

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování (FŽP)**



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Hospodaření s šedými a dešťovými vodami v
hotelovém zařízení Tvrz Orlice
Diplomová práce**

**Vedoucí práce: Ing. Lenka Pavlíčková
Diplomant: Bc. David Tuček**

© 2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Tuček

Regionální environmentální správa

Název práce

Hospodaření s šedými a dešťovými vodami v hotelovém zařízení Tvrz Orlice

Název anglicky

Gray and rainwater management in hotel Tvrz Orlice

Cíle práce

Cílem diplomové práce je návrh řešení hospodaření s užitkovou vodou v hotelu Tvrz Orlice, snížení tak spotřeby pitné vody. Práce bude věnována šedým a dešťovým vodám v objektu Hotelu Tvrz Orlice v obci Letohrad – Orlice. Budou navrženy možnosti účelného využívání užitkové vody v hotelovém objektu a nahrazení využívání pitné vody. Na konec budou možnosti zhodnoceny ekonomicky, včetně investičních nákladů a doby návratnosti.

Metodika

Základem rešeršní části je domácí i zahraniční literatura – odborné články, které se týkají oblasti šedých a dešťových vod, dále norma pro "využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích" (ČSN 75 6780). Dále budou získávány podklady a informace od zástupců Hotelu Tvrz Orlice, od kterých budou sehnány půdorysy stavby, informace o spotřebě vody a další doplňkové informace týkající se hospodaření s vodou. Na základě těchto informací, bude zpracován návrh řešení i s ekonomickou rozvahou.

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

Šedá voda, dešťová voda, hospodaření s vodou, užitková voda, pitná voda

Doporučené zdroje informací

HLAVÍNEK, Petr; PRAX, Petr; KUBÍK, Jiří, 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno: ARDEC, ISBN 978-80-86020-55-6.

ŠÁLEK, Jan; TLAPÁK, Václav; 2006: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, ISBN 80-86769-74-7.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou/závěrečnou práci na téma: Hospodaření s šedými a dešťovými vodami v hotelovém zařízení vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne: _____

Poděkování

Rád bych poděkoval touto cestou paní inženýrce Lence Pavlíčkové za její čas, cenné rady a pomoc s vypracováním mé diplomové práce. Dále bych rád poděkoval rodině a přátelům za jejich podporu.

Hospodaření s šedými a dešťovými vodami v hotelovém zařízení Tvrz Orlice

Abstrakt

Pitná voda je nedílnou součástí našeho každodenního života. Její spotřeba se s nárůstem počtu obyvatel zvyšuje a je potřeba ji využívat udržitelným způsobem. Spotřeba pitné vody se ve velkém množství zemí světa nesnižuje i z důvodu její nízké ceny za metr krychlový. Tato voda je však upravována tak, aby splňovala přísné hygienické limity. Na úpravu je využíváno velké množství energie a tím vzniká tedy dvojitá plýtvání – jak vysoce hygienicky zajištěnou kvalitní pitnou vodou, tak také energií využitou na její čištění a úpravu. Této situaci nepřispívá ani narušování koloběhu vody klimatickými jevy a urbanizací. Z důvodu střídání období sucha a hustých dešťů dochází ke zhoršení vsakovacích schopností půdy, a tedy i pronikání deště do hladin podzemních vod – těch nejvhodnějších pro pitné účely.

V posledních letech se objevuje trend recyklace a využití odpadních vod z domácnosti – šedých vod a využití dešťových neboli srážkových vod. Tyto aktivity jsou pro vlastníky i stavebníky rodinných domů podporovány dotačními tituly jako Dešťovka nebo Nová zelená úsporám. Zároveň se stává omezení odtoku srážkových vod do kanalizace povinností pro stavebníky novostaveb, jak ukládá vodní zákon (Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů). Odpadní vody z koupelen je možné zase snadno vyčistit a dále je použít například na splachování toalet. Pokud bereme v potaz, že velkým spláchnutím spotřebujeme 9-10 litrů čisté pitné vody, tak je jasné, že tímto krokem můžeme docílit k ušetření jak peněz, tak pitné vody.

Tato diplomová práce se zaměřuje na problematiku šedých a dešťových vod a možnosti jejich dalšího využití v budově hotelu.

V první části, která je definována jako teoretická jsou obsaženy základní informace o problémech s nedostatkem vody, charakteristika šedých a dešťových vod a možné způsoby jejich znovuvyužití. Ve druhé – praktické části této práce jsou obsaženy návrhy technologie pro hospodaření s pitnou vodou s využitím recyklace šedých a dešťových vod včetně ekonomické rozvahy všech možností.

Klíčová slova:

Šedá voda, dešťová voda, užitková voda, hospodaření s vodou, pitná voda

Abstract

Drinking water is integral part of our daily life. Its consumption increases with the growth of the population and it is necessary to use it in sustainable way. The consumption of drinking water is not decreasing in a large number of countries of the world also because of its low price per cubic meter. However, this water is treated to meet strict hygiene limits. A large amount of energy is used for treatment, and this result is a double waste – both high quality, hygienically ensured drinking water and also the energy used for its cleaning and treatment. The disruption of the water cycle by climatic phenomena and urbanization does not contribute positively to this situation either. Due to the alternation of periods of drought and heavy rains, the absorption capacity of the soil deteriorates, and thus the penetration of rain into the groundwater levels – the most suitable for drinking purposes.

In recent years, there has been a trend of recycling and use of household waste water – gray water and the use of rain or precipitation water. For owners and builders of family houses, these activities are supported by subsidy titles such as Dešťovka or Nová zelená úsporám. At the same time, limiting the flow of rainwater into the sewer system becomes an obligation for builders of new buildings, as imposed by the Water Act (Act No. 254/2001 Coll. Act on Water and Amendments to Certain Acts). The waste water from the bathrooms can be easily cleaned and then used, for example, to flush the toilets. If we take into account that we use 9-10 liters of clean drinking water with a large flush, it is clear that this step can save both money and drinking water.

This diploma thesis focuses on the issue of gray and rainwater and the possibilities of their further use in the hotel building.

The first part, which is defined as theoretical, contains basic information about problems with water shortages, the characteristics of gray and rainwater and possible ways of reusing them. The second – practical part of this work contains proposals for technology for drinking water management and the use of gray and rainwater recycling, including an economic balance sheet of all options.

Key words:

Gray water, rainwater, utility water, water management, drinking water

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	2
3. Metodika	2
4. Zdroje vody a její zásoby	3
4.1. Koloběh vody	4
4.1.1. Hydrologická bilance povodí	5
4.2. Spotřeba vody	6
4.2.1. V České republice	6
4.2.2. Ve světě.....	8
4.3. Problémy s vodou.....	9
4.3.1. Nedostatek vody ve světě.....	9
4.3.2. Hydrologické problémy v České republice.....	10
4.4. Udržitelné hospodaření s vodou.....	13
5. Šedé vody.....	13
5.1. Definice a vznik	13
5.2. Charakteristika	15
5.3. Legislativa	15
5.4. Způsoby úpravy šedých vod.....	16
5.5. Akumulace šedých vod	23
5.6. Možnosti využití	23
5.6.1. Využití tepla z šedých vod	24
6. Dešťové vody.....	26
6.1. Definice a vznik	26
6.2. Legislativa.....	27
6.3. Hospodaření s dešťovými vodami	29
6.4. Zachycování a úprava dešťových vod.....	30
6.5. Infiltrace dešťových vod	30
6.6. Akumulace dešťových vod	31
6.7. Možnosti využití	31
7. Certifikace budov využívající šedé a dešťové vody	32
8. Hospodaření s šedými a dešťovými vodami v hotelu Tvrz Orlice	33
8.1. Popis lokality.....	33
8.2. Popis objektu.....	35
8.3. Bilance šedých vod v objektu	39
8.4. Návrh zařízení pro čištění šedých vody	45
8.5. Bilance dešťových vod v objektu.....	49

8.6.	Návrh zařízení pro dešťovou vodu.....	56
8.7.	Možnosti využití šedých a dešťových vod v objektu.....	58
8.8.	Ekonomická rozvaha projektu a zhodnocení variant	61
9.	Diskuse.....	66
10.	Závěr	67
11.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	68
12.	Seznam tabulek	73
13.	Seznam obrázků.....	74
14.	Přílohy.....	76

1. Úvod

Voda je nejdůležitější přírodní zdroj, bez kterého by nebyl život. Voda v našich životech hraje obrovskou roli, ať jako tekutina, kterou pijeme, jako zdroj obnovitelné energie, nebo jako přírodní živel, před kterým je nutné se chránit. Bez vody by nemohl fungovat průmysl ani zemědělství.

Nárůst počtu obyvatel na planetě Zemi, zvyšující se životní standardy lidstva s sebou nesou negativní vliv na stav vodního hospodářství. Některé země světa již překročily své kapacity zdrojů pitné vody a musí se budovat dlouhé a rozsáhlé systémy na zavlažování polí a úrody. Globální oteplování a sucha rovněž vedou k postupnému vysychání některých zdrojů pitné vody. Přitom dostatek pitné vody je základním předpokladem pro efektivní rozvoj států a celkově společnosti. Zajištění dostatku pitné vody se ale stává stále těžším úkolem. Člověk přirozený hydrologický cyklus velkým způsobem negativně ovlivňuje. Ať se jedná o vypouštění odpadu do vodních toků, nadměrné odběry z podzemních zdrojů, odvodňování území pro zajištění závlahy nebo zadržování vod v uměle vybudovaných nádržích. Tyto antropogenní vlivy na hydrologický cyklus způsobují velké změny a často bývají nevratné. Předpovědi do budoucna mluví o pokračujícím nárůstu počtu obyvatel, a tedy i vyšších nárocích na spotřebu pitné vody.

Dostatečné množství kvalitní pitné vody není v mnoha zemích žádnou samozřejmostí. Jedná se o rozvojové země třetího světa, hlavně ty Africké a země blízkého východu. Tyto země jsou limitovány nedostatkem zdrojů vody a pokud se již jejich obyvatelé k vodě dostanou, tak nemá požadovanou kvalitu a nejedná se o vodu nezávadnou. Závadná voda může obsahovat množství polutantů, které při požití způsobují choroby a můžou vést až ke smrti obyvatel. Můžeme tedy hovořit o tom, že pitná voda je limitujícím faktorem kvalitního života, nebo života obecně.

Z důvodu nerovnoměrného rozmístění vodních zdrojů a jejich omezenému množství lidstvo musí pochopit přirozené procesy, oběh vody v přírodě a začít myslet udržitelně a ekologicky. Při současných trendech nelze udržet dostačující stav vodních zásob pro budoucí generace lidstva.

Jednou z cest, jak přebytně neplýtvat pitnou vodou a začít s ní hospodařit efektivně a udržitelně je cesta recyklace a znovu využití dešťových a šedých vod. V posledních letech jsme svědky viditelného úbytku vody v krajině a v návaznosti na to musíme hledat alternativní způsoby, jak vodu získáme. Šetrné hospodaření a šetření s pitnou vodou by mělo být pro každého člověka samozřejmostí. Pokud budeme schopni nahradit pitnou vodu vodou, která vznikne úpravou vod odpadních nebo dešťových pro účely, kde není nejvyšší jakost vody potřeba, tak pomůžeme jak životnímu prostředí, tak pomůžeme také sobě, ekonomicky. Právě finanční stránka myšlenky recyklace šedých a dešťových vod a ušetření nákladů za pitnou vodu by v budoucnu mohla být motivací pro vlastníky nemovitostí, nebo provozovatele veřejných budov. Malé procento lidí si uvědomuje, kolik litrů čisté pitné vody, upravené na nejvyšší jakost, člověk během dne spotřebuje splachováním, praním a dalšími činnostmi, na které by šla jednoduše použít užitková voda – tedy voda upravená z šedých a dešťových vod.

Téma využití upravených odpadních a dešťových vod je stále poměrně moderním tématem a je potřeba o něm kontinuálně šířit povědomí. Mnoho zemí již zařízení a technologie na recyklaci vod používají a dávají tak zbytku světa signály,

že touto cestou se vydat lze, a že způsoby, jak šetřit pitnou vodu a tím i životní prostředí existují a fungují.

Je třeba tyto signály vnímat a dbát na to, že při nezodpovědném využívání vody se mohou již existující problémy vodního hospodářství jenom prohlubovat. Budme tedy ohleduplní k životnímu prostředí i budoucím generacím, které v tomto prostředí budou vyrůstat po nás.

2. Cíle práce

Diplomová práce je rozdělena na dvě části, na část teoretickou a na část praktickou.

Teoretická část je rešeršního charakteru a zabývá se problematikou témat šedých a dešťových vod, jejich vzniku, definice, legislativy a možnostmi vhodné úpravy a využití.

Praktická část je věnována šedým a dešťovým vodám v objektu Hotelu Tvrz Orlice v obci Letohrad – Orlice. V praktické části jsou navrženy možnosti správného a účelného využívání užitkové vody v hotelovém objektu a nahrazení využívání pitné vody. Na konec budou možnosti zhodnoceny ekonomicky, včetně investičních nákladů a doby návratnosti.

Cílem této diplomové práce je navrhnout zařízení na vhodné a efektivní znovuvyužití odpadních vod v hotelovém objektu.

3. Metodika

Základem teoretické části je rešerše literatury a odborných článků, které se týkají šedých a dešťových vod. Odborná literatura není zatím v tomto oboru natolik rozsáhlá, a proto jsou některé informace získány z článků z odborných časopisů či online publikací. Na téma dešťových vod bylo snazší vyhledat odbornou literaturu. Obtížnějším úkolem bylo vyhledat literaturu k tématu šedých vod. Schválená byla v roce 2021 norma ČSN 75 6780 - Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích, ze které bylo čerpáno a dále byly získávány informace z internetových zdrojů, publikací a článků. Tématikou šedých a dešťových vod se v České republice zabývá firma ASIO spol. s r.o., jejíž články, publikace a odborná pomoc ze strany zaměstnanců byly také významnými zdroji informací pro rešeršní část.

Pro praktickou část byly získávány podklady a informace od zaměstnanců Hotelu Tvrz Orlice, od kterých byly poskytnuty potřebné půdorysy stavby, informace o spotřebě vody a další doplňkové informace týkající se hospodaření s vodou. Vybrána byla data z období od 1.2.2023 do 31.1.2024, z důvodu největší relevantnosti. V této době v hotelu neprobíhaly žádné rekonstrukce, či jiné činnosti, které by mohly zkreslovat konečné výsledky.

Hlavním výstupem praktické části je návrh řešení hospodaření s užitkovou vodou v Hotelu Tvrz Orlice a snížení spotřeby pitné vody.

4. Zdroje vody a její zásoby

Voda je nerozšířenější látkou na Zemi. Je základní podmínkou života a hospodářského i civilizačního vývoje. Postupné zvyšování počtu obyvatel a zlepšování životních podmínek lidstva vyvolávají určitý rozpor ve vztahu voda – společnost. Tento vztah charakterizují na jedné straně vzrůstající požadavky na množství i kvalitu vody, na druhé straně růst znečištění vodních zdrojů. Hledání vyváženého vztahu mezi oběma protiklady je jedním z předpokladů trvale udržitelného života (*Grünwald, 1998*).

Pod pojmem vodní zdroje rozumíme zdroje povrchové nebo podzemní vody, které jsou nebo mohou být využívány pro různé potřeby společnosti. Do kapacity vody není zahrnuta ta část vody, kterou člověk neaktivizuje, jako např. půdní voda (*Bindzar a kol., 2009*).

Charakteristickým rysem vodních zdrojů, kterým se odlišují od ostatních přírodních zdrojů je jejich kontinuální obnova v rámci celkového oběhu vody na Zemi. Lze tedy teoreticky hovořit, při zachování veškerých principů ochrany vodních zdrojů o nevyčerpatelnosti vodních zdrojů. Realita, v důsledku zacházením s přírodním bohatstvím a kvality životního prostředí, je však jiná (*Bindzar a kol., 2009*).

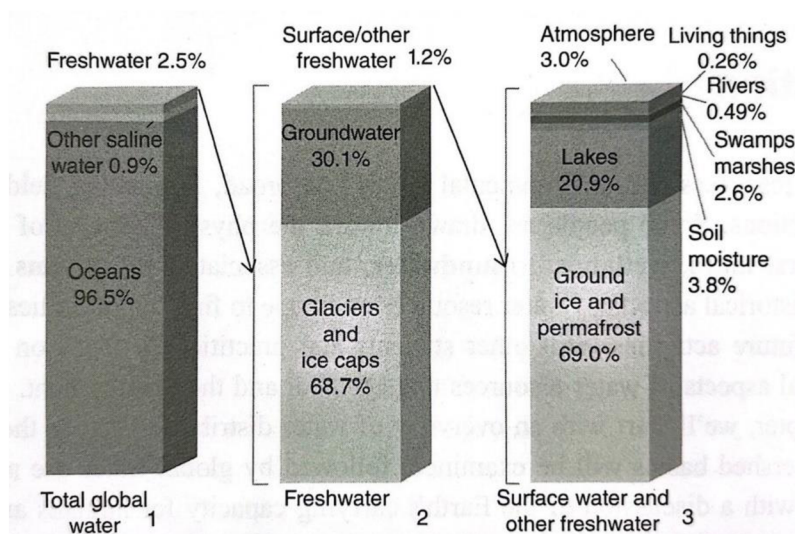
Hlavními zdroji zásobování obyvatelstva jsou vody podzemní a vody povrchové. Vývoj potřeby vody a současné možnosti využití vodních zdrojů ukazují, že podzemními vodami lze zásobovat jen menší sídliště a menší průmyslové podniky. Pro hromadné zásobování obyvatelstva a průmyslu slouží téměř výlučně upravené povrchové vody (*Grünwald, 1998*).

Zásoby vody mohou být definovány jako hydrosféra, což je celkové množství vody na planetě Zemi a v atmosféře, bez rozdílu skupenství. Tento obsah je konstantní (*Nypl, Kuráž, 1992*).

Objem vody ve světovém oceánu se odhaduje na 1,33 mld. km³, obsah jezer asi na 750 tis. km³, v korytech řek asi 1 200 km³, v atmosféře je asi 12,3 tis. km³. Voda pokrývá 70,5 % z celého zemského povrchu (*Nypl, Kuráž, 1992*).

Z celkového množství vody na planetě je 97,5 % slané vody a z toho 99 % je obsaženo v oceánech. Z toho plyne že pouze 2,5 % celkového množství vody není voda slaná. Přesto ani tohle množství není z velké části lidem dostupné (*Gray, 2010*). Většina sladké vody je ukryta v ledovcích a sněhu v polárních oblastech (68,7 %) nebo v půdě jako půdní voda (30,1 %). Na povrchu se vyskytuje pouze 1,2 % z celkového objemu sladké vody na planetě, jak vyobrazuje obrázek č. 1, z čehož je 69 % obsaženo v ledu na zemském povrchu a permafrostu (*Pennington, Cech, 2022*).

Obrázek 1: Voda na planetě (Pennington, Cech, 2022).



4.1. Koloběh vody

Koloběhem vody nazýváme oběh vody v přírodě neboli hydrologický cyklus. Vlivem Slunce, jehož energie je iniciátorem a regulátorem pohybu vody v přírodě, dochází z vodních hladin, z půdy i z vegetace k výparu a voda ve formě plynného skupenství přechází do horních vrstev atmosféry, odkud je prouděním vzdušných hmot odtransportována na jiné místo a tam, za příznivých podmínek, dochází ke kondenzaci a vypadnutí srážek na povrch Země. Pokud dopadne na pevninu, tak voda vsakuje, obohacuje vláhou půdní profil, obohacuje zásoby podzemních vod, doplňuje vodou jezera a rybníky, dotuje řeky, opět se vypařuje do atmosféry, a tak nastává stále opakovaný a nepřetržitý pohyb vodních mas, který nazýváme – *hydrologický cyklus* (Pokorná, Zábranská, 2007). Celkové množství vody na Zemi zůstává tedy konstantní. Voda mění pouze svoji kvalitu a dostupnost (Gray, 2010).

Rozlišujeme dva základní oběhy vody v přírodě, které jsou založeny na stejném principu pohybu vody a proudění vzdušných hmot – *velký oběh*, kde dochází k výměně vody mezi pevninou a mořem a *malý oběh*, kde dochází k výměně vody jen nad hladinou moří (Pokorná, Zábranská, 2007). Hydrologický cyklus lze pozorovat na obrázku č. 2.

Obrázek 2: Hydrologický cyklus (Shelton, 2009).

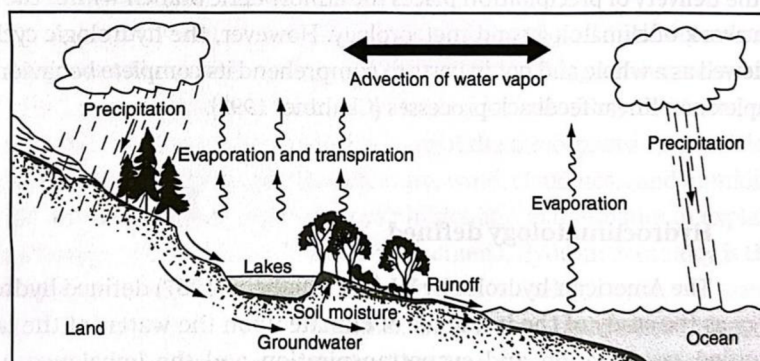


Fig. 1.3. The hydrologic cycle emphasizing both atmospheric and terrestrial branches.

4.1.1. Hydrologická bilance povodí

Ke sledování množství vody pohybující se v krajině nám slouží hydrologická bilance povodí. Povodí je základní hydrologickou oblastí, ve které se zjišťuje vzájemný vztah bilančních prvků a odtokový proces. Povodí je území ohraničené rozvodnicí – tedy myšlenou čarou probíhající po nejvyšších místech terénu, jako jsou vrcholy a hřebeny. Povodí České republiky jsou vyobrazena na obrázku č. 3. Rozvodnice vymezuje plochu povodí, v níž má srážková voda, padlá na jakékoliv místo, možnost, pokud se nevypaří, stéct povrchově do říčního systému a protéci uzávěrovým profilem, například vodoměrným profilem, mostním profilem nebo vodním dílem (Pokorná, Zábranská, 2007).

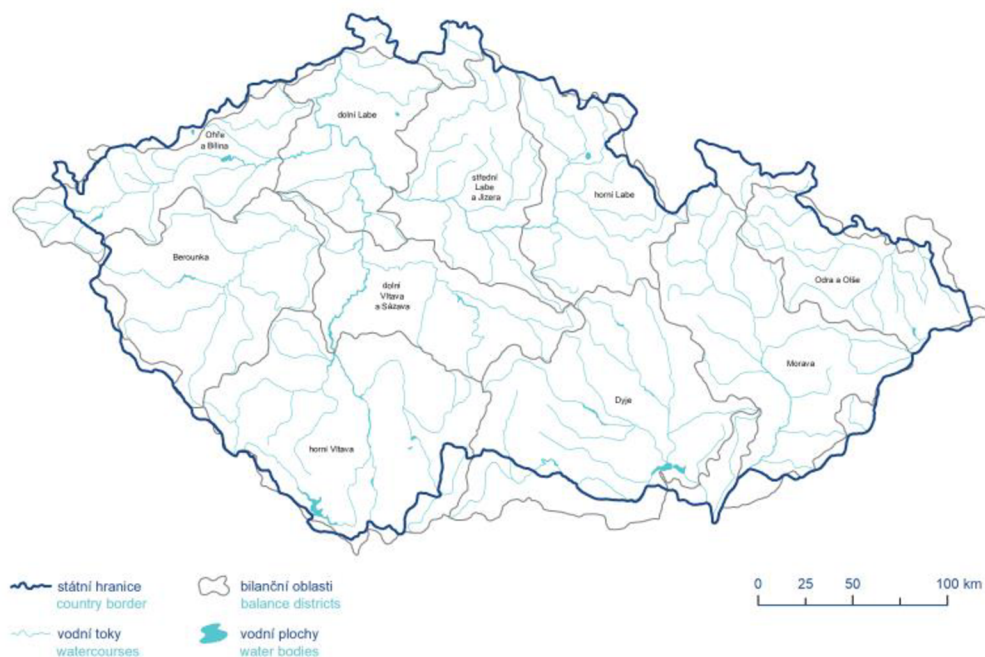
Vzájemný vztah bilančních prvků je dán *bilanční rovnicí*:

$$H_s = H_o + H_v \pm R$$

- H_s – výška srážek spadlých na povodí,
- H_o – výška odtoků uzávěrovým profilem povodí,
- H_v – výparná výška,
- R – změna v zásobách vody v povodí: jezera, rybníky, sníh, voda v půdě, podzemní (Pokorná, Zábranská, 2007).

Všechny bilanční prvky je nutné sledovat ve stejném období. Dobře měřitelná je výška srážek H_s a odtok H_o , změny v zásobách vody a výpar neznáme nikdy úplně přesně. Díky bilanční rovnici a hydrologické bilanci povodí můžeme sledovat změny v zásobách povrchových a podzemních vod (Pokorná, Zábranská, 2007).

Obrázek 3: Povodí České republiky (ČHMÚ ©2023).



4.2. Spotřeba vody

4.2.1. V České republice

Spotřeba vody s nárůstem počtu obyvatel roste, avšak v přepočtu na jednoho obyvatele se spotřeba vody v České republice historicky výrazně snížila. Za snížení spotřeby může zvyšování ceny vodného a stočného a také možnost a snaha obyvatel o šetření pitné vody, z ekologických, či ekonomických důvodů. V současnosti je specifická spotřeba vody v České republice na jednoho člověka 88,7 litrů na den (2017). Je to významně méně než spotřeba vody v roce 1989, která se vyšplhala na 171 litrů na osobu na den (Raček, 2019). Za zvýšenou spotřebou vody v minulosti stála její velmi nízká cena a také lidský nezájem o možný nedostatek v budoucnu.

Tabulka 1: Spotřeba vody v České republice v roce 2022 (MZe ©2023).

Tabulka 9.3.2
Spotřeba vody, průměrné ceny bez DPH pro vodné a pro stočné v roce 2022

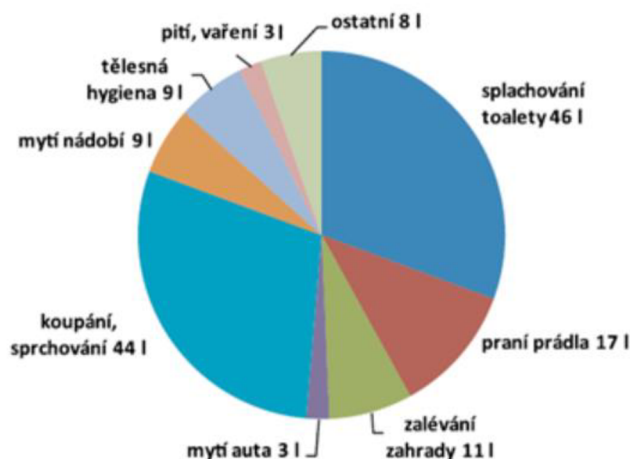
Kraj	Specifické množství vody fakturované celkem	Specifické množství vody fakturované domácnostem	Průměrná cena pro vodné	Průměrná cena pro stočné
	l/os/den		Kč/m ³ bez DPH	
Hl. město Praha	162,8	111,2	51,0	47,4
Středočeský	123,6	87,0	50,0	41,7
Jihočeský	124,5	80,2	42,6	33,2
Plzeňský	134,8	86,8	48,4	34,1
Karlovarský	133,6	89,0	46,0	41,6
Ústecký	128,2	91,9	53,8	47,5
Liberecký	128,0	87,7	51,3	48,4
Královéhradecký	121,8	82,5	41,0	40,2
Pardubický	119,6	78,8	41,9	42,2
Vysočina	119,3	81,1	43,2	32,6
Jihomoravský	132,4	92,1	42,9	41,3
Olomoucký	119,3	83,7	38,9	39,6
Zlínský	111,3	77,2	43,0	37,1
Moravskoslezský	127,9	90,4	42,3	38,6
Česká republika	130,1	89,4	46,1	41,0

Pramen: ČSÚ

Z tabulky č. 1 převzaté z Modré zprávy Ministerstva zemědělství, dle dat Českého statistického úřadu, můžeme vidět, že průměrné specifické množství vody fakturované domácnostem bylo v roce 2022 89,4 litrů na osobu na den. Výrazně nejvíce vyfakturované vody na jednoho člověka ze všech krajů můžeme pozorovat v hlavním městě Praha. Na jednoho člověka je zde fakturováno 111,2 litrů na den. Nejvyšší cenu vodného a stočného pozorujeme v Ústeckém kraji a Praze, kde je cena za 1 m³ bez DPH 101,3 Kč respektive 98,4 Kč.

Cena vodného a stočného je v porovnání s ostatními státy západní Evropy stále levnější, i přes svou stoupající tendenci. V České republice, na rozdíl od ostatních států, stále platí doporučená zásada Světové zdravotnické organizace (World Health Organization) a Světové banky (World Bank), poukazující na zachování dosažitelné a snesitelné ceny vodného a stočného pro obyvatelstvo (Raček, 2019).

Obrázek 4: Využití vody v domácnosti (Plotěný, Bartoník, 2012).



Z obrázku č. 4 lze vyčíst, že až 30 % z celkové spotřeby vody v domácnostech je využito ke sprchování koupání se ve vaně a dalších 30 % ke splachování toalet. Zbylých 40 % spotřebované vody se rozděluje na praní prádla, zahradu, umývání auta, vaření, umývání nádobí a ostatní činnosti. Při představě, že třetinu denní spotřeby kvalitní pitné vody využíváme na spláchnutí toalety je na místě zamyšlení nad alternativními zdroji provozní vody k těmto účelům.

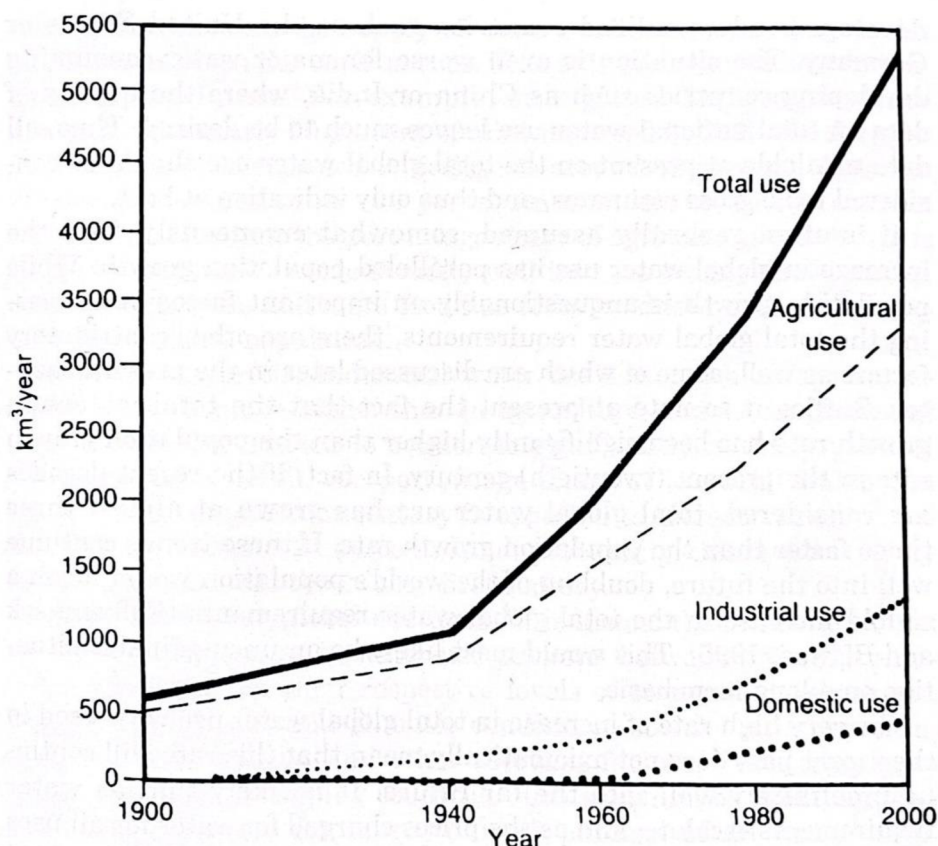
4.2.2. Ve světě

Spotřeba vody ve Světe se výrazně zvýšila s nárustem populace v období od roku 1940 až do roku 2006. Celkově se spotřeba zvýšila čtyřikrát (Raček, 2019).

Celková globální spotřeba vody se během zaznamenávané historie neustále zvyšovala. Pozorované trendy ve 20. století nebyly výjimkou. Bližší a podrobnější analýza celkové světové spotřeby vody v posledních desetiletích by však ve srovnání s trendy sledovanými v dřívějších dobách ukázala dva významné rozdíly:

- Nárůst celkové světové spotřeby vody rapidně vzrostl ve 20. století, ve srovnání s předchozími obdobími, nejvíce pak po roce 1940. Tento nárůst znázorňuje obrázek č. 5. Nic nenasvědčuje tomu, že by se měl tento trend v dohledné budoucnosti změnit. Vzhledem k tomu, že voda je omezený zdroj, je jasné, že tak vysokou spotřebu nelze v budoucnosti udržet.
- S téměř 5000 km³ vody za rok je současná úroveň celosvětové spotřeby vody mimořádně vysoká ve srovnání se spotřebou v minulosti (Biswas, 1996).

Obrázek 5: Vývoj světové spotřeby vody ve 20. století (Biswas, 1996).



Největší podíl světové spotřeby pitné vody připadá zemědělství: celosvětově je až 70 % všech odběrů vodu dále vedeno do zavlažovacích systémů (Novak et al. 2014).

4.3. Problémy s vodou

4.3.1. Nedostatek vody ve světě

Špatná kvalita a nedostatek pitné vody je obecně globálním problémem. Vodní zdroje jsou omezené a vyhledávání těch nových, nebo distribuování vody z již využívaných zdrojů na velké vzdálenosti vede k vysokým nákladům. Díky vysokým nákladům voda zvyšuje svou cenu a v budoucnu by se mohla stát pro někoho nedosažitelnou (Pennington, Cech, 2022).

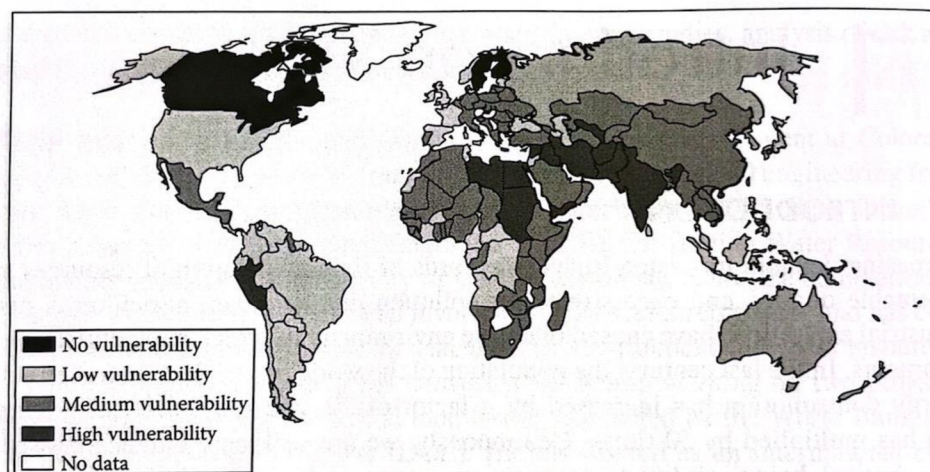
Problémy se získáváním a racionálním využíváním vodních zdrojů náležejí k nejdůležitějším sociálním a vědeckotechnickým problémům současnosti (Netopil, 1981).

S nárůstem populace rostou požadavky na množství potřebné vody pro domácí účely, chov zvířat, závlahu plodin, transport a průmysl. Stavů vodních zdrojů, a jejich počtu nepřispívá ani zvyšující potřeba pozemků pro výstavbu, jak průmyslovou, tak pro lidské bydlení. S nedostatkem vody souvisí také problémy s kvalitou vody. Problémy s kvalitou vody můžeme spojit s obsahem polutantů jako jsou průmyslové odpady, soli nebo dokonce různými typy bakterií (Clausen, 2018).

Za posledních sto let spotřeba pitné vody vzrostla dvakrát tolik vůči růstu populace a způsobilo to značné problémy v distribuci. V roce 2020 byly na světě více než 4 miliardy lidí, které minimálně 1 měsíc v roce pociťovaly silný nedostatek pitné vody. Asi půl miliardy lidí tento nedostatek pociťují po celý rok. Nejvíce tyto problémy pociťují obyvatelé Blízkého východu, severní Afriky, stejně jako velká část Číny, Indie nebo také Mexika (Pennington, Cech, 2022), což lze vidět na obrázku č. 6.

Další rozměr tohoto globálního problému přidala klimatická změna na Zemi. Klimatické změny mohou snižovat, nebo naopak zvyšovat množství dešťových a sněhových srážek, což výrazně ovlivňuje množství zásob sladké vody na Zemi. Z těchto důvodů rostou obavy o dostatek pitné vody pro lidstvo a tlak na zavádění udržitelného využívání vodních zdrojů (Verma, 2024).

Obrázek 6: Náchylnost států k nedostatku vody ve světě (Karamouz, Ahmadi et al. 2011).



4.3.2. Hydrologické problémy v České republice

Změny klimatu a vodní režim

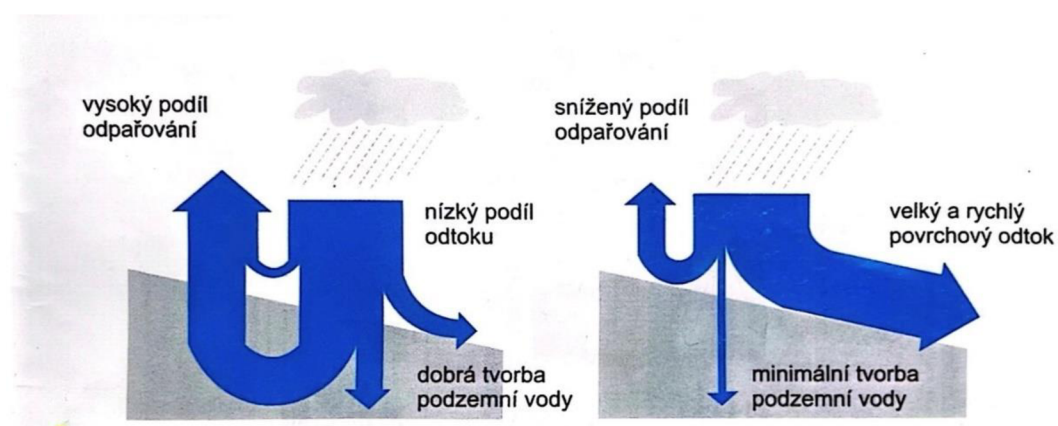
V našich podmínkách je vodní režim oblastí, která je probíhajícími změnami klimatu zřetelně nejvíce ovlivněna. Změny klimatu působí na kvantitu, kvalitu i stav vodních zdrojů. Zvyšování průtoků vede k nárůstu rizik povodní a záplav, jejich snižování naopak k výskytu suchých období. Podle simulací a výzkumů se průměrné průtoky na mnoha povodích mohou snížit v optimistických scénářích v rozpětí 15–20 % a v pesimistických scénářích až o 25–40 %, což by již vedlo k zásadním změnám hydrologického režimu. Obdobné poklesy můžeme předpokládat i u minimálních průtoků a minim odtoku podzemních vod (ČHMÚ ©2023).

Hydrologické problémy

S rostoucí mírou zpevňování ploch roste nejen povrchový odtok, ale klesá i míra obnovování podzemních vod, jak naznačuje obrázek č. 7. Vznikají propastné

kontrasty mezi nadměrnými povodňovými situacemi a vysychajícími toky při nízkých odtocích. Tyto skutečnosti mohou být příčinou mnoha problémů jako např. záplavy, eroze, znečištění vod, snižování hladiny podzemní vody (Hlavínek, 2007).

Obrázek 7: Vodní režim na nezpevněných a zpevněných plochách (Hlavínek, 2007).



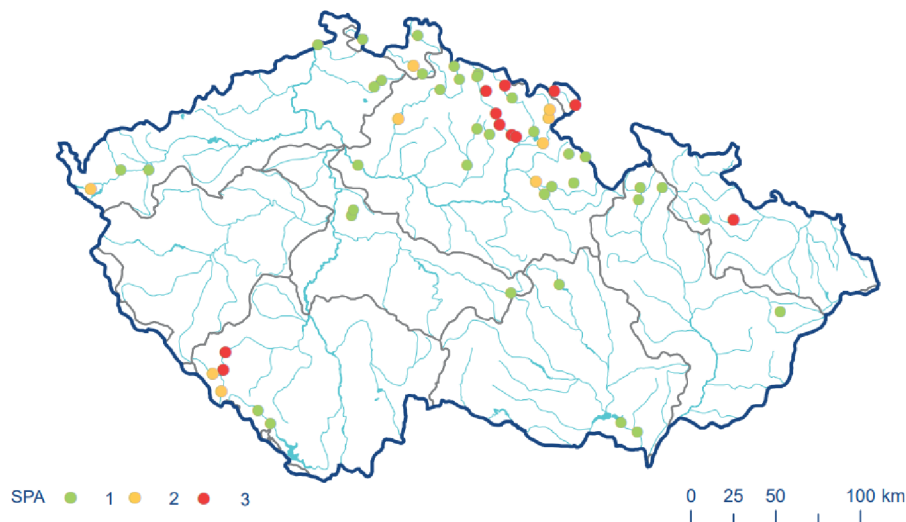
Již více než dvacet let jsme vystaveni střídání hydrologických extrémů ve formě povodní a sucha. Povodně se vyskytují jak v podobě fluviální, která postihuje velké oblasti, tak v podobě pluviální, kdy jsou zasaženy malé sídelní celky povrchovým odtokem z povodí. Nedávná suchá perioda zasáhla celou Českou republiku a měla významný dopad na zemědělství a vodní hospodářství. Současnost a blízká budoucnost vyžadují tvorbu komplexních opatření, a to jak ve smyslu prevence proti povodním, tak i ve smyslu snížení dopadů sucha (Balvín et al. 2021).

Adaptační (komplexní) opatření představují soubor preventivních a ochranných nástrojů v souvislosti se zmírněným dopadů změny klimatu. Adaptační opatření jsou souborem technických či přírodě blízkých prvků nebo lidských činností, jež lze realizovat v rámci prevence před výskytem nepříznivých dopadů hydrologických extrémů. Opatření lze rozdělit do několika základních skupin:

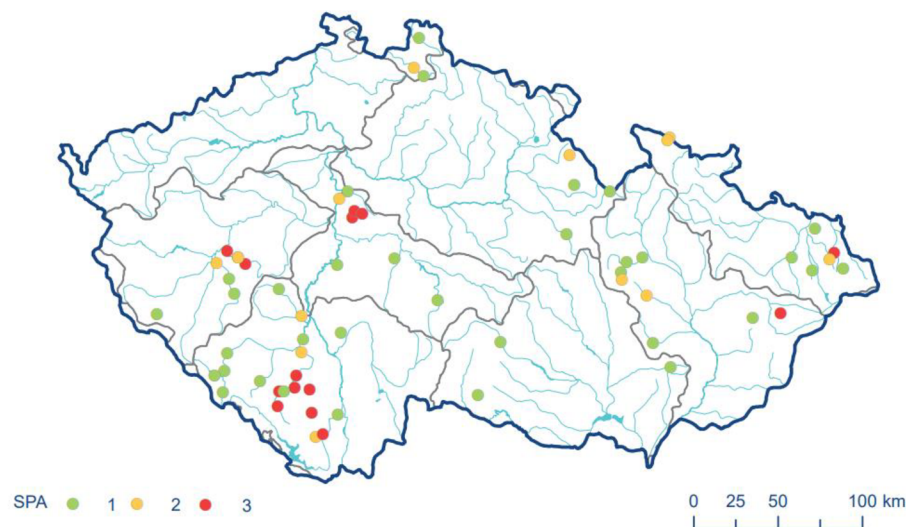
- Opatření na zemědělské půdě,
- Opatření na lesní půdě,
- Opatření na vodních tocích
- Opatření v urbanizovaných oblastech (Balvín et al. 2021).

Podle informací Ministerstva zemědělství byl rok 2022 většinou hydrologicky průměrný nebo podprůměrný, přesto na povodňové situace poměrně bohatý. V důsledku tání sněhu došlo hned v prvních měsících roku k vzestupům hladin s četným překročením stupňů povodňové aktivity, což můžeme vidět na obrázku č. 8, zejména v povodí toků, které odvodňují horské oblasti. Z hlediska rozsahu i vodnosti dominovaly letní povodňové události viz. obrázek č. 9. V červnu v povodí Vltavy a v srpnu také v povodí Vltavy a dále horní Moravy a Odry, kdy velký podíl na vzestupech hladin toků měly silné bouřky s velmi intenzivními lijáky, často jen lokálního charakteru (MZe ©2023).

Obrázek 8: Dosažení stupňů povodňové aktivity (SPA) v zimních měsících roku 2022 (listopad-duben) (ČHMÚ ©2023).



Obrázek 9: Dosažení stupňů povodňové aktivity (SPA) v letních měsících roku 2022 (květen-září) (ČHMÚ ©2023).



Z důvodů zvyšujících se průměrných teplot a delších období bez deště se v České republice potýkáme také s opačným hydrologickým extrémem, než jsou povodně, tedy s obdobím sucha. Stále častěji se během letních měsíců potýkáme s mizějícími zdroji podzemní vody nebo s vysychajícími koryty vodních toků v důsledku nízké vodnosti. Zpomalení dopadů sucha a obnovu vodního režimu krajiny můžeme docílit navrácením vody do krajiny a zastavením odvodňování území.

Z pohledu sucha byl rok 2022 odlišný a mnohdy i výrazně sušším v porovnání s předešlým rokem. Můžeme ho rozdělit do třech období.

V prvním období roku 2022 (do poloviny května) se vodnosti pod úrovní hydrologického sucha (Q_{355d}) téměř neobjevovaly. Průměrné průtoky se ale postupně snižovaly a díky téměř bezsrážkovému březnu ojediněle až u 40 % hlásných profilů poklesly i pod čtvrtinu měsíčního normálu. V druhém období (od druhé poloviny května do poloviny září) začalo přibývat profilů pod Q_{355d} , a to i přes to, že se poměrně často vyskytovaly místní intenzivní přeháňky a bouřky. Hladiny řek se v reakci na tyto srážky krátkodobě zvyšovaly a bylo dosaženo stupňů povodňové aktivity, poté zase hladiny klesaly na hodnoty Q_{355d} , nebo pod tuto úroveň. Nejvíce takto nízkých vodností bylo dosaženo během července a srpna. Ve třetím období bylo indikováno pod úrovní Q_{355d} z pravidla do 10 % hlásných profilů. Profilů pod čtvrtinou normálu až do listopadu mírně přibývalo. Během prosince došlo k netradiční oblevě a ta docílila toho, že na konci prosince se žádné průtoky pod úrovní hydrologického sucha Q_{355d} , ani pod čtvrtinou normálu nevyskytovaly (MZe ©2023).

4.4. Udržitelné hospodaření s vodou

V návaznosti na zvyšující se spotřebu vody ve světě, klimatických změn a budoucí hrozby nedostatku kvalitní pitné vody je potřeba zaobírat se otázkou udržitelného hospodaření s vodou.

Rozumí se tomu, že 0,5 % světových zdrojů vody je vhodné pro odebrání vody pro pitné účely a lidskou spotřebu. Celkově asi jedna třetina světové populace žije v oblastech, kde jsou zdroje pitné vody vzácné, nebo velmi vzácné. Očekává se, že se tohle číslo bude i nadále zvyšovat. Druhá polovina 20. století byla svědkem zvyšujících se obav o plánování ve vodním hospodářství a problémům s tímto tématem spojených. Toto téma zůstává nadále velmi aktuální (Filho, Sümer, et.al., 2015).

Je velmi složité zajistit dostatečné zásobování pitnou vodou existujícími zdroji, obzvláště v oblastech, které trpí nedostatkem vody, nebo vodní krizí. Přesto, že jsou zdroje pitné vody čím dál tím více vyčerpané chybí ve světě kvalitní systém managementu v distribuci vody. Je jisté, že zdroje vody jsou omezené a není na světě žádná alternativa, která by je nahradila. Existuje zde snaha o vyhledávání nových zdrojů pitné vody, nebo zvyšování vydatnosti těch již existujících (Yari, Eslamian, et.al., 2021).

Udržitelné hospodaření s vodou může pomoci zpomalit vývoj nynějších problémů s nedostatkem vody a dopadem klimatických změn na vodní cyklus. Jedním z možných řešení může být efektivní hospodaření s dešťovými a šedými vodami, které můžeme využít k činnostem, ke kterým běžně využíváme vodu pitnou. Právě těmito alternativními možnostmi se dá ročně ušetřit jak velké množství vyčištěné pitné vody, tak taky finančních prostředků.

5. Šedé vody

5.1. Definice a vznik

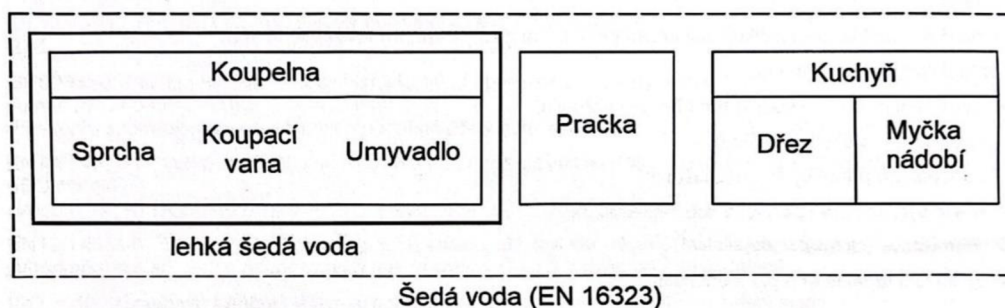
Šedou vodou nazýváme podle EN 12056 splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč, které odtékají z umyvadel, van, sprch, dřezů apod. Šedou

vodu, zejména z koupelen, je možné po úpravě využívat jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro splachování záchodů, pisoárů a zalévání zahrad. Skupinu šedých vod tvoří:

- Neseparované šedé vody;
- Šedé vody z kuchyní a myček;
- Šedé vody z praček;
- Šedé vody z umývadel, van a sprch (Šálek et al. 2012).

Šedá voda může být produkována v různých objemech a s různým složením v závislosti na různých zdrojích a vyžaduje odlišné úrovně čištění v závislosti na určeném využití. Proto se zařízení pro využití šedé vody mohou značně lišit svou složitostí a velikostí (ČSN EN 16941-2). Rozdělení šedých vod dle normy ČSN EN 16941-2 je znázorněno na obrázku č. 10.

Obrázek 10: Druhy a zdroje šedé vody (ČSN EN 16941-2).



Využívání šedých vod vyžaduje oddělené odvádění šedých a splaškových odpadních vod. U odpadních vod z praní prádla v automatických pračkách je vhodné oddělit zvláště odpadní vody z počátečního praní od vod z máchání, které jsou podstatně méně znečištěné. Z hlediska provozního toto opatření není snadno realizovatelné. Navržené opatření významně zjednodušuje úpravu šedých odpadních vod před dalším využitím. Tyto jsou použitelné po vyčištění (úpravě) a dezinfekci pro splachování a případně pro čištění chodníků a vnitřních komunikací (Šálek a kol., 2008).

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 (Plotěný, Bartoník, 2012).

Zvýšená produkce šedých vod je zejména v hotelech, bazénech, saunách, restauracích a podobných zařízeních. Ekonomičnost čištění je dána vybavením objektů, zejména ho ovlivňuje přítomnost wellness centra, sauny, a bazénu (Plotěný, 2013).

Spotřeba vody ve tříhvězdičkovém hotelu je kolem 150 litrů (osoba/den), v pětihvězdičkovém pak 1000 litrů (osoba/den). Rozsah je dán vybavením hotelu, zejména ho ovlivňuje přítomnost wellness centra, sauny, bazénu a způsobu udržování kuchyně (Plotěný, Bartoník, 2012).

5.2. Charakteristika

Charakteristika a chemicko-fyzikální parametry šedých vod závisejí a kolísají v závislosti na jejich zdroji.

U komunálních vod se pH pohybuje v rozmezí 7-8, u šedých vod s podílem vod z praní je pH 9,3-10, u šedých vod z koupelen a kuchyní je pH 5-8,6, tedy spíše kyselé nebo mírně zásadité. Podobné hodnoty má i neseparovaná šedá voda.

Teplota šedých vod z praček kolísá mezi 18-32 °C, z van, sprch a umyvadel mezi 18-38 °C, neboť pro hygienické účely je používána teplá voda. Následkem vyšší teploty však dochází k rozvoji mikroorganismů (Biela, 2012).

Co se týče barvy a zákalu šedých vod, jsou tyto hodnoty o něco vyšší u vod z koupelen než u vody z praček. Naopak šedé vody z praček vykazují vyšší množství plovoucích látek (např. vlákna) než vody z van, sprch a umyvadel (vlasy). Největší množství plovoucích látek lze zaznamenat u šedých vod z kuchyní a myček, což lze sledovat v tabulce č. 2. Je to tím, že se zde vyskytují zbytky jídla. Koloidy a plovoucí látky mohou být příčinou problémů při úpravě šedých vod (Biela, 2012).

U šedých vod je poměr CHSK a BSK₅ zpravidla 4:1, což poukazuje na vyšší podíl hůře odbouratelných organických látek. V klasických komunálních vodách je tento poměr obvykle 2:1. Hodnoty a poměry CHSK a BSK₅ jsou znázorněny v tabulce č. 3. Lze konstatovat, že méně zatížené jsou vody ze sprch a mytí. Vody z kuchyní jsou díky vyšším obsahům zbytků jídel hodně zatížené (Biela, 2012).

Na základě těchto poznatků a charakteristik lze dělit šedou vodu na vhodnou k recyklaci a podmíněně vhodnou k recyklaci. Vhodné k recyklaci jsou šedé vody z umyvadel, van a sprch a podmíněně vhodné jsou vody z kuchyňských dřezů a myček nádobí. (Biela, 2012)

Tabulka 2: Plovoucí látky u šedých vod (Biela, 2012).

Zdroj šedé vody	Pračky	Vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně, myčky
plovoucí látky [mg/l]	79–280	7–120	134–1 300

Tabulka 3: BSK₅ a CHSK podle zdrojů vzniku šedých vod (Biela, 2012).

Zdroj šedé vody	Pračky	Vany, sprchy, umyvadla	Kuchyně, myčky	Neseparovaná šedá voda
BSK ₅ [mg/l]	48–682	19–200	669–756	41–194
CHSK [mg/l]	375	64–8 000	26–1 600	495–623

5.3. Legislativa

Nakládání s šedými vodami a řízení rizik je obecně ve světě řešeno buď právním předpisem, nebo normami a jsou používány předpisy na recyklaci vod obecně. Je na každém státě, kterou cestu zvolí a jak realizuje požadavky na kvalitu

používaných šedých vod. Parametry kontroly kvality upravených šedých vod, stejně jako způsoby využití povolené technologie čištění, se v jednotlivých státech liší v závislosti na potřebě a způsobu využívání šedých vod, na klimatických podmínkách a v neposlední řadě dle dostupných technologií čištění (*Matěju et al. 2021*).

Po dlouhém období bez schválené normy na šedé vody došlo v roce 2021 ke schválení normy ČSN 75 6780 (Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích). Tato norma upravuje problematiku šedých vod a pravidla jejich využití.

Téměř po deseti letech se podařilo dojednat českou normu na srážkové vody a šedé vody. Tato norma platí pro navrhování (projektování), montáž, zkoušení, provoz a údržbu zařízení pro využití čištěných šedých a/nebo srážkových povrchových vod v budovách a na přilehlých pozemcích a je národním předpisem doplňujícím ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2 (*Plotěný, 2021*).

O šedé vodě mluví také Zákon č. 258/2001 Sb. (Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů), který definuje šedou vodu takto: „Šedou vodou se rozumí odpadní voda z umyvadel, sprch a van.“ (*Zákon č. 258/2001 Sb.*).

Norma ČSN EN 16941-2

Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 2: Zařízení pro využití čištění šedé vody.

Tento dokument specifikuje zásady pro projektování, dimenzování, instalaci, označování, uvádění do provozu a údržbu zařízení pro využití šedé vody na místě.

Norma se používá přednostně pro využití čištěné šedé vody pro: splachování WC, zalévání zahrad, praní a úklid (*ČSN EN 16941-2*).

Norma ČSN 75 6780

Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích.

Tato norma platí pro navrhování (projektování), montáž, zkoušení, provoz a údržbu zařízení pro využití čištěných šedých a/nebo srážkových povrchových vod v budovách a na přilehlých pozemcích a je národním předpisem doplňujícím ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2. V této normě jsou zařazeny také kapitoly o kvalitě nepitné vody, čištění šedých vod a úpravy srážkových povrchových vod a využití tepla z šedých vod. Tato norma se používá společně s ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2 (*ČSN 75 6780*).

5.4. Způsoby úpravy šedých vod

Pro šedé vody je specifické kolísání hodnot spojených s rozdílným životním stylem obyvatelstva. Podrobná analýza nám odhalí, že nejméně zatížené vody 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 k recyklaci a podmíněně vhodnou

k recyklaci. Právě šedé vody v kuchyni vyžadují větší náročnost technologických procesů na jejich vyčištění (*Plotěný, Bartoník, 2012*).

Čištěná voda má být hygienicky (bakteriálně) nezávadná, pokud možno bezbarvá, bez plovoucích částic, a i po dlouhodobější akumulaci bez zápachu. Technologie čištění šedých vod musí být pro daný účel navržena tak, aby nevzniklo žádné ohrožení veřejného zdraví (*ČSN 75 6780*).

Při volbě technologického postupu čištění šedých vod se musí brát v úvahu kvalita jímané šedé vody a určené využití čištěné šedé vody, aby se určilo, jaké čištění je potřeba a která metoda je vhodná, např. mechanická, chemická nebo biologická (*ČSN EN 16941-2*).

O způsobech a technologii čištění šedých vod mluví podrobněji norma ČSN 75 6780. Jak už bylo řečeno, technologie se navrhuje v závislosti na požadavcích na kvalitu vyčištěné šedé vody a s ohledem na možnostech jejího dalšího využití.

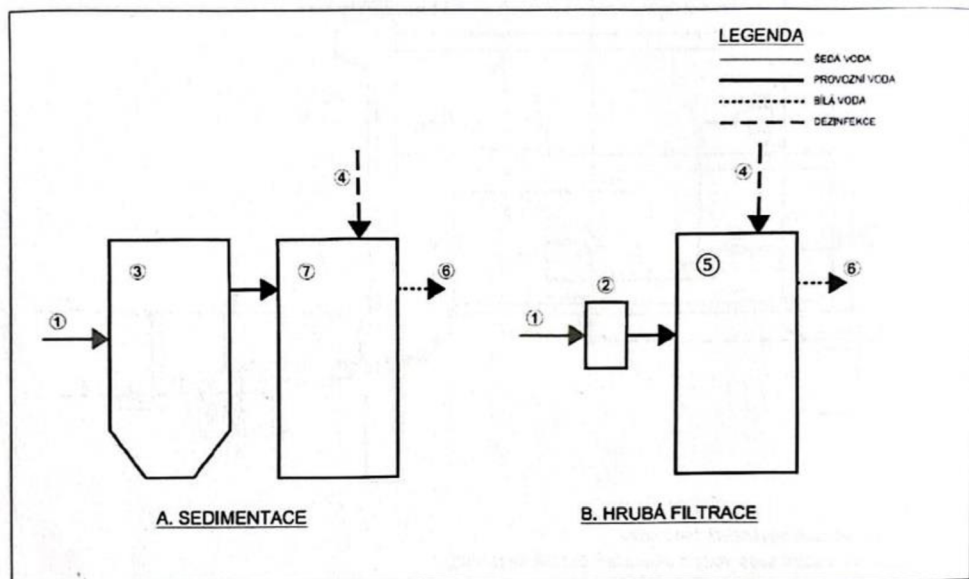
Norma rozděluje typy procesu na:

- Mechanické čištění,
- Chemické čištění,
- Fyzikální čištění,
- Biologické čištění,
- Přírodní způsoby čištění (*ČSN 75 6780*).

Mechanické čištění

Mezi základní procesy mechanického čištění řadíme sedimentaci a filtraci. Pro mechanické předčištění šedých vod jsou doporučenými objekty rotační síta nebo česle, jejichž průlin by měl být od 0,2 mm do 3 mm, v závislosti na dalším stupni čištění. Dalším doporučeným objektem je sedimentační nádrž, u které je nutné eliminovat turbulentní proudění při přítoku ovlivňující sedimentační proces. Objekty navrhujeme pro maximální hodinový přítok šedé vody Q_h v l/h (ČSN 75 6780).

Obrázek 11: Schéma sedimentace a filtrace (ČSN 75 6780).



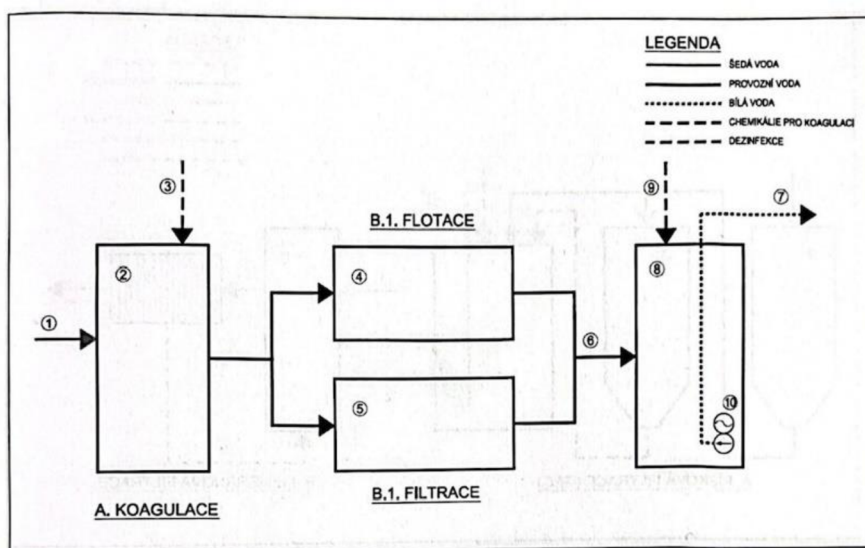
Legenda

- 1 přítok šedé vody
- 2 mechanické předčištění, česle
- 3 sedimentační nádrž
- 4 dezinfekce
- 5 hrubá filtrace
- 6 nepitná voda (bílá voda)
- 7 akumulární nádrž

Chemické čištění

Do chemických procesů čištění řadíme procesy založené na koagulaci a elektrokoagulaci. Během těchto procesů přidáváme do šedých vod chemikálie na bázi železa, hliníku nebo jiných kovů. Vlivem těchto chemikálií dochází ke koagulaci a flokulaci. následně je nutné tyto koagulované látky separovat sedimentací, nebo filtrací. Proces koagulace lze kombinovat s pískovými filtry, nebo filtrem z granulovaného aktivního uhlí (ČSN 75 6780).

Obrázek 12: Schéma chemického čištění (ČSN 75 6780).



Legenda

- 1 přítok šedé vody
- 2 koagulační nádrž
- 3 dávkování chemikálií
- 4 varianta flotační nádrž
- 5 varianta filtrační nádrž
- 6 provozní voda
- 7 nepitná voda (bílá voda)
- 8 akumulaci nádrž
- 9 dezinfekce
- 10 ponořené čerpadlo

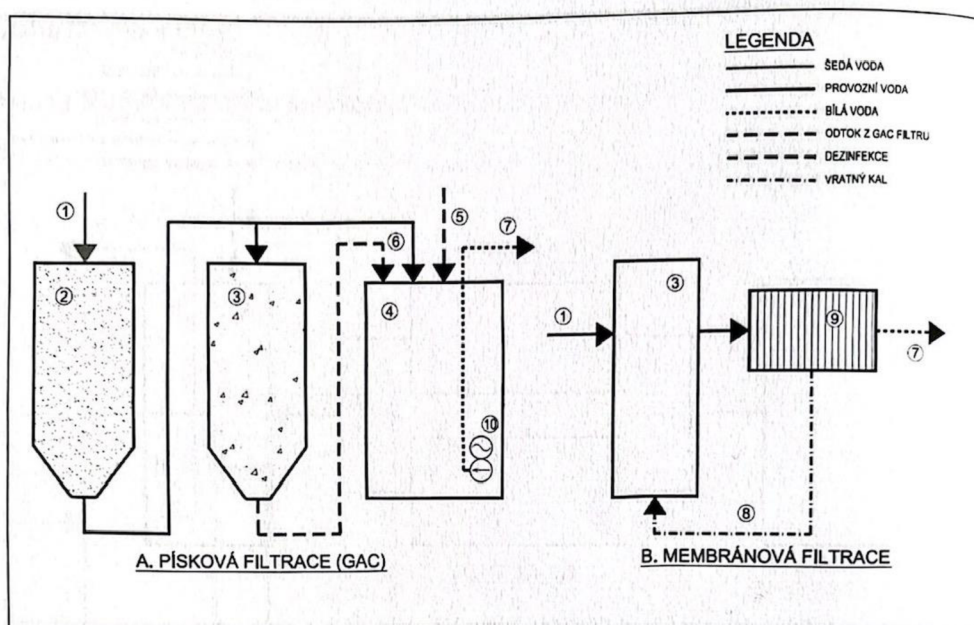
Fyzikální čištění

Fyzikální čištění šedých vod využívá procesů adsorpce nerozpuštěných látek na filtračním loži pískového filtru. Materiálem pro filtrační ložď může být křemičitý písek nebo granulované aktivní uhlí nebo antracit, záleží na složení šedé vody. Následuje membránová filtrace. Membránovou filtraci charakterizujeme dle velikosti pórů uvnitř membrány.

Dělení podle velikosti odseparovaných částic:

- Mikrofiltrace
- Ultrafiltrace
- Nanofiltrace
- Reverzní osmóza (ČSN 75 6780).

Obrázek 13: Schéma fyzikálního čištění (ČSN 75 6780).



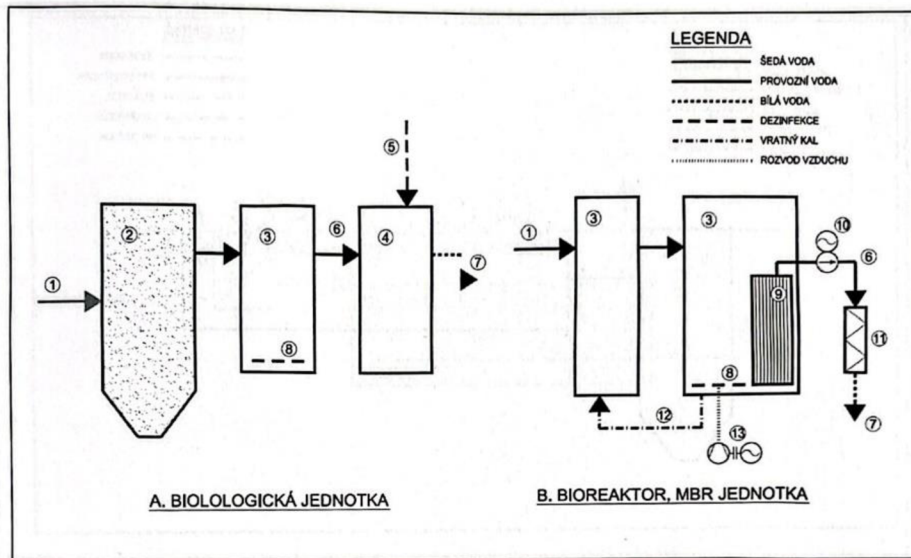
Legenda

- 1 přítok šedé vody
- 2 pískový filtr
- 3 GAC filtr
- 4 akumuláční nádrž
- 5 dezinfekce
- 6 provozní voda
- 7 nepitná voda (bílá voda)
- 8 vratný kal
- 9 membránová filtrace
- 10 ponorné čerpadlo

Biologické čištění

Hlavním procesem biologického čištění je provzdušňování aktivovaného kalu a šedé vody v aktivační nádrži. Aktivovaný kal je složen z kultur mikroorganismů podílející se na čistícím procesu. Tyto procesy se doporučují zřizovat u objektů s vysokou produkcí šedých vod a je jimi dosahováno vysokého stupně vyčištění přiváděných šedých vod (ČSN 75 6780).

Obrázek 14: Schéma biologického čištění (ČSN 75 6780).



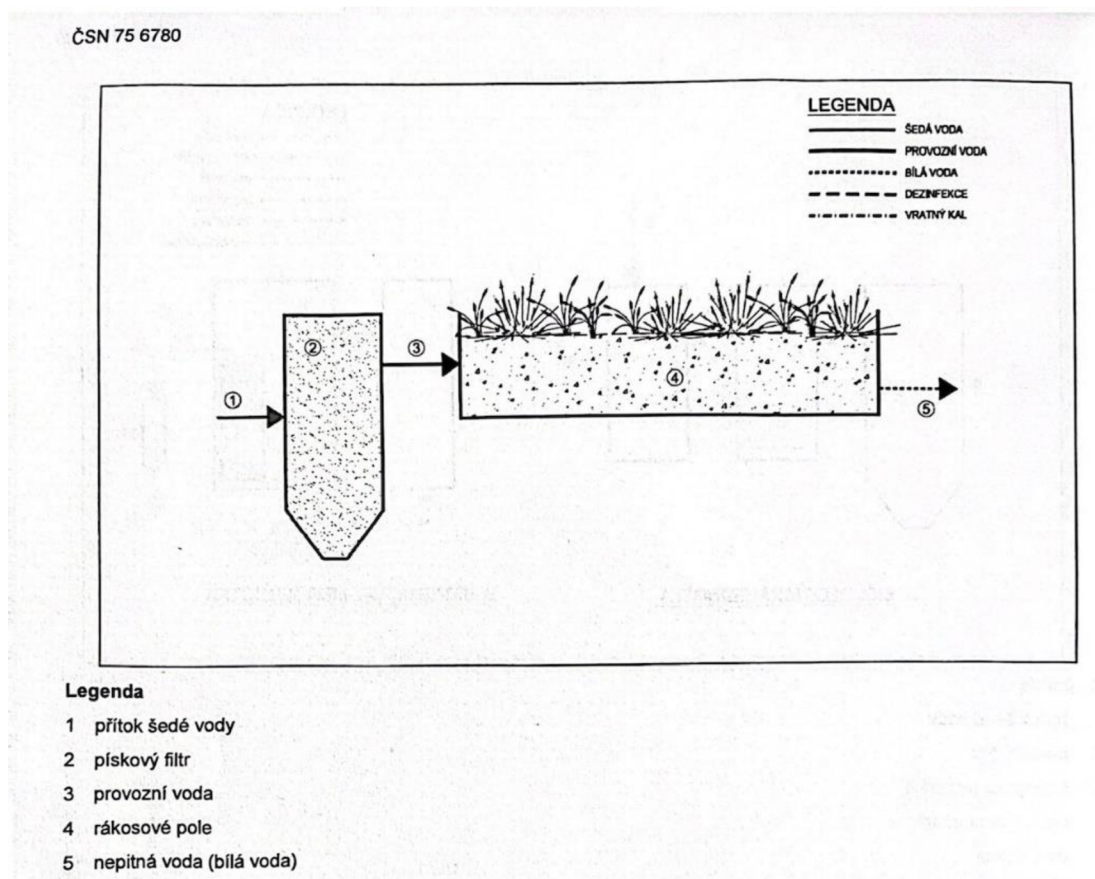
Legenda

- 1 přítok šedé vody
- 2 pískový filtr
- 3 biologická jednotka
- 4 akumulace nádrž
- 5 dezinfekce
- 6 provozní voda
- 7 nepitná voda (bílá voda)
- 8 aktivace
- 9 jednotka MBR
- 10 čerpadlo v suché jímně
- 11 ultrafialový zářič
- 12 vratný kal
- 13 dmychadlo pro provzdušňování

Přírodní způsoby čištění

Mezi přírodní technologie čištění řadíme uměle budované zemní filtry osázené mokřadní vegetací s definovaným filtračním prostředím – kořenovým filtrem. Základní princip tohoto způsobu čištění je průtok odpadní vody substrátem, který je osázený mokřadní vegetací. Při průchodu vody substrátem dochází k chemickým a fyzikálním procesům čištění. Nejčastěji jsou používané rostliny jako rákos obecný, chrastice rákosovitá (Šálek, 2012).

Obrázek 15: Technologické schéma čištění přírodním způsobem (ČSN 75 6780).



5.5. Akumulace šedých vod

Čištěnou šedou vodu je nutné akumulovat tak, aby se minimalizovala možnost růstu mikroorganismů. Přednostně vhodné akumulární nádrže tepelně izolovat a umístit v zemi nebo suterénu budovy tak, aby byla, pokud možno chráněna před denním světlem a jinými zdroji tepla (*ČSN 75 6780*).

Z hygienických důvodů není vhodné navrhovat akumulaci čištěné šedé vody na dobu delší než 24 hodin, pokud tato voda není dezinfikována. Nečištěná šedá voda smí být akumulována pouze v množství potřebném pro zajištění kontinuálního provozu zařízení (*ČSN 75 6780*).

Šedé vody, které jsou vypouštěny z akumulární nádrže, vody z přelivu zařízení se mohou odvádět do jednotné nebo splaškové kanalizace. Přebytečná vyčištěná šedá voda se dá využít například na závlahu, nebo jiné činnosti, jako například čištění venkovních povrchů. Pokud jsou splněny podmínky a požadavky právních předpisů (Zákon č. 254/2001 Sb., nařízení vlády č. 401/2015 Sb., nařízení vlády č. 57/2016 Sb.) je možné provést vyústění přelivu akumulární nádrže do povrchových vod nebo vsakovacího zařízení (*ČSN 75 6780*).

Při výběru akumulárního zařízení se má brát podle normy ČSN EN 16941-2 v úvahu:

- Maximální hydraulická kapacita čištění,
- Teplota kumulované vody a možnost přirozené ventilace,
- Maximální doba akumulace a všechny další podmínky týkající se části zařízení,
- Případná kombinace se zařízením pro využití srážkových vod.

Dále norma popisuje vhodné materiály pro akumulaci čištěných šedých vod, které by neměly mít vliv na kvalitu vod, ani okolní prostředí. Vhodnými materiály jsou například ocel, beto, polyethylen, polypropylen nebo poly(vinylchlorid). V této kapitole normy jsou obsaženy také informace o rozměrech, objemu, vodotěsnosti, spojích a vnitřním potrubí, přístupu k zařízení nebo přelivu, který umožňuje odvod přebytečné vody do kanalizace, nebo povrchových vod, pokud splní požadavky právních předpisů (*ČSN EN 16941-2*).

5.6. Možnosti využití

Požadavky na kvalitu a limity opětovného použití závisí na typu opětovného použití, na původu šedých vod a na možnostech kontaktu člověka s recyklovanou vodou. Šedá voda, která má být recyklována a používána by neměla způsobovat během provozování technologie žádné problémy (*Matějíř et al. 2021*).

V zásadě platí, že jako první krok je nutné definovat, k čemu má být vyčištěná voda používána. Potom se posoudí všechna možná zdravotní rizika a stanoví se hygienické cíle, které mají jak podobu definovaných požadavků na kvalitu vyčištěné vody, tak i požadavků na účinnost úpravy a ověřování její účinnosti (*Kožíšek, 2012*).

Využití upravených šedých vod je možné v rámci administrativních budov, hotelů, nemocnic, škol, areálů s bazény i rodinných domů. Především je vhodné v těchto objektech využít šedou vodu ke splachování WC, mytí podlah a zavlažování zahrad. Samozřejmě úprava šedých vod musí být provedena tak, aby nebylo ohroženo zdraví lidí (*Biela, 2012*).

5.6.1. Využití tepla z šedých vod

Odtékající šedé vody s sebou přináší také možnost využití jejich tepla. Teplota šedé vody v objektu závisí na více faktorech, například návštěvnost, směnnost provozu nebo druhu zařízení. Teplota šedých vod je vyšší než teplota ostatních druhů odpadních vod a pohybuje se mezi 18-35 °C. Recyklace tepla z šedých vody je ekonomické řešení, které přináší snížení nákladů na ohřev teplé užitkové vody (TUV), provozní teplé vody nebo vytápění objektu. Odebírání tepla z šedých vod může probíhat lokálně, nebo centrálně, záleží na velikosti průtoku odpadní vody. Při vyšších průtocích a vyšší teplotě šedé vody dosáhneme vyšší ekonomické efektivity. Pro rodinné domy a menší objekty je výhodnější lokální rekuperace tepla, která reaguje na aktuální spotřebu. U větších zařízení a objektů je možné odebírat teplo z akumulované šedé vody, která po odebrání tepla může být vypuštěna do stokové sítě, nebo na čističku odpadních vod (*Bartoník et al. 2012*).

Lokální systémy

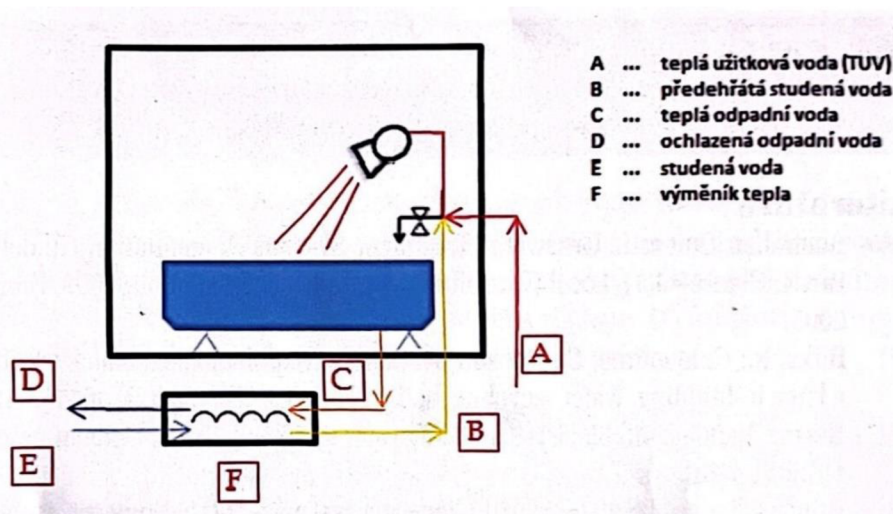
Lokální systémy zpětného získávání tepla fungují na principu odebírání tepla z odtékající vody, která předehřívá studenou vodu do sprch, nebo jiných aplikací.

Lokální systémy můžeme rozdělit na dva druhy:

- Předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu:

Při tomto druhu aplikace předehříváme vodu vždy, když je potřeba. Doba, od které máme předehřátou vodu k dispozici závisí na délce potrubí a umístění tepelného výměníku. Teplota předehřáté vody je okolo 20°C. Předehřátou vodu můžeme napojit přímo do okruhu umyvadel a sprch, jak lze pozorovat na obrázku č. 16. Tím tak snížíme spotřebu teplé užitkové vody. Ve směšovací baterii tak smícháváme menší poměr teplé ke studené vodě. Tento systém má vyšší účinnost než předehřátí vody do zásobníku teplé užitkové vody (*Plotěný, Bartoník, 2012*).

Obrázek 16: Schéma přehřevu studené vody pro okamžitou spotřebu (Bartoník et al. 2012).



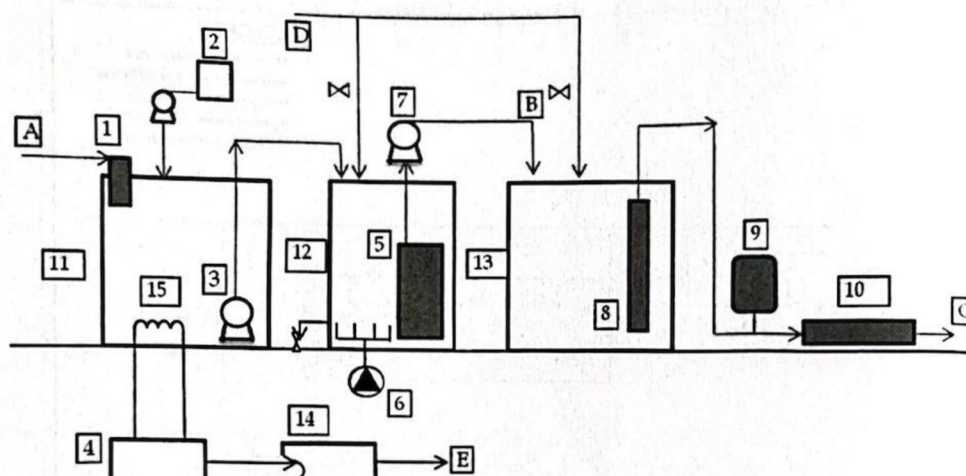
- Přehřev studené vody do zásobníku teplé užitkové vody

Druhou možností, jak využít teplo z šedých vod je vedení přehřáté vody do zásobníku teplé užitkové vody, kde se pak dohřívá na požadovanou teplotu. Tento systém je méně účinný k důvodu přivádění vody na delší vzdálenost ke směšovací baterii, a tudíž zde dochází k větším ztrátám v potrubí (Bartoník et al. 2012).

Centrální systémy

Tyto systémy se využívají u větších objektů, kde je větší produkce šedých vod. Šedá voda se hromadí v akumulční jímce, která funguje jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo a jeho primární okruh. Schéma zapojení systému využití šedých vod a tepla z nich je zobrazeno na obrázku č. 17. Konstrukce tepelného výměníku je snadná a lze ji řešit plastovými trubkami nebo hadicemi, což nám přináší nízké investiční náklady aplikace. Problémem tohoto řešení se stává to, že se voda nesmí ochladit na bod mrazu. Nemůžeme tedy nechat tepelné čerpadlo odebírat teplo bez nějaké kontroly, nebo omezení. Při dosažení limitní teploty vody v jímce musí dojít ke změně zdroje odebírání tepla tepelným čerpadlem. Zdroje tepla pro čerpadlo lze také kombinovat. V letních měsících je velkou výhodou tepelných čerpadel možnost chlazení, pokud mají chladicí režim. Při používání tepelného čerpadla je možné také dodávání tepla do rozvodné sítě teplovodního vytápění (Plotěný, Bartoník, 2012).

Obrázek 17: Schéma recyklace šedých vod s využitím tepla z nich (ČSN 75 6780).



Legenda

- (A) šedá voda
- (B) permeát
- (C) čištěná šedá voda (nepitná voda) k odběrným místům
- (D) studená pitná voda
- (E) teplá voda
- 1 jemné síto
- 2 dávkování chemikálií
- 3 přečerpávání šedé vody do reaktoru
- 4 tepelné čerpadlo
- 5 membránový modul
- 6 dmýchadlo
- 7 čerpadlo permeátu
- 8 ponorné čerpadlo automatické tlakové čerpací stanice
- 9 membránová expanzní (tlaková) nádoba
- 10 ultrafialový zářič
- 11 vyrovnávací nádrž šedých vod
- 12 reakční nádrž
- 13 akumuláční nádrž čištěné šedé vody
- 14 zásobníkový ohřivač vody
- 15 tepelný výměník

6. Dešťové vody

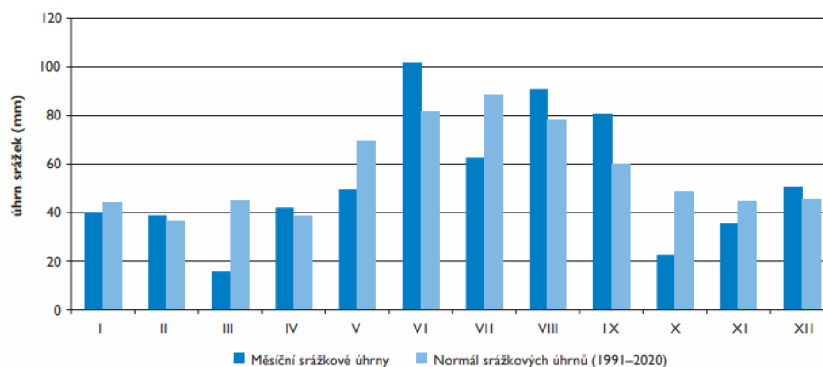
6.1. Definice a vznik

Dešťové neboli srážkové vody vznikají v atmosféře kondenzací par obsažených ve vzduchu.

Srážky jsou výsledkem kondenzace nebo desublimace vodní páry v ovzduší nebo na povrchu území, předmětů a rostlin. Podmínkou pro kondenzaci nebo desublimaci vodní páry je přítomnost kondenzačních nebo desublimačních jader, která jsou obklopena vzduchem nasyceným vodní párou. Z hlediska množství vodních zdrojů, resp. jejich obnovy, mají největší význam srážky především deště. Dešťové srážky mají kapalně skupenství a řadíme je do skupiny atmosférických srážek. Ty vznikají volně v atmosféře a dopadají na zemský povrch (Strnadová, Janda, 2004).

Mezi charakteristiky dešťových srážek můžeme zařadit objem srážek a úhrn srážek. Objem srážek představuje celkový objem vody ze srážek spadlý za uvažované období na danou plochu a vyjadřuje se v m³. Úhrn srážek je výška vrstvy spadlých srážek vody za uvažované období (hodina, den, měsíc apod.) na daném místě. Vyjadřuje se v mm (Strnadová, Janda, 2004). Úhrn průměrných měsíčních srážek na území České republiky znázorňuje obrázek č. 18.

Obrázek 18: Průměrné měsíční srážky na území České republiky v roce 2022 ve srovnání s normálem 1991–2020 (MZe ©2023).



Pramen: ČHMÚ

6.2. Legislativa

Zákon č. 254/2001 Sb.

(Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)).

V České republice je legislativa pro vodní hospodářství obsažena v Zákoně č. 254/2001 Sb. (Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)).

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, jako ohrožené a nenahraditelné složky životního prostředí a přírodní zdroje, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů, pro zachování vodních zdrojů a předejití stavu nedostatku vody a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství¹). Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů (Zákon č. 254/2001 Sb.).

V zákoně o vodách není konkrétní kapitola zabývající se dešťovými vodami. Zákon popisuje srážkové vody vzniklé v atmosféře, které se při dopadu na zemský povrch stávají vodami povrchovými. Vodní zákon vymezuje stavebníkům novostaveb povinnost omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem na tyto stavby.

Norma TNV 75 9011

Hospodaření se srážkovými vodami.

Dalším předpisem upravujícím nakládání s dešťovými vodami je norma TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami. Norma se zabývá hospodařením s dešťovými vodami, které by mělo být primárně přírodě blízké a mělo by zachovat přirozenou bilanci vod na území, před tím, než bylo urbanizováno. Norma obsahuje problematiku znečištění dešťových vod, související s povrchem, na který dopadají a odděluje nakládání podle míry tohoto znečištění. Hospodaření s dešťovými vodami je v normě řešeno především decentralizovaně (dešťové vody na pozemku stavby), ale je v ní také obsažen komplexní návrh řešení pro urbanizované územní celky. Cílem tohoto řešení je vytvoření přírodě blízkého systému odvodnění daného území. Norma dále popisuje decentrální objekty používané k hospodaření se srážkovými vodami, stanovuje výpočetní postupy pro jejich dimenzování a předkládá základní informace k jejich údržbě a provozu (*TNV 75 9011*).

Norma ČSN EN 16941-1

Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod.

Norma ČSN EN 16941-1 – Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod specifikuje požadavky a uvádí doporučení pro navrhování, dimenzování, instalaci, označování, uvádění do provozu a údržbu zařízení pro využití srážkových vod na místě. Srážkové vody slouží jako náhrada pitné vody (nepitná voda). Tato norma také specifikuje minimální požadavky pro tato zařízení.

Norma nezahrnuje:

- používání srážkových vod jako pitné vody a pro přípravu potravin
- používání pro osobní hygienu
- decentralizovanou retenci
- vsakování (*ČSN EN 16941-1*).

Norma ČSN 75 9010

Vsakovací zařízení srážkových vod.

Norma reaguje na současné právní předpisy. Norma se zabývá vsakováním srážkových povrchových vod jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami. Stanovuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení. Návrh hospodaření se srážkovými vodami zpracovává řešitel odvodnění nemovitosti a/nebo území na základě geologického průzkumu.

Norma popisuje rozsah a způsoby provádění geologického průzkumu pro vsakování srážkových povrchových vod. ČSN 75 9010 stanovuje také omezující podmínky pro vsakování srážkových povrchových vod a přináší základní přehled v současnosti používaných povrchových a podzemních vsakovacích zařízení (*ČSN 75 9010*).

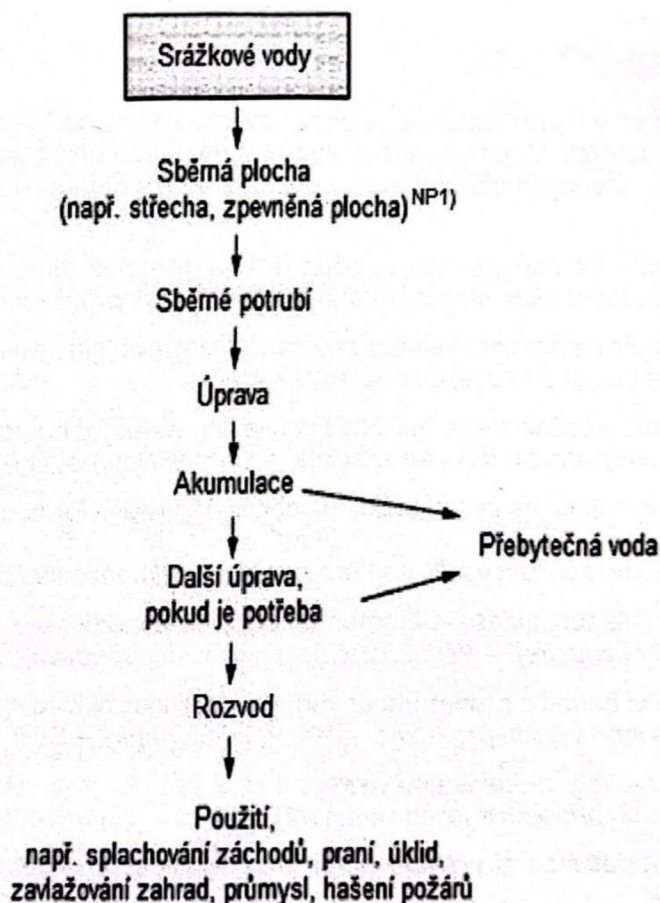
6.3. Hospodaření s dešťovými vodami

Cílem hospodaření se srážkovými vodami je ekologické a udržitelné hospodaření s vodou. Alternativami k obvyklému odvádění srážkových vod je jejich je jejich využívání a vsakování do podloží i decentralizovaná retence. Využíváním srážkových vod se také snižuje spotřeba pitné vody a odvádění vody.

Aby byl zachován přirozený koloběh vody, může být přebytečná voda ze zařízení pro využití srážkových vod vsakována nebo odváděna do povrchových vod v souladu s národními nebo místními předpisy.

Zachycování a využívání srážkových vod na místě zahrnuje řadu možností, například splachování záchodů, praní, zalévání, řízení klimatu v budovách, použití při úklidu atd. v soukromých a pronajatých nemovitostech, v obytných oblastech, občanské výstavbě, v průmyslových podnicích, v hotelech, na ulicích, v parcích, na golfových hřištích, v zábavních parcích, na parkovištích, na stadionech atd (ČSN EN 16941-1).

Obrázek 19: Obecné schéma využívání srážkových vod (ČSN EN 16941-2).



Obrázek 1 – Obecné schéma využívání srážkových vod

6.4. Zachycování a úprava dešťových vod

Chceme-li používat dešťovou vodu především na zahradě na zalévání nebo na mytí auta, postačí systém, nevyžadující žádnou zvláštní filtraci vody, je vhodné pouze zabezpečit, aby do akumulární nádrže nebylo splavováno listí a další větší nečistoty, které by nádrž zanášely. Využití dešťové vody např. na praní už vyžaduje podstatně kvalitnější filtraci (*Hlavínek, 2007*).

Úprava dešťové vody probíhá také za účelem ochrany zařízení před poškozením a opotřebením. Úprava snižuje také náklady na údržbu a případné opravy (*ČSN EN 16941-1*).

Důležitou součástí čistícího procesu u dešťových vod je předčištění. Předčištění je navrhováno před akumulárním zařízením a zabraňuje vniknutí organického materiálu a pevných částic do nádrže. Předčištění je tvořeno filtry nebo separátory. Největší přípustná velikost pevných částic u použití v budovách je 1 mm. Zachycené pevné látky se musí manuálně odstraňovat, nebo neustále odtékat (*ČSN EN 16941-1*).

Čištění dešťových vod obvykle obsahuje biologické, chemické, fyzikální nebo jejich kombinaci a je prováděno před vstupem vody od akumulárního zařízení a po případě i za tímto zařízením. Pokud je potřeba vyšší kvalita vyčištěné vody dochází k dezinfekci, nebo dodatečné filtraci.

Jednotlivé kroky úpravy:

- Odstranění hrubých částic před akumulárním zařízením
- Zadržení jemných částic sedimentací a flotací v akumulárním zařízení
- Filtrace za akumulárním zařízením (v závislosti na dalším použití)
- Dezinfekce, deodorizace a/nebo odbarvení (*ČSN EN 16941-1*).

6.5. Infiltrace dešťových vod

Infiltrace je definována jako průtok vody póry v litosféře směrem do spodních vrstev a je to důležitá součást vodního koloběhu (*Hölting, Coldewey, 2019*). Je to jeden ze způsobů nakládání s dešťovými vodami. Vsakování je vnímáno jako přírodě blízké hospodaření s dešťovou vodou a nese s sebou mnoho přínosů pro životní prostředí. Zadržením a infiltrací srážkových vod docílíme zvýšení hladin podzemních vod, zvýšením výparu, který ovlivňuje mikroklima a také se snižuje maximální objemy povrchového odtoku. Z důvodu schopnosti čištění a umožnění evapotranspirace se nejčastěji navrhuje povrchová vsakovací zařízení. Nejvíce funkční je plošné zasakování, kdy je vytvořena umělá infiltrační plocha (*Šálek, 2012*).

O tom, zdali je vsakování vhodné a jaký způsob vsakování bude navrhován rozhoduje geologický průzkum, který popisuje norma ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení dešťových vod.

Geologický průzkum

Význam geologického průzkumu je ověření použitelnosti metody vsakování při hospodaření s dešťovými vodami. Jedná se o získávání potřebných poznatků o hydrogeologických, inženýrskogeologických a geotechnických poměrech zkoumané lokality. Zásadním faktorem při rozhodování o vhodném řešení je vhodnost horninového prostředí, která se vyjadřuje koeficientem vsaku a hladinou podzemní vody. Geologický průzkum musí předcházet každému návrhu vsakovacího zařízení srážkových vod v určité lokalitě. Výstupy geologického průzkumu je nutno respektovat a není možné bez nich realizovat jakýkoliv návrh. Geologický průzkum může provádět fyzická nebo právnická osoba, která vlastní příslušné oprávnění k provádění hydrogeologických a inženýrskogeologických průzkumů (ČSN 75 9010).

6.6. Akumulace dešťových vod

Pro akumulaci dešťových vod je využívána minimálně jedna akumulární nádrž. Tato nádrž může být umístěna pod, nebo nad zemí. Při akumulaci dešťové vody je třeba uvažovat přiváděný objem dešťových vod do nádrže k účelu dalšího využití a celkový objem akumulární nádrže. Akumulární nádrž by měla umožnit úpravu přitékající vody např. sedimentací a měla by zamezit zhoršení kvality akumulované vody (ČSN EN 16941-1).

Vhodnými materiály pro akumulární zařízení na srážkové vody jsou především beton, ocel, polyethylen nebo sklolaminát. Materiály prefabrikovaných akumulárních zařízení musí splňovat podmínky normy ČSN EN 12566-3 (756404) *Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny odpadních vod*. Materiál musí být neprůsvitný, nebo chránit proti UV záření a nesmí zhoršovat kvalitu akumulované vody (ČSN EN 16941-1).

6.7. Možnosti využití

Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele činí přes 100 litrů vody denně. Ale na přibližně 50 % z této spotřeby není nutné mít kvalitní pitnou vodu, proto může být dešťová voda použita jako náhrada.

V různých částech domácnosti nejsou nároky kladené na kvalitu vody vždy stejné. Tam, kde přicházíme s vodou osobně do styku (vaření, pití, mytí nádobí, tělesná hygiena – celkem 58 litrů osoba/den) musí být používána voda pitná, ovšem při jiném použití (praní, splachování, zalévání, údržba – celkem 67 litrů osoba/den) lze s výhodou využít vodu srážkovou. Spotřeba dešťové vody závidí zejména na tom, kde bude dešťová voda využívána a kolika osobami (Hlavínek, 2007).

Způsoby využívání srážkových vod závisí na jejich množství, jakosti, způsobu úpravy, místních podmínkách aj. (Šálek, 2012).

- Splachování toalet

Ke splachování je používána běžně pitná voda, které během dne může člověk spotřebovat až přes 40 litrů. To je společně s tělesnou hygienou – sprchováním nejvíce z celkového podílu spotřebované pitné vody. Splachování toalety nevyžaduje vysoce kvalitní vodu a je tedy splachování upravenou pitnou vodou plýtváním. Dešťová voda je považována za vodu měkkou, tudíž nedochází k usazování vodního

kamene do trubních systémů ani samotné toalety. Vodní kámen a tvrdost vody je určena hlavně obsahem rozpuštěného hořčíku a vápníku. Dešťová voda se dá tedy považovat za vhodnou náhradu (Hlavínek, 2007).

- Závlaha

Na rozdíl od vody pitné je voda dešťová bez chlóru a s nízkým obsahem solí, což z ní dělá vhodnou vodu pro závlahu – nezvyšuje obsah soli v půdě. Pitná voda je pro zavlažování příliš hodnotná a docházelo by k plýtvání jak energiemi na její úpravu, tak samotnou vodou (Hlavínek, 2007).

Při využití srážkových vod ze střech domů a čistých zpevněných ploch většinou použitá voda vyhovuje normě ČSN 75 7143 *Jakost vod pro závlahu*, nevyžaduje zvláštní úpravu, kromě zachycení suspendovaných látek, zavlažuje se bez omezení – jako čistou vodou (Šálek a kol., 2008).

- Praní prádla

Při praní prádla se projevuje jako výhoda měkkost dešťové vody. Měkká voda lépe rozpouští prací prostředky a nezanáší vnitřní části pračky vodním kamenem. Úspory se tedy projeví dvojitě – úspora pitné vody a úspora spotřeby pracích prostředků.

Doporučené dávkování pracích prostředků udává u tvrdé pitné vody dvakrát vyšší spotřebu než u vody měkké. Ve vodě obsažené sloučeniny vápníku a hořčíku váží na sebe především mýdlo a aktivní prací substance. Dešťová voda naproti tomu vápník neobsahuje (Böse, 1999).

- Údržba, čištění

Venkovní areály, komunikace, chodníky a další místa, kde není potřeba hygienicky zajištěná pitná voda se dá využít voda dešťová. Dá se také využít například na mytí automobilů. Při těchto údržbových činnostech je potřeba velkých objemů vody, a proto je výhodné využití srážkových vod (Hlavínek, 2007).

Dále se dá upravená dešťová voda použít k napájení vodních ploch, kašen a jiných okrasných vodních děl nebo zařízení.

7. Certifikace budov využívající šedé a dešťové vody

Udržitelné hospodaření s vodou a dodržování jeho principů v budovách lze v dnešní době prokázat prostřednictvím celosvětových certifikačních programů. Tyto certifikáty, které budovy získávají po splnění certifikačního procesu, ukazují na hospodárné a efektivní využívání vody, ale také další faktory, jako je spotřeba elektrické energie, nebo úspory v oblasti vytápění.

Nejznámější systémy certifikace jsou BREAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) a LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). V České republice se již nacházejí takto certifikované budovy dle těchto systémů. Oba certifikační systémy motivují projektanty, aby v oblasti vodního hospodářství budovy využili technická řešení redukcující spotřebu vody a minimalizující vypouštění odpadních vod mimo systémy budovy (tzv. water-cycle management) (Kos, 2012).

BREEAM můžeme považovat za první certifikační systém a LEED za ten světově nejrozšířenější.

BREEAM

BREEAM certifikaci pro budovy můžeme rozdělit na BREEAM In-Use a BREEAM New construction.

Standarty BREEAM In-Use je možné použít na široké spektrum typů budov a poskytují investorům, vlastníkům a manažerům návody a postupy, jak určit a následně řídit udržitelná zlepšení provozní výkonnosti jejich budov. Následně jsou sbírána data o této provozní výkonnosti, ověřují se a jsou srovnávána prostřednictvím třetí strany, jenž dále uděluje certifikát, který je mezinárodně uznávaný. Tento typ certifikace se používá pro již vzniklé stavby (*BREEAM ©2024*).

BREEAM New Construction poskytuje standarty pro výstavbu nových udržitelných projektů, které jsou použitelné ve všech podmínkách a lokalitách a zajišťují mezinárodní srovnatelnost. Proces udělování certifikace probíhá stejně jako u In-Use za pomoci mezinárodně uznávané třetí strany, která ověřuje data, posuzuje a následně certifikát uděluje (*BREEAM ©2024*).

LEED

LEED certifikace budov je použitelná pro nové projekty, již vzniklé budovy a celkové interiéry vzniklých budov. Tento typ certifikace využívá takzvaný systém „v4“, jenž má svůj vlastní hodnotící systém. Hodnotící systém se skládá z osmi kategorií, za které budova získává určitý počet bodů. Jedna z kategorií je „Water Efficiency“, neboli hospodaření s vodou. Celkový maximální počet je 110. Dle získaných bodů poté budova získává certifikát úrovní: Certified (≥ 40 b.), Silver (≥ 50 b.), Gold (≥ 60 b.), Platinum (≥ 80 b.) (*LEED ©2024*).

8. Hospodaření s šedými a dešťovými vodami v hotelu Tvrz Orlice

V této části se diplomová práce bude zabývat způsoby a možnostmi efektivního využití odpadních vod v hotelovém zařízení, konkrétně v Hotelu Tvrz Orlice, nacházející se v Pardubickém kraji, okrese Ústí nad Orlicí, ve městě Letohrad.

8.1. Popis lokality

Řešený objekt Hotel Tvrz Orlice se nachází ve stejnojmenné vesnici, Orlice, která tvoří část města Letohrad. Orlice představuje samotné katastrální území s rozlohou 8,92 km² a rozkládá se na jihovýchodní části Letohradu, který spadá pod územní celek okres Ústí nad Orlicí (*ČÚZK ©2023*).

Okres Ústí nad Orlicí má rozlohu 1 267 km² a je po okrese Svitavy druhým největším okresem Pardubického kraje. Největšími městy tohoto okresu jsou Ústí nad Orlicí, Česká Třebová, Lanškroun a Vysoké Mýto. Celkový počet obyvatel ke konci roku 2022 byl 138 250. Obyvatel Hustota zalidnění tohoto okresu je 109

obyvatel na km². Tato hustota zalidnění je pod krajským průměrem. Okres je velmi členitý, západní část je spíše rovinatá a část severovýchodní tvoří horský reliéf s nejvyšším vrcholem pardubického kraje – Kralickým Sněžníkem (1 424 m.n.m.). Východní částí okresu, ve které leží Letohrad, prochází Podorlická pahorkatina. Nejbližšími vrcholy jsou Buková Hora (958 m.n.m.) a Suchý Vrch (995 m.n.m.). Nejvýznamnějším tokem okresu Ústí nad Orlicí je Tichá Orlice, ta protéká také městem Letohrad. Okres leží z velké části v povodí Labe a východní část v povodí Moravy. Největší vodní plochou je nádrž Pastviny. Více než polovinu celkové rozlohy okresu tvoří zemědělská půda a téměř jednu třetinu zaujímají lesní porosty – což je nejvyšší podíl mezi všemi okresy Pardubického kraje (ČSÚ ©2023).

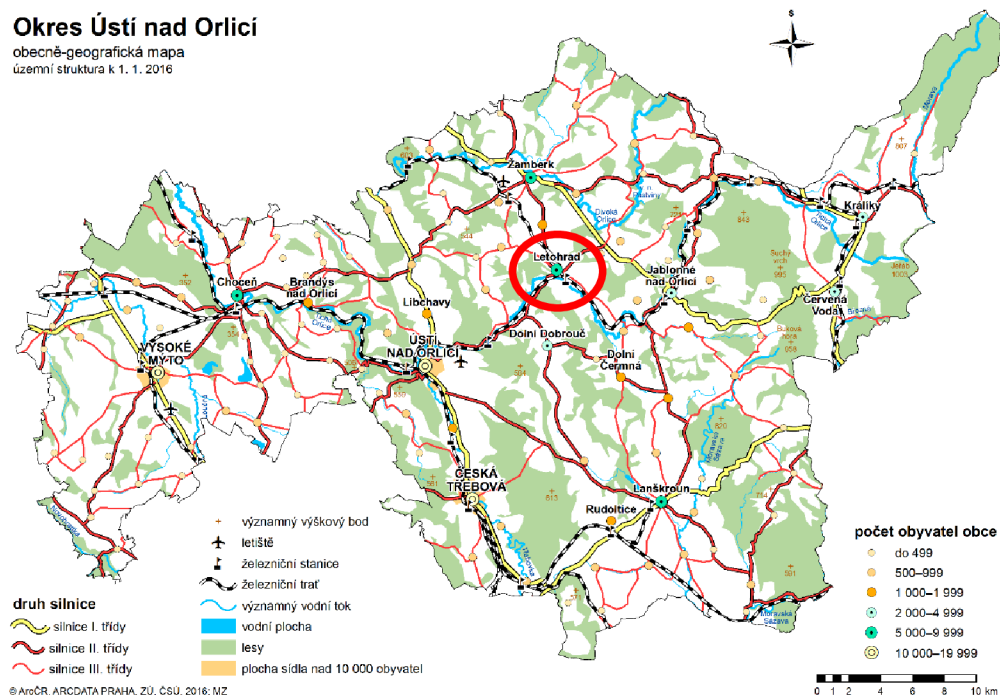
Mezi hlavními zajímavostmi a turistickými atrakcemi této lokality se dá jistě zařadit samotné město Letohrad, ve kterém se přes rok koná velký počet kulturních akcí, z nichž největší bývá letní Kopečková pouť s festivalem. Dále se ve městě nachází Muzeum řemesel, zámecký park a také Tvrz Orlice – historický objekt, v jehož areálu se nachází Hotel Tvrz Orlice, kterým se tato práce zabývá. Město Letohrad je východiskem jak pro letní, tak pro zimní turistiku, v dojezdové blízkosti do půl hodiny se nachází také několik zimních lyžařských středisek. V letních měsících je často navštěvovaným místem přehrada Pastviny, kde je povoleno koupání. Tyto lákadla města a jeho okolí vedou k vysoké obsazenosti Hotelu Tvrz Orlice, který je často zvolený turisty jako nejvhodnější místo k ubytování, vzhledem k pohodlí a dopravní dostupnosti (ČSÚ ©2023).

Obrázek 20: Administrativní mapa okresu Ústí nad Orlicí (ČSÚ ©2023).

ADMINISTRATIVNÍ ROZDĚLENÍ OKRESU ÚSTÍ NAD ORLICÍ - STAV K 1.1.2016



Obrázek 21: Obecně-geografická mapa okresu ústí nad Orlicí (ČSÚ ©2023).



8.2. Popis objektu

Hotel Tvrz Orlice se nachází v Orlici, na okraji města Letohrad, v podhůří Orlických hor. Je situován v tiché oblasti na okraji lesa, poblíž rybníka a turistických cyklostezek. Disponuje pro své hosty širokou nabídkou služeb, od historických expozic, wellness a relaxu uprostřed Orlické přírody. Součástí budovy hotelu je také výstava expozic se středověkým sklepením, interiéry a knihtiskařskou dílnou. Dále je v přílehlé blízkosti také Orlický rybník, kde je možné rekreačně rybařit a řeka Tichá Orlice, kterou turisté vyhledávají jako cíl. Tento hotel patří do kategorie čtyřhvězdičkových, má celkem 5 podlaží a kapacitu 52 lůžek s možností rozšíření kapacity přístýlkami na celkový počet 71 lůžek (*Tvrz Orlice* ©2023).

Pokoje pro hosty se nacházejí na 4 podlažích. V prvním patře jsou 4 pokoje, ve druhém 7, ve třetím patře je 12 pokojů a na jeden pokoj je ve čtvrtém patře. V každém pokoji je vana, toaleta, bidet a umyvadlo. Hotel celkově působí moderním ale zároveň útulným dojmem.

Obrázek 22: Interiér pokoje v Hotelu Tvrz Orlice (Tvrz Orlice ©2023).



Obrázek 23: Interiér pokoje v Hotelu Tvrz Orlice (Tvrz Orlice ©2023).



V letech 2011–2012 proběhla revitalizace areálu středověké tvrze za podpory dotačního programu Ministerstva pro místní rozvoj. Celková částka vynaložená na tento projekt byla přes 110 mil. korun.

Obrázek 24: Hotel Tvrz Orlice.



Obrázek 25: Tvrz Orlice (pohled z vnějšku).



Obrázek 26: Orlický rybník pod hotelem.



Obrázek 27: Areál hotelu.



8.3. Bilance šedých vod v objektu

Abychom dosáhli co nejefektivnějšího využití šedé vody musí se její produkce rovnat spotřebě provozní vody. V našem případě bude provozní voda využita na splachování toalet a přebytečná šedá voda bude využita k závlaze areálu.

Spotřeba vody v jednotlivých měsících

Údaje o spotřebě vody jsou hodnocené ve dvanácti po sobě jdoucích měsících (únor 2023–leden 2024). Údaje byly poskytnuty přímo vedením hotelu Tvrz Orlice a není nutné je tedy dále počítat, můžeme s nimi takto dále v práci uvažovat. Časové období bylo zvoleno z důvodu relevantní a stále obsazenosti, dále hodnoty nejsou zkresleny nebo ovlivněny žádnými rekonstrukcemi, ani jinými pracemi, které by mohli ovlivnit chod hotelu. Celková spotřeba vody v hotelu je zanesena do následující tabulky č. 4.

Tabulka 4: Celková spotřeba vody v hotelu (únor 2023–leden 2024).

Měsíc	Celková spotřeba vody v hotelu Tvrz Orlice (m ³)
II.23	112
III.23	83
IV.23	126
V.23	203
VI.23	198
VII.23	231
VIII.23	256
IX.23	164
X.23	167
XI.23	186
XII.23	87
I.24	157
Celkem	1970

Tabulka 5: Přibližná obsazenost hotelu.

Měsíc	Přibližná obsazenost hotelu Tvrz Orlice (%)	Přibližná obsazenost hotelu Tvrz Orlice (os.)
II.23	35,4	25
III.23	27,2	19
IV.23	41,7	34
V.23	54,4	39
VI.23	60,4	43
VII.23	58,2	41
VIII.23	68,9	49
IX.23	56,7	40
X.23	41,7	30
XI.23	41,2	29
XII.23	34,9	25
I.24	72,1	51
Průměr	49,4	35,4

Z tabulky č. 5 lze vyčíst, že nejvyšší obsazenost hotelu byla během léta a poté během ledna, kdy zde byl ubytovaný velký zájezd. Průměrná obsazenost hotelu je přibližně 49 %, obsazeno tedy bývá asi 35 lůžek z celkového počtu 71 lůžek. Z celkového počtu ubytovaných osob během jednotlivých měsíců lze podle postupu uvedeného v normě ČSN 75 6780 spočítat produkci šedých vod v hotelu.

Výpočet produkce šedých vod byl dříve prováděn s tzv. měrnou jednotkou, za kterou se v hotelu považovalo 1 lůžko. Pro jedno lůžko byla určena produkce šedé vody na 90 l/den.

Norma ČSN EN 16941-2 uvádí v bodu 6.2.4 podrobnou metodu pro výpočet produkce šedých vod, která se doporučuje užívat pro výpočty související s hotely nebo pro administrativní budovy. Jednotlivé hodnoty členů podrobného vzorce jsou uvedeny v normě ČSN 75 6780.

V bodě 6.4.2.2 normy ČSN EN 16941-2 je uveden vzorec pro výpočet produkce šedé vody, Y_G , v litrech za den (l/den):

$$Y_G = n * (Q_S * t_S * u_S + Q_{HWB} * t_{HWB} * u_{HWB} + V_{WM} * u_{WM} + V_{DV} * u_{DV})$$

- Y_G = produkce šedé vody v litrech za den (l/den);
- n = počet osob;
- Q_S = průtok vody od sprchy v litrech za minutu (l/min.) – 7 l/min.
- t_S = doba používání sprchy v minutách (min.) – 5,6 min.
- u_S = počet využití sprchy na osobu a den (1/(os.*den)) – 1
- Q_{HWB} = průtok vody od umyvadla v litrech za minutu (l/min.) – 5 l/min.
- t_{HWB} = doba používání umyvadla v minutách (min.) – 0,6 min.
- u_{HWB} = počet využití umyvadla na osobu a den (1/(os.*den)) – 7
- V_{WM} = objem vody na jeden cyklus praní v pračce v litrech (l) – 30 l
- u_{WM} = počet cyklů praní v pračce na osobu a den (1/(os.*den)) – 1
- V_{DV} = objem vody na jeden cyklus mytí nádobí v myčce v litrech (l) – 15
- u_{DV} = počet cyklů mytí nádobí v myčce na osobu a den (1/(os.*den)) – 2

Produkce šedé vody byla vypočítána z údajů normy ČSN 75 6780. Pro účel našeho výpočtu byla určena hodnota pracích cyklů jako jeden cyklus na osobu na den, což je dle informací zaměstnanců nejvíce relevantní a počet mycích cyklů myčky nádobí na osobu a den, ty jsou celkem dva, z důvodu společných snídaní a večeří, které hotel nabízí. Po dosazení do vzorce vyšla celková produkce šedých vod na osobu a den **114,6 litrů**.

Tabulka 6: Produkce šedých vod v hotelu dle ČSN 75 6780.

Měsíc	Přibližná obsazenost hotelu Tvrz Orlice (os.)	Produkce šedé vody dle normy ČSN 75 6780 (l/měs.)
II.23	25	80220
III.23	19	67499,4
IV.23	34	116892
V.23	39	138551,4
VI.23	43	147834
VII.23	41	145656,6
VIII.23	49	174077,4
IX.23	40	137520
X.23	30	106578
XI.23	29	99702
XII.23	25	88815
I.24	51	181182,6
Průměr	35,4	123710,7

Z tabulky č. 6 je možné vyčíst, že nejvyšší produkce šedých vod je z důvodu nejvyšších obsazeností hotelu v květnu, červenci, srpnu, a hlavně v lednu 2024. V lednu 2024 byla celková produkce téměř 181,2 m³. Průměrná měsíční produkce je 123,7 m³. V tabulce č. 7 lze vidět denní produkci šedých vod.

Tabulka 7: Celková denní produkce šedých vod

Měsíc	Přibližná obsazenost hotelu Tvrz Orlice (os.)	Produkce šedé vody dle normy ČSN 75 6780 (l/měs.)	Denní produkce šedé vody (l/den)
II.23	25	80220	2865
III.23	19	67499,4	2177,4
IV.23	34	116892	3896,4
V.23	39	138551,4	4469,4
VI.23	43	147834	4827,8
VII.23	41	145656,6	4698,6
VIII.23	49	174077,4	5615,4
IX.23	40	137520	4584
X.23	30	106578	3438
XI.23	29	99702	3323,4
XII.23	25	88815	2865
I.24	51	181182,6	5844,6
Průměr	35,4	123710,7	4050,4

Potřeba provozní vody na splachování toalet

Upravená šedá voda bude využita jako provozní voda ke splachování toalet v hotelu. Tím dojde k velkým finančním úsporám a také k úspoře pitné vody.

Vyčištěná šedá voda by mohla být využita také k uklízení hotelových prostor, nebo závlaze areálu. Kvůli hygienickým důvodům bude ale využita pouze ke splachování. K závlaze bude využita zachycená dešťová voda ze střechy hotelu.

Celkový počet toalet v hotelu je 30. Každý pokoj má svou toaletu (24) a dalších 6 toalet je na chodbách. Pro výpočet potřebné vody ke splachování jsou použity údaje z normy ČSN 75 6780.

Údaje o průměrném použití zařizovacích předmětů jsou uvedeny v Příloze A, Tabulce A.1 normy ČSN 75 6780. Pro hotelové zařízení je průměrný počet použití toalety pro muže i ženy celkem 7x denně.

Tabulka 8: Počty použití zařizovacích předmětů jednou osobou během (ČSN 75 6780).

Zařizovací předmety	Osoby v budovách
	Ubytování v hotelech
	Počty použití jednou osobou během dne
Záchodová mísa pro muže (pokud nejsou instalovány pisoáry)	7
Záchodová mísa pro ženy	7

Norma ČSN 75 6780 také obsahuje informace o objemech vody použité ke splachování. Pro účel této práce byly použity objemy z tabulky A.4, které jsou uvedeny jako nejčastěji používané. Jde o standartní toalety.

Tabulka 9: Objem vody pro jedno spláchnutí záchodové mísy (ČSN 75 6780).

Zařizovací předmět	Objemy vody pro jedno spláchnutí	
	Velké spláchnutí (l)	Malé spláchnutí (l)
Záchodová mísa	6	3

Tabulka 10: Potřebná voda pro splachování toalet.

Měsíc	Přibližná obsazenost hotelu Tvrz Orlice (os.)	Množství vody na splachování WC (l/měs.)
II.23	25	19 600
III.23	19	16 492
IV.23	34	28 560
V.23	39	33 852
VI.23	43	36 120
VII.23	41	35 588
VIII.23	49	42 532
IX.23	40	33 600
X.23	30	26 040
XI.23	29	24 360
XII.23	25	21 700
I.24	51	44 268
Celkem	425	362 712

Při výpočtech potřeby šedé vody na splachování vycházíme z průměrného počtu použití zařízení (7x), průměrného objemu vody pro jedno spláchnutí zařízení (4 l) a počtu osob ubytovaných v hotelu. Z tabulky č. 10 jde vidět, že celkový objem pitné vody, který se využije na spláchnutí toalet je 362 712 l, tedy **362,712 m³/rok**. Za tento objem vody ročně hotel zaplatí **37 758, 32 Kč**.

Pro výpočet bilance šedých vod je použitý upravený vzorec, ve kterém není započítána produkce vod z myčky a pračky, z toho důvodu, že s těmito objemy nepočítáme při realizaci projektu. Do čističky bude vedena pouze šedá voda z koupelen.

$$Y_G = n * (Q_S * t_S * u_S + Q_{HWB} * t_{HWB} * u_{HWB})$$

- Y_G = produkce šedé vody v litrech za den (l/den);
- n = počet osob;
- Q_S = průtok vody od sprchy v litrech za minutu (l/min.) – 7 l/min.
- t_S = doba používání sprchy v minutách (min.) – 5,6 min.
- u_S = počet využití sprchy na osobu a den (1/(os.*den)) – 1
- Q_{HWB} = průtok vody od umyvadla v litrech za minutu (l/min.) – 5 l/min.
- t_{HWB} = doba používání umyvadla v minutách (min.) – 0,6 min.
- u_{HWB} = počet využití umyvadla na osobu a den (1/(os.*den)) – 7

Celkový objem vyprodukované šedé vody, která bude vedena do čističky šedých vod je **60,2 litrů/osoba/den**. Tento výpočet je proveden pro vyšší relevantnost návrhu, jelikož myčka, ani pračka do systému nevstupuje. Celkovou měsíční produkci šedých vod z koupelen zobrazuje tabulka č. 11. V tabulce č. 12 je zanesena denní produkce, na kterou se dále navrhuje denní průtok čističky šedých vod.

Tabulka 11: Výpočet měsíční produkce šedých vod v hotelu vstupující do systému.

Měsíc	Přibližná obsazenost hotelu Tvrz Orlice (os.)	Produkce šedé vody dle normy ČSN 75 6780 (l/měs.)
II.23	25	42140
III.23	19	35457,8
IV.23	34	61404
V.23	39	72781,8
VI.23	43	77658
VII.23	41	76517,3
VIII.23	49	91443,8
IX.23	40	72240
X.23	30	55986
XI.23	29	52374
XII.23	25	46655
I.24	51	95170
Průměr	35,4	64985,6

Tabulka 12: Výpočet denní produkce šedých vod vstupujících do systému.

Měsíc	Přibližná obsazenost hotelu Tvrz Orlice (os.)	Produkce šedé vody dle normy ČSN 75 6780 (l/měs.)	Denní produkce šedé vody (l/den)
II.23	25	42140	1505
III.23	19	35457,8	1143,8
IV.23	34	61404	2046,8
V.23	39	72781,8	2347,8
VI.23	43	77658	2588,6
VII.23	41	76517,3	2468,3
VIII.23	49	91443,8	2949,8
IX.23	40	72240	2408
X.23	30	55986	1806
XI.23	29	52374	1745,8
XII.23	25	46655	1505
I.24	51	95170	3070
Průměr	35,4	64985,6	2132,1

Tabulka 13: Výpočet bilance produkce šedých vody a potřeby provozní vody ke splachování.

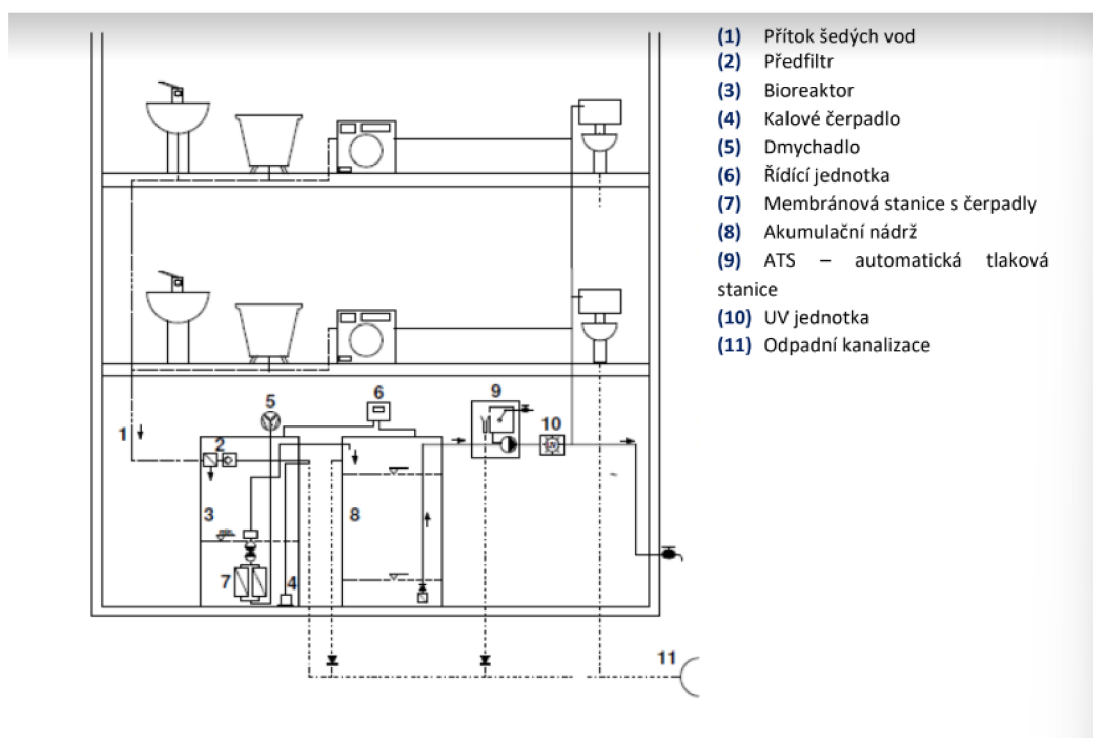
Měsíc	Produkce šedé vody dle normy ČSN 75 6780 (l/měs.)	Množství vody na splachování WC (l/měs.)	Přebytečná šedá voda (l/měs.)
II.23	42140	19 600	22 540
III.23	35457,8	16 492	18 966
IV.23	61404	28 560	32 844
V.23	72781,8	33 852	38 930
VI.23	77658	36 120	41 538
VII.23	76517,3	35 588	40 929
VIII.23	91443,8	42 532	48 912
IX.23	72240	33 600	38 640
X.23	55986	26 040	29 946
XI.23	52374	24 360	28 014
XII.23	46655	21 700	24 955
I.24	95170	44 268	50 902

Z důvodu přebytku šedých vod, který jsem vyčíst z tabulky č. 13, bude dále využito toto množství vody k závlaze areálu, aby nedocházelo k odvádění této vody do jednotné kanalizace a voda byla maximálně zužitkována.

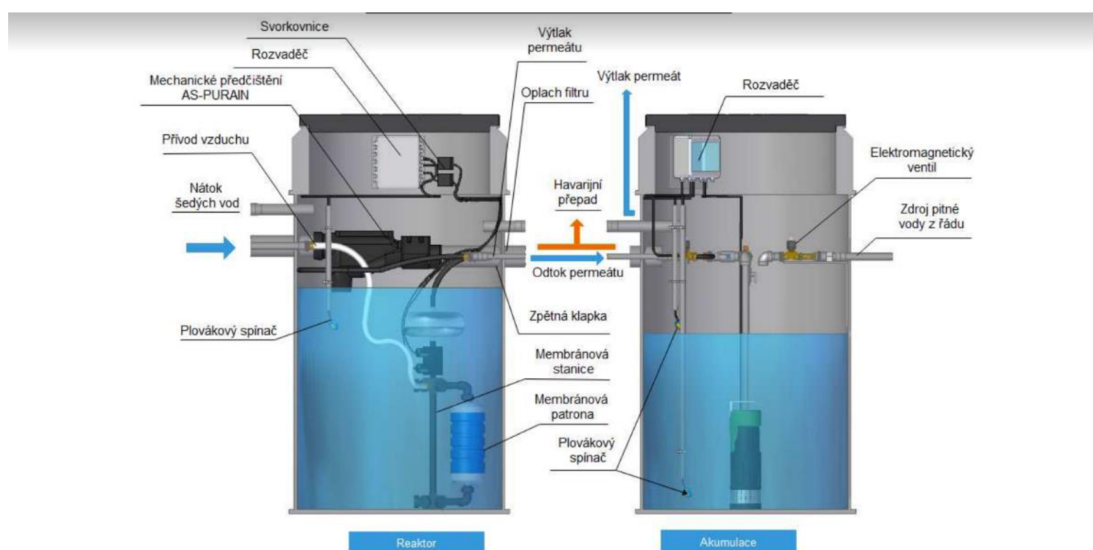
8.4. Návrh zařízení pro čištění šedých vody

Pro účel čištění šedých vod vyprodukovaných v hotelu Tvrz Orlice byla zvolena technologie AS-AQUALOOP (obrázky č. 28 a 29) od firmy ASIO, spol. s.r.o. Tato technologie čistí odpadní šedé vody ze sprch, van a koupelňových umyvadel. Vyčištěná voda pak může být využívána k provozním účelům hotelu, v našem případě splachování WC. Technologie AQUALOOP je navrhována v mnoha variantách podle individuální produkce a potřeby vody v objektu. Projekční podklady a informace o technologii a jejím fungování byly poskytnuty od zaměstnanců firmy ASIO, spol. s.r.o.

Obrázek 28: Schéma technologie AS-AQUALOOP (ASIO ©2021).



Obrázek 29: Technologie AQUALOOP (ASIO ©2021).



Popis technologie:

Technologie AS-AQUALOOP se skládá z několika komponentů, viz obrázek č. 29, které zajišťují předčištění odpadní vody, biologické čištění, anebo samotnou filtraci.

Šedé vody z koupelen (vany, sprchy, umyvadla) jsou mechanicky předčištěny na filtru a poté přitékají do nádrže bioreaktoru. Pokud je bioreaktor naplněn, odtéká

přebytečná voda přepadem do kanalizace. V případě, že je voda v reaktoru na maximální úrovni, přepadá přebytečná voda do přepadu přes zabudovaný skimmer, který filtruje a separuje plovoucí pěny/tuky/oleje z hladiny. Pro pravidelné odtahování kalu ze systému do kanalizace je využíváno kalové čerpadlo. Dle místa technologie můžeme zvolit podzemní i nadzemní verzi (ASIO ©2021).

Mechanické předčištění:

Přitékající šedá voda je mechanicky předčištěna přes zařízení AS-PURAIN, které je na obrázku č. 30. Hrubé nečistoty se zachycují na vyjímatelném síťovém filtru. Zařízení má integrovaný zpětný ventil, který zabraňuje zpětnému toku vody a vniknutí malých zvířat z kanalizace do nádrže. Při každém větším zatížení jsou automaticky odtahovány sedimenty ze dna nádrže přes sací ventil. Větší částice než 1 mm jsou zachycovány v jednom z filtračních košů, které jsou vyjímatelné shora. Výhodou je také možnost připojení čerpadla kalu, které v nastavených intervalech odtahuje přebytečný kal a vede ho přímo do kanalizace.

Pokud dojde k naplnění nádrže na maximální kapacitu, voda bude odtékat přes zabudovaný skimmer. Ten zároveň odvádí plovoucí nečistoty a tím zvyšuje kvalitu vody v nádrži (ASIO ©2021).

Obrázek 30: Zařízení pro mechanické předčištění AS-PURAIN (ASIO ©2021).



Biologické čištění:

Po hrubé filtraci natéká šedá voda do membránového reaktoru (obrázek č. 31). Biologický proces čištění probíhá v aerobním prostředí reaktoru pomocí bakterií. Bakterie se začnou usazovat na nosiči biomasy po několika týdnech provozu. Nosič biomasy má specificky velký povrch podle velikosti zařízení a jeho kapacity. Z dmyhadla prochází vzduch přes membránovou jednotku a optimálně zásobuje bakterie kyslíkem. Postupem času vzniká nárůstem počtu bakterií takzvaný aktivovaný kal. Tato technologie je využívána již řadu let v malých čistírnách odpadních vod. Aktivovaný kal po několika desítkách dní odumírá a vzniká z něj přebytečný kal. Ten je v pravidelných intervalech odčerpáván automatickým odtahem přes mechanické předčištění. Tato funkce zajistí, že je v nádrži udrženo stále stejné množství kalu (ASIO ©2021).

Membránová filtrace:

Vyčištěná voda je mechanicky filtrována přes membránové patrony umístěné na membránové stanici, viz. obrázek č. 31. Na membránové stanici může být umístěno maximálně 6 membránových patron. Stanice je umístěna vertikálně v nádrži biologickém reaktoru a je k ní připojena hadice na odtah vyčištěné provozní vody (permeátu). Stanice je osazena závažím, aby zůstala stabilní i během provzdušňování. Patrony jsou umístěny symetricky, což zaručuje rovnoměrný odtah čerpadlem do nádrže vyčištěné provozní vody. Membrány jsou pravidelně čištěny proplachovou vodou, která je umístěna v nádrži nad čerpadlem. Dále je také zajištěno rovnoměrné čištění membrán vzduchem pomocí dmyhadla umístěného vně nádrže. Tím se docílí také dodání kyslíku pro bakterie a jejich biologické procesy. Spotřeba elektrické energie se pohybuje okolo 2,5 kWh/m³.

Pro membránovou patronu jsou využita speciální organická vlákna patentově chráněné technologie C-MEM. Princip je filtrace přes dutá porézní vlákna s mikropóry. Vlákná mají vnější průměr menší než 1 mm. Jde o stovky vláken, které jsou svázané dohromady a tvoří dostatečnou plochu, čímž zajistí dostatečný průtok. Patrona je připojená na odvod permeátu a na přívod tlakového vzduchu, který čistí membrány (ASIO ©2021).

Obrázek 31: Zařízení membránové filtrace a membránová patrona C-MEM (ASIO ©2021)



8.5. Bilance dešťových vod v objektu

Dešťové vody z areálu v jsou sváděny do jednotlivé kanalizace D400 ve dvoře areálu hotelu. Odvádění srážkových vod jednotnou kanalizací z ploch nemovitosti je zakotveno v § 19 zákona č. 274/2001 Sb. v platném znění (o vodovodech a kanalizacích) a je samozřejmě zpoplatněno. Pokud není možné množství odváděných srážkových vod do jednotné kanalizace změřit, zjistíme toto množství pomocí výpočtu prováděcího předpisu. Prováděcím předpisem je vyhláška č. 428/2001 Sb, (Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

„Není-li množství srážkových vod odváděných do jednotné kanalizace přímo přípojkou nebo přes uliční vpust měřeno, vypočte se toto množství způsobem, který stanoví prováděcí právní předpis. Výpočet množství srážkových vod odváděných do jednotné kanalizace musí být uveden ve smlouvě o odvádění odpadních vod.“ (Zákon č. 274/2001 Sb.)

Způsob výpočtu množství srážkových vod odtékajících do jednotné kanalizace

Výpočet je uveden v § 31 prováděcí vyhlášky č. 428/2001 Sb. Množství odváděných srážkových vod bez měření se vypočte podle vzorce uvedeného v příloze č. 16 vyhlášky na základě dlouhodobého srážkového normálu v oblasti, ze které jsou srážkové vody odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu a podle druhu a velikosti ploch nemovitostí a příslušných odtokových součinitelů uvedených v příloze č. 16. Pro účely vyhlášky se pro období od 1.1.2022 používá dlouhodobý srážkový normál z období 1991-2020 viz. tabulka č. 14.

Tabulka 14: Dlouhodobý srážkový normál 1991-2021 (ČHMÚ ©2023)

Měsíc:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XI.
(mm)	48	39	49	38	72	79	95	77	62	48	46	49

Odtokový součinitel nám určuje propustnost srážkových vod povrchem, na který dopadnou. Čím vyšší odtokový součinitel je, tím horší je propustnost povrchu a voda tedy z povrchu pouze odtéká a nevsakuje se. Různé typy povrchů mají různé odtokové součinitele. Můžeme tedy říct, že každý povrch má odtokových součinitel jiný. Pro účely této práce byly použity odtokové součinitele z vyhlášky č. 428/2001 Sb.

Odtokové součinitele jsou vyhláškou č. 428/2001 Sb. rozdělené podle druhu plochy na 6 typů:

- Plocha A – těžce propustné zpevněné plochy, zastavěné plochy například střechy s nepropustnou horní vrstvou, asfaltové a betonové plochy, dlažby se záložkou spár, zámkové dlažby:
v případě možnosti odtoku do kanalizace odtokový součinitel: 0,9.

- Plocha B – půdorysná plocha vegetační střechy s mocností souvrství od 5 cm do 10 cm, umožňující částečné zadržování srážkových vod:
v případě možnosti odtoku do kanalizace odtokový součinitel: 0,6.
- Plocha C – propustné zpevněné plochy, například upravené zpevněné šterkové plochy, dlažby se širšími spárami vyplněnými materiálem umožňujícím zasakování:
v případě možnosti odtoku do kanalizace odtokový součinitel: 0,4.
- Plocha D – půdorysná plocha vegetační střechy s mocností souvrství od 11 do 30 cm, umožňující částečné zadržování srážkových vod:
v případě možnosti odtoku do kanalizace odtokový součinitel: 0,3.
- Plocha E – půdorysná plocha vegetační střechy s mocností souvrství od 31 cm umožňující částečné zadržování srážkových vod:
v případě možnosti odtoku do kanalizace odtokový součinitel: 0,1.
- Plocha F – plochy kryté vegetací, zatravněné plochy, například sady, hřiště, zahrady, komunikace ze zatravněvaných a vsakovacích tvárníc:
v případě možnosti odtoku do kanalizace odtokový součinitel: 0,05.
(Vyhláška č. 428/2001 Sb.)

V areálu hotelu Tvrz Orlice se nacházejí tři rozdílné typy ploch. V areálu se nacházejí těžce propustné zpevněné plochy (střechy), propustné zpevněné plochy (šterkové plochy před hotelem) a plochy kryté vegetací (travní porost, stromy). Podle rozdělení dle přílohy č. 16 vyhlášky se jedná o plochy typu A, C, F.

Tabulka 15: Typy ploch v areálu hotelu Tvrz Orlice (Vyhláška č. 428/2001 Sb.).

Typ plochy	Charakteristika
Plocha A	Těžce propustné zpevněné plochy, zastavěné plochy například střechy s nepropustnou horní vrstvou, asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár, zámkové dlažby
Plocha C	Propustné zpevněné plochy, například upravené zpevněné šterkové plochy, dlažby se širšími spárami vyplněnými materiálem umožňujícím zasakování
Plocha F	Plochy kryté vegetací, zatravněné plochy, například sady, hřiště, zahrady, komunikace ze zatravněvaných a vsakovacích tvárníc

Tabulka 16: Odtokové součinitele (Vyhláška č. 428/2001 Sb.).

Typ plochy	Odtokový součinitel
Plocha A	0,9
Plocha C	0,4
Plocha F	0,05

Pro výpočet odvedeného množství dešťové vody do jednotné kanalizace je nutné spočítat redukovanou plochu areálu vynásobením skutečné plochy a odtokového součinitele z tabulky č. 16. V tabulce č. 17 je uveden výpočet redukované plochy, z které je dále počítán odtok.

Tabulka 17: Výpočet redukované plochy v areálu hotelu.

Typ plochy	Odtokový součinitel	Plocha (m ²)	Redukovaná plocha (m ²)
Plocha A	0,9	839	755
Plocha C	0,4	2740	1096
Plocha F	0,05	1365	67,8
Celkem		4944	1918,8

Obrázek 32: Plocha A (©ČÚZK <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/> upravil Tuček, 2024).



Plocha střechy, kterou řadíme do těžce propustných zastavěných ploch (plocha A), zabírá výměru **839,06 m²**.



Propustné zpevněné plochy (plocha C), jako příjezdová šterková cesta, parkoviště a dvůr před hotelem, zabírají plochu o výměře **2740, m²**.

Celková plocha travního porostu a stromů (plocha F) vznikla součtem dílčích ploch zelených povrchů v areálu hotelu. Jejich měření bylo provedeno přes Geoportál ČÚZK. Celková plocha travního porostu a stromů a okrasných květináčů byla vyměřena na **1365 m²**.

Objem srážek spadlých na redukovanou plochu byl vypočítán pomocí dlouhodobého srážkového normálu pro tuto oblast z ČHMÚ a jednotlivých ploch, jak ukazuje tabulka č. 18. Dlouhodobý srážkový normál (1991-2020) je pro Pardubický kraj 701 mm/m². Rozloha jednotlivých ploch byla spočítána a měřena přes Geoportál ČÚZK.

Tabulka 18: Objem srážek odvedených do jednotné kanalizace.

Typ plochy	Odtokový součinitel	Redukovaná plocha (m ²)	Objem srážek spadlých na redukovanou plochu (m ³ /rok)
Plocha A	0,9	755	529,3
Plocha C	0,4	1096	769,3
Plocha F	0,05	67,8	47,5
Celkem		1918,8	1346,1

Výpočty bylo zjištěno, jaké množství je ročně odvedeno do jednotné kanalizace. Jedná se celkem o 1346,1 m³/rok. Pro zjištění přesné částky za odvod dešťových vod a celkovou kalkulaci byly využity data z webových stránek dodavatele vody, společnosti Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí (www.vak.cz/ceniky). Cena stočného byla od 1.1.2023 52,91 Kč. Celková částka za odvedenou dešťovou vodu je tedy **71 222 Kč**.

Dešťová voda pro zavlažování v areálu hotelu

Nyní je všechna dešťová voda odváděna do jednotné kanalizace. Dešťovou vodu, která dopadne na zpevněnou nepropustnou plochu, tedy střechu hotelu, je ale možné svádět a dále využít pro závlahu stromů a travnatých ploch a rostlin v areálu hotelu. Přebytková voda může být využita ke splachování toalet.

V areálu se nacházejí kromě travnatých ploch také stromy a velké okrasné květináče s rostlinami. Pro stromy a travnaté povrchy je v areálu rozveden systém závlahy. Květináče budou zalévány zaměstnanci hotelu.

Dešťová voda bude ze střechy svedena vnitřními dešťovými svody do akumulací nádrže, která bude vybavena bezpečnostním přelivem a přebytkovou vodu odvádět do kanalizace, nebo Orlického rybníku pod hotelem.

Travní porost, vysázené stromy a rostliny v květináčích tvoří podstatnou část celkové plochy areálu hotelu. Dešťová voda spadlá na střechu hotelu bude využívána zavlažování těchto ploch.

Celková vláhová potřeba v m³/ha je množství vody potřebné na evapotranspiraci, které zajišťuje předpokládaný růst zemědělské plodiny v daných klimatických podmínkách. Směrné hodnoty jsou uvedeny v normě ČSN 75 0434. Pro louky – tedy travní porost norma předpokládá ročně 4500 m³/ha (ČSN 75 0434).

Pro tuto práci bude využit způsob výpočtu vláhové potřeby Klattovou metodou upravenou Hemerkou. Tento způsob výpočtu využívá rozdíl ideálních a reálných srážek, jež jsou upraveny podle rozdílu skutečných teplot v daných měsících od teplotního normálu.

Potřeba vody na závlahu travních porostů je rozdělena dle jednotlivých měsíců. Nejvyšší závlahová potřeba je ve vegetačním období, které trvá od dubna do září.

Výpočet závlahové potřeby dle normy ČSN 75 0434

Pro určení doplňkového závlahového množství byl použit způsob Klattovou metodou upravenou Hemerkou s ideálními srážkami (IS) dle normy ČSN 75 0434. Do výpočtu byly dosazeny úhrny srážek z roku 2022. Jde o nejaktuálnější data ČHMÚ.

Tabulka 19: Teplotní normál a ideální srážky pro středně těžké půdy podle G. Hemerky v mm (ČSN 75 0434).

	Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Plodina	Teplotní normál °C	9	14	17	19	18	14	12
Trávník	Ideální srážky (mm)	55	70	85	95	85	55	

Tabulka 20: Rozdíl skutečných průměrných teplot od ideálních srážek.

Plodina	Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	Teplotní normál °C	9	14	17	19	18	14
Trávník	Skutečné průměrné teploty	9	13	17	18	18	13
	Rozdíl teplot (+,-)	0	-1	0	-1	0	-1

V tomto kroku výpočtu, v tabulce č. 20, byly skutečné průměrné teploty zaokrouhleny ne celé °C a vypočítán rozdíl. Tímto rozdílem dále upravujeme ideální srážky o +/- 5 mm.

Vztah úpravy ideálních srážek funguje: +/- 1 °C = +/- 5 mm srážek. Pokud je tedy teplota vyšší než normál o 1 °C zvětší se hodnota ideálních srážek o 5 mm. Pokud je teplota nižší, ideální srážky se zmenší (ČSN 75 0434).

Tabulka 21: Upravené ideální srážky podle rozdílu teplot.

Plodina	Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	Ideální srážky (mm)	55	70	85	95	85	55
Trávník	Oprava ideálních srážek (mm)	0	-5	0	-5	0	-5
	Upravené ideální srážky (mm)	55	65	85	90	85	50

V tabulce č. 21 lze vidět upravené ideální srážky podle normy ČSN 75 0434.

Tabulka 22: Výpočet potřeby závlahové vody.

Plodina	Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	Upravené ideální srážky (mm)	55	65	85	90	85	50
Trávník	Skutečné srážky (mm)	37	63	83	61	97	81
	Vláhová potřeba (mm)	18	2	2	29	-12	-31

Při nadbytku srážek ke konci měsíce nad hodnotu 30 mm pro střední půdy se převádí do dalšího měsíce přebytek v max. hodnotě 30 mm. V našem případě přebytečné srážky převádět nebudeme. V měsících, kde je přebytek srážek budeme počítat s nulovou potřebou doplňkové závlahy.

Tabulka 23: Objem doplňkové vláhové potřeby.

Měsíční úhrn srážek (mm)	Objem srážek spadlých travnatou plochu (m ³)	Závlahová potřeba pro travnatou plochu (m ³)	Množství pro závlahu travnaté plochy (m ³)
37	50,505	75,075	-24,57
63	85,995	88,725	-2,73
83	113,295	116,025	-2,73
61	83,265	122,85	-39,585
97	132,405	116,025	16,38
81	110,565	68,25	42,315

Tabulka 24: Výpočet vláhové potřeby.

Plodina	Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Celkem
	Upravené ideální srážky (mm)	55	65	85	90	85	50	
Trávník	Skutečné srážky (mm)	37	63	83	61	97	81	422
	Vláhová potřeba (mm)	18	2	2	29	-12	-31	
	Vláhová potřeba (m ³)	24,57	2,73	2,73	39,585	0	0	69,615

Z tabulek č. 23 a 24 je znatelné, že objem spadlých srážek na travnaté plochy není dostatečný a nenaplňuje vláhovou potřebu. Pouze v srpnu a září byly srážky vyšší než závlahová potřeba. V ostatních měsících je potřeba vodu pro zavlažování doplnit z akumulární nádrže. Celkový objem, který je potřeba dodat je **69,615 m³** ročně. Nejvyšší množství je potřeba dodat během dubna a července.

Tabulka 25: Objem srážek spadlých na střechu budovy.

Celková plocha střechy budovy = 839 m ²		
Měsíc	Měsíční úhrn srážek (mm)	Objem srážek spadlých na střechu budovy (m ³)
I.	42	35,2
II.	41	34,4
III.	19	15,9
IV.	37	31
V.	63	52,9
VI.	83	69,6
VII.	61	51,2
VIII.	97	81,4
IX.	81	68
X.	24	20,1
XI.	26	21,8
XII.	49	41,1
Celkem	623	522,6

Tabulka 26: Dešťová voda ze střechy budovy pro závlahu areálu.

Měsíc	Objem srážek spadlých na střechu budovy (m ³)	Množství potřebné pro závlahu travnaté plochy (m ³)	Přebytek dešťové vody (m ³)
IV.	31	24,57	6,43
V.	52,9	2,73	50,17
VI.	69,6	2,73	66,87
VII.	51,2	39,585	11,615
VIII.	81,4	0	81,4
IX.	68	0	68

8.6. Návrh zařízení pro dešťovou vodu

Pro hospodaření a využívání dešťové vody v hotelu bylo vybrána akumulční nádrž AS-REWA (obrázek č. 34) od firmy ASIO spol. s.r.o. Dešťová voda ze střechy je svedena okapovým potrubím na filtr hrubých nečistot, který chrání akumulční nádrž a čerpadlo. Akumulační nádrž, jenž je srdcem celého systému, může být umístěna ve sklepních nebo venkovních prostorech jako nadzemní anebo vně domu pod zemským povrchem jako podzemní verze nádrže. Na obrázku č. 36 je znázorněno schéma zapojení nádrže AS-REWA.

Obrázek 34: Plastová nádrž na srážkovou vodu AS-REWA (ASIO ©2021).



Popis technologie:

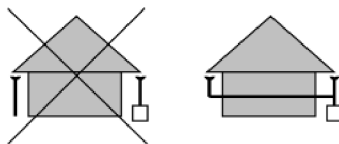
Střecha

Na střeše dochází k zachycení srážkové vody. Důležitá je vhodnost střešní krytiny. Některé typy střech mohou znečišťovat srážkovou vodu, nebo není možné vzhledem k retenci a odparu odvádět potřebné množství. Střecha hotelu je šikmá a je z pozinkovaného plechu, který je vhodný k odvádění (ASIO ©2021).

Okap a okapové potrubí

Okap a okapové potrubí svádí srážkovou vodu zachycenou na střeše. Můžeme použít běžně užívané prvky. Musí se ale respektovat zásada zaústění spodního konce potrubí do filtru mechanických nečistot. Dále je vhodné do filtru zaústit okapové potrubí z obou stran střechy, aby byla využita její celá plocha, viz. obrázek č. 35.

Obrázek 35: Schéma okapových svodů (ASIO ©2020).



Filtr mechanických nečistot

Srážkovou vodu ze střechy je nutné zbavit mechanických nečistot jako je listí, části větví, ptačí trus atd. Mechanické nečistoty nesmí poškozovat čerpadla, armatury či koncové spotřebiče, proto je nutné ji před přivedením do akumulární nádrže přefiltrovat. Voda v akumulární nádrži musí mít v sobě co nejméně organických látek, aby nemusela být často čistěna. Nádrž AS-REWA má v sobě zabudovaný filtr AS-PURAIN (stejný jako u zařízení na šedé vody). Filtr musí mít samočisticí funkci a musí umožnit odvod přebytečné vody při zanesení, nebo zvýšení průtoku.

Akumulární nádrž

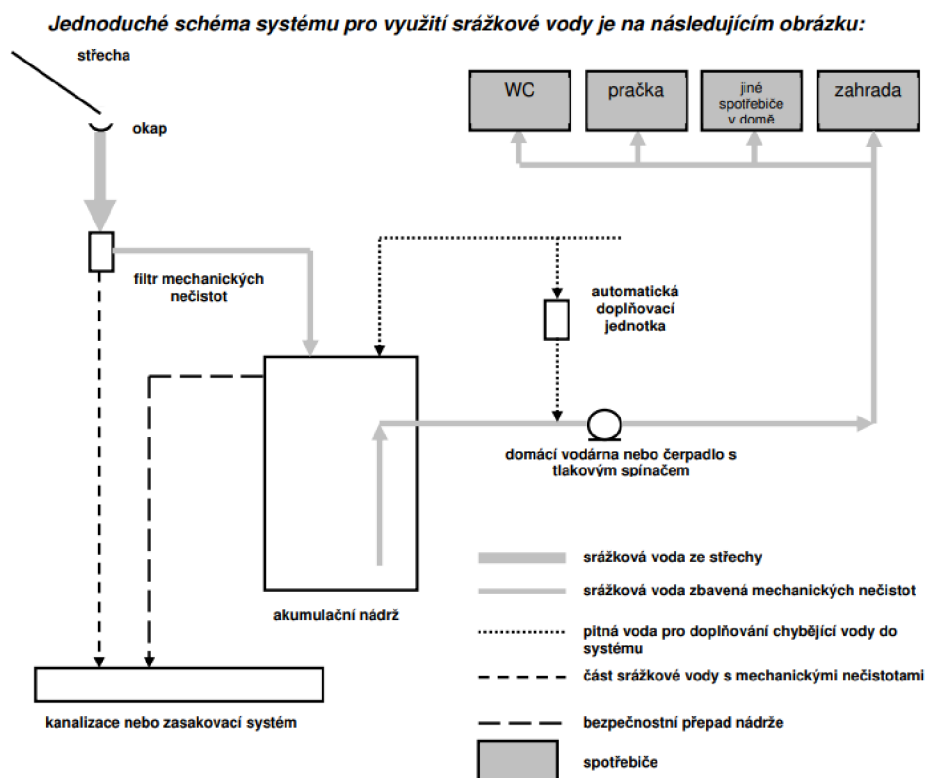
Akumulární nádrž je hlavní částí celého systému. Nadzemní verze jsou umístěny ve sklepních prostorách objektů, nebo mohou být vně objektu po úrovni terénu jako podzemní verze. Nádrž musí mít odpovídající objem, nátok musí být uzpůsoben tak, aby nevířil mechanické nečistoty na dně nádrže. Objem nádrže musí být zvolen tak, aby vytvořil dostatečné zásoby vody v období mezi dešti, jenž je uvažována po dobu dvou až tří týdnů a také tak, aby nebyl zbytečně velký a docházelo k co nejčastější výměně vody. Teplota vody v nádrži by měla být menší než 16 °C, aby bylo omezeno množení bakterií. Vhodná teplota se dá zajistit, izolací, vhodnými nevytápěnými prostory nebo umístěním nádrže pod zem.

Potrubí a čerpadlo

Potrubí odvádí srážkovou vodu zbavenou nečistot do akumulární nádrže, mechanické nečistoty s malým množstvím srážkových vod do kanalizace a srážkové vody z bezpečnostního přepadu do kanalizace (nebo zasakovacího systému, pokud je součástí zařízení) v případě překročení maximální hladiny. Použít se mohou běžně vyráběné odpadní trubky. Nádrž AS-REWA je opatřena nátokovým a odtokovým potrubím z polypropylenu.

Čerpadlo dopravuje srážkovou vodu z nádrže ke spotřebičům a zároveň udržuje tlak v rozvodu srážkové vody. Je možné využít běžně vyráběnou domácí vodárnu, nebo čerpadlo s talkovým spínačem. Musí být zajištěn dostatečný výkon čerpadla (běžně stačí výkon 60 l/min) a dostatečný tlak čerpadla podle výškového uspořádání budovy.

Obrázek 36: Schéma systému pro využití srážkových vod (ASIO ©2020).



8.7. Možnosti využití šedých a dešťových vod v objektu

Varianta 1 – využití šedých vod

V této variantě uvažujeme vybudování čističky šedých vod, které budou primárně po úpravě sloužit jako provozní voda ke splachování toalet a zbylá voda bude použita pro závlahu areálu. Šedé vody vzniká přebytek, je možné ji tedy dále využít, aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání.

Šedé vody vyprodukované v hotelu budou novými vnitřními svody vedeny do čističky umístěné v technické místnosti v suterénu. Odtud bude provozní voda po vyčištění rozvedena čerpadlem po objektu a bude sloužit ke splachování toalet. Nové rozvody budou kopírovat trasy stávajících rozvodů vody, které lze vidět v přílohách č. 7 až 10. Přebytková šedá voda bude v měsících s vláhovou potřebou využita k zavlažování areálu.

Tabulka 27: Výpočet přebytku šedé vody.

Měsíc	Produkce šedé vody dle normy ČSN 75 6780 (l/měs.)	Množství vody na splachování WC (l/měs.)	Přebytečná šedá voda (l/měs.)
II.23	42140	19 600	22 540
III.23	35457,8	16 492	18 966
IV.23	61404	28 560	32 844
V.23	72781,8	33 852	38 930
VI.23	77658	36 120	41 538
VII.23	76517,3	35 588	40 929
VIII.23	91443,8	42 532	48 912
IX.23	72240	33 600	38 640
X.23	55986	26 040	29 946
XI.23	52374	24 360	28 014
XII.23	46655	21 700	24 955
I.24	95170	44 268	50 902

Z tabulky č. 27 lze vyčíst, že vzniká velký přebytek šedé vody. Pokud bychom využili šedou vodu pouze ke splachování, tak dojde k odvádění velkých objemů do jednotné kanalizace. V návrhu varianty č. 1 využijeme přebytečnou vodu k zavlažování.

Tabulka 28: Výpočet bilance přebytku šedých vod a vláhové potřeby.

Měsíc	Přebytečná šedá voda (l/měs.)	Vláhová potřeba (l/měs.)	Přebytečná šedá voda po využití k závlaze (l/měs.)
II.23	22540	0	22 540
III.23	18965,8	0	18 966
IV.23	32844	24 570	8 274
V.23	38929,8	2 730	36 200
VI.23	41538	2 730	38 808
VII.23	40929,3	39 585	1 344
VIII.23	48911,8	0	48 912
IX.23	38640	0	38 640
X.23	29946	0	29 946
XI.23	28014	0	28 014
XII.23	24955	0	24 955
I.24	50902	0	50 902

Z tabulky č. 28 je možné vidět, že přebytek šedé vody produkované ubytovanými hosty hotelu celkově pokryje vláhovou potřebu. Snížíme tím spotřebu pitné vody, kterou bychom využili k zavlažování zelených ploch v areálu.

Varianta 2 – využití dešťových vod

Ve variantě číslo dva využijeme dešťovou vodu ze střechy budovy a použijeme ji ke splachování toalet a závlaze areálu. V této možnosti dojde k ušetření pitné vody k závlaze a splachování. Zároveň dojde k ušetření financí za odvádění dešťových vod ze střechy budovy do jednotné kanalizace.

Dešťová voda ze střechy budovy bude svedena novými svody a potrubím do akumulací nádrže umístěné pod úroveň terénu v areálu. Odtud bude voda čerpadlem rozváděna do jednotlivých toalet a dále do zavlažovacího systému.

Tabulka 29: Výpočet přebytku dešťové vody.

Měsíc	Objem srážek spadlých na střechu budovy (m ³)	Vláhová potřeba pro zelené plochy (m ³)	Zbývá dešťová voda po odečtení vláhové potřeby (m ³)
I.	35,2	0	35,2
II.	34,4	0	34,4
III.	15,9	0	15,9
IV.	31	24,57	6,43
V.	52,9	2,73	50,17
VI.	69,6	2,73	66,87
VII.	51,2	39,585	11,615
VIII.	81,4	0	81,4
IX.	68	0	68
X.	20,1	0	20,1
XI.	21,8	0	21,8
XII.	41,1	0	41,1
Celkem	522,6	69,615	452,985

Z výpočtu přebytku dešťové vody v tabulce č. 29 je patrné, že po odečtení vláhové potřeby během vegetačního období vzniká velké množství vody, které by bylo sváděno za poplatek do jednotné kanalizace. Ve variantě č. 2 bude přebytek využit ke splachování toalet v hotelu.

Tabulka 30: Výpočet bilance přebytku dešťové vody a potřeby provozní vody ke splachování.

Měsíc	Zbývá dešťová voda po odečtení vláhové potřeby (m ³)	Potřeba provozní vody pro splachování toalet (m ³)	Bilance dešťové a provozní vody (m ³)
I.	35,2	19,6	15,6
II.	34,4	16,492	17,908
III.	15,9	28,56	-12,66
IV.	6,43	33,852	-27,422
V.	50,17	36,12	14,05
VI.	66,87	35,588	31,282
VII.	11,615	42,532	-30,917
VIII.	81,4	33,6	47,8
IX.	68	26,04	41,96
X.	20,1	24,26	-4,16
XI.	21,8	21,7	0,1
XII.	41,1	44,268	-3,168
Celkem	452,985	362,612	90,373

Po odečtení potřeby provozní vody od přebytku dešťové vody vzniká nedostatek provozní vody celkem v pěti měsících. Během nedostatku by voda byla doplňována vodou pitnou. Celkové množství, jenž je nutné doplnit je **77,33 m³** za

rok. Takové množství vody vyjde na **4 075 Kč** ročně. Celkově však vzniká přebytek dešťové vody, který je odveden do jednotné kanalizace. Odvedeno je celkem **90,373 m³**, za což hotel zaplatí celkem **4 782 Kč** ročně.

8.8. Ekonomická rozvaha projektu a zhodnocení variant

Ekonomická rozvaha

Po výpočtu bilancí šedých a dešťových vod v hotelu byly stanoveny dvě možnosti využití upravené provozní vody, které pomohou ve snížení spotřeby vody pitné.

Byla možnost vybudovat také oddělené instalace pro samostatné využití šedých i dešťových vod, ale docházelo by k velikým ztrátám vody do kanalizace a zároveň k velikým investicím, které by se nevrátily.

Varianta č. 1 obsahuje vybudování nových rozvodů vody a pořízení čističky šedých vod, která bude umístěna v suterénních prostorech hotelu, které jsou pro to vhodné. Z čističky bude provozní voda rozvedena do jednotlivých toalet a do zavlažovacího systému. Dojde k ušetření pitné vody využívané ke splachování a závlaze, která bude nahrazena provozní vodou z čističky a také ušetření financí, které by hotel za tuto pitnou vodu zaplatil.

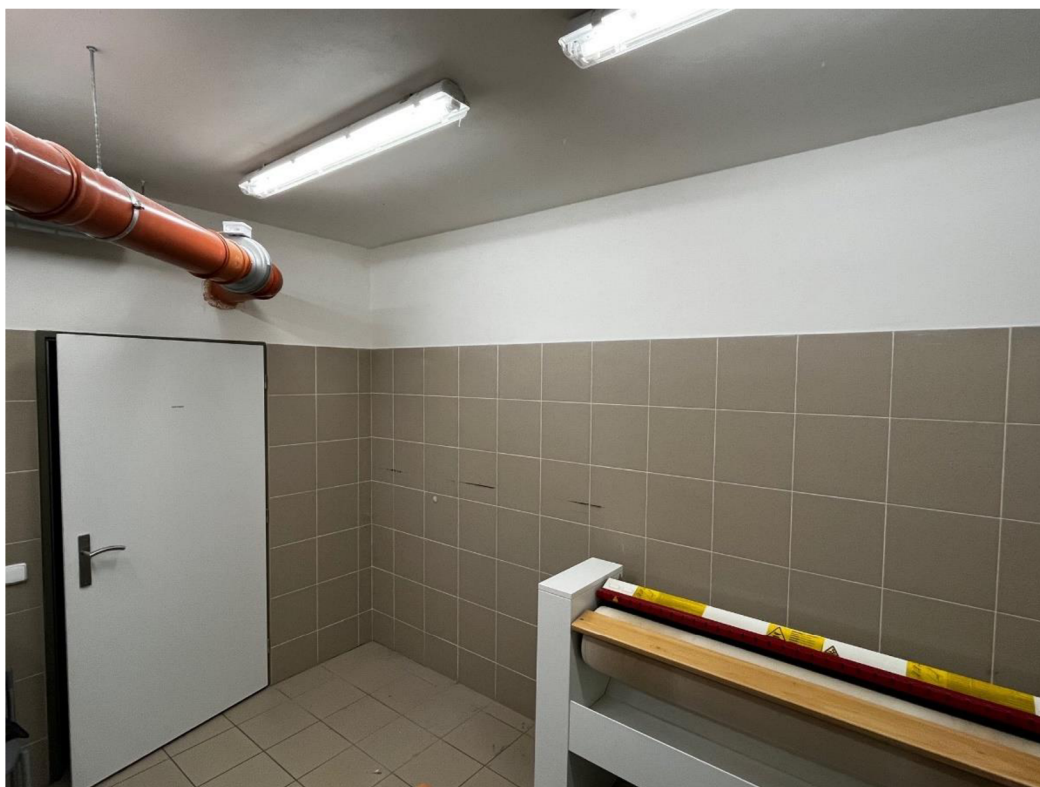
Varianta č. 2 počítá s vybudováním svodů dešťové vody, které budou zavedeny do pořízené akumuláční nádrže. Akumulační nádrž bude umístěna po úroveň terénu v areálu hotelu. Výhody této varianty jsou ušetření pitné vody, která by byla využita ke splachování a závlaze, peněz za tuto vodu a také ušetření peněz za využití dešťové vody ze střechy, která by byla odvedena do jednotné kanalizace a hotel by za ni platil zákonný poplatek.

V cenách variant jsou uvažovány orientační hodnoty vybudování nových rozvodů, svodů a stavebních prací, které byly zjištěny od pracovníků z oboru v dané lokalitě. Ceny instalatérských a zemních prací jsou orientační. Do ceny není započítána doprava a cena zapojení elektrických částí systému. Tyto ceny se pohybují v řádu jednotek až desítky tisíc.

Varianta č. 1 – využití šedých vod

Ve variantě č. 1 byla zvolena čistička šedých vod nadzemního typu AS-AQUALOOP 72 o denním výkonu 3600 l od firmy ASIO spol. s.r.o., která bude umístěna v suterénních prostorech hotelu. Nejvyšší denní produkce vod v hotelu je 3070 litrů, takže je tento výkon čističky dostačující. Při aktuálních cenách firmy ASIO spol. s.r.o. je pořizovací cena nádrže **631 200 Kč** bez DPH. Aktuální ceník zařízení je obsažen v příloze č. 1. Do ceny je nutné připočítat také náklady na vybudování nové kanalizace a nových rozvodů pro vyčištěnou provozní vodu. Tyto hodnoty jsou orientační.

Obrázek 37: Místnost v suterénu pro umístění zařízení pro čištění šedých vod.



Dle výpočtů vychází potřeba provozní vody na splachování za rok **362,612 m³**. Za tento objem, dle aktuálního ceníku VaK Jablonné nad Orlicí, zaplatí hotel ročně **19 111 Kč** za vodné. Objem potřebné vody pro závlahu ve vegetačním období je **69,615 m³**. Za vodu na závlahu zaplatí hotel **7 351 Kč** (vodné). Za stočné vyprodukované šedé vody z koupelen zaplatí hotel ročně celkem **41 261 Kč**. Objem šedé vody z koupelen, která by odcházela do kanalizace je **779,828 m³**. Celkově vznikne hotelu roční úspora **67 723 Kč**.

Dle získaných informací o cenách instalatérských prací by nové rozvody (kanalizace + provozní voda) vyšly cca. na **4 000 Kč** za jeden pokoj, včetně materiálu. Tyto rozvody by kopírovaly trasy těch stávajících viz. přílohy č. 7 až 11. Za všechny pokoje je výsledná cena **96 000 Kč**. Stoupačky, které pomáhají překonat výškové rozdíly v budově, vyjdou na **3 000 Kč** za jedno patro (3,5 m výška). V hotelu je potřeba překonat celkem 3 patra, takže je výsledná cena **9 000 Kč**. Celkové náklady na tyto práce včetně materiálu jsou **105 000 Kč**.

Tabulka 31: Náklady na zařízení pro využití šedých vod

Náklady	Částka
Čistička AS-AQUALOOP	631 200,00 Kč
Rozvody kanalizace a provozní vody	96 000,00 Kč
Stoupačky	9 000,00 Kč
Celkem	736 200,00 Kč

Tabulka 32: Úspory peněz při využití zařízení pro šedé vody

Úspory	Částka (ročně)
Voda na splachování (vodné)	19 111,00 Kč
Voda na závlahu (vodné)	7 351,00 Kč
Šedé vody z koupelen (stočné)	41 261,00 Kč
Celkem	67 723,00 Kč

Tabulka 33: Úspory pitné vody při využití zařízení pro šedé vody

Úspory	Množství pitné vody (m ³ /rok)
Voda na splachování	362,612
Voda na závlahu	69,615
Celkem	432,227

Varianta 2 – využití dešťových vod

Ve variantě č. 2 byla vybrány 2 podzemní akumulční nádrže na dešťové vody AS-REWA kombi (11 EO), které budou umístěny pod povrchem před hotelem. Jedna akumulční nádrž bude mít objem 11,33 m³. Aktuální cena akumulční nádrže je dle ceníků firmy ASIO spol. s.r.o. 89 700 Kč bez DPH. Celkově vyjdou 2 nádrže na **179 400 Kč**. Ceník akumulčních nádrží je v příloze č. 2 a výkresová dokumentace v příloze č. 6.

Do varianty č. 2 je nutné započítat cenu výkopových a zemních prací, při kterých budou vybudovány nové svody dešťové vody a samotný výkop a umístění nádrže pod úroveň terénu. Dle poskytnutých informací vychází 1 metr dešťového svodu včetně materiálu na 2 500 Kč. Pro hotel Tvrz orlice je nutné vybudovat 108 metrů. Celková cena je **270 000 Kč**. Výkopové práce a usazení jedné nádrže stojí 16 000 Kč, celkově za dvě nádrže **32 000 Kč**. Cena rozvodů provozní vody do toalet je 2000 Kč za jeden pokoj, což dohromady činí **48 000 Kč**. Nové rozvody provozní budou kopírovat stávající trasy rozvodů vody v hotelu viz. přílohy č. 8 až 11. Překonání pater stoupačkami vyjde na **9 000 Kč**. Celkové náklady na zemní a instalatérské práce pro zařízení na využívání dešťových vody činí **343 000 Kč**.

Objem nádrže je navržen dle výpočtu z normy ČSN EN 16941-1, přílohy A.2.1. Tento výpočet počítá s celkovou denní potřebou srážkových vod a s dny období sucha.

$$V = D_{N,d} * d_d$$

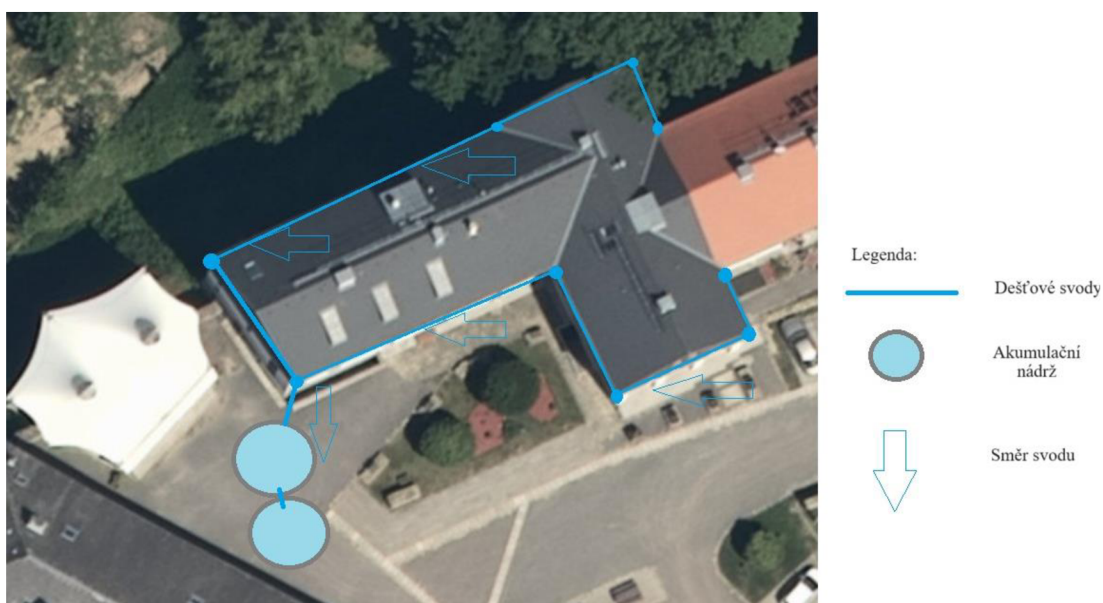
- V – objem akumulčního zařízení, vyjádřený v litrech (l)
- $D_{N,d}$ – celková denní potřeba nepitné vody, vyjádřená v litrech (l)
- d_d – zvolené suché období (počet dnů akumulace vody do dalších srážek) (ČSN EN 16941-1).

Objem bude navržen pro nejvíce náročný měsíc z pohledu potřeby provozní vody, což je červenec, kdy je denní potřeba pro závlahu a splachování 2649 litrů. Suché období bylo určeno jako 7 dní. Do nádrže je v případě potřeby možné dopouštět pitnou vodu (s čímž se v návrhu již počítalo) a vzniká zde také přebytek z měsíce června, který by bylo možné využít.

$$V = 2649 * 7 = 18\,543 \text{ litrů} = \mathbf{18,543 \text{ m}^3}.$$

Z těchto výpočtů vychází, že dvě nádrže o celkové kapacitě 22,66 m³ jsou dostačující a mají malou rezervu.

Obrázek 38: Svody dešťové vody do akumulčních nádrží (©ČÚZK <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/> upravil Tuček, 2024).



Úspora na provozní vodě pro splachování je stejná jako ve variantě **362,612 m³**. Za toto množství ušetří hotel **19 111 Kč** ročně. Za potřebnou vodu pro závlahu, celkem **69,615 m³**, vzniká roční úspora **7 351 Kč**. Hotel ročně odvádí dle výpočtů ze střechy celkem **529,3 m³** dešťové vody. Za takový objem odvedené vody zaplatí částku **28 005 Kč** za rok. Při využití dešťové vody ze střechy pro splachování a závlahu vzniká celková roční úspora **54 467 Kč**.

Tabulka 34: Náklady na zařízení pro využití dešťových vod

Náklady	Částka
Akumulační nádrž AS-REWA	179 400,00 Kč
Rozvody provozní vody	48 000,00 Kč
Stoupačky	9 000,00 Kč
Výkopové práce (nádrž)	32 000,00 Kč
Zemní práce (dešťové svody)	270 000,00 Kč
Celkem	538 400,00 Kč

Tabulka 35: Úspory peněz při využití zařízení pro dešťové vody

Úspory	Částka (ročně)
Voda na splachování (vodné)	19 111,00 Kč
Voda na závlahu (vodné)	7 351,00 Kč
Voda ze střechy, která nejde do kanalizace	28 005,00 Kč
Celkem	54 467,00 Kč

Tabulka 36: Úspory pitné vody při využití zařízení pro dešťové vody

Úspory	Množství pitné vody (m ³ /rok)
Voda na splachování	362,612
Voda na závlahu	69,615
Celkem	432,227

Zhodnocení variant

U varianty č. 1 vznikají náklady v celkové výši **736 200 Kč**. Roční výše úspor činí **67 723 Kč**. Celkově by se tedy náklady hotelu vrátily za necelých **11 let**.

Varianta č. 2 vychází o něco výhodněji. Při celkových nákladech **538 400 Kč** a roční úspoře **54 467 Kč** by se investice hotelu vrátila za **10 let**.

Doba životnosti plastových částí je dle informací firmy ASIO spol s.r.o. 25 let. Omezenou životnost mají pouze čerpadla a membrány, cca. 15 let. Při těchto skutečnostech obě varianty vycházejí pro hotel výhodně. Dochází k úsporám financí a také efektivnímu využití šedých, či dešťových vod.

9. Diskuse

Téma a problematika využívání šedých a dešťových vod se během posledních let v České republice velmi posunulo, soudě dle procházených zdrojů informací vzniklých za poslední roky. Tento posun přisuzuji hlavně šíření osvěty a povědomí o možnostech recyklace vody a možnostech ušetření financí prezentací již fungujících projektů. Přispěla také norma ČSN 75 6780, podle které se při realizaci dá postupovat.

Využívání dešťové vody ze střechy, která se zadržovala například v sudu, do kterého ústil okap, je na vesnicích v České republice poměrně běžná. Manuálně je vodou pak zalévána zahrada, nebo je používána na nějaký úklid kolem domu. Dnes se technologie velmi posunuly a existují podzemní nádrže, kde voda vydrží mnohem déle za udržení určité potřebné kvality a může být na tuto nádrž například napojena automatická závlaha.

Ing. Karel *PLOTĚNÝ* (2020) poukazuje na realizace projektů na recyklaci vody v zahraničí v článku na stránkách společnosti ASIO. Uvádí zde například budovu EATALY v Los Angeles, kde se voda z umyvadel a kondenzátu klimatizace zpracuje a využije ke splachování toalet a zalévání rostlin nebo také sociální byty v Mnichově, kde je šedá voda ze sprch, van a umyvadel odváděna k biologickému čištění a následně čerpadlem rozváděna ke splachování a venkovním ventilům pro závlahu. Oba projekty vznikly v roce 2017 a jsou funkční již několik let.

ČZU v Praze je dalším příkladem instituce, která využívá dešťové a šedé vody. Informuje o tom ve svém CSR Reportu 2022, kde zmiňuje, že díky nově zavedeným opatřením pro udržitelné hospodaření s vodou vznikl výrazný pokles její spotřeby v roce 2022. V areálu ČZU zachycuje dešťové vody 18 z celkových 47 budov, dle informací z CSR Reportu 2022.

Naopak hygienik František *KOŽÍŠEK* (2012) upozorňuje na možná rizika při zásobování užitkovou vodou. V roce 2012 v časopise SOVAK uvádí příklad z Holandska, kde na přelomu tisíciletí začal provozovat projekt zásobování sídliště v Utrechtu užitkovou vodou pro nepitné účely. Došlo zde však ke kontaminaci bakterií *Escherichia coli* kvůli propojení rozvodů pitné a užitkové vody hadicí, která sloužila k prvotnímu proplachu a následně nebyla odpojena. V roce 2001 si lidé začali stěžovat na zvláštní chuť, a nakonec byla kontaminace zjištěna v asi tisíci budovách.

Na tato možná rizika reaguje Státní zdravotnický ústav (SZÚ) v rámci projektu „Stanovení hygienických požadavků na recyklovanou vodu využívanou v budovách a městských vodních prvcích“ (2020–2023). Tento projekt má za cíl mapování systémů recyklace vody v budovách České republiky. SZÚ pravidelně odebírá vzorky dešťových a šedých vod a provádí dotazníková šetření. Dle výsledků shromažďuje poznatky a poukazuje na zjištěné problémy. O tomto programu informuje stránka <https://m.tzb-info.cz/> v článku od kolektivu autorů ze SZÚ, v čele s panem Kožíškem.

Návrhem systému recyklace se zabírá také diplomová práce z roku od Adély *VYSKOČILOVÉ* (2019), obhájená na ČZU v Praze, která se zaměřila na Vienna

House Diplomat v pražských Dejvicích. Tento hotel je svou kapacitou a velikostí několikrát větší než Hotel Tvrz Orlice, i přesto zde studentka navrhla funkční systém, u kterého by se investované finance navrátily během pěti let a zároveň by ušetřil velké množství pitné vody.

Jako průkopníky v oblasti využívání šedých a dešťových vod v hotelovém průmyslu v Česku lze považovat Hotel Bouda Malá Úpa, Hotel Galant v Mikulově a Hotel Mosaic House v Praze, jak popisuje Kateřina *TUMOVÁ (2019)* ve své diplomové práci „Uživatelé šedé vody – motivace a zkušenosti“. Dle jejích informací využívá Mosaic House šedé vody již od svého otevření v roce 2010. Udržitelnost tohoto hotelu je jedním z cílů a marketingových nástrojů, uvádí. Důkazem této snahy je také získání mezinárodně uznávaného certifikátu BREEAM.

V České republice se recyklace vody nevyužívá pouze v rodinných domech a hotelech, ale například i v rekreačních objektech. Příkladem jsou Lázně Bechyně, jak uvádějí na svých stránkách společnosti ASIO spol. s.r.o., jejichž technologie se zde využívá a společnost Wero Finance a.s., jež takové projekty financuje. Systém funguje na principu dvoustupňové membránové filtrace, včetně několika stupňů před úpravy, pracích vod z bazénové filtrace. Výsledkem je vysoce kvalitní čistá voda splňující legislativní požadavky.

Využívání šedých a dešťových vod můžeme považovat za cestu budoucnosti. Při využití moderních technologií, kterými nyní disponujeme a dodržování postupů norem a požadavků legislativy je možné snížit možná rizika takřka na nulu a můžeme docílit udržitelného vodního hospodaření v budovách a úspory financí. Důležitý je ale i monitoring zařízení, který může objevit nedostatky a šířit o nich dále povědomí.

10. Závěr

V rešeršní části, která byla zaměřena na vodní hospodářství, dešťové a šedé vody, byly popsány hlavní skutečnosti, které pomohly pochopit danou problematiku. V rešeršní části byly popsány možnosti využívání dešťových a šedých vod v objektu. Rešeršní část této diplomové práce byla zpracována na základě informací z odborné literatury a odborných článků zaměřených na daná témata a problematiku.

Tím hlavním cílem diplomové práce je návrh zařízení na recyklaci a využívání šedých a dešťových vod v hotelu Tvrz Orlice v Pardubickém kraji, aby bylo vodní hospodářství budovy co nejvíce efektivní.

Stanovených cílů bylo dosaženo za pomoci výpočtů bilancí šedých a dešťových vod v objektu. Výpočty byly provedeny dle technických norem, nebo byly k dispozici přesná čísla, poskytnutá od zaměstnanců hotelu. Po výpočtu těchto bilancí byly navrženy dvě varianty zařízení. U obou variant bylo nutné vybudovat nové rozvody užitkové vody.

První varianta uvažuje s vybudováním čističky na šedou vodu o denním průtoku maximálně 3600 litrů, která by upravovala šedou vodu pro následné splachování toalet a závlahu areálu. Čistička šedých vod by byla umístěna

v suterénních prostorech hotelu. Celkově tato varianta vyjde na 736 200 Kč a ročně ušetří 67 723 Kč. Doba, za kterou se investice hotelu vrátí je 11 let.

Druhá varianta spočívá ve vybudování dvou akumulčních nádrží pro dešťovou vodu o celkové kapacitě 22,66 m³ které by byly umístěny pod úroveň terénu v areálu hotelu. Dešťová voda by sloužila k závlaze areálu a splachování toalet. Náklady na variantu č. 2 jsou celkem 538 400 Kč a ročně nám tato varianta ušetří 54 467 Kč. Celkové náklady by se hotelu vrátily na ušetřených financích za 10 let.

Kromě úspory peněz, jenž by byly vynaloženy na vodné či stočné dochází při realizaci variant také k velké úspoře pitné vody. U obou variant se jedná o objem 432,227 m³ ročně.

Jako ekonomicky výhodnější se po výpočtu investičních nákladů a roční úspory jeví varianta č. 2, ve které je využívána dešťová voda jako voda provozní pro splachování toalet a závlahu areálu. Náklady by se hotelu vrátily za 10 let. V této variantě je ale riziko nedostatku srážkové vody, při nedostatku srážek.

Z důvodu rizika nedostatku srážek je tedy nejvhodnější varianta č. 1 a tedy využívání šedých vod pro splachování a závlahu. Tato varianta se na úsporách vrátí za 11 let a je zde jistota produkce šedých vod hosty hotelu. Řešení je ekonomické a zároveň šetrné k životnímu prostředí.

11. Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace:

Balvín P., Táboříková V., Procházka J., Hlom J., Šnejdová L., 2021: Adaptace měst a obcí na povodně a sucho. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace 2021/1. S. 28-29 ISSN 0322-8916

Bartoník A., Holba M., Vrána J., Ošlejšková M., Plotěný K., 2012: Šedé vody – možnosti využití jejich energetického potenciálu a způsoby jejich čištění a znovu využití. Vodní hospodářství 2012/2- S. 60-63 ISSN 1211-0760

Biela, R., 2012: Šedé vody, jejich kvalita a možnost využití. SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací 2012/2. S. 11-13

Biswas K. A., 1996: Water resources: enviromental planning, management, and development. McGraw-Hill, USA, 737 s. ISBN 0-07-005483-5

Böse K.-H., 1999: Dešťová voda pro dům a zahradu. Hel, Ostrava, 84 s. ISBN 80-86-167-08-9

Český hydrometeorologický ústav, 2023: Hydrologická ročenka České republiky 2022. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 250 s. ISBN 978-80-7653-061-4 (pdf)

Filho W. L. (ed.), Sümer V. (ed.), 2015: Sustainable Water Use and Management. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, Great Britain, 408 s. ISBN 978-3-319-12393-6

Grünwald A., Macek L., Štyr P., Čiháková I., 1998: VODÁRENSTVÍ. Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, Praha, 189 s. ISBN 80-902460-7-9

Hölting B., Coldewey W. G., 2019: Hydrogeology. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment, Germany, 357 s. ISBN 978-3-662-56373-1

Hlavínek P., Kubík J. (ed.), 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. ARDEC s.r.o., Brno, 164 s. ISBN 80-86020-55-X

Karamouz M., Ahmadi A., Akhbari M., 2011: Groundwater hydrology. CRC Press, U.S.A., 648 s. ISBN 978-1-4398-3756-6

Kos M., 2012: Certifikace budov a šedé vody. SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací 2012/2. S. 18

Kožíšek, F., 2012: Šedé vody z pohledu hygienika a legislativy. SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací 2012/2. S. 14

Kožíšek, F., 2012: Epidemie (z) šedé vody. SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací 2012/6. S. 13-14

Matějů L., Drahošová Z., Kořínková M., Matoušková N., Bartáček J., Šátková B., Dolejš P., Stránský D., Kabelková I., 2021: Potřebujeme právní rámec k opětovnému využití vody?. SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací 2021/9. S. 10-18

Ministerstvo zemědělství, 2023: Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2022. Ministerstvo zemědělství, Praha, 157 s. ISBN 978-80-7434-702-3

Netopil R., 1981: Fyzická geografie – I. Hydrologie – Limnologie – Oceánografie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 258 s.

Novak C. A., Van Giesen E. G., DeBusk K. M., 2014: Designing rainwater harvesting systems: integrating rainwater into building systems. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 294 s. ISBN 978-1-118-41047-9

Nypl V., 1986: Hydrologie, meteorologie, pedologie II. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 96 s.

Nypl V., Kuráž V., 1992: Hydrologie a pedologie. VŠCHT, Praha, 293 s. ISBN 80-7080-152-2

Pennington K. L., Cech T. V., 2021: Introduction to Water Resources and Environmental Issues. Cambridge University Press, United Kingdom, 440 s. ISBN 9781108784221

Pokorná D., Záborská J., 2007: Hydrologie a hydroopedologie. Vydavatelství VŠCHT Praha, Praha, 218 s. ISBN 978-80-7080-707-1

Raček, J., 2019: Gray Water Reuse in Urban Areas. In: Zelenakova M. (ed.), Hlavínek P. (ed.), Negm A. M. (ed.), 2020: Management of Water Quality and Quantity. Springer Water, Springer Nature Switzerland AG. S. 195-199. ISBN 978-3030-18358-5

Shelton M. L., 2009: Hydroclimatology: perspectives and applications. Cambridge University Press, United Kingdom, 426 s. ISBN 978-0-521-85888-6

Šálek J., Žáková Z., Hrnčíř P., 2008: Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech. ERA group spol. s.r.o., Brno, 115 s. ISBN 978-80-7366-125-0

Šálek J., Křiška M., Pírek O., Plotěný K., Rozkošný M., Žáková Z., 2012: Voda doma a na chatě: Využití srážkových a odpadních vod. Grada Publishing a.s., Praha, 144 s. ISBN 978-80-247-3994-6

Verma S., 2024: Water and wastewater engineering technology. CRC Press, U.S.A., 545 s. ISBN 978-032-39005-5

Vyskočilová A., 2019: Hospodaření s dešťovými a šedými vodami. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 103 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Yari A. (ed.), Eslamian S. (ed.), Eslamian F. (ed.), 2021: Urban and Industrial Water Conservation Methods. CRC Press, U.S.A., 104 s. ISBN 9780367533182

Legislativní zdroje:

ČSN EN 16941-1 – Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 35 s.

ČSN EN16941-2: Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 2: Zařízení pro využití čištění šedé vody. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021, 30 s.

ČSN 75 6780 – Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021, 39 s.

ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 42 s.

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami. Ministerstvo zemědělství, 2013, 63 s.

ČSN 75 0434: Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017, 57 s.

Zákon č. 258/2001 Sb., zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 274/2001 Sb., zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění.

Internetové zdroje:

ASIO, spol. s r.o., ©2023-2024: Lázně Bechyně využívají recyklovanou vodu (online) [cit.2024.03.22], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/news/lazne-bechyne-vyuzivaji-recyklovanou-vodu.1090>>

BREEAM, ©2024: BREEAM New construction (online) [cit.2024.02.22], dostupné z <<https://bregroup.com/products/breeam/breeam-technical-standards/breeam-new-construction/>>.

BREEAM, ©2024: BREEAM In-Use (online) [cit.2024.02.24], dostupné z <<https://bregroup.com/products/breeam/breeam-technical-standards/breeam-in-use/>>.

Český hydrometeorologický úřad, ©2023: Územní srážky (online) [cit. 2023.12.30], dostupné z <<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>>.

Český hydrometeorologický úřad, ©2024: Očekávané dopady změny klimatu v ČR (online) [cit. 2024.02.21], dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap11.pdf>.

Český statistický úřad, ©2023: Charakteristika okresu Ústí nad Orlicí (online) [cit. 2023.12.31], dostupné z <https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika_okresu_usti_nad_orlici>.

Český úřad zeměměřičský a katastrální, ©2023: k.ú.: 680672 - Orlice – podrobné informace (online) [cit. 2023.12.28], dostupné z <https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZK_ID:680672>

Česká zemědělská univerzita v Praze, ©2021: Strategie a zpráva o udržitelnosti (online) [cit.2024.03.21], dostupné z <<https://csr.czu.cz/cs/r-13686-strategie-a-zprava-o-udrzitelnosti>>

Kožíšek F., Jeligová H., Bobková Š., Myšáková M., Pumann P., Baudišová D., 2021: Zkušenosti s recyklací vody v budovách v ČR (online) [cit.2024.03.24], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/22951-zkusenosti-s-recyklaci-vody-v-budovach-v-cr>>

LEED, ©1996-2024: LEED rating system (online) [cit.2024.02.24], dostupné z <<https://www.usgbc.org/leed>>.

Plotěný, K., Bartoník, A., 2012: Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich (online) [cit. 2023.12.29], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/news/cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich.137>>.

Plotěný, K., 2013: Znovuvyužití šedých a dešťových vod v budovách (online) [cit. 2023.12.29], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/news/znovuvyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach.190>>.

Plotěný, K., 2021: Nová norma ČSN 75 6780 (online) [cit. 2023.12.29], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/news/nova-norma-csn-75-6780.1205>>.

Plotěný, K., 2020: Recyklace šedých vod v zahraničí. (online) [cit. 2024.03.22], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/news/recyklace-sedych-vod-v-zahranici.1036>>

Tumová K., 2019: Uživatelé šedé vody – motivace a zkušenosti. Masarykova Univerzita, Fakulta sociálních studií, Brno. 90 s. (diplomová práce) (online) [cit. 2024.03.22], dostupné z <https://is.muni.cz/th/mjfrl/Katerina_Tumova_diplomova_prace_seda_voda.pdf>

Tvrz Orlice, ©2024: O Tvrzi (online) [cit. 2024.01.31], dostupné z <<https://www.tvrzorlice.cz/o-tvrzi/>>.

Vodovody a kanalizace Jablonné nad Orlicí, a.s. ©2024: Ceníky (online) [cit. 2024.01.31], dostupné z <<https://www.vak.cz/ceniky>>.

Wero Finance a.s., ©2024: Projekty (online) [cit. 2024.03.22], dostupné z <<https://werofinance.eu/projekty/>>

Ostatní zdroje:

ASIO spol. s.r.o., 2020: PROGRAM VYUŽITÍ SRÁŽKOVÝCH VOD AS-REWA, PROJEKČNÍ A INSTALAČNÍ PODKLADY (online) [cit. 2024.03.06], dostupné z <https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-rewa/pip_rewa_2020_07_30.pdf>.

ASIO spol. s.r.o., 2021: AS-AQUALOOP Projekční podklady. 44 s. „nepublikováno“. Dep.: ASIO spol. s.r.o.

12. Seznam tabulek

Tabulka 1: Spotřeba vody v České republice v roce 2022 (MZe ©2023). 7 (online) dostupné [cit. 2023.12.31], dostupné z < https://eagri.cz/public/portal/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/modre-zpravy/modra-zprava-2022 >.	
Tabulka 2: Plovoucí látky u šedých vod (Biela, 2012). 15	
Tabulka 3: BSK5 a CHSK podle zdrojů vzniku šedých vod (Biela, 2012). 15	
Tabulka 4: Celková spotřeba vody v hotelu (únor 2023–leden 2024). 39	
Tabulka 5: Přibližná obsazenost hotelu. 40	
Tabulka 6: Produkce šedých vod v hotelu dle ČSN 75 6780. 41	
Tabulka 7: Celková denní produkce šedých vod 42	
Tabulka 8: Počty použití zařizovacích předmětů jednou osobou během (ČSN 75 6780). 42	
Tabulka 9: Objem vody pro jedno spláchnutí záchodové mísy (ČSN 75 6780). 43	
Tabulka 10: Potřebná voda pro splachování toalet. 43	
Tabulka 11: Výpočet měsíční produkce šedých vod v hotelu vstupující do systému. 44	
Tabulka 12: Výpočet denní produkce šedých vod vstupujících do systému. 44	
Tabulka 13: Výpočet bilance produkce šedých vody a potřeby provozní vody ke splachování. 45	
Tabulka 14: Dlouhodobý srážkový normál 1991-2021 (ČHMÚ ©2023). 49 (online) dostupné [cit. 2023.12.29], dostupné z < https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky# >.	
Tabulka 15: Typy ploch v areálu hotelu Tvrz Orlice (Vyhláška č. 428/2001 Sb.) ... 50	
Tabulka 16: Odtokové součinitele (Vyhláška č. 428/2001 Sb.). 51	
Tabulka 17: Výpočet redukované plochy v areálu hotelu. 51	
Tabulka 18: Objem srážek odvedených do jednotné kanalizace. 52	
Tabulka 19: Teplotní normál a ideální srážky pro středně těžké půdy podle G. Hemerky v mm (ČSN 75 0434). 53	
Tabulka 20: Rozdíl skutečných průměrných teplot od ideálních srážek. 54	

Tabulka 21: Upravené ideální srážky podle rozdílu teplot.	54
Tabulka 22: Výpočet potřeby závlahové vody.	54
Tabulka 23: Objem doplňkové vláhové potřeby.	54
Tabulka 24: Výpočet vláhové potřeby.	55
Tabulka 25: Objem srážek spadlých na střechu budovy.	55
Tabulka 26: Dešťová voda ze střechy budovy pro závlahu areálu.	55
Tabulka 27: Výpočet přebytku šedé vody.	59
Tabulka 28: Výpočet bilance přebytku šedých vod a vláhové potřeby.	59
Tabulka 29: Výpočet přebytku dešťové vody.	60
Tabulka 30: Výpočet bilance přebytku dešťové vody a potřeby provozní vody ke splachování.	60
Tabulka 31: Náklady na zařízení pro využití šedých vod.	62
Tabulka 32: Úspory peněz při využití zařízení pro šedé vody.	63
Tabulka 33: Úspory pitné vody při využití zařízení pro šedé vody.	63
Tabulka 34: Náklady na zařízení pro využití dešťových vod.	65
Tabulka 35: Úspory peněz při využití zařízení pro dešťové vody.	65
Tabulka 36: Úspory pitné vody při využití zařízení pro dešťové vody.	65

13. Seznam obrázků

Obrázek 1: Voda na planetě (Pennington, Cech, 2022).	4
Obrázek 2: Hydrologický cyklus (Shelton, 2009).	5
Obrázek 3: Povodí České republiky (ČHMÚ ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.28], dostupné z < https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2022.pdf >.	6
Obrázek 4: Využití vody v domácnosti (Plotěný, Bartoník, 2012).	8
Obrázek 5: Vývoj světové spotřeby vody ve 20. století (Biswas, 1996).	9
Obrázek 6: Náchylnost států k nedostatku vody ve světě (Karamouz, Ahmadi et al. 2011).	10

Obrázek 7: Vodní režim na nezpevněných a zpevněných plochách (Hlavínek, 2007).	11
Obrázek 8: Dosažení stupňů povodňové aktivity (SPA) v zimních měsících roku 2022 (listopad-duben) (ČHMÚ ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.31], dostupné z < https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2022.pdf >.	12
Obrázek 9: Dosažení stupňů povodňové aktivity (SPA) v letních měsících roku 2022 (květen-září) (ČHMÚ ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.31], dostupné z < https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2022.pdf >.	12
Obrázek 10: Druhy a zdroje šedé vody (ČSN EN 16941-2).	14
Obrázek 11: Schéma sedimentace a filtrace (ČSN 75 6780).	18
Obrázek 12: Schéma chemického čištění (ČSN 75 6780).	19
Obrázek 13: Schéma fyzikálního čištění (ČSN 75 6780).	20
Obrázek 14: Schéma biologického čištění (ČSN 75 6780).	21
Obrázek 15: Technologické schéma čištění přírodním způsobem (ČSN 75 6780). ..	22
Obrázek 16: Schéma přehřevu studené vody pro okamžitou spotřebu (Bartoník et al. 2012).	25
Obrázek 17: Schéma recyklace šedých vod s využitím tepla z nich (ČSN 75 6780).	26
Obrázek 18: Průměrné měsíční srážky na území České republiky v roce 2022 ve srovnání s normálem 1991–2020 (MZe ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.31], dostupné z < https://eagri.cz/public/portal/mze/voda/osveta-a-publikace/publikace-a-dokumenty/modre-zpravy/modra-zprava-2022 >.	27
Obrázek 19: Obecné schéma využívání srážkových vod (ČSN EN 16941-2).	29
Obrázek 20: Administrativní mapa okresu Ústí nad Orlicí (ČSÚ ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.31], dostupné z < https://www.czso.cz/documents/11272/49229666/%C3%9Ast%C3%AD%20nad+Orlic%C3%AD.png/a8c4f2b6-58d8-441d-a7b1-828412b0aca5?version=1.1&t=1478516766908 >.	34
Obrázek 21: Obecně-geografická mapa okresu ústí nad Orlicí (ČSÚ ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.30], dostupné z < https://www.czso.cz/documents/11272/58222659/Usti_nad_Orlici.png/7a9cec67-4e28-4917-8638-094920285f1d?version=1.1&t=1496994697582 >.	35

Obrázek 22: Interiér pokoje v Hotelu Tvrz Orlice (Tvrz Orlice ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.31], dostupné z < https://www.tvrzorlice.cz/fotogalerie/ >.	36
Obrázek 23: Interiér pokoje v Hotelu Tvrz Orlice (Tvrz Orlice ©2023). (online) dostupné [cit. 2023.12.31], dostupné z < https://www.tvrzorlice.cz/fotogalerie/ >.	36
Obrázek 24: Hotel Tvrz Orlice.	37
Obrázek 25: Tvrz Orlice (pohled z vnějšku).	37
Obrázek 26: Orlický rybník pod hotelem.	38
Obrázek 27: Areál hotelu.	38
Obrázek 28: Schéma technologie AS-AQUALOOP (ASIO ©2021).	46
Obrázek 29: Technologie AQUALOOP (ASIO ©2021).	46
Obrázek 30: Zařízení pro mechanické předčištění AS-PURAIN (ASIO ©2021).	47
Obrázek 31: Zařízení membránové filtrace a membránová patrona C-MEM (ASIO ©2021).	48
Obrázek 32: Plocha A (©ČÚZK https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/ upravil Tuček, 2024).	51
Obrázek 33: Plocha B (©ČÚZK https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/ upravil Tuček, 2024).	52
Obrázek 34: Plastová nádrž na srážkovou vodu AS-REWA (ASIO ©2021).	56
Obrázek 35: Schéma okapových svodů (ASIO ©2020).	57
Obrázek 36: Schéma systému pro využití srážkových vod (ASIO ©2020).	58
Obrázek 37: Místnost v suterénu pro umístění zařízení pro čištění šedých vod.	62
Obrázek 39: Svody dešťové vody do akumulčních nádrží (©ČÚZK https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/ upravil Tuček, 2024).	64

14. Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1: Ceník čistíren šedých vod AQUALOOP	78
Příloha 2: Ceník akumulčních nádrží AS-REWA	79

Příloha 3: Ceník příslušenství k systému hospodaření s šedými a dešťovými vodami	80
Příloha 4: Parametry filtru AS-PURAIN (ASIO ©2021).	81
Příloha 5: Parametry membránové patrony C-MEM (ASIO ©2021).	82
Příloha 6: Výkresová dokumentace akumulční nádrže AS-REWA	83
Příloha 7: Výkres 1.PP	84
Příloha 8: Výkres 1.NP	85
Příloha 9: Výkres 2.NP	86
Příloha 10: Výkres 3.NP	87
Příloha 11: Výkres 4.NP	88

Příloha 1: Ceník čistíren šedých vod AQUALOOP

ZÁKLADNÍ ÚDAJE K TYPOVÉ ŘADĚ ČISTÍREN ŠEDÝCH VOD

VARIANTA I.: NADZEMNÍ PROVEDENÍ NÁDRŽÍ

TYP (označení čistírny šedých vod)	POČET OSOB (EO)	KAPACITA (denní výkon v litrech)	ROZMĚRY, 2 nádrže průměr/výška (mm)	Typ nádrže (nadzemní)	HMOTNOST (kg)	FILTR (typ)	TYP ČERPADLA (AS-RAINMASTER)	A (Kč bez DPH)			PROVOZNÍ NÁKLADY (Kč/rok)
								RAINMASTER	NÁDRŽE (2 ks)	CENA CELKEM	
AS-AQUALOOP 6	6	300	800/1 500	EO FR	90	purain 100	RM ECO 10	21500,-	98 400,-	119 900,-	1 200,-
AS-AQUALOOP 12	12	600	1 200/1 500	EO FR	110	purain 100	RMF 20	35 500,-	107 000,-	142 500,-	2 600,-
AS-AQUALOOP 18	18	900	1 400/1 500	EO FR	140	purain 100	RMF 20	35 500,-	137 600,-	173 100,-	3 900,-
AS-AQUALOOP 24	24	1 200	1 600/1 500	EO FR	170	purain 100	RMF 20	35 500,-	197 100,-	232 600,-	5 200,-
AS-AQUALOOP 36	36	1 800	1 800/1 600	EO FR	210	purain 100	RMF 20	35 500,-	295 650,-	331 150,-	8 000,-
AS-AQUALOOP 54	54	2 700	2 200/1 600	EO FR	270	purain 100	RMF 20	35 500,-	443 475,-	478 975,-	11 800,-
AS-AQUALOOP 72	72	3 600	2 200/1 800	EO FR	310	purain 150	RMF 40	39 900,-	591 300,-	631 200,-	15 700,-
AS-AQUALOOP 96	96	4 800	2 400/1 800	EO FR	420	purain 150	RMF 40	39 900,-	846 080,-	885 980,-	21 000,-
AS-AQUALOOP 126	126	6 300	2 800/1 800	EO FR	520	purain 150	RMF 40	39 900,-	1 241 730,-	1 281 630,-	27 600,-
AS-AQUALOOP 162	162	8 100	3 100/1 800	EO FR	600	purain 150	RMF 40	39 900,-	1 596 000,-	1 635 900,-	35 500,-

VARIANTA II.: PODZEMNÍ PROVEDENÍ NÁDRŽÍ

TYP (označení čistírny šedých vod)	POČET OSOB (EO)	KAPACITA (denní výkon v litrech)	ROZMĚRY, 2 nádrže průměr/výška (mm)	Typ nádrže (podzemní)	HMOTNOST (kg)	FILTR (typ)	TYP ČERPADLA (EASY DEEP)	CENA CELKEM VČETNĚ NÁDRŽÍ A ČERPADEL (Kč bez DPH)		PROVOZNÍ NÁKLADY (Kč/rok)
AS-AQUALOOP 6 P	6	300	1 000/1 500*	EO S nebo EO N	150	purain 100	EASY DEEP 1 200		129 900,-	1 200,-
AS-AQUALOOP 12 P	12	600	1 200/1 500*	EO S nebo EO N	180	purain 100	EASY DEEP 1 200		156 800,-	2 600,-
AS-AQUALOOP 18 P	18	900	1 400/1 500*	EO S nebo EO N	240	purain 100	EASY DEEP 1 200		188 700,-	3 900,-
AS-AQUALOOP 24 P	24	1 200	1 600/1 500*	EO S nebo EO N	270	purain 100	EASY DEEP 1 200		267 500,-	5 200,-
AS-AQUALOOP 36 P	36	1 800	1 500/2 000*	EO S nebo EO N	360	purain 100	EASY DEEP 1 200		380 800,-	8 000,-
AS-AQUALOOP 54 P	54	2 700	1 800/2 000*	EO S nebo EO N	390	purain 100	EASY DEEP 1 200		550 800,-	11 800,-
AS-AQUALOOP 72 P	72	3 600	2 100/2 000*	EO S nebo EO N	470	purain 150	2x EASY DEEP 1 200		694 500,-	15 700,-
AS-AQUALOOP 96 P	96	4 800	2 400/2 000*	EO S nebo EO N	580	purain 150	2x EASY DEEP 1 200		1 085 500,-	21 000,-
AS-AQUALOOP 126 P	126	6 300	2 400/2 300*	EO S nebo EO N	680	purain 150	2x EASY DEEP 1 200		1 410 800,-	27 600,-
AS-AQUALOOP 162 P	162	8 100	2 500/2 500*	EO S nebo EO N	780	purain 150	2x EASY DEEP 1 200		1 799 500,-	35 500,-

V ceně není:

- stavební, montážní a elektromontážní práce
- doprava (jsme schopni zajistit po doplnění adresy dodání a po odsouhlasení ceny za dopravu)
- dvoufázové provedení nádrží
- varianta nádrží pro osazení pod hladinu podzemní vody
- výška nádrže bez vstupního komínku, standardní výška 300 mm
- výměník tepla včetně jeho zapojení a elektroinstalace do systému čistírny šedých vod
- tepelná čerpadla

V Brně dne 27.11.2020

Příloha 2: Ceník akumulčních nádrží AS-REWA



ASIO NEW, spol. s r.o., Kširova 552/45, CZ - 619 00 Brno-Horní Heršpice
Tel.: +420 548 428 111, gsm: +420 606 743 368, e-mail: asio@asio.cz

Ceník 2022

platný od: 01.01. 2022

PROGRAM NA VYUŽITÍ DEŠŤOVÝCH VOD

AS-REWA - program využití dešť. vod - válcové nádrže

	název	vnější rozměry		hmotnost	cena bez DPH
		D/H [mm]	[kg]	[Kč]	
	AS-REWA Kombi 1EO	Ø1000/1510*	150	48 900	
	AS-REWA Kombi 2EO	Ø1400/1510*	180	52 800	
	AS-REWA Kombi 3EO	Ø1650/1510*	200	56 300	
	AS-REWA Kombi 4EO	Ø1800/2000*	240	61 200	
	AS-REWA Kombi 5EO	Ø1900/2000*	260	63 900	
	AS-REWA Kombi 6EO	Ø2150/2000*	280	69 900	
	AS-REWA Kombi 7EO	Ø2300/2000*	300	71 800	
	AS-REWA Kombi 8EO	Ø2400/2000*	330	74 200	
	AS-REWA Kombi 9EO	Ø2550/2000*	350	75 900	
	AS-REWA Kombi 10EO	Ø2550/2300*	370	88 800	
	AS-REWA Kombi 11EO	Ø2550/2500*	390	89 700	
	AS-REWA Kombi 4EO/PB	Ø2000/2220	790	77 500	
	AS-REWA Kombi 5EO/PB	Ø2240/2220	1 080	107 800	
	AS-REWA Kombi 6EO/PB	Ø2480/2220	1 300	113 900	
	AS-REWA Kombi 8EO/PB	Ø2720/2220	1 395	158 700	
	AS-REWA Kombi 4EO/PB SV	Ø2000/2370	860	81 900	
	AS-REWA Kombi 5EO/PB SV	Ø2240/2370	1 150	111 900	
	AS-REWA Kombi 6EO/PB SV	Ø2480/2370	1 370	119 900	
	AS-REWA Kombi 8EO/PB SV	Ø2720/2370	1 465	167 500	
	AS-REWA Kombi 12EO N	Ø2600/2500*	370	78 900	
	AS-REWA Kombi 13EO N	Ø2700/2500*	390	79 900	
	AS-REWA Kombi 14EO N	Ø2800/2500*	410	82 900	
	AS-REWA ECO 1EO	Ø1000/1510*	100	20 900	
	AS-REWA ECO 2EO	Ø1400/1510*	130	23 600	
	AS-REWA ECO 3EO	Ø1700/1510*	150	26 900	
	AS-REWA ECO 4EO	Ø1800/2000*	220	33 400	
	AS-REWA ECO 5EO	Ø1900/2000*	240	36 900	
	AS-REWA ECO 6EO	Ø2150/2000*	260	43 400	
	AS-REWA ECO 7EO	Ø2300/2000*	280	44 900	
	AS-REWA ECO 8EO	Ø2400/2000*	310	46 900	
	AS-REWA ECO 9EO	Ø2550/2000*	330	49 200	
	AS-REWA ECO 10EO	Ø2550/2300*	350	62 900	
	AS-REWA ECO 11EO	Ø2550/2500*	370	64 900	
	AS-REWA ECO 4EO/PB	Ø2000/2220	770	63 900	
	AS-REWA ECO 5EO/PB	Ø2240/2220	1 060	82 900	
	AS-REWA ECO 6EO/PB	Ø2480/2220	1 280	95 900	
	AS-REWA ECO 8EO/PB	Ø2720/2220	1 375	118 800	
	AS-REWA ECO 4EO/PB SV	Ø2000/2370	840	65 700	
AS-REWA ECO 5EO/PB SV	Ø2240/2370	1 130	87 400		
AS-REWA ECO 6EO/PB SV	Ø2480/2370	1 350	100 800		
AS-REWA ECO 8EO/PB SV	Ø2720/2370	1 445	124 900		

Příloha 3: Ceník příslušenství k systému hospodaření s šedými a dešťovými vodami




ASIO NEW, spol. s r.o., Kšilrova 552/45, CZ - 619 00 Brno-Horní Heršpice
Tel.: +420 548 428 111, GSM: +420 606 743 368, e-mail: asio@asio.cz

Ceník 2022

platný od: 10.10. 2022


HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVÝMI A ŠEDÝMI VODAMI

AS-RAINMASTER


	název	vnější rozměry	hmotnost	cena bez DPH
		L/B/H [mm]	[kg]	[Kč]
	AS-RAINMASTER Eco 10	398/353/200	8	23 500
	AS-RAINMASTER Favorite 20	595/550/265	32	39 500
	AS-RAINMASTER Favorite 40	595/550/265	33	42 900
	AS-RAINMASTER Favorite 20-SC*	595/550/265	33	59 900
	AS-RAINMASTER Favorite 40-SC*	595/550/265	34	64 900

* Typ SC musí být doplněný expanzní nádobou min. 5 L

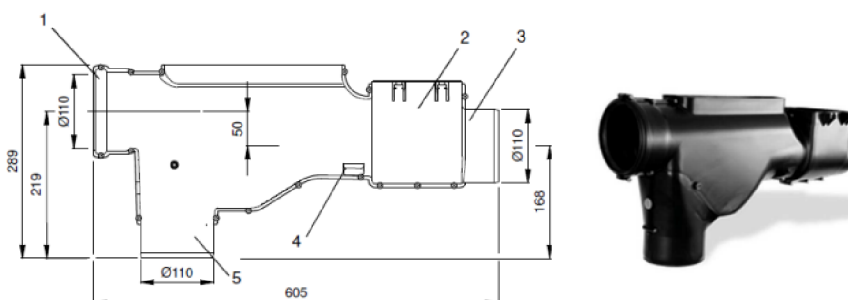
AS-RAINMASTER: Příslušenství

	název	Popis	cena bez DPH
			[Kč]
	RM-ECO-FS	Kontinuální měření hladiny 0-100%	5 900
	RM-ECO-LP	Sada pro přidavné čerpání	4 900
	RMF-LP	Sada pro přidavné čerpání	10 900
	SAUGSAGF-1 Zoll	Sací koš s plovákem 1" (bez hadice)	1 800
	SAUGSAGF-1/2ZOLL	Sací koš s plovákem 1/2" (bez hadice)	1 500
	AG214	Expanzní nádoba 24 L	2 800
	AG05	Expanzní nádoba 5 L	1 800
	RAINMASTER D24	Indikátor úrovně hladiny	6 600
	Sací hadice 1/2" HORIZON		250
	Sací hadice 1" SDS		350

AS-PURAIN

	název	vnější rozměry	hmotnost	cena bez DPH
		L/B/H [mm]	[kg]	[Kč]
	AS-PURAIN PR-100 - o.R.	605/180/288	2	5 800
	AS-PURAIN PR-100	605/180/288	2,4	7 400
	AS-PURAIN PR-150	1018/243/458	6,25	14 200
	AS-PURAIN PR-200	1495/258/660	26	54 900
	AS-PURAIN PR-300	1786/385/866	48	79 900
	AS-PURAIN PR-400	2043/488/1025	65	135 500
	AS-PURAIN PR-200 HD	1495/395/1075	52	88 600
	AS-PURAIN PR-300 HD	1785/580/1280	95	132 900
	AS-PURAIN PR-400 HD	2045/670/1440	120	186 500

Mechanické předčištění AS-PURAIN



Tab. 5 Seznam komponentů mechanického předčištění

1	Nátok šedých vod
2	Zpětná klapka
3	Bezpečnostní přepad
4	Skimmer
5	Odtok přečištěné vody

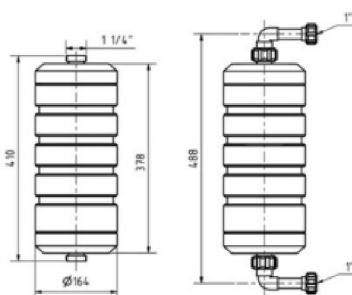
Tab. 6 Parametry mechanického předčištění dle velikosti

	AL-F100/100o.RS	AL-F150
Přívod	DN 100 (dřík)	DN 200
Odvod vody	DN 100	DN 150
Odvod do nádrže	DN 100 (dřík)	DN 150
výška H [mm]:	288	485
šířka W [mm]:	180	210
délka L [mm]:	605	945
vertikální odsazení mezi přívodem a odvodem odpadní vody	50 mm	118 mm
materiál:	PP	PE
hmotnost:	1,95/2,4 kg	6,25 kg

Příloha 5: Parametry membránové patrony C-MEM (ASIO ©2021).

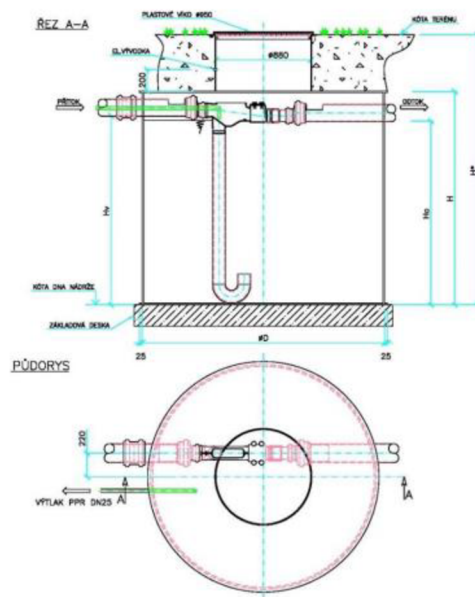
Membránové patrona C-MEM

Obr. 4 Membránová patrona

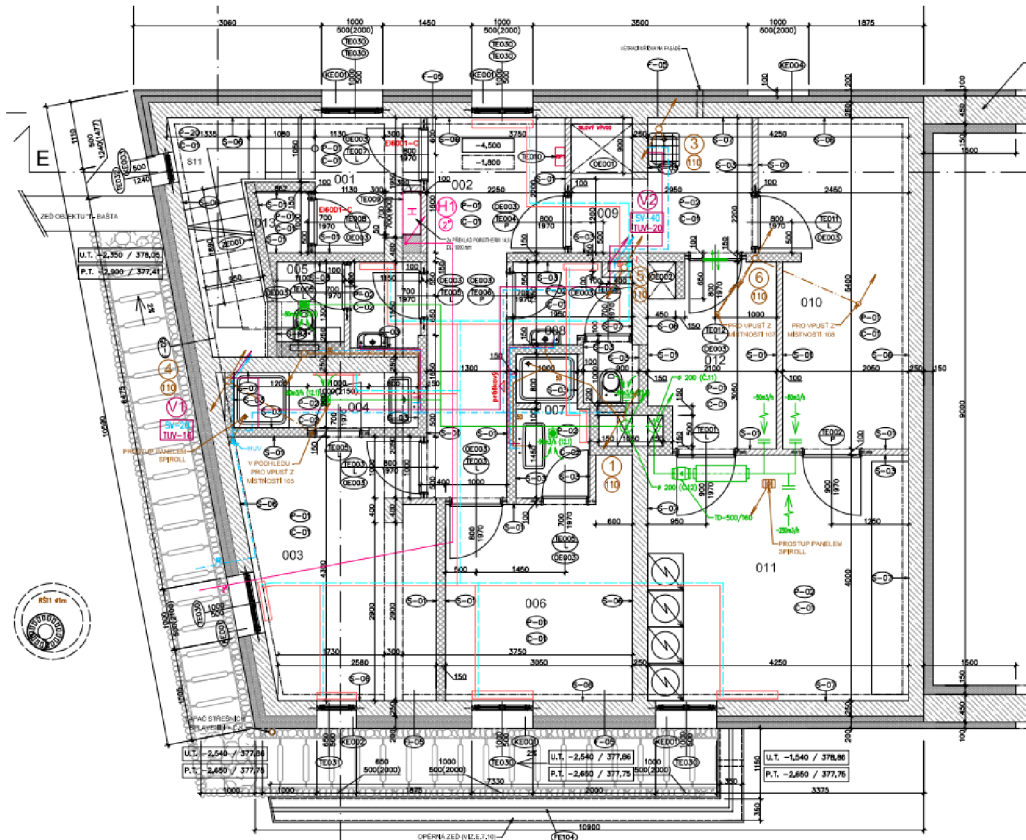


	AL-MEM
Rozměry patrony (d x H)	410 x Ø164 mm
Rozměry patrony včetně připojení	486 x Ø164 mm
Hmotnost	1,6 kg
Plocha membrány	6 m ²
Materiál membrán/typ	PE/dutá vlákna
Průměr vlákna/množství/délka:	0,41 – 0,44 mm/1600-2000/740 mm ± 15 mm
Velikost pórů	0,1 – 0,3 µm (0,2 µm jmenovitě)
Anti-fouling	ano
Předvítěžení	ano
Průtok membránou/flux	30 - 600 l/h
Dovolené rozmezí teplot	0 - 55°C
Max. tlak filtrace	0,7 bar
Max. tlak propláchnu	2,5 bar
Max. volný chlor 25°C	5000 ppm při 9,5 pH během chemického čištění
Max. znečištění (volný chlor)	1,0 Mio ppm/h (hodinově)
Materiál ochranné kazety	PE/PP/U-PVC/ABS
Připojení dmychadla/Připojení hadice permeátu	1 1/4" AG/1 1/4" AG
Těsnění	Ø 26mm x 3,5 mm, NBR
Patentováno	ano
Životnost	Více jak 10 let
Certifikace na bakteriologii	Accredited laboratory HUS Salzburg
Norma testu	ONORM EN ISO 9308-1

Příloha 6: Výkresová dokumentace akumulční nádrže AS-REWA



Příloha 7: Výkres 1.PP



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV	m ²	PODLAHA	STĚNY	STROP	POZNL
001	CHODBA SE SCHODIŠTĚM S11	3,30	PC1	S01, S07	C01	
002	CHODBA	10,05	PC1	S01, S07	C01	
003	SÁTKA, ŽENY M. ŽENY	11,85	PC1	S01	C01	
004	SPRCHA, ŽENY	2,70	PC2	S03	C01	
005	WC, ŽENY	3,00	PC2	S03	C02	
006	SÁTKA, ŽENY M. MUŽI	9,30	PC1	S01	C02	
007	SPRCHA, MUŽI	2,80	PC2	S03	C02	
008	WC, MUŽI	3,20	PC2	S03	C01	
009	CHODBA, SKLOP	5,70	PC2	S03	C01	
010	ČISTĚ PRÁDLO	11,80	PC1	S01	C01	
011	PRÁDELNA, MANDL	16,15	PC2	S03	C01	
012	SPRNA, PRÁDLO	5,70	PC1	S01	C01	
013	KÓMBA	5,70	PC1	S01	C01	

LEGENDA MATERIÁLŮ

	STAVĚJÍCÍ KONSTRUKCE		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN		HYDROIZOLACE SKLOBIT
	POROTHERM 44 S NA TEPELNÉ IZOLACÍ MALTU TL. STĚNY 450mm		EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN		PAROTĚSNÁ FOLIE
	POROTHERM 30 P40 NA MČ TL. STĚNY 300mm		DESKY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN		
	POROTHERM 25 P40 NA MČ TL. STĚNY 250mm		HLÍZ		
	POROTHERM 11,5 AKU NA MČ TL. STĚNY 100mm		HUTĚNÉ KAMENVO		
	POROTHERM 8 P40 NA MČ TL. STĚNY 100mm		HUTĚNÝ ZÁSYP VÝKOPKEM		
	SDK KONSTRUKCE		STAVĚJÍCÍ TERÉN NAVADKY		
	LEHKA SANITÁRNÍ PŘÍČKA		STAVĚJÍCÍ TERÉN SVAROVÉ HLAVY		
	KONSTRUKČNÍ ŽELEZOBETON		BOURANÉ KONSTRUKCE		
	BETON PROSTÝ		POJISTNÁ HYDROIZOLACE		

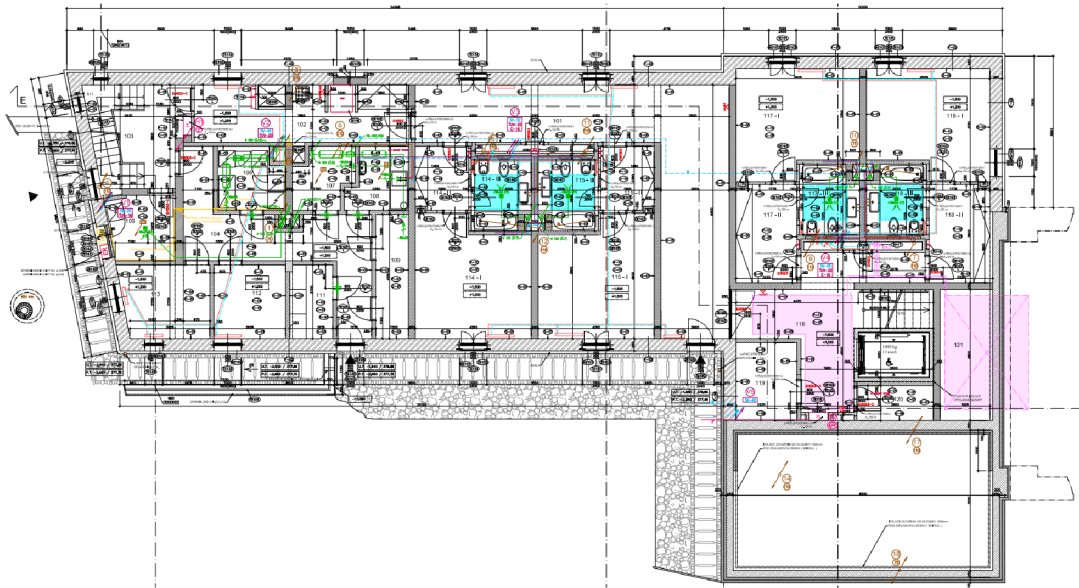
	TR	TRIZOR		OTOPNÉ TĚLESO KORADO RADIK KLASK		POTRUBÍ TVV
	UT	HASÍČÍ PŘÍSTROJ		OTOPNÉ TĚLESO KORADO KORALUX LINEAR		POTRUBÍ STUŽENÉ VODY
	ØDLO EPS			UT - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ		CIRKULAČNÍ POTRUBÍ
	POŽÁRNÍ HLASÍČ			UT - ZPĚNÉ POTRUBÍ		POŽÁRNÍ POTRUBÍ
				UT - FALŠNÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		PLNOVNÉ POTRUBÍ / OPATŘENÉ CHRÁNKOU
				PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - PŘÍRODNÍ POTRUBÍ		KANALIZAČNÍ POTRUBÍ
				PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - ZPĚNÉ POTRUBÍ		POTRUBÍ VZDUCHOTECHNIKY
				PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		POTRUBÍ KLIMATIZACE

POZNÁMKA:
VNITŘNÍ OBKLADY JSOU ZACHYČENY V ODDÍLE E.4. ROZVÍNUTE POHLEDY.
PULTY UMĚNADL JSOU ZACHYČENY V PROJEKTU INTERIERU.

± 0,000 = 380,400

AKCE	REVITALIZACE AREÁLU STŘEDOVĚKÉ TVRZE ORLICE		ZPRACOVATEL	JIRÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00		
INVESTOR	Eysan s.r.o. V Abš 845, 361 51 Letohrad IČ:27544192					
ZODP. PROJEKTANT	JIRÍ SOLNÁŘ	AUTOR			Ing.arch. Vě Solnář	PROJEKTANT
ČÁST OBJEKTU	ARCHITEKTONICKO STAVEBNÍ		ZPRACOVATEL ČÁSTI OBJEKTU	JIRÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00		
ZODP. PROJEKTANT	JIRÍ SOLNÁŘ	AUTOR	Ing.arch. Vě Solnář	PROJEKTANT	JIRÍ ŠTEFANÍK	
VÝKRES	Půdorys 1.PP		STUPĚN	DPS	DATUM	SŘPĚN 2009
			MĚŘÍTKO	1:60	Č. VÝKRESU	E-3.01

Příloha 8: Výkres 1.NP



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV	m ²	PODLAHA	STĚNY	STROP	POZN.
101	HOTELOVÁ CHODBA	42,15	P11	S01	G01	
102	CHODBA	15,85	P03	S03	G01	
103	SCHODIŠTĚ S11	13,60	P03	S01	G01	
104	CHODBA	18,30	P06	S01	G01	
105	OSPODY	3,25	P03	S01	G01	
106	CHLAZENÍ SKLAD	5,40	P03	S03	G01	
107	SKLAD ZELENINY	4,25	P03	S03	G01	
108	HRUBÁ PŘÍPRAVA ZELENINY	4,20	P03	S03	G01	
109	SKLAD NĚPŮJ	2,65	P03	S03	G01	
110	NEOHAZENO					
111	SUCHÝ SKLAD	4,38	P03	S03	G01	
112	PROVOZNI KANCELAR	6,95	P04	S01	G01	
113	PROVOZNI KANCELAR	6,59	P04	S01	G01	
114	POKOU TYP A	27,60	P10, P02	S01, S03	G01, G02	
115	POKOU TYP A	27,60	P10, P02	S01, S03	G01, G02	
116	HALA	28,55	P01	S01	G01	
117	POKOU TYP B	30,40	P10, P02	S01, S03	G01, G02	
118	POKOU TYP B	30,40	P10, P02	S01, S03	G01, G02	
119	SKLAD ZÁVAZDEL	6,35	P01	S01	G01	
120	STROJOVNA VÝTAHU V10	3,25	P01	S01	G01	
121	PROSTOR POD SCHODY	9,50				

LEGENDA MATERIÁLŮ

	STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN		HYDROIZOLACE SKLOBIT
	POROTERM 44 SI NA TEPELNĚ IZOLAČNĚ MLTU TL. STĚNY 450mm		EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN		PAROTĚSNÁ FOLE
	POROTERM 30 P+D NA MVC TL. STĚNY 300mm		DESKY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN		MLAT
	POROTERM 25 P+D NA MVC TL. STĚNY 250mm		HUTNĚNÉ KAMENIVO		HUTNĚNÝ ZASYP VÝKOPKEM
	POROTERM 11,6 AKU NA MVC TL. STĚNY 150mm		STÁVAJÍCÍ TERÉN NÁVAŽKY		STÁVAJÍCÍ TERÉN SVÁHOVÉ HLINY
	POROTERM 8 P+D NA MVC TL. STĚNY 100mm		STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE		STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE
	SDK KONSTRUKCE		KONSTRUKCĚ ŽELEZOBETON		BOURANÉ KONSTRUKCE
	LEHKÁ SANITÁRNÍ PŘÍČKA		BETON PROSTY		POJISTNÁ HYDROIZOLACE

TR TREZOR		OTOPNÉ TĚLESO KORADO RADIK KLASIK		POTRUBÍ TLV
HASIČÍ PŘÍSTROJ		OTOPNÉ TĚLESO KORADO KORALIX LINEAR		POTRUBÍ STUDENÉ VODY
ČIDLO EPS		UT - PŘÍRODNÍ POTRUBÍ		CIRKULAČNÍ POTRUBÍ
POŽÁRNÍ HLASÍC		UT - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POŽÁRNÍ POTRUBÍ
		UT - FALEŠNÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		PLYNOVÉ POTRUBÍ / OPATŘENÉ CHRÁNIČKOU
		PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - PŘÍRODNÍ POTRUBÍ		KANALIZAČNÉ POTRUBÍ
		PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POTRUBÍ VZDUCHOTECHNIKY
		PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		POTRUBÍ KLIMATIZACE

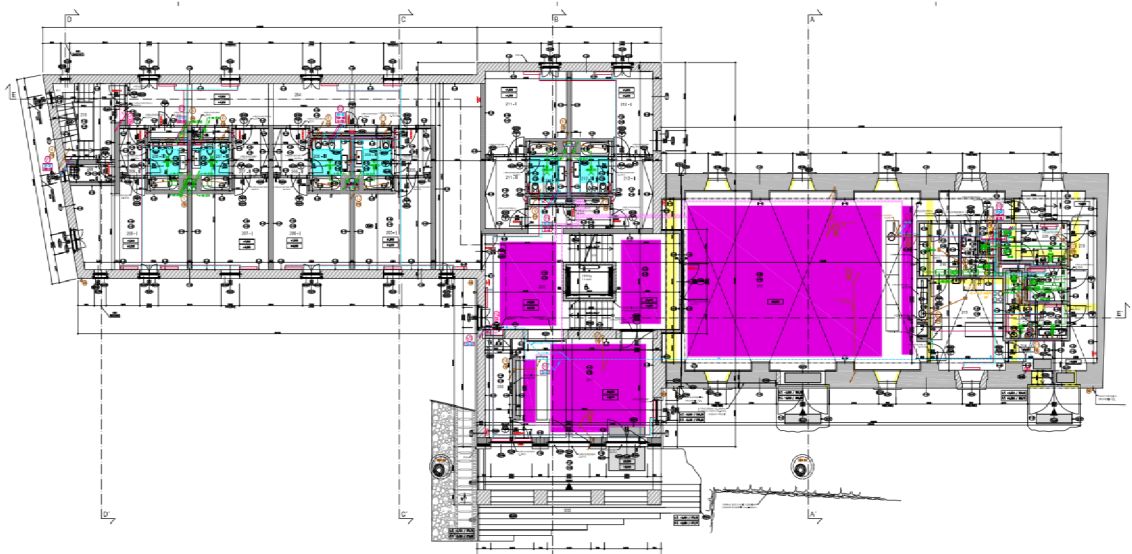
POZNÁMKA:
VNITŘNÍ OBLIKY JSOU ZACHYCENY V ODDĚLE E.4. ROZVÍHNUTÉ POHLEDY.
PULTY UMĚVADEL JSOU ZACHYCENY V PROJEKTU INTERIERU.

± 0,000 = 380,400



AKCE	REVITALIZACE AREÁLU STŘEDOVĚKÉ TVRZE ORLICE	ZPRACOVATEL	JIŘÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00
INVESTOR	Eryon s.r.o. V Aulčské 281 51 Letohrad IČ: 27544192	PROJEKTANT	Jiří Káslorovi
ZODP. PROJEKTANT	JIŘÍ SOLNÁŘ	AUTOR	Ing.arch. Vít Solnář
ČÁST OBJEKTU	ARCHITEKTONICKO STAVEBNÍ	ZPRACOVATEL ČÁSTI OBJEKTU	JIŘÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00
ZODP. PROJEKTANT	JIŘÍ SOLNÁŘ	AUTOR	Ing.arch. Vít Solnář
VÝKRES	Půdorys 1.NP	PROJEKTANT	Jiří Káslorovi
		STUPĚN	DPS
		DATUM	SRPEN 2009
		MĚŘÍTKO	1:50
		Č. VÝKRESU	E.3.02

Příloha 9: Výkres 2.NP



LEGENDA MÍSTNOSTI

Č.M.	NÁZEV	m ²	PODLAHA	STĚNY	STROP	POZN.
201	RECEPCE, HOTELOVÁ HALA	41,18	PO3	S01	CO1	
202	KANCELÁŘ	7,39	PO3	S01	CO1	
203	HALA	67,48	PO6	S01	CO1	
204	HOTELOVÁ CHODBA	59,15	PO6	S01	CO1	
205	POKOU PRO INVALIDY	27,60	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	NA WC BUDE INSTALOVÁNO SPRCHOVACÍ BIDETOVÉ SEDÁTKO
206	POKOU TYP A	27,60	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
207	POKOU TYP A	27,10	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
208	POKOU TYP C	33,36	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
209	OKLID	2,55	PO3	S01, S03	CO1	
210	SCHODIŠTĚ S11	12,80	PO3	S01	CO1	
211	POKOU TYP B	30,40	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
212	POKOU TYP B	30,40	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
213	SNĚMÁRNA, LOBBY BAR	130,46	PO6	S02	CO3	
214	PŘÍPRAVA	4,20	PO7	S01	CO3	
210	PŘÍPRAVA	18,80	PO7	S02, S03	CO3	
216	BILE NÁDOBÍ	5,70	PO7	S03	CO3	
217	WC ZAMĚSTNANCÍ	3,10	PO7	S03	CO3	
218	OKLID	1,40	PO7	S01	CO3	
219	CHODBA	19,50	PO7	S01, S02	CO3	
220	WC ŽENY	7,15	PO7	S03	CO2	
221	WC INVALIDA	3,60	PO7	S03	CO2	
222	WC MUŽI	6,10	PO7	S03	CO2	

LEGENDA MATERIÁLŮ

	STAVĚJÍCÍ KONSTRUKCE		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN		HYDROIZOLACE SKLOBIT
	POROTHERM 44 SI NA TEPELNÉ IZOLAČNÍ MALTU TL. STĚNY 450mm		EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN		PAROTĚSNÁ FOLIE
	POROTHERM 30 P+D NA MVC TL. STĚNY 300mm		DESKY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN		
	POROTHERM 26 P+D NA MVC TL. STĚNY 260mm		MĚT		
	POROTHERM 11,5 AKU NA MVC TL. STĚNY 150mm		HUTNĚNÉ KAMENIVO		
	POROTHERM 8 P+D NA MVC TL. STĚNY 100mm		HUTNĚNÝ ZASYP VYKOPKEM		
	SDK KONSTRUKCE		STAVĚJÍCÍ TEREN NÁVĚČKY		
	LEHKÁ SANITÁRNÍ PŘÍČKA		STAVĚJÍCÍ TEREN SVÁHOVÉ HLINY		
	KONSTRUKČNÍ ŽELEZOBETON		BOURANÉ KONSTRUKCE		
	BETON PROSTÝ		POUSTNÁ HYDROIZOLACE		

TR	TREZOR		OTOPNÉ TĚLESO KORADÓ RADIX KLASIK		POTRUBÍ TVŮV
▽	HASIČÍ PŘÍSTROJ		OTOPNÉ TĚLESO KORADÓ KORALUX LINEAR		POTRUBÍ STUDENÉ VODY
⊗	ČIDLO EPS		UT - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ		CIRKULAČNÍ POTRUBÍ
⊕	POŽÁRNÍ HLÁSIČ		UT - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POŽÁRNÍ POTRUBÍ
			UT - FALEŠNĚ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		PLYNOVÉ POTRUBÍ / OPATŘENÉ CHRÁŇKOU
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ		KANALIZAČNÍ POTRUBÍ
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POTRUBÍ VZDUCHOTECHNIKY
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		POTRUBÍ KLIMATIZACE

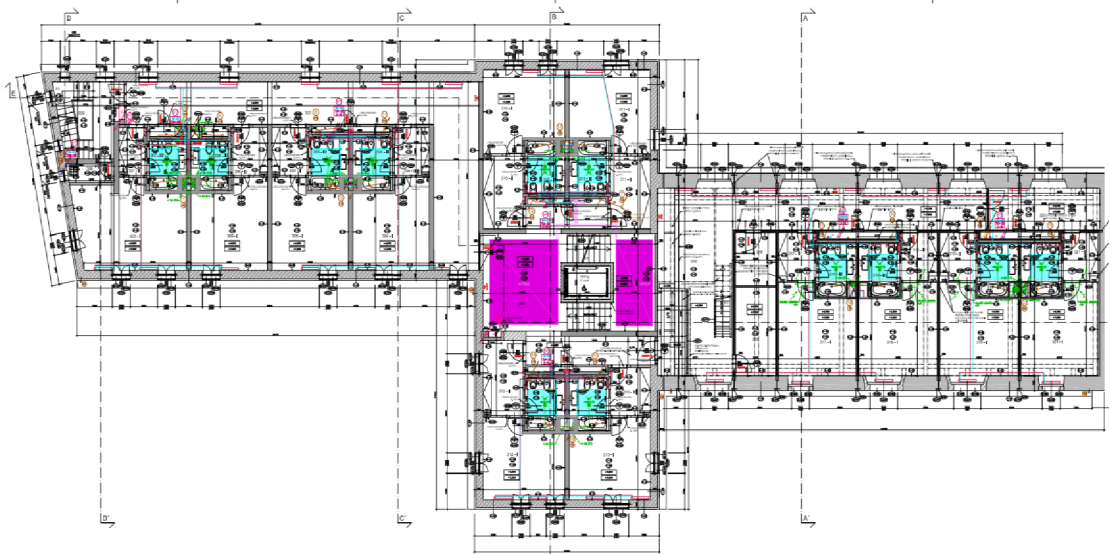
POZNÁMKA:
VĚTRNÍ OBKLADY JSOU ZACHYCENY V ODDLE E.4. ROZVÍZNUTÉ POHLEDY.
PULTY LÁMPAREL JSOU ZACHYCENY V PROJEKTU INTERIERU.

± 0,000 = 380,400



AKCE REVITALIZACE AREÁLU STŘEDOVĚKÉ TVRZE ORLICE			ZPRACOVATEL	JIRÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00
INVESTOR Eymal s.r.o. V Aleš 845, 561 51 Letohrad IČ: 27544192				
ZODP. PROJEKTANT	AUTOR	PROJEKTANT		
JIRÍ SOLNÁŘ	Ing.arch. Vít Solnář	JIRÍ KŘÍŠTOF	ZPRACOVATEL ČÁSTI OBJEKTU	
ČÁST OBJEKTU ARCHITEKTONICKO STAVEBNÍ				
ZODP. PROJEKTANT	AUTOR	PROJEKTANT		
JIRÍ SOLNÁŘ	Ing.arch. Vít Solnář	JIRÍ KŘÍŠTOF	JIRÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00	
VÝKRES Půdorys 2.NP			STUPĚN	DÁTUM
			DPS	SRPEN 2009
			MĚRÍTKO	Č. VÝKRESU
			1:50	E.3/03

Příloha 10: Výkres 3.NP



LEGENDA MÍSTNOSTI

Č.M.	NÁZEV	m ²	PODLAHA	STĚNY	STROP	POZNL.
301	HALA	62,78	PO6, SO6	S01	CO1	
302	MEBRASAZENO					
303	HOTELOVÁ CHODBA	89,16	PO6	S01	CO1	
304	POKOJ TYP A	27,60	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
305	POKOJ TYP A	27,60	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
306	POKOJ TYP A	27,10	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
307	POKOJ TYP C	33,56	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
308	ČÍSLD	2,56	PO3	S03	CO1	
309	SCHODIŠTĚ S11	12,80	PO3	S01	CO1	
310	POKOJ TYP B	30,40	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
311	POKOJ TYP B	30,40	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
312	POKOJ TYP B	30,40	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
313	POKOJ TYP D	26,96	PO4, P12	S01, S03	CO1, CO2	
314	HOTELOVÁ CHODBA	68,50	P16	S01, S02, S05	CO4	
315	PATROVÉ SLUŽBY	9,50	P16	S05	CO4	
316	SKLAD OŠTĚNO PŘÁDLA	5,50	P16	S05	CO4	
317	POKOJ TYP A	27,60	P14, P15	S02, S04, S06	CO4	
318	POKOJ TYP A	27,60	P14, P15	S02, S04, S06	CO4	
319	POKOJ TYP A	27,60	P14, P15	S02, S04, S06	CO4	
320	CHODBA	12,40	P16	S01, S02, S05	CO4	
321	POKOJ TYP A	27,60	P14, P15	S02, S04, S06	CO4	

LEGENDA MATERIÁLU

	STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN		HYDROIZOLACE SKLOBIT
	POROTHERM 44 SI NA TEPELNÉ IZOLAČNÍ MALTU TL. STĚNY 450mm		EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN		PAROTĚSNÁ FOLIE
	POROTHERM 30 P+D NA MWC TL. STĚNY 300mm		DESKY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN		
	POROTHERM 23 P+D NA MWC TL. STĚNY 250mm		MĚT		
	POROTHERM 11LS AKU NA MWC TL. STĚNY 150mm		HUTĚNÉ KÁMENNO		
	POROTHERM 8 P+D NA MWC TL. STĚNY 100mm		HUTĚNÝ ZÁSYP VÝKOPKEM		
	SDK KONSTRUKCE		STÁVAJÍCÍ TERÉN NÁVÁZKY		
	LEHKÁ SANITARNÍ PŘÍČKA		STÁVAJÍCÍ TERÉN SVAHOVÉ HLINY		
	KONSTRUKČNÍ ŽELEZOBETON		BOURANÉ KONSTRUKCE		
	BETON PŘOSTY		POJISTNÁ HYDROIZOLACE		

TR	TREZOR		OTOPNÉ TĚLESO KORADO RADIK KLASIK		POTRUBÍ TV
	HASÍČÍ PŘÍSTROJ		OTOPNÉ TĚLESO KORADO KORALUX LINEAR		POTRUBÍ STUDENÉ VODY
	ČÍDLA EPS		UT - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ		CIRKULAČNÍ POTRUBÍ
	POŽÁRNÍ HLASÍČ		UT - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POŽÁRNÍ POTRUBÍ
			UT - FALEŠNÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		PLYNOVÉ POTRUBÍ / OPATŘENÉ CHRÁNIČKOU
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ		KANALIZAČNÍ POTRUBÍ
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POTRUBÍ VZDUCHOVEDNÍKOVY
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		POTRUBÍ KLIMATIZACE

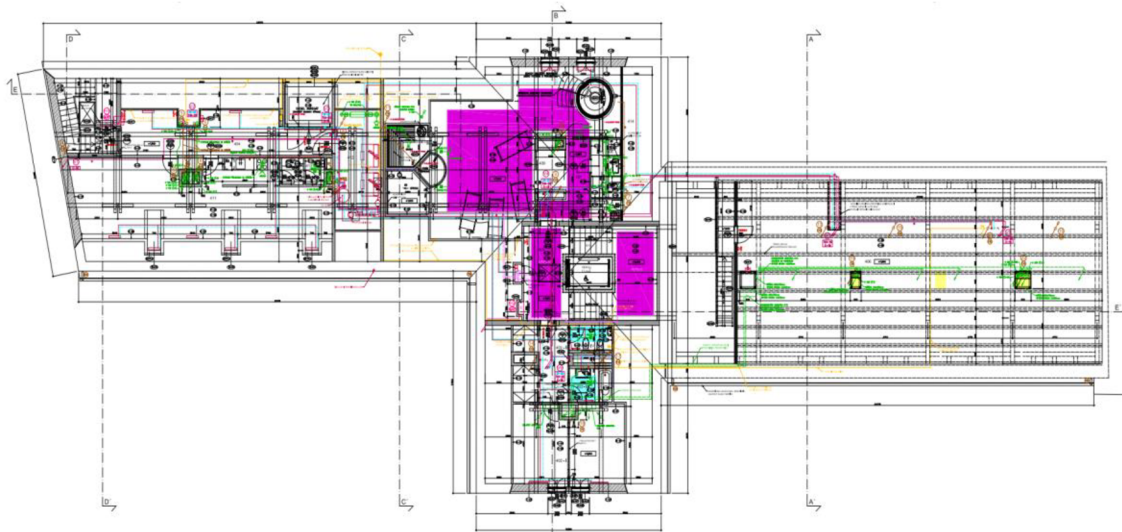
POZNÁMKA:
VITRŽNĚ OKLADY JSOU ZACHYCENY V ODDÍLE E.4. ROZVYNUTÉ POHLEDY.
PULTY UMÝVADEL JSOU ZACHYCENY V PROJEKTU INTERIERU.

± 0,000 = 380,400



AKCE	REVITALIZACE AREÁLU STŘEDOVĚKÉ TVRZE ORLICE	ZPRACOVATEL	JIŘÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00
INVESTOR	Eywan s.r.o. V Aleš 845, 561 51 Lečhrad IČ: 27544192		
ZODP. PROJEKTANT	JIŘÍ SOLNÁŘ	AUTOR	Ing.arch. Vít Solnář
		PROJEKTANT	Jiří Křížtořil
ČÁST OBJEKTU	ARCHITEKTONICKO STAVEBNÍ	ZPRACOVATEL ČÁSTI OBJEKTU	JIŘÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00
ZODP. PROJEKTANT	JIŘÍ SOLNÁŘ		
		AUTOR	Ing.arch. Vít Solnář
		PROJEKTANT	Jiří Křížtořil
VÝKRES	Půdorys 3.NP	STUPĚN	DATUM
		ČPS	SŘPĚN 2009
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
		1:50	E.3.04

Příloha 11: Výkres 4.NP



LEGENDA MÍSTNOSTI

C.M.	NÁZEV	m ²	PODLAHA	STĚNY	STŘOP	POZN.
401	HALA	35,40	P05	S01	S01	CD6
402	WELLNES	61,00	P12	S01, S05, S04	CO1, CO8	PRO 4 OSOBY
403	APARTMA TYP E	42,00	P04, P12	S01, S05, S04	CO2, CO8	
404	CHODBA	27,10	P06	S01, S05	CD6	
406	SCHODIŠTE S11	11,60	P03	S01, S05	CD6	
406	SKLAD	158,00	P09	S01, S05	CD6	NEZATEPLENÝ
407	PŘEDSÍŇ	8,05	P03	S01, S05	CD6	
408	WC + SPRCHA	4,60	P04	S04	CD6	
409	SÁTNA	3,20	P12	S01	CD6	
410	OKLID	1,80	P03	S01, S03	CD6	
411	KANCELÁŘ	65,65	P06	S01, S05	CD6	
412	KOTELNA	15,65	P03	S01, S05	CD1	
413	WC	3,17	P04	S04, S07	CD6	
414	TECH. MÍSTNOST PRO WHIRLPOOL	13,15	P22	S05	CD6	HYDROIZOLACE SKLOBIT POD BET. MAZANINOU

LEGENDA MATERIÁLŮ

	STAVAJÍCÍ KONSTRUKCE		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN		HYDROIZOLACE SKLOBIT
	POROTHERM 44 SI NA TEPELNÉ IZOLAČNÍ MÁLTU TL. STĚNY 400mm		EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN		PAROTESNÁ FÓLIE
	POROTHERM 30 P+D NA MVC TL. STĚNY 300mm		DESKY Z MINERALNÍCH VLÁKEN		
	POROTHERM 25 P+D NA MVC TL. STĚNY 250mm		MLAT		
	POROTHERM 11,5 AKU NA MVC TL. STĚNY 150mm		HUTNĚNÉ KÁMENVO		
	POROTHERM 8 P+D NA MVC TL. STĚNY 100mm		HUTNĚNÝ ZÁSTYV VÝKOPKEM		
	SOK KONSTRUKCE		STAVAJÍCÍ TEREN NÁVŮZŮ		
	LEHKÁ SANITÁRNÍ PŘÍČKA		STAVAJÍCÍ TEREN SVAHOVÉ HLINY		
	KONSTRUKČNÍ ŽELEZOBETON		BOURANÉ KONSTRUKCE		
	BETON PROSTÝ		POJISTNÁ HYDROIZOLACE		
	TR TREZOR		OTOPNÉ TĚLESO KORADO RADIX KLASIK		POTRUBÍ TUV
	HASIČÍ PŘÍSTROJ		OTOPNÉ TĚLESO KORADO KORALUX LINEAR		POTRUBÍ STUJENÉ VODY
	ČIDLO EPS		UT - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ		CÍRKULAČNÍ POTRUBÍ
	POŽÁRNÍ HLASIČ		UT - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POŽÁRNÍ POTRUBÍ
			UT - FALŠNÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		PLYNOVÉ POTRUBÍ / OPATŘENÉ CHRÁŇKOU
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ		KANALIZAČNÍ POTRUBÍ
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - ZPĚTNÉ POTRUBÍ		POTRUBÍ VZDUCHOTECHNIKY
			PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ		POTRUBÍ KLIMATIZACE

POZNÁMKA:
VNITŘNÍ OBKLADY JSOU ZACHYCENY V ODDÍLE E.4, ROZVÍZNUTE POKLEDY.
PULTY ÚNĚVADEL JSOU ZACHYCENY V PROJEKTU INTERiéRU.

± 0,000 = 380,400



AKCE REVITALIZACE AREÁLU STŘEDOVĚKÉ TVRZE ORLICE			ZPRACOVATEL JIŘÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00	
INVESTOR EYWAN s.r.o. V ul. 845, 561 51 Lešhrad IČ: 27544192				
ZODP. PROJEKTANT JIŘÍ SOLNÁŘ	AUTOR Ing. arch. Vít Solnář	PROJEKTANT Jiří Křížtořel		
ČÁST OBJEKTU ARCHITEKTONICKO STAVEBNÍ			ZPRACOVATEL ČÁSTI OBJEKTU JIŘÍ SOLNÁŘ ROKYCANOVA 30 PRAHA 3 130 00	
ZODP. PROJEKTANT JIŘÍ SOLNÁŘ	AUTOR Ing. arch. Vít Solnář	PROJEKTANT Jiří Křížtořel		
VÝKRES Půdorys 4.NP				
			STUPĚN DPS	DATUM SRPEN 2009
			MĚŘITKO 1:50	Č. VÝKRESU E.3.05