

Recyklace odpadních vod v domácnostech

šedé vody, černé vody, potenciál, výhody a nevýhody

Ivana Kubínová

Úvod

- Nadměrný odběr vody - hlavní příčinou vodního stresu (zavlažování a domácí poptávka, včetně cestovního ruchu)
- Sdělení z roku 2007 o nedostatku vody a suchu jasně uvedlo, **že nedostatek vody a sucho budou v budoucnu pravděpodobně závažnější a častější v důsledku změny klimatu a rostoucí populace.**
- Za posledních třicet let se sucha v EU dramaticky zvýšila co do počtu a intenzity a nedostatek vody dosud postihl nejméně 11 % evropské populace a 17 % jejího území.
- Opětovné využívání vyčištěné odpadní je nyní dobře uznávána a zakotvena v mezinárodních, evropských a vnitrostátních strategiích.
- Cíl OSN Udržitelného rozvoje v oblasti vody se konkrétně zaměřuje na podstatné zvýšení recyklace a bezpečného opětovného použití na celém světě



Klasifikace odpadních vod z domácnosti

- **Šedá voda:**

- OD pocházející z umyvadel (3 – 7 % celkového znečištění) , sprch a van (15 – 22 % celkového znečištění) – „**lehké šedé vody**“
- 50 – 80 % objemu odpadní vody (90 – 120 l/os/d), **30 % organického znečištění a 9 – 20 % nutrientů (N, P)**
- ! Možná kontaminace množstvím fekálních koliformních bakterií (4×10^6 KTJ/100 ml)
- OD pocházející z kuchyně vč. myčky (58 % NL, 42 % CHSK, 48 % BSK5)
- OD pocházející z pračky ?

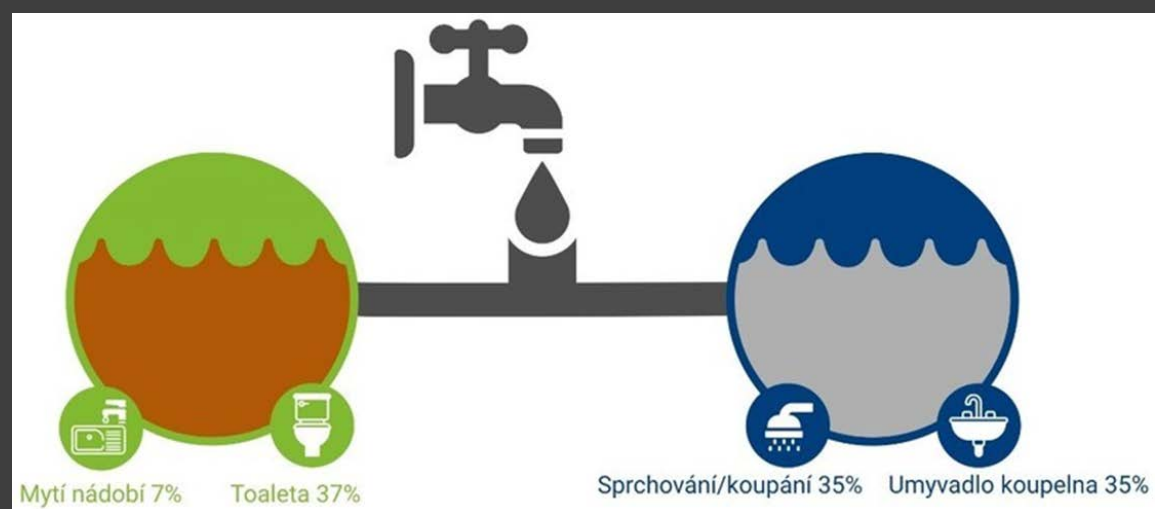
- **Černá voda:** fekálie, moč (OD ze záchodu)

- žlutá/hnědá voda

- **Bílá voda** (provozní): šedá voda po úpravě

- Klasifikace dle dalšího využití: splachování/pitná voda/závlaha/zalévání

Odpadní vody v číslech – rodinné domy

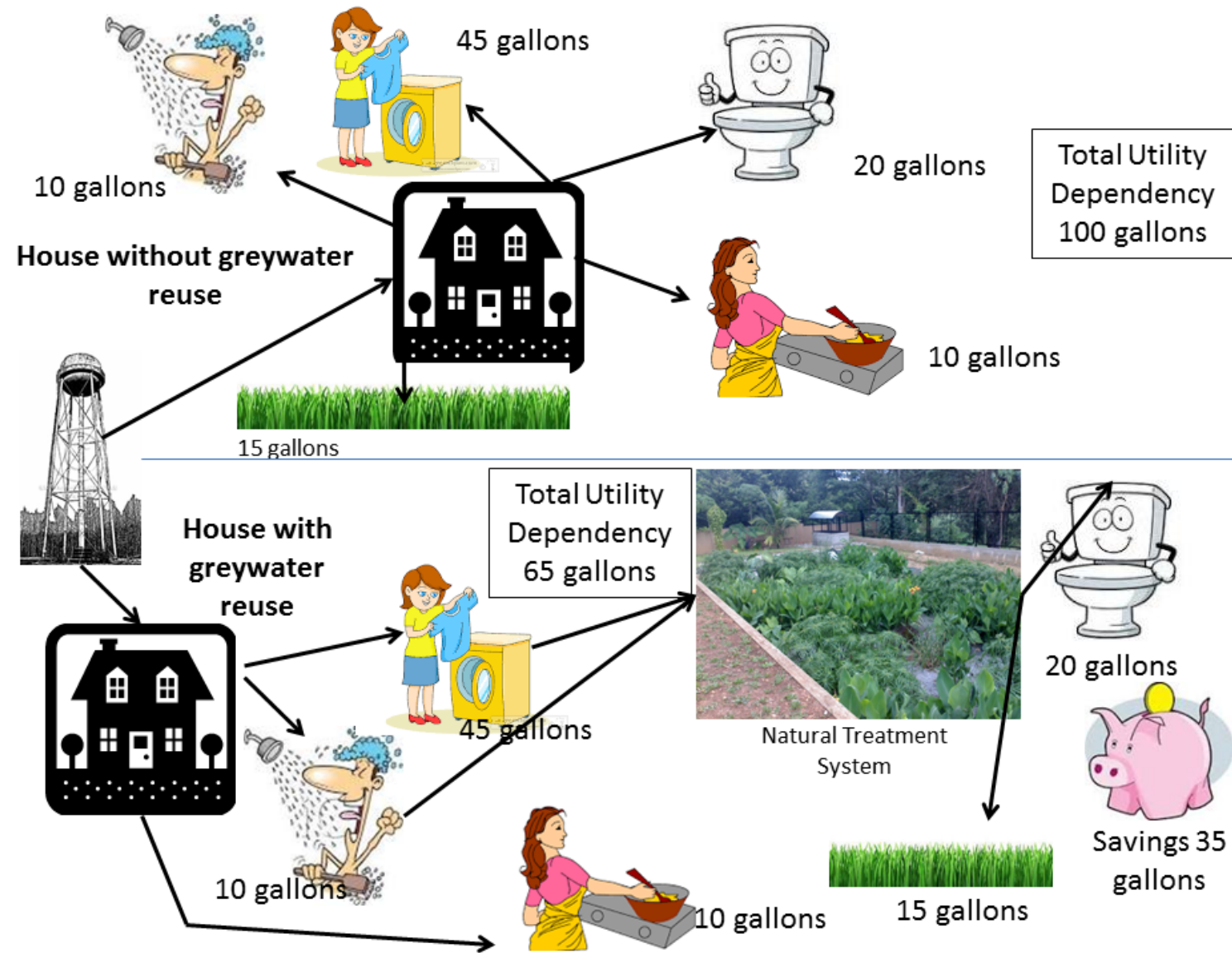


- objem spotřebované pitné vody: 91 (až 150 L) L/os./den
- objem spotřebované pitné vody: 33 215 L/os./rok
- objem spotřebované pitné vody: 166 075 L/domácnost/rok

		Uvažovaná celková				
		Umyvadla	Sprchy/Vany	Pračky	Myčky nádobí	spotřeba vody
Množství	L/os./d	5	33	14	8	91
	% spotřeby	5%	36%	15%	9%	
Kvalita	ChSK (mg/L)	100 - 390	100 - 650	700 - 1815	~ 1400	
	Ncelk. (mg/L)	< 1	5 - 17	1 - 40	16 - 40	
	Pcelk. (mg/L)	< 1	0.2 - 2	1 - 60	~ 70	
	NL (mg/L)	40 - 260	50 - 300	65 - 280	15 - 525	

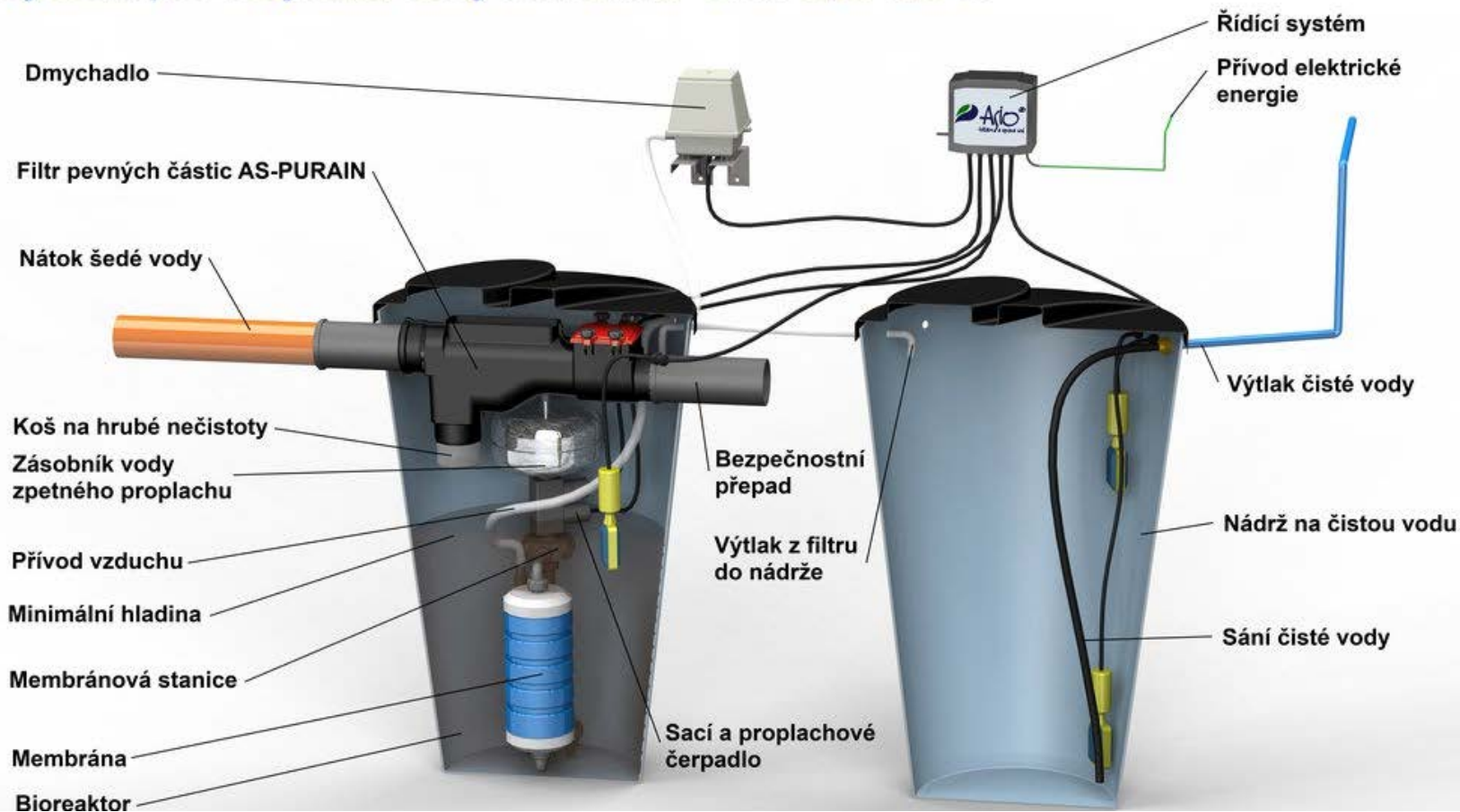
Jakým způsobem recyklovanou odpadní vodu využít?

- Splachování (provozní voda)
- Zalévání zahrad, trávníků, sportovních hřišť, parků
- Mytí aut
- Praní (ruční/v pračce),
- Osobní hygiena, sprchování
- Pitná voda, doplňování podzemní vody
- Využití dešťové vody – zasakování v urbánních oblastech



Technologie pro recyklaci odpadních vod

System pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP



- různé úrovně čištění
- prostorové a objemové řešení
- Investice!

- 2 nádrže (reakční/akumulační)
- Princip ultrafiltrace
- Biologické předčištění

Technologie pro recyklaci odpadních vod

- **1. Vnitřní kanalizace šedé vody** – systém dvou potrubí, kdy jedno potrubí odvádí černou vodu ze záchodových mís a pisoárů (a nejčastěji i kuchyní a praček) a druhé odpadní potrubí odvádí světlou šedou vodu
- **2. Akumulace přítoku šedé vody** - důležitý z pohledu maximalizace využití celého proudu šedé vody (vyrovnání nerovnoměrného přítoku), ochrany aktivní biomasy před vymýváním a pro ochranu membrán před zanášením tuky, která spočívá ve spontánní flotaci tuků v akumulární nádrži
- **3. Technologie čištění šedých vod:**
 - **Membránové bioreaktory (MBR)** - biologická oxidace organických látek a amoniakálního dusíku směsnou mikrobiální kulturou, která je z odtoku separována s využitím membránové filtrace
 - **Kořenové čistírny** - Obecně se vyžaduje 2 m² na 1 EO (v některých případech i 5 m² /EO). Při běžné koncentraci ChSK v šedých vodách 100 – 150 mg/L je tedy vyžadováno 1,7 – 2,5 m² /m³ /d
 - **Biofiltry** – vyžaduje dezinfekci, méně častá technologie
- **4. Retence upravené šedé vody** - doba zdržení při plném provozu nemá být delší než 1 den, ale musí vyrovnat denní nerovnosti ve spotřebě bílé vody
- **5. Doplnování dešťovou vodou** – nežádoucí modifikace (anorg./org. Znečištění)
- **6. Dezinfekce bílé vody** (chlorace chlornanem draselným/UV záření)
- **7. Rozvody bílé vody**
- **8. Čerpací zařízení bílé vody**
- **9. Systémy měření a kontroly kvality** - podceňovaná část systému. On-line monitoring kvality bílé nebo systém včasného varování pro případ havárie/zhoršení funkce systému neužíván!

Legislativní rámec nakládání s odpadními vodami a recyklace

- **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/741** ze dne 25. května 2020 o **minimálních požadavcích na opětovné využívání vody** - kvalitním návodem pro zpracování závazného předpisu nebo normy, která by následně mohla být zezávněna, a bude upravovat využívání upravené šedé vody k závlahám. Obsahuje jak minimální požadavky na kvalitu recyklované vody, tak na řízení rizik
- **Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví** - „Užitkovou vodou se rozumí srážková nebo šedá voda, která je upravena a hygienicky zabezpečena. Šedou vodou se rozumí odpadní voda z umyvadel, sprch a van. Užitkovou vodu lze využít pro splachování toalet a pisoárů, praní, úklid, mytí vozidel, závlahu, vodní prvky nebo kropení komunikací. Provedení právní předpis určí vyžadovanou míru úpravy a hygienického zabezpečení a způsob jeho prokázání...*V současné době je zároveň technologiemi na úpravu dešťové i šedé vody a jejím hygienickým zabezpečením možné dosáhnout téměř parametrů pitné vody.*“ (přijat: 2020).
- **Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů** (vodní zákon) - dle nového znění vyčištěné vody spadají pod zákon o odpadech: „Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod.“
- **Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu** (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- **Zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech**
- NV 57/2016 Pokud je vyčištěná šedá voda užívána na závlahu, nutné mít povolení z odboru ŽP (kvůli vypouštění do vod podzemních)

Normy

-
- **ČSN EN 1717** (75 5462) (2002) Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným tokem
 - ČSN 75 7143 (1992) Jakost vody pro závlahu
 - ČSN 75 6760 (2003) Vnitřní kanalizace

Tyto normy však nebyly míněny pro technické provedení rozvodů pro šedou vodu

- **ČSN EN 16941-2 Zařízení pro využití nepitné vody na místě - Část 2: Zařízení pro využití čištěné šedé vody (1.8.2021)**
- **ČSN EN 16941-1** - Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod
- **ČSN ISO 20761** (duben 2020) Opětovné využití vody v městských oblastech – Směrnice pro hodnocení bezpečnosti opětovného využití vody
- **ČSN ISO 20426** (září 2020) Směrnice pro posuzování a management zdravotních rizik pro opětovné využití vody k nepitným účelům
- ISO / FDIS 16075-1 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects – v ČR dosud nepřijata

Situace provozu technologií v ČR

-
- SZÚ – Projekt na stanovení hygienických požadavků na recyklovanou šedou a dešťovou vodu využívanou v budovách a městských vodních prvcích (datum zhotovení 2020-2023)
 - Cíle:
 - 1. Podrobné zjištění kvality různých druhů recyklované vody v různých typech budov a pro různé účely použití (splachování, praní, úklid); u zachycených koliformních bakterií určení míry resistance vůči vybraným antibiotikům
 - 2. Ověření vhodnosti dostupných metod vzorkování a laboratorních analýz, navržení vhodného postupu
 - 3. Modelování expozičních scénářů přenosu polutantů z recyklované vody
 - 4. Navržení ukazatelů a limitů pro recyklované vody s různým způsobem využití.
 - 15-20 chemických, biologických a mikrobiologických ukazatelů
 - **Výsledky šetření SZÚ** novelizovaný zákon o vodách nepodporují: „Autoři novely a jejího odůvodnění tyto technologie poněkud přeceňují a ony nejsou tak spolehlivé, nebo s nimi dosud stavební, technologické či instalátérské firmy nejsou obeznámeny či s nimi neumí pracovat.“

Problematika rozdílné kvality vyčištěných odpadních vod: navrhovatele i provozovatele systémů recyklace nic nenutí tyto technologie používat, resp. vodu nějakým minimálním způsobem čistit.

Mnozí provozovatelé považují občasné sensorické závady recyklované vody (zákal, zápach) za přirozenou, nevyhnutelnou vlastnost užitkové vody, kterou není možné nebo ani třeba řešit (zvýšené náklady)

Zdravotní rizika recyklovaných odpadních vod

Tab. 1b. Průměrné hodnoty indikátorů fekálního znečištění v přečištěné šedé vodě v námi navštívených objektech

	jednotka	aritmetický průměr	max	min
koliformní bakterie	MPN/100 ml	118,7	1413	0
<i>E. coli</i>	MPN/100 ml	10,8	181	0
enterokoky	KTJ/100 ml	0,6	7	0

- Nárůst biofilmů v systému (stoupačky, splachovací nádržky), může způsobovat špatné senzorycké vlastnosti (zákal, barva, zápach).
- Expozice uživatelů patogenním organismům
 - Většinou se jedná o podpovrchovou závlahu a přímá expozice bílé vodě je tedy málo pravděpodobná.
 - zalévání plodin ke konzumaci – může dojít k absorpci specifických org. látek (např. zbytky léčiv) rostlinou.
- Environmentální riziko - kontaminace podzemních vod - nicméně jedná se o velmi malý rozsah

Náklady – ekonomická návratnost?

Tab. 15. Orientační náklady v tisících Kč na realizaci systémů pro recyklaci šedých vod (bez DPH).

	Rodinný dům	Bytový dům			Ubytovací zařízení	
		15 bytů	30 bytů	100 bytů	50 lůžek	200 lůžek
Projekt	15	30	30	30	50	50
Technologie	120	450	600	900	600	1 000
Stavba	50	250	330	400	300	500
Celkem	185	730	960	1 330	950	1 550

Výhody a nevýhody recyklace odpadních vod

- **Výhody:**

- Šedá voda je stabilním zdrojem vody k recyklaci, který není ovlivněn ročními obdobími na rozdíl od dešťové vody.
- Využití ke splachování lze snížit spotřebu pitné vody až o 26 %, při využití k zalévání pak o více než 40 %.
- Přispívá k vytváření zelených pracovních míst (odhaduje se, že 1% zvýšení míry růstu vodohospodářského průmyslu v Evropě by mohlo vytvořit až 20 000 nových pracovních míst.

- **Nevýhody:**

- Nekonzistentní právní úpravy ohledně definice šedých vod
- Ekonomická návratnost?
- Technické nedostatky - poruchovost systému
- Požadavky na systémy nejednoznačné – kvalita vyčištěné vody?





Tab. 13. Možnosti úspory vody v různých typech objektů (na základě dat uvedených v kapitole 6).

	Spotřeba (L/os/den)		Produkce šedých vod L/os/d	Potenciální úspora vody (L/os/d)		
	Splachování	Praní		Scénář 1	Scénář 2	Scénář 3
Rodinné domy Komplexy rodinných domů	20	14	52	20	34	52
Bytové domy	20	14	52	20	34	52
Administrativní budovy	11	0	32	11	11	32
Hotely	15	14	149	15	29	149
Školy (střední a základní)	3	0	8	3	3	8



Udržitelné hospodaření s vodou

Jak odpadní vody zredukovat?

S čím sami můžeme přispět?

- Používání šetrných biodegradabilních produktů na čištění/praní/umývání
- Celkově snížit spotřebu vody (spořiče a perlátory vody, toalety s nízkým splachovacím objemem, upřednostnit sprchu před vanou, kontrola unikajícího potrubí, protékající záchod, kratší sprchy, zalévání kytek jen když je potřeba, investice do myčky a pračky)

Zdroje

- [Water Reuse - Environment - European Commission \(europa.eu\)](http://europa.eu)
- [Zkušenosti s recyklací vody v budovách v ČR - TZB-info](#)
- [258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví | Monitor změn \(zakonyprolidi.cz\)](#)
- [Analyza sucho OPZP 21-27 final \(mzp.cz\)](#)
- [Technická opatření pro využití šedé vody : ASIO, spol. s r.o.](#)
- [Stanovení hygienických požadavků na recyklovanou vodu využívanou v budovách a městských vodních prvcích, SZÚ \(szu.cz\)](#)

Další zajímavá videa:

- [Čistírna šedých vod - zařízení na recyklaci šedých vod – YouTube](#)
- [Webinář: Srážkové vody a možnosti řešení jejich využití v malém i velkém – YouTube](#)

Děkuji za pozornost.

