Michal Šperling a kol.

KOŘENOVÉ ČISTÍRNY

PŘÍRODNÍ ČIŠTĚNÍ A RECYKLACE VODY

včetně rozhovorů s odborníky na čištění vody

GRADA

Michal Šperling a kol.

KOŘENOVÉ ČISTÍRNY

PŘÍRODNÍ ČIŠTĚNÍ A RECYKLACE VODY

Grada Publishing

Obsah

7 Slovo úvodem

9 **VODA, ZÁKLAD ŽIVOTA**

11 Odpadní vody očima hydrogeologa: Rozhovor se Zbyňkem Hrkalem

15 Jak naložit s odpadní vodou u domů a samostatných objektů

17 Možnosti nakládání s odpadními vodami

21 Domácí čistírny odpadních vod očima odborníka: Rozhovor s Karlem Plotěným

24 Principy a historie kořenových čistíren

27 Kořenové čistírny očima odborníka: Rozhovor s Janem Vymazalem

31 Zkušenosti s čisticími mokřady v Rakousku: Rozhovor s expertem Günterem Langergraberem

35 **KOŘENOVÉ ČISTÍRNY PRO DOMÁCNOSTI**

37 10 důvodů, proč si pořídit kořenovou čistírnu

43 Kořenová čistírna očima odborníka na legislativu: Rozhovor s Petrem Filipcem

45 Účinnost čištění kořenových čistíren odpadních vod

51 Návrh a stavba kořenové čistírny

57 Kořenová čistírna očima projektanta: Rozhovor s Filipem Trojanem

59 Jak se staví kořenová čistírna krok za krokem

65 Kořenová čistírna očima stavitele: Rozhovor s Petrem Jansou

70 Stavba kořenové čistírny svépomocí

72 Rostliny na kořenové čistírně

75 Jak zasadit kořenovou čistírnu do zahrady

77 Kořenová čistírna očima inženýrky zahradní a krajinářské architektury: Rozhovor s Terezou Pragerovou

85 Péče o domácí kořenovou čistírnu a její údržba
87 Kořenová čistírna očima majitelů
93 Revitalizace domovních kořenových čistíren
95 Využití vody z domácích kořenových čistíren

101 **KOŘENOVÉ ČISTÍRNY PRO OBCE**
103 Využití kořenových čistíren pro obce
107 Proces přípravy a realizace obecních čistíren
108 Varianty kanalizací pro centrální čištění odpadních vod v obcích
110 Obecní kořenová čistírna očima projektanta: Rozhovor s Radimem Heidukem
119 Údržba obecních kořenových čistíren
120 Obecní kořenová čistírna očima provozovatele: Rozhovor s Markem Štenclem
124 Revitalizace obecních kořenových čistíren odpadních vod
126 Kořenové čistírny odpadních vod očima starostů

137 **KOŘENOVÉ ČISTÍRNY A BEZODTOKÉ SYSTÉMY LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD PRO FIRMY, HOTELY, UBYTOVACÍ ZAŘÍZENÍ, ZEMĚDĚLSKÉ A PRŮMYSLOVÉ ZÁVODY**
139 Bezodtoká řešení likvidace odpadních vod
147 Uzavřené systémy pro firmy a průmyslové objekty využívající přírodní čištění

149 **MOKŘADNÍ ZELENÉ STŘECHY, FASÁDY A ZÁHONY**
150 Mokřadní zelené střechy
152 Mokřadní zelené fasády
153 Využití mokřadů na střechách, fasádách i v ulicích pro ochlazování měst
157 Mokřadní střechy a fasády a recyklace vody očima architekta pasivních domů: Rozhovor s Alešem Brotánkem
163 Areál LIKO-S: Živá průmyslová hala
165 Mokřadní fasády a střechy očima majitele firmy LIKO-S: Rozhovor s Liborem Musilem
169 Mokřadní fasády a střechy očima architekta budov LIKO-S: Rozhovor se Zdeňkem Fránkem
172 Kořenové čistírny v ulicích – mokřadní záhony

177 **PLOVOUCÍ MOKŘADNÍ OSTROVY – PRVNÍ POMOC PRO ZNEČIŠTĚNÉ NÁDRŽE**
181 Plovoucí ostrovy očima odbornice na přírodní čištění vod: Rozhovor se Zuzanou Klímovou

187 **VYUŽITÍ KOŘENOVÝCH ČISTÍREN PRO KOUPACÍ JEZÍRKA, PŘÍRODNÍ BAZÉNY A VEŘEJNÁ KOUPALIŠTĚ – BIOTOPY**
189 Příklad z praxe: Jezera ve Tvoršovicích

190 O autorovi

„Principem všeho je voda,
všechno má svůj původ ve vodě
a všechno se do vody vrací.“

Thalés z Milétu, před 2500 lety

Slovo **úvodem**

Když jsem byl malý, fascinovalo mě přehrazovat potůčky a sledovat, jak se jejich tok mění. Už tehdy jsem vnímal, že voda není jen obyčejná tekutina, nýbrž živý prvek.

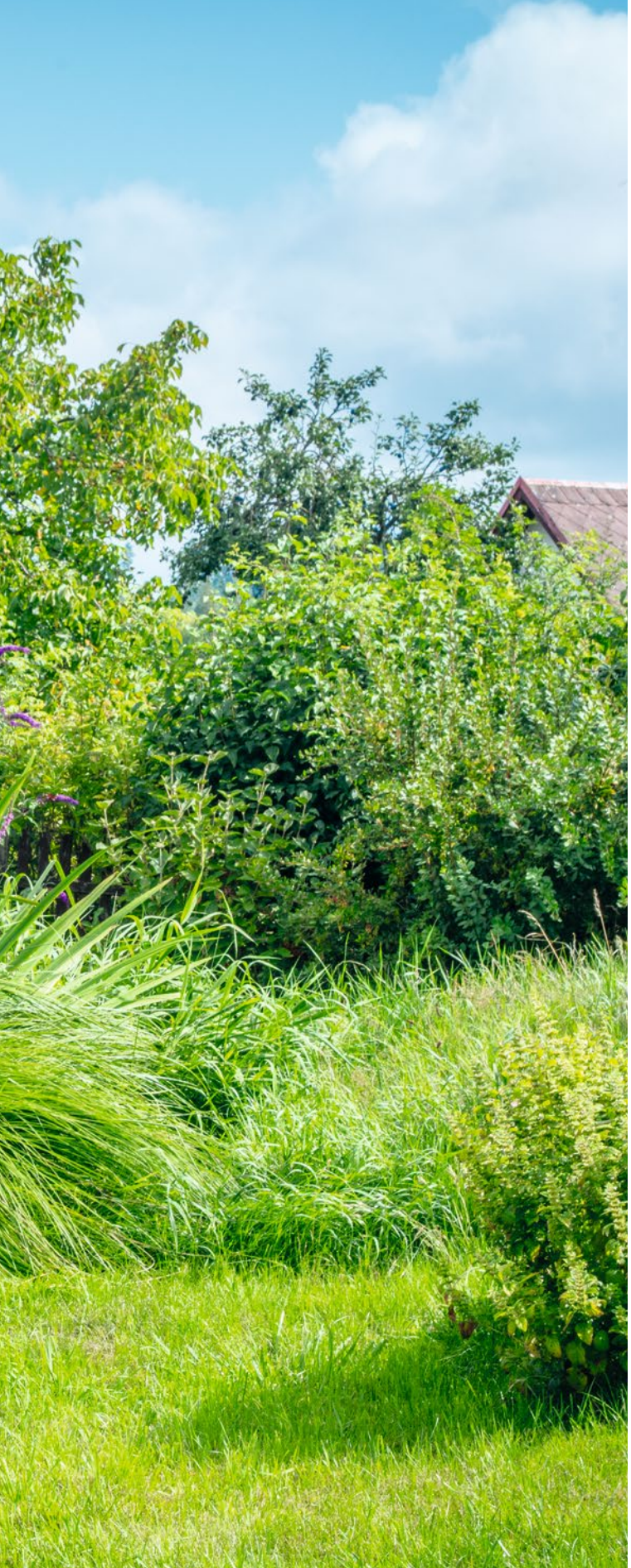
Touha dělat něco, co prospívá lidem, přírodě i životnímu prostředí, mě postupně přivedla k hledání způsobů, jak vodu přirozenou cestou čistit. Proto jsem založil firmu Kořenovky a spolu s kolegy začal navrhovat a stavět kořenové čistírny. A přestože to i mně samotnému přijde neuvěřitelné, oslavily Kořenovky v roce 2026 plnoletost – 18 let od svého vzniku.

Kořenové čistírny nejsou pouze technologií na čištění vody – jsou součástí širšího přemýšlení o tom, jak vracet vzácnou vodu zpět do oběhu. Proto se dlouhodobě věnuji osvětě, pořádám konference a přednášky a věřím, že sdílením zkušeností můžeme inspirovat další, aby odpadní voda nebyla vnímána jako něco, čeho je třeba se zbavit, ale jako důležitý zdroj, který lze chytře využít.

Nemyslím si, že mám patent na rozum, a proto jsem se rozhodl tuto knihu koncipovat tak, že jsem přizval odborníky z různých oblastí a společně hledáme odpovědi na otázku, jak udržitelně a pomocí přírodních procesů čistit vodu a využívat ji dál. Voda totiž bude v budoucnu stále vzácnější. Naše filozofie je jednoduchá: když už vodu máme, je naší zodpovědností ji vyčistit a znovu použít – ať už na splachování, zavlažování, ochlazování měst pomocí mokřadních střech a fasád, nebo v průmyslu.

Rád bych na tomto místě poděkoval všem, kteří se na této knize podíleli svými cennými znalostmi a zkušenostmi. Věřím, že společně přispějeme k osvětě v této oblasti a podaří se nám inspirovat vás, čtenáře, k zamyšlení nad přírodním čištěním odpadní vody a jejím dalším využitím.

Michal Šperling



VODA, ZÁKLAD ŽIVOTA

Voda je základní esencí života, bez ní by neexistovala krajina, příroda ani člověk. Navzdory této nezastupitelné roli k ní však zejména v posledním století lidstvo přistupovalo a dodnes mnohdy často přistupuje jako k naprosté samozřejmosti.

Na okraji zájmu zůstávala dlouho zejména odpadní voda. Způsoby nakládání s ní se měnily od starověkých splaškových stok až po moderní kanalizační sítě, ještě mnohem důležitější je však změna vnímání její skutečné hodnoty.

Produkce odpadní vody je neoddělitelnou součástí našeho každodenního života. V domácnostech jí dnes generujeme mnohem více než kdy dřív – každé sprchování, praní, mytí nádobí nebo spláchnutí toalety představuje desítky litrů vody, které je třeba vyčistit nebo bezpečně zlikvidovat.

Dlouho jsme odpadní vodu vnímali jen jako problém, který je třeba rychle „odklidit“, nyní už ale víme, že právě tato znečištěná tekutina může být ve skutečnosti cenným zdrojem. Dá se recyklovat, znovu využít, může sloužit k chlazení budov a stát se důležitou součástí modro-zelené infrastruktury, která pomáhá městům lépe zvládat dopady klimatických změn.

Voda, kterou jsme jednou použili, nemusí být ztracená. Lze ji vrátit zpět do oběhu jako součást udržitelného systému. Pojďme si nastínit možnosti, jak s odpadní vodou nakládat ohleduplně, s respektem k přírodě i budoucnosti.

Odpadní vody očima hydrogeologa: **Rozhovor se Zbyňkem Hrkalem**

Významný český hydrogeolog a vědecký pracovník ve Výzkumném ústavu vodohospodářském doc. RNDr. Zbyněk Hrkal, CSc., absolvoval Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze. Svou profesní dráhu zahájil již v roce 1981 v tehdejším Ústředním ústavu geologickém a během své úspěšné kariéry navštívil řadu zemí v různých koutech světa, od pouštních oblastí střední Asie, Afriky a Ameriky až po tropické džungle jihovýchodní Asie nebo Amazonie. Na svých cestách získal řadu poznatků o vodě, které následně zúročil ve svých populárně-naučných knihách. Mezi jeho nejznámější tituly patří *O lidech a vodě*, *Voda včera, dnes a zítra*, *Stopy bílého muže* nebo nejnovější publikace *Voda, náš osud: Putování lidskou historií*.

Pane docente, ve svých knihách se mimo jiné zaobíráte historií vodního hospodářství a přístupu lidstva k vodě. Dokázal byste stručně popsat, jak se vyvíjela historie nakládání s odpadními vodami? Kdy se objevily první snahy o její čištění?

Lidé většinou podceňovali nebezpečí, které plyne z neřešeného problému odpadních vod. I slavní Římané, které máme z hlediska hospodaření s vodou často za vzor a obdivujeme jejich akvadukty, dlouhou dobu problematiku splaškových vod zanedbávali. V Římě začali stavět kanalizační síť, jak se říká, až za pochodu, dodělávali ji do již hotového města. Problém se splašky evidentně podcenili. Řešili ho slavnou kanalizační stokou Cloaka Maxima. To byl páteřní, původně otevřený kanál, který v letech 616–578 př. n. l. nechal postavit král Lucius Tarquinius Priscus. Kompletní splašková kanalizace však byla v Římě dokončena až okolo roku 100 n. l.

O to více nás fascinuje jiná mnohem starší harrapská civilizace, která se vyvinula v povodí řeky Indu zhruba před 5000 lety. Tehdejší vodohospodáři měli již před výstavbou každého města vypracovaný – řečeno dnešním jazykem – dokonalý územní plán. Navrhli a následně i realizovali kanalizační síť, na kterou byl připojen každý obytný dům. Všichni Harrapané tak měli vlastní toaletu s odvodem splašků mimo město! O takovém luxusu se mohlo obyvatelům evropských měst celý středověk, ale i valnou část novověku, jen zdát. Londýn začal stavět vlastní kanalizační síť odvádějící splašky mimo město až po roce 1855 a dokončil ji teprve v prvním roce 20. století. Podobně na tom byla i Paříž a další evropská města včetně Prahy.

Během svých cest jste navštívil mnoho zemí. Jak se liší vnímání a přístup k odpadní vodě v různých kulturách, které jste poznal? Jak se ve světě nakládá s odpadními vodami?

Nedostatek vody v kvantitativním slova smyslu je jev, který si snadno dokáže každý představit – má žízeň nebo nemá čím zalévat pole. Jenže mikrobiální znečištění v odpadní vodě je běžným okem neviditelné, proto si ho lidé většinou představit nedokážou, a i proto k němu přistupují obvykle tak benevolentně. Fascinující pro mě byly hluboce zakořeněné zvyky pohřbívání mrtvých po jen velmi nedokonalé kremaci do nepálských a indických řek. Tatáž voda je po pouhých několika málo kilometrech toku používaná jako zdroj pitné vody. Nečištěná odpadní voda, kontaminující povrchové a následně i podzemní vody, se v současné době stává klíčovým problémem všech tzv. megaměst – gigantických aglomerací s desítkami milionů obyvatel. I to málo existujících vodních zdrojů se z důvodu znečištění stává nepoživatelnou kapalinou. Mezi nejproblematičtější taková města patří Dháka, Káhira, Ciudad de México, Mumbaí, Karáčí, Kinshasa a Lagos.

Inspirativním příkladem je v tomto ohledu naopak Izrael. Země se potýká s nedostatkem vody, proto se v efektivitě hospodaření s vodou dostala na velmi vysokou úroveň. Mimo jiné zde dokážou recyklovat drtivou většinu odpadních vod. Měl jste příležitost poznat tento systém zblízka. Jak funguje?

Stát Izrael vznikl prakticky v pouštním prostředí a na rozdíl od podobných arabských států oplývajících ropným bohatstvím je bez strategických surovin. Přesto se rozvinul v jednu z nejvýznamnějších ekonomik světa. Podmínkou tohoto zázraku se stala schopnost smysluplně využít každou kapku vody. Izraelští vodohospodáři si jako první uvědomili význam čištění a opětovného využívání odpadních vod. Nejprve je používali jen jako zdroj pro zavlažování, poté však zdokonalili proces odstraňování cizorodých látek, přemohli psychologickou bariéru vlastního obyvatelstva a začali vodu z toalet vracet zpět do vodovodních kohoutků. Dnes Izrael recykluje 90 % veškerých odpadních vod a opětovně je využívá. Pro srovnání, v Evropě je to v průměru okolo 20 % a v České republice je toto procento zatím zcela zanedbatelné. Drtivá většina odpadních vod je v souladu s dnešní legislativou vypouštěna do nejbližšího vodního toku a odtéká mimo naše území.

Věříte, že bychom se mohli v České republice k ideálu, který představuje Izrael, někdy také přiblížit?

Samozřejmě, jsem v tomto směru optimistou. To, že se tak ještě neděje, je podle mého názoru dáno tím, že sice dlouhodobě mluvíme o suchu a vodohospodářských problémech, jenomže se z tohoto hlediska máme ještě stále velmi dobře. Zahraniční zkušenosti (například ze zmiňovaného Izraele) ukazují, že máme stále obrovské rezervy, a proto není důvod k zásadním obavám. Ano, jsou regiony, které nedostatkem vody skutečně trpí, jiné oblasti však mají ve stejné době přebytky. Doposud se nám nepodařilo propojit území České republiky do jedné vodohospodářské soustavy, abychom mohli vodu předávat z jedné oblasti do druhé.

Změnilo se podle vás v České republice za posledních dvacet či třicet let vnímání důležitosti vody?

Před rokem 1989 jsme se dívali na vodu jako na produkt pocházející zdarma z nevyčerpatelného zdroje. Z vodovodních kohoutků vždy tekla voda špičkové kvality, za kterou jsme platili směšně nízké částky, a tento fakt jsme považovali za samozřejmost. Zavedení tržní ekonomiky všechno změnilo a lidé si začínají uvědomovat cenu vody. Obecně totiž platí, že co je zdarma, tím se plýtvá. Nicméně v poslední době se objevují déletrvající periody sucha, a především v menších obcích tak ukazují na naše vodohospodářské limity. Zásobování pitnou vodou je stále ještě technologicky řešitelné, ale obtížnější. Naše

Kořenová čistírna jako součást zahrady.

společnost si proto začíná uvědomovat cenu každé vodní kapky, začínáme se chovat racionálněji a vodou šetřit. Avšak protože po každém suchém období vždy znovu zaprší (na rozdíl například od Izraele), naše bohulibé hospodaření s vodou je vzápětí opět nahrazeno plýtváním. Jeden příklad za všechny: hovoříme sice o tom, že musíme změnit krajinu tak, aby dokázala zpomalit odtok vody z našeho území a zvýšil se objem vody, která se zasákne do podzemí, přitom však na stovkách hektarů (často velmi kvalitní zemědělské půdy) stavíme gigantické skladové prostory, logistická centra, která dělají přesně pravý opak – zcela zabraňují vsakování srážek. O vybudování nových vodáren na principu umělé infiltrace, které přemění rychle odtékající povrchovou vodu v kvalitnější vody podzemní, s dlouhou dobou zdržení, hovoříme více než 20 let bez zásadního efektu. Takže závěrem bych konstatoval, že jsme pochopili cenu vody pro naši společnost, ale vůči optimálnímu stavu máme stále ještě velké rezervy.

Jakou činností běžné domácnosti spotřebovávají nejvíce vody? Jak si Česká republika stojí ve spotřebě vody oproti jiným zemím?

Spotřeba běžného českého občana je jednou z nejnižších na světě, pohybuje se jen okolo 90 l za den. Pro

srovnání Ital spotřebovává v průměru kolem 220 l za den, Francouz okolo 120 l, stejně jako Němec. Naproti tomu pouštní Dubaj vodou marnotratně plýtvá, zde se v průměru spotřebuje až okolo 550 l na osobu za den. Z tohoto objemu představuje ten největší osobní hygiena (sprchování, splachování toalety, mytí nádobí pod tekoucí vodou, praní prádla). Významným zdrojem odběru vody se v poslední době stává i napouštění soukromých bazénů, Česká republika v tomto ohledu drží třetí místo v Evropě, hned za Francií a Španělskem.

Kolik vody by se dalo ušetřit recyklací odpadních vod, následně využitelných například na zalévání či splachování toalet?

Odpověď na tuto otázku lze formulovat možná až nečekaně přesně. Odtok ze všech čistíren odpadních vod na území České republiky je 23,4 m^3/s, tj. 737 942 400 m^3/rok. Jen pro lepší představu o významu uvedeného objemu vod v rámci celostátní vodní bilance: průtok Labe, který odvodňuje 66 % území našeho státu, je 311 m^3/s.

O České republice se říká, že jsme střechou Evropy – srážková i odpadní voda u nás často odtéká bez užitku pryč. Jaké důsledky s sebou přináší tato skutečnost?

Problémem našich vodohospodářů je fakt, že musejí pracovat jen se srážkami, které na naše území spadnou a nevypaří se. Nemáme žádného souseda, který by nám alespoň trochu vody dal. Navíc máme povinnosti dané mezinárodními dohodami, podle kterých musíme udržovat tzv. minimální zůstatkové průtoky ve všech řekách, které opouštějí území naší republiky. To vše zní dosti nepříznivě. Naštěstí je množství srážek, které padá na naše území, dlouhodobě víceméně stále stejné. Nepříjemné je, že se mění jejich distribuce v průběhu roku, jinými slovy prší v období, kdy se to vodohospodáři nelíbí. Bývá to hlavně v horkém létě, kdy se více vody vypaří, a navíc jsou častější přívalové lijáky, při kterých má voda tendence rychle odtéct. Proto se musíme naučit vodu v krajině déle zadržovat, lépe s ní hospodařit.

Kde se přírodní čištění odpadních vod jeví jako nejefektivnější způsob a proč?

Nejvíce se hodí zejména v prostředí malých osad a samot, kde by napojení na centrální kanalizační systém bylo ekonomicky a technicky náročné.

Často vyvracíte různé mýty týkající se vody. Setkáváte se i s mýty ohledně odpadních vod a jejich čištění?

Nenapadá mě přímo žádný mýtus, který by se konkrétně týkal odpadní vody, setkávám se spíše s do jisté míry přirozenou lidskou averzí, nechutí pít vyčištěnou vodu z toalety. Jenže člověk musí mít na zřeteli koloběh vody v přírodě. Kde byla kapka vody, kterou jsem si právě napustil z vodovodního kohoutku? Prostřednictvím mraků sem možná doputovala odněkud ze Španělska, kde prošla zažívacím traktem ovce, nebo mohla být tisíce let zamrzlá v ledovci ve Švýcarsku a měl ji v ústech bájný lovec Ötzi. Příběh každé kapky vody je tak fascinující, že je mi osobně zcela jedno, odkud ke mně dorazila. Důležité je, že neobsahuje nic, co by mi mohlo škodit.

Jak naložit s odpadní vodou u domů a samostatných objektů

Odpadní vody lze mimo jiné dělit na vody tzv. šedé a černé. Šedá voda vzniká při běžném provozu koupelny, kuchyně nebo prádelny, pochází ze sprchy, vany, umyvadel, pračky či myčky. Neobsahuje fekálie, a proto je méně znečištěná. Pokud jsou při jejím vzniku používány ekologické mycí prostředky, může být dokonce využita přímo, bez složitého technologického zásahu. Naproti ní pak stojí voda černá, odtékající z toalety, která obsahuje fekálie a moč, a je proto hygienicky rizikovější.

V některých případech může být výhodné tyto dva typy odpadních vod oddělit a šedou vodu čistit zvlášť, protože se tak sníží množství vody vyžadující intenzivní čištění. Obvykle však bývají šedá a černá voda likvidovány nebo čištěny společně. A v kořenové čistírně naopak mikrobiologické procesy fungují lépe, když je přítomna

Kořenová čistírna pro rodinný dům.

Kořenová čistírna pro menší obec.

i černá voda s organickým znečištěním (není to však podmínkou). U domácích čistíren bývá výhodnější, když do ní ústí šedé vody společně s černými, protože organické znečištění je důležitou potravou pro mikroorganismy, které se starají o biologické čištění.

Pokud se v obci nachází centrální kanalizace, je povinností každého vlastníka nemovitosti se na ni, jestliže je to možné, napojit. V České republice však stále existuje mnoho lokalit, kde není veřejná kanalizační síť dostupná. Tento problém se pak týká nejen rekreačních objektů, ale i trvale obývaných rodinných domů v okrajových částech obcí, na samotách či v nově vznikajících zástavbách. V těchto případech je nutné řešit likvidaci odpadních vod individuálně. Po technické stránce je více možností, případně jejich kombinací.

Možnosti nakládání s odpadními vodami

Bezodtoková jímka – žumpa

U tohoto řešení se odpadní vody shromažďují v nepropustné nádrži. V jímce neprobíhá žádné čištění a veškerá voda tak musí být pravidelně vyvážena fekálním vozem do centrální čistírny odpadních vod (ČOV). Tento systém bývá využíván zejména u objektů s občasným provozem, jako jsou chaty nebo chalupy. U trvale obývaných domů může být provoz enormně nákladný a logisticky náročný, vzhledem k faktu, že čtyřčlenná rodina v průměru vyprodukuje více než 10 000 l odpadních vod za měsíc. Majitel jímky musí být schopen její pravidelné vývozy doložit.

Septik s přepadem

Dřívější legislativa umožňovala použití samostatných septiků s přepadem do zásaku (trativodu) nebo do vodoteče, taková praxe však způsobovala znečištění podzemních vod, potoků a rybníků, a proto již nesplňuje požadavky současné legislativy. Řešit likvidaci odpadních vod tímto způsobem už není možné.

Domácí mechanicko-biologická čistírna odpadních vod

Domácí mechanicko-biologické čistírny kombinují mechanické předčištění s biologickým rozkladem organických látek. Do nádrže natékají odpadní vody a v první fázi míří do **usazovacího prostoru**, kde dochází k mechanickému předčištění pevných nečistot a jejich rozkládání bez přístupu vzduchu. Následuje **aerobní část (aktivační komora)**, kde je do vody dmychadlem vháněn vzduch a dochází tak k jejímu provzdušňování a biologickému čištění za pomoci bakterií. Nevýhodou ovšem je, že tento typ ČOV vyžaduje stálé připojení ke zdroji elektřiny. Vyčištěná voda míří skrze **dosazovací komoru** buď do akumulační nádrže (odkud ji lze dále využít), nebo do vodoteče. Přebytečný zahuštěný kal se pak odčerpává do usazovacího nebo kalového prostoru. U mechanicko-biologických čistíren můžeme očekávat nižší pořizovací náklady i nižší nároky na plochu pozemku, nevýhodou však může být nutnost nepřetržitého připojení na zdroj elektřiny, nutnost pravidelné údržby i horší vyrovnávání s nárazovým provozem či kolísavým nátokem odpadních vod. Toto řešení je vhodné zejména pro trvale užívané objekty s pravidelným přísunem znečištěné odpadní vody, kde je zapotřebí intenzivní čištění na malém prostoru. Tyto čistírny vyžadují, aby se o ně majitel pravidelně staral.

Kořenová čistírna odpadních vod

Tento ekologický systém vychází z přírodních principů, které fungují přirozeně v mokřadech a řekách. **Základem extenzivního čištění odpadních vod jsou zde mikroorganismy** usazené na písku a štěrku, jimiž je naplněno kořenové pole. Přítomné bakterie dokážou s vysokou spolehlivostí proměnit znečištěnou vodu zpět na čistou a výsledné hodnoty jsou srovnatelné s mechanicko-biologickými systémy. Pro správné fungování však musí být odpadní voda **předčištěna ve vícekomorovém septiku** a zbavena hrubých

Detail povrchu kořenové čistírny po roce od nasázení.

nečistot, z nichž vzniká pevný kal. Gravitační nátok umožňuje v těchto systémech fungování i bez použití elektrické energie, čímž se výrazně snižují provozní náklady a zvyšuje spolehlivost systému. Navíc si dobře poradí i s nárazovým provozem a kolísavým zatížením, proto jsou kořenové čistírny vhodné i pro rekreační objekty. Nevýhodou mohou být vyšší pořizovací náklady a nutnost větší plochy pozemku (kořenové pole bývá dimenzováno na 2 m^2 na obyvatele). Právě tomuto způsobu čištění se budeme v této knize věnovat a přiblížíme jeho specifika.

Zemní filtr

Je určený jako druhý stupeň k dočišťování odpadní vody za septikem nebo čistírnou odpadních vod. Zajišťuje vyšší kvalitu vyčištěné vody, aby mohla být následně vsakována do půdy nebo vypouštěna do povrchových vod, pokud to místní podmínky dovolují. Zemní filtry pracují na obdobném principu jako kořenové čistírny, na rozdíl od nich však nebývají porostlé speciální vegetací, která by v zimních měsících chránila před povětrnostními vlivy, a nedisponují ani kořenovým systémem, podporujícím dočištění. Vegetace má na kořenových čistírnách navíc i funkci estetickou.

Pokud nejsou zemní filtry vybavené provzdušňováním, například pulzním skrápěním, nesplňují legislativní limity pro zasakování do podzemních vod, protože neodstraňují amoniak.

Základem čištění jsou mikroorganismy usazené na štěrku v kořenovém poli.

Jak nakládat s vyčištěnou vodou?

Vyčištěná voda, ať už z klasické mechanicko-biologické čistírny, nebo z kořenové čistírny, je následně vypouštěna do vodoteče či zásaku, nebo sbírána v akumulační nádrži pro další využití.

Recyklace vyčištěné vody

Vyčištěná voda může být použita například na splachování WC nebo zálivku zahrady, mokřadních střech a fasád. Čistírny odpadních vod jsou tedy vhodné nejen pro objekty bez možnosti připojení na kanalizační síť, ale i pro majitele domů, kteří chtějí minimalizovat spotřebu pitné vody. Recyklací a opětovným využitím vyčištěné vody se dá ušetřit 30 až 50 % spotřeby pitné vody.

Tím, že se voda použije pro závlahu, recyklují se i nutrienty, které jsou ve vyčištěné vodě obsažené (zejména dusík a fosfor). Pro zajímavost: ve starověké Číně patřili mezi největší boháče sběrači soudků s exkrementy, kteří je pak odváželi na venkov a toto žádané zboží tam draze prodávali.

Touto optikou lze na odpadní vody pohlížet ne jako na odpadní produkt, ale jako na surovinu, s níž je možné dále pracovat. Pokud je dům napojen na kanalizační síť, odvádějí se případné přebytky do kanalizace.

Kořenová čistírna odpadní vody u chalupy pro čtyři obyvatele.

Kořenovka vnáší do zahrady i estetický prvek.

Domácí čistírny odpadních vod očima odborníka: **Rozhovor s Karlem Plotěným**

Ing. Karel Plotěný je absolventem Vysokého učení technického v Brně a postgraduálního studia na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze. Svou kariéru zasvětil vodě a činnostem s ní spojeným. Byl jednatelem a spoluzakladatelem firem skupiny ASIO, která je jednou z největších společností v České republice v oblasti vodního hospodářství. Vyrábí čistírny odpadních vod pro města a obce i domácí ČOV pro rodinné domy. Karel Plotěný působil v Asociaci pro vodu v České republice (CzWA), která sdružuje odborníky, společnosti a instituce s cílem dosáhnout efektivního a udržitelného rozvoje v oblasti vodního hospodářství a ochrany vodního prostředí. Externě přednášel na mnoha českých univerzitách a účastnil se výzkumných projektů.

Podle čeho by se měl zákazník rozhodovat, jaký typ čistírny zvolit?

Podstatné pro rozhodnutí, jaké čištění odpadních vod zvolit, jsou místní podmínky (kam bude voda vypouštěna a nároky z toho vyplývající), způsob užívání nemovitosti (kontinuální, přerušovaný), velikost zdroje, možnosti a schopnosti provozovatele, finance, sousedé, způsob likvidace kalu a řada dalších faktorů. Váha těchto jednotlivých aspektů se může měnit v závislosti na konkrétních podmínkách.

Jaké jsou hlavní výhody a nevýhody jednotlivých typů čistíren?

Zjednodušeně lze říci, že čistírny odpadních vod s intenzivním čištěním (aktivační ČOV) mají menší nároky na prostor, a naopak větší nároky na energii a obsluhu. Čistírny založené spíše na extenzivních pochodech logicky potřebují větší plochu a objemy, výhodou však bývá zpravidla to, že se tím minimalizuje spotřeba energie a nároky na obsluhu.

Další kategorii tvoří čistírny založené na působení bakterií narostlých na nějakém nosiči (biofilmové reaktory). Jde v podstatě o intenzivní čistírny s jejich klady a minusy (s mírně vyšší pořizovací cenou), ale procesy v nich jsou stabilnější, podobně jako u extenzivních čistíren, tedy pokud nedochází k velkým výkyvům v zatížení. Vždy však nakonec záleží na konkrétní situaci a rozhodnutí může například ovlivnit i to, zda je k dispozici fotovoltaika, jestli je v místě nedostatek vody nebo jakou životní filosofii provozovatel zastává.

Jaké jsou nejčastější chyby, kterých se lidé při výběru čistíren u rodinných domů a samostatných objektů dopouštějí?

Asi největší chybou je zvolit intenzivní technologii na čistění odpadních vod u nemovitostí, které se využívají jenom občas. Někdy může být podstatnou chybou i volba takové čistírny odpadních vod, jejíž provoz majitelé nezvládají, domnívají se, že není třeba se o ni starat a ponechají ji jejímu osudu. Rozhodně je dobré zajímat se i o reference, dostupnost servisu nebo kvalitu prací při realizaci jakýchkoli čistíren.

Můžete stručně vysvětlit princip fungování mechanicko-biologických čistíren? Jakou péči vyžadují, aby správně fungovaly?

Intenzivní čistírny založené na aerobních procesech (aktivaci) fungují tak, že využívají bakterií ve vznosu (vločky tvořené bakteriemi se vznášejí v čištěné vodě), které s pomocí vzduchu likvidují organické znečištění odpadních vod. Při tomto procesu vzniká tzv. aktivovaný kal, který se z vyčištěné vody odstraní následnou sedimentací nebo filtrací. Péče o takovéto čistírny odpadních vod spočívá v udržování optimálního poměru bakterií ve vznosu a přiváděného znečištění, tedy v kontrolování množství aktivovaného kalu a vizuální kontrole množství kalu (u některých stačí jen kontrolovat, jestli si čistírna odpadních vod toto odkalení provádí sama optimálním způsobem). Dále je třeba vizuálně kontrolovat funkci provzdušňování a mamutek (hydraulicko-pneumatických čerpadel). Pokud majitel zjistí, že některá z těchto fází neprobíhá optimálně, musí zjednat nápravu za pomoci servisu výrobce. Průměrně technicky zdatný provozovatel to zvládne i sám.

Asi nejnáročnějším prvkem údržby tohoto typu čistíren je výměna membrán v dmychadle, která je obdobně složitá jako například servis sekačky na trávu. Mezi další pravidelné úkony patří nezbytné odstraňování kalu (u některých čistíren to zvládne majitel sám a pytel s kalem jednoduše odloží na kompost), u jiných je třeba objednat fekální vůz (obvykle jednou ročně).

Proto je před koupí nové čistírny odpadních vod nutné přečíst si návod k obsluze, případně si prostudovat videonávody výrobce, které novému majiteli názorně předvedou jak funkci, tak i potřebný servis jeho čistírny.

Jaké jsou rozdíly mezi mechanicko-biologickou čistírnou a kořenovou čistírnou z hlediska účinnosti, nároků na prostor, údržby a servisu, provozních nákladů a životnosti?

Kořenové (extenzivní) čistírny odpadních vod jsou po technické stránce obecně jednodušší, odpadá u nich starost o elektrická zařízení a jejich opravy. Obdobně jako u intenzivních čistíren odpadních vod je však třeba i u nich odstraňovat primární kal odvezením fekálním vozem. Tento způsob čištění odpadních vod bych doporučoval tam, kde jsou vhodné výškové poměry (například díky příznivému sklonu terénu odpadá potřeba napájení elektrickým proudem), a také tam, kde je dostatek prostoru. Odměnou za vyšší pořizovací náklady jsou pak majitelům nízké provozní náklady (související především s odběrem vzorků), nekomplikovaný provoz, který zvládne i úplný laik, a také odolnost tohoto řešení při použití u nemovitostí bez kontinuálního provozu. Při současných cenách činí návratnost vyšších pořizovacích nákladů extenzivních forem čištění odpadních vod přibližně 20 let a provoz těchto systémů bývá z hlediska provozních a technologických rizik nenáročný.

Jak se vyvíjí poptávka po vegetačních čistírnách odpadních vod? Přibývá zájem o přírodní řešení?

S nárůstem významu opatření, jež nás mají chránit před důsledky klimatických změn, roste i poptávka po extenzivních řešeních čištění odpadních vod. V některých zemích (například v Rakousku) je až polovina nových čistíren odpadních vod realizována jako tzv. NBS (*nature based solution*) a zapracována do řešení vodního hospodářství domu jakožto zdroj vody pro modro-zelenou infrastrukturu.

Vážení čtenáři, právě jste dočetli ukázku z knihy Kořenové čistírny**.**
Pokud se Vám ukázka líbila, na našem webu si můžete zakoupit celou knihu.