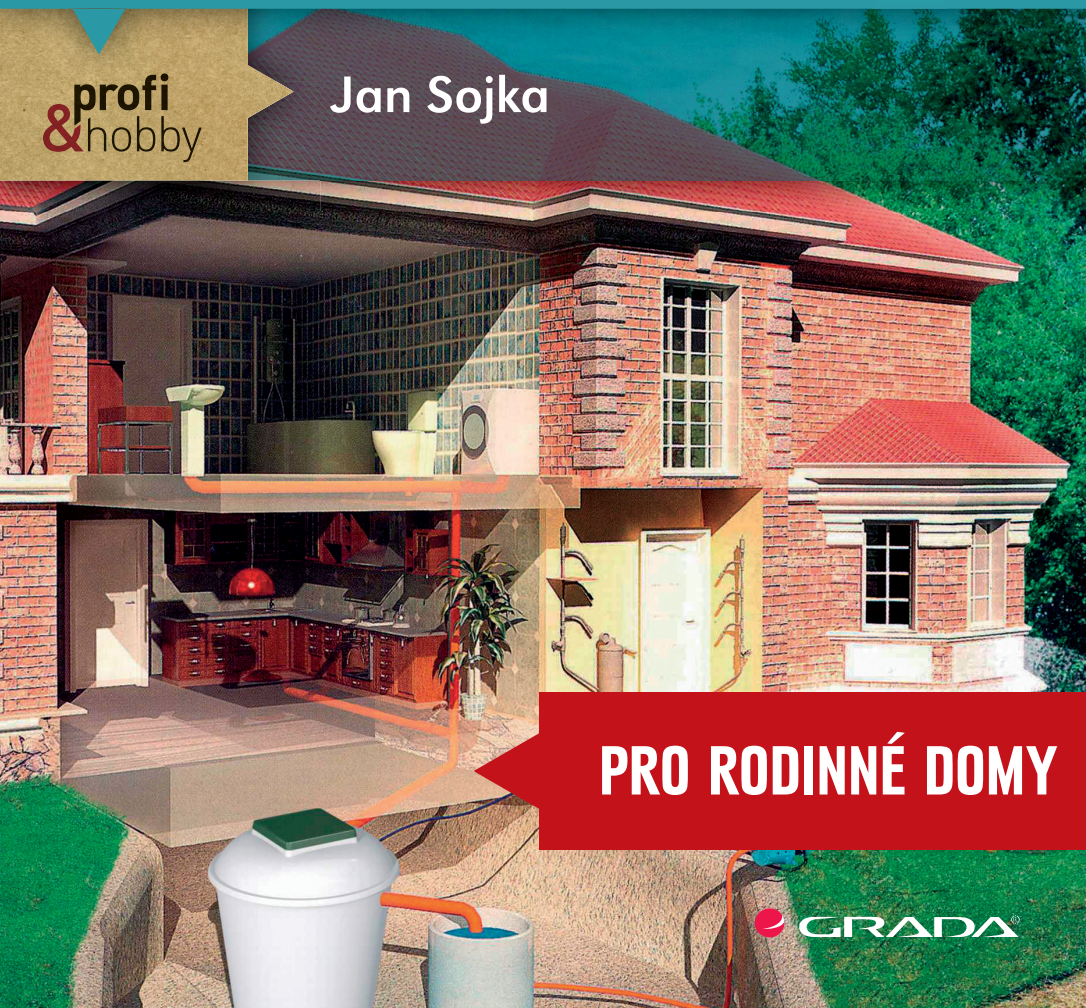


Čistírny odpadních vod

159

profi
& hobby

Jan Sojka



PRO RODINNÉ DOMY

GRADA®

Čistírny odpadních vod

PRO RODINNÉ DOMY

Jan Sojka

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Ing. Jan Sojka

Čistírny odpadních vod pro rodinné domy

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400
jako svou 5163. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Pavlína Zelníčková
Jazyková korektura Mgr. Pavlína Zelníčková
Sazba Ing. Martina Mojzesová
Vizualizace na obálce – USBF Technology, s.r.o.
Počet stran 96
První vydání, Praha 2013
Vytiskla Tiskárna PROTISK, s.r.o., České Budějovice

© Grada Publishing, a.s., 2013
Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2013

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-4504-6

TIRÁŽ ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-8502-8 (elektronická verze ve formátu PDF)
ISBN 978-80-247-8503-5 (elektronická verze ve formátu EPUB)

Obsah

Obsah	5
Úvodem	9
1 Historie čistírenství	11
2 Co bychom měli vědět pro začátek	15
3 Složení a množství odpadních vod	17
3.1 Množství odpadních vod	17
3.2 Kvalita odpadních vod	20
3.2.1 Organické látky	20
3.2.2 Anorganické látky	21
3.2.3 Další způsob vyjádření znečištění vody	22
4 Typy odpadních vod	23
4.1 Komunální splaškové odpadní vody	23
4.2 Srážkové odpadní vody	24
4.3 Průmyslové odpadní vody	24
4.4 Balastní vody	25
5 Odvádění odpadních vod	27
5.1 Gravitační odvádění odpadních vod	27
5.2 Zvláštní způsoby odkanalizování	28
6 Potrubní rozvody	31
6.1 Vnitřní domovní potrubní rozvody	31
6.2 Venkovní potrubní rozvody	32
6.3 Objekty na stokových sítích	35

7	Způsoby zneškodňování odpadních vod ze zdrojů o velikosti do 50 EO	39
7.1	Prověření místních podmínek	39
7.2	Možnosti vypouštění vyčištěných odpadních vod	41
7.2.1	Vypouštění do vod povrchových	43
7.2.2	Vypouštění do vod podzemních	43
7.2.3	Vypouštění do kanalizace	46
7.3	Zajištění návrhových parametrů	47
7.4	Jímka na vyvážení	48
7.5	Individuální způsob čištění odpadních vod	49
7.5.1	Mechanicko-biologické čištění odpadních vod	54
7.5.1.1	Anaerobní čistírny odpadních vod	57
7.5.1.2	Biologické filtry (skrápěný biofiltr)	58
7.5.1.3	Rotační biofilmové reaktory	59
7.5.1.4	Aktivace	60
7.5.1.5	Příklady modifikací aktivačního procesu	62
7.5.2	Extenzivní způsoby čištění odpadních vod	64
8	Realizace a provozování ČOV	69
8.1	Zajištění projektové dokumentace k vodnímu dílu	69
8.2	Výběr zhotovitele (dodavatele) ČOV	70
8.3	Žádost o stavební povolení	71
8.4	Realizace díla	73
8.4.1	Umístění stavby	73
8.4.2	Instalace čistírny odpadních vod	74
8.5	Provozování a obsluha ČOV	76
8.5.1	Uvedení do provozu	76
8.5.2	Zkušební provoz	76
8.5.3	Na co si dát pozor	77
8.5.4	Kdo může obsluhovat čistírnu odpadních vod	78
8.5.5	Co budeme potřebovat	78
8.5.6	Vedení záznamů o provozu	78
8.5.7	Využívání vyčištěné odpadní vody	79
8.5.8	Kam s kalem	80
8.6	Kolaudace stavby	80
8.7	Uvedení díla do trvalého provozu	81

Použitá literatura	83
Slovník odborných výrazů	87
Rejstřík	93
Slovo o autorovi	95

Úvodem

Celkové množství vody na Zemi, tím rozumíme vodu podzemní, povrchovou, atmosférickou a vodu vázanou v ledu, je konstantní. Z tohoto množství je 2,77 % vody sladké a z toho pouze 0,34 % je dostupné pro člověka. S měněním se klimatem počet lidí nemajících přístup k pitné vodě roste. Předpokládá se, že do roku 2030 bude 47 % světové populace žít v oblastech s obtížným přístupem k vodě. Nedostatek vody může zabránit zemím produkovat potraviny, generovat energii, může vyvolat sociální nepokoj. Zatímco nedostatek vody představuje pro bohatší státy zvládnutelný problém, pro chudší země jde o silný destabilizační faktor. To vše by nás mělo nabádat k zamyšlení nad šetrnými způsoby využívání tohoto zdroje, ale především nad jeho ochranou, tj. neznečišťováním. Komplexní ochrana povrchových vod znamená ovšem i vyřešení problematiky malých zdrojů znečištění a rozptýlené zástavby. Ve většině případů jsou investory malých domovních čistíren obecní úřady, firmy nebo soukromí uživatelé, kteří ne vždy mají dostatek zkušeností s vodohospodářskou problematikou. To může vést k vysokým investičním nákladům nebo nevhodně zvolené technologii s důsledkem nedosažení limitních hodnot na odtoku z čistírny.

Pokud stojíte před otázkou, zda čistírnu ano, či ne a jakou, pak právě pro vás je určena tato příručka, která se snaží podat stručný přehled postupů a poznatků při řešení problematiky čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění do 50 obyvatel. Všem čtenářům publikace pak budeme vděčni za náměty, které by posloužily pro zdokonalení eventuálního příštího vydání.



Obr. 1 Nebezpečí sucha

Historie čistírenství

Činností člověka (průmyslovou, zemědělskou) se mění odebíraná voda z přírody na vodu odpadní. Úroveň odvádění a způsob nakládání s odpadními vodami často vypovídá o kulturním, technickém a ekonomickém stupni rozvoje dané společnosti.

Prvním pokrokem v oblasti nakládání s odpadními vodami v historii lidstva bylo uvědomění si souvislosti mezi odpadní vodou a možností šíření epidemií, které vedlo k pokusům o odvádění odpadních vod do vod povrchových (moře, řeky nebo čistící rybníky). Zdrojem pitné vody byly tehdy především studně, proto bylo vypouštění splašků do povrchových vod v dané situaci nejjednodušším řešením. A tak se problém s odpadními vodami přenesl z měst a sídelních útvarů do potoků, řek a moří. Z historie je známo například důmyslné odvádění odpadní vody z velkých metropolí ve Střední Americe, Středomoří či Asii.

K prvním sociálním zařízením dochovaným na našem území patřily prevěty, které sloužily k odvádění fekálií na hradech. V podstatě se jednalo o suchý záchod umístěný tak, aby z něj odpady vytékaly na hradby a tím napomohly ztížit nepřátelským útočnickům dobývání hradu. Prevět pochází z románské doby; je postaven z kamenných kvádrů v podobě arkýře neseného dvěma krakorci, který vyčnívá nad hradním příkopem. Najdeme i prevěty uzpůsobené k proplachování dešťovou vodou. Toto víceúčelové středověké odvádění odpadních vod můžeme vidět například na hradech Loket, Kost a Pecka.

V měšťanských domech se výkaly soustřeďovaly do nádob a vylévaly z oken přímo na ulici. Od 13. století sloužily ve městech pro ukládání veškerých odpadů z domácností odpadní jámy. Byly to jámy umístěné v zadní části dvora s dřevěným pažením a vrstvou



Obr. 2 Prevět

jílu proti průsaku do země. Jímky byly zakryty jednoduchou dřevěnou konstrukcí uvnitř se stolicí nebo pouze s prknem. Vyskytovaly se stolice i s více otvory pro větší počet osob. Na intimní prostředí se příliš nehledělo a někdy byl záchod společný i pro několik domů. Konání potřeby na veřejných místech nebylo v této době považováno za společenský prohřešek. Od 14. století podléhaly odpadní jímky hygienicko-stavebním předpisům. Na venkově byly záchody součástí hnojiště. První doložená zmínka o kanalizaci je z roku 1310 u domu hradčanského probošta v Praze, který se nacházel v dnešní Nerudově ulici. Úřad čističe městských struh byl zaveden v roce 1340. Čištění ulic, záchodů a jímek prováděli lidé společensky stavění na úroveň katova pacholka pod označením *purgantes cloacas*. Kuriózní způsob hromadného vývozu pražských jímek představovalo použití sudů naplněných obsahem žump proti obráncům Karlštejna roku 1422, které bojovníci vrhali praky proti hradu.

Teprve v 15. století se stal záchod součástí budovy a byl umístěn na pavlači nebo na schodišti. Odpad se dostával po dřevěných skluzech do jímky nebo byl odváděn samospádem do vodoteče otevřenými svodnicemi v ulicích. Svodnice sloužily zároveň i k převádění dešťových vod. V místech s nedostatečným spádem byly budovány již zmíněné jímky, vyvážené v dřevěných sudech za město.

Voda se v nezpevněných svodnicích zčásti vsakovala do země a za teplého počasí docházelo k částečnému odpařování. To způsobovalo zamoření ovzduší středověkých ulic, především v letním období. Hygienické problémy a šíření epidemií nutily konšely měst k vydání nařízení o prohlubování svodnic, jejich zakrývání a převádění splašků nejkratší cestou do toku. Zlepšení situace v úpravě a čistotě ulic přineslo jejich postupné dláždění a pravidelné čištění. I přesto byla úmrtnost způsobená používáním nekvalitní vody z vodovodu a znečištěním studen z blízkých žump v Praze na konci 18. století vysoká.

Koncem 19. století byla technická vybavenost na celém území Království českého odrazem struktury osídlení. Vodovody a kanalizace se stavěly jen pro měšťanské domy, kanalizační stoky byly zděné, u větších profilů vejčité nebo oválné.

Nejrychlejší rozvoj čistírenství byl zákonitě zaznamenán v zemích, které měly v 19. století nejvíce problémů s rostoucím průmyslem a koncentrací obyvatelstva, tedy v Anglii a Americe. Opakované hygienické problémy v anglických městech (epidemie cholery v Londýně v 60. letech 19. století) a zvýšené nároky spotřeby vody prudce se rozvíjejícího průmyslu vedly k nutnosti systematicky se zabývat kvalitou a využíváním povrchové vody a dále ovlivňováním podzemní vody vodou povrchovou.

V roce 1865 byla založena první Royal Commision on River Pollution, jejíž činnost vedla k vydání zákona na ochranu řek před znečištěním. Přijetí samotného zákona nemělo velký vliv na kvalitu vody, protože zatím nebyly technické prostředky, jak řeky účinně chránit. Druhou významnou komisí, ustavenou v roce 1898, byla Royal

Commision on Sewage Disposal. Tato komise si vzala za svou především koordinaci prací, které směřovaly k rozpoznání faktorů ovlivňujících kvalitu vody v povrchových vodách. Jedním z výsledků je například metoda pro hodnocení biologického znečištění doporučená roku 1908 (používaná dodnes) a návrhy biologického čištění odpadních vod pomocí zkráplených biofiltrů, které představují nejstarší inženýrské řešení likvidace odpadních vod. Mezi první tohoto typu uvedené do provozu v Rakousku-Uhersku je biofiltr pro město Mödling u Vídně (1904) a biofiltr u hotelu Radium Kurhaus v lázních Jáchymov (1910, dnes Radium Palace).



Obř. 3 Suchý záchod 20. století, Podkarpatská Rus

Uvedené do provozu v Rakousku-Uhersku je biofiltr pro město Mödling u Vídně (1904) a biofiltr u hotelu Radium Kurhaus v lázních Jáchymov (1910, dnes Radium Palace).

Z hlediska legislativních nástrojů bylo výrazným posunem stanovení britských královských standardů, tzv. 30 : 20 standardu (30 mgNL/l a 20 mgBSK₅/l), pro kvalitu vypouštěných odpadních vod v roce 1912.

Za zlom ve vývoji čistírenských technologií lze považovat objevení principu biologického čištění odpadní vody aktivovaným kalem pány Lockettem, Ardernem a Fowlerem v roce 1914. Autoři svůj patent nezaregistrovali, což poté využila firma Activated Sludge Co. Ltd., která díky svojí registraci úspěšně bránila využívání patentu mimo Anglii po dobu jeho platnosti do začátku 2. světové války.

Na evropském kontinentě se stokování a čištění odpadních vod rozvíjelo nejvíce v Německu, kde působila i řada anglických odborníků. Z našeho pohledu bylo nesmírně důležité působení rodiny Lindleyových. Sir William Heerlein Lindley nabídl městské radě vypracování projektu odkanalizování Prahy roku 1893. Díky prozíravosti plánu byl zajištěn nerušený plošný rozvoj pražské aglomerace až do druhé poloviny 20. století. Velkorysosti projektu odpovídaly i investiční náklady 6,5 milionu zlatých. Materiálem pro stavbu kanalizace byla zvolena cihla i přes lobby betonářských firem snažících se prosadit betonové provedení s odkazem na referenci vídeňské kanalizace z roku 1878, postavené za příznivou cenu z portlandského cementu. Přesto bylo vypsáno výběrové řízení na dodávku sedmi milionů cihel. V podmínkách bylo stanoveno časové rozpětí dodávek do 15 měsíců. Jak je i dnes patrné, bylo rozhodnutí z hlediska materiálového provedení navýsost správné. Výstavba na hlavních částech páteřní kanalizace začala rokem 1897 a v roce 1914 již délka pražských stokových sítí činila úctyhodných 135 305 metrů. Lindleyův projekt zahrnoval i výstavbu kanalizační čistírny odpadních vod v Bubenci. Stavba čistírny započala 9. září



Obr. 4 Lapák písku; původní pražská čistírna

1901 a 27. června 1906 byl zahájen zkušební provoz.

Realizací projektu Praha předstihla sídelní města tehdejšího Rakouska-Uherska.

Vývoj čistírenství u nás neustává ani po druhé světové válce. V letech 1965–1967 je na Císařském ostrově v Praze postavena a uvedena do provozu největší aktivační čistírna ve střední Evropě. Impulesem pro další rozvoj bylo vytvoření legislativy, přijetí zákona o vodách v roce 1973. V současné době jsou města nad 25 tisíc obyvatel na území ČR zásobována z 96 % vodou z vodovodů, 94 % je odkanalizováno a 84 % produkovaných odpadních vod je čištěno. Úroveň čištění odpadních vod je vyšší než v některých zemích EU (Belgie, Itálie, Španělsko, Portugalsko, Řecko).

Co bychom měli vědět pro začátek

Nejdůležitějším kritériem, které čistírny jako celek mají splnit, je především požadovaná kvalita vyčištěné vody. Tomuto požadavku má být podřízena i volba technologie čištění a skladba celé technologické linky. Problém může nastat v okamžiku, kdy je nutné tento návrh blíže specifikovat. Jinak jej bude vidět provozovatel a jinak ekonom. Z pohledu celkových investic je důležité zvážit, zda uvažovat o výstavbě kanalizační sítě s centrální čistírnou odpadních vod – centralizovaného systému –, nebo o realizaci více stokových sítí zakončených menšími čistírnami, tedy o systému decentralizovaném. Z pohledu ekonomy, potažmo investora (např. obec), zvláště u rozptýlené zástavby, zvítězí varianta druhá. Budoucí provozovatel čistírny upřednostní centralizovaný systém (nižší počet strojních zařízení s sebou nese i nižší pravděpodobnost poruch, stabilitu provozu větších čistíren atd.). Je třeba uvést, že nelze rozhodnutí paušalizovat, ale vycházet z dokonalé znalosti místní situace a diplomatického kompromisu.

Základním podkladem pro rozhodování je územní plán (podrobnosti **stavební zákon 183/2006 Sb.**), jehož smyslem je racionalizace prostorového a funkčního uspořádání území v krajině a jejího využití. Územní plán si klade za cíl zajistit takové předpoklady, které by umožnily další výstavbu a trvale udržitelný rozvoj spočívající v nalezení vyváženého stavu mezi zájmy životního prostředí, hospodářství a pro společenství lidí obývajících dané území. Územní plán by se měl snažit naplnit potřeby současné generace tak, aby umožnil existenci a přežití i generací příštích. Územní plán je naprosto klíčový dokument pro jakýkoliv stavební rozvoj lidských sídel a změny v krajině. Pro stavby nebo záměry, které nejsou v souladu s územním plánem, by neměl žádný úřad vydat povolení, například územní rozhodnutí nebo stavební povolení. Územní plány schvalují zastupitelstva obcí (územní plány obcí) nebo zastupitelstva krajů (územní plány tzv. velkých územních celků). Územní plány jsou tedy projevem dohody volených zástupců občanů a občané samotní mají právo proces územního plánování ovlivnit svými připomínkami. Aktuální **územní plán musí být veřejně přístupný** na příslušném obecním či krajském úřadě. Často bývají územní plány přístupné i na internetových stránkách příslušné obce či kraje.

Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních stanoví vodoprávní úřad nejvýše přípustné hodnoty jejich množství a znečištění (nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění NV č. 23/2011 Sb., o ukazatelích přípustného znečištění povrchových vod, a NV č. 416/2010 Sb., o ukazatelích přípustného znečištění podzemních vod). Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových je vázán ukazateli vyjadřujícími stav vody ve vodním toku, normami environmentální kvality, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění povrchových vod, ukazateli a přípustnými hodnotami znečištění odpadních vod a náležitostmi a podmínkami povolení k vypouštění odpadních vod, včetně specifikací nejlepších dostupných technologií v oblasti zneškodňování odpadních vod a podmínek jejich použití, které stanoví vláda nařízením. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod podzemních je vázán ukazateli vyjadřujícími stav podzemní vody v příslušném útvaru podzemní vody, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění podzemních vod, ukazateli a přípustnými hodnotami znečištění odpadních vod a náležitostmi a podmínkami povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, které stanoví vláda nařízením (**vodní zákon 254/2001 Sb.**).

Realizací čistírny odpadních vod se stáváme majiteli vodohospodářského díla a jsme jeho provozovateli se všemi trestněprávními důsledky (**zákon o vodovodech a kanalizacích 274/2001 Sb.**). Odpovědnost za provoz, údržbu a plnění podmínek vodoprávního povolení nese osoba oprávněná k vypouštění (§ 8 odst. 2 vodního zákona).

Složení a množství odpadních vod

Voda je nezbytnou potřebou člověka; používá ji, ale z velké části nespotřebuje. Největší část použité vody odtéká jako voda odpadní. Splaškové odpadní vody se liší stupněm znečištění a svým složením především v závislosti na typu sídla, druhu průmyslu a taktéž na stupni nařazení srážkovými a balastními vodami vstupujícími do systému. Objem a složení odpadních vod v stejném místě se mění v průběhu času, a to během dne, týdne a roku. Množství a kvalita odpadní vody jsou jedním z nejdůležitějších návrhových parametrů pro dimenzování a výstavbu čistírny odpadních vod.

3.1 Množství odpadních vod

Specifické množství odpadní vody (množství vyprodukované 1 EO za den) je přímo úměrné stupni vybavenosti obce (nemocnice, kulturní domy, hotely, služby, průmysl atd.) a domácnosti (vodovod, přívod teplé vody, koupelna, sprcha, myčka, spořiče vody na WC atd.). Spotřeba pitné vody (q_{dp}) v evropských zemích se pohybuje mezi 130–200 l/(os-den). Pro naše místní podmínky uvažujeme 130–150 l/(os-den). Průměrná spotřeba vody postupně klesá s její vzrůstající cenou.

Vypouštěné množství odpadních vod je proměnlivé, ale přesto lze vysledovat určitou pravidelnost průtoku v závislosti na životním rytmu obce, města či rodiny a výrobních procesech. Pro kvantifikování proměnlivosti daného parametru (průtoku) za určité časové období se zavádí koeficienty nerovnoměrnosti hodinové a nerovnoměrnosti denní. Nejrozšířenější použití mají koeficienty popisující maximální a minimální průtoky v daném časovém období. Hodnota koeficientů má statistický charakter a takto musí být i posuzována. Kolísání odpadní vody je charakteristické špičkou maxima průtoku (ranní a večerní) a nočním minimem.

Kapacita čistírny odpadních vod bude dostatečná jen tehdy, jestliže zohledníme v návrhu všechny parametry ovlivňující návrhový přítok a jejich maxima, včetně **výhledového stavu**.

Výpočet splaškových vod

Výpočet množství a maxim množství splaškových odpadních vod přitékajících do čistírny se provádí podle směrných hodnot s použitím specifické produkce odpadních vod. Podrobnosti výpočtu lze najít v normách ČSN 75 6401 a ČSN 75 6402. Průměrný bezdeštný přítok:

$$Q_{24} = EO \cdot q_{dp} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Maximální bezdeštný denní přítok:

$$Q_d = Q_{24} \cdot k_d \quad [\text{m}^3/\text{d}]$$

Maximální bezdeštný hodinový přítok:

$$Q_h = Q_{24} \cdot k_d \cdot k_h / 24 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Výpočtový přítok, tj. přítok, který je používán pro návrh technologických objektů čištění, je roven přítoku $Q_d = Q_v$.

Tab. 1 Koeficient hodinové nerovnoměrnosti

Počet připojených obyvatel	5	10	20	30	40	50	75	100
Součinitel nerovnoměrnosti K_h	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9

Při stanovení počtu EO lze pro různé případy vycházet z hodnot uvedených v tabulce 2.

Výpočet srážkových odpadních vod

Jedná se o vody, které se dostanou do stokové sítě a odečtou z odvodňovaného území a je nutno je zahrnout do výpočtu Q_v , jestliže provádíme návrh **jednotné kanalizace**. Průtok dešťových vod vypočteme podle vztahu:

$$Q = \Psi \cdot q_s \cdot S_s \quad [\text{l/s}]$$

kde je Ψ součinitel odtoku, S_s plocha povodí, q_s intenzita směrodatného deště v periodicitě p v l/(s·ha). Podrobný postup výpočtu je uveden v ČSN 75 6101.

Tab. 2 Specifické produkce odpadních vod dle ČSN 75 6402

Plocha bytu do 50 m ²	2 EO
Plocha bytu od 50 m ² do 75 m ²	3 EO
Plocha bytu na 75 m ²	4 EO
Ubytovací zařízení – na 1 lůžko	1–3 EO
Camping 2 osoby	1 EO
Pohostinství s obrátkou na židli 1× denně	1 EO na 3 místa
Pohostinství s obrátkou na židli 2–3× denně	1 EO na 1 místo
Pohostinství s obrátkou na židli 4–6× denně	2 EO na 1 místo
Místo na zahrádkách	1 EO na 10 míst
Kanceláře, živnosti	1 EO na 2–3 zaměstnance

Výpočet balastních vod

Balastní vody se stanovují odhadem. V našich podmínkách uvažujeme obsah balastních vod v rozmezí 10–15 % z celkového množství vod. Pokud je množství balastních vod výrazně vyšší, doporučujeme provést úpravy na kanalizační síti. Balastní vody se udávají průměrným průtokem Q_{bp} [m³/h]. Jiný způsob určení balastních vod je výpočtem, kdy se počítá, že do kanalizace nateče 0,01–2 m³/den balastní vody na centimetr profilu stoky délky 1 km (USA).

Výpočet průmyslových odpadních vod

Při výrazném podílu průmyslových odpadních vod, obvykle přesáhne-li $Q_{24} \cdot k_{d,p}$ 20 % celkového průtoku nebo znečištění, musejí být množství a kvalita průmyslových odpadních vod vyjádřeny samostatně. Množství průmyslových odpadních vod, tj. průměrný a maximální průtok, se určí na základě časového režimu jejich vypouštění do stokové sítě. Údaje musejí obsahovat i plánovaný stav výhledu.

$$Q_{d,p} = Q_{24p} \cdot k_{d,p} \quad [\text{m}^3/\text{den}]$$

3.2 Kvalita odpadních vod

Základním měřítkem pro vyjadřování znečištění je ekvivalentní obyvatel (EO). Jedná se o znečištění vyprodukované od 1 obyvatele za 1 den. Při stanovení potřebného výkonu čistírny, zejména biologické části, se velmi často udává počet EO. Nejvýznamnější složkou pro posuzování kvality splaškových vod je parametr BSK₅.

Významnou vlastností odpadní vody je i její teplota, která ovlivňuje rychlost biochemických reakcí. Průměrná roční teplota vody přitékající do čistíren odpadních vod se v našich zeměpisných podmínkách pohybuje od 10 do 20 °C. Ve srovnání s městkou čistírnou odpadních vod jsou malé čistírny mnohem náchylnější k výraznému kolísání teplot, což má negativní vliv na čistírenské procesy, a je třeba s touto skutečností počítat zejména v zimním období.

Látky obsažené ve splaškových vodách mají původ:

- ▶ v pitné vodě, kterou je zásobeno obyvatelstvo,
- ▶ v produktech metabolismu živých organismů,
- ▶ v produktech lidské činnosti v domácnosti (zbytky jídel, prací a čisticí prostředky atd.),
- ▶ v produktech průmyslové činnosti,
- ▶ v odpadních vodách srážkových,
- ▶ v balastních vodách.

Znečištění obsažené v odpadní vodě má původ organický, nebo anorganický. Skupina organických látek je v odpadní vodě obvykle tvořena z jedné třetiny rozpuštěnými látkami, koloidními a suspendovanými. Anorganické látky jsou obvykle přítomny především ve formě rozpuštěné. Procesem čištění odpadní vody jsou tyto látky odstraňovány a vyčištěná voda je vracena do koloběhu přírody nebo použita zpět jako voda provozní (recyklace vody např. průmyslu).

3.2.1 Organické látky

Koncentrace znečišťujících látek v odpadních vodách se vyjadřuje jako jejich celkové množství v jednotkovém objemu vody [mg/l, g/l] nebo množství za čas [kg/den, g/s]. Množství organických látek se vyjadřuje jako:

- ▶ biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅),
- ▶ chemická spotřeba kyslíku (CHSK_C),
- ▶ ztráta žiháním,
- ▶ celkový organický uhlík (TOC).

Biochemická spotřeba kyslíku vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Na hodnotě BSK₅ se taktéž podílejí i anorganické látky. Ta je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za

určitý časový interval mikroorganismy při biologickém rozkladu organických látek ve vodě. Standardně se provádí stanovení za časový interval 5×24 hod, a proto se setkáváme s označením BSK_5 . Vyjadřuje se v mg/l nebo v kg/den.

Chemická spotřeba kyslíku (oxidovatelnost) je míra obsahu látek schopných chemické oxidace. Stanovení slouží především k informaci o sumární koncentraci látek organických, vliv oxidace určitých anorganických látek lze vhodně voleným postupem vyloučit. Výsledek stanovení se udává v množství kyslíku, které je ekvivalentní spotřebě použitého oxidačního činidla, a vyjadřuje se v mg/l nebo v kg/den. Poměr $CHSK_{Cr} / BSK_5$ vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti organických látek. Nízké hodnoty poměru $CHSK_{Cr} / BSK_5$ (< 2) ukazují na přítomnost snadno rozložitelných látek, zatímco vysoké hodnoty tohoto poměru znamenají přítomnost látek rozložitelných velmi obtížně. Tento poměr nelze vyjádřit obecně, protože je pro různé odpadní vody značně odlišný. Pro splaškové odpadní vody je obvykle běžná hodnota tohoto poměru menší než 2.

Organický uhlík (TOC) vyjadřuje celkový obsah organických látek ve vodách. Vyjadřuje se v mg/l nebo v kg/den.

Ztráta žiháním vyjadřuje rozdíl mezi obsahem veškerých látek (stanovených odpařením vzorku a zvážením sušiny) a jejich zbytků po žihání. Je měřítkem množství organických látek přítomných ve vodě. Vyjadřuje se v %, respektive v mg/l.

3.2.2 Anorganické látky

Anorganické látky jsou v odpadní vodě obsaženy většinou v rozpuštěné formě, obvykle se stanoví jako obsah iontů a solí v jejím zdroji. Přítomnost většiny těchto látek v odpadních vodách není důležitá, pokud nepatří do skupiny biogenních prvků. Současné čištění odpadních vod je zaměřeno na snížení obsahu dusíků, solí fosforu a těžkých kovů v těchto vodách. Zvýšený obsah dusíku a fosforu ve vodách způsobuje intenzivní růst řas, sinic, vodního květu (eutrofizace), protože tyto látky jsou základními živinami pro růst organismů v tocích. S růstem řas je spojena tvorba dalších organických látek (produktů metabolismu řas), které mohou při svém rozkladu značně zvyšovat potřebu kyslíku ve srovnání s původním primárním organickým znečištěním odpadní vody. Kritická hranice pro biologickou čistitelnost je koncentrace do 10 g/l těchto látek v odpadní vodě.

Fosfor (P)

Fosfor se v odpadních vodách může vyskytovat jako vázaný a je obsažen hlavně v pevných látkách. Při biologickém procesu dochází k hydrolyze fosforu, který je pro

rostliny snáze využitelný. Hlavním zdrojem solí fosforu jsou lidské výkaly, moč a prací prostředky. Užívání fosforu jako přídatku do pracích prostředků je v posledních letech předmětem rozsáhlých diskusí, poněvadž část fosforu se do odpadních vod dostává z použitých pracích prostředků. Výroba pracích prostředků bez obsahu fosfátů však ovlivní sekundární produkci organických látek (růst fytoplanktonu) pouze malou měrou. Řešením problému přísunu fosforu do povrchových vod je pouze zajištění vypouštění dokonale vyčištěných odpadních vod. Obsah fosforu ve vodách se vyjadřuje obvykle v mg/l nebo v kg/den celkového fosforu.

Dusík (N)

Dusík je v odpadních vodách přítomen jak ve formě organických sloučenin, tak v anorganických formách, a to amoniakové, dusitanové a dusičnanové. Amonné soli tvoří převážnou většinu anorganicky vázaného dusíku, zatímco dusík vázaný v organických sloučeninách se v amonné formě vyskytuje přibližně z 60 %. Kromě toho, že dusík slouží jako živina pro růst řas, zvyšuje obsah amonných sloučenin v odpadních vodách také spotřebu kyslíku. Kyslík je spotřebováván při procesu zvaném nitrifikace, kdy nitrifikační bakterie oxidují amonné ionty na dusičnany, což je provázeno značnou spotřebou kyslíku. Množství dusíku v odpadních vodách se vyjadřuje v mg/l nebo v kg/den celkového dusíku, který je dán součtem koncentrací dusíku organického a všech forem dusíku anorganického. Obsah dusíku může být také vyjádřen jako tzv. Kjeldahlův dusík, což je součet koncentrací organického dusíku a anorganického amoniakového dusíku.

3.2.3 Další způsob vyjádření znečištění vody

Nerozpuštěné látky (NL)

Nerozpuštěné látky vyjadřují obsah pevných látek v odpadní vodě a jsou udávány v mg/l nebo v kg/den. Nerozpuštěné látky je možno dělit například na usaditelné a neusaditelné.

Veškeré látky

Veškeré látky jsou měřítkem celkového znečištění odpadních vod a zahrnují jak obsah látek rozpuštěných, tak nerozpuštěných. Vyjadřují se v mg/l nebo v kg/den.