

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**SPÄTNÉ VYUŽITIE ODPADOVÝCH VÔD
V ADMINISTRATÍVNEJ BUDOVE**

BAKALÁRSKA PRÁCA

REŠERŠ

AUTOR: Monika Diková

ŠTUDIJNÝ PROGRAM: Stavební inženýrství

OBOR: Konstrukce pozemních staveb

VEDÚCA PRÁCE: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

2019/2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Diková</u>	Jméno: <u>Monika</u>	Osobní číslo: <u>438058</u>
Zadávající katedra: <u>K125 Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>(B3651) Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>(3808R008) Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Zpětné využití odpadních vod v administrativní budově</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Re-use of wastewater in the office building</u>	
Pokyny pro vypracování: Studie využití odpadních vod v řešeném objektu - návrh možných variant, výběr vhodné varianty pro řešený objekt.	
Zpracování projektu vybrané varianty: - projekt vodovodu a kanalizace zvolené varianty - půdorysy, svislé řezy, podélný řez, výpočty, technická zpráva.	
Seznam doporučené literatury: prof. Ing. K.Kabele, CSc. a kol.: Energetické a ekologické systémy 1 - skripta ČVUT Valášek, J. a kol. - Zdravotnětechnická zařízení budov, Jaga 2006, ISBN 80-88905-60-5. ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody, CNI 2013 ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace, CNI 2014	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Zuzana Veverková, PhD.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>24.9.2019</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>5.1.2020</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

PREHLÁSENIE:

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry a podkladov a s pomocou poskytnutých konzultácií.

V Horných Našticiach dňa 3.1.2020

.....

Monika Diková

POĎAKOVANIE:

Chcem sa veľmi poďakovať mojej vedúcej bakalárky pani Ing. Zuzane Veverkovej, Ph.D. za všetky poskytnuté rady a pripomienky k mojej práci.

ANOTÁCIA:

Moja bakalárska práca sa zaoberá odvodom odpadných vôd z budovy, ich skladovaním a možnosťou ich spätného využitia v administratívnej budove. Konkrétny projekt administratívnej budovy v Prahe je navrhnutý na spätné využitie vody dažďovej na splachovanie WC.

KLÚČOVÉ SLOVÁ:

Administratívna budova, odpadné vody, kanalizácia, vodovod, spätné využitie

ANNOTATION IN THE ENGLISH LANGUAGE:

My bachelor thesis is concerned with waste water disposal from a building, storage and possible reuse of said waste water in an office building. A specific project of an administrative building in Prague is projected to use rainwater for toilet flushing.

KEYWORDS:

Office building, waste water, sewage system, water supply network

OBSAH

1. ABSTRAKT	7
2. ODPADNÉ VODY A ICH ROZDELENIE	7
2.1. Nemocničné odpadné vody	7
2.2. Priemyselné odpadné vody	7
2.3. Dažďové odpadné vody	7
2.4. Splaškové odpadné vody	7
3. SIVÉ ODPADNÉ VODY	8
4. DAŽĎOVÉ ODPADNÉ VODY	8
5. ÚPRAVA ODPADNÝCH VÔD	9
5.1. Mechanická úprava	9
5.2. Chemická úprava	9
5.3. Biologická úprava	9
5.4. Prirodzené spôsoby úpravy	9
6. ODVOD ODPADNEJ VODY	10
6.1. ŽUMPA (akumulačná nádrž)	10
6.2. SEPTIK	11
6.3. ČISTIČKA ODPADNÝCH VÔD	11
7. SPÄTNÉ VYUŽÍVANIE ODPADNÝCH VÔD V ADMINISTRATÍVNEJ BUDOVE	12
7.1. NÁDRŽE NA ZBER ODPADNEJ VODY	12
7.2. ČERPANIE ÚŽITKOVEJ VODY	13
7.3. VSAKOVANIE	13
8. VYUŽITIE ODPADNÝCH VÔD V OBJEKTE	14
9. ZTI	15
10. VYUŽITIE ODPADNEJ VODY V OBJEKTE	16
11. SPLACHOVANIE V OBJEKTE	17
12. ZÁVER	19
POUŽITÁ LITERATÚRA	20
PRÍLOHY	21

1. ABSTRAKT

V súčasnosti sa zvyšuje nátlak na udržateľnosť životného prostredia. Na zníženie spotreby využívania prírodných zdrojov vo všetkých oblastiach, na recykláciu, teda využívania už raz použitých materiálov, surovín a rovnako aj vody. Práve voda je a jej zásobovanie v budovách je obor zdravotne technických zariadení budov. Tento stavebný obor sa zaoberá rozvodom vody, jeho využitím v budove a následným zberom už využitej, znečistenej vody. Odpadnú vodu z budovy odvádzame a zvädzame do nádrží, kde sa zhromažďuje, čistí a neskôr znovu vypúšťa do prírody. Avšak túto vodu je možné spätne využiť, čo môže mať ekonomické ale aj ekologické výhody.

2. ODPADNÉ VODY A ICH ROZDELENIE

Odpadné vody môžeme deliť na základe ich zloženia - ich znečistenia. Delíme ich na splaškové odpadné vody, dažďové odpadné vody, priemyselné odpadné vody a nemocničné odpadné vody. Každá s týchto vôd má charakteristické chemické znečistenie.

2.1. Nemocničné odpadné vody

Tieto odpadné vody sú špecifické svojim toxickým a infekčným znečistením. Okrem toxického znečistenia, je hrozbou zvýšený obsah antibiotík v odpadných vodách, ktorý môže viesť k vzniku rezistencii baktérií na dnes účinné liečivé látky.

2.2. Priemyselné odpadné vody

Na druhu priemyslu závisí o aké znečistenie pôjde. V týchto vodách je znečistenia napr. od ropných látok, malých, pevných častíc, ktoré vznikajú pri mechanických úpravách rôznych materiálov, kovov apod.

2.3. Dažďové odpadné vody

Zrážkové vody z dažďov a snehových prehánok zbierané zo šikmých a vodorovných plôch budov.

2.4. Splaškové odpadné vody

vody, ktoré vznikajú bežným každodenným užívaním. Tieto vody ďalej z hľadiska znečistenia delíme na:

- hnedé odpadné vody - obsahujúce fekálie
- žlté odpadné vody - obsahujúce moč
- čierne odpadné vody - obsahujúce moč aj fekálie

- sivé odpadné vody – inak znečistené vody z domácností, napr. vody z umývadiel, sprch, pračiek, umývačiek

Hnedé, žlté a čierne odpadné vody sa vyfiltrujú, zbierajú, skladujú poprípade vysušujú a neskôr sú použité ako hnojivo a poľnohospodárskom priemysle.

Sivé a dažďové odpadné vody sú tie, ktoré môžeme prečistiť a znovu použiť.

3. SIVÉ ODPADNÉ VODY

Pri znovu využití týchto vôd ich neodvádzame do verejnej splaškovej kanalizácie, ale zbierame a zhromažďujeme ich v nádržiach. Sivé vody sa tiež ďalej delia a to práve podľa využitia týchto vôd z rôznych zariadení predmetov. Delíme ich na:

- vody z kuchyne, z kuchynských drezov
- vody z umývačiek a pračiek
- vody z umývadiel, vaní a sprch
- nezaradené vody

Práve vody z umývadiel, vaní a sprch majú najväčší potenciál pri využití šedých vôd, pretože v pomere vody a znečistení je tam najväčší pomer čistej vody. V sivých vodách by sa nemali nachádzať fekálie a moč, čo však nemôžeme úplne vylúčiť. Spätne využitie je výhodné hlavne v budovách s vyšším odberom vody do rôznych zariadení predmetov ako sú umývadlá, sprchy, vane, drezy a pod. Jedná sa prevažne o bytové domy, hotely, administratívne budovy s pravidelným, rovnomerným odberom vody. Sivé vody sú spätne využité buď ako voda na splachovanie, alebo voda na zalievanie. Tento spôsob spracovania vody môže v obývaných budovách ekonomicky výhodný, znižuje potrebu pitnej vody a redukuje množstvo vypustenej vody do verejnej kanalizácie. Šedá voda sa dá tiež využívať z jej energetického hľadiska. Tepelná energia zo šedých vôd sa dá ďalej využiť na ohrev teplej vody.

4. DAŽĎOVÉ ODPADNÉ VODY

Dažďové odpadné vody sa spravidla zo strechy zbierajú a zvedzajú buď do kanalizácie, do nádrží, alebo sa vsakuje. Má najširšiu škálu využitia. Pravidelne sa využíva na zalievanie, rozširuje sa jej využitie ako úžitkovej voda v budovách (splachovanie WC). Dažďovú vodu je možné využiť na pranie, po vhodnej úprave na umývanie a dokonca aj na vodu pitnú. Spätne využitie dažďových vôd môže znížiť spotrebu pitnej vody aj o 25%.

5. ÚPRAVA ODPADNÝCH VÔD

Odpadné vody môžeme likvidovať dvomi spôsobmi a to centrálnou vyústením do kanalizácie a potom do čističiek alebo decentralizovane, čo je zber vody do nádrží hneď na mieste stavby. Nádrže môžu byť umiestnené nad zemou (menšie nádrže pri rodinných domoch prevažne na zalievanie), pod zemou, poprípade keď nie je dostatočné miesto na pozemku môže byť nádrž umiestnená priamo v budove. Je dôležité skladovať vody tak, aby nedošlo k množeniu mikroorganizmov. Odpadné vody musia pred ich znovu využitím prejsť úpravou. Táto úprava závisí na ich druhu a na spôsobe ich využitia (vodu na umývanie bude mať vyššie nároky na úpravu ako voda na zalievku). Procesy úpravy odpadnej vody sú:

- mechanická úprava
- chemická úprava
- fyzikálna úprava
- biologická úprava
- prírodné spôsoby úpravy

5.1. Mechanická úprava

Táto úprava spočíva v odstraňovaní pevných, mechanických častíc z vody pomocou filtrácie, sedimentácie a cedením. Len mechanická úprava sa používa v prípadoch, kedy je takáto úprava dostačujúca (úžitková voda, odber pitnej podzemnej vody zo studní). Objekty na mechanickú úpravu vody sú napríklad sedimentačné nádrže (sediment klesá na dno), odlučovače tukov (tuk pláva na hladine vody), rôzne česlá a siete na zadržovanie veľkých nečistôt.

5.2. Chemická úprava

Je to čistenie pomocou neutralizačných a dezinfekčných látok na zníženie mikroorganizmov. Pri tejto úprave musíme dbať na prípadnú koróziu ostatných zariadení (napr. čerpadlá), kedy je potrebné tieto zariadenia vybrať s ohľadom na odolnosť voči použitému chemickému látke.&

5.3. Biologická úprava

Úprava pomocou baktérii. Pri rozklade anaerobnými baktériami je zamedzený prístup vzduchu pri čom vzniká nepríjemný zápach, preto sa skôr používajú aerobné baktérie s prístupom kyslíka, kde okrem zamedzenia nepríjemného zápachu dochádza aj k prevzdušneniu odpadných vôd.

5.4. Prirodzené spôsoby úpravy

Prirodzené postupy čistenia vody. Mokrade sú takzvané prírodné čističky vody, ktoré majú schopnosť absorbovať znečisťujúce látky, filtrujú vodu pomocou rastlín a koreňov, odstraňujú z vody ťažké kovy a baktérie. Podzemné vody prešli filtráciou pri vsakovaní zemou. Jedným zo zaujímavých príkladov takejto úpravy vody na rekreáciu sú prírodné kúpaliská (biotopy), kde je voda čistená po okrajoch bazéna pomocou rastlín, prevažne lekieň.

Čistiace procesy musia byť doplnené tiež o zabezpečenie voči patogénnym organizmom. To zabezpečíme dezinfekciou. Chemická dezinfekcia spočíva v použití chlóru a ozónu, poprípade ďalších oxidačných procesov, ktoré zabíjajú mikróby ako napr. E.coli, Listeria, Salmonella. Pri fyzikálnej dezinfekcii sa používa UV lampa, ktorá narušuje štruktúry mikroorganizmov, ktoré sa už ďalej nerozmnožujú a nie sú infekčné.

6. ODVOD ODPADNEJ VODY

V budovách sa vždy rieši oddelene dažďová a splašková kanalizácia, poprípade ďalší druh špeciálnej kanalizácie (napr. tuková). Verejná stoková sieť môže byť buď jednotná, alebo delená. Jednotná stoková sieť zvädza do čističky odpadných vôd spolu dažďovú aj splaškovú kanalizáciu. Delená stoková sieť má dva druhy potrubí a to dažďové a splaškové.

Dažďová voda môže v prípade dostatočného priestoru vsakovať do zeme pomocou retenčného potrubia u menších rodinných domoch, alebo pomocou retenčných nádrží, retenčných blokov, ktoré pri výdatných dažďoch, alebo veľkej odvodnej ploche nahromadí množstvo vody, ktoré sa vsakuje priebežne. Ďalšia možnosť je vyústenie dažďovej kanalizácie rovno do stokovej siete, ktorá je však spoplatnená a má regulovaný odtok. Posledná možnosť je hospodárenie s dažďovou vodou, jej zbieranie, akumulovanie a následne spätné využitie.

Splašková kanalizácia z budovy sa odvádza buď rovno do splaškovej kanalizácie a následne do verejnej čističky odpadných vôd, ďalšie možnosti sú využitie žumpy, septiku, domovej čističky odpadných vôd alebo ju môžeme spätne využiť. Spätne sa využíva šedá voda.

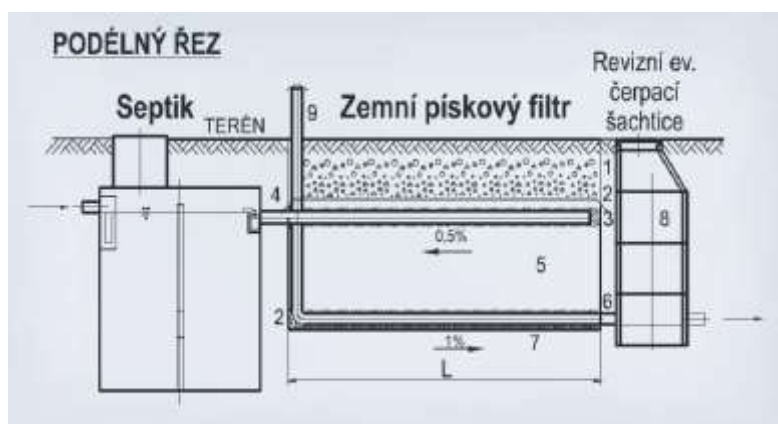
6.1. ŽUMPA (akumulačná nádrž)

Je to betónová alebo plastová nádrž do ktorej sa vlieva splašková kanalizácia z budovy. Väčšinou ide o rodinné domy, kde nie je zavedená verejná splašková kanalizácia. Žumpa má svoj určitý objem, takže po jej naplnení musí byť vyčerpaná a odvezená do verejnej čističky. Toto riešenie je vhodnejšie pre domy, ktoré nie sú celoročne obývané.



6.2. SEPTIK

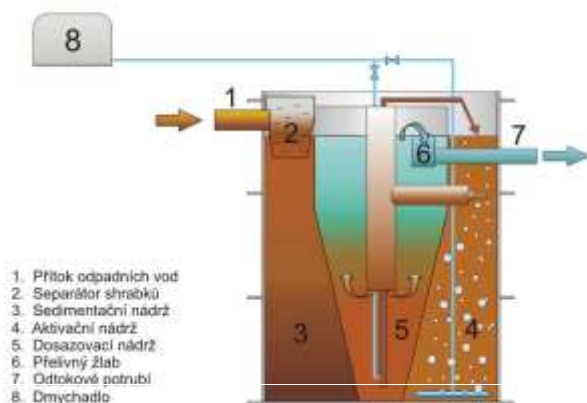
Na rozdiel od žumpy septik odpadnú vodu predčist'uje. Je to dvoj až trojkomorová betónová alebo plastová nádrž do ktorej sa vlieva splašková kanalizácia. Jednotlivé komory sú oddelené stenami v určitých výškach. V prvej komore je mechanické čistenie splaškovej vody, kde sa pevné látky usádzajú a voda takto zbavená pevných častíc prepadá do vedľajšej komory. V druhej komore prebieha proces vyhnívania a do tretej komory sa už dostáva prečistená voda. Takto upravená voda je odvádzaná do kanalizácie, alebo po použití filtrov môže byť vsakovaná, odvedená do recipientu. Kal zo septiku je potrebné raz za čas vyvieŕ.



6.3. ČISTIČKA ODPADNÝCH VÔD

Domová čistička odpadných vôd je najmodernejší spôsob čistenia a odvádzania vody z domov. Rovnako ako v septiku aj tu sa nachádza viac komôr, ktorými čistená voda prechádza. Na rozdiel od septiku čistička odpadných vôd je napojená na elektrickú energiu a po prečistení vody už následná úprava filtrom nie je nutná a voda môže byť odvádzaná do recipientu, môže sa vsakovať.

Schéma ČOV VZE 1 - 20



1. Přítok odpadních vod
2. Separátor sraženin
3. Sedimentační nádrž
4. Aktivační nádrž
5. Dosazovací nádrž
6. Plovivý žlab
7. Odtokové potrubí
8. Dmychadlo

7. SPÄTNÉ VYUŽÍVANIE ODPADNÝCH VÔD V ADMINISTRATÍVNEJ BUDOVE

Administratívne budovy sú špecifické svojim odberom vody, jeho intenzitou a skladbou zariadení a predmetov. Moderné administratívne budovy sú stavané ako budovy s voľným a čo najväčším priestorom, kde kúpeľne bývajú sústredené prevažne do centier. Vo všeobecnosti sa dá povedať, že najvyšším počtom zariadení a predmetov sú WC, potom umývadlá, ďalej drezy v kuchynkách, poprípade je tu malé množstvo sprch a vaní. Aj tu sa však dá premýšľať o využívaní sivých odpadných vôd, lenže je dopredu potrebné zvážiť efektívnosť investovania do ich spätného využitia na základe odberu vody z umývadiel a drezov. Ďalšie mínus pre využívanie sivých vôd je, že prečistenie týchto vôd je náročnejšie na údržbu a na samostatné zariadenie, ktoré je samo o sebe nákladnejšie. Avšak niektoré zdroje uvádzajú pri použití sivých vôd zníženie využitia pitnej vody aj jednu štvrtinu. Čo však môže byť efektívne je práve využitie dažďových vôd. Na pomerne veľkej ploche je možnosť zachytenia užitočného množstva vody na spätné využitie.

Možnosti využitia dažďovej vody v administratívnej budovy sú:

- voda splachovanie WC a pisoárov
- voda na umývanie podlahy
- voda pre práčky
- zavlažovanie zelených plôch
- dopĺňovanie chladiacich okruhov pre vzduchotechniku
- voda do požiarnych nádrží

7.1. NÁDRŽE NA ZBER ODPADNEJ VODY

Pokiaľ sa v administratívnej budove budú využívať dažďové aj sivé odpadné vody, nádrže musia byť minimálne dve. Odpadné vody sa nemôžu miešať. V prípade voľnej plochy pri administratívnej budove bývajú zväčša nádrže umiestnené pod terénom mimo budovu. Nádrže umiestnené pod terénom musia byť zabezpečené proti účinku vztlaku vzduchu. V opačnom prípade sú umiestnené v budove v nižších podlažiach, kam sa odpadné vody zbierajú. Oba typy nádrží musia mať z bezpečnostného hľadiska možnosť regulovaného prepadu do kanalizácie. Dažďovú odpadnú vodu môžeme riešiť aj vsakovaním do zeme, pokiaľ sú na mieste vhodné podmienky pre vsakovanie (typ zeminy, priestor na vsakovanie vzhľadom na rozlohu a príslušnú budovu). Voda v nádržiach je prečistená pre požadovaný odber. Proces sa líši u dažďovej odpadnej vody a u sivej odpadnej vody býva proces o niečo náročnejší. Nádrže sa volia podľa predpokladaného odberu zo zariadení a predmetov a intenzity dažďa spadnutého na plochu strechy. Nádrže sú ďalej

doplnené o potrebné komponenty, ktoré vody prečist'ujú, čerpajú odvádzajú a doplňujú o čistú vodu v prípade malého množstva úžitkovej vody.

7.2. ČERPANIE ÚŽITKOVEJ VODY

Odpadná voda, ktorá prejde čistením je odčerpávaná vlastným rozvodom do potrebných miest. Rozvody nemôžu byť napojené na rozvody čistej pitnej vody. Tu dochádza k problému, kedy úžitková voda nie je schopná vykryť celú spotrebu vody z napojených zariadení. Čo sa dá riešiť dvojitým rozvodom k výtoku, úžitková voda v nádrži sa bude pravidelne dopĺňať vodou pitnou pri jej nedostatku, ale najefektívnejšie je však použitie zariadenia, ktoré v prípade nedostatku úžitkovej vody doplní potrubie o vodu pitnú z verejného vodovodu.

7.3. VSAKOVANIE

V prípade, že sú dobré podmienky na vsakovanie ako vlastnosti pôdy, dostatočný priestor na umiestnenie nádrže a zabránenie navlhnutiu okolitých budov je možné použiť vsakovaciu nádrž. Je napojená na dažďovú kanalizáciu s možnosťou filtrovania veľkých častíc aby nedošlo k upchaniu. Veľkosť nádrže závisí na územných zrážkach a veľkosti plôch odkiaľ sa zrážky zbierajú (strechy, terasy). Je to možnosť, kedy nie je potrebné napojenie do verejnej stoky. Zrážková voda sa neodvádza z miesta ich pôsobenia, nie je poprípade miešaná a znehodnotená splaškovou vodou vo verejných spoločných stokách. Voda ostáva na mieste a vracia sa späť do podzemnej vody, ktorá začína byť čím ďalej cennejšia.

8. VYUŽITIE ODPADNÝCH VÔD V OBJEKTE

Údaje o objekte: Administratívna budova

Typ: novostavba

Lokalita: Praha

Hlavné využitie: administratívne priestory, obchodné priestory a závodná jedáleň

Počet poschodí: 6 nadzemných poschodí
2 podzemné poschodia (garáže)



Obrázok 4: Rez objektom

Jedná sa o 8 podlažnú budovu, ktorá slúži na administratívne účely. Ide o skeletovú konštrukciu so železobetónovým jadrom. 5. a 6. nadzemné podlažia sú ustupujúce. 1. nadzemné podlažie a 1. podzemné podlažie sa delia na medziposchodie, ktoré v iných výškach spôsobené podchodom v strede budovy.

2., 3., 4. a 5. nadzemné poschodia slúžia výhradne na administratívne účely. 1. nadzemné poschodie a jeho medziposchodie tvoria átrium budovy s možnými prenajímateľnými obchodnými priestormi. V medziposchodí 1. podzemného podlažia je priestor určený pre závodnú jedáleň. Najnižšie 1. a 2. podzemné poschodia slúžia ako garáže.

9. ZTI

VODOVOD

Rozvody vody v budove budú tri. Požiarny, rozvod pitnej vody z verejného vodovodu (studená, teplá, cirkulačná) a rozvod úžitkovej vody. Pitná voda je zavedená tam, kam je hygienických stanovísk potrebná. Úžitková voda je prefiltrovaná dažďová voda, ktorá sa tu využíva na splachovanie WC a pisoárov. V prípade jej nedostatku je doplňovaná pitnou vodou.

KANALIZÁCIA

Rovnako ako aj u vody, tak aj kanalizácia je riešená tromi typmi odpadného potrubia. Ide o splaškové odpadné potrubie, tukové odpadné potrubie a dažďové odpadné potrubie. Každý typ odpadného potrubia je zvädzaný iným spôsobom.

Splaškové odpadné potrubie

Splaškové vody od zariadení predmetov tečie potrubím do najnižšieho 2PP, kde je zvädzaný von z budovy a napojený kanalizačnou prípojkou do verejnej kanalizácie.

Tukové odpadné potrubie

Toto potrubie je zavedené v budove kvôli závodnej jedálni. V prevádzkach, kde sa pracuje s jedlom, konkrétne s mäsom je potrebné mať tukovú kanalizáciu, kvôli veľkému obsahu tukov v kanalizácii, ktoré znemožňujú jej funkciu, ukladajú sa v nej a zapchávajú. Preto v častiach kuchyne, kde sa pracuje s jedlom je zavedená práve tuková kanalizácia, ktorá je odvedená von z budovy do nádrže, tzv. lapača tukov, kde sa tuky vyzrážajú a môžu byť odoberané. Zvyšná odpadná voda odteká z lapača tuku do verejnej splaškovej kanalizácie.

Dažďové odpadné potrubie

Kvôli ustupujúcemu 5. nadzemnému poschodiu je voda zo strechy zbieraná v dvoch úrovniach. Dažďová voda je zvädzaná jedným potrubím do 2. podzemného poschodia odkiaľ je odvádzaná do akumuláčnej nádrže z ktorej je buď prečerpaná do úžitkového vodovodu alebo v prípade veľkých zrážok prepadáva do retenčnej nádrže, kde sa vsakuje do okolitej pôdy.

10. VYUŽITIE ODPADNEJ VODY V OBJEKTE

V riešenom objekte nebudú využívané šedé vody, pre predpokladaný nízky odber vody z umývadiel a spŕch a vyššiemu nároku na ich prečistenie k znovu použitiu (tiež vyššie náklady). Na druhú stranu sa ponúka využitie dažďových vôd pri ploche strechy $A=2088\text{m}^2$. Dažďové vody budú využívané na splachovanie WC a pisoárov. Na zistenie množstva zrážok v skúmanej oblasti sú použité záznamy zrážok z českého hydrometeorologického ústavu za posledných 5 rokov v Prahe.

		INTENZITA ZRÁŽOK (mm), LOKALITA: Praha a Stredočeský kraj												
	rok	mesiac	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	2018		29	8	34	19	54	69	27	33	49	31	12	58
2.	2017		26	19	40	72	36	73	72	76	37	76	37	29
3.	2016		30	45	25	26	58	77	95	32	39	57	29	24
4.	2015		34	5	40	26	41	60	28	70	0	54	64	17
5.	2014		25	2	36	33	121	27	94	64	85	51	18	31
6.	2013		51	44	21	27	114	164	46	106	52	48	30	10
7.	2012		60	23	12	39	41	61	113	81	42	45	42	56
8.	2011		37	8	28	25	52	82	154	72	43	42	1	42
9.	2010		59	16	27	33	96	57	98	153	86	8	60	61
10.	2009		18	42	53	20	87	83	95	44	16	51	30	58
Priemerné zrážky za 10 rokov (mm):			36,9	21,2	31,6	32	70	75,3	82,2	73,1	44,9	46,3	32,3	38,6
Objem mesačných zrážok (m^3) na plochu strechy (2088m^2):			77	44	66	67	146	157	172	153	94	97	67	81

Obrázok 5: Tabuľka zrážok za posledných 10 rokov v Prahe a Stredočeskom kraji

V tabuľke sú zaznamenané priemerné zrážky v Prahe a objem dažďovej vody, ktorá napadne na plochu strechy. Priemerne je zo strechy administratívnej budovy zozbieraných 102m^3 dažďovej vody. Čo pri hrubom priemere, pri priemerných 30 dňoch je $3,4\text{m}^3$ denne.

11.SPLACHOVANIE V OBJEKTE

Predpoklad

Bežné používanie WC v dnešnej dobe spotrebuje 3-6l, kde väčšina splachovačov je dvojdielných, delí na podľa množstva vody využitej na splachovanie. Pri malom tlačidle sa spotrebujú 3 litre vody, pri veľkom 6 litrov. Vo výpočte bude využitá vyššia hodnota a to 6 litrov, kvôli zohľadneniu nepresnosti splachovania napríklad v prípade opakovaného použitia, nie každý človek využíva menšie tlačidlo a podobne. Bežné používanie pisoára spotrebuje približne 1-3l. Vo výpočte bude využitá vyššie hodnota 3l.

Podľa Vyhlášky č. 120/2011 Sb. o spotrebe studenej vody pre jednu osobu pri priemere 250 pracovných dní za rok pripadá spotreba vody pri využití WC a umývadla 8m³.

Kancelárske budovy (bez stravovania)		
na jednu osobu pri priemere 250 pracovných dní/ rok		
4.	WC, umývadla	8
5.	WC, umývadla a tekoucí teplé voda	14
6.	WC, umývadla a tekoucí teplé voda s možnosťou sprchovania	18

Obrázok 6: Tabuľka spotreby studenej vody v administratívnej budove[10]

Pri zohľadnení využívania pisoárov (splachovanie len malej potreby), bude priemerná spotreba vody pre WC znížená na 5l na osobu a pri umývaní rúk jedna osoba spotrebuje asi 3l vody. Z tohto pomeru spotreby vody na splachovanie a využitia umývadla vychádza ročná spotreba vody na splachovanie 5m³ v administratívnej budove, čo je v priemere za deň 20l. Čiže v priemere minie jeden človek v administratívnej budove 20 l vody na splachovanie za deň.

Počet ľudí v administratívnej budove : 675 ľudí (650-700ľudí)

Počet ľudí v poschodiach využitých na kancelárie: 604

Upravená dažďová voda bude zavádzaná do 2.NP, 3.NP, 4.NP a 5. NP

5.NP 112 ľudí
4.NP 164 ľudí
3.NP 164 ľudí
2.NP 164 ľudí

Počet litrov na splachovanie pre jedného človeka za deň: 20 l/jednotka*deň

Počet WC: 53

Počet pisoárov: 28

Špecifický prietok WC a pisoárov je rovnaký: 0,15 l/s

Výpočtový prietok WC: $Q = \sqrt{\Sigma q^2 * n} = 1,35$ l/s

Objem vody v administratívnych plochách využitých na splachovanie: $20 * 604 = 12,08$ m³

Porovnanie

Pri porovnaní nazbieraných zrážok 3,4m³ za deň a potreby vody na splachovanie 12,08m³ nám vychádza zníženie spotreby pitnej vody o 28%.

Zachytávanie, skladovanie a rozvod dažďovej vody

Pomocou piatich strešných v pustí v 6. nadzemnom podlaží a dvoch v 5. nadzemnom podlaží sú dažďové vody zvädzané zvislým zvodom v šachte do 2. podzemného podlažia. Podchytené pod stropom v garáži sú vyvedené z objektu von pod terén do akumuláčnej nádrže špeciálne navrhutej pre skladovanie dažďovej vody pre jej ďalšie využitie. Objem nádrže je navrhnutý na 15 l dažďovej vody s rezervou pre pokrytie minimálne jedného dňa potreby vody na splachovanie.

Nádrž je vybavená filtrom, ktorou dažďová voda preteká do akumuláčnej nádrže. Vo filtri sa zachytávajú nečistoty zo strechy a dosahuje kvality na jej spätné využitie pri splachovaní WC a pisoárov. K akumuláčnej nádrži je primontovaná riadiaca jednotka, ktorá sníma hladinu vody v akumuláčnej nádrži, čerpá ju a dopravuje úžitkovým potrubím vodovodu k zariadeniam predmetom. V prípade nedostatku vody v nádrži riadiaca jednotka začne čerpať do úžitkového vodovodu vodu pitnú.

Vždy je potrebné zabezpečiť havarijný stav, kedy môžu byť zrážky tak silné, že akumuláčná nádrž pretečie. Na to je potreba spočítať objem nádrže pri najintenzívnejšom daždi.

Mesto	doba trvania dažďa (min)								
	5	10	15	15	15	30	60	60	60
	periodicita dažďa								
	1	1	5	1	0,5 (dvojročné zrážky)	0,2 (päťročné zrážky)	1	1	0,5 (dvojročné zrážky)
	intenzita dažďa (l/s.m ²)								
Praha	0,024	0,0163	0,0057	0,0126	0,0164	0,0217	0,0072	0,0041	0,0075
	prietok								
$Q=i*c*A$ (l/s)	50,13	34,05	11,91	26,32	34,26	45,33	15,04	8,56	15,67
	Objem nádrže (m ³)								
$V=Q*t$	15,04	20,43	10,72	23,69	30,83	40,79	27,07	30,83	56,40

Obrázok 7: Tabuľka intenzity dažďa s jeho trvaním v Prahe

Zo štatistík bola zistená intenzita dažďa v Prahe v závislosti na jej trvanie. Ďalším krokom bolo zistenie prietoku v týchto intenzitách a po pre násobení ich dobou pôsobenia vyšiel ich objem. Najkritickejším dažďom bol 60 minútový dážď, ktorý sa objavuje raz za dva roky a preto je veľkosť retenčnej nádrže navrhnutá na tento objem. Retenčná nádrž je navrhnutá z blokov, ktoré vodu zadržujú, pomaly púšťajú a nechávajú vsakovať do okolitej zeminy.

12. ZÁVER

V objekte administratívnej budovy bude naprojektované využívanie dažďovej vody. Nie je jednoduché zvoliť najefektívnejší spôsob využívania odpadových vôd. Záleží na každom investorovi a na jeho prioritách, či už ekonomických, alebo ekologických. V objekte sa ponúka viacero možností využívania odpadných vôd, ako napríklad využívanie celej dažďovej vody na splachovanie, využívanie sivých vôd na splachovanie a využitie dažďových na zalievanie trávinatej plochy na pozemku, poprípade dopĺňanie požiarnych nádrží pre sprinklerov systém. Avšak jedno, čo je jasné, že v objekte podobného typu je možné zúžitkovať práve dažďovú vodu, ktorá sa nemusí odvádzať do kanalizácie.

POUŽITÁ LITERATÚRA:

- [1] ČSN EN 12056-3 (75 6760); Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet
- [2] ČSN EN 1825-2 (75 6553); Lapáky tuků – Část 2: Výběr jmenovitého rozměru, osazování, obsluha a údržba
- [3] Prof. Ing. Karel Kabele, CSc. A kolektiv: Energetické a ekologické systémy 1, Zdravotní technika, vytápění
- [3] Prof. Ing. Karel Kabele, CSc. A kolektiv: Energetické a ekologické systémy 1, Zdravotní technika, vytápění
- [4] Územní srážky [online]. [cit. 2019-30-12]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>
- [5] ASIO TECH, spol. s.r.o. [online]. [cit. 2019-30-12]. Dostupné z: <https://www.asio.cz>
- [6] Systémy hospodaření s vodou, 18.12.2017, Ing. Stanislav Frolík, Ph.D., katedra technických zařízení budov, ČVUT v Praze, fakulta stavební [cit. 2019-30-12]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16729-systemy-hospodareni-s-vodou>
- [7] Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení, 12.5.2014, doc. Ing. Zdeňka Lhotáková, CSc., Fakulta architektury VUT v Brně [cit. 2019-30-12]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11202-zpetne-vyuzivani-odpadnich-vod-v-domech-pro-bydleni>
- [8] Využití šedých a dešťových vod v budovách, 8.7.2013, Ing. Karel Plotěný, ASIO, spol. s r.o. [cit. 2019-30-12]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [9] TOPWET s.r.o. [online]. [cit. 2019-30-12]. Dostupné z: <https://www.topwet.cz>
- [10] fakultný web katedry technických zařízení budov, ČVUT
- [11] Schéma ČOV VZE1-20 [online] <http://www.ekomonitor.cz/ke-stazeni/schema-cov-vze1-20>
- [12] SEPTIK s napojením na zemní filter [online] <https://www.asio.cz/cz/zemni-filtr>
- [13] Žumpa plastová Prešov [online] <https://podomietkovasprchovabateria.blogspot.com/2017/07/zumpa-plastova-presov.html>

PRÍLOHY:

VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA VODOVODU

VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA KANALIZÁCIE

TECHNICKÁ SPRÁVA VODOVODU

TECHNICKÁ SPRÁVA KANALIZÁCIE

VÝPOČTY