

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko – správní

Čištění odpadních vod
v rámci kritické infrastruktury

Hana Müllerová

Bakalářská práce

2011

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana MÜLLEROVÁ**
Osobní číslo: **E070119**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Management ochrany podniku a společnosti**
Název tématu: **Čištění odpadních vod v rámci kritické infrastruktury**
Zadávací katedra: **Ústav ekonomiky a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakteristika kritické infrastruktury.
2. Ochrana vody jako jeden ze segmentů KI.
3. Čistička odpadních vod ve městě Chotěboř.
4. Dotazníkové šetření k fungování čištění odpadních vod.
5. Formulování závěru a doporučení.

Rozsah grafických prací: -
Rozsah pracovní zprávy: cca 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

BROŽA, V. a kol. [1988]: Vodní hospodářství a vodní stavby .1.vyd., Nakladatelství technické literatury SNTL, Praha, 1988, 196s., L17-A-IV-31/72271.
PETRŮ, A., [1979]: Odpady v přírodním prostředí a vodním hospodářství, Ochrana životního prostředí, 1.vyd., Nakladatelství technické literatury SNTL, Praha, 1979, 136s., L17-B3-IV-31/72125.
ŘÍHA, J., [1987]: Voda a společnost, Ochrana životního prostředí, 1.vyd., Nakladatelství technické literatury SNTL, Praha, 1987, 340s., L17-B3-IV-41/72297.
ŽÁČEK, L., [1981]: Chemické a technologické procesy úpravy vody, Ochrana životního prostředí, 1.vyd., Nakladatelství technické literatury SNTL, Praha, 1981, 272s., L16-B3-IV-41/62000

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ondřej Svoboda
Ústav ekonomiky a managementu

Datum zadání bakalářské práce: 8. listopadu 2010
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2011

doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.

doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 8. listopadu 2010

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 6. 5. 2011

Hana Müllerová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem, kteří mi byli při tvorbě bakalářské práce nápomocni. Zejména pak panu Ing. Ondřeji Svobodovi za odborné vedení a mnoho dobrých rad a připomínek.

Název

Čištění odpadních vod v rámci kritické infrastruktury

Anotace

Bakalářská práce „Čištění odpadních vod v rámci kritické infrastruktury“ se zabývá problematikou kritické infrastruktury v České republice se zaměřením na oblast vodního hospodářství.

Dále jsem se věnovala situaci čištění odpadních vod a problematikou zpracování čistírenských kalů z obecného pohledu. Podrobněji zde popisuji a hodnotím stavbu čističky odpadních vod ve městě Chotěboř. Jako další navrhuji a hodnotím ochranné prvky vodního hospodářství.

V závěru práce jsou analyzovány prvky zranitelnosti vodního hospodářství v rámci kritické infrastruktury.

Klíčová slova

Kritická infrastruktura, vodní hospodářství, čistírna odpadních vod, Chotěboř.

Title

Services of wastewater treatment in the critical infrastructure

Annotation

Thesis "Services of wastewater treatment in the critical infrastructure" deals with critical infrastructure in the Czech Republic with focus on water management.

Furthermore, I addressed the situation in wastewater and sludge treatment problems in general terms. I describe in more detail and evaluate the construction of sewage in the city Chotěboř. As a further propose and evaluate the security features of water.

Finally, we analyzed the elements of vulnerability management in the critical infrastructure.

Keywords

Critical infrastructure, Water management, sewage treatment, Chotěboř.

Seznam zkratek

BSK ₅	Biochemická spotřeba kyslíku
ČD	České dráhy
ČOV	Čistička odpadních vod
EO	Ekvivalentní obyvatelé
EU	Evropská unie
GPRS	General Packet Radio Service (mobilní datová služba)
HZS	Hasičský záchranný sbor
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
IZS	Integrovaný záchranný systém
JSDH	Jednotka sboru dobrovolných hasičů
KI	Kritická infrastruktura
KNV	Krajský národní výbor
MěNV	Městský národní výbor
MÚ	Městský úřad
NL	Nerozpustné látky
ROP NUTS II	Regionální rozvojová agentura
SSHR	Správa státních hmotných rezerv
VaK	Vodovody a kanalizace

Obsah

ÚVOD	10
1. Charakteristika kritické infrastruktury	12
1.1. Sektory kritické infrastruktury	12
2. Vodní hospodářství	14
2.1. Čištění odpadních vod jako jeden ze segmentů kritické infrastruktury	14
2.2. Zásobování pitnou a užitkovou vodou	15
2.3. Odpadní voda – druhy a vlastnosti	15
2.4. Systém odpadních vod	17
2.5. Charakteristika a zpracování čistírenských kalů	22
3. Čistička odpadních vod města Chotěboře	25
3.1. Technický popis stokové sítě	25
3.2. Popis čistírny odpadních vod	26
3.3. Mechanický stupeň čištění	27
4. Návrhy a zhodnocení ochrany prvků vodního hospodářství	31
4.1. Popis čistírny odpadních vod	31
4.2. Vodojemy a prameniště	33
4.3. Problematika nouzového zásobování pitnou a užitkovou vodou	37
4.4. Získané finanční prostředky pro město Chotěboř	40
4.5. Plán rozvoje vodovodů a kanalizací kraje Vysočina	43
5. Analýza zranitelnosti prvků vodního hospodářství	46
Závěr	50
Seznam použité literatury	52
Příloha	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Kanalizační síť	26
Tabulka 2 Vynaložené finanční prostředky	42
Tabulka 3 Vodovodní síť	43
Tabulka 4 Kanalizace	44
Tabulka 5 Ceník služeb bezpečnostní agentury	47
Tabulka 6 Celková kalkulace nákladů za službu	48

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Česle	18
Obr. 2. Kruhová usazovací nádrž s horizontálním průtokem	19
Obr. 3. Mapa ČOV Chotěboř	31
Obr. 4. Vodojem Sobíňov-Malochýn	35
Obr. 5. Vodojem Homole v obci Podmoklany	37
Obr. 6. Rozpočet města Chotěboře	42
Obr. 7. Výdaje na vodní hospodářství	43
Obr. 8. Připojení obyvatel na kanalizaci	45

ÚVOD

Cílem předložené bakalářské práce na téma“ Čištění odpadních vod v rámci kritické infrastruktury“ je snaha o všeobecné posouzení situace čištění odpadních vod. Tento problém je zobrazen na příkladu čističky odpadních vod města Chotěboře. Aby vliv a dopad na život obyvatel byl co nejmenší, snažíme se čištěním odpadních vod udržet rovnováhu v přijatelných mezích. V závěru práce jsou analyzovány prvky zranitelnosti vodního hospodářství.

Ve své práci bych chtěla zdůraznit nutnost čištění odpadních jako jeden ze segmentů kritické infrastruktury. Opětovné použití komunálních odpadních vod je důležitým aspektem v procesu šetření se zdroji pitné vody, protože světových zásob stále ubývá. S růstem počtu obyvatel bude spotřeba vody stoupat, proto musí být zvýšena i ochrana prvků vodního hospodářství [2].

Každý z nás uznává důležitost a nezastupitelnost vody v přírodě i v životě člověka. Neděláme si starosti s tím, jak ji využíváme a nepřipouštíme si, že bychom s vodou svým jednáním mohli plýtvat, popř. znečišťovat ji více než je nezbytně nutné. Vodní zdroje považujeme v zásadě za nevyčerpatelné, ale poměrně snadno poškoditelné, zejména odpadními látkami produkoványi společnostmi.

Odpadní vody jsou jedním z řady produktů civilizačního působení člověka, které v současné době významně ovlivňují jeho život. Ochrana vodního hospodářství jako jeden ze segmentů kritické infrastruktury nabývá stále více na významu. Voda je základním prvkem pro život a proto by měl být zajištěn její přísun za všech okolností. Při vzniku mimořádných událostí, může dojít k situacím, jež ohrožují pitnou vodu pro obyvatelstvo.

Zhoršení jakosti vody pro lidskou spotřebu představuje významnou hrozbu pro bezpečnost a ochranu zdraví. Kvalita vody se může zhoršit narušením prvků vodního hospodářství, jako je znečištění vod, zavedení toxických látek do nádrží, filtrací a distribuční soustavou. Průmysl odpadních vod klade důraz na obecní kanalizace, včetně stovek kilometrů kanalizačního potrubí. Nezávadnost pitné vody a čištění odpadních vod je zásadní pro veřejné zdraví a ekonomickou životaschopnost každé společnosti.

Čištění odpadních vod spolu s ostatními prvky kritické infrastruktury jsou významné pro oblast bezproblémového fungování celého státu. Vlády různých zemí se začaly více zabývat problematikou KI na základě události z 11. září 2001.

1. Charakteristika kritické infrastruktury

„Kritickou infrastrukturou (KI) jsou převážně míněny systémy, jejichž zničení nebo omezení funkčnosti by mělo vážné dopady na ekonomickou a společenskou stabilitu, obranyschopnost a bezpečnost státu na fungování státu jako územně společenské komunity [26].“

Ochrana kritické infrastruktury jako předmět krizového řízení musí být zajištěna pomocí opatření preventivních, zmírňujících, připraveností složek, zdrojů, zařízení a pomůcek na zvládnutí dopadů pohrom a hlavně cílených útoků na kritickou infrastrukturu, schopností zvládnout kritické situace a zajistit rychlou obnovu.

Koncepce zabezpečení ochrany kritické infrastruktury vychází z faktu, že každý systém se skládá z prvků, vazeb a toků, z nichž některé tvoří kritická místa, která způsobují, že systém neplní funkci, ke které je určen, to přispívá výrazně ke zranitelnosti celého systému [10].

Pojetí kritické infrastruktury a cíle její ochrany

Zvládnutí každé nouzové situace a vícenásobně to platí pro kritické situace se splněním ochrany životů a zdraví lidí, majetků a životního prostředí nelze provést bez nutného zázemí. Toto zázemí se dnes nejčastěji označuje jako kritická infrastruktura a stává se předmětem ochrany sledované ze strany státu [26].

V této kapitole se budu stručně věnovat jednotlivým prvkům kritické infrastruktury [21].

1.1. Sektory kritické infrastruktury

1. Energetika – je jednou z nejdůležitějších oblastí KI. Tento sektor je rozdělen do dvou segmentů na elektrárénství a průmysl paliv. Elektrárénství znamená poskytování elektřiny pro domácnosti, instituce – školy, továrny, obchody atd. Teplárénství (tepelná energie) můžeme charakterizovat jako obor, který zásobuje spotřebitele teplem a vyrábí elektřinu.

Průmysl paliv zahrnuje plyn, ropu a ropné produkty. Ropa i výrobky z ní jsou základním palivem pro dopravu a surovinou pro výrobu plastů. V dodávkách plynu jsme závislí na zahraničních dodavatelích (Rusko, Norsko).

2. Vodní hospodářství – zahrnuje zásobování pitnou a užitkovou vodou, dále nakládání s odpadními vodami (zachycování a čištění). Tento sektor je zaměřen na ochranu veřejných

vodovodních systémů, které jsou závislé na zásobnících, přehradách, vodních pramenech, na čistících zařízeních, čerpadlových stanicích, vodovodech a vodovodních potrubích.

3. Potravinářství a zemědělství – do této části patří potravinové řetězce, živočišné a rostlinné produkty, osiva, průmyslová hnojiva a zásobovací potravinové řetězce, spojené s procesem výroby, prodeje a distribuce do maloobchodu, stravovacích zařízení, restaurací a domácí spotřeby.

4. Zdravotní péče – jsou zde zahrnuty státní a místní zdravotnická střediska, nemocnice, zdravotnické kliniky, zařízení pro mentálně postižené, zařízení pro zásobování krví, laboratoře, domácí ošetřování, márnice a farmaceutické zásoby.

5. Doprava – patří sem klíčová odvětví jako letectví, námořní dopravy, železniční dopravy, dálniční dopravy, kamionové a autobusové dopravy, veřejné hromadné dopravy.

6. Komunikační a informační systémy – jedná se o telekomunikační sektor, poskytující hlasové a datové služby, veřejným a soukromým uživatelům.

7. Bankovní a finanční sektor – sektor je složen z hmotných struktur, zejména budov a vybavení pro finanční operace a také lidského kapitálu.

8. Nouzové služby – skládají se z požárnických, záchranářských a zdravotnických záchranných služeb a dalších organizací, které jsou dle zákona najímány k záchraně životů a majetku při nehodách, přírodních pohromách nebo teroristických akcí.

9. Veřejná správa – státní správa a samospráva, sociální ochrana a zaměstnanost (sociální zabezpečení, stát. podpora, sociální pomoc), výkon justice a vězeňství.

Z uvedených sektorů kritické infrastruktury jsem se konkrétně zaměřila na tu část vodního hospodářství, která souvisí s čištěním odpadních vod.

2. Vodní hospodářství

„Vodní hospodářství je v České republice významným oborem s dlouholetou tradicí. Mezi nejdůležitější úkoly vodního hospodářství patří zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a zmírnění důsledků extrémních jevů počasí (povodně, sucho). V roce 2008 bylo v ČR zásobováno z vodovodů 9,664 mil. obyvatel, tj. asi 93 % z celkového počtu obyvatel. Díky stále stoupajícímu podílu čištění odpadních vod, které v ČR činí 95,3 %, dochází k významnému zlepšení kvality povrchových vod. Plánování v oblasti vod slouží pro optimální využití vodních zdrojů pro budoucí generace a je nedílnou součástí státní vodohospodářské politiky [18].“

V následující části budou vymezeny oblasti vodního hospodářství [21]

- Zásobování pitnou a užitkovou vodou,
- Zabezpečení a správa objemu povrchových vod z podzemních zdrojů vody,
- Systém odpadních vod.

V případě selhání jedné části infrastruktury vede k selhání jejich dalších částí v důsledku vzájemné provázanosti odvětví KI. Jednoduchým příkladem je útok na elektrárenské podniky. Při útoku dojde k přerušení dodávek elektrické energie. Jako následek tohoto útoku bude selhání čističek odpadních vod, vodáren a ostatních prvků KI. Vypnutí proudu může vyřadit z provozu turbíny a jiné elektrické přístroje důležité pro jejich pohon. Tento útok bude mít dopad na životy lidí. Může dojít k nedostatku pitné vody, epidemii nakažlivých chorob, přemnožení komárů, k úhynu ryb atd. Proto ochrana vodohospodářského sektoru je pro fungování a vývoj společnosti nesmírně důležitá.

2.1. Čištění odpadních vod jako jeden ze segmentů kritické infrastruktury

Jednou z hlavních výzev 21. století je zacházení se světovými zásobami vody, do kterých počítáme i podpovrchové vody (půdní a vodu podzemní). Podpovrchové vody jsou důležitým zdrojem, který protéká horninami pod našima nohama.

Kritickou infrastrukturou se rozumí výrobní a nevýrobní systémy a služby, jejichž nefunkčnost by měla závažný dopad na bezpečnost státu, ekonomiku, veřejnou správu a zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva.

Pojetí ochrany vod ze všeobecného pohledu je poněkud odlišné od ochrany vodních zdrojů. Pro zajištění plynulého zásobování pitnou vodou v požadovaném množství a odpovídající jakosti je třeba chránit vodní zdroje intenzivněji. Vodní zdroje, které slouží pro potřeby obyvatelstva, musí mít vždy optimální a spolehlivou ochranu [11].

2.2. Zásobování pitnou a užitkovou vodou

Vodní zdroje jsou zdroje vody, které jsou využívány nebo které mohou být využívány pro uspokojování potřeb člověka, zejména pro pitné účely. Spotřeba vody v domácnostech, průmyslu a v zemědělství je extrémně vysoká a neustále roste. Vzrůst spotřeby je výsledkem několika faktorů včetně velkého zvýšení počtu domácích spotřebičů, jako jsou myčky nádobí, pračky, zařízení na umývání automobilů.

Dalším zdrojem vody jsou pro nás dešťové srážky. Jsou potřebné k doplnění nepostradatelných zásob podzemní vody. Nadbytečné množství dešťových srážek naopak vytváří záplavy. Ochrana obyvatelstva proti povodním znamená budování vysokých hrází podél řek a rozšiřování koryt bagrováním. Tyto a podobné techniky mohou snížit počet katastrofálních povodní [10].

Dostatečné zásobování vodou vyžadují obrovské množství kapitálu, investice do infrastruktury, jako jsou potrubní sítě, čerpací stanice a úpravní vody. Dále je nezbytné nahradit stárnoucí vodní infrastruktury pro zajištění zásobování a snížení míry úniků a ochranu jakosti vod.

Kvalita vody

Kvalitu vody ovlivňují její fyzikální vlastnosti, jako je zbarvení, teplota a chuť. Dále pak její biologické vlastnosti, včetně obsahu bakterií a množství rozpuštěného kyslíku. Rovněž chemické vlastnosti, jako je tvrdost vody a ve vodě rozpuštěné pevné látky. Na našem území je převážně ve většině oblastí tvrdá voda [10].

2.3. Odpadní voda – druhy a vlastnosti

Za odpadní vody se považují ty, které po použití mají změněné fyzikální, chemické, biologické a estetické vlastnosti. Většina odpadních vod se svádí do speciálních čistíren

odpadních vod, ve kterých se oddělují pevné látky a voda se čistí natolik, aby se mohla bezpečně vracet do řek.

V této části práce stručně popíši druhy odpadních vod [6].

1. Splašková odpadní voda

Je odpadní voda, která odtéká z kuchyní, hygienických místností, prádelen apod. Obsahuje rozpuštěné a nerozpuštěné organické i neorganické látky. Ve splaškové vodě se vyskytují různé mikroorganismy. Odpadní voda, která neobsahuje fekálie a moč se nazývá **šedá**. Voda, která obsahuje fekálie a moč se nazývá **černá**.

2. Průmyslová odpadní voda

Je odpadní voda změněná a znečištěná použitím v průmyslu, zemědělství nebo v drobných provozech. Obsahuje širokou škálu různých látek a jejich rozdílných koncentrací.

3. Dešťová odpadní voda

Je přirozená srážková voda, která nebyla znečištěna použitím. Těsně před dopadem na povrch obsahuje dešťová voda řadu látek. Jsou to zejména rozpuštěné plyny a látky zachycené průchodem atmosférou, a to jak organické, tak neorganické. Po dopadu na povrch se dešťová voda obohacuje o další látky, které unáší nebo rozpouští na své cestě do recipientu.

Vodní recipient je každý vodní útvar, do něhož vyúsťují povrchové vody nebo znečištěné odpadní vody. Jedná se o všechny větší vodní plochy v krajině jako rybníky, přehradní nádrže, jezera [17].

4. Podzemní voda

Je voda prosakující z povrchu pevniny a podle hloubky, ve které se nachází, obsahuje různé rozpuštěné látky; odpadní voda se z ní stává v případě, že vnikne nebo je vypouštěna do kanalizace [12].

Balastní vody

Jedná se především o podzemní vody, které se dostávají netěsnostmi do kanalizace. Jsou převážně málo znečištěné (ředí odpadní vody). Je-li podzemní voda balastní, ochlazuje odpadní vody, negativní v zimních měsících.

2.4. Systém odpadních vod

Vliv průmyslových odpadních vod na přírodní prostředí je dán jejich složením, resp. druhem a množstvím škodlivých látek, které obsahují. Faktory znečištění odpadních vod jsou např. toxické látky, oleje, tuky a pohonné hmoty; rozpuštěné organické, snadno rozložitelné látky apod. Rozeznáváme mechanické, fyzikálně-chemické a biologické čištění.

1. Mechanické čištění

Mechanické čištění slouží pro odstranění nerozpuštěných látek, které tvoří podstatnou část znečištění odpadních vod. Mechanické čištění je v čistírně vždy prvním stupeň čištění, někdy se používá i jako třetí stupeň (filtrace před vypuštěním vyčištěné vody), třetí stupeň však může být i čištění biologické (stabilizační nádrž).

Odstraněním nerozpuštěných látek se organické znečištění, které je vyjádřeno jako biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ (parametr kvality vody), sníží asi o 30%. Mechanické čištění odpadních vod je tedy významné nejen z hlediska mechanického znečištění [28].

Lapák šterku

V lapáku šterku se zachycují velké a těžké předměty, které přicházejí na čistírnu zejména s přivalovým deštěm. Je to jímka, situovaná těsně před čistírnou na přivaděči odpadních vod. Rozšířením průtočného průřezu a snížením dna v lapáku šterku dojde k zachycení velkých těžkých předmětů (dlažební kostky, cihly, šterk). Tím jsou další zařízení čistírny chráněna před poškozením hrubými nečistotami. Lapák šterku se zřizuje obvykle jen na velkých čistírnách s rozsáhlou stokovou sítí a velkým odvodněným územím.

Česle

Česle slouží k odseparování hrubých plovoucích příměsí. Je to mříž tvořená rámem a pruty (česlicemi), skloněná ve směru toku pod úhlem 30° až 60°. Česlice jsou obvykle kruhového nebo obdélníkového průřezu. Voda protéká průlinami, tj. volným prostorem mezi česlicemi.

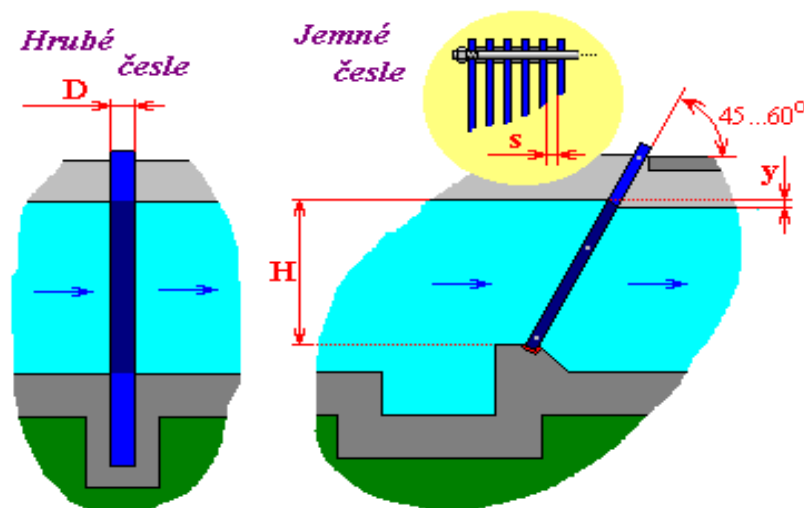
Česle mohou být hrubé, střední a jemné.

Na česlích se zachycují hadry, papír, plasty, guma, zbytky ovoce a zeleniny, větve, listí tráva, cigaretové filtry, fekálie a další složky domovního odpadu. Shrabky jsou proto hygienicky velmi nebezpečné, mohou obsahovat patogenní mikroorganismy a zárodky lidských i

zvířecích parazitů. Některé složky shrabků snadno zahnívají, některé nesnadno. Proto se shrabky nehodí ke kompostování. Někdy se místo česlí používá mělnicí čerpadlo, které hrubé příměsi rozdrtí a ty pokračují dále do čistírny [31].

Náčrt hrubých a jemných česlí

Obr. 1. Česle [25]



Lapák písku

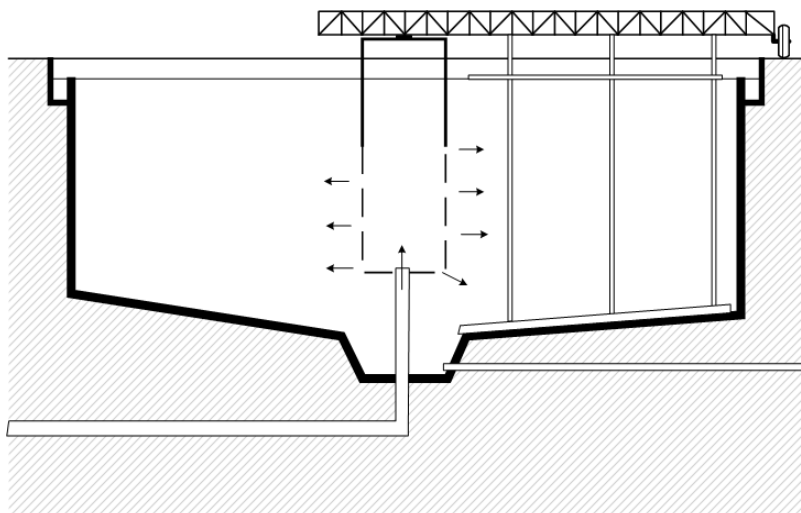
Jeho cílem je oddělení minerálních suspenzí (písek) od organických nerozpuštěných látek. Organické látky je výhodné v odpadní vodě nechat. Separace se děje na základě rozdílných hustot obou materiálů, využívá se buď síla gravitační, nebo odstředivá. Písek se dostává do kanalizace s deštěm. Jeho odstraněním se zabrání usazování na nežádoucích místech a zároveň se sníží abraze případných následujících zařízení. Lapáky písku se někdy provzdušňují. Oddělený písek se musí pravidelně odstraňovat (těžit). Rozdělujeme je na vertikální a horizontální.

Usazovací nádrže

Usazovací nádrže se používají k oddělení primárního organického znečištění. Vzniklý kal se nazývá primární a je energeticky cennou surovinou. Používá se (u velkých čistíren) pro výrobu bioplynu. Tím se zároveň zneškodní a stabilizuje. Usazovací nádrže (většinou) pracují kontinuálně tzv. průtočné usazovací nádrže. Nádrže s přerušovaným provozem se nazývají

dekantační. Usazovací nádrže jsou pravouhlé nebo kruhové s horizontálním nebo vertikálním průtokem.

Obr. 2. Kruhová usazovací nádrž s horizontálním průtokem [1]



2. Fyzikálně-chemické čištění

Fyzikálně-chemické procesy jsou využívány především u zaolejovaných odpadních vod, vod z chemických výroby nebo zpracování kovů. V těchto případech je využíváno aparátů s procesy sedimentace, srážení, flotace a filtrace [20].

Filtrace

Používá se při čištění odpadních vod tehdy, jestliže jsou požadavky na nízkou koncentraci nerozpuštěných látek v odtoku. Často se také využívá jako předčištění před procesy, kde by přítomnost nerozpuštěných látek v čištěné vodě vadila (úprav vody ionexi, membránové separační procesy, adsorpce).

Nebo pro dočištění odtoku z biologických čistíren, neboť hlavní podíl zbytkového znečištění tvoří právě nerozpuštěné látky, které lze zachytit filtrací. Filtrace se rovněž používá pro zachycení zbylých vloček koagulací.

Flotace

Je separační proces, používaný k oddělování tuhé fáze od kapalné, při kterém se nerozpuštěné látky spojují s mikrobublinkami plynů a vytvářejí flotační komplexy, jejichž specifická

hmotnost je menší než specifická hmotnost kapaliny. V důsledku toho stoupají flotační komplexy ke hladině, ze které jsou odstraňovány.

Neutralizace

Při mnoha chemických výroбах vznikají odpadní vody, jejichž hodnota pH nesplňuje podmínky pro jejich vypouštění do toku. Kyselé odpadní vody vznikají při výrobě sulfitové buničiny, průmyslových hnojiv, barviv, rafinací ropy a výrobě benzínu. Před vypouštěním takových vod do toku je nutné provést jejich neutralizaci vhodným způsobem.

Srážení

Přidáním vhodného chemického činidla do roztoku, obsahujícího různé ionty, je možné dosáhnout vysrážení části rozpuštěných iontů z roztoku ve formě sraženiny, která je vodě velmi omezeně rozpustná.

Chemická oxidace a redukce

Při čištění některých typů odpadních vod je někdy nutné použít k likvidaci nebo k inaktivaci nežádoucích látek chemické oxidace či redukce. Oxiduje-li se v daném systému určitá látka, potom musí v systému být přítomna i další látka, která se redukuje. Proto jsou tyto děje označovány jako redoxní [13].

Adsorpce

Je separační proces, jehož principem je hromadění plynné látky ze směsi plynů nebo rozpuštěné látky v kapalině (adsorbátu) na povrchu pevné látky (adsorbentu) účinkem mezipovrchových přitažlivých sil. Podle povahy sil je dělíme na fyzikální, chemisorpce a iontové adsorpce.

Extrakce

Extrakce neboli vyluhování je metoda získávání látek z různých, většinou přírodních materiálů. Vyluhovávají se hlavně tuky, barviva a různé cenné složky. Pro extrakci je velice důležité rozpouštědlo, protože při extrakci přecházejí extrahované látky do jediné fáze - do fáze rozpouštědla, většinou kapalné. Extrakci lze provádět za tepla i za studena [16].

Desorpce

Desorpce (nazývaná také stripping, stripping, odvětrávání, odhánění je fyzikální proces, při kterém těkavé látky jsou odstraňovány z vody přiváděním vodní páry, vzduchu nebo dalších plynů.

3. Biologické čištění

Princip biologického čištění je založen na odstranění organického znečištění pomocí působení mikroorganismů, zejména bakterií. Organické znečištění ve splaškové nebo vyčištěné vodě můžeme kontrolovat pomocí chemických rozborů. Čištění probíhá v biologickém reaktoru. Rozkladný proces je složitý, rychlost závisí na mnoha faktorech např. obsah kyslíku ve vodě, pH vody, teplotě, typu znečištění, na metodách čištění atd. V povrchových vodách toto čištění probíhá samovolně, jen je proces dlouhodobý. V čistírně je proces intenzifikován. Závisí na koncentraci mikroorganismů v čistírně. Nutné je vytvoření dostatečných podmínek biologických procesů, např. provzdušňování při aerobním čištění [14].

- **Biologické aerobní čištění** – organické látky jsou odstraňovány pomocí směsné kultury mikroorganismů za přítomnosti kyslíku. Nejčastěji užívané způsoby jsou aktivace, biologické filtry (biofiltry), biologické stabilizační nádrže (rybníky).
- **Biologické anaerobní čištění** – jeden ze způsobů likvidace organických kalů (primární kal, aktivovaný kal) a při čištění některých koncentrovaných průmyslových odpadních vod [23].

Aktivační proces

Týká se procesu čištění odpadních vod. Odpadní vody se nejčastěji čistí biologickým způsobem, pomocí tzv. aktivovaného kalu (heterogenní kultura mikroorganismů). Klasická aktivace je prováděna ve třech nádržích.

- 1) **usazovací nádrž**, kde sedimentují snadno usaditelné látky,
- 2) **aktivační nádrž**, kde se odpadní voda mísí s aktivovaným kalem a dochází k procesu čištění,

3) dosazovací nádrž, zde se odděluje kal od vyčištěné vody. Část kalu se regeneruje a znovu se používá v aktivační nádrži [1].

Biologický filtr

Biologický filtr plní funkci mechanicko-biologického dočištění splaškových odpadních vod z domácností, rekreačních objektů, penzionů, provozoven, apod. Využití nachází především tam, kde je produkce odpadní vody velmi nepravidelná. Filtr se doporučuje osadit za čistírnu odpadních vod nebo biologický septik jako další stupeň čištění odpadní vody.

Stabilizační nádrže a rybníky

Stabilizační nádrže a rybníky se používají ke zneškodňování až úplnému vyčištění hnilobných odpadních vod za použití různých nádrží rybničního typu. Na čistícím procesu se podílí bakterie ve vodě i v kalu a další fáze látkového koloběhu. Kladem rybníků jsou nízké stavební a provozní náklady, k záporům patří hlavně značné nároky na plochu, zápachy v případě anaerobních stavů a nutnost odstraňování usazenin [19].

2.5. Charakteristika a zpracování čistírenských kalů

Čistírenské kaly jsou bohatým zdrojem organické hmoty, základních živin i stopových prvků a mohou zlepšovat fyzikálně-chemické i biologické vlastnosti půd. Z živin jsou v kalech významně zastoupeny především dusík a fosfor, obsah draslíku bývá většinou nízký. Reakce kalu je většinou neutrální až alkalická. Kaly dělíme na primární kal a sekundární kal (přebytečný) [8].

Primární kal – usaditelné látky v surové odpadní vodě (kal z usazovacích primárních nádrží) má zpravidla zrnitou strukturu a je tvořen nerozpuštěnými látkami, které prošly lapákem písku a česlemi.

Sekundární kal (přebytečný) - přebytečná biomasa z biologického růstu. Kal z dosazovacích nádrží, má vločkovitou strukturu a jeho charakter je ovlivněn čistícím zařízením, v němž vznikl.

Oba druhy kalů se spojují a společně nebo separátně se zahušťují před dalším zpracováním. Takto spojený kal se nazývá **surový kal**. Složení a obsah sušiny surového kalu závisí na

původu kalu (druh kanalizace, složení odpadních vod, mechanický stupeň čištění, poměr mezi primárním aktivovaným kalem apod.) [8].

Zpracování kalu zahrnuje jeho zahušťování, stabilizaci, odvodňování a finální likvidaci. Často se do tohoto procesu zařazuje i hygienické zabezpečení kalů a v současné době se zkoumají nové možnosti předúpravy kalů [6].

Zahušťování kalu

Je první etapou zpracování kalu v kalovém hospodářství čistírny odpadních vod (ČOV), proto jeho provedení ovlivňuje veškeré další nakládání s kaly. V zásadě určuje investiční i provozní náklady kalového hospodářství (rozměry nádrží, energie na čerpání) [8].

Stabilizace kalu

Stabilizací kalu se rozumí takové jeho biologické či fyzikálně chemické zpracování, které zajišťuje jeho hygienickou nezávadnost a relativní stabilitu vzhledem k jeho dalšímu použití. Stabilizovaný kal není náchylný k dalšímu rozkladu, takže při skladování nezpůsobuje pachové a hygienické problémy. Nejpoužívanější typy stabilizace jsou anaerobní, aerobní, chemická.

Anaerobní stabilizace je nejčastějším typem používaným na středních a velkých čistírnách.

Je výhodná tím, že při této stabilizaci dochází k transformaci organických látek na bioplyn, který lze energeticky využívat.

Aerobní stabilizace je založena na prodloužené aeraci kalu, která vede k oxidaci většiny biologicky rozložitelných látek. Aerobní stabilizaci lze zabezpečit přímo v aktivaci jejím zvětšením a prodloužením stáří kalu cca nad 20 až 30 dní (v závislosti na teplotě) nebo provzdušňováním přebytečného aktivovaného kalu v oddělené stabilizační nádrži. Výhodou je, že zde koncentrace kalu může být podstatně vyšší než v aktivační nádrži.

Chemická stabilizace je založena na přidávku CaO tj. páleného (nehašeného) vápna, které působí v důsledku reakce s vlhkostí kalu [6].

Odvodňování kalu

Při odvodňování kalu dochází k dalšímu odstranění vody na úroveň tuhé rýpatelné konzistence. S tímto kalem lze zacházet jako se zeminou. K mechanickému odvodňování se používají pásové lisy, kalolisy, vakuová filtrace (bubnový filtr), dekantální odstředivky (k zahuštění kalu i k odvodnění), přirozený způsob odvodňování (kalová pole a laguny) [9].

Finální likvidace kalu

Konečné způsoby zpracování kalu jsou skládkování (skládky), zakomponování kalu do stavebních materiálů, kompostování, použití jako hnojivo. Vedlejší produkty stabilizace kalu jsou kalová voda a bioplyn [5].

3. Čistička odpadních vod města Chotěboře

Převažujícím výrobním odvětvím v Chotěboři (necelých 10 000 obyvatel) je strojírenský průmysl se zaměřením na výrobu potravinářských strojů (zařízení pro mlékárny, pivovary apod.) a průmyslových robotů. Zastoupen je též průmysl dřevozpracující. Ve městě působí řada stavebních a obchodních firem a také živnostníků.

Byla zde uvedena do provozu mechanicko - biologická čistička odpadních vod ČOV s terciálním dočištěním (biologický rybník). Čistírna čistí odpadní vody z jednotné kanalizace města Chotěboře a z obce Bílek (místní část). ČOV byla uvedena do zkušebního provozu v roce 1994. Trvalý provoz byl zahájen v roce 1995. Projektantem ČOV by Hydroprojekt Praha, investor město Chotěboř [24].

3.1. Technický popis stokové sítě

Stoková síť města Chotěboře je provedena jako jednotná tj. pro společné odvádění odpadních vod splaškových a dešťových. Byla historicky vybudována po částech, podle dílčích projektů postupného rozvoje zástavby. V současné době odvodňuje plochu cca 150 ha, převážně je dimenzována podle Bartoškovy metody na náhradní 15 - ti minutový déšť s periodicitou 0,5 a intenzitou 150 l/s/ha. Koeficient odtoku je uvažován hodnotou 0,375.

Do stokové sítě jsou zaústěny dešťové vpusti, zachycující povrchové vody z komunikací a ostatních zpevněných ploch. Podle známých údajů jsou veškeré odpadní vody z bytové výstavby obce do kanalizace zaústěny bez předchozího čištění v biologických septicích. Ve městě (prakticky ale až pod objektem ČOV) vzniká místní vodoteč Kamenný potok. Vodoteč je vytvořena odtokem z ČOV (odtok ze stabilizační nádrže ČOV). Hlavní kanalizační výusti, které byly do této vodoteče zaústěny, byly podchyceny dvěma sběrači. Sběrače byly při výstavbě ČOV podchyceny v místě soutoku přírodní stokou na ČOV (DN 1000). Vlastní objekty ČOV jsou situovány v zámeckém parku Chotěboře.

Na kanalizační síť města je připojen výtlačný řád odpadních vod z místní části Bílek. Délka výtlačného řadu je 4529 m. Z hlediska odkanalizování je u stokové sítě nepříznivým faktem, že veškeré odpadní vody jsou sváděny mimo město (k ČOV) bez možnosti odlehčení při dešťovém stavu. Tento fakt klade zvýšené nároky na provoz, údržbu, ale i investice do stokové sítě, především ve spodních partiích celého odkanalizovaného území.

Za mechanicko - biologickou částí ČOV (tzv. ČOV 1) odtéká voda do stabilizační nádrže (tzv. ČOV 2). Jedná se o rekonstruovaný rybník, vybavený potřebnými doprovodnými objekty (bezpečnostní přeliv, požerák atd.) [24].

3.2. Popis čistírny odpadních vod

Kmenová stoka přivádí vodu do ČOV z kanalizační sítě. Terciální dočištění probíhá ve stabilizační nádrži. Za dešťovým oddělovačem, procházejí odpadní vody přímo mechanickým čištěním (strojní česle, vírový lapač písku, usazovací nádrž). Strojní česle zde odstraní hrubé plovoucí nečistoty. Vírový lapák písku odstraňuje z vody písek a v usazovací nádrži se na dně usazují kaly. Uprostřed nádrže je mechanicky vyčištěná voda a na povrchu se nachází lehké usazeniny. Nádrž je rozdělená na část aktivační (denitrifikační a nitrifikační část) a dosazovací nádrže (probíhá zde biologické čištění). Kalová koncovka ČOV je vybavena strojním odvodněním kalu. Do biologického rybníka jsou za dešťových stavů vypouštěny i předčištěné vody. Odtok vyčištěné vody se odvádí do Kamenného potoka.

Během výstavby ČOV i následně během provozu byly upravovány a měněny některé původně navržené technologie (změna aeračního systému na jemnobublinný, úprava a zmenšení dmychárny, výměna česlí atd. Ze tří sdružených objektů biologického čištění jsou z provozních a technologických důvodů provozovány dva. Do biologického rybníka jsou za dešťových stavů vypouštěny i předčištěné vody z mechanického stupně ČOV.

Čistička odpadních vod byla vyprojektovaná a realizovaná jako mechanicko-biologická. Technologický návrh měl respektovat současný stav vývoje biologického čištění odpadních vod. Jednotná kanalizační síť přivádí odpadní vody nejen od obyvatel, ale i z průmyslových závodů. V následující tabulce jsou zaznamenány údaje týkající se kanalizační sítě.

Tabulka 1 Kanalizační síť [7]

Počet připojených obyvatel na kanalizaci	8 478	
Celková délka kanalizační sítě	32 013	m
Počet kanalizačních přípojek	1 261	ks
Délka kanalizačních přípojek	8 152	m

Zdroj: [7]

3.3. Mechanický stupeň čištění

Odpadní vody jsou přiváděny k ČOV jako ředěné splašky. Nejprve jsou hrubě předčištěny na jemných strojních česlích a vírovém lapáku písku. Oba tyto objekty jsou zdvojeny tak, že při bezdeštném průtoku je zatížen pouze jeden objekt, při dešti dvojice. Z lapáku písku odtéká voda do usazovacích nádrží podélných, odkud přepadá do čerpací jímky. Odtud je mechanicky předčištěná voda čerpaná na sdružený objekt biologického čištění. Kruhová nádrž Ø 18 m s další vestavěnou kruhovou nádrží Ø 12 m. Vnější nádrž tvoří z 50 % aktivaci, z 50 % regeneraci kalu. Vnitřní nádrž tvoří dosazovací nádrž. Z dosazovací nádrže odtéká voda dále přes měrný objekt do stabilizační nádrže a dále recipientu Kamenného potoka [4].

V aktivační nádrži dochází k biologickému vyčištění odpadních vod za přístupu vzduchu, který je do aktivační i regenerační nádrže dodáván dmychadly. Po odsazení dosazovacích nádrží dojde ve stabilizační nádrži (rekonstruovaný zámecký Mlýnský rybník) k dočištění odpadních vod tak, aby tyto vody vypouštěné dále do recipientu odpovídaly svojí kvalitou vyhlášce č.25/75.

Kaly usazené v kalovém prostoru usazovacích a dosazovacích nádrží jsou přečerpávány do zahušťovací nádrže odtud je kal postupně odebírán k zemědělskému využití, buď v tekutém stavu nadále zpracován na filtračních pásových lisech a odtud v tuhém stavu opět odebírán k zemědělskému využití.

Přehled objektů ČOV

Vypínací a odlehčovací objekt

Jedná se o dešťový oddělovač s čelním přepadem, kanalizační šoupě s elektrickým motorem umožňuje manipulaci a regulaci množství vody přiváděné na ČOV. Odlehčení je zaústěno do otevřeného kanálu mimo objekt ČOV voda odtéká do stabilizační nádrže.

Hrubé předčištění

Shrabky z česlí jsou zachycovány v ručním upraveném kolečku, ve kterém jsou odváženy do kontejneru a následně na skládku. Na odtoku jsou osazeny ručně stírané česle jemné šíře 600 mm. Pro odstavení česlí z provozu a jejich obtokování jsou před i za česlemi stojanová

stavítka šíře 600 mm. Celé zařízení včetně dalšího příslušenství je umístěno v temperovaném zděném objektu.

Vírový lapák písku

Lapáky písku jsou umístěny v zastřešeném objektu vedle česlovný. Směs vody a písku je čerpána mamutkovými čerpadly do pračky písku. Odtud je písek těžen a následně odvážen na skládku. Odsazená voda z pračky písku se vrací do čistícího procesu. Tlakový vzduch potřebný pro provoz mamutkových čerpadel zajišťuje kompresorová stanice 3 JSK 75 o výkonu 75m³/hodinu, která je umístěna v česlovně. Odtokovými žlaby je odpadní voda odváděna do usazovacích nádrží [3].

Usazovací nádrže

Čistírna je vybavena dvěma typovými podélnými usazovacími nádržemi (6x24 m) s mostovým shrabovákem. V provozu budou obě usazovací nádrže, pouze v případě technologické potřeby, poruchy nebo revize zůstane v provozu jedna nádrž. Další možné odstavení jedné z nádrží bude při vyhodnocení období nižšími průtoky (dle pokynů technologa). Regulace nátoků na jednotlivé nádrže se provádí pomocí stojanových stavidel. Nádrže jsou vybaveny pojízdnými mosty se stíráním hladiny a dna, odběrným zařízením plovoucích nečistot, potrubím pro odběr kalu a elektrozařízení. Obě nádrže jsou stejného provedení a vybavení, s přívodem elektrické energie na levé straně po směru přítoku. Předčištěná voda odtéká přes přelivnou hranu do odtokového žlabu a do kanalizace DN 600, která je zaústěna do čerpací stanice. Nečistoty se odběrným zařízením přepustí do jímky plovoucích nečistot, odkud se odvezou ke kompostování nebo na skládku. Přebytečná voda odtéká do žlabu UN [3].

Čerpací stanice odpadní vody

Mechanicky předčištěná odpadní voda přitéká do čerpací stanice, kam jsou dále přivedeny přepady z biologických jednotek. Odlehčení pro případ dešťového průtoku, při výpadku elektrické energie nebo poruchy čerpadel je svedeno do odtokové kanalizace vyúsťující do stabilizační nádrže. Čerpací stanice je osazena šesti provozními čerpadly. Dvě další jsou umístěna ve skladu jako rezerva. Čerpadla jsou se spouštěcím zařízením v provedení do mokré jímky [4].

Z uklidňovací sekce Z odtéká aktivační směs do dosazovací nádrže. Odsazena vyčištěná voda je stahována sběrným žlabem s oboustrannou přelivnou hranou do kanalizace a odtoku z ČOV I. ČOV II tvoří biologický rybník, maximální objem rybníka je 98 000m³, plocha v hladině 3,6ha. Průtok vody je měřen na třech místech (na přítoku v mechanickém stupni, na odtoku z ČOV I a na odtoku z ČOVII). Z recirkulačního okruhu vratného kalu je možno odtahovat přebytečný kal ze systému (pomocí čerpací jímky). Přebytečný kal je spolu s primárním kalem z usazovacích nádrží skladován ve dvou kalojemech (tzv. studené vyhnívání kalů). Kalová voda je přiváděna zpět do čerpací stanice odpadních vod. Kalovou koncovku tvoří pasový lis CENED 1000 s chemickým hospodářstvím. Vylisovaný kal je odvážen k zemědělskému využití [3].

Dosazovací část

Vyčištěná voda je vedena z dosazovací nádrže sběrným žlabem s oboustrannou přelivnou hranou potrubím DN 250 přes armaturní šachtici do kanalizačního potrubí a následně do stabilizační nádrže (ČOV II) [4].

Dmychárna - výroba vzduchu

Vzduch pro biologické čištění i pro mamutková čerpadla je stlačován v samostatném objektu dmychárny. Zde jsou osazena čtyři dmychadla s odhlučněním sáním. Nasávání vzduchu je provedeno přes sací filtry. Výtlačná strana dmychadel je zaústěna do společného sběrného potrubí DN 400, která je vyvedena z dmychárny. Výtlačné potrubí je nejprve vedeno v zemi a pokračuje v potrubním kanále až k poslední jednotce biologického čištění. Každé dmychadlo je opatřeno regulačními a ovládacími prvky, včetně pojišťovacích ventilů. Ke snížení zvukové hladiny jsou dmychadla opatřena tlumiči hluku.

Kalové hospodářství

Součástí kalového hospodářství jsou dva kalojemy s armaturní komorou a budova s kalolisem a jeho příslušným zázemím.

Chemické hospodářství – je nezbytnou součástí odvodňování kalu, jeho hlavní součástí je příprava flokulantu a doprava kalu. Skládá se z rozpouštěcí nádrže, která je vybavena rozpouštěcím zařízením s násypkou pro fakulant, další součástí nádrže je mechanické míchadlo poháněné elektrickým motorem.

Biologický rybník (ČOV II)

Úkolem biologického rybníka je dočišťování vyčištěných vod z ČOV. Voda je do rybníka přivedena výustí z ČOV dále obtokem a dále derivačním kanálem Kamenného potoka.

Požerák s odpadní štolou a vývarem

Konstrukce požeráku se štolou a vývarem je zapojena do společné konstrukce, spojené s hrází s ocelovou lávkou. V návodním čele jsou umístěny dvě výpusti uzavíratelné kanálovými šoupaty DN 400 [7].

4. Návrhy a zhodnocení ochrany prvků vodního hospodářství

V této části práce budu popisovat objekt čističky odpadních vod města Chotěboře. Dále zde popisuji rozhovor, který jsem vedla s panem L. Trčkou s vedoucím provozu ČOV. V následující části zobrazuji problémy, které jsem zjistila při návštěvě vodojemu a pramenišť. Důležité poznatky jsem konzultovala se zaměstnanci firmy VaK a.s. Havlíčkův Brod s panem Ing. Bezouškou a panem Adamcem. V dalším rozhovoru s paní Monikou Doležalovou tajemnicí bezpečnostní rady a krizového štábu jsem probírala otázky zásobování obyvatelstva pitnou vodou za krizové situace. Nakonec jsem krátce pohovořila se starostkou města paní Eliškou Pavlíčkovou o dotacích, které město získalo z fondů EU a agentury ROP NUTS II.

4.1. Popis čistírny odpadních vod

Čistička odpadních vod se rozkládá za městem, v lokalitě pod zámeckým parkem. Je umístěna tak, že nenarušuje ráz krajiny. Celý objekt je oplocen a nepřístupný. Okolí má parkovou úpravu, přístupová cesta je asfaltová. Celá stavba se skládá z několika budov. Objekty se dělí na základní (objekty mechanického a biologického čištění, kalové hospodářství, dmychárna), pomocné (přípojka pitné vody), obsluhující (sklady, garáže, trafostanice) společné (provozní objekt). V následující mapě je zobrazeno umístění čističky. Jak můžeme vidět, poloha objektu žádným způsobem negativně nezasahuje do chodu města.

Obr. 3. Mapa ČOV Chotěboř



O problémech a provozu čistírny odpadních vod v Chotěboři jsem hovořila s vedoucím provozu panem L. Trčkou. Byl mě umožněn přístup k dokumentaci a možnost shlédnout celý objekt ČOV.

1. Ve kterém roce se začal zpracovávat projekt na výstavbu čističky odpadních vod?

V roce 1975 byl zpracován firmou Kovoprojekta Praha úvodní projekt městské kanalizační čistírny. Jako investor byl MěNV Chotěboř a výstavba měla být provedena v akci „Z“. Pro nedostatek finančních prostředků města se nepokračovalo v další přípravě projektové dokumentace a stavba nebyla realizována.

2. Kdy došlo k obnovení projektové dokumentace?

V roce 1984 MěNV Chotěboř ve spolupráci s n. p. Chotěbořské strojírny znovu zažádal u Hydroprojektu Praha o vypracování kompletní projektové dokumentace na čistírnu odpadních vod v Chotěboři. V prosinci 1984 byla v Hydroprojektu zpracována technická dokumentace s termínem dokončení 6/1985.

3. Kolik lidí se podílelo na přípravě projektu?

Na přípravě projektu se podíleli zástupci firmy Hydroprojekt Praha, hlavní inženýr, projektant, technický kontrolor a vedoucí projektového střediska.

4. Jaké byly celkové náklady na stavbu ČOV?

Celkové náklady na stavbu byly ve výši 30 545 000 Kč.

5. Kdo se podílel na financování ČOV?

Investorem byly Chotěbořské strojírny n.p. Chotěboř. Nadřízený orgán CHEPOS generální ředitelství Brno – spadalo pod Federální ministerstvo Hutnictví a těžkého strojírenství. Financující pobočka byla SBČS Havlíčkův Brod. Orgán udělující souhlas ke stavbě byl KNV Hradec Králové.

6. Ve kterém roce byla čistička uvedena do provozu?

Zkušební provoz byl zahájen už v roce 1994. Čistička byla uvedena do provozu v roce 1995.

7. Kdo je vlastníkem čističky odpadních vod?

Vlastníkem čističky je město Chotěboř a provozovatelem je VaK a.s. Havlíčkův Brod na základě nájemné smlouvy.

8. Jak je vyřešená kanalizace v obci?

Město Chotěboř má vybudovanou jednotnou kanalizační síť. Kanalizace je ve správě VaK Havlíčkův Brod a.s. Kanalizační síť byla budovaná po částech podle dílčích projektů postupného rozvoje zástavby. Odpadní vody jsou odváděny jednotnou kanalizací na stávající čistírnu odpadních vod.

9. Vyhovuje stávající kanalizační síť technickým parametrům?

Stávající kanalizační síť ve městě nesplňovala v některých úsecích technické parametry, nedosahovala potřebné kapacity, a proto se musela modernizovat.

Ekonomické náklady modernizace do 31. 12. 2010

Vodovody 1449 (tis. Kč.)

Kanalizace 10 005 (tis. Kč)

ČOV 5300 (tis. Kč)

Na čističce odpadních vod (ČOV) v Chotěboři jsem nezjistila žádné zásadní nedostatky, proto jsem se zaměřila na další objekty vodního hospodářství – vodojemy a prameniště.

4.2. Vodojemy a prameniště

Uvádím problémy, které jsem zjistila při návštěvě vodojemu a prameniště. Hovořila jsem s panem Ing. Bezouškou a panem Adamcem, zaměstnanci VaK a.s. Havlíčkův Brod provozovna Chotěboř.

Při návštěvě vodojemu u obce Sobiňov - Malochýn nedaleko Chotěboře, jsem si mohla prohlédnout celé zařízení, které v následující části popisuji.

Vodojem se nachází na vyvýšeném místě nedaleko lesa. Celý pozemek je zabezpečen plotem a zámkem. Do celého objektu je zákaz vstupu na který upozorňují vyvěšené tabule.

Na první dojem objekt působí jako kopec do kterého je zapuštěn malý bílý domek se zelenou střechou. Ve skutečnosti jádro vodojemu tvoří železobetonová stavba porostlá trávou. Vstupní dveře jsou zabezpečeny speciálním zámekem s bezpečnostní vložkou. Dveře se otvírají speciálním klíčem. Duplikát těchto klíčů u nás v ČR nelze vyrobit bez speciální bezpečnostní karty. Klíče jsou vydávány zaměstnancům pouze proti podpisu.

Při odemčení dveří má obsluha dvě minuty na deaktivaci alarmu. Do bezpečnostní skříňky vyťuká svůj pin kód, kterým odpojí alarm. Současně se tato činnost promítne a zaznamená na obrazovce dispečinku VaK a.s. Havlíčkův Brod (provozovatel).

Zemní vodojem se skládá z akumulární nádrže a manipulační (armaturní komory). První část vodojemu tvoří prostorná místnost (manipulační armaturní komora) ve které se nachází naftový generátor, který slouží jako náhradní zdroj elektrického proudu. Jsou zde umístěna veškerá ovládání, zařízení vodojemu (armatury a ostatní zařízení), která umožňují řízení provozu vodojemu, jakož i ostatní pomocná zařízení (např. přívod elektrické energie apod.). Schodiště, které se používá při sestupu k hlavnímu potrubí a čerpadlům je zajištěno zábradlím.

Druhou část tvoří akumulární nádrž, ve které se akumuluje potřebné množství vody. Hlavní nádrž vodojemu je umístěna pod zemí v hloubce 7 m o obsahu 967 m³. Město Chotěboř a okolní obce jsou zásobovány vodou z vodojemu Homole (Podmoklany). Jedná se o tři vodojemy o celkové kapacitě 2 900m³. Na Homoli jsou ještě dva vodojemy pro město Havlíčkův Brod o kapacitě 1 800m³. Celková kapacita vodojemu na Homoli je tedy 4 700m³.

V následující mapě je červeným kroužkem označeno umístění vodojemu u Sobíňova - Malochýn, který popisují. Další obrázek představuje pohled na vodojem začleněný do krajiny.

Obr. 4. Vodojem Sobíňov-Malochýn



Vodovodní systém je budován tak, aby nedošlo k narušení dodávek pitné vody. V případě havárie se dají jednotlivé části zařízení odpojit.

V následující části popisují možné příčiny havárií na objektu vodojemu, které jsem konzultovala s panem Ing. Bezouškou.

1. Jak jsou zabezpečeny vodojemy proti narušení cizí osobou?

Vodojemy a hlavní objekty jsou oploceny a elektronicky zabezpečeny. Na centrálním dispečinku jsou monitorovány stálou službou. V případě násilného narušení dveří dojde po

dvou minutách ke zpuštění alarmu. Tato neobvyklá situace se zaznamená na centrálním dispečinku VaK a.s. Havlíčkův Bod, kde je v provozu nepřetržitá služba. Vyslaný pohotovostní technik musí prověřit na místě danou situaci a zajistit řešení.

2. Za jak dlouhou dobu přijede pohotovostní technik po spuštění alarmu ve vodojemu?

Po spuštění alarmu musí pohotovostní technik být na místě havárie do 20 až 30 min.

3. Jak je zajištěn provoz při poruchách dodávek elektrické energie?

Při náhlém výpadku elektrické energie dojde k zapnutí záložního zdroje elektrické energie (generátoru), který je poháněn dieslovým motorem.

4. Mohou při čerpání vody z pramenišť' vniknout chemikálií do vodojemu?

Na prameništi odkud se čerpá voda do vodojemu, jsou prováděné kontroly (rozbory vody) každý den. Přimo v prostoru vodojemu berou se vzorky vody jednou za týden. Odběr provádí zaměstnanci vodojemu, ale i Krajská hygienická stanice kraje Vysočina. Kontrolní den odběru není přesně stanoven.

5. Jsou prostory kolem vodojemu osvětleny?

Noční osvětlení vodojemů není vhodné. Světlo by upoutávalo příliš velkou pozornost.

6. Mohou živelné pohromy ovlivnit chod vodojemu?

Při povodních nebo přívalových deštích se může dostat hnojivo z polí do spodních vod. Dalším problémem při větrných smrštích mohou být padající stromy, které by poškodily pouze vnější část vodojemu. V žádném případě by nepoškodily nádrže v zemi.

7. Které další faktory mohou narušit chod vodojemu?

Nedodržení bezpečnostních předpisů, nedbalost a další, způsobené lidským selháním.

Terorismus

Dosud na území našeho státu nebyly hlášeny útoky teroristických skupin. Proti hrozbě terorismu a živelným pohromám není ochrana nikdy dostačující. Tyto události a jejich následky nelze nikdy dopředu předvídat.

Na uvedeném obrázku je zobrazen vodojem zemní – dvoukomorový.

Obr. 5. Vodojem Homole v obci Podmoklany



Popis prameniště

Přírodní rezervace Mokřadlo se nachází na katastrálním území obcí Bezděkov, Podmoklany a Sloupno v chráněné krajinné oblasti Železné hory. K vyhlášení přírodní rezervace došlo v roce 1996. Rezervace se nachází na území zaniklého rybníka na potoce Cerhovka. Vedlejším efektem rezervace je i zachytávání přívalových vod, což vlastní rezervaci nijak neškodí. Území je tvořeno vodní plochou, olšinami, rákosinami, a porosty vysokých ostřic [32].

Obec Podmoklany je bohatou zásobárnou kvalitní pitné vody. Ta je jímána do mohutných podzemních nádrží v Braníšově a odtud je čerpána na Malochýn. Z tamní vodárny teče samospádem do Chotěboře, Havlíčkova Brodu a Čáslavi [29].

4.3. Problematika nouzového zásobování pitnou a užitkovou vodou

Na další otázky týkající se krizové situace města Chotěboře odpovídala paní Monika Doležalová tajemnice bezpečnostní rady a krizového štábu. Zaměřila jsem se na problematiku nouzového zásobování pitnou a užitkovou vodou za krizové situace.

1. Jak bude město Chotěboř zásobeno pitnou vodou za krizové situace?

Zásobování pitnou vodou by bylo řešeno cisternou firmy VaK, dále by byly vyžádány další cisterny od SSHR jako nezbytné dodávky, možnost řešení ve spolupráci s pivovarem a mlékárnou.

2. Jak je zabezpečen vodovodní systém proti na rušení cizí osobou?

Vodovodní systém akciové společnosti Vodovody a kanalizace Havlíčkův Brod je budován tak, aby k narušení dodávek pitné vody velkého rozsahu prakticky nemohlo dojít a vzniklé případy, aby šlo rychle řešit. Vodojemy a hlavní objekty jsou elektronicky zabezpečeny a stálou službou na centrálním dispečinku monitorovány (narušení cizí osobou, uzamčení, zapnutí ostrahy, průtoky, výška hladin ve vodojemech, chlorování...). Při každém podezření z narušení objektu nebo poruchy vysílá dispečink pomocí mobilního telefonu pohotovostního montéra zjistit skutečný stav.

3. Jaké vodojemy zásobují město Chotěboř?

Město Chotěboř (+okolní obce) jsou zásobovány vodou z vodojemu Homole (3 vodojemy o celkové kapacitě 2 900m³). Na Homoli jsou ještě 2 vodojemy pro Havlíčkův Brod o kapacitě 1 800m³. Celková kapacita vodojemů na Homoli je tedy 4 700m³. Město Havlíčkův Brod lze zásobovat potrubím DN 600 z vodního díla Želivka. Pak by celková kapacita vodojemů na Homoli (bez doplňování) stačila pro Chotěboř přibližně na 3 dny (při stávající průměrné denní spotřebě 1 500m³).

4. Na kolik dní vystačí voda pouze z chotěbořských vodojemů?

Při použití pouze chotěbořských vodojemů stačí zásoba vody přibližně na 2 dny. Voda do vodojemů se tlačí 2 výtlačovými potrubími. V případě havárie lze použít jedno nebo druhé (DN 250 a DN 400). Limitující je zde dodávka elektrické energie pro čerpadla, protože nemáme vlastní zdroje elektrické energie, ale i to je částečně řešeno tím, že do čerpací stanice Podmoklany je elektrická energie dodávána ze dvou elektrických vedení.

5. Jaké přivaděče dodávají pitnou vodu do Chotěboře?

Z vodojemu Homole jde voda do Chotěboře dvěma přivaděči starým DN 200 a novým s DN 400. Starý přivaděč DN 200 teoreticky dává 28 l/sec a pokud by byla havárie na DN 400 lze Chotěboř zásobovat vodou pouze starým přivaděčem.

6. Bude plynulá dodávka pitné vody ve všech částech města?

V některých částech dojde ke změnám v tlaku. Problémy s vodou budou mít horní podlaží panelových domů na Chmelnici, kam nedoteče a stejně na tom budou výše položená stavení ve Sviném a Raňkově. Pokud bude havárie na starém přivaděči DN 200, pak vodu stačíme dodat do Chotěboře novým přivaděčem DN 400 bez problémů.

7. Jak rozvedena voda po městě?

Po městě Chotěboř je voda zokruhována a rozdělena na tlakové zóny. Pomocí sekčních šoupat můžeme na jedno místo pustit vodu z různé strany. Místní havárie zde nečiní problém, uzavře se pouze část města nebo ulice, a ostatní budou plynule zásobovány.

8. Jak je vybaveno město pro rozvoz vody v případě havárie?

Pro rozvoz vody při havárii je provoz Chotěboř vybaven pouze závěsnou cisternou za nákladní automobil o obsahu 1 m³. Naše firma má dále autocisternu na dovoz pitné vody, která ovšem parkuje v Havlíčkově Brodě a slouží pro celý obvod akciové společnosti. Při rozsáhlé havárii vyžadující dopravu pitné vody by se okamžitě muselo začít jednat s armádou, mlékárnami, pivovary...

9. Jak je kontrolována kvalita pitné vody?

Na kontrolu kvality a znečištění má akciová společnost vlastní akreditovanou laboratoř, která bere podle plánu schváleného hygienickou službou neustále vzorky pitné vody na rozbor. Při podezření, znečištění atd. lze operativně domluvit odběr vzorků podle okamžité potřeby.

10. Jaké bude řešení při odhalení znečištění?

Odhalené znečištění lze podle úrovně znečištění, nebezpečnosti znečištění atd. řešit:

- uzavřením /vyřazením/ znečištěného zdroje
- odstavením, vypuštěním, vyčištěním a desinfekcí znečištěného vodojemu

obdobně přivaděče do vodojemů, přivaděče do města a hlavní řády po městě lze do určité míry vypustit z kalníků a hydrantů, a potom znovu postupně naplnit nezávadnou vodou, zde je nutno uvést, že každý nenormální pohyb vody ve vodovodním řádu vede k uvolňování usazenin, voda je hodně provzdušněná, různě zakalená a tím vzniká nedůvěra ze strany spotřebitelů.

11. Jakým způsobem jsou zabezpečeny opravy při vzniklé havárii?

Opravy havárií provádíme vlastními silami a vybavením, které máme dostatečné. V Chotěboři máme i sklad nejnnutnějších náhradních dílů v hodnotě cca 0,5 mil. Kč. Další vybavení a materiál na opravy havárií má akciová společnost v sídle společnosti v Havlíčkově Brodě, kde je ústřední sklad i konsignační sklad našeho hlavního dodavatele VOD-Ky Litoměřice a.s. s non-stop službou, která má dále přehled o armaturách a materiálu na opravy po skladech v České republice i kontakty na zahraničí.

12. Jak je vyřešena doprava užitkové vody?

Při současné úrovni zásobování a spotřeby balené stolní vody (limonád, piva...) nebude při narušení dodávek pitné vody většího rozsahu problém v její potřebě na pití, ale ve spotřebě vody na splachování WC, dopravu užitkové vody je možno řešit cisternovými vozy JSDH a HZS

13. V případě znečištění zdrojů pitné vody, jak bude obyvatelstvo informováno o vzniklé situaci?

V případě havárie obyvatelé budou informováni místním rozhlasem, který je zaveden po celém městě i ve všech jeho místních částech. Město provozuje i www stránky, na kterých bývají uveřejněny informace. Na webu města www.chotebor.cz a www.ichotebor.cz.

4.4. Získané finanční prostředky pro město Chotěboř

Na otázky týkajících se dotací města Chotěboře odpovídala starostka města paní Eliška Pavlíčková

1. Jaký má vztah agentura ROP NUTS II k regionální rozvojové agentuře?

Město Chotěboř získalo dotaci v řádech několika milionů korun za rok 2010. Jednou z největších byla dotace z regionálního operačního programu Jihovýchod za více než 27 mil.

Kč. Tato dotace byly z evropských peněz, na stavbu autobusového terminálu před budovou ČD a na zpracování dokumentace k územnímu řízení na dětské dopravní hřiště, které udělil kraj Vysočina ve výši 25 tisíc korun.

2. Získalo město finanční částky na obnovu městských památek?

Další dotaci získalo město z Ministerstva kultury ČR za více než milion korun. Určeny jsou na program regenerace městské památkové zóny. Kraj Vysočina zase přispěl částkou za více než 56 tisíc Kč na obnovu místních památek. Roku 2010 se podařilo úspěšně dokončit stavbu skejtparku. Na investicích se podílelo společně Ministerstvo vnitra s krajem Vysočina dotacemi za více než 244 tisíce Kč.

3. Byly některé finanční částky poskytnuty na vzdělávání?

Další dotace za více než 884 tisíc Kč šly i do místního školství. Byly to dotace jak z Evropského sociálního fondu, tak Fondu Vysočiny, určené na projekty „Jedeme k přátelům“ a na projekt vzdělávání pro ZŠ Buttulova. Například ZŠ Smetanova zase využila finanční dotace od Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy z operačního programu vzdělávání pro konkurenceschopnost v rámci mimoškolního vzdělávání.

4. Měla již obec před podáním projektu o stavbě ČOV nějaké zkušenosti s financováním projektů s EU?

V době projektování a výstavby čističky Česká republika nebyla členem EU. Čistička byla uvedena do provozu v roce 1995.

Jaká finanční částka byla z rozpočtu města vynaložena za minulá období na vodní hospodářství? (Závěrečný účet za rok 2010 nebyl ještě vyhodnocen).

Rok 2005 – 1 212,53 (tis.) Kč

Rok 2006 – 1 759,89 (tis.) Kč

Rok 2007 – 5 581,09 (tis.) Kč

Rok 2008 – 1 901,11 (tis.) Kč

Rok 2009 – 2 193,23 (tis.) Kč

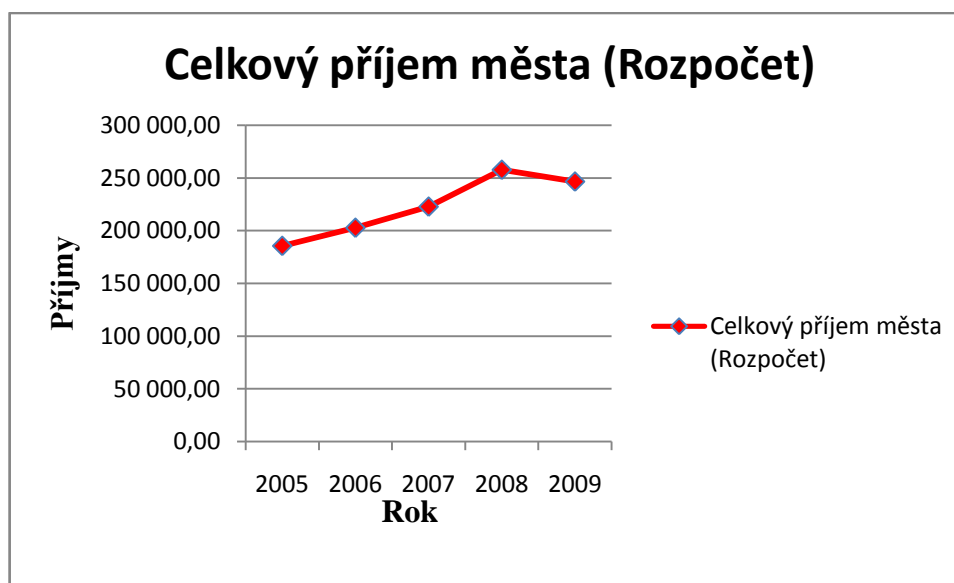
V další části práce jsem zobrazila vynaložené finanční prostředky města Chotěboře od roku 2005 do roku 2009. Rok 2010 nebyl ještě vyhodnocen. Dále zde zobrazuji část vynaložených finančních prostředků na vodní hospodářství z rozpočtu města.

Tabulka 2 Vynaložené finanční prostředky [15]

	2005	2006	2007	2008	2009
	v tis. Kč	v tis. Kč	v tis. Kč	v tis. Kč	v tis. Kč
Celkový příjem města (Rozpočet)	185 576,68	202 752,57	222 771,42	257 734,88	246 558,26
Výdaje na vodní hospodářství	1 212,53	1 759,89	5 581,09	1 901,11	2 193,23

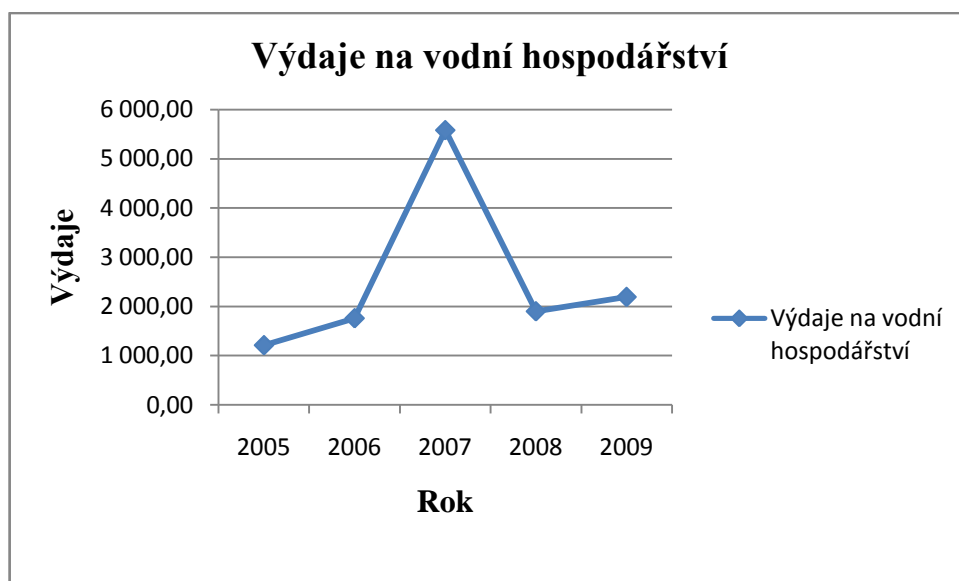
Zdroj: [15]

Obr. 6. Rozpočet města Chotěboře [15]



Nejen v tabulce, ale i v grafu si můžeme povšimnout zvýšené částky na vodní hospodářství vynaložené v roce 2007. Důvodem bylo odbahnění rybníků Kumpánek a Křivolaký (hodnota v tis. Kč 4 487,97) [15].

Obr. 7. Výdaje na vodní hospodářství [15]



4.5. Plán rozvoje vodovodů a kanalizací kraje Vysočina

Město Chotěboř - Vodovody

Veřejná vodovodní síť zajišťuje dodávku upravené vody pro velký počet obyvatel. Uvedená tabulka nám uvádí základní parametry výroby vody a její následné spotřebování s výhledem do roku 2015.

Tabulka 3 Vodovodní síť [30]

Základní parametry	Rok				
	Jednotky	2000	2005	2010	2015
Počet zásobených obyvatel	obyvatel	9 645	9 652	9 678	9 053
Voda vyrobená celkem	tis.m ³ /r	558,9	597,4	688,8	761,6
Voda fakturovaná celkem	tis.m ³ /r	558,9	544,8	536,5	517,2
Voda fakturovaná pro obyvatele	tis.m ³ /r	480,5	466,3	457,5	438,3
Speciál. potřeba fakt. vody obyvatelstva	l/os.den	136,5	132,4	129,6	132,6
Speciál. potřeba fakt. vody	l/os.den	158,7	154,6	151,9	156,5
Speciál. potřeba vody vyrobené	l/os.den	158,7	169,5	195	230,5
Průměrná denní potřeba	m ³ /d	1 531,1	1 636,4	1 887,3	2 086,5
Maximální denní potřeba	m ³ /d	2 087,1	2 236,4	2 587,9	2 869,8

Zdroj: [30]

Když např. porovnáme rok 2000 s výhledem do roku 2015, můžeme konstatovat, že i nadále spotřeba vody bude mít vzrůstající tendenci i přesto, že počet obyvatel stále klesá. Čím tato situace může být způsobena? S tabulky je patrné, že zvýšená spotřeba vody je zapříčiněna pokrokem a modernizací. Zavádění nových technologií do výrobního procesu je náročné na energii, ale i na spotřebu vody.

Kanalizace a ČOV – základní údaje

V další tabulce je předložen přehled o stávajícím stavu kanalizace. Není vždy pravidlem, že všechny odpadní vody jsou odváděny kanalizací do čističky.

Přestože počet obyvatel napojených na kanalizaci roste, stále ještě velké množství odpadních vod odtéká do potoka, a to hlavně na vesnicích. Splaškové vody z převážné části jsou zachyceny v bezodtoké jímce, odkud se vyvážejí na zemědělsky využívané pozemky. Další z velkých problémů je vybudování kanalizačních sítí, které jsou ekonomicky náročnější než ve městech.

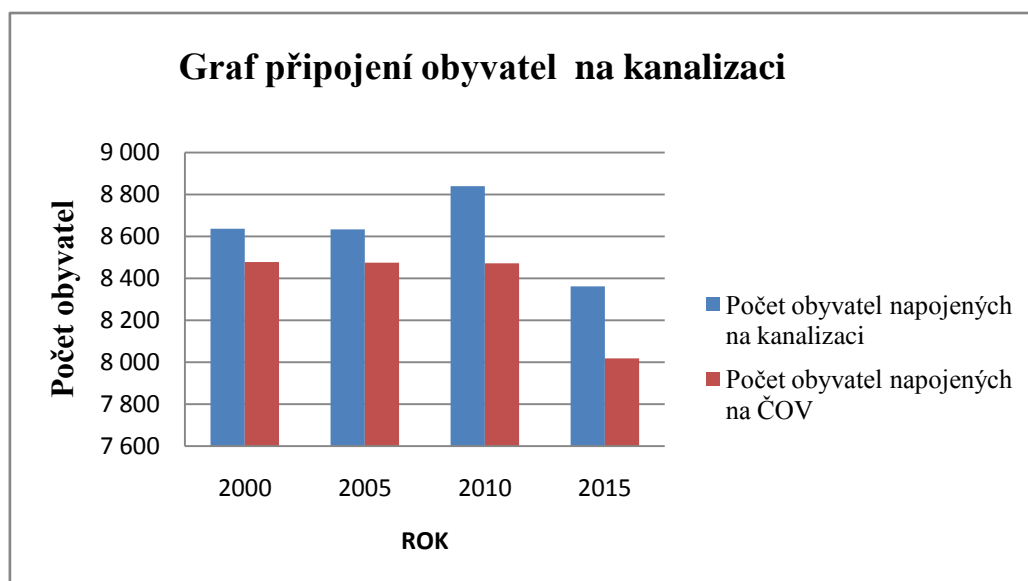
V tabulce je zobrazen výhled produkce odpadních vod až do roku 2015. Při hodnocení tabulky za období roku 2000 do roku 2010 si můžeme povšimnout vyrovnanosti produkce odpadních vod m³/den.

Tabulka 4 Kanalizace [30]

Základní parametry	Rok				
	Jednotky	2000	2005	2010	2015
Počet obyvatel napojených na kanalizaci	obyvatel	8 636	8 633	8 840	8 362
Počet obyvatel napojených na ČOV	obyvatel	8 478	8 475	8 472	8 019
Produkce odp. vod obyvatele	l/os.den	169	169	169	170
Produkce odpadních vod	m ³ /den	1 650,80	1 647,80	1 647,20	538,90

Zdroj: [30]

Obr. 8. Připojení obyvatel na kanalizaci[30]



Graf zobrazuje připojení obyvatel na kanalizaci a zároveň napojení na čističku odpadních vod. V roce 2010 byla zahájena nová bytová výstavba. Došlo k vybudování nových kanalizačních přípojek.

5. Analýza zranitelnosti prvků vodního hospodářství

V této části bakalářské práce uvádím případ, který odvysílala Česká televize dne 19. 3. 2011. Do vodojemu u obce Tučapy na Kroměřížsku, vnikl po vypáčení dveří neznámý pachatel. V objektu vysypal žlutý prášek. Neznámý prášek detekovali hasiči pomocí speciálního přístroje, jako chemickou látku, pravděpodobně hnojivo. Při dalším ohledání bylo hnojivo nalezeno také na okolních polích kolem vodárny. Pracovníci vodáren uzavřeli hlavní přívod vody a přijali opatření k vypuštění vodojemu. Obyvatelé čerpali vodu z přistavených cisteren. Chemická laboratoř označila prášek jako hnojivo, které bylo nalezeno nejen ve vodojemu, ale také v polích a okolí kolem vodárny. Podle průzkumu voda kontaminovaná nebyla [22].

Důsledky události v obci Tučapy

- Vyhlášení varování pro občany,
- Uzavření hlavního přívodu vody,
- Zákaz pití zbytkové vody v rozvodech,
- Náhradní zdroje pitné vody,
- Vypuštění vodojemu.

Shrnutí události v obci Tučapy

- Případ si převzali kriminalisté, kteří jej vyšetřují pro krádež a vloupání ve stádiu pokusu a poškození cizí věci,
- Hasiči byli požádáni o spolupráci policií, která zjistila možné ohrožení vodojemu,
- Informace předána zástupcům životního prostředí, hygieny, obce a obce s rozšířenou působností,
- Jednalo se o sulfátové hnojivo, které bylo v malém množství rozpuštěno ve velkém množství vody, proto nebylo životu nebezpečné,
- Přesto vodaři vodovodní řad okamžitě vypustili a dvakrát denně odebírají a vzápětí zkoumají vzorky.
- **Tato situace ovlivnila život 400 lidem v Tučapech.**

Po zhlédnutí této události jsem vedla řízený rozhovor s pracovníky VaK a.s. Havlíčkův Brod provozovna Chotěboř o bezpečnosti vodojemů v lokalitě Chotěboř. Tento rozhovor je uveden v kapitole 5. 2. Vodojemy a prameniště.

Na základě získaných poznatků navrhuji vylepšení všeobecné ochrany vodojemů. Jedna z možností je bezpečnostní zámek s alarmem u dveří vodojemu. Vodojemy na Chotěbořsku jsou už zabezpečeny touto ochranou, proto jsem svou pozornost zaměřila na další možnosti ochrany, jako jsou bezpečnostní agentura a bezpečnostní dveře. Tyto prvky ochrany budou podrobně rozebrány v následující části.

1. Bezpečnostní agentura

„Službu lze rozdělit na dva základní typy – monitoring a komplet. U služby monitoring je výjezd vždy uskutečněn na pokyn zákazníka, který je v případě poplachu kontaktován dispečinkem, a je účtován samostatně. U služby komplet je výjezd vždy uskutečněn automaticky, zákazník je vyzooměn o výsledku kontroly. U služby komplet se výjezdy neúčtují.“ [28].

V následujících tabulkách jsou zobrazeny finanční náklady účtované za služby bezpečnostní agentury [28].

Tabulka 5 Ceník služeb bezpečnostní agentury [28]

Služba „monitoring“

Položka	velké firmy
Cena služby (bez DPH)	od 250 Kč
Aktivace jednorázově	zdarma
Zajištění výjezd	od 500 Kč
Přenos dat GPRS za měsíc	dle způsobu přenosu
Výpis událostí	100 Kč

Zdroj: [28]

Služba „komplet“

Položka	velké firmy
Cena služby (bez DPH)	od 1800 Kč
Aktivace jednorázově	od 1000 Kč
Zajištění výjezd	0,00 Kč
Přenos dat GPRS za měsíc	200 Kč
Výpis událostí	100 Kč

Zdroj: [28]

Tabulka 6 Celková kalkulace nákladů za službu

Služby	Monitoring	Komplet
Položka	velké firmy	velké firmy
Cena služby (bez DPH)	250 Kč	1 800 Kč
Přenos dat GPRS za měsíc	dle způsobu přenosu	200 Kč
Výpis událostí	100 Kč	100 Kč
Mezisoučet	350 Kč	2 100 Kč
4 výjezdy	2 000 Kč	0 Kč
Cena služby (bez DPH)	2 350 Kč	2 100 Kč
DPH 20%	470 Kč	420 Kč
Cena celkem	2 820 Kč	2 520 Kč

Zdroj: *autor*

Při výpočtu kalkulace nákladů za služby bezpečnostní agentury jsem dospěla k výsledku, že náklady na službu monitoring jsou vyšší v případě výjezdů než u služby komplet o 300 Kč. Ve výsledku není zahrnuta cena za přenos dat GPRS za měsíc z důvodů individuálního přístupu k požadavkům zákazníka na způsobu přenosu dat.

Zhodnocení návrhu

Danou studii (náklady spojené za službu bezpečnostní agentury) jsem konzultovala se zaměstnancem VaK a.s. Chotěboř panem Ing. Bezouškou, do jejichž kompetence vodojemy patří. Dospěla jsme k názoru, že zabezpečení bezpečnostní agenturou vlastně zajišťují každodenně zaměstnanci VaK a.s. Chotěboř, a tím by vynaložené finanční náklady byly zbytečné.

2. Bezpečnostní dveře

Jsou významným bezpečnostním prvkem. Cílem jejich konstrukce je především zpevnění dveřního křídla, zvýšení počtu uzamykatelných a zajišťujících míst po celém obvodu dveří a vybavení uzamykatelnými systémy, které jsou odolné proti známým způsobům překonání. Dveře musí vyhovovat rovněž protipožárním požadavkům a zároveň v případě mimořádných událostí by mělo být možné je otevřít v co možná nejkratší době. Pro zvýšení účinku mohou

být dveře kombinovány s mřížemi. Dveře jsou vzhledem k nejčastějším způsobům zdolávání vybaveny zábranami proti vysazení ze závěsů, proti vyražení, vypáčení a prokopnutí. Pořizovací cena je závislá na typu, šířce, výšce a stupni ochrany. Může se pohybovat v rozmezí od 12000,- Kč až např. do 25000,-Kč. [27].

Zhodnocení návrhu

Vhodný typ zabezpečovacích dveří na objektu může odradit narušitele a znesnadnit vniknutí do vodojemu.

Zhodnocení obou návrhů

Při bližším rozboru nákladů na ochranu bezpečnostní agenturou jsem došla k názoru, že takové opatření pro ochranu vodojemu je značně nevhodné. Pokud by se jednalo pouze o jeden důležitý objekt, bylo by řešení reálnější. Provozovatel Vak a.s. Havlíčkův Brod zabezpečuje provoz pěti vodojemů postavených na různých místech, proto ochrana zabezpečení by byla velmi náročná a komplikovaná nejen na instalaci, ale i na pořízení. Pořizovací hodnota by se určitě promítla do sazeb pro konečného spotřebitele za vodného a stočného. Typ bezpečnostních dveří může velmi znesnadnit vniknutí do prostor objektu. Náklady na jejich pořízení je v řádu několika tisíc Kč. Vhodný typ dveří spolu s bezpečnostním zámkem jsou dostačující ochranou objektu.

Doporučení

Vzhledem k povaze sledovaného objektu, doporučuji i nadále věnovat zvýšenou pozornost příčinám možných poruch ohrožujících plynulé dodávky pitné vody. Je nezbytné mít dostatečné zásoby pitné vody, které v případě větší havárie budou zásobovat město. Zaměstnanci musí být neustále proškolení, dodržovat bezpečnostní předpisy, které musí být aktualizovány. Je důležité provádět pravidelné kontroly zařízení. Bylo by vhodné, aby byly vodojemy vybaveny zařízeními, která znesnadní vniknutí neoprávněné osoby do jeho prostor (bezpečnostní agentura, bezpečnostní dveře). V případě běžných poruch, které se mohou opakovat, si myslím, že je vodojem dostatečně zabezpečen. Proti živelným pohromám a hrozbě terorismu není ochrana nikdy dostačující. V takových případech můžeme pouze eliminovat rozsah poškození objektu a situaci stabilizovat. Dalším krokem bude zjistit příčiny havárie, její rozsah, charakter a další postup při likvidaci.

Závěr

Čištění odpadních vod není důležité pouze pro zachování vhodného životního prostředí, ale jedná se také o důležitou složku kritické infrastruktury. Problematika likvidace odpadních látek, znečištění ovzduší, podzemních i povrchových vod vyžadovala řešení především v oblastech většího městského a průmyslového seskupení, stejně tak i u menších objektů a obytných celků. Je v zájmu společnosti, aby životní prostředí bylo chráněno a další postup znečištění byl zastaven.

V Chotěboři byla vybudována a provozována jednotná kanalizační síť, kterou veškeré odpadní vody byly přiváděny pod zámecký park k odlehčovací komoře a dále korytem kamenného potoka do stávajícího zámeckého rybníka, kde byly akumulovány a bez jakéhokoli čištění odtékaly dále. V rybníce docházelo k nežádoucím biologickým procesům, zahnívání, zápachu, což narušovalo život obyvatel města. Nebyla řešena likvidace odpadních vod v Chotěboři, proto nebyl umožněn další postup bytové výstavby a rozvoje obce.

Výstavbou čističky odpadních vod byly zlikvidovány nedostatky v odvádění a čištění odpadních vod. Byly vytvořeny podmínky pro další plánovaný rozvoj a připravovanou bytovou výstavbu v Chotěboři. Přínosem bylo výrazné zlepšení lokality v okolí zámeckého parku Mlýnského rybníka, které se využívá k odpočinku obyvatel Chotěboře. Umístění stavby, navržená technologie čištění a vzdálenost objektu od obytné zóny zajišťuje minimální negativní vliv čistírenského provozu na okolí a obyvatele. Svým provozem a efektem naopak čistírna i vyčištění a rekonstrukce rybníka, hráze a potoka přispívá ke zlepšení životních podmínek a prostředí v povodí recipientu.

V bakalářské práci byla popsána situace stavby čističky odpadních vod ve městě Chotěboř. Dále byla zkoumána oblast možného narušení objektu vodojemu. Z poznatků, které vplynuly z řízeného rozhovoru, jsou vodojemy a hlavní objekty dostatečně zabezpečeny. Obci Chotěboř byla navržena některá doporučení, která by měla zamezit potenciálnímu vniknutí neoprávněné osoby do objektu vodojemu. Při narušení dojde po dvou minutách ke zpuštění alarmu. Neobvyklá situace se zaznamená na centrálním dispečinku VaK a.s. Havlíčkův Brod, kde je v provozu nepřetržitá služba. Vyslaný pohotovostní technik musí prověřit na místě danou situaci a zajistit řešení.

Cíl práce spočívající v bližším seznámení se základními pojmy souvisejícími s čištěním odpadních vod, jakožto části kritické infrastruktury, byl splněn v první a druhé kapitole.

Další část cíle zaměřená na přiblížení praktických problémů spojených s čištěním odpadních vod ve městě Chotěboř, byla splněna v kapitole tři.

Součástí práce bylo provedení analýzy návrhů a zhodnocení prvků ochrany vodního hospodářství ve čtvrté kapitole.

Zhodnocení vodního hospodářství na území města Chotěboře vplynuly návrhy uvedené v páté kapitole.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že cíl práce byl splněn.

Seznam použité literatury

- [1] BINDZAR, Jan, et al. *Základy úpravy a čištění vod.*, první. Praha, VŠCHT Praha, 2009. 251 s. Dostupné z WWW: <<http://vydavatelstvi.vscht.cz>>. ISBN 978-80-7080-729-3.
- [2] BRANIŠ, Martin, et al. *Výkladový slovník vybraných termínů z oblasti ochrany životního prostředí a ekologie*, první. Praha, Karolinum, 1999. 46 s. ISBN 80-7184-758-5.
- [3] BROŽA, Vojtěch, et al. *Vodní hospodářství a vodní stavby*, první. Praha 1 : SNTL, 1988. 196 s. ISBN 04-730-88, L17-A-IV-31/72271.
- [4] ČOV Chotěboř- použité materiály
- [5] DOHÁNYOS, Michal; KOLLER, Jan; STRNADOVÁ, Nina, *Čištění odpadních vod.*, 2. vydání. Praha, Vydavatelství VŠCHT , 2007. 177 s. Dostupné z WWW: <<http://vydavatelstvi.vscht.cz>>. ISBN 978-80-7080-619-7.
- [6] HLAVÍNEK, Petr; MIČÍN, Jan; PRAX, Petr. *Stokování a čištění odpadních vod.*, první. Brno, Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o. Brno, 2003. 283 s. ISBN 80-214-2535-0, ISBN 80-214-2535-0.
- [7] Hydroprojekt Praha
- [8] LYČKOVÁ, Barbora; FEČKO, Peter; KUČEROVÁ, Radmila, *Zpracování Kalů.*, první. Ostrava, VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009. 87 s. ISBN 978-80-248-1921-1, ISBN 978-80-248-1921-1.
- [9] PETRŮ, Adolf. *Odpady v přírodním prostředí a vodním hospodářství*, první. Praha 1 : Nakladatelství technické literatury SNTL, 1979. 136 s. L17-B3-IV-31/72125.
- [10] PROCHÁZKOVÁ, Dana; ŘÍHA, Josef. *Krizové řízení*, první. Praha, Ministerstvo vnitra, Hasičský záchranný sbor ČR, 2004. 226 s. ISBN 80-86640-30-2.
- [11] ŘÍHA, Josef. *Voda a společnost; Ochrana životního prostředí*, první. Praha; Nakladatelství technické literatury SNTL, 1987. 340 s. L17-B3-IV-41/72297.

[12] ŽABIČKA, Zdeněk, et al. *Odvodnění staveb*, 2. doplněné vydání. Praha, ERA, 2007. 96 s. ISBN 80-7366-077-6.

[13] ŽÁČEK, Ladislav, *Chemické a technologické procesy úpravy vody*, první. Praha, Nakladatelství technické literatury SNTL, 1981. 272 s. L16-B3-IV-41/62000.

WWW stránky

[14] Biologické čištění vod [online]. 2008 [cit. 2011-03-19]. *Čistička odpadních vod*. Dostupné z WWW: <<http://www.cisticka-odpadnich-vod.eu/otazky-a-odpovedi/biologicke-cistení-vod>>.

[15] Chotebor [online]. 2010 [cit. 2011-04-27]. *ZaverecnyUcet2007*. Dostupné z WWW: <http://www.chotebor.cz/user_data/zpravodajstvi/obrazky/File/rozpocet/ZaverecnyUcet2007.pdf>.

[16] Cs.wikipedia.org [online]. 2011 [cit. 2011-03-19]. *Extrakce*. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Extrakce/cesle.htm>>.

[17]Cs.wikipedia.org [online]. 2009 [cit. 2011-03-19]. *Recipient (vodohospodářství)*. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Recipient_\(vodohospodářství\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Recipient_(vodohospodářství))>.

[18]Eagri [online] 2011 [cit. 2011-04-27]. *Public*. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/>>

[19] Ekologie.upol.cz [online]. 2008 [cit. 2011-03-19]. *Čištění odpadních vod*. Dostupné z WWW: <http://ekologie.upol.cz/ku/ahdo/Cistení_odpadnich_vod.pdf>.

[20] Evh.cz [online]. 2010 [cit. 2011-03-19]. *Fyzikálně-chemické čištění*. Dostupné z WWW: <<http://www.evh.cz/profil.html> >.

- [21] Evropský rok. vláda. [online]. 2007 [cit. 2011-04-27]. *Usn -30-07- příloha*. Dostupné z WWW: <<http://www.evropskyrok.vlada.cz/assets/ppov/brs/cinnost/zaznamy-z-jednani/zaznamy-2007/usn-30-07-priloha.pdf>>.
- [22] Idnes [online]. 2011 [cit. 2011-04-27]. *Tucapy-se-boji-ze-jim-hnojivo-do-vodojemu-nekdo-muze-nasypat-znovu-1dd*. Dostupné z WWW: <http://zlin.idnes.cz/tucapy-se-boji-ze-jim-hnojivo-do-vodojemu-nekdo-muze-nasypat-znovu-1dd-/zlin-zpravy.asp?c=A110322_1552968_zlin-zpravy_sot>.
- [23] KONEČNÁ, Dagmar, Projektysipvz.gytool.cz [online]. 2006 [cit. 2011-03-19]. *Popis způsobů biologického čištění odpadních vod*. Dostupné z WWW: <projektysipvz.gytool.cz>.
- [24] KOVAČKA, Václav. Chotěboř.cz [online]. 2006 [cit. 2011-03-19]. *Historie*. Dostupné z WWW: <<http://chotebor.cz/o-meste/>>.
- [25] LAIKA, Viktor. Mve.energetika.cz [online]. 2001 [cit. 2011-03-19]. *Česle*. Dostupné z WWW: <<http://mve.energetika.cz/vodnidilo/cesle.htm>>.
- [26] LINHART, Petr; RICHTER, Rostislav. Abf.cz [online]. 2008 [cit. 2011-03-19]. *Ochrana kritické infrastruktury*, Dostupné z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/112/3_2003/linhart.html>.
- [27] Next [online]. 2010 [cit. 2011-04-27]. *Bezpečnostní dvere-cenik*. Dostupné z WWW: <<http://www.next.cz/data/files/files/dokumenty/bezpecnostni-dvere-cenik.pdf>>
- [28] Pcovidocq [online]. 2007 [cit. 2011-04-27]. *Služby*. Dostupné z WWW: <<http://www.pcovidocq.cz/sluzby/cenik-sluzeb.htm>>.
- [29] Podmoklany [online]. 2005 [cit. 2011-04-27]. *Obec*. Dostupné z WWW: <<http://www.podmoklany.wz.cz/obec.htm>>.
- [30] Prvk.kr-vysocina.cz [online]. 2010 [cit. 2011-03-20]. *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Kraje Vysočina.*, Dostupné z WWW: <<http://prvk.kr-vysocina.cz/prvk>>.

[31] ŠVEHLA, Pavel. 3.czu [online]. 2003 [cit. 2011-03-19]. *Člověk a odpadní voda*.
Dostupné z

WWW:<http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=131>.

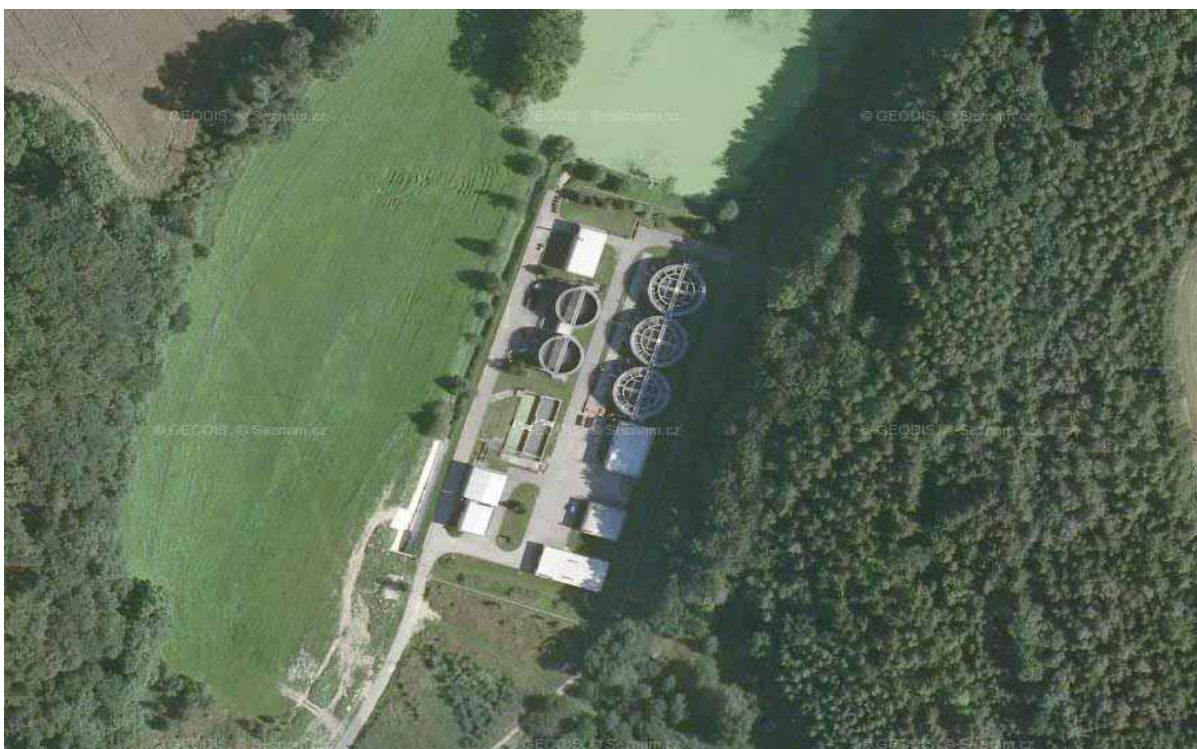
[32]Wikipedia [online]. 2011 [cit. 2011-04-27]. *Mokřadlo*. Dostupné z
WWW:<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Mokřadlo>>.

Příloha

Umístění stavby (ČOV)



Staveniště souboru staveb se nachází v zámeckém parku kde je nutno respektovat zájmy památkové péče a ochrany přírody. Úprava Kamenného potoka je navržena tak, aby zájmy ochrany přírody nebyly narušeny. Umístění ČOV je ve volném prostoru před mlýnským rybníkem a její výstavbou nedošlo k žádnému zásadnímu zásahu do památkově chráněné vzrostlé zeleně.



Začlenění čističky odpadních vod do krajiny (lokalita Chotěboř) - pohled shora



Pohled z cesty zámeckého parku ČOV



Vodojem Homole v obci Podmoklany