

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO  
INŽINIERSTVA**

2117674

**POSÚDENIE PREVÁDZKY VYBUDOVANEJ  
VEGETAČNEJ ČISTIARNE ODPADOVÝCH VÔD**

**2010**

**Bc. Lucia Ladická**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO  
INŽINIERSTVA**

**POSÚDENIE PREVÁDZKY VYBUDOVANEJ VEGETAČNEJ  
ČISTIARNE ODPADOVÝCH VÔD**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Krajinárstvo
Študijný odbor:	Krajinárstvo 6.1.11
Školiace pracovisko:	Katedra krajinného inžinierstva
Školiteľ:	Luboš Jurík, Ing. doc. PhD.

**Nitra 2010**

**Bc. Lucia Ladická**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE**

**FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO  
INŽINIERSTVA**

Katedra krajinného inžinierstva

Akademický rok: 2008/2009

**ZADÁVACÍ PROTOKOL DIPLOMOVEJ PRÁCE**

**Posúdenie prevádzky vybudovanej vegetačnej čistiarne odpadových vôd**

Študent: Bc. Lucia Ladická

Študijný odbor: 6.1.11 Krajinárstvo

Študijná špecializácia: Krajinné inžinierstvo

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku FZKI SPU v Nitre z roku 2008 Vám zadávam tému diplomovej práce:.

Cieľ práce:

Spracovať prehľad literatúry o čistení odpadových vôd.

Zistenie súčasného stavu o čistení odpadových vôd

Získať informácie o množstve a kvalite OV na prítoku VČOV a po vyčistení

Zhodnotiť kvalitu procesu čistenia odpadových vôd

Rámcová metodika práce:

Spracovanie metodiky práce

Spracovať prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Výber miesta pre riešenie diplomovej práce

Získanie informácií a podkladov o konkrétnej VČOV

Vyhodnotenie získaných podkladov

Spracovanie záverov a kompletácia práce

Rozsah grafických prác: podľa Metodiky písania záverečných prác na SPU v Nitre

Rozsah textovej časti: podľa Metodiky písania záverečných prác na SPU v Nitre

Literatúra:

1. BELICA, P. : Metodická, informačná a inštruktážna činnosť pre podniky VaK a ich prevádzky na Slovensku, MP SR Bratislava, VÚVH Bratislava, 1995, ISBN :.
2. CHUDOBA, J. - DOHÁNYOS, M. - WANNER,J. :Biologické čistení odpadních vod, SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1991, ISBN 80-03-00611-2, STR.465.
3. STREĎANSKÝ, J. – PARILÁKOVÁ, K. – STREĎANSKÁ, A. : Hodnotenie kvality životného prostredia, SPU Nitra, 2005, ISBN: 80 – 8069 – 625 – X, str. 159.

Vedúci diplomovej práce: doc. Ing. Ľuboš Jurík PhD.

Konzultant diplomovej práce:

Dátum zadania diplomovej práce:

september 2008

Harmonogram postupu prác:

Spracovanie metodiky práce september 2008

Spracovať prehľad literatúry

Výber miesta pre riešenie bakalárskej práce december 2008

Získanie informácií a podkladov o území máj 2009

Zosumarizovanie podkladov november 2010

Spracovanie textovej časti marec 2010

Dátum odovzdania bakalárskej práce: máj 2010

*Podpis*

*Podpis*

*Doc. Ing. Viliam Bárek CSc.*

*Doc. Ing. Karol Kalúz CSc.*

Vedúci katedry

Dekan

### Čestné vyhlásenie

Podpísana Lucia Ladická vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Posúdenie prevádzky vybudovanej vegetačnej čistiarne odpadových vôd“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedoma zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 15.mája 2010

Lucia Ladická

## Pod'akovanie

Touto cestou si dovoľujem vysloviť úprimné pod'akovanie vedúcemu diplomovej práce doc. Ľubošovi Juríkovi, PhD. za starostlivé vedenie a ochotné poskytnuté rady pri vypracovaní diplomovej práce a taktiež aj Ing. Tatiane Kaletovej.

---

## **Abstrakt**

V súčasnej dobe existuje veľa možností čistenia dopadových vôd, a jednou z nich sú VČOV. V skutočnosti sú to mokrade, ktoré svojou koreňovou sústavou dokážu z odpadovej vody odstraňovať nežiaduce látky, a zároveň slúžia ako útočisko pre rôzne druhy živočíchov. Ide o biologické čistenie pomocou kultúry mikroorganizmov. V prvej časti sme sa zamerali čo vlastne sú VČOV a čo si vyžaduje ich správne fungovanie na to, aby v nej mohli prebiehať procesy potrebné na odstránenie nežiaducich látok. V prvej časti diplomovej práce sme sa zamerali na celkové fungovanie, prevádzku a údržbu. V metodike práce sme popísali realizáciu, prevádzku vybudovanej VČOV v záujmovom území obce Bojná Ranč pod Babicou. V závere sme vyhodnotil výsledky odobraných vzoriek vody z VČOV, ktoré sme porovnali so všeobecnými požiadavkami na kvalitu povrchových vôd.

**Kľúčové slová:** mokrade, biologické čistenie, odpadové vody, vegetačná čistiareň odpadových vôd, mikroorganizmy.



# OBSAH

<b>1. Úvod.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Prehľad súčasného stavu riešenej problematiky.....</b>	<b>15</b>
2.1 Mokrade.....	15
2.1.1 Súčasný stav.....	15
2.1.2 História VČOV.....	16
2.1.3 Definícia mokradí.....	16
2.2 Popis vegetačnej čistiarene odpadových vôd.....	17
2.3 Princíp čistenia vegetačnej čistiarene.....	17-19
2.4 Návrhové parametre.....	19
2.4.1 Predčistenie.....	19
2.4.2 Konfigurácia.....	20
2.4.2.1 Jedná plocha.....	20
2.4.2.2 Paralelné zapojenie plôch.....	20
2.4.2.3 Sériové zapojenie plôch.....	20
2.4.2.4 Paralelné plochy zapojené v sérií.....	20
2.4.2.5 Vegetačné polia kombinované s inými extenzívnymi spôsobmi čistenia odpadových vôd.....	21
2.4.3 Pôdorysná plocha.....	21
2.4.4 Pomer dĺžky ku šírke.....	21
2.4.5 Účinnosť čistenia.....	21
2.4.6 Sklon dna koreňových polí.....	22
2.4.7 Filtračná vrstva.....	22
2.4.8 Hĺbka a izolácia podložia.....	22
2.5 Funkcia rastlín vo vegetačnej čistiarni.....	23
2.5.1 Prehľad rastlín využívaných vo vegetačnej čistiarni.....	23
2.5.1.1 Trst' obyčajná.....	23-24
2.5.1.2 Chastica trsenikovitá.....	24
2.5.1.3 Pálka úzkolistá.....	25
2.6 Typy mokradí.....	25
2.6.1 Umelé mokrade s emerznými (vynorenými) rastlinami.....	25
2.6.2 Umelé mokrade s povrchovým odtokom.....	25
2.6.3 Umelé mokrade s podpovrchovým horizontálnym odtokom.....	26

2.6.4 Umelé mokrade s vertikálnym podpovrchovým odtokom.....	26-27
2.6.5 Umelé mokrade so submerznými (ponorenými) rastlinami.....	27
2.6.6 Umelé mokrade s plávajúcimi rastlinami.....	28
2.7 Konštrukčné riešenie.....	28
2.7.1 Prítok odpadovej vody.....	28
2.7.2 Odtok odpadovej vody.....	29
2.7.3 Prevádзка a údržba vegetačnej čistiarne.....	29
2.7.4 Kontrola VČOV.....	30
2.7.5 Revitalizácia VČOV.....	30
2.7.6 Náklady na výstavbu.....	31
2.8 Kolobeh hlavných makronutrientov v mokradiach.....	31
2.8.1 Kolobeh uhlíka.....	31
2.8.2 Kolobeh dusíka.....	31
2.8.3 Kolobeh fosforu.....	32
2.9 Mikroorganizmy a čistenie odpadových vôd.....	32
2.9.1 Procesy podieľajúce sa na odstraňovaní znečistenia vo VČOV.....	33
2.10 Výhody vegetačnej čistiarne.....	34
2.11 Nevýhody vegetačnej čistiarne.....	35
2.12 Zistenie realizovateľnosti VČOV a jej .....	35
2.12.1 Prípravne práce.....	35
2.12.2 Možnosti nakladania s prečistenou vodou.....	36
2.12.3 Práce pri budovaní VČOV.....	36
2.12.3.1 Príprava, meranie, prieskum v mieste výstavby.....	36
2.12.3.2 Umiestnenie stavby.....	36-37
2.13 Schéma vegetačnej čistiarne.....	38
2.14 Monitoring VČOV.....	39
2.14.1 Vegetačné čistiarne na Slovensku.....	39
2.14.2 Mapa existujúcich čistiarní odpadových vôd na Slovensku.....	40
2.14.3 Možnosti rozširovania VČOV na Slovensku.....	40
2.14.4 Optimálne kritéria pre VČOV.....	40
2.14.5 Najvhodnejšie územia a okresy pre budovanie VČOV.....	40-41
2.14.6 Vegetačné čistiarne v zahraničí.....	41
<b>3. Cieľ práce.....</b>	<b>42</b>
<b>4. Metodika práce.....</b>	<b>43</b>

4.1 Legislatíva.....	43-47
4.2 Technické normy.....	49
4.3 Povolenie príslušných orgánov.....	49
4.4 Podklady pre povolenie vodnej stavby.....	50
4.5 Výber lokality.....	50
4.6 Zhromaždené údaje o lokalite.....	50
4.6.1 Geologické pomery.....	50
4.6.2 Hydrogeologické pomery.....	50
4.6.3 Hydrologické pomery.....	50
4.6.4 Klimatické podmienky.....	51
4.6.5 Pedologické pomery.....	51
4.7 Zdôvodnenie stavby.....	51
4.7.1 Účel stavby.....	51
4.7.2 Zariadenie staveniska.....	51-52
4.7.3 Technický návrh riešenia.....	52
4.7.4 Technologický proces čistenia odpadových vôd vo VČOV.....	52-54
4.7.5 Stavebné objekty VČOV.....	54-55
4.7.6 Zemné práce.....	55-56
4.8 Hydrotechnické výpočty.....	56
4.8.1 Množstvo odpadových vôd.....	56
4.8.2 Výpočet plochy VČOV - Penzión.....	56
4.8.3 Výpočet vplyvu vyčistenej odpadovej vody v VČOV na recipient Bojnianka.....	56
4.8.4 Garantované ukazovatele vyčistenej odpadovej vody.....	56
4.8.5 Výpočet doby zdržania odpadovej vody v mechanickom predčistení.....	57
4.8.6 Celková doba zdržania odpadovej vody vo VČOV.....	57
4.8.7 Zmiešavacia rovnica.....	57
<b>5. Výsledky a diskusia.....</b>	<b>58</b>
5.1 Vyhodnocované ukazovatele.....	58-59
5.2 Vzorky vody.....	60-63
5.3 Grafy.....	64-65
5.4 Diskusia.....	66-67
<b>6. Záver.....</b>	<b>68</b>
<b>7. Zoznam použitej literatúry.....</b>	<b>69-73</b>

<b>Prílohy</b> .....	<b>74</b>
Pozdĺžny rez koreňovou ČOV PENZIÓN.....	75
Situácia stavby.....	76
Mechanické predčistenie – SEPTIK 8,5 m <sup>3</sup> .....	77
Pôdorys koreňovej ČOV PENZIÓN.....	78
Celková situácia stavby.....	79

## Zoznam skratiek

BSK <sub>5</sub>	-biochemická spotreba kyslíka
B	-baktérie
CO <sub>2</sub>	-oxid uhličitý
ČOV	-čistiareň odpadových vôd
EO	-ekvivalentný počet obyvateľov
CHSK <sub>5</sub>	-chemická spotreba kyslíka
Q <sub>p</sub>	-prietok koreňových polí
Q <sub>max</sub>	-maximálny denný prietok
Q <sub>355</sub>	-priemerný denný prietok
KL	-koloidné látky
K	-draslík
LVH SR	-lesné vodne hospodárstvo Slovenskej republiky
LPE	-lyneárne polyetylenové potrubie
mg/l	-miligram/liter
mS/m	-merná jednotka vodivosti mikro simens na meter
NL	-nerozpustné látky
N-NH <sub>4</sub>	-amoniakálny dusík
N	-dusík
NO <sub>3</sub>	-dusičnany
NaNO <sub>2</sub>	-dusitan sodný
NO <sub>2</sub> N	-dusitanový dusík
NV SR	-nariadenie vlády Slovenskej republiky
P	-fosfor
pH	-reakcia vody
P	-primárne účinky
PO <sub>4</sub>	-fosfát
P celk	-celkový fosfor
ppt	-miliontina obsahu látky
S	-sekundárne účinky
SAŽP	-Slovenska agentúra životného prostredia
S	-plocha
TROL	-ťažko rozložiteľné organické látky

TDS	-celkové rozpustené látky
UNL	-usadzujúce nerozpustné látky
VČOV	-vegetačná čistiareň odpadových vôd
V	-vedľajšie účinky
V	-vírusy
Z.z	-zbierka zákonov

## Slovník termínov

**-odpadovou vodou** je voda použitá v obytných, výrobných, poľnohospodárskych, zdravotníckych a iných stavbách a zariadeniach alebo v dopravných prostriedkoch, pokiaľ má po použití zmenenú kvalitu (zloženie alebo teplotu), ako aj priesaková voda zo skládok odpadov a odkalísk; odpadová voda môže byť splašková, priemyselná a komunálna; za použitú vodu sa nepovažuje voda vypúšťaná z rybochovných zariadení, rybníkov a vodných nádrží osobitne vhodných na chov rýb,

**-splaškovou odpadovou vodou** je použitá voda z obydli a služieb, predovšetkým z ľudského metabolizmu a činností v domácnostiach, z kúpeľní, stravovacích zariadení a z iných podobných zariadení, ktorá nie je hromadená v žumpách,

**-komunálnou odpadovou vodou** je voda zo sídelných útvarov obsahujúca prevažne splaškovú odpadovú vodu; môže obsahovať priemyselnú odpadovú vodu, infiltrovanú vodu a v prípade jednotnej stokovej siete alebo polodelenej stokovej siete aj vodu z povrchového odtoku,

**-recipientom** je vodný útvar, do ktorého sa povrchová voda, podzemná voda, odpadová voda vypúšťajú,

**-čistiarňou odpadových vôd** je súbor objektov a zariadení na čistenie odpadových vôd a osobitných vôd pred ich vypúšťaním do povrchových vôd alebo do podzemných vôd alebo pred ich iným použitím,

**-primárnym čistením** je spôsob čistenia odpadových vôd a osobitných vôd fyzikálnym procesom alebo chemickým procesom, ktorý zahŕňa sedimentáciu alebo iné procesy s účinnosťou zníženia znečistenia komunálnych odpadových vôd aspoň o 20 % v ukazovateli päťdenná biochemická spotreba kyslíka a o 50 % v ukazovateli nerozpustené látky,

**-sekundárnym čistením** je čistenie odpadových vôd a osobitných vôd biologickými procesmi s gravitačnou separáciou kalu od vyčistených odpadových vôd alebo iný spôsob čistenia odpadových vôd, ktorými sa zabezpečia požadované limitné hodnoty

ukazovateľov znečistenia vo vypúšťaných odpadových vodách,

**-primeraným čistením** je čistenie alebo zneškodňovanie komunálnych odpadových vôd, ktorým sa zabezpečia kvalitatívne ciele vôd v recipiente a požiadavky určené podľa tohto zákona a predpisov vydaných na jeho vykonanie,

**-ekvivalentným obyvateľom** (1 EO) je množstvo biologicky odstrániteľného organického znečistenia vyjadreného hodnotou ukazovateľa biochemická spotreba kyslíka za päť dní (BSK5), ktorá je ekvivalentná znečisteniu 60 g BSK5 produkovanému jedným obyvateľom za deň,

**-znečisťovaním** je priame alebo nepriame zavádzanie látok alebo tepla do vzduchu, vody alebo pôdy ako výsledok ľudskej činnosti, ktoré môže byť škodlivé pre ľudské zdravie, kvalitu vodných ekosystémov alebo suchozemských ekosystémov priamo závislých od vodných ekosystémov a ktoré má za následok poškodenie hmotného majetku, poškodenie alebo narušenie estetických hodnôt životného prostredia a jeho iného oprávneného využívania,

**-eutrofizáciou** je obohacovanie vody živinami, najmä zlúčeninami dusíka a fosforu, ktoré má za následok zvýšený rast cyanobaktérií, rias a vyšších vodných rastlín, čím môže dôjsť k nežiaducemu zhoršovaniu ekologickej stability, k zníženiu biodiverzity a kvality vody,

**-využívaním vody** je vykonávanie činností v rámci vodohospodárskych služieb a činností spojených s akoukoľvek ľudskou činnosťou, ktoré majú významný dopad na stav vôd,



## 1.Úvod

Kvalita vody má zásadný význam pre krajinu a človeka. Súčasný stav akosti povrchových vôd má zhoršujúcu tendenciu , čo negatívne ovplyvňuje ďalšie využívanie týchto vôd. Vzhľadom k postupujúcemu nadmernému prísunu živín do povodia riek a potokov je nutné pokúsiť sa o obmedzenie prísunu znečistenia výstavbou nových čistiarni odpadových vôd. Vegetačné čistiarne odpadových vôd sú umelé mokrade, ktoré majú veľký význam pre zachovanie biodiverzity. Jednou z najvýznamnejších funkcií mokradí je, že sú zdrojom vody, ktorá je nevyhnutnou podmienkou života. Mokrade fungujú ako špongie, ktoré sú schopné nasat' veľké množstvo vody a potom ju podľa potreby uvoľňovať. Voda postupne vsakuje do pôdy a obohacuje podzemné vody, ktoré sú zdrojom pitnej vody. Množstvo a kvalita vody v krajine vo veľkej miere závisí od množstva a kvality mokradí. Dostupné na ([http://www.daphne.sk/doc/DRP\\_mokrade\\_web.pdf](http://www.daphne.sk/doc/DRP_mokrade_web.pdf))

Čistiarenstvo odpadových vôd patrí k odborom, ktoré sa v poslednej dobe veľmi vyvíjajú. Tejto metóde prináležia prirodzene blízke spôsoby čistenia odpadových vôd, ktorými sú vegetačné čistiarne odpadových vôd. Tento spôsob čistenia odpadových vôd má spoločné to, že využívajú prirodzené procesy k zlepšeniu kvality vôd. Prevádzka týchto čistiarni je energeticky nenáročná, v mnohých prípadoch aj bez nároku na dodávku elektrickej energie. Z toho vyplývajú aj nízke prevádzkové náklady (BRIX,1989).

## 2. Prehľad súčasného stavu riešenej problematiky

### 2.1 Mokrade

Sú definované ako umelo vytvorený komplex zvodného alebo plytkého zaplaveného zemného podložia, emerznými, submerznými, alebo plávajúcou vegetáciou, živočíchov a vody, ktoré napodobňuje prirodzené mokrade pre praktické využitie (BASTIAN,1989). Základom, ktorý je pre všetky verzie čistenia vôd vegetačnými spôsobmi, je spoločný „mokradsý ekosystém“. Ekosystémy mokradného typu sú veľmi stabilné. Základom ich stability je druhová pestrosť, zatiaľ čo u čistiarni biotechnologického procesu za účasti maximálne 300 živých organizmov . Osídlenie prírodných mokradí môžeme počítať na tisíce druhov. Ekosystémy nepotrebujú dodávať ďalšie energie. Pre ich funkciu je potrebné vytvoriť podmienky a proces iniciovať. Umelá mokraď je umelým ekosystémom, ktorý sa obvykle ľahšie zapojí do existencie s okolitým ekosystémom. Na systéme sa učia vedci z celého sveta. I keď sú ekosystémy u nás z mnohých dôvodov nerealizovateľné, mali by slúžiť za vzor pre pochopenie hlavných princípov a zásad . Na rozdiel od našej priemyselnej civilizácie totiž nie sú v rozpore s okolitou prírodou, ani nevytvárajú nežiaduci vplyv na zemskú makrosféru (SÁGA, 1993).

Uplynulo už viac ako 50 rokov od prvých pokusov K.Seidla s čistením rôznych druhov odpadových vôd pomocou umelých mokradí. V roku 1952 začal s prvým pokusom. Odvtedy sa k jeho pokusom pridalo veľa vedcov, technikov a konštruktérov. VČOV sa rozšírili do celého sveta a skutočne na všetky kontinenty, vrátane Afriky, Ázie a Austrálie.

Prírodné biologické čistenie odpadových vôd patrí medzi extenzívne procesy, ktoré potrebujú pre dosiahnutie požadovaného čistiaceho účinku veľkú plochu, alebo veľký objem, pričom riadenie procesu je limitované. Tak ako každý druh čistenia odpadových vôd, majú extenzívne procesy oblasť ekonomickej, technologickej, vodohospodárskej a prevádzkovej použiteľnosti. Z tohto pohľadu je nutné hodnotiť a navrhovať VČOV (VYMAZAL, 1991).

#### 2.1.1 Súčasný stav

V západnej Európe je vybudovaných viac ako 500 ks vegetačných čistiarni odpadových vôd, najviac v Dánsku, SRN a Veľkej Británii.

Vegetačné čistiarne sa zaraďujú do nasledovných typov:

- prietokové filtračné vegetačné čistiarne, ktoré majú charakter prírodných mokradných plôch,

- prietochné vegetačné čistiarene s filtračným lôžkom s rôznou zrnitosťou,
- prietochné plytké nádrže so vznášajúcimi až plávajúcimi makrofyty,
- prietochné biologické nádrže so sieťovými vložkami a riasovými nárastmi - bioeliminátory

Z uvedených typov sú v poslednej dobe rozpracované najmä dva prvé typy, ktoré sa využívajú na čistenie splaškových vôd z obcí a menších miest, z rekreačných objektov, z odpadov poľnohospodárskeho a potravinárskeho priemyslu, znečistených splaškových povrchových vôd určených k rôznym účelom, k stabilizácii kalov a z klasických čistiarní (ONDERÍKOVÁ, 1993).

### **2.1.2 História VČOV**

Prvé pokusy o ich využitie pri čistení odpadových vôd boli zaznamenané v 50- tých rokoch, prvá vegetačná čistiareň začala pracovať v roku 1974 v nemeckom Othfresene. Vegetačné čistiarene, ktoré sú v štátoch napr.: Dánsko, Nemecko, Veľká Británia a pod., sú bežnou alternatívou pre čistenie odpadových vôd, u nás sa začali presadzovať koncom osemdesiatych rokov. V roku 2003 bolo v Českej republike v prevádzke viac ako 150 vegetačných čistiarní odpadových vôd. Dostupné na: ([http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf))

### **2.1.3 Definícia mokradí**

Mokrade majú význam pre zachovanie biodiverzity. Bohatstvo živých organizmov je podmienené pestrosťou stanovišť vznikajúcich v závislosti od hladiny podzemnej vody a dĺžky záplav. Mokrade veľmi účinne odstraňujú z vody živiny, predovšetkým dusík a fosfor, a tým zabraňujú ich nadmernému hromadeniu. Rastúca vegetácia využíva odobraté živiny z vody na stavbu svojho tela. Výsledkom je exektívne odstránenie nadbytku živín z vody a tým zabránenie eutrofizácie.

Mokrade fungujú ako účinné čistiarene chemických a organických odpadov. Patria k najproduktívnejším ekosystémom na svete. (Dostupné na: <http://www.seps.sk>.)

Rastlinný porast je nositeľom kyslíka, súčasne zabezpečuje neustále regeneráciu náplne svojím koreňovým systémom. Vo svojom koreňovom systéme si udržuje svoju vlastnú faunu, ktorá je schopná anulovať prípadné množenie hygienických škodlivých prvkov. Korene pohlcujú určitú časť vody a súčasne majú schopnosť odseparovať do svojho tela dusičnany a aj určité množstvo ťažkých kovov. Mokrade sa svojimi významnými funkciami stávajú pre človeka nepostradateľnými (REMETA, 1993).

## 2.2 Popis vegetačnej čistiareň odpadových vôd

Vegetačná čistiareň odpadových vôd sa skladá z predčistenia vlastných vegetačných polí. Vegetačné polia sú umelé nádrže, ktoré sú od svojho okolia izolované, pokiaľ to podmienky v mieste dovoľujú ílom, častejšie však plastovou fóliou (PVC – typ 803, polyetylén 0,5 až 2,0 mm). Niekedy sa fóliou chráni zdola i zhora vrstvou jemného piesku, alebo geotextíliou (VYMAZAL, 1995).

Koreňové pole je tvorené pôdou, ale dnes už takmer výlučne triedeným štrkom, alebo kamenivom a s nasadenými močiarnymi rastlinami. Odpadová voda je po prečistení najčastejšie rozvádzaná kameninovými, alebo plastovými perforovanými rúrkami. Drenážne rúrky sú vyvedené vždy na povrch terénu, čím zabezpečujú prívod dostatku kyslíka pre mikroorganizmy. Tieto nadtokové a odtokové drény sú obsypané najskôr frakciou štrku (5-15 cm). Stred vegetačného pola je naplnený menšou frakciou štrku (1-5 cm), alebo pieskom, používa sa často aj ich zmes. Väčší štrk sa používa z toho dôvodu, aby sa obmedzilo zanášanie náplne nádrže. Vlastnosti materiálu, ktorým je vegetačné pole vysypané, určujú do istej miery, ako dobre bude VČOV fungovať.

Pri výbere vegetačného pol'a by sme mali sledovať:

1. zrnitosť zloženie
2. štruktúru a textúru zrn
3. vodostálosť a mrazuvzdornosť materiálu
4. chemické zloženie
5. hydraulickú vodivosť, pórovitosť, mernú a objemovú hmotnosť
6. dostupnosť, cenu, transportnú vzdialenosť

Základnými prvkami samotnej vegetačnej čistiareň sú:

1. rastlinný porast neplní rozvody prítoku a výtoku, izolácie a niekoľko ďalších drobností, ktoré sa obmieňajú prípad od prípadu
2. prakticky nie je možné podľa dôležitosti preradiť niektorú časť, alebo stanoviť nejaké poradie (KOČKOVÁ, et al. 1994)

## 2.3 Princíp čistenia vegetačnej čistiareň

Vegetačná čistiareň je osadená mokradňými rastlinami. Odpadová voda preteká koreňovým systémom a filtračnou vrstvou v smere väčšieho rozmeru, pričom nastáva

čistenie fyzikálnymi, chemickými a biologickými procesmi.

Odpadová voda priteká na predčistenie, ktoré sa väčšinou skladá z česiel, lapáku piesku a štrkovej (štrbinovej) usadzovacej nádrže. Predčistená voda je rozvádzaná na jednotlivé vegetačné polia čistiarne. Polia môžu byť zapojené vedľa seba, alebo aj za sebou. Voda po prechode vegetačnými poľami je zvádzaná do stabilizačnej nádrže, alebo rovno do recipientu. Väčšina suspendovaných látok a časť organického znečistenia je odstránená už behom predčistenia. Hlavné zníženie znečistenia nastáva pri prechode vody vegetačným poľom. V nádrži prevažujú redukčné procesy. Medzi hlavné kritické miesta vo VČOV patrí predovšetkým predčistenie a vstupný prítokový rozdeľovací filter. Prakticky na všetkých lokalitách, kde sa predčistenie a rozdelenie vody podcenilo, sú veľké prevádzkové problémy, alebo sa musí čistiareň odstaviť z prevádzky. Prečistenie odstraňuje suspendované a plávajúce látky, aby sa nimi neupchal vstupný filter. Musí obsahovať česlá, lapač piesku a plávajúcich nečistôt, odkalovanie a preliv na dažďovú vodu. Predčisteniu je potrebné venovať rovnakú pozornosť ako pri klasických ČOV (SÁGA, 1993).

Mechanizmus čistenia spočíva v komplexnom fyzikálno-chemickom a biologickom procese. Organické látky sú odstraňované filtráciou za účasti suspendovaných a nárastových baktérií, tiež iných biocenóz. Dusík sa odstraňuje kumuláciou rastlinami a za pomoci baktérií pri dostatočnom množstve kyslíka v celom systéme. Podiel na odstraňovaní fosforu biocenózami je podľa doterajších poznatkov pomerne menší. Za hlavný spôsob odstraňovania fosforu sa považuje zrážanie s iónmi, prítomnými v náplni filtračného lôžka. Odstránenie baktérií a vírusov nie je dostatočne prebádané, podľa niektorých záznamov však prvom rade vyplýva z nevhodných podmienok pre ich ďalšiu existenciu. Významný je v tomto smere antagonizmus medzi baktériami, vírusmi a inými organizmami. Zníženie tohto znečistenia sa predpokladá aj pomocou adsorpcií na filtračnom lôžku. Mokradné rastliny sú veľmi dobre prispôbené k rastu v trvale zamokrených pôdach rôznymi adaptáciami (DUŠEK, 1997).

VČOV môžeme rozdeliť do dvoch skupín:

- a) s voľnou hladinou, t.j. systém s povrchovým tokom,
- b) bez voľnej hladiny, t.j. systém s podpovrchovým tokom

Z hľadiska umiestnenia v technologickej linke čistenie odpadových vôd môže slúžiť ako:

- a) **sekundárny stupeň čistenia**, t.j. za septikom (domové ČOV), alebo za

- mechanickým čistením (hrablice, lapač piesku, usadzovacia, štrbinová nádrž),
- b) **terciárny stupeň čistenia**, t.j. na dočisťovanie biologicky vyčistených odpadových vôd (odstraňovanie zostatkového znečistenia: NL, BSK<sub>5</sub>, N, P a mikroorganizmy).

Na odstraňovaní znečistenia vo vegetačných čistiarniach sa podieľajú procesy:

- a) **fyzikálne procesy** (sedimentácia, filtrácia, fyzikálna adsorpcia)
- b) **chemické procesy** (zrážanie, chemická adsorpcia, rozklad)
- c) **biologické procesy** (bakteriálny metabolizmus)
- (SÁGA, 1993)

### **Biologická rozložiteľnosť organických látok**

Z hľadiska biologickej rozložiteľnosti a toxicity môžeme organické látky rozložiť v odpadových vodách do týchto skupín:

- *látky rozložiteľné a netoxické (cukry, masné kyseliny a iné)*
- *látky rozložiteľné a vo všetkých koncentráciach toxické (fenol, formaldehyd a iné)*
- *látky ťažko rozložiteľné a netoxické (humínové kyseliny a iné)*
- *látky ťažko rozložiteľné a toxické (pesticídy, chlórované uhľovodíky)*

Podstatnou a snáď jedinou nevýhodou biologického čistenia je to, že môže z odpadových vôd odstrániť len látky biologicky rozložiteľné. Pojem biologická rozložiteľnosť je relatívna, pretože závisí na vhodnej a dostatočnej adaptácii mikroorganizmov a na podmienkach, za ktorých bol rozklad sledovaný (CHUDOBA, 1991).

## **2.4 Návrhové parametre**

### **2.4.1 Predčistenie**

Základ úspešného použitia koreňovej čistiarne je dobré mechanické predčistenie odpadových vôd. Pre najmenšie zdroje znečistenia (<50 EO) je vhodné použiť septik. Pre väčšie zdroje znečistenia splaškových vôd je najvhodnejšia kombinácia česli a štrbinovej nádrže. V prípade, že na vegetačnú čistiareň sú privádzané vody z jednotnej kanalizácie (splaškové a dažďové vody), je nutné zariadiť i lapač piesku a prírodné potrubie opatřit dažďovým prielivom. Dažďové vody z tohto prielivu sú u nás vo väčšine prípadov odvádzané bez ďalšieho čistenia do recipientu. Vo Veľkej Británii sú nadbytočné dažďové vody odvádzané veľmi úspešne, čistené v samostatnej vegetačnej čistiarni. Pri čistení

odpadových vôd, ktoré obsahujú zvýšené koncentrácie tukov, alebo ropných produktov, je vhodné zaradiť lapák tuku a normnú stenu (COOPER, 1996).

#### **2.4.2 Konfigurácia**

Vegetačné čistiarne boli zo začiatku budované s jedným poľom bez ohľadu na veľkosť plochy. Vznikali problémy s optimálnym rozvedením vody na celú plochu koreňového poľa. Neskôr s pribúdajúcimi vedomosťami sa vyvinula celá rada variantov konfigurácie koreňových polí (GELLER, 2003).

##### **2.4.2.1 Jedna plocha**

Je najjednoduchším a často aj najlacnejším riešením. Nevýhodou je malá prevádzková variabilnosť a tiež zlá priechnosť celej plochy. Ich použitie je len pre najmenšie prítoky, alebo pre maximálne 50 ekvivalentných obyvateľov (GELLER, 2003, in Ladická,2008).

##### **2.4.2.2 Paralelné zapojenie plôch**

Toto riešenie umožňuje meniť prevádzku podľa množstva a kvality odpadových vôd. Prítok je buď rovnomerne rozdeľovaný do oboch plôch, alebo pri zníženom prítoku (napr.: mimo sezóny v rekreačných oblastiach), je možné striedavo zaťažovať jednotlivé polia. Aj v prípade poruchy je možné vykonať úpravy len na jednom poli a druhé je funkčné. Riešenie rozvodov je možné niekoľkými spôsobmi. (GELLER, 2003, in Ladická,2008).

##### **2.4.2.3 Sériové zapojenie plôch**

Tento typ sa používa v prípade, ak chceme čistiaci proces optimalizovať použitím viacerých druhov substrátov, viacerých hĺbok polí, alebo ako porast použiť niekoľko druhov rastlín. Rôzne rastliny môžu zvýšiť estetický vzhľad zariadenia. Okrem toho je možné každé pole používať samostatne po vyriešení prírodných potrubí. (GELLER, 2003, in Ladická, 2008).

##### **2.4.2.4 Paralelné plochy zapojené v sérií**

Pri zariadeniach s väčším objemom privádzaných vôd, pričom je väčšie rozkolísanie prítoku vplyvom sezóny, alebo z iných dôvodov, je často používané toto technické riešenie. Spája v sebe všetky výhody predchádzajúcich samostatných riešení. Pri prevádzke môžeme podľa zmeny prítoku, alebo zmeny kvality odpadových vôd, vytvoriť niekoľko prevádzkových schém. Tiež je možné kombinovať niekoľko substrátov a rastlín (GELLER, 2003, in Ladická, 2008).

#### **2.4.2.5 Vegetačné polia kombinované s iným extenzívnym spôsobom čistenia odpadových plôch**

Pre dosiahnutie optimálneho čistiacieho účinku je niekedy po čistení vo vegetačných čistiarňach zaradený iný druh biologického čistenia (napr.: biologický rybník).

Určitým spôsobom riešenia v zmysle platnej STN je aj použitie vegetačnej čistiarne ako terciálneho stupňa po inom intenzívnom spôsobe čistenia odpadových vôd (GELLER, 2003, in Ladická, 2008)

#### **2.4.3 Pôdorysná plocha**

Všeobecne sa odporúča používať vegetačné čistiarne pre zdroje znečistenia do 500, prípadne 1000 EO, s príslušnou plochou koreňových polí okolo 2 500 resp. 5 000 m<sup>2</sup>. Tieto požiadavky vznikli predovšetkým z hydraulických problémov, ktoré na začiatku vznikli v prípade, keď sa využívalo jedno koreňové pole. Z technologického hľadiska nie je problém prevádzkovať vegetačné čistiarne pre zdroje znečistenia > 1 000 EO. Limitujúcim faktorom sa stáva nárok na potrebu plochy .

**Pôdorysná plocha sa určuje podľa vzťahu:**

$$A = \frac{Q_d \cdot (1n C_p - 1n C_o)}{K_{BSK}} \quad [m^2]$$

$Q_d$  - priemerný denný prietok [ $m^3 \cdot d^{-1}$ ],

$C$  - priemerná denná koncentrácia BSK<sub>5</sub> na prítoku [ $mg \cdot l^{-1}$ ],

$C_o$  - priemerná denná koncentrácia BSK<sub>5</sub> na odtoku [ $mg \cdot l^{-1}$ ],

#### **2.4.4 Pomer dĺžky ku šírke**

Pomer dĺžky ku šírke je veľmi dôležitým parametrom. Pre VČOV sa odporúča pomer L:B ≤ 3 pre štrkovú vrstvu a pre zeminy L:B ≤ 1 kvôli zanášaniu.

(FEKETE, 1993)

#### **2.4.5 Účinnosť čistenia**

VČOV podľa (VYMAZALA ,1991) dosahuje v priemere účinnosť čistenia 80-90% podľa BSK<sub>5</sub> (pod 20 mg/l na odtoku), 80-95% na NL, 30-50% na celkový dusík, a 30-60% na celkový fosfor.



#### 2.4.6 Sklon dna koreňových polí

Sklon dna koreňového poľa zaisťuje hydraulický gradient. V 80-tých rokoch boli vegetačné čistiarne navrhované s pomerne vysokým sklonom dna.

Sklon dna by malo byť minimálne, ktoré umožňuje bezproblémový prietok odpadovej vody filtračnou vrstvou (BOON, 1986).

#### 2.4.7 Filtračná vrstva

Substrát filtračného podložia musí spĺňať dve základne podmienky, a to dostatočnú priepustnosť, aby nedochádzalo k upchávaniu povrchového odtoku a musí spĺňať podmienky pre rast mokradnej vegetácie. Dobrá priepustnosť je veľmi dôležitá pre dobré fungovanie vegetačnej čistiarne, preto je nutné využívať zrnitejšie materiály, predovšetkým piesok a štrk (COPPER et al. 1988).

Jednou z mála vecí, ktoré môžeme v prírodnom čistiacom procese ovplyvniť, je zloženie frakcie v náplni koreňového filtra. V súčasnosti sa používa ako filtračná vrstva štrk a piesok frakcie 2-20 mm s priemernou hĺbkou 0,6 m a minimálnou hĺbkou 0,3 m na prítoku. Pri použití náplne, ktorá neobsahuje živiny (štrk, práškový uholný popol) sa odporúča prídanie malého množstva hnojív. Pre predpokladaný prírastok vrstvy počas životnosti čistiarne sa odporúča nízke ohradzovanie (FEKETE, 1993).

#### 2.4.8 Hĺbka a izolácia podložia

Hĺbka filtračného poľa je volená tak, aby podzemná časť prítomných rastlín prerastala celým profilom podložia. Tieto požiadavky vychádzajú z toho, že kyslík difundujúci z podzemných častí rastlín zaisťuje aerobné podložie v celom podloží. Vzhľadom k tomu, že najčastejšie požívanou rastlinou je rákos obecný (*Phragmites australis*), býva najčastejšia volená priemerná hĺbka filtračného podložia 0,60 m. Pri prevádzke vegetačnej čistiarne je nutné udržiavať hladinu vody 10-15 cm pod povrchom filtračného podložia. To je nutné ako prevencia proti zamŕzaniu v zimnom období a proti liahnutiu otravného hmyzu v letnom období (COOPER et al. 1990).

Aby sme zabránili znečisteniu podzemných vôd, je nevyhnutné zemné podložie VČOV izolovať. Izolačná vrstva musí byť uložená tesne pod maximálnym dosahom koreňov. Ako izolačné materiály sa môžu použiť zeminy s koeficientom hydraulickej vodivosti  $10^{-8}$  [ $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$ ] alebo nižšou, bentolit, asfalt alebo syntetická fólia. Najviac sa používajú polyetylénové fólie o hrúbke 0,5 až 1,0 mm, ktoré v prípade štrkovej náplne zemného podložia je vhodné ešte pokryť geotextíliou, alebo slabou vrstvou piesku (FEKETE, 1993).

## 2.5 Funkcia rastlín vo vegetačnej čistiarni

1. poskytujú prostredie pre rast rôznych druhov rastlín, ktoré sú viazané na podzemnú časť rastlín,
2. zatápajú povrch vegetačnej čistiarne, čo je dôležité v zimnom období a v chladnejších oblastiach,
3. vegetácia na filtračných poliach vegetačnej čistiarne nie je väčšinou kosená, odumreté nadzemné časti rastlín vytvárajú „izolačnú vrstvu,“
4. poskytujú organický uhlík nutný pre denitrifikáciu,
5. korene mokradných rastlín vylučujú celú radu látok, ktoré majú silné bakteriálne účinky,
6. nezanedbateľná je funkcia krajnotvorná, stávajú sa vhodným miestom pre život rôznych živočíchov, podporujú ekologickú stabilitu a estetickú kvalitu krajiny,

Ako najvhodnejšie sa javia mokrade s emerznou (vynorenou) bylinnou vegetáciou. Z teoretického hľadiska je možné používať celú škálu mokradných rastlín.

(Dostupné na: [http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf))

### 2.5.1 Prehľad rastlín využívaných vo vegetačných čistiarniach

**Pri výbere rastlín sa berie do úvahy:**

- a) schopnosť odčerpania živín ich koreňovým systémom,
- c) rezistencia na klimatické podmienky v danom prostredí,
- d) manipulácia s dosiahnutou biomasou počas vegetačného obdobia,
- e) tvorba krajinnno-ekologického prostredia,

(ONDERÍKOVÁ,1993)

#### 2.5.1.1 Trst' obyčajná (Phragmites australias)

Je vytrvalá tráva, ktorá v našich podmienkach dosahuje výšku až 4 m, čím sa radí medzi naše najväčšie trávy. Sú však veľmi chudobné, pretože trst' si vydobyje absolútnu prevahu a vytvára takmer monokultúru. Jej koreňová sústava pod povrchom pôdy tvorí hustú spleť, do ktorej už ťažko preniknú korene iných rastlín. Vzhľadom ku schopnosti mohutného rastu podzemných častí (až do hĺbky 1,5 m) je trst' najčastejšie využívanou rastlinou zvlášť pre väčšie vegetačné čistiarne. Z jednej rastliny sa môže vytvoriť husto zapojený porast, pokrývajúci plochu niekoľko metrov štvorcových.

Je schopná dobre prenášať kyslík do substrátu. Vysoká produktivita podmieňuje aj pútanie

živín zo substrátu. Je schopný rásť v rozmedzí teplôt 12-23 °C. Je veľmi citlivý na povrchové zaplavenie v prvom mesiaci po výsadbe. Neznáša pravidelné kosenie (VYMAZAL, 1990).



Obr. 2.1 Trst' obyčajná

#### **2.5.1.2 *Chastica trsteníkovitá* (Phalaris Baldingera arundinacea)**

Je považovaná za univerzálnu trávnu na využitie pre vegetačné čistiarne. Veľmi dobre vegetuje v hrubozrnných substrátoch, ktoré sú odporúčané pre koreňové čistiarne. Dosahuje výšku až 2 m. Má mohutne vytvorený koreňový systém poprepletaný podzemkami, ktoré zasahujú do hĺbky 0,2-0,3 m. Za určitých podmienok môže rásť aj hlbšie do hĺbky 0,5 m. Materiál na výsadbu možno odoberať v rybníkoch. Neznáša dlhodobé zatopenie, slané pôdy a na soľ bohatú vodu, je však značne tolerantná k znečisteným vodám a premrzaniu. Je možné ju kosiť 2-3 krát ročne. Mladá biomasa je vhodná na kŕmenie dobytká, obsahuje veľké množstvo kyseliny kremičitej. Odporúča sa predovšetkým do vegetačných čistiární budovaných pri poľnohospodárskych farmách (VYMAZAL, 1990).



Obr. 2.2 *Chastica trsteníkovitá*

### **2.5.1.3 Pálka úzkolistá** (*Typha angustifolia*)

Pálky sú považované za veľmi vhodné rastliny pre vegetačné čistiarne. Sú veľmi odolné, schopné rásť v rôznych podmienkach prostredia a jednoducho sa rozmnožujú. Odnože sa rozrastajú horizontálne a v povrchových vrstvách substrátu, keď vytvárajú hustú spleť výhonkov dlhých 0,6-1,0 m. Môžu dosahovať výšku až 2,5 m. Produkujú ročne veľké množstvo biomasy. Kosením sa odstraňuje len malé množstvo dusíka a fosforu. Odnože, vysadené vo vzdialenosti 1 m môžu vytvoriť hustý porast behom troch mesiacov. Pre vegetačné čistiarne je podľa FLEKA a LUKAVSKEJ, (1994) vhodnejšia pálka úzkolistá, pretože lepšie znáša nižšiu hladinu spodnej vody (VYMAZAL, 1990).



Obr. 2.3 Pálka úzkolistá

## **2.6 Typy mokradí**

### **2.6.1 Umelé mokrade s emerznými (vynorenými) rastlinami**

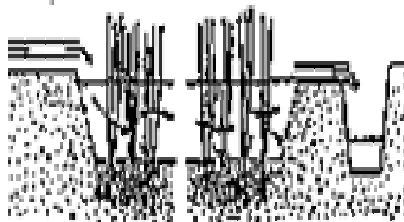
-systém využívajúci emerzné rastliny možno rozdeliť do troch hlavných skupín:

1. s povrchovým odtokom
2. s podpovrchovým horizontálnym odtokom
3. s podpovrchovým vertikálnym odtokom

### **2.6.2 Umelé mokrade s povrchovým odtokom**

Čistenie odpadových vôd sa uskutočňuje pri prietoku odpadových vôd hustým porastom mokradných rastlín, ktoré rastú v relatívne málo priepustnom substráte. Tento typ čistenia odpadových vôd je používaný predovšetkým v USA, v Európe je využívaný menej často. K odstráneniu znečistenia z odpadových vôd dochádza predovšetkým pôsobením

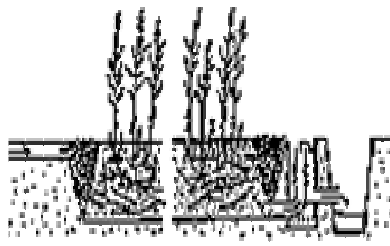
mikroorganizmov, ktoré rastú na ponorených častiach rastlín a tlejúcich zbytočných rastlín na dne. Značné množstvo vody môže pri tomto spôsobe čistenia presakovať do podzemných vôd, pretože tieto systémy nie sú oddelené od podložia nepriepustnou bariérou.



Obr. 2.4 Povrchový odtok cez vegetačné pole

### ***2.6.3 Umelé mokrade s podpovrchovým horizontálnym odtokom***

Základným princípom tohto spôsobu čistenia je prietok odpadovej vody priepustným substrátom, ktorý je vysadený mokraďnými rastlinami. Substrát musí byť dostatočne priepustný, aby nedochádzalo k upchatiu a následnému povrchovému odtoku. Pri prechode odpadovej vody substrátom dochádza k vysokému stupňu odstránenia organických a nerozpustných látok a mikrobionálneho znečistenia. Odstránenie dusíka a fosforu je nižšie, ale takéto systémy nie sú určené špeciálne pre odstránenie týchto živín. V Európe bolo v roku 1995 v prevádzke viac ako 5000 týchto systémov.



Obr. 2.5 Podpovrchový horizontálny odtok

### ***2.6.4 Umelé mokrade s vertikálnym podpovrchovým odtokom***

Pri tomto spôsobe čistenia je odpadová voda prerušovaná a privádzaná na povrch lôže vysadeného mokraďnými rastlinami. Voda presakuje vrstvami štrku a piesku, je zbieraná na dne drenážnymi trúbkami a potom odvádzaná zo systému.

Tento spôsob je zhodný so zemnou infiltráciou. Čistiaci systém s vertikálnym prietokom musí byť navrhnutý s niekoľkými paralelnými lôžami, ktoré sú striedavo zaplavované. Zaplavovanie a vysušenie lôži má za následok striedanie oxidačných a redukovaných

podmienok, ktoré sú vhodné pre procesy nitrifikácie/denitrifikácie a absorpcie fosforu. Systém s vertikálnym prietokom je vhodné kombinovať s horizontálnym prietokom.



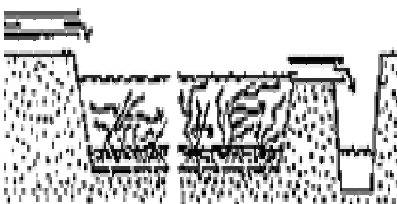
Obr. 2.6 Podpovrchový vertikálny odtok

### **2.6.5 Umelé mokrade so submerznými (ponorenými) rastlinami**

Submerzné rastliny majú fotosyntetické orgány z časti ponorené. Tieto rastliny prijímajú živiny predovšetkým koreňovým systémom zo sedimentov, sú však schopné asimilovať i živiny z vodného stĺpca. Relatívny význam oboch týchto zdrojov je predmetom výskumu mnoho rokov VYMAZAL (1995). Submerzné rastliny môžu rásť len v dobre prekysličených vodách. Z tohto dôvodu nie je možné využívať tieto systémy pre odpadové vody s vysokým obsahom ľahko rozložiteľných organických látok a ich využitie sa obmedzuje predovšetkým na dočisťovanie.

Prítomnosť submerzných rastlín má za následok odčerpanie rozpusteného anorganického uhlíka a zvýšenú koncentráciu rozpusteného kyslíka v priebehu vysokej fotosyntetickej aktivity rastlín.

Zvýšené hodnoty pH vytvárajú optimálne podmienky pre prchanie a zrážanie fosforu. Vysoké koncentrácie rozpusteného uhlíka tiež vytvárajú predpoklad pre mineralizovanie organických látok. Asimilované živiny sú zadržované v koreňovom systéme vyšších rastlín a na rastových spoločenstvách. Živiny uvoľňované v priebehu submerzných rastlín sú ľahko asimilované nárastovými spoločenstvami.



Obr. 2.7 Submerzné (ponorené) rastliny

### 2.6.6 Umelé mokrade s plávajúcimi rastlinami

Využívajú väčšinou vodný hyacint (*Eichhorina Crassipes*), alebo rastliny z čeľade Lemnaceae (žaburienkovité, napr.: *Lemna*, *Spirodela*, *Wolffia*).

Môžeme rozlíšiť dve použitia systémov využívajúcich vodný hyacint:

1. *dočist'ovací systém zameraný na odstránenie živín, ktoré sú inkorporované v biomase (pravidelný zber biomasy zaručuje maximálnu produktivitu)*
2. *kombinované sekundárne a terciárne čistenie pre odstránenie organického a minerálneho znečistenia, pričom rozklad organického znečistenia a mikrobionálnej transformácie prebiehajú súčasne. Vodný hyacint sa v tomto prípade zberá len v rámci údržby systému. Systém vyžaduje prítomnosť aerátoru a doba zadržania kolieska v závislosti na charaktere odpadovej vody v rozmedzí 5-15 dní.*

Mokradňový systém s vodným hyacinom znáša veľké zaťaženie až 440 kg BSK<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>. Rast vodného hyacintu je však výrazne obmedzený pri teplotách pod 10°C.



Obr. 2.8 Plávajúce rastliny

Živiny sú asimilované zo sedimentov v prípade vynorených rastlín a rastlín s plávajúcimi listami, z vody sú živiny asimilované rastlinami plávajúcimi, ponorené rastliny prijímajú živiny zo sedimentov, ale tiež priamo z vody, stonky a listov. Kvantitatívne rozdelenie prijímania živín medzi koreňmi a stonkami je stále diskusnou otázkou. Mokradňová vegetácia je na celom svete podobná, na rozdiel od suchozemskej vegetácie. Dôležitými vlastnosťami mokradňovej vegetácie je rýchly rast, vytváranie veľkej biomasy a maximálne využitie dostupných živín.

(Dostupné na: <http://cistirna.hyperlink.cz.>, in Ladická, 2008)

## 2.7 Konštrukčné riešenie VČOV

### 2.7.1 Prítok odpadovej vody

Vstupný prítokový filter je potrebné robiť s ostro triedeným štrkom, ktoré dodávajú

napr.: vo frakciách 32-64 mm, 16-32 mm, 8-16 mm, 4-8 mm a 2-4 mm. Kritické miesta pre možnosť upchatia filtračného lôžka sú miesta so zmenou frakciou pri prechode z hrubšej frakcie na jemnejšiu. Kritické plochy je výhodne zväčšiť tým, že jednotlivé frakcie sa ukladajú jednak na výtokovú časť nádrže, a jednak vo vrstvách cca 10-15 cm aj na dno dĺžky cca 2-5 cm. Voda pritom priteká horizontálne a v prvej časti tiež vertikálne zdola nahor. V ďalšom telese už voda prúdi horizontálne. Uvedený systém sa lepšie vyrovná s nerovnomerným hydraulickým zaťažením a je bezpečnejší proti kolmatácií suspendovanými látkami .

Pri vegetačných čistiarniach je nesmierne dôležité rovnomerne rozdelenie odpadovej vody po celej šírke filtračného poľa. Ako vyslovene nevhodný sa v praxi ukázal rozvodný žľab s piovitým prepadom, ktorý sa upchával a tým nastávalo nerovnomerné rozdelenie prietoku.

Odporúča sa rozvod rúrami o priemere 75-150 mm, umiestnenými nad filtračnou vrstvou asi o výške 0,3-0,6 m. Rovnomerné rozdelenie odpadovej vody zabezpečujú tvarovky „T“, alebo štrbiny. Vyrovnanie hladiny odpadovej vody spôsobuje aj rovnozrnne hrubé kamenivo (5-20 cm) s vysokou priepustnosťou. Ak počítame s možnosťou zimných mrazov, môžeme rozvod uložiť do vrstvy veľmi hrubého kameniva (SÁGA, 1993).

### **2.7.2 Odtok odpadovej vody**

Odtoková zóna má podobnú konštrukciu ako prítoková zóna. Odtokový filter môže byť podstatne jednoduchší, pretože nebezpečenstvo kolmatácie pri prechode z jemnejšej frakcie na hrubšiu neohrozí. Limitujúca je hydraulická vodivosť pri zníženej hladine odtoku.

Vyčistená voda ja odvádzaná pomocou perforovaných rúrok priečne uložených v hrubom kamenive, ktoré by malo mať rovnakú zrnitosť, ako v prítokovej zóne. Odtokový systém musí umožňovať nielen odtok z filtračnej vrstvy , ale aj reguláciu hladiny vody v ňom. Najjednoduchším a najlacnejším riešením je použitie otočného potrubia (SÁGA, 1993).

### **2.7.3 Prevádzka a údržba**

Vzhľadom k tomu, že na vegetačných čistiarniach nie sú žiadne mechanické a elektrické zariadenia, ich prevádzka a údržba nie je veľmi náročná. Prevádzkové skúsenosti s koreňovými čistiarnami ukázali, že na ich údržbu postačuje 1 hodina denne. Je vhodné, aby obsluhu vykonávala tá istá osoba.



Vegetačné čistiarne sa od klasických čistiarní líšia malým počtom betónových objektov, lacnou prevádzkou a dobrým splynutím s prírodou. Pri minimálnej obsluhu môžu dosahovať dobrý čistiaci účinok, hlavne v letnom období. Majú aj svoje nevýhody. Ich priestorová náročnosť je v porovnaní s klasickými čistiarnami veľká (4-8 m<sup>2</sup> na osobu). V niektorých prípadoch dochádza k pretekaniu odpadových vôd po povrchu, a tak dochádza k zníženiu čistiaceho efektu.

(Dostupné na: <http://cistirna.hyperlink.cz>, in Ladická,2008)

*Medzi činnosti, ktoré sú pre dosiahnutie optimálnej funkcie VČOV nevyhnutné vykonávať, patrí predovšetkým pravidelná údržba mechanického prečistenia:*

1. čistenie česli a vyváženie hrabákov,
2. vyberanie lapákov piesku,
3. vyvážanie štrbinových a usadzovacích nádrží, alebo septiku,
4. čistenie prepádových hrán, štrbinových a usadzovacích nádrží,

(Dostupné na: <http://cistirna.hyperlink.cz>, in Ladická,2008)

#### **2.7.4 Kontrola VČOV**

Pravidelne treba kontrolovať stav rozvodného systému a v prípade potreby rozvod vyčistiť. Také odtokové štruktúry je nutné pravidelne kontrolovať. V praxi sa však niekedy stáva, že prevádzkovatelia nevykonávajú ani tie základne činnosti, prípadne ich vykonávajú nepravidelne. Pokiaľ sú v okolí koreňového poľa trávnaté porasty, je žiaduce tieto porasty pravidelne kosiť, zvlášť v období po výsadbe makrofyt.

Okolité porasty sa môžu stávať zdrojom znečistenia burín, ktoré po zanesení na koreňové pole spomaľujú rozrastanie vysadených rastlín. Keď sa vysadené rastliny rozrastú a vytvoria súvislú pokrývku, je možná invázia plevelov prakticky nulová.

Pod pojmom plevel sa rozumejú všetky rastliny, ktoré neboli vysadené. Aj potom je však vhodné udržiavať porasty v okolí vegetačnej čistiarne, lebo verejnosť často hodnotí funkciu podľa vonkajšieho vzhľadu. VČOV by mala byť opatrená zariadením na meranie prítokov, a to prítoku i odtoku. Miesta, kde je nutné odoberať vzorky vody pre kontrolu funkcie čistenia, by mali byť ľahko prístupné.

(Dostupné na <http://www.ekoprodukt.sk>, in Ladická,2008)

#### **2.7.5 Revitalizácia VČOV**

Revitalizácia môže zahrňovať úpravy dažďového odľahčenia, mechanického

predčistenia, rozdelenia, odpadových vôd a ďalšie úpravy podľa špeciálnych požiadaviek. Pred realizáciou je potrebné vyhodnotiť rozsah prípadnej kolmatácie a určiť veľkosť filtračnej náplne nutnej k výmene (ŠÁLEK, 2006, in Ladická,2008)

### 2.7.6 Náklady na výstavbu VČOV

Hodnotenie cenových relácií je nutne rozdeliť na dve skupiny a to investičné náklady a prevádzkové náklady. V zahraničnej literatúre existuje veľké množstvo údajov porovnávajúcich investičné náklady koreňových čistiarní a klasických ekvivalentných čistiarní. Na základe týchto údajov sa investičné náklady na vegetačné čistiarne pohybujú v rozmedzí 25-100% nákladov klasických čistiarní (PELIKÁN, 1994).

## 2.8. Kolobeh hlavných makronutrientov v mokradiach

### 2.8.1 Kolobeh uhlíka

V mokradných pôdach prebieha aeróbna respirácia prevažne vo vode nad povrchom pôdy, v aerobnej vrstve tesne pod povrchom pôdy, a v tesnej blízkosti koreňov rastlín. Mokrade sú veľmi dôležité pri regulácii celkovej koncentrácie CO<sub>2</sub> v atmosfére (ŠÁLEK,1995, in Ladická,2008).

### 2.8.2 Kolobeh dusíka

Hlavná zásoba dusíka je organický dusík v sedimentoch, dusík v rastlinách a dostupný anorganický dusík v sedimentoch.

1. **amonifikácia** je proces, pri ktorom je organický dusík prevedený na anorganický, zvlášť na dusík vo forme amoniaku,
2. **nitrifikácia** je biologická oxidácia amoniaku na dusičnany s dusitanmy ako medzistupeň v sekcii reakcií, uskutočňuje sa v záplavovej vode, v povrchovej, v aerobnej vrstve pôdy a v blízkosti koreňov,
3. **denitrifikácia** je prvý anaerobny proces, ktorý sa objavuje po odčerpaní kyslíka, ide o redukciu dusičnanov na molekulárny dusík a amoniak, redukcia dusičnanov je uskutočňovaná 2 skupinami nitrát - redukujúcich baktérií: denitrifikačné baktérie a nitrát - amonifikačné baktérie,
4. **fixácia** v mokradných pôdach môže dochádzať k biologickej fixácii v zaplavovanej vode, na povrchu pôdy, v aerobných a anaerobných vrstvách pôdy, v koreňovej zóne rastlín, na povrchu stonky a listov rastlín, ale musia byť dostupné a kvalitné

uhlíkové zlúčeniny, pretože dusík fixujúci heterotrofné organizmy získava energiu z uhlíkových zlúčenín

5. *prchanie amoniaku* je fyzikálno-chemický proces, ktorý je známy ako rovnováha medzi plynnou a kvapalnou formou

### **2.8.3 Kolobeh fosforu**

Cyklus fosforu v mokradiach je odlišný od cyklu dusíka. Predovšetkým v cykle fosforu neexistuje zmena valencie v priebehu biotickej asimilácie anorganického fosforu, alebo v priebehu dekompozície organického fosforu mikroorganizmami a fosfor sa nevyskytuje v plnej fáze.

Najdôležitejším retenčným mechanizmom sú ligandové výmenné reakcie, v ktorých fosfáty nahrádzajú vodu, alebo hydroxylové reakcie, v ktorých fosfáty nahrádzajú vodu, alebo hydroxilové anionty z povrchu hydratovaných oxidov železa a uhlíka.

## **2.9 Mikroorganizmy a čistenie odpadových vôd**

Mikroorganizmy sa podieľajú na týchto pochodoch:

- a) rozklad dusíkatých látok,
- b) nitrifikácia a denitrifikácia,
- c) rozklad celulózy, škrobu, tuku a nižších cukrov,
- d) rozklad organických a anorganických látok obsahujúcich síru,
- e) rozklad organických a anorganických zlúčenín fosforu ,

(ŠÁLEK,1995, in Ladická,2008)

### 2.9.1 Procesy podieľajúce sa na odstraňovaní znečistenia v VČOV

VYMAZAL,2008 uvádza, že pri čistení odpadových vôd v VČOV sa uplatňuje celá rada procesov, ktoré sú zhrnuté v tab. 1

Tab.1 Procesy prebiehajúce vo VČOV

MECHANIZMY	ÚČINOK	ODSTRAŇOVANÉ LÁTKY	SPOSOB ODSTRAŇOVANIA
<b>Fyzikálne</b>			
sedimentácia	P	UNL	gravitačné usadzovanie
	S	KL	
	V	BSK,N,P,TK,TROL,B+V	
Filtrácia	S	UNL,KL	mechanická filtrácia pri prechode odp. vody, zeminou a koreňmi
adsorpcia	S	KL	van der Walsove sily
Prchanie	S	N	prchanie NH <sub>3</sub> z odpadovej vody
<b>Chemické</b>			
Zrážanie	P	P,TK	zrážanie nerozpustných zlúčenín
adsorpcia	P	P,TK	adsorpcia na povrchu zemného materiálu rastlín
	S	TROL	
Rozklad	P	TROL,B+V	rozklad a zmeny stabilných látok pôsobením UV žiarenia, oxidácie a redukcie
<b>Biologické</b>			
bakteriálny metabolizmus	S	KL,BSK,N,TROL	odstraňovanie uvedených látok suspendovanými, bentickými a epifytickými baktériami; bakteriálna nitrifikácia/ denitrifikácia
rastlinný metabolizmus	S	TROL,B+V	príjem a využitie org. látok rastlinami, exkrety koreňov môžu byť toxické pre organizmy enterického pôvodu
rastlinná absorpcia	S	N,P,TK,TROL	za určitých podmienok sú významné množstvá týchto látok prijímané rastlinami
prirodzený úhyn	P	B+V	prirodzený úhyn organizmov v nevýhodných podmienkach

## VYSVETLIVKY

**P** – primárne účinky

S – sekundárne účinky

V – vedľajšie účinky

UNL – usadzujúce nerozpustné látky

**KL** – koloidné látky

TROL – ťažko rozložiteľné organické látky

B+V – baktérie a vírusy

N – dusík

P – fosfor

**BSK<sub>5</sub>** biologická spotreba kyslíka, je množstvo kyslíka spotrebovaného mikroorganizmami pri rozklade organickej hmoty za stanovených podmienok v priebehu 5 dní.

**CHSK** chemická spotreba kyslíka, je množstvo kyslíka, ktoré je potrebné na oxidáciu organických látok vo vode so silným oxidačným činidlom.

(VYMAZAL,2008, in Ladická,2008)

## 2.10 Výhody vegetačnej čistiarne

1. príležitosť citlivo začleniť čistenie odpadových vôd do životného prostredia,
2. účinné čistenie i silne znečistených vôd,
3. schopnosť absorbovať veľké výkyvy v množstve odpadových vôd (napr.: ranné, večerné i víkendové špičky),
4. odolnosť pri krátkodobom i dlhodobom prerušení prevádzky (napr.: pri nepravidelnom používaní rekreačných zariadení),
5. pomerne jednoduché stavebné a technologické prevedenie,
6. ekonomický efekt, ktorý spočíva v zlepšení úrodnosti pôd,
7. jednoduchá obsluha, nevzniká čistiarenský kal,
8. dlhodobá investícia a zvýšenie povedomia občanov,
9. ekologický charakter celého zariadenia, stavebná nenáročnosť

(Dostupné na [http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf))

## 2.11 Nevýhody vegetačnej čistiarne

1. pomerne veľké nároky na plochu,
2. závislosť čistiaceho účinku na klimatických podmienkach (predovšetkým teplota a slnečné žiarenie,)
3. obmedzená schopnosť odstraňovať živiny (dusík a fosfor),
4. dlhá doba potrebná na odstránenie amoniakálneho znečistenia

(Dostupné na [http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf))

## 2.12 Zistenie realizovateľnosti VČOV a jej vhodné umiestnenie

### 2.12.1 Prípravne práce.

- **morfológia** (tvar terénu), ktorá nám určí gravitačný prítok na VČOV, alebo nutnosť prečerpania odpadovej vody zo záchytnej šachty a spôsob vypúšťania prečistených odpadových vôd,

**geológia** nám určí zloženie hornín, obtiažnosť zemných prác, využiteľnosť výkopu a podmienky pre prevádzku stavby.

- **hydrológia** zaujíma nás prevažne hladina podzemnej vody, súčiniteľ filtrácie, záplavové zóny, okolité zariadenia pre pitnú vodu, ako aj studne, vrty, zárezy a ochranné pásma vodných zdrojov, ktoré nám určia možnosti zasakovania prečistenej odpadovej vody (minimálna vzdialenosť vsaku od studne 15-30 m podľa priepustnosti.

- **klimatológia** nám určí priemerné a maximálne ročné teploty. Pomer teplých a studených dní v roku nám určia priemernú teplotu, na ktorú sa navrhne koreňový filter, dažďové zrážky nám v prípade ich napojenia do VČOV môžu nepriaznivo ochladiť vodu a pri nevhodnom predčistení zanášať vtokovú zónu. Prevládajúce smery vetrov nám určia smer šírenia prípadných pachových závad.

- **fauna a flóra**, kde koreňové filtre je vhodné umiestniť na veľmi slnečné miesto, ktoré nie je príliš blízko rastúcich stromov (ohrozenie koreňov, zanášanie listami a tienenie). V tieni svetlomilné rastliny, ktoré sú využívané pre VČOV, rastú pomalšie a niekedy aj zahŕňajú. Ide o to vytvoriť symbiózu, kde budú všetky zložky prírodného spoločenstva v VČOV mať ideálne podmienky pre svoj život a tým budú plniť svoju prirodzenú čistiacu úlohu.

(Dostupné na [http://www.jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://www.jamiprojekt.cz/kcov_prace.php))

### **2.12.2 Možnosti nakladania s prečistenou vodou**

Nariadenie vlády 296/2005 Slovenskej republiky z 21. júna 2005, ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd.

Pre prípadne povolenie zasakovania je nutné vypracovanie odborného hydrogeologického posudku (autorizovaný hydrogeológ), ktorý posúdi možnosti predmetnej lokality s ohľadom na možné ohrozenie akosti podzemných vôd a existenciu stavajúcich objektov pre pitnú vodu. Ďalej sa stanovuje priepustnosť pôdneho profilu a navrhne sa druh vsakovacieho objektu (vsakovací objekt, vsakovacia zakrytá priekopa, závlaha odpadovej vody). Pri vypúšťaní do povrchových vôd je potrebný súhlas správcu príslušného vodného toku, ktorého zaujíma hlavne charakter výtokového objektu a príslušného správcu povodia, ktorého zaujíma vplyv vypúšťaných odpadových vôd na akosť tečúceho vodného toku.

Ďalšou možnosťou je prečistenú odpadovú vodu akumulovať a používať ako závlahu, čo je pre úrady ľahko stráviteľne ako priamy vsak, ale hydrogeologické posúdenie je nutné rovnako a najviac je nutnosť v zimnom období akumulovanú vodu vyvážať. Poslednou možnosťou prevážania u rekreačných objektov je vyparovanie odpadových vôd, kedy je z VČOV vybudovaný akumulčný priestor naplnený zeminou a vysadený vhodnými kríkmi a stromami, ktoré majú veľmi vysokú schopnosť prijímať vodu z pôdneho prostredia a vyparovať ju svojím povrchom do ovzdušia. Tento bezodtokový variant je používaný v miestach, kde vlievaním vysokej hladiny podzemnej vody nie je možné odpadové vody zasakovať a nie je využitie ani iných možností.

(Dostupné na [http://www.jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://www.jamiprojekt.cz/kcov_prace.php)).

### **2.12.3 Práce pri budovaní VČOV**

#### ***2.12.3.1 Príprava, meranie, prieskum v mieste výstavby***

Geodetické zameranie zvoleného miesta pre umiestnenie VČOV a potrebného okolia, pre uloženie prítokového a odtokového potrubia. Geodetické meranie nie je nutnosťou, ale uľahčí realizáciu, pretože je možné projekt zhotoviť veľmi presne. V prípade, že je dielo projektované bez presného osadenia na pozemku, prejdú práce s umiestnením stavby do terénu na dodávateľa stavby. (Dostupné na [http://www.jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://www.jamiprojekt.cz/kcov_prace.php))

#### ***2.12.3.2 Umiestnenie stavby***

Pri polohopisnom umiestnení koreňových filtrov volíme slnečné miesto, ktoré nie je v blízkosti rastúcich stromov, budov, či iných vyšších stavieb. Umiestnenie objektu VČOV

by malo zostavovať gravitačný prietok celým systémom do prítoku až po vypúšťací objekt. Je vhodné umiestniť VČOV ďalej od objektov, lebo pri nepriaznivých okolnostiach môže vznikáť krátkodobý zápach, vplyvom zmeny aktivity mikroorganizmov a ich zloženia, ktoré vyvolávajú výraznejšie a dlhodobé zmeny teplôt.

V prípade nutnosti umiestnenia VČOV do blízkosti obydla je vhodné urobiť drobné povrchové úpravy pre obmedzenie tohto efektu. Stavba by mala byť umiestnená pod prípadne studne úžitkovej vody a iné odberné zariadenia podľa morfológie terénu a hydrogeologického prieskumu.

V prípade pitnej vody je odporúčaná ochranná vzdialenosť, ide o prevenciu pre prípadné úniky vplyvom netesnosti izolačnej vrstvy. Septik sa umiestňuje na miesto, ktoré je dostupné pre prízjazd fekálneho voza, najčastejšie do blízkosti objektu, pretože je odvetrávaný cez vnútornú kanalizáciu obývaného objektu a zanesenie potrubia hrozí na prítokovom potrubí do septiku.

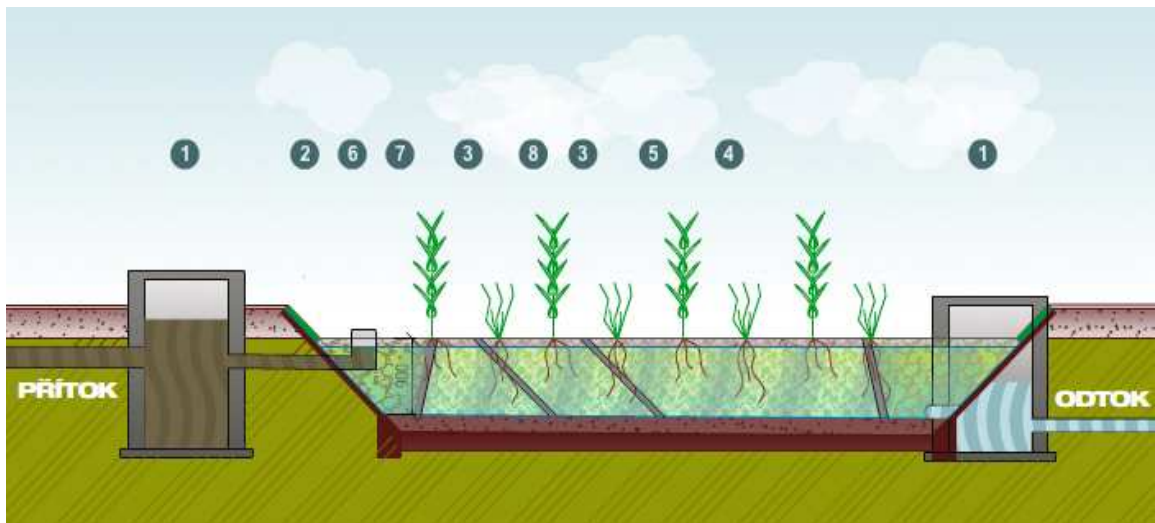
Koreňové filtre je vhodné umiestňovať maximálne 1,5 m pod stavajúci terén, ideálne je však cca 0,5 m. Vyšším zahĺbením vplyvom morfológie terénu sa zvýšia stavebné náklady pri výkopových prácach a úprave svahu, ďalej je jama esteticky hore začlenená do záhradného priestoru.

Pri výškopisnom umiestení hrá dôležitú úlohu hĺbka kanalizačnej prípojky, ktorú možno umiestniť od 30 cm nad potrubím, nesmie vytvárať vyššie zaťaženie. Nízka hĺbka uloženia sa navrhuje v rovinných terénoch a dlhšia vzdialenosť VČOV od objektu, kde pri spáde potrubia kanalizačnej prípojky min. 2% nám každý meter vzdialenosti z hĺbky koreňový filter o 2 cm. Pri hlbokých uloženiach od 80 cm môžeme potrubie umiestniť i pod menej zaťaženú komunikáciu, ale musíme brať ohľad na prípadné zahĺbenie koreňového filtra.

V prípade nutnosti čerpania odpadových vôd do VČOV je VČOV umiestnená cca 0,5 m pod zastavajúci terén, alebo môže byť prípadne umiestnená do násypu, pretože čím je nižšia teplota v koreňovom poli, tým pomalší je proces čistenia, tým je nižšia účinnosť čistenia. Septik je uložený do hĺbky podľa kanalizačnej prípojky. Vstup do septiku je bežne vyrábaný o výške max. 30 cm, pri vyššom vstupe je nutné zabezpečiť navýšenie únosnosti septiku. (Dostupné na [http://www.jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://www.jamiprojekt.cz/kcov_prace.php))



## 2.13 Schéma vegetačnej čistiarne



Obr. 2.9 Schéma vegetačnej čistiarne

- 1. rozdeľovacie šachty** slúžia k rovnomernému rozdeleniu prítoku odpadovej vody do koreňových filtrov, sú navrhované ako železobetónové monolitické alebo z PE
- 2. zatrávňovacie šablóny** slúžia ako vysvahovanie koreňových filtrov a k prirodzenému prepojeniu koreňového poľa a zatrávnenie okolitej plochy, sú navrhované ako betónové prefabrikáty
- 3. infiltračné pásy** slúžia v prípade zakolmatovania nátokového štrkového priestoru k čo najefektívnejšiemu obnoveniu prietokového režimu v koreňových filtroch, sú navrhované z frakcie kameniva, ako rozdeľovací štrkový pás
- 4. Chrastica rákosovitéa**, jej prednosti sú veľká odolnosť voči klimatickým podmienkam, jej vegetačné obdobie začína skoro na jar
- 5. filtračné štrkové pole** dochádza v ňom k hlavnému čisteniu procesom ako sú filtre, nitrifikácia, denitrifikácia a zrážanie, je navrhované z praneého drveného kameniva frakcie 4-8 mm
- 6. revízne šachty DN 300** slúžia na kontrolu a čistenie rozdeľovacieho potrubia koreňových filtrov, sú navrhované z PE
- 7. rozdeľovací štrkový pás** slúži k rovnomernému prítoku a odtoku v koreňovom filtri, je navrhovaný z praneého drveného kameniva frakcie 63-128 mm
- 8. Rákos obecný** jeho prednosti sú veľká odolnosť voči klimatickým podmienkam, jeho vegetačné obdobie končí v neskorej jeseni a koreňový systém ma hustý a hlboký

(Dostupné na [http://www.ekoreny.cz/web/info/korenove\\_cisticky/investice](http://www.ekoreny.cz/web/info/korenove_cisticky/investice))

## 2.14 Monitoring VČOV

### 2.14.1 Vegetačné čistiarne na Slovensku

Sa začali realizovať od roku 1993. Na celom území sme zaevidovali 9 funkčných a 5 nefunkčných VČOV. Najviac ich je situovaných v Prešovskom kraji, kde sú 3 funkčné (Nižné Repaše, Kružlov, Sačurov), 1 vo výstavbe (Krásna Lúka). Základné údaje boli zistené pracovníkmi SAŽP prostredníctvom obvodných úradov životného prostredia, obecných úradov, OZ Ľudia a voda, Vodárenskej spoločnosti Vranov nad Topľou a v spolupráci so Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou v Nitre – Katedrou krajinného inžinierstva.

Monitoring je zameraný na zisťovanie charakteristík existujúcich VČOV, a to:

- veľkosť vegetačných čistiarní
- druh odpadovej vody
- použitý stupeň čistenia
- vegetáciu
- investičné náklady
- účinnosť čistení
- situované z hľadiska klimatických podmienok
- situované z hľadiska ochrany kultúrnych pamiatok, ochrany prírody a krajiny, ochrany vodných zdrojov
- recipient
- hodnotenie prevádzkovateľa
- v prípade nefunkčnosti aj dôvod

Všetky zistené údaje boli následne spracované do tabuľkových a mapových výstupov, zhotovené pracovníkmi SAŽP a SPU Nitre.

(Dostupné na <http://www.sazp.sk/public/index/index.php>, in Ladická,2008)



Veľký Krtíš, Krupina, Levice, Trenčiansky a Košický kraj predstavujú asi 15% vhodnosti z hľadiska uvedených kritérií Sobrance a Bánovce nad Bebravou sú najvhodnejšie okresy, Žilinský kraj je z hľadiska uvedených kritérií najmenej vhodný, kritéria spĺňa cca 5% územia, najvhodnejší okres je Turčianske Teplice.

(Dostupné na <http://www.sazp.sk/public/index/index.php>, in Ladická,2008)

#### **2.14.6 Vegetačné čistiare v zahraničí**

sa stavajú od začiatku 70-tych rokov. V niektorých krajinách (USA, Veľká Británia, Dánsko, Nemecko) sú považované za rovnocennú alternatívu klasických čistiarenských spôsobov a ich použitie je bežne povolené vodohospodárskymi organizáciami.

Prvé „klasické“ vegetačné čistiare vznikli v Spolkovej republike Nemecko v sedemdesiatich rokoch. Ďalšími krajinami, ktoré prevzali túto technológiu čistenia odpadových vôd, boli v druhej polovici 80-tych rokov Anglicko a Dánsko. Koncom 80-tych a začiatkom 90-tych rokov nastal veľký rozvoj tejto technológie čistenia odpadových vôd prakticky po celom svete.

(Dostupné na: <http://cistirna.hyperlink.cz.>, in Ladická,2008)

### **3.Ciel' práce**

Cieľom diplomovej práce je ukázať, že likvidáciu odpadových vôd z občianskej vybavenosti je možné likvidovať aj iným spôsobom, ako sú bežne čistiarne odpadových vôd. Dôležité je uvedomiť si princíp čistenia odpadových vôd VČOV, ktoré nám znižujú zaťaženie na životné prostredie a tým aj na zdravie ľudí. Je možné pri nich využiť extenzívne procesy čistenia odpadových vôd, ktoré aj z estetického hľadiska zapadajú do okolitej krajiny a obohacujú ju o zeleň.

Práca je zameraná na charakteristiku objektov a miesta vzniku odpadových vôd, kde sa posudzovaná VČOV nachádza. Uvedená stavba VČOV je optimálnym riešením likvidácie odpadových vôd, keďže tento má charakter prírodného parku s vodnými plochami. Vo VČOV sú likvidované splaškové odpadové vody z objektu predstavujúce ubytovacie a stravovacie kapacity vlastného penziónu pre 60-80 hostí. V minulosti boli splaškové odpadové vody z tohto zariadenia likvidované v 2. akumulčných žumpách.

## 4 Metodika práce

Cieľom tejto diplomovej práce je spracovanie poznatkov o spôsoboch čistenia odpadových vôd v mestách a súčasných trendoch výstavby ČOV na Slovensku. Na dosiahnutie cieľov je potrebné postupovať:

- spracovať prehľad dostupných podkladov z literatúry a internetových zdrojov k tematike druhov a tvorby odpadových vôd
- spracovať prehľad dostupných podkladov z literatúry a internetových zdrojov k tematike spôsobov čistenia odpadových vôd v minulosti a v súčasnosti
- spracovať prehľad dostupných podkladov z interných zdrojov ČOV **obec Bojná s Rančom pod Babicou** a zhodnotiť prevádzku čistiarne

Pre praktické riešenie sa vyberie vhodná VČOV s dostatkom potrebných údajov, pre ktorú sa spracuje:

- popisanie súčasného stavu prevádzky ČOV ku vzťahu k platnej legislatíve.
- vyhodnotenie dosahovaných ukazovateľov znečistenia OV na odtoku z ČOV.
- porovnanie hodnôt ukazovateľov znečistenia na prítoku do ČOV a odtoku z ČOV
- celkové zhodnotenie konštrukcie a prevádzky čistiarne.

### 4.1 Legislatíva

4.1.1 ZÁKON 442/2002 Z.z. z 19. júna 2002 o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z.z. o regulácii v sieťových odvetviach.

VODNÝ ZÁKON 364/2004 Z.z. , §26, 52,21,37

Povolenie na vodné stavby

(1) Povolenie orgánu štátnej vodnej správy sa vyžaduje na uskutočnenie, zmenu, alebo na odstránenie vodnej stavby. Stavebné úpravy na vodnej stavbe možno uskutočňovať na základe povolenia alebo ohlásenia orgánu štátnej vodnej správy. Na uskutočnenie jednoduchého vodného zariadenia sa nevyžaduje povolenie ani ohlásenie orgánu štátnej vodnej správy.

(2) V povolení na vodné stavby orgán štátnej vodnej správy určí záväzné podmienky 32) na uskutočnenie stavby a užívanie stavby.

(3) Pri vodných stavbách má orgán štátnej vodnej správy pôsobnosť stavebného úradu podľa osobitného predpisu 33) s výnimkou pôsobnosti vo veciach územného rozhodovania a vyvlastnenia. Orgán štátnej vodnej správy, ktorý je príslušný na povolenie vodnej stavby, rozhoduje aj o užívaní stavby vydaním kolaudačného rozhodnutia. 34)

(4) Povolenie orgánu štátnej vodnej správy na uskutočnenie, zmenu alebo odstránenie vodnej stavby je súčasne stavebným povolením 35) a povolenie na jej uvedenie do prevádzky je súčasne kolaudačným rozhodnutím. 36)

(5) Pri povoľovaní, výstavbe a prevádzke vodných stavieb je potrebné sústavne sledovať a hodnotiť ich vplyv na povrchové vody a podzemné vody a prihliadať na záujmy rybárstva a na ochranu prírody a krajiny a dbať, aby sa využívaním jednej prirodzenej vlastnosti vody neznemožnilo využívanie iných prirodzených vlastností vody.

Pri súbehu záujmov o využívanie prirodzených vlastností vody môže orgán štátnej vodnej správy podmieniť povolenie na uskutočnenie vodnej stavby

a) jej použiteľnosťou na viac účelov s využívaním viacerých prirodzených vlastností vody pre viacerých užívateľov,

b) uzavretím dohody viacerých vlastníkov o uskutočnení spoločnej vodnej stavby a o uzavretí dohody o jej budúcej prevádzke.

(6) Ak nemožno zriadiť vodné stavby, ktorými sa upravuje, mení alebo zriaďuje koryto, vodné stavby na ochranu pred povodňami, priehradu, nádrže, vodné stavby, ktoré sa zriaďujú na plavebné účely na cudzej nehnuteľnosti prostredníctvom prevodu alebo prechodu vlastníckeho práva alebo zriadením práva vecného bremena, možno vo verejnom záujme potrebnú nehnuteľnosť alebo právo k nej, ak ju nemožno získať dohodou, vyvlastniť podľa osobitného predpisu. 37)

(8) Za obmedzenie vlastníckeho práva k pozemku podľa odseku 6 patrí ich vlastníkom náhrada podľa osobitného predpisu. 37) V sporoch o náhradu rozhoduje súd.

(9) Ak zanikne povolenie na osobitné užívanie vôd, orgán štátnej vodnej správy môže rozhodnúť o podmienkach ďalšieho ponechania alebo odstránenia vodnej stavby, ktorá umožňovala povolené nakladanie s vodou.

## § 52

### Vodné stavby

(1) Vodnými stavbami sú stavby, prípadne ich časti, ktoré umožňujú osobitné užívanie vôd alebo iné nakladanie s vodami. Vodnými stavbami sú najmä

- a) stavby, ktorými sa upravuje, mení alebo zriaďuje koryto, vrátane terénnych úprav s tým spojených,
- b) stavby na ochranu pred povodňami,
- c) priehrady, vodné nádrže, rybníky, hate, hrádze a iné stavby potrebné na nakladanie s vodami,
- d) studne, stavby vodovodných potrubí, vodovodov a ďalšie vodárenské objekty samostatne slúžiace na účely zásobovania vodou,
- e) stavby stôk, stokové siete vrátane objektov na nich, čistiarne odpadových vôd a iné stavby určené na zneškodňovanie odpadových vôd a osobitných vôd a na ich vypúšťanie do povrchových vôd, podzemných vôd alebo do banských vôd a stavby určené na predchádzajúce čistenie odpadových vôd pred ich vypúšťaním do verejnej kanalizácie,
- f) stavby na zavlažovanie a odvodňovanie pozemkov,
- g) stavby, ktoré sa zriaďujú na plavebné účely v korytách alebo v iných vodných útvaroch,
- h) stavby umožňujúce využívanie vôd najmä na hromadnú rekreáciu a vodné športy,
- i) odkaliská vytvorené hrádzovým systémom, na ktoré sa odpad ukladá hydraulickým spôsobom,
- j) vodovodné prípojky, ak
  1. slúžia na dodávku vody do priemyselných stavieb a poľnohospodárskych stavieb,
  2. slúžia na zásobovanie skupiny stavieb, ak to vyžaduje vlastný systém rozvodných potrubí,
  3. sú zriadené k stavbe, pre ktorú je zhotovené zariadenie na zvýšenie tlaku vody,
  4. sú dlhšie ako 100 m a dodávajú vodu s denným priemerným množstvom väčším ako 0,5 l za sekundu,
- k) kanalizačné prípojky do verejnej kanalizácie, ak
  1. slúžia na vypúšťanie odpadových vôd z priemyselných stavieb a z poľnohospodárskych stavieb,
  2. slúžia na odvádzanie odpadových vôd z areálu alebo zo skupiny stavieb, ak to vyžaduje samostatnú stokovú sieť,
  3. slúžia na vypúšťanie odpadových vôd do verejnej kanalizácie, ktoré vyžadujú ich predchádzajúce čistenie,
  4. sú dlhšie ako 100 m a majú vnútorný priemer väčší ako 20 cm.

(2) V prípade pochybností, či ide o vodnú stavbu alebo jej súčasť, rozhodne orgán štátnej vodnej správy.



## § 21

### Povolenie na osobitné užívanie vôd

(1) Povolenie na osobitné užívanie vôd je potrebné, ak nejde o používanie vôd podľa § 18 až 20

a) pri povrchových vodách na

1. ich odber, ich vzdúvanie a na iný spôsob akumulácie,
3. využívanie ich hydroenergetického potenciálu,

b) pri podzemných vodách na

2. ich odber,
2. ich akumuláciu,
3. ich čerpanie na účel znižovania ich hladiny,
4. umelé zvyšovanie ich množstva povrchovou vodou,

c) na vypúšťanie odpadových vôd a osobitných vôd do povrchových vôd alebo do podzemných vôd,

d) na vypúšťanie vôd z povrchového odtoku do povrchových vôd alebo do podzemných vôd,

e) na využívanie povrchových vôd alebo podzemných vôd na hospodársky chov rýb alebo na chov vodnej hydiny, prípadne iných vodných živočíchov na účely podnikania,

f) na čerpanie znečistených podzemných vôd na účely zníženia ich znečistenia alebo zníženia znečistenia horninového prostredia a na ich následné vypúšťanie do týchto vôd, prípadne do povrchových vôd,

g) na čerpanie podzemných vôd a ich vypúšťanie do povrchových vôd alebo do podzemných vôd pri hydrogeologickom prieskume s predpokladaným časom trvania čerpacej skúšky nad päť dní a pri zakladaní stavieb,

h) na zavlažovanie a odvodňovanie pozemkov vodnými stavbami,

i) na iné osobitné užívanie povrchových vôd a podzemných vôd.

(2) Povolenie na osobitné užívanie vôd vydáva orgán štátnej vodnej správy fyzickým osobám a právnickým osobám. Orgán štátnej vodnej správy určí účel, rozsah, čas povolenia na osobitné užívanie vôd, povinnosti a podmienky, za ktorých sa vydáva, pričom v povolení

a) na odber povrchových vôd alebo podzemných vôd určí ich množstvo, prípadne časový interval odberu, a ak odber trvá dlhšie ako jeden rok, môže určiť aj výšku ročného odberu,

b) na odber povrchových vôd a podzemných vôd v množstve uvedenom v § 6 ods. 5 určí

povinnosť merať odoberané množstvo vôd, nevyužitú množstvo podzemných vôd v prameni a hladinu podzemnej vody vodárenského zdroja,

a) na odber povrchových vôd určených na zásobovanie pitnou vodou určí povinnosť pravidelne monitorovať kvalitu týchto vôd,

d) na vypúšťanie odpadových vôd a osobitných vôd určí miesto a spôsob ich vypúšťania, množstvo vypúšťaných odpadových vôd a osobitných vôd a prípustné hodnoty znečistenia podľa jednotlivých ukazovateľov (ďalej len "prípustná hodnota znečistenia") s výnimkou vypúšťania odpadových vôd z odľahčovacích objektov podľa § 36 ods. 9 a vypúšťania vôd do toho istého hydrogeologického kolektora podľa § 37 ods. 6; pri vypúšťaní odpadových vôd aj povinnosť sledovať kvalitatívne a kvantitatívne hodnoty a oznamovať výsledky tohto sledovania orgánu štátnej vodnej správy.

(3) Povolenie na osobitné užívanie vôd nie je potrebné na

a) odbery povrchových vôd a podzemných vôd pri zisťovaní a hodnotení stavu týchto vôd,

b) vypúšťanie vyčistených splaškových odpadových vôd z plavidiel,

c) jednorazový odber povrchových vôd alebo podzemných vôd pri záchranných prácach, mimoriadnych udalostiach, požiaroch a iných živelných pohromách,

d) cvičenie hasičských jednotiek, polície alebo ozbrojených síl Slovenskej republiky; takéto užívanie vôd pri cvičení treba vopred prerokovať s orgánom štátnej vodnej správy a so Štátnou plavebnou správou, a ak ide o vodný tok, oznámiť správcovi vodného toku,

e) zásah hasičských jednotiek, polície alebo ozbrojených síl Slovenskej republiky a na zásah ozbrojených síl Slovenskej republiky v čase vojny a vojnového stavu podľa osobitného predpisu. 31)

(4) Povolenie na vypúšťanie odpadových vôd do povrchových vôd možno vydať najviac na 10 rokov, a ak odpadové vody obsahujú obzvlášť škodlivé látky, najviac na štyri roky. Povolenie na vypúšťanie odpadových vôd do podzemných vôd možno vydať na štyri roky, ak tento zákon neustanovuje inak.

(5) Orgán štátnej vodnej správy môže platnosť povolenia predĺžiť, ak sa nezmenia podmienky, za ktorých bolo povolenie vydané.

(6) Povolenie na odber povrchových vôd alebo podzemných vôd a na využívanie hydroenergetického potenciálu povrchových vôd a na využívanie energetického potenciálu podzemných vôd nezaručuje odber týchto vôd v povolenom množstve ani v potrebnej kvalite

(7) Orgán štátnej vodnej správy je viazaný pri povoľovaní odberu

a) vôd z vodného toku prietokom vody vo vodnom toku, ktorý ešte umožňuje všeobecné

užívania povrchových vôd a zabezpečuje funkcie vodného toku a zachovanie vodných ekosystémov v ňom (ďalej len "minimálny zostatkový prietok"),

b) podzemných vôd hladinou podzemnej vody, ktorá ešte umožňuje trvalo udržateľné využívanie vodných zdrojov a riadnu funkciu vodných útvarov s nimi súvisiacich (ďalej len "minimálna hladina podzemných vôd").

### § 37

Vypúšťanie odpadových vôd a osobitných vôd do podzemných vôd

(1) Orgán štátnej vodnej správy vydá povolenie na vypúšťanie odpadových vôd alebo osobitných vôd do podzemných vôd len po predchádzajúcom zisťovaní, ktoré môže vykonať iba oprávnená osoba podľa osobitného predpisu. 48) Predchádzajúce zisťovanie sa zameria najmä na

- a) preskúmanie a zhodnotenie hydrogeologických pomerov príslušnej oblasti,
- b) zhodnotenie samočistiacich schopností pôdy a horninového prostredia danej lokality v príslušnej oblasti
- c) preskúmanie a zhodnotenie možných rizík znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd.

(2) Predchádzajúce zisťovanie zabezpečí žiadateľ o vydanie povolenia na svoj náklad.

(3) Odpadové vody alebo osobitné vody s obsahom škodlivých látok možno vypúšťať iba do takého útvaru podzemnej vody, ktorého voda bola na základe predchádzajúceho zisťovania označená ako trvalo nevhodná na akékoľvek používanie, a ak sa preukáže, že technickými opatreniami sa zabráni rozšíreniu týchto látok do okolitých vodných útvarov alebo nedôjde k poškodeniu iných ekosystémov.

1Smernica Rady 91/271/EEC z 21. mája 1991 týkajúca sa čistenia mestskej odpadovej vody (91/271/EHS)

2Smernica rady 86/278/EHS o ochrane životného prostredia, predovšetkým pôdy v prípade, ak sa používajú kanalizačné kaly v poľnohospodárstve.

(Dostupné na <http://www.zbierka.sk>, in Ladická,2008)

#### 4.1.2 Technické normy

##### *Vybrané technické normy z oblasti čistenia odpadových vôd:*

**STN 75 6081:** Žumpy na splaškové odpadové vody (05.2000)

**STN EN 858-1 (75 6271):** Odlučovacie zariadenia ľahkých kvapalín (napr. oleja a benzínu).

**STN EN 858-2 (75 6271):** Odlučovacie zariadenia ľahkých kvapalín (napr. oleja a benzínu).

**STN EN 1825-1 (75 6272):** Odlučovače tukov.

**STN EN 1085 (75 6400):** Čistenie odpadových vôd. Názvoslovie (09.1999)

**STN 75 6401:** Čistiarne odpadových vôd pre viac ako 500 ekvivalentných obyvateľov (05.1999)

**STN 75 6402:** Malé čistiarne odpadových vôd (1992)

**STN EN 12566-1 (75 6403):** Malé čistiarne odpadových vôd do 50 EO.

**STN EN 12566-3 (75 6403):** Malé čistiarne odpadových vôd do 50 EO.

**STN EN 12255-1 (75 6410):** Čistiarne odpadových vôd.

**STN EN 12255-3 (75 6410):** Čistiarne odpadových vôd. Časť 3: Predčistenie (09.2003)

**STN EN 12255-4 (75 6410):** Čistiarne odpadových vôd. Časť 4: Primárne usadzovanie (09.2003)

**STN EN 12255-8 (75 6410):** Čistiarne odpadových vôd. Časť 8: Spracovanie a uskladnenie kalu (09.2003)

**STN EN 12255-10 (75 6410):** Čistiarne odpadových vôd. Časť 10: Technicko-bezpečnostné zásady stavieb (09.2003)

**STN EN 12255-11 (75 6410):** Čistiarne odpadových vôd. Časť 11: Všeobecné údaje (09.2003)

**STN 83 0901:** Ochrana povrchových vôd pred znečistením. Všeobecné požiadavky (1985)  
(Dostupné na <http://vuvh.sk/download/odd/normy/stn.doc>, in Ladická,2008)

#### 4.1.3 Povolenia príslušných orgánov

Doklady o rokovaní s orgánmi štátnej správy a účastníkmi stavebného konania, stanoviská, súhlasy, prípadne rozhodnutia dotknutých orgánov štátnej správy, ak ich predstavujú osobitné predpisy.

(Dostupné na <http://www.zbierka.sk>, in Ladická,2008)

#### **4.1.4 Podklady pre povolenie vodnej stavby**

Žiadosť o povolenie na uskutočnenie vodnej stavby podľa §-26 zákona č.364/2004 Z.z. o vodách. Žiadosť o povolenie na uskutočnenie vodnej stavby je uvedená v prílohe č.1. (Dostupné na [http:// www.zbierka.sk](http://www.zbierka.sk), in Ladická,2008)

#### **4.1.5 Výber lokality VČOV**

Bojná patrí do okresu Topoľčany v Západoslovenskom kraji. Leží v južnej časti Považského Inovca pri jeho juhovýchodných svahoch v údolí potoka Bojnianka. Chotár obce Bojná sa tiahne v smere juhovýchod-severozápad. Dĺžka chotára je asi 9 km a šírka asi 4,5 km. Severozápadnú polovicu tvoria lesy a juhozápadnú orná pôda (KRAJČÍK J,1990).

### **4.2 Zhromaždené údaje o lokalite**

#### **4.2.1 Geologické pomery**

Marhatská skupina je čiastočne zložená z granitoidných hornín starších prvohôr (kremité diority, porfýrovité, muskovitické žuly) . Najrozsiahléjšie plochy týchto hornín sú v polohe Piesky Dubodiel v katastri obce Bojná. Mladšie prvohory sú zastúpené karbonom a permonom, v ktorých prevládajú fylity prechádzajúce do piesočnatých bridlíc. Permské súvrstvia predstavujú pestré bridlice , tvrdé pieskovce a zlepené suchozemského pôvodu zvané verukáno (KRAJČÍK ,1990).

#### **4.2.2 Hydrogeologické pomery**

V intraviláne Bojnej prvý horizont podzemnej vody v severnej časti sa pohybuje v hĺbke 12-16 m od povrchu terénu, kým v južnej časti 5-8 m. Vodonosnou vrstvou sú pleistocenné štrkopiesky. Druhý vodný horizont sa nachádza vo vrstvách neogénu v hĺbke 40-60 m pod povrchom terénu. Horská časť katastra obce Bojná je pramennou oblasťou. Tu má prameň potok Bojnianka ako krasový prameň a všetky jej prítoky (KRAJČÍK ,1990).

#### **4.2.3 Hydrologické podmienky**

Osou bojnianskeho chotára je potok Bojnianka , pravostranný prítok rieky Nitry. Pramení v údolí pri západnom úpätí vrchu Úhrad vo výške 370 m.n.m.Druhá vetva pramení východne od vrchu Skalina. Plocha povodia Bojnianka je 118,3 km<sup>2</sup> (KRAJČÍK J,1990).

#### 4.2.4 Klimatické podmienky

Najviac vetrov je od západu, preto aj teploty sú na náveternej – západnej strane nižšie a zrážky vyššie ako na záveternej – východnej strane.

Priemerné mesačné a ročné teploty v období rokov 1931 – 1960

mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
C°	2,4	0,5	3,9	9,8	14,8	17,9	19,8	19,0	15,2	9,4	4,6	0,3

Priemerná ročná teplota vzduchu je okolo 9,3 C°.

Bojná má vlastnú zrážkomernú stanicu. Údaje o zrážkach sú uvádzane z miestnej stanice v priemere rokov 1931 – 1960.

mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
[mm]	40	42	43	38	60	70	74	65	43	58	57	49

Ročný priemer zrážok sa pohybuje v priemere 53 mm.

Priemerná vlhkosť vo vegetačnom období (apríl – september) je 70%.

(KRAJČÍK ,1990)

#### 4.2.5 Pedologické pomery

Z pôdných druhov sa v bojníanskom katastri vyskytujú pôdy hlinito-piesočnaté, hlavne na zarovnaných chrbtoch kopcov na honoch Veľký Gbol, Kamence a Konopnice. Ínato-hlinité pôdy sa vyskytujú na svahoch kopcov nad údoliami potokov. Podľa úrodnosti patrí kataster obce do stredne úrodných pôd (KRAJČÍK ,1990).

### 4.3 Zdôvodnenie stavby

#### 4.3.1 Účel stavby

Účelom stavby je vybudovaná čistiareň odpadových vôd pre produkované splaškové odpadové vody. V minulosti boli dopadové vody likvidované v pôvodných 2 žumpách v objekte Pod Babicom kde sa nachádza objekt reštauračno-ubytovací-Penzión.

(Dostupné na <http://www.babica-bojna.sk>)

#### 4.3.2 Zariadenie staveniska

Uvedená stavba vegetačných čistiarní odpadových vôd je optimálnym riešením

likvidácie odpadových vôd, keďže tento má charakter prírodného parku s vodnými plochami - rybníkmi.

Uvedený typ VČOV dáva predpoklady na ich dokonalé zapracovanie do prírodného prostredia lokality Pod Babicou. Stavba si nevyžaduje riešiť zariadenie staveniska. Staveniskom pre účely výstavby je pozemok investora, ktorý je zapísaný na LV č:1083-parc.:č.2536/1 v k.ú. obce Bojná.

Stavba je napojená na miestnu komunikačnú sieť- horný koniec obce Bojná-lokalita Ranč Pod Babicou (REISEL, 2010).

#### **4.3.3 Technický návrh riešenia**

Stavba vegetačnej čistiarene odpadových vôd predstavuje vodnú plochu - mokrade o rozlohe VČOV Penziónu 7,5 16 m. Kapacita PENZIÓNU je 60-80 osôb, 60 osôb 2,0 m<sup>2</sup>/osoba =120 m<sup>2</sup> plochy VČOV. Splaškové odpadové vody, ktoré sú produkované v objekte Ranč sú privádzané po odstránení mechanického znečistenia v akumuláčnych dvojkomorových žumpách prívodným - nátokovým potrubím do bazénov VČOV DN 100 a odtokové potrubie z VČOV DN 100 (REISEL, 2010).

#### **4.3.4 Technologický proces čistenia odpadových vôd VČOV**

Vegetačná čistiareň je umelá mokrad', kde voda preteká horizontálne, alebo vertikálne poréznym substrátom pod povrchom tohto substrátu. Ide teda o mokrad' bez voľnej hladiny. VČOV sú využívané predovšetkým na čistenie mechanicky predčistených splaškových vôd. Na odstránenie znečistenia vo VČOV sa podieľajú procesy fyzikálne, chemické a biologické. Medzi fyzikálne patria sedimentácia, filtrácia a fyzikálna adsorpcia.

K chemickým procesom patrí zrážanie, chemická adsorpcia, rozklad a k biologickým bakteriálny metabolizmus, rastlinný metabolizmus, rastlinná absorpcia a prirodzený úhyn.

- a) *príprava vhodných podmienok pre mikroorganizmy v pôde*
- b) *vyrovnanie teploty v záhone zatienením povrchu*
- c) *rastlinné zvyšky tvoria v zime izoláciu proti mrazu*
- d) *prekorenením pôdy udržiujú zemný substrát priepustným*
- e) *ekologicky pôsobia na okolie*
- f) *výpar napr.: u páľky či trstiny až 600 mm/rok (15-20 mm/deň)*

Mikroorganizmy sú veľmi dôležitou súčasťou koreňového záhonu, ich význam je predovšetkým v prevádzkovej stabilite, vďaka ich druhovej rôznorodosti, biologickej premene znečisťujúcich látok v odpadových vodách nosič čistiaceho výkonu = biologický povlak na kamenive, alebo pôdnych častiach. Odbúranie látok z odpadových vôd preto zodpovedá čistiacim mechanizmom prebiehajúcim v biologickom stupni bežnej čistiarne odpadových vôd (REISEL, 2010).

### Zloženie odpadových vôd z domácností pri spotrebe 150l/os/deň

(podľa IMHOFFA,1985 a HARTMANA,1992, in Ladická,2008)

Tab. 2 Zloženie odpadových vôd z domácností

	<b>Množstvo (g/obyv/deň)</b>	<b>Koncentrácia v OV (mg/l)</b>	<b>Koncentrácia v usadanej OV (mg/l)</b>
<b>Usaditeľné látky</b>	45	300	-
<b>Odfiltrované lát.</b>	70	467	200
<b>BSK<sub>5</sub></b>	60	400	267
<b>CHSK</b>	120	800	533
<b>Dusík N</b>	11	73	67
<b>Fosfor P</b>	2,5	17	15
<b>Draslík K</b>	5	33	30

Z organických látok obsiahnutých v splaškových vodách prevažujú obyčajne sacharidy, lipidy a aminokyseliny. Pre obrovské množstvo najrôznejších mikroorganizmov, ktoré sa nachádzajú v splaškových odpadových vodách, sú tieto vody závažným, potenciálnym faktorom šírenia infekcie. Predpokladané koncentrácie znečisťujúcich látok vo vstupnej surovej odpadovej vode sú v nasledujúcej tabuľke (VYMAZAL,1991, in Ladická,2008)

Tab. 3 Koncentrácie znečisťujúcich látok v surovej odpadovej vode z malej obce.

<b>Ukazovateľ</b>	<b>Priemer (mg/l)</b>	<b>Max. (mg/l)</b>
<b>BSK<sub>5</sub></b>	260	360
<b>CHSK</b>	520	720
<b>NL</b>	200	280
<b>TKN</b>	40	45
<b>P<sub>celk</sub></b>	5	8
<b>pH</b>	7,5	8,5



#### Výsledný čistiaci efekt závisí najmä na :

- zložení pretekajúcej vody, predovšetkým na hodnote biologickej spotreby kyslíka ( $BSK_5$ ), chemickej spotreby kyslíka (CHSK), amoniaku, obsahu rozpustných a nerozpustných látok
- fyzikálnych, chemických a biologických vlastností filtračného prostredia
- hydraulických podmienkach, dĺžke filtračnej dráhy, zdržnej dobe, rovnomernosti prúdenia, možnosti vzniku skratových prúdov a pod.
- klimatických podmienkach, teplotnom režime, hĺbke premrzania, mikrobionálneho oživenia
- prevádzkovej technológií, počtu stupňov, spôsobe plnenia a prázdnenia a pod.
- kvalitnej a zodpovednej obsluhu

(REISEL, 2010)

#### 4.3.5 Stavebné objekty VČOV

Vegetačné čistiarne vyžadujú hrubé predčistenie odpadových vôd, ktoré tvorí dvojkomorový septik, lapač tukov a olejov, pri reštauráciách, hoteloch a pod.

Filtračné polia koreňovej čistiarne majú charakter plytkého bazénu izolovaného fóliou z plastických a pružných materiálov. Odpadové vody, ktoré sa sem privádzajú, nesmú preniknúť mimo nádrž a predovšetkým nesmú ohroziť podzemné vody v mieste čistiarne. Podklad fólie tvorí geotextília a fólia je ňou tiež prekrytá. Je to z dôvodu zabránenia mechanického poškodenia fólie z podložia, ale tiež materiálom vkladaným do koreňového poľa. Sklon svahov bazénov je 1,5:1 a sklon dna 1,0%. Dno nemôže byť v žiadnom prípade vodorovné, aby voda z nádrží mohla za každých okolností odtekať.

Bazény vegetačnej čistiarne predstavujú plochu  $S_1=7,5 \times 16$  m,  $S_2=4 \times 15$  m sú naplnené štrkom frakcie 4-16 mm. Frakcie sa volia hrubšie do nátokov, alebo odtokovej časti a jemnejšie frakcie v strede poľa. Vtokovú a výtokovú oblasť tvorí kamenivo frakcie 100-200 mm. Do náplne by sa nemali dostať jemnejšie piesčité častice a vôbec nie hlinité, alebo ílovité materiály.

Povrch štrku je vysadený rákosom obecným v počte 5 až 10 rastlín na  $1\text{m}^2$ . Rovnomerné rozdelenie vody pritekajúcej do filtračných polí zaisťuje rozdeľovacie potrubie IPE 160 9,1 mm s navrtanými otvormi  $\varnothing 20$  mm vo vzdialeno sti 0,8 m umiestnené na povrchu (letná prevádzka) a na dne (zimná prevádzka) filtračných polí.

K odtoku vody z filtračného bazénu slúži zberné potrubie IPE 160 9,1 mm s navrtnými otvormi  $\varnothing$  20 mm vo vzdialenosti 0,2 m, uložené na dne oblasti v spáde 0,5%. Výška štrkovej náplne je cca 0,8 až 1,0 m. Úroveň štrku je 0,7 m pod úrovňou koruny hrádze bazénu.

Rozdeľovacie a zberné potrubie je na drevených podkladoch. Otvory na rozdeľovacom potrubí pre zimnú prevádzku a na zbernom potrubí musia byť prekryté väčšími plochými kameňmi tak, aby nedošlo k ich upchatiu kamenivom. Konce potrubí musia byť odvetrané nad terénom. Hrádzka okolo filtračných polí a medzi nimi bola pri výstavbe sypaná a hutnená z výkopového materiálu. Miera hutnenia a hrúbka vrstiev pre hutnenie bola upresnená geológom po vykonaní geotechnických laboratórnych skúšok. Ukladanie náplne do bazénu je nutné vykonávať tak, aby pri tom nedochádzalo ku zhutňovaniu náplne. Tá musí zostať v sypkom stave, aby mala čo najvyšší koeficient hydraulickej vodivosti. Z toho dôvodu nebol pre úpravu povrchu štrku použitý stroj, ktorý jazdí po povrchu. Optimálnou náplňou je triedený riečny štrk (REISEL, 2010).

Tab. 4 Hydraulické vlastnosti materiálov využívaných pre vegetačné pole čistiarne

Materiál	Zrinitosť (mm)	Hydraulická vodivosť [ $\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$ ]	Hydraulická vodivosť [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
Piesok	1	420	$4,86 \cdot 10^{-3}$
Piesok	2	480	$5,56 \cdot 10^{-3}$
Štrkopiesok	8	500	$5,79 \cdot 10^{-3}$
Štrk	15	800	$9,26 \cdot 10^{-3}$
Štrk	25	1350	$1,56 \cdot 10^{-3}$

(U.S.EPA, 1998, HU 1994, VYMAZAL 1995, in Ladická,2008)

Zrna menšie než uvedený priemer tvoria najmenej 10% hmotnosti materiálu. Je možné použiť i drvené kamenivo. Dôležitým faktorom pri výbere je tvar zrn a koeficient hydraulickej vodivosti, ktorý by sa mal pohybovať v rozmedzí  $1 \cdot 10^{-3}$  -  $3,5 \cdot 10^{-3}$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ].

#### 4.3.6 Zemné práce

Objekty vegetačných čistiarní predstavujú z hľadiska stavebného odkopanie bazénov rozmerov 7,5 16 a 4 15 m, ktoré sú hĺbené pre objekt Penziónu. Výkopy sa realizovali strojným výkopom, svahovitosť v sklone 1,5:1 so sklonom dna 1,0%.

Dno bazénov je upravené do sklonu a opatrené štrkopieskovou náplňou rôznej frakcie do hrubozrnnej po jemnozrnú frakciu. Výkopy spolu predstavujú  $360,92 \text{ m}^3$ .

#### Vrstvenie náplne:

- piesok 4-8                    150mm
- štrkový triedený 16-32    150 mm
- riečny 32-63                150 mm

### **4.4 Hydrotechnické výpočty**

#### **4.4.1 Množstvo odpadových vôd**

Penzión Pod Babicou ubytovacia kapacita 60 – 80 osôb

$$Q_p = 18 \text{ m}^3 / \text{rok} \times 80 \text{ osôb} = 1\,440 \text{ m}^3 / \text{rok} = 3,9 \text{ m}^3 / \text{deň}$$

Kuchyňa 80 stravníkov za deň

$$Q_p = 80 \text{ osôb} \times 8 \text{ m}^3 / \text{rok} = 640 \text{ m}^3 / \text{rok} = 1,7 \text{ m}^3 / \text{deň}$$

$$Q_p \text{ spolu: } 5,6 \text{ m}^3 / \text{deň} = 0,065 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max d} = 0,13 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max h} = 0,234 \text{ l/s}$$

#### **4.4.2 Výpočet plochy VČOV – Penzión**

Kapacita Penziónu podľa podnikateľského zámeru : 60 – 80 osôb

$$60 \text{ osôb} \times 2,0 \text{ m}^2 / \text{osoba} = 120 \text{ m}^2 \text{ VČOV}$$

$$\text{Navrhovaná plocha VČOV: } 7,5 \text{ m} \times 16 \text{ m} = 120 \text{ m}^2, h=0,9 \text{ m}$$

#### **4.4.3 Výpočet vplyvu vyčistenej odpadovej vody z VČOV na recipient**

##### **Bojnianka**

$$Q_{355} = 25 \text{ l/s}$$

$$BSK_5 = 2,7 \text{ mg/l}$$

$$CHSK_{Cr} = 13,5 \text{ mg/l}$$

$$NL = 10 \text{ mg/l}$$

$$N-NH_4 = 0,24 \text{ mg/l}$$

#### **4.4.4 Garantované ukazovatele vyčistenej odpadovej vody**

$$BSK_5 = 10 \text{ mg/l}$$

$$CHSK_{Cr} = 50 \text{ mg/l}$$

$$NL = 50 \text{ mg/l (REISEL, 2010)}$$

#### 4.4.5 Výpočet doby zdržania odpadovej vody v mechanickom predčistení

Septik 8,5 m<sup>3</sup>

Prietok odpadovej vody z VČOV 5,6 m<sup>3</sup>/deň

Doba zdržania=  $V_{\text{septiku}}/Q_p = 8,5\text{m}^3/\text{deň} / 5,6\text{ m}^3/\text{deň} = 1,518\text{ deň} = \mathbf{36,42\text{ hod.}}$

Doba zdržania sa požaduje dlhšia ako 4 hod. v predčistení, a objem septiku vyhovuje tejto požiadavke s veľkou rezervou.

Cieľom zdržania je odsedimentovanie mechanických častíc, na to je potrebná doba maximálne 4 hodiny.

#### 4.4.6 Celková doba zdržania odpadovej vody vo VČOV

$T_z = V_{\text{čov}}/Q_{\text{denné}} = (V_{\text{septiku}} + V_{\text{kor.polí}})/Q_{\text{denné}} = 8,5 + (120 \times 0,9) / 5,6 = 116,5\text{ m}^3 / 5,6\text{ m}^3/\text{deň} = \mathbf{20,80\text{ dňa}}$

Požiadavka je aby zdržanie bolo viac ako 5 dní. Návrh konštrukcie je s dostatočnou rezervou.

#### 4.4.7 Zmiešavacia rovnica

$K_{VBSK5} = (Q_{TP} \cdot K_{TP} + Q_{\text{čov}} \cdot V\check{C}OV_p) / (Q_T + Q_{\text{čov}} \cdot 25,13) = (25\text{ l/s} \cdot 2,7\text{mg/l} + 0,13\text{l/s} \cdot 2,7\text{mg/l}) / (25,13\text{ l/s}) = \mathbf{2,7\text{ mg/l}}$

$K_{VCHSK} = (Q_{TP} \cdot K_{TP} + Q_{\text{čov}} \cdot V\check{C}OV_p) / (Q_T + Q_{\text{čov}} \cdot 25,13) = (25\text{l/s} \cdot 13,5\text{mg/l} + 0,13\text{l/s} \cdot 13,5\text{mg/l}) / (25,13\text{ l/s}) = \mathbf{13,5\text{mg/l}}$

$NL = (Q_{TP} \cdot K_{TP} + Q_{\text{čov}} \cdot V\check{C}OV_p) / (Q_T + Q_{\text{čov}} \cdot 25,13) = (25\text{l/s} \cdot 10\text{mg/l} + 0,13\text{l/s} \cdot 10\text{mg/l}) / (25,13\text{ l/s}) = \mathbf{10\text{mg/l}}$

Vypočítané údaje zodpovedajú parametrom uvedených v Nariadení vlády 296/2005 Z.z, tab.č 3.

## 5. Výsledky a diskusia

Odpadové vody obsahujú v sebe veľké množstvo rôznych organických a anorganických látok. V zásade sme zhodnocovali ukazovatele uvedené vo vyhláske 296/2005 tab.č 1, ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd .

Povinnými parametrami pre počet obyvateľov 51 - 2000 sú BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, NL, ostatné parametre sú informatívne. Ich použitie pre zmiešavaciu rovnicu, a pre stanovenie výsledkov sú uvedené vo vyhláske 295/2005, tab.č 1. Namerané ukazovatele sú prepočítané príslušnými koeficientmi platnými pre uvedený laboratórny prístroj a metodiku stanovenia analyzovaného parametru.

### Na analýzu meraných ukazovateľov boli použité tieto prístroje:

1. Meranie pH - EcoScan pH 6 - výrobca Eutech Instruments
2. Meranie TDS a vodivosti - CyberScan con 11 - výr. Eutech Instruments
3. Ostatné merania - Multiparameter Photometer serie C 206 for Environmental

### 5.1 Vyhodnocované ukazovatele

#### Reakcia vody pH

Priemerná hodnota pH z odobraných vzoriek vody je 6,8. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. sa pohybuje v intervale od 6- do 8,5. Vzorky zodpovedajú požiadavkám a nameraná hodnota je v celku optimálna, nachádza sa v rozmedzí od 6-do 8,5.

#### Elektrolitická vodivosť (mS.m<sup>-1</sup>)

Priemerná hodnota z odobraných vzoriek vody je 2531 [mS.m<sup>-1</sup>]. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. nie je stanovená.

#### Celkový fosfor (Pcelk mg/l)

Priemerná hodnota Pcelk. z odobraných vzoriek vody je 0,827 [mg/l]. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. je hodnota 0,4 [mg/l]. Hoci nie je tento parameter povinný, dochádza ku prekročeniu fosforu na odtoku.

### **NO<sub>3</sub> (dusičnanový dusík mg/l)**

Priemerná hodnota **NO<sub>3</sub>** z odobraných vzoriek vody je 0,072 [mg/l]. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. je hodnota 5,0 [mg/l]. Hodnotenie: výborný stav.

### **NO<sub>2</sub> (dusitánový dusík mg/l)**

Priemerná hodnota **NO<sub>2</sub>** z odobraných vzoriek vody je 0,460 [mg/l]. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. je hodnota 0,02 [mg/l]. Výsledná hodnota nasvedčuje, že dusík sa premení len na dusitan, neprebehne nitrifikácia po **NO<sub>3</sub>**, a v systéme je málo kyslíka na dokončenie premeny **NO<sub>2</sub>** na **NO<sub>3</sub>**. Výsledkom je síce minimálny obsah **NO<sub>3</sub>** ale vysoký obsah **NO<sub>2</sub>** v odtoku. Chýba prevzdušnenie vody po odtoku z vegetačného poľa, ktoré by premenu zaistilo, lebo **NO<sub>2</sub>** je nestabilné v prevzdušňovanom prostredí.

### **NaNO<sub>2</sub> (dusitan sodný mg/l)**

Priemerná hodnota **NaNO<sub>2</sub>** z odobraných vzoriek vody je 0,21 [mg/l]. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. je hodnota **0,02** [mg/l].

### **NH<sub>4</sub> (amoniak mg/l)**

Priemerná hodnota **NH<sub>4</sub>** z odobraných vzoriek vody je 0,171 [mg/l]. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. je hodnota **1,0** [mg/l]. Premena amoniaku v anaerobných podmienkach je dobrá.

### **PO<sub>4</sub> (fosfát mg/l)**

Priemerná hodnota **PO<sub>4</sub>** z odobraných vzoriek vody je 0,303 [μ/l]. Odporúčaná hodnota pre tento ukazovateľ podľa Nariadenia vlády 296/2005 Z.z. je hodnota **1,0** [mg/l].

## 5.2 Vzorky vody

Tab. 5 Namerané hodnoty na vstupe 05.02.2010

Sledovaný parameter	Program	Hodnota z prístroja	Jednotky	Prepočítané faktorom
TDS	-	439	ppt	-
Elektrická vodivosť	-	884	mS	-
pH	-	6,3	mg/l	-
NO <sub>3</sub> dusičnany	14	0,886	mg/l	4,43
NH <sub>4</sub> Amoniak	2	0,101	mg/l	1,214
P celkové	21	0,005	mg/l	-
NaNO <sub>2</sub>	-	0,48	mg/l	1,5
PO <sub>4</sub>	-	0,191	μ/l	-
NO <sub>2</sub> N	-	1,053	mg/l	3,29

V prvej vzorke nebolo merané BSK 5

Tab. 6 Namerané hodnoty na vstupe 12.02.2010

Sledovaný parameter	Program	Hodnota z prístroja	Jednotky	Prepočítané faktorom
TDS	-	1,32	ppt	-
Elektrická vodivosť	-	2,63	mS	-
pH	-	-	mg/l	-
NO <sub>3</sub> dusičnany	14	7,797	mg/l	4,43
NH <sub>4</sub> Amoniak	2	5,270	mg/l	1,214
P celkové	21	0,220	mg/l	-
NaNO <sub>2</sub>	-	0,030	mg/l	1,5
PO <sub>4</sub>	-	0,1100	μ/l	-
NO <sub>2</sub> N	-	0,066	mg/l	3,29

Tab. 7 Vzorka vody č.2 na výstupe 12.02.2010

Sledovaný parameter	Program	Hodnota z prístroja	Jednotky	Prepočítané faktorom
TDS	-	500	ppm	-
Elektrická vodivosť	-	1003	mS	-
pH	-	-	mg/l	-
NO <sub>3</sub> dusičnany	14	0,620	mg/l	4,43
NH <sub>4</sub> Amoniak	2	0,170	mg/l	1,214
P celkové	21	0,006	mg/l	-
NaNO <sub>2</sub>	-	0,285	mg/l	1,5
PO <sub>4</sub>	-	0,239	μ/l	-
NO <sub>2</sub> N	-	0,625	mg/l	3,29

Tab. 8 BSK<sub>5</sub> na výstupe

Deň	Hodnota	Výsledok
1	0	5
2	0	6
3	1	7
4	1	7
5	1	7

Tab. 9 Namerané hodnoty na vstupe 26.02.2010

Sledovaný parameter	Program	Hodnota z prístroja	Jednotky	Prepočítané faktorom
TDS	-	1,36	ppt	-
Elektrická vodivosť	-	2,73	mS	-
pH	-	-	mg/l	-
NO <sub>3</sub> dusičnany	14	1,728	mg/l	4,43
NH <sub>4</sub> Amoniak	2	5,314	mg/l	1,214
P celkové	21	0,220	mg/l	-
NaNO <sub>2</sub>	-	0,375	mg/l	1,5
PO <sub>4</sub>	-	0,1100	μ/l	-
NO <sub>2</sub> N	-	0,823	mg/l	3,29



Tab. 10 Namerané hodnoty na výstupe 26.02.2010

Sledovaný parameter	Program	Hodnota z prístroja	Jednotky	Prepočítané faktorom
TDS	-	428	ppm	-
Elektrická vodivosť	-	852	mS	-
pH	-	-	mg/l	-
NO <sub>3</sub> dusičnany	14	1,152	mg/l	4,43
NH <sub>4</sub> Amoniak	2	0,120	mg/l	1,214
P celkové	21	0,012	mg/l	-
NaNO <sub>2</sub>	-	0,150	mg/l	1,5
PO <sub>4</sub>	-	0,247	μ/l	-
NO <sub>2</sub> N	-	0,329	mg/l	3,29

Tab. 11 BSK<sub>5</sub> na výstupe

Deň	Hodnota	Výsledok
1	5	5
2	6	6
3	7	7
4	7	7
5	7	7

Tab. 12 Namerané hodnoty na vstupe 27.04.2010

Sledovaný parameter	Program	Hodnota z prístroja	Jednotky	Prepočítané faktorom
TDS	-	1,96	ppt	-
Elektrická vodivosť	-	3,97	mS	-
pH	-	6,83	mg/l	-
NO <sub>3</sub> dusičnany	14	-	mg/l	4,43
NH <sub>4</sub> Amoniak	2	-	mg/l	1,214
P celkové	21	0,220	mg/l	-
NaNO <sub>2</sub>	-	-	mg/l	1,5
PO <sub>4</sub>	-	0,1100	μ/l	-
NO <sub>2</sub> N	-	-	mg/l	3,29

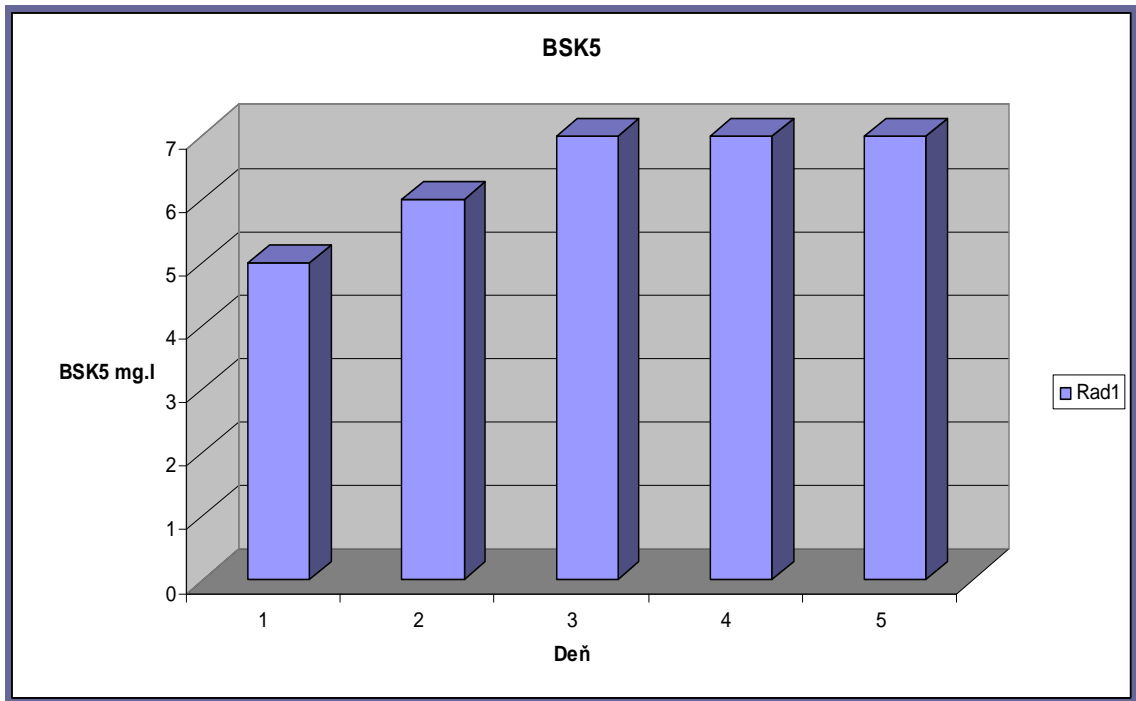
Tab. 12 Namerané hodnoty na výstupe 27.04.2010

Sledovaný parameter	Program	Hodnota z prístroja	Jednotky	Prepočítané faktorom
TDS	-	339	ppm	-
Elektrická vodivosť	-	676	mS	-
pH	-	7,60	mg/l	-
NO <sub>3</sub> dusičnany	14	0,709	mg/l	4,43
NH <sub>4</sub> Amoniak	2	0,223	mg/l	1,214
P celkové	21	0,198	mg/l	-
NaNO <sub>2</sub>	-	0,195	mg/l	1,5
PO <sub>4</sub>	-	0,423	μ/l	-
NO <sub>2</sub> N	-	0,428	mg/l	3,29

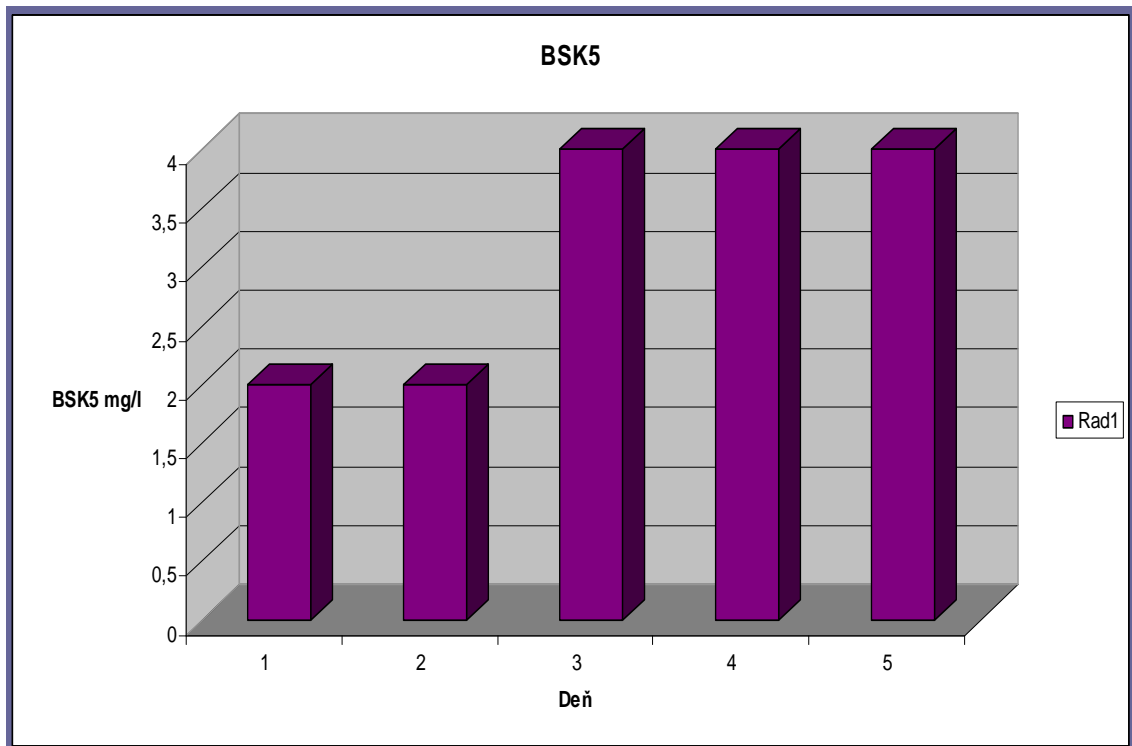
Tab. 13 BSK<sub>5</sub> na výstupe

Deň	Hodnota	Výsledok
1	1	2
2	1	2
3	2	4
4	2	4
5	2	4

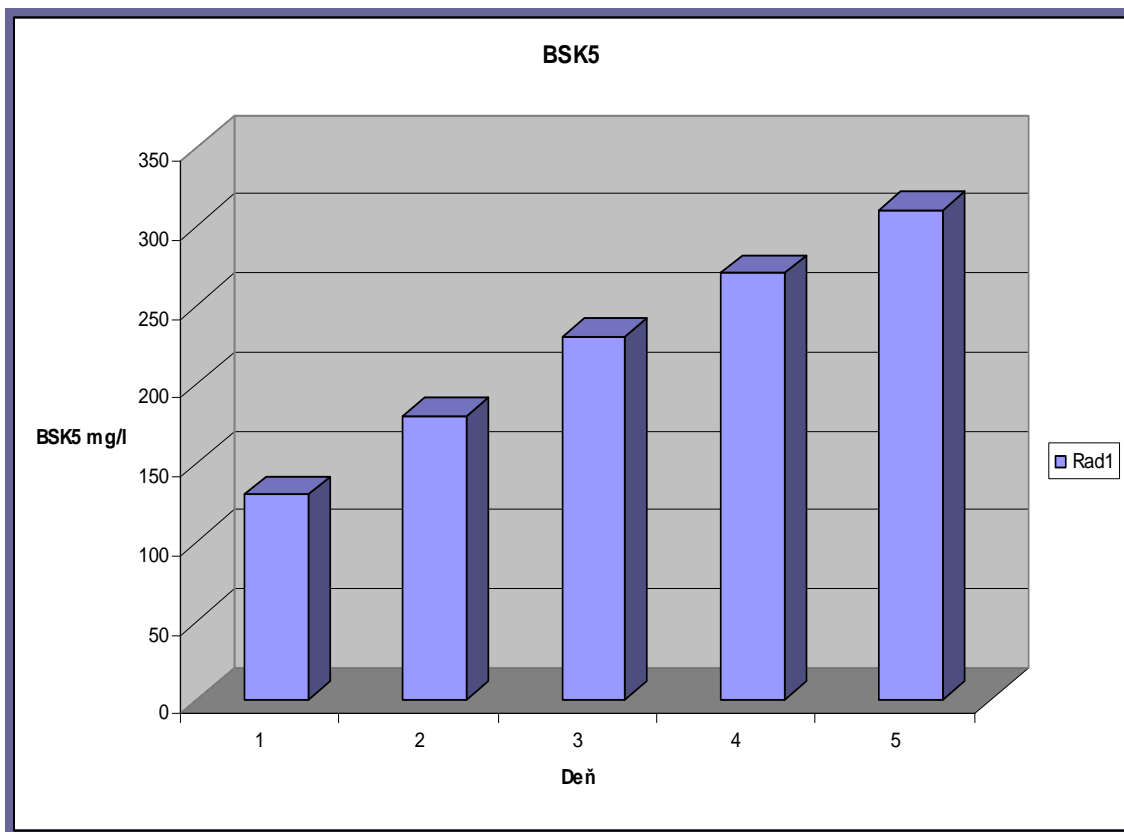
### 5.3 Grafy BSK<sub>5</sub>



**Graf 1 BSK<sub>5</sub> na výstupe 12.02.2010**



**Graf 2 BSK<sub>5</sub> na výstupe 26.02.2010**



**Graf 3 BSK<sub>5</sub> na výstupe 27.04.2010**

## 5.4 Diskusia

Výsledok skúmaných odobraných vzoriek vody daných ukazovateľov sme porovnali s ukazovateľmi uvedených v Nariadení vlády 296/2005 Z.z. tab.č.1, z toho nám vyplýva, že spĺňajú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd .

Z konštrukčného hľadiska prevádzkovej VČOV na Ranči pod Babicou sme zistili nedostatky, ktoré sú zakreslené v pozdĺžnom reze VČOV v prílohe: Pozdĺžny rez koreňovou ČOV PENZIÓN. Hĺbka koreňového poľa je 0,9 m. Štrkopieskové vrstvy majú rovnakú hrúbku 150 mm. V skutočnosti by tieto štrkopieskové vrstvy mali byť ukladané v takých vrstvách aby bolo zabezpečené dobré rozdelenie pretekajúcej vody, čo umožňuje rozdelenie čistenej vody po celej priesakovej ploche. Prechod medzi jemným a hrubým materiálom by mal byť plynulý.

Posudzovaná VČOV nemá na odtoku vybudovanú kontrolnú (regulačnú) šachtu, ktorá slúži na to, aby sme zabezpečili normálnu prevádzkovú hladinu, zvýšili hladinu vody pred nástupom trvalých mrazov, alebo pri zaburinený poľa, ale aj na vypúšťanie vody z priesaku vegetačného poľa, ak je to potrebné (JURÍK, 2009). Regulačnou šachtou vieme predĺžiť dobu zdržania podľa toho, aké je obsadenie reštaurácie a ostatných častí, kde pri vyššom zaťažení si môžeme dovoliť zväčšiť  $\Delta H$  ak je málo pretekajúcej vody, aby bolo trvalo zaplavené pole čistiarne znížime  $\Delta H$ .

Podľa STN 75 6402 pre určenie veľkosti sa udáva, že orientovaná hodnota pre návrh plochy vegetačnej čistiarne podľa druhu a rozsahu znečistenia sa navrhuje v rozmedzí 4-6 m<sup>2</sup>. Pri nami posudzovanej VČOV je plocha VČOV na 1 osobu 2m<sup>2</sup>, čo tiež nie je v súlade s technickou normou STN 75 6402 pre vegetačné čistiarne (JURÍK, 2009). Táto zásada bola prijatá pre horizontálne systémy a riešená VČOV je vertikálnym systémom, ktorý má menšie požadované plochy. Ďalšie nedostatky, ktoré boli zistené je, že VČOV chýba obtokové potrubie, ktoré je dôležité v prípade poruchy VČOV, aby voda z koreňového poľa mohla odtekať, tak sa zabráni úniku odpadovej vody z vegetačnej čistiarne do okolitého prostredia.

Z vyhodnotených vzoriek vody vyplýva, že všetky namerané ukazovatele kvality povrchových vôd zodpovedajú hodnotám uvedených v Nariadení vlády 296/2005 Z.z. tab.č 1. Charakteristické hodnoty pre NO<sub>2</sub> prekročili namerané hodnoty uvedené v Nariadení.

Riešením zníženia NO<sub>2</sub> v odpadových vodách by bolo:

a) predĺženie doby zdržania odpadových vôd vo vegetačnom polí aby sa získal čas pre dokončenie procesu nitrifikácie

b) doplnenie VČOV o vegetačné pole , ktoré má predpoklady na premenu  $\text{NO}_2$  na  $\text{NO}_3$ , respektíve cez denitrifikáciu na  $\text{N}_2$

Vegetačná čistiareň odpadových v obci Bojná Ranč pod Babicom má nedostatky v konštrukčnom riešení.

## 6. Záver

V súčasnosti existuje veľa možností čistenia odpadových vôd. Jedným zo spôsobov, na ktorý sa zamerali v diplomovej práci sú vegetačné čistiarne odpadových vôd. Mokrade svojím mohutným koreňovým systémom dokážu z odpadovej vody odstrániť nežiaduce prvky ako sú napr.: amoniak, dusičnany, ale ja tuky . Tento alternatívny spôsob čistenia odpadových vôd možno využiť pri odpadových vodách z bitúnkov, mliekarní, poľnohospodárstva, ale i z reštauračných zariadení.

Mokrade sú pre ľudskú spoločnosť významným zdrojom povrchovej a podzemnej vody . Svojím významom a dynamikou sú ideálnym objektom pre široký rámec výchovno - vzdelávacích aktivít, poznávaním oživenia tohto vytvoreného biotopu.

V diplomovej práci sme vlastne zisti ako účinné VČOV pracujú na základe vyhodnocovaných ukazovateľov, ktoré sme následne porovnali s ukazovateľmi obsiahnutých v Nariadení vlády 296/2005 Z.z, a tým sme splnili zámer diplomovej práce .

Uvedený typ čistenia odpadových vôd vyhovuje požiadavkám a po zapracovaní technických požiadaviek, bude dobrým prínosom pre ochranu životného prostredia a vôd v realizovanej turistickej oblasti.

## Zoznam použitej literatúry

BASTIAN, R.K. a REED, S.C, Eds., 1980. *Aquaculture Systems for Wastewater Treatment. Seminar Proceedings and Engineering Assessment. EPA Report EPA 430/9-80-006, Washington, D.C.* Cit.In. VYMAZAL J. 1991. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách.* vyd.ENVI s.r.o. Třebon. 52s.

BOON, A.G., 1986. *Report of a visit by members of staf of WRc to Germany (FRG) to investigate the root zone method for treatment of wastewater.* WRc Report 367-s/1, Stevange. Cit.In:VYMAZAL, 1995. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách.* vyd. ENVI s.r.o. Třebon, . 69 s.

BRIX H., SHRIERUP h., (1989): The use of aguatic macrophytes in waterpollution control. *AMBIO* 18 (2). pp.100-107

COPPER, P.F., Job, G.D. Green, M.B., and Shutes, R.B.E. 1996. *Reed Beds and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*, WRc Swindson, Wiltshire. Cit.In. VYMAZAL J. 1991. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*, vyd. ENVI s.r.o. Třebon. 64 -71s.

COOPER P.F.et.al.(1988,1990). *Europen design and operation guidelines for reed bed treatment systems.* EC/EWPCA Emergent Hydrophyte Treatment Systems Expert Contact Group Report, 33 pp. In.VYMAZAL J.1995. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách.* vyd. ENVI s.r.o. Třebon, 1995. 70-71s.

CHUDOBA, J. - DOHÁNYOS, M. - WANNER,J. :*Biologické čištění odpadních vod*, SNTL Nakladatelství technické literatury Praha 1991, ISBN 80-03-00611-2, STR.465.

DUŠEK, Jiří – KVĚT, Ján.1997. *Rostliny vo vegetačních čistírnách.* vyd.České Budejovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity, 1997. 5-7s.

FEKETE, Róbert – HYÁNEK, Ľubomír.1993. *Koreňová čistiareň odpadových vôd.* Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LH a VH SR. Katedra zdravotného inžinierstva, Stavebná fakulta STU Bratislava.8-10s. ISBN 80-88677-08-4.

GELLER, G.- HÖNER, G: *Anwenderhandbuch Pflanzenkläranlagen*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2003, ISBN 3-540-40135-0, Cit.In. LADICKÁ, 2008. Bakalárska práca.

JURÍK , Lubomír.2009. Rozpracovaný materiál

KOČKOVÁ E. - KRÍŽ P. - LEGÁT V.- ŠÁLEK J.- ŽÁKOVÁ Z..1994. *Vegetační čistírny odpadních vod.* Edice Obnova venkova, MZ ČR, 67 pp

KRAJČÍK Ján - LUKAČKA Ján.1990. *Osobná publikácia obce Bojná.*(1990). Vydalo Vlastivedné múzeum v Topoľčanoch. 1990. 7-12 s.

ONDERÍKOVÁ, Vlasta – ŠOLC, Jozef.1993.*Rastlinné čistiarne v procese tvorby krajinnno-ekologického územia.* Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LH a VH



SR. ÚZaE SAV Bratislava. 26-27s. 28-ISBN 80-88677-08-4.

PELIKÁN P.1994.Kořenová čistírna odpadních ve Spálenem Poříčí.. BÚ AV ČR a ENVI Třebon 51. Cit.In. VYMAZAL J.1995. *Čistění odpadních vod v kořenových čistírnách*.152s.

REMETA, Miroslav.1993. *Pozícia rastlín čov v republike*. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LH a VH SR. Slovenský zväz ochrancov prírody a krajiny Prešov. 40-45s. ISBN 80-88677-08-4.

REISEL Peter, 2010. Osobný rozhovor. Autorizovaný stavebný inžinier.

SÁGA, Pavel.1993. *Analýza súčasného stavu vývoje kořenové čistírny, jako východisko pro další strategií*. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LH a VH SR. Český ekologický ústav Praha.23-30s. ISBN 80-88677-08-4.

ŠÁLEK, Ján – TLAPÁK, Václav. 2006. *Prírodné spôsoby čistení znečištěných povrchových odpadových a odpadních vod*. 1.vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2006. 283 s.ISBN 80-8679-74-7. Cit.In. LADICKÁ Lucia.2008. Bakalárska práca .

ŠÁLEK J., *Navrhování a provozování vegetačných kořenových čistíren*. 2. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999. 54 s. ISBN 80-86153-03.Cit.In. LADICKÁ, 2008. Bakalárska práca.

VYMAZAL J. 1995. *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. vyd. ENVI s.r.o. Třebon, 1995. 64-68-73-74s. In. LADICKÁ Lucia. Bakalárska práca.

VYMAZAL J., Čištění splaškových odpadních vod pomocí kořenových čistíren. Vodní hospodářství 5/1991 s.17 a 6/1991 s. 215. Cit.In. LADICKÁ Lucia.2008. Bakalárska práca.

### **Internetové zdroje**

Pravidelne treba kontrolovať...2008. [online], [cit.2008-3-16]. Dostupné na: <<http://www.ekoprodukt.sk>>

Kvalita vody má zásadný...2010. [online]. Dostupné na: <[http://www.daphne.sk/docs/DRP\\_mokrade\\_web.pdf/](http://www.daphne.sk/docs/DRP_mokrade_web.pdf/)>

Prvé pokusy o ich využitie.2010. [online]. Dostupné na: <[http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf)>

Funkcia rastlín vo vegetačnej čistiarni.2010. [online]. Dostupné na: <[http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf)>

Výhody vegetačnej čistiarne.2010.[online]. Dostupne na:  
< [http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf)>

Nevýhody vegetačnej čistiarne.2010. [online]. Dostupne na:  
< [http://www.veronica.cz/dokumenty/voda\\_a\\_krajina.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/voda_a_krajina.pdf)>

Mokrad'e majú význam pre zachovanie.2008. [online]. [cit.2008-3-15]. Dostupne na:  
<<http://www.seps.sk>>.

Typy mokradí. 2008. [online], [cit.2008-3-15]. Dostupne na: <<http://cistirna.hyperlink.cz>>.

Umelé mokrade. 2008. [online], [cit.2008-3-15]. Dostupne na:  
<<http://cistirna.hyperlink.cz>>.

Vzhl'adom tomu, že na koreňové. 2008. [online], [cit.2008-3-15]. Dostupne na:  
<<http://cistirna.hyperlink.cz>>.

Sa stávajú od začiatku sedemdesiatich.2008. [online], [cit.2008-3-15]. Dostupne na:  
<<http://cistirna.hyperlink.cz>>

Medzi činnosťami, ktoré sú pre dosiahnutie.2008. [online], [cit.2008-3-15]. Dostupne na:  
<<http://cistirna.hyperlink.cz>>

Zistenie realizovateľnosti VČOV a jej vhodné.2010. [online]. Dostupné na:  
<[http://jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://jamiprojekt.cz/kcov_prace.php) >

Množstvo nakladania s nečistenou.2010. [online]. Dostupné na:  
<[http://jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://jamiprojekt.cz/kcov_prace.php) >

Geodetické práce zvoleného.2010. [online]. Dostupné na:  
<[http://jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://jamiprojekt.cz/kcov_prace.php) >

Pri polohopise umiestňujeme.2010. [online]. Dostupné na:  
<[http://jamiprojekt.cz/kcov\\_prace.php](http://jamiprojekt.cz/kcov_prace.php) >

Schéma vegetačnej čistiarne. 2010. [online]. Dostupné na:

<[http://www.ekoreny.cz/web/info/korenove\\_cisticky.cz](http://www.ekoreny.cz/web/info/korenove_cisticky.cz) >

Sa začali realizovať od roku.2008. [online]. [cit.2008-3-15]. Dostupne na internete

<<http://www.sazp.sk/public/index/index.php>>

Všeobecné kritéria pre návrh.2008. [online]. [cit.2008-3-15]. Dostupne na internete

<<http://www.sazp.sk/public/index/index.php>>

Prešovsko, Banskobystricko a Nitrianskeho kraja.2008. [online]. [cit.2008-3-15]. Dostupne

na:< <http://www.sazp.sk/public/index/index.php>>

Monitoring VKČO.2008. [online]. [cit.2008-3-15]. Dostupne na internete

<<http://www.sazp.sk/public/index/index.php>>

Povolenie orgánu štátnej správy.2010. Dostupné na:

[http://www.ezv.sk/vyhlasky/364\\_2004.pdf](http://www.ezv.sk/vyhlasky/364_2004.pdf)

Vybrané technické normy z oblasti.2010. [online]. Dostupné na:

< <http://vuvh.sk/download/odd/normy/stn.doc>>

Doklady o rokovaní s orgánmi.2010. [online]. Dostupné na:

<[http://www.ezv.sk/vyhlasky/364\\_2004.pdf](http://www.ezv.sk/vyhlasky/364_2004.pdf)>

Žiadosť o povolenie na uskutočnenie.2010. [online]. Dostupné na:

[http://www.ezv.sk/vyhlasky/364\\_2004.pdf](http://www.ezv.sk/vyhlasky/364_2004.pdf)

Účelom stavby je vybudovaná čistiareň.2010. [online]. Dostupné na:

<http://www.babica-bojna.sk>

Legislatíva

<http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?PredpisID=18745&FileName=05-z296&Rocnik=2005&#xml=http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?HitFile=True&FileID=319&Flags=160&IndexFile=zz05&Text=296/2005>

Civilizačné trendy posledného storočia.2010. [online] <http://www.sopsr.sk/webs/MokrSlov/>