

Možnosti a rizika vsakování čištěných odpadních vod

Prof. Ing. Jan ŠÁLEK, CSc.

Řada samostatně stojících rodinných domů, malých rekreačních objektů a zařízení řeší otázku, co s vyčištěnými odpadními vodami.

Často se jedná o decentralizované objekty, značně vzdálené nejen od stokové sítě soustředěné zástavby, ale i od vodních toků, melioračních odpadů, kam by bylo možné čištěnou odpadní vodu vypouštět. Možností hospodaření (nakládání) s čištěnými odpadními vodami v těchto limitních případech je poměrně málo. Čištěná odpadní voda vhodného složení se dá využít k závlahám, což vyžaduje poměrně značnou plochu, dlouhodobou akumulaci vody v době, kdy se nezavlažuje, hygienické zabezpečení vody, příznivé klimatické poměry aj. Další možností je využití evaporačních biologických nádrží a řízených mokřadů s rákosem obecným, orobincem úzko- a širokolistým aj. vhodnými mokřadními rostlinami, které evapotranspirací převádějí vodu do ovzduší. Rovněž i v tomto případě je nezbytné náročné zabezpečení provozu v mimovegetačním období. Bližší podrobnosti o těchto způsobech řešení jsou uvedené v publikacích Šálek a Tlapák (2006), Šálek-Žáková-Hrnčíř (2008) aj. Novou možností, která je naplní článku, použitelnou za příznivých podmínek, je vsakování čištěných odpadních vod do vod podzemních.

Vsakování čištěných odpadních vod do vod podzemních

Možnosti vsakování (infiltrace) čištěných odpadních vod neobsahujících nebezpečné závadné látky z jednotlivých staveb určených pro bydlení a individuální rekreaci nebo jednotlivých staveb poskytujících služby, které vznikají jako produkt lidského metabolismu činnosti v domácnostech a jejich vsakováním přes půdní vrstvy do vod podzemních, umožňuje za konkrétních podmínek novela zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) a jak vyplývá z pozdějších změn uvedených pod č. 273/2010 Sb. (citace zákona).

Vsakování čištěných odpadních vod lze povolit jen výjimečně, na základě vyjádření osoby s odbornou způsobilostí, se zřetelem na jejich vliv na jakost podzemních vod, pokud není technicky nebo s ohledem na zájmy chráněné jinými právními předpisy možné jejich vypouštění do vod povrchových nebo do kanalizace pro veřejnou potřebu. Návrh metodického pokynu, řešící tuto problematiku, uvádějí Poláková a Eckhardt (2012).

Nejvýše přípustné hodnoty složení čištěných odpadních vod

Při povolování vypouštění čištěných odpadních vod do půdy a podzemních vod



Obr. 1 – Laboratorní zkušební kolony určené ke stanovení hydraulické vodivosti nenarušených a narušených vzorků půdy

stanoví vodoprávní úřad nejvýše přípustné hodnoty složení odpadních vod, jejich množství a znečištění v souladu s Nařízením vlády č. 416/2010 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. Ukazatele přípustného znečištění vypouštěných čištěných odpad-

ních vod do vod podzemních jsou podle výše uvedeného Nařízení vlády shrnuté v (tab. 1a, 1b). Rovněž tak kategorie certifikovaného výrobku určeného k čištění odpadních vod, ze kterých jsou čištěné odpadní vody vypouštěné do vod podzemních je uvedena v tab. 2.

Tab.1a – Ukazatele a emisní standardy pro odpadní vody z jednotlivých staveb domů a objektů

Kategorie ČOV (EO)	„m ³ v mg/l					„m ³ v KTJ/100cm ³ “	
	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	NL	P _{celk}	Escherichia coli	Enterokoky
< 10	150	40	20	40	10	–	–
10–50	150	40	20	40	10	50 000	40 000
> 50	150	30	20	30	8	50 000	40 000

POZNÁMKA: m³ – nepřekročitelná hodnota v mg/l, m³ – nepřekročitelná hodnota v KTJ/100 cm³ – EO-ekvivalentní obyvatel

Tab.1b – Ukazatele a emisní standardy pro čištěné odpadní vody vypouštěné z jednotlivých staveb poskytujících služby

„m ³ v mg/l					„m ³ “	
CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	NL	P _{celk}	Escherichia coli	Enterokoky
130	30	20	30	8	50 000	40 000

Tab. 2 – Kategorie certifikovaného výrobku určeného k čištění odpadních vod – minimální přípustné účinnosti čištění (%)

Kategorie výrobku	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	NL	P _{celk}
Domovní čistírna odpadních vod	90	95	80	95	80

Povolení k vypouštění odpadních vod vsakováním podle Nařízení vlády č. 416/2010 Sb. obsahuje dobu trvání povolení, charakteristiku zdroje, způsob vypouštění, určení místa, maximální množství vypouštěných odpadních vod, emisní limity, místo a četnost odběru vzorků, způsob provádění, vyhodnocení a předávání výsledků rozborů. Vodoprávní úřad stanoví emisní limity až do výše emisních standardů uvedených v tab. 1a,b.

Potřebné čištění odpadních vod před vypouštěním do vod podzemních

Dodržení emisních limitů vyžaduje předřazení odpovídajícího čištění odpadních vod. Z šetření Rozkošného-Křišky-Šálka (2010) vyplývá, že i u nejmenších producentů odpadních vod není možné se spokojit s předřazením běžných septiků, tato zařízení nedosahují požadovanou účinnost. Tomuto účelu vyhovují certifikované malé domovní čistírny, které docílují účinnosti uvedené v tab. 2. Řadu uspořádání uvádějí Plotěný-Křiška-Šálek (2011) a v podmínkách podhorských a horských oblastí Gál a Plotěný (2011) aj. V případech, kdy se využijí přírodní způsoby čištění, se doporučují kombinace s půdními filtry a vegetačními kořenovými čistírnami, uspořádání je následující:

- vícekomorový biologický septik, vybavený lapákem tuku, zajištěný proti úniku kalu a dvoustupňový půdní filtr s náplní schopnou poutat fosfor
- vícekomorový biologický septik, vybavený lapákem tuku, zajištěný proti úniku kalu a vegetační kořenová čistírna druhé generace (dvoustupňová), zajišťující požadovaný čistící účinek při odstraňování amoniakálních sloučenin.

Průzkumové práce nezbytné pro návrh vsakovacích zařízení

K základním průzkumovým pracím patří průzkum hydropedologický, hydrogeologický, meteorologický, klimatologický komplexní vodohospodářský (množství a složení odpadních vod, způsob čištění aj.), hospodářský a sociální, hydrobiologický a hydrobotanický (u přírodních způsobů čištění).

Hydropedologický průzkum je zaměřen na stanovení hydraulických vlastností půdního prostředí průzkumu dané lokality. Z hydro-pedologických vlastností je nejdůležitější stanovení vsakovací schopnosti půd, která se vyjádří jako množství vody vsáklé za časový interval nebo jako průběh vsakovací rychlosti na čase a přesné stanovení hydraulické vodivosti v jednotlivých půdních vrstvách. Hydraulická vodivost charakterizuje vlastnost porézního prostředí převádět vodu, závisí na fyzikálních vlastnostech filtračního prostředí a vlastnostech (teplotě a složení) vody. Uspořádání laboratorního zařízení, určeného ke stanovení hydraulické vodivosti v nenarušených (ocelové válce) a narušených vzorcích (plastové válce) je znázorněné na obr.1.

Metody a způsoby stanovení hydraulických vlastností půd uvádějí Kutílek (1978), Matula et al. (1989), Šálek-Tlapák (2006), Kasprzak a Šálek (1974,1998), Vališ a Šálek (1976), Velebný a Novák (1989) aj.

Hydrogeologický průzkum se zaměřuje na získání podkladů pro určení kapacity infiltračního území a stanovení směru a rychlosti proudění vody z infiltračního území, zjištění maximálního množství vody, které je možné bez dalších negativních vlivů infiltrovat

do podzemních vod. Podrobnosti hydrogeologického průzkumu uvádějí Matys-Ťavoda-Cuninka (1990), Pelikán (1986) aj.

Meteorologický a klimatologický průzkum se zaměřuje na teplotní poměry, dobu a hloubku promrzání půdy, činitele ovlivňující výpar z půdy, případně evapotranspiraci (výpar z půdy a transpiraci rostlin), množství, rozdělení a intenzitu dešťových srážek, příp. směr a rychlost větru.

Čistící a dočišťovací procesy v půdním prostředí při filtraci čištěných odpadních vod

Čistící procesy v půdním prostředí využívají samočistící vlastnosti porézního filtračního půdního prostředí, jedná se o procesy fyzikální, fyzikálně-chemické, chemické a biologické. Stručná charakteristika čistících procesů je uvedena v tab.1.

Uspořádání vsakovacích (infiltračních) zařízení

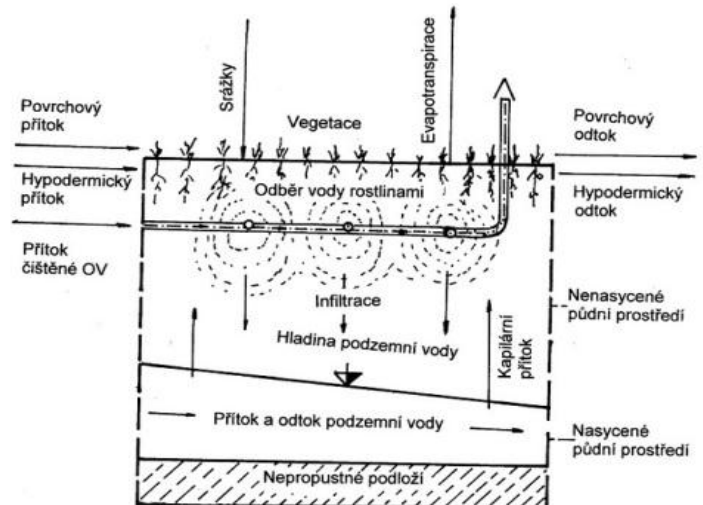
Uspořádání vsakovacích (infiltračních) zařízení závisí na množství a složení čištěných odpadních vod, klimatických, hydro-pedologických a hydrogeologických poměrech, provozní době, celoročním resp. krátkodobém (nárazovém) provozu aj. Při stanovení potřebné velikosti vsakovací plochy a kapacity filtračního zařízení se vychází ze znalosti průběhu přítoku čištěných odpadních vod, srážkových a cizích vod, hloubky hladiny podzemní vody a jejímu kolísání během roku (v odůvodněných případech i v delších obdobích), průběhu odběru vody evapotranspirací, odtokem podzemních vod aj. Jednotlivé činitele, které je třeba zahrnout do bilancování, znázorňuje schéma na obr. 2.

Tab. 1 – Procesy čištění v půdním prostředí při filtraci předčištěných odpadních vod

Mechanismy čištění v půdním prostředí	Vybrané složky (ukazatele)							
	NL	KL	N	P	TK	OL	BV	
a) Fyzikální procesy								
sedimentace	P	M	V	V	V	S	V	
filtrace	P	S	V	V	V	S	S	
b) Chemické procesy								
srážení	V	S	M	P	P	S		
adsorpce			P	P	P			
rozklad	P	P	V	M	M	P	P	
c) Biologické procesy								
bakteriální mechanismus		P	P	S		P		
rostlinný metabolismus			V	V	M	S	S	
příjem látek		P	P	P				
rostlinná adsorpce		S	S	S	V			

VYSVĚTLIVKY: NL-nerozpuštěné látky, KL-koloidní látky, N-dusík, BV-bakterie a viry, TK-těžké kovy, OL-organické látky, P-fosfor (titulek tabulky)

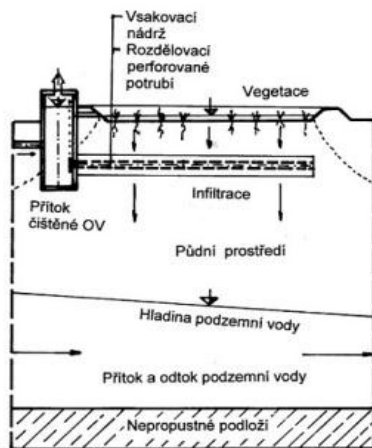
Mechanismy čištění: P-primární, S-sekundární, V-vedlejší, M-nevýrazné
Blíže podrobnosti o průběhu čistících procesů v půdním prostředí uvádějí Šálek-Křiška-Rozkošný (2011).



Obr. 2 – Schéma uspořádání vodního hospodářství vsakovací plochy

Vsakovací zařízení, z hlediska konstrukčního, je možné rozdělit do následujících skupin:

- povrchová plošná infiltrační zařízení, které tvoří dvě až tři mělké zemní zdrže s možností střídavého provozu, s travnatým povrchem, který ve vegetačním období využije část vody na transpiraci, živiny na tvorbu biomasy, tato zařízení jsou určena pro bezmrazový provoz
- tepelně izolované, kryté, vsakovací nádrže, které umožňují filtraci čištěných odpadních vod i v zimním období, navrhují se hlubší až 0,6 m, bez vegetace
- kombinace mělce uloženého perforovaného rozdělovacího potrubí, využívaného ve vegetačním období s hlouběji uloženým rozdělovacím potrubím, určeným pro provoz v zimním období
- soustava infiltračních příkopů hloubky 0,6 m s okolní výsadbou rychlerostoucích dřevin s vysokou potřebou vody na evapotranspiraci, využívající ve vegetačním období značnou část čištěné odpadní vody a nutrientů v ní obsažených
- řízení vsakovací mokiřady a vyššími mokiřadními rostlinami (rákos, orobinec aj.) s vymezeným retenčním prostorem, kdy část vody se infiltruje, část je využita na evapotranspiraci
- vsakovací studny, doplněné radiálně umístěným horizontálním vsakovacím perforovaným potrubím, určeným ke zvětšení kapacity zařízení, studna navíc plní funkci vyrovnávací nádrže
- perforovaná vsakovací podzemní potrubí, s koncovým provzdušením, rozdělená do řízených sekcí s možností střídavého provozu
- kombinace mělké vsakovací nádrže s travním porostem, určené pro letní provoz s podpovrchovým perforovaným potrubím, určeným pro zimní (mrazové) období – obr. 3



Obr. 3 – Kombinace mělké vsakovací nádrže s podpovrchovým rozvodem odpadní vody perforovaným potrubím

Možná rizika vsakování čištěných odpadních vod půdou do podzemních vod

Případná rizika vsakování odpadních vod jsou rozdělena do skupin. Rizika kontaminace podzemních vod nežádoucími látkami a organismy spočívají:

- v infiltraci dusičnanů půdním a horninovým prostředím
- v bakteriální kontaminaci podzemních vod při filtraci čištěných, ale nedostatečně hygienizovaných odpadních vod, zejména na silně propustných půdách (písky a štěrkopísky)
- ve výměně sodíku v sorpčním komplexu půdy a vyplavování vápníku a hořčíku (nutnost aplikace např. mletých dolomitů)
- ve změně aerobního režimu v půdním prostředí na anaerobní v důsledku přetížení
- v nedostatečném poutání fosforečnanů po vyčerpání sorpčních možností filtrační náplně.

K rizikovým vlastnostem filtračního prostředí patří:

- extrémně nízká propustnost těžkých jílovitých půd a jílu
- změny hydraulické vodivosti (snížení) v důsledku kolmatace, zhutnění povrchu aj.

Případná rizika vlastního návrhu a konstrukčního uspořádání spočívají:

- v nepřesném stanovení kapacity infiltračního území, především prognózy jejího dlouhodobého vývoje a stanovení průběhu podzemního odtoku vody
- možnost zamrznutí povrchových a mělce uložených podpovrchových infiltračních zařízení v zimním období a s tím spojenou problematickou infiltrací za záporných teplot
- nedostatečná tepelná izolace čisticích, přívodních a filtračních zařízení.

S potřebou eliminace negativních vlivů se nejčastěji setkáme při provozu infiltračních zařízení v zimním období, kdy je třeba věnovat mimořádnou pozornost zateplení zařízení, ukládání potrubí do nezamrzných hloubek aj. Ucpávání perforací rozdělovacích potrubí a kolmataci filtračního prostředí je třeba předcházet minimalizací suspendovaných částic v přitékající čištěné odpadní vodě, rovnoměrným rozdělováním vody, nepřetěžováním filtračního prostředí, pravidelnou údržbou a čištěním přívodního a zejména rozdělovacího potrubí s výtakovými otvory, kypřením povrchu a celkové údržbě filtračních polí, plochých, mělkých filtračních nádrží aj.

Závěr

Vsakování čištěných odpadních vod je třeba chápat spíše jako výjimečné opatření, které se použije v případech, kdy nelze odpadní vody jinak odvést, resp. využít a zejména, kde jsou pro tento způsob příznivé podmínky. V referátu jsou naznačeny možnosti aplikace a velmi stručně i rizika.

Použitá a doporučená literatura:

- [1] Císlerová, M.: Inženýrská hydropedologie. Praha: ES ČVUT, 1989, 156 s.
- [2] Gál, R., Plotěný, K.: Příklady high-tech ČOV pro horské hotely a turistické objekty. Listy CzWA, 2011, č. 5, s. 353–355
- [3] Kasprzak, K., Šálek, J. Využití testovacích metod na stanovení difúzního znečištění, In: Kvalita vod 98', Luhačovice: IAWQ, 1998, s. 35–41
- [4] Křiška Dunajský, M. Výzkum vlastností filtračních materiálů pro zemní filtry a vegetační čistírny. Disertační práce. Brno: ÚVHK FAST VUT, 2011. 140 s., příl. 104 s.
- [5] Kujal, B. (edit.) et al. Vodní hospodářství obcí – příručka pro obce. České Budějovice: ČSVH ČSSI, 2011, s. 207
- [6] Kutílek, M. Vodohospodářská pedologie, Praha: SNTL, 1978, 295 s.
- [7] Matula, S., Semotán, J., Veselá, J. Hydropedologie – praktikum, Praha: ČVUT, 1989, 144 s.
- [8] Matys, M., Ťavoda, O., Cuninka, M. Polné skúšky zemín. Bratislava: Alfa, 1990, 303 s.
- [9] Pelikán, V. et al. Hydrologická měření. Praha: SNTL, 1988, 219 s.
- [10] Plotěný, K., Křiška, M., Šálek, J. Krkonoše – workshop. Listy CzWA, 2011, č. 5, s. 351–353
- [11] Poláková, K., Eckhardt, P. Povinná osnova vyjádření osoby s odbornou způsobilostí k vypouštění odpadních vod přes půdní vrstvy do vod podzemních. 62. Vodní hospodářství, 2012, č. 2, s. 16–19
- [12] Rozkošný, M., Křiška, M., Šálek, J. Možnosti využití přírodních způsobů čištění odpadních vod a posouzení vlivu předčištění. Vodní hospodářství, 2010, č. 5, s. 116 až 121
- [13] Šálek, J., Malý, M. Výzkum čisticího účinku půdy a kolmatace půdního profilu při filtraci odpadních vod a kalů. Brno: Výzkumná zpráva FAST VUT, 1980, 78 s.
- [14] Šálek, J., Křiška, M., Rozkošný, M. Čisticí procesy v půdním a mokiřadním prostředí. In: ČOV pro objekty v horách. Pec pod Sněžkou: CzWA, 2011, 7–18
- [15] Šálek, J., Starý, M.: Změna kvality vody při filtraci agropedoférou. (Závěrečná výzkumná zpráva). Brno: FAST VUT, 1990, 176 s.
- [16] Šálek, J., Žáková, Z., Hrnčíř, P.: Přírodní čištění a využívání vody. Brno: ERA, 2008, 115 s.
- [17] Vališ, S., Šálek, J. Hydropedologické praktikum, Brno: ES VUT, 1976, 183 s.
- [18] Velebný, V., Novák, V. Hydropedologie. Bratislava: SVŠT, 1989, 230 s.