

WETLAND PLANTS AND THEIR USAGE IN CONSTRUCTED WETLANDS

MOČIARNE RASTLINY A ICH VYUŽITIE VO VEGETAČNÝCH ČISTIARŇACH

Fuska J., Húska D.

Department of Landscape Engineering, Horticulture and Landscape Engineering Faculty, Slovak University of Agriculture in Nitra, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia

E-mail: fuska.jakub@gmail.com, dusan.huska@uniag.sk

ABSTRACT

The use of Constructed Wetlands to treat wastewater is a rapidly emerging as a viable alternative to common treatment facilities. They can be used for treatment of wastewater produced in households, citizen buildings, smaller villages, and for secondary treatment after primary treatment (mechanical or chemical). Treatment processes are similar to natural environment self-treatment processes. For treatment purposes in constructed wetland can be used a variety of wetland plants. In European condition the most used are *Schoenoplectus lacustris*, *Phragmites australis* and *Typha latifolia*. Constructed wetland systems offer several potential advantages as a wastewater treatment process. These advantages include simple operation and maintenance, process stability under varying environmental conditions, lower construction and operating costs. The study deals with the performance of the constructed wetland and also the effectiveness of plant species.

Key words: constructed wetland, wetland plants, bulrush, reed, cattail, *Schoenoplectus lacustris*, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, effectivity of constructed wetland

Acknowledgments: tento článok je napojený na projekt VEGA 1/0702/08 – Sedimenty v krajinnom prostredí.

ÚVOD

Tento článok bol vytvorený za účelom základného oboznámenia s koreňovými čistiarnami a rastlinami používanými v nich.

Vegetačné koreňové čistiarne nachádzajú uplatnenie hlavne pri:

- čistení splaškových odpadových vôd jednotlivých domov
- čistení splaškových odpadových vôd hotelov, rekreačných zariadení a letných táborov
- čistení a dočistení splaškových vôd menších obcí
- dočistení odpadových vôd pri ich situovaní za malými mechanicko-biologickými čistiarnami
- čistení odpadových vôd zo školských zariadení, rôznych sociálnych ústavov a pod.
- čistení odpadových vôd z malých priemyselných závodov
- dočistení znečistených povrchových vôd
- čistení filtrátu vody zo skládok komunálneho odpadu
- čistení organických nízkozat'ážených poľnohospodárskych odpadových vôd

Podmienečne vhodné sú pre obce s počtom obyvateľov nad 1500 EO, v ktorých je zastúpená priemyselná a živnostenská sféra výrazne ovplyvňujúca skladbu odpadových vôd z obce.

Vegetačné koreňové čistiarne sú nevhodné resp. nepoužiteľné pri:

- vysokom obsahu organického znečistenia a zvýšenom výskyte amoniaku, tukov a olejov, toxických látok
- extrémne kyslých, zásaditých a silne mineralizovaných odpadových vodách
- nedostatku vhodných plôch a v klimatických nevhodných polohách
- čistení odpadových vôd zo stredných a veľkých obcí.

(Karvašová, 2008)

Princíp čistenia

Podľa Kouřila (2006) je princíp čistenia v koreňovej čistiarni veľmi pomalá filtrácia odpadovej vody priepustným štrkovým lôžkom, ktoré je osadené druhmi hlbokokoreniacich vodných rastlín. K čisteniu sú využívané prirodzené, bežne v prírode sa vyskytujúce samočistiace procesy, ktoré prebiehajú v pôdnom, vodnom a mokrad'nom prostredí. Vegetácia sa podieľa priamo na čistiacom procese hlavne tvorbou priaznivých podmienok pre rozvoj mikroorganizmov a súčasným využívaním uvoľnených rastlinných živín, predovšetkým dusíka, fosforu, a draslíka k tvorbe biomasy.

MATERIÁL A METODIKA

Použiteľné druhy

Rastliny používané vo vegetačných čistiarnach by mali vo všeobecnosti spĺňať nasledovné požiadavky:

- Vo všeobecnosti sa používajú rastliny brehové, ktoré odolávajú výške vodného stĺpca od 15 do 60cm
 - Koreňový systém rastlín by mal byť silný a zdravý, vyvíjajúci sa laterálne aj vertikálne. S rastúcou dĺžkou koreňovej sústavy vo vertikálnom smere sa zlepšuje prenikanie kyslíku do inak anaeróbnej koreňovej zóny
 - Rastliny by mali byť schopné rýchlej reprodukcie a vyplnenia priestoru
 - Rastliny by mali byť podľa možnosti dostupné z miestnych zdrojov
- (Campbell, 1999)

Repozičné rastliny

Podľa Karvašovej (2008) sú do skupiny repozičných rastlín zaradené rastliny, ktoré majú schopnosti upraviť vzťahy v životnom prostredí narušené antropickou činnosťou. Medzi ich schopnosti patria ochranné funkcie pobreží zabraňovaním erózie a zachytávaním sedimentov alebo retencia vody na väčších plochách. Repozičné rastliny aplikovateľné pre čistenie vôd sú močiarné rastliny (helofyty) a vodné rastliny (hydrofyty).

Repozičné rastliny sú byliny alebo dreviny, ktoré sa používajú na rekultiváciu alebo revitalizáciu. Pojem vznikol z latinského slova „reponere“ – znovu zriadiť. Sú krajiny, v ktorých sú uprednostňované dreviny pred bylinami (sever Poľska, juh Švédska, Fínska, Dánsko). Dôvodom uprednostnenia je možnosť využitia rastlín pre energetické účely ako palivo (požívaná napr. vrba)

Davis (1995) uvádza ako odporúčané druhy *Peltandra virginica*, *Sagittaria latifolia*, *Scirpus pungens*, *Scirpus validus*, *Iris versicolor*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phalaris arundinacea*, *Saururus cernuus*, *Pontedaria cordata*, *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Eleocharis palustris*, *Carex* spp., *Nuphar luteum*, *Acorus calamus* a *Zizania aquatica*

Škripinec jazerný — *Schoenoplectus lacustris*

Popis: Statná, vytrvalá rastlina s hrubým plazivým, článkovaným rizómom. Koncový kužeľ sa rozvetvuje, vajcovité zlatohnedé klásky sú v zväzkoch alebo jednotlivo. Kvitne od júna do októbra. (Hartman, 1998)

Rastliny sa vyskytujú vo vnútrozemí, ale aj v brehových porastoch mokradí. Škripince sú schopné odoberať dusík a tolerujú pomerne široké rozmedzie pH. Koreňový systém je schopný prenikať do hĺbky 75 až 100 cm. Dorastá do dĺžky 80-300cm.

Škripinec bol použitý v prvej vegetačnej čistiarni zostrojenej pre vedecké účely. Výsledky výskumu dokázali jeho schopnosť odstrániť fenoly, patogénne baktérie a iné polutanty. (Campbell, 1999)

Trstina obyčajná - *Phragmites australis*

Popis: Statná a vysoká vytrvalá šedo-zelená tráva, má plazivý dlhý rizóm s hrubými výhonkami. Steblá sú priame, pevné, hladké, listy široké, kopijovité, drsné sivozelené. Steblo je zakončené bohatou vetvenou metlinou hnedofialových kvetov. Produkcia semien je nepatrná. Kvitne od júna do októbra. Rozmnožuje sa prevažne plazivými rizómami. (Hartman, 1998)

Trstina je známa ako kozmopolitná rastlina. Sú známe viaceré druhy viaceré variety trstiny. Botanicky patrí trstina do čeľade Poaceae, podčeľade Arundinoideae. V prirodzených

podmienkach je mimoriadne úspešným druhom. Pri svojej výške až 4m, a na druhej strane hrúbke necelý centimeter, dosahuje fenomenálnu stabilitu vďaka obsahu kyseliny kremičitej. Táto vlastnosť je súčasne mimoriadne účinná ochrana pred nadmerným spásaním. Trstina, ktorá často tvorí v prirodzených podmienkach prednú líniu pobrežnej vegetácie, musí čeliť náporu vetra a vlnobitia. Zaťaženie stoniek je vysoké hlavne v neskorších letných mesiacoch v období dozrievania metlín so semenami. (Reichholf, 1998).

Porasty trstiny sú vo vegetačných čistiarniach v porovnaní s prirodzenými stanovišťami citlivejšie, pretože pri dobrom zásobovaní dusíkom veľmi rýchlo rastú a vytvárajú len nízku pevnosť stebľa. V apríli a máji by sa nemalo vôbec vstupovať do porastu, pretože nové výhonky po poškodení prestávajú rásť. Pri vysokej hladine vody v zariadení hrozí zahŕňovanie rizómov, spôsobené vnikaním vody cez ich poškodené stebľa do ich vzdušných pletív.

Trst' dokáže transportovať do koreňov také množstvo kyslíka, že časť z neho môže byť odovzdaná aj do blízkeho okolia. V minulosti sa predpokladalo, že prísun kyslíka do pôdy koreňmi helofytov je taký vysoký, že je schopný podstatne zlepšiť aeróbne rozkladacie procesy v koreňovej zóne. Pozorovania však preukázali, že prísun kyslíka koreňmi rastlín je druhoradý. Najdôležitejším prínosom rastlín je vytvorenie vhodných podmienok na činnosť baktérií eliminujúcich znečistenie. (Karvašová, 2008)

Existuje viacero názorov na rozsah prívodu kyslíka do substrátu prostredníctvom rizómov trstiny. Karvašová (2008) uvádza prísun kyslíka v rozmedzí $5-12\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, pričom toto množstvo sa môže zvýšiť mechanickým pôsobením koreňov v substráte a zvýšeným príjmom vody.

Trstina je schopná vertikálnym a horizontálnym rastom rizómov prerastať substrátom až do hĺbky 1,5 metra. Pomer podzemnej biomasy k nadzemným orgánom (stebľám a listom) je 3:1. Úplné prerastanie celého profilu substrátu je možné len za predpokladu, že trstina je nútená dosahovať nasýtenú zónu substrátu. Z toho vyplýva, že voda udržiavaná na najvyšších úrovniach zabraňuje prerastaniu celého substrátu. (Bahlo, Wach, 1992).

Karvašová (2008) uvádza, že výskumy hustého porastu trstiny preukázali počas vegetačného obdobia hodnoty transpirácie $800-1000\text{ l m}^{-2}$. V našich zemepisných šírkach sú to hodnoty ležiace nad hodnotou ročných zrážok.

Pálka širokolistá – *Typha latifolia*

Popis: Vytrvalá bažinná rastlina s hrubým plazivým rizómom a oblou stonkou. Listy má šedozelené, široko čiarkovité. Kvetná palica je hnedočierna. Kvitne od júla do augusta. (Hartman, 1998)

Pálka je medzi helofytmi výnimkou pokiaľ hovoríme o bezproblémovom generatívnom rozmnožovaní aj v prirodzených podmienkach. Aj preto je bez námietok zaradovaná medzi pionierske druhy, avšak voči pôdnym podmienkam vykazuje len úzku ekologickú amplitúdu. Na vlhkých pôdach bez porastu sa dokáže vysemeniť až na tisíce, klíčiť a rýchlo rásť. Týmto spôsobom sa môžu pri dostatočnej vlhkosti tvoriť rýchlo zapojené porasty. Pri nízkej vlhkosti, ktorá je pri dočasnom suchu v ílovitých pôdach dosahovaná rýchlejšie ako v piesčitých, môže zasa celý porast zlyhať. V konkurencii s trstinami alebo so škripincom je plytko koreniaca pálka vytláčaná. (Wissing, 2002)

Karvašová (2008) uvádza, že pálka vykazuje vysoký prísun kyslíka do koreňovej zóny. Dlhé rizómy pálky bohaté na škrob, sú relatívne krátko žijúce a citlivé voči mechanickému tlaku a suchu. Opadnutie porastu po vegetačnom období môže viesť k sekundárnemu znečisteniu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Gersberg a i. (1984) pojednáva o schopnostiach močiarnych rastlín. V roku 1983 bol realizovaný výskum schopností močiarnych druhov rastlín odčerpávať ťažké kovy z vôd. Pri druhu *Scirpus* boli zistené mimoriadne zaujímavé výsledky. V rámci výskumu boli dve plochy s výsadbou rastlín obohatené o dávky zinku a kadmia na úroveň $11,28\text{mg.l}^{-1}$ pre zinok a $0,532\text{ mg.l}^{-1}$ pre kadmium (prítok vody $4,7\text{cm/deň}$). Od začiatku výskumu v júni 1983 do júla roku 1984 poklesla úroveň zinku na úroveň $0,3728\text{mg.l}^{-1}$, čo predstavuje zníženie pôvodnej úrovne o 97% a kadmia na $0,00428\text{mg.l}^{-1}$, čo predstavuje zníženie pôvodnej úrovne o 99%.

Príklad koreňovej čistiarene: Koreňová čistiareň v Hontianskych Moravciach (okres Krupina, Banskobystrický kraj)

Čistiareň v súčasnosti vykazuje poškodenie a obmedzenú funkčnosť. Tento stav je zapríčinený nesprávnym prevádzkovaním a nedostatočnou starostlivosťou o porast hlavne v oblasti boja proti burinám. V dôsledku zlého stavu je v súčasnosti pole A mimo prevádzky a porast je poškodený vo veľkej miere, čo je badateľné na prvý pohľad na mieste aj zo satelitných snímok.

Tab. 1: Prehľad charakteristik čistiarene v Hontianskych Moravciach

| | |
|---|--|
| priemerný denný prietok v l/s | podľa projektu $25,0\text{ m}^3/\text{deň} = 0,29\text{ l/s}$ |
| látkové zloženie BSK ₅ v kg/deň | podľa projektu $13,5\text{ kg/deň}$ |
| BSK ₅ na odtoku | $7,0\text{ mg/l}$ |
| Stoková sieť | Tlaková stoková sieť v obci |
| počet EO podľa projektu /skutočnosť | 500 EO /500 EO |
| počet filtračných polí | 2 |
| plocha jednotlivých filtračných polí v m ² | pole 1 – $24 \times 28\text{ m} = 672\text{ m}^2$ pole 2 – $24 \times 28\text{ m} = 672\text{ m}^2$ |
| druh vegetácie | Trstina obyčajná |
| prevádzka | celoročná |
| nadmorská výška | 156 m.n.m. |
| priemerná ročná teplota lokality | $8,5\text{ °C}$ |
| druh a názov recipientu | Veperecký potok |
| účinnosť čistenia v % | 90 % |
| stupeň čistenia | Sekundárny stupeň |

| | |
|---|---|
| výskyt chránených území v lokalite | nie |
| výskyt chránených vodohospodárskych území v lokalite | nie |
| výskyt pásiem hygienickej ochrany podzemných vôd a povrchových vôd v lokalite | nie |
| výskyt ochranných pásiem prírodných liečivých zdrojov a minerálnych stolových vôd | združené 2. a 3. pásmo, 1. ochr.pásmo – Dudince 3 km |
| existencia vodovodu v obci | áno |
| rok realizácie | 1994 |
| finančné náklady na realizáciu | 1,2 mil Sk |
| spokojnosť užívateľa s VKČOV | užívateľ je spokojný, hlavne z hľadiska minimálnej obsluhy a minimálnej finančnej náročnosti, raz za dva roky vyberú usadeniny zo septika (veľkosť septika 160 m ³ , trojstupňový), uzáver na prepúšťanie vody zo septika na polia - v súčasnosti poškodený – púšťa iba na pole B, pole A je suché okrem dažďovej vody – následok: takmer vyhynutá trstina |
| zdroj informácií | OcÚ Hontianske Moravce |

Obr. 1: Poškodené pole „A“ čistiarne Hontianske Moravce – fotografia zhotovená na mieste



Obr. 1: Poškodené pole „A“ čistiarne Hontianske Moravce – satelitná snímka



Poznámka: Červená – Pole „A“; Zelená – Pole „B“

ZÁVER

Koreňové čistiarne majú svoje opodstatnenie v procese čistenia vôd. Schopnosti močiarnych rastlín v kombinácii s ich prístupnosťou v mieste lokalizácie čistiarne poskytujú mimoriadne vysoké kapacity k odoberaniu látok z čistenej vody. Ich nízke zriaďovacie náklady, čistiace schopnosti a pomerne jednoduché prevádzkovanie a údržba robia z vegetačných čistiární vhodnú alternatívu čistenia vody pre domácnosti a menšie obce. Ako vyplýva z praktického príkladu, aj vegetačné čistiarne vyžadujú starostlivosť pre ich správnu funkčnosť a efektívnu prevádzku.

LITERATURA

CAMPBELL, C. S. a i. (1999): Constructed wetlands in the sustainable Landscape. New York: John Wiley & sons 1999, 288 s. ISBN 0-471-10720-4

DAVIS, L. (1995): A handbook of constructed wetlands: a guide to creating wetlands for: agricultural wastewater, domestic wastewater, coal mine drainage, stormwater in the Mid-Atlantic Region, Volume 1. Washington DC: U.S. Govt. Print. Off. 1995. ISBN 16-052999-9

GERSBERG, R. M. a i. (1984): The removal of heavy metals by artificial wetlands. In Future of Water Reuse, Volume 2, Proceedings of Symposium III Water Reuse, AWWA Research Foundation, s. 641

HARTMAN, P. a i. (1998): Hydrobiologie. Praha: Informatorium 1998. 359 s. ISBN 80-86073-27-0

KARVAŠOVÁ, L. (2008): Riešenie extenzívneho čistenia odpadových vôd vo vidieckych oblastiach vegetačnými čistiarnami: diplomová práca. Nitra: SPU, 2008.

KOUŘIL, M. (2006): Kořenové čistírny : alternativní způsob nakládání s odpadními vodami (informační brožura pro obce, soukromníky a zemědělce). České Budějovice: Attavena 2006. 24 s. ISBN 80-86778-22-3 (brož.)

REICHHOLF, J. (1998): Mokrade - sprievodca prírodou. Bratislava: Ikar 1998. ISBN 80-7118-505-1

VYMAZAL, J. (1998): Constructed wetlands for wastewater treatment in europe. Leiden: Backhuys publishers 1998. 366 s. ISBN 90-73348-72-2

WISSING, F. (2002): Wasserreinigung mit Pflanzen, 2. vydanie. Stuttgart: Ulmer 2002. ISBN 978-3-8001-3211-9