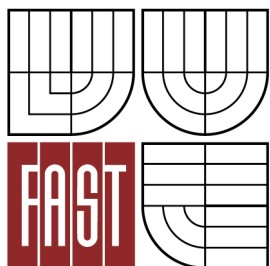


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICE

VYUŽÍVANÍ DEŠŤOVÝCH VOD V HOTELU USING OF RAIN WATER IN HOTEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

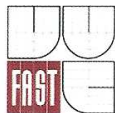
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MONIKA VESELSKÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. HELENA WIERZBICKÁ

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Monika Veselská

Název Využívání dešťových vod v hotelu

Vedoucí bakalářské práce Ing. Helena Wierzbická

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2011

Datum odevzdání bakalářské práce 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce s touto osnovou:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

B1. výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na síť pro veřejnou potřebu: bilance potřeby vody, bilance potřeby teplé vody, bilance odtoku odpadních vod, bilance potřeby plynu

B2. výpočty související s následným rozpracováním 1-3 dílčích instalací (kanalizace/vodovod/plynovod) podle zadání vedoucího práce: návrh přípravy teplé vody, dimenzování potrubí, návrhy zařízení (čerpadla, vodoměry, lapáky, ...)

C. Projekt – v úrovni projektu pro provedení stavby, výkresy vyhotovit dle ČSN 01 3450: technická zpráva, situace stavby 1:200 (1:500), podélné profily přípojek, detail vodoměrné sestavy, půdorysy základů a podlaží 1:50, rozvinuté řezy vnitřní kanalizace (rozsah zadá vedoucí práce), axonometrie vodovodu (plynovodu), legenda zařizovacích předmětů, funkční (regulační) schéma, pokud je nutné

k) závěr,

l) seznam použitých zdrojů,

m) seznam použitých zkratk a symbolů,

n) seznam příloh,

o) přílohy – výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek. Na posledním listě bude vlepeno CD.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací



Ing. Helena Wierzbická
Vedoucí bakalářské práce

Bibliografická citace VŠKP

VESELSKÁ, Monika. *Využívání dešťových vod v hotelu: bakalářská práce*. Brno, 2012. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav technická zařízení budov. Vedoucí bakalářské práce Ing. Helena Wierzbická

Abstrakt v českém jazyce a anglickém jazyce

Bakalářská práce spočívá v návrhu systému využití dešťových vod v hotelu, návrhu akumulční nádrže, dimenzování rozvodu studené pitné a užitkové vody v objektu a vodovodní přípojky.

Bachelor's thesis contains suggestion system using a rainwater in hotel, suggestion of accumulation tank, sizing divorce cold drinking water and non-potable water in building and water connection.

Klíčová slova v českém a anglickém jazyce


Využití dešťových vod, vnitřní vodovod, akumulční nádrž, rozvody vody, pitná voda, užitková voda, potřeba vody, návrh vodoměru, návrh čerpadla, situace, slepá matrice, podélný řez vodovodní přípojkou, izometrické schéma.

Using rainwater in building, internal water supply, accumulation tank, water systems, drinking water, non-potable water, requirement water, suggestion water – gauge, situation, blind matrix, longitudinal cut water connection, isometric scheme.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne ...22.5.2012...

.....

.....
podpis autora

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat vedoucí práce, paní Ing. Heleně Wierzbické, za cenné připomínky, rady a zkušenosti, které jsem za dobu vypracování bakalářské práce získala. Neopomenutelný dík patří mé rodině za psychickou a finanční podporu.

OBSAH:

| | |
|--|--------|
| ÚVOD | - 1 - |
| A. TEORETICKÁ ČÁST – Hospodaření se srážkovými vodami | - 2 - |
| 1 Úvod | - 3 - |
| 2 Vliv srážkových vod na krajinu | - 4 - |
| 3 Hospodaření se srážkovými vodami | - 5 - |
| 4 Jakost srážkových vod | - 5 - |
| 4.1 Srážkové povrchové vody přípustné | - 6 - |
| 4.2 Srážkové povrchové vody podmíněčně přípustné | - 7 - |
| 5 Typy vsakování srážkových vod | - 7 - |
| 5.1 Povrchové vsakování | - 7 - |
| 5.2 Podpovrchové vsakování | - 8 - |
| 5.3 Bezodtoková jezírka | - 8 - |
| 6 Druhy vsakovacího zařízení | - 9 - |
| 6.1 Plošné vsakování | - 9 - |
| 6.1.1 Voštinové bloky | - 9 - |
| 6.1.2 Vsakovací tunely | - 10 - |
| 6.1.3 Dutiny vyplněné štěrkem | - 11 - |
| 6.2 Hlubinné vsakování | - 11 - |
| 6.2.1 Vsakovací šachta | - 11 - |
| 6.2.2 Vsakovací studna | - 12 - |
| 7 Návrh vsakovacího zařízení | - 12 - |
| 7.1 Bezpečnostní ochrana proti přeplnění | - 13 - |
| 8 Retence srážkových vod | - 13 - |
| 8.1 Retence pomocí retenčních nádrží | - 13 - |
| 8.1.1 Retenční nádrže povrchové | - 14 - |
| 8.1.2 Retenční nádrže podpovrchové | - 14 - |
| 8.1.3 Retenční nádrže uvnitř budovy | - 15 - |
| 8.2 Decentralizovaná retence | - 15 - |
| 9 Využití srážkové vody | - 15 - |
| 9.1 Využití vody pro zavlažování | - 16 - |
| 9.2 Využití vody v objektu | - 16 - |

| | | |
|--------|--|--------|
| 9.2.1 | Praní prádla | - 17 - |
| 9.2.2 | Splachování WC | - 17 - |
| 10 | Technická zařízení | - 17 - |
| 10.1 | Filtrační zařízení | - 18 - |
| 10.1.1 | Filtrační podokapový hrnec | - 18 - |
| 10.1.2 | Okapový filtr | - 18 - |
| 10.1.3 | Košíčkový filtr | - 19 - |
| 10.1.4 | Samočistící filtrační jednotky | - 19 - |
| 10.1.5 | Filtry pro montáž do tlakového potrubí | - 20 - |
| 10.2 | Akumulační nádrže | - 20 - |
| 10.2.1 | Plastové nádrže | - 20 - |
| 10.2.2 | Betonové nádrže | - 21 - |
| 10.2.3 | Zásobníky s plovákovou škrtkicí klapkou | - 21 - |
| 11 | Dimenzování akumulací nádrže | - 22 - |
| 11.1 | Potřeba srážkové vody | - 22 - |
| 11.2 | Výpočty potřebné k posouzení | - 22 - |
| 11.2.1 | Roční zisk srážkové vody V_d [l/rok] | - 22 - |
| 11.2.2 | Roční potřeba srážkové vody Q_r [l/rok] | - 22 - |
| 11.2.3 | Denní potřeba srážkové vody pro využití v budově | - 23 - |
| | Q_d [l/den] | |
| 11.2.4 | Posouzení | - 23 - |
| 11.3 | Stanovení objemu akumulací nádrže | - 23 - |
| 12 | Závěr | - 24 - |
| | B. VÝPOČTOVÁ ČÁST | - 25 - |
| 1 | Návrh akumulací nádrže | - 26 - |
| 1.1 | Roční zisk srážkové vody | - 26 - |
| 1.2 | Denní potřeba srážkové vody | - 26 - |
| 1.3 | Roční potřeba srážkové vody | - 27 - |
| 1.4 | Posouzení | - 27 - |
| 1.5 | Stanovení objemu akumulací nádrže | - 27 - |
| 1.6 | Technická data | - 27 - |
| 1.6.1 | Vlastnosti | - 27 - |
| 1.6.2 | Výhody | - 28 - |

| | | |
|-------|--|--------|
| 1.6.3 | Manipulační úchyty | - 28 - |
| 1.6.4 | Rozměry | - 28 - |
| 1.7 | Systém využití dešťové vody | - 29 - |
| 2 | Výpočet vnitřního vodovodu | - 30 - |
| 2.1 | Stanovení výpočtového průtoku | - 30 - |
| 2.2 | Tlakové ztráty vlivem místních odporů | - 30 - |
| 2.3 | Celkové tlakové ztráty | - 30 - |
| 2.4 | Dimenzování vodovodu pitné vody | - 32 - |
| 2.4.1 | Hlavní větev | - 32 - |
| 2.4.2 | Vedlejší větve | - 33 - |
| 2.4.3 | Výpočet součinitele místního odporu | - 34 - |
| 2.5 | Dimenzování vodovodu užitkové vody | - 35 - |
| 2.5.1 | Hlavní větev | - 35 - |
| 2.5.2 | Vedlejší větve | - 36 - |
| 2.5.3 | Výpočet součinitele místního odporu | - 37 - |
| 2.6 | Hydraulické posouzení | - 37 - |
| 3 | Návrh čerpadla | - 38 - |
| 3.1 | Tlaková ztráta vlivem místních odporů na straně sání | - 38 - |
| 3.2 | Celková ztráta tlaku na straně sání | - 38 - |
| 3.3 | Souhrn tlakových ztrát | - 38 - |
| 3.4 | Zapínací přetlak | - 38 - |
| 3.5 | Vypínací přetlak | - 39 - |
| 3.6 | Dopravní výška čerpadla | - 39 - |
| 3.7 | Graf čerpadla | - 39 - |
| 3.8 | Technická data | - 40 - |
| 3.8.1 | Popis čerpadla | - 40 - |
| 3.8.2 | Rozměrový výkres | - 40 - |
| 3.8.3 | Parametry | - 41 - |
| 4 | Vodoměr | - 42 - |
| 4.1 | Návrh vodoměru | - 42 - |
| 4.2 | Posouzení | - 42 - |
| 4.3 | Technická data | - 42 - |
| 5 | Dimenzování kanalizační přípojky | - 43 - |
| 5.1 | Výpočtový průtok dešťových vod | - 43 - |

| | |
|---|--------|
| 5.2 Výpočtový průtok splaškových vod | - 43 - |
| 5.3 Celkový průtok splaškových vod | - 43 - |
| 5.4 Průtok odpadních vod v kanalizační přípojce | - 43 - |
| C. PROJEKT | - 44 - |
| 1 Technická zpráva | - 45 - |
| 2 Legenda zařízovacích předmětů | - 51 - |
| 3 Seznam příloh | - 53 - |
| Seznam použitých zdrojů | - 54 - |
| Seznam použitých zkratek a symbolů | - 56 - |
| ZÁVĚR | - 57 - |

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je navrhnout systém využití srážkových vod v hotelu a vyřešit rozvody studené pitné a užitkové vody. Objekt se nachází v okrajové části města Opočna s okolní zástavbou bytových domů a s přílehlými zemědělskými plochami. Objekt je navržen třípodlažní s nevyužívaným půdním prostorem. První podlaží plní funkci rekreačního zázemí a zbylá dvě podlaží plní ubytovací funkci. Ubytovací kapacity pokojů jsou jednolůžkové, dvoulůžkové, třílůžkové a čtyřlůžkové. Jsou zde navrženy dva apartmány pro čtyři osoby s vestavěnou kuchyňku. Do hotelu je umožněn bezbariérový přístup s možností ubytování osob s omezenou schopností pohybu a orientace. Jsou zde dva dvoulůžkové pokoje. V hotelu je zřízen jeden byt pro zaměstnance a jeden pro ředitele.

Konstrukční a architektonické stavebně technické řešení dané projektem nebude v bakalářské práci změněno.

A. TEORETICKÁ ČÁST
Hospodaření se srážkovými vodami

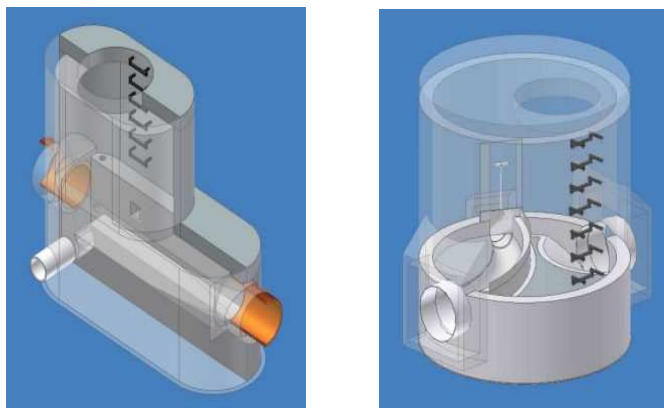
1 ÚVOD

Teoretická část bakalářské práce se zabývá hospodařením se srážkovými vodami. V teoretické části bakalářské práce je řešen celkový problém ohledně nakládání se srážkovými vodami, vsakováním, retencí a využitím srážkových vod jako náhradu za vodu pitnou. V první části je popsán vliv, kvalita a druhy srážkových vod. Dále jsou uvedeny možnosti vsakování těchto vod, k tomu vhodné zařízení a retence srážkových vod. Poslední část tvoří využití srážkových vod v objektu a pro závlahu, filtrační zařízení, typy akumulacních nádrží a dimenzování akumulacní nádrže.

2 VLIV SRÁŽKOVÝCH VOD NA KRAJINU

V posledních letech se na našem území objevují velké výkyvy v intenzitě dešťových srážek, příčinou jsou pravděpodobně důsledky globálního oteplování. Hustá městská zástavba způsobila změny vodního režimu v původním ekosystému a je těžké udržet ve městech vhodné mikroklima. V letním období je městský trávník zežloutlý a půda vyschlá. Při dešti se prvních pár kapek vsakuje do půdy, zbylý déšť smývá vrstvu humusu a prach z trávy. V trávníku vznikají hlušiny, erozní rýhy a kalná voda odtéká na chodník. Většina dešťových vod z chodníku vtéká do veřejné kanalizace, do podzemních vrstev se nedostane skoro žádná voda. ⁽¹⁾

Za plošné snižování podzemní vody mohou výstavby inženýrských sítí obecně, především kanalizace. V přetížených stokách se navrhuje stavby retenčních nádrží pro snížení průtoku dešťových vod. Stavby jsou velmi nákladné, mají velkou plochu a omezenou kapacitu objemu. Na stokách se také musejí zřizovat odlehčovací komory (Obrázek 1), které odlehčují nadbytečnou vodu do vtoku a tak zabraňují přetížení kanalizace a čistírny. Tyto odlehčovací komory jsou většinou vybudovány jako pevné přelivy, vytékají z nich velmi silně znečištěné deště do recipientu. ⁽²⁾



Obrázek 1 Typy odlehčovacích komor ⁽¹²⁾

V minulosti byly zřizovány stokové sítě sídelních útvarů jako jednotné soustavy. Stavba těchto soustav postupovala od nejnižšího místa u vodoteče. Kmenové stoky většiny sídelních útvarů jsou přetížené. Nové zástavby se začínají budovat dál od historických center sídelních útvarů. Rekonstrukce kmenových stok je velmi nákladné, proto vznikl velký tlak na omezení odtoku dešťových vod z nově budovaných objektů. Řešení odtoku srážkových vod tedy spadá zcela nebo z části na stavebníky zástaveb. ⁽²⁾

3 HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI

Navrhování optimálního hospodaření se srážkovými vodami řeší projektant v součinnosti s investorem. Srážkové vody se mají přednostně vsakovat, pokud to není možné dalším řešením je retence, v případě, že ani toto nevyhovuje, srážkové vody se odvedou do kanalizace. Pravidla pro hospodaření se srážkovými vodami stanovuje správce sítě. Návrh se řídí podle místních podmínek pro odvádění srážkových vod do veřejné kanalizace nebo vodního toku, hladiny stoleté vody, geologických podmínek a ekonomických možností investora.

Při nedostatku vody nebo vysoké ceny za vodu v dané lokalitě je možnost využít srážkovou vodu v objektu jako vodu nepitnou. Při návrhu by měl být určen poměr mezi možným využitím nepitné vody v objektu a nepravidelností dešťových srážek (příklad v tabulce 1). Akumulace srážkové vody musí být předřazena akumulacnímu prostoru vlastního retenčního nebo vsakovacího zařízení z důvodu plnění akumulacního prostoru vodou při jakékoli intenzitě srážek.⁽²⁾

Tabulka 1: Rozdělení průměrných měsíčních srážek v průběhu roku ⁽¹⁾

| Měsíc | Procenta z celkových ročních srážek |
|----------|-------------------------------------|
| leden | 4,3 |
| únor | 4,5 |
| březen | 5,1 |
| duben | 8 |
| květen | 11,4 |
| červen | 13,1 |
| červenec | 14,3 |
| srpen | 12,9 |
| září | 8,2 |
| říjen | 7,2 |
| listopad | 5,7 |
| prosinec | 5,3 |

4 JAKOST SRÁŽKOVÝCH VOD

Srážková voda je voda, která byla znečištěna pouze průchodem atmosférou a stykem s povrchem, na který dopadá. Srážková voda obsahuje rozpuštěné plyny, organické a anorganické látky, které byly zachycené průchodem atmosférou. Při dopadu srážkové

vody na povrch si s sebou přibírá další látky, které rozpouští nebo unáší do recipientu. Kvalita vody tedy závisí na povrchu, ze kterého voda stéká a koncentraci znečišťujících látek ve vztahu k možnému ohrožení podzemní vody při jejich vsakování nebo použití v objektu (Tabulka 2).⁽²⁾

Tabulka 2: Požadavky na látkové složení dešťové vody ⁽⁴⁾

| Druh znečištění | Požadavky na složení dešťové vody ze střech | | | |
|---------------------|---|------------------------------------|--------------------------------|--|
| | Závlahy | Úklid | WC | Praní prádla |
| Nerозpouštěné látky | Interní jsou neškodné | Při vyšších koncentracích nevhodné | Bez významu | Nutná filtrace |
| Organické látky | Interní a lehce odbouratelné jsou neškodné | Bez významu | | Bez významu |
| Těžké kovy | Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě | | | |
| Pesticidy | Ohrožení rostlin a půdních organismů | | | |
| Mikroorganismy | bez významného vlivu | | | |
| Barva | | Bez významu | | Nebezpečí obarvení |
| Zápach | | | | Bez významu |
| Agresivita vody | | | Dle složení vody a typu pračky | |
| Celkové posouzení | Často výhodnější než voda pitná | Použití bez omezení | Použití bez omezení | Při nadbytku dešť. vody a v kombinaci s pitnou vodou pro poslední fázi pracího procesu |

4.1 Srážková povrchová voda přípustná

Srážková voda, jejíž kvalita nepředstavuje riziko z hlediska znečištění půdy a ohrožení jakosti podpovrchových vod.

Jedná se o povrchový odtok z následujících ploch:

- Zatravněných ploch, luk a kulturní krajiny s možným odtokem srážkových vod do odvodňovacích systémů
- Střech o redukované odvodňované ploše $A_{red} < 200 \text{ m}^2$
- Teras v obytných částech a jim podobných ploch
- Komunikací pro pěší a cyklisty

- Vjezdů do individuálních garáží a příjezdů k rodinným domům a stavbám pro individuální rekreaci. ⁽³⁾

Možný odtok do oddílné kanalizace a vodního toku, omezený odtok do jednotné kanalizace. Vsakování je možné v povrchových a v podpovrchových vsakovacích zařízeních. Podpovrchové jsou buď s možností vstupu bez předchozího opatření, pokud úroveň vsakovacího místa je minimálně 1m nad hladinou podzemní vody. Druhý způsob je bez možnosti vstupu, kde je doporučeno před vsakovací zařízení vložit separační zařízení pro zachycení hrubých splavenin a nerozpuštěných látek. ⁽⁵⁾

4.2 Srážkové povrchové vody podmíněně přípustné

Srážková voda, jejíž kvalita může být zhoršena obsahem specifického znečištění. Riziko znečištění podzemních nebo povrchových vod je však možné snížit až eliminovat příslušným opatřením, například předčištěním srážkových vod, odváděných z povrchu terénu nebo staveb.

Jedná se o povrchový odtok z následujících ploch:

- Střech o redukované odvodňované ploše $A_{red} \geq 200 \text{ m}^2$
- Pozemních komunikací pro motorová vozidla
- Parkovišť motorových vozidel do 3,5 t a autobusů
- Letištních ploch pro startování a přistávání letadel
- Komunikací průmyslových a zemědělských areálů. ⁽³⁾

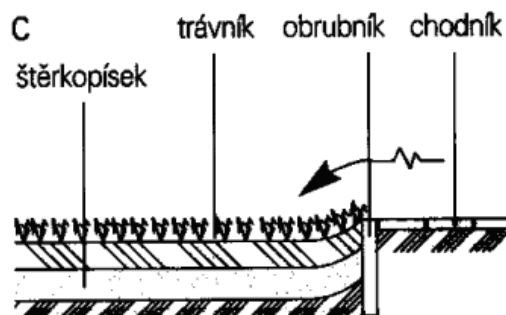
Po předčištění je možný odtok do oddílné kanalizace a vodního toku, ale omezený odtok do jednotné kanalizace. Tyto vody je možné vsakovat, pokud jsou předčištěny. Podle druhu znečištění a vsakovacího zařízení se navrhuje retenční nádrž, dešťová usazovací nádrž, odlučovač lehkých kapalin, filtrační zařízení, biologický filtr, umělý mokřad, vegetační vrstva a další zařízení. ⁽⁵⁾

5 TYPY VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

5.1 Povrchové vsakování

K zachycení veškerých srážkových vod z daného pozemku pomocí vhodných terénních úprav. Terénní úpravy spočívají v situování chodníků níže, než jsou okolní travnaté plochy. Kolem chodníků se nacházejí obrubníky a zeleň je vyspárována k nim. ⁽¹⁾ Vhodným návrhem je změnit niveletu chodníku s úrovní travnatých ploch a

tím vytvořit vsakovací depresi (průleh) (Obrázek 2). Snížení terénu má být maximálně 300mm.⁽⁶⁾



Obrázek 2: Vsakovací deprese⁽⁶⁾

Na základě požadavků orgánu statní správy je u některých odstavných ploch nutné předřadit před vsakovací deprese lapače ropných látek, filtrační prvek a kontrolní šachty z důvodů zjištění zbytkového obsahu ropných látek ve srážkové vodě.

Výhodou tohoto vsakování je jednoduchá obnova filtrační vrstvy a snadné odstranění naplavených nečistot.⁽⁶⁾

5.2 Podpovrchové vsakování

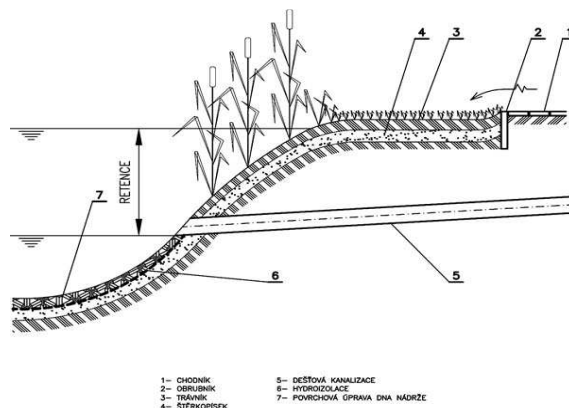
Jedná se o uměle vytvořené prostory pod úrovní terénu nad vsakovací plochou a jsou vždy kombinovaná s retencí srážkové vody. Součástí zařízení mají být kontrolní a čistící prvky. Zařízení musí být opatřeno odvětráním.⁽³⁾ Podpovrchové vsakování lze vytvořit umístěním voštinových bloků, šterkové vrstvy nebo tunelových útvarů.

Podmínkou pro snížení odtoku srážkové vody tímto způsobem je řádně provedený geologický průzkum, k upřesnění způsobu a kapacity vsakování a vyloučení nebezpečného vzniku sesuvů. Návrh způsobu řešení se provádí v závislosti na schopnosti horniny pojmout dešťovou vodu.⁽¹⁾

5.3 Bezodtoková jezírka

Rozlehlé objekty nebo střechy hal mohou zajistit potřebné množství vody pro zřízení bezodtokového jezírka (Obrázek 3). Výhodou tohoto způsobu je kombinace akumulace srážkové vody se vsakováním a využitím estetické nebo užité funkce (koupací jezírko). Jezírka se mohou osadit mokřadními rostlinami a hloubku vody udržovat 1m nade dnem deprese. Pomocí jílu nebo nepropustné fólie se do této úrovně zhotoví nepropustné břehy a dno. Pro zajištění přívalových dešťů se nad trvalou

hladinou vody vytvoří akumulací prostor. Břehy nad úrovní trvalé hladiny jsou z propustných hornin a zadržaná voda se postupně vsákne do přilehlé zeminy. ^{(2) (11)}



Obrázek 3: Schéma řešení vsakovacího jezírka ⁽¹¹⁾

6 DRUHY VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

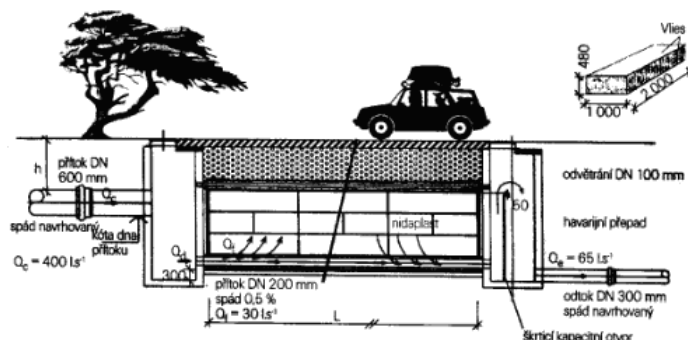
6.1 Plošné vsakování

6.1.1 Voštinové bloky

Voštinové bloky (obrázek 4) jsou tvořeny šestibokými trubkami, vyrobené z plastového materiálu, většinou z polyethylenu. Jsou dostatečně pevné ve svislém směru, pokládají se vedle sebe i nad sebou ve vrstvách. Dají se využít i pro snížení odtoku srážkové vody. Je ideální je použít v místech kde se uvažuje komunikace s těžkým provozem.

Zaplavením vstupní šachty se voda dostává do dutin, jejich plocha a potřebný objem je navrhován dle rychlosti vsakování (koeficientu filtrace). Voda z dutin se vede do rozváděcí šachty, ze které pokračuje pod vrstvy vsakovacích bloků. Proti ucpávání pórů jsou bloky chráněny geotextilií. Lapač splavenin se musí osazovat před rozváděcí šachtu tam, kde by voda mohla obsahovat splaveniny. ⁽¹⁾

Výhodou bloků je malá hmotnost prvku (cca 42kg/m³) a velká akumulací kapacita bloků, asi 95% z celkového objemu. Nevýhodou je velký objem potřebný k umístění tohoto vsakovacího systému. ⁽⁵⁾



Obrázek 4: Akumulace dešťové vody ve voštinových blocích ⁽⁶⁾

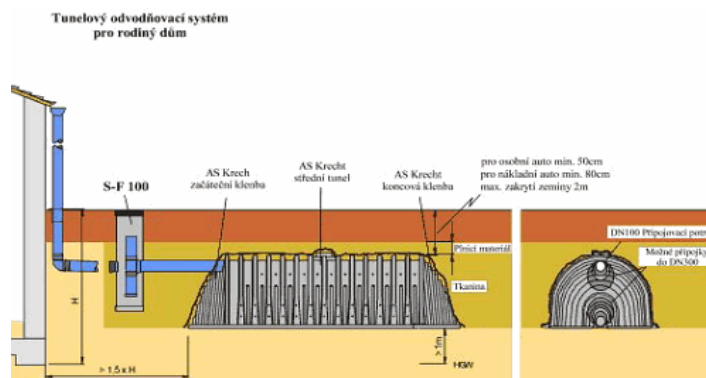
6.1.2 Vsakovací tunely

Na vsakovací tunely (Obrázek 5) aplikujeme podobné řešení jako u voštinových bloků. Segmenty tunelů spojujeme zámkovými spoji. Nad vsakovací vrstvou se shromažďuje voda, která se postupně vsakuje. Z důvodů využití klenbového principu je pro stejný objem dutin potřeba menší množství materiálu. Systém je složen z lehkých, půlkruhových, plastových schránek. Při vhodné úpravě vtoků lze prostor opatrně vyčistit, proto jsou tunely méně zranitelné při ucpávání.

Výhodou tunelů je jejich dlouhá životnost, zvládnou velké zatížení a s minimálními stavebními náklady lze stavět stabilní a rozsáhlý systém (Obrázek 6). ⁽⁵⁾



Obrázek 5: Tunelový systém retence a vsakování ⁽¹³⁾



Obrázek 6: Tunelový odvodňovací systém pro rodinný dům ⁽⁷⁾

6.1.3 Dutiny vyplněné štěrskem

Neboli vsakovací drenáž, která spočívá ve vytvoření štěrkového polštáře s vloženými drenážními trubkami. Z důvodů kontroly a proplachování se do systému navrhují vstupní a čistící šachty. ⁽³⁾

6.2 Hlubinné vsakování

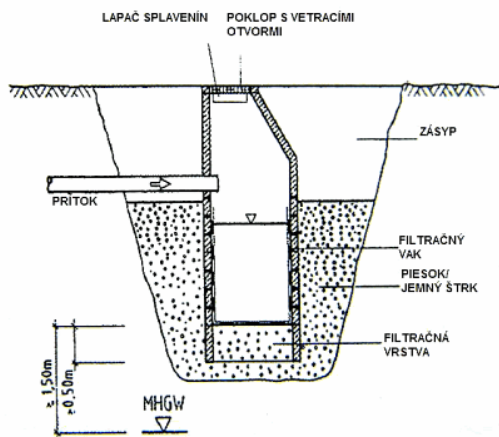
Hlubinné vsakování se navrhuje tam, kde je potřebné srážkovou vodu odvádět potrubím a v poměrně velkých hloubkách přivádět k vsakovací vrstvě. ⁽¹⁾

6.2.1 Vsakovací šachta

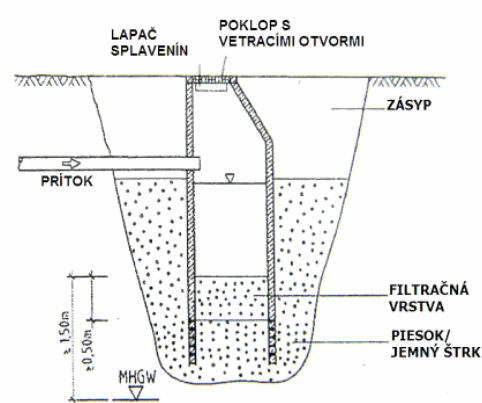
Vsakovací šachty se navrhují v místech s málo propustnými zeminami a s lehkým dopravním provozem. Slouží jako retenční podzemní nádrž a je doplněna štěrkovým podložím. Objem retenční šachty je nutné navrhnout tak, aby se v šachtě mohl naakumulovat celý objem měsíčních srážek, který se pak postupně vsakuje do zeminy. Minimální průměr dle směrnice je DN 1000. Rozlišujeme dva základní typy vyhotovení šachet. ⁽¹⁾

Pro šachtu typu A (Obrázek 7) musí být zabudovaný filtrační vak nad filtrační vrstvou, ve kterém se zadržují veškeré nečistoty ze srážkové vody. Je nutné zajistit výměnu nebo čištění tohoto vaku.

V šachtě typu B (Obrázek 8) se nečistoty zachytávají až na povrchu filtrační vrstvy, je důležité zřídit možnost výměny znečištěné vrstvy za novou. Typ této šachty má k dispozici menší zásobný objem srážkové vody než v typu A. ⁽⁸⁾



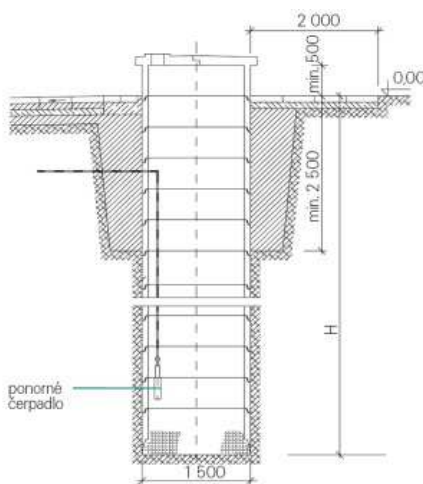
Obrázek 7: Vsakovací šachta typu A ⁽⁸⁾



Obrázek 8: Vsakovací šachta typu B ⁽⁸⁾

6.2.2 Vsakovací studna

Vsakovací studna (Obrázek 9) využívá skladby podloží v daném místě, bývají spouštěné a dosahují až do propustné vrstvy. Z důvodu zamezení rychlého zanesení studny splaveninami, je vhodné na dně šachty vložit pískovou filtrační vrstvu (možné doplnit molitanovou filtrační vrstvu nebo geotextilií).⁽¹⁾



Obrázek 9: Typ vsakovací studny ⁽¹⁴⁾

7 NÁVRH VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Před návrhem je nutný průzkum daného místa. V rámci průzkumu se musí zjistit úroveň extrémní hladiny nejbližšího vodoteče (i s přívalovými srážkami), situování studní a podzemních objektů, které se musí zajistit proti vyplavení vzlakem.

Povrchová vsakovací zařízení by se měla navrhnout tak, aby doba pozdržení srážkové vody nepřekročila 72 hodin. Každé podzemní vsakovací zařízení musí být odvětráváno.⁽²⁾

Návrh vsakovacího zařízení má být takový, aby jednotlivé prvky systému byly čistitelné a snadno obnovitelné. Při návrhu je nutné dodržovat tyto odstupové vzdálenosti:

- 5m od obytných budov, které nejsou izolované (2m od izolovaných)
- 3m od lokálních vegetačních míst (stromy, keře atd.)
- 2m od hranice pozemku, veřejné komunikace apod.
- 1,5m od plynovodu a vodovodu
- 0,8m od elektrického vedení
- 0,5m od telekomunikačního
- 1m odstup od hladiny spodní vody⁽⁸⁾

7.1 Bezpečnostní ochrana proti přeplnění

Systém se musí navrhovat na havarijní přítok vody (při překročení návrhových srážek), aby nedošlo k poškození okolních staveb. Je doporučeno navrhnout bezpečnostní přepad nebo výron vody na terén v podobě otvoru v poklopu nebo míře, která slouží k přístupu do vsakovacího zařízení. Přepad nebo výron vede do nejbližšího vodoteče nebo kanalizace. Musí se osazovat zpětná armatura a to tam, kde přepadová hrana leží pod hladinou zpětného vzduťí ve stoce, do které je přepadové potrubí odvodněno.⁽²⁾

8 RETENCE SRÁŽKOVÝCH VOD

Retence neboli zadržování srážkových vod v takovém objemu, který vyhoví místním podmínkám pro regulaci odtoku srážkových vod do recipientu. Retence se dělí do dvou skupin, retence pomocí retenčních nádrží a decentralizovaná retence.⁽²⁾

8.1 Retence pomocí retenčních nádrží

Retenční nádrže slouží k zajištění redukovaného odtoku. Mají ochrannou funkci před velkými vodami, dešťovými odtoky a také zachycují smyvy. Měli by se řídit návrhem a statickým posouzením pohybů dna a stěn nádrže během vyprazdňování a

plnění. V nádrži má být umožněno snadné čištění a otevřená nádrž musí dovolit snadný odtok splavených živočichů a nečistot zpět do okolního terénu.

Pokud se do nádrže připojí pitná voda, napouštění musí být řešeno s volným výtokem situovaným nad havarijní hladinou vody v nádrži. Zařízení je nutné odvětrat a zajistit přívod vzduchu. ⁽²⁾

8.1.1 Retenční nádrže povrchové

Povrchové retenční nádrže (*Obrázek 10*) je vhodné navrhovat v místech, kde je k dispozici dostatečně velký prostor pro manipulaci se srážkovou vodou. Nádrže musí být pomocí zábradlí a oplocení zajištěny proti nechtěnému přístupu a pádu osob. Jeden způsob provedení je se zatravněným povrchem stěn i dna nádrže. Druhý způsob je v provedení stavebních konstrukcí se šikmými nebo svislými stěnami. ⁽²⁾



Obrázek 10: Příklad retenční nádrže na vodním toku Chvalka ⁽¹⁵⁾

8.1.2 Retenční nádrže podpovrchové

Za předpokladu vstupu do retenční nádrže (*Obrázek 11, 12*) musí být otvor vybaven patřičným počtem poklopů a žebříky (řízeno retenčním objemem). Do dna nádrže je doporučeno nainstalovat čerpací jímku, která je potřebná při gravitačním vypouštění vody nebo vyčerpání vody při čištění. ⁽²⁾



Obrázek 11: Příklad retenční kruhové nádrže u logistického centra v Plzni ⁽¹⁶⁾



Obrázek 12: Montovaná betonová nádrž ⁽¹⁷⁾

8.1.3 Retenční nádrže uvnitř budovy

Nádrže musí být opatřeny víkem z důvodů zvyšování vlhkosti a bezpečnostním přepadem. Návrh bezpečnostního přepadu musí dosahovat maximálního možného přítoku vody při havarijním stavu. Vnější stěny nádrže musí být chráněny před kondenzací vody. Nádrže je nutné opatřit vypouštěním.⁽²⁾

8.2 Decentralizovaná retence

Decentralizovaná retence znamená retence dešťové vody na jednotlivých nemovitostech. Důležitým prvkem retence je zařízení pro omezení odtoku, jako je škrťací trať, vírový regulátor a filtrační lože. Škrťací trať je potrubí se zmenšenou kapacitou, které zajišťuje požadovaný odtok. Vírový regulátor je zařízení, které zabezpečuje požadovaný odtok, nevyžaduje cizí energii a potřebuje minimální údržbu. Filtrační lože je stavebně pískové lože s drenáží, vhodné pro malý odtok z nádrže.

Příklady zařízení, které slouží k tomuto způsobu retence: rybník s biotopem, retence na terasách, vodorovných a šikmých střeších, retenční kanál, filtrační jímka, vsakování s retenčním prostorem, retence na parkovištích a průmyslových plochách.⁽⁹⁾

9 VYUŽITÍ SRÁŽKOVÉ VODY

Srážkovou vodu lze podle rozhodnutí investora a projektanta využít v mnoha případech.

9.1 Využití vody pro zavlažování

Sezónní využití srážkové vody je vhodné na zavlažování zahrad. Investičně výhodný a nejjednodušší systém využití je přímý odběr k ručnímu zalévání. V tomto případě se voda nemusí upravovat.

Dalším systémem, o něco nákladnější a náročnější na délku potrubí, je kapková metoda závlivky. Voda vtéká po kapkách přímo k jednotlivým rostlinám, kam se dostává tenkými trubkami. Tento způsob se využívá v místech s nedostatkem vody.

Nákladným systémem je systém automatického kropení (*Obrázek 13*), který vyžaduje akumulční nádrž, čerpadlo nebo čerpací stanici s úpravou vody. Akumulační nádrž slouží k zachycení srážkové vody a v období sucha se doplňuje pitnou vodou.⁽²⁾



Obrázek 13: Automatické kropení⁽¹⁸⁾

9.2 Využití vody v objektu

Pro celoroční využití lze srážkovou vodu použít jako vodu nepitnou pro splachování WC, praní prádla, mytí podlah a vozidel. Využití srážkové vody může snížit spotřeby pitné vody až o 50%. Pro akumulaci dešťové vody jsou nejvhodnější střechy se spádem, s koeficientem odtoku 0,8 až 0,9, s břidlicovou, betonovou nebo pálenou střešní krytinou. Pro využití vody v objektu je nutné zajistit filtraci vody. Zařízení pro filtraci má zamezit prostupu částic větších než 50 μm . Ve veřejných objektech je nařízeno zajistit i dezinfekci vody. Do akumulční nádrže je vhodné vložit vápencovou drť, pokud srážková voda má velmi nízké pH.⁽²⁾

9.2.1 Praní prádla

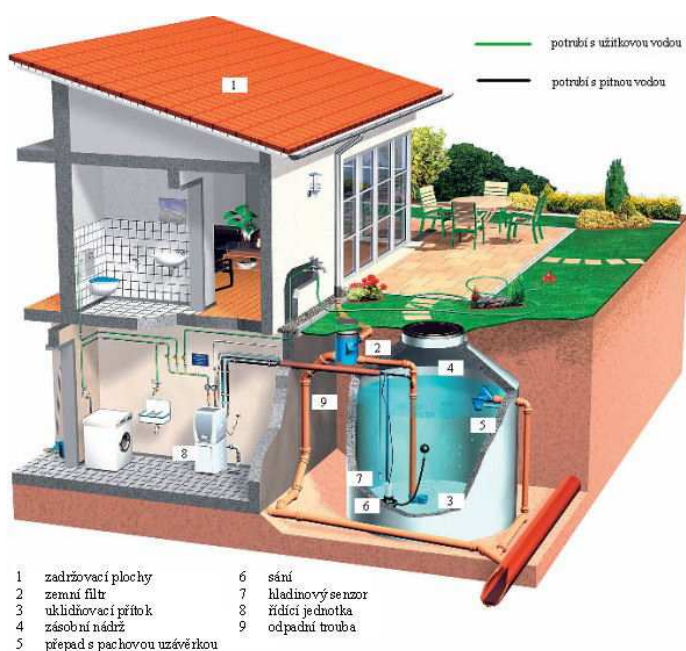
Využívat srážkovou vodu je vhodné zejména v oblastech, kde dostupná voda je příliš tvrdá nebo obsahuje větší podíl železa, manganu apod. Dešťová voda je měkká, lépe se rozpouští prací prášek a nemá sklony se usazovat a tvořit vodní kámen. Úspory se tak objeví ve spotřebě pitné vody, pracích prášků a ve zmírnění opotřebení pračky.

9.2.2 Splachování WC

Každý občan spotřebuje denně zhruba 140 l vody, z toho cca 33% spotřebuje na splachování WC. Vzhledem k tomu, že voda na splachování nevyžaduje vysoké nároky na kvalitu, je ideální použít vodu dešťovou. Dešťová voda, je voda měkká a nedochází tedy k usazování vodního kamene.⁽¹⁰⁾

10 TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ

Technické zařízení na využití srážkové vody v provozu (*Obrázek 14*) musí obsahovat čerpadlo, zařízení na doplňování nádrže pitnou nebo užitkovou vodou, filtrační zařízení, bezpečnostní a kontrolní přístroje. Snahou výrobců je, aby zařízení bylo na stavbu dodáno jako komplet. Jsou dva základní systémy zapojení, a to s vlastní cisternou a bez zásobníku srážkové vody (zásobník je zabudovaný pod zemínou před budovou).⁽¹⁾



Obrázek 14: Příklad zařízení využití dešťové vody⁽¹⁰⁾

10.1 Filtrační zařízení

10.1.1 Filtrační podokapový hrnec (Obrázek 13)

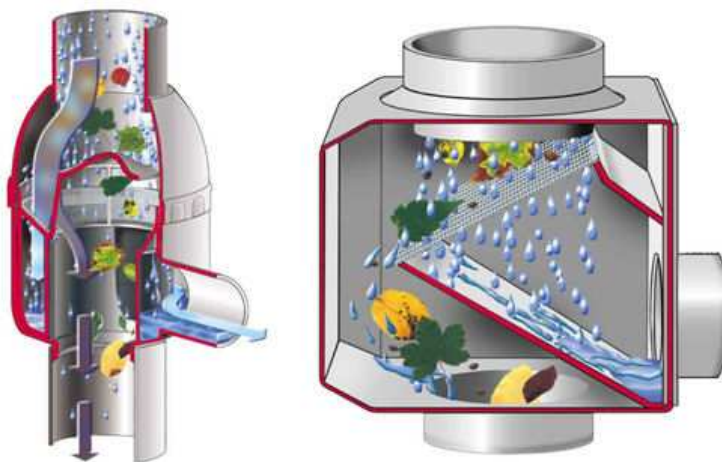
Filtr zapuštěný do země pro filtraci dešťové vody z jednoho okapového svodu. Ukládá se na betonovou vrstvu nebo do štěrku. Filtraci zajišťuje sítko s vrstvou kameniva, na jehož povrchu se zachytávají nečistoty. Tento typ filtru je doporučeno použít na vodu pro zavlažování, na doplňování rybníčků a na vsakování.⁽⁴⁾



Obrázek 15: Příklad filtračního podokapového hrnce⁽⁴⁾

10.1.2 Okapový filtr

Okapový filtr (Obrázek 16) je součástí okapového svodu. Je určen k zachytávání hrubších nečistot, jako je listí, plody ovoce, mech apod.⁽⁴⁾ Výrobce těchto filtrů udává idealizovaný pohled: filtry mají samočisticí funkci, není tedy potřeba je kontrolovat a čistit. Dle mého názoru je nutná kontrola a odstranění nashromážděných nečistot.⁽⁴⁾



Obrázek 16: Příklady okapových filtrů⁽⁴⁾

10.1.3 Košíčkový filtr

Košíčkové filtry jsou vhodné pro všechny možnosti využití srážkové vody. Zajišťují maximální využitelnost přečištěné vody, veškerá voda proteče skrz filtr do nádrže. Košíčky lze instalovat jako součást filtrační šachty nebo je zavěsit samostatně, což je technicky nejjednodušší a cenově nejpříznivější. Tyto filtry je nutné kontrolovat a čistit. Jsou dva způsoby zapojení, jedním je umístění sítka do akumulární nádrže (Obrázek 17) a druhá možnost je umístění sítka do tělesa filtru (Obrázek 18).⁽⁴⁾



Obrázek 17⁽⁴⁾



Obrázek 18⁽⁴⁾

10.1.4 Samočistící filtrační jednotky

Samočistící filtrační vložky je možné použít, pokud je přepad jímek napojen na veřejnou kanalizaci. Filtr je možné použít ve dvou vyhotoveních. V interním provedení je filtr uložen v akumulární nádrži (Obrázek 19), kde znečištěná voda natéká na zaoblenou hranu, čistá voda stéká přes filtrační místo do nádrže a nečistoty jsou zbytkovou vodou svedeny do kanalizace. Druhým typem je šachtový filtr tvořený drátěným sítem, který není součástí akumulární nádrže (Obrázek 20).⁽⁴⁾



Obrázek 19⁽⁴⁾



Obrázek 20⁽⁴⁾

10.1.5 Filtry pro montáž do tlakového potrubí (Obrázek 21)

Filtry zajišťující bezproblémový chod WC a pračky. Umisťují se na výtlačné vedení za čerpadlo. Zaručují nepřetržitou dodávku filtrované vody i během procesu čištění filtru.⁽⁴⁾



Obrázek 21: Příklad filtru do tlakového potrubí⁽⁴⁾

10.2 Akumulační nádrže

Na udržení hygieny vody v akumulární nádrži má vliv umístění této nádrže. Nádrže umístěné na povrchu terénu jsou většinou méně finančně náročné, ale jsou vystaveny slunečnímu záření a změnou teplot. Lepším řešením je tedy umístění nádrže v zemi. Pokud se nádrž umísťuje do sklepních prostor, neměla by teplota těchto prostor přesáhnout 18°C.⁽⁴⁾ Velikost zásobníku se řídí menší hodnotou z velikosti střešní plochy a předpokládanou spotřebou dešťových vod. Nádrže jsou vybaveny přítokem a bezpečnostním přepadem.⁽¹⁰⁾

10.2.1 Plastové nádrže (Obrázek 22)

Nádrže jsou nejčastěji zhotoveny z polyetylénu, polypropylenu nebo z plastu zesíleného skleněnými vlákny (pro umístění do země). Odolávají korozi, mají malou hmotnost, jsou variabilní ve změně výšky nádrže a jsou jednoduché na montáž a údržbu. Usazují se na zhutněný štěrkový podklad nebo na betonovou desku.⁽¹⁰⁾



Obrázek 22: Příklad akumulční plastové nádrže ⁽¹⁰⁾

10.2.2 Betonové nádrže

Betonové nádrže (Obrázek 24) se zabudovávají stejně jako studny z jednotlivých skruží. Nevýhodou monolitických nádrží je, že během několika desítek let přestanou v kontaktních místech těsnit (Obrázek 23). Výhodou je jejich přirozená neutralizace kyselé srážkové vody, odolávají většímu tlaku (na rozdíl od plastových nádrží), doporučují se tedy pod zatížený terén. ⁽¹⁰⁾



Obrázek 23: Těsnění betonové nádrže ⁽¹⁰⁾



Obrázek 24: Příklad betonové nádrže ⁽¹⁰⁾

10.2.3 Zásobníky s plovákovou škrtkou

Tento zásobník slouží jak k retenci, tak ke snížení spotřeby pitné vody. Jsou řešeny jako zásobníky se zpožděným odtokem části nashromážděného množství vody. ⁽¹⁰⁾

11 DIMENZOVÁNÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

11.1 Potřeba srážkové vody

Pro výpočet objemu akumulární nádrže pro využití srážkové vody je nutné znát část potřeby pitné vody, kterou lze nahradit vodou srážkovou (Tabulka 3).⁽²⁾

Tabulka 3: Potřeba srážkové nepitné vody pro různá využití v budově.⁽²⁾

| Způsob využití srážkové vody | Potřeba srážkové vody | |
|----------------------------------|--|--------------------|
| | Úsporná zařízení | Neúsporná zařízení |
| Záchody v domácnosti | 24 l/osoba.den | 45 l/osoba.den |
| Záchody v administrativní budově | 12 l/osoba.den | 22 l/osoba.den |
| Záchody ve škole | 6 l/osoba.den | 12 l/osoba.den |
| Pračka v domácnosti | 12 l/osoba.den | 20 l/osoba.den |
| Zalévání zahrady | cca 1,0 l/m ² (na plochu celé zahrady, i když se zalévá jen část) | |
| Kropení hřišť | 1,2 l/m ² na jedno kropení | |
| Kropení zeleně | 1,0 l/m ² na jedno kropení | |

Je nutné ověřit, zda srážková voda pokryje potřebu nepitné vody nebo bude nutné částečné krytí vodou z vlastního zdroje nebo vodou pitnou z vodovodu pro veřejnou potřebu.⁽²⁾

11.2 Výpočty potřebné k posouzení

11.2.1 Roční zisk srážkové vody V_d [l/rok]

se stanoví podle vztahu:

$$V_d = A \cdot \Psi_d \cdot h_r \cdot \eta$$

kde

A půdorysný průmět plochy střechy [m²],

Ψ_d součinitel využití srážkové vody (tab),

h_r průměrný roční úhrn srážek [mm] (tab),

η hydraulická účinnost filtrů (podle údajů výrobce, přibližně $\eta=0,9$ až $0,95$).⁽²⁾

11.2.2 Roční potřeba srážkové vody Q_r [l/rok]

se stanoví podle vztahu:

$$Q_r = Q_d \cdot d + Q_{zr} \cdot A_z$$

kde

- Q_d denní potřeba srážkové vody pro využití v budově [l/den],
 d počet dnů v roce, kdy se srážková voda využívá (v bytech 365 dnů, v ostatních budovách např. v pracovních dnech apod.),
 Q_{zr} roční potřeba vody pro zalévání nebo kropení [l/(m².rok)] (tab),
 A_z plocha zahrady, hřiště nebo zeleně [m²].⁽²⁾

11.2.3 Denní potřeba srážkové vody pro využití v budově Q_d [l/den] (bez potřeby vody pro zalévání nebo kropení)

se stanoví podle vztahu:

$$Q_d = \eta \cdot (q_{wc} + q_{pr})$$

kde

- η počet osob,
 q_{wc} potřeba vody pro záchody (splachování) [l/osoba.den] (tab),
 q_{pr} potřeba vody pro pračku v domácnosti [l/osoba.den] (tab).⁽²⁾

11.2.4 Posouzení

Pokud je roční zisk srážkové vody roven její potřebě, je srážková voda plně využita. Pokud je menší, má využití srážkové vody smysl jen částečně. Pro plné využití se doporučuje upustit od některého způsobu využití srážkové vody.

11.3 Stanovení objemu akumulární nádrže

Objem akumulární nádrže na srážkovou vodu se stanovuje na 2 až 3 týdny suchého počasí.

Pro stanovení objemu nádrže pro srážkovou vodu V_a [l] je možné použít vztah:

$$V_a = Q_d \cdot d_1 + A_z \cdot d_2$$

kde

- Q_d denní potřeba srážkové vody pro využití v budově Q_d [l/den],
 d_1 počet dnů v průběhu 14 až 21 dnů se suchým počasím, kdy se voda používá v budově,
 A_z plocha zahrady, hřiště nebo zeleně [m²],
 d_2 počet dnů v průběhu 14 až 21 dnů se suchým počasím, kdy se zalévá nebo kropí.⁽²⁾

12 ZÁVĚR

Část poznatků z teoretické části budou použity pro výpočet a návrh akumulční nádrže a celého systému pro využití srážkové vody. Zbylé informace jsou pro všeobecný přehled a orientaci v této problematice.

B.VÝPOČTOVÁ ČÁST

1 NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

1.1 Roční zisk srážkové vody V_d [l/rok]

stanovím podle vztahu:

$$V_d = A \cdot \Psi_d \cdot h_r \cdot \eta = 846 \cdot 0,8 \cdot 710 \cdot 0,95 = 456\,502 \text{ l/rok}$$

kde

A půdorysný průmět plochy střechy [m^2],

Ψ_d součinitel využití srážkové vody (dle tab.9 TP 1.20), šikmá střecha s nepropustnou horní vrstvou

h_r průměrný roční úhrn srážek [mm] (dle tab.7 TP 1.20),

η hydraulická účinnost filtrů

Před vstupem do akumulární nádrže je navržen dle rady výrobce externí filtr OPTIMAX pro každé svodné dešťové potrubí s účinností $\eta = 95\%$.

1.2 Denní potřeba srážkové vody pro využití v budově Q_d [l/den] (bez potřeby vody pro zalévání nebo kropení)

Počet osob v hotelu: zaměstnanci $n = 39$

hosté $n = 172$

celkem $n = 211$

Počítám s 50% obsazeností hotelu hosty s potřebou všech zaměstnanců.

stanovím podle vztahu:

$$Q_d = n \cdot (q_{WC} + q_{pr}) = \left(39 + \frac{172}{2}\right) \cdot 20 + \left(39 + \frac{172}{2}\right) \cdot 12 = 4\,000 \text{ l/den}$$

kde

n počet osob,

q_{WC} potřeba vody pro záchody (splachování) [l/osoba.den] (dle tab.6 TP 1.20),

q_{pr} potřeba vody pro pračku [l/osoba.den] (dle tab.6 TP 1.20).

Navrženo úsporné WC $q_{WC} = 20 \text{ l/osobu.den}$

Automatický pračka $q_{pr} = 12 \text{ l/osobu.den}$

1.3 Roční potřeba srážkové vody Q_r [l/rok]

stanovím podle vztahu:

$$Q_r = Q_d \cdot d = 4\,000 \cdot 365 = 1\,460\,000 \text{ l/rok}$$

kde

Q_d denní potřeba srážkové vody pro využití v budově [l/den],

d počet dnů v roce, kdy se srážková voda využívá (v bytech 365 dnů, v ostatních budovách např. v pracovních dnech apod.).

1.4 Posouzení

$$Q_r = 1\,460\,000 \text{ l/rok} > V_d = 456\,502 \text{ l/rok}$$

Využití dešťové vody v objektu je částečné, systém bude doplňován pitnou vodou. Smyslem návrhu systému využití dešťové vody je tedy úspora pitné vody, i když v tomto případě není stoprocentní. Ale velký význam využití vidím i v ekologické stránce věci.

1.5 Stanovení objemu akumulární nádrže

Objem akumulární nádrže na srážkovou vodu stanovuji na 3 týdny suchého počasí.

Pro stanovení objemu nádrže pro srážkovou vodu V_a [l] použiji vztah:

$$V_a = Q_d \cdot d_1 = 4\,000 \cdot 21 = 84\,000 \text{ l} = 84 \text{ m}^3$$

kde

Q_d denní potřeba srážkové vody pro využití v budově Q_d [l/den],

d_1 počet dnů v průběhu 14 až 21 dnů se suchým počasím, kdy se voda používá v budově.

Navržena skládaná betonová akumulární nádrž Prefa o objemu $V = 92,6\text{m}^3$

1.6 Technická data

1.6.1 Vlastnosti

- Tloušťka zákrytové desky 250 mm
- Vodotěsný beton C 40/50 odolný vůči prostředí XC1, možno vyrobit i pro agresivitu prostředí XC2, XC3, případně XF4
- Tloušťka desky 140 mm, krytí výztuže 45 mm
- Maximální hloubka uložení 6 000 mm
- Nádrž lze zaplnit až po jejím obsypání zeminou

1.6.2 Výhody

- Rychlá a jednoduchá montáž
- Variabilní délka
- Možnost výstavby i v nepříznivých klimatických podmínkách
- Velké užité objemy
- Pojždění bez dodatečného obetonování a dalšího statického posouzení
- Garantovaná vodotěsnost bez dodatečné hydroizolace

1.6.3 Manipulační úchyty

4x úchyt s kulovou hlavou 2,5 – 4

1.6.4 Rozměry

PRŮBĚŽNÝ DÍL

| značka | rozměry (mm) | | | V (m ³) | hmotnost (kg) |
|-------------------|--------------|------|------|---------------------|---------------|
| | l | b | h | | |
| PNS 210/190/238 P | 2100 | 1900 | 2380 | 9,5 | 5100 |
| PNS 210/240/238 P | 2100 | 2400 | 2380 | 12,0 | 5460 |
| PNS 210/280/238 P | 2100 | 2800 | 2380 | 14,0 | 5760 |
| PNS 210/330/238 P | 2100 | 3300 | 2380 | 16,5 | 6120 |
| PNS 210/380/238 P | 2100 | 3800 | 2380 | 19,0 | 6490 |
| PNS 210/430/238 P | 2100 | 4300 | 2380 | 21,5 | 6860 |
| PNS 210/480/238 P | 2100 | 4800 | 2380 | 24,0 | 7230 |
| PNS 210/530/238 P | 2100 | 5300 | 2380 | 26,5 | 7590 |
| PNS 210/580/238 P | 2100 | 5800 | 2380 | 29,0 | 7960 |
| PNS 210/610/238 P | 2100 | 6100 | 2380 | 30,5 | 8180 |

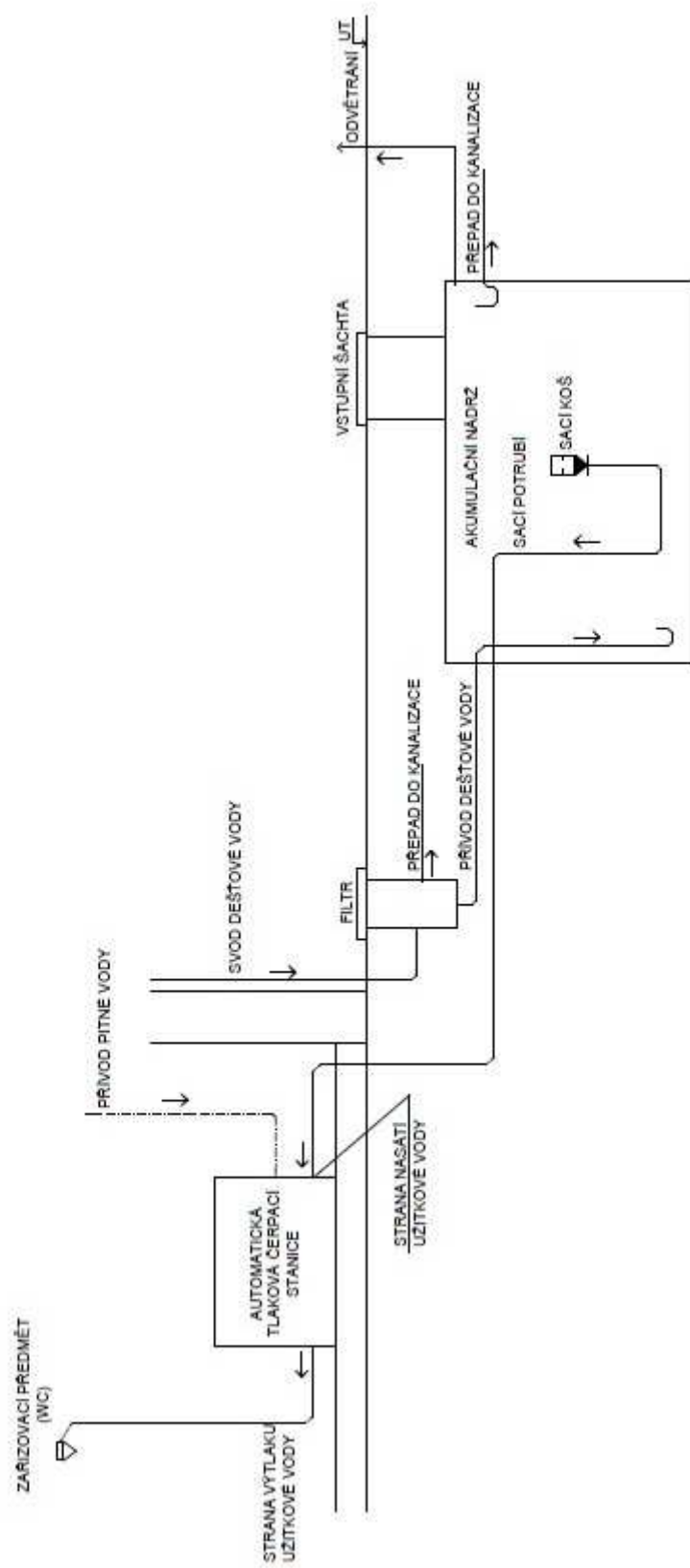
UKONČOVACÍ DÍL

| značka | rozměry (mm) | | | V (m ³) | hmotnost (kg) |
|-------------------|--------------|------|------|---------------------|---------------|
| | l | b | h | | |
| PNS 109/190/238 U | 1090 | 1900 | 2380 | 4,9 | 4570 |
| PNS 109/240/238 U | 1090 | 2400 | 2380 | 6,2 | 5200 |
| PNS 109/280/238 U | 1090 | 2800 | 2380 | 7,3 | 5700 |
| PNS 109/330/238 U | 1090 | 3300 | 2380 | 8,6 | 6330 |
| PNS 109/380/238 U | 1090 | 3800 | 2380 | 9,9 | 6970 |
| PNS 109/430/238 U | 1090 | 4300 | 2380 | 11,2 | 7600 |
| PNS 109/480/238 U | 1090 | 4800 | 2380 | 12,5 | 8230 |
| PNS 109/530/238 U | 1090 | 5300 | 2380 | 13,7 | 8860 |
| PNS 109/580/238 U | 1090 | 5800 | 2380 | 15,0 | 9490 |
| PNS 109/610/238 U | 1090 | 6100 | 2380 | 15,8 | 9870 |

$$\text{Objem akumulční nádrže } V = (2 \cdot 15,8) + (2 \cdot 30,5) = 92,6 \text{ m}^3$$

1.7 Systém využití dešťové vody

SYSTÉM VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY



2 VÝPOČET VNITŘNÍHO VODOVODU

Výpočet proveden dle ČSN 75 5455/2007 zvlášť na potrubí užitkové a pitné vody. Na studenou vodu navrženo potrubí PPR PN 10.

2.1 Stanovení výpočtového průtoku v potrubí Q_d [l/rok]

$$Q_d = \sum_{i=1}^m f_i \cdot Q_{Ai} \cdot \sqrt{n_i}$$

kde:

Q_A jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení, v l/s (dle tab.1, norma ČSN 75 5455)

f součinitel výtoku (dle tab.1, norma ČSN 75 5455)

n počet výtokových armatur stejného druhu

m počet druhů výtokových armatur

2.2 Tlakové ztráty vlivem místních odporů Δp_F [kPa]

$$\Delta p_F = \sum_{i=1}^m \zeta_i \cdot \frac{v_i^2}{2000} \cdot \rho$$

kde:

ζ součinitel místního odporu dle výrobce PPR Osma Wavin (v příloze)

v průtočná rychlost, v m/s

ρ hustota vody, v kg/m^3 (dle tab.D1, norma ČSN 75 5455)

m počet druhů výtokových armatur

2.3 Tlakové ztráty vlivem tření o stěny trubek a místních odporů v potrubí Δp_{RF} [kPa]

$$\Delta p_{RF} = \sum_{j=1}^n (l_j \cdot R_j + \Delta p_{Fj})$$

kde:









l délka posuzovaného úseku potrubí, v m











R délková tlaková ztráta třením, v kPa/m, dle tabulky výrobce

Δp_F tlaková ztráta vlivem místních odporů, v kPa

n počet posuzovaných úseků

Součinitel tepelné roztažnosti daný výrobcem:

| TVAROVKA | | | ζ |
|---|---|--------------------------------------|---------|
|  |  | Nátrubek | 0,2 |
|  |  | Redukce (o 2 dimenze) | 0,55 |
|  |  | Koleno 90 ° | 1,5 |
|  |  | T – kus jednoznačný přímý průchod | 1,1 |

| TVAROVKA | | | ζ |
|---|--|---|---------|
|  |  | T – kus jednoznačný odbočka | 1,5 |
|  |  | T – kus redukovaný přímý průchod | 1,1 |
|  |  | T – kus redukovaný odbočka | 4,3 |
|  |  | Přechodka kov – plast | 0,4 |
|  |  | Přechodka kov – plast redukovaná s převlečnou maticí | 8,3 |

VV 1,1

KK 0,2

ZV 1,5

2.4 Dimenzování vodovdu pitné vody

2.4.1 Hlavní větev

| DIMENZOVÁNÍ STUDENÉ VODY PITNÉ, TLAKOVÁ ŘADA S5 (PN 10), TEPLOTA VODY 10°C - HLAVNÍ VĚTEV A | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------------------------------------|--------|---|---------|--------|---|----------------------|----------------------------|---------|-------|-----------|-------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|
| Úsek | | Jmenovitý výtok Q _A (l/s) | | | | | | Q _D (l/s) | d _a x s (mm) DN | v (m/s) | l (m) | R (kPa/m) | I . R (kPa) | Σ ζ | Δ _{pr} | I . R + Δ _{pr} |
| od | do | 0,2 | | f | 0,3 | | f | | | | | | | | | |
| | | přibývá | celkem | | přibývá | celkem | | | | | | | | | | |
| A1 | A2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,20 | 20x2,3 | 1,10 | 7,45 | 1,150 | 8,568 | 8,1 | 4,90 | 13,47 |
| A2 | A3 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0,62 | 25x2,3 | 1,96 | 0,48 | 2,470 | 1,186 | 1,5 | 2,88 | 4,07 |
| A3 | A4 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0,77 | 25x2,3 | 2,41 | 3,25 | 3,649 | 11,859 | 3,4 | 9,87 | 21,73 |
| A4 | A5 | 3 | 6 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1,09 | 32x2,9 | 2,08 | 4,41 | 1,919 | 8,463 | 5,4 | 11,68 | 20,14 |
| A5 | A6 | 1 | 7 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,13 | 32x2,9 | 2,16 | 1,01 | 2,047 | 2,067 | 1,1 | 2,57 | 4,63 |
| A6 | A7 | 1 | 8 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,17 | 32x2,9 | 2,24 | 1,14 | 2,174 | 2,478 | 1,1 | 2,76 | 5,24 |
| A7 | A8 | 3 | 11 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,26 | 40x3,7 | 1,49 | 0,88 | 0,832 | 2,189 | 4,1 | 4,77 | 6,96 |
| A8 | A9 | 1 | 12 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,29 | 40x3,7 | 1,54 | 3,16 | 0,868 | 8,207 | 2,6 | 3,08 | 11,29 |
| A9 | A10 | 1 | 13 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,32 | 40x3,7 | 1,58 | 0,77 | 0,905 | 2,084 | 1,1 | 1,37 | 3,46 |
| A10 | A11 | 1 | 14 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,35 | 40x3,7 | 1,63 | 3,90 | 0,941 | 10,982 | 4,1 | 5,45 | 16,43 |
| A11 | A12 | 4 | 18 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,45 | 40x3,7 | 1,75 | 3,42 | 1,069 | 3,656 | 4,1 | 6,28 | 9,93 |
| A12 | A13 | 1 | 19 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,47 | 40x3,7 | 1,77 | 0,23 | 1,096 | 0,252 | 1,3 | 2,04 | 2,29 |
| A13 | A14 | 20 | 39 | 1 | 4 | 8 | 1 | 2,10 | 40x3,7 | 2,50 | 2,72 | 2,083 | 5,666 | 1,7 | 5,31 | 10,98 |
| A14 | A15 | 1 | 40 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,11 | 50x4,6 | 1,61 | 0,55 | 0,708 | 0,389 | 1,1 | 1,43 | 1,82 |
| A15 | A16 | 1 | 41 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,13 | 50x4,6 | 1,63 | 0,42 | 0,720 | 0,302 | 1,1 | 1,46 | 1,76 |
| A16 | A17 | 1 | 42 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,14 | 50x4,6 | 1,64 | 3,72 | 0,726 | 2,701 | 7,1 | 9,55 | 12,25 |
| A17 | A18 | 2 | 44 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,18 | 50x4,6 | 1,68 | 0,35 | 0,750 | 0,263 | 1,5 | 2,12 | 2,38 |
| A18 | A19 | 1 | 45 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,19 | 50x4,6 | 1,69 | 0,89 | 0,756 | 0,673 | 1,1 | 1,57 | 2,24 |
| A19 | A20 | 1 | 46 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,20 | 50x4,6 | 1,70 | 0,60 | 0,762 | 0,457 | 1,1 | 1,59 | 2,05 |
| A20 | A21 | 1 | 47 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,22 | 50x4,6 | 1,71 | 0,51 | 0,775 | 0,395 | 1,1 | 1,61 | 2,00 |
| A21 | A22 | 1 | 48 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2,23 | 50x4,6 | 1,72 | 9,30 | 0,781 | 7,263 | 7,3 | 10,80 | 18,06 |
| A22 | A23 | 4 | 52 | 1 | 4 | 12 | 1 | 2,48 | 50x4,6 | 1,88 | 2,79 | 0,946 | 2,639 | 1,1 | 1,94 | 4,58 |
| A23 | A24 | 2 | 54 | 1 | 0 | 12 | 1 | 2,51 | 50x4,6 | 1,91 | 2,81 | 0,967 | 2,717 | 7,7 | 14,05 | 16,76 |
| A24 | A25 | 19 | 73 | 1 | 3 | 15 | 1 | 2,87 | 63x5,8 | 1,34 | 4,01 | 0,403 | 4,936 | 1,1 | 0,99 | 5,92 |
| A25 | A26 | 1 | 74 | 1 | 0 | 15 | 1 | 2,88 | 63x5,8 | 1,34 | 2,02 | 0,405 | 2,501 | 3 | 2,69 | 5,19 |
| A26 | A27 | 2 | 76 | 1 | 2 | 17 | 1 | 2,98 | 63x5,8 | 1,39 | 2,25 | 0,431 | 2,961 | 7,6 | 7,34 | 10,30 |
| A27 | A28 | 5 | 81 | 1 | 1 | 18 | 1 | 3,07 | 63x5,8 | 1,44 | 0,52 | 0,455 | 0,722 | 4,1 | 4,25 | 6,57 |
| | | | | | | | | | | | | | | Δ_{pr} | 222,52 | |

2.4.2 Vedlejší větev

| DIMENZOVÁNÍ STUDENÉ VODY PITNÉ, TLAKOVÁ ŘADA S5 (PN 10), TEPLOTA VODY 10°C - VEDLEJŠÍ VĚTVE | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----------------------------|--------|------|---------|--------|---|-------------|------------------------|---------|-------|-----------|-------------|
| Úsek | | Jmenovitý výtok Q_A (l/s) | | | | | | Q_D (l/s) | $d_a \times s$ (mm) DN | v (m/s) | l (m) | R (kPa/m) | l . R (kPa) |
| od | do | 0,2 | | f | 0,3 | | f | | | | | | |
| | | přibývá | celkem | | přibývá | celkem | | | | | | | |
| B1 | B2 | 1 | 1 | 0,65 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 20x2,3 | 0,70 | 0,4 | 0,538 | 0,22 |
| B2 | B3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,28 | 20x2,3 | 1,50 | 10,5 | 2,126 | 22,32 |
| B3 | A7 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,35 | 20x2,3 | 1,85 | 1,7 | 1,171 | 1,99 |
| C1 | C2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,20 | 20x2,3 | 1,10 | 0,8 | 1,150 | 0,92 |
| C2 | C3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,28 | 20x2,3 | 1,50 | 3,8 | 2,126 | 8,08 |
| C3 | C4 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,35 | 20x2,3 | 1,85 | 0,8 | 1,171 | 0,94 |
| C4 | A11 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,40 | 25x2,3 | 1,30 | 3,7 | 1,124 | 4,16 |
| D1 | D2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,20 | 20x2,3 | 1,10 | 1,2 | 1,150 | 1,38 |
| D2 | D3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,50 | 25x2,3 | 1,60 | 0,9 | 1,675 | 1,51 |
| D3 | D4 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,65 | 25x2,3 | 2,05 | 4,9 | 2,693 | 13,20 |
| D4 | D5 | 4 | 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,83 | 32x2,9 | 1,56 | 4,7 | 1,172 | 5,51 |
| D5 | D6 | 3 | 10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1,06 | 32x2,9 | 2,02 | 4,1 | 1,825 | 7,48 |
| D6 | A12 | 10 | 20 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1,49 | 40x3,7 | 1,79 | 5,5 | 1,123 | 6,18 |
| E1 | E2 | 1 | 1 | 0,65 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 20x2,3 | 0,70 | 4,5 | 0,538 | 2,42 |
| E2 | E3 | 0 | 1 | 0,65 | 1 | 1 | 1 | 0,43 | 25x2,3 | 1,39 | 1,2 | 1,289 | 1,55 |
| E3 | E4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,58 | 25x2,3 | 1,84 | 2,3 | 2,193 | 5,04 |
| E4 | E5 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,71 | 32x2,9 | 1,32 | 1,4 | 0,886 | 1,24 |
| E5 | E6 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0,92 | 32x2,9 | 1,74 | 2,1 | 1,408 | 2,96 |
| E6 | A22 | 0 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1,00 | 32x2,9 | 1,90 | 1,8 | 1,634 | 2,94 |
| F1 | F2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,20 | 20x2,3 | 1,10 | 2,6 | 1,150 | 2,99 |
| F2 | F3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,28 | 20x2,3 | 1,50 | 12,3 | 2,126 | 26,15 |
| F3 | F4 | 4 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,79 | 32x2,9 | 1,48 | 1,9 | 1,072 | 2,04 |
| F4 | F5 | 3 | 9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,90 | 32x2,9 | 1,70 | 1,9 | 1,352 | 2,57 |
| F5 | A24 | 11 | 20 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1,41 | 40x3,7 | 1,71 | 4,6 | 1,015 | 4,67 |
| G1 | G2 | 1 | 1 | 0,65 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 20x2,3 | 0,70 | 6,6 | 0,538 | 3,55 |
| G2 | G3 | 0 | 1 | 0,65 | 1 | 1 | 1 | 0,43 | 25x2,3 | 1,39 | 3,7 | 1,289 | 4,77 |
| G3 | G4 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,65 | 25x2,3 | 2,05 | 3,5 | 2,693 | 9,43 |
| G4 | G5 | 3 | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,91 | 32x2,9 | 1,72 | 7,9 | 1,380 | 10,90 |
| G5 | F5 | 5 | 11 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1,09 | 32x2,9 | 2,08 | 2,3 | 1,919 | 4,41 |
| H1 | H2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,30 | 20x2,3 | 1,6 | 4,6 | 2,370 | 10,90 |
| H2 | H3 | 1 | 1 | 0,65 | 0 | 1 | 1 | 0,43 | 25x2,3 | 1,39 | 0,2 | 1,289 | 0,26 |
| H3 | H4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,58 | 25x2,3 | 1,84 | 7,5 | 2,193 | 16,45 |
| H4 | F3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,65 | 25x2,3 | 2,05 | 4,9 | 2,693 | 13,20 |
| CH1 | CH2 | 1 | 1 | 0,65 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 20x2,3 | 0,70 | 3,4 | 0,538 | 1,83 |
| CH2 | CH3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,28 | 20x2,3 | 1,50 | 0,4 | 2,126 | 0,85 |
| CH3 | CH4 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,58 | 25x2,3 | 1,84 | 0,4 | 2,193 | 0,88 |
| CH4 | A27 | 5 | 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,83 | 32x2,9 | 1,48 | 3,5 | 1,072 | 3,75 |

| DIMENZOVÁNÍ STUDENÉ VODY PITNÉ, TLAKOVÁ ŘADA S5 (PN 10), TEPLOTA VODY 10°C - VEDLEJŠÍ VĚTVE | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----------------------------|--------|------|---------|--------|-----|-------------|------------------------|-----------|---------|-----------|------------------|
| Úsek | | Jmenovitý výtok Q_A (l/s) | | | | | | Q_D (l/s) | $d_a \times s$ (mm) DN | v (m/s) | l (m) | R kPa/m | ΣR (kPa) |
| od | do | 0,2 | | f | 0,3 | | | | | | | | |
| | | přibývá | celkem | | přibývá | celkem | f | | | | | | |
| I1 | I2 | 1 | 1 | 0,65 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 20x2,3 | 0,70 | 0,5 | 0,538 | 0,27 |
| I2 | I3 | 0 | 1 | 0,65 | 1 | 1 | 1 | 0,43 | 25x2,3 | 1,39 | 3,6 | 1,289 | 4,64 |
| I3 | D5 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,65 | 25x2,3 | 2,05 | 0,7 | 2,693 | 1,89 |
| J1 | J2 | 1 | 1 | 0,65 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 20x2,3 | 0,70 | 0,5 | 0,538 | 0,27 |
| J2 | J3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,28 | 20x2,3 | 1,50 | 0,2 | 2,126 | 0,43 |
| J3 | J4 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,35 | 20x2,3 | 1,85 | 0,4 | 1,171 | 0,47 |
| J4 | G5 | 2 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,45 | 25x2,3 | 1,45 | 4,9 | 1,399 | 6,86 |
| K1 | K2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,30 | 20x2,3 | 1,6 | 1,0 | 2,370 | 2,37 |
| K2 | A26 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0,42 | 25x2,3 | 1,36 | 0,4 | 1,234 | 0,49 |

2.4.3 Výpočet součinitele místního odporu

| Úsek | | ζ | koleno | T-kus přímý průchod | T-kus odbočka | T-kus redukovaný přímý průchod | T-kus redukovaný odbočka | redukce | filtr | KK | ZV | VV | $\Sigma \zeta$ |
|------|-----|---------|--------|---------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------|---------|-------|-----|-----|-----|----------------|
| od | do | | | 1,1 | 1,5 | 1,1 | 4,3 | 0,55 | 2 | 0,2 | 1,5 | 1,1 | |
| A1 | A2 | | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,1 |
| A2 | A3 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,5 |
| A3 | A4 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3,4 |
| A4 | A5 | | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 5,4 |
| A5 | A6 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A6 | A7 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A7 | A8 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,3 |
| A8 | A9 | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,6 |
| A9 | A10 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A10 | A11 | | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,1 |
| A11 | A12 | | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,1 |
| A12 | A13 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1,3 |
| A13 | A14 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,7 |
| A14 | A15 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A15 | A16 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A16 | A17 | | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,1 |
| A17 | A18 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,5 |
| A18 | A19 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A19 | A20 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A20 | A21 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A21 | A22 | | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7,3 |
| A22 | A23 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A23 | A24 | | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,7 |
| A24 | A25 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A25 | A26 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,0 |
| A26 | A27 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 7,6 |
| A27 | A28 | | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,1 |

2.5 Dimenzování vodovodu užitkové vody

2.5.1 Hlavní větev

| Úsek | | Jmenovitý výtok Q_A (l/s) | | | | | | Q_D (l/s) | $d_a \times s$ (mm) DN | v (m/s) | l (m) | R kPa/m | $l \cdot R$ (kPa) | $\Sigma \zeta$ | Δp_f | $l \cdot R + \Delta p_f$ |
|----------------------|-----|-----------------------------|--------|-----|---------|--------|-----|-------------|------------------------|-----------|---------|-----------|-------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------|
| od | do | 0,15 | | f | 0,2 | | f | | | | | | | | | |
| | | přibývá | celkem | | přibývá | celkem | | | | | | | | | | |
| výtlačná část | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | A2 | 1 | 1 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 20x2,3 | 0,55 | 0,69 | 0,401 | 0,28 | 0,0 | 0,00 | 0,28 |
| A2 | A3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,21 | 20x2,3 | 1,15 | 4,12 | 1,272 | 5,24 | 6,2 | 4,10 | 9,34 |
| A3 | A4 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,30 | 20x2,3 | 1,60 | 4,04 | 2,370 | 9,57 | 11,4 | 14,59 | 24,16 |
| A4 | A5 | 1 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,34 | 20x2,3 | 1,80 | 0,27 | 3,010 | 0,80 | 1,1 | 1,78 | 2,58 |
| A5 | A6 | 12 | 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,62 | 25x2,3 | 1,96 | 1,08 | 2,470 | 2,67 | 1,1 | 2,11 | 4,78 |
| A6 | A7 | 1 | 18 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,64 | 32x2,9 | 1,18 | 16,13 | 0,735 | 11,86 | 10,1 | 7,03 | 18,89 |
| A7 | A8 | 5 | 23 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,72 | 32x2,9 | 1,34 | 1,10 | 0,909 | 1,00 | 4,3 | 3,86 | 4,86 |
| A8 | A9 | 1 | 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,73 | 32x2,9 | 1,36 | 1,16 | 0,933 | 1,08 | 1,1 | 1,02 | 2,10 |
| A9 | A10 | 1 | 25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,75 | 32x2,9 | 1,40 | 0,73 | 0,979 | 0,72 | 1,1 | 1,08 | 1,79 |
| A10 | A11 | 2 | 27 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,78 | 32x2,9 | 1,46 | 2,02 | 1,049 | 2,12 | 7,1 | 7,57 | 9,69 |
| A11 | A12 | 11 | 38 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1,32 | 40x3,7 | 1,58 | 6,75 | 0,905 | 6,11 | 1,1 | 1,37 | 7,48 |
| A12 | A13 | 2 | 40 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1,35 | 40x3,7 | 1,63 | 2,21 | 0,941 | 2,08 | 5,6 | 7,39 | 9,47 |
| nasávací část | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A13 | A14 | | | | | | | 1,35 | 40x3,7 | 1,63 | 1,54 | 0,941 | 1,45 | 7,8 | 10,298 | 11,75 |
| | | | | | | | | | | | | | | Δp_f | 106,90 | |

2.5.2 Vedlejší větve

| DIMENZOVÁNÍ STUDENÉ VODY UŽITKOVÉ, TLAKOVÁ ŘADA S5 (PN 10), TEPLOTA VODY 10°C - VEDLEJŠÍ VĚTVE | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----------------------------|--------|-----|---------|--------|-----|-------------|------------------------|-----------|---------|-----------|-------------------|
| Úsek | | Jmenovitý výtok Q_A (l/s) | | | | | | Q_D (l/s) | $d_a \times s$ (mm) DN | v (m/s) | l (m) | R kPa/m | $l \cdot R$ (kPa) |
| od | do | 0,15 | | f | 0,2 | | f | | | | | | |
| | | přibývá | celkem | | přibývá | celkem | | | | | | | |
| výtlačná část | | | | | | | | | | | | | |
| B1 | B2 | 1 | 1 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 20X2,3 | 0,55 | 0,7 | 0,401 | 0,29 |
| B2 | B3 | 0 | 1 | 0,7 | 4 | 4 | 1 | 0,51 | 25X2,3 | 1,63 | 5,9 | 1,739 | 10,17 |
| B3 | B4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0,61 | 25X2,3 | 1,93 | 7,4 | 2,396 | 17,63 |
| B4 | B5 | 8 | 10 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0,87 | 32X2,9 | 1,64 | 3,4 | 1,275 | 4,37 |
| B5 | A11 | 1 | 11 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0,90 | 32X2,9 | 1,70 | 4,5 | 1,352 | 6,04 |
| C1 | C2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,21 | 20x2,3 | 1,15 | 3,3 | 1,272 | 4,13 |
| C2 | C3 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,30 | 20x2,3 | 1,60 | 10,6 | 2,370 | 25,19 |
| C3 | B4 | 4 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,42 | 20x2,3 | 2,22 | 4,7 | 4,365 | 20,52 |
| D1 | D2 | 1 | 1 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 20x2,3 | 0,55 | 1,0 | 0,401 | 0,41 |
| D2 | D3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,21 | 20x2,3 | 1,15 | 1,0 | 1,272 | 1,28 |
| D3 | D4 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,26 | 20x2,3 | 1,40 | 1,0 | 1,882 | 1,94 |
| D4 | C3 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,30 | 20x2,3 | 1,60 | 0,5 | 2,370 | 1,23 |
| E1 | E2 | 1 | 1 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 20x2,3 | 0,55 | 0,6 | 0,401 | 0,23 |
| E2 | E3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,21 | 20x2,3 | 1,15 | 4,6 | 1,272 | 5,90 |
| E3 | E4 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,30 | 20x2,3 | 1,60 | 5,0 | 2,370 | 11,83 |
| E4 | E5 | 1 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,34 | 20x2,3 | 1,80 | 2,8 | 3,010 | 8,52 |
| E5 | E6 | 1 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,37 | 20x2,3 | 1,95 | 0,7 | 3,491 | 2,55 |
| E6 | E7 | 5 | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,50 | 25x2,3 | 1,60 | 2,5 | 1,675 | 4,22 |
| E7 | A5 | 1 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,52 | 25x2,3 | 1,66 | 3,4 | 1,804 | 6,17 |
| F1 | F2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,20 | 20x2,3 | 1,10 | 0,7 | 1,15 | 0,85 |
| F2 | F3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0,28 | 20x2,3 | 1,50 | 0,6 | 2,126 | 1,28 |
| F3 | F4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0,35 | 20x2,3 | 1,85 | 0,6 | 3,171 | 1,90 |
| F4 | B2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0,40 | 20x2,3 | 2,10 | 6,9 | 3,971 | 27,20 |

2.5.3 Výpočet součinitele místního odporu

| Úsek | | ζ | koleno | T-kus přímý průchod | T-kus odbočka | redukce | T-kus redukováný přímý průchod | filtr | KK | ZV | VV | Σ ζ |
|----------------------|-----|---|--------|---------------------|---------------|---------|--------------------------------|-------|-----|-----|-----|-------------|
| od | do | | 1,5 | 1,1 | 1,5 | 0,55 | 1,1 | 2 | 0,2 | 1,5 | 1,1 | |
| výtlačná část | | | | | | | | | | | | |
| A1 | A2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| A2 | A3 | | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6,2 |
| A3 | A4 | | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 11,4 |
| A4 | A5 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A5 | A6 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A6 | A7 | | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,1 |
| A7 | A8 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4,3 |
| A8 | A9 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A9 | A10 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A10 | A11 | | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,1 |
| A11 | A12 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 |
| A12 | A13 | | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,6 |
| nasávací část | | | | | | | | | | | | |
| A13 | A14 | | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7,8 |

2.6 Hydraulické posouzení

$$p_{dis} \geq p_{minFl} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{prip} + \Delta p_{vv}$$

kde

p_{dis} je dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád (hodnota daná provozovatelem vodovodu - v rozmezí od 0,45 do 0,55 MPa)

p_{minFl} minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury (100 kPa)

Δp_e hydrostatický přetlak (kPa)

Δp_{WM} tlaková ztráta vodoměru (1,6 kPa)

Δp_{Ap} Tlakové ztráty napojených zařízení, např. průtokových ohříváčů vody (kPa)

Δp_{prip} Tlaková ztráta ve vodovodní přípojce a případném přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy

Δp_{vv} Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy

$$450 \geq 100 + 106,3 + 1,6 + 222,52$$

450 kPa \geq 430, 4 kPa -> HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ VYHOVUJE

3 NÁVRH ČERPADLA

Čerpadlo navrženo na přečerpání vody z akumulární nádrže, tedy pro rozvody užitkové vody.

Výpočtový průtok $Q_d = 1,35 \text{ l/s} = 4,86 \text{ m}^3/\text{h}$

Sací geodetická výška $h_{g, na} = 3,75 \text{ m}$

Výtlačná geodetická výška $h_{g, vý} = 7,91 \text{ m}$

Celková geodetická výška $h_g = 10,87 \text{ m}$

3.1 Tlaková ztráta vlivem místních odporů na straně sání

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Součinitel místních odporů: sací koš | $\zeta = 16$ |
| Koleno | $\zeta = 1,5$ |
| Zpětný ventil | $\zeta = 1,5$ |
| <u>Hrdlo čerpadla</u> | <u>$\zeta = 1,5$</u> |
| | $\Sigma\zeta = 20,5$ |

$v = 1,63 \text{ m/s}$

$\Delta p_f = (\Sigma\zeta \cdot v^2 \cdot \rho) / 2000 = (20,5 \cdot 1,63^2 \cdot 1000) / 2000 = \underline{27,23 \text{ kPa}}$

3.2 Celková ztráta tlaku na straně sání

$R = 0,941 \text{ kPa/m}$

$p_{na} = h_{g, na} \cdot \rho \cdot g + (R \cdot L + \Delta p_f) = 3,75 \cdot 1000 \cdot 9,81 + (941 \cdot 9,62 + 27\,230) = \underline{73\,069 \text{ Pa}}$

3.3 Souhrn tlakových ztrát vlivem:

výškového osazení nejvyššího výtoku $p_{g, vý} = 69\,847 \text{ Pa}$

tření a místních odporů na straně výtlačku $\Delta p_{rf} = 107\,430 \text{ Pa}$

požadovaného nejmenšího přetlaku před nejvýše osazeným výtokem $p_{req} = 100\,000 \text{ Pa}$

ztrát v sacím potrubí $p_{na} = 73\,069 \text{ Pa}$

3.4 Zapínací přetlak

$p_z = p_{g, vý} + \Delta p_{rf} + p_{req} + p_{na} = 69\,847 + 107\,430 + 100\,000 + 73\,069 = 350\,346 \text{ Pa}$

$= \underline{0,35 \text{ MPa}}$

3.5 Vypínací přetlak

$$p_v = 0,35 + 0,1 = \underline{0,45 \text{ MPa}}$$

3.6 Dopravní výška čerpadla

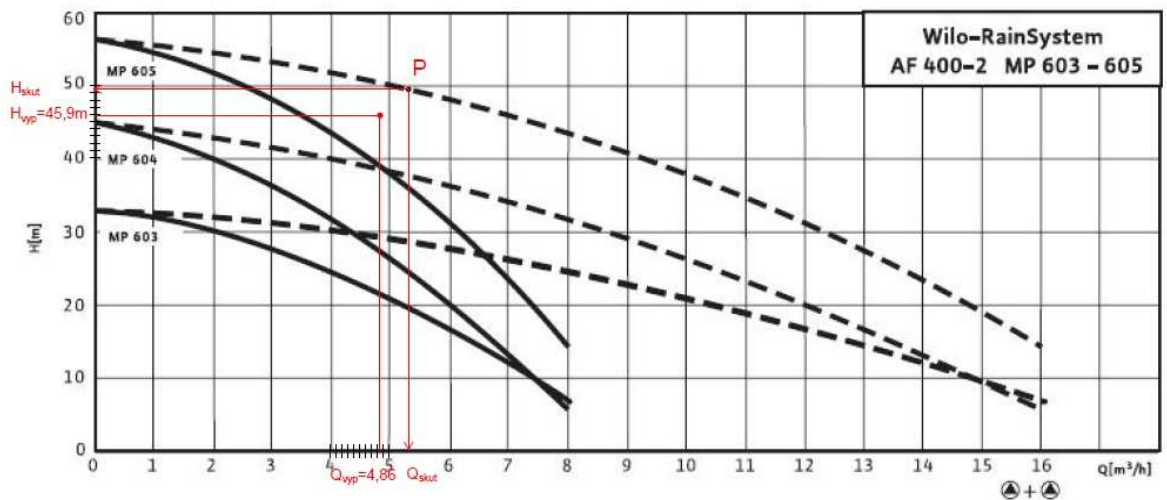
$$H_d = 450\,000 / (1000 \cdot 9,81) = \underline{45,9 \text{ m}}$$

3.7 Graf čerpadla

Vstupní hodnoty

$$H_d = 45,9 \text{ m}$$

$$Q_d = 4,86 \text{ m}^3/\text{h}$$



Navrženo čerpadlo Wilo – RainSystem AF 400 – 2 MP 605.



3.8 Technická data

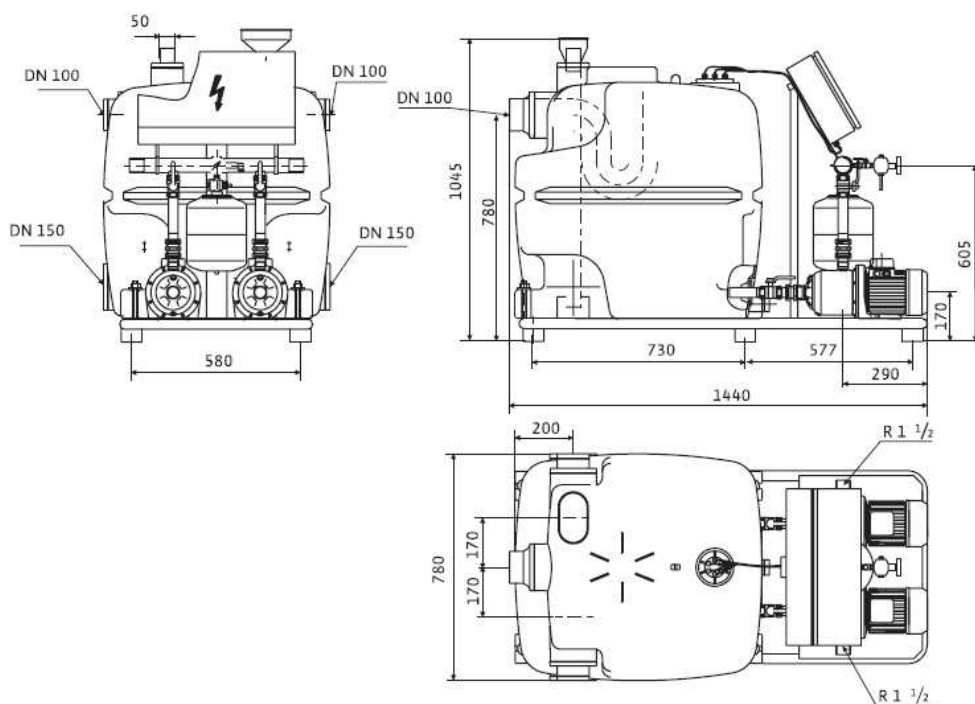
3.8.1 Popis čerpadla

- Plně automatické zařízení pro zásobování vodou jako kompaktní modul pro využívání dešťové vody v objektu.
- Obsahuje 2 standardně nasávací, korozivzdorná, nehlukná, odstředivá čerpadla pro zásobování vodou a 1 napájecí čerpadlo.
- Čerpací výkon 6m³/h – při optimální účinnosti.

A dále obsahuje:

- Elektronickou regulační jednotku pro řízení čerpadel - je vybavena hlavním vypínačem, řídicím spínačem s funkcí manuál/automatika, indikací provozních stavů čerpadel a indikací nedostatku vody v nádrži.
- Ochranu proti chodu nasucho.
- Velkoobjemovou hybridní nádrž o objemu 400 l, která zajišťuje v případě nedostatku vody v nádrži doplnění systému pitnou vodou.
- Sběrné výtlačné potrubí R 1 1/2 včetně jednotky čidla s membránovou tlakovou nádobou na 8l, uzavíracího zařízení s vypouštěním a tlakoměr.
- Kulový kohout na sání a výtlačku a zpětnou klapku

3.8.2 Rozměrový výkres



3.8.3 Parametry

| | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Max. čerpací výkon | $Q_{\max} = 8 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| Max. dopravní výška | $H_{\max} = 57 \text{ m}$ |
| Spínací tlak | od 1 bar – variabilně nastavitelný |
| Vypínací tlak | od 1 bar – variabilně nastavitelný |
| Teplota média | 5 až 35 °C |
| Druh ochrany | IP 54 |
| Třída izolace elektroniky | F |
| Hmotnost | 102 kg |

| Parametry motoru | | | | | |
|---------------------------------|----------------|--------------|----------------------------------|-----------------------|------------|
| Wilo-RainSystem AF 400-2 ... | Počet čerpadel | Počet stupňů | Jmenovitý výkon P_2 [kW] | Jmenovitý proud I_N | |
| | | | | 3~230 V | 3~400 V |
| | | | | [A] | |
| MP 304 | 2 | 4 | 0,55 | 3,3 | 1,9 |
| MP 305 | 2 | 5 | 0,75 | 3,6 | 2,1 |
| MP 603 | 2 | 3 | 0,55 | 3,3 | 1,9 |
| MP 604 | 2 | 4 | 0,75 | 3,6 | 2,1 |
| MP 605 | 2 | 5 | 1,10 | 4,9 | 2,8 |

4 VODOMĚŘ

4.1 Návrh vodoměru

Minimální průtok $Q_{\min} = 0,13 \text{ l/s} = 0,468 \text{ m}^3/\text{h}$ (umyvadlo)

Výpočtový průtok $Q_d = 3,07 \text{ l/s} = 11,05 \text{ m}^3/\text{h}$

Výpočtový průtok zvětšen o 15% $Q_d = 11,05 \cdot 1,15 = 12,7 \text{ m}^3/\text{h}$

Dimenze potrubí v místě osazení vodoměru: DN 63x5,8 mm

Dle hodnot navržen vodoměr Enbra SISMA WARF /50/15 – WOLTMAN, DN 50

Tlaková ztráta vodoměru 1,6 kPa (daná hodnota od projektanta výrobce vodoměru)

$Q_{\min v} = 0,45 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_{\max v} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

4.2 Posouzení

$Q_{\min v} = 0,45 \text{ m}^3/\text{h} < Q_{\min} = 0,468 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q_d = 12,7 \text{ m}^3/\text{h} < Q_{\max v} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

4.3 Technická data

- Jmenovitá světlost DN 50 mm
- Trvalý průtok $Q_p = 15 \text{ m}^3/\text{hod}$
- Délka vodoměru 200 mm
- Maximální teplota 60 °C

5 DIMENZOVÁNÍ KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY

5.1 Výpočtový průtok dešťových vod Q_r [l/s]

$$Q_{r1} = r \cdot A \cdot C = 0,03 \cdot 495 \cdot 1 = 12,27 \text{ l/s}$$

$$Q_{r2} = r \cdot A \cdot C = 0,03 \cdot 371 \cdot 1 = 11,13 \text{ l/s}$$

$$Q_r = Q_{r1} + Q_{r2} = 12,27 + 11,13 = 23,4 \text{ l/s}$$

kde:

r intenzita deště, střecha ohrožující budovu zaplavením

A půdorysný průmět odvodňované plochy nebo účinná plocha střechy v m^2

C součinitel odtoku dešťových vod (střechy s nepropustnou krytinou)

Navržen vnější ocelový pozinkovaný dešťový svod DN 150 opatřený nad terénem podnožní troubou dlouhou 1,5 m a na hranici terénu lapák střešních splavenin.

Svodné dešťové potrubí v zemi bude z materiálu PVC SN 4 DN 150 ve spádu 3 %.

5.2 Výpočtový průtok splaškových vod Q_{ww} [l/s]

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU} = 0,7 \cdot$$

$$\sqrt{(38 \cdot 2) + (2 \cdot 0,5) + (46 \cdot 0,5) + (17 \cdot 0,8) + (15 \cdot 0,8) + (16 \cdot 0,8) + (4 \cdot 0,5) + (4 \cdot 1,5)}$$
$$= 8,47 \text{ l/s}$$

kde:

K součinitel odtoku $l^{0,5}/s^{0,5}$

ΣDU součet výpočtových odtoků v l/s

5.3 Celkový průtok splaškových vod Q_{tot} [l/s]

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

kde:

Q_c trvalý průtok v l/s

Q_p čerpaný průtok v l/s

$$Q_{tot} = Q_{ww} = 8,47 \text{ l/s}$$

5.4 Průtok odpadních vod v kanalizační přípojce $Q_{r,w}$ [l/s]

$$Q_{r,w} = 0,33 \cdot Q_{ww} + Q_r = 0,33 \cdot 8,47 + 23,41 = 26,2 \text{ l/s}$$

Navržena kanalizační přípojka z materiálu PVC SN 4 DN 150.

C. PROJEKT

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název akce: NOVOSTAVBA HOTELU
Místo: k. ú. Opočno pod Orlickými horami, parcelní číslo: 1001
Stupeň: Projekt pro realizaci stavby
Datum : 5/2012
Investor: MÚ Opočno, Kupkovo nám. 247, 517 73 Opočno
Projektant: Pavel Hroch, Bolehošťská Lhota 19, Bolehošť

ÚVOD

Projekt řeší vnitřní oddílný vodovod - rozvody vody pitné a užitkové, využití dešťové vody a přípojku novostavby hotelu na ul. Pohořská v Opočně. Jako podklad pro vypracování sloužil projekt novostavby hotelu, situace s inženýrskými sítěmi a informace od stavebního úřadu.

Při provádění stavby je nutné dodržet podmínky městského úřadu, stavebního úřadu a zásady bezpečnosti práce.

POPIS OBJEKTU

Objekt se nachází v okrajové části města Opočna s okolní zástavbou bytových domů a s přilehlými zemědělskými plochami. Objekt je navržen třípodlažní s nevyužívaným půdním prostorem. První podlaží plní funkci rekreačního zázemí a zbylá dvě podlaží plní ubytovací funkci. Svislé nosné konstrukce jsou navrženy ze systému POROTHERM. Vodorovné nosné konstrukce jsou ze stropních nosníků a vložek POROTHERM – MIAKO. Střešní konstrukci tvoří sedlová střecha.

Wc, umývárny a koupelny jsou odvětrány ventilačními průduchy 200x200mm, osazeny ventilační hlavicí LOMANCO. Odsávání par z kuchyní je zajištěno kuchyňským komínovým odsavačem s bočním vývodem. Teplá úprava vody bude připravována v zásobníkovém ohřivači vody umístěném v technické místnosti v 1NP. Vytápění hotelu bude pomocí kaskádového zapojení plynových kotlů v 1NP. Otopná soustava bude teplovodní dvoutrubková s deskovými topnými tělesy.

VNITŘNÍ VODOVOD

Vnitřní vodovod v objektu je řešen jako oddílný. Samostatně je proveden rozvod pitné vody, který zásobuje vany, sprchy, umyvadla, dřezy a výlevky. Samostatně je proveden rozvod užitkové vody pro dodávky vody k toaletám, pisoárům a automatickým pračkám.

Pitná voda

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody 63x5,8. Vodovodní přípojka bude napojena na stávající vodovodní řad DN 150. Výpočtový průtok přípojkou určený dle ČSN 75 5455 činí 3,07 l/s. Vodoměr a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude umístěn ve vodoměrné šachtě na pozemku objektu. Hlavní uzávěr objektu bude umístěn na přívodním potrubí v technické místnosti.

Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrné šachty do domu povede v hloubce 1,4 m pod terénem a vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou z podlahy do technické místnosti. Ochranná trubka bude na potrubí v zemi 1 m za obvodovou zdí objektu.

V objektu budou stoupací potrubí vedena v předstěnách. Podlažní rozvodná a přípojovací potrubí budou převážně vedena předstěnami, příčkami a v podhledech, ojediněle v podlaze nebo v drážce ve zdivu. Potrubí vedené v podlaze bude vedeno v ochranné konstrukci systémem „trubka v trubce“.

Na vnitřní potrubí bude použita izolace proti kondenzaci vodních par Tubolit S Plus.

Materiálem potrubí uvnitř domu pro studenou vodu bude PPR PN 10 a na potrubí teplé vody bude použito potrubí PPR PN 20. Potrubí vně domu vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným závitem. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou. Uzavírací armatury volně přístupné budou plastové, pod omítkou opatřeny kovovou krytkou. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky.

Užitková voda

Užitková voda bude dopravována sacím potrubím z akumulční nádrže pomocí automatické tlakové čerpací stanice. Materiálem potrubí uvnitř domu bude PPR PN 10. Potrubí vně domu vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11.

Čistota vody bude zajištěna filtrací – lapač střešních splavenin, externí filtr před přívodem vody do akumulční nádrže, filtr na sacím koši v akumulční nádrži a filtr na přívodním potrubí před automatickou tlakovou čerpací stanicí. Ochranu před nasátím nečistot ze dna akumulční nádrže slouží plovákový sací koš.

Na vnitřní potrubí bude použita izolace proti kondenzaci vodních par Tubolit S Plus.

AKUMULAČNÍ NÁDRŽ

Návrh akumulční nádrže

Akumulční nádrž je navržena na 50% obsazenost hotelu hosty s potřebou všech zaměstnanců.

Roční zisk srážkové vody

$$V_d = A \cdot \Psi_d \cdot h_r \cdot \eta = 846 \cdot 0,8 \cdot 710 \cdot 0,95 = 456\,502 \text{ l/rok}$$

Denní potřeba srážkové vody

$$Q_d = n \cdot (q_{WC} + q_{pr}) = \left(39 + \frac{172}{2}\right) \cdot 20 + \left(39 + \frac{172}{2}\right) \cdot 12 = 4\,000 \text{ l/den}$$

Roční potřeba srážkové vody

$$Q_r = Q_d \cdot d = 4\,000 \cdot 365 = 1\,460\,000 \text{ l/rok}$$

Posouzení

$$Q_r = 1\,460\,000 \text{ l/rok} > V_d = 456\,502 \text{ l/rok}$$

Využití dešťové vody v objektu je částečné, systém bude doplňován pitnou vodou.

Stanovení objemu akumulční nádrže

$$V_a = Q_d \cdot d_1 = 4\,000 \cdot 21 = 84\,000 \text{ l} = 84 \text{ m}^3$$

Pro sběr dešťové vody ze střechy bude zřízena skládaná betonová akumulční nádrž Prefa 6,9x6,38 m o objemu 92,6 m³. Nádrž je umístěna pod zemí vně objektu, uložena na železobetonové podkladní desce tloušťky 200 mm. Je opatřena bezpečnostním přepadem z potrubí PVC SN 4 do kanalizace, odvětrána potrubím vyvedeným do

ovzduší na hranici pozemku a vstupní šachtou Ø 620 mm. Materiál přívodního potrubí do akumulární nádrže bude PVC SN 4 DN 150 a materiál sacího potrubí v zemi bude HDPE 100 SDR 11 40x3,7.

EXTERNÍ FILTR

Před přívodem dešťové vody do akumulární nádrže bude osazen plastový filtr Optimax s účinností 95% za oběma svodnými potrubími ze střech. Filtr je opatřen bezpečnostním přepadem do kanalizace. Na filtr je napojeno dešťové potrubí bude PVC SN 4 DN 150.

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY

V objektu budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů, a jak bylo dáno v projektu. Záchodová mísa bude závěsná s kotvením pomocí systémem Geberit Jádromix do podlahy. Záchodová mísa pro tělesně postižené bude mít horní okraj ve výšce 500 mm nad podlahou a budou u ní osazena předepsaná madla. Pisoárová mísa bude mít automatické splachovací zařízení. Umyvadla a dřezy budou opatřeny nástěnou jednopákovou směšovací baterií. Umyvadla budou kotvená pomocí systému Geberit za předstěnou do podlahy nebo kotvené do zdi za umyvadlem. Umyvadlo pro tělesně postižené bude opatřené stojánkovou směšovací baterií. U výlevky bude vysoko položený nádržkový splachovač a směšovací baterie s dlouhým otočným výtokem. Pro napojení praček budou osazeny zápachové uzávěry HL 406.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle EN 1717.

VODOVODNÍ PŘÍPOJKA

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11 63x5,8. Přípojka bude napojena na vodovodní řad pro veřejnou potřebu DN 150 v ulici Pohořská. Přetlak vody v místě napojení přípojky se pohybuje v rozmezí 0,45 až 0,55 MPa. Vodovodní přípojka bude na veřejný litinový řad napojena navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem. Vodoměrná souprava s vodoměrem DN 50 a hlavním uzávěrem vody bude umístěna v betonové vodoměrné šachtě o rozměru 1000x1800x1600 s poklopem Ø 600 mm. Vodoměrná šachta je umístěna na hranici pozemku investora.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrcholem trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie.

KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA

Objekt bude odkanalizován do stávající jednotné kameninové stoky DN 400 na ulici Pohořská. Pro odvod dešťových a splaškových vod z budovy bude vybudována nová kanalizační přípojka PVC SN 4 DN 150 ve spádu 3%. Za hranicí pozemku bude vybudována hlavní vstupní šachta z betonových skruží Ø 1000 mm s poklopem Ø 600mm, ve které se budou stékat dešťové a splaškové vody. Na pozemku bude zřízena revizní šachta Ø 600mm, ve které se bude stékat dešťové vody z externích filtrů a akumulární nádrže.

Na splaškovém potrubí vystupujícím z řešeného objektu bude zřízen lapák tuků a olejů na odvod splaškových vod z velkokuchyňských dřezů a varného kotle.

Potrubí kanalizační přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrcholem trubky.

ZEMNÍ PRÁCE

Pro vodovodní přípojku budou hloubeny rýhy o šířce 0,5m. Pro kanalizační přípojku potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 0,8 m. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře ztuhnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1m je nutno pažit příložným pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití

pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při stavbě je nutno dodržet příslušné ČSN a zajistit bezpečnost práce.

2 LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

| Ozn.na výkresu | Popis sestavy | Počet sestav |
|----------------|---|--------------|
| U | Umyvadlo keramické bílé, rozměry: 460x330x240mm, zápachová uzávěrka plastová bílá umyvadlová, umyvadlová směšovací nástěnná páková pochromovaná baterie ve výšce 1100 mm, za předstěnou kotvené systémovým prvkem do podlahy nebo kotvené do zdi | 43 |
| Ui | Umyvadlo invalidní keramické bílé, rozměry: 640x505x215mm, zápachová uzávěrka plastová bílá umyvadlová, umyvadlová směšovací stojánková páková pochromovaná baterie ve výšce 850 mm, 2xrohový ventil pochromovaný DN 15 | 3 |
| DJ | Dřez jednoduchý nerezový v pracovní desce, rozměr: 800x500mm, zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá s nerezovým odpadním ventilem, nástěnná směšovací páková pochromovaná baterie ve výšce 1100 mm | 15 |
| DD | Dřez dvojitý nerezový v pracovní desce, rozměr: 2x 800x500mm, zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá s nerezovým odpadním ventilem, nástěnná směšovací páková otočná pochromovaná baterie ve výšce 1100 mm | 1 |
| WC | Záchodová mísa závěsná keramická bílá s vnitřním svislým odpadem, rozměry: 370x550x330, instalační systém pro záchodovou závěsnou mísu kotvený do podlahy, připojení vody ve výšce 1150mm, ovládací tlačítko, záchodové sedátko plastové bílé | 35 |
| WCi | Záchodová mísa invalidní závěsná keramická bílá s vnitřním svislým odpadem, rozměry: 370x550x330, horní okraj ve výšce 500 mm, instalační systém pro záchodovou závěsnou mísu kotvený do podlahy, připojení vody ve výšce 1150 mm, ovládací tlačítko, madla bílá keramická, záchodové sedátko plastové bílé | 3 |
| PM | Pisoárová mísa bílá keramická závěsná, rozměry: 360x305x470, zápachová uzávěrka bílá plastová pisoárová, senzorové automatické splachování, připojení vody ve výšce 1100 mm | 2 |
| VA | Obdélníková bílá keramická vana, rozměry 750x1200x600, zápachová uzávěrka vanová plastová s přepadem, vanová baterie nástěnná směšovací páková s ruční sprchou nerezová ve výšce 800 mm, držák na ruční sprchu, krycí dvířka ocelová 300x300 mm | 14 |
| VAch | Obdélníková bílá keramická vana, rozměry 900x2000x600, zápachová uzávěra vanová plastová s přepadem, 2x vanová baterie nástěnná směšovací kohoutková ve výšce 800 mm, ruční sprcha nerezová, držák na ruční sprchu, krycí dvířka ocelová 300x300 mm | 1 |
| SM | Sprchová mísa plastová bílá, rozměry: 900x900x150, zápachová uzávěrka vanová plastová, sprchová baterie nástěnná směšovací páková nerezová jedno otvorová s ruční sprchou ve výšce 1450 mm, držák na sprchu, dveře plastové bílé prosklené, výška 2000 | 13 |

| Ozn.na výkresu | Popis sestavy | Počet sestav |
|-------------------|--|-----------------|
| SMi | Sprchová mísa plastová bílá, rozměry: 1400x1400x100, zápachová uzávěrka vanová plastová, sprchová baterie nástěnná směšovací páková nerezová jednootvorová s ruční sprchou ve výšce 1450 mm, držák na sprchu, plastové sedátko ve výšce 500 mm, keramické madlo, sprchové dveře plastové bílé prosklené, výška 2000 mm | 3 |
| VL | Výlevková mísa rozměry: 370x540x400, nástěnná směšovací baterie s dlouhým otočným výtokem ve výšce 1150 mm, plastová mřížka, 2x rohový ventil pochromovaný DN 15 ve výšce 1800 mm, splachovací nádržka vysoko položená bílá plastová, nádržkový splachovač | 4 |
| AP | Zápachová uzávěrka pro automatickou pračku bílá plastová HL 406, výtokový ventil na hadici pro automatickou pračku pochromovaný DN 15 ve výšce 1500 mm | 4 |

3 SEZNAM PŘÍLOH

- Výkres č.1 Situace, M 1:200
- Výkres č.2 Slepá matrice 1NP, M 1:50
- Výkres č.3 Slepá matrice 2NP, M 1:50
- Výkres č.4 Slepá matrice 3NP, M 1:50
- Výkres č.5 Dimenzační izometrické schéma – užitková voda, M 1:50
- Výkres č.6 Dimenzační izometrické schéma – pitná voda, M 1:50
- Výkres č.7 Podélný profil vodovodní přípojky, M 1:200
- Výkres č.8 Detail vodoměrné sestavy, M 1:10
- Výkres č.9 Schéma systému využití dešťové vody, M 1:50
- Výkres č.10 Řez akumulární nádrží, M 1:30

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) VALÁŠEK, Jaroslav. *Zdravotnětechnická zařízení budov*. 2. dopl. vyd. Bratislava: Jaga, 2006, 263 s. ISBN 80-807-6038-1.
- (2) Hospodaření se srážkovými vodami v nemovitostech: TP 1.20. In: *Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě*. Praha, 2010.
- (3) ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012
- (4) Ing. DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (I): Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení. *Tzb-info* [online]. 19.2.2007 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>
- (5) Ing. ŽABIČKA, Zdeněk. Kanalizace dešťová: Technická řešení vsakovacích zařízení. *Tzb-info* [online]. 7.11.2011 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/kanalizace-destova/8010-technicka-reseni-vsakovacich-zarizeni>
- (6) Ing. KOPAČKOVÁ, Dagmar. Hospodaření s dešťovou vodou znamená úspory v provozu objektu, investicích do kanalizace a zlepšuje životní prostředí. *Tzb-info* [online]. 22.11.2004 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2249-hospodareni-s-destovou-vodou-znamená-úspory-v-provozu-objektu-investicich-do-kanalizace-a-zlepsuje-zivotni-prostredi>
- (7) Ing. ŽABIČKA, Zdeněk. Vliv vsakování povrchové dešťové vody na stavební objekty. *Tzb-info* [online]. 1.10.2007 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4385-vliv-vsakovani-povrchove-destove-vody-na-stavebni-objekty>
- (8) Ing. MARKOVIČ, Gabriel. Optimálny návrh a dimenzovanie vsakovacích šacht pre zrážkové vody. *Tzb-info* [online]. 28.2.2011 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/kanalizace-destova/7188-optimalny-navrh-a-dimenzovanie-vsakovacich-sacht-pre-zrazkove-vody>
- (9) Ing. MIFKOVÁ, Tatiana. Likvidace odpadních vod: Retence dešťových vod I. *Tzb-info* [online]. 16.11.2009 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6053-retence-destovych-vod-i>
- (10) Ing. DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (II): možnosti použití dešťové vody a části zařízení. *Tzb-info* [online]. 12.3.2007 [cit. 2012-02-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- (11) Ing. ŽABIČKA, Zdeněk. Dešťová voda, způsob odvedení a vliv na řešení stavby. *ASB* [online]. 25.02.2009 [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/zdravotni-technika/destova-voda-zpusob-odvedeni-a-vliv-na-reseni-stavby-1025.html>

- (12) Čistírny odpadních vod. *Asio* [online]. © 2011-2012 [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/cistirny-odpadnich-vod-mesta>
- (13) VYMAZAL, Miloš. Odvodnění staveb. KURZ, Martin. *Garten* [online]. © 2001-2012 [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <http://www.garten.cz/a/cz/4759-odvodneni-staveb-akumulace-a-vsakovani-podzemnimi-prostorovymi-prvky-2/>
- (14) Vsakovací studny. *Vše pro životní prostředí* [online]. © 2011 [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <http://www.sbacarlsbad.cz/vsakovaci-studny>
- (15) Retenční nádrž Chvalka. *Lesy hl. m. Prahy* [online]. © 2006 [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <http://www.lesypraha.cz/?cat=3050301&aid=393>
- (16) Retenční nádrže. *Výstavba kruhových monolitických nádrží* [online]. © 2008 [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: http://www.micsystem.cz/index.php?view=retencni_nadrze
- (17) Dešťové nádrže. *Zetr - Stavební produkty* [online]. © 2009 [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <http://www.zetr.cz/produkty/voda/destove-nadrze.html>
- (18) KOULOVÁ, Gabriela. Rady a tipy: Automatická závlaha se vyplatí. *Magazín zahrada* [online]. 18. 08. 2011 [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <http://www.magazinzahrada.cz/rady-a-tipy/automaticka-zavlah-a-se-vyplati.html>

Použité normy pro výpočtovou část:

ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů

ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace

ČSN 12056-3 – Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet

ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod

Požité webové stránky pro získání technických listů:

www.wilo.cz

www.wavin-osma.cz

www.prefa.cz

www.geberit.cz

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

| | |
|------|----------------------------|
| DN | vnitřní průměr potrubí |
| HDPE | vysokohustotní polyethylen |
| PPR | polypropylen |
| MÚ | městský úřad |
| k.ú. | katastrální úřad |
| Ø | průměr |

ZÁVĚR

U zadaného hotelu je proveden návrh a výpočet systému využití dešťových vod, navrženo předčištění užitkové vody, dodávky vody do objektu, rozvody a dimenze studené pitné a užitkové vody. Je navržena vodovodní a kanalizační přípojka. Na základě výpočtů a rad od výrobců jsou zvoleny dimenze, materiály a armatury řešených rozvodů studené vody. Výpočty a celý návrh systému byl proveden v souladu s normami a se znalostmi získanými na základě vypracování teoretické části.