

# ZNOVUVYUŽITÍ ŠEDÝCH A DEŠŤOVÝCH VOD V BUDOVÁCH

**Ing. Adam Bartoník<sup>1,2)</sup>, Ing. Marek Holba, Ph.D.<sup>1,3)</sup>, Ing. Karel Plotěný<sup>1)</sup>,  
Ing. Jiří Palčík, Ph.D.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> ASIO, spol. s r.o., Tuřanka 1, Box 56, 627 00 Brno-Slatina, palcik@asio.cz

<sup>2)</sup> VŠCHT, ÚTVP, Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice

<sup>3)</sup> BÚ AV ČR, Oddělení experimentální fykologie a toxikologie,  
Lidická 25/27, 657 20 Brno

## Abstrakt

Koncepce opětovného využití odpadních vod a dešťových vod nabývá v poslední době většího významu. Nutností se tyto systémy stávají i v Evropě, kde prozatím takový tlak na znovuvyužití šedých a dešťových vod nebyl. Situace se ale dynamicky mění a v některých státech jižních Evropy se začíná projevovat nedostatek pitné vody a je třeba hledat další zdroje. Recyklaci části použitých vod nahrává i fakt, že tyto systémy jsou levnější než úprava mořské vody. Hlavně administrativní budovy a hotely jsou již často projektovány s využitím šedých a dešťových vod, vyžadované je to v budovách s nízkoenergetickým standardem. V ČR se samotnou problematikou a přípravou technických podkladů zabývá Projekt „Využití šedých a dešťových vod v budovách“, který je řešen v rámci programu ALFA, Technologické agentury České republiky, pod číslem TA01020311, a na kterém spolupracuje firma ASIO, spol. s r.o. a VUT Brno.

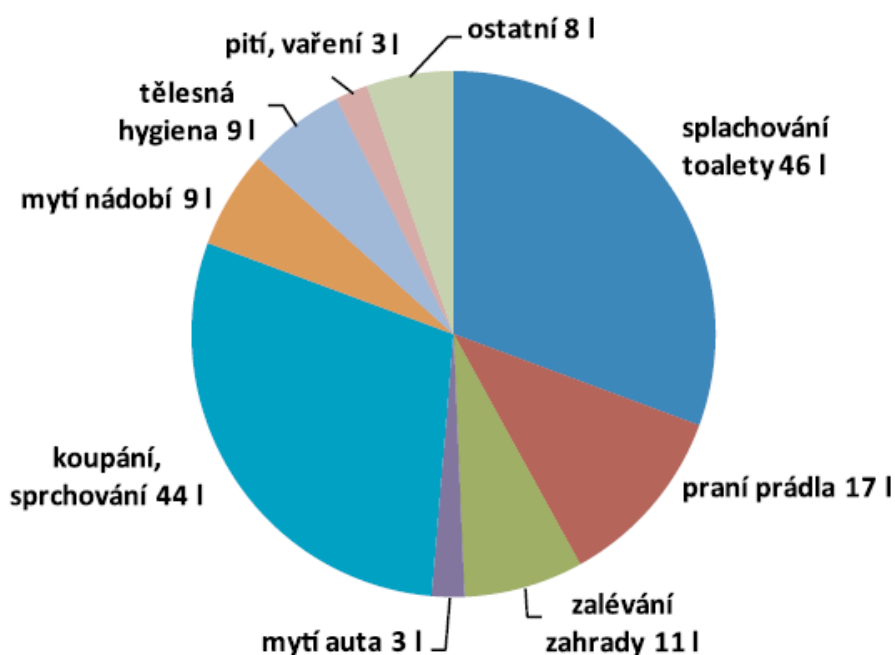
## Úvod

Hlavním důvodem pro recyklaci „šedých“ vod (vody ze sprch a koupelen) je především to, že jsou minimálně znečištěny a jejich úprava není zas až tak náročná, navíc lze s výhodou využít tepla, které je v nich obsaženo. Důvodem pro dělení vod v tomto případě je tedy hlavně oddělení šedé vody, na rozdíl od projektů decentralizovaného čištění odpadních vod, kde se hlavně odděluje moč (žlutá voda) za účelem snížení množství nutrientů na odtoku - viz velké, již realizované projekty DESAR nebo SWITCH (v ČR např. projekt TANDEM FT-TA3-012 „Minimalizace množství nutrietů a odpadních vod vypouštěných do vod povrchových a podzemních – postupy a zařízení“ realizovaný ve spolupráci VUT a ASIO. Použití vyčištěných šedých vod (bílých vod) se často kombinuje s využitím srážkových vod.

Dalším důvodem proč se touto otázkou zabývat, je otázka prestiže a zavádění systémů hodnocení (certifikace) budov z hlediska jejich vlivu na životní prostředí. Certifikace se provádí dle několika systémů, např. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) nebo BREAM (Building Research Establishment Assessment Method). Všechny systémy hodnocení by měly motivovat projektanty budov, aby hledali úspory nejen ve vytápění a chlazení budov, ale aby se zaměřili i na oblast vodního hospodářství budovy. Projektant by měl být motivován i k využívání inovativních metod nebo řešení redukcujících spotřebu vody a tím pádem i minimalizaci vypouštěných odpadních vod. Mezi často používané české certifikační nástroje patří SBTToolCZ. Kritéria pro vodu jsou v kapitolách E.08 Spotřeba pitné vody a E.12 Podíl dešťové vody zachycené na pozemku.

## Definice a složení 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. [2, 3]. Recyklovanou šedou vodu (zejména z koupele) je možné po úpravě využívat jako vodu provozní (tzv. bílá voda) např. pro splachování záchodů, pisoárů a zalévání zahrad.



**Obrázek 1. Průměrná spotřeba vody v domácnosti [2]**

Z grafu na obr. 1 je patrné, že produkce šedé vody tvoří více než 50 % celkové produkce odpadní vody v domácnosti. Množství vyprodukovaných šedých vod ve vybraných zemích kolísá mezi 57 a 75 l/EO·d a přehledně je znázorňuje tabulka 1.

**Tabulka 1. Produkce šedé vody ve vybraných evropských zemích [7]**

Země l/(EO·d)	x Kuchyně a myčky	Umyvadla	Tělesná hygiena	Sprchy a vany	Úklid	Celkem
Velká Británie	13	17	13	28	-	-
Malta	15	16	9	25	-	-
USA	-	-	19	13	-	-
USA	14	41	-	38	-	-
USA	14	28	8	32	-	-
USA	13	38	-	47	-	-
Nizozemí	9	23	-	40	3	74
Dánsko	25	10	-	50	-	-
Německo	8	16	8	40	3	75
Německo	4 až 6	20 až 40	10 až 15	20 až 40	3 až 10	57 až 111
Německo	4	19	10	20	3	56
Německo	8	12	-	40	5	65
Německo	12	13	-	40	5	70
Německo	6	13	10	30	5	75

Zvýšená produkce šedých vod je zejména v hotelech, bazénech, saunách, restauracích a podobných zařízeních. Spotřeba vody ve tříhvězdičkovém hotelu je kolem 150 L/(EO·d), v pětihvězdičkovém pak 1000 L/(EO·d). Rozsah je dán vybavením hotelu, zejména ho ovlivňuje přítomnost wellness centra, sauny, bazénu a způsobu udržování kuchyně [22]. Z hlediska chemického složení (viz tab. 2) je poměr mezi CHSK a BSK5 zpravidla 4 : 1, což ukazuje na vyšší podíl obtížněji rozložitelných organických látek (v klasických komunálních vodách je poměr CHSK/BSK5 obvykle okolo 2 : 1). Tento nepříznivý poměr platí zejména pro odtoky ze sprch, kde se používají mýdla a šampony. Co se týká pH šedých vod (u komunálních vod je pH obvykle 7–8), tak zejména vody z praní jsou zásadité (pH = 9–10), oproti tomu vody z klasických kuchyní jsou spíše kyselější. Teplota šedých vod z oblasti van, sprch a praček kolísá mezi 18 a 38 °C, neboť pro hygienické účely je používána teplá voda.

**Tabulka 2. Hodnoty BSK5, CHSK, pH v šedých vodách [7]**

Zdroj šedé vody	Pračky	Vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně, myčky	Neseparovaná šedá voda
BSK5 [mg/l]	45-682	19-200	669-756	41-194
CHSK [mg/l]	375	64-8000	26-1600	49-623
pH	9,2-10	5-8,6	6,3-7,4	6,1-8,4

### Alternativní zdroj vedle pitné vody

Kvalitní pitná voda by měla být používána pouze tam, kde je to nezbytně nutné. Pro splachování toalet, zalévání zahrady je možno použít vodu vyčištěnou. To zejména tam kde je nízká kapacita dostupného zdroje kvalitní pitné vody. Výhody použití recyklované vody [5]:

Ekonomické hledisko – stále se zvyšující cena kvalitní pitné vody

Nižší zatížení prostředí nutrienty – co se nevypustí to nebude v tocích  
Nižší uhlíková stopa – a vlastně méně zbytečné práce

Mezi alternativní zdroje vody lze zařadit:

- recyklovanou vodu dodávanou samostatnou distribuční sítí, zcela oddělenou od vody pitné
- recyklovanou vodu vyrobenou decentrálně
- vodu dešťovou ze střech a nepropustných povrchů.

### Čištění šedých vod

Z tab. 2 je zřejmé, že pro šedé vody je specifické zejména kolísání hodnot spojené s rozličným životním stylem. I zevrubná analýza nám odhalí, že nejméně zatížené jsou vody ze sprch a mytí, a oproti tomu šedé vody z kuchyní jsou díky vyšším obsahům organických zbytků a nerozpuštěných látek hodně zatížené. Z těchto poznatků se pak dá vycházet a šedou vodu dělit na vhodnou a podmíněně použitelnou pro recyklaci. POUŽITELNÁ je tedy voda z oblastí umyvadel, van a sprch a podmíněně použitelná kuchyňská a z myček na nádobí [6]. V České republice podrobnější předpis pro využití šedých vod chybí. Prozatím lze využít zahraničních předpisů, např. britskou normu BS 8525-1 [2], kde jsou vedle technických požadavků uvedeny i požadavky na ukazatele jakosti provozní (bílé) vody týkající se zdravotních rizik, viz tab. 3

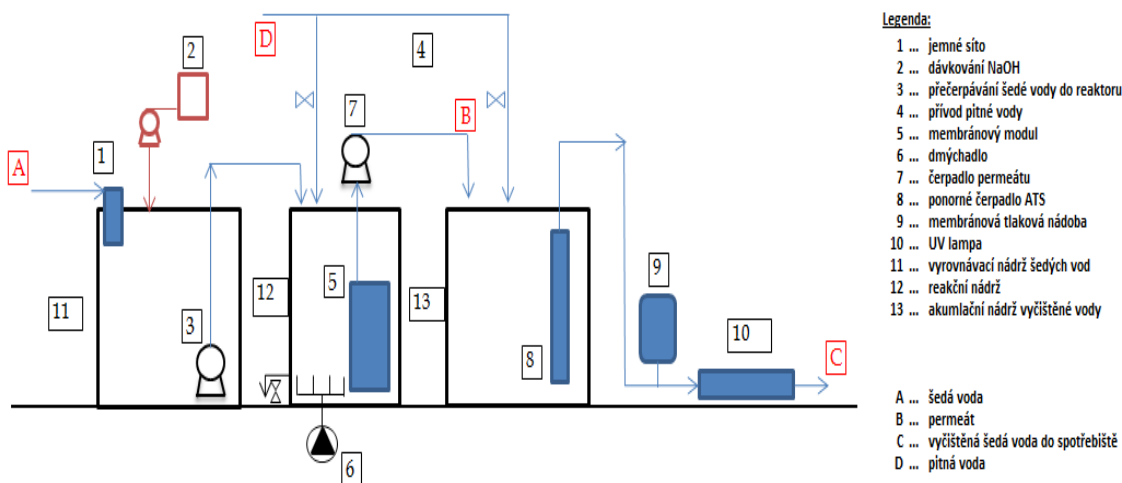
**Tabulka 3. Orientační hodnoty pro bakteriologické monitorování provozní (bílé) vody** podle BS 8525-1 a rozdíl v hodnotách pro činnost, kde vzniká aerosol a kde aerosol nevzniká [2]

Parametr x [KTJ/100ml]	Aplikace postřikem	Aplikace bez postřiku		
	Tlakové mytí, zahradní rozstřikovač a mytí vozidel	Splachování WC	Zavlažování zahrad A)	Praní
Escherichia coli	Nezjištěno	250	250	Nezjištěno
Střevní enterokoky	Nezjištěno	100	100	Nezjištěno
Legionella pneumophila	10	-	-	-
Koliformní bakterie celkem	10	1000	1000	10
A) Pokud by voda byla použita v zelinářských zahradách, měly by být informace o úpravě těchto plodin před použitím poskytnuty odběratelům (doporučení pro vaření, loupání o důkladném mytí v pitné vodě)				

### Návrh zařízení pro recyklaci šedé vody

Technologie čištění šedých lze rozdělit na fyzikální, fyzikálně chemické a biologické. V minulosti se často používaly i přírodní způsoby – usazování a filtrace na půdním filtru. Tyto metody se používají i dnes, ale většinou jen u chat apod. Pro větší objekty je standardem biologické čištění, separace nerozpuštěných látek a jejich hygienické zabezpečení. V minulosti to byly spíše extenzivnější postupy – aktivace s plovoucím nosičem a písková filtrace. Dnes už většina výrobců nabízí biologický reaktor

s membránovou separací (MBR) – příklad schématu je na obr. 2., a to z důvodu nižších prostorových nároků (úspora až 50% plochy). Někdy je součástí i hygienické zabezpečení, i když membrány samy o sobě tuto schopnost již mají. Na obrázku je uvedena sestava zahrnující i nutnou akumulaci, vlastní reaktor (MBR) a zařízení na dodávku užitkové vody do potrubí užitkové vody.



**Obrázek 2. Schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod [8]**

### Návrh využití šedých vod v lázeňském domě - Případová studie [4]

Pro získání představy o velikosti úspor byl pro představení vybrán jeden z v projektu posuzovaných objektů. Jedná se o objekt lázeňského domu. Dům má 2 podzemní podlaží a 2 nadzemní podlaží. Bazén a wellness centrum se nachází v prvním podzemním podlaží. Bylo navrženo několik variant řešení a to různé kombinace sběru vody a spotřeby vody. Mělo by platit, že produkce šedých vod by měla o několik procent převyšovat spotřebu provozní bílé vody.

**Tabulka 4. Sběr šedých vod**

Sběr šedých vod			
Zařízení	Počet [ks]	Qs [l/zařízení/den]	Qs [l/den]
Umyvadla	5	143	715
Sprchy	7	893	6251
Celkem	6966		

**Tabulka 5. Dodávka bílé vody**

Dodávka bílé vody			
Zařízení	Počet [ks]	Qd [l/zařízení/den]	Qd [l/den]
WC	6	688	4128
Pisoáry	4	675	2700
Celkem	6828		

Bilanční rovnice:  $Q_s - Q_d = 6966 - 6828 = 138 \text{ L/den}$

**Tabulka 6. Rozdíl spotřeby s využitím šedých vod**

Spotřeba pitné vody [m <sup>3</sup> /rok]	Bez využití šedých vod	S využitím šedých vod	Rozdíl
	5 034	2 542	2 492

V tomto konkrétním objektu – lázeňský dům – se dá ušetřit až polovina produkce vody. Což představuje na vodném a stočném více než 100 tis. Kč

### Závěr

V praxi existuje řada objektů, u nichž by se již dnes vyplatilo oddělit šedé vody a použít je jako užitkovou (tzv. bílou)vodu – nejlepších ekonomických parametrů se logicky dosahuje tam, kde je relativně větší produkce a zejména větší spotřeba (hotely, sportovní zařízení, bazény, nemocnice). V rámci výše uvedeného projektu se posuzovala řada objektů a to jak po stránce recyklace vod, tak i po stránce využití tepla z těchto vod a návratnost vložených investic se pohybovala od 4 do 10 roků. U již existujících objektů nepříznivě ovlivňují ekonomické ukazatele náklady na dodatečná opatření. U nových objektů je však již zřejmé, že už není na co čekat a přinejmenším oddělené odvádění šedých vod by mělo být u veřejných budov samozřejmostí, ať už se pak využije vyčištěná voda nebo získané teplo. Zajímavostí je, že v Praze většina starých domů oddělené odvádění šedých vod má, neboť to vyžadovaly městské předpisy, i když důvod pro oddělení byl trochu jiný než jejich využití.

### Poděkování

Příspěvek vznikl díky podpoře z projektu „Využití šedých a dešťových vod v budovách“, který je řešen v rámci programu ALFA, Technologické agentury České republiky, pod číslem TA01020311, na kterém spolupracuje firma ASIO, spol. s r.o. a VUT Brno.

### Literatura

- [1] Birks R., Colbourne S., Hobson R. (2004): Microbiological water quality in a large in-building, water recycling facility. *Wat. Sci. Tech.*, 50(2), pp. 165-172.
- [2] British Standard BS 8525-1:2010 (2010): Greywater systems – Part 1: Code of practice. UK: BSI.
- [3] British Standard BS 8525-2:2010 (2010): Greywater systems – Part 2: Domestic greywater treatment equipment – Requirements and test methods. UK: BSI.
- [4] Bogáňová I. (2012): Možnosti využití šedých vod. Diplomová práce, VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Brno, 106 s., 6 s. příloh.
- [5] EUREAU Position Paper (2011): Water re-use and other alternative resources at home: rainwater harvesting and greywater recycling for domestic purposes, Working Group Microbiological Quality, Eureau-Commission 1, July.
- [6] Palmquist H., Hanaeus J. (2005): Hazardous substances in separately collected grey- and blackwater from ordinary Swedish households. *Sci. Tot. Env.*, 348, pp. 151-163.
- [7] Plotěný K. (2011): Dělení vod, bílé a šedé vody – nové poznatky a možnosti využití, Sborník semináře Vodohospodářské chuťovky Brno, ASIO, spol. s r.o., s 21-27.
- [8] Bartoník A., Holba M., Vrána J., Ošlejšková M., Plotěný K. (2012): Šedé vody – možnosti využití jejich energetického potenciálu, *Vodní hospodářství* ,2, s.60-64.