

Review

The use constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater

J. Vymazal

ecological engineering 3 5 (2 0 0 9) 1-17

مروری بر استفاده از وتلندهای ساختگی با جریان زیر سطحی افقی در تصفیه انواع

مختلفی از فاضلاب ها

(خلاصه)

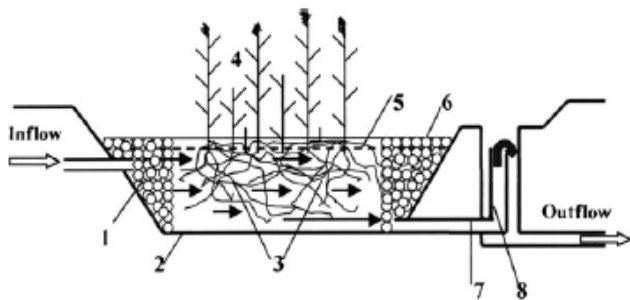


Fig. 1 – Schematic representation of a constructed wetland with horizontal sub-surface flow. 1, distribution zone filled with large stones; 2, impermeable liner; 3, medium (e.g., gravel, crushed stones); 4, vegetation; 5, water level in the bed; 6, collection zone filled with large stones; 7, collection drainage pipe; 8, outlet structure for maintaining of water level in the bed. The arrows indicate only a general flow

استفاده از تکنولوژی وتلندهای ساختگی با جریان زیر سطحی افقی (HF CWS) برای تصفیه فاضلاب از سال ۱۹۶۰ در آلمان شروع شده است. در این دوران فاضلاب وارد یک بستر متخلخل در سیستم شده و به صورت افقی جریان یافته تا به نازلهای خروجی می رسیده. طی این عبور فاضلاب با مراحل هوازی، غیر هوازی و بی هوازی نیز روبرو می شده است. سیستم های HF CWS عمدتاً برای تصفیه

فاضلابهای شهری یا خانگی استفاده می شده اما در حال حاضر از این سیستم های برای حذف انواع مختلف آلودگی ها از جمله کشاورزی، صنعتی روان آب و شیرابه محل های دفن نیز مورد استفاده قرار می گیرند. از جمله استفاده ها در فاضلاب صنایع نیز می توان به مواردی همچون پالایشگاه نفت، صنایع شیمیایی، صنایع تولید کاغذ، چرم، نساجی و ... اشاره کرد. جداول زیر نمونه هایی از نتایج کارهای انجام شده با این سیستم تصفیه است.

Table 1 – Examples of treatment performance of HF constructed wetlands for treatment of municipal and domestic sewage

Location	Country	Area (m ²)	Flow (m ³ d ⁻¹)	BOD ₅		TSS		TP		TN		NH ₄ -N		FC		Ref.
				In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Wigmore	UK	328	87	5.8	1.1	9.7	3.8					0.67	0.24			1
Onšov	Czech Republic	2100	92	5.9	2.7	12.0	5.2	1.3	1.0	17.9	10.7	5.2	4.2	5.4	4.4	2
Leek Wootton	UK	825	306	8.5	2.3	17.7	3.8					5.5	0.44			1
Bear Creek, AL	USA	2035	14.9	9.4	1.0	72	3.5	6.6	0.45	52	9.9	10.5	2.7	5.3	1.0	3
Pisgah	Jamaica	90	0.9	27	13	57	13	9.6	0.4	40	1.6	5.8	0.4	5.6	2.2	4
Lifosa	Lithuania	3780	180-400	51	7.8	30.6	12.2	11.2	9.6	9.4	7.4					5
Baggiolino	Italy	96	6	81	7.2	55	18	5.7	1.8	72	25			6.5	2.5	6
Uggerhalne	Denmark	2640	103	115	6.0	158	6.4	4.8	4.8	22.5	16.8	17.3	12.5			7
Ondřejov	Czech Republic	806	50	143	14.8	129	2.4	8.8	7.0	57	42.5	35.5	33	7.4	5.6	2
Holtby	UK	612	30	189	18.5	135	19					65.5	42.3			1
Koloděje	Czech Republic	4495	176	204	15	102	11	10.1	6.8			42.1	22.2	8.2	5.2	2
Hasselt-Kiewit	Belgium	896	23.3	232	6.0	196	9.0	12.4	4.0	81	29					8
Brøndum	Denmark	437	8.1	330	16	392	10	21	14.3	74.5	43.3					9
Middleton	UK	168	10	390	25	116	21					63.2	15.7			1
Glavotok	Croatia	360	40	427	56	171	32	13.2	5.9	152	80			6.2	3.0	10
Carrión de los Céspedes	Spain	229	5.8	513	67	304	33	14.5	10.9	110	53	84	48.7			11
Agronomica	Brazil	450	6.6	979	19	224	104					49	16			12

Chemical parameters in mg l⁻¹, fecal coliforms (FC) in log CFU 100 ml⁻¹. Values are mostly annual means. From Vymazal and Kröpfelová (2008); 1, CWA (2006); 2, unpublished results; 3, Watson (1990); 4, Stewart (2005); 5, Gasiunas and Strusevičius (2003); 6, Pucci et al. (2004); 7, Kadlec et al. (2000); 8, VMM (2006); 9, Schierup et al. (1990); 10, Shalabi (2004); 11, Sardón et al. (2006); 12, Philippi et al. (2006).

Table 2 – Average treatment performance of HF CWs treating municipal and domestic wastewaters. Elaborated from Vymazal and Kröpfelová (2008)

	Concentration (mg l ⁻¹)		Eff. (%)	n ^a	Loading (kg ha ⁻¹ d ⁻¹)			n ^a
	In	Out			In	Out	Rem	
BOD ₅ (<40 mg l ⁻¹)	19.5	6.8	60.7	281 (122)	49.3	17.2	32.1	230 (103)
BOD ₅ (>40 mg l ⁻¹)	178	32	80.7	746 (261)	97	19.4	77.6	624 (213)
COD	287	76	63.2	556 (244)	237	88	149	493 (217)
TSS	113	22.3	68.1	975 (319)	111	28	83	828 (271)
TN	53.0	29.8	39.4	419 (182)	25.9	15.9	10	388 (162)
NH ₄ -N	28.4	17.1	21.1	789 (254)	18.2	12.9	5.3	711 (225)
TP	8.7	4.4	40.9	643 (247)	6.8	4.9	1.9	509 (213)

In = inflow to a vegetated bed(s), Out = final outflow, Rem = removed load.

^a The number denotes the number of annual means with number of systems in parentheses.

Table 4 – Average treatment performance of HF CWs treating industrial wastewaters

	Concentration (mg l ⁻¹)		Eff. (%)	n ^a	Loading (kg ha ⁻¹ d ⁻¹)			n ^a
	In	Out			In	Out	Rem	
BOD ₅	652	254	60.1	48 (23)	353	158	195	45 (22)
COD	1856	789	63.1	40 (25)	1212	652	560	40 (24)
TSS	239	128	71.6	37 (17)	212	137	75	37 (15)
TN	138	102	27.8	18 (8)	84.4	63.9	20.5	18 (8)
NH ₄ -N	65.2	48.6	28.0	46 (22)	34.1	27.0	7.1	43 (21)
TP	9.3	5.2	47.6	10 (4)	5.6	2.7	2.9	10 (4)

Elaborated from Vymazal and Kröpfelová (2008). In = inflow to a vegetated bed(s), Out = final outflow, Rem = removed load.

^a The number denotes the number of annual means with number of systems in parentheses.

Table 6 – Average treatment performance of HF GWs treating agricultural wastewaters

	Concentration (mg l ⁻¹)		Eff. (%)	n ^a	Loading (kg ha ⁻¹ d ⁻¹)			n ^a
	In	Out			In	Out	Rem	
BOD ₅	464	183	68.2	43 (19)	541	294	246	43 (18)
COD	871	327	63.0	38 (17)	1239	602	637	37 (17)
TSS	516	180	76.9	56 (26)	1430	779	651	54 (23)
TN	116	57.5	51.3	31 (13)	68.0	42.0	26.0	31 (13)
NH ₄ -N	71.5	39.6	33.8	45 (18)	74.6	19.0	55.6	45 (18)
TP	19.8	8.5	54.3	44 (18)	13.7	7.0	6.7	44 (18)

Elaborated from Vymazal and Kröpfelová (2008). In = inflow to a vegetated bed(s), Out = final outflow, Rem = removed load.

^a The number denotes the number of annual means with number of systems in parentheses.

Table 7 – Average treatment performance of HF GWs treating landfill leachate

	Concentration (mg l ⁻¹)		Eff. (%)	n ^a	Loading (kg ha ⁻¹ d ⁻¹)			n ^a
	In	Out			In	Out	Rem	
BOD ₅	155	96	32.8	25 (13)	28	17.1	10.9	24 (12)
COD	933	698	24.9	7 (6)	330	279	51	7 (6)
TSS	391	86	54.5	8 (5)	40	17	23	8 (5)
TN	211	126	33.1	8 (5)	46.3	37.8	8.5	8 (5)
NH ₄ -N	162	98	38.7	25 (11)	32.2	21.7	10.5	26 (10)
TP	1.7	0.29	66.1	11 (3)	0.16	0.02	0.14	8 (3)

Elaborated from Vymazal and Kröpfelová (2008). In = inflow to a vegetated bed(s), Out = final outflow, Rem = removed load.

^a The number denotes the number of annual means with number of systems in parentheses.