

Recyklace a využití šedé vody

Šedá voda dostala svoje pojmenování podle nezaměnitelného zbarvení a zahrnuje splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč, které odtékají z umyvadel, praček, van, sprch, dřezů apod. Recyklovanou, hygienizovanou šedou vodu (zejména z koupele) je možné po úpravě využívat jako vodu provozní (tzv. bílá voda) např. pro splachování záchodů, pisoárů a zalévání zahrad. Šedá voda je stejným zdrojem vody, jako jsou v případě podzemní vody studny, nebo v případě povrchové vody nádrže apod. Šedá voda však pochází zevnitř budov – téměř veškeré množství pochází ze sprch a prádel. Z toho vyplývá, že hlavními „kandidáty“ na využívání recyklované šedé vody jsou:



Šedá a bílá voda

- trvale obydlená sídla – rodinné domy, velké byty a bytové domy, koleje, kasárna apod.,
- hotely a penziony
- tělocvičny, sportovní areály, wellness centra, plavecké areály apod. – výhodou je velké množství sprch
- myčky aut – v jistém slova smyslu lze mytí aut považovat za druh sprchování.

Šedou vodu nelze považovat a zaměňovat za dešťovou vodu, i když i tu lze uvnitř budovy využít. Rozdíl spočívá v tom, že šedá voda vzniká uvnitř budovy, zatímco dešťová voda pochází zvenčí. V tomto dochází k častým omylům. Rozdíl je však vidět v porovnání kvality surové (neupravené) šedé vody a dešťové vody, a proto každá potřebuje naprosto odlišný způsob čištění a úpravy, aby bylo dosaženo dané koncové kvality vody.



Šedé vody se také liší od tzv. černých vod (WC, ČOV) – na rozdíl od nich šedé vody obsahují méně koliformních bakterií pocházejících z lidského trávicího traktu a mají nižší organické zatížení (vyjádřeno parametrem BSK₅). Voda z kuchyní je někde na pomezí – díky zbytkům potravin apod., a tedy vyššímu BSK₅, bývají někdy tyto vody klasifikovány

jako tzv. černé. Jejich čištění v systému pro šedé vody sice možné je, ale obvykle se v malém měřítku nevyplatí.

Stejně jako jakýkoli jiný zdroj vody, i šedá voda může být čištěna v takovém rozsahu, aby vyhovovala požadovanému konečnému využití. Např. pro závlahu zahrady by bylo možné používat i surovou šedou vodu, avšak pouze v případě, že by byla využita velmi rychle (tj. dle mnohých předpisů do 24 hodin od zachycení). Organické zatížení rostlinám neškodí, naopak jim může dodávat živiny. Nicméně ve zbylé nevyužitě surové šedé vodě se překotně množí bakterie, čímž se tato voda velmi rychle stává vodou černou.



Šedou vodu je třeba upravovat (hygienizovat), pokud ji chceme využívat pro splachování toalet, praní nebo úklid vč. mytí aut. Existuje celá řada technologií, díky kterým lze šedou vodu upravit tak, aby byla bezpečně použitelná pro zmíněné varianty koncového využití. Šedá voda, která má být používána uvnitř budovy a nezpůsobovat v průběhu času problémy, musí být ošetřena tak, aby v ní nedocházelo k znatelnému biologickému růstu. V USA je jedním z měřítek, zda systém bez problémů dosáhne požadovaného stupně čištění, certifikace podle normy NSF 350. Ta popisuje kvalitu šedé a upravené vody takto:

	Surová šedá voda (voda z koupelny a prádelny)	Upravená voda (průměrné hodnoty podle NSF 350)
NL _{celk.} (ppm)	80–160	< 10
CHSK (ppm)	130–180	< 10
zákal (NTU)	50–100	< 2
<i>E. Coli</i>	100–1000	< 2,2

Ve vodě upravené na požadovanou úroveň kvality nebude docházet k opětovnému růstu bakterií, které by jinak mohly způsobovat problémy ve vodovodním potrubí nebo vytvářet zdravotní rizika. Norma NSF 350 vlastně zaručuje zákazníkům to, co vyžadují – bezpečnou (ale ne pitnou) vodu, bez zápachu, vhodnou pro zvolené koncové využití.

Norma NSF 350 navíc požaduje, aby průměrných hodnot bylo dosaženo v průběhu 26 týdnů (6 měsíců) provozu, přičemž v té době není povolen žádný lidský zásah (tj. údržba). Dosažení certifikace je tedy mj. zárukou provozní spolehlivosti. Splnění požadované kvality vody při zkoušce trvající 6 měsíců je něco naprosto odlišného od krátkodobého testování. Vysoká provozní spolehlivost je přesně to, co ocení např. správci budov, kteří i tak mají spoustu práce s jinými zařízeními, která vyžadují pravidelnou (např. měsíční) údržbu a dohled.

V České republice podrobnější předpis pro využití šedých vod chybí. Prozatím lze využít zahraničních předpisů, např. britskou normu BS 8525-1, kde jsou vedle technických požadavků uvedeny i požadavky na ukazatele jakosti provozní (bílá) vody týkající se zdravotních rizik. Níže uvedená tabulka ukazuje orientační hodnoty pro bakteriologické monitorování provozní (bílá) vody podle BS 8525-1 a rozdíl v hodnotách pro činnost, kde vzniká aerosol a kde nevzniká.

Proč využívat recyklaci šedé vody?

Recyklace šedé vody je dobrý způsob, jak hospodařit s vodou. Koncem 20. století jsme byli nuceni začít přehodnocovat zažitá názory na způsoby dodávek vody a hospodaření s vodou všeobecně. Např. díky neustále se zvyšující poptávce po vodě z povrchových zdrojů už nemůžeme předpokládat neomezený přísun vody z přírody. Na druhé straně stojí stávající a mnohdy nedostatečná infrastruktura pro čištění odpadních vod. Recyklace šedé vody pomáhá snižovat poptávku po vodě z povrchových a podpovrchových zdrojů a také snižuje zátěž na čistírnách odpadních vod.

Recyklace šedé vody může snížit poptávku po vnějším zásobování vodou dokonce i o více než 40 %, což je opravdu vysoké číslo, zvláště když uvážíme, že tímto množstvím vody lze výrazně snížit a zmírnit nedostatek vody např. v suchem postižených oblastech. Když k tomu připočteme možnost nakombinování s dešťovou vodou, vodou ze studní apod., mohly by tak být vyřešeny potíže se zásobováním vodou v mnoha geografických oblastech.

S jakým množstvím šedé vody lze počítat?

Průměrný objem vyprodukované šedé vody se pohybuje okolo 125 l/EO/den u rodinných domů. Ve velkých aplikacích, jako jsou hotely, bazény nebo wellness centra, je spotřeba

teplé vody až 400 l/EO/den. Z tohoto množství lze podle typu domu, komplexu bytových domů apod. znovu využít od 40 do 70 % vody. Jak možná

tušíte, spotřeba vody je ovlivněna mnoha faktory – např. typem zařizovacích předmětů, povahou obyvatel/návštěvníků, regionálními vlivy... Vidíme, že cca 75 % šedých vod pochází ze sprch a van, 15 % z praní prádla a 10 % z umyvadel.

V tabulce níže je uveden výpis přepokládaných objemů šedé vody pro jednotlivé činnosti:

Zdroje šedé vody (na 1 EO)

Průměrná doba sprchování [min]	8
Průtok vody [l/min]	10
Sprcha [prům. počet za den]	1,25
Použití umyvadla [1 osoba/den]	3
Praní [l/prací dávku]	57
Praní [dávka / osoba / den]	0,33
Celkový průtok sprchy [l/den]	95
Celkové množství z umyvadel [l/den]	11
Celkové množství z praní [l/den]	18,5
Celková spotřeba vody [l/den]	125

Bytový dům s 200 jednotkami a 350 obyvateli může generovat 15–19 mil. litrů vody ročně. V případě hotelu s 200 pokoji to může být dokonce ještě více, a to kvůli častému praní ložního prádla a ručníků. I fitness, tělocvičny apod. s více než 500 uživateli denně vyprodukuje 11 mil. litrů vody ročně. Z těchto čísel je zřejmé, že se jedná o významné množství vody, které např. v sušších oblastech přesahuje možnosti zachycení a sběru dešťové vody.

Možnosti úpravy šedé vody

V dnešní době již existuje široká nabídka technologií, které jsou schopny upravit šedé vody. Při jejich správném použití může všechno fungovat skvěle. Jako u většiny věcí, tak i u různých typů čištění je důležité znát jak výhody, tak i omezení jednotlivých variant, abychom se ujistili, že jsme pro danou aplikaci vybrali tu nejlepší a nejoptimálnější technologii. Parametry, na kterých je srovnání nejvíce patrné, a proto je pro porovnání využijeme, jsou hodnoty určující kvalitu vody – BSK₅ a E. Coli.

E. Coli – jedná se o dobře známou bakterii, která se využívá jako nejlepší indikátor fekálního znečištění, koliformních a patogenních bakterií. V současné době dostupná zařízení na úpravu šedé vody mohou tyto bakterie odstranit filtrací, neutralizací pomocí UV-C, nebo zlikvidovat ozonem nebo pokročilými oxidačními procesy (AOP). Výše zmíněná norma NSF 350 požaduje v průměru méně než 14 CFU/ml šedých vod v případě jednotlivých rodinných domů, v případě použití systému v komerčním měřítku je to méně než 2,2 CFU/ml.

BSK₅ – biologický ukazatel znečištění, jehož hodnota vypovídá, jak velká část znečištění je biologicky čistitelná. Snížení BSK₅ je důležité proto, aby mohla být upravená voda bezpečně skladována a nehrozilo riziko, že se i přes vyčištění začne rozkládat. Norma NSF 350 stanovuje jako limitní hodnotu 10 ppm. Pod touto úrovní může být voda skladována delší dobu.

Pojďme ale dál, k různým dostupným typům systémů na šedou vodu:

1. **Přímé použití** – spočívá v tom, že se nahromaděná šedá voda využívá téměř okamžitě. Proto je takové použití velmi ojedinělé např. u větších komerčních aplikací. Lze ho však mnohdy využít u rodinných domů, např. pro závlahu rostlin (v USA tuto techniku označují jako Laundry-to-landscape, tj. voda z praní (přímo) do krajiny).

Místní předpisy mohou na tento typ využití nahlížet různě, a to právě z důvodu relativně vysoké BSK a E. Coli. Je zcela normální, pokud předpis vyžaduje, aby neošetřená šedá voda byla využita do 24 hodin, tedy než dojde k bakteriálnímu růstu.

2. **Filtrace** – existuje mnoho systémů, které využívají filtrace sedimentu pouze v těch aplikacích, kde je voda spotřebována v rámci 24 hodin. Běžně se využívají tkaninové filtry, někdy kombinované s filtry s různými náplněmi. Hrubost filtrů může být různá, od 100 do 5 mikronů, což se projeví jak na kvalitě vyčištěné vody, tak na četnosti údržby filtru. Volíme tedy mezi kvalitnější vodou za cenu nutnosti časté údržby a nižší kvalitou vody

s nižšími požadavky na údržbu filtru. V každém případě by se však hodnota BSK měla dostat na takovou hodnotu, aby umožňovala skladování po delší dobu a splňovala parametry nařízené normou ohledně bakteriálního znečištění.

Hlavní využití těchto systémů spočívá opět ve venkovním zavlažování. Jedním z problematických bodů může být údržba – v některých případech se na zavlažovacích linkách může vytvářet biofilm, takže je třeba systém pravidelně čistit.

3. Filtrace a desinfekce – některé systémy využívají ke snížení množství bakterií přidání desinfekce. Nejčastěji se k tomuto účelu využívá UV-C, ozon nebo kombinace obojího. Po UV-C i ozonu zůstávají ve vodě residua, která pomáhají zabránit nárůstu biofilmu v potrubí. Pokud není voda skladována příliš dlouho, nebývá problém s množstvím bakterií ve vodě. Pokud se pravidelně provádí údržba a kontrola systému, výstražná zařízení jsou na svém místě a plně funkční, lze tyto systémy využít i pro vnitřní instalaci rozvodů, např. pro splachování toalet s možností využití případného přebytku pro zavlažování.

Jen je třeba dávat pozor na úroveň BSK, aby v případě dlouhodobého výkyvu nedocházelo k biologickému nárůstu v potrubí.

4. Biologické čištění s filtrací – nejběžnějším procesem v této kategorii je membránový bioreaktor (MBR). Také lze do procesu čištění zapojit desinfekci, ale není to nutné vždy. Ať už s nebo bez dodatečné desinfekce, tyto procesy obvykle bez potíží splňují normy týkající se kvality vyčištěné vody. MBR proces se skládá z biologického stupně využívajícího aerace, který výrazně snižuje BSK, následně voda prochází membránovou filtrací o velikosti pórů 0,2 mikronů nebo menší. Vzhledem k tomu, že velikost 0,2 mikronů je menší než velikost bakterií, je tento proces výhodný právě z hlediska výrazného snížení počtu bakterií ve vyčištěné vodě. Prakticky tedy nehrozí, že by se bakterie dostaly s vodou až do akumulární nádrže.



Tkaninový
filtr 10 µm



UV-C
sterilizátor



Generátor
ozónu

Níže uvedená tabulka ukazuje, že v souvislosti s E. Coli a BSK se kvalita zpracované šedé vody blíží spíše vodě pitné, než šedé. Ve skutečnosti bylo prokázáno, že kvalitně vyčištěnou vodu lze bez znatelného zhoršení kvality skladovat po dobu až několika týdnů.

	E. Coli [CFU/ml]	BSK₅ [ppm]
surová (neošetřená) černá voda	1–100 milionů	350
surová (neošetřená) šedá voda (voda z koupelny a prání)	100–1000	130–180
EPA standard pro kvalitu rekreační vody	< 100	NA
vyčištěná voda (trvalá sídla) – průměr podle NSF 350	< 14	< 10
surová dešťová voda	< 10	< 5
vyčištěná voda (komerční objekty) – průměr podle NSF 350	< 2,2	< 10
šedá voda vyčištěná pomocí MBR	< 2	< 5
EPA standard pro pitnou vodu	< 1	0

Tato voda je také vhodná pro zavlažování postřikem.

1. Poznámka ke srovnání rekreační vody a ošetřené šedé vody nebo dešťové vody: Jak vyčištěné šedé, tak surová dešťová voda vykazují z hlediska přítomnosti E. Coli nižší hodnoty než rekreační voda, která jde dle EPA bezpečná pro plavání. To znamená, že by mělo být možné tyto vody použít prakticky pro jakékoli účely, kde není vyložene nutná pitná voda, tj. např. i ke koupání a sprchování.

2. Surová dešťová voda i bez čištění nespĺňuje NSF normu pro kvalitu vody pro trvalá sídla. To znamená, že dešťová voda by pro použití uvnitř budov měla vyžadovat jakoukoli další úpravu, stejně tak pro dlouhodobé skladování, a že tedy nemůže být desinfekce pomocí UV-C nebo ozonizace plýtvání penězi. Předpisy vyžadující desinfekci dešťové vody pro užitkové účely by neměly být zpochybněny.

3. Šedá voda vyčištěná pomocí MBR technologie dosahuje v parametrech E. Coli a BSK₅ hodnot blízcích se dle standardů EPA pitné vodě. I když nemusí být bezpečné tuto vodu pít, a to kvůli jak organickým, tak anorganickým kontaminantům, je bezpečné ji skladovat a využívat pro všechna možná zmíněná koncová využití.

Čištění vody pomocí MBR technologie má vyšší pořizovací náklady než ostatní metody čištění, ale je pravdou, že v současné době jsou již vyvíjeny některé další varianty, které budou cenově více konkurenceschopné. Na druhou stranu je MBR technologie nenáročná na údržbu a vyžaduje menší kontrolu než ostatní systémy. Právě vzhledem ke kvalitě vyčištěné vody, nenáročné údržbě a provozní spolehlivosti se ve výsledku jedná o nejpohodlnější řešení, ačkoli investičně zpočátku dražší.

