



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE A PLYNOVOD V HOTELU

SANITATION INSTALLATIONS AND GAS INSTALLATIONS IN HOTEL

DIPLOMAVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Ševčík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ALENA VAŠČÁKOVÁ

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Jan Ševčík
Název	Zdravotně technické instalace a plynovod v hotelu
Vedoucí práce	Ing. Alena Vaščáková
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, 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

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva.

Může mít i podobu energetického auditu s návrhem opatření a studií technického provedení navržených opatření, např. ve formě schématu.

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Technické řešení vybrané varianty - Technické řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy v úrovni projektu pro provedení stavby

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Alena Vaščíková
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem zdravotně technických a plynovodních instalací v budově hotelu. Jedná se o hotel se čtyřmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Teoretická část je zaměřena na systémy recyklace šedé vody a možnost jejich využití v objektu. Výpočtová část a projekt obsahují návrh kanalizace, vodovodu, domovního plynovodu a jejich napojení na stávající veřejné sítě technického vybavení.

KLÍČOVÁ SLOVA

hotel, splašková kanalizace, dešťová kanalizace, vnitřní vodovod, domovní plynovod, šedá voda

ABSTRACT

Diploma thesis deals with design of sanitary and gas instalation in hotel building. It is hotel with four floors and basement. Theoretical part is focused on greywater treatment systems and possibility of their use in the building. The Computational part and project includes design of sanitary and stormwater sewer, water supply system, gas installations a their service pipes to current utility lines.

KEYWORDS

hotel, sanitary sewer, stormwater sewer, water suply system, gas installations, greywater

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Jan Ševčík *Zdravotně technické instalace a plynovod v hotelu*. Brno, 2020. 121 s., 392 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Alena Vaščáková

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Zdravotně technické instalace a plynovod v hotelu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 1. 1. 2020

Bc. Jan Ševčík
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Zdravotně technické instalace a plynovod v hotelu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 1. 1. 2020

Bc. Jan Ševčík
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat zejména své vedoucí Ing. Aleně Vaščákové za konzultace, odborné vedení a nesmírnou dávku trpělivosti při zpracovávání této diplomové. Můj velký díky patří také Janu Schieferdeckerovi ze společnosti Top Trade Profi, s.r.o. za návrh technologie kuchyně. Dále bych rád poděkoval panu Bc. Václavu Kučerovi ze společnosti ASIO NEW, spol. s.r.o. za poskytnutí informací nezbytných k sepsání teoretické části diplomové práce. Nesmím zapomenout ani na pana inženýra Zdeňka Petrů zastupujícího společnost KONCEPT EKOTECH, s.r.o. za ochotu a pomoc při orientaci na zahraničním trhu s technologií šedé vody.

V Brně dne 1. 1. 2020

Bc. Jan Ševčík
autor práce

OBSAH

ÚVOD	16
A TEORETICKÁ ČÁST	17
A.1 ÚVOD	17
A.2 SPOTŘEBA VODY V ČESKÉ REPUBLICE, VÝVOJ CENY VODY	17
A.3 DEFINICE ŠEDÉ VODY	18
A.4 BÍLÁ VODA.....	19
A.5 VZNIK ŠEDÉ VODY	19
A.6 KVALITA ŠEDÉ VODY.....	20
A.7 MOŽNOSTI VYUŽITÍ BÍLÉ VODY	23
A.7.1 SPLACHOVÁNÍ TOALET	23
A.7.2 ÚKLID	23
A.7.3 ZAVLAŽOVÁNÍ ZAHRADY.....	23
A.8 ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY	24
A.8.1 BEZ POUŽITÍ ÚPRAVY	24
A.8.2 MECHANICKÁ ÚPRAVA	24
A.8.3 CHEMICKÁ ÚPRAVA	24
A.8.4 FYZIKÁLNÍ ÚPRAVA	25
A.8.5 BIOLOGICKÁ ÚPRAVA	26
A.8.6 PŘÍRODNÍ ZPŮSOBY ČIŠTĚNÍ.....	26
A.8.7 DEZINFEKCE BÍLÉ VODY.....	27
A.9 POŽADAVKY NA AKUMULACI ŠEDÉ A BÍLÉ VODY	27
A.10 VODOVODY PROVOZNÍ VODY A JEJÍ DISTRIBUCE.....	27
A.11 TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY NA TRHU	28
A.11.1 ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY V ZAHRANIČÍ	29
A.12 STANOVENÍ PRODUKCE ŠEDÉ VODY	32
A.13 STANOVENÍ POTŘEBY BÍLÉ VODY	34
A.14 POSOUZENÍ NÁVRATNOSTI INVESTICE DO TECHNOLOGIE ŠEDÉ VODY	37
A.15 ZÁVĚR.....	43
B VÝPOČTOVÁ ČÁST	44
B.1 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V CELÉ BUDOVĚ A JEJICH NAPOJENÍ NA STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍTĚ	44
B.1.1 BILANCE POTŘEBY VODY	44
B.1.2 BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY	45
B.1.3 BILANCE ODTOKU ODPADNÍCH VOD	45
B.1.4 BILANCE ODTOKU SRÁŽKOVÝCH VOD.....	46
B.1.5 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOVY – OBÁLKOVÁ METODA.....	47
B.1.6 BILANCE POTŘEBY PLYNU	48
B.1.6.1 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ	49
B.2 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S NÁSLEDNÝM ROZPRACOVÁNÍM KANALIZACE, VODOVODU A PLYNOVODU.....	50

B.2.1	NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	50
B.2.2	NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY – ŘEŠENÍ PODLE METODY V SEŠITĚ PROJEKTANTA	52
B.2.3	KANALIZACE	53
B.2.3.1	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE	53
B.2.3.2	DIMENZOVÁNÍ ČERPACÍ STANICE ODPADNÍCH VOD	67
B.2.3.3	DIMENZOVÁNÍ LAPÁKU TUKŮ	69
B.2.3.4	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ DEŠŤOVÉ KANALIZACE	70
B.2.3.5	DIMENZOVÁNÍ VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	71
B.2.3.6	DIMENZOVÁNÍ ODLUČOVAČE LEHKÝCH KAPALIN	74
B.2.3.7	DIMENZOVÁNÍ ČISTÍRNÝ ŠEDÉ VODY	75
B.2.4	VODOVOD.....	77
B.2.4.1	NÁVRH VODOMĚRŮ	77
B.2.4.2	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ VNITŘNÍHO VODOVODU PODLE ČSN 75 5455.....	78
B.2.4.3	DIMENZOVÁNÍ CIRKULAČNÍHO ČERPADLA	85
B.2.4.4	DIMENZOVÁNÍ AUTOMATICKÉ TLAKOVÉ STANICE BÍLÉ VODY	87
B.2.4.5	DIMENZOVÁNÍ PONORNÉHO ČERPADLA BÍLÉ VODY	88
B.2.4.6	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ POŽÁRNÍHO VODOVODU DLE ČSN 75 5455	89
B.2.4.7	VÝPOČET TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ	90
B.2.5	PLYNOVOD	92
B.2.5.1	DIMENZOVÁNÍ STŘEDOTLAKÉ PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKY	92
B.2.5.2	POSOUZENÍ UMÍSTĚNÍ PLYNOVÝCH SPOTŘEBIČŮ	93
B.2.5.3	DIMENZOVÁNÍ DOMOVNÍHO PLYNOVODU	93
B.2.5.4	NÁVRH DOMOVNÍHO PLYNOMĚRU	96
C	PROJEKT.....	97
C.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	97
C.1.1	ÚVOD	97
C.1.2	POTŘEBA VODY.....	97
C.1.3	PŘÍPOJKY.....	98
C.1.4	VNITŘNÍ KANALIZACE.....	99
C.1.5	NÁVRH SYSTÉMU ŠEDÝCH VOD.....	101
C.1.6	VNITŘNÍ VODOVOD.....	102
C.1.7	DOMOVNÍ PLYNOVOD	104
C.1.8	ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY	105
C.1.9	ZEMNÍ PRÁCE	106
C.2	LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ	107
	ZÁVĚR.....	109
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	110
	SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	111
	SEZNAM NOREM, ZÁKONŮ A VYHLÁŠEK	112
	SEZNAM DOPLŇKOVÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ.....	114
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	115

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	118
SEZNAM TABULEK.....	119
PŘÍLOHY	120

ÚVOD

Cílem této diplomové práce je navrhnout zdravotně technické a plynovodní instalace v budově hotelu. Hotel je koncipován jako pětipodlažní se čtyřmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. V prvním nadzemním podlaží se nachází veřejná restaurace, kavárna, malá samoobsluha a recepce hotelu. Zbylá nadzemní podlaží slouží k ubytování hostů. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se mimo klasický jedno a dvoulůžkových pokojů nachází také jeden bezbariérový pokoj a třípokojové apartmá. V části čtvrtého nadzemního podlaží jsou situovány kancelářské prostory vedení a provozu hotelu. Podzemní podlaží plní funkci garáží, technického zázemí hotelu a je zde také umístěna relaxační zóna v podobě saun, masáží a dalších prostorů k pronájmu. Pro celý objekt bude dále navržena technologie recyklace šedé vody.

Práce je rozdělena do tří částí. Část A - teoretická část obsahuje popis systému čištění šedých vod a jejich následné využití v hotelu, porovnání několika variant technologie použitelných pro řešený objekt a posouzení návratnosti investice. Část B - výpočtová část a část C – projekt obsahující návrh splaškové a dešťové kanalizace, vnitřního vodovodu, domovního plynovodu a jejich napojení na stávající inženýrské sítě.

Jako podklady pro vypracování diplomové práce sloužily půdorysy čtyř nadzemních a jednoho podzemního podlaží.

A TEORETICKÁ ČÁST

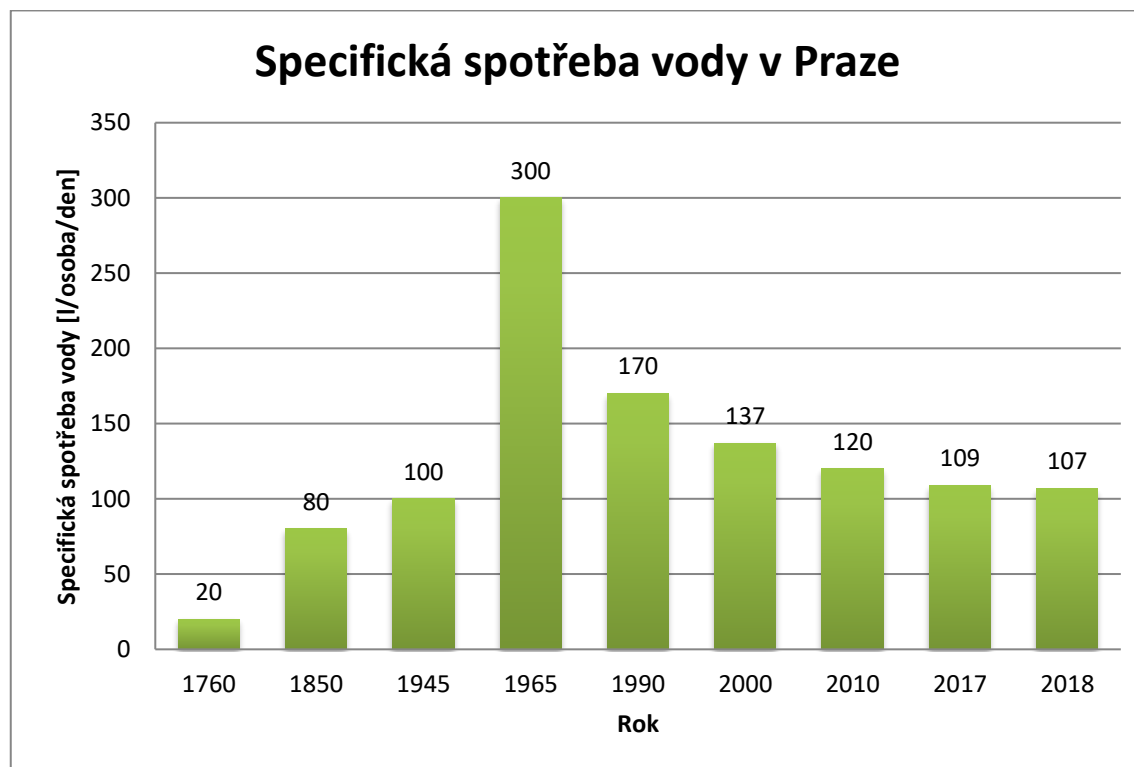
A.1 ÚVOD

Využití technologie recyklace šedých vod je ve světě již zcela běžnou praxí. Tato praxe je zavedena zejména v zemích, kde je vysoká cena vody nebo jsou omezeny její zdroje. [35]

V České republice se opětovné využívání vyčištěné odpadní vody pomalu dostává do povědomí veřejnosti. Jedním z důvodů může být fakt, že v poslední době vyvstávají problémy s dodávkami vody způsobené dlouhotrvajícím suchem. Tyto problémy vyvolávají diskuse o hledání alternativních zdrojů vody jak pro domácnosti, tak pro veřejné budovy a průmysl. Pojem šedá voda v současné době definuje pouze norma ČSN 75 6760 jako „Splaškovou vodu neobsahující moč a fekálie“ Tento stav měla vyřešit připravovaná norma ČSN 75 6780 – „Využití šedých a dešťových vod“, vycházející z Britské normy BS 8525-1. Práce na této normě byly přerušeny z důvodu vydání ČSN EN 16 941-1 – „Zařízení pro využití nepitné vody na místě – část 1: zařízení pro využití srážkových vod“. Při využití v konkrétních oblastech se dnes šedá, respektive bílá, voda posuzuje z hlediska ukazatelů kvality pitné vody podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. [4, 57, 21,28, 55]

A.2 SPOTŘEBA VODY V ČESKÉ REPUBLICE, VÝVOJ CENY VODY

V průběhu historie se spotřeba vody v České republice dost výrazně měnila, o čemž svědčí následující graf.

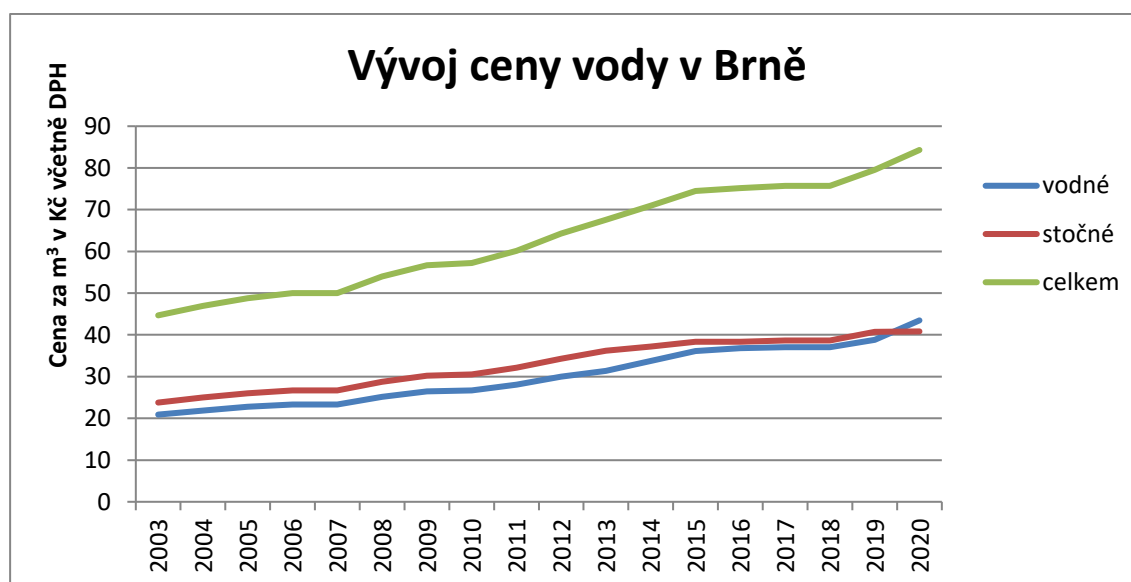


Obrázek 1, graf specifické potřeby vody v Praze [40]

Z výše uvedeného grafu vývoje specifické spotřeby vody je názorně patrná její souvislost s rozvojem vodovodů v obcích. Vysoká spotřeba vody v období socialismu byla zapříčiněna její zanedbatelnou cenou, určenou plánovaným hospodářstvím. Tato cena neodrážela reálné náklady vodáren. [22]

Po roce 1990 se začala cena vody odvíjet od skutečných nákladů a s tím je spojen i začátek poklesu její spotřeby. V dnešní době se specifická spotřeba pohybuje okolo 107 l/osobu/den s tím, že přibližně 50% této spotřeby je možno pokrýt vodou provozní. Oproti průměrné spotřebě vody v Evropě, 150 l/osobu/den, je průměrná spotřeba vody v Česku nižší. [29, 30]

Cena vody se skládá ze dvou částí: vodného a stočného. Vodné je platba za množství odebrané vody včetně její distribuce a stočné zahrnuje částku za odvedení a čištění odpadní vody. Průměrná cena vody v České republice každoročně stoupá. Růst cen by se měl, podle očekávání, zastavit okolo 100 Kč/m³. Poté už by se měla cena stoupat pouze o inflaci. Podle prohlášení Světové banky a Světové zdravotnické organizace by neměla cena vody překonat sociálně únosnou mez, to znamená, že by výdaje domácností na vodu neměly být vyšší, než 2% hrubého příjmu domácnosti. [34, 55]



Obrázek 2, vývoj ceny vody v Brně [41]

A.3 DEFINICE ŠEDÉ VODY

Evropská norma ČSN EN 12056-1 uvádí, že šedá voda je slabě znečištěná komunální odpadní voda bez obsahu moči a fekálií, odtékající ze sprch, van, dřezů, umyvadel, praček apod.

V České republice neexistuje závazná definice šedé vody. Tento stav měla vyřešit připravovaná norma ČSN 765780 – „Využití šedých a dešťových vod“, vycházející z Britské normy BS 8525-1. Práce na této normě byly přerušeny z důvodu vydání ČSN EN 16 941-1 – „Zařízení pro využití nepitné vody na místě – část 1: zařízení pro využití srážkových vod“. [21,28]

K této normě je připravována druhá část EN 16 941-2, která by se měla věnovat právě využití šedé vody. V této normě je šedá voda definována jako „Voda z vodovodů, prádelen, koupelen, sprchy nebo umyvadla, kromě odpadních vod z toalet, pisoárů, bidetů, kuchyňských umyvadel a myčky nádobí“

Další norma, jež se dosti podrobně věnuje šedé vodě, je Britská norma BS 8525-1:2010, popisující sběr šedých vod, typy systémů šedých vod a vzorce pro výpočet množství vyprodukované šedé vody v domácnostech a spotřebu upravené šedé vody – bílé vody.[28, 57, 55]

A.4 BÍLÁ VODA

Bílá voda, taktéž nazývána jako voda provozní, je určena pro zvláštní použití a vzniká vyčištěním šedé vody. V legislativě České republiky však v současné době chybí její závazná definice a chybí specifikace pro možnosti jejího využití a požadavky na kvalitu. Jelikož tato voda nesplňuje parametry pitné vody, musí být vedena oddílným vodovodem a v žádném případě nesmí přijít do kontaktu s vodou pitnou. Oddělení těchto vodovodů je přípustné pouze pomocí volného výtoku. Zvyklostí, převážně v Německu, je potrubí provozní vody natřít nebo označit zelenou barvou.[58]

Provozní voda je určena pro zásobování odběrných míst, které nevyžadují pro svůj pro bezpečný provoz vodu pitnou. Provozní vodu lze použít například pro nádržkové a tlakové splachovače záchodových mís, pisoárů a výlevek, automatické pračky, zařízení na závlahu trávníků a zeleně. [28]

A.5 VZNIK ŠEDÉ VODY

Mezi šedé vody jsou, ve světě, zařazovány vody z koupelny, prádelny a kuchyně, včetně kuchyňského odpadu z drtičů. Odpadní vody z kuchyňských dřezů a drtičů odpadů jsou však většinou výrobců vyjímány ze zdrojů šedé vody, protože mohou obsahovat tuky a oleje, které mají velmi negativní vliv na výkon filtračních membrán a vedou k jejich rychlému zanášení. Největší znečištění šedé vody představují detergenty z pracích prášků, čistících přípravků, zubních past, mýdel atd. [29]

Možnosti dalšího využití šedé vody závisí na stupni jejího znečištění a požadavcích na její kvalitu. Nejčastěji se pro opětovné použití využívá voda ze sprch, umyvadel a van, protože její úprava na bílou (provozní) vodu pro splachování toalet, úklid a zavlažování je ekonomicky nejvhodnější. [35]

Šedá voda může být v čase nerovnoměrně zatížena znečištěním. Množství znečišťujících látek závisí na životním stylu uživatele a na jeho odpovědnosti. Podle stupně znečištění lze šedou vodu rozdělit na vhodnou nebo podmíněně vhodnou pro recyklaci. Zdrojem vhodné vody jsou sprchy, umyvadla a vany. Podmíněně vhodná vody pak pochází z kuchyňských dřezů a myček. [35,28]

Šedou vodu můžeme z hlediska původního využití vody rozdělit do čtyř následujících kategorií:

- Neseparované šedé vody
- Šedé vody z umyvadel, sprch a van
- Šedé vody z praček
- Šedé vody z kuchyní a myček

Šedá voda se po přečištění mění na vodu bílou. Bílá voda společně se srážkovou vodou tvoří vodu provozní.[35]

A.6 KVALITA ŠEDÉ VODY

Odpadní voda může obsahovat látky různého původu. V následujícím přehledu jsou uvedeny nejdůležitější látky obsažené ve vodě z hlediska čištění.

Kyslík

S klesající teplotou vody roste množství molekul O_2 , které v ní mohou být rozpuštěny.

0 °C, standardní tlak, sladká voda: 100% saturace = 14.6 mg/l

10 °C, standardní tlak, sladká voda: 100% saturace = 11.3 mg/l

20 °C, standardní tlak, sladká voda: 100% saturace = 9.1 mg/l

Podle procenta rozpuštěného kyslíku ve vodě lze rozlišit následující prostředí:

Aerobní prostředí je takové prostředí, kde koncentrace přítomného rozpuštěného molekulárního kyslíku a chemicky vázaného kyslíku překračuje 0,5 mg O_2 /l.

Anaerobní prostředí je opakem prostředí aerobního. To znamená, že zde není přítomen žádný rozpuštěný ani vázaný kyslík nebo jeho koncentrace nepřekračuje 0,05mg O_2 /l.

Pokud je ve vodě naměřena nižší koncentrace kyslíku, může být tento stav přičítán přítomnosti určitých mikroorganismů, které způsobují nepříjemný zápach a vznik toxických plynů. V těchto procesech je kyslík nutný pro dýchání bakterií získáván ze sloučenin jako jsou např. siřičitany a sírany, což poté vede k tvorbě sirovodíku a sulfidu ve značném množství a tyto sloučeniny jsou dále uvolňovány do prostředí.[30]

Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ [mg/l]

Biochemická spotřeba kyslíku je množství kyslíku spotřebovaného biochemicky oxidovatelnými organickými látkami obsaženými v jednom litru vody za 5 dní při metabolické aktivitě organismů odpovídající 20 °C ve tmě. [1,30]

Tabulka 1, Biochemická spotřeba kyslíku [30]

Zdroje šedé vody	Sprchy, vany, umyvadla	Pračky	Dřezy, myčky	Neseparovaná šedá voda
BSK ₅ [mg/l]	19–200	48–682	669–756	41–194

Chemická spotřeba kyslíku CHSK [mg/l]

Chemická spotřeba kyslíku udává spotřebu kyslíku potřebnou k oxidaci všech látek, tedy nejen těch, které mohou být odbourány biologickou cestou. Jde o zažité stanovení míry znečištění vody organickými a oxidovatelnými anorganickými látkami. [1,30]

Tabulka 2, Chemická spotřeba kyslíku [30]

Zdroje šedé vody	Sprchy, vany, umyvadla	Pračky	Dřezy, myčky	Neseparovaná šedá voda
BHSK [mg/l]	64–8 000	375	26–1 600	495–623

pH

Hodnota pH je nezbytná pro určení kyselého nebo zásaditého charakteru vodného roztoku.

U odpadních vod se pH pohybuje v rozmezí 7-8. U šedých vod se interval pH liší dle místa vzniku dané šedé vody. Pokud jde o vody z praček, pohybuje se pH v rozmezí 9,3-10, u šedých vod z koupelen a kuchyní se potom pH pohybuje v rozmezí 5-8,6.

Jestliže se jedná o vody neseparované, hodnota pH se pohybuje od kyselého až po mírně zásadité prostředí jako voda z koupelny a kuchyní. [28, 30]

Teplota

Teplota šedé vody získané ze sprch, umyvadel a van se pohybuje v rozmezí 18 až 38 °C. Šedá voda z praček kolísá mezi 28 a 32 °C. Vyšší teploty jsou zapříčiněny použitím teplé vody pro hygienické účely. Vyšší teplota stimuluje v odpadní vodě růst mikroorganismů.

Escherichia coli

Jedná se o bakterie, často označovány jak *E. coli*. Bakterie *E. coli* patří ke střevní mikroflóře člověka a dalších teplokrevných živočichů. Z tohoto důvodu je jejich přítomnost v pitné vodě indikátorem fekálního znečištění. Jelikož tato bakterie produkuje řadu prospěšných látek, které brání rozšíření patogenních bakterií a podílí se na tvorbě vitamínu K, je člověku prospěšná a tvoří přirozenou součást střevní mikroflóry. *E. coli* je schopná růst za teploty 8–48°C, avšak optimální teplota je 37 °C, rozsah pH pro růst je pH 6 - 8. Pokud se bakterie *E. coli* dostane do močových cest nebo otevřených ran může způsobovat jejich infekci a hnisání. Tato onemocnění jsou běžně léčena pomocí antibiotik. [31]

Koliformní bakterie

Jde o bakterie stejné čeledi jako *E. coli*. Koliformní bakterie a fekální koliformní bakterie byly tradičně používány jako indikátor fekálního znečištění. Bylo ale zjištěno, že se mezi těmito skupinami, zejména mezi koliformními bakteriemi, vyskytuje řada druhů, které nemusejí mít fekální původ. V pitné vodě určené pro hromadné zásobování obyvatelstva nesmějí být koliformní ani fekální koliformní bakterie zjištěny ve 100ml vzorku. V pitné vodě pro individuální zásobování nesmí být pozitivní nález v 10ml vzorku. [30]

Streptokoky

Bakterie tohoto rodu jsou součástí běžné mikroflóry člověka a zvířat. Některé druhy se používají v potravinářském průmyslu. Na druhou stranu jsou jiné druhy významnými patogeny. Streptokoky jsou původci častého onemocnění sliznic, břišního tyfu a salmonelózy. Onemocnění je léčitelné antibiotiky. Bakterie jsou vylučovány močí a stolicí.[32]

Enterokoky

Jedná se o rod bakterií mléčného kvašení a jsou přirozenou součástí střevní mikroflóry. Mimo trávicí trakt žijí i ve vodě, v půdě a na rostlinách. Tyto bakterie jsou velmi rezistentní vůči antibiotikům a odolávají i vysokým teplotám a vysokému pH. Enterokoky spadají mezi podmíněné patogeny. Ideální teplotou pro růst je 35 °C, většina druhů se množí při teplotách 10 až 45 °C.

Bakterie tohoto rodu mohou způsobovat infekce močových a žlučových cest, gynekologické záněty a pooperační komplikace u operací dutiny břišní. Přítomnost enterokoků ve vodě je jeden z indikátorů fekálního znečištění.

Zákal a barva

Zákal je jednotka měření podílu jemně rozptýlených částic a nerozpustných látek ve vzorku vody. Je definovaná při 860 nm vlnové délky [30]

Plovoucí nečistoty

Šedé vody z praček vykazují větší znečištění než vody ze sprch, umyvadel a van. Je tomu tak z důvodu obsahu zbytků vláken uvolněných z oděvů při praní.

Odpadní vody z dřezů a myček obsahují největší množství plovoucích nečistot, protože odnášejí i zbytky jídla a olejů. Jak bylo řečeno výše, tyto vody se nedoporučuje používat pro recyklaci šedých vod, ale jejich použití není zakázané. Tyto látky jsou častými příčinami poruch čistíren šedé vody.[35]

Tabulka 3, Plovoucí nečistoty [35]

Zdroje šedé vody	Sprchy, vany, umyvadla	Pračky	Dřezy, myčky
Plovoucí nečistoty [mg/l]	7–120	79–280	134–1 300

Limity pro mikrobiologické parametry v recyklovaných šedých vodách dle připravované EN 16 941-2

Tabulka 4, Limity del EN 16 941-2

Parametr KTJ/100ml	tlakové mytí, omývání postřikem, zavlažování postřikem a mytí aut	Aplikace ne postřikem		
		Splachování WC	Zavlažování zahrad	Praní prádla- pračky
E. Coli	negativní nález	250	250	250
Intest. Enterokoky	negativní nález	100	100	100
Legionella pneumophila	10	N/A	N/A	N/A
kolidformní bakterie	10	1000	1000	1000

Limity pro mikrobiologické parametry v recyklovaných šedých vodách pro splachování toalet

Tabulka 5, Limity pro splachování

	BS 8252-1-2000	US norma		pr EN 16941-2
		Soukromé	Veřejné	
E.coli KTJ/100ml	250	5 max. 240	2,2 max. 200	150
inst. Enterokoky KTJ/100ml	100	-	-	100
Legionella sp. KTJ/100ml	Negativní nález	-	-	Negativní nález
koliformní bakterie KTJ/100ml	1000	-	-	1000
zbytkový chlór mg/l	<2,0	≥0,5	≤2,5	<2,0
zbytkový brom mg/l	<5,0	≥0,5	≤2,5	<2,0

A.7 MOŽNOSTI VYUŽITÍ BÍLÉ VODY

A.7.1 SPLACHOVÁNÍ TOALET

Splachování toalet zaujímá zhruba 30 % denní spotřeby vody. Na splachování se běžně používá voda pitná, není to však bezpodmínečně nutné. Po generace zde byla snaha o snížení množství takto využití pitné vody, ať už se jednalo o opětovné využití již použité vody, například po koupeli nebo o PET lahev umístěnou ve splachovací nádržce, čímž došlo ke snížení jejího efektivního objemu. Dnešní využití šedé vody je vlastně jen sofistikovanější verzí prvního způsobu šetření pitnou vodou. Nevýhodou tohoto způsobu je potřeba dvojích rozvodů vody, a to jak čisté (pitná voda a voda provozní), tak vody odpadní. Z tohoto důvodu se systémy šedé vody nejčastěji používají u novostaveb nebo rozsáhle rekonstruovaných objektů, kde se s dvojím rozvodem počítá od začátku nebo je dodatečně realizovatelný. [35, 28]

A.7.2 ÚKLID

Bílou vodu je možné využít jak pro úklid vnitřních, tak venkovních ploch. Pitnou vodu není nutná ani pro mytí osobních a nákladních automobilů. Jediné omezení při využití bílé vody pro mytí automobilů je u myček, protože zde vznikají aerosoly, které můžeme vdechnout, což může mít za následek zdravotní problémy.

Při úklidu vnitřních prostor lze použít bílou vodu například pro stírání podlah nebo mytí oken. [35, 28]

A.7.3 ZAVLAŽOVÁNÍ ZAHRADY

Snahu o úsporu pitné vody při zavlažování zahrady a trávníků všichni známe od zahrádkářů, kteří jímají do sudů dešťovou vodu. Výhodou zalévání zahrady a trávníků recyklovanou šedou vodou je především úspora peněz, vydaných za pitnou vodu a nezávislost na srážkách. Protože šedou vodu produkuje člověk každý den. [35, 28]

A.8 ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY

Do čistíren odpadních vod, určených pro čištění šedé vody, smí být sváděna výhradně šedá voda. Návrh ČOV vychází z typu šedé vody, která do ní natéká. Hlavním faktorem je zejména fakt, zda jsou do čistírny svedeny i vody z kuchyní. Technologie pro čištění se navrhuje na základě požadavků na jakost provozní vody.[28]

Technologie čištění šedé vody se podle typu procesu dělí na: [1, 28,30]

- Bez použití úprav
- Mechanickou úpravu
- Fyzikální úpravu
- Biologické čištění
- Přírodní způsoby čištění

A.8.1 BEZ POUŽITÍ ÚPRAVY

U těchto systémů je šedá voda sbírána v akumulační nádrži a do místa jejího použití je dopravována bez použití jakýchkoli úprav nebo jen s minimální dobou zdržení. Takto získaná voda, která nebyla žádným způsobem upravována, je vhodná pouze pro podpovrchové zavlažování. [20]

A.8.2 MECHANICKÁ ÚPRAVA

Tato úprava využívá základních čistících metod, především sedimentaci a filtraci. Vhodnými zařízeními pro mechanické předčištění šedých vod jsou česle, sedimentační nádrže, síta a lapáky tuků. [1, 28]

Voda, která projde tímto typem úpravy by měla být využita co nejdříve, aby nedocházelo ke vzniku nežádoucího zápachu a zhoršení její kvality.[20]

A.8.3 CHEMICKÁ ÚPRAVA

Při chemické úpravě používáme pro úpravu šedé vody procesy založené na koagulaci a elektrokoagulaci, kdy do odpadní vody dávkujeme soli hliníku, železa nebo jiných kovů. [1, BS]

Koagulace

Při koagulaci je do šedé vody dávkováno srážedlo (koagulant). Nejčastěji jsou srážedla na bázi železa nebo hliníku, díky kterému dochází ke srážení nečistot a vločkování (flokulaci). Následuje separace vzniklých vloček, která se nejčastěji provádí sedimentací nebo filtrací.[33]

Elektrokoagulace

Jedná se o obdobný proces jako při koagulaci, vlivem anodového rozpouštění železitých nebo hlinitých elektrod za průchodu elektrického proudu. [33]

Fotokatalýza

Při fotokatalýze se využívá přirozeného rozkladu některých látek působením světla. Tento proces je urychlen přítomností fotokatalyzátoru. Nejčastější je použití oxidu titaničitého TiO_2 , který je aktivován UV zářením o vlnové délce 300nm.

Pokročilé oxidační procesy

Využívají chemických reakcí, vedoucích ke vzniku OH radikálů, k přímé oxidaci organických látek. Nejčastěji se používají reakce peroxidů s ozonem nebo UV zářením, dále pak solí železa, kobaltu, případně sloučenin na bázi síry. Výhodou této metody je odstranění velkého podílu, jinak těžko rozložitelných, kosmetických přípravků.

A.8.4 FYZIKÁLNÍ ÚPRAVA

Filtrace

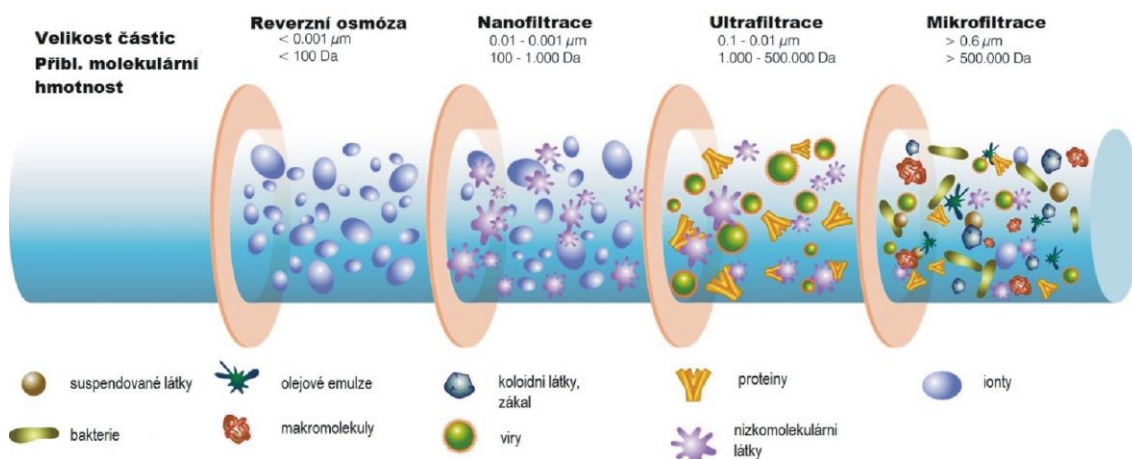
Mezi fyzikální úpravy odpadní vody řádíme membránovou filtraci nebo procesy, které zachycují ve vodě nerozpustné látky na filtračním loži pískového nebo jiného filtru. Filtrační materiál může být z křemičitého písku, antracitu, granulovaného aktivního uhlí nebo umělých materiálů. Volba typu materiálu a frakce závidí na složení čištěné šedé vody. [2, 55]

Membránová filtrace

Membránovou filtraci dělíme, podle umístění membrán, na tlakovou a podtlakovou, přičemž je charakterizována velikostí pórů v membráně. Nejčastěji je používána mikrofiltrace a ultrafiltrace při pracovním tlaku 0,1 až 2 MPa.

Dělení membránových filtrací podle velikosti pórů v membránách: [2, 55]

- Mikrofiltrace, velikost pórů od 0,1 μm do 10 μm ;
- Ultrafiltrace, velikost pórů od 0,01 μm do 0,1 μm ;
- Nanofiltrace, velikost pórů od 0,001 μm do 0,01 μm ;
- Reversní osmóza, velikost pórů pod 0,001 μm .



Obrázek 3, membránová filtrace [37]

A.8.5 BIOLOGICKÁ ÚPRAVA

Principem biologické úpravy spočívá v provzdušňování (aeraci) aktivovaného kalu v aerační nádrži. Aktivovaný kal je tvořen kulturou mikroorganismů, díky kterým probíhá proces čištění. Mezi systémy s biologickou úpravou řadíme biofilmové reaktory, membránové bioreaktory, aktivační nádrže, a biologické provzdušňované filtry. [2]

Biofilmové reaktory

Tato metoda je závislá na třech základních faktorech:[2]

- Aerobní mikroorganismy
- Kyslík
- Organická hmota

Používají se dva základní konstrukční typy biofilmových reaktorů:[2]

- S pevnou náplní
- S náplní ve vznosu

Obecně se biofilmové reaktory navrhují podle ČSN EN 12255-7 [35]

Aktivace

Podstatou aktivace je provzdušňování aktivovaného kalu v aktivační nádrži. Aktivovaný kal je tvořen kulturou mikroorganismů, která se liší podle složení přiváděné odpadní vody. Použití aktivačních procesů se doporučuje především u objektů s velkým objemem produkce šedé vody. Systémy vykazují vysoký stupeň vyčištění přiváděné znečištěné vody.[2]

A.8.6 PŘÍRODNÍ ZPŮSOBY ČIŠTĚNÍ

Kořenová čistírna odpadních vod

Nejčastěji se setkáváme s kořenovou ČOV v podobě mělké vodní nádrže, o hloubce 0,6 až 0,8 m, jejíž dno je tvořeno nepropustnou folií a vrstvou šterku, ve kterém jsou vysazeny vhodné bahenní a vlhkomilné rostliny. Běžně používanými rostlinami jsou například Orobinec, Skřípínek jezerní, Chrastice rákosovitá, Kosatec žlutý nebo Rákos obecný. Právě poslední zmíněný Rákos obecný je používán nejčastěji, především pro svou schopnost snášet značné znečištění.[2]

Vhodným technickým řešením kořenové ČOV je takové, kdy do ní odpadní voda natéká a také z ní odtéká samospádem. Pokud tento stav není možný, musí být použita čerpadla.

A.8.7 DEZINFEKCE BÍLÉ VODY

Po vyčištění šedé vody je nezbytně nutné provést její dezinfekci, která zaručí odstranění patogenních látek. Z hlediska použitého postupu můžeme rozdělit systémy dezinfekce na chemické a fyzikální.[1]

Mezi chemické dezinfekční metody patří použití chloru a jeho sloučenin nebo dezinfekce pomocí ozonu. Dezinfekce ozonem je velmi nákladná z důvodu nutnosti jeho výroby v místě spotřeby.[1]

Nejčastěji používanou fyzikální metodou je dezinfekce pomocí ultrafialového záření. Nespornou výhodou této metody je, že nezanechává ve vodě žádné vedlejší produkty dezinfekce.[1]

A.9 POŽADAVKY NA AKUMULACI ŠEDÉ A BÍLÉ VODY

Z hygienických důvodů je vhodné akumulovat šedou vodu nanejvýš jeden den. Bílou vodu je potom nutné akumulovat tak, aby byla minimalizována možnost růstu mikroorganismů. [28]

Přednostně je vhodné umístit akumulační nádrže bílé vody do země nebo suterénu budovy tak, aby byla chráněna před slunečním světlem a s tím spojeným zahříváním. Obecně známe dvě varianty nádrží, a to nadzemní a podzemní. Nadzemní nádrže musejí být tepelně izolovány a vyrobeny z neprůhledného materiálu. Jejich výhodou jsou nižší pořizovací a provozní náklady. Podzemní nádrže musejí vykazovat dostatečnou tuhost, aby odolaly zemním tlakům a nedeformovali se. Jejich výhodou je lepší tepelná izolace. Dále je vhodné do nádrže zaústit vývod pitné vody, oddělený volným výtokem, pro doplňování systému v případě nedostatku bílé vody.[28]

A.10 VODOVODY PROVOZNÍ VODY A JEJÍ DISTRIBUCE

Pro distribuci provozní vody v objektu je nezbytně nutné zřízení speciálního vodovodního potrubí, které je bezpodmínečně oddělené od potrubí pitné vody a je i vizuálně odlišeno (například barvou). Jediným povoleným propojením je volný výtok. Všechny výtoky provozní vody musí být také označeny symbolem nepitné vody. Potřebný přetlak v rozvodech provozní vody bývá udržován pomocí automatické tlakové čerpací stanice. Pro rodinné domy a bytové domy menšího rozsahu lze použít kompaktní automatickou tlakovou čerpací stanici s integrovanou nádrží pro doplňování pitnou vodou. [31, 51, 34]

V případě rozsáhlejších objektů jako jsou hotely, administrativní budovy, školy apod., je zapotřebí navrhnout automatickou tlakovou čerpací stanici podle specifických potřeb daného projektu. Pro doplňování vody do systému musí být zřízena zvláštní nádrž, do které bude přes volný výtok doplňována pitná voda. Jako nejvhodnější čerpadla, pro použití v automatických tlakových čerpacích stanicích, se jeví čerpadla s elektronickým řízením otáček za pomoci frekvenčního měniče. V navržené sestavě čerpadel musí být vždy umístěno jedno, či více čerpadel jako 100% záloha pro případ poruchy aktuálně používaných čerpadel. Čerpací stanice musí být dále doplněna o expanzní tlakovou nádobu. [31, 51]

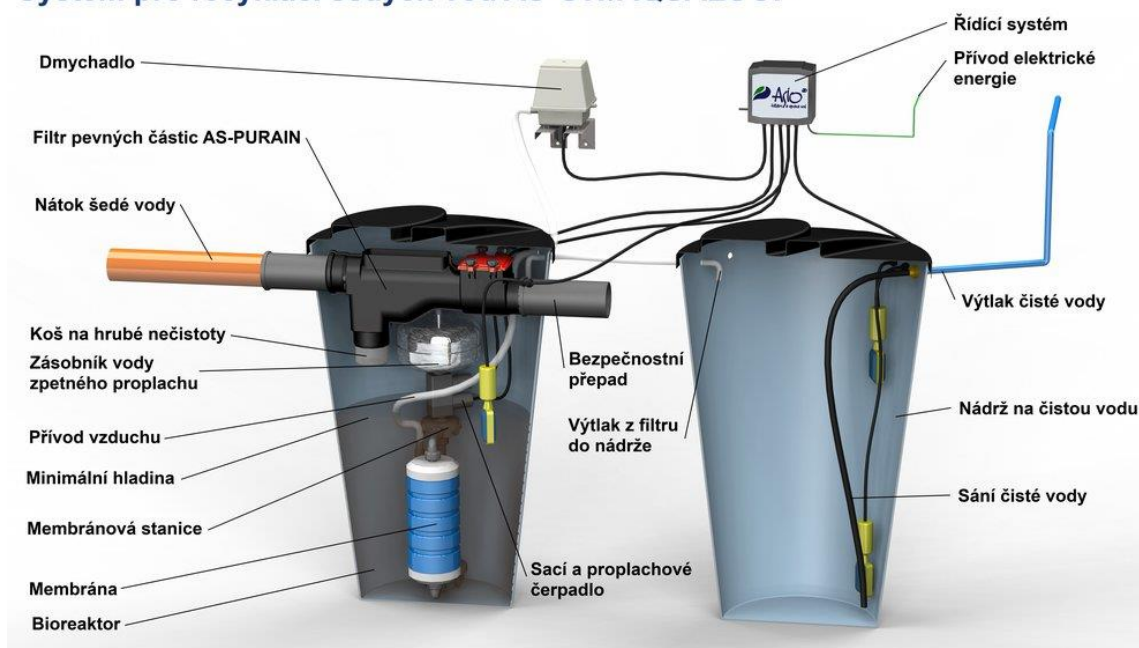
A.11 TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY NA TRHU

Snaha o opětovné využití šedé vody ve světě v poslední době výrazně roste. Na zahraničních trzích je nabídka čistících jednotek velmi pestrá. V české republice se momentálně pohybují dva významnější hráči, a to společnost ASIO a KONCEPT EKOTECH.

Asio AS-GW/Aqualoop

Jedná se o produkt České firmy Asio. Technologie kombinuje ultrafiltraci a biologické čištění, díky čemuž produkuje vysoce kvalitní a hygienicky nezávadnou užitkovou vodu pro další využití. Technologii je možné použít pro čištění šedé vody u rodinných a bytových domů obývaných 4 až 144 ekvivalentními obyvateli. Odpadní voda natéká do reakční nádrže přes filtr mechanických nečistot a dále se biologicky čistí. V reakční nádrži je osazen membránový modul a ve spodní části je umístěn aerační systém. Nad membránovým modulem je instalováno čerpadlo, které odsává vodu přes membrány a již vyčištěnou ji odvádí do akumulární nádrže. Voda z akumulární nádrže je čerpána do systému provozní vody. Reakční nádrž je opatřena havarijním přepadem. Celý systém je pak možno doplňovat pitnou vodou. Technologie je nabízena ve dvou variantách, nadzemní a podzemní.[35]

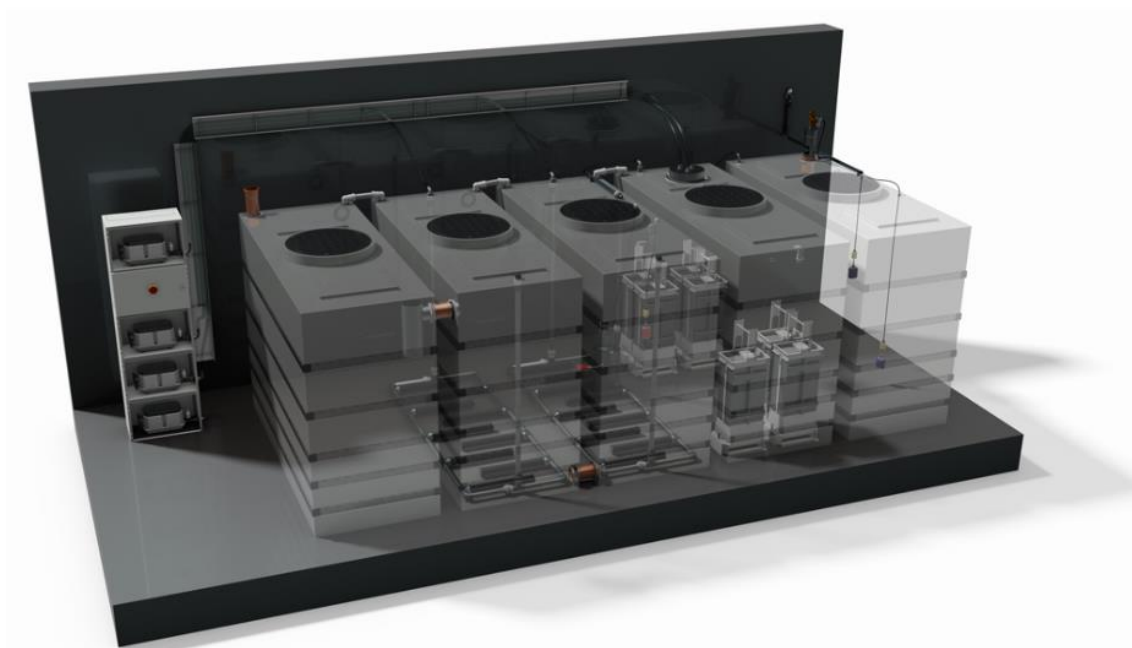
Systém pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP



Obrázek 4, Asio AS-GW/AQUALOOP [35]

GreenLife GWI

Jedná se o produkt Německé firmy GreenLife, který je v České republice dodáván společností KONCEPT EKOTECH. Systém používá technologii membránového bioreaktoru MBR., který zaručuje úplné oddělení biomasy od vyčištěné šedé vody. Výsledkem tohoto procesu je vyčištěná voda bez obsahu pevných látek, bakterií a virů, přičemž účinnost odstraňování virů a baterií se limitně blíží 100 %. Celý proces čištění je složen z biologického čištění a ultrafiltrace, voda je následně uchovávána v nádržích na vyčištěnou vodu nebo je svedena do zásobních nádrží na dešťovou vodu. Vyčištěnou vodu získanou ze systému GWI 7.2 je možné použít na splachování toalet, praní, úklid a zalévání. Výrobky společnosti GreenLife jsou určeny k instalaci uvnitř objektu. [36]



Obrázek 5, GreenLife GWI 7.2 [36]

A.11.1 ČIŠTĚNÍ ŠEDÉ VODY V ZAHRANIČÍ

GreenLife GW-FB

Systémy recyklace šedé vody GW-FB jsou k dispozici s kapacitou denní úpravy šedé vody od 250 litrů. Systém je vhodný pro čištění málo znečištěné odpadní vody z osobní péče (sprcha, vana, umyvadlo na ruce). Provozní voda neobsahuje pevné látky, byla biologicky ošetřena atmosférickým kyslíkem a dezinfikována UV zářením. Nepoužívají se žádné chemické přísady. Systém pracuje plně automaticky. Systém spotřebovává asi 2,0 kWh na m³ elektrické energie za den. Výrobky společnosti GreenLife jsou určeny k instalaci uvnitř objektu.

Užitková voda vyprodukovaná tímto systémem je velmi vhodná pro splachování toalet a zavlažování zahrady. [38]

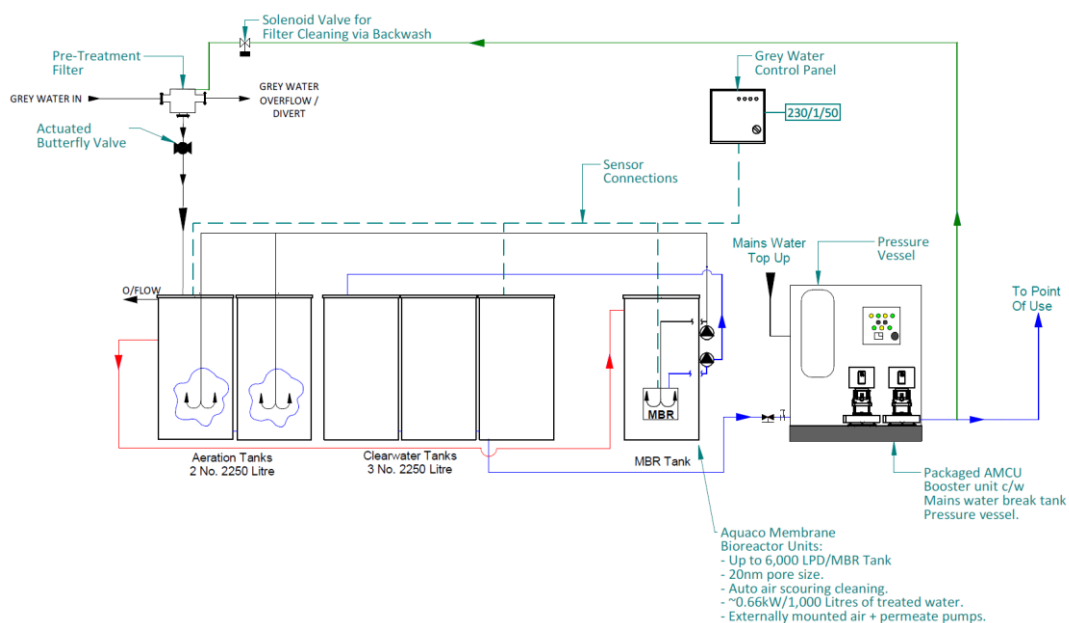


Obrázek 6, GreenLife GW-FB 10 [38]

The Aquaco Aerobic MBR Grey Water System

Jedná se o technologii společnosti AQUACO, pocházející z Velké Británie. Tento modulární systém, určený výhradně pro vnitřní instalaci. Při čištění šedé vody je nejprve využita filtrace na předčištění, následně voda pokračuje do usazovací nádrže a odtud do aeračních nádrží, ze kterých je dále dopravována do membránového bioreaktoru MBR. Takto vyčištěná voda je ukládána v akumulčních nádržích, ze kterých je čerpána do systému rozvodů užitkové vody. V případě využívání bílé vody v technologiích zahrnujících její rozprašování, je v procesu čištění zahrnut i dezinfekční modul na bázi UV záření.

Užitkovou vodu získanou z tohoto systému je možné použít na splachování toalet, praní, úklid a zalévání. [39]



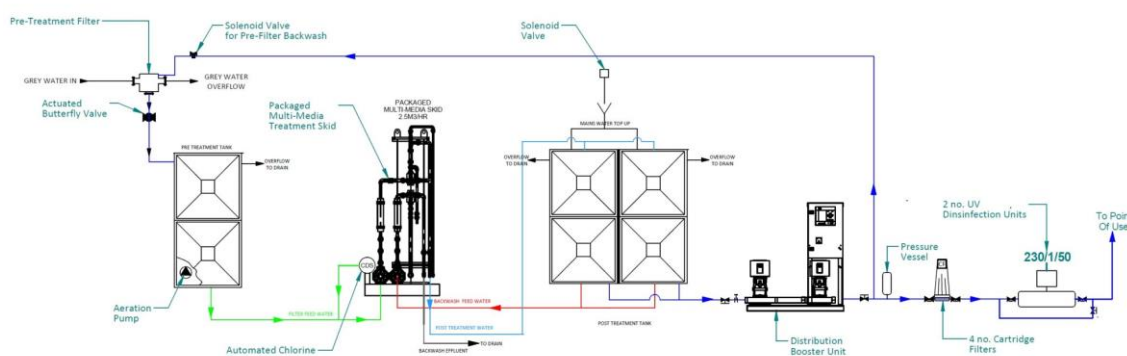
Obrázek 7, Aquaco Aerobic MBR Grey Water System [39]

The Aquaco Multi-Media grey water recycling system

System recyklace šedé vody Aquaco Multi-Media se skládá ze tří hlavních komponent:

Jako první vstoupí šedá voda přes předřazený filtr do vyrovnávací nádrže, kde je provzdušňována a skladována. V následujícím kroku je provzdušněná šedá voda dezinfikována integrovanou NaClO jednotkou a prochází soustavou filtrů obsahující různé filtrační materiály. Po vyčištění je voda přečerpána do akumulární nádrže, odkud je dále distribuována k jednotlivým odběrným místům.

Co se týká možnosti umístění této technologie, tak filtrační modul musí být vždy umístěn uvnitř budovy. Akumulační nádrže na šedou a bílou vodu mohou být umístěny jak uvnitř budovy, tak zakopány pod zemí. [42]

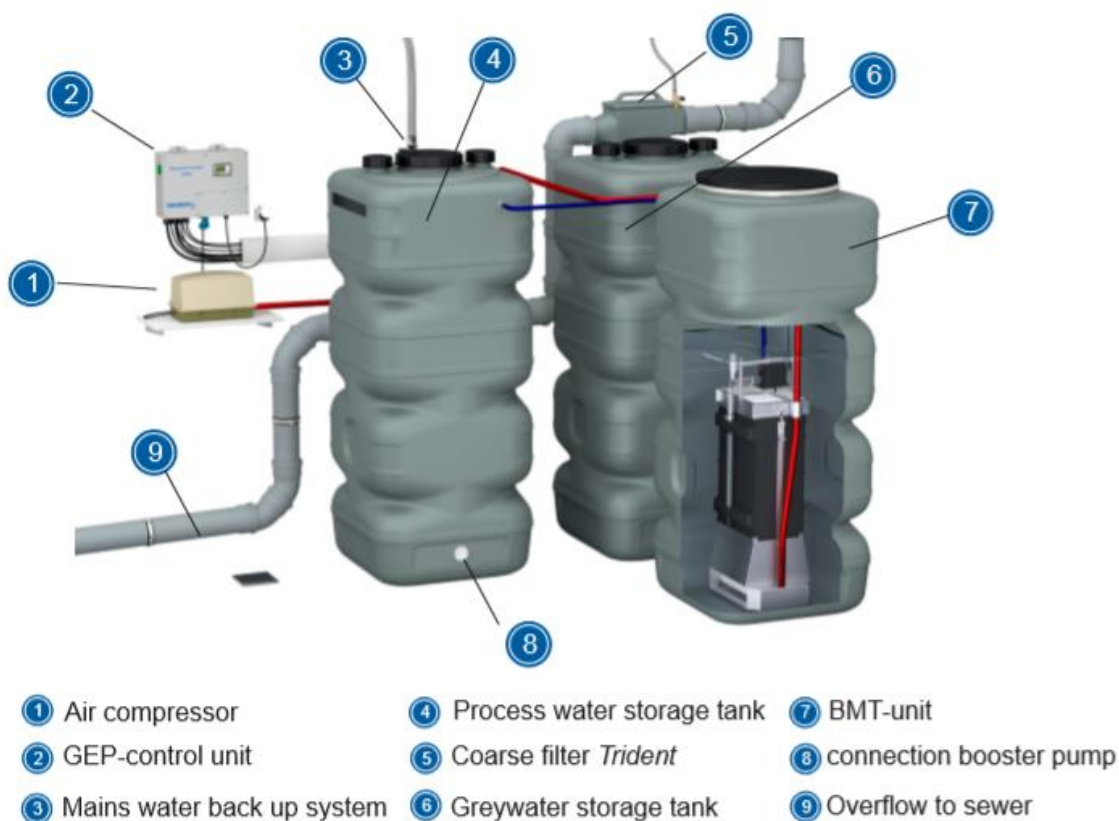


Obrázek 8, Aquaco Multimedia Grey Water Systems [42]

dEHOUST GEP-Watermanager GWM in-house

GEP-Watermanager GWM zpracovává šedou vodu pomocí BioMembran Technologie a poskytuje tak vysoce kvalitní provozní vodu pro opětovné použití. Nejdříve se surová šedá voda mechanicky čistí v hrubém filtru TridentMAX, aby se odstranil veškerý nerozpuštěný obsah vody, jako jsou vlasy nebo vlákna z oděvů. Udržování filtru je zajištěno automatickým zpětným proplachem. Následně jsou všechny biologicky rozložitelné složky šedé vody odstraněny pomocí speciálních čistících bakterií. Po biologickém očištění začne BMT-membránový filtr infiltrovat předem upravenou šedou vodu. Membránovou filtrací jsou odstraněny všechny pevné částice, bakterie a viry. Proces proplachování filtračních desek vzduchem zajišťuje jejich nepřetržitě čištění. Výsledkem recyklačního procesu je čistá užitková voda bez zápachu a choroboplodných zárodků. V případě nedostatku užitkové vody se aktivuje automatický systém doplňování vody ze sítě.

Jak již název systému napovídá, tato technologie je určena výhradně pro umístění uvnitř budov. [43]



Obrázek 9, dEHOUST GEP-Watermanager GWM in-house [43]

A.12 STANOVENÍ PRODUKCE ŠEDÉ VODY

Pro stanovení produkce šedé vody lze použít několik metod výpočtu. Objem vyprodukované šedé vody tak lze stanovit měřením, součtovou metodou (produkce na měrnou jednotku a den, nebo podle jednotlivých činností) a přibližnou metodou. Metodu výpočtu volíme podle toho, jaké informace máme o produkci šedé vody v objektu. [10, 29, 35]

Součtová metoda

Objem vyprodukované šedé vody Q_{prod} [l/den], se stanoví ze vztahu:

$$Q_{prod} = \sum_{i=1}^m q_{prod,i} \times n_{mj,i}$$

q_{prod} – produkce šedé vody na měrnou jednotku a den, v [l/den], viz tabulka 1

n_{mj} – počet měrných jednotek stejného druhu

m – počet druhů měrných jednotek

$$Q_{prod} = 67 \cdot 90 + 8 \cdot 150 + 170 \cdot 12 + 40 \cdot 5 = \mathbf{9\ 470\ l/den}$$

Tabulka 6, produkce šedé vody v budovách [28]

Druh budovy	Vybavení	Produkce šedé vody	
		Měrná jednotka	Produkce šedé vody na měrnou jednotku a den q_{prod} (l/den)
Bytový dům, rodinný dům	Koupelny	obyvatel	31
	Kuchyně	obyvatel	11
	Praní	obyvatel	15
Internát	Sprchy, koupelny	lůžko	90
Hotel	Koupelny se sprchou	lůžko	90
	Koupelny s vanou ¹⁾	lůžko	150
	Prádelna	lůžko	14
Administrativní budova	Umyvadla	osoba	12
	Čajové kuchyňky	osoba	5
	Sprchy ²⁾	osoba	2
Maloobchodní prodejny – personál	Umyvadla	osoba	12
	Sprchy ²⁾	osoba	2
Maloobchodní prodejny – zákazníci (návštěvníci)	Umyvadla ³⁾	osoba	3
¹⁾ Nutno uvážit, zda nebudou vany používány jako sprchy. ²⁾ Příležitostné sprchy. ³⁾ Pokud jsou v budově záchody pro zákazníky.			

Pokud není produkce šedé vody na měrnou jednotku a den (q_{prod}) v l/den známa, může se stanovit podle vztahu:

$$Q_{prod} = \sum_{i=1}^j q_{\xi,i} \times n_{\xi,i}$$

q_{prod} – produkce šedé vody na měrnou jednotku a den, v [l/den], viz tabulka 1

n_{ξ} – počet činností stejného druhu během jednoho dne

j – počet druhů činností prováděných během dne

Tabulka 7, produkce šedé vody dle činností [28]

Druh činnosti	Produkce šedé vody pro příslušnou činnost	
	q_{ξ}	
	(l)	
Mytí rukou ¹⁾	3	
Mytí těla v umyvadle	15	
Sprchování (běžná sprcha) ¹⁾	45	
Koupel ve vaně	120	
¹⁾ Platí pro běžné výtokové armatury. U výtokových armatur se samočinným uzavíráním se produkce šedé vody může stanovit podle počtu otevření při jedné činnosti, průtoku výtokovou armaturou (podle údajů výrobce armatury) a doby výtoku po jednom otevření.		

Přibližná metoda stanovení průměrné denní produkce šedé vody

Objem vyprodukované šedé vody Q_{prod} [l/den], se může odhadnout ze vztahu:

$$Q_{prod} = \frac{N}{100} \times Q_p$$

N – odhadnutí část z celkové denní produkce odpadních vod, kterou tvoří šedá voda v [%]

Q_p – celková denní produkce odpadních vod v [l]

A.13 STANOVENÍ POTŘEBY BÍLÉ VODY

Pro návrh zařízení na využití šedé vody je nutné stanovit denní a popřípadě roční potřebu provozní vody.

Denní potřeba provozní vody Q_{24} v [l/den], se stanoví ze vztahu:

$$Q_{24} = Q_{wc} + Q_{tech} + Q_{zal}$$

Q_{wc} – specifická potřeba vody pro splachování záchodových mís a pisoárů, v [l/(osoba . den)]

Q_{tech} – denní potřeba vody pro technologické procesy, v [l/den]

Q_{zal} – potřeba vody pro zalévání nebo kropení, v [l/(m² . den)]

$$Q_{24} = 7\,627 + 250 + 1250 = \mathbf{9\,127\ l/den}$$

Potřeba vody pro splachování záchodových mís a pisoárů Q_{wc} , v [l/(osoba . den)], se stanoví podle vztahu:

$$Q_{wc} = q_o \times p \times n + q_{pis} \times n$$

$q_{o, pis}$ – splachovací objem, v [l] podle navržených splachovačů nebo orientačně podle tabulky 4

p – počet použití jednou osobou během dne, podle tabulky 3

n – počet měrných jednotek [počet osob, obyvatel, lůžek]

$$Q_{wc} = 6 \cdot 4,22 \cdot 67 + 6 \cdot 1 \cdot 150 + 6 \cdot 4 \cdot 150 + 3 \cdot 3 \cdot 150 = 7\,627\ l/den$$

Pokud jsou navrženy nádržkové splachovače s dvojitým dávkováním vody (malé a velké spláchnutí), stanoví se splachovací objem q_o , v [l], podle vztahu:

$$q_o = \frac{q_v + 2 \times q_m}{3}$$

q_v – objem vody při velkém spláchnutí, v [l], podle navržených splachovačů nebo tabulky 4

q_m – objem vody při malém spláchnutí, v [l], podle navržených splachovačů nebo tabulky 4

Tabulka 8, počet použití jednou osobou během dne podle druhu budovy [28]

Druh mísy a pohlaví uživatelů	Počet použití jednou osobou během dne podle druhu budovy - p					
	Bytové nebo rodinné domy	Studentské koleje	Školy	Administrativní budovy	Maloobchodní prodejny	
					Zaměstnanci	Návštěvníci
Záchodové mísy pro muže, pokud jsou instalovány také pisoáry	--	--	0,7	1	1	0,17
Záchodové mísy pro muže, pokud nejsou instalovány pisoáry	6	4,42	1,5	4	4	1
Záchodové mísy pro ženy	6	4,42	1,5	4	4	1
Pisoárové mísy pro muže	--	--	1	3	3	0,83

Tabulka 9, splachovací objem [28]

Zařizovací předmět	Splachovací objem	
	$q_{oa} \text{ } q_{pis}$ (l)	
	Velké spláchnutí	Malé spláchnutí
Záchodová mísa	4	2
	4,5	3
	6	3
	8	--
	9	3
	10	3
Pisoárová mísa bez odsávání	1,5	--
Pisoárová mísa s odsáváním	3	--

Potřeba vody pro praní q_{pr} **Tabulka 10, potřeba vody pro praní [28]**

Druh budovy	Potřeba vody pro praní q_{pr}
Bytový nebo rodinný dům	15 l/obyvatel . den
Hotel – prádelna	14 l/lůžko . den

Potřeba vody pro zalévání a kropení q_{zal} , v [l/m² . den] a úklid $q_{úkl}$, v [l/m² . den]

Tabulka 11, potřeba vody pro zalévání, kropení a úklid [28]

Způsob použití	Jedno použití (l/m ² .den)	Roční potřeba (l/m ² . rok)
Zalévání zahrady	1,0 ¹⁾	60 ²⁾
Kropení hřišť	1,2	200 ²⁾
Kropení zeleně	1	80 až 200 ²⁾
Úklid – jen, studená provozní voda (pro úklid se zároveň používá také teplá pitná voda)	0,1 ³⁾	--
Úklid – studená provozní voda (bez teplé pitné vody)	0,3 ³⁾	--

¹⁾ Na plochu celé zahrady, i když se zalévá jen její část
²⁾ Předpokládá se zalévání nebo kropení od dubna do září
³⁾ Na plochu podlahy, u které se předpokládá mokrý úklid

Roční potřeba provozní vody Q_r , v [l/rok], se stanoví podle vztahu:

$$Q_r = Q_{24} \cdot d + Q_{zal} \cdot A_{zal}$$

Q_{24} – denní potřeba provozní vody pro využití v budově, v [l/den], avšak bez zalévání a kropení
 d – počet dnů v roce, kdy se provozní voda využívá (v bytech 365 dní, v ostatních budovách například v pracovních dnech apod.)

Q_{zal} – roční potřeba provozní vody pro zalévání nebo kropení, v [l/(m² . rok)], viz tabulka 6

A_{zal} - plocha zahrady i když není celá zahrada zalévána, v [m²]

$$Q_r = 9\,127 \cdot 365 + 140 \cdot 1250 = \mathbf{3\,506\,355\ l/rok}$$

Posouzení využití šedé vody

Využití šedé vody je efektivní, pokud platí vztah:

$$Q_{prod} > Q_{24}$$

Q_{prod} – denní objem vyprodukované šedé vody, v [l/den]

Q_{24} – denní potřeba provozní vody, v [l/den]

$$\mathbf{9\,470 > 9\,127 \dots VYHOVUJE}$$

A.14 POSOUZENÍ NÁVRATNOSTI INVESTICE DO TECHNOLOGIE ŠEDÉ VODY

Popis systému

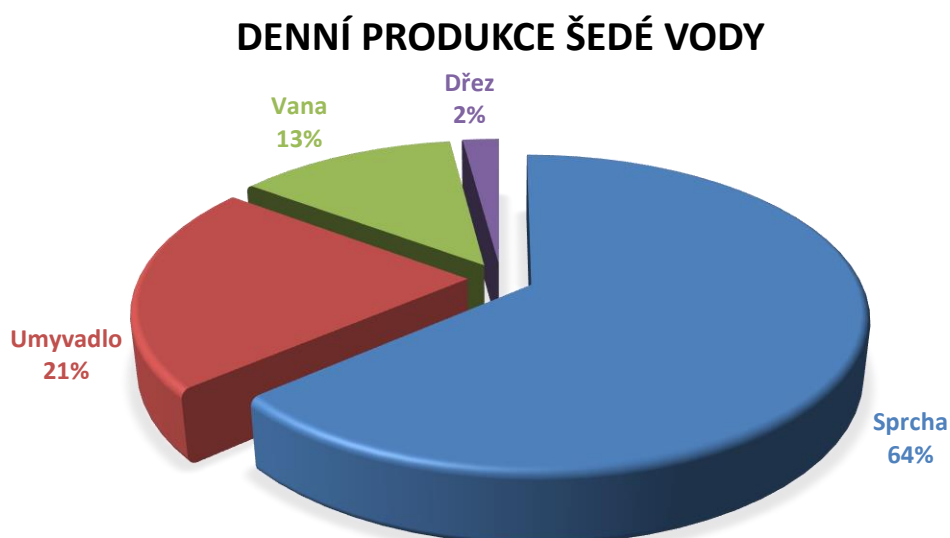
Systém šedých vod je navržen pro budovu hotelu řešenou v projektové části této diplomové práce. Jedná se o samostatně stojící objekt o čtyřech nadzemních a jednom podzemním podlaží. Při návrhu systému šedých vod byla snaha o vytvoření co nejpřirozenějšího systému s minimálními nároky na přídavnou energii. Z tohoto důvodu nebyly do systému začleněny zdroje šedé vody v suterénu objektu. Šedá voda ze čtyř nadzemních podlaží je svedena pod strop suterénu, kde je následně spádováním přivedena do technické místnosti. Tam v nezámrazné hloubce opouští budovu a je zaústěna do akumulární nádrže čistírny odpadních vod. Zde je voda vyčištěna a následně se odtud přivádí zpět do budovy k opětovnému využití.

Průměrná denní produkce šedé vody

Při výpočtu průměrné denní produkce vody jsem vycházel z počtu navrhovaných zařizovacích předmětů, které budou sloužit jako zdroj šedé vody. Jedná se o sprchy, umyvadla, vany a dřezy v čajové kuchyňce a kavárně.

Tabulka 12, Průměrná denní produkce šedé vody

Zařizovací předmět	Počet měrných jednotek	Produkce šedé vody q_{prod} [l/den]
Sprcha	67	90
Umyvadlo	170	12
Vana	8	150
Dřez	40	5



Obrázek 10, Denní produkce šedé vody

$$Q_{\text{prod}} = 67 \cdot 90 + 170 \cdot 12 + 8 \cdot 150 + 40 \cdot 5 = 9\,470 \text{ l/den}$$

Podle výpočtu je hodnota průměrné denní produkce šedé vody, při maximální obsazenosti budovy, 9 470 l/den.

Průměrná denní potřeba bílé vody

Při určování průměrné denní potřeby bílé vody jsem vycházel z modelu užívání, který počítá s využitím bílé vody na splachování WC a pisoárů, úklid a kropení zeleně v období od dubna do září.

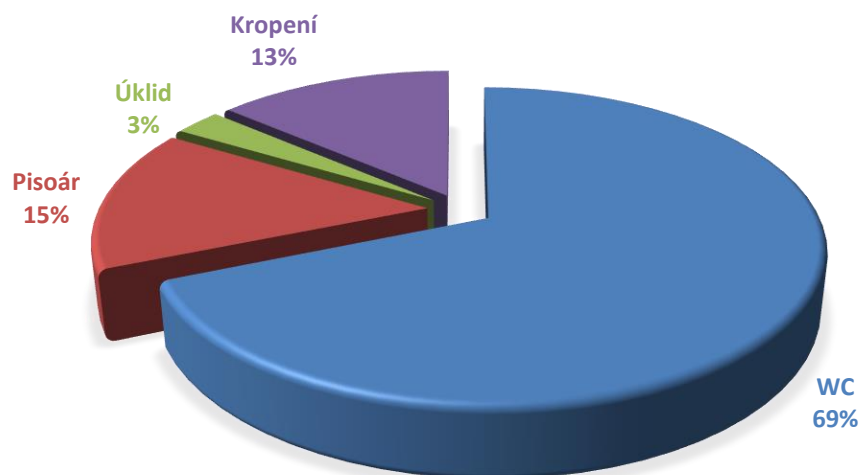
Tabulka 13, Průměrná denní potřeba bílé vody na splachování

Zařizovací předmět	Počet měrných jednotek	Počet použití za den	Potřeba bílé vody q [l/den]
WC	67	4,42	6
WC	150	1	6
WC	150	4	6
Pisoár	150	3	3

Tabulka 14, Průměrná denní potřeba bílé vody na úklid a zalévání

Činnost	Plocha [m ²]	Potřeba bílé vody q [l/m ² . den]
Úklid	2 500	0,1
Kropení zeleně	1 250	1,0

DENNÍ POTŘEBA BÍLÉ VODY



Obrázek 11, Denní potřeba bílé vody

$$Q_{WC} = 6 \cdot 4,22 \cdot 67 + 6 \cdot 1 \cdot 150 + 6 \cdot 4 \cdot 150 + 3 \cdot 3 \cdot 150 = 7\,627 \text{ l/den}$$

$$Q_{24} = 7\,627 + 250 + 1250 = 9\,127 \text{ l/den}$$

Pro budovu hotelu je, při maximální obsazenosti a při uvažování kropení zeleně, průměrná potřeba bílé vody 9 127 l/den. V případě maximální obsazenosti bez uvažování kropení zeleně je potom průměrná potřeba 7 877 l/den.

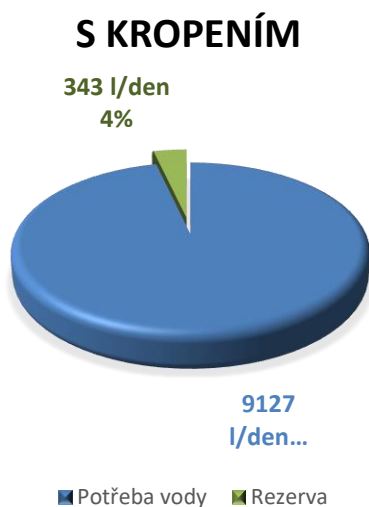
Posouzení využití systému šedé vody

Porovnáním hodnot maximální denní produkce šedé vody a průměrné denní potřeby bílé vody v jednotlivých obdobích roku dostáváme předběžná náhled na možný potenciál využití technologie čištění šedé vody v objektu. Pokud denní produkce převyšuje denní potřebu, je splněn prvotní požadavek na smysluplnost myšlenky efektivní úspory pitné vody.

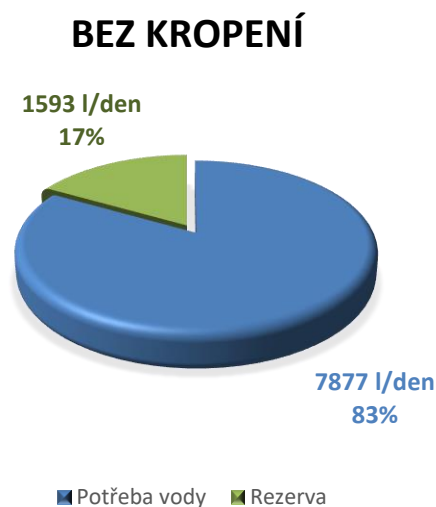
$$Q_{\text{prod}} > Q_{24}$$

9 470 l/den > 9 127 l/den ... vyhovuje

9 470 l/den > 7 877 l/den ... vyhovuje



Obrázek 12, Potřeba vody s kropením



Obrázek 13, Potřeba vody bez kropení

V našem případě je podmínka splněná a produkce šedé vody pokryje potřebu bílé vody. Přebytková šedá voda může sloužit na pokrytí neočekávaných potřeb a v případě jejího nevyužití bude bezpečně odvedena do splaškové kanalizace.

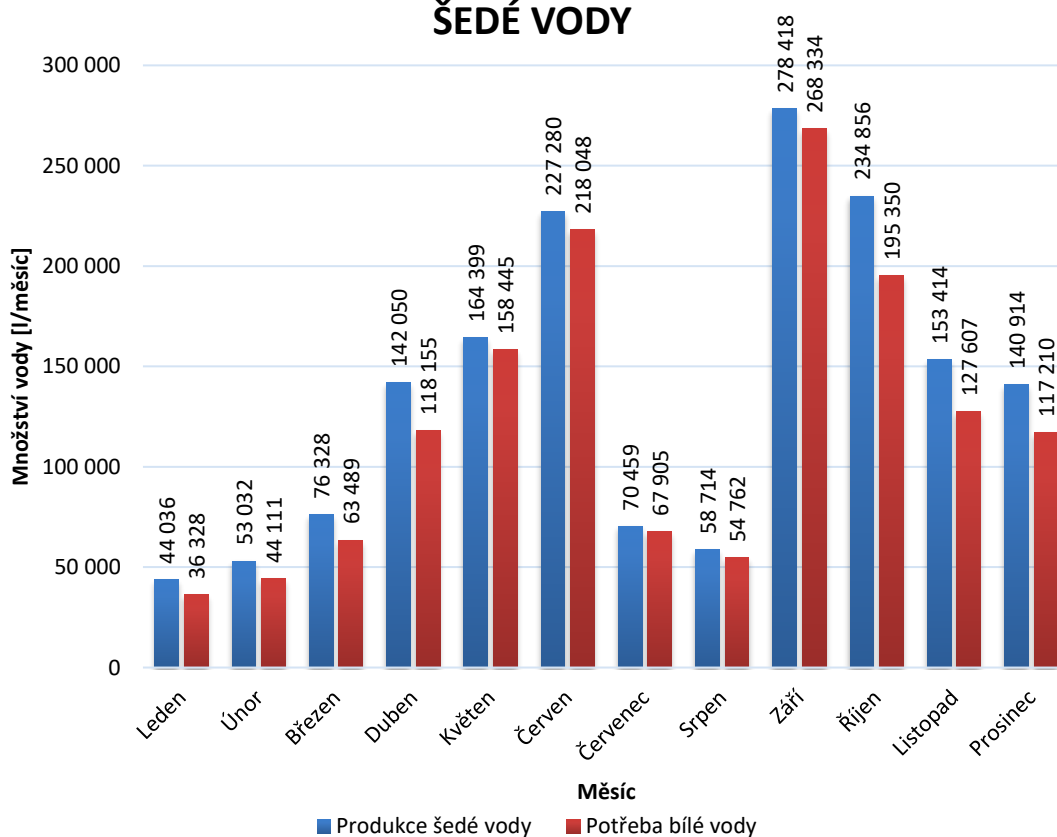
Roční průběh množství vody v systému šedé vody

Všechny předcházející výpočty produkce šedé a potřeby bílé vody vycházeli ze stavu, kdy je hotel maximálně obsazený. Tato situace však nastává jen velmi zřídka. Z tohoto důvodu byla pro posouzení návratnosti celého projektu vypočtena produkce a potřeba vody pro odhadovanou obsazenost hotelu v jednotlivých měsících.

Tabulka 15, Roční průběh množství vody v systému šedé vody

Měsíc	Počet dní	produkce vody plně obsazený hotel		Potřeba bílé vody plně obsazený hotel		Obsazenost Hotelu [%]	Produkce Šedé vody [l/měsíc]	Potřeba Bílé vody [l/měsíc]
		Denní [l/den]	Měsíční [l/měsíc]	Denní [l/den]	Měsíční [l/měsíc]			
Leden	31	9 470	293 570	7 877	244 187	15	44 036	36 328
Únor	28		265 160		220 556	20	53 032	44 111
Březen	31		293 570		244 187	26	76 328	63 489
Duben	30		284 100		236 310	50	142 050	118 155
Květen	31		293 570	9 127	282 937	56	164 399	158 445
Červen	30		284 100		273 810	80	227 280	218 048
Červenec	31		293 570		282 937	24	70 459	67 905
Srpen	31		293 570		282 937	20	58 714	54 762
Září	30		284 100	273 810	98	278 418	268 334	
Říjen	31		293 570	7 877	244 187	80	234 856	195 350
Listopad	30		284 100		236 310	54	153 414	127 607
Prosinec	31		293 570		244 187	48	140 914	117 210
Celkem [l/rok]							1 643 900	1 469 744

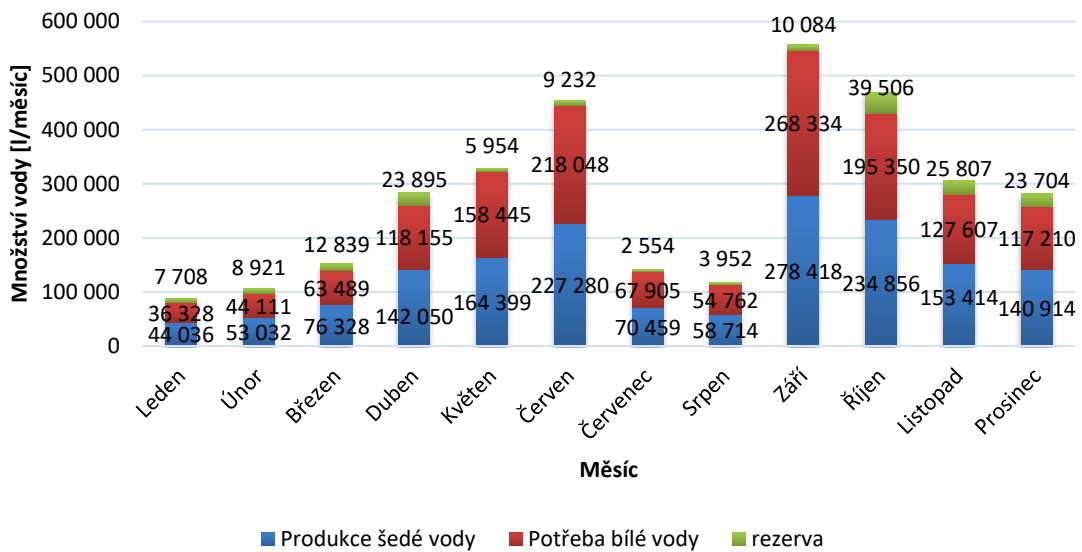
ROČNÍ PRŮBĚH MNOŽSTVÍ VODY V SYSTÉMU ŠEDÉ VODY



Obrázek 14, Roční průběh množství vody v systému šedé vody

Při porovnání hodnot produkce a potřeby vody v jednotlivých měsících je patrné, že i při reálné obsazenosti hotelu postačí produkce šedé vody na pokrytí potřeby bílé vody pro plánovaný provoz hotelu.

BILANCE MNOŽSTVÍ VODY V SYSTÉMU ZA ROK



Obrázek 15, Bilance množství vody v systému za rok

Posouzení návratnosti investice

V rámci projektu na využití šedé vody v řešeném objektu se věnujeme i finanční analýze. Konkrétně se jedná o porovnání úspor na vodném a stočném v porovnání s náklady na pořízení technologie a dalších součástí systému, jejich provoz a údržbu.

Tabulka 16, ceny energií

Položka nákladů	Měrná jednotka	Cena měrné jednotky [Kč]
Vodné	m ³	43,47
Stočné	m ³	40,83
Elektrická energie	kWh	3,0

V projektovaném hotelu bude podle výpočtů roční potřeba bílé vody 1 469, 7 m³. Při aktuální ceně vodného je plánovaná roční úspora 63 900 Kč. Mimo finanční úspory je zde i ekologické hledisko, kdy šetříme omezujeme použití pitné vody na procesy, ve kterých není v zásadě potřeba kvalitní pitné vody.

Vzhledem k tomu, že systém šedých vod je založen na principu opětovného využívání odpadní vody, budou nám vznikat i nemalá úspora na stočném. Pro stanovení této úspory použijeme opět hodnotu roční potřeby bílé vody, protože nepředpokládáme využití rezerv v produkci šedé vody. Na stočném nám tam vznikne roční úspora 60 010 Kč.

Tabulka 17, Úspory za rok

Položka úspor	Úspora v [Kč/rok]
Vodné	63 900
Stočné	60 010
Celkem	123 910

Celková plánovaná roční úspora na vodném a stočném je 123 910 Kč.

Požizovací náklady na navrženou technologii šedé vody AS-GW/AQUALOOP 204 jsou dle cenové nabídky společnosti ASIO NEW, spol. s r.o. 1 400 000 Kč bez DPH.

Další součástí systému, u něhož jsme schopni zjistit pořizovací náklady je automatická tlaková stanice ATS PUMPA 3 SBI 5-10 TE jejíž cena je dle ceníku společnosti PUMPA, a.s. 261 039 Kč s DPH.

Tabulka 18, Počáteční investiční náklady

Počáteční investičních nákladů	Cena bez DPH [Kč]	Cena s DPH [Kč]
Čistírna	1 400 000	1 694 000
AT stanice	251 735	261 039
Celkem		1 955 039

V položce provozních nákladů je nám objeven náklady na elektrickou energii, pravidelný servis a kontroly. Provozní náklady jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 19, Provozní náklady

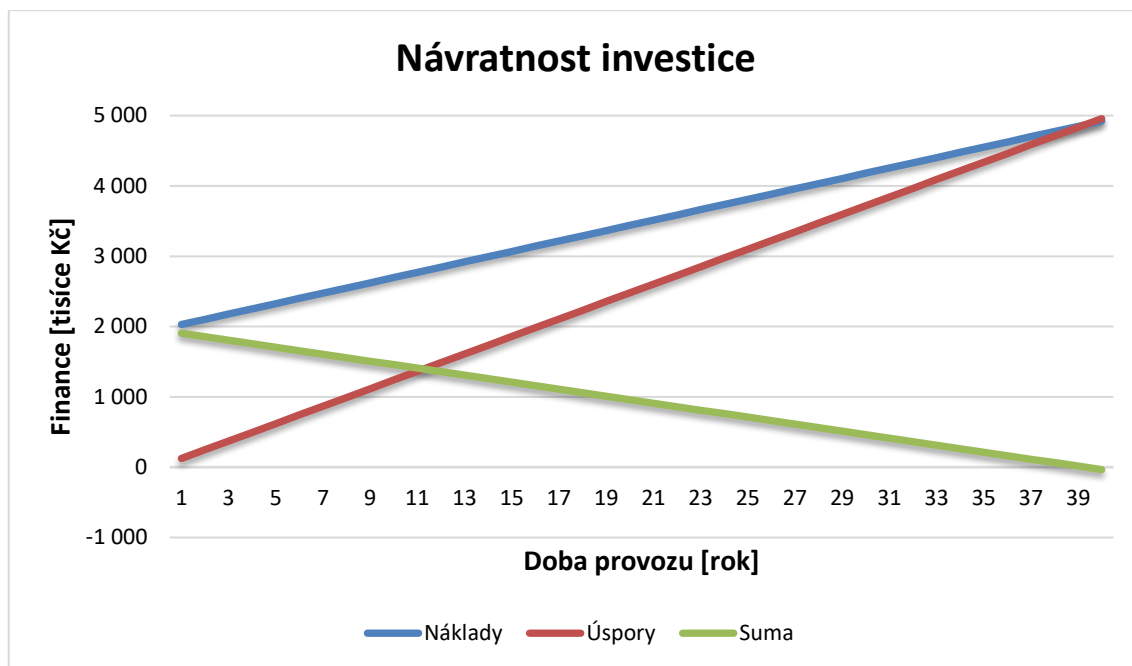
Položka provozních nákladů	Měrná jednotka	měrné jednotky [1/rok]	Cena měrné jednotky [Kč]	Cena položky [Kč/rok]
Elektrická energie čistírna	kWh	4 103	3,0	12 309
Elektrická energie AT stanice	kWh	13 284	3,0	39 852
Technologická údržba čistírny	Provedení za rok	2	6 000	12 000
Servisní technik čistírna	Hodina	50	200	10 000
Celkem				74 161

Nyní, když máme spočtené jednotlivé vstupní hodnoty, můžeme přistoupit k výpočtu návratnosti pro dané podmínky. Především, že vyjádřená doba návratnosti je pouze orientační a v reálné situaci by byla mnohem delší. Tato skutečnost je zapříčiněna zanedbáním nákladů na vybudování rozvodů užitkové vody, systému kanalizace šedé vody a ceny zemních prací.

$0 = \text{pořizovací náklady} + \text{roky provozu} \cdot (\text{provozní náklady} - \text{úspora za vodu})$

$0 = 1\,955\,039 + n \cdot (74\,161 - 123\,910)$

n = 39,3 roku



Obrázek 16, Návratnost investice do systému

A.15 ZÁVĚR

Cílem této části bylo poukázat na smysl šetření pitnou vodou prostřednictvím znovuvyžití šedé vody. Byly rozebrány definice šedé a bílé vody, jejich zdroje a možnosti využití. Následoval základní přehled složení šedé vody jak po stránce chemické, tak biologické a výčet jednotlivých ukazatelů znečištění. V dalších odstavcích jsem se věnoval situaci jak na domácím, tak zahraničním trhu s technologií čištění šedé vody. Co se týká domácího trhu, máme zde dva hlavní hráče. Společnost ASIO a KONCEPT EKOTECH. V tomto směru u nás vidím prostor pro zlepšení. V případě příchodu dalšího silného hráče by mohlo dojít v rámci konkurenčního boje ke snížení cen a tím ke zlepšení dostupnosti a celkové návratnosti investic. Na problém s návratností investic do technologií čištění šedých vod jsem narazil v samotném závěru, kdy jsem posuzoval, zda je ekonomicky výhodné takovouto technologií používat v řešeném objektu. Při zohlednění odhadované reálné obsazenosti hotelu, která zcela jistě nebude v průběhu roku stále stoprocentní, jsem zjistil, že nebude potřeba systém dotovat pitnou vodou. I přes to, ale nelze považovat investici za reálně návratnou. Při posuzování jsem kalkuloval s finanční úsporou za vodné a stočné na jedné straně proti investičním a průvozním nákladům na čistírnu a automatickou tlakovou stanici na straně druhé. Náklady na vybudování rozvodů užitkové vody a oddílného kanalizačního systému pro šedou vodu ve výpočtu zanedbal, protože nejsem schopen tyto náklady odhadnout. Za těchto okrajových podmínek byla návratnost uvažované investice vyčíslena na 39 let a 4 měsíce. V reálné situaci by však tato doba byla výrazně delší, protože bychom do výpočtů museli zahrnout i výše zmíněné, zanedbané, náklady. Pokud budeme uvažovat návrhovou životnost stavby 50 let jeví se mi tato investice jako nenávratná a tím pádem postrádající ekonomický smysl.

B VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V CELÉ BUDOVĚ A JEJICH NAPOJENÍ NA STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍŤ.

Zadání

Řešeným objektem této diplomové práce je hotel. Zadaný projekt řeší rozvody vody, kanalizace, plynu a objekty s nimi související. Objekt hotelu se skládá ze čtyř nadzemních a jednoho podzemního podlaží. V podzemním podlaží se nachází podzemní garáže, technické zázemí hotelu a wellness zóna. První nadzemní podlaží se skládá z restaurace, kavárny s terasou, prodejny, recepce a zázemí pracovníků. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží jsou v každém patře situovány jednolůžkové a dvoulůžkové pokoje a jedno apartmá. Ve čtvrtém nadzemním podlaží jsou dvoulůžkové pokoje a kancelářské zázemí hotelu.

B.1.1 BILANCE POTŘEBY VODY

Předpoklad provozu budovy:

- 84 lůžek v hotelu
- 29 zaměstnanců
- 150strávníků v restauraci
- 84sauna, wellness

Výpočet

84 x lůžek hotelu	(123 l/lůžko.den)	= 84 x 123	= 10 332l/den
84x sauna, wellness	(27 l/lůžko.den)	= 84 x 27	= 2 268 l/den
16 x pracovník restaurace	(384 l/prac.den)	= 16x 384	= 6 144 l/den
29 x zaměstnanec	(72 l/ os.den)	= 29 x 72	= 2 088 l/den
Celkem			20 832 l/den

Maximální denní potřeba vody

$$Q_{d,max} = Q_p \cdot k_d$$

$$Q_{d,max} = 20\,832 \times 1,5 = 31\,248 \text{ l/den} = 31,248 \text{ m}^3/\text{den}$$

k_d = koeficient denní nerovnoměrnosti; $k_d = 1,25 - 1,5$

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_{h,max} = \frac{Q_{d,max}}{t} \cdot K_h = \frac{31\,248}{24} \cdot 2,1 = 2\,734,2 \text{ l/hod}$$

K_h = koeficient hodinové nerovnoměrnosti; $K_h = 1,8 - 2,1$

Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p \cdot d = 20,832 \cdot 365 = 7\,603,68 \text{ m}^3/\text{rok}$$

d = počet provozních dnů budovy

B.1.2 BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY

94 osob (dočasné ubytování) (souč. současnosti s=0,8)	sprcha...	0,06 m ³ /den
94 osob (dočasné ubytování) (souč. současnosti s=0,8)	umývání...	0,02 m ³ /den
2122 m ² úklid	100 m ² ...	0,02 m ³ /den
620 jídel (restaurace) (souč. současnosti s=0,7)	jídlo...	0,0015 m ³ /den
94 osob (wellness) (souč. současnosti s=1,0)	sprcha...	0,04 m ³ /den
94 osob (wellness) (souč. současnosti s=1,0)	umyvadlo...	0,02 m ³ /den

$$V_{zp} = (94 \cdot 0,06 + 94 \cdot 0,02) \cdot 0,8 + (94 \cdot 0,04 + 94 \cdot 0,02) \cdot 1,0 + 22 \cdot 0,02 + 620 \cdot 0,0015 \cdot 0,7$$

$$V_{zp} = 12,75 \text{ m}^3/\text{den}$$

B.1.3 BILANCE ODTOKU ODPADNÍCH VOD

Průměrný denní odtok splaškové vody

Výpočet založený na základě denní potřeby vody:

84 x lůžek hotelu	(123 l/lůžko.den)	= 84 x 123	= 10 332 l/den
84 x sauna, wellness	(27 l/lůžko.den)	= 84 x 27	= 2 268 l/den
16 x pracovník restaurace	(384 l/prac.den)	= 16 x 384	= 6 144 l/den
29 x zaměstnanec	(72 l/ os.den)	= 29 x 72	= 2 088 l/den
Celkem			20 832 l/den

Maximální denní odtok splaškové vody

$$Q_{mo} = Q_p \cdot k_d = 20 832 \cdot 1,5 = 31 248 \text{ l/den} = 31,248 \text{ m}^3/\text{den}$$

k_d = koeficient denní nerovnoměrnosti; $k_d = 1,25 - 1,5$

Maximální hodinový odtok splaškové vody

$$Q_{ho} = \frac{Q_{mo}}{t} \cdot K_h = \frac{31 248}{24} \cdot 5,8 = 7 552 \text{ l/hod}$$

K_h = koeficient hodinové nerovnoměrnosti; $K_h = 5,8(115 \text{ os})$

Tabulka 20, koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti [50]

Připojení obyvatelé	30	40	50	75	100	300	400	500
K_h	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6

Roční odtok splaškové vody

$$Q_{ro} = Q_{po} \cdot d = 20,832 \cdot 365 = 7 603 \text{ m}^3/\text{rok}$$

d = počet provozních dnů budovy

B.1.4 BILANCE ODTOKU SRÁŽKOVÝCH VOD

Součinitel odtoku dešťových vod (nepropustná vrstva) – $c_1 = 1,0$

Odvodňovaná plocha – $A_1 = 1\,621\text{ m}^2$

Součinitel odtoku dešťových vod (parkoviště) – $c_2 = 0,8$

Odvodňovaná plocha – $A_2 = 1\,800\text{ m}^2$

Součinitel odtoku dešťových vod (vjezd do garáží) – $c_4 = 0,9$

Odvodňovaná plocha – $A_4 = 243\text{ m}^2$

Redukovaná plocha

$$A_{\text{red}} = A_1 \cdot c_1 + A_2 \cdot c_2 + A_3 \cdot c_3 + A_4 \cdot c_4$$

$$A_{\text{red}} = 1\,621 \cdot 1,0 + 1\,800 \cdot 0,7 + 243 \cdot 0,9 = \mathbf{3\,100\text{ m}^2}$$

Dlouhodobý srážkový úhrn – Otrokovice $h = 559\text{ mm/rok}$

Roční odtok srážkové vody

$$Q_{\text{rs}} = A_{\text{red}} \cdot h = 2\,610 \cdot 0,559 = 1\,459\text{ m}^3/\text{rok}$$

B.1.5 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOVY – OBÁLKOVÁ METODA

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	28 260 m ³
Celková plocha A – součet všech ploch ochlazovaných konstrukcí, ohraničujících objem budovy	6 792 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,240
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období – Brno θ_e	-15 °C

Celková ztráta prostupem

Konstrukce	Plocha	Součinitel	Rozdíl teplot	Ztráta prostupem
	A_j	U_j	$\theta_{in,i} - \theta_e$	$Q_{T,i}$
	[m ²]	[W/(m ² K)]	[°C]	[W]
Vnější stěny	2250,6	0,25	35	19 693
Stěna sklepa	291,4	0,30	15	1 311
Stěna u garáže	179,8	0,50	15	1 349
Dveře	15,5	1,20	35	651
Střecha	1861,1	0,16	35	10 422
Okna	548,3	1,20	35	23 016
Podlaha nad exteriérem	104,7	0,16	35	588
Podlaha na zemině	791,6	0,30	15	3 562
Strop nad garáží	749,4	0,50	15	1 121
Celkem	6 792			61 713
Tepelné vazby	= 6 792 x 0,02 x 32			4 347
Ztráty prostupem celkem			QT =	66 060

$$Q_T = \sum(A_j \cdot U_j \cdot (\theta_{in,i} - \theta_e)) + \sum A_j \cdot \Delta U_{tbm} \cdot (\theta_{in,i} - \theta_e)$$

Q_T = tepelná ztráta prostupem (W)

A_j = plocha (m²)

U_j = součinitel prostupu tepla (W/(m²K))

$\theta_{in,i} - \theta_e$ = rozdíl vnitřní a vnější návrhové teploty (°C)

ΔU_{tbm} = celkový průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi (W/(m²K)); $\Delta U_{tbm} = 0,02$ W/(m²K)

Ztráta větráním (nucené)

Zjednodušený vzduchový objem budovy

$$V_a = 0,8 \cdot V_b = 0,8 \cdot 28 260 = 22 608 \text{ m}^3$$

Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků

$$V_{ih} = n \cdot V_a = 0,5 \cdot 22 608 = 11 304 \text{ m}^3$$

Číslo výměny vzduchu

$$n = 0,3 - 0,6; n = 0,5$$

Ztráta větráním

$$Q_{Vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (\theta_{ini,i} - \theta_e) = 0,34 \cdot 11\,304 \cdot (20 - 9,5) = 40\,355 \text{ W}$$

Celková předběžná tepelná ztráta budovy

$$Q_Z = Q_T + Q_{Vi} = 66\,060 + 40\,355 = 106\,415 \text{ W} = 106,42 \text{ kW}$$

B.1.6 BILANCE POTŘEBY PLYNU

Potřeba plynu pro vaření

Velkokuchyňský plynový sporák (2 ks)

Grilovací deska (1 ks)

Maximální hodinová potřeba plynu

$$Q_h = n \cdot q = 2 \cdot 3,71 + 1 \cdot 1,85 = 9,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

Jmenovitá spotřeba plynu - sporák = 3,71 m³/h

Jmenovitá spotřeba plynu – grilovací deska = 1,85 m³/h

Roční potřeba plynu

$$Q_r = 2 \cdot 395 + 1 \cdot 197 = 987 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Jmenovitá roční spotřeba plynu – sporák = 395 m³/rok

Jmenovitá roční spotřeba plynu – grilovací deska = 197 m³/rok

Potřeba plynu pro ohřev teplé vody

Plynový kotel

Potřeba teplé vody V: V = 12 750 l/den

Teplota studené vody t_{sv}: t_{svl} = 15°C (v létě); t_{svz} = 10°C (v zimě)

Teplota teplé vody t_{tv}: t_{tv} = 55°C

Korekce proměnlivé vstupní teploty k:

$$k = \frac{t_{tv} - t_{svl}}{t_{tv} - t_{svz}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Výhřevnost zemního plynu H: H = 34,08 MJ/m³

Teplo pro ohřev vody E_{tv,d} [kWh/den]

$$E_{tv,d} = V \cdot c \cdot (t_{tv} - t_{svz})/3600$$

c – měrná tepelná kapacita vody; c = 4 186 Jkg⁻¹K⁻¹

$$E_{tv,d} = 12\,750 \cdot 4\,186 \cdot (55 - 10)/3600 = 667\,144 \text{ Wh/den} = 667,14 \text{ kWh/den}$$

Roční potřeba tepla E_{TV} [MWh/rok]

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d)$$

$$E_{TV} = 667,14 \cdot 232 + 0,89 \cdot 667,14 \cdot (365 - 232) = 233\,746 \text{ kWh/rok} = 233,75 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie E_{TV,SK} [MWh/rok]

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}}$$

η_{zdroj} – účinnost zdroje; $\eta_{\text{zdroj}} = 0,9$

η_{distr} – ztráta v distribuční síti; $\eta_{\text{distr}} = 0,55$

$$E_{\text{TV,SK}} = \frac{233,75}{0,9 \cdot 0,55} = 472,22 \text{ MWh}$$

Spotřeba zemního plynu E_{SP2} [m^3/rok]

$$E_{\text{SP2}} = 3600 \cdot (E_{\text{TV,SK}}/H)$$

$$E_{\text{SP2}} = 3600 \cdot (472,22/34,08) = 49\,882 \text{ m}^3/\text{rok}$$

B.1.6.1 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Teoretická roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{\text{zr}} \frac{24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot Q_{\text{z}} \cdot D}{(t_{\text{i}} - t_{\text{e}})}$$

ε = součinitel vyjadřující nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací; $\varepsilon = 0,85$

e = přerušované vytápění během noci; $e = 1$

Q_{z} = tepelné ztráty; $Q_{\text{z}} = 106,42 \text{ kW}$ – viz obálková metoda

t_{i} = výpočtová vnitřní teplota; $t_{\text{i}} = 20^\circ\text{C}$

t_{e} = výpočtová venkovní teplota; $t_{\text{e}} = -15^\circ\text{C}$

D = počet denostupňů

$$D = d \cdot (t_{\text{is}} - t_{\text{es}})$$

d = počet dní otopného období; $d = 222$

t_{is} = průměrná vnitřní teplota; $t_{\text{is}} = 20^\circ\text{C}$

t_{es} = průměrná venkovní teplota v otopném období; $t_{\text{es}} = 3,6^\circ\text{C}$ (pro $t_{\text{em}} = -15^\circ\text{C}$)

$$D = 222 \times (20 - 3,6) = 3640,8$$

$$Q_{\text{zr}} \frac{24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot Q_{\text{z}} \cdot D}{(t_{\text{i}} - t_{\text{e}})} = \frac{24 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 106,42 \cdot 3640,8}{(20 + 15)} = 225,83 \text{ MWh/rok}$$

Skutečná roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{\text{skut}} \frac{Q_{\text{zr}}}{\eta_{\text{zdroj}} \cdot \eta_{\text{distr}}} = \frac{225,83}{0,9 \cdot 0,99} = 253,46 \text{ MWh/rok}$$

η_{zdroj} – účinnost zdroje; $\eta_{\text{zdroj}} = 0,9$

η_{distr} – ztráta v distribuční síti; $\eta_{\text{distr}} = 0,99$

Navrhuji 2x kondenzační plynový kotel **Viessmann Vitocrossal 200**

Výkon kotlů: 150 – 450 kW

Roční potřeba plynu

$$P = 3600 \cdot (Q_{\text{skut}}/H)$$

$$P = 3600 \cdot (527/34,08) = 55\,669 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Celková roční potřeba plynu E_{SP} [m^3/rok]

$$E_{\text{SP}} = 987 + 49\,882 + 55\,669 = \underline{106\,538 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

B.2 VÝPOČTY SOUVYSEJÍCÍ S NÁSLEDNÝM ROZPRACOVÁNÍM KANALIZACE, VODOVODU A PLYNOVODU

B.2.1 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

Skutečná potřeba tepla

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

Teplo odebrané z ohříváče během periody

$$Q_{2t} = n \cdot Q_{2p}$$

Tabulka 21, bilance potřeby tepla a teplé vody [46]

činnost	doba dávky		objem dávky		Teplo v dávce Q ₂ kWh
	s	d	dm ³	m ³	
umyvadlo ruce	50	0,014	2	0,002	0,1
sprcha	400	0,11	25	0,025	1,32
vana	300	0,085	40	0,04	2,1
mytí nádobí + vyření			2	0,002	0,1
úklid			20	0,02	1,05

Tabulka 22, denní průběh potřeby tepla a teplé vody

čas	umyvadlo ruce	sprcha	vana	vaření + nádobí	úklid	voda [dm ³]	Teplo [kW]
0:00 - 1:00	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 2:00	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 3:00	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 4:00	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 5:00	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 6:00	40	0	0	0	0	80	4
6:00 - 7:00	50	23	0	60	0	795	41
7:00 - 8:00	60	47	0	30	0	1355	71
8:00 - 9:00	60	23	0	20	0	735	38
9:00 - 10:00	50	23	0	10	0	695	36
10:00 - 11:00	50	11	0	125	4	708	36
11:00 - 12:00	150	0	0	50	4	483	24
12:00 - 13:00	150	0	0	50	0	400	20
13:00 - 14:00	75	0	0	25	0	200	10
14:00 - 15:00	50	0	0	0	0	100	5
15:00 - 16:00	50	0	0	0	0	100	5
16:00 - 17:00	50	26	0	0	0	750	39
17:00 - 18:00	75	31	0	125	0	1175	61
18:00 - 19:00	150	43	0	50	0	1475	77
19:00 - 20:00	150	38	3	50	0	1470	76
20:00 - 21:00	75	57	3	25	0	1745	92
21:00 - 22:00	75	33	0	0	11	1199	63
22:00 - 23:00	40	23	0	0	0	655	34
23:00 - 00:00	20	11	0	0	0	315	17
	1420	389	6	620	20	14435	751

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody

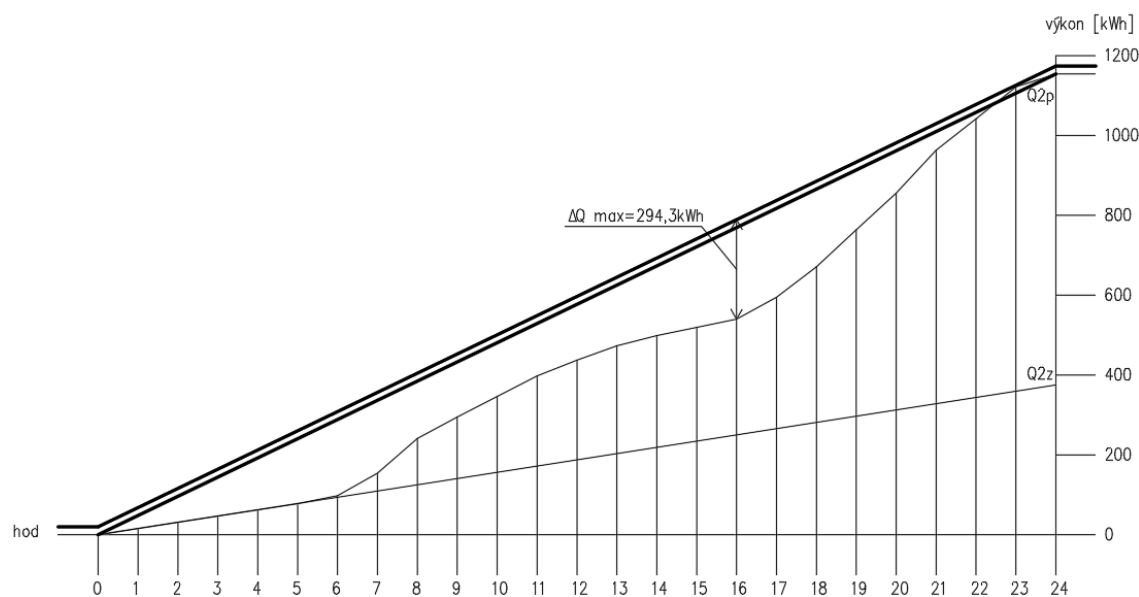
$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

z – součinitel ztrát; z = 0,5

$$Q_{2z} = 751 \cdot 0,5 = 375 \text{ kWh}$$

Skutečná potřeba tepla

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 751 + 375 = 1\,126 \text{ kWh}$$



Obrázek 17, Odběrový diagram – určení ΔQ_{\max}

Odběrový diagram – určení ΔQ_{\max} – největší možný rozdíl mezi křivkou odběru tepla ze zásobníku a křivkou dodávky tepla do zásobníku.

$$\Delta Q_{\max} = 249,3 \text{ kWh}$$

Objem zásobníku

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c(t_2 - t_1))$$

$$V_z = 249,3 / (1,163 \cdot 45) = 4,764 \text{ m}^3 = 4\,764 \text{ l}$$

Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{1n} = Q_1 / t$$

$$Q_{1n} = 1\,128 / 24 = 47 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta_t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$
$$\Delta_t = \frac{(80 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{(80 - 55)}{(60 - 10)}} = 36,2$$

$$A = (Q_{1n} \cdot 10^3) / (U \cdot \Delta t) = 47\,000 / (420 \cdot 36,2) = 3,09 \text{ m}^2$$

B.2.2 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY – ŘEŠENÍ PODLE METODY V SEŠITĚ PROJEKTANTA

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \Psi$$

$q_{TV,max}$ – maximální specifická potřeba teplé vody měrnou jednotku a den;

$$q_{TV,max} = 123 \text{ l/osoba} \cdot \text{den}$$

n – počet osob, pro které je zásobníkový ohřívač určen; $n = 94$

k_{TV} – součinitel nerovnoměrné potřeby teplé vody [osoba . den];

Ψ – součinitel mrtvého prostoru: zvoleno $\Psi = 1,15$

Doba ohřevu	Počet obyvatel	k_{TV}	V_z	Přepočteno na 1 h	objem
0,5 h	94	---	---	---	---
1,0 h	94	0,21	2 792 l	2 792 l/h	3 000 l
2,0 h	94	0,32	4 255 l	2 129 l/h	2 500 l
3,0 h	94	0,38	5 053 l	1 684 l/h	2 000 l

Tabulka 23, výpočet objemi zásobníkového ohřívače teplé vody

$$Q_n = V_1 \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

V_1 – objem vody ohříváný v ohřívači z 1 h

c – měrná tepelná kapacita vody; $c = 1,163 \text{ kWh/m}^3\text{K}$

t_1 – teplota studené vody; $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

t_2 – teplota teplé vody; $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_{1n} = 2\,792 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 146 \text{ kW}$$

$$Q_{2n} = 2\,129 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 111 \text{ kW}$$

$$Q_{3n} = 1\,684 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 88 \text{ kW}$$

Návrh zásobníku a kotle

Dle mého názoru je optimálnějším řešením návrh zásobníku podle metody v sešitě projektanta, proto jsem pomocí této metody navrhl zásobník.

Navrhuji 2x zásobníkové ohřívače vody **Regulus RBC 1500** o celkovém objemu 2 976 l.

Regulus RBC 1500

Teplosměnná plocha: $A = 4,2 \text{ m}^2$

Objem zásobníku: $V = 1\,466 \text{ l}$

Výkon ohřevu: $Q_{1n} = 136,2 \text{ kW}$

Navrhuji 2x kondenzační plynový kotel **Viessmann Vitocrossal 200**

Výkon kotle: 75–225 kW

Celkový výkon: 150-450 kW

B.2.3 KANALIZACE

B.2.3.1 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE

ČSN EN 12056- 2 – Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod – Navrhování a výpočet

ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace

Průtok splaškových vod

$$Q_{ww} = K \cdot \Sigma DU \text{ [l/s]}$$

K – součinitel odtoku [$l^{0,5}/s^{0,5}$]

Hotely – $K = 0,7$ [$l^{0,5}/s^{0,5}$]

ΣDU - součet výpočtových odtoků [l/s]

Celkový průtok splaškových vod

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \text{ [l/s]}$$

Q_{ww} – průtok splaškových vod [l/s]

Q_c – trvalý průtok, který trvá déle než 5 min stanovený individuálně nebo od zařizovacích předmětů s hromadným a nárazovým používáním [l/s]

$$Q_c = z \cdot \Sigma DU \text{ [l/s]}$$

z – součinitel teoretického zdržení odtoku v zařizovacích předmětech

ΣDU - součet výpočtových odtoků [l/s]

Q_p – čerpaný průtok [l/s]

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \text{ [l/s]}$$

Tabulka 24, výpočtové odtoky DU jednotlivých zařizovacích předmětů [49]

Zařizovací předmět	Výpočtový odtok DU [l/s]	DN
Umývatko	0,3	40
Umyvadlo	0,5	40
Vana	0,8	50
Kuchyňský dřez	0,8	50
Automatická pračka	0,8	50
Bytová myčka nádobí	0,8	50
Záchodová mísa	2,5	100
Keramická výlevka	2,5	100
Podlahová vpust' DN 100	2,0	100

Potrubí od jednoho zařizovacího předmětu se navrhuje podle tabulky 11.

Průtok splaškových vod nevětraného připojovacího potrubí

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 100						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	14	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
3	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	5	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s	
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	3,8
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1,4	110	3,8
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1,7	110	3,8

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	50	0,8
2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,1	110	1,7

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	50	0,8
2	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	75	1,5

Průtok splaškových vod odpadního potrubí s hlavním větracím potrubím

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1,4	110	4
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2,0	110	4
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	2,4	110	4
4	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	2,8	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1,4	110	4
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2,0	110	4
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	2,4	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	4
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1,4	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M		AP					VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	4
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	1,7	110	4
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	2,2	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1,7	110	4
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2,0	110	4
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	2,2	110	4
4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	2,4	110	4
5	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	2,5	110	4
6	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	2,7	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																	
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1,4	110	4	
2	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4	0	0	2,3	110	4
3	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	0	0	2,5	110	4	
4	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	0	0	2,9	110	4	
5	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	9	0	0	3,2	110	4	

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	75	1,5
2	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	75	1,5

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	110	4
2	3	0	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	110	4
3	4	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1,5	110	4
4	5	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,6	110	4
5	6	2	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	2,2	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1,4	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1,4	110	4
2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2,2	110	4
3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	0	0	0	3,0	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s				
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110									
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2									
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	110	4
2	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	110	4
3	4	1	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	110	4
4	5	2	5	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	110	4
5	6	0	5	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	110	4
6	7	2	7	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	110	4
7	8	0	7	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s				
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110									
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2									
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	110	4
2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s				
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110									
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2									
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	110	4
2	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	110	4
3	4	2	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	110	4
4	5	0	4	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	110	4
5	6	2	6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	110	4
6	7	0	6	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s				
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110									
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2									
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	110	4
2	3	2	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	110	4
3	4	2	5	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s				
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110									
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2									
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1,0	110	4
2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1,2	110	4
3	4	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	110	4
4	5	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1,5	110	4
5	6	0	5	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7	110	4
6	7	3	8	0	0	0	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	110	4

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s				
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110									
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2									
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	75	1,5
2	3	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	75	1,5
3	4	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	75	1,5
4	5	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	75	1,5
5	6	1	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	75	1,5
6	7	0	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	75	1,5

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s				
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110									
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2									
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	110	4
2	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	110	4
3	4	2	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	110	4
4	5	0	4	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	110	4
5	6	2	6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	110	4
6	7	0	6	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	110	4
7	8	2	8	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	110	4

Průtok splaškových vod svodného potrubí

Stupeň plnění 70%

Stanovení průměru svodného potrubí podle tabulky 1.3.

Číslování úseků viz schéma splaškové a dešťové kanalizace – půdorys základů

Tabulka 25, hydraulické kapacity Q_{max} při stupni plnění 70 % [49]

Sklon J %	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
	Q_{max} l/s	v m/s	Q_{max} l/s	v m/s	Q_{max} l/s	v m/s	Q_{max} l/s	v m/s
1,0	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

Černá voda – pod stropem 1.S

ÚSEK POTRUBÍ		Us												Q_{ww} l/s	DN	Q_{max} l/s													
		0,5		0,5		0,6		0,6		0,8		0,8					1,5		1,5		2		2						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
C01	C02'	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	110	5,9		
C02'	C03'	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	110	5,9		
C03'	C04'	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,3	110	5,9
C04'	C45'	2	4	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2,0	110	5,9
C45'	C48'	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2,1	125	9,6
C48'	C49'	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2,2	125	9,6
C49'	C50'	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2,4	125	9,6
C50'	C07'	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2,5	125	9,6
C07'	C12'	5	9	3	3	0	0	2	4	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	32	34	0	1	6,4	125	9,6
C12'	C52'	0	9	0	3	0	0	0	4	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	40	0	1	6,8	125	9,6
C52'	C13'	1	10	0	3	0	0	0	4	0	0	3	6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	40	0	1	6,9	125	9,6
C13'	C18'	0	10	0	3	0	0	0	4	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	20	60	0	1	8,2	125	9,6
C18'	C43'	0	10	0	3	0	0	0	4	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	66	0	1	8,6	125	9,6
C43'	C01'	0	10	0	3	0	0	0	4	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	66	0	1	15,2	160	18

ÚSEK POTRUBÍ		Us												Q_{ww} l/s	DN	Q_{max} l/s													
		0,5		0,5		0,6		0,6		0,8		0,8					1,5		1,5		2		2						
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
C02	C02'	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	75	3,7

ÚSEK POTRUBÍ		Us												Q_{ww} l/s	DN	Q_{max} l/s														
		0,5		0,5		0,6		0,6		0,8		0,8					1,5		1,5		2		2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
C03	C03'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	9,4

ÚSEK POTRUBÍ		Us												Q_{ww} l/s	DN	Q_{max} l/s														
		0,5		0,5		0,6		0,6		0,8		0,8					1,5		1,5		2		2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
C04	C05'	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	110	5,9	
C05'	C06'	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	110	5,9	
C06'	C44'	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,3	110	5,9
C44'	C04'	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1,5	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C44	C44'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C45	C46'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9
C46'	C45'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C46'	C47'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9
C47'	C46'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C47	C47'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C48	C48'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C49	C49'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,0	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C50	C50'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C07	C08'	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	2,7	125	9,6
C08'	C09'	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	16	0	0	4,2	125	9,6		
C09'	C10'	2	3	0	3	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	18	0	0	4,5	125	9,6		
C10'	C11'	1	4	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	26	0	0	5,3	125	9,6		
C11'	C51'	0	4	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	32	0	0	5,9	125	9,6		
C51'	C07'	1	5	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	32	0	0	5,9	125	9,6		

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
C08	C08'	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	9	0	0	3,2	125	9,6	

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s											
		Us		Pl		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110		
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ		
C09	C09'	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1,7	125	9,6	

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
C15	C15'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	2,2	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
C16	C16'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	2,4	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
C17	C17'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	2,4	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
C18	C18'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	2,4	125	9,6

Šedá voda – pod stropem 1.5

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
S01	S02'	6	6	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	125	9,6
S02'	S03'	7	13	0	0	0	2	7	7	0	0	0	0	0	0	2,7	125	9,6
S03'	S04'	1	14	0	0	0	2	0	7	0	0	0	2	0	0	2,9	125	9,6
S04'	S05'	6	20	0	0	0	2	6	13	0	0	0	2	0	0	3,4	125	9,6
S05'	S06'	6	26	0	0	0	2	6	19	0	0	0	2	0	0	3,9	125	9,6
S06'	S07'	6	32	0	0	0	2	6	25	0	0	0	2	0	0	4,3	125	9,6
S07'	S12'	27	59	0	0	0	2	17	42	2	2	2	4	0	0	5,8	125	9,6
S12'	S01'	6	65	0	0	0	2	6	48	0	2	0	4	0	0	6,1	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
S02	S02'	7	7	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	1,9	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
S03	S03'	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1,0	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
S04	S04'	6	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	1,8	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
S05	S05'	6	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	1,8	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110	Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
OD	DO	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2					
S06	S06'	6	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	1,8	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
S07	S08'	5	5	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	110	5,9
S08'	S09'	8	13	0	0	0	0	3	5	2	2	0	0	0	0	0	0	2,8	110	5,9
S09'	S10'	8	21	0	0	0	0	6	11	0	2	0	0	0	0	0	0	3,4	110	5,9
S10'	S11'	0	21	0	0	0	0	0	11	0	2	2	2	0	0	0	0	3,5	110	5,9
S11'	S01	6	27	0	0	0	0	6	17	0	2	0	2	0	0	0	0	3,9	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
S08	S07	3	3	0	0	0	0	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1,8	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
S09	S07	8	8	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
S10	S07	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0,9	75	3,7

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
S11	S07	6	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
S12	S01	6	6	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	110	5,9

Tuková kanalizace – pod stropem 1.5

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
T01	T02'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9
T02'	T03'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0,9	110	5,9
T03'	T04'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1,3	110	5,9
T04'	T05'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1,7	110	5,9
T05'	T07'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2,0	110	5,9
T07'	T09'	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	2,2	110	5,9
T09'	T10'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2,4	110	5,9
T10'	S01'	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	1	1	0	0	0	0	2,7	125	9,6
S01'	T01'	65	65	0	0	2	2	48	48	2	2	4	12	2	3	0	0	6,6	160	18

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
T02	T02'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s		
		Us	PI	Sp	SM	VA	D	M	AP	VL	VP 75	WC 7,5l	VP 110							
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2							
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
T03	T03'	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s														
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110					
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ					
T04	T04'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,0	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s														
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110					
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ					
T05	T06'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9
T06'	T05'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,2	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s														
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110					
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ					
T06	T06'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,0	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s														
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110					
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ					
T07	T08'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9
T08'	T07'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s														
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110					
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ					
T08	T08'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s														
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110					
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ					
T09	T09'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,0	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
T10	T11'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	110	5,9
T11'	T10'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s												
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110			
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
T11	T11'	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	110	5,9

Černá voda – základy

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	
C20	C21'	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	1,8	125	9,6
C21'	C19'	4	4	0	2	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	5	0	0	3,0	125	9,6
C19'	C29'	1	5	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	3,0	125	9,6
C29'	C30'	5	10	4	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	7	0	0	3,7	125	9,6	
C30'	C31'	0	10	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	8	0	0	3,9	125	9,6	
C31'	C32'	0	10	0	6	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8	0	0	3,9	125	9,6	
C32'	C33'	0	10	0	6	0	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8	0	0	3,9	125	9,6	
C33'	C34'	1	11	0	6	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	16	0	0	4,9	125	9,6	
C34'	C38'	0	11	0	6	0	6	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	3	0	16	3	3	5,3	125	9,6	
C38'	C39'	0	11	0	6	1	7	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	16	0	3	5,3	125	9,6	
C39'	C40'	0	11	0	6	1	8	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	16	0	3	5,4	125	9,6	
C40'	C20'	0	11	0	6	1	9	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	16	2	5	5,6	125	9,6	

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C21	C22'	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	125	9,6
C22'	C21'	4	4	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	2,4	125	9,6

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C22	C23'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1,7	125	9,6
C23'	C24'	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1,8	125	9,6
C24'	C25'	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1,9	125	9,6
C25'	C26'	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2,0	125	9,6
C26'	C27'	4	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2,2	125	9,6	
C27'	C28'	0	4	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2,3	125	9,6	
C28'	C22'	0	4	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2,3	125	9,6	

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C23	C23'	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C26	C26'	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C19	C19'	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	110	5,9

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C29	C29'	5	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	2,2	125	9,6	

ÚSEK POTRUBÍ																Q _{ww} l/s	DN	Q _{max} l/s										
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M					AP		VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	2	2															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ			
C30	C30'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1,0	110	5,9

Průtok splaškových vod

ÚSEK POTRUBÍ																		Q _{ww} l/s								
		Us		PI		Sp		SM		VA		D		M		AP			VL		VP 75		WC 7,5l		VP 110	
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	
C42	C42'	75	75	3	3	2	2	52	52	2	2	18	18	4	4	0	0	4	4	1	1	66	66	5	5	10,8

$$Q_{ww} = 10,8 \text{ l/s}$$

$$Q_p = 6,7 \text{ l/s}$$

$$Q_{tot} = 10,8 + 0 + 6,7 = 17,5 \text{ l/s}$$

Navrhuji DN/OD 225 → Q_{max} = 33,6 l/s VYHOVUJE

B.2.3.2 DIMENZOVÁNÍ ČERPAČÍ STANICE ODPADNÍCH VOD

Dopravní výška

$$H = H_{vg} + \Delta p_v / (\rho \cdot g)$$

$$H_{vg} = 6,1 \text{ m}$$

$$\Delta p_v = \sum (l \cdot R \cdot \Delta p_r) = 9,9 \cdot 0,32 + (((5 \cdot 0,5 + 1 + 1,3 + 7 + 2 \cdot 0,5)/2) \cdot 1,61) = 13,48 \text{ kPa}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H = 7,47 \text{ m}$$

Provozní objem

$$V = T \cdot Q_p$$

$$T = 5,5 \text{ s}$$

$$Q_p = 6,66 \text{ l/s}$$

$$V = 36,63 \text{ l}$$

Objem výtlačného potrubí

Dimenze HDPE 90x8,2

$$V = l \cdot A$$

$$l = 9,9 \text{ m}$$

$$A = 0,00425 \text{ m}^2$$

$$V = 9,9 \cdot 0,00425 = 0,0421 \text{ m}^3 = 42,1 \text{ l}$$

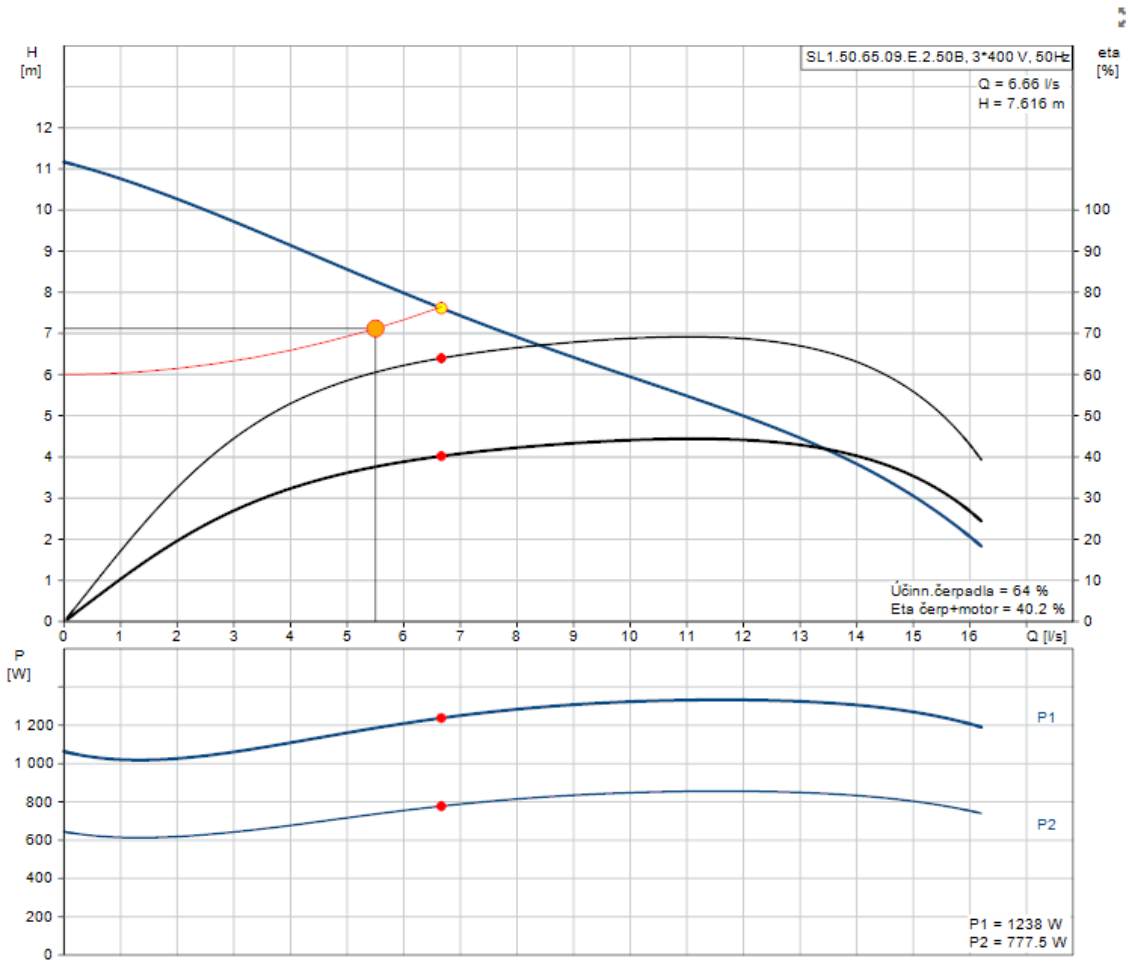
Užitný objem

$$V_n = 60 \cdot Q_{tot}$$

$$Q_{tot} = 5,56 \text{ l/s}$$

$$V_n = 60 \cdot 5,56 = 333,6 \text{ l}$$

Navrhuji čerpačí stanici Klartec – KL PS 1500x1500 o rozměrech 1 500 x 1 500 x 2 000 mm, užitném objemu 1 220 l. Čerpačí stanice bude vystrojena dvěma čerpadly Grundfos SL1.50.65.09.E.2.50B, jedno z nich bude jako 100% záloha pro případ poruchy.



Obrázek 18, charakteristika čerpadla odpadní vody

B.2.3.3 DIMENZOVÁNÍ LAPÁKU TUKŮ

Dle ČSN EN 1825-2

$$NS = Q_s \cdot f_d \cdot f_t \cdot f_r$$

Q_s = maximální odtok odpadních vod do lapáku

$$Q_s = 5,97 \text{ l/s}$$

$$f_d = 1$$

$$f_t = 1$$

$$f_r = 1,3$$

$$NS = 5,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3$$

$$NS = 8$$

Maximální odtok odpadních vod do lapáku podle počtu a současnosti použití zařizovacích předmětů

$$Q_s = \sum n \cdot q \cdot Z$$

	kotel DN100	Dřez DN50	Myčka	sklopná pánev
n	4	5	1	3
q	3	1,5	2	1
Z	0,21	0,2	0,6	0,25

$$Q_s = 4 \cdot 3 \cdot 0,21 + 5 \cdot 1,5 \cdot 0,2 + 1 \cdot 2 \cdot 0,6 + 3 \cdot 1 \cdot 0,25$$

$$Q_s = 5,97 \text{ l/s}$$

Maximální odtok odpadních vod do lapáku podle denního objemu odpadních vod a nárazového zařízení

$$Q_s = (V \cdot F) / (3\,600 \cdot t)$$

$$F = 5$$

$$t = 10 \text{ hod}$$

$$V = M \cdot V_m$$

$$M = 350$$

$$V_m = 100 \text{ l}$$

$$V = 350 \cdot 100 = 35\,000 \text{ l}$$

$$Q_s = (35\,000 \cdot 5) / (3\,600 \cdot 10)$$

$$Q_s = 4,86 \text{ l/s}$$

Navrhuji lapák tuku Klartec – KL LT 10 o objemu 8 m³. Rozměry 3 300 x 2 200 x 1 640 mm.

B.2.3.4 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ DEŠŤOVÉ KANALIZACE

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

ČSN 75 6261 Dešťová kanalizace

Průtok srážkových vod odpadního potrubí

$$Q_r = i \cdot A \cdot C \text{ [l/s]}$$

i – intenzita deště [l/(s.m²)]

C – součinitel odtoku dešťových vod [-]

A – půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

Plochá střecha (sklon < 5%) s nepropustnou horní vrstvou; $C = 1,0$ $i = 0,03$ l/(s.m²)

PLOCHA STŘECHY = 1 335 m² (8 dešťový odpadních potrubí)

$$Q_{D01-D06} = i \cdot A \cdot C = 0,03 \cdot 155 \cdot 1 = 4,65 \text{ l/s} \rightarrow Q_{\max} = 8,1 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

$$Q_{D07} = i \cdot A \cdot C = 0,03 \cdot 235 \cdot 1 = 7,05 \text{ l/s} \rightarrow Q_{\max} = 8,1 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

$$Q_{D08} = i \cdot A \cdot C = 0,03 \cdot 170 \cdot 1 = 5,10 \text{ l/s} \rightarrow Q_{\max} = 8,1 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 110}$$

Střešní vtok HL 62.1P – průtok 7,85 l/s > 7,05 l/s vyhoví.

Parkoviště (sklon < 5%) asfaltové a betonové plochy; $C = 0,8$ $i = 0,03$ l/(s.m²)

PLOCHA PARKOVIŠTĚ = 1 800 m² (6 uličních vpustí s odtokem DN 160)

$$Q_{UV01-UV06} = i \cdot A \cdot C = (0,03 \cdot 1\,800 \cdot 0,8)/6 = 4,94 \text{ l/s}$$

Průtok srážkových vod svodného potrubí

$$Q_{D01-D02} = 4,65 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 10,2 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125}$$

$$Q_{D02-D03/D07} = 9,36 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 19,7 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160}$$

$$Q_{D03-D01} = 40,05 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 250, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 64,4 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 200}$$

$$Q_{D03-D04} = 4,65 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 10,2 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125}$$

$$Q_{D04-D05} = 9,36 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 19,7 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160}$$

$$Q_{D05-D03} = 18,72 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 200, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 35,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 200}$$

$$Q_{D05-D06} = 4,65 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 10,2 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125}$$

$$Q_{D06-D05} = 9,36 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 19,7 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160}$$

$$Q_{D07-D08} = 7,08 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 10,2 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 125}$$

$$Q_{D08-D07} = 10,15 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 19,7 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160}$$

$$Q_{UV01-UV02} = 4,94 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 19,7 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160}$$

$$Q_{UV02-UV03} = 9,88 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 19,7 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160}$$

$$Q_{UV03-UV04} = 14,82 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 19,7 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 160}$$

$$Q_{UV04-D01} = 29,64 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 200, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 35,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 200}$$

$$Q_{D01-UV01} = 69,66 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 315, SKLON 1\%} \rightarrow Q_{\max} = 118,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD 315}$$

B.2.3.5 DIMENZOVÁNÍ VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Podle ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod

Stanovení retenčního objemu vsakovacího zařízení:

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

h_d – návrhový úhrn srážky [mm] podle tabulky 14 nebo přesnějších hydrologických údajů pro stanovenou periodicitu p a dobu trvání srážky t_c

A_{red} – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

A_{vsak} – vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m²], zjednodušeně plocha propustného dna vsakovacího zařízení.

A_{vz} – plocha hladiny vsakovacího zařízení [m²], Uvažuje se jen u povrchových vsakovacích zařízení.

f – součinitel bezpečnosti vsaku ($f > 2$); $f = 2,5$

k_v – koeficient vsaku [m/s] uvedený ve výstupech geologického průzkumu pro vsakování

$k_v = 0,0002 \text{ m/s}$

t_c – doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodicity p viz tabulka 14.

$$A_{red} = \Sigma A \cdot C$$

A – je půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]; $A = 3\,900 \text{ m}^2$

C – součinitel odtoku srážkových vod podle tabulky; $C = 1$

$$A_{red} = (3\,135 \cdot 1) = 3\,135 \text{ m}^2$$

$$A_{vsak} = (0,01 \text{ až } 0,03) \cdot A_{red}$$

$$A_{vsak} = 0,01 \cdot 3\,135 = 31,4 \text{ m}^2$$

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

Doba trvání srážky t_c [min]	Návrhový úhrn srážky h_d [mm]	Výpočet retenčního objemu retenční srážkové nádrže V_{vz} $V_r = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$	V_{vz} [m ³]
5	12	$0,001 \cdot 12 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 5 \cdot 60$	36,9
10	18	$0,001 \cdot 18 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 10 \cdot 60$	54,9
15	21	$0,001 \cdot 21 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 15 \cdot 60$	63,6
20	23	$0,001 \cdot 23 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 20 \cdot 60$	69,1
30	25	$0,001 \cdot 25 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 30 \cdot 60$	73,9
40	27	$0,001 \cdot 27 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 40 \cdot 60$	78,6
60	29	$0,001 \cdot 29 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 60 \cdot 60$	81,9
120	35	$0,001 \cdot 35 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 120 \cdot 60$	91,7
240	39	$0,001 \cdot 39 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 240 \cdot 60$	86,2
360	44	$0,001 \cdot 44 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 360 \cdot 60$	83,8
480	49	$0,001 \cdot 49 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 480 \cdot 60$	81,4
600	50	$0,001 \cdot 50 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 600 \cdot 60$	66,5
720	51	$0,001 \cdot 51 \cdot (3\,135 + 0) - 1/2,5 \cdot 0,0002 \cdot 31,4 \cdot 720 \cdot 60$	51,6

Doba prázdnění vsakovacího zařízení

$$T_{pr} = V_{vz} / Q_{vsak}$$

$$T_{pr} = 91,7 / 0,002 = 43\,860 \text{ s} \rightarrow 12,2 \text{ hod} \leq 72 \text{ hod} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

V_{vz} – největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení [m³]

Q_{vsak} – vsakovaný odtok [m^3/s]

$$Q_{vsak} = 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak}$$

$$Q_{vsak} = 1/3 \cdot 0,0002 \cdot 31,35 = 0,002 \text{ m}^3/s$$

Navrhuji betonovou vsakovací nádrž Klartec – KL RN 105 o objemu 105 m^3 . Rozměry nádrže jsou $16\,000 \times 3\,600 \times 2\,600 \text{ mm}$. Poklopu má průměr 600 mm a třídu zatížení D400. Nádrž je opatřena bezpečnostním přelivem vyústěným na povrch.

Tabulka 26, návrhová periodičita srážek pro dimenzování retenčních nádrží [46]

Riziko při přeplnění retenční srážkové nádrže	Návrhová periodičita srážek p[rok-1]	Součinitelstoletých srážek w
<p>Při přetečení retenční dešťové nádrže umístěné vně budovy je možný odtok srážkové vody z retenční dešťové nádrže po povrchu terénu nebo přepadovým potrubím mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení.</p> <p>Při zpětném vzduť v dešťové kanalizaci, která je zaústěna do retenční dešťové nádrže, je možný odtok srážkové vody z dešťové kanalizace po povrchu terénu mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení.</p> <p>Prostory odvodněné do dešťové kanalizace nacházející se pod hladinou zpětného vzduť jsou proti vniknutí vzduť vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle ČSN EN 12056-4 a ČSN 75 6760.</p>	0,2	1,00

Tabulka 27, návrhové úhrny srážek v ČR [51]

Nadmořská výška m n. m.	Periodičita srážek p rok ⁻¹	Doba trvání srážek t _c [min]												
		5	10	15	20	30	40	60	120	240	360	480	600	720
		Návrhové úhrny srážek H _d [mm]												
Do 650	0,2	12	18	21	23	25	27	29	35	39	44	49	50	51
	0,1	14	21	24	27	30	32	35	42	46	54	56	58	59
Nad 650	0,2	11	15	17	20	23	26	30	40	49	58	67	76	85
	0,1	12	17	20	22	26	30	35	46	56	67	77	87	98

Stanovení retenčního objemu vsakovacího průlehu:

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

h_d – návrhový úhrn srážky [mm] podle tabulky 14 nebo přesnějších hydrologických údajů pro stanovenou periodičitu p a dobu trvání srážky t_c

A_{red} – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

A_{vsak} – vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m^2], zjednodušeně plocha propustného dna vsakovacího zařízení.

A_{vz} – plocha hladiny vsakovacího zařízení [m^2], Uvažuje se jen u povrchových vsakovacích zařízení.

f – součinitel bezpečnosti vsaku ($f > 2$); $f = 2,5$

k_v – koeficient vsaku [m/s] uvedený ve výstupech geologického průzkumu pro vsakování
 $k_v = 0,000005 \text{ m/s}$

t_c – doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodičity p viz tabulka 14.

$$A_{red} = \Sigma A \cdot C$$

A – je půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]; A₁ = 506 m², A₂ = 257,2 m²
 C – součinitel odtoku srážkových vod podle tabulky; C₁ = 0,8, C₂ = 1

$$A_{red} = (506 \cdot 0,8 + 257,2 \cdot 1) = 662 \text{ m}^2$$

$$A_{vsak} = (0,01 \text{ až } 0,03) \cdot A_{red}$$

$$A_{vsak} = 0,01 \cdot 662 = 31,4 \text{ m}^2 \rightarrow \text{VOLÍM } A_{vsak} = 117,3 \text{ m}^2$$

$$A_{vz} = A_{vsak} = 117,3 \text{ m}^2$$

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

Doba trvání srážky t _c [min]	Návrhový úhrn srážky h _d [mm]	Výpočet retenčního objemu retenční srážkové nádrže V _{vz} V _r = 0,001 · h _d · (A _{red} + A _{vz}) - 1/f · k _v · A _{vsak} · t _c · 60	V _{vz} [m ³]
5	12	0,001 · 12 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 5 · 60	9,28
10	18	0,001 · 18 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 10 · 60	13,89
15	21	0,001 · 21 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 15 · 60	16,15
20	23	0,001 · 23 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 20 · 60	17,64
30	25	0,001 · 25 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 30 · 60	19,06
40	27	0,001 · 27 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 40 · 60	20,48
60	29	0,001 · 29 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 60 · 60	21,76
120	35	0,001 · 35 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 120 · 60	25,59
240	39	0,001 · 39 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 240 · 60	27,01
360	44	0,001 · 44 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 360 · 60	29,22
480	49	0,001 · 49 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 480 · 60	31,43
600	50	0,001 · 50 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 600 · 60	30,52
720	51	0,001 · 51 · (662 + 117,3) - 1/ 2,5 · 0,000005 · 117,3 · 720 · 60	29,61

Doba prázdnění vsakovacího zařízení

$$T_{pr} = V_{vz} / Q_{vsak}$$

$$T_{pr} = 31,43 / 0,000235 = 133\,969 \text{ s} \rightarrow 37,2 \text{ hod} \leq 72 \text{ hod} \dots \text{VYHOVUJE}$$

V_{vz} – největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení [m³]

Q_{vsak} – vsakovaný odtok [m³/s]

$$Q_{vsak} = 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak}$$

$$Q_{vsak} = 1/ 2,5 \cdot 0,000005 \cdot 117,3 = 0,000235 \text{ m}^3/\text{s}$$

Navrhuji zatravněný vsakovací průleh o rozměrech 39 100 x 3 000 x 500 mm.

B.2.3.6 DIMENZOVÁNÍ ODLUČOVAČE LEHKÝCH KAPALIN

Dle ČSN EN 858-2

Stanovení jmenovité velikosti odlučovače lehkých kapalin

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d$$

$$Q_r = 29,61 \text{ l/s}$$

$$f_x = 2$$

$$Q_s = 0 \text{ l/s}$$

$$f_d = 1$$

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

$$i = 0,0235 \text{ l/(s} \cdot \text{m}^2\text{)}$$

$$A = 1\,800 \text{ m}^2$$

$$C = 0,7$$

$$NS = (29,61 + 2 \cdot 0) \cdot 1$$

$$NS = 30$$

Odlučovače, do kterých přitékají odpadní vody s obsahem kalu se opatřují lapákem kalu, jehož minimální objem je stanoven dle ČSN EN 858-2. U parkovišť se minimální objem lapáku kalu (v litrech) dvěstě násobek jmenovité velikosti odlučovače NS.

Dimenzování lapáku kalu

$$V = 200 \cdot NS$$

$$NS = 34$$

$$V = 200 \cdot 30$$

$$V = 6\,000 \text{ l}$$

Navrhuji odlučovač lehkých kapalin Klartec – KL 65/1 o rozměrech 3 600 x 2 600 x 1 700 mm. Objem kalojemu 6 500 l.

B.2.3.7 DIMENZOVÁNÍ ČISTÍRNY ŠEDÉ VODY

Stanovení produkce šedé vody

$$Q_{prod} = \sum_{i=1}^m q_{prod,i} \cdot n_{mj,i}$$

q_{prod} – produkce šedé vody na měrnou jednotku a den, v [l/den], viz tabulka 1

n_{mj} – počet měrných jednotek stejného druhu

m – počet druhů měrných jednotek

$$Q_{prod} = 90 \cdot 67 + 150 \cdot 8 + 12 \cdot 170 + 5 \cdot 40 = 9\,470 \text{ l/den}$$

Stanovení potřeby bílé vody

$$Q_d = Q_{wc} + Q_{tech} + Q_{zal}$$

Q_{wc} – specifická potřeba vody pro splachování záchodových mís a pisoárů, v [l/(osoba · den)]

Q_{tech} – denní potřeba vody pro technologické procesy, v [l/den]

Q_{zal} – potřeba vody pro zalévání nebo kropení, v [l/(m² · den)]

$$Q_d = 7\,627 + 500 + 1\,250 = 9\,377 \text{ l/den}$$

$$Q_{wc} = q_o \cdot p \cdot n$$

$q_{o, pis}$ – splachovací objem, v [l] podle navržených splachovačů nebo orientačně podle tabulky 4

p – počet použití jednou osobou během dne, podle tabulky 3

n – počet měrných jednotek [počet osob, obyvatel, lůžek]

$$Q_{wc} = 6 \cdot 4,2 \cdot 67 + 6 \cdot 1 \cdot 150 + 6 \cdot 4 \cdot 150 + 3 \cdot 3 \cdot 150 = 7\,627 \text{ l/den}$$

$$Q_{úklid} = q_{úklid} \cdot A_{úklid}$$

$$Q_{úklid} = 0,3 \cdot 1\,500 = 500 \text{ l/den}$$

Roční potřeba provozní vody Q_r , v [l/rok], se stanoví podle vztahu:

$$Q_r = Q_d \cdot d + Q_{zal} \cdot A_{zal}$$

Q_d – denní potřeba provozní vody pro využití v budově, v [l/den], avšak bez zalévání a kropení

d – počet dnů v roce, kdy se provozní voda využívá (v bytech 365 dní, v ostatních budovách například v pracovních dnech apod.)

Q_{zal} – roční potřeba provozní vody pro zalévání nebo kropení, v [l/(m² · den)], viz tabulka 6

$$Q_r = 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1\,250 = 1\,250 \text{ l/den}$$

Posouzení využití šedé vody

Využití šedé vody je efektivní, pokud platí vztah:

$$Q_{\text{prod}} > Q_{24}$$

Q_{prod} – denní objem vyprodukované šedé vody, v [l/den]

Q_{24} – denní potřeba provozní vody, v [l/den]

$$9\,470 < 9\,377 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

System není nutno doplňovat pitnou vodou.

Navrhují čistírnu odpadních vod Asio AS-GW/SiClaro – 10

B.2.4 VODOVOD

Návrh je proveden dle ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů.

Hydraulické posouzení nejnepříznivěji položené výtokové armatury.

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{ext}} + \Delta p_{\text{int}}$$

P_{dis} – dispoziční přetlak daný provozovatelem sítě; $P_{\text{dis}} = 550$ kPa

P_{minFI} – min. požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury; $P_{\text{minFI}} = 100$ kPa

Δp_e – výšková tlaková ztráta; $\Delta p_e = 146$ kPa

Δp_{WM} – tlakové ztráty vodoměrů; $\Delta p_{\text{WM}} = 9,8$ kPa

Δp_{Ap} – tlakové ztráty napojených zařízení; $\Delta p_{\text{Ap}} = 0$ kPa

Δp_{int} – tlakové ztráty vnitřního potrubí třením a místními odpory; $\Delta p_{\text{int}} = 160,4$ kPa

Δp_{ext} – tlakové ztráty přípojky třením a místními odpory; $\Delta p_{\text{ext}} = 27,6$ kPa

$$550 \geq 100 + 146 + 9,8 + 0 + 27,6 + 160,4$$

$$550 \geq 443,8 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

B.2.4.1 NÁVRH VODOMĚRŮ

Návrh domovního vodoměru

Vodoměr SISMA WEF-P/DN50/63 SV, $i=10$ l, dle MID $Q_N = 63$ m³/h

$$Q_{\text{min}} = 0,63 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{max}} = 78,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\text{min}} \leq Q_D$$

$$Q_D = 0,2 \text{ l/s} = 0,72 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (nádržka WC)}$$

$$0,63 \text{ m}^3/\text{h} < 0,72 \text{ m}^3/\text{h} \text{ – vyhovuje}$$

Posouzení na maximální průtok:

$$1,15 \cdot Q_D < Q_{\text{max}}$$

$$Q_D = 9,76 \text{ l/s} = 35,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,15 \cdot 35,14 = 40,41 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$40,41 \text{ m}^3/\text{h} < 78,75 \text{ m}^3/\text{h} \text{ – vyhovuje}$$

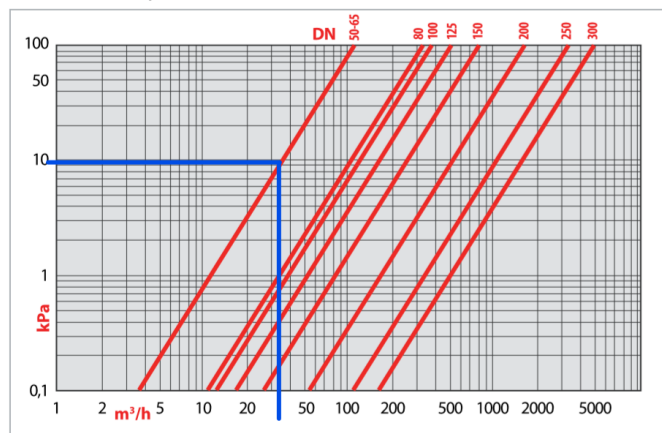
Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Průtok: 35,14 m³/h

Tlaková ztráta: 9,8 kPa

Na výpočtový průtok vychází DN 25

Křivka tlakových ztrát



Obrázek 19, tlaková ztráta domovního vodoměru

Vedlejší větev 2

ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s																Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	IxR kPa/m	Σ	Δps kPa	IxR + Δps kPa				
		VÝTOK DN20 0,4		WC 0,2		DŘEZ 0,2		UMYVADLO 0,2		SPRCHA 0,2		VANA 0,3		PISOÁR 0,3		MYČKA 0,2											VÝLEVKA 0,2			
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ									
1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20 x 2,3	1,07	0,88	1,15	1,01	10,5	6,05	7,06
2	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25 x 2,8	0,96	3	0,70	2,11	5,8	2,66	4,76
3	4	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0,85	40 x 4,5	1,12	1,6	0,52	0,83	3,1	1,96	2,79
4	5	0	0	0	0	0	2	2	4	3	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,31	50 x 5,6	1,11	3,6	0,39	1,99	0,6	0,37	1,76
5	6	0	0	0	0	0	2	2	6	2	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,50	50 x 5,6	1,27	11,3	0,49	5,55	3,6	2,91	8,46
6	7	0	0	0	0	0	2	2	8	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,58	50 x 5,6	1,34	0,3	0,54	0,16	0,6	0,53	0,70
7	8	0	0	0	0	0	2	2	10	3	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,76	50 x 5,6	1,49	4,9	0,65	3,20	1,6	1,78	4,98
8	9	0	0	0	0	0	2	2	12	0	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,82	63 x 7,1	0,98	1,6	0,23	0,37	0,6	0,29	0,65
9	10	0	0	0	0	0	2	1	13	0	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,85	63 x 7,1	0,99	0,8	0,24	0,19	2,1	1,03	1,22
10	11	0	0	0	0	0	2	1	14	1	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,91	63 x 7,1	1,02	9,2	0,25	2,31	0,6	0,31	2,62
11	12	0	0	0	0	0	2	1	15	1	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1,97	63 x 7,1	1,05	1,8	0,26	0,48	0,6	0,33	0,81
12	13	0	0	0	0	0	2	3	18	0	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2,05	63 x 7,1	1,09	8,2	0,28	2,32	2,1	1,26	3,57
13	14	1	1	0	0	2	4	0	18	0	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2,56	63 x 7,1	1,37	1,1	0,42	0,46	2,1	1,97	2,44
14	15	0	1	0	0	0	4	0	18	3	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2,65	63 x 7,1	1,42	5,2	0,45	2,34	0,6	0,60	2,94
15	16	1	2	0	0	1	5	0	18	0	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2,87	75 x 8,4	1,08	2	0,22	0,44	3,1	1,80	2,24
16	17	0	2	0	0	0	5	1	19	0	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2,89	75 x 8,4	1,09	5,3	0,22	1,19	0,6	0,35	1,54
17	18	0	2	0	0	0	5	2	21	1	14	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2,96	75 x 8,4	1,11	1,7	0,23	0,40	2,1	1,30	1,70
18	19	1	3	0	0	1	6	0	21	0	14	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,13	75 x 8,4	1,18	9,2	0,26	2,38	0,6	0,42	2,79
19	20	0	3	0	0	0	6	2	23	1	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,20	75 x 8,4	1,20	1,2	0,27	0,32	2,1	1,52	1,84
20	21	0	3	0	0	1	7	0	23	0	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,24	75 x 8,4	1,22	5,5	0,27	1,51	0,6	0,44	1,95
21	22	0	3	0	0	1	8	0	23	0	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,28	75 x 8,4	1,23	1,5	0,28	0,42	2,1	1,59	2,01
22	23	2	5	0	0	0	8	0	23	0	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,48	75 x 8,4	1,31	12,2	0,31	3,80	4,6	3,93	7,73
23	24	0	5	0	0	1	9	0	23	0	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,51	75 x 8,4	1,32	8,6	0,32	2,73	5,5	4,79	7,52
24	25	0	5	0	0	1	10	0	23	0	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,54	75 x 8,4	1,33	15,7	0,32	5,06	8,2	7,27	12,34
25	26	0	5	0	0	3	13	0	23	0	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,63	75 x 8,4	1,37	0,5	0,34	1,07	3,2	2,98	3,15
26	27	2	7	0	0	0	13	0	23	0	15	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3,80	75 x 8,4	1,43	7,5	0,36	27,36	8	8,14	35,51
																												125,09		

Teplá voda

Hlavní větev

ÚSEK POTRUBÍ		DŘEZ 0,2				UMYVADLO 0,2				SPRCHA 0,2				VANA 0,3				VÝLEVKA 0,2				Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	IxR kPa/m	Σ	Δps kPa	IxR + Δps kPa
		+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ											
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20 x 2,8	1,23	4,3	1,59	6,83	12,3	9,27	16,10	
2	3	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	32 x 4,4	1,14	1,6	0,77	1,23	2,1	1,37	2,60	
3	4	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	32 x 4,4	1,42	3	1,13	3,40	1,6	1,61	5,01	
4	5	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,65	40 x 5,5	0,98	12,1	0,44	5,37	8,1	3,89	9,26	
5	6	0	1	1	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	40 x 5,5	1,35	2,1	0,78	1,64	3,1	2,81	4,46	
6	7	0	1	1	7	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1,13	50 x 6,9	1,10	5,1	0,41	2,10	3,6	2,17	4,27						
7	8	0	1	1	8	1	2	0	0	0	0	1	1,25	50 x 6,9	1,21	0,9	0,49	0,44	0,6	0,44	0,88									
8	9	0	1	1	9	0	2	0	0	0	0	1	1,28	50 x 6,9	1,25	0,3	0,52	0,16	2,1	1,63	1,79									
9	10	0	1	1	10	1	3	0	0	0	0	1	1,38	50 x 6,9	1,34	11,6	0,59	6,82	6,6	5,92	12,74									
10	11	0	1	1	11	1	4	0	0	0	0	1	1,46	50 x 6,9	1,42	1,2	0,65	0,78	0,6	0,61	1,39									
11	12	0	1	1	12	1	5	0	0	0	0	1	1,54	50 x 6,9	1,50	11,5	0,72	8,24	6,1	6,83	15,07									
12	13	0	1	1	13	1	6	0	0	0	0	1	1,61	63 x 8,6	0,98	1,5	0,25	0,38	2,1	1,00	1,38									
13	14	0	1	1	14	1	7	0	0	0	0	1	1,68	63 x 8,6	1,02	11,7	0,27	3,15	6,6	3,42	6,57									
14	15	0	1	1	15	1	8	0	0	0	0	1	1,74	63 x 8,6	1,06	1,1	0,29	0,32	0,6	0,33	0,65									
15	16	0	1	1	16	1	9	0	0	0	0	1	1,80	63 x 8,6	1,09	13,2	0,30	4,03	5,1	3,04	7,07									
16	17	0	1	1	17	1	10	0	0	0	0	1	1,86	63 x 8,6	1,13	1,2	0,32	0,39	0,6	0,38	0,77									
17	18	0	1	1	18	1	11	0	0	0	0	1	1,91	63 x 8,6	1,16	11,6	0,34	3,94	6,6	4,44	8,38									
18	19	0	1	1	19	1	12	0	0	0	0	1	1,96	63 x 8,6	1,19	1,2	0,36	0,43	0,6	0,43	0,85									
19	20	0	1	1	20	1	13	0	0	0	0	1	2,02	63 x 8,6	1,22	10,6	0,37	3,96	9,6	7,18	11,14									
20	21	0	1	1	21	1	14	0	0	0	0	1	2,06	63 x 8,6	1,25	1,1	0,39	0,43	0,6	0,47	0,90									
21	22	0	1	1	22	1	15	0	0	0	0	1	2,11	63 x 8,6	1,28	13,3	0,41	5,40	4,6	3,78	9,18									
22	23	0	1	40	62	32	47	4	4	2	3	4,09	90 x 10,1	1,07	8,4	0,17	1,46	2,1	1,20	2,66										
23	24	10	11	22	84	15	62	0	4	2	5	5,12	90 x 10,1	1,34	10,2	0,26	2,64	3,5	3,13	5,78										
24	25	0	5,5	0	42	0	31	0	2	0	2,5	3,62	75 x 8,4	1,36	10,2	0,33	3,42	6,6	6,11	9,52										
																												138,43		

Vedlejší větev 1

ÚSEK POTRUBÍ		DŘEZ		UMYVADLO		SPRCHA		VANA		VÝLEVKÁ		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l(m)	R kPa/m	l x R kPa/m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa																		
		0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2																															
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ																											
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20 x 2,8	1,23	1,1	1,59	1,75	8,1	6,11	7,85																		
2	3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0,50	32 x 4,4	1,18	4,1	0,82	3,36	6,4	4,48	7,84																		
3	4	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	0,71	40 x 5,5	1,07	4,3	0,52	2,23	3,1	1,78	4,01																		
4	5	0	0	4	6	2	2	0	2	2	2	1,48	50 x 6,9	1,44	6,9	0,67	4,60	3,1	3,20	7,81																		
5	6	0	0	2	8	0	2	1	3	0	2	1,65	63 x 8,6	1,00	0,6	0,26	0,16	0,6	0,30	0,46																		
6	7	0	0	2	10	0	2	1	4	0	2	1,80	63 x 8,6	1,09	2,5	0,30	0,76	0,6	0,36	1,12																		
7	8	0	0	1	11	1	3	0	4	0	2	1,89	63 x 8,6	1,15	1,4	0,33	0,47	2,1	1,39	1,85																		
8	9	0	0	1	12	1	4	0	4	0	2	1,98	63 x 8,6	1,20	4,1	0,36	1,48	0,6	0,43	1,91																		
9	10	0	0	1	13	1	5	0	4	0	2	2,05	63 x 8,6	1,25	0,8	0,38	0,31	0,6	0,47	0,77																		
10	11	0	0	1	14	1	6	0	4	0	2	2,12	63 x 8,6	1,29	0,4	0,41	0,16	2,1	1,74	1,90																		
11	12	0	0	1	15	1	7	0	4	0	2	2,19	63 x 8,6	1,33	8,1	0,43	3,50	0,6	0,53	4,02																		
12	13	0	0	1	16	1	8	0	4	0	2	2,25	63 x 8,6	1,36	1,1	0,45	0,50	0,6	0,56	1,06																		
13	14	0	0	1	17	1	9	0	4	0	2	2,31	63 x 8,6	1,40	1,8	0,48	0,86	1,6	1,57	2,42																		
14	15	0	0	1	18	1	10	0	4	0	2	2,36	63 x 8,6	1,43	7,8	0,50	3,87	2,1	2,16	6,03																		
15	16	0	0	1	19	1	11	0	4	0	2	2,42	63 x 8,6	1,47	0,8	0,52	0,41	2,1	2,26	2,68																		
16	17	0	0	1	20	1	12	0	4	0	2	2,47	63 x 8,6	1,50	0,6	0,54	0,32	0,6	0,67	1,00																		
17	18	0	0	1	21	1	13	0	4	0	2	2,52	75 x 8,4	0,95	5,1	0,18	0,90	0,6	0,27	1,16																		
18	19	0	0	1	22	1	14	0	4	0	2	2,57	75 x 8,4	0,97	2,5	0,18	0,45	2,1	0,98	1,43																		
19	20	0	0	1	23	1	15	0	4	0	2	2,62	75 x 8,4	0,98	4,6	0,19	0,86	0,6	0,29	1,15																		
20	21	0	0	1	24	1	16	0	4	0	2	2,66	75 x 8,4	1,00	0,8	0,19	0,15	0,6	0,30	0,46																		
21	22	0	0	1	25	1	17	0	4	0	2	2,71	75 x 8,4	1,02	1,4	0,20	0,28	2,1	1,09	1,37																		
22	23	0	0	1	26	1	18	0	4	0	2	2,75	75 x 8,4	1,03	8,1	0,21	1,66	0,6	0,32	1,98																		
23	24	0	0	1	27	1	19	0	4	0	2	2,79	75 x 8,4	1,05	1,1	0,21	0,23	0,6	0,33	0,56																		
24	25	0	0	1	28	1	20	0	4	0	2	2,84	75 x 8,4	1,07	0,9	0,22	0,19	2,1	1,19	1,39																		
25	26	0	0	1	29	1	21	0	4	0	2	2,88	75 x 8,4	1,08	5,2	0,22	1,16	0,6	0,35	1,51																		
26	27	0	0	1	30	1	22	0	4	0	2	2,92	75 x 8,4	1,10	2	0,23	0,46	2,1	1,26	1,72																		
27	28	0	0	1	31	1	23	0	4	0	2	2,96	75 x 8,4	1,11	5,1	0,23	1,19	4	2,47	3,66																		
28	29	0	0	1	32	1	24	0	4	0	2	2,99	75 x 8,4	1,13	5,1	0,24	1,22	4	2,53	3,75																		
29	30	0	0	1	33	1	25	0	4	0	2	3,03	75 x 8,4	1,14	5,1	0,24	1,24	4	2,60	3,84																		
30	31	0	0	1	34	1	26	0	4	0	2	3,07	75 x 8,4	1,15	5,1	0,25	1,27	4	2,66	3,93																		
31	32	0	0	1	35	1	27	0	4	0	2	3,11	75 x 8,4	1,17	5,1	0,25	1,30	4	2,72	4,02																		
32	33	0	0	1	36	1	28	0	4	0	2	3,14	75 x 8,4	1,18	5,1	0,26	1,33	4	2,79	4,11																		
33	34	0	0	1	37	1	29	0	4	0	2	3,18	75 x 8,4	1,19	5,1	0,27	1,35	4	2,85	4,20																		
34	35	0	0	1	38	1	30	0	4	0	2	3,21	75 x 8,4	1,21	5,1	0,27	1,38	4	2,91	4,29																		
35	36	0	0	1	39	1	31	0	4	0	2	3,25	75 x 8,4	1,22	5,1	0,28	1,41	4	2,98	4,38																		
36	37	0	0	1	40	1	32	0	4	0	2	3,28	75 x 8,4	1,23	5,1	0,28	1,43	4	3,04	4,47																		
																			69,12																			

Vedlejší větev 2

ÚSEK POTRUBÍ		DŘEZ		UMYVADLO		SPRCHA		VANA		VÝLEVKÁ		Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l(m)	R kPa/m	l x R kPa/m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa																		
		0,2	0,2	0,2	0,3	0,2																																
OD	DO	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ																											
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20 x 2,8	1,23	4,4	1,59	6,99	15,6	11,76	18,75																		
2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,20	25 x 3,5	0,79	2,4	0,54	1,31	2,1	0,65	1,95																		
3	4	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0,28	25 x 3,5	1,11	4,7	1,01	4,73	1,6	0,99	5,72																		
4	5	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0,48	32 x 4,4	1,14	5	0,77	3,85	3,1	2,02	5,87																		
5	6	0	1	2	4	3	3	0	0	0	0	0,95	40 x 5,5	1,43	13,6	0,87	11,88	3,1	3,18	15,07																		
6	7	0	1	2	6	2	5	0	0	0	0	1,14	50 x 6,9	1,10	3,2	0,42	1,33	2,1	1,28	2,62																		
7	8	0	1	2	8	0	5	0	0	1	1	1,41	50 x 6,9	1,37	3,6	0,61	2,21	1,6	1,51	3,72																		
8	9	0	1	2	10	3	8	0	0	0	1	1,60	63 x 8,6	0,97	5,6	0,25	1,38	0,6	0,28	1,66																		
9	10	0	1	2	12	0	8	0	0	0	1	1,66	63 x 8,6	1,01	0,6	0,26	0,16	2,1	1,06	1,22																		
10	11	0	1	1	13	0	8	0	0	0	1	1,69	63 x 8,6	1,02	1,6	0,27	0,43	0,6	0,31	0,75																		
11	12	0	1	1	14	1	9	0	0	0	1	1,75	63 x 8,6	1,06	0,8	0,29	0,23	0,6	0,34	0,57																		
12	13	0	1	1	15	1	10	0	0	0	1	1,81	63 x 8,6	1,10	4,4	0,31	1,35	0,6	0,36	1,71																		
13	14	0	1	3	18	0	10	0	0	1	2	1,96	63 x 8,6	1,19	11,1	0,36	3,95	0,6	0,43	4,38																		
14	15	2	3	0	18	0	10	0	0	0	2	2,11	63 x 8,6	1,28	11,1	0,41	4,50	0,6	0,49	4,99																		
15	16	0	3	0	18	3	13	0	0	0	2	2,20	63 x 8,6	1,33	9,4	0,44	4,10	2,1	1,87	5,97																		
16	17	1	4	0	18	0	13	0	0	0	2	2,25	63 x 8,6	1,37	6,8	0,46	3,09	2,1	1,96	5,06																		
17	18	0	4	1	19	0	13	0	0	0	2	2,28	63 x 8,6	1,38	6,8	0,46	3,15	2,1	2,00	5,16																		
18	19	0	4	2	21	1	14	0	0	0	2	2,35	63 x 8,6	1,43	5,9	0,49	2,89	0,6	0,61	3,50																		
19	20	1	5	0	21	0	14	0	0	0	2	2,39	63 x 8,6	1,45	2,4	0,51	1,22	0,6	0,63	1,85																		
20	21	0	5	2	23	1	15	0	0	0	2	2,46	75 x 8,4	0,93	4	0,17	0,67	2,1	0,90	1,58																		
21	22	1	6	0	23	0	15	0	0	0	2	2,51	75 x 8,4	0,94	1,4	0,17	0,24	1,6	0,71	0,95																		
22	23	1	7	0	23	0	15	0	0	0	2	2,55	75 x 8,4	0,96	3,9	0,18	0,70	0,6	0,27	0,97																		
23	24	3	10	0	23	0	15	0	0	0	2	2,65	75 x 8,4	1,00	1,7	0,19	0,33	0,6	0,30	0,62																		
24	25	1	11	0	23	0	15	0	0	0	2	2,68	75 x 8,4	1,01	10,7	0,20	2,10	4	2,03	4,13																		
																			98,77																			

Bílá voda

Hlavní větev

ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s								Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l x R kPa/m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa
		VÝTOK DN15		WC		PISOÁR		VÝLEVKKA										
		+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ									
OD	DO																	
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	20 x 2,3	1,07	1,2	1,15	1,38	9,6	5,53	6,91
2	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0,28	25 x 2,8	0,96	0,9	0,70	0,63	0,6	0,27	0,91
5	12	0	0	1	3	0	0	0	0	0,35	25 x 2,8	1,17	0,9	1,01	0,91	1,5	1,03	1,94
12	18	0	0	1	4	0	0	0	0	0,40	25 x 2,8	1,35	8,7	1,30	11,33	10,6	9,71	21,03
18	24	0	0	1	5	0	0	0	0	0,45	32 x 3,6	0,93	12	0,49	5,85	6,75	2,89	8,74
24	26	0	0	1	6	0	0	0	0	0,49	32 x 3,6	1,01	0,9	0,57	0,52	3,1	1,59	2,11
26	40	1	1	0	6	0	0	1	1	0,89	40 x 4,5	1,18	5,8	0,57	3,29	4,6	3,20	6,49
40	41	0	1	2	8	3	3	0	1	1,49	50 x 5,6	1,26	0,7	0,48	0,34	0,6	0,47	0,81
40	41	0	1	1	9	0	3	0	1	1,52	50 x 5,6	1,29	0,9	0,50	0,45	2,1	1,73	2,19
40	41	0	1	1	10	0	3	0	1	1,55	50 x 5,6	1,31	1,2	0,52	0,62	0,6	0,52	1,14
40	41	0	1	1	11	0	3	0	1	1,58	50 x 5,6	1,34	9,9	0,54	5,33	6,6	5,91	11,25
40	41	0	1	1	12	0	3	0	1	1,61	50 x 5,6	1,36	1,7	0,56	0,95	0,6	0,56	1,50
40	41	0	1	1	13	0	3	0	1	1,64	50 x 5,6	1,39	11,8	0,57	6,78	5,1	4,91	11,69
40	41	0	1	1	14	0	3	0	1	1,67	50 x 5,6	1,41	1,4	0,59	0,83	2,1	2,09	2,92
40	41	0	1	1	15	0	3	0	1	1,69	50 x 5,6	1,43	11,3	0,61	6,87	6,6	6,78	13,65
40	41	0	1	1	16	0	3	0	1	1,72	50 x 5,6	1,45	1,6	0,62	1,00	0,6	0,63	1,63
40	41	0	1	1	17	0	3	0	1	1,74	50 x 5,6	1,48	12,6	0,64	8,08	6,6	7,18	15,26
40	41	0	1	1	18	0	3	0	1	1,77	50 x 5,6	1,50	1,7	0,66	1,12	1,6	1,79	2,91
40	41	0	1	1	19	0	3	0	1	1,79	63 x 7,1	0,96	11,1	0,22	2,47	6,6	3,03	5,50
40	41	0	1	1	20	0	3	0	1	1,81	63 x 7,1	0,97	1,7	0,23	0,39	0,6	0,28	0,67
40	41	0	1	1	21	0	3	0	1	1,84	63 x 7,1	0,98	10,3	0,23	2,40	9,6	4,63	7,02
40	41	0	1	1	22	0	3	0	1	1,86	63 x 7,1	0,99	1,6	0,24	0,38	0,6	0,30	0,68
40	41	0	1	1	23	0	3	0	1	1,88	63 x 7,1	1,00	12,4	0,24	3,01	3,6	1,82	4,82
40	41	2	3	36	59	0	3	2	3	2,75	63 x 7,1	1,47	8,4	0,48	4,02	3,1	3,35	7,37
40	41	2	5	23	82	6	9	2	5	3,61	75 x 8,4	1,36	16,4	0,33	5,46	7,2	6,61	12,07
																		151,21

Vedlejší větev 1

ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s								Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/ m	l x R kPa/ m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa
		VÝTOK DN15		WC		PISOÁR		VÝLEVKA										
		+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ									
OD	DO																	
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	20 x 2,3	1,07	7,7	1,15	8,85	21	12,11	20,96
2	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0,28	25 x 2,8	0,96	5,3	0,70	3,72	3,1	1,42	5,14
5	12	2	2	2	4	0	0	2	2	0,97	40 x 4,5	1,28	9	0,66	5,91	9,1	7,45	13,36
18	24	0	2	1	5	0	0	0	2	1,01	40 x 4,5	1,34	0,5	0,72	0,36	0,6	0,54	0,90
12	18	0	2	1	6	0	0	0	2	1,06	40 x 4,5	1,40	1,5	0,77	1,16	0,6	0,59	1,74
18	24	0	2	1	7	0	0	0	2	1,09	40 x 4,5	1,45	0,5	0,82	0,41	0,6	0,63	1,04
24	26	0	2	1	8	0	0	0	2	1,13	50 x 5,6	0,96	8,2	0,30	2,43	5,1	2,33	4,76
26	40	0	2	1	9	0	0	0	2	1,17	50 x 5,6	0,99	0,2	0,31	0,06	0,6	0,29	0,35
40	41	0	2	1	10	0	0	0	2	1,20	50 x 5,6	1,01	1,9	0,33	0,62	2,1	1,08	1,70
40	41	0	2	1	11	0	0	0	2	1,23	50 x 5,6	1,04	0,3	0,34	0,10	0,6	0,32	0,43
40	41	1	3	1	12	0	0	0	2	1,32	50 x 5,6	1,12	10,5	0,39	4,10	6,6	4,13	8,23
40	41	0	3	1	13	0	0	0	2	1,35	50 x 5,6	1,14	0,3	0,41	0,12	0,6	0,39	0,51
40	41	0	3	1	14	0	0	0	2	1,38	50 x 5,6	1,17	1,7	0,42	0,71	0,6	0,41	1,12
40	41	0	3	1	15	0	0	0	2	1,40	50 x 5,6	1,19	0,3	0,43	0,13	0,6	0,42	0,55
40	41	0	3	1	16	0	0	0	2	1,43	50 x 5,6	1,21	11,6	0,45	5,21	5,1	3,73	8,93
40	41	0	3	1	17	0	0	0	2	1,45	50 x 5,6	1,23	0,9	0,46	0,42	2,1	1,59	2,00
40	41	0	3	1	18	0	0	0	2	1,48	50 x 5,6	1,25	0,8	0,48	0,38	0,6	0,47	0,85
40	41	0	3	1	19	0	0	0	2	1,50	50 x 5,6	1,27	0,5	0,49	0,24	0,6	0,48	0,73
40	41	0	3	1	20	0	0	0	2	1,52	50 x 5,6	1,29	10,2	0,50	5,13	6,6	5,48	10,61
40	41	0	3	1	21	0	0	0	2	1,55	50 x 5,6	1,31	0,3	0,52	0,15	0,6	0,51	0,67
40	41	0	3	1	22	0	0	0	2	1,57	50 x 5,6	1,33	1,7	0,53	0,90	0,6	0,53	1,43
40	41	0	3	1	23	0	0	0	2	1,59	50 x 5,6	1,34	0,3	0,54	0,16	0,6	0,54	0,70
40	41	0	3	1	24	0	0	0	2	1,61	50 x 5,6	1,36	12	0,55	6,66	6,6	6,11	12,77
40	41	0	3	1	25	0	0	0	2	1,63	50 x 5,6	1,38	0,3	0,57	0,17	0,6	0,57	0,74
40	41	0	3	1	26	0	0	0	2	1,65	50 x 5,6	1,39	1,7	0,58	0,99	0,6	0,58	1,57
40	41	0	3	1	27	0	0	0	2	1,67	50 x 5,6	1,41	0,3	0,59	0,18	0,6	0,60	0,77
40	41	0	3	1	28	0	0	0	2	1,69	50 x 5,6	1,43	10,5	0,60	6,34	6,6	6,72	13,07
40	41	0	3	1	29	0	0	0	2	1,71	50 x 5,6	1,44	0,3	0,62	0,18	0,6	0,62	0,81
40	41	0	3	1	30	0	0	0	2	1,72	50 x 5,6	1,46	1,7	0,63	1,07	0,6	0,64	1,71
40	41	0	3	1	31	0	0	0	2	1,74	50 x 5,6	1,47	0,3	0,64	0,19	0,6	0,65	0,84
40	41	0	3	1	32	0	0	0	2	1,76	63 x 7,1	0,94	11,2	0,22	2,42	8,25	3,66	6,08
40	41	0	3	1	33	0	0	0	2	1,78	63 x 7,1	0,95	0,3	0,22	0,07	0,6	0,27	0,34
40	41	0	3	1	34	0	0	0	2	1,80	63 x 7,1	0,96	1,7	0,22	0,38	0,6	0,28	0,66
40	41	0	3	1	35	0	0	0	2	1,81	63 x 7,1	0,97	0,3	0,23	0,07	0,6	0,28	0,35
40	41	0	3	1	36	0	0	0	2	1,83	63 x 7,1	0,98	4,7	0,23	1,09	3	1,43	2,52
																		128,95

Vedlejší větev 2

ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s								Qd l/s	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R kPa/ m	l x R kPa/ m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa
		VÝTOK DN15		WC		PISOÁR		VÝLEVKA										
		+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ									
OD	DO																	
1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	20 x 2,3	1,07	14,3	1,15	16,44	15,6	8,99	25,44
2	5	0	0	3	4	0	0	0	0	0,40	32 x 3,6	0,83	13,9	0,40	5,56	2,1	0,72	6,28
5	12	0	0	2	6	0	0	0	0	0,49	32 x 3,6	1,01	6,2	0,57	3,56	5,1	2,62	6,18
12	18	1	1	2	8	0	0	1	1	0,97	40 x 4,5	1,28	6,5	0,66	4,27	4,6	3,77	8,04
18	24	0	1	2	10	2	2	0	1	1,46	50 x 5,6	1,23	6,2	0,46	2,88	2,1	1,59	4,47
24	26	0	1	0	10	4	6	0	1	1,77	63 x 7,1	0,94	1,5	0,22	0,33	0,6	0,27	0,59
26	40	0	1	1	11	0	6	0	1	1,80	63 x 7,1	0,96	1,3	0,22	0,29	0,6	0,28	0,57
40	41	0	1	1	12	0	6	0	1	1,83	63 x 7,1	0,98	0,9	0,23	0,21	0,6	0,29	0,49
40	41	0	1	1	13	0	6	0	1	1,86	63 x 7,1	0,99	3,9	0,24	0,93	7,6	3,74	4,67
40	41	1	2	8	21	0	6	1	2	2,22	63 x 7,1	1,19	35,6	0,33	11,60	15,6	10,96	22,56
40	41	0	2	1	22	0	6	0	2	2,24	63 x 7,1	1,20	8,7	0,33	2,88	0,6	0,43	3,31
40	41	0	2	1	23	0	6	0	2	2,26	63 x 7,1	1,21	25,2	0,34	8,50	13	9,49	17,98
																		100,59

cirkulace teplé vody

tepelné ztráty přívodního potrubí

Tabulka 28, tepelné ztráty přívodního potrubí teplé vody

Úsek potrubí		Tl. izolace [mm]	Vnější průměr [mm]	q_t [W/m]	L [m]	q [W]
od	do					
ZO	1	20	75	15,5	4,3	78,2
1	2	20	90	15,5	2,9	51,7
2	3	20	90	15,5	8,5	151,5
3	8	20	75	15,5	60,6	940,8
8	9	20	63	11,7	37,5	504,6
9	10	20	50	10	9,6	110,4
10	11	20	40	8,6	4,3	42,5
11	12	20	32	7,6	1,9	16,6
12	C2	20	25	6,4	1,6	11,8
$Q_c = \sum q$ [W]						1 908,1

Výpočtový průtok cirkulace

$$Q_c = \frac{q_c}{4122 \cdot \Delta t}$$

q_c ... tepelná ztráta celého přívodního potrubí [W]

Δt ... rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí z ohřívače teplé vody a jeho spojením s cirkulačním potrubím; $\Delta t = 2$ K

$$Q = \frac{q}{4122 \cdot \Delta t} = \frac{1\,908,1}{4122 \cdot 2} = 0,23 \text{ l/s}$$

Výpočet dimenzí cirkulační vody

Okruh 1

ÚSEK POTRUBÍ		ds x s (mm)	Tl. izolace (mm)	tepelná ztráta (W)	Q_c l/s	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l x R kPa/m	$\Sigma \zeta$	Δp_s kPa	l x R + Δp_s kPa
OD	DO											
ZO	1	75 x 8,4	20	78,2	0,12	0,04	4,3	0,00	0,00	9,9	0,01	0,01
1	2	90 x 10,1	20	51,7	0,23	0,06	2,9	0,00	0,00	4,6	0,01	0,01
2	3	90 x 10,1	20	151,5	0,11	0,03	8,5	0,00	0,00	2,1	0,00	0,00
3	4	63 x 8,6	20	897,4	0,05	0,03	66,7	0,00	0,04	38,5	0,02	0,06
4	5	50 x 6,9	20	351,9	0,05	0,05	30,6	0,00	0,06	19,6	0,03	0,09
5	6	40 x 5,5	20	140,4	0,05	0,08	14,2	0,01	0,08	11,2	0,04	0,12
6	7	32 x 4,4	20	41,1	0,05	0,13	4,7	0,02	0,08	3,7	0,03	0,11
7	C1	25 x 3,5	20	2,2	0,05	0,21	0,3	0,05	0,02	1,6	0,04	0,05
C1	C2	20 x 2,8	20	0,0	0,05	0,33	10,4	0,16	1,64	12,5	0,70	2,34
C2	C3	25 x 3,5	20	0,0	0,11	0,45	8,3	0,20	1,64	7	0,70	2,33
C3	Z1	32 x 4,4	20	0,0	0,23	0,54	66,5	0,20	13,52	53,2	7,87	21,39
Z1	ZO	25 x 3,5	20	0,0	0,12	0,45	2,6	0,20	0,52	4	0,41	0,93
												26,52

Okruh 2

ÚSEK POTRUBÍ		ds x s (mm)	Tl. izolace (mm)	tepelná ztráta (W)	Qc l/s	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l x R kPa/m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa
OD	DO											
2	13	75 x 8,4	20	399,0	0,06	0,02	25,7	0,01	0,26	26,5	0,01	0,26
13	14	63 x 8,6	20	781,7	0,06	0,04	58,1	0,01	0,58	30,7	0,02	0,60
14	15	50 x 6,9	20	140,3	0,06	0,06	12,2	0,01	0,12	9,7	0,02	0,14
15	16	40 x 5,5	20	135,5	0,06	0,09	13,7	0,01	0,14	3,1	0,01	0,15
16	17	32 x 4,4	20	42,8	0,06	0,14	4,9	0,02	0,09	3,1	0,03	0,12
17	18	25 x 3,5	20	52,3	0,06	0,23	7,1	0,06	0,45	4	0,11	0,55
18	C3	20 x 2,8	20	5,2	0,06	0,36	0,7	0,18	0,13	7	0,46	0,59
												2,41

Okruh 3

ÚSEK POTRUBÍ		ds x s (mm)	Tl. izolace (mm)	tepelná ztráta (W)	Qc l/s	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l x R kPa/m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa
OD	DO											
3	8	75 x 8,4	20	940,8	0,12	0,04	60,6	0,01	0,61	44,5	0,04	0,65
8	9	63 x 8,6	20	504,6	0,12	0,07	37,5	0,01	0,38	24,7	0,06	0,44
9	10	50 x 6,9	20	110,4	0,12	0,11	9,6	0,01	0,10	9,1	0,06	0,15
10	11	40 x 5,5	20	42,5	0,12	0,18	4,3	0,01	0,04	3,1	0,05	0,09
11	12	32 x 4,4	20	16,6	0,12	0,28	1,9	0,06	0,12	4	0,15	0,27
12	C2	25 x 3,5	20	11,8	0,12	0,46	1,6	0,21	0,33	3,5	0,37	0,70
												2,30

Dimenzování potrubí cirkulační vody - rozvětvení průtoků

U čerpadla

$$Q = \frac{q}{4122 \cdot \Delta t} = \frac{1\,908,1}{4122 \cdot 2} = 0,23 \text{ l/s}$$

Bod 2

$$q_a = 1\,584,6 \text{ W}$$

$$q_b = 1\,626,7 \text{ W}$$

$$Q_a = \frac{Q + q_a}{q_a + q_b} = \frac{0,23 + 1\,584,6}{1\,584,6 + 1\,626,7} = 0,11 \text{ l/s}$$

$$Q_b = Q - Q_a = 0,23 - 0,11 = 0,12 \text{ l/s}$$

Bod 3

$$q_a = 1\,433,1 \text{ W}$$

$$q_b = 1\,551,6 \text{ W}$$

$$Q_a = \frac{Q + q_a}{q_a + q_b} = \frac{0,11 + 1\,433,1}{1\,433,1 + 1\,551,6} = 0,05 \text{ l/s}$$

$$Q_b = Q - Q_a = 0,11 - 0,05 = 0,06 \text{ l/s}$$

B.2.4.3 DIMENZOVÁNÍ CIRKULAČNÍHO ČERPADLA

Stanovení dopravní výšky čerpadla [m]

$$H = 0,1033 \cdot \Delta p_{RF}$$

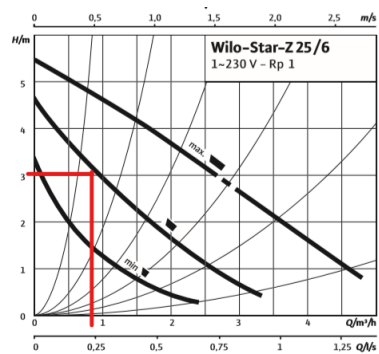
Δp_{RF} ... tlaková ztráta v potrubí třením a místními odpory

$$H = 0,1033 \cdot 26,52 = 2,74 \text{ m}$$

Vypočítaný průtok [m³/h]

$$Q_c = 0,23 \text{ l/s} = 0,828 \text{ m}^3/\text{h}$$

Charakteristika čerpadla



Obrázek 21, charakteristika cirkulačního čerpadla

Volím čerpadlo Wilo STAR-Z 25/6

Dimenzování potrubí cirkulační vody – návrh regulačního ventilu

Tlaková ztráta nejdelšího cirkulačního okruhu (Okruh 1): **27,45 kPa**

Tlaková ztráta cirkulačního okruhu 2: **24,76 kPa**

Tlaková ztráta cirkulačního okruhu 3: **26,98 kPa**

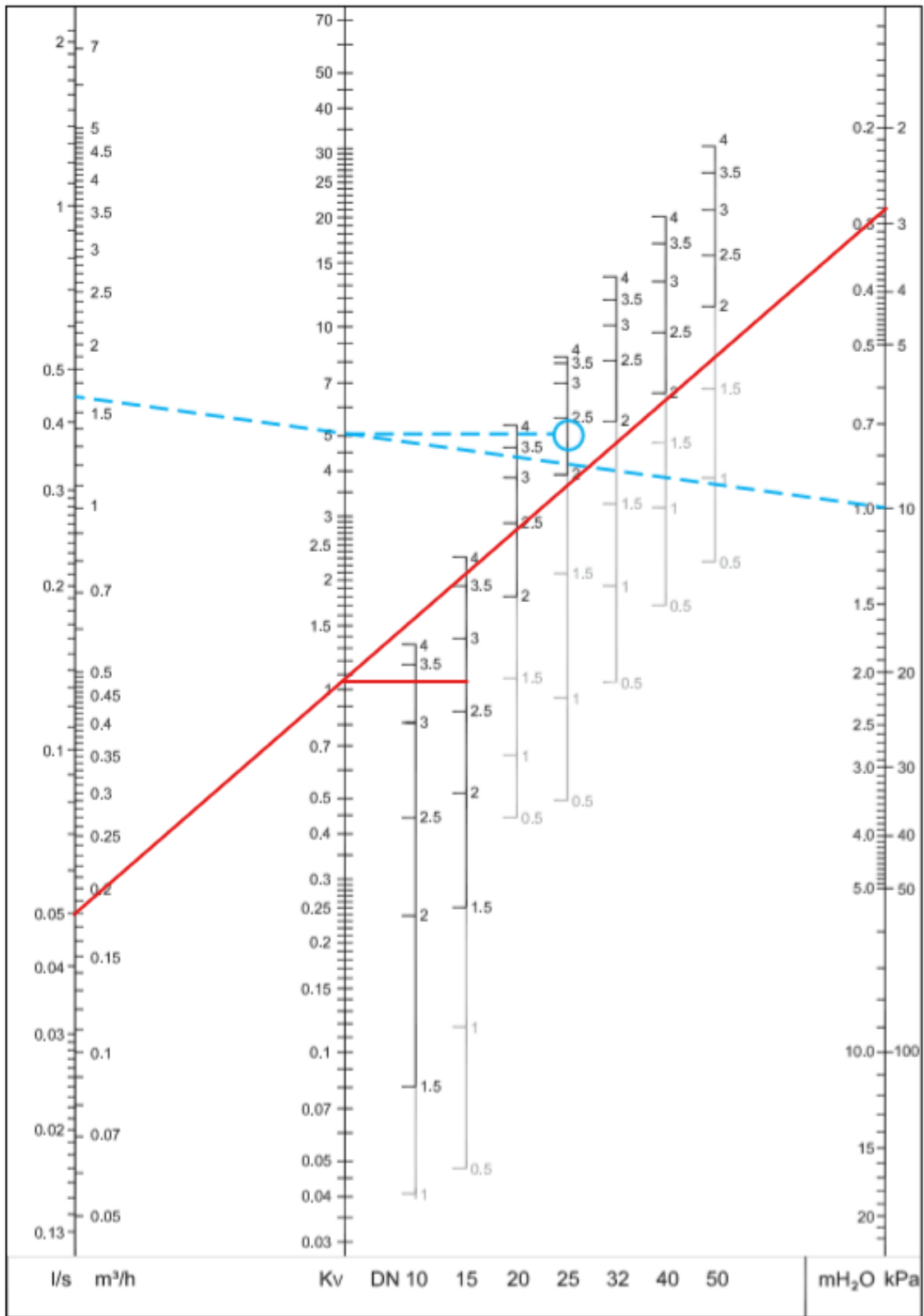
Potřebná tlaková ztráta na ventilu okruhu 2: $27,45 - 24,76 = 2,69 \text{ kPa}$

Potřebná tlaková ztráta na ventilu okruhu 3: $27,45 - 26,98 = 0,47 \text{ kPa}$

Pro okruh č.3 volím vyvažovací ventil IMI TA STAD-B DN15, nastavení 2,7.



Obrázek 20, cirkulační čerpadlo
Wilo STAR-Z 25/6



Obrázek 22, charakteristika vyvažovacího ventilu.

B.2.4.4 DIMENZOVÁNÍ AUTOMATICKÉ TLAKOVÉ STANICE BÍLÉ VODY

Dopravní výška

$$H = H_{sg} + \Delta p_s / (\rho \cdot g) + H_{vg} + \Delta p_v / (\rho \cdot g) + p_z / (\rho \cdot g)$$

$$H_{vg} = 17,64 \text{ m}$$

$$H_{sg} = -0,5 \text{ m}$$

$$\Delta p_v = 151,2 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_s = 7,0 \text{ kPa}$$

$$p_z = 100 \text{ kPa}$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H = -0,5 + 7 / (1\,000 \cdot 9,81) + 17,64 + 151,2 / (1\,000 \cdot 9,81) + 100 / (1\,000 \cdot 9,81)$$

$$H = 43,46 \text{ m}$$

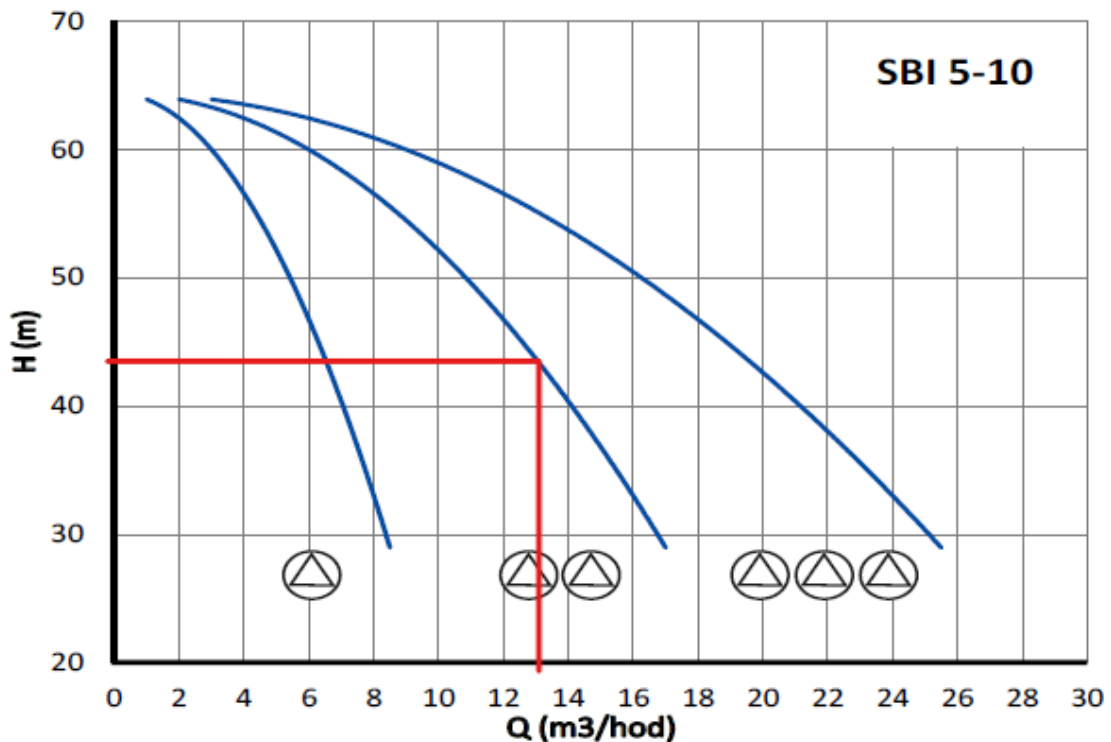
Objem tlakové nádoby

$$V = 0,1 \cdot Q_p$$

$$Q_p = 216,3 \text{ l/min}$$

$$V = 21,6 \text{ l}$$

Navrhuji automatickou tlakovou stanici ATS PUMPA 3 SBI 5-10 TE. Čerpací stanice se skládá ze tří paralelně zapojených čerpadel ovládaných frekvenčním měničem. Každé čerpadlo je na výtlačku opatřeno tlakovou nádobou o objemu 20 l. jedno z čerpadel bude sloužit jako záloha pro případ poruchy. Bude v pravidelných intervalech spouštěno pouze pro kontrolu funkčnosti.



Obrázek 23, charakteristika čerpadle AT stanice

B.2.4.5 DIMENZOVÁNÍ PONORNÉHO ČERPADLA BÍLÉ VODY

$$H = H_{vg} + \Delta p_v / (\rho \cdot g)$$

$$H_{vg} = 17,64 \text{ m}$$

$$\Delta p_v = 151,2 \text{ kPa}$$

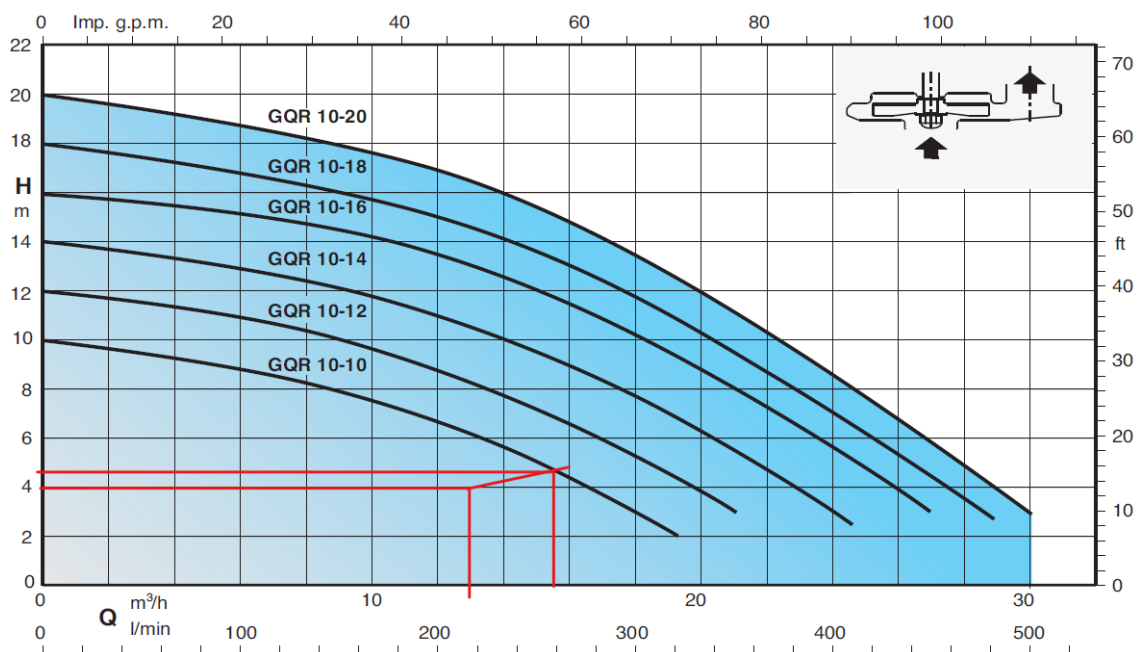
$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H = -2,5 + 15,1 / (1\,000 \cdot 9,81)$$

$$H = 4,04 \text{ m}$$

Navrhuji ponorné čerpadlo Calpeda GQR 10-10.



Obrázek 24, Charakteristika ponorného čerpadla bílé vody

B.2.4.6 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ POŽÁRNÍHO VODOVODU DLE ČSN 75 5455

Výpočtový průtok v potrubí požárního vodovodu se stanovuje dle ČSN 73 0873. U jednoho hadicového systému s hadicí o jmenovité světlosti 19 mm s průměrem hubice 7 mm se uvažuje průtok 0,52 l/s.

Požární potrubí

ÚSEK POTRUBÍ		JMENOVITÝ VÝTOK Qa l/s		Qd l/s	DN	v (m/s)	l (m)	R kPa/m	l x R kPa/m	Σζ	Δps kPa	lxR + Δps kPa
		HYDRANT 0,52										
OD	DO	+	Σ									
P1	P2	1	1	0,52	25	1,06	3,8	0,61	2,33	3,1	1,74	4,07
P2	P3	1	2	1,04	32	1,29	3,7	0,64	2,38	0,6	0,50	2,88
P3	P4	0	2	1,04	32	1,29	19,8	0,64	12,72	3,6	3,01	15,73
P4	P5	1	3	1,56	50	0,79	13,1	0,16	2,03	0,6	0,19	2,22
P5	P6	0	3	1,56	50	0,79	3,6	0,16	0,56	0,6	0,19	0,75
P6	P7	0	3	1,56	50	0,79	29,1	0,16	4,51	27,5	8,68	13,19
												38,83

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000}$$

$$\Delta p_e = \frac{14,5 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 142,2 \text{ kPa}$$

H – rozdíl výškových úrovní[m]; h = 14,5 m

ρ – hustota vody [kg/m³]; ρ = 1000 kg/m³

g – tíhové zrychlení [m/s²]; g = 9,81 m/s²

Vodoměr SISMA WEF-P/DN50/63 SV, i=10 l, dle MID Q_N = 63 m³/h

Posouzení na maximální průtok:

$$1,15 \cdot Q_D < Q_{\max}$$

$$Q_D = 1,56 \text{ l/s} = 5,62 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,15 \cdot 5,62 = 6,46 \text{ m}^3/\text{h}$$

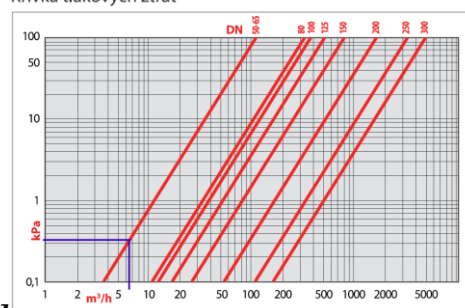
6,46 m³/h < 78,75 m³/h – vyhovuje

Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Průtok: 6,46 m³/h

Tlaková ztráta: 0,33 kPa

Křivka tlakových ztrát



Obrázek 25, tlaková ztráta domovního vodoměru, požární voda

Hydraulické posouzení

$$P_{\text{dis}} \geq P_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{RF}}$$

P_{dis} – dispoziční přetlak daný provozovatelem sítě; $P_{\text{dis}} = 550$ kPa

P_{minFI} – min. požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury; $P_{\text{minFI}} = 200$ kPa

Δp_e – výšková tlaková ztráta; $\Delta p_e = 142,2$ kPa

Δp_{WM} – tlakové ztráty vodoměrů; $\Delta p_{\text{WM}} = 0,33$ kPa

Δp_{Ap} – tlakové ztráty napojených zařízení; $\Delta p_{\text{Ap}} = 0$ kPa

Δp_{RF} – tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory; $\Delta p_{\text{RF}} = 38,83$ kPa

$$550 \geq 200 + 142,2 + 0,33 + 0 + 38,83$$

$$550 \geq 381,4 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

B.2.4.7 VÝPOČET TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ

Výpočet tepelné izolace potrubí teplé vody a cirkulační vody

Použité vztahy:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d-2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}}$$

λ_t - součinitel tepelné vodivosti trubky; $\lambda_t = 0,24$ W/mK

d - vnější průměr trubky [m]

s_t - tloušťka stěny trubky [m]

λ_{iz} - součinitel tep. vodivosti izolace, $\lambda_{iz} = 0,038$ W/mK

$D = d + 2 \cdot s_{iz}$ [m]

α_e - součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu; $\alpha_e = 10$ W/m²K

Tabulka 29, maximální hodnoty součinitelů prostupu tepla U vztažených na jeden metr délky potrubí [72]

DN potrubí	10 - 15	20 - 32	40 - 65	80 - 125	150 - 200
U [W/mK]	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

Pro potrubí 20x2,8 mm; tl. izolace 40 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,020}{0,020-2 \cdot 0,0028} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,1}{0,020} + \frac{1}{10 \cdot 0,1}} = 0,137 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,137 < 0,15$ W/mK **VYHOVUJE**

Pro potrubí 25x3,5 mm; tl. izolace 30 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,025}{0,025-2 \cdot 0,0035} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,085}{0,025} + \frac{1}{10 \cdot 0,085}} = 0,175 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,175 < 0,18$ W/mK **VYHOVUJE**

Pro potrubí 32x4,4 mm; tl. izolace 40 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,032}{0,032-2 \cdot 0,0044} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \cdot \ln \frac{0,112}{0,032} + \frac{1}{10 \cdot 0,112}} = 0,174 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,174 < 0,18 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 40x5,5 mm; tl. izolace 50 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,040}{0,040-2 \cdot 0,0055} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \times \ln \frac{0,140}{0,040} + \frac{1}{10 \cdot 0,140}} = 0,176 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,176 < 0,18 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 50x6,9 mm; tl. izolace 30 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,050}{0,050-2 \cdot 0,0069} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \times \ln \frac{0,110}{0,050} + \frac{1}{10 \cdot 0,110}} = 0,176 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,263 < 0,27 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 63x8,6 mm; tl. izolace 40 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,063}{0,063-2 \cdot 0,0086} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \times \ln \frac{0,143}{0,063} + \frac{1}{10 \cdot 0,143}} = 0,259 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,259 < 0,27 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 75x8,4 mm; tl. izolace 50 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,075}{0,075-2 \cdot 0,0084} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \times \ln \frac{0,175}{0,075} + \frac{1}{10 \cdot 0,175}} = 0,256 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,256 < 0,27 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Pro potrubí 90x10,1 mm; tl. izolace 40 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,24} \cdot \ln \frac{0,090}{0,090-2 \cdot 0,0101} + \frac{1}{2 \cdot 0,038} \times \ln \frac{0,170}{0,090} + \frac{1}{10 \cdot 0,170}} = 0,33 \text{ W/mK}$$

$U_o = 0,33 < 0,34 \text{ W/mK}$ **VYHOVUJE**

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že původně navržená jedna vrstva tepelné izolace MIRELON PRO tl. 20 mm nevyhovuje. Na potrubí budou nově umístěna tepelně izolační pouzdra z minerální vlny s kaširovanou hliníkovou fólií ROCKWOOL PIPO ALS v tloušťkách dle výpočtu.

B.2.5 PLYNOVOD

B.2.5.1 DIMENZOVÁNÍ STŘEDOTLAKÉ PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKY

$$D = K \sqrt[4,8]{\frac{Vr^{1,28} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}}$$

K – konstanta – zemní plyn = 13,8

D – vnitřní průměr potrubí [mm]

Vr – dopravované množství plynu [m³/h] při 20 °C a 0,101325 [MPa]

L – délka potrubí [m]

p_z – počáteční pracovní přetlak plynu [kPa]

p_k – koncový pracovní přetlak plynu [kPa]

STL p_z = 100 KPa

STL p_k = 95 KPa

L = délka potrubí + T kus + 2 x koleno + kulový kohout

L = 3,05 + 1,3 + 1,4 + 0,5 = 6,25 m

Výpočet redukováného odběru plynu

Vr = V₁ · K₁ + V₂ · K₂ + V₃ · K₃ + V₄ · K₄ [m³/h]

V₁ – součet objemových průtoků plynu při příkonech všech spotřebičů pro přípravu pokrmů a všech spotřebičů pro průtokovou přípravu teplé vody [m³/h]

V₂ – součet objemových průtoků plynu při příkonech všech spotřebičů pro lokální vytápění a všech spotřebičů pro zásobníkovou přípravu teplé vody (samostatné ohříváče) [m³/h]

V₃ – součet objemových průtoků plynu při příkonech všech kotlů pro vytápění včetně kotlů, které navíc k přípravě teplé vody [m³/h]

V₄ – součet objemových průtoků plynu při příkonech všech technologických spotřebičů a spotřebičů ve velkokuchyních [m³/h]

K – koeficient současnosti K₁ = n^{-0,5}, K₂ = n^{-0,15}, K₃ = n^{-0,1}

n – počet připojovaných plynových spotřebičů, které jsou zásobovány z příslušného úseku potrubí

objemové průtoky

Jmenovitá spotřeba plynu - sporák = 3,71 m³/h

Jmenovitá spotřeba plynu – grilovací deska = 1,85 m³/h

plynový kotel pro vytápění a ohřev teplé vody – výkon 75 kW – 225 kW = 28,6 m³/h

Vr = 0 + 0 + 28,6 · 2^{-0,10} + (3,71 · 2 + 1,85 · 1) = 35,95 m³/h

$$D = K \sqrt[4,8]{\frac{Vr^{1,82} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}} = 13,8 \sqrt[4,8]{\frac{35,96^{1,82} \cdot 6,25}{(100 + 100)^2 - (95 + 100)^2}} = 16,18 \text{ mm}$$

Plynovodní přípojka bude provedena z HDPE 100 SDR 11 63x5,8.

$$Vr = S \cdot v \rightarrow v = \frac{Vr}{S} = \frac{35,95/3600}{0,00207} = 4,82 \text{ m/s}$$

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0,0257^2 = 0,00207 \text{ m}^2$$

Ověření rychlosti

$v = 4,82 \text{ m/s} < v = 20 \text{ m/s}$ pro středotlaké přípojky.

B.2.5.2 POSOUZENÍ UMÍSTĚNÍ PLYNOVÝCH SPOTŘEBIČŮ

Výpočet objemu místnosti - kuchyň

Spotřebiče je možno umístit pouze v prostoru, který je alespoň přímo větratelný a kde na každých 200 W příkonu spotřebiče připadá nejméně 1 m³ prostoru.

$$V_{\text{req}} = Q_{\text{kuchyň}} \cdot 5$$

$$Q_{\text{kuchyň}} = 100 \text{ kW}$$

$$V_{\text{req}} = 100 \cdot 5$$

$$V_{\text{req}} = 500 \text{ m}^3$$

Nelze-li požadavek V_{req} splnit, je možno požadovaný prostor zmenšit až na 50 % za splnění podmínky, že je zřízeno nucené větrání.

Místnost	Objem místnosti [m ³]
Kuchyň	296,73

$$V_{\text{req}} / 2 \leq V_{\text{kuchyň}}$$

$$500/2 \leq 296,73$$

250 ≤ 296,73 → VYHOVUJE

V prostoru kuchyně je nutné navrhnout nucené větrání.

Výpočet objemu místnosti – kotelna

Instalované kotle jsou v provedení C. Přívod spalovacího vzduchu bude řešen koaxiálním komínem, tím pádem není žádný požadavek na minimální objem místnosti.

B.2.5.3 DIMENZOVÁNÍ DOMOVNÍHO PLYNOVODU

Domovní plynovod bude zajišťovat dodávku zemního plynu k plynovým kotlům a plynovým spotřebičům v kuchyni.

Předběžné ztráty tlaku

- bez stoupacího potrubí

$$\Delta p = \frac{\Delta p_d}{\sum L_e} \rightarrow \Delta p = \frac{100}{1,5 \cdot \sum L}$$

Δp_d – dovozená ztráta tlaku [Pa]

$\sum L_e$ – ekvivalentní délka prvků plynovodu [m]

$\sum L$ – skutečná délka vodorovných úseků [m]

- stoupací potrubí

$$\Delta p = \frac{5}{1,5 \cdot 1,0}$$

$$\sum \Delta p_c \leq \sum \Delta p_d$$

$\sum \Delta p_c$ – součet celkových ztrát tlaku všech příslušných úseků

$$\Delta p_c = \Delta p_s \cdot L_e$$

Δp_s – skutečná ztráta tlaku [Pa/m]

L_e – ekvivalentní délka úseku [m]

$$L_e = L + L'$$

L – skutečná délka úseku [m]

L' – ekvivalentní délková přirážka [m]

Tabulka 30, orientační hodnoty ekvivalentních délkových přirážek pro tvarovky a armatury plynovodního potrubí [66]

Tvarovka nebo armatura	Ekvivalentní přirážka - l_e [m]
T – kus (průchod)	0,5
T – kus (odbočení)	1,3
Koleno	0,7
Redukce	0,4
Kulový kohout přímý nebo šoupátko	0,5
Kulový kohout rohový	1,3

Tabulka 31, ztráty tlaku v závislosti na jmenovité světlosti potrubí a redukovaném odběru zemního plynu [66]

DN	Ztráta tlaku Δp [Pa/m]												
	10	5	4	3	2	1	0,667	0,5	0,4	0,33	0,25	0,2	
	Redukovaný odběr plynu V_r [m ³ /h]												
12	1,46	1,03	0,92	0,80									
15	2,55	1,81	1,62	1,40	1,14	0,81	0,66	0,57	0,51	0,46	0,40	0,36	
20	5,24	3,71	3,32	2,87	2,34	1,66	1,34	1,17	1,05	0,95	0,83	0,74	
25	9,16	6,48	5,79	5,02	4,10	2,90	2,37	2,05	1,83	1,66	1,45	1,30	
32	17,0	12,00	10,70	9,30	7,59	5,37	4,38	3,80	3,40	3,03	2,68	2,40	
40	29,7	21,00	18,80	16,20	13,30	9,38	7,66	6,63	5,93	5,39	4,69	4,19	
50	51,8	36,60	32,80	28,40	23,20	16,40	13,40	11,60	10,40	9,41	8,19	7,33	
60	81,7	57,8	51,7	44,8	36,6	25,8	21,1	18,3	16,3	14,7	12,9	11,6	
70	120	85,5	76,0	65,8	53,7	38,0	31,0	26,9	24,0	21,8	19,0	17,0	

Větev P1

- vodorovné - 1x sporák - nejvzdálenější

$$V_r = 3,71 \cdot 1^1 = 3,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 79,2 \text{ m}$$

$$L' = 2 \cdot 0,5 + 21 \cdot 0,7 + 2 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,5 = 18,5 \text{ m}$$

$$L_e = 97,7 \text{ m}$$

$$\Delta p = 100 / (97,7) = 1,02 \text{ Pa/m}$$

Volím DN 32

- vodorovné - 1x grilovací deska

$$V_r = 1,85 \cdot 1^1 = 1,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 25.

- vodorovné – 1x grilovací deska + 1x sporák

$$V_r = 1,85 \cdot 1^1 + 3,71 \cdot 1^1 = 5,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 40.

- vodorovné – 1x grilovací deska + 2x sporák

$$V_r = 1,85 \cdot 1^1 + 3,71 \cdot 2^1 = 9,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 40.

- vodorovné – 1x grilovací deska + 2x sporák + 2x plynový kotel

$$V_r = 1,85 \cdot 1^1 + 3,71 \cdot 2^1 + 28,6 \cdot 2^{-0,1} = 35,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 70.

Větev P2

- vodorovné –2x plynový kotel

$$V_r = 28,6 \cdot 2^{-0,1} = 26,68 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 70.

- vodorovné –1x plynový kotel

$$V_r = 28,6 \cdot 1^{-0,1} = 28,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 70.

- Stoupací potrubí – 1x grilovací deska + 2x sporák

$$V_r = 1,85 \cdot 1^1 + 3,71 \cdot 2^1 = 9,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

Volím DN 40.

- Stoupací potrubí –2x plynový kotel

$$V_r = 28,6 \cdot 2^{-0,1} = 26,68 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vyhovuje DN60, Volím DN 70.

- Stoupací potrubí – 1x grilovací deska + 2x sporák + 2x plynový kotel

$$V_r = 1,85 \cdot 1^1 + 3,71 \cdot 2^1 + 28,6 \cdot 2^{-0,1} = 35,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vyhovuje DN60, Volím DN 70.

B.2.5.4 NÁVRH DOMOVNÍHO PLYNOMĚRU

Návrh: membránový plynoměr G.A.S. – BK G25, 335 mm

Minimální průtok

$$Q_{\min} = 0,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Maximální průtok

$$Q_{\max} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Posouzení na minimální průtok:

$Q_{\min} \text{ plynoměr} < Q_{\min} \text{ připojených spotřebičů}$

$$0,25 \text{ m}^3/\text{h} < 1,85 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na maximální průtok:

$X \cdot Q_{\max} \text{ plynoměr} \geq Q_{\max} \text{ plynovod}$

$X = 1,3$ pro zemní plyn

$$1,3 \cdot 40 \text{ m}^3/\text{h} \geq 35,95 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

C PROJEKT

C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Zdravotně technické instalace, plynovodní instalace, přípojky

C.1.1 ÚVOD

Tato část projekt zahrnuje řešení rozvodů zdravotně technický instalací, plynovodních instalací a přípojek v bytovém domě, nacházejícím se na ulici Prostřední v obci Otrokovice. Jedná se o podsklepený řadový bytový dům, s jedním podzemním a čtyřmi nadzemními podlažími. Jako podklad pro vypracování projektu byly použity půdorysy čtyř nadzemních a jednoho podzemního podlaží.

C.1.2 POTŘEBA VODY

Průměrná denní potřeba vody

84 x lůžek hotelu	(123 l/lůžko.den)	= 84 x 123	= 10 332l/den
84x sauna, wellness	(27 l/lůžko.den)	= 84 x 27	= 2 268 l/den
16 x pracovník restaurace	(384 l/prac.den)	= 16x 384	= 6 144 l/den
29 x zaměstnanec	(72 l/ os.den)	= 29 x 72	= 2 088 l/den
Celkem			20 832 l/den

Maximální denní potřeba vody

$$Q_{d,max} = Q_p \cdot k_d$$

$$Q_{d,max} = 20\,832 \times 1,5 = 31\,248 \text{ l/den} = 31,248 \text{ m}^3/\text{den}$$

k_d = koeficient denní nerovnoměrnosti; $k_d = 1,25 - 1,5$

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_{h,max} = \frac{Q_{d,max}}{t} \cdot K_h = \frac{31\,248}{24} \cdot 2,1 = 2\,734,2 \text{ l/hod}$$

K_h = koeficient hodinové nerovnoměrnosti; $K_h = 1,8 - 2,1$

Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p \cdot d = 20,832 \cdot 365 = 7\,603,68 \text{ m}^3/\text{rok}$$

d = počet provozních dnů budovy

Průměrná denní potřeba teplé vody

94 osob (dočasné ubytování) (souč. současnosti s=0,8)	sprcha...	0,06 m ³ /den
94 osob (dočasné ubytování) (souč. současnosti s=0,8)	umývání...	0,02 m ³ /den
2122 m ² úklid	100 m ² ...	0,02 m ³ /den
620 jídel (restaurace) (souč. současnosti s=0,7)	jídlo...	0,0015 m ³ /den
94 osob (wellness) (souč. současnosti s=1,0)	sprcha...	0,04 m ³ /den
94 osob (wellness) (souč. současnosti s=1,0)	umyvadlo...	0,02 m ³ /den

$$V_{zp} = (94 \cdot 0,06 + 94 \cdot 0,02) \cdot 0,8 + (94 \cdot 0,04 + 94 \cdot 0,02) \cdot 1,0 + 22 \cdot 0,02 + 620 \cdot 0,0015 \cdot 0,7$$

$$V_{zp} = 12,75 \text{ m}^3/\text{den}$$

C.1.3 PŘÍPOJKY

Přípojka splaškové kanalizace

Splašková kanalizace bude napojena na stávající splaškovou stoku DN 300 PVC KG v ulici Hněvkovského

Na pozemku nemovitosti bude zhotovena nová splašková kanalizační přípojka DN/OD 225PVC KG pro odvod splaškových vod. Průtok splaškových odpadních vod kanalizační přípojkou činí 17,5 l/s. Kanalizační přípojka bude na splaškovou stoku napojena nalepovací odbočkou a jádrovým vývrtem. Hlavní vstupní šachta od firmy Klartec bude vyhotovena z betonových skruží o průměru 1000 mm a bude opatřena litinovým poklopem průměru 600 mm třídy zátěže D400. Šachta bude umístěna na soukromém pozemku před domem.

Vodovodní přípojka

Na pozemku nemovitosti bude zřízena nová vodovodní přípojka vyhotovená z materiálu HDPE 100 SDR11 110x10. Vodovodní přípojka bude napojena na stávající vodovodní řad pro veřejnou potřebu DN 150 PE 100 SDR11 v ulici Hněvkovského. V místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad by měl být dle provozovatele přetlak vody mezi 0,55 až 0,56 MPa. Výpočtový průtok vodovodní přípojky dle ČSN 75 5455 to je 9,76 l/s. Vodovodní přípojka bude na veřejný řad napojena pomocí navrtávacího pasu s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem.

Potrubí vodovodní přípojky bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm, obsyp a zásyp bude také proveden pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Podél potrubí přípojky bude položen signalizační vodič a ve výšce 300 mm nad horním lícem trubky se do výkopu uloží výstražná folie.

Plynovodní přípojka

Do objektu bude přiveden zemní plyn novou STL plynovodní přípojkou zhotovenou z materiálu HDPE 100 SDR 11 63x5,8 dle ČSN EN 12007 a TPG 702 01. Redukovaný odběr plynu přípojkou

činí 35,95m³/h. Nová STL přípojka bude napojena na stávající STL plynovodní řad 90x8,2 HDPE 100 SDR 11 pomocí přivařovacího navrtávacího T-kusu. Hlavní uzávěr plynu, regulátor tlaku a domovní plynoměr bude umístěn v instalační skříni o rozměrech 1250 x 1 250 x 420 mm, která bude umístěna v instalačním sloupku na hraně pozemku. Součástí instalační skříně jsou i dvoukřídlá plastová dvířka o rozměrech 1200 x 1200 mm s nápisem HUP, větracími otvory a dvubodovým uzávěrem na čtyřhranný klíč 6 x 6 mm.

Potrubí plynovodní přípojky bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude také pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Podél potrubí přípojky se položí signalizační vodič a ve výšce 300 mm nad horním lícem trubky se do výkopu položí výstražná folie.

C.1.4 VNITŘNÍ KANALIZACE

Splašková kanalizace

Jako podklad pro navržení, vyhotovení a odzkoušení vnitřní kanalizace sloužily normy ČSN EN 12056, ČSN EN 752 a ČSN 75 6760.

Splašková kanalizace, která odvádí odpadní vody od zařizovacích předmětů mimo objekt nemovitosti, bude napojena na kanalizační přípojku vedenou do stoky v ulici Hněvkovského. Průtok odpadních vod vnitřní kanalizací ve svodném potrubí činí 17,5 l/s. Svodná potrubí odvádějící splaškové vody z 1.NP – 4.NP budou vedena pod stropem 1.S a mimo objekt povedou pod terénem v nezamrzlé hloubce. Svodná potrubí odvádějící odpadní vodu z 1.S povedou v zemi pod podlahou 1.S a budou zaústěna do čerpací stanice odpadní vody Klartec. Odtud bude odpadní voda vyčerpána do svodného potrubí vedeného pod stropem 1.S. Všechny prostory a drážky v základových pasech budou bezpodmínečně konzultovány se statikem. Na soukromém pozemku, v místě, kde se bude napojovat hlavní svodné potrubí na přípojku, bude zhotovena hlavní vstupní šachta od firmy Klartec z betonových skruží o průměru 1000 mm a bude opatřena litinovým poklopem průměru 600 mm a třídy zatížení D400.

Na odpadních potrubích budou osazeny v úrovni 1.NP, respektive 1.S čistící tvarovky a budou přístupné pomocí plastových revizních dvířek o rozměrech 200 x 200 mm, pokud budou umístěny v instalačních šachtách, tak pomocí revizních plastových dvířek 600 x 600. Prostup potrubí stropem bude opatřen protipožárními manžetami. Všechny odpadní potrubí budou odvětraná a vyvedena nad střechu. Odpadní potrubí budou zakončena pomocí volného vývodu a to minimálně 500 mm nad úroveň střechy a povedou v instalačních šachtách nebo v předstěnách. Odpadní, větrací a připojovací potrubí bude provedeno ze systému PP (polypropylen) HT a upevnění ke stěnám bude zajištěno pomocí kovových objímek s gumovou vložkou. Při osazování objímek je nutno dbát pokynů výrobce potrubí a dodržet maximální povolené vzdálenosti.

Připojovací potrubí povedou v předstěrových přízdívkách a pod omítkou.

Pro potrubí v zemi bude použit materiál PVC KG. Toto potrubí bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude též pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Při realizaci je nutné dodržet montážní pokyny výrobce potrubí.

Čerpací stanice odpadních vod

V objektu je navržena čerpací stanice odpadních vod. Je umístěna pod podlahou 1.S, konkrétně pod technickou místností. Splaškové vody jsou do čerpací stanice přiváděny svodným potrubím PVC-KG DN 125, které je do nádrže zaústěno ve výšce 840 mm nade dnem. Výtlačné potrubí je vyhotoveno z materiálu HDPE 100 – SDR 17 v dimenzi 75x4,5. Dopravní výška pro návrh čerpadel činí 7,47 m. Minimální užitečný objem nádrže je 333,6 l. Vzhledem k těmto skutečnostem byla navržena čerpací stanice Klartec – KL PS 1500x1500 o rozměrech 1 500 x 1 500 x 2 000 mm a užitém objemu 1 220 l. Čerpací stanice bude vystrojena dvěma čerpadly Grundfos SL1.50.65.09.E.2.50B, jedno z nich bude jako 100% záloha pro případ poruchy.

Tuková kanalizace

Jako podklad pro návrh, vyhotovení a odzkoušení vnitřní kanalizace sloužily normy ČSN EN 12056, ČSN EN 752, ČSN EN 1825-2 a ČSN 75 6760.

Tuková kanalizace odvádí odpadní vodu z části hotelové kuchyně. Maximální průtok v tukové kanalizaci je 5,97 l/s. Jednotlivá odpadní potrubí jsou pod stropem 1.S zaústěna do svodného potrubí, kterým jsou odpadní vody odvedeny ven z objektu v nezámrzné hloubce 1,5m. Celý systém tukové kanalizace je na dvou místech odvětrán pomocí dvou větracích potrubí, která jsou vyvedena minimálně 500 mm nad střechem. Tukové vody jsou vně objektu svedeny do lapáku tuku.

Lapák tuku

Lapák tuku byl navržen dle normy ČSN EN 1825-2 na maximální nátok 5,97 l/s. Výpočtem byl stanoven jmenovitý rozměr lapáku pro tento nátok na NS 8, proto navrhuji lapák tuku Klartec – KL LT 10 o objemu 8 m³. Rozměry lapáku jsou 3 300 x 2 200 x 1 640 mm. Lapák je osazen dvěma betonovými vstupními šachtami o průměru 800 mm opatřenými poklopy o průměru 600 mm a třídě zatížení B125. Lapák tuku je umístěn v zemi vedle budovy hotelu a je odvětrán pomocí jednoho větracího potrubí vedeného uvnitř objektu.

Dešťová kanalizace

Dešťové vody ze střechy objektu budou odváděny pomocí dvanácti střešních vtoků a dvou bezpečnostních atikových přepadů o rozměrech 500 x 100 mm. Dešťová odpadní potrubí z hlavní střechy objektu povedou uvnitř objektu instalačními šachtami a předstěnami. Odpadní potrubí ve střechy nad 1.NP budou vedeny po fasádě objektu. Vnitřní odpadní potrubí budou v úrovni 1 metru nad podlahou 1.NP osazeny čistícími tvarovkami. Odpadní potrubí bude přecházet do svodného potrubí pod stropem 1.S. Přechod z odpadního do svodného potrubí bude proveden pomocí dvou 45° kolen. Svodné potrubí bude následně vyvedeno ven z objektu v nezámrzné hloubce 1,5m. Vedení potrubí je patrné z výkresové části dokumentace.

Vnější odpadní dešťová potrubí budou svedena na dlážděné parkoviště. Všechna vnější odpadní potrubí dosahující úrovně terénu budou do výšky 1,0m nad úrovní terénu vyhotovena z litinové trouby a ta bude upevněná ke stěně nad terénem a pod hrdlem ocelovou objímkou. Zbytek vnějších dešťového odpadního potrubí bude klempířský výrobek.

Dešťové potrubí v zemi bude vyhotoveno z PVC KG a bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude také pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí. Při realizaci je nutné dodržet montážní pokyny výrobce potrubí.

Srážkové vody z parkoviště pro návštěvníky před budovou bude jímáno pomocí šesti uličních vpustí. Tyto vody budou dále svedeny pomocí svodných potrubí do odlučovače lehkých kapalin od firmy Klartec. Na výstupu z odlučovače bude umístěna revizní šachta Klartec z betonových skruží o průměru 1000 mm a bude opatřena litinovým poklopem průměru 600 mm a třídy zatížení D400, pro odběr vzorků a zde bude také umístěna zpětná armatura jako ochrana proti vyplavení odlučovače. Srážkové vody z parkoviště a hlavní střechy budovy budou následně společně svedeny do betonové vsakovací nádrže Klartec o objemu 105 m³ umístěné pod parkovištěm.

Srážkové vody z parkoviště zásobování za budovou budou společně se srážkovou vodou ze střechy nad 1.NP svedeny do zatravněného vsakovacího průlehu za budovou.

Vsakovací zařízení

Potřebný retenční objem vsakovací nádrže je 91,7 m³ proto volím segmentovou betonovou vsakovací nádrž o objemu 105 m³, která bude osazena do země pod parkovištěm. Rozměry nádrže jsou 16 000 x 3 600 x 2 600 mm. Poklopu má průměr 600 mm a třídu zatížení D400. Nádrž je opatřena bezpečnostním přepadem a odvětráním do šachty opatřené uzamykatelným mřížovým poklopem, který je umístěn mimo odvodňovanou plochu. V případě zavodnění této šachty bude voda vytékat volně na povrch, směrem od odvodňované plochy.

Potřebný retenční objem vsakovacího průlehu je 31,43 m³, proto navrhuji zatravněný vsakovací průleh o objemu 58,65 m³ a rozměrech 39 100 x 3 000 x 500 mm.

C.1.5 NÁVRH SYSTÉMU ŠEDÝCH VOD

Výpočtem bylo zjištěno, že produkce šedé vody z koupelen, při plné obsazenosti hotelu, pokryje požadavky potřebu vody provozní. Případné deficity produkce při nižší obsazenosti budou pokrývány automatickým doplňováním systému pitnou vodou.

Do nádrží na šedou vodu jsou sváděny šedé vody z umyvadel, sprch, van, myček a dřezů v čajové kuchyňce a kavárně. Černá voda z toalet, voda ze zařízení kuchyně, která nevyžaduje napojení na lapák tuku, některých sprch a umyvadel je sváděna do veřejné splaškové kanalizace.

Pro čištění šedé vody jsou navrženy dvě nádrže, obě o objemu 10 000 litrů. V první nádrži probíhá akumulace přitékající šedé vody a také hlavní čistící proces pomocí zařízení firmy ASIO, spol. s r.o. Aqualoop 204. Zařízení Aqualoop je vybaveno membránovou jednotkou s filtrační náplní jako nosičem biomasy, dmychadlem, vestavěným čerpadlem, a také nádrží na zpětný proplach. Dmychadlo umožňuje jak zpětný proplach, tak také dodává kyslík nutný k čistícímu procesu. Proces čištění vody, a také samočisticí proces, jsou ovládány řídicím systémem. Po přečerpání vody do poslední nádrže je voda akumulována a připravena k odběru.

Mezi akumulací nádrží a odběrným místem voda ještě prochází přes UV čištění, které odstraňuje bakterie a dezinfikuje vodu bez použití chemikálií.

Z akumulací nádrže je bílá voda čerpána ponorným čerpadlem Calpeda GQR 10-10 do vyrovnávací nádrže umístěné v technické místnosti v suterénu objektu. Toto čerpadlo je spouštěno snímačem hladiny umístěným ve vyrovnávací nádrži. V případě nedostatku bílé vody v akumulací nádrži nedojde k zanutí ponorného čerpadla, ale k automatickému doplnění vyrovnávací nádrže pitnou vodou.

Přívod pitné vody do vyrovnávací nádrže je realizován pomocí volného výtoku. Všechny tři nádrže jsou opatřeny bezpečnostním přepadem, a také vypouštěním. Na přívodu šedé vody je umístěn trojcestný ventil pro případ odstavení celého systému, umožňuje odtok šedé vody do veřejné kanalizace.

Na nádržích musí být umístěno označení: "nepitná voda".

C.1.6 VNITŘNÍ VODOVOD

Vnitřní vodovod byl navržen dle ČSN EN 806, ČSN 75 5409 a dimenzován dle ČSN 75 5455. Tlakové zkoušky a montáž vnitřního vodovodu se bude provedena dle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Provozování a udržování vnitřního vodovodu bude prováděno dle ČSN EN 806-5, ČSN 75 5409.

Napojení vnitřního vodovodu na vodovodní přípojku pitné vody 40x3,7 bude provedeno ve vodoměrné šachtě. V prefabrikované betonové vodoměrné šachtě o rozměrech 2750x1400x2090 mm bude umístěna vodoměrná sestava s vodoměrem a hlavní uzávěrem.

V místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řad by měl být, dle provozovatele sítě, přetlak vody mezi 0,55 až 0,60 MPa.

Hlavní uzávěr vody objektu bude osazen na přívodním potrubí v technické místnosti v 1. S, kde bude provedeno oddělení požárního vodovodu. Přívodní ležaté potrubí bude vně objektu vedeno 1 m od základů objektu v hloubce 1,5 m pod úroveň terénu a bude až po vstup do objektu opatřeno ochranným potrubím. V prostoru 1.S povede vodorovné připojovací potrubí pod stropem.

Stoupací potrubí vodovodu budou vedena v instalačních předstěných. Prostup potrubí stropem bude opatřen protipožárními manžetami. Připojovací potrubí povedou v předstěnových přízdívkách a pod omítkou při vnitřních okrajích.

Teplá voda bude pro celý objekt připravována ústředně ve dvou nepřímotopných zásobníkových ohřivačích Regulus RBC 1500 o objemu 1466 l, které budou umístěny v kotelně v 1.S. Na přívodu studené vody do těchto ohřivačů bude osazen kulový kohout, kontrolovatelný zpětný ventil, vypouštěcí ventil, manometr a pojistný ventil s otevíracím přetlakem 0,6 MPa. Na výstupu teplé vody ze zásobníků bude osazen pojistný ventil, ukazovací teploměr, kulový kohout a vypouštěcí ventil.

Rozvody vnitřního vodovodu budou provedeny ze systému Wavin Ekoplastik. Pro rozvod studené vody pitné je navrženo potrubí EVO (PP-RCT). Rozvod teplé vody je navržen z potrubí FIBER BASALT PLUS (PP-RCT s čedičovým vláknem).

Při volném vedení bude potrubí upevněno ke stěnám nebo stropům pomocí kovových objímek s gumovou vložkou. Při napojení potrubí z různých druhů materiálů bude využito ISO spojek. Potrubí ze stejného plastového materiálu od jednoho výrobce budou svařována. Jako tepelná izolace na potrubí budou použita tepelně izolační pouzdra z minerální vlny s kaširovanou hliníkovou fólií ROCKWOOL PIPO ALS v tloušťkách dle výpočtu. Ležatá potrubí studené vody vedená pod stropem budou opatřena izolací o tloušťce 9 mm, stoupací potrubí studené vody vedená v instalačních šachtách budou opatřena izolací o tloušťce 13 mm a připojovací potrubí studené vody vedená pod omítkou a v instalačních předstěrách budou opatřena izolací o tloušťce 6 mm. Potrubí teplé vody budou opatřena tepelnou izolací, a to potrubí 20x2,8 mm tloušťkou 40 mm, potrubí 25x3,5 mm tloušťkou 30 mm, potrubí 32x4,4 mm tloušťkou 40 mm, potrubí 40x5,5 mm tloušťkou 50 mm, potrubí 50x6,9 mm tloušťkou 30 mm, potrubí 63x8,6 mm tloušťkou 40 mm, potrubí 75x8,4 mm tloušťkou 50 mm a potrubí 90x10,1 mm tloušťkou 40 mm. Spojení závitových armatur s plastovým potrubím bude provedeno pomocí přechodek s mosazným závitěm. Uzavírací armatury budou tvořit mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

Vodovod bude zásobovat i požární vodovod pro první zásah. Hadicové systémy o rozměrech skříně 650 x 650 x 175 s tvarově stálou hadicí DN 19 a délkou 30 m budou osazeny v 1. S v garáži a na chodbě, v 1. NP až 4. NP na chodbách. Požární vodovod je od vodovodu pitné vody oddělen pomocí ochranné jednotky EA. Potrubí požárního vodovodu o průtoku 1,56 l/s bude provedeno z pozinkované oceli.

Rozvod užitkové vody bude vyhotoven z potrubí EVO (PP-RCT) systému Wavin Ekoplastik. Potrubí bude označeno pruhy zelené barvy o šířce 50 mm v maximální vzdálenosti 1 m. Čerpání užitkové vody ze systému AQUALOOP 204 k jednotlivým zařizovacím předmětům bude zajištěno ponorným čerpadlem Calpeda GQR 10-10 umístěným v akumulární nádrži bílé vody a automatickou tlakovou stanicí ATS PUMPA 3 SBI 5-10 TE umístěnou v technologické místnosti. Čerpací stanice se skládá ze tří paralelně zapojených čerpadel ovládaných frekvenčním měničem. Každé čerpadlo je na výtlaku opatřeno tlakovou nádobou o objemu 20 l. jedno z čerpadel bude sloužit jako záloha pro případ poruchy. Bude v pravidelných intervalech spouštěno pouze pro kontrolu funkčnosti.

C.1.7 DOMOVNÍ PLYNOVOD

Plynové spotřebiče

Plynový sporák (2 ks)

Jmenovitá roční spotřeba plynu 395 m³/rok

Roční potřeba plynu 790 m³/rok

Grilovací deska (1 ks)

Jednotková roční spotřeba plynu 197 m³/rok

Roční potřeba plynu 197 m³/rok

Plynový kotel (2 ks)

Plynový kotel pro vytápění a ohřev teplé vody-výkon 75 – 225 kW – 28,6 m³/h

Roční potřeba plynu 105 551 m³/rok

Celková roční potřeba plynu = 106 538 m³/rok

Vnitřní plynovod

Domovní plynovod bude zhotoven dle ČSN EN 1775 A TPG 704 01.

Plynové sporáky jsou spotřebiče typu A, a proto musely být spočítány objemy místností, v nichž jsou spotřebiče umístěny, tyto objemy nesmějí být menší než 500 m³. V případě nuceně větrané místnosti lze tento objem zmenšit až na 50 %. V prostoru kuchyně je nutné navrhnout nucené větrání.

Plynový kotel je spotřebič typu C s odvodem spalin nad střechu pomocí koaxiálního komína, který zároveň zajišťuje i přívod spalovacího vzduchu. Obytné místnosti budou vytápěny centrálně pomocí kotle umístěného v kotelně.

Hlavní uzávěr plynu, regulátor tlaku a domovní plynoměr bude umístěn v instalační skříni o rozměrech 1250 x 1 250 x 420 mm, která bude umístěna v instalačním sloupku na hraně pozemku. Součástí instalační skříně jsou i dvoukřídlá plastová dvířka o rozměrech 1200 x 1200 mm s nápisem HUP, větracími otvory a dvoubodovým uzávěrem na čtyřhranný klíč 6 x 6 mm. Před vstupem do objektu bude plynovod opatřen ochrannou trubkou. Ležaté plynovodní potrubí bude vedeno pod terénem vně budovy a uvnitř objektu povede pod stropem a pod omítkou. Potrubí pod omítkou nesmí být uloženo do agresivního materiálu. Prostupy volně vedeného potrubí zdi a stropy budou řešeny pomocí ochranných trubek s minimálním přesahem 100 mm od líců prostupovaných konstrukcí.

Potrubí v zemi vně domu bude provedeno z HDPE 100 SDR 11 90x5,2 mm. Potrubí v zemi bude uloženo na pískovém loži o tloušťce 100 mm a obsypáno bude také pískem do výšky 300 mm nad horní úroveň potrubí.

Materiálem pro vnitřní plynovod bude ocelové závitové potrubí spojované svařováním a bude opatřeno ochranným nátěrem. Jako uzávěry budou použity kulové kohouty s atestem na zemní plyn. Před uvedením plynovodu do provozu musí být provedena zkouška těsnosti a pevnosti dle ČSN EN 1775 a TPG 704 01 a revize plynového zařízení podle vyhlášky č.85/1978 Sb. Po provedení zkoušek těsnosti a pevnosti bude potrubí natřeno žlutým lakem.

C.1.8 ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY

Budou použity zařizovací předměty podle sestav, které jsou specifikované v legendě zařizovacích předmětů. Všechny záchodové mísy budou nástěnné s předstěnovou splachovací nádržkou. U umyvadel budou stojánkové baterie, dřezů a van budou nástěnné baterie. Výlevky bude volně stojící s vysoko položenou splachovací nádržkou. Automatické pračky AP budou ke kanalizačnímu potrubí napojeny přes zápachové uzávěrky HL 400 a k vodovodnímu potrubí pomocí výtokového ventilu na hadici, se zpětnou klapkou. Myčka nádobí v čajové kuchyňce a kavárně bude ke kanalizační potrubí napojena přes dřezový sifon.

Použity mohou být jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

C.1.9 ZEMNÍ PRÁCE

Pro přípojky a ostatní potrubí, která budou uložena v zemi, se vyhloubí rýhy o šířce 0,8. V místě, kde bude potrubí uloženo na násypu, je třeba tento násyp předem dobře ztuhnout. Při provádění je třeba dodržet zásady bezpečnosti práce a výkopy se také musí ohradit a označit.

Příložným pažením je nutno pažít výkopy, které budou hlubší jak 1,5 m. Vykopaná zemina bude po dobu výstavby uložena podél rýh a přebytečná zemina bude po zahrnutí výkop a odvezena na skládku. Výkopové práce v místě souběhu či křížení s ostatními sítěmi se musí provádět ručně a také velice opatrně, bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození sítí. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Před zahájením zemních prací je nutné, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytyčili. Při souběhu a křížení s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti dle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a také podmínky provozovatelů těchto sítí. Při nesouladu polohy sítí s mapovými podklady od provozovatelů je nutno tento nesoulad konzultovat s příslušnými provozovateli. Obnažené křížené sítě je zapotřebí při provádění zemních prací zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O kontrole se provede zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutné dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., 362/2005 Sb. a 381/2001 Sb. a další příslušné ČSN, dále technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a obecního či městského úřadu a musí se zajistit bezpečnost práce.

V Brně dne 1. 1. 2020

Vypracoval: Jan Ševčík

C.2 LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

OZN. NA VÝKRESE	POPIS SESTAVY	POČET SESTAV
Us	-umyvadle keramické, obdélníkové, bílé, 600x480, Ideal Standard connect Cube -zápachová uzávěrka umyvadlová, hranatá, celokovová, pochromovaná, Alcaplast A401 Design -umyvadlová baterie stojánková, páková, pochromovaná, Ideal Standard Active -celokovová výpušť, clil/clack Alcaplast A392 - 2x rohový ventil CELOCHROM DN 20	81
Ui	-umyvadlo pro imobilní, keramické, obdélníkové zaoblené, bílé, 650x400, Ideal Standard Contour 21 -zápachová uzávěrka umyvadlová, hranatá, celokovová, pochromovaná, Alcaplast A401 Design - umyvadlová baterie stojánková, termostatická, s ergonomickou pákou, pochromovaná, Ideal Standard Ceraplus -celokovová výpušť, clil/clack Alcaplast A392 - 2x rohový ventil CELOCHROM DN 20	3
VA	-akrylátová vana obdélníková s rozšířením, bílá, 1700x700 mm, Ideal Standard Connect E020401 -zápachová uzávěrka vanová, plastová, Ideal Standard Ideal -Vanová baterie nástěnná, termostatická, pochromovaná, Ideal standard Active -sprchový set, Ideal Standard Senses 110 -včetně nosné konstrukce, bočního a čelního panelu	2
SM	-sprchová vanička čtvrtkruhová, keramická, bílá, 900x900, Ideal Standard Twist -zápachová uzávěrka sprchová, plastový, bílý Ideal Standard T851801 -sprchový kout čtvrtkruhový, skleněný, 900x900x1900, Ideal Standard Synergy -Sprchová baterie nástěnná, termostatická, pochromovaná, Ideal Standard Active -sprchový set, Ideal Standard Senses 110 -hlavová sprcha, nástěnná, pochromovaná, ø 300, Ideal Standard Jado	62
Spi	-sprchová podlahová vpust, plastové tělo, nerezová mřížka, DN50, RAVAK SN501 -sprchová baterie ergonomická, nástěnná, termostatická, pochromovaná, Ideal Standard Ceraplus -sprchový set, Ideal Standard Senses 110 -sprchová sedačka nástěnná, sklopná, nerezová, plastové sedátko, bílé, 490x340, JIKA UNIVERSUM -vodorovné madlo nástěnné, nerezové, délka 500 mm -svislé madlo nástěnné, nerezové, délka 500 mm -sprchová stěna pevná, bezpečnostní sklo, 900x1900	2
WCi	-záchodová mísa závěsná, keramická, bílá, hluboké splachováním, pro invalidy, Ideal Standard Contour 21 -montážní prvek pro závěsnou záchodovou mísu, pro zabudování do zděné instalační předstěny, GEBERIT KOMBIFIX -ovládací tlačítko, dvě množství splachování, kovové, pochromované, GEBERIT SIGMA60 -záchodové sedátko plastové s brzdou, bílé, Ideal standard Connect	3
WC	-záchodová mísa závěsná, keramická, bílá, s hlubokým splachováním, Ideal Standard Connect -montážní prvek pro závěsnou záchodovou mísu, pro zabudování do zděné instalační předstěny, GEBERIT KOMBIFIX -ovládací tlačítko pro oddálené splachování, dvě množství splachování, kovové, pochromované, GEBERIT SIGMA60 -záchodové sedátko plastové s brzdou, bílé, Ideal standard Connect	81

VL	-výlevka stojící na podlaze, keramická, bílá, s vodorovným odpadem, Jika Mira -baterie směšovací nástěnná, jednopáková, s prodlouženým výtokem, pochromovaná, Jika Lyra -nádržkový splachovač vysokopoložený -splachovací trubka -připojovací hadice 3/8", délka 1 500 mm -rohový ventil pochromovaný DN 15	5
PM	-pisoárová mísa, keramická, bílá, Ideal Standard Connect -zápachová uzávěrka odsávací -automatické splachovací zařízení včetně rohového ventilu a připojovací hadice -montážní prvek pro závěsnou pisoárovou mísu, GEBERIT KOMBIFIX	9
D	-dřez jednoduchý, nerezový, součást pracovní desky -zápachová uzávěrka s připojením na myčku, plastová, bílá, nerezový odpadní ventil -baterie dřezová, stojánková, s otočným výtokem, pochromovaná, -2x rohový ventil pochromovaný DN 15	2
VP1	-vpust podlahová DN 110 s vodní zápachovou uzávěrkou a přídatnou mechanikou zápachovou uzávěrkou, se svislým odtokem a litinovou mřížkou -izolační souprava	11
VP2	-vpust podlahová DN 50 s vodní zápachovou uzávěrkou a přídatnou mechanikou zápachovou uzávěrkou, s vodorovným odtokem a nerezovou mřížkou -izolační souprava	3

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout vnitřní kanalizaci, vodovod a plynovod v budově hotelu, včetně jejich napojení na inženýrské sítě na ulici Hněvkovského v Brně. Navržená varianta řešení je jednou z mnoha možností, které lze použít pro tento objekt. Životnost instalací bude záviset na kvalitě provedení realizačních firem, na kvalitě použitých materiálů a také na správném provozním zacházení ze strany uživatelů.

V první části jsem popsal základní problematiku recyklace šedých vod, metody jejich čištění a následné možnosti použití v domácnosti.

Výpočtová část je rozdělena do dvou částí, kdy první část je zaměřena na výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově. Druhá část pak obsahuje dimenzování kanalizace, vodovodu a plynovodu. Kanalizace byla řešena tradičním způsobem. Pro dimenzování vodovodu byla použita přesná metoda s tím, že všechny pokoje a skupiny zařizovacích předmětů budou zásobovány teplou vodou z centrálního zásobníkového ohříváče. V části věnované plynovodu byla navržena technologie kuchyně zahrnující dva sporáky a jednu grilovací desku, dále pak plynové kotle pro vytápění a přípravu teplé vody. Následně jsem v této části navrhl pro daný objekt systém recyklace šedé vody.

Při vyhodnocování problému případného nedostatečného objemu vyprodukované šedé vody, při menší obsazenosti hotelu, vůči potřebě vody užitkové jsem zvažoval, mimo variantu s doplňováním systému pitnou vodou, i další varianty krytí tohoto deficitu. Těmito variantami bylo například zřízení nádrže pro akumulaci dešťové vody nebo zavedení odpadních vod z kuchyně do technologie čištění. Obě varianty jsem ale zavrhl jako neekonomické. Variantu využití šedé vody z kuchyně z důvodu jejich značného znečištění a rizika poškození technologie čistírny šedé vody. Možnost využití dešťové vody by bylo spojeno s nutností návrhu akumulční nádrže a soustavy čerpadel jak pro zásobování systému provozní vody, tak pro zajištění prázdnění nádrže v případě dlouhodobé akumulace neobměňované vody. Dalším faktorem, který vystupoval proti akumulaci dešťové vody, byl fakt nerovnoměrnosti srážkových úhrnů v průběhu roku, a tudíž značného rizika nevyužití této investice jak v době déletrvajících sucha, tak v případě nárazových srážek v kombinaci s větší obsazeností hotelu,

Projekt zdravotně technických zařízení bytového domu jsem zpracovala dle vlastního úsudku v souladu s požadovanými normami a vyhláškami.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ZELINKA, Zdeněk; FORMÁNEK, Zdeněk. *Úpravy vody*. 1. Brno: ERA group spol., 2005. ISBN 80-7366-036-9
- [2] SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod pro rodinné domy*. 1. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6
- [3] DANIELS, Klaus. *Technika budov: příručka pro architekty a projektanty*. 1. čes. vyd. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-889-0563-X
- [4] ŽABIČKA, Zdeněk; VRÁNA Jakub. *Zdravotně technické a plynovodní instalace*. Brno: ERA group spol., 2009. ISBN 978-80-7366-139-7
- [5] ŠIMON, Michal. *Zdravotně technické instalace v hotelu s lázeňským provozem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2013
- [6] VALÁŠEK, Jaroslav. *Zdravotnětechnická zařízení budov: příručka pro architekty a projektanty*. 2. Bratislava: Jaga group, 2006.
- [7] VRÁNA, Jakub. *Technické zařízení budov v praxi*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1588-9
- [8] VYORALOVÁ, Zuzana. *Technická zařízení budov a infrastruktura sídel I*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05877-0.
- [9] BÁRTA, Ladislav. *Zásobování budov vodou*. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia., Brno 2006
- [10] KUCHARIK, Miroslav. *Zdravotně technické instalace ve studentských kolejích*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2015
- [11] BÁRTA, Ladislav. *Zásobování budov plynem*. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia., Brno 2006
- [12] TALAČ, Michal. *Zdravotně technické instalace a využití šedé a dešťové vody v průmyslovém areálu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2012
- [13] VÝSTUPOVÁ, Eliška. *Využití šedých vod v hotelu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2016
- [14] ONDRÁŠEK, Filip. *Rekonstrukce zdravotně technických instalací v mateřské škole*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2017
- [15] MAKOVÁ, Petra. *Hospodaření s vodou na plaveckém stadionu Lužánky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodaření obcí, 2013
- [16] NĚMCOVÁ, Kristýna. *Zdravotně technické a plynovodní instalace v objektu pro bydlení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technického zařízení budov, 2017
- [17] KORYTÁŘ, Ivo. *Využití šedé a dešťové vody pro občanskou vybavenost*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodaření obcí, 2014
- [18] BÁRTA, Ladislav, Jana DOLEŽALOVÁ, Lenka MAUREROVÁ a Helena WIERZBICKÁ. *BT51 - Technická zařízení budov I (S): AT01 - Technická zařízení budov I. A - Technická infrastruktura : návody do cvičení se vzorovými úlohami*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2015. ISBN 978-80-214-5132-2.

[19] HL Hutterer& Lechner GmbH. Katalog 28/CZ/SK 2018.Himberg, 2018

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- [20] BIELA, Renata. *Kvalita šedých vod a možnost jejich využití* [online]. 2011 [cit. 2020-01-01].
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>
- [21] ASIO, spol.s r.o., *Znovuvyužití šedých a dešťových vod v budovách* [online]. 2012 [cit. 2020-01-01].
Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/110.znovuvyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [22] SUEZ, *Spotřeba vody* [online]. [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <http://www.ondeo.cz/cs/co-chcete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody>
- [23] PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE, *Specifická spotřeba vody* [online]. 2020 [cit. 2020-01-01].
Dostupné z: <http://www.pvk.cz/specificka-spotreba-vody.html>
- [24] AQUAINFO.CZ, *V pohodě o vodě: nejlepší koupání v ČR* [online]. [cit. 2020-01-01].
Dostupné z: <http://www.aquainfo.cz/aqua-united/svetovy-den-vody/>
- [25] OVODARENSTVÍ.CZ *Nejvíce vody spotřebují v USA, nejvíce zaplatí v Dánsku* [online]. 2009 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/nejvice-vody-spotrebuji-v-usa-nejvice-zaplati-v-dansku>
- [26] VODARENSTVI.CZ, *Jak je tvořena cena vodného a stočného ČR* [online]. 2017 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/2017/01/08/cena-kterou-kazdy-plati-za-vodu-je-castym-tematem-medii-i-verejne-diskuze-obvykle-se-porovnavaji-jednotlive-regiony-nasi-zeme-a-zastupci-vodarenskych-spolecnosti-obvykle-vysvetluji-proc-jsou-v-jej/>
- [27] VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST. *Co je vodné a stočné?* [online]. 2009 [cit. 2020-01-01].
Dostupné z: <http://www.vodarenska.cz/co-je-vodne-a-stocne>
- [28] JIRMUS, V. *Recyklace šedé vody-nevyužitý zdroj uvnitř budovy* [online]. 2016 [cit. 2020-01-01].
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/14210-recyklace-sede-vody-nevyuzity-zdroj-uvnitř-budovy>
- [29] PLOTĚNÝ, K. *Využití šedých vod v budovách* [online]. 2013 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [30] MIFKOVÁ, T. *Nové metody nakládání s odpadními vodami* [online]. 2011 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/zdravotni-technika/nove-metody-nakladani-sodpadnimi-vodami>
- [31] JANUZSOVA, Kateřina. *Escherichia coli* [online]. 2012 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <http://cs.medixa.org/nemoci/escherichia-coli>
- [32] BEŇA, František. *Streptokokové nákazy* [online]. 2014 [cit. 2020-01-01] Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1411/jaro2014/BHHY021s/um/8769364/Streptokokove_nakazy.pdf
- [33] WATER SUPPLIES DEPARTMENT HONG KONG. *Technical specifications on greywater reuse and rainwater harvesting* [online]. 2015 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1177/technical_spec_grey_water_reuse_rainwater_harvest.pdf

- [34] JELÍNEK, Luděk. Předúprava vody [online]. [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~jelinekl/ZEN/Prednaska-08.pdf>
- [35] ASIO, spol. s.r.o. *AS-GW/AQUALOOP-projekční a instalační podklady* [online]. 2013 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/materialy-as-gw-aqualoop>
- [36] GREENLIFE. *Greywater-recycling-system 7.000 l/d* [online]. 2019 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://www.greenlife.de/en/2015/11/25/greywater-recycling-system-6-000-ld-2-3-2/>
- [37] ASIO, spol. s.r.o. *Membránová filtrace pro úpravu pitné vody* [online] 2013 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/52.membranova-filtrace-pro-upravu-pitne-vody>
- [38] GREENLIFE. *Greywater-recycling-system 10.000 l/d* [online]. 2019 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://www.greenlife.de/en/2015/11/25/greywater-recycling-system-1-000-ld-2-2-3-3-2-2>
- [39] AQUACO. *MBR System* [online]. 2019 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://www.aquaco.co.uk/grey-water-recycling/mbr-system/>
- [40] PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE. *Specifická spotřeba vody* [online] 2019 [cit. 2020-01-01] Dostupné z <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/specificka-spotreba-vody/>
- [41] BRNĚNSKÉ VODÁRNÝ A KANALIZACE. *Ceník* [online] [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <http://www.bvk.cz/zakaznikum/cenik/>
- [42] AQUACO. *Multi Media System* [online]. 2019 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z: <https://www.aquaco.co.uk/grey-water-recycling/multi-media-system/>
- [43] DEHOUST. *GEP-Watermanager GWM in-house WG 68* [online]. 2019 [cit. 2020-01-01]
Dostupné z:
http://www.dehoust.de/Files/PDF/Information/WG68_GWM%20950%20up%20to%20GWM%203750_datasheet.pdf

SEZNAM NOREM, ZÁKONŮ A VYHLÁŠEK

- [44] NORMA ČSN 01 3450 - Technické výkresy - instalace - Zdravotně technické a plynovodní instalace
- [45] NORMA ČSN 73 6005 - Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- [46] NORMA ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.
- [47] NORMA ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov
- [48] NORMA ČSN 73 4301 - Obytné budovy
- [49] NORMA ČSN EN 12056 - 2 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod - Navrhování a výpočet
- [50] NORMA ČSN 75 6760 - Vnitřní kanalizace
- [51] NORMA ČSN EN 12056 - 3 - Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech - Navrhování a výpočet
- [52] NORMA ČSN 75 6261 - Dešťová kanalizace
- [53] NORMA ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky

- [54] NORMA ČSN 75 6402 - Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel
- [55] NORMA ČSN 75 5409 - Vnitřní vodovody
- [56] NORMA ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů
- [57] NORMA ČSN 73 087 - Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
- [58] NORMA ČSN EN 1717 - Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem
- [59] NORMA ČSN 12 255-7 - *Čistírny odpadních vod. Část 7: Biofilmové reaktory*
- [60] NORMA BS 8525-1 - Greywatersystems. Codeofpractice.
- [61] NORMA BS 8525-2 - Greywatersystems. Domesticgreywatertreatmentequipment. Requirements and test methods.
- [62] NORMA ČSN EN 806-1 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě. Část 1: Všeobecně
- [63] NORMA ČSN EN 806-2 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě. Část 2: Navrhování
- [64] NORMA ČSN EN 806-3 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě. Část 3: Dimenzování potrubí - Zjednodušená metoda
- [65] NORMA ČSN EN 806-4 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě. Část 4: Montáž
- [66] NORMA ČSN EN 12007 - Zařízení pro zásobování plynem
- [67] PRAVIDLA TPG 702 01 - Plynovody a přípojky z polyetylénu
- [68] PRAVIDLA TPG 704 01 - Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynová paliva v budovách
- [69] PRAVIDLA TPG 934 01 - Plynoměry, Umísťování, Připojování a provoz
- [70] NORMA ČSN EN 1775 - Zásobování plynem - Plynovody v budovách - Nejvyšší provozní tlak ≤ 5 bar - Provozní požadavky
- [71] VYHLÁŠKA č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů
- [72] VYHLÁŠKA č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- [73] VYHLÁŠKA č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

SEZNAM DOPLŇKOVÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

<https://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j/>
<https://vytapeni.tzb-info.cz/>
<https://voda.tzb-info.cz/>
<http://ottp.fme.vutbr.cz/>
<https://www.rigips.cz/>
<http://www.belis.cz/>
<http://www.tesniciprostupy.cz/>
<http://fast10.vsb.cz/>
<https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/>
<http://www.vodavdome.cz/>
<http://www.asio.cz/cz/>
<https://www.bmto.cz/>
<http://www.koncept-ekotech.com/cs/>
<http://www.greenlife.de/>
<http://tzb.fsv.cvut.cz/>
<https://www.aquaco.co.uk/>
<http://www.aqua2use.com/>
<http://www.dewater.com/>
<https://www.wavin.com/cs-cz/>
<http://www.idealstandard.cz/>
<https://www.alcaplast.cz/>
<http://www.sapho-koupelny.cz/>
<https://www.ravak.cz/cz/>
<https://www.novaservis.cz/>
<https://www.schell.eu/>
<https://www.kolo-geberit.cz/>
<http://www.mirava.cz/>
<http://www.db-jimky.cz/>
<http://www.elplasthk.cz/>
<https://www.elster.sk/>
<https://www.gas.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

α – součinitel tepelné roztažnosti

α_e – součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu tepelné izolace

ΔL – změna délky trubky

Δp_{AP} – tlaková ztráta napojených zařízení

Δp_e – tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem

Δp_{ext} – tlakové ztráty ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vně budovy

Δp_F – tlaková ztráta vlivem místních odporů

Δp_{int} – tlakové ztráty v potrubí vodovodu uvnitř budovy

Δp_{WM} – tlaková ztráta vodoměrů

ΔQ_{max} – největší možný rozdíl mezi křivkou odběru tepla ze zásobníku a křivkou dodávky tepla do zásobníku

Δt – rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí z ohřívače a jeho spojením s cirkulačním potrubím

Δt – rozdíl teplot potrubí při montáži a provozu nebo rozdíl teplot studené a teplé vody

ΔU_{tbm} – celkový průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi

ε – součinitel vyjadřující nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací

ζ – součinitel místního odporu

η_r – účinnost distribuce

θ_2 – návrhová teplota teplé vody

θ_1 – návrhová teplota studené vody

θ_{im} – převažující vnitřní teplota v otopném období

θ_e – vnější návrhová teplota v zimním období

λ_θ – součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky nebo její tepelné izolace

ρ – hustota vody [kg/m^3]

φ – součinitel současnosti odběru vody z výtokových armatur a zařízení stejného druhu

A – plocha

AP – automatická pračka

A_r – plocha hladiny retenční dešťové

A_{red} – redukováná plocha

b – redukční činitel

c – měrná tepelná kapacita vody

C – materiálová konstanta

C – součinitel odtoku dešťových vod

d – počet dní otopného období

d – počet provozních dnů budovy

d_o – vnější průměr trubky

$d_o \times s$ – vnější průměr x tloušťka stěny trubky

d_e – vnější průměr tepelné izolace

d_v – vnitřní průměr vrstvy

d_z – vnější průměr vrstvy

DD – kuchyňský dvojdřez

D – počet denostupňů

D – vnitřní průměr potrubí

DN – jmenovitá světlost

DN/OD – jmenovitá světlost vztahovaná k vnějšímu průměru

DU – výpočtový odtok

e – přerušované vytápění během noci

EO – ekvivalentní obyvatel

g – tíhové zrychlení [m/s^2]

h – úhrn srážek
 h – rozdíl výškových úrovní [m]
 h_d – návrhový úhrn srážky
 H – nejmenší dopravní výška cirkulačního potrubí
 H – výhřevnost zemního plynu
 $HDPE$ – highdensity polyetylene
 H_T – celková měrná ztráta prostupem
 H_{TI} – měrná ztráta prostupem tepla
 $H_{T\psi, X}$ – měrná ztráta prostupem u místa tepelné vazby a mostu
 i – intenzita deště
 J – sklon
 k_d – koeficient denní nerovnoměrnosti
 K_h – koeficient hodinové nerovnoměrnosti
 K – konstanta
 K – součinitel odtoku
 l – délka posuzovaného úseku potrubí
 L – délka trubky
 LB – délka ohybového ramene
 LU – výtoková jednotka
 m – počet druhů výtokových armatur
 MN – myčka nádobí
 n – počet
 NP – nadzemní podlaží
 NTL – nízkotlaký plynovod
 O – ohřívač vody
 p – periodičita
 p_{dis} – dispoziční přetlak
 p_{minFI} – hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury
 p_k – koncový pracovní přetlak plynu
 p_{max} – ztráta tlaku
 p_z – počáteční pracovní přetlak plynu
 P – roční potřeba plynu
 PN – jmenovitý tlak
 PPR – polypropylen
 q – specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku
 q – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí
 q_a a q_b – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí
 q_c – tepelná ztráta celého přívodního potrubí
 q_l – délková tepelná ztráta úseku přívodního potrubí
 Q – výpočtový průtok v přívodním nebo cirkulačním potrubí
 Q_A – jmenovitý výtok
 Q_a a Q_b – výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích přívodního potrubí a jeho odpovídajícího cirkulačního potrubí
 Q_c – trvalý průtok
 Q_D – výpočtový průtok
 Q_h – maximální hodinová potřeba vody
 Q_{ho} – maximální hodinový odtok splaškové vody
 Q_m – maximální denní potřeba vody
 Q_{max} – hydraulická kapacita
 Q_{mo} – maximální denní odtok splaškové vody
 Q_n – jmenovitý průtok

Q_o – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže
 Q_p – čerpaný průtok
 Q_{pD} – průměrná denní potřeba vody
 Q_{pD0} – průměrný denní odtok splaškové vody
 Q_{pT} – průměrná denní potřeba teplé vody
 Q_r – roční potřeba vody
 Q_{r0} – roční odtok splaškové vody
 Q_{skut} – skutečná roční potřeba tepla pro vytápění
 Q_{st} – stanovený odtok srážkových vod z celé nemovitosti
 Q_{Tl} – celková ztráta prostupem
 Q_{tot} – celkový průtok splaškových vod
 Q_{Vl} – ztráta větráním
 Q_{ww} – průtok splaškových vod
 Q_z – celková předběžná tepelná ztráta budovy
 Q_z – tepelné ztráty
 Q_{zt} – teoretická roční potřeba tepla pro vytápění
 Q_1 – teplo dodané ohříváčem za čas t
 Q_{1n} – jmenovitý tepelný výkon ohřevu
 Q_{2p} – skutečná potřeba tepla
 Q_{2t} – teplo odebrané
 Q_{2z} – teplo ztracené
 R – tlakové ztráty třením
 SV – studená voda
 t_c – doba trvání srážky
 t_e – výpočtová venkovní teplota
 t_{es} – průměrná venkovní teplota v otopném období
 t_i – výpočtová vnitřní teplota
 t_{is} – průměrná vnitřní teplota
 TV – teplá voda
 U – součinitel prostupu tepla
 U – umyvadlo
 UM – umývatko
 v – průtočná rychlost
 V – objem budovy
 V_a – zjednodušený vzduchový objem budovy
 VA – vana
 V_{ih} – objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků
 VL – výlevka
 VP – vpusť
 V_r – retenční objem retenční srážkové nádrže
 V_z – objem zásobníku
 V_{2t} – potřeba teplé vody za periodu
 w – součinitel stoletých srážek
 WC – záchodová mísa
 z – součinitel teoretického zdržení odtoku v zařizovacích předmětech
 ZP – zařizovací předmět

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 , graf specifické potřeby vody v Praze [40]	17
Obrázek 2 , vývoj ceny vody v Brně [41]	18
Obrázek 3 , membránová filtrace [37]	25
Obrázek 4 , Asio AS-GW/AQUALOOP [35]	28
Obrázek 5 , GreenLife GWI 7.2 [36]	29
Obrázek 6 , GreenLife GW-FB 10 [38]	30
Obrázek 7 , Aquaco Aerobic MBR Grey Water System [39]	30
Obrázek 8 , Aquaco Multimedia Grey Water Systems [42]	31
Obrázek 9 , dEHOUST GEP-Watermanager GWM in-house [43]	32
Obrázek 10 , Denní produkce šedé vody	37
Obrázek 11 , Denní potřeba bílé vody	38
Obrázek 12 , Potřeba vody s kropením Obrázek 13 , Potřeba vody bez kropení	39
Obrázek 14 , Roční průběh množství vody v systému šedé vody	40
Obrázek 15 , Bilance množství vody v systému za rok.....	41
Obrázek 16 , Návratnost investice do systému.....	43
Obrázek 17 , Odběrový diagram – určení ΔQ_{max}	51
Obrázek 18 , charakteristika čerpadla odpadní vody	68
Obrázek 19 , tlaková ztráta domovního vodoměru	77
Obrázek 20 , cirkulační čerpadlo Wilo STAR-Z 25/6.....	85
Obrázek 21 , charakteristika cirkulačního čerpadla	85
Obrázek 22 , charakteristika vyvažovacího ventilu.....	86
Obrázek 23 , charakteristika čerpadle AT stanice.....	87
Obrázek 24 , Charakteristika ponorného čerpadla bílé vody.....	88
Obrázek 25 , tlaková ztráta domovního vodoměru, požární voda	89

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 , Biochemická spotřeba kyslíku [30].....	20
Tabulka 2 , Chemická spotřeba kyslíku [30]	21
Tabulka 3 , Plovoucí nečistoty [35]	22
Tabulka 4 , Limity del EN 16 941-2	22
Tabulka 5 , Limity pro splachování	23
Tabulka 6 , produkce šedé vody v budovách [28]	33
Tabulka 7 , produkce šedé vody dle činností [28]	33
Tabulka 8 , počet použití jednou osobou během dne podle druhu budovy [28]	35
Tabulka 9 , splachovací objem [28]	35
Tabulka 10 , potřeba vody pro praní [28]	35
Tabulka 11 , potřeba vody pro zalévání, kropení a úklid [28]	36
Tabulka 12 , Průměrná denní produkce šedé vody	37
Tabulka 13 , Průměrná denní potřeba bílé vody na splachování	38
Tabulka 14 , Průměrná denní potřeba bílé vody na úklid a zalévání.....	38
Tabulka 15 , Roční průběh množství vody v systému šedé vody	40
Tabulka 16 , ceny energií	41
Tabulka 17 , Úspory za rok.....	41
Tabulka 18 , Počáteční investiční náklady	42
Tabulka 19 , Provozní náklady	42
Tabulka 20 , koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti [50]	45
Tabulka 21 , bilance potřeby tepla a teplé vody [46]	50
Tabulka 22 , denní průběh potřeby tepla a teplé vody	50
Tabulka 23 , výpočet objemi zásobníkového otřivače teplé vody.....	52
Tabulka 24 , výpočtové odtoky DU jednotlivých zařizovacích předmětů [49]	53
Tabulka 25 , hydraulické kapacity Q_{max} při stupni plnění 70 % [49]	59
Tabulka 26 , návrhová periodičita srážek pro dimenzování retenčních nádrží [46].....	72
Tabulka 27 , návrhové úhrny srážek v ČR [51].....	72
Tabulka 28 , tepelné ztráty přívodního potrubí teplé vody.....	83
Tabulka 29 , maximální hodnoty součinitelů prostupu tepla U vztažených na jeden metr délky potrubí [72].....	90
Tabulka 30 , orientační hodnoty ekvivalentních délkových přírážek pro tvarovky a armatury plynovodního potrubí [66].....	94
Tabulka 31 , ztráty tlaku v závislosti na jmenovité světlosti potrubí a redukovaném odběru zemního plynu [66]	94

PŘÍLOHY

1. KOORDINAČNÍ SITUACE (1:200)
2. KANALIZACE – PŮDORYS ZÁKLADŮ (1:50)
3. KANALIZACE – PŮDORYS 1.S (1:50)
4. KANALIZACE – PŮDORYS 1.NP (1:50)
5. KANALIZACE – PŮDORYS 2.NP (1:50)
6. KANALIZACE – PŮDORYS 3.NP (1:50)
7. KANALIZACE – PŮDORYS 4.NP (1:50)
8. KANALIZACE – STŘECHA (1:50)
9. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ ČERNÁ VODA 1 (1:50)
10. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ ČERNÁ VODA 2 (1:50)
11. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ ČERNÁ VODA 3 (1:50)
12. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ ŠEDÁ VODA 1 (1:50)
13. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ ŠEDÁ VODA 2 (1:50)
14. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ TUKOVÁ (1:50)
15. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ ZÁKLADY (1:50)
16. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ ČERNÁ VODA (1:50)
17. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ ŠEDÁ VODA (1:50)
18. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ TUKOÁ (1:50)
19. KANALIZACE SPLAŠKOVÁ – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY (1:50)
20. KANALIZACE DEŠŤOVÁ – ROZVINUTÝ ŘEZ (1:50)
21. KANALIZACE DEŠŤOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ 1 (1:50)
22. KANALIZACE DEŠŤOVÁ – PODÉLNÝ ŘEZ 2 (1:50)
23. KANALIZACE – ULOŽENÍ PŘÍPOJKY
24. VODOVOD – PŮDORYS 1.S (1:50)
25. VODOVOD – PŮDORYS 1.NP (1:50)
26. VODOVOD – PŮDORYS 2.NP (1:50)
27. VODOVOD – PŮDORYS 3.NP (1:50)
28. VODOVOD – PŮDORYS 4.NP (1:50)
29. VODOVOD – AXONOMETRIE - 1.S a 1.NP (1:50)
30. VODOVOD – AXONOMETRIE - 2.NP a 3.NP (1:50)
31. VODOVOD – AXONOMETRIE - 4.NP (1:50)
32. VODOVOD – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY (1:50)

33. VODOVOD – DOMOVNÍ VODOMĚRNÁ SESTAVA
34. VODOVOD – ULOŽENÍ PŘÍPOJKY
35. PLYNOVOD – PŮDORYS 1.S (1:50)
36. PLYNOVOD – PŮDORYS 1.NP (1:50)
37. PLYNOVOD – AXONOMETRIE (1:50)
38. PLYNOVOD – PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY (1:50)
39. PLYNOVOD – SCHÉMA PLYNOVĚRNÉ SESTAVY
40. PLYNOVOD – ULOŽENÍ PŘÍPOJKY