dávkovacího kompletu po necelých čtyřech měsících.

Obrázek č. 9 - Graf vynaložených nákladů na převoz kalu z ČOV N.Bor



Další výhodou je určitá mobilita dávkovacího zařízení. Ta spočívá v možnosti snadné demontáže a přesunutí na jinou čistírnu odpadních vod.

#### 4.2.2 Ovlivnění výnosů

##### Provozní výnosy

Položky získané z provozně-hospodářské činnosti můžeme dělit takto:

- výnosy za odvádění a čištění odpadních vod (stočné) včetně výnosů z čištění odpadních vod nespňujících limity kanalizačního řádu
- výnosy ze zneškodňování navážených odpadních vod, případně odpadů (nutné povolení)
- výnosy z prohlídek a čištění zařízení cizích majitelů
- ostatní tržby

##### Výnosy za odvádění a čištění odpadních vod

Manažer nemůže svým řízením přímo ovlivnit výši hodnoty služby za odvedení a čištění OV, ale naopak může ovlivnit objem tržeb za poskytnuté služby. Zejména zajišťuje kontrolní činnost na stokové síti z hlediska nově připojených producentů s vyhledáváním nezákonného napojení, u již napojených producentů v druhu a jakosti vypouštěných odpadních vod z jejich zařízení. Na základě zjištěných skutečností o nespnění limitů u vypouštěných OV od producenta, manažer rozhodne, zda-li tento producent musí zajistit nápravu stavu např. vybudováním předčištění vypouštěných OV do veřejné kanalizace, nebo je možné akceptovat rozsah znečištění vypouštěných OV za podmínek navýšení ceny stočného o náklady na vyčištění těchto nadlimitních vod. Je uzavřen dodatek ke smlouvě o odvádění OV, v kterém jsou stanoveny smluvní

podmínky včetně výše úhrady za likvidaci nadlimitních OV vypouštěných z daného zdroje. Toto řešení je v mnoha případech výhodné i pro producenta, který raději zaplatí zvýšenou částku za odvádění OV než by vybudoval zařízení k předčištění, které je investičně náročné a zvýšené platby nedosáhnou těchto investičních a následně provozních nákladů.

#### **Výnosy z prohlídek a čištění zařízení cizích majitelů.**

Manažer může na základě volných kapacit zajistit smluvní podmínky pro provedení údržby zařízení cizích majitelů. Zejména čištění dešťových kanalizací, které jsou souběžné s provozovanou veřejnou kanalizací umožňují při souběžné činnosti v údržbě zajistit ekonomicky výhodné ceny jak pro objednatele, tak i vyšší výnosy pro zhotovitele.

#### **Výnosy za zneškodňování navážených odpadních vod a odpadů.**

Jedná se o úhradu v procesu zneškodňování navážených odpadů od producentů jednotlivými smluvními dopravci. Podmínkou k uskutečnění této služby však je ta skutečnost, že každá jednotlivá provozovna určená k likvidaci odpadů musí mít povolení vodohospodářským úřadem daný druh odpadu na svém zařízení likvidovat. Cenové rozpětí za likvidaci jednotlivého druhu odpadu vychází z nákladové kalkulace a je v kompetenci manažera jaké smluvní podmínky z obchodním partnerem nastaví. Manažer může smluvní partnery motivovat nejen skutečnou cenovou výší, ale také dobou převzetí odpadu k likvidaci. Obdobně lze likvidovat dovážené OV, které nepodléhají režimu odpadů.

#### **Ostatní výnosy.**

Do těchto tržeb můžeme zahrnout služby, které jsou nabízeny ojediněle a které nemají v zásadě vliv na námi provozované kanalizaci. Většinou se jedná o činnosti:

- poradenská a konzultační činnost
- stavební, investiční činnost

#### **4.2.3 Nepřímé ovlivnění**

Manažerský pohled nesmí být zdaleka zahleděn jen na současnost, na současné výsledky řízení, ale manažer se musí dívat i dopředu.

Manažer musí být schopen vyhodnotit současné provozní stavy a současně získávat nové poznatky o vývoji v dané problematice včetně příprav legislativních kroků. Z těchto poznatků a v odůvodněných případech je manažer povinen zadávat požadavky na obnovu či rekonstrukci zařízení, technologických celků nebo i celého vodohospodářského díla.



## ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval odpadní vodou, její dopravou a čištěním na základě stanovených cílů.

Hlavním cílem bakalářské práce byl manažersko-ekonomický pohled na provozování kanalizace v Novém Boru. Tento cíl jsem se snažil naplnit.

Prvotním předpokladem pro manažersko-ekonomický pohled je důkladné studium teorie. V první části se proto věnuji nejprve teoretické problematice čištění odpadních vod. V úvodu této části vyzdvihuji důležitost vody, její přirozený koloběh a způsob vzniku odpadní vody. Seznamuji, se složením a rozdělením odpadních vod včetně hlavních ukazatelů znečištění, a uvádím, jaké odpadní vody lze do kanalizace zaústit a které naopak vyloučit. Přes systém stokové soustavy a objektů uspořádaných na ni, v závislosti na odkanalizovaném území a kvality dopravovaných odpadních vod, jsou odpadní vody přivedeny do čistírny odpadních vod. Zde popisuji jednotlivé procesy čištění odpadních vod, technologické uspořádání čistíren odpadních vod a v závěru teoretické části práce i možnosti nakládání vzniklých kalů po procesu čištění. Tím dochází ke splnění dílčího cíle bakalářské práce.

Druhým předpokladem pro manažersko-ekonomický pohled je komplexní znalost skutečného stavu kanalizace v Novém Boru. V úvodu druhé části proto popisuji skutečný stav kanalizace včetně legislativních požadavků na jeho provozování. Zde uvádím přímé posouzení limitního ukazatele znečištění vycházejícího z legislativního požadavku s ekonomickým dopadem. V dalších částí práce provádím pohled na možnosti ovlivnění ekonomického chování subjektu v součinnosti s manažerským řízením. Vyzdvihuji tři základní okruhy, u kterých manažer může docílit ovlivnění. Tím nejzákladnějším je přímé ovlivnění nákladových položek. Zvolený směr zaměření dokládám i konkrétním ekonomickým posouzením, v kterém je zahrnut ekonomický přínos. V závěru práce vyzdvihuji skutečnost, že manažerský pohled nesmí být zahleděn jen na současnost či blízkí se období, ale jeho pohled musí být upřen i do budoucnosti a to jak v oblasti vývoje v dané problematice, tak také v oblasti příprav legislativních podkladů.

Na závěr bych chtěl konstatovat, že jen ten manažer, který si dokáže vytvořit přesný manažersko-ekonomický pohled a vyvodit z něho efektivní závěry, dokáže být úspěšným manažerem ekonomicky stabilního subjektu.

## ANOTACE

<b>Příjmení a jméno autora:</b>	Kádě Petr
<b>Institute:</b>	Moravská vysoká škola Olomouc
<b>Název práce v českém jazyce:</b>	Manažersko-ekonomický pohled na čištění komunálních odpadních vod na biologické čistírně odpadních vod v Novém Boru
<b>Název práce v anglickém jazyce:</b>	Manager-economical Look in The Municipal Waste Water Treatment for The Biological Sewage Plant in Nový Bor Town.
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Tomáš Hloušek, Ph.D.
<b>Počet stran:</b>	45
<b>Počet příloh:</b>	0
<b>Rok obhajoby:</b>	2010
<b>Klíčová slova:</b>	odpadní voda, stoková síť, proces čištění odpadních vod, aktivační proces, uspořádání čistírny odpadních vod, provozní náklady, provozní výnosy.
<b>Keywords:</b>	waste water, system of sewers, process of sewage treatment, activation process, sewage plant structure, operating costs, operating return.

Bakalářská práce se zabývá problematikou odpadní vody. Je rozdělena do dvou částí, na část teoretickou a část manažersko-ekonomickou. V teoretické části se pojednává o vzniku odpadní vody, o jejím složení, dopravě a čištění na čistírně odpadních vod. Manažersko-ekonomická část se zaměřuje na kanalizaci v Novém Boru, pojednává o nákladech a výnosech, nastiňuje možnosti jejich ovlivnění ze strany manažera.

The present study deals with sewage waters problems. It is divided into two parts, theoretical and economy management. The former describes formation of waste water, its composition, transportation and purification in a sewage plant. The latter part focuses on system of sewers in the town of Nový Bor, deals with expenses and yields, suggests the possibilities of their control by a manager.

## LITERATURA A PRAMENY

1. DOLEJŠ, P. *Příručka pro čištění a úpravu vody*. Přerov: KEMIFLOC, 1996.
2. CHUDOBA, J. a kol. *Biologické čištění odpadních vod*. Praha. Státní nakladatelství technické literatury, 1989
3. Interní materiál kanalizace a ČOV, *Kanalizační řád Nový Bor*
4. Interní materiál kanalizace a ČOV, *Provozní řád ČOV Nový Bor*
5. Interní materiál kanalizace a ČOV, *Vodohospodářské rozhodnutí o vypouštění odpadních vod*, vydal MěÚ Nový Bor, odbor životního prostředí, 2004
6. KOUKOLÍK, O. *Provozování čistíren odpadních vod*. Praha, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR, 1985
7. NOVÁK, J. a kol. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Praha, Medim, 2003, ISBN 80 – 238 – 9947 – 3
8. PYTL, V. a kol. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. Praha, Medim, 2004, ISBN 80 – 239 – 2528 - 8
9. Nařízení vlády č.61/2003 Sb.
10. Nařízení vlády č.229/2007 Sb.

### Internetové stránky:

[www.veoliawater.com](http://www.veoliawater.com)

[www.scvk.cz](http://www.scvk.cz)

[www.svs.cz](http://www.svs.cz)

[www.env.cz](http://www.env.cz)

### SEZNAM ZKRATEK :

BSK ..... biochemická spotřeba kyslíku

B<sub>x</sub> ..... zatížení kalu

CHSK ..... chemická spotřeba kyslíku

CO<sub>2</sub> ..... oxid uhličitý

ČOV ..... čistírna odpadních vod

DN ..... vnitřní průměr

EO ..... ekvivalentní obyvatel

Fe ..... železo

Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> .... síran železitý

H	.....	vodík
H <sub>2</sub> O	.....	voda
Kg	.....	kilogram
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	...	dichroman draselný
KMnO <sub>4</sub>	.....	manganistan draselný
l	.....	litr
m	.....	maximální hodnota koncentrací
m <sup>3</sup>	.....	metrkubický
mg	.....	miligram
N <sub>celk</sub>	.....	celkový dusík
NH <sub>3</sub>	.....	amoniak
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	.....	amoniakální dusík
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	.....	anion dusitanový
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	.....	anion dusičňanový
NV	.....	nařízení vlády
O	.....	kyslík
ORP	.....	odbor z rozšířenou pravomocí
OV	.....	odpadní vody
OŽP	.....	odbor životního prostředí
p	.....	přípustná hodnota koncentrací
PAX	.....	polyaluminiumchlorid
P <sub>celk</sub>	.....	celkový fosfor
PE	.....	polyetylén
PIX	.....	41% roztok síranu železitého
PP	.....	polypropylen
PVC	.....	polvinylchlorid
S	.....	koncentrace substrátu v odpadní vodě
V	.....	objem
Q	.....	množství
X	.....	koncentrace sušiny kalu

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 – Schéma ČOV.....	28
Obr. 2 – Specifické nákladové položky na provoz ČOV N. Bor v roce 2008 .....	31
Obr. 3 – Grafické znázornění spotřeby elektrické energie na ČOV N.Bor v r. 2008 ....	32
Obr. 4 - Grafické posouzení nákladů na sanaci a nákladů s provozovanými balasty ...	33
Obr. 5 - Pracovní křivka pro čerpadlo s vydatností 52 l/s a dopravní výškou 2,4 m ...	34
Obr. 6 - Grafické znázornění snížení energetické náročnosti kanalizační soustavy N. Bor v úpravě přepadové hrany odlehčovací komoře .....	35
Obr. 7 - Dávkovací zařízení s nádrží polymeru na ČOV Nový Bor .....	38
Obr. 8 - Graf redukce objemu přepravovaného kalu z ČOV N.Bor .....	38
Obr. 9 - Graf vynaložených nákladů na převoz kalu z ČOV N.Bor .....	39

## **SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 - Materiálové náklady v Kč/rok na odstranění 1mg/l P-celk. na odtoku z ČOV při dávkování koagulantu PIX .....	25
Tab. 2 - Limitní hodnoty znečištění pro vypouštění OV do stokového systému .....	26
Tab. 3 - Snížení energetické náročnosti kanalizační soustavy N. Bor v úpravě přepadové hrany odlehčovací komoře .....	35