



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 PENZIONU PRO SENIORY

SANITARY TECHNICAL INSTALLATIONS AND PIPELINE IN THE PENSION FOR THE ELDERLY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Erika Benková

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. Erika Benková
Název	Zdravotně technické instalace a plynovod v penzionu pro seniory
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 VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Alena Vaščáková
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je návrh zdravotně technických instalací v penzionu pro seniory v katastrálním území města Hodonín. Objekt se nachází na rovinatém terénu. Penzion pro seniory je navrhnutý jako čtyřpodlažní objekt s částečným podsklepením a 3 nadzemními podlažími. V podzemním podlaží se nachází zázemí zaměstnanců, šatny, technické zázemí, kanceláře, posilovna, sklad nábytku, sklad nářadí a místnost pro údržbáře. V prvním nadzemním podlaží se nachází kuchyň, různé sklady, provozovatelské prostory, lékař, zázemí pro zdravotné sestry, společenské prostory a ve třetí části objektu i pokoje pro seniory. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se nacházejí především pokoje pro seniory, lékař, zázemí pro zdravotné sestry, společenské prostory a jídelny.

Teoretická část pojednává o problematice výskytu Legionell. Výpočtová a projektová část řeší rozvody kanalizace, vodovodu a plynu v zadaném objektu.

KLÍČOVÉ SLOVÁ

Legionella, vnitřní kanalizace, vnitřní vodovod, domovní plynovod.

ABSTRACT

The master thesis is focused on the design of sanitary technical installations and pipeline in the pension for the elderly, in the cadastral area of Hodonín city. The pension is located in a plane terrain and is designed with four storeys, a partial basement and 3 aboveground floors. There are staff facilities, changing rooms, technical facilities, offices, gym, laundry, furniture storeroom, tool storeroom and maintenance room in underground floor. On the first floor there are kitchen, various storerooms, doctor, nursing facilities, meeting rooms and in the third part of the building are rooms for seniors. From the second to third floor there are rooms for seniors, doctor, nursing facilities, meeting rooms and dining rooms.

The theoretical part deals with the issue of the occurrence of Legionell. The calculation and project part solves the sewerage, water supply and gas distribution in the given building.

KEYWORDS

Legionella, sewerage system, water system, gas main.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Erika Benková *Zdravotně technické instalace a plynovod v penzionu pro seniory*.
Brno, 2019. 161 s., 492 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Alena
Vaščíková

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Erika Benková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Erika Benková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Touhle cestu bych rada poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Aleně Vaščákové za odborné, cenné rady a připomínky při konzultacích. Moc krát děkuji za projevené pochopení, povzbuzení a trpělivost. Srdečně děkuji také mé rodině, přáteli a kamarádům, kteří mně podporovali každý den a neustále ve mně věřili.

Bc. Erika Benková
autor práce

Obsah

Úvod.....	13
A. TEORETICKÁ ČÁST.....	14
A.1. Historie.....	14
A.2. Základní charakteristika	15
A.3. Výskyt bakterií Legionella.....	16
A.3.1. Cesty přenosu infekce	17
A.4. Onemocnění způsobené Legionellou.....	18
A.4.1. Legionářská nemoc.....	18
A.4.2. Pontiacká horečka	20
A.5. Ohrožení jedinci.....	21
A.6. Léčba Legionelly	22
A.7. Detekce Legionely	22
A.7.1. Detekce močového antigenu	23
A.7.2. Kultivace.....	23
A.7.3. Přímá imunofluorescence	23
A.7.4. Detekce nukleových kyselin pomocí PCR.....	23
A.7.5. Sérologie	24
A.8. Kontaminace vody Legionellou	24
A.8.1. Lokální kontaminace.....	24
A.8.2. Systémová kontaminace	25
A.9. Růst Legionelly.....	25
A.9.1. Požadavky na teplotu vody podle CEN/TR 16355.....	29
A.10. Materiál.....	30
A.11. Limity.....	32
A.12. Prevence	32
A.12.1. Prevence dle TNI CEN/TR 16355	33
A.12.2. Prevence dle Státního zdravotního ústavu dle norem DVGW: W551, W552 a ČSN 060320 A ČSN EN 806	33
A.13. Opatření.....	35

A.13.1. Technická opatření ke snížení kontaminace distribuční sítě bakterií Legionella	35
A.14. Odstranění Legionell z distribuční sítě pitné vody	40
A.14.1. Fyzikální termická dezinfekce	41
A.14.2. Chemická dezinfekce	44
A.14.3. Fyzikálně - chemická dezinfekce	48
A.14.4. Dezinfekce UV zářením	50
A.15. Porovnání jednotlivých postupů	51
A.16. Legionella ve světě	53
Závěr	54
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	55
B.1. Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojení na sítě pro veřejnou potřebu	55
B.1.1 Analýza zadání	55
B.1.2 Bilance potřeby vody	55
B.1.3. Bilance potřeby teplé vody dle ČSN 06 0320	56
B.1.4. Bilance odtoku odpadních vod.....	56
B.1.5. Bilance potřeby plynu	57
B.2. Výpočty související s následným rozpracováním 1 – 3 dílčích instalací.....	60
B.2.1 Výpočet tepelných ztrát pomocí protokolu k energetickému štítku obálky budovy	60
B.2.2. Návrh zařízení pro ohřev teplé vody	62
B.3. Plánované řešení navazujících profesí TZB	67
B.3.1. Vytápění	67
B.3.2. Vzduchotechnika	67
B.4. Dimenzování kanalizačního potrubí.....	68
B.4.1. Dimenzování splaškového kanalizačního potrubí.....	68
B.4.2. Dimenzování dešťového potrubí	86
B.4.3. Dimenzování lapáku tuků	89
B.4.4. Dimenzování odlučovače lehkých kapalin.....	90
B.4.5. Návrh vsakovacího zařízení pro 1. část střechy a dvě parkoviště	91

B.4.6. Návrh vsakovacího zařízení pro 2. část střechy	93
B.4.7. Návrh zařízení pro využití srážkové vody z 1. části střechy a z parkovišť	96
B.4.8. Návrh zařízení pro využití srážkové vody z 2. části střechy.....	97
B.5. Dimenzování vodovodního potrubí.....	100
B.5.1. Dimenzování potrubí studené vody	101
B.5.2. Návrh vodoměru	103
B.5.3. Dimenzování potrubí teplé vody.....	111
B.5.4. Dimenzování potrubí cirkulační vody.....	117
B.5.5. Dimenzování potrubí požární vody	124
B.5.6. Výpočet kompenzačních délek potrubí vody	125
B.5.7. Výpočet tloušťky tepelné izolace.....	128
B.6. Porovnání navržených variant rozvodu vodovodu a cirkulace.....	130
B.7. Dimenzování domovního plynovodu	131
B.7.1. Dimenzování domovního plynovodu a jeho návrh	131
B.7.2. Posouzení akumulačního prostoru plynovodu.....	135
B.7.3. Dimenzování plynovodní přípojky	135
B.7.4. Návrh regulátoru tlaku	136
B.7.5. Návrh plynoměru	136
B.7.6. Posouzení umístěných plynových spotřebičů.....	136
C. Projekt.....	138
C.1. Technická zpráva	138
C.1.1. Úvod	138
C.1.2. Bilance potřeby vody	139
C.1.3. Přípojky	139
ZÁVĚR.....	149
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	150
SEZNAM OBRÁZKŮ	156
SEZNAM TABULEK.....	157
SEZNAM GRAFŮ.....	158
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	159

SEZNAM PŘÍLOH	160
---------------------	-----

Úvod

Zadáním pro zpracování diplomové práce je téma, „Zdravotně technické instalace a plynovod v penzionu pro seniory“. Diplomová práce se zabývá vypracováním a navrhnutím zdravotně technické instalace v dané novostavbě penzionu. Řešený objekt má tři nadzemní podlaží a je z části podsklepený. V suterénu bude soustředěn ohřev teplé vody umístěný v technické místnosti. V podzemním podlaží se nachází zázemí zaměstnanců, šatny, technické zázemí, kanceláře, posilovna, prádelna, sklad nábytku, sklad nářadí a místnost pro údržbáře. V prvním nadzemním podlaží se nachází kuchyň, různé sklady, provozovatelské prostory, lékař, zázemí pro zdravotné sestry, společenské prostory a ve třetí části objektu i pokoje pro seniory. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se nacházejí především pokoje pro seniory, lékař, zázemí pro zdravotné sestry, společenské prostory a jídelny.

Záměrem teoretické části této práce je seznámení s bakterií *Legionella pneumophila*, jejím výskytu a růstu. Dále je popsána problematika onemocnění, které způsobuje, odstranění *Legionell* a prevence vůči ní. Výpočtová část řeší rozvody splaškové a dešťové kanalizace, rozvod studené vody, přípravu a rozvod teplé vody s cirkulací, požární vodovod, domovní plynovod a další výpočty potřebné pro správný návrh. Projekt je doplněn o jednotlivé výkresy zdravotně technických instalací.

A. TEORETICKÁ ČÁST

Voda je z chemického hlediska sloučenina tvořená vodíkem a kyslíkem, především představuje základní a nevyhnutní podmínku pro existenci života na Zemi. Pro lidské tělo je pitná voda velice důležitá, protože sedmdesát procent našeho těla je tvořeno z vody. Ta je obsažena v každé živé buňce, přepravuje látky nutné ke stavbě buněk, rozpouští živiny, odvádí z těla škodlivé látky a reguluje tělesnou teplotu. Její spotřeba v klidové poloze je asi 2 – 2,5 l denně, při práci je spotřeba závislá na druhu práce a měla by se pohybovat od 2 – 4 l denně. Člověk si bez vody neumí představit běžný den, protože je i prostředkem k udržení hygieny.

Nekvalitní voda může způsobit vážné zdravotní problémy a zapříčinit vážné onemocnění jako je cholera, tyfus, legionářská nemoc a další. Na celém světě zemře na choroby způsobené nekvalitní vodou více než 5 miliónů lidí proto se mikrobiologická nezávadnost vody laboratorně ověřuje.

Ve své práci se budu zabývat problematikou způsobenou bakterií *Legionella pneumophila*, která představuje problém v soustavách pro přípravu teplé vody na celém světě.

A.1. Historie

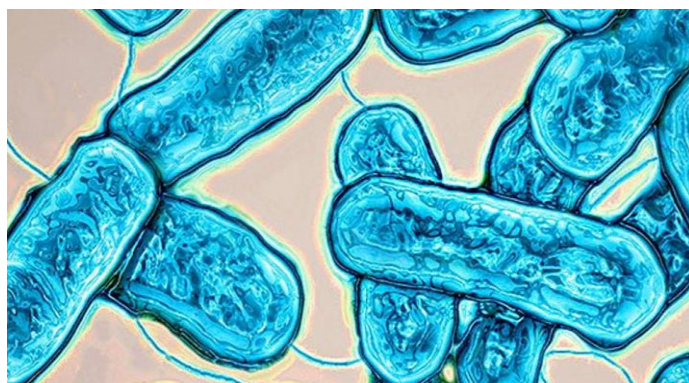
Roku 1976 se ve Spojených Státech Amerických ve městě Philadelphia konala konference válečných veteránů – legionářů. Po nějaké době konání sjezdu značná část účastníků onemocněla těžkým zápalom plic, kterému někteří dokonce podlehli. Protože byl tak četný a náhlý výskyt těžkého zápalu plic podezřelý, onemocnělo mnoho lidí najednou, začala se hledat příčina. V klimatizačním zařízení a zřejmě i v technickém vodním obslužném systému hotelu, kde byli legionáři ubytováni, byla nakonec objevena do té doby ještě nepopsaná bakterie, která byla nazvána *Legionella pneumophila* a těžká forma zápalu plic, kterou způsobila legionářskou nemoc. [1]

Krátce nato se prokázalo, že epidemie vyvolané *Legionellami* se určitě vyskytovaly i před rokem 1976. Ze vzorku krve vojenského potápěče, uložené v mrazicím boxu Centra pro kontrolu nemocí v Atlantě od roku 1943, byla úspěšně vykultivována *Legionella micdadei*. Za první průkazně doloženou epidemii legionářské nemoci bylo uznáno 81 postižených pacientů v nemocnici Sv. Alžběty ve Washingtonu r. 1965. [2]

První epidemie v ČR se objevila v pražském Institutu klinické a experimentální medicíny (IKEM), kde došlo k tragické události 7 pacientů, kteří zde prodělávali transplantace. Z počátku se udával počet úmrtí 4 a nyní dokonce 7 pacientů. [3]

A.2. Základní charakteristika

Legionella je rod patogenních bakterií čeledi Legionellaceae. Pod pojmem Legionella je myšleno přibližně 60 typů různých bakterií, přičemž minimálně 20 z těchto bakterií je velmi nebezpečných. Nejčastějším původcem infekcí je Legionella pneumophila. [4]



Obrázek 1: Baktérie *Legionella pneumophila* [5]

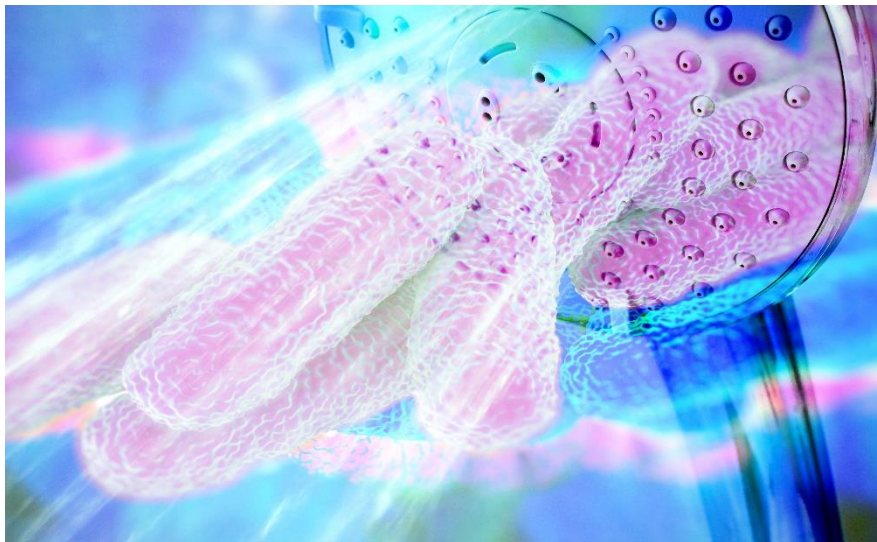
Tyčinkové bakterie *Legionella pneumophila* mají průměr 0,2 až 0,7 μm a délku 1 - 4 μm , někdy až 20 μm . Dokážou plavat ve vodě a mají dva a více bičků. Stěna obsahuje rozvětvené 2,3-dihydroxy - mastné kyseliny, které jsou charakteristické pro tento rod. Jsou aerobní, neoxidují a nefermentují glukózu ani běžné glycidy, které štěpí želatinu. Všechny Legionelly jsou potenciálně patogenní a interhumánní přenos nebyl prokázán.

Onemocnění vzniká většinou inhalační cestou. Zdroj nákazy je v životním prostředí, vodě z jezer, vodních toků, rozvodů teplé vody, sprchových hlavic a klimatizačního zařízení nebo z rozvodů teplé vody v nemocnicích. V suchém prostředí nejsou životaschopné. [6] a [7]

A.3. Výskyt bakterií Legionella

Baktérii Legionella se daří ve vnitrozemských vodných nádržích, v moři, ve vlhké půdě, měchu, pilinách, přírodních vodních zdrojích jako řeky, jezera a další možné rezervoáry vody, která často slouží jako zdroj pitné vody. Množí se taky v umělém prostředí: ledničky, klimatizačním zařízení, ohříváči vody, zásobních nádržích a lékařských přístrojích, kterých povrchy přicházejí do styku s vodou. [1] a [8]

Mezi nejčastější zdroje znečištění patří právě systémy pro přípravu teplé vody a klimatizační systémy. Do lidského organismu se Legionella dostává jednak požitím kontaminované vody nebo vdechnutím infekčního aerosolu. Čím menší jsou kapénky aerosolu, tím hlouběji do dýchacích cest se Legionella dostane a tím nebezpečnější formu onemocnění může způsobit. [1] a [8]



Obrázek 2: Bakterie *Legionella pneumophila* nacházející se ve směšovací baterii [9]

Jsou chlor-resistentní a vodárensky nesledované. Prostředí, i když se zdá být pro živé organismy nutričně nepříznivé, vytváří spolu se zvýšenou teplotou legionellám optimální podmínky pro přežívání mimo jiné i proto, že je zde minimum jejich konkurentů. [8]

Tabulka 1: Tabulka výskytu Legionelly [10]

	Veřejné prostory	Místa spojená s cestováním	Nemocnice a zdravotní zařízení
Místa, kde se Legionelly zdržují	průmyslové areály, obchodní domy, restaurace, rekreační zařízení, sportovní kluby	hotely, výletní lodě, kempy, nákupní centra, restaurace, kluby, rekreační střediska, sportovní kluby	nemocnice a zdravotní zařízení
Zdroje Legionell	chladicí věže, systémy teplé i studené vody, vířivky, termální bazény, zvlhčovače vzduchu, kuchyňské filtry na vodu, kompost, směsi hnojiv	chladicí věže, systémy teplé i studené vody, vířivky, termální prameny, teplovodní systémy, lázeňské bazény, výtokové armatury, ohříváče	chladicí věže, systémy teplé i studené vody, vířivky, termální prameny, inhalační terapie, lékařské zákroky, výtokové armatury, cirkulační potrubí

A.3.1. Cesty přenosu infekce

Člověk je považován za náhodného hostitele Legionelly. Je možno rozlišit nejdůležitější cesty přenosu na člověka. Těchto cest je 5:

- **vzdušná cesta kolonizovaným aerosolem**- (např. z chladicí věže, zvlhčovače vzduchu, inhalátory, klimatizace, skrápění proti prachu, mlžení zeleniny v supermarketu, mlžení květin na výstavě, ale i fontána v parku. Také je doložena epidemie z kondenzované vody ve vzduchotechnických zařízeních velkých prodejen po několikadenním přerušení provozu (např. svátky).

- **aspirační cesta** - požití kolonizované vody - Legionelly se dostávají z úst do dýchadel, kdy Legionelly při pití nebo např. čištění zubů kolonizují ústní část hltanu, odkud jsou následně vdechnuty. Tato teorie je podložena několika epidemiologickými studiemi, chybí však výrazný mikrobiologický důkaz

- **potravní cesta** - je rovněž možná - 35 % postižených má střevní potíže..., reakce přímo se nepodařilo dokázat, tato bakterie nejví sama o sobě žádné dopady do trávicího traktu, i zde je možno uvažovat o působení až toxinů z jejich metabolismu, přičemž místo jejich usídlení nemusí být v trávicím traktu

- **přímé zavlečení do plic** - jen na odděleních intenzivní péče v nemocnicích z nedokonale desinfikovaných dýchacích přístrojů, inkubátorů.

- **jiné cesty přenosu** - přes povrchové rány atd., bez objasněné cesty vniku do organismu. Možnosti kolonizace jsou tedy zejména všude tam, kde se rozstříkuje voda - ostřikovače aut, úklidové prostředky, novorozenecké inkubátory, myčky aut, protiprašné zvlhčování v kamenolomech, při práci kuličů skla a také v zubních ordinacích přímo v ústech pacienta, kde je používána jemná vodní mlha ke chlazení vrtání [2]

A.4. Onemocnění způsobené Legionellou

Legionella je nitrobuněčným parazitem, životaschopným pouze ve vodním roztoku. Pro člověka je nebezpečné především vdechnutí vodní páry či mlhy, obsahující bakterie v dostatečné koncentraci. Tento jev může nastat především při sprchování, zvlhčování vzduchu rozprašováním teplé vody a někdy i při pití. Při napadnutí dýchacích cest způsobuje akutní zápal plic, který může přetrvávat týdnů-tzv. **legionářská nemoc**. Mírnější variantou infekce je chřipkové onemocnění provázené bolestmi hlavy a svalů, které se ale obejde bez postižení plic a zpravidla je vyléčeno do týdne. V takovém případě se jedná o **Pontiackou horečku**. [6] a [10]

A.4.1. Legionářská nemoc

Jedná se o těžší formu zápalu plic, za přítomnosti pneumonie. Legionelly jsou zodpovědné asi za 13% existujících zápalů plic. Inkubační doba, tj. doba mezi nakažením a projevům prvních příznaků, činí 2-10 dní. Legionářská nemoc se zpočátku projevuje celkovou slabostí, malátností a bolestí hlavy. Dále nastupuje mírný, většinou suchý kašel. V některých případech však může docházet k vykašlávání hlenu a ve 20ti procentech případů pak i k vykašlávání krve, což je provázeno bolestí na hrudi. Jedná se v podstatě o příznaky podobající se zápalu plic virového typu. Jak onemocnění postupuje, může postihnout i další orgány jako jsou játra, ledviny, centrální nervový systém (mozek a mícha) a trávicí soustavu. Vzácně se může vyskytnout i zánět osrdečníku (perikarditida) a srdečního svalu

(myokarditida). Legionářská choroba je závažné onemocnění, které může skončit i smrtí nemocného, zvláště pokud patří do rizikových skupin. [1] a [10] a [11]

Tabulka 2: Hlášená onemocnění Legionářskou nemocí v ČR [10]

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
9	15	19	15	25	42	58	56	67	110	120	147

Rozdělení legionelózy dle typu expozice:

Cestovní legionelózy

Expozice zdroji nákazy je úzce svázána s pobytem v přechodných ubytovacích zařízeních, jako jsou hotely, penziony nebo kempy. K rozvoji onemocnění z pravidla dochází až po návratu pacienta domů. Šetření cestovních legionelóz přispívá také k odhalování nových ekologických zdrojů. [12] a [13] a [14]

Nozokomiální legionelózy

K onemocnění legionelou dochází také v souvislosti s léčením, ošetřováním a vyšetřováním osob ve zdravotnickém zařízení. Což je způsobeno nahromaděním vnímavých jedinců. Nozokomiální legionelóza mívá závažnější průběh, vyšší smrtnost a v etiologii širší druhové spektrum Legionell. Četnost nozokomiální legionelózy se pohybuje od 0 % do 47 % a závisí na množství mikrobů, na jejich virulenci, na spektru pacientů a jejich vnímavosti k infekci, na míře expozice a na dostupnosti identifikačních metod pro Legionelly v jednotlivých nemocnicích. [12] a [13] a [14]

Profesionální legionelózy

Legionelly pocházející z pracovního prostředí. Typické pro pracoviště s rizikovou expozicí technických vodních systémů a aerosolu. [12] a [13] a [14]

Komunitní legionelózy

Nákaze jsme vystaveni z ostatních rezervoárů, mezi nejvýznamnější můžeme zařadit vodní systémy opatřené chladícími věžemi nebo odpařovacím kondenzátorem, kdy jsou průmyslové budovy umístěny v blízkosti bytové zástavby. Dále jsou to špatně udržované teplovodní systémy a ostatní systémy, jejichž teplota může přesáhnout 20°C a kde vzniká aerosol. Vystaveni můžeme být také během

relaxačních aktivit při návštěvě aquaparku, wellness nebo sauny. Mezi komunitní legionelózy řadíme i onemocnění osob po expozici v domácím prostředí, z koupelen rodinných domů a bytů. V současné době je největší pozornost upřena na velké systémy zásobování celých sídlišť teplou vodou, z kterých se zvyšuje počet případů tzv. panelákových legionelóz. [12] a [13] a [14]

Odborným orgánem pro dozor nad Legionellami v rámci EU je Evropská pracovní skupina pro Legionellové infekce (The European Working Group for Legionella Infections – EWGLI), která je sdružením 26 vědců ze spolupracujících zemí při řešení epidemiologických a mikrobiologických otázek u legionelóz. Tato pracovní skupina byla založena v r. 1986 a je dále koordinována při řešení epidemií za pomoci EWGLINET (Evropská epidemiologická síť pro sledování Legionell), která byla v roce 2010 transformovaná do ELDSNet (European Legionnaires' Disease Surveillance Network). Tato síť je dále součástí ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) ve Stockholmu. Převážnou činnost ELDSNetu tvoří sledování cestovních legionelóz, koordinace a standardizace laboratorních služeb a vedení databází legionelových kmenů. [15] a [16] a [17]



Obrázek 3: *Invaze intracelulárně žijící bakterie dovnitř buňky [17]*

A.4.2. Pontiacká horečka

Pontiacká hořečka je chřipkové onemocnění bez pneumonie. Byla pojmenována podle města Pontiac v Michiganu, kde byla poprvé diagnostikována. Pontiacká horečka je mírnější projev nákazy bakterií Legionellou. Při pontiacké horečce dochází k podobným projevům jako při chřipce. Provází vás horečka, nepříjemné

bolesti hlavy, jste malátní, bolí vás svalstvo, ale nejsou zde známky zápalu plic. Příznaky pontiacké horečky většinou naštěstí odejdou zhruba za 3-5 dní. [11] a [15]

Tabulka 3: Charakteristika Legionelózy a Pontiacké horečky [10]

Charakteristika	Legionářská nemoc	Pontiacká horečka
Inkubační doba	2-10 dní	5 hodin až 3 dny
Trvání nemoci	Týdny	2 – 5 dní
Úmrtnost	V závislosti na stavu pacienta a jeho imunitě může dosahovat 40-80%.	Není
Příznaky	<ul style="list-style-type: none"> • slabost • vysoká horečka • bolest hlavy • suchý kašel • někdy vykašlávání krve • zimnice • bolest svalů • potíže s dýcháním, bolest na hrudi • průjem (25-50% případů) • zvracení, nevolnost (10 – 30% případů) • zmatek a delirium (50% případů) • selhávání ledvin, jater • hyponatrémie (sodíku v séru <131 mmol / litr) 	<ul style="list-style-type: none"> • onemocnění připomínající chřipku • slabost, únava • vysoká horečka a zimnice • bolest svalů • bolest hlavy • bolest kloubů • průjem • nevolnost, zvracení (u malého počtu lidí) • obtížné dýchání • dušnost • suchý kašel

A.5. Ohrožení jedinci

K legionellovým infekcím jsou náchylnější staří lidé, kuřáci, alkoholici, osoby s chronickým onemocněním nebo poruchou imunity, protože mají zhoršené plicní funkce či porušenou buněčnou imunitu. Sníženou buněčnou imunitu mají i pacienti po transplantacích, s nádorovým onemocněním, osoby užívající léky potlačující imunitní pochody (kortikosteroidy, imunosupresiva) a osoby s AIDS. U těchto nemocných bývá legionellová infekce původce nemocniční nákazy.

Odhaduje se, že způsobuje až 30% nemocničních zánětů plic. Výskyt legionářské choroby je 2,5x vyšší u mužů než u žen. V posledních letech je pozorován

nárůst incidence jak celkové, tak ve středních věkových skupinách (45-64 let) a u dětí. Nicméně úmrtnost z tohoto onemocnění v posledních 20 letech klesla z původních 30% na 5 – 10%. [19] a [20]

Protilátky tvořené naším imunitním systémem vznikají až během druhého až třetího týdne, tudíž nemohou průběh infekce vůbec ovlivnit. Nicméně vzhledem k tomu, že jsme s Legionellou v častém kontaktu, značná část populace si vybuduje imunitu. Z tohoto důvodu způsobují Legionelly zápal plic pouze v 2 – 5 % případů. [19] a [20]

A.6. Léčba Legionelly

Legionella je způsobena bakterií, proto na ní zabírají antibiotika. Dále se podávají léky léčící ostatní příznaky jako bolest a teplotu. V první fázi lékař provede sedimentaci, případně CRP (odběr krve z prstu), aby zjistil, zda jsou v krvi protilátky proti zánětu. Odlišit zápal plic od Legionelly je téměř nemožné. Určit Legionellu s jistotou může až lékař na základě konkrétního vyšetření krve nebo moči, kdy přímo hledá protilátky proti Legionelle. [21]

Pro většinu zdravých lidí nepředstavuje Legionella velké riziko. Problém může nastat v případě oslabení imunitního systému, nebo pokud je člověk vystaven extrémnímu množství bakterií. Více ohroženi jsou lidé nad 40 let, lidé po operaci – zejména po transplantacích, kdy užívají léky potlačující reakce imunitního systému. Prevence tedy spočívá v dodržování správné životosprávy – zdravé jídlo, sport, dostatek spánku, co nejméně stresu a zásadně nekouřit. [22]

A.7. Detekce Legionely

K detekci Legionelly se v dnešní době využívá řada metod, které se pro lepší efekt navzájem kombinují. K základním laboratorním diagnostickým metodám patří kultivace, sérologie a detekce močového antigenu. Mezi další metody můžeme zařadit přímou imunofluorescenci, detekci nukleových kyselin a detekci specifických protilátek v séru. Pozitivního výsledku dosahujeme mnohdy až po několika dnech či týdnech. Kombinace těchto metod je zejména vhodná v případech suspektní pneumonie u onemocnění osob během hospitalizace ve zdravotnickém zařízení. Laboratorně je možné vyšetřovat různé druhy klinického materiálu: sputum, respirační sekret, sekret z bronchoalveolární laváže, z krve a z moči. Kultivují se i odpovídající environmentální vzorky. Metodika jejich zpracování a vyšetření je

náročná a získání pozitivních výsledků vyžaduje značnou praxi a zkušenost mikrobiologa. [20] a [23]

A.7.1. Detekce močového antigenu

Nejrychlejší formou prokázání je detekce legionelového antigenu v moči. Jedná se o citlivý a zároveň neinvazivní způsob. Moč pacienta obsahuje specifický antigen, jenž lze prokázat přibližně po třech dnech od prvotních příznaků. Nicméně komerčně vyráběné sety jsou zaměřeny pouze na určité spektrum Legionell. [23] a [24]

A.7.2. Kultivace

Kultivace je základní metodou pro určení přítomnosti Legionelly, která umožňuje molekulární typizaci. Bakterie rostou v půdách s vysokým obsahem aktivního uhlí, jenž je ochraňuje před detoxikací peroxidů v půdě a vznikající oxidací z cysteinu. Kultivované misky se inkubují při teplotě 36 +/-1 °C po dobu 7 dní. Nejvhodnější materiál pro izolaci Legionelly je sputum z dolních cest dýchacích, ale lze použít i jiné materiály. Kolonie bakterií jsou velké asi 1mm, ale po víc dnech se zvětšují. Okraje kolonií často vykazují modrou, zelenou nebo červenou autofluorescenci, díky které je možné rozpoznat různé druhy Legionell. Test při těchto podmínkách dosahuje 100% citlivosti. [23] a [24]

A.7.3. Přímá imunofluorescence

Metoda, která byla jako první používána k detekci legionel v plicní tkáni a respiračních sekretech. Bakterie lze detekovat i po několika dnech zahájení antibiotické léčby. Výsledek je k dispozici rychle, ve většině případů do čtyř hodin. Tato metoda je také využívána k přesné identifikaci kmenů bakterie. Fluorescenčně značené protilátky jsou k dispozici pro Legionellu pneumophila a některé další druhy. [23] a [24]

A.7.4. Detekce nukleových kyselin pomocí PCR

Polymerase chain reaction lze využít k detekování infekce Legionellou všemi známými kmeny této bakterie. Nejvyšší citlivosti dosahuje při detekci Legionelly z dýchacích cest. [23] a [24]

A.7.5. Sérologie

Při detekci legionářské nemoci je využito lidského imunoglobulinu IgA, IgG a IgM, které mohou reagovat s antigenem u *L. pneumophila*. Detekce imunoglobulinu IgM je využívána při infekční sérologii, protože IgM se objeví v průběhu nemoci. Přesto je ale IgM nespolehlivý ukazatel pro měření akutní infekce, protože protilátky IgM mohou přetrvávat delší dobu. Tato metoda je považována za méně spolehlivou a může trvat i několik týdnů než dojde k sérokonverzi neboli zvýšení protilátek. Pro odhalení legionelového zápalu plic je nutné provést rentgenové vyšetření hrudníku se zastřením části nebo celého plicního laloku, případně výpotkem v pohrudniční dutině. Z laboratorního vyšetření krve lze prokázat postižení více orgánových soustav - zvýšené jaterní enzymy, iontová nerovnováha způsobená průjemem a zvracením, rozpadající svalové barvivo (myoglobin), které se při zánětu svalů vylučuje močí. [4] a [19]

A.8. Kontaminace vody Legionellou

Riziko spojené s nevhodnou kvalitou vody nelze vyloučit u žádné formy, bez ohledu na to, zda se jedná o vodu z vodovodního řadu, studny, o vodu speciálně upravovanou nějakým zařízením nebo vodu balenou. Ani u té si nemůžeme být jisti její kvalitou s ohledem na proces výroby, formu distribuce a špatnou formu uskladnění. Kontaminaci rozvodů pitné vody můžeme rozdělit dle charakteru na lokální a systémovou. [26]

A.8.1. Lokální kontaminace

Lokální kontaminací nazýváme místa, kdy nedochází k postižení celého rozvodného systému. Kontaminace vzniká nejčastěji v koncích rozvodů, ve výtokových místech jako jsou baterie, kohouty, sprchy a lze ji krátkodobě a okamžitě výrazně omezit prostým odtáčením vody, proplachem, k čemuž většinou stačí pět minut. Větší pozornost musíme věnovat slepým ramenům rozvodu nebo málo průtočným částem obecně, kde z důvodu nízkého proudění dostává bakterie více času pro svůj rozvoj. Obecně lze říci, že stagnace vody vede ke snížení teploty, což zajišťuje lepší podmínky k přežití Legionell. [26]

A.8.2. Systémová kontaminace

Systémová kontaminace postihuje centrální úseky systému. Většinou nedochází k napadení výtokových konců a jejich přípojek. Z tohoto důvodu nelze kontaminaci eliminovat proplachem z výtokových míst, ale je nutné využití dezinfekce. Abychom dlouhodobě zamezili výskytu bakterií, musí dojít ke změně provozu, údržby a sanitace rozvodů, i řadě technických a stavebních opatření. V opačném případě zanedlouho dojde k opětovnému nárůstu bakterií na podobnou úroveň a bude potřeba další dezinfekce. Typickým příkladem systémové kontaminace jsou zásobníkové ohřívače. [26]

A.9. Růst Legionelly

Legionellám se daří ve vodním prostředí, nejvíce v teplých a vlhkých místech za příznivé hodnoty pH faktoru a ve stagnující vode. Důležitou roli sehrává materiál potrubí, teplota vody a přítomnost biofilmu. Legionella přežívá i v mořské a zamrzlé vodě a začne se rozmnožovat, jakmile se obnoví příznivé podmínky. [27]

PH faktor

Nejpříznivější hodnoty pro růst baktérii Legionella je rozmezí hodnot pH 5,0 až 8,5 ale krátkodobě odolají i pH 2,0 z důvodu tolerance ke kyselému prostředí. [28] a [29]

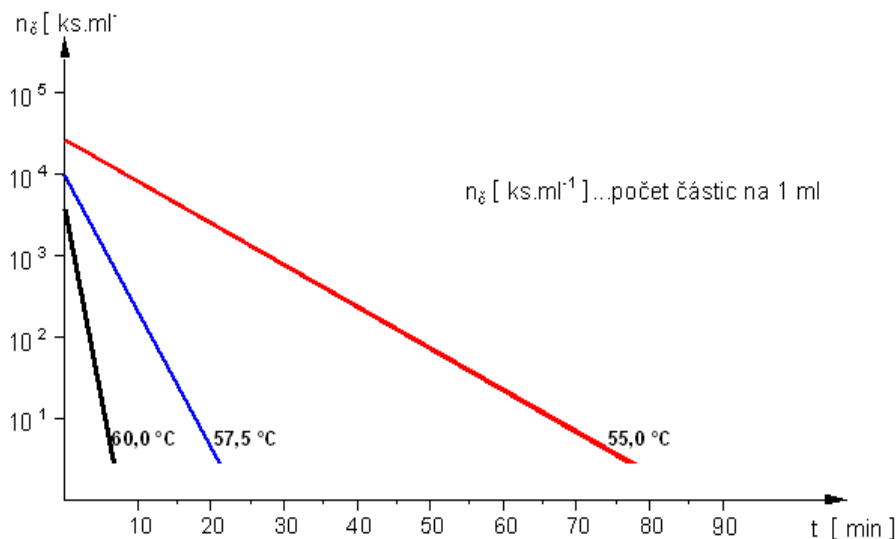
Cirkulace vody

Nízká cirkulace vody je způsobená použitím nevhodných cirkulačních čerpadel. Ta pak odebírají nedostatečný objem vody z jednotlivých větví do cirkulačního potrubí, takže nelze udržet minimální teplotní difference mezi místy odběru. Dochází k prodloužení doby náběhu nastavené teploty TUV, k omezení cirkulace v systému či ke stagnaci vody nebo nevhodným potrubím či nevyvážeností chodu cirkulace v důsledku změny hydraulických charakteristik v potrubí i celém systému. [28] a [29]

Teplota

Ideální rozmezí teplot pro legionellu je 20-45°C. Při vyšších teplotách než cca 72°C legionella nepřežívá. Při této teplotě je již výrazně omezena tvorba biofilmů

(nárůsty mikroorganismů na vnitřní stěně potrubí) kvalitativně i kvantitativně s absencí Legionell v nich. Pokud je teplota vody nižší než 20°C, bakterie se prakticky nerozmnožuje, ale může se ponořit do „spánku“ ve kterém přetrvává tak dlouho, než je teplota voda opět vyšší. Rozmnožovací perioda bakterie je 4 hodiny, za které se rozdělí na dvě nové bakterie. [27] a [28] a [29]



Graf 1: Rychlost likvidace bakterií Legionella pn. při rozdílných teplotách (YU SEN a kol. [2]) [31]

Tabulka 4: Vliv teploty na Legionellu [6] a [32]

100 °C	PARNÍ ZVLHČOVÁNÍ	ÚHYN BĚHEM NĚKOLIKA MINUT AŽ SEKUND
90 °C		
80 °C	TEPLOVODNÍ VYTÁPĚNÍ	
70 °C		
60 °C	TV	ÚHYN LEGIONELLY DO NĚKOLIKA HODIN
50 °C		
40 °C	LÁZNĚ CHLADICÍ VĚŽE SPRCHY	OPTIMÁLNÍ PODMÍNKY PRO MNOŽENÍ LEGIONELL 100 MILIÓNU JEDINCU /1LITR
30 °C	VODNÍ ZVLHČOVAČE CHLADIČE	ROZMNOŽOVÁNÍ LEGIONELL
20 °C		
10 °C	STUDENÁ VODA	LEGIONELLA SE TĚMĚŘ NEROZMNOŽUJE, MŮŽE VŠAK STAGNOVAT NEŽ SE TEPLOTA ZVÝŠÍ

Regulace systému

Pro správnou regulaci systému studené i teplé vody je třeba zajištění teplotních a tlakových poměrů na jednotlivých stoupacích potrubí. Zde by mělo platit, že doba náběhu do konstantní teploty TV by měla nastat do 30s. Stejně tak teplotní rozdíly mezi nejvzdálenějšími výtakovými místy TV na stejném podlaží při

stejném zdroji ohřevu by měli být max. 3 °C po 30 sekundovém plném průtoku vody. Dále teplota vody vratné, vstupující do ohřevu nesmí poklesnout proti vodě vystupující z ohřevu o více než 5 °C. Dále by rozdíl zaznamenaný na výtocích neměl být vyšší než 10°C. [28] a [29]

Stagnující voda

Málo průtočné úseky představují oblast, kterou nemůže dosáhnout účinně žádný dezinfekční postup a slouží jako ohnisko následné rekontaminace, tj. opětovného osídlení. Proto je nutno prověřit celý systém, odpojit slepá ramena a hlavně systém zregulovat. [28] a [29]

Nevhodná výtoková zařízení a jejich stav

Baterie, kohouty, ventily, sprchy, perlátory způsobují růst Legionelly jejich kontaminací mikroorganismy a biofilmy. [28] a [29]

Akumulace kalů a sedimentů

Týká se to zejména ohřivačů, zásobníků, neprůtočných úseků proto je jich nutno pravidelně odkalovat, proplachovat, odstraňovat inkrusty, používat protikorozi ochranu. [28] a [29]

Předimenzování zásobníků teplé vody

Předimenzovaná kapacita vede k nečerpání vody, její stagnaci, poklesu teploty a osídlení Legionellou. Při zanedbané údržbě a sanitaci hrozí, že nastane hromadění kalů a sedimentů. Netýká se to pouze zásobníku teplé vody, ale také ohřivačů a neprůtočných úseků. Proto lze obecně říci, že je nutná údržba a sanitace systému. Je potřeba pravidelně odkalovat, proplachovat, odstraňovat inkrusty, používat protikorozi ochranu a hlídat kvalitu vody vstupující do objektu. [28] a [29]

Nízká teplota výtokových míst z distribuční sítě

Jedná se o baterie, kohouty, sprchy a pod. zařízení u kterých se nepříznivě projevuje rozvoj biofilmů v síti. Způsobuje to především špatná regulace systému, předimenzovaná kapacita TUV, nečerpáná voda a dlouhé připojovací potrubí k výtokovým armaturám. Tomuto problému nevyhází vstříc ani legislativa, která požaduje provoz TV v rozmezí 45 až 60°C. [28] a [29]

Nedostatečná izolace rozvodů

Nedostatečně provedené zaizolování vodovodních rozvodů neudrží teplotu teplé vody a přitom způsobuje ohřívání studené vody. S tím také souvisí vhodný návrh rozvodů a dostatečný odstup potrubí od sebe. Zvýšení teploty studené vody by nemělo být vyšší než 2 °C. Systém musí být také vybaven ochranou proti zpětnému průtoku vody. [28] a [29]

Stáří rozvodů a vliv materiálů potrubí

Se stářím rozvodů narůstá také jejich citlivost, dochází k větší tvorbě inkrustů, sedimentů, biofilmů. Vznik koroze limituje použití dezinfekcí, podporuje uchycení mikroorganismů a následně jim poskytuje ochranu. U staršího systému dále dochází vlivem úprav, instalací a připojení dalších úseků k narušení původního hydraulického stavu sítě. Následkem čehož dochází ke změně hydraulických charakteristik potrubí, špatné cirkulaci, snížení teploty na odběrových místech. [28] a [29]

Nevhodné materiály podporují taktéž růst mikroorganismů, které tak osídlují komponenty rozvodů, což představuje tvorbu slizu. Materiály mohou uvolňovat organické látky, těžké kovy a jiné komponenty, což se projeví zvýšenou hodnotou TOC, zákalem, změnou kvality vody a sensorických vlastností vody. [28] a [29]

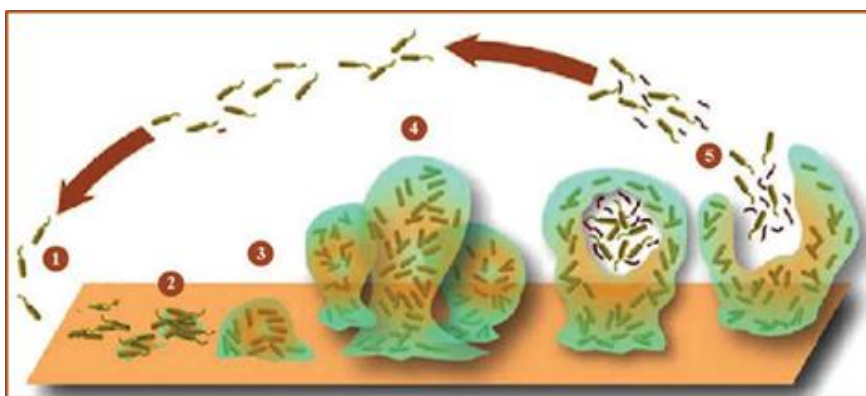
Přítomnost biofilmů

S biofilmy se setkáme ve zpracovatelském a potravinářském průmyslu, v nemocnicích, kde kontaminují lékařské přístroje. Přilnutí k pevnému povrchu zaručuje jistotu přežití všude, kde voda proudí. Vodovodní potrubí zanáší kaly, materiál podléhá korozi a na stěnách ulpívá vodní kámen. Nejčastěji je vodní kámen tvořený uhličitánem vápenatým, jehož porézní struktura bakteriím významně ulehčuje přilnutí na povrch potrubí. [30]



Obrázek 4: Biofilm ve vodovodním potrubí v koupelích [33]

Biofilmy jsou tvořeny mnoha druhy bakterií, sinic, řas a dalších jednobuněčných i mnohobuněčných organismů. *Legionella* využívá kořenonožce amébu (měňavku), pohybujícího se pomocí panožek, jako bezpečného transportního prostředku při své pouti skrze silnou vrstvu biofilmu. Biofilmy pak kontaminují protékající vodu, přispívají ke korozi potrubních materiálů a velké riziko představují jejich odlupující se části. Bakterie rostoucí v biofilmu jsou daleko odolnější vůči účinkům desinfekčních látek i zvýšené teplotě vody ty totiž hubí jen jedince v povrchových vrstvách. [18] a [28] a [29] a [30]



Obrázek 5: Tvorba biofilmu v pěti fázích [34]

Tvorba mikrobiálního biofilmu probíhá v pěti základních fázích. Po přisednutí bakterií k povrchu-1 dochází k adhezi a maturaci biofilmu-2. Vytváří se mnohvrstevné shluky mikrobů, mikrokolonie, obklopené vrstvou nebuněčného materiálu. Během několika hodin až dní vzniká zralý biofilm-3. Obsahuje shluky mikrobiálních buněk a je protkán dutinami a kanálky, které umožňují přísun živin i do hlubších vrstev biofilmu-4. V biofilmu se mohou vyskytovat i různé další mikroorganismy, jako organotrofní bakterie, řasy, prvoci apod. Poslední fází vývoje biofilmu je disperze, při které se ze zralého biofilmu oddělují jednotlivé buňky, jejich shluky i části biofilmu. Uvolňují se do okolí a mohou kolonizovat další vhodné povrchy. [30]

A.9.1. Požadavky na teplotu vody podle CEN/TR 16355

Doporučení pro prevenci zvyšování koncentrace bakterií rodu *Legionella* ve vnitřních vodovodech pro rozvod vody určené k lidské spotřebě vložila bych celý název

Teplota má na *Legionellu* zásadní vliv, proto byla v roce 2012 vydána technická zpráva CEN/TR 16355, jež uvádí doporučení k zamezení růstu *Legionelly*

ve vnitřních vodovodech. Doporučení pro prevenci zvyšování koncentrace bakterií rodu Legionella ve vnitřních vodovodech podle CEN/TR 16355 jsou:

- teplota studené vody nemá být vyšší než 25 °C,
- teplota teplé vody bez cirkulace v kterémkoli místě vodovodu by neměla klesnout pod 55 °C,
- teplota teplé vody v cirkulačním okruhu nemá klesnout pod 55 °C,
- 30 sekund po otevření výtokové armatury musí vytékat voda o teplotě minimálně 60 °C,
- vnitřní vodovod má být navržen tak, aby se dala provést termická dezinfekce vodou o teplotě 70 °C. [35]

A.10. Materiál

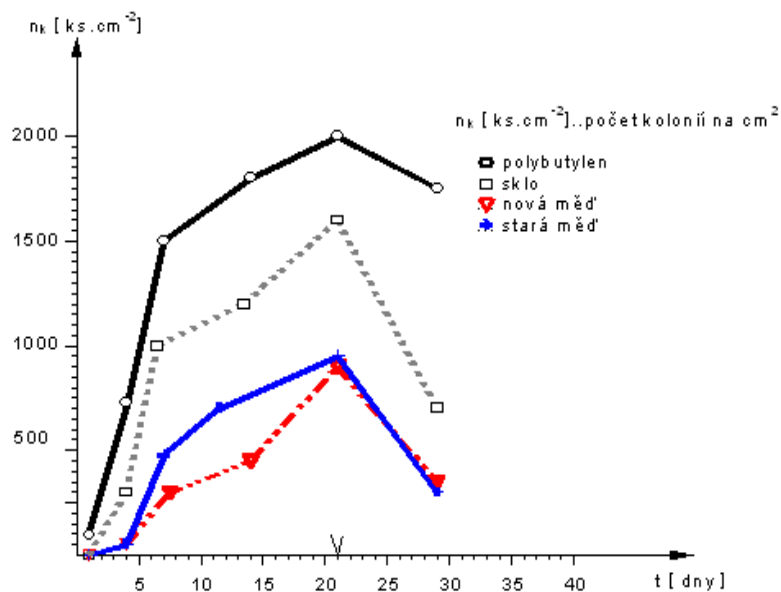
Legionella má ráda dostatek živin a zejména přítomnost určitých kovů jako železa, mědi a zinku. Proto se jí tak dobře daří právě v klimatizačních zařízeních a vodovodním potrubí. Především je důležitá kvalita vody, která se i materiálem potrubního rozvodu může měnit nejen co do chemického složení vody ale také bakteriologické kolonizace. Jednotlivé druhy materiálů, používaných k výrobě potrubních rozvodů však nemají stejné vlastnosti ve vztahu k bakteriím, které se ve vodě - ať již teplé nebo studené - mohou vyskytnout. Technologie ohřevu je také zdrojem bakteriální kolonizace, protože jsou zde vytvořeny velmi dobré podmínky pro až exponenciální nárůst bakterií, ať již třeba v zásobníkových ohřivačích, které nejsou odkalovány až po vodorovné rozvody.

Základním bodem však je výskyt biofilmů na stěnách rozvodného potrubí. Experimenty prokázaly, že již v rozmezí 1 týdne tyto mikroby ulpívají téměř na všech površích, s výjimkou měděných. [1] a [2]

Tabulka 5: Porovnání materiálů z hlediska osídlení mikroflórou a Legionellou ROGERS [3-15], * počet kolonií 1×10^3 na 1 cm^2 [31]

Materiál	Osídlení*		Relativní osídlení	
	Mikroflóra celkově	Legionella pneumophila	Mikroflóra celkově	Legionella pneumophila
Měď	70	0,7	1	1
Sklo	150	1,5	2,1	2,1
Polybutylen	180	2	2,6	2,8
Polyetylén	960	23	13,7	33
Tvrký PVC	1070	11	15,3	15,7
Etylen-propylen kopolymer	27 000	500	386	714

Do tří týdnů se začínají vytvářet viditelná mikro společenstva s produkcí usazenin a slizu, vytváří se biofilm. Zde Legionelly žijí ve vzájemně symbiotických vztazích s nefermentujícími gramnegativními tyčinkami, atypickými mykobakteriemi, řasami a amébami. Tím se také vysvětlují poměrně časté nálezy améb i atypických mykobakterií ve vzorcích pozitivních na Legionelly. Dobrý úkryt v těchto společenstvech, ale i využívání minerálních nánosů na vnitřních stěnách potrubí spolu s vyšší rezistencí Legionell ke chlóru je hlavním důvodem, proč je prakticky nemožné je z vodovodních sítí zcela eliminovat. [2]



Graf 2: Původní bakterie *Legionella pneumophila* vnitřních plochách (WEST a kol. [3-21]) [31]

Tato kolonizace je nejmasivnější na pryži a plastech, nejnižší na mědi. V měkké až středně tvrdé vodě biofilmy pokrývají v případě plastů 25 až 43 % povrchu, u mědi do 2 %. U tvrdé vody nehraje materiál takovou roli, neboť uhličitán vápenatý pokrývá povrch a ten se nedostane do přímého kontaktu s materiálem. Některé materiály, které primárně nepodporují množení mikrobů, mohou být časem osídleny v důsledku hromadění živin. [29]

Materiály uvolňují do vody organické látky, což se projevuje zvýšenou hodnotou TOC, na př.latex, etylén-propylen a polyetylén zvyšují koncentraci TOC ve vodě přes 150 mg C/l, naopak Cu, sklo a jiné plasty zvyšují tuto hodnotu jen mírně (Cu - 4,15; sklo -2,78; polybutylen, PVC, polypropylen - 4,56 mg C/l). [29]

A.11. Limity

Limity Legionell ve vodě upravuje vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. [36]

Tabulka 6: Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody podle § 3 odst. 3 zákona a jejich hygienické limity [36]

č.	Ukazatel	Symbol	Jednotka	Limit		Typ limitu	Vysvětlivky
				TV vyrobená z pitné vody	TV vyrobená z jiné vody		
1	Legionella spp.		KTJ/100ml	100	100	MH	1,2
2	Legionella spp.		KTJ/100ml	0	0	NMH	1,3
3	Počty kolonií při 36 °C		KTJ/ml	200	200	MH	1

Vysvětlivky:

- 1) Odběr vzorků pro stanovení ukazatelů teplé vody se provádí po odpuštění vody po dobu 1 minuty.
- 2) Limit jako mezní hodnota platí pro zdravotnická a ubytovací zařízení, pro teplou vodu dodávanou do sprch umělých nebo přírodních koupališť a pro pitnou vodu použitou pro výrobu teplé vody; pro ostatní objekty platí jako doporučená hodnota, o kterou je nutné pomocí technických opatření usilovat.
- 3) Limit jako nejvyšší mezní hodnota platí pro oddělení nemocnic, kde jsou umístěni imunokompromitovaní pacienti, jako jsou například oddělení transplantační, nedonošenecká, anestezioreuscitační, dialyzační, onkologie, hematoonkologie, jednotky intenzivní péče. [36]

A.12. Prevence

Provozovat vodovodní sítě zcela bez legionell a jiných mikroorganismů, je prakticky nemožné. Podobně jako vyhnout se vodě. Je tedy potřeba eliminovat či alespoň omezit způsoby nákazy. Nákaza nejčastěji probíhá vdechnutím kapének

vody, které legionellu obsahují. Toho je možné docílit vhodnou úpravou sprch, rozprašovačů a dalších podobných zařízení tak, aby neprodukovaly tzv. respirabilní frakci aerosolu, tedy kapénky menší než 5 μm . U rozprašovačů, inhalátorů či lékařských zařízení pracujících s vodou sterilní. Kromě omezení tvorby aerosolů spočívá prevence nákazy v redukci Legionell v pitné vodě. [37]

A.12.1. Prevence dle TNI CEN/TR 16355

Doporučení pro prevenci množení bakterií Legionella pneumophila ve vnitřních vodovodech jsou uvedena v technické zprávě TNI CEN/TR 16355. Aby se zabránilo mikrobiologické kolonizaci vnitřních vodovodů, musí být dodrženy následující zásady:

- objem teplé vody v potrubí bez cirkulace má být maximálně 3 litry,
- musí být zabráněno stagnaci vody nebo kontaktu pitné vody se stagnující vodou,
- při běžném provozu se voda ve vnitřním vodovodu musí vyměnit alespoň jednou za týden,
- v zásobníkových ohřivačích vody a zásobnicích teplé vody se teplá voda musí při běžném provozu vyměnit alespoň jednou za den,
- zásobníkové ohřivače vody a zásobníky teplé vody o objemu nad 400 l musí být možné pravidelně odkalovat,
- zařízení pro odstraňování nečistot (filtry apod.) musí být udržováno v intervalech podle doporučení jejich výrobce nebo ČSN EN 806-5,
- při dimenzování potrubí musí být průtočná rychlost v rozmezí stanoveném v ČSN 75 5455. [35]

A.12.2. Prevence dle Státního zdravotního ústavu dle norem DVGW: W551, W552 a ČSN 060320 A ČSN EN 806

Návrh parametrů, které by měl splňovat distribuční systém teplé vody s ohledem na minimalizaci rozvoje legionel dle německé technické normy DVGW: W551, W552 a ČSN 060320 A ČSN EN 806:

- výstupní voda z ohřevu by měla mít teplotu alespoň 60 °C,
- teplá voda by měla být uchovávána při 60 °C a distribuována tak, aby během jedné minuty na výtoky byla dosažena teplota nejméně 50 °C, lépe 55 °C,
- v systému cirkulující teplé vody by neměla poklesnout teplota vratné vody o více než 5 °C proti výstupní vodě z ohřevu; její teplota by měla být 55 °C, ne méně než 50 °C,
- teplota ve studeném rozvodu by neměla překročit 20 °C po odtáčení vody po dobu 2 minut,

- regulace systému v teplotě, tlaku a průtoku (cílem je dosažení vyrovnaného tlaku, teploty a průtoku teplé vody na jednotlivých stoupačkách); rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší teplotou zaznamenanou na výtocích po jedné minutě odtáčení by neměl být vyšší než 10 °C (větší rozdíl signalizuje nedostatečný průtok, špatně navržený systém, nedostatečnou izolaci nebo zpětný tok studené vody do teplovodního systému),
- odpojit slepá, nevyužívaná potrubí,
- odpojit provozně nevyužívané zásobníky vody,
- opravit neprůtočné nebo málo průtočné větve teplého či studeného rozvodu,
- objem skladované studené vody by neměl být větší než je běžná jednodenní spotřeba,
- teplotní šok - zajistit technicky možnost periodického zvyšování teploty teplé vody na 70 °C – 80°C (tj. cirkulaci této vody celým systémem po dobu až 3 dnů s tím, že na výtocích neklesne teplota vody pod 65 °C; odpouštění vody na jednotlivých kohoutcích či spotřebičích se provádí po dobu nejméně 5 minut, postupně, při plné teplotě); event. zajistit jiný způsob dezinfekce teplé vody,
- konstantní udržování teploty vody mezi 55-60 °C ke kontrole legionely v distribučních systémech teplé vody (představuje metodu nejčastěji používanou),
- šokové hyperchlorování (v případě nutnosti sanace kontaminovaného potrubí) – provádí se při teplotách pod 30 °C jednou dávkou chloru do vody (koncentrace volného residuálního chloru by měla být 20-50 mg/l v celém systému včetně okrajových bodů; doba kontaktu 2 hod. při konc. 20 mg/l nebo 1 hod. při 50 mg/l),
- k dezinfekci je možné použít také oxid chloričitý (chlordioxid), který má výhodu, že tento není tak prchavý jako chlor při vyšších teplotách a vykazuje vyšší účinnost proti biofilmu,
- kontinuální chlorování – provádí se v režimu dávkování s reziduální koncentrací volného chloru 1-2 mg/l,
- použité materiály pro rozvody nesmí podporovat rozvoj mikroorganismů (viz ČSN EN 16421 (75 7335):2015, Vliv materiálů na vodu určenou pro lidskou spotřebu – Stimulace růstu mikroorganismů),
- potrubí studeného rozvodu by mělo být izolováno a vzdáleno od teplovodních trubek a jiných rozvodů tepla, aby se zabránilo zvýšení teploty vody ve studeném rozvodu (zvýšení této teploty by nemělo být větší než 2°C),
- ochrana rozvodů proti zpětnému průtoku vody (dle ČSN EN 1717). [39]

A.13. Opatření

Opatření proti množení bakterií typu Legionella ve vodovodních systémech lze rozdělit na preventivní a represivní.

Preventivní opatření:

- hydraulicky vyvážený teplovodní systém – je zapotřebí zajistit, aby voda v celém teplovodním okruhu co nejlépe cirkulovala
- teplota v celém teplovodním systému by se měla pohybovat v rozmezí 50-55°C
- výtokové armatury ve vzdálenosti max. 1,5 až 3 metry od stoupačky
- dostatečná tepelná izolace potrubí studené vody proti oteplení
- dostatečná tepelná izolace potrubí TUV proti ochlazení
- vyloučení tzv. mrtvých koutů potrubí
- pravidelné čištění
- instalace kompaktní elektrolytické úpravny teplé užitkové vody, typ EuroClean KEUV-TV, která snižuje nebezpečí výskytu a množení bakterií Legionella Pneumophylis

Represivní opatření:

- periodická desinfekce potrubí TV vysokou dávkou chloru (až 6 – 15 mg/l)
- periodické přehřívání TV na teplotu 70 – 80°C
- periodická desinfekce potrubí TUV dávkováním chlordioxidu (ClO₂), vyráběného na místě, z příslušných chemikálií
- periodické chemické čištění a desinfekce perlátorů a sprchových hlavic u uživatelů
- instalace úpravny teplé užitkové vody

A.13.1. Technická opatření ke snížení kontaminace distribuční sítě bakterií Legionella

- Technická pravidla DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) (stručný přehled)
- Zařízení pro ohřev a rozvod pitné vody: technická opatření ke snížení nárůstu legionely - W 551, 03/1993
- Zařízení pro ohřev a rozvod pitné vody: technická opatření ke snížení nárůstu legionely: Sanace a provoz - W 552, 04/1994.
- Dokument W 551: Požadavky [29]

Na ohřivače:

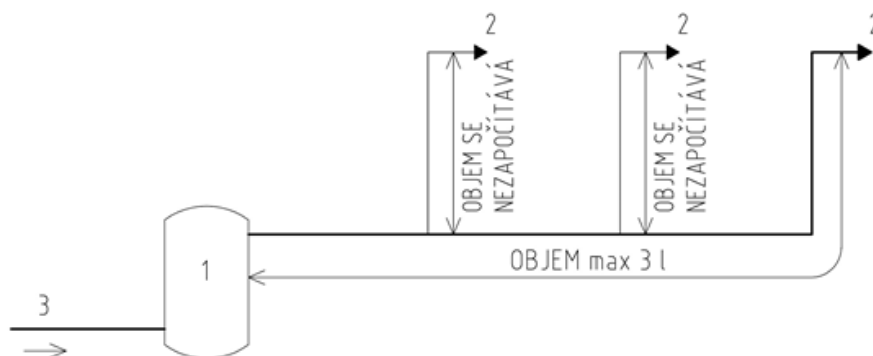
- požadavky na centrální průtokové ohřivače a zásobníky na ohřev pitné vody - na výstupu z ohřivače nutno dodržet teplotu 60 °C (s ohledem na spínací diferenci regulátoru 55 °C), každý zásobník musí být vybaven dostatečně velkým otvorem na čištění a údržbu, zařízení nutno dimenzovat s ohledem na spotřebu ohřáté vody,
- malá zařízení (rodinné domky; ohřivače s objemem ≤ 400 l a objemem ≤ 3 l v každém potrubí mezi výstupem z ohřivače a místem odběru - nepřihlíží se pak k případnému cirkulačnímu potrubí),
- lze připustit provozní teplotu ≤ 60 °C v důsledku malého rizika legionelózy,
- decentrální průtokové ohřivače (s objemem ≤ 3 l) mohou být bez dalších opatření instalovány u potrubí s délkou odpovídající objemu ≤ 3 l. [29]

Na materiál:

- musí být v souladu s německou normou DIN 1988, část 2, odst. 2.2. [29]

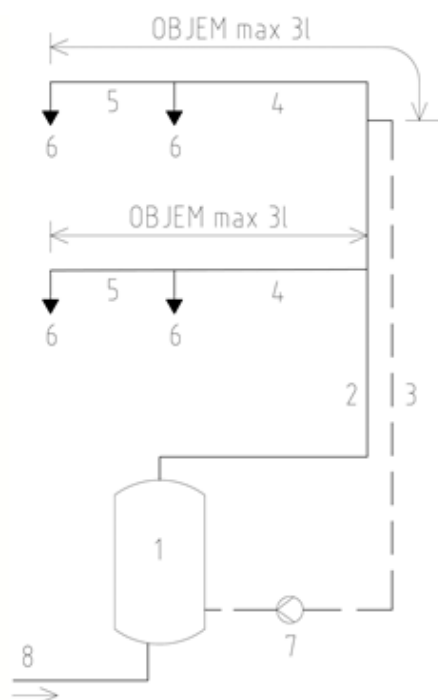
Na rozvody:

- potrubí na studenou pitnou vodu nutno chránit před zahřátím,
- potrubí na ohřátou vodu je třeba zabezpečit za účelem omezení tepelných ztrát,
- cirkulační systémy a samoregulační doprovodná topení (platí pro velká zařízení - objem > 400 l), nutno dimenzovat tak, aby v systému cirkulující teplé vody neklesla tato teplota o více než 5 K proti teplotě na výstupu z ohřivače,
- etážové přívody a jednotlivé přípojky s objemem vody ≤ 3 l lze instalovat bez cirkulačních potrubí či doprovodných topení, v případě objemu vody > 3 l nutno tato zařízení instalovat a to těsně před průtokovými mísicími armaturami,
- samotížný cirkulační systém nelze doporučit (velká teplotní difference),
- mezi průtokovými mísicími armaturami a místem odběru nutno omezit objem vody na ≤ 3 l. [29]



Obrázek 6: Největší objem teplé vody v potrubí bez cirkulace [38]

1 – ohřivač vody, 2 – výtoková armatura, 3 – přívodní potrubí studené vody do ohřivače



Obrázek 7: Největší objem teplé vody v potrubí s cirkulací [38]

1 – ohřivač vody, 2 – přívodní (rozvodné) potrubí teplé vody, 3 – cirkulační potrubí teplé vody, 4 – potrubí teplé vody bez cirkulace, 5 – připojovací potrubí teplé vody bez cirkulace, 6 – výtoková armatura, 7 – cirkulační čerpadlo, 8 - přívodní potrubí studené vody do ohřivače

Na provoz:

- u velkých zařízení (objem vody > 400 l) zajistit teplotu na výstupu 60 °C (min. 55 °C s ohledem na diferenci spínacího regulátoru),
- u malých zařízení (objem vody ≤ 400 l) se doporučuje nastavit regulátor teploty na ohříváči na 60 °C, provozní teploty ≤ 60 °C jsou v důsledku nižšího rizika možné,
- potrubní rozvody - nevyužívané části odpojit,
- údržba zařízení: výrobce ohříváčů pitné vody musí vypracovat podrobné návody na obsluhu a údržbu, provozovatel musí být o nich výrobcem instruován. Zařízení na ohřev a rozvod pitné vody musí provozovatel pravidelně udržovat a čistit. [29]

Dokument W 552: Sanace a provoz

V dokumentu jsou podrobně rozvedena hygienicko-mikrobiologická šetření a jejich hodnocení a na ně navazující konkrétní opatření. Šetření jsou členěna na orientační, rozšířená a následná, je stanoven minimální počet odběrových stanovišť (vzorkovací systém), je přesně definován postup odběru vzorků vody. [29]

Provozně-technická opatření:

- vedou k úspěchu, pokud provozní teplota vody v celém systému neklesá pod 55 °C (viz. požadavky na ohříváče a provoz), proto je třeba dále zajistit nepřetržitý provoz cirkulačních čerpadel a doprovodného samoregulačního vytápění,
- dezinfekce - zásady termické i chemické dezinfekce byly podrobně zpracovány v předešlém článku. [29]

Stavebně-technická opatření:

- ohříváče pitné vody: velikost nádrže by měla odpovídat uvažované spotřebě vody, nepotřebné zásobníky odpojit a připojená potrubí oddělit, dále je třeba ohříváč vybavit přídatnou cirkulací obsahu nádrže, aby se ohřál celý obsah, [29]
- potrubí: odpojit všechna nepotřebná potrubí, zvážít, odpojit přívod teplé vody do málo používaných odběrových míst a nahradit jej decentralizovanými opatřeními, uzavírací armatury na výpustných rozvodech je třeba namontovat přímo na hlavní potrubí,

-přípojná potrubí k provzdušňovačům a odvzdušňovačům se sběrnou pojistkou je nutno oddělit a namontovat armatury se samostatnými pojistkami,

-pro dosažení požadované teploty u rozvodů s cirkulací může být vhodné použít k vyrovnání tlaku vody regulační ventily, [29]

-armatury: průtokové mísicí a regulační armatury - požadavek omezit množství vody mezi nimi a nejvzdálenějším místem odběru na 3 l, nelze-li omezit objem, nutno ošetřit vodovodní síť napojenou na tyto armatury dezinfekcí, [29]

-odběrové armatury a sprchy - instalovat takové armatury a sprchy, které svou konstrukcí zabraňují tvorbě aerosolu, dají se lehce čistit a odvápnit a nemají sklon k tvorbě vápenatých usazenin. [29]

Technická opatření s dočasným účinkem:

- jednorázová chemická nebo termická dezinfekce, po př. kontinuální dezinfekce (řádově týdny ev. i měsíce).

Technická opatření s dlouhodobým účinkem:

-technická revize systému - je zaměřena na teplotní a tlakové poměry, stav, funkčnost a účinnost systému, použité materiály, izolace, úroveň údržby, nutno navrhnout řešení eliminace mikrobiální kontaminace systému,

-regulace distribučního systému pitné vody - v teplotě i tlaku, obnovení průtočné kapacity systému chemickým vyčištěním rozvodů od inkrustů. [29]

Pak následuje zaregulování jednotlivých stoupaček s požadavkem max. rozdílu 3 °C mezi libovolnými, tedy i nejvzdálenějšími odběrovými místy TUV (teplé užitkové vody) na stejném podlaží ze stejného zdroje, měřeno po 30 s plném průtoku. Rozdíl mezi teplotou TUV z ohřevu a zpátečky je max. 5 °C. Musí být též dosaženo vyrovnaného tlaku TUV a studené vody v distribučních místech,

-vyčištění potrubí a zásobníků - při systémové kontaminaci se aplikují schválené chemické prostředky (např. hyperchlorace 100 ppm Cl₂ (= mg Cl/l) po 12 až 24 h,

-sanitace odběrových míst - při lokální (místní) kontaminaci chemická dezinfekce odběrových míst (baterií, hlavic sprch, perlátorů), např. dle ČSN ISO 5667- 5, bod 4.1.4,

-technická rekonstrukce systému - na základě revizní zprávy při zjištění zásadních nedostatků technického řešení či stavu systému. Případné

rekonstrukční zásahy (změna způsobu ohřevu, automatické odkalování, výměna potrubí, armatur apod.) mohou být doprovázeny instalací zařízení hygienického zabezpečení, tj. dávkovače dezinfekčních prostředků, ionizace, ozonizace aj prostředky,

-všechna technická opatření musí být doprovázena stanovením programu vzorkování,

-celý systém musí být trvale pravidelně kontrolován včetně evidence těchto kontrol (dosahované teploty studené vody a TUV na různých místech distribuční sítě, sledované dle programu vzorkování.

Zhodnocení stavu a funkce distribučního systému musí být tedy objektivně zjištěna změřením určitých, výše uvedených teplotních a tlakových charakteristik a ty musí být změřeny standardizovanou metodikou, aby měly dostatečnou vypovídací hodnotu a dále dle jednotného vzorkovacího programu. [29]

A.14. Odstranění Legionell z distribuční sítě pitné vody

Po uvedení vnitřního vodovodu do provozu musí v budovách s rizikem proběhnout zkušební provoz vnitřního vodovodu teplé vody, v jehož průběhu musí být odebrány vzorky na mikrobiologické vyšetření. Na základě výsledků mikrobiologického vyšetření při zkušebním provozu je třeba případně přistoupit k vhodné formě hygienického zabezpečení teplé vody. Může se jednat o:

- a) fyzikální - termickou dezinfekci teplé vody,
- b) chemickou provozní dezinfekci teplé vody,
- c) fyzikálně-chemickou dezinfekci teplé vody.

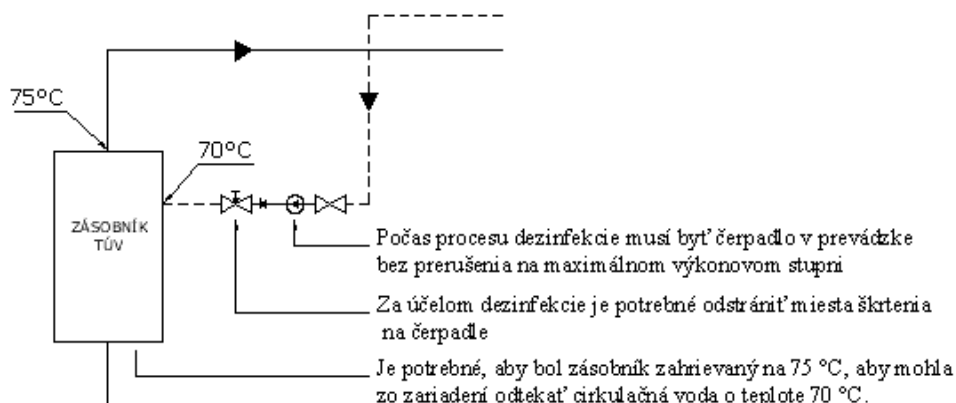
Pokud se navrhuje termická dezinfekce (podle TNI CEN/TR 16355), musí být součástí návrhu dosahované teploty, doba trvání a frekvence termické dezinfekce, opatření na odběrných místech proti možnosti opaření, postup při odpouštění u všech odběrných míst teplé vody (doba odpouštění a objem odpouštěné teplé vody), sledování stavu vodoměru před a po provedení termické dezinfekce a finanční vyjádření jednotlivého provedení termické dezinfekce v nákladech na vodu a energii pro její dohřev na teplotu potřebnou pro termickou dezinfekci. [6] a [26] a [40]

Při návrhu dezinfekce je třeba zvážit její vliv na materiály potrubí, armatur a zařízení pro přípravu teplé vody. Pokud se navrhuje chemická dezinfekce, uvádí se požadavek dosahované koncentrace dezinfekčního prostředku podle vyhlášky

č. 252/2004 Sb. v nejvzdálenějším odběrném místě a ve vzorku ze vzorkovací armatury na cirkulačním potrubí před vstupem do zařízení pro přípravu teplé vody. [6] a [26] a [40]

A.14.1. Fyzikální termická dezinfekce

Principem termické dezinfekce je opakované zvyšování teploty vody. A to po určitou dobu a v celé síti teplé vody včetně výtokových míst s určitou dobou proplachu těchto míst při zvýšené teplotě. Podstatná je výše teploty a doba proplachu výtokových míst. US CDC (Center for Disease Control and Prevention) doporučuje 71 °C s proplachem výtoků ze sítě 5 min. Původní návrh metody, však počítal s 30 min. proplachem, což je finančně i technicky velmi obtížné, ale velmi účinné; % pozitivy výtoků pokleslo na nulu. Metoda se nazývá „Superheat and flush“ a podstatné je dodržení výše teploty i doby proplachu distálních konců sítě. Efekt je sice krátkodobý a musí se periodicky opakovat, aby se předešlo opětovné kolonizaci Legionellou. V případě periodicity tohoto postupu dojde k zamezení množení Legionell i jiných bakterií a voda je tak hygienicky zajištěna. [6] a [26] a [40] a [41]



Obrázek 8: Schéma aplikace termické dezinfekce [41]

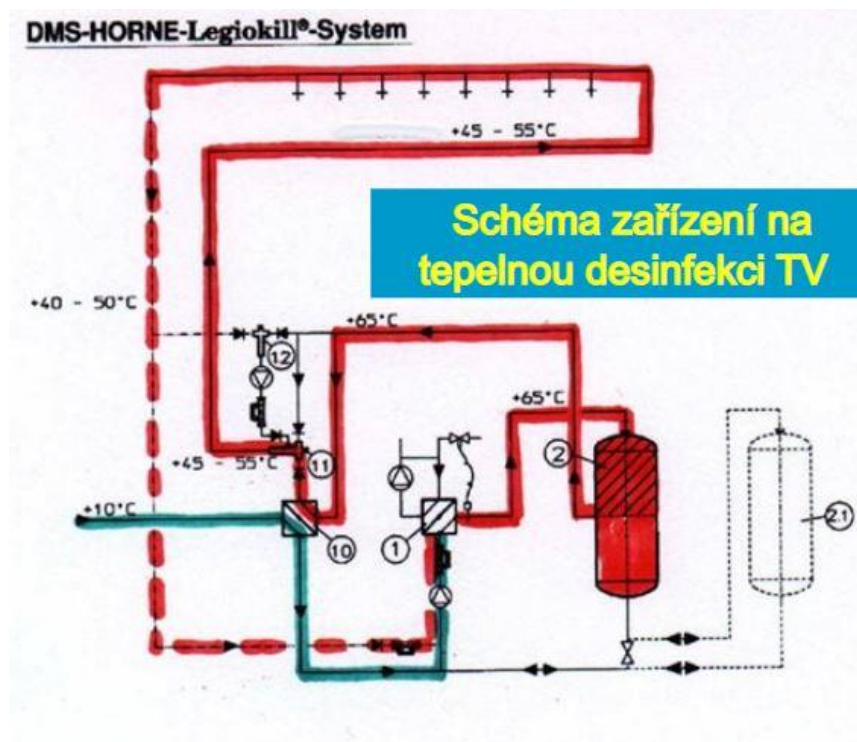
Pro udržování systému bez výraznější kontaminace zpravidla postačí, když budeme udržovat teplotu 60°C na výstupu z ohřevu a nejméně 55°C na jednotlivých výtocích. Nicméně tímto opatřením nedosáhneme eliminace Legionelly. [6] a [26] a [40] a [41]

Například termická dezinfekce při 70 °C po dobu 72 hodin s 20 až 30 minutovým proplachem sníží kontaminace výtokových míst ze 40 % před zvýšením

teploty, na 0 % po týdnu a 10 až 30 % po měsíci po zásahu. Tentýž zásah s teplotou 60 °C má mnohem menší efekt. V praxi jsou realizovány i jiné postupy termické dezinfekce, na př. periodické zvyšování teploty v systému TUV přes 70 °C s proplachem distálních konců sítě po 10 minut vodou přes 60 °C. Dochází ke snížení positivity výtoků ze sítě k nule a různě rychlá obnova kontaminace na původní úroveň za 30 až 60 dní. V německé dokumentu DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.) W 551 a W 552 se uvádí, že provozně-technická opatření v rozvodech pitné vody jsou úspěšná v případě udržování teploty v celém systému nad 55°C. Přičemž přehřívací systémy je nutno jedenkrát ohřát na 60 °C a zároveň je třeba periodicky termicky dezinfikovat. Toho dosáhneme nastavením ohříváče tak, aby na výtocích ze sítě minimálně 3 minuty odtékala 70 °C teplá voda. [26] a [40]

Pro vhodné provedení termální dezinfekce se doporučuje nálež vhodnou časovou dobu, tak aby nedocházelo téměř k žádnému odběru. Pro většinu budov se jedná o noční hodiny během víkendu. Dále je vhodné upozornit obyvatele objektu, že dochází k termální dezinfekci, a to ať výstražnými nápisy nebo seznámením s provozem budovy. Dále by měla být zaručena schopnost termálně dezinfikovat všechna výtoková místa při teplotě nad 71°C. Z toho důvodu je zavedena řádná údržba, sanitace systému, proplachy a odkalování sítě a zejména zaregulovaný systém TV, který se vyznačuje určitými teplotními a tlakovými charakteristikami. Nicméně tento požadavek častokrát vede k předimenzování zásobníku ohřevu TV, který je vzhledem k Legionelle nežádoucí. Proto je vhodný kompromis závislý na využití objektu. Na konci procedury by měly být posbírány vzorky pořízené na různých výtocích 2 až 7 dní po dezinfekci k zjištění úspěšnosti. Dále je nutné udržovat teplotu vody kontinuálně nad hodnotou 60°C, minimálně na hodnotě 55°C. [6] a [26] a [40] a [42]

Hlavní výhodou termické dezinfekce je nezměněná kvalita vody. Tepelná dezinfekce redukuje vedle Legionell i počty ostatních bakterií a plísní, při teplotách nad 60 °C minimalizuje i přítomnost prvoků a tedy i améb. Mezi nevýhody patří, že nelze použít v zařízeních s nepřerušným provozem (hotely, nemocnice, domovy pro seniory atd.), že nezničí biofilmy, že nelze použít ve vedeních studené vody, vyšší náklady na provedení a následné kontroly či poškození pozinkovaných trubek. [37] a [42]



Obrázek 9: Podrobnější schéma aplikace termické dezinfekce [32]

Hlediska použití termické dezinfekce:

- Tento typ dezinfekce je neproveditelný v objektech s nepřerušovaným provozem, jako jsou hotely, nemocnice, domy seniorů a podobně.
- Ve slepých a bočních potrubích zůstává voda teplotně neupravená.
- Stěny vodovodního potrubí se při doporučené teplotě nezdezinfikují a v potrubí zůstanou biofilmy.
- Hydraulika systému obvykle není vyvážená a v čase termické dezinfekce nelze všude provést odpouštění vody.
- Přívod čerstvé vody se tepelně neupravuje. V době, kdy se provádí termická dezinfekce, zařízení pro ohřev nestíhá -> do systému přichází nové bakterie se studenou vodou.
- Legionella se zvýšené teplotě umí přizpůsobit. Bakterie, která termickou dezinfekci přežije, předává svoje DNA další generaci. Za 24 hodin se jedná bakterie rozmnoží až na jeden tisíc bakterií.
- Je nutno počítat se zvýšeným opotřebením vodovodního potrubí a armatur. V praxi se uvádí, že za 3 provedené termické dezinfekce se zkracuje životnost potrubí asi o 1 %.
- Zvyšuje se spotřeba vody.
- V souběhu rozvodů teplé a studené vody se může studená voda začít ohřívat, v důsledku toho se může Legionella objevit i v rozvodech studené vody. [6]

A.14.2. Chemická dezinfekce

Chemická dezinfekce se používá buď samostatně nebo se kombinuje s termickou dezinfekcí. V případě špatně navržených systémů, které obsahují zákoutí umožňující stagnaci vody a růst biofilmů, bývá chemická dezinfekce efektivnějším řešením než přehřívání. [37]

Chlorace

Chlorování je relativně levná a rozšířená metoda dezinfekce vody. Používá se kontinuální dávkování o dávce cca 5 mg/l aktivního chlóru, v akutních případech šoková dezinfekce o dávce cca 40 mg/l po dobu dvou hodin. K neutralizaci samotných Legionell pak stačí dávka chlóru kolem 0,5 mg/l. To však neplatí pro biofilmy, sedimenty nebo cesty různých prvků, ve které jsou Legionelly ukryty. Ty jsou schopny odolat dávkám chlóru i nad 50 mg/l. Dezinfekce chlórem přináší bohužel i nevýhody včetně tvorby toxických Trihalomethanů (THM). Chlór v plaveckých bazénech způsobuje svědění kůže, pálení v očích a způsobuje známý a nepříjemný zápach. Při kontinuálním dávkování nesmí koncentrace aktivního chloru klesnout pod 4 mg/l. V praxi se mnohdy používá pouze 1 až 2 mg/l z důvodů menší koroze potrubí a nižší tvorby jiných vedlejších produktů chlorace. [37]



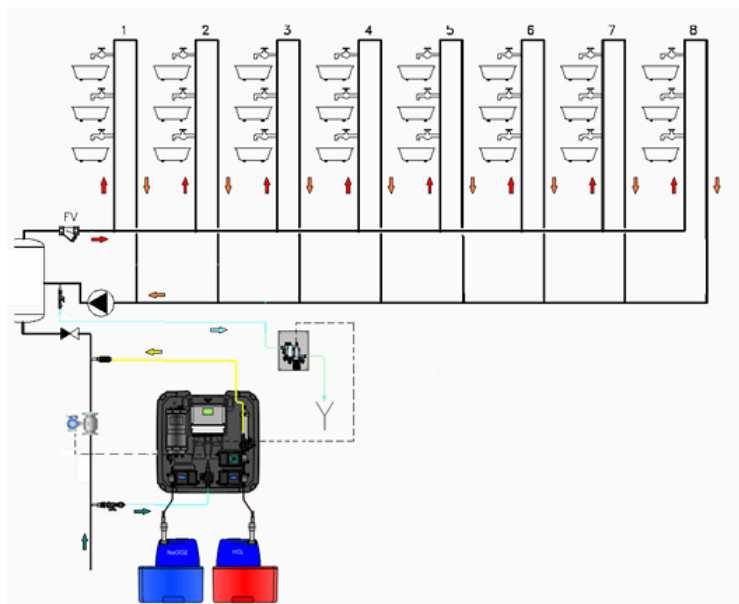
Obrázek 10: Dezinfekce bazénové vody použitím chlóru [44]

Monochloramin

Chloramin se v nízké koncentraci běžně používá pro dezinfekci vody ve veřejných vodovodních sítích, jako alternativa chlorování. Chloramin je mnohem stabilnější než chlór a nerozkládá se ve vodě před tím, než se dostane ke spotřebitelům. Hlavní výhodou chloraminu jsou jeho delší reziduální účinky a schopnost průniku do biofilmů i do vzdálených částí sítě, kde je nižší cirkulace vody. Voda upravená chloraminem má oproti úpravě chlórem lepší chuť a nezapáchá. Koncentrační limit EPA je 4 ppm. V teplých krajinách (Jižní Austrálie) se používá jeho koncentrace 1,5 mg/l k prevenci améb v síti. [37]

Chlordioxid (Oxid chloričitý)

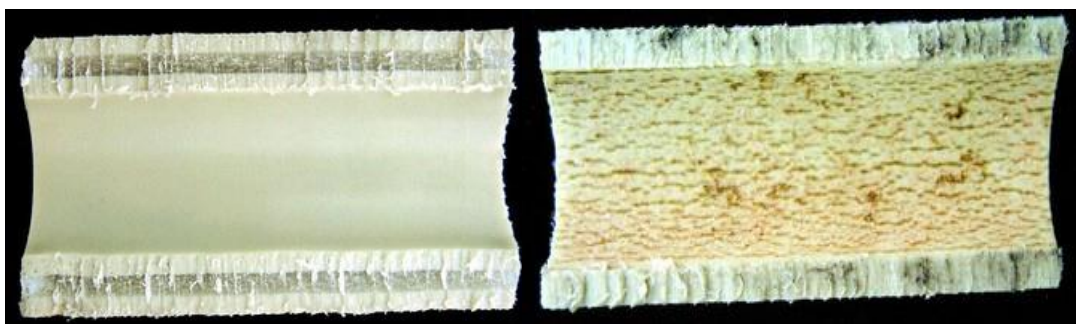
Chlordioxid se rozmohl v 90. letech minulého století a stále častěji se používá místo chlóru. Lze ho dávkovat do studené i teplé vody. ClO_2 vykazuje též prodloužený reziduální účinek, což neplatí v případě chlóru, ozonu, termodezinfekce nebo u UV záření. Chlordioxid proniká i do biofilmů a do odlehklých částí systému. Velkou výhodou je, že při jeho použití nevznikají vedlejší produkty chlóru. Účinnost chlordioxidu nezávisí na pH, odstraňuje inkrusty v rozvodech, je vysoce účinný proti různým typům mikroorganismů i při velmi nízkých koncentracích (kolem 0,2 mg/l). Chlordioxid se obvykle vyrábí v místě spotřeby generátory chlordioxidu, které látku v přesně stanoveném množství rovnou dávkuje do vody. [37]



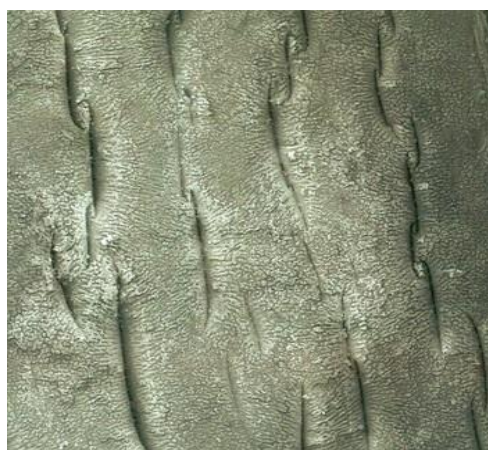
Obrázek 11: Dezinfekce vody použitím chlordioxidu [45]

Koncentrace 0,5 mg/l působí inhibičně (potlačí schopnost růstu) i na cysty améb a tak odstraňuje jejich ochranný efekt v rozvodné síti. Zbytková koncentrace ClO_2 by měla být max. 0,3 mg/l, lépe 0,2 mg/l s ohledem na prahovou hodnotu jeho sensorického působení a zejména toxické působení chloritanů jako vedlejšího produktu dezinfekce. [43]

Tato metoda není vhodná pro polypropylénové potrubí, které není vůči chlordioxidu odolné a jeho působením se snižuje životnost potrubí. Při 50 násobném zvětšení jsou vidět hluboké prohlubně uspořádané ve směru osy potrubí. Kromě snížení pevnosti potrubí se ztrácí hydraulická hladkost vnitřního povrchu trubky, v trhlinách dochází k vytváření příznivých podmínek pro rozvoj mikrobiologické fauny a flory v potrubí. [46]



Obrázek 12: Vnitřní povrch nové PP trubky a vnitřní povrch PP trubky po 6 letech dávkování ClO_2 [46]



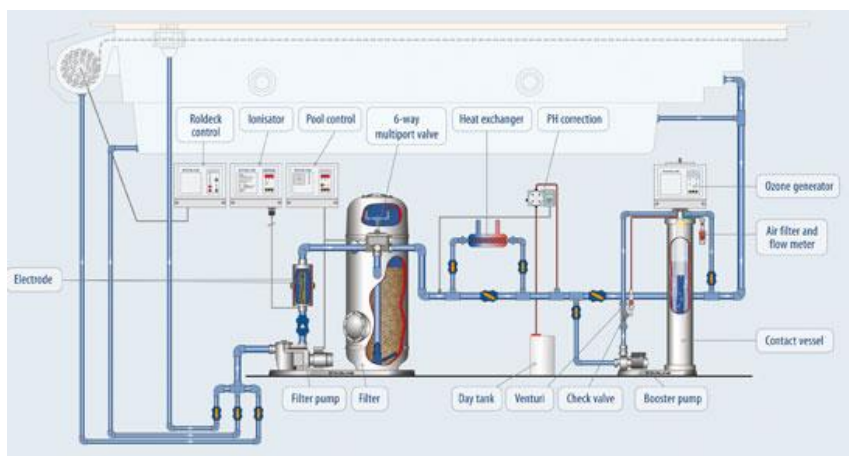
Obrázek 13: Detail vnitřního povrchu polypropylenové trubky (zvětšení 50×) [46]

Generátor Chlordioxidu EuroClean OXCL-slouží pro bezpečnou přípravu roztoku oxidu chloričitého – ClO₂ (chlordioxidu) a následně k dezinfekci pitné, teplé užitkové, nebo průmyslové vody. Generátor Chlordioxidu EuroClean OXCL – dezinfekce vody, je navržen tak, aby ClO₂ byl vždy čerstvý a maximálně účinný pro danou aplikaci. Oxid chloričitý je dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví 293/2006 Sb.a vyhlášky 409/2005 Sb., paragraf 14, bod „i“, schválený způsob dezinfekce vody jak pitné, tak dezinfekce vody teplé. Chlordioxid je ideální způsob dezinfekce vody pro-nemocnice, hotely, teplárenské společnosti, nákupní centra, kancelářské budovy, rozvody TUV, veřejné objekty, chladicí věže, ČOV, bytová družstva. [47]

Ozon

Ozon je nejsilnější z oxidantů používaných pro dezinfekci vody. Na bakterie a spóry účinkuje cca 300 krát efektivněji než chlór. Vysoký účinek je zaručen nehladě na pH vody podobně jako u chlordioxidu. Nevykazuje však reziduální účinky a rychle se rozkládá. Nepůsobí tak na odlehlejší místa sítě, takže je třeba jej kombinovat např. s chlorací nebo termodezinfekcí. Ozon se rychleji rozkládá s narůstajícím pH vody. Ozonizace vody s obsahem bromidů může tvořit toxické bromitany, dalšími vedlejšími produkty jsou aldehydy a organické kyseliny. Proces ozonifikace je relativně složitý proces a údržba vyžaduje daleko větší pozornost než například u přípravků z chlóru.

V koncentraci 0,3 až 0,4 mg/l zastavuje růst buněk bakterií i virů; 0,4 mg/l vede k destrukci cyst. Účinná je koncentrace 1 až 2 mg/l i proti biofilmům. Ozon se připravuje pomocí generátorů ozonu výbojem vysokého napětí. Má relativně vysokou účinnost. Růst buněk bakterií i virů zastavuje při koncentraci 0,3 až 0,4 mg/l. Koncentrace 0,4 mg/l vede k destrukci cyst. Proti biofilmům je dezinfekce účinná při koncentraci 1 až 2 mg/l. [37] [50]



Obrázek 14: Schéma zapojení ozonizátoru pro provoz bazénu [50]

Ozon vykazuje silnou oxidačně-korozní aktivitu. U plastů a kovů způsobuje křehnutí, což vede k jejich poškození. Při návrhu je nutno také dbát na to aby nedošlo k úniku ozonu, například odvodušněním. V praxi se dává přednost Ag/CU ionizaci, termodezinfekci, hyperchloraci nebo kombinaci dezinfekčních prostředků [49]

A.14.3. Fyzikálně - chemická dezinfekce

Ag/Cu ionizace

Ag/Cu ionizace představuje další, používaný systém pro kontrolu a redukci Legionell. Využívá působení těžkých kovů na mikroorganismy. Zatímco Ag působí spíše na syntézu enzymů a proteinů v buňce, Cu ovlivňuje propustnost buněčné membrány. Výhodou ionizace proti termodezinfekci či chloraci je vyšší účinnost a delší protektivní účinek, což je dáno schopností penetrace Ag a Cu do biofilmů. [40]

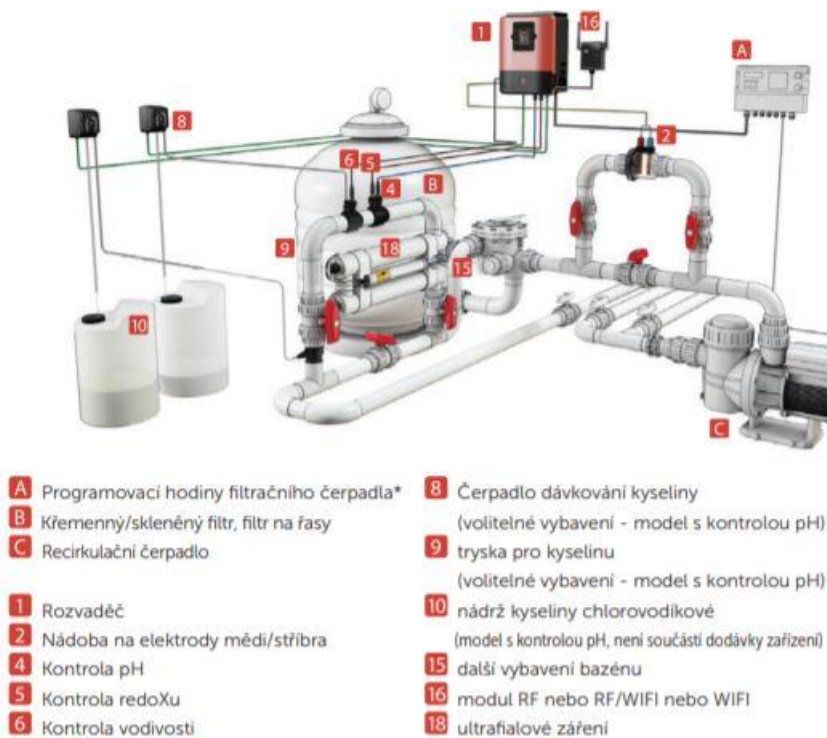
Tato metoda byla původně navržena pro NASA, konkrétně pro vodovodní a odpadní systém Apolla, následně byla technologie zaměřena na bazénové systémy až v nedávné době došlo také k využití u systémů kontrolující Legionellu. [40]

Koncentrace 400 µg/l Cu + 40 µg/l Ag výrazně snižuje hustotu Legionell, po 1 měsíci dochází k poklesu % positivity na výtociích k 0 % z 60 až 80 %, zatímco koncentrace ≤ 300 + 30 µg/l Cu/Ag tento efekt redukce nevykazují ani nedochází k žádným změnám positivity. Při aplikaci nižších koncentrací může docházet i k adaptaci mikroflory biofilmů na Ag + Cu. Na začátku zásahu se obvykle volí konc. 400 až 800 µg/l Cu + 40 až 80 µg/l Ag k razantní eliminaci Legionell, jako udržovací koncentrace pak 5 až 20 + 50 až 200 µg/l Ag/Cu. [50]

Při přerušení ionizace (0,4 + 0,04 ppm Cu/Ag) zůstane 0% pozitivita konců potrubí po 6 týdnů a během dalších 6ti týdnů se původní kontaminace obnoví. Kontinuální provoz však zajistí dlouhodobý efekt, i 22 měsíců. [50]

Tato metoda je efektivní pro většinu patogenů a není ovlivněna teplotou v systému. Její instalace a údržba je také relativně snadná. Dále je v našem zájmu dodržovat hladinu stříbra a mědi udávanou přímo výrobcem, protože požadavky na obsah těchto látek ve vodě dle legislativy je poměrně příznivý. Pro správnou funkci ionizace musíme zabezpečit dostatečné množství iontů, a proto se musíme vyvarovat chloridům a fosfátům a udržovat vhodnou úroveň pH (<7,5). [40]

Naopak při velkém obsahu iontů dochází k černému zabarvení vody a zbarvení porcelánových povrchů do fialova. Při dávkách nad 2mg/l může docházet ke korozi pozinkovaného potrubí. Také může odcházet k usazování relativně velké koncentrace Ag a Cu ve spodních částech zásobníku. Vzhledem k tomu, že se z anod uvolňují kovy dochází postupem času k jejich zmenšování, což znamená jejich pravidelnou kontrolu a častou výměnu. Dochází také k tvorbě vápníku na jejich povrchu, a proto musí být pravidelně čištěny. [41]



Obrázek 15: Instalace pro úpravu vody ionizací Hidroniser (příručka) [51]

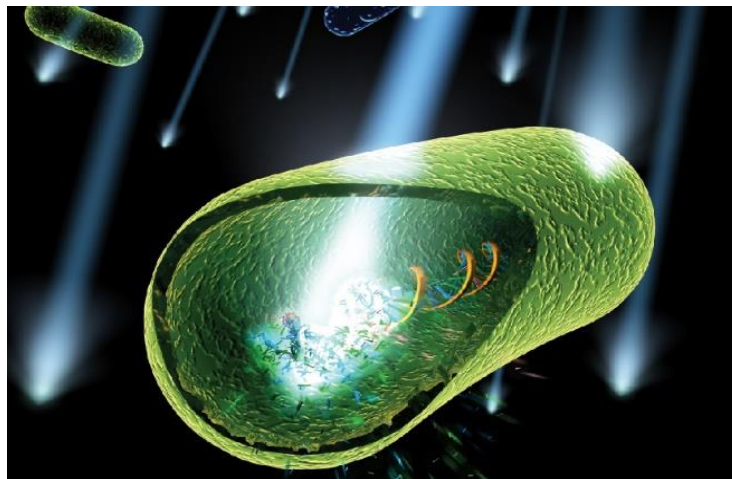
Ionizace zinkem

Samočisticí systém zinkové anody chrání vodovodní potrubí před korozí a usazováním vodního kamene. Vodní kámen poskytuje výborné podmínky pro růst bakterií a mikrobů. Přítomnost zinkové anody s velkým specifickým povrchem společně s oxidy zinku vytvořenými na katodě zabezpečuje uvolňování zinku. Ten působí jako koagulující činidlo a současně jako krystalizační jádro. Tím se zajistí pohlčení množství živin potřebných na růst a přežití bakterií a sníží se riziko jejich výskytu. [6]

A.14.4. Dezinfekce UV zářením

UV záření používané pro dezinfekci vody má vlnovou délku v rozsahu 100 – 400 nm. UV záření ničí DNA organismu, které jsou obsaženy ve vodě. Zářením je narušena jejich celková struktura. [40] a [52]

Na cestě mezi zdrojem (zářivkou) a mikroorganismy, obsaženými ve vodě, dochází ke ztrátě energie záření vlivem absorpce a rozptylu světla. Rozptyl světla je primárně způsoben nerozpustnými částicemi ve vodě. Částice způsobují zastínění a některé mikroorganismy tak mohou projít UV reaktorem, aniž by došlo k dostatečnému ozáření vlnami UV pro jejich deaktivaci. Proto se doporučuje vždy instalovat před UV lampu obyčejný mechanický filtr s maximální propustností 5 mikronů. [40] a [52]

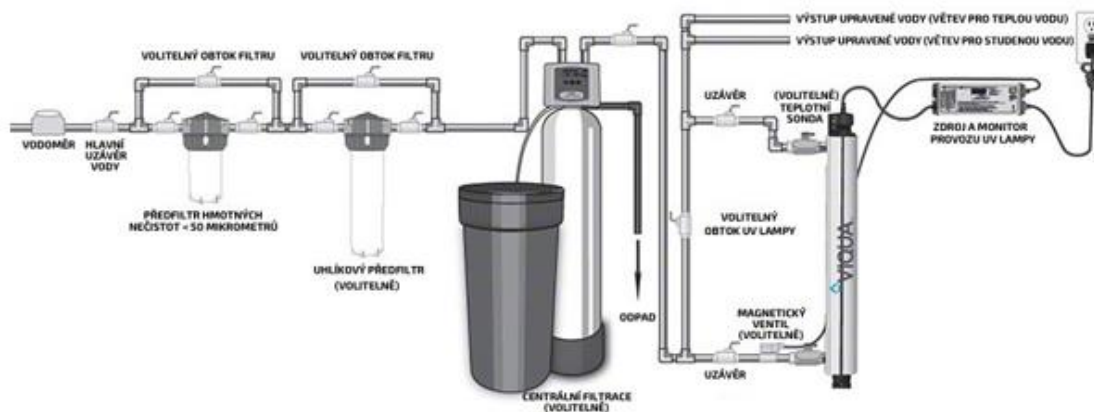


Obrázek 16: Narušení buněčné membrány UV zářením [53]

Z hlediska účinnosti dezinfekce je důležitá intenzita UV záření a doba expozice. Z pravidla je účinnější vysoká intenzita ozáření (středotlaké polychromatické vysoce účinné UV 37 lampy) a krátká doba expozice než nízká intenzita (nízkotlaké monochromatické UV lampy) a dlouhá expoziční doba. [40] a [52]

Na UV propustnost má také velký vliv tvrdost vody. Tvrdá voda způsobuje obalení křemíkové trubky vápencem, což významně snižuje propustnost UV světla a inaktivaci patogenů. [53]

Výhodou dezinfekce UV záření je, že netvoří vedlejší produkty jako chlór, není ovlivněno teplotou ani turbiditou (zákal), nemění vlastnosti vody, neškodí materiálům rozvodů a snadno se instaluje. Nevýhodou UV záření je, že nemá reziduální účinky a neproniká do biofilmů. V podstatě musí svítit nepřetržitě.



Obrázek 17: Zapojení UV lampy pro dezinfekci vody (obrazok uv)

Zařízení musí být umístěno těsně před odběrová místa ze sítě (baterie, kohouty, sprchy). Dalším rizikem je vznik mutagenních látek, a to z důvodu, že působí na genetické struktury buňky. Amesovým testem však nebyla mutagenita prokázána ani při dávce 10 000 J/m², přičemž legislativní požadavek na použití UV je výrazně nižší: 400 J/m². Dalším rizikem je vznik biodegradabilních sloučenin. Jsou to sloučeniny, které jsou snadno využitelné k výživě bakterií. Nicméně zvýšená produkce biodegradabilních sloučenin nebyla potvrzena a jejich koncentrace ve vodě zůstává na přibližně stejných hodnotách, jako při běžných úpravách pitné vody. Při použití střednětlakých lamp, místo nízkotlakých, může docházet k tvorbě dusitanů a formaldehydu. Tomuto problému lze předejít trubicemi, vyrobenými z křemenného skla. Ke zvýšené tvorbě dusitanů, dochází však až při dávkách 10 000 J/m² a vyšších. [26] a [52] a [54]

A.15. Porovnání jednotlivých postupů

Pro volbu vhodného postupu je třeba zvážit mnoho faktorů. Z dlouhodobějšího efektu je vhodné využít chlordioxid, dezinfekci UV zářiči a ionizaci Ag/Cu. Reziduální efekt vykazují chemické dezinfekce, které kolují spolu s vodou celým systémem, převážně ty na bázi chlóru. Náročnost instalace, údržba a cena jsou hodně závislé na velikosti provozu a technologické vyspělosti jednotlivých výrobců. Z hlediska náročnosti instalace a údržby jsou to chemické dezinfekce, které

vyžadují největší pozornost. I když v nedávné době došlo k výraznému zlepšení, převážně i chlordioxidu.

Tabulka 7: Zjednodušené porovnání jednotlivých postupů [26] [40] [52] [54]

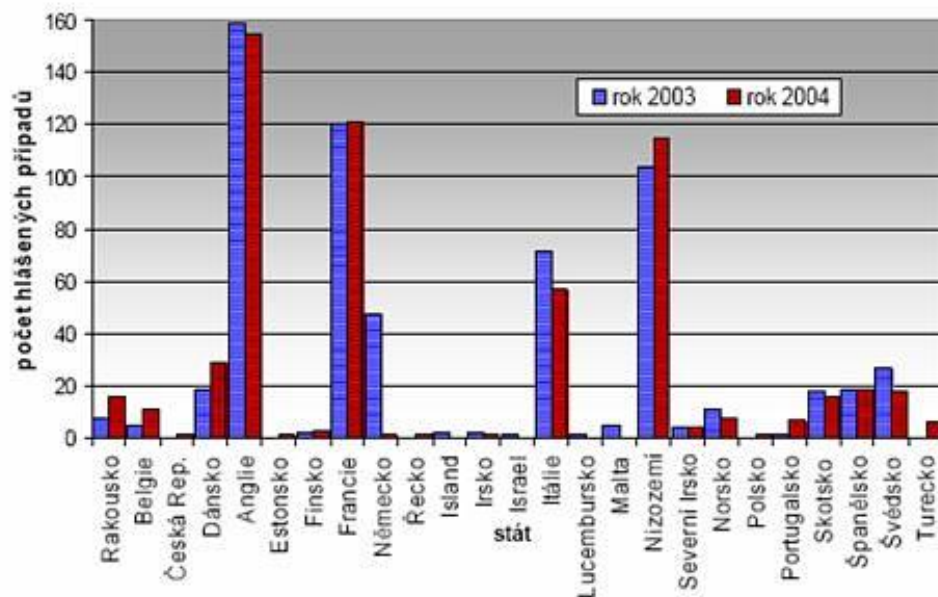
Metoda	Krátkodobá účinnost	Dlouhodobá účinnost	Doba efek. působení	Náročnost instalace	údržba	cena
	měsíce	roky				
Termodezinfekce	Dobrá	Nepřesvědčivá	-	Nízká	Nízká	Vysoká
Chlorace	Dobrá	Uspokojivá	hodiny	Obtížná	Střední	Střední
Ag/Cu Ionizovace	Výborná	Efektivní	-	Nízká	Nízká	Střední
Monochloramin	Dobrá	Uspokojivá	hodiny	Střední	Střední	Střední
Chlordioxid	Výborná	Dobrá	dny	Střední	Střední	Střední
ozon	Výborná	Nepřesvědčivá	minuty	Obtížná	Střední	Vysoká
dezinfekce Uv	Výborná	Efektivní	-	Nízká	Střední	Střední
Filtrace v místě odběru	Dobrá	Dobrá	-	Jednod.	Jednod.	

A.16. Legionella ve světě

Nárůst legionářské nemoci v roce 2014

V roce 2014 bylo oznámeno 6 941 případů této nemoci. Počet výskytu v zemích EU byl v tomto roce 13,5 případů na milion obyvatel, což představuje nejvyšší počet, jaký se kdy vyskytl. Velké množství hlášených případů nakažených lidí bylo i mezi lety 2009-2014 v Lisabonu.

Legionellóza podléhá ohlašovací povinnosti ve všech členských státech Evropské unie. Přesto je odhadováno, že je hlášeno méně než 5 % všech případů výskytu tohoto onemocnění, i když stále dochází k postupnému získávání podrobnějších informací vedoucích ke zdokonalení v diagnostice tohoto typu onemocnění. Z následujícího grafu je zřejmé, že v některých zemích jsou počty hlášených Legionellóz až podezřele nízké. [2]



Graf 3: Počet hlášených případů výskytu Legionell v Evropě v roce 2003 a 2004 [2]

Závěr

Cílem teoretické části této práce byla zpracovaná téma: Ochrana vnitřního vodovodu proti bakterii *Legionelle pneumophila*. Prvních několik stran je věnováno seznámení se samotnou bakterií, historickým vývojem a jejími základními vlastnostmi. Práce dále uvádí zdravotní rizika způsobená Legionellou, jejich možnou prevenci a detekci v lidském organizmu. Následně je zaměřená na stanovení vhodných podmínek pro výskyt Legionelly a opatření, které její výskyt omezují. Taktéž jsou uvedeny nejdůležitější prameny české legislativy, které řeší problematiku a kladou důraz na teplotu vody, objem vody v rozvodech a ohříváči, materiál potrubí a bezpečný provoz. Závěrečná část práce se věnuje způsobům odstranění Legionelly z vnitřního vodovodu, parametrům ovlivňující návrh a porovnání jednotlivých způsobů odstranění.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1. Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojení na sítě pro veřejnou potřebu

B.1.1 Analýza zadání

Tato práce je zaměřena na návrh kanalizace, vodovodu a plynovodu v penzionu pro seniory a napojení těchto instalací na sítě pro veřejnou potřebu.

B.1.2 Bilance potřeby vody

Předpoklad provozu budovy:

- 109 lůžek v penzionu
- Léčebny dlouhodobě nemocných, domovy důchodců, včetně stravování, kuchyně, bez léčebných zařízení
- Směrné číslo roční potřeby vody- 1lůžko - 45 m³/ roční spotřeba vody

Specifická potřeba vody:

- Počet lůžek – 109 lůžek
- Na 1 lůžko včetně stravování a kuchyně = 45 m³/rok = 123 l/den

Součinitel denní nerovnoměrnosti k_d :

$$k_d = 1,5$$

Součinitel hodinové nerovnoměrnosti k_h :

$$k_h = 1,8$$

Průměrná denní potřeba vody Q_p (l/den):

$$Q_p = n \cdot q$$

$$Q_p = 109 \cdot 123 = 13\,407 \text{ l/den}$$

kde n – počet lůžek

q – specifická potřeba vody (l/den)

Maximální denní potřeba vody:

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

$$Q_{d,max} = 1,5 \cdot 13\,407 = 20\,111 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba:

$$Q_{h,max} = (Q_{d,max} / t) \cdot k_h$$

$$Q_{h,max} = (20\ 111 / 24) \cdot 1,8 = 1\ 508 \text{ l/hod}$$

Roční potřeba vody:

$$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n$$

$$Q_{rok} = 13\ 407 \cdot 365 = 4\ 893\ 555 \text{ l/rok} = 4\ 894 \text{ m}^3/\text{rok}$$

B.1.3. Bilance potřeby teplé vody dle ČSN 06 0320

Specifická potřeba teplé vody:

- Domovy důchodců (umývání včetně personálu na 1 lůžko) = 0,07 m³/den - 109 lůžek, (souč. současnosti s = 1)
- Vaření a mytí nádobí (mytí jídelního nádobí na 1 jídlo) = 0,001 m³/den - 270 jídel, (souč. současnosti s myčkou nádobí s = 0,5)
- Mytí podlahy + úklid (úklid na 100m²) = 0,02 m³/den - plocha 6125 m²

Průměrná denní potřeba teplé vody Q_p (l/den):

$$Q = n \cdot q$$

kde n – počet jednotek

q – specifická potřeba vody (l/os.den)

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q = (109 \cdot 0,07) \cdot 1 + (270 \cdot 0,001) \cdot 0,5 + 61,25 \cdot 0,02$$

$$Q = 8\ 990 \text{ l/den}$$

B.1.4. Bilance odtoku odpadních vod

Splaškové vody

Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti k_h:

$$k_h = 5,9$$

Vypočet na základě denní potřeby vody - průměrný denní odtok Q_p (l/den):

$$Q_p = n \cdot q$$

$$Q_p = 109 \cdot 123 = 13\ 407 \text{ l/den}$$

Maximální denní odtok vody:

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

$$Q_{d,max} = 1,5 \cdot 13\,407 = 20\,111 \text{ l/den}$$

Maximální hodinový odtok:

$$Q_{h,max} = (Q_{d,max} / t) \cdot k_h$$

$$Q_{h,max} = (20\,111 / 24) \cdot 5,9 = 4\,944 \text{ l/hod}$$

Roční odtok vody:

$$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n$$

$$Q_{rok} = 13\,407 \cdot 365 = 4\,893\,555 \text{ l/rok} = 4\,894 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Srážkové vody

Redukovaná odvodňovaná plocha A_{red} :

$$A_{red} = A \cdot c$$

kde A – odvodňovaná plocha

c – součinitel odtoku srážkových vod (l/den)

$A1 - A15$ – Střecha s nepropustnou krytinou $S1 = 1\,636,22 \text{ m}^2$, $c_A = 1$

$A16 - A17$ – Střecha s nepropustnou krytinou $S2 = 86,26 \text{ m}^2$, $c_A = 1$

$A18 - A19$ – Střecha s nepropustnou krytinou $S3 = 75,19 \text{ m}^2$, $c_A = 1$

$P1$ – Parkovací plocha – dlažba v pískovém podkladě $S4 = 236,8 \text{ m}^2$, $c_p = 0,6$

$P2$ – Parkovací plocha – dlažba v pískovém podkladě $S5 = 326,6 \text{ m}^2$, $c_p = 0,6$

$$A_{red} = A_{1-15} \cdot c_A + A_{16-17} \cdot c_A + A_{18-19} \cdot c_A + P_1 \cdot c_p + P_2 \cdot c_p$$

$$A_{red} = 1\,636,22 \cdot 1 + 86,26 \cdot 1 + 75,19 \cdot 1 + 236,8 \cdot 0,6 + 326,6 \cdot 0,6 = 2\,361,1 \text{ m}^2$$

Roční množství odváděné dešťové vody:

Dlouhodobý úhrn srážek - Jihomoravský kraj – 566 mm/rok - 0,566 m/rok

$$Q_s = 2\,361,1 \cdot 0,566 = 1\,336,4 \text{ m}^3/\text{rok} = 0,042 \text{ l/s}$$

B.1.5. Bilance potřeby plynu

Potřeba plynu pro ohřev teplé vody:

Potřeba teplé vody V :

$$V = 8990 \text{ l/den}$$

Teplota studené vody t_{sv} :

$$t_{sv} = 15 \text{ }^\circ\text{C}, t_{svz} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

Teplota teplé vody t_{tv} :

$$t_{tv} = 55 \text{ }^\circ$$

Korekce proměnlivé vstupní teploty:

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

Měrná tepelná kapacita vody c :

$$c = 1,163$$

Výhřevnost zemního plynu H :

$$H = 35 \text{ MJ/m}^3$$

Počet dní v otopné sezóně d :

$$d = 215 \text{ dní}$$

Spotřeba tepla na den $E_{TV,d}$ [kWh/rok]:

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

kde V - potřeba teplé vody

c - měrná tepelná kapacita vody

t_{sv} , t_{tv} - teplota studené a teplé vody

$$E_{TV,d} = 8990 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 470\,491,7 \text{ Wh/den} = 470,49 \text{ kWh/den}$$

Spotřeba tepla za rok E_{TV} [MWh/rok]:

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

kde $E_{TV,d}$ - teplo pro ohřev vody na den

N - počet pracovních dní soustavy v roce

k - korekce vstupní teploty

d - počet dnů v otopné sezóně

$$E_{TV} = 470,49 \cdot 215 + 0,89 \cdot 470,49 \cdot (350 - 215) = 157\,685,3 \text{ kWh/rok} = 157,685 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie $E_{TV,SK}$ [MWh]:

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

kde η_{zroj} - účinnost výroby (0,9)

η_{distr} - ztráta v distribuční síti (0,55)

$$E_{TV,SK} = \frac{157,685}{0,9 \cdot 0,55} = 318,55 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba zemního plynu E_{SP2} [m³/rok]:

$$E_{SP} = 3600 \cdot (E_{tv}/H)$$

$$E_{SP1} = 3600 \cdot (E_{tv}/H) = 3600 \cdot (318,55/35) = 32\,765,77 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Potřeba plynu pro vytápění:

Výpočtová tepelná ztráta Q_i :

$$Q_i = 203,84 \text{ kW}$$

Teplota v interiéru t_i :

$$t_i = 21 \text{ °C}$$

Teplota v exteriéru t_e :	$t_e = -12 \text{ }^\circ\text{C}$
Průměrná venkovní teplota v otop. období:	$t_{es} = 4,5 \text{ }^\circ\text{C}$
Počet dní v otopné sezóně d :	$d = 215 \text{ dní}$
Počet denostupňů D :	$D = 215 \cdot (21 - 4,5) = 3548 \text{ dní}$
Měrná tepelná ztráta H_{t+i} (W/K)	$H_{t+i} = 6176,97 \text{ W/K} = 0,006177 \text{ MW/K}$

Teoretická roční potřeba tepla E [MWh/rok]:

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{t+i}$$

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

kde E - nesoučasnost infiltrace

e - vliv přerušovaného vytápění

D - počet denostupňů

t_{is} - pr. teplota vytápěné místnosti ($^\circ\text{C}$)

t_{es} - pr. vnější teplota v otopném období

d - počet dní otopného období

$$E = 24 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 3548 \cdot 0,006177 = 357,617 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie E_{UT} [MWh/rok]:

$$E_{UT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}}$$

kde η_{zroj} - účinnost výroby (0,9)

η_{distr} - straty v distribuční síti (0,99)

$$E_{UT} = \frac{357,617}{0,9 \cdot 0,99} = 418,265 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba zemního plynu E_{SP3} [m^3 /rok]:

$$E_{SP2} = 3600 \cdot (E_{UT}/H)$$

$$E_{SP2} = 3600 \cdot (418,265/35) = 43\,021,58 \text{ m}^3/\text{rok}$$

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

$$E_{SP} = E_{SP} + E_{SP} = 32\,765,77 + 43\,021,58 = 75\,787,35 \text{ m}^3/\text{rok}$$

B.2. Výpočty související s následným rozpracováním 1 – 3 dílčích instalací

B.2.1 Výpočet tepelných ztrát pomocí protokolu k energetickému štítku obálky budovy

Pro výpočet energetického štítku obálky budovy uvažují hodnoty součinitele prostupu tepla, jako doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$, dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

Vstupné hodnoty:

Teplota v interiéru t_i : $t_i = 21 \text{ °C}$

Teplota v exteriéru t_e : $t_e = -12 \text{ °C}$

Tabulka 8: Výpis použitých konstrukcí

Popis konstrukce	Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U ($W/(m^2K)$)
Stěna vnější	0,25
Střecha plochá	0,16
Strop pod nevytápěnou půdou	0,2
Podlaha a stěna vytáp. prostoru přilehlá k zemině	0,3
Výplň otvoru k vnější stěně	1,2
Dveřní výplň otvoru	1,2

Tabulka 9: Charakteristika budovy

Objem budovy V_b - vnější objem vytápěné zóny budovy (m^3)	22047,95
Celková plocha A obálky budovy- součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy (m^2)	6839,7
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,31
Převažující vnitřní teplota v topném období t_i	21 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období t_e	-12 °C

Tabulka 10: Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova				Hodnocená budova		
	Plocha	Doporučený součinitel prostupu tepla	Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta prostupem tepla $H_t=A_i \cdot U \cdot b_i$	Doporučený součinitel prostupu tepla	Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta prostupem tepla $H_t=A_i \cdot U \cdot b_i$
		U (W/m ² K)	B _i (-)	H _t (W/K)	U (W/m ² K)	B _i (-)	H _t (W/K)
Stěny vnější	2194,78	0,3	1	658,43	0,25	1	548,70
Strop pod nevytápěnou půdou	1650	0,3	1	495,00	0,22	1	363,00
Střecha plochá	163,4	0,24	1	39,22	0,145	1	23,69
Podlaha a stěny přilehlé k zemině	2336,7	0,45	0,4	420,61	0,36	0,4	336,48
Okna	368,42	1,5	1	552,63	1,084	1	399,37
Dveře	102,9	1,7	1	174,93	1,145	1	117,82
Světlíky	23,5	1,4	1	32,90	1,2	1	28,20
Celkem	6839,7			2373,72			1817,26
Tepelné vazby	0,02			136,79			136,79
Celková měrná ztráta prostupem tepla				2510,51			1954,05
Průměrný součinitel prostupu tepla dle 5.3.4 a tab. 5	$2510,51/6839,7+0,02 = 0,387$; $0,75 \cdot 0,387 = 0,29$				$1954,05/6839,7 = 0,28$		
Klasifikační třída obálky budovy dle přílohy C	$0,28/0,38 = 0,74$				Třída B- Úsporná		

Celková měrná ztráta prostupem:

$$H_T = 1954,05 \text{ W/K}$$

Celková ztráta prostupem Q_{Ti} (W):

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,N} - t_e)$$

$$Q_{Ti} = 1954,05 \cdot (21 - (-12)) = 62\,529,6 \text{ W} = 62,53 \text{ kW}$$

Ztráta větráním (přirozené) Q_{Vi} (W):

$$Q_{Vi} = 1\,300 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,n} - t_e)$$

kde V_{ih} - objemový průtok větracího vzduchu

$$V_{ih} = V_a \cdot (n/3\,600)$$

kde V_a - zjednodušený vzduchový objem budovy

n - násobnost výměny vzduchu

$$V_a = V_b \cdot 0,8$$

kde V_b - vnější objem budovy

$$V_a = 22\,047,95 \cdot 0,8 = 17\,638,36 \text{ m}^3$$

$$V_{ih} = 0,5 \cdot 17\,638,36 + 20 \cdot 453,028 = 4,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Vi} = 1\,300 \cdot 4,9 \cdot (21 - (-12)) = 203,84 \text{ kW}$$

Celková tepelná ztráta budovy Q_i (kW):

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi}$$

$$Q_i = 62,53 + 203,84 = 266,37 \text{ kW}$$

Návrh kotle na ohřev vody

Na základě výpočtů navrhuji dva stojité kondenzační kotle Vitocrossal 100 o výkonech 120 kW a 160 kW. Kotel bude zregulovaný tak, aby přednostně ohříval teplou vodu v ohříváči.

B.2.2. Návrh zařízení pro ohřev teplé vody

Objekt bude zásobován teplou vodou pomocí centrálního ohřevu umístěného v technické místnosti v suterénu objektu.

Výpočet je proveden dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

Tabulka 11: Vstupní hodnoty pro návrh zásobníku

uklízečky	3 lidí (6-9 hod.)
Zaměstnanci v kuchyni	10 lidí (5-14 hod.)
Zaměstnanci v kuchyni	10 lidí (15-21 hod.)
Počet zaměstnanců v administrativě, údržbář, doktor, sestra	7 lidí (8-16 hod.)
Sestry	1. směna 21 lidí (6-14 hod.)
Sestry	2. směna 21 lidí (14-22 hod.)
Seniory	109 lidí (7-10 hod.)
	109 lidí (12-14 hod.)
	109 lidí (17-22 hod.)
Počet uvařených jídel	270 jídel
Podlahová plocha pro úklid	6125 m ²

Potřeba tepla odebraného z ohříváče během periody Q_{2p} (kWh/den):

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

kde Q_{2z} – teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV (kWh)

Q_{2t} – teplo odebrané z ohříváče pro ohřev vody (kWh)

Teplo pro ohřev vody Q_{2t} (kWh/den):

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)$$

kde c – měrná tepelná kapacita (J/kgK)

V_{2p} – celková potřeba teplé vody (m³/den)

t_2 – teplota teplé vody – uvažuje se 55 °C

t_1 – teplota studené vody – uvažuje se 10 °C

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 8,99 \cdot (55 - 10) = 470,5 \text{ kWh}$$

Celková potřeba teplé vody V_{2p} (m³/den):

Norma ČSN 06 0320 udává potřebu teplé vody na lůžko a umývání včetně personálu na den 0,2 m³/lůžko.den. Při srovnání se skutečným provozem je tento údaj značně nadhodnocený, proto ve svém výpočtu použiji 0,07 m³/lůžko.den.

Domovy důchodců 1 lůžko umývání včetně personálu 0,07 m³/per

Úklid 0,02 m³/per na 100 m²

Vaření + výdej 0,001 m³/per

$$V_{2p} = 109 \cdot 0,07 + 270 \cdot 0,001 \cdot 0,5 + 61,25 \cdot 0,02 = 8,99 \text{ m}^3 - 8990 \text{ l/den}$$

Teplu ztracené při ohřevu a distribuci TV Q_{2z} (kWh):

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

kde z – součinitel ztrát

$$Q_{2z} = 470,5 \cdot 0,6 = 282,3 \text{ kWh}$$

Teplu dodané ohříváčem do vody během periody Q_{1p} (kWh):

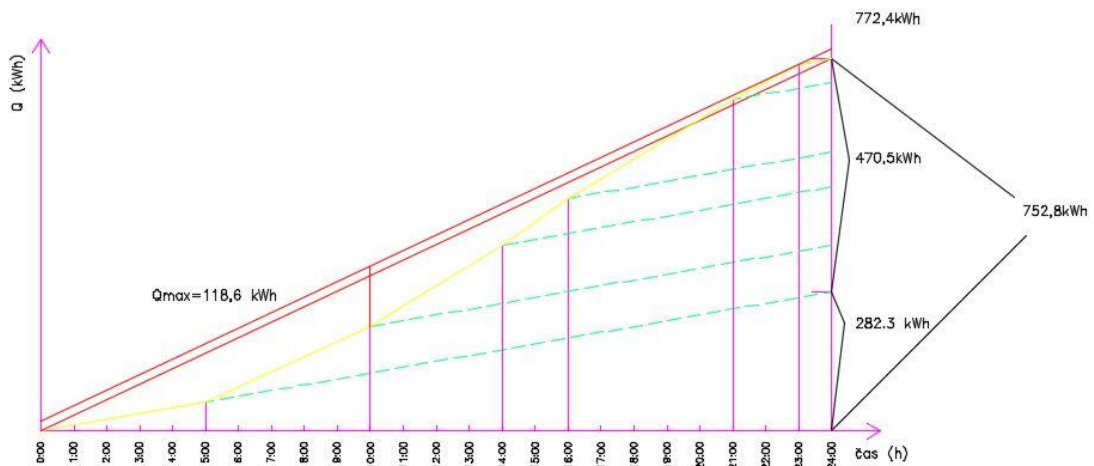
$$Q_{1p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

$$Q_{1p} = 470,5 + 282,3$$

$$Q_{1p} = 752,8 \text{ kWh}$$

Tabulka 12: Rozdělení odběru teplé vody během časové periody

Interval (hod)	Využití (%)	Q_{2t} (kW/h)	Q_{2z} (kW/h)	Q_2 (kW/h)
0 - 5	0	0	0	0
5 - 10	20	94,1	56,46	150,56
10- 14	25	117,625	70,575	188,2
14 - 16	15	70,575	42,345	112,92
16 - 21	30	141,15	84,69	225,84
21-23	10	47,05	28,23	75,28
Celkem	100	470,5	282,3	752,8



Graf 4: Křivka odběru tepla

Velikost zásobníku V_z (m^3):

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (t_2 + t_1)}$$

kde ΔQ_{max} – maximální rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru [kWh]

c – měrná tepelná kapacita [J/kg.K]

t_2 – teplota teplé vody – uvažuje se 55 °C

t_1 – teplota studené vody – uvažuje se 10 °C

$$V_z = \frac{118,6}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 2,256 \text{ m}^3 \rightarrow 2500 \text{ l}$$

Jmenovitý výkon ohřevu Q_{1n} (kW):

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t}$$

kde Q_1 – maximum křivky odběru ($Q_1 = 772,4$ kWh)

t – počet provozních hodin ($t = 24$ h)

$$Q_{1n} = 772,4 / 24 = 32,18 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha A (m²):

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t}$$

kde Q_{1n} – jmenovitý výkon ohřevu [kW]

U – součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy (420 W/(m²K))

$$A = \frac{32,18 \cdot 10^3}{420 \cdot 36,1} = 2,12 \text{ m}^2$$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

kde T_1 – vstupní teplota topné vody (80 °C)

T_2 – výstupní teplota topné vody (60 °C)

t_1 – teplota studené vody (10 °C)

t_2 – teplota teplé vody (55 °C)

$$\Delta t = \frac{(80 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{(80 - 55)}{(60 - 10)}} = 36,1$$

Požadavky na zásobník:

Požadovaný objem zásobníku

$$V_z = 2500 \text{ l}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$A = 2,12 \text{ m}^2$$

Jmenovitý výkon ohřevu:

$$Q_{1n} = 32,18 \text{ kW}$$

Návrh zásobníku TV a kotle na ohřev vody

Na základě výpočtů navrhuji dva nepřímo ohřívané zásobníky teplé vody Regulus RBC o objemu 1500 l a ploše výměníku 4,2 m².

B.3. Plánované řešení navazujících profesí TZB

B.3.1. Vytápění

Návrh zařízení pro vytápění byl vypočten zjednodušenou metodou tepelných ztrát budovy obálkovou metodou. Zařízení pro vytápění je navrženo na ztrátu objektu, která vyšla 266,37 kW. Zdrojem tepla pro budovu jsou dva plynové kotle umístěné v kotelně. V zimním období kotle slouží k vytápění a přípravě teplé vody. V letním období budou sloužit k zajištění teplé vody. Kotle budou napojeny přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků na kombinovaný rozdělovač a sběrač, kde budou napojeny jednotlivé větve ohřevu teplé vody a vytápění.

Pro potřeby vytápění jednotlivých pokojů, chodeb, ordinací a dalších místností budou navrženy desková otopná tělesa firmy KORADO, kde se pro jednotlivé místnosti vyhodnotí její tepelná ztráta a podle katalogu výrobce se navrhne potřebný výkon a počet otopných těles. V koupelnách a sprchách budou použity žebříková teplovodní tělesa.

B.3.2. Vzduchotechnika

Návrh vzduchotechnického systému vychází z požadovaného průtoku vzduchu pro odvod škodlivin. Větrání objektu je navrženo jako nucené. Větrání bude osazeno rekuperační VZT jednotkou. Potrubí bude opatřeno tlumiči hluku, aby případný hluk nenarušoval pohodu v místnostech. Přívod a odvod vzduchotechnického rozvodu bude opatřen tepelnou izolací. Přiváděný vzduch bude filtrován a v zimním období ohříván. V letním období bude vzduch částečně chlazen odváděným vzduchem v rekuperačním výměníku vzduchotechnické jednotky. Prostor bude větrán v závislosti na požadavcích provozu. Potrubí vzduchotechniky bude vedeno pod stropní konstrukcí a je nutno ho zkoordinovat s ostatními rozvody.

B.4. Dimenzování kanalizačního potrubí

Návrh proveden dle ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace, ČSN 75 6261 Dešťová kanalizace. Pro dimenzování potrubí kanalizace byl použit tabulkový software Excel.

B.4.1. Dimenzování splaškového kanalizačního potrubí

Průtok splaškových vod Q_{ww} (l/s):

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

kde K – součinitel odtoku, v $l^{0,5}/s^{0,5}$ podle tabulky

$\sum DU$ – součet výpočtových odtoků, v l/s, které najdeme v tabulce

Tabulka 13: Výpočtové odtoky DU

Výpočtové odtoky DU (l/s) jednotlivých zařizovacích předmětů			
Zařizovací předmět	Označení	Výpočtový odtok DU (l/s)	Jmenovitá světlost potrubí DN
Záchodová mísa	WC, WC1	2	100
Umyvadlo	U, U1, U2	0,5	50
Dřez	DJ, DD	0,8	50
Velkokuchyňský dřez	DJK, DJK1	0,9	75
Sprchová mísa	SM, SM2	0,8	50
Sprchová vpust	S	0,6	75
Vana	VA	0,8	50
Automatická pračka	AP	1,5	75
Myčka nádobí	MN	0,8	50
Výlevka závěsná	VL	2,5	100
Pisoárová mísa	PM	0,5	50
Podlahová vpust DN 100	VP	2	100
Podlahová vpust DN 50	VP1	0,8	50

Trvalý průtok Q_c (l/s):

$$Q_c = z \cdot \sum DU$$

kde z – součinitel teoretického zdržení odtoku v zařizovacích předmětech

$\sum DU$ – součet výpočtových odtoků, v l/s, které najdeme v tabulce

Celkový průtok splaškových vod Q_{tot} (l/s):

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

kde Q_{ww} – průtok splaškových vod (l/s)

Q_c – trvalý průtok (l/s)

Q_p – čerpaný průtok (l/s)

Q_r – průtok dešťových vod (l/s)

Průtok dešťových vod Q_r (l/s):

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

kde i – intenzita deště (l/(s.m²))

A – půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)

C – součinitel odtoku srážkových vod

Dimenzování kanalizační přípojky

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r = 9,95 \text{ l/s} \rightarrow \text{PVC KG DN 160}$$

Tabulka 14: Tabulky výpočtu přípojovacích a odpadních potrubí

S6							
Přípojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	U	0,5	0,6	0,424	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	U	1,1	0,6	0,629	2	0,8	50
P2	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S6	2S+3U+3WC	8,7	2	1,770	2	4	110

S1, S4, S5							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P2	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S1, S4, S5	4S+6U+6WC	17,4	2	2,503	2,5	4,0	110

S1a, S1b, S2a, S3a, S4a, S4b, S5a, S5b, S6a							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	0,6	1,5	75

S3							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
	DD+U1	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
	DD+U1+U	1,8	0,8	0,805	2	1,5	75
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							

P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
	DD+U1	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
	DD+U1+U	1,8	0,8	0,805	2	1,5	75
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
	DD+U1	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
	DD+U1+U	1,8	0,8	0,805	2	1,5	75
P2	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S3	2S+3DD+3U1+3U+6WC	18,6	2	2,588	2,6	4,0	110

S2							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
	DD+U	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
	DD+U	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
	DD+U	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S2	3S+3DD+3U+3WC	11,1	2	1,999	2,0	4,0	110

S14							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	VP1	0,8	0,5	0,537	2	0,8	50
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+PM	1	0,5	0,600	2	0,8	50
	U1+PM+PM	1,5	0,5	0,735	2	1,5	75

P3	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+WC	2,5	2	0,949	2	2,5	110
	U1+WC+WC	4,5	2	1,273	2	2,5	110
2.patro							
P1	VP1	0,8	0,5	0,537	2	0,8	50
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+PM	1	0,5	0,600	2	0,8	50
	U1+PM+PM	1,5	0,5	0,735	2	1,5	75
P3	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+WC	2,5	2	0,949	2	2,5	110
	U1+WC+WC	4,5	2	1,273	2	2,5	110
1.patro							
P1	VP1	0,8	0,5	0,537	2	0,8	50
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+PM	1	0,5	0,600	2	0,8	50
	U1+PM+PM	1,5	0,5	0,735	2	1,5	75
P3	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+WC	2,5	2	0,949	2	2,5	110
	U1+WC+WC	4,5	2	1,273	2	2,5	110
S14	3VP+6U1+6PM+6WC	20,4	2	2,710	2,7	4,0	110

S8							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P2	U1	0,5	2	0,424	2	2,5	50
S8	4S+4U+1U1+5WC	14,9	2	2,316	2,3	4,0	110

S13							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.patro							
P1	SM2	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
P2	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P3	U1	0,5	2	0,424	2	2,5	50
S13	SM2+WC+U1	3,3	2	1,090	2	4	110

S12							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	VA	0,8	0,8	0,537	2	1,5	75
P2	U2	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
P3	WC1	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	VA	0,8	0,8	0,537	2	1,5	75
P2	U2	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
P3	WC1	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	VA	0,8	0,8	0,537	2	1,5	75
P2	U2	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
P3	WC1	2	2	0,849	2	2,5	110
S12	3VA+3U2+3WC1	9,9	2	1,888	2	4	110

S9, S10							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S9, S10	2S+2U+2WC	6,2	2	1,494	2	4	110

ST4							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN

1.patro							
P1	DJK1	0,9	0,9	0,569	2	1,5	75
	DJK1+U1	1,4	0,9	0,710	2	1,5	75
	DJK1+U1+MN	2,2	0,9	0,890	2	1,5	75
	DJK1+U1+MN+MN	3	0,9	1,039	2	1,5	75
ST4	1DJK1+1U1+2MN	3	0,9	1,039	2	4	110

ST1							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.patro							
P1	VP	2	2	0,849	2	2,5	110

S11							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+WC	2,5	2	0,949	2	2,5	110
2.patro							
P1	DD	0,8	0,8	0,537	2	0,8	50
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+WC	2,5	2	0,949	2	2,5	110
1.patro							
P1	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+DD	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+WC	2,5	2	0,949	2	2,5	110
S11	4U1+3DD+3WC	10,4	2	1,935	2	4,0	110

sč1, sč4							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.suterén							
P1	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+U1	1	0,5	0,600	2	0,8	50

S17							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S17	4S+4U+4WC	12,4	2	2,113	2,1	4,0	110

S15							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	DJ	0,8	0,8	0,537	2,5	0,8	50
P2	VL	2,5	2,5	0,949	2,5	2,5	110
2.patro							
P1	DJ	0,8	0,8	0,537	2,5	0,8	50
P2	VL	2,5	2,5	0,949	2,5	2,5	110
1.patro							
P1	DJ	0,8	0,8	0,537	2,5	0,8	50
P2	VL	2,5	2,5	0,949	2,5	2,5	110
S15	3DJ+3VL	9,9	2,5	1,888	2,5	4,0	110

S18							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	VA	0,8	0,8	0,537	2	1,5	75
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
2.patro							
P1	VA	0,8	0,8	0,537	2	1,5	75
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
S18	2VA+2U1	2,6	0,8	0,967	2	4,0	110

S19							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	DJK1	0,9	0,9	0,569	2,5	1,5	75
	DJK1+DJK1	1,8	0,9	0,805	2,5	1,5	75
	DJK1+DJK1+VL	4,3	2,5	1,244	2,5	2,5	110
	DJK1+DJK1+VL+VL	6,8	2,5	1,565	2,5	2,5	110
S19	4S+4U+4WC+2DJK1+2VL	19,2	2,5	2,629	2,6	4,0	110

S16							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.patro							
P1	VP	2	2	0,849	2	2,5	110

S22							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110

2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
1.patro							
P1	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
S22	4S+4U+4WC+U1	12,9	2	2,155	2,2	4,0	110

ST2							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.patro							
P1	VP	2	2	0,849	2	2,5	110

ST3							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	DJK	0,9	0,9	0,569	2	1,5	75
	DJK+MN	1,7	0,9	0,782	2	1,5	75
	DJK+MN+MN	2,5	0,9	0,949	2	1,5	75
ST3	DJK+2MN	2,5	0,9	0,949	2	1,5	100

S21							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P3	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U+U	1	0,5	0,600	2	0,8	50
P4	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
P5	WC	2	2	0,849	2	2,5	110

1.patro							
P1	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
	WC+WC	4	2	1,200	2	2,5	110
	WC+WC+U1	4,5	2	1,273	2	2,5	110
S21	4S+4U+6WC+U1	16,9	2	2,467	2,5	4,0	110

S20							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.patro							
P1	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
	WC+WC	4	2	1,200	2	2,5	110
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
S20	2WC+U1	4,5	2	1,273	2	4	110

S23							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
1.patro							
P1	VP	2	2	0,849	2	2,5	110

S7							
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{tot} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN
3.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	U	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
2.patro							
P1	S	0,6	0,6	0,465	2	1,5	75
P2	U	0,5	0,6	0,424	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S7	2S+2U+2WC	6,2	2	1,494	2	4	110

Tabulka 15: Výpočet svodného potrubí část 1

SVODNÉ POTRUBÍ							
Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN/OD	POTRUBÍ	SKLON
S1- S1a´	17,4	2	2,503	5,9	110	PVC KG	2%
S1a- S1a´	0,6	0,6	0,465	5,9	110	PVC KG	2%
S1a´ -S1b´	18	2	2,546	5,9	110	PVC KG	2%
S1b - S1b´	0,6	0,6	0,465	5,9	110	PVC KG	2%
S1b´ - S6´	18,6	2	2,588	5,9	110	PVC KG	2%
S6 - S6a´	8,7	2	1,770	5,9	110	PVC KG	2%
S6a - S6a´	0,6	0,6	0,465	5,9	110	PVC KG	2%
S6a´ - S6´	9,3	2	1,830	5,9	110	PVC KG	2%
S6´ - S5´	27,9	2	3,169	5,9	110	PVC KG	2%
S5 -S5a´	17,4	2	2,503	8,4	110	PVC KG	4%
S5a - S5a´	0,6	0,6	0,465	9,4	110	PVC KG	5%
S5a´ -S5b´	18	2	2,546	8,4	110	PVC KG	4%
S5b - S5b´	0,6	0,6	0,465	9,4	110	PVC KG	6%
S5b´ - S5´	18,6	2	2,588	8,4	110	PVC KG	4%
S5´ - S4´	46,5	2	4,091	9,6	125	PVC KG	2%
S4 -S4a´	17,4	2	2,503	8,4	110	PVC KG	4%
S4a - S4a´	0,6	0,6	0,465	9,4	110	PVC KG	5%
S4a´ - S4b´	18	2	2,546	8,4	110	PVC KG	4%
S4b - S4b´	0,6	0,6	0,465	9,4	110	PVC KG	6%
S4b´ - S4´	18,6	2	2,588	8,4	110	PVC KG	4%
S4´ - S3´	65,1	2	4,841	9,6	125	PVC KG	2%
S3 - S3a´	18,6	2	2,588	9,4	110	PVC KG	5%
S3a - S3a´	0,6	0,6	0,465	9,4	110	PVC KG	5%
S3a´ - S3´	19,2	2	2,629	9,4	110	PVC KG	5%
S3´ - S2´	84,3	2	5,509	9,6	125	PVC KG	2%
S2 - S2a´	11,1	2	1,999	9,4	110	PVC KG	5%
S2a - S2a´	0,6	0,6	0,465	9,4	110	PVC KG	5%
S2a´ + S2´	11,7	2	2,052	9,4	110	PVC KG	5%
S2´ - S1´	96	2	5,879	9,6	125	PVC KG	2% a 5 %

Tabulka 16: Výpočet svodného potrubí část 2

SVODNÉ POTRUBÍ							
Přibývá	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN/OD	POTRUBÍ	SKLON
S7 - S23´	6,2	2	1,494	5,9	110	PP-HT	2%
S23 - S23´	2	2	0,849	5,9	110	PP-HT	2%
S23´ - S22´	8,2	2	1,718	5,9	110	PP-HT	2%
S22 - S22´	12,9	2	2,155	7,3	110	PP-HT	3%
S22´ - S20´	21,1	2	2,756	5,9	110	PP-HT	2%

S20 - S20'	4,5	2	1,273	7,3	110	PP-HT	3%
S21 - S21'	16,9	2	2,467	9,4	110	PP-HT	6%
S21' - S20'	21,4	2	2,776	7,3	110	PP-HT	3%
S20' - S19'	42,5	2	3,912	9,6	125	PP-HT	2%
S19 - S19'	19,2	2	2,629	9,4	110	PP-HT	6%
S19' - S17'	61,7	2,5	4,713	9,6	125	PP-HT	2%
S17 - S18'	12,4	2	2,113	7,3	110	PP-HT	3%
S18 - S18'	2,6	0,8	0,967	7,3	110	PP-HT	3%
S18' - S17'	15	2	2,324	7,3	110	PP-HT	3%
S17' - S16'	76,7	2,5	5,255	9,6	125	PP-HT	2%
S16 - S16'	2	2	0,849	9,4	110	PP-HT	10%
S16' - S15'	78,7	2,5	5,323	9,6	125	PP-HT	2%
S15 - S15'	13,2	2,5	2,180	9,4	110	PP-HT	10%
S15' - ST1'	91,9	2,5	5,752	9,6	125	PP-HT	2% a 6%
ST1 - ST4'	2	2	0,849	5,9	110	PP-HT	2%
ST4 - ST4'	3	0,9	1,039	5,9	110	PP-HT	2%
ST4' - ST2'	5	2	1,342	5,9	110	PP-HT	2%
ST2 - ST2'	2	2	0,849	5,9	110	PP-HT	2%
ST3 - ST3'	2,5	0,9	0,949	5,9	110	PP-HT	2%
ST3' - ST2'	4,5	2	1,273	5,9	110	PP-HT	2%
ST2' - ST1'	9,5	2	1,849	5,9	110	PP-HT	2%
ST1' - S8'	101,4	2,5	6,042	9,6	125	PP-HT	2%
S8 - S8'	14,9	2	2,316	5,9	110	PP-HT	2%
S14 - S14'	20,4	2	2,710	5,9	110	PP-HT	2%
S14' - S13'	35,3	2	3,565	9,6	125	PP-HT	2%
S13 - S13'	3,3	2	1,090	5,9	110	PP-HT	2%
S13' - S12'	38,6	2	3,728	9,6	125	PP-HT	2%
S12 - S12'	16,2	2	2,415	5,9	110	PP-HT	2%
S12' - S10'	54,8	2	4,442	9,6	125	PP-HT	2%
S10 - S10'	6,2	2	1,494	7,3	110	PP-HT	3%
S11 - S11'	10,4	2	1,935	7,3	110	PP-HT	3%
S11' - S10'	16,6	2	2,445	7,3	110	PP-HT	3%
S10' - S9'	71,4	2	5,070	9,6	125	PP-HT	2%
S9 - S9'	6,20	2	1,494	9,4	110	PP-HT	6%
S9' - S8'	77,6	2	5,285	9,6	125	PP-HT	2%
S8' - S7'	179	2,5	8,027	9,6	125	PP-HT	2% a 6%

Návrh čerpací stanice odpadních vod

Čerpaný průtok \geq Přitékající průtok odpadních vod

Tabulka 17: Výpočty přípojovacích potrubí - přečerpávací stanice

1.suterén							
P1	DJ	0,8	0,8	0,537	2,5	0,8	50
P2	VL	2,5	2,5	0,949	2,5	2,5	110
S15a	1DJ+1VL	3,3	2,5	1,090	2,5	4,0	110

1.suterén							
P1	AP	1,5	1,5	0,735	2	0,8	50
	AP+AP	3	1,5	1,039	2	1,5	75
P2	U1	0,5	0,5	0,424	2	0,8	50
	U1+SM	1,3	0,8	0,684	2	0,8	50
P3	WC	2	2	0,849	2	2,5	110
S12a	2AP+1U1+1SM+1WC	6,3	2	1,506	2	2,5	110

Tabulka 18: Výpočet svodného potrubí - přečerpávací stanice

SVODNÉ POTRUBÍ							
Přibýva	ΣDU ls ⁻¹	DU_{max} ls ⁻¹	Q_{ww} ls ⁻¹	Q_{max} ls ⁻¹	DN/OD	POTRUBÍ	SKLON
SČ1 - SČ6'	1	0,5	0,460	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6-SČ6a'	0,8	0,8	0,368	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6a-SČ6a'	0,8	0,8	0,368	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6a'-SČ6b'	1,6	0,8	0,960	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6b-SČ6b'	0,8	0,8	0,368	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6b'-SČ6c'	2,4	0,8	1,104	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6c-SČ6c'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6c'-SČ6d'	4,4	2	1,953	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6d-SČ6d'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6d'-SČ6e'	6,4	2	2,304	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6e-SČ6e'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6e'-SČ6f'	8,4	2	2,574	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6f-SČ6f'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6f'-SČ6'	10,4	2	2,801	5,9	110	PVC KG	2%
SČ6' - SČ5'	11,4	2	3,261	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5-SČ5a'	0,8	0,8	0,368	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5a-SČ5a'	0,8	0,8	0,368	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5a'-SČ5b'	1,6	0,8	0,960	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5b-SČ5b'	0,8	0,8	0,368	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5b'-SČ5c'	2,4	0,8	1,104	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5c-SČ5c'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5c'-SČ5d'	4,4	2	1,953	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5d-SČ5d'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%

SČ5d' -SČ5e'	6,4	2	2,304	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5e -SČ5e'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5e' -SČ5f'	8,4	2	2,574	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5f -SČ5f'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5f' -SČ5'	10,4	2	2,801	5,9	110	PVC KG	2%
SČ5' - SČ4'	21,8	2	5,068	5,9	110	PVC KG	2%
SČ4 - SČ4'	1	0,5	0,460	9,4	110	PVC KG	6%
SČ4' - SČ2'	22,8	2	5,528	5,9	110	PVC KG	2%
SČ2-SČ3'	2	2	0,849	5,9	110	PVC KG	2%
SČ3-SČ3'	2	2	0,849	7,3	110	PVC KG	3%
SČ3' -SČ2'	4	2	1,200	5,9	110	PVC KG	2%
SČ2' - SČ1'	26,8	2	5,811	5,9	110	PVC KG	2%

Tabulka 19: Návrh čerpacích stanic odpadních vod

	Q _d (l/s)	ds x s (mm)			v (m/s)	l (m)	R (kPa/ m)	l x R (kPa/ m)	KOLENO	ŠOUPÁTKO	ZPĚTNÝ V.	ČERPADLO	Σζ	Δps (kPa)	l x R + Δps (kPa)
		1,5	0,6	6					16						
S1 5a	1	40	x	6,7	1,8	3,4	1,39	4,84	3	0	0	0	4,5	7,3	12,13
S1 2a	2,0	75	x	12,5	1,02	3,3	0,23	0,78	3	1	1	1	27	14,1	14,84
S Č	5,8	110	x	18,3	1,37	4,6	0,24	1,13	3	1	1	1	27	25,5	26,68

Stanovení dopravní výšky čerpadla H (m):

$$H = H_g + \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

kde H_g - geodetická výtlačná výška (m)

g - tíhové zrychlení (m/s²)

ρ - hustota vody (kg/m³)

Δp - tlakové ztráty v potrubí (Pa)

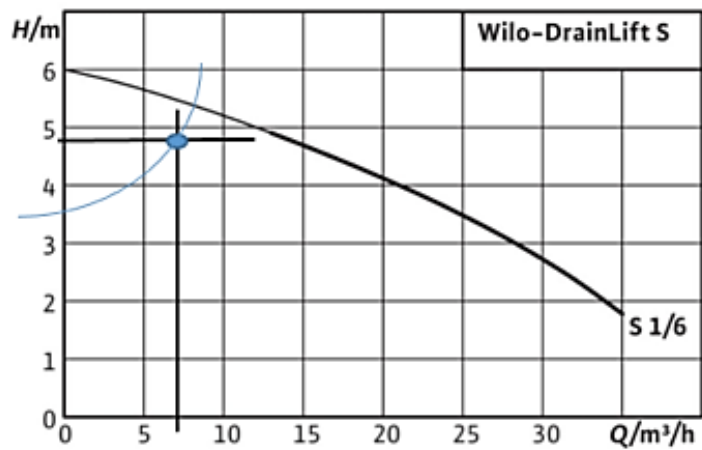
$$H_{S15a} = 3,3 + \frac{12130}{1000 \cdot 9,81} = 4,5 \text{ m} \rightarrow \text{Navrhuji přečerpávací stanici SANIPRO se spínacím}$$

objemem 1l

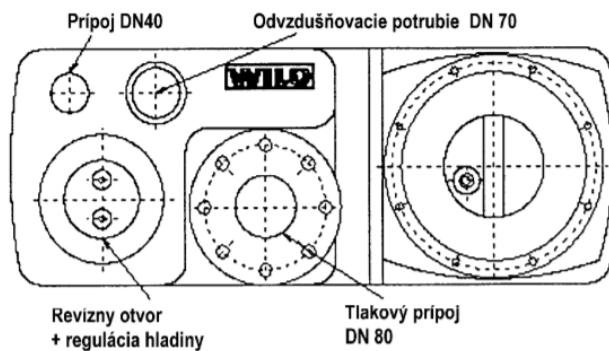


Obrázek 18: Přečerpávací stanice SANIBROY SANIPRO

$$H_{S12a} = 3,3 + \frac{14840}{1000 \cdot 9,81} = 4,8 \text{ m} \rightarrow \text{Navrhuji přečerpávací stanici Wilo DrainLift S}$$

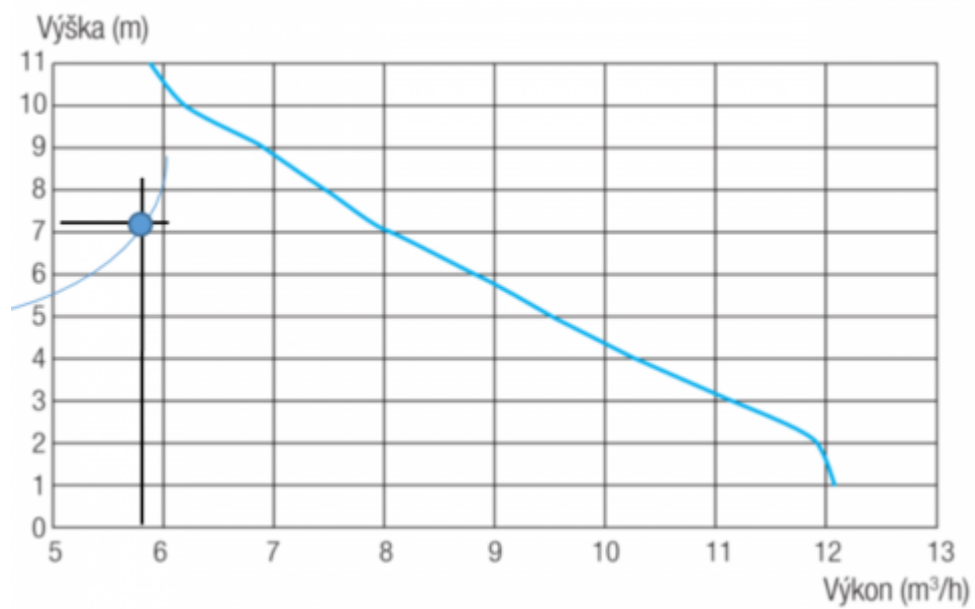


Graf 5: Charakteristika čerpadla pro S12a



Obrázek 19: Konstrukce čerpadla Wilo DrainLift S

$$H_{s\check{c}} = 4,4 + \frac{26680}{1000 \cdot 9,81} = 7,12 \text{ m}$$



Graf 6: Charakteristika čerpadla pro SČ



Obrázek 20: Konstrukce čerpadla SANICUBIC 1 WP NM

Návrh přívzdušňovacího ventilu

V potrubí vzniká podtlak, který může způsobit odsátí vody ze zápachových uzávěrek. Proto je nutný návrh provzdušňovacího ventilu, pokud není zajištěno větrací potrubí nebo pokud není možné dodržet mezní hodnoty pro použití nevětraných potrubí dle ČSN 75 6760.

S13 - SM2 + U1 + WC

$$Q_{ww} = 1,09 \text{ l/s}$$

$$Q_{tot} = 2 \text{ l/s}$$

$$Q_a = 8 \cdot Q_{ww}$$

$$Q_a = 8 \cdot 2 = 16 \text{ l/s} \rightarrow \text{přívzdušňovací ventil HL 901} = 32 \text{ l/s, DN 110}$$

S20 - 2xWC + U1

$$Q_{ww} = 1,273 \text{ l/s}$$

$$Q_{tot} = 2 \text{ l/s}$$

$$Q_a = 8 \cdot Q_{ww}$$

$$Q_a = 8 \cdot 2 = 16 \text{ l/s} \rightarrow \text{přívzdušňovací ventil HL 901} = 32 \text{ l/s, DN 110}$$

ST3- 2xMN + DJK

$$Q_{ww} = 0,949 \text{ l/s}$$

$$Q_{tot} = 0,9 \text{ l/s}$$

$$Q_a = 8 \cdot Q_{ww}$$

$$Q_a = 8 \cdot 0,949 = 7,6 \text{ l/s} \rightarrow \text{přívzdušňovací ventil HL 901} = 32 \text{ l/s, DN 75}$$

B.4.2. Dimenzování dešťového potrubí

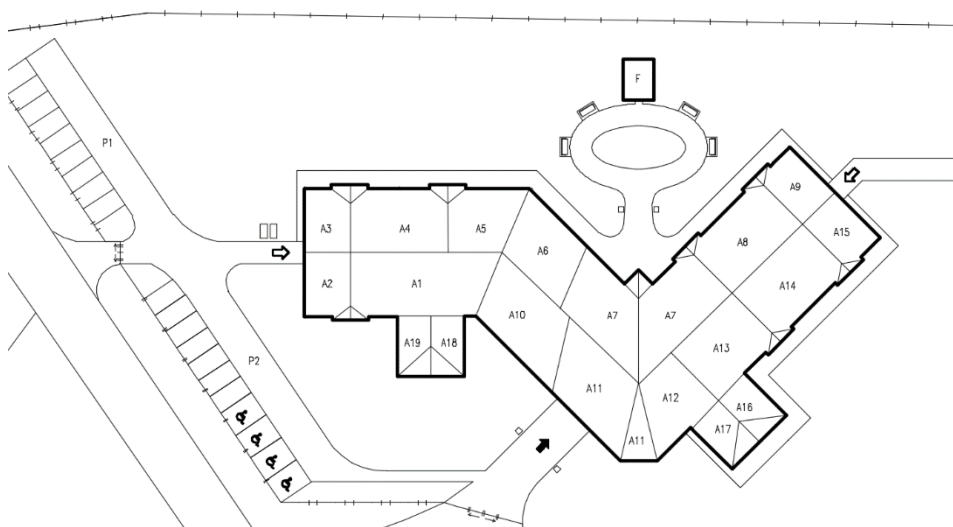
Průtok dešťových vod Q_r (l/s):

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

kde i – intenzita deště (l/(s.m²))

A – půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)

C – součinitel odtoku srážkových vod



Obrázek 21: Schéma odvodňovacích ploch

Tabulka 20: Dimenzování odpadního dešťového potrubí

Úsek	Název plochy	Plocha A (m ²)	Intenzita deště i (l/s.m ²)	Součinitel odtoku C	Průtok Q (l/s)	Q_{max} (l/s)	DN
D1	A18	37,88	0,02	1	0,758	2,0	70
D2	A19 + A1	209,6	0,02	1	4,192	6,0	125
D3	A2	56,5	0,02	1	1,130	2,0	70
D4	A3	56,5	0,02	1	1,130	2,0	70
D5	A4	119,5	0,02	1	2,390	3,0	110
D6	A5+A6	178	0,02	1	3,560	6,0	125
D7	A7	231,5	0,02	1	4,630	6,0	125
D8	A8	119,5	0,02	1	2,390	6,0	125
D9	A9	56,5	0,02	1	1,130	2,0	70
D16	A15	56,5	0,02	1	1,130	2,0	70
D15	A14	119,5	0,02	1	2,390	3,0	110
D14	A13	84	0,02	1	1,680	3,0	70
D13	A16	42,1	0,02	1	0,842	2,0	70

D12	A12 + A17	125,8	0,02	1	2,516	3,0	110
D11	A11	121,4	0,02	1	2,428	3,0	110
D10	A10	124,2	0,02	1	2,484	3,0	110

Tabulka 21: Dimenzování svodného dešťového potrubí (střecha) 1

Úsek	Průtok Q (l/s)	DN
D1 - D2'	0,758	Sklon 1% -> 110
D2 - D2'	4,192	Sklon 1% -> 125
D2' - D3'	4,950	Sklon 1% -> 125
D3 - D3'	1,130	Sklon 3% -> 110
D3' - D4'	6,080	Sklon 1% -> 125
D4 - D4'	1,130	Sklon 3% -> 110
D4' - D5'	7,210	Sklon 1% -> 150
D5 - D5'	2,390	Sklon 1% -> 110
D5' - D1'	9,600	Sklon 1% -> 150
D1' - AN	16,360	Sklon 1% -> 200

Tabulka 22: Dimenzování svodného dešťového potrubí (střecha) 2

Úsek	Průtok Q (l/s)	DN
D6 - D7'	3,560	Sklon 1% -> 110
D7 - D7'	4,630	Sklon 1% -> 125
D7' - D8'	8,190	Sklon 1% -> 150
D8 - D8'	2,390	Sklon 1% -> 110
D8' - D9'	10,580	Sklon 1% -> 150
D9 - D9'	1,130	Sklon 1% -> 110
D9' - D6'	11,710	Sklon 1% -> 150
D10 - D11'	2,484	Sklon 1% -> 110
D11 - D11'	2,428	Sklon 1% -> 110
D11' - D12'	4,912	Sklon 1% -> 125
D12 - D12'	2,516	Sklon 1% -> 110
D12' - D13'	7,428	Sklon 1% -> 150
D13 - D13'	0,842	Sklon 1% -> 110
D13' - D14'	8,270	Sklon 1% -> 150
D14 - D14'	1,680	Sklon 1% -> 110
D14' - D15'	9,108	Sklon 1% -> 150
D15 - D15'	2,390	Sklon 1% -> 110
D15' - D16'	11,498	Sklon 1% -> 150
D16 - D16'	1,130	Sklon 1% -> 110
D16' - D6'	12,628	Sklon 1% -> 200

D6' - AN	22,228	Sklon 1% -> 200
----------	--------	-----------------

Tabulka 23: Dimenzování svodného dešťového potrubí (parkoviště P1+P2)

Úsek	Plocha A (m ²)	Intenzita deště i (l/s.m ²)	Součinitel odtoku C	Průtok Q (l/s)	DN
UV1	163,3	0,02	0,6	1,960	150
UV2 - UV2'	163,3	0,02	0,6	1,960	150
UV2' - UV3'	326,6	0,02	0,6	3,919	150
UV3	118,4	0,02	0,6	1,421	150
UV4 - UV4'	118,4	0,02	0,6	1,421	150
UV4' - UV3'	236,8	0,02	0,6	2,842	150
UV3' - UV1'	563,4	0,02	0,6	6,761	200
UV1' - D1'	563,4	0,02	0,6	6,761	200

B.4.3. Dimenzování lapáku tuků

Návrh je proveden dle ČSN 75 1825-2 - Lapáky tuku - Část 2: Výběr jmenovitého rozměru, osazování, obsluha a údržba.

Jmenovitý rozměr lapáku tuků NS :

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

kde Q_s – maximální odtok odpadních vod [l/s]

f_d – součinitel hustoty tuků a olejů

$f_d = 1$ – odpadní vody z kuchyní, jatek a provozů pro zpracování masa a ryb

f_t – součinitel teploty odpadních vod na přítoku do lapáku

$f_t = 1$ – teplota odpadních vod na přítoku ≤ 60 °C

f_r – součinitel vlivu čisticích a oplachových prostředků

$f_r = 1,3$ – použití čisticích a oplachových prostředků – příležitostné nebo stálé

$$NS = Q_s \cdot f_d \cdot f_t \cdot f_r = 2,78 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 = 3,6 \text{ l/s} \rightarrow NS = 4$$

Maximální odtok odpadních vod Q_s (l/s):

$$Q_s = (V \cdot F) / (3600 \cdot t)$$

kde V – průměrný denní objem odpadních vod z kuchyňského provozu (l)

F – součinitel nárazového zatížení podle druhu provozu

t – průměrná denní provozní doba (h)

$$Q_s = \frac{V \cdot F}{3600 \cdot t} = \frac{5400 \cdot 13}{3600 \cdot 7} = 2,78 \text{ l/s}$$

Průměrný denní objem odpadních vod z kuchyňského provozu V (l):

$$V = M \cdot V_m$$

kde M – počet vyrobených pokrmů za den

V_m – množství vody použité na jeden pokrm (l)

$$V = M \cdot V_m = 270 \cdot 20 = 5400 \text{ l}$$

Dle hodnoty NS byl navržen **lapák tuků AS – FAKU 4 ER** (2660x1000x1160) hranatý, pro osazení do terénu. Tyto Lapáky tuku typu ER jsou konstruovány pro osazení na venkovní kanalizaci, k zakopání do terénu. Svoji konstrukcí umožňují osazení na podkladní betonovou desku a u samonosných verzí přímé zasypání štěrkopískem bez obetonování, pokud je lapák nepojízdný, umístěný v zeleném pásu a pokud není vysoká hladina spodní vody.

B.4.4. Dimenzování odlučovače lehkých kapalin

Návrh je proveden dle ČSN 858-2 – Odlučovač lehkých kapalin – Část 2: Volba jmenovitého rozměru, osazování, obsluha a údržba.

Odlučovač lehkých kapalin navrhuji pro dvě parkoviště o celkové půdorysné ploše 563,4 m².

Jmenovitá velikost odlučovače NS:

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

kde Q_r – maximální odtok dešťových vod (l/s)
 Q_s – maximální odtok odpadních vod (l/s)
 $Q_s = 0$ l/s -> není zde žádné odpadní potrubí
 f_x – přitěžující součinitel v závislosti na druhu odtoku odpadních (u tohoto výpočtu s ním neuvažuji)
 f_d – součinitel hustoty pro příslušnou lehkou kapalinu
 $f_d = 1$ – pouze dešťová voda

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d = (6,76 + 0) \cdot 1 = 6,76 \text{ l/s}$$

Maximální odtok srážkových vod Q_r [l/s]:

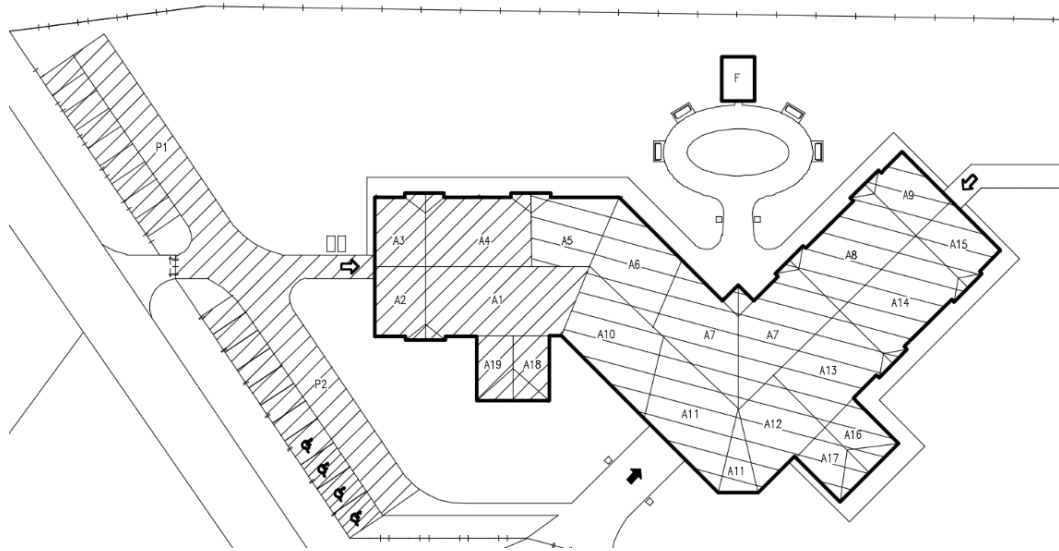
$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde i – intenzita deště (l/(s.m²))
 A – půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)
 C – součinitel odtoku srážkových vod (dlažby s pískovými spárami = 0,6)

$$Q_r = i \cdot A \cdot C = 0,02 \cdot 563,4 \cdot 0,6 = 6,76 \text{ l/s}$$

Dle hodnoty NS byl navržen gravitačně **koalescenční odlučovač lehkých kapalin AS-TOP_VF/EO PB PP NS 10** s usazovacím prostorem pro střední množství kalu (200 x NS).

B.4.5. Návrh vsakovacího zařízení pro 1. část střechy a dvě parkoviště
 Návrh je proveden dle ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod.



Obrázek 22: Schéma rozdělení odvodňovacích ploch

Retenční objem vsakovacího zařízení

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

- kde h_d - návrhový úhrn srážky (mm)
 A_{red} - redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)
 A_{vz} - plocha hladiny vsakovacího zařízení (m²)
 f - součinitel bezpečnosti vsaku ($f \geq 2$)
 k_v - koeficient vsaku (m/s)
 A_{vsak} - vsakovací plocha vsakovacího zařízení (m²)
 t_c - doba trvání srážky (min)

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy A_{red} (m²):

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

- kde C – součinitel odtoku srážkových vod

A – půdorysný průmět odvodňované plochy střechy a parkovišť (m²)

$$A_{red} = A_{1-4} \cdot C_A + A_{18-19} \cdot C_A + P_1 \cdot C_p + P_2 \cdot C_p = 562 \cdot 1 + 236,8 \cdot 0,6 + 326,6 \cdot 0,6 = 900,04 \text{ m}^2$$

Vsakovací plocha vsakovacího zařízení A_{vsak} (m^2):

$$A_{vsak} = 0,05 \cdot A_{red}$$

$$A_{vsak} = 0,05 \cdot 900,04 = 45 \text{ m}^2$$

Tabulka 24: Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení

Doba trvání srážky (min)	Návrhový úhrn srážek (mm)	$V_{vz} = 0,001 \cdot hd \cdot (A_{red} + A_{vsak}) - 1/f \cdot kv \cdot A_{vsak} \cdot tc \cdot 60$	Retenční objem (m^3)
5	12	$V_{vz} = 0,001 \cdot 12 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 5 \cdot 60$	10,73
10	18	$V_{vz} = 0,001 \cdot 18 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 10 \cdot 60$	16,07
15	21	$V_{vz} = 0,001 \cdot 21 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 15 \cdot 60$	18,70
20	23	$V_{vz} = 0,001 \cdot 23 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 20 \cdot 60$	20,43
30	25	$V_{vz} = 0,001 \cdot 25 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 30 \cdot 60$	22,10
40	27	$V_{vz} = 0,001 \cdot 27 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 40 \cdot 60$	23,76
60	29	$V_{vz} = 0,001 \cdot 29 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 60 \cdot 60$	25,29
120	35	$V_{vz} = 0,001 \cdot 35 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 120 \cdot 60$	29,88
240	39	$V_{vz} = 0,001 \cdot 39 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 240 \cdot 60$	31,86
360	44	$V_{vz} = 0,001 \cdot 44 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 360 \cdot 60$	34,74
480	49	$V_{vz} = 0,001 \cdot 49 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 480 \cdot 60$	37,62
600	50	$V_{vz} = 0,001 \cdot 50 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 600 \cdot 60$	36,90
720	51	$V_{vz} = 0,001 \cdot 51 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 720 \cdot 60$	36,18
1080	54	$V_{vz} = 0,001 \cdot 54 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 1080 \cdot 60$	34,02
1440	55	$V_{vz} = 0,001 \cdot 55 \cdot (900,04) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 45 \cdot 1440 \cdot 60$	30,06

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} (s):

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

kde V_{vz} - objem vsakovacího zařízení (m^3)

Q_{vsak} - vsakovaný odtok (m^3/s)

$$T_{pr} = \frac{37,62}{0,000225} = 167\,200 \text{ s} = 46,44 \text{ h}$$

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

kde k_v - koeficient vsaku

A_{vsak} - vsakovací plocha vsakovacího zařízení

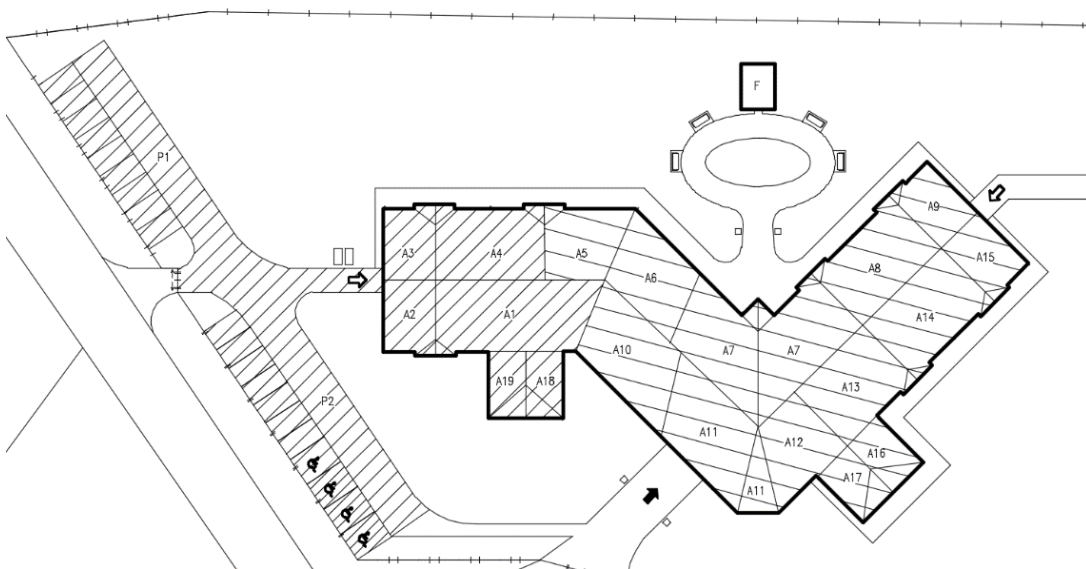
f - součinitel bezpečnosti vsaku ($f \geq 2$)

$$Q_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-5} \cdot 45 = 0,000225 \text{ m}^3/s$$

Dle výpočtu bylo navrženo vsakovací zařízení - Vsakovací bloky AS NIDAPLAST. Bude instalováno 27 vsakovacích bloků ve třech vrstvách. Celkový vsakovací objem zařízení je 40,45 m³.

B.4.6. Návrh vsakovacího zařízení pro 2. část střechy

Návrh je proveden dle ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod.



Obrázek 23: Schéma rozdělení odvodňovacích ploch

Retenční objem vsakovacího zařízení

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

- kde
- h_d - návrhový úhrn srážky (mm)
 - A_{red} - redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)
 - A_{vz} - plocha hladiny vsakovacího zařízení (m²)
 - f - součinitel bezpečnosti vsaku ($f \geq 2$)
 - k_v - koeficient vsaku (m/s)
 - A_{vsak} - vsakovací plocha vsakovacího zařízení (m²)
 - t_c - doba trvání srážky (min)

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy A_{red} (m²):

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

kde C – součinitel odtoku srážkových vod

A – půdorysný průmět odvodňované plochy střechy a parkovišť (m²)

$$A_{red} = A_{5-17} \cdot C_A = 1236 \cdot 1 = 1236 \text{ m}^2$$

Vsakovací plocha vsakovacího zařízení A_{vsak} (m²):

$$A_{vsak} = 0,05 \cdot A_{red}$$

$$A_{vsak} = 0,05 \cdot 1236 = 61,8 \text{ m}^2$$

Tabulka 25: Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení

Doba trvání srážky (min)	Návrhový úhrn srážek (mm)	$V_{vz} = 0,001 \cdot hd \cdot (A_{red} + A_{vsak}) - 1/f \cdot kv \cdot A_{vsak} \cdot tc \cdot 60$	Retenční objem (m ³)
5	12	$V_{vz} = 0,001 \cdot 12 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 5 \cdot 60$	14,74
10	18	$V_{vz} = 0,001 \cdot 18 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 10 \cdot 60$	22,06
15	21	$V_{vz} = 0,001 \cdot 21 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 15 \cdot 60$	25,68
20	23	$V_{vz} = 0,001 \cdot 23 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 20 \cdot 60$	28,06
30	25	$V_{vz} = 0,001 \cdot 25 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 30 \cdot 60$	30,34
40	27	$V_{vz} = 0,001 \cdot 27 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 40 \cdot 60$	32,63
60	29	$V_{vz} = 0,001 \cdot 29 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 60 \cdot 60$	34,73
120	35	$V_{vz} = 0,001 \cdot 35 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 120 \cdot 60$	41,04
240	39	$V_{vz} = 0,001 \cdot 39 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 240 \cdot 60$	43,75
360	44	$V_{vz} = 0,001 \cdot 44 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 360 \cdot 60$	47,71
480	49	$V_{vz} = 0,001 \cdot 49 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 480 \cdot 60$	51,66
600	50	$V_{vz} = 0,001 \cdot 50 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 600 \cdot 60$	50,68
720	51	$V_{vz} = 0,001 \cdot 51 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 720 \cdot 60$	49,69
1080	54	$V_{vz} = 0,001 \cdot 54 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 1080 \cdot 60$	46,72
1440	55	$V_{vz} = 0,001 \cdot 55 \cdot (1236) - 0,5 \cdot 0,00001 \cdot 61,80 \cdot 1440 \cdot 60$	41,28

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} (s):

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

kde V_{vz} - objem vsakovacího zařízení (m³)

Q_{vsak} - vsakovaný odtok (m³/s)

$$T_{pr} = \frac{51,66}{0,000309} = 167\,200\text{ s} = 46,44\text{ h}$$

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

kde k_v - koeficient vsaku
 A_{vsak} - vsakovací plocha vsakovacího zařízení
 f - součinitel bezpečnosti vsaku ($f \geq 2$)

$$Q_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-5} \cdot 61,8 = 0,000309\text{ m}^3/\text{s}$$

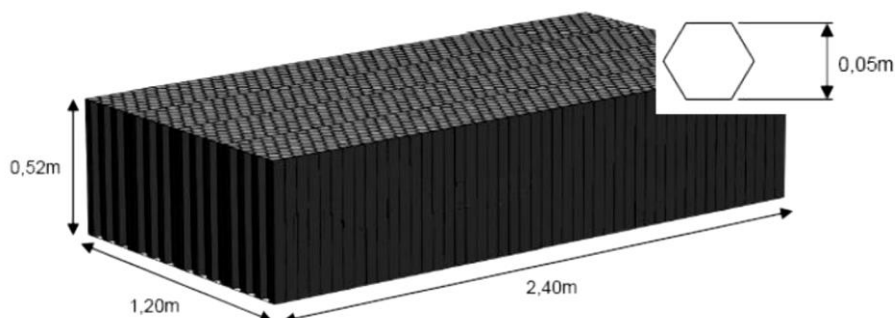
Dle výpočtu bylo navrženo vsakovací zařízení - Vsakovací bloky AS NIDAPLAST. Bude instalováno 36 vsakovacích bloků ve třech vrstvách. Celkový vsakovací objem zařízení je 53,9 m³.

Kaple F o ploše 23,52 m² bude odvodněna na přilehlý terén.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI – AS-NIDAPLAST		
Typ bloku	EP 400	EP 600
Aplikace (instalace)	zelená plocha, silnice	zelená plocha, silnice, více zatížené plochy
Pevnost v tlaku (dle ISO 844)	400 kPa	600 kPa
Vertikální únosnost - dovolená	300 kPa	500 kPa
Horizontální únosnost – dovolená	15 kPa	20 kPa
Akumulace vody bez podkladu	1422 l	1422 l
Akumulační schopnost	95%	95%
Minimální krycí vrstva (zásyp)*	0,3 m	0,3 m
Maximální krycí vrstva (zásyp)	1,8 m	3,5 m
Hmotnost bloku	52 kg	66 kg
Chemická odolnost	Vynikající odolnost vůči většině kyselin, zásad a solných roztoků	

*Minimální vrstva je odvozena od potřebné konstrukce vozovky, dle zatížení a provozu.

Technický list 1: Vsakovací bloky AS NIDAPLAST



Obrázek 24: Vsakovací bloky AS NIDAPLAST

B.4.7. Návrh zařízení pro využití srážkové vody z 1. části střechy a z parkovišť

Pokud chceme uvažovat využití srážkových vod například pro zalévání, je třeba navrhnout objem nádrže na srážkovou povrchovou vodu. V předchozím výpočtu bylo navrženo vsakovací zařízení, které bude sloužit pro však vody nepoužité na závlahu.

Potřeba provozní vody

Potřeba provozní vody pro kropení zeleně je cca 1,0 l/m² na jedno kropení (60-200 l/m².rok)). Kropí se od dubna do září.

Denní potřeba provozní vody Q₂₄ (kW):

$$Q_{24} = q_{zal} \cdot A_{zal}$$

kde q_{zal} - potřeba vody pro zalévání nebo kropení (l/(m² · den))
 A_{zal} - plocha ke kropení (m²)

$$Q_{24} = 1 \cdot 2429 = 2429 \text{ l/den}$$

Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody Y_R (l/rok):

$$Y_R = \sum A \cdot h_t \cdot e \cdot \eta$$

kde A - půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)
 h_t - dlouhodobý srážkový normál (mm)
 $h_t = 579$ mm/rok pro město Hodonín (mm)
 e - součinitel využití odvodňované plochy střechy
 $e = 0,9$ - šikmá střecha s hladkým povrchem
 η - hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody (mechanického filtru, síta), uvažuje se podle údajů výrobce, pro systémy bez dodatečného čištění
 $\eta = 0,9$

$$Y_R = (562 + 236,8 + 326,6) \cdot 579 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 528\,848 \text{ l/rok}$$

Posouzení využití srážkové vody

Využití srážkové vody je optimální, pokud platí vztah:

$$Y_R \geq Q_r$$

kde Y_R - průměrný roční nátok srážkové povrchové vody (l/rok),
 Q_r - roční potřeba provozní (srážkové) vody (l/rok)

$$Q_r = Q_{zal} \cdot A_{zal}$$

kde Q_{zal} - roční potřeba provozní vody pro zalévání nebo kropení (l/(m² .rok))
 A_{zal} - plocha zahrady, hřiště nebo zeleně (m²)

$$Q_r = 200 \cdot 2429 = 485\,800 \text{ l/rok}$$

528 848 \geq 485 800 \rightarrow Využití srážkové vody je optimální.

Objem nádrže

$$V_n = Q_{24} \cdot n$$

kde

n - počet dní sucha

$$V_n = 2429 \cdot 14 = 34 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Betonová akumuláční nádrž } 4,75 \times 4,8 \times 2,17 \text{ m}$$

B.4.8. Návrh zařízení pro využití srážkové vody z 2. části střechy

Potřeba provozní vody

Potřeba provozní vody pro kropení zeleně je cca 1,0 l/m² na jedno kropení (60-200 l/m².rok). Kropí se od dubna do září.

Denní potřeba provozní vody Q_{24} (kW):

$$Q_{24} = q_{zal} \cdot A_{zal}$$

kde q_{zal} - potřeba vody pro zalévání nebo kropení (l/(m² . den))
 A_{zal} - plocha ke kropení (m²)

$$Q_{24} = 1 \cdot 2231 = 2231 \text{ l/den}$$

Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody Y_R (l/rok):

$$Y_R = \sum A \cdot h_t \cdot e \cdot \eta$$

kde A - půdorysný průmět odvodňované plochy (m²)
 h_t - dlouhodobý srážkový normál (mm)
 $h_t = 579$ mm/rok pro město Hodonín (mm)
 e - součinitel využití odvodňované plochy střechy
 $e = 0,9$ - šikmá střecha s hladkým povrchem
 η - hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody
(mechanického filtru, síta), uvažuje se podle údajů výrobce, pro systémy bez dodatečného čištění
 $\eta = 0,9$

$$Y_R = 1236 \cdot 579 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 579\,672 \text{ l/rok}$$

Posouzení využití srážkové vody

Využití srážkové vody je optimální, pokud platí vztah:

$$Y_R \geq Q_r$$

kde

Y_R - průměrný roční nátok srážkové povrchové vody (l/rok),

Q_r - roční potřeba provozní (srážkové) vody (l/rok)

$$Q_r = Q_{zal} \cdot A_{zal}$$

kde

Q_{zal} - roční potřeba provozní vody pro zalévání nebo kropení (l/(m² .rok))

A_{zal} - plocha zahrady, hřiště nebo zeleně (m²)

$$Q_r = 200 \cdot 2231 = 446\,200 \text{ l/rok}$$

$579\,672 \geq 446\,200 \rightarrow$ Využití srážkové vody je optimální.

Objem nádrže

$$V_n = Q_{24} \cdot n$$

kde

n je počet dní sucha

$$V_n = 2231 \cdot 14 = 32 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Betonová akumulční nádrž } 4,75 \times 4,8 \times 2,17 \text{ m}$$

B.5. Dimenzování vodovodního potrubí

Návrh je proveden podrobnou metodou dle ČSN 75 5455 Vypočet vnitřních vodovodů.

Vnitřní vodovod je navržen z plastového potrubí PPR PN20.

Hydraulické posouzení nejnepříznivější položené výtokové armatury

Hydraulické posouzení bude spočítané na základě tlakových ztrát ve vodovodním potrubí, výškové tlakové ztráty a tlakových ztrát navrženého vodoměru.

Nejmenší přetlak v místě napojení přípojky na vodovodní řád:

$$p_{dis} = 550 \text{ kPa}$$

Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před nejnepříznivější výtokovou armaturou:

$$p_{minFI} = 100 \text{ kPa}$$

Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před nejnepříznivější výtokovou armaturou požárního systému:

$$p_{minFI} = 200 \text{ kPa}$$

B.5.1. Dimenzování potrubí studené vody

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí Q_d (l/s):

a) pro rodinné domy, bytové domy, penziony pro seniory, administrativní budovy, jesle, mateřské, základní, střední a vysoké školy a jednotlivé prodejny

$$Q_d = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)}$$

kde Q_A – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení (l/s)
 n – počet výtokových armatur stejného druhu

b) pro skupiny zařizovacích předmětů, u kterých se předpokládá hromadné a nárazové používání odběrných míst

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

kde Q_A – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení (l/s)
 n – počet výtokových armatur stejného druhu
 ϕ – součinitel současnosti odběru vody u odběrných míst stejného druhu

Tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušeném úseku potrubí Δpr (kPa):

$$\Delta pr = \frac{\rho \cdot v^2}{2000} \cdot \sum \xi$$

kde ρ – hustota vody (kg/m³), $\rho=999$ kg/m³
 $\sum \xi$ – součet součinitelů místního odporu
 v – průtočná rychlost v potrubí (m/s)

Tlaková ztráta v potrubí Δp_{RF} (kPa):

$$\Delta p_{RF} = \sum (l \cdot R + \Delta pr)$$

kde L – délka příslušeného úseku potrubí (m)
 R – délková tlaková ztráta třením v příslušeném úseku potrubí (kPa/m)
 Δpr – tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušeném úseku potrubí (kPa)

B.5.2. Návrh vodoměru

Vodoměr mokroběžný Sensus 420- Q3 DN 40

Maximální průtok: $Q_{max} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$

Minimální průtok: $Q_{min} = 35 \text{ l/h}$

Posouzení na minimální průtok:

$Q_d = 0,1 \text{ l/s} = 360 \text{ l/h}$ (nádržka WC)

$Q_{min} < Q_d$

$35 \text{ l/h} < 360 \text{ l/h} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Posouzení na maximální průtok:

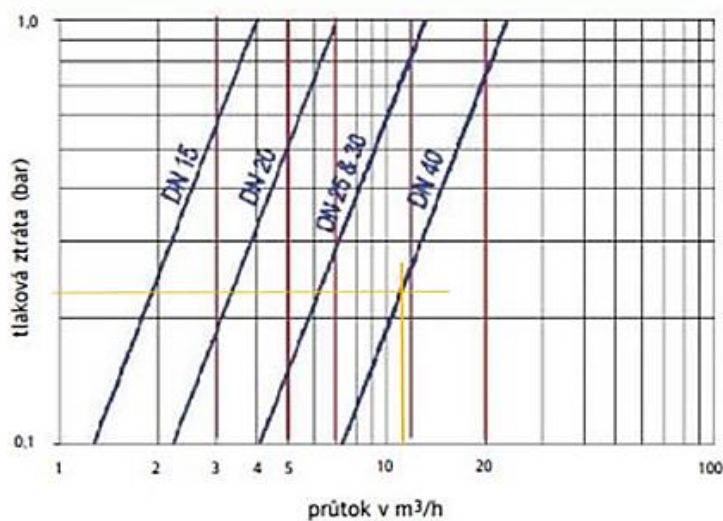
$Q_d = 3 \text{ l/s} = 10,8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,15 = 12,42 \text{ m}^3/\text{h}$

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

$12,42 \text{ m}^3/\text{h} < 20 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Určení tlakových ztrát vodoměru (kPa):

Křivka tlakových ztrát



Technický list 2: Vodoměr Sensus 420- Q3 DN 40

Průtok: $Q_{max} = 12,42 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková ztráta: $\Delta p_{WM} = 0,24 \text{ bar} = 24 \text{ kPa}$

Tabulka 27: Dimenzování potrubí studené vody

ÚSEK POTRUBÍ S1a	JMENOVITÝ VÝTOK Q_A (l/s)										Q_d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)										
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM																
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3																
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	PPR, PN20	25	x	4,2	1,53
5	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60

ÚSEK POTRUBÍ S1b	JMENOVITÝ VÝTOK Q_A (l/s)										Q_d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)										
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM																
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3																
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	PPR, PN20	25	x	4,2	1,53
5	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60

ÚSEK POTRUBÍ S1c	JMENOVITÝ VÝTOK Q_A (l/s)										Q_d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)										
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM																
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3																
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	1	2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60

ÚSEK POTRUBÍ S1d	JMENOVITÝ VÝTOK Q_A (l/s)										Q_d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)										
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM																
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3																
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39
4	1	2	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	PPR, PN20	25	x	4,2	1,79

ÚSEK POTRUBÍ S1e	JMENOVITÝ VÝTOK Q_A (l/s)										Q_d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)										
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM																
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3																
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39
4	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46

ÚSEK POTRUBÍ S1f, S1g	JMENOVITÝ VÝTOK Q_A (l/s)										Q_d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)										
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM																
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3																
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	PPR, PN20	25	x	4,2	1,53
5	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60

ÚSEK POTRUBÍ	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)														Q _n (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)								
	WC		U		U1-U2		DJ-DD-DJK		S-SM-SM2		VA		AP								MN		VL		PM			
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								0,3		0,2		0,3			
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	1	2	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
5	4	6	4	6	0	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	PPR, PN20	32	x	5,4	1,70
6	4	10	4	10	0	0	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,77	PPR, PN20	40	x	6,7	1,39
7	4	14	4	14	0	0	0	0	0	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,92	PPR, PN20	40	x	6,7	1,65
8	0	14	0	14	2	2	0	0	0	0	14	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,05	PPR, PN20	50	x	8,4	1,21
9	4	18	4	18	0	2	0	0	0	4	18	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,16	PPR, PN20	50	x	8,4	1,34
10	0	18	0	18	0	2	2	2	0	0	18	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1,22	PPR, PN20	50	x	8,4	1,41
11	4	22	2	20	2	4	2	4	2	0	20	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1,34	PPR, PN20	50	x	8,4	1,55
12	2	24	2	22	0	4	0	4	2	0	22	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1,39	PPR, PN20	50	x	8,4	1,60
13	6	30	0	22	6	10	0	4	0	0	22	2	4	0	0	0	0	0	2	4	4	0	1,66	PPR, PN20	63	x	10,5	1,20

ÚSEK POTRUBÍ S2a, 2c, 2e	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)														Q _n (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)								
	WC		U		U1-U2		DJ-DD-DJK		S-SM-SM2		VA		AP								MN		VL		PM			
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								0,3		0,2		0,3			
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	1	2	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
5	2	4	2	4	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,49	PPR, PN20	32	x	5,4	1,39

ÚSEK POTRUBÍ S2b	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)														Q _n (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)								
	WC		U		U1-U2		DJ-DD-DJK		S-SM-SM2		VA		AP								MN		VL		PM			
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								0,3		0,2		0,3			
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	PPR, PN20	25	x	4,2	1,53
5	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN21	25	x	4,2	1,60
6	2	3	2	4	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	PPR, PN20	32	x	5,4	1,36

ÚSEK POTRUBÍ S2d	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)														Q _n (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)								
	WC		U		U1-U2		DJ-DD-DJK		S-SM-SM2		VA		AP								MN		VL		PM			
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								0,3		0,2		0,3			
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36	PPR, PN20	25	x	4,2	1,67
3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,51	PPR, PN20	32	x	5,4	1,44

ÚSEK POTRUBÍ S2f	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)														Q _n (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)								
	WC		U		U1-U2		DJ-DD-DJK		S-SM-SM2		VA		AP								MN		VL		PM			
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								0,3		0,2		0,3			
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85

ÚSEK POTRUBÍ S2g	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM														
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3														
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ												
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39
3	1	2	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	PPR, PN20	25	x	4,2	1,79
4	2	4	1	2	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55	PPR, PN20	32	x	5,4	1,55

ÚSEK POTRUBÍ S2h	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM														
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3														
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ												
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	1	2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60

ÚSEK POTRUBÍ S2i	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM														
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3														
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ												
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,30	PPR, PN20	20	x	3,4	2,19
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0,42	PPR, PN20	25	x	4,2	1,96
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,47	PPR, PN20	32	x	5,4	1,33
4	2	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,53	PPR, PN20	32	x	5,4	1,50
5	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0,61	PPR, PN20	32	x	5,4	1,72
6	0	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0,64	PPR, PN20	32	x	5,4	1,81
7	1	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0,65	PPR, PN20	32	x	5,4	1,84
8	3	6	0	0	3	6	0	0	0	0	1	2	0	0	2	4	0	0	0,92	PPR, PN20	40	x	6,7	1,65

ÚSEK POTRUBÍ S3	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM														
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3														
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ												
S3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	1	2	1	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
5	4	6	4	6	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	PPR, PN20	32	x	5,4	1,70
6	4	10	4	10	0	0	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,77	PPR, PN20	40	x	6,7	1,39
7	4	14	4	14	0	0	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,92	PPR, PN20	40	x	6,7	1,65
8	4	18	2	16	2	2	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,07	PPR, PN20	50	x	8,4	1,23
9	2	20	2	18	0	2	2	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,16	PPR, PN20	50	x	8,4	1,34
10	1	21	0	18	1	3	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,18	PPR, PN20	50	x	8,4	1,36

ÚSEK POTRUBÍ S3a	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM														
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3														
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ												
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	0	1	1	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	PPR, PN20	25	x	4,2	1,53
5	1	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
6	2	4	2	4	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,49	PPR, PN20	32	x	5,4	1,39

ÚSEK POTRUB Í S3b	JMENOVITÝ VÝTOK Q _a (l/s)											Q _a (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM													
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3													
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ	+	Σ			
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46	
2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63	
3	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13	
4	0	1	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	PPR, PN20	25	x	4,2	1,53
5	1	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
6	2	4	2	4	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0,49	PPR, PN20	32	x	5,4	1,39	

ÚSEK POTRUB Í S3c	JMENOVITÝ VÝTOK Q _a (l/s)											Q _a (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM													
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3													
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ	+	Σ			
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46	
2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63	
3	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13	
4	1	2	1	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
5	2	4	2	4	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0,49	PPR, PN20	32	x	5,4	1,39	

ÚSEK POTRUB Í S3d	JMENOVITÝ VÝTOK Q _a (l/s)											Q _a (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)					
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3												
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ	+	Σ		
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39
4	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,39	PPR, PN20	25	x	4,2	1,79
5	2	4	1	2	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0,55	PPR, PN20	32	x	5,4	1,55

ÚSEK POTRUB Í S3e	JMENOVITÝ VÝTOK Q _a (l/s)											Q _a (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)					
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3												
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ	+	Σ		
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39
4	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46
5	1	2	1	2	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0,45	PPR, PN20	32	x	5,4	1,27

ÚSEK POTRUB Í S3f	JMENOVITÝ VÝTOK Q _a (l/s)											Q _a (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)					
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3												
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ	+	Σ		
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	PPR, PN20	20	x	3,4	0,73
2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63

ÚSEK POTRUBÍ	JMENOVITÝ VÝTOK Q _k (l/s)															Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2		0,3							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	20	x	3,4	2,19
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,42	PPR, PN20	25	x	4,2	1,96
3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,47	PPR, PN20	32	x	5,4	1,33
4	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,51	PPR, PN21	32	x	5,4	1,44
5	4	4	0	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,62	PPR, PN20	32	x	5,4	1,75
6	0	4	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,73	PPR, PN20	40	x	6,7	1,32
7	0	4	0	0	0	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,84	PPR, PN20	50	x	8,4	0,97
8	0	4	0	0	2	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,88	PPR, PN20	50	x	8,4	1,02
9	7	11	0	0	2	7	1	6	6	6	0	0	0	0	0	0	1,10	PPR, PN20	50	x	8,4	1,27
10	0	11	0	0	1	8	1	7	0	6	0	0	0	0	0	0	1,21	PPR, PN20	50	x	8,4	1,40
11	0	11	0	0	2	10	0	7	0	6	0	0	0	0	0	0	1,24	PPR, PN20	50	x	8,4	1,44
12	4	15	0	0	4	14	0	7	1	7	1	1	2	2	0	4	1,46	PPR, PN20	63	x	10,5	1,06
13	1	16	0	0	1	15	0	7	1	8	0	1	0	2	0	4	1,49	PPR, PN20	63	x	10,5	1,08

ÚSEK POTRUBÍ S4a	JMENOVITÝ VÝTOK Q _k (l/s)															Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1		0,2		0,2		0,3		0,2		0,3											
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ										
S4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	PPR, PN20	20	x	3,4	0,73
2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	PPR, PN20	20	x	3,4	1,03
3	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	PPR, PN20	25	x	4,2	1,13
4	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,26	PPR, PN20	25	x	4,2	1,22
5	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
6	0	4	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	32	x	5,4	0,98

ÚSEK POTRUBÍ S4b	JMENOVITÝ VÝTOK Q _k (l/s)															Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,3		0,2		0,3									
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85

ÚSEK POTRUBÍ S4c	JMENOVITÝ VÝTOK Q _k (l/s)															Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,3		0,2		0,3									
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ								
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85

ÚSEK POTRUBÍ S4d, S4g	JMENOVITÝ VÝTOK Q _k (l/s)															Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	WC	U	U1-U2	DJ-DD-DJK	S-SM-SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,3		0,2		0,3									
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ								
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31

ÚSEK POTRUBÍ S4e	JMENOVITÝ VÝTOK Q _λ (l/s)											Q _λ (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)						
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM													
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3													
	φ = 0	φ = 1	φ = ##	φ = 0,3	φ = 1 , 0																		
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ	+	Σ			
HROMADNÉ	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85
	3	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	PPR, PN20	32	x	5,4	1,70
	4	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,63	PPR, PN20	32	x	5,4	1,78
	5	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,66	PPR, PN20	32	x	5,4	1,87
	6	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,69	PPR, PN20	32	x	5,4	1,95
	7	3	6	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,38	PPR, PN20	50	x	8,4	1,59
	8	1	7	0	0	2	2	1	1	0	6	0	0	0	0	0	0	1,74	PPR, PN20	50	x	8,4	2,01

ÚSEK POTRUBÍ S4e'	JMENOVITÝ VÝTOK Q _λ (l/s)											Q _λ (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)					
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3												
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ				
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ				
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36	PPR, PN20	25	x	4,2	1,67

ÚSEK POTRUBÍ S4f	JMENOVITÝ VÝTOK Q _λ (l/s)											Q _λ (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)					
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM												
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3												
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ				
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	20	x	3,4	2,19
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0,42	PPR, PN20	25	x	4,2	1,96
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0,47	PPR, PN21	32	x	5,4	1,33
4	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0,51	PPR, PN20	32	x	5,4	1,44

ÚSEK POTRUBÍ S4h	JMENOVITÝ VÝTOK Q _λ (l/s)											Q _λ (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)			
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM										
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3										
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ		
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,30	PPR, PN20	20	x	3,4	2,19
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,42	PPR, PN20	25	x	4,2	1,96
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,47	PPR, PN20	32	x	5,4	1,33
4	2	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,53	PPR, PN20	32	x	5,4	1,50
5	0	2	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	2	0,61	PPR, PN20	32	x	5,4	1,72
6	0	2	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0,64	PPR, PN20	32	x	5,4	1,81
7	1	3	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0,65	PPR, PN20	32	x	5,4	1,84
8	1	4	0	0	1	4	0	0	1	1	0	1	2	2	0,77	PPR, PN20	40	x	6,7	1,38

ÚSEK POTRUBÍ S4h'	JMENOVITÝ VÝTOK Q _λ (l/s)											Q _λ (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)			
	WC	U	U1-U2	DJ-DD- DJK	S-SM- SM2	VA	AP	MN	VL	PM										
	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3										
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ		
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+							Σ		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39
4	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0,36	PPR, PN20	25	x	4,2	1,67
5	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0,41	PPR, PN20	25	x	4,2	1,91

ÚSEK POTRUBÍ S4i	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)														Q _A (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)							
	WC		U		U1-U2		DJ-DD- DJK		S-SM- SM2		VA		AP								MN		VL		PM		
	0,1		0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								0,3		0,2		0,3		
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							+	Σ	+	Σ	+	Σ	
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	PPR, PN20	20	x	3,4	0,73
2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39

B.5.3. Dimenzování potrubí teplé vody

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí Q_d (l/s):

a) pro rodinné domy, bytové domy, penziony pro seniory, administrativní budovy, jesle, mateřské, základní, střední a vysoké školy a jednotlivé prodejny

$$Q_d = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)}$$

kde Q_A – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení (l/s)
 n – počet výtokových armatur stejného druhu

b) pro skupiny zařizovacích předmětů, u kterých se předpokládá hromadné a nárazové používání odběrných míst

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

kde Q_A – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení (l/s)
 n – počet výtokových armatur stejného druhu
 ϕ – součinitel současnosti odběru vody u odběrných míst stejného druhu

Tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušeném úseku potrubí Δp_r (kPa):

$$\Delta p_r = \frac{\rho \cdot v^2}{2000} \cdot \sum \xi$$

kde ρ – hustota vody (kg/m³), $\rho=999$ kg/m³
 $\sum \xi$ – součet součinitelů místního odporu
 v – průtočná rychlost v potrubí (m/s)

Tlaková ztráta v potrubí Δp_{RF} (kPa):

$$\Delta p_{RF} = \sum (l \cdot R + \Delta p_r)$$

kde L – délka příslušeného úseku potrubí (m)
 R – délková tlaková ztráta třením v příslušeném úseku potrubí (kPa/m)
 Δp_r – tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušeném úseku potrubí (kPa)

Tabulka 28: Dimenzování potrubí teplé vody – nejdelší okruh

ÚSEK POTRUBÍ	JMENOVITÝ VÝTOK Q_A (l/s)												Q_d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	l (m)	R (kPa/m)	l x R (kPa/m)	$\Sigma \zeta$	Δp_s (kPa)	lxR + Δp_s (kPa)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL													
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2													
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ												
S1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46	1,22	2,32	2,83	3,1	3,31	6,14
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63	6,32	2,82	17,83	11,3	15,08	32,91
3	2	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0,39	PPR, PN20	32	x	5,4	1,10	8,9	0,78	6,92	0,6	0,36	7,28
4	2	5	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0,50	PPR, PN20	32	x	5,4	1,42	2,16	1,22	2,62	4,6	4,61	7,24
5	2	7	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0,59	PPR, PN20	40	x	6,7	1,06	8,5	0,56	4,72	0,6	0,34	5,06
6	1	8	1	1	1	1	1	8	0	0	0	0	0,69	PPR, PN20	40	x	6,7	1,25	2,03	0,73	1,49	3,6	2,80	4,28
7	1	9	0	1	1	2	1	9	0	0	0	0	0,75	PPR, PN20	40	x	6,7	1,36	25,2	0,85	21,39	11,9	10,98	32,38
8	2	11	0	1	0	2	2	11	0	0	0	0	0,82	PPR, PN20	50	x	8,4	0,95	1,9	0,34	0,65	3,1	1,39	2,04
9	22	33	10	11	4	6	22	33	4	4	2	2	1,66	PPR, PN20	63	x	10,5	1,20	1,6	0,39	0,62	0,6	0,43	1,05
10	2	35	0	11	0	6	2	35	0	4	0	2	1,69	PPR, PN20	63	x	10,5	1,22	2,53	0,40	1,01	0,6	0,45	1,46
11	18	53	3	14	4	10	18	53	0	4	0	2	2,01	PPR, PN20	63	x	10,5	1,45	3,55	0,54	1,92	0,6	0,63	2,55
12	0	53	14	28	7	17	8	61	1	5	4	6	2,34	PPR, PN20	63	x	10,5	1,69	2,59	0,70	1,82	4,2	5,97	7,79

Σ 110,18

Nerovnost pro hydraulické posouzení:

$$p_{dis} \geq p_{min,FI} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{MN} + \sum \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

kde p_{dis} - dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu

$p_{min,FI}$ - minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury

Δp_e - výšková tlaková ztráta

Δp_{WM} - tlakové ztráty vodoměrů

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

Δp_{RF} - tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory

$$550 \geq 100 + 124,1 + 24 + 0,0 + 110,18$$

$$550 \geq 358,28 \text{ kPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Tabulka 29: Dimenzování potrubí teplé vody

ÚSEK POTRUBÍ S1a,S1b,S1c	JMENOVITÝ VÝTOK Q _h (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46

ÚSEK POTRUBÍ S1d	JMENOVITÝ VÝTOK Q _h (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0,36	PPR, PN20	25	x	4,2	1,67

ÚSEK POTRUBÍ S1e	JMENOVITÝ VÝTOK Q _h (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39

ÚSEK POTRUBÍ S1f, S1g	JMENOVITÝ VÝTOK Q _h (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46

ÚSEK POTRUBÍ	JMENOVITÝ VÝTOK Q _h (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
S2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46
4	4	6	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0,55	PPR, PN20	32	x	5,4	1,55
5	4	10	0	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0,71	PPR, PN20	40	x	6,7	1,27
6	4	14	0	0	0	0	4	14	0	0	0	0	0,84	PPR, PN20	40	x	6,7	1,51
7	0	14	2	2	0	0	0	14	2	2	0	0	0,98	PPR, PN20	50	x	8,4	1,13
8	4	18	0	2	0	0	4	18	0	2	0	0	1,08	PPR, PN20	50	x	8,4	1,24
9	0	18	0	2	2	2	0	18	0	2	2	2	1,15	PPR, PN20	50	x	8,4	1,33
10	2	20	2	4	2	4	2	20	0	2	0	2	1,26	PPR, PN20	50	x	8,4	1,45
11	2	22	0	4	0	4	2	22	0	2	0	2	1,30	PPR, PN20	50	x	8,4	1,50
12	0	22	6	10	0	4	0	22	2	4	0	2	1,45	PPR, PN20	63	x	10,5	1,05

ÚSEK POTRUBÍ S2a, 2b, 2c, 2e, 2j	JMENOVITÝ VÝTOK Q _h (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46
4	2	4	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0,45	PPR, PN20	32	x	5,4	1,27

ÚSEK POTRUBÍ S2d	JMENOVITÝ VÝTOK Q _x (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL								
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,36	PPR, PN20	25	x	4,2	1,67
3	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0,51	PPR, PN20	32	x	5,4	1,44

ÚSEK POTRUBÍ S2f	JMENOVITÝ VÝTOK Q _x (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL								
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85

ÚSEK POTRUBÍ S2g	JMENOVITÝ VÝTOK Q _x (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL								
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0,36	PPR, PN20	25	x	4,2	1,67
4	1	2	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0,51	PPR, PN20	32	x	5,4	1,44

ÚSEK POTRUBÍ S2h	JMENOVITÝ VÝTOK Q _x (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL								
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46

ÚSEK POTRUBÍ S2i	JMENOVITÝ VÝTOK Q _x (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL								
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,41	PPR, PN20	25	x	4,2	1,91
4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,46	PPR, PN20	32	x	5,4	1,30
5	0	0	3	6	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0,65	PPR, PN20	32	x	5,4	1,84

ÚSEK POTRUBÍ	JMENOVITÝ VÝTOK Q _x (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)	
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL								
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2								
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ							
S3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46
4	4	6	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0,55	PPR, PN20	32	x	5,4	1,55
5	4	10	0	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0	0,71	PPR, PN20	40	x	6,7	1,27
6	4	14	0	0	0	0	4	14	0	0	0	0	0	0,84	PPR, PN20	40	x	6,7	1,51
7	2	16	2	2	2	2	2	16	0	0	0	0	0	0,98	PPR, PN20	50	x	8,4	1,13
8	2	18	0	2	2	4	2	18	0	0	0	0	0	1,07	PPR, PN20	50	x	8,4	1,23
9	0	18	1	3	0	4	0	18	0	0	0	0	0	1,09	PPR, PN20	50	x	8,4	1,25

ÚSEK POTRUBÍ S3a,S3b,S3c	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,22	PPR, PN20	20	x	3,4	1,63
3	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0,32	PPR, PN20	25	x	4,2	1,46
4	2	4	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0,45	PPR, PN21	32	x	5,4	1,27

ÚSEK POTRUBÍ S3d	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	20	x	3,4	2,07
3	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0,36	PPR, PN20	25	x	4,2	1,67
4	1	2	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0,51	PPR, PN20	32	x	5,4	1,44

ÚSEK POTRUBÍ S3e	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,30	PPR, PN20	25	x	4,2	1,39
4	1	2	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0,42	PPR, PN20	32	x	5,4	1,20

ÚSEK POTRUBÍ S3f	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46

ÚSEK POTRUBÍ	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
S4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0,40	PPR, PN20	32	x	5,4	1,13
4	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	2	2	0,57	PPR, PN20	40	x	6,7	1,02
5	0	0	0	3	2	5	0	0	0	0	2	4	0,69	PPR, PN20	40	x	6,7	1,25
6	0	0	2	5	0	5	0	0	0	0	4	4	0,75	PPR, PN20	40	x	6,7	1,35
7	0	0	2	7	1	6	6	6	0	0	0	4	0,96	PPR, PN20	50	x	8,4	1,11
8	0	0	1	8	1	7	0	6	0	0	0	4	1,00	PPR, PN20	50	x	8,4	1,16
9	0	0	2	10	0	7	0	6	0	0	0	4	1,04	PPR, PN20	50	x	8,4	1,20
10	0	0	4	14	0	7	1	7	1	1	0	4	1,17	PPR, PN20	50	x	8,4	1,35
11	0	0	1	15	0	7	1	8	0	1	0	4	1,20	PPR, PN20	50	x	8,4	1,39

ÚSEK POTRUBÍ S4a, S4d, S4g	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31

ÚSEK POTRUBÍ S4b	JMENOVITÝ VÝTOK Q _n (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60
4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85

ÚSEK POTRUBÍ S4c	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85

ÚSEK POTRUBÍ S4e	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
HROMADNĚ	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0,40	PPR, PN20	25	x	4,2	1,85
	3	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0,60	PPR, PN20	32	x	5,4	1,70
	4	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	1,20	PPR, PN20	40	x	6,7	2,16
	5	0	0	2	2	1	1	0	6	0	0	0	0	1,55	PPR, PN20	50	x	8,4

ÚSEK POTRUBÍ S4e'	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0,35	PPR, PN20	25	x	4,2	1,60

ÚSEK POTRUBÍ S4f	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN21	25	x	4,2	1,31

ÚSEK POTRUBÍ S4h	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31
3	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0,41	PPR, PN20	25	x	4,2	1,91
4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0,46	PPR, PN20	32	x	5,4	1,30
5	0	0	1	4	0	0	1	1	0	1	0	0	0,54	PPR, PN20	32	x	5,4	1,53

ÚSEK POTRUBÍ S4h'	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31

ÚSEK POTRUBÍ S4i	JMENOVITÝ VÝTOK Q _A (l/s)												Q _d (l/s)	MATERIAL	ds x s (mm)			v (m/s)
	U		U1-U2		DD-DJ-DJK		S-SM-SM2		VA		VL							
	0,1		0,2		0,2		0,2		0,3		0,2							
	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ	+	Σ						
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	PPR, PN20	20	x	3,4	1,46
2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0,28	PPR, PN20	25	x	4,2	1,31

B.5.4. Dimenzování potrubí cirkulační vody

Tepelné ztráty jednotlivých úseků q (W):

$$q = l \cdot q_t$$

kde l – délka úseku přívodního potrubí včetně délkových přírážek na neizolované armatury (m)

q_t – délková tepelná ztráta úseku přívodního potrubí (W/m)

Tabulka 30: Tepelné ztráty úseku

Úsek	Tl. izolace	$d_a \times s$	$L \times 1,2 + 1,6 \times n$	Tepelná ztráta	
		[l/s]	[m]	q_t	q_l
				[W/m]	[W]
1k-k	20	50X8,4	9,42	10,1	95,1622
2k-k	20	50X8,5	9,42	10,1	95,1622
k-4	20	63X10,5	2,26	11,8	26,6208
43	20	63x10,5	4,26	11,8	50,268
32	20	63x10,5	4,26	11,8	50,268
2S1f	20	50x8,4	3,72	10,1	37,5518
S1fS1c	20	40x6,4	47,29	8,8	416,1696
S1cS1a	20	32x5,4	14,64	7,6	111,2944
S1aS1	20	20x3,4	4,44	5,8	25,7752
TS4 ₅₀	20	50x8,4	32,86	10,1	331,9264
TS4 ₄₀	20	40x6,7	23,55	8,8	207,2224
TS4 ₃₂	20	32x5,4	12,39	7,6	94,149
TS4 ₂₅	20	25x4,2	4,12	6,6	27,192
TS3 ₅₀	20	50x8,4	33,38	10,1	337,138
TS3 ₄₀	20	40x6,7	14,24	8,8	125,2768
TS3 ₃₂	20	32x5,4	12,40	7,6	94,240
TS3 ₂₅	20	25x4,2	5,23	6,6	34,518
TS2 ₆₃	20	63x10,5	16,268	11,8	191,9624
TS2 ₅₀	20	50x8,4	42,18	10,1	425,9978
TS2 ₄₀	20	40x6,7	20,68	8,8	181,984
TS2 ₃₂	20	32x5,4	3,94	7,6	29,944
TS2 ₂₅	20	25x4,2	11,09	6,6	73,207

$\Sigma q =$	3063,030	W
--------------	----------	---

Výpočtový průtok cirkulace teplé vody Q_c (l/s) v místě cirkulačního čerpadla:

$$Q_c = \frac{\sum q_i}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{\sum q_i}{4127 \cdot \Delta t}$$

kde q_i – tepelná ztráta úseku přívodního potrubí (l/s)
 c – měrná tepelná kapacita teplé vody (J/(kg · K))
 Δt – rozdíl teplot vody mezi výstupem přívodního potrubí teplé vody z ohřívače a jeho spojením s cirkulačním potrubím
 ρ – hustota teplé vody v přívodním potrubí (kg/m³)

Výpočtový průtok cirkulace teplé vody u rozvodů s více cirkulačními okruhy Q (l/s):

$$Q_a = Q_c \cdot \frac{q_a}{q_a + q_b}$$

$$Q_b = Q_c - Q_a$$

kde q_a, q_b – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí (W)
 Q_a, Q_b – výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích přívodního a jemu odpovídajícího cirkulačního potrubí (l/s) vzniklé rozdělením výpočtového průtoky cirkulace teplé vody Q z předchozího úseku potrubí
 Q_c – výpočtový průtok cirkulace teplé vody (l/s)

Tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušeném úseku potrubí Δp_r (kPa):

$$\Delta p_r = \frac{\rho \cdot v^2}{2000} \cdot \sum \xi$$

kde ρ – hustota vody (kg/m³), $\rho=999$ kg/m³
 $\sum \xi$ – součet součinitelů místního odporu
 v – průtočná rychlost v potrubí (m/s)

Tlaková ztráta v potrubí Δp_{RF} (kPa):

$$\Delta p_{RF} = \sum (l \cdot R + \Delta p_r)$$

kde L – délka příslušeného úseku potrubí (m)
 R – délková tlaková ztráta třením v příslušeném úseku potrubí (kPa/m)
 Δp_r – tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušeném úseku potrubí (kPa)

Výpočtový průtok cirkulace teplé vody Q_c (l/s) v místě cirkulačního čerpadla:

$$Q_c = \frac{\sum q_i}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{3063,03}{4127 \cdot 2} = 0,3711 \text{ l/s}$$

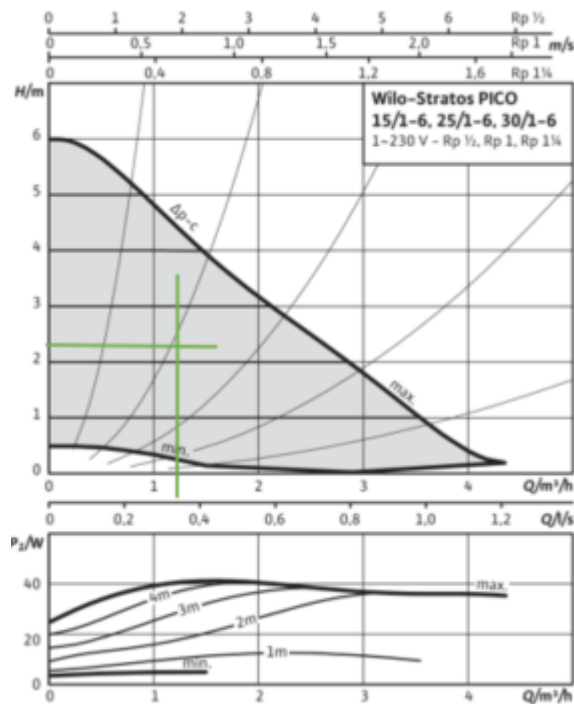
Výpočtový průtok cirkulace teplé vody u rozvodů s více cirkulačními okruhy Q (l/s):

Průtok přes potrubí Q_4 :	0,08002 (l/s)
Průtok přes potrubí Q_3 :	0,07162 (l/s)
Průtok přes potrubí Q_2 :	0,10941 (l/s)
Průtok přes potrubí Q_1 :	0,11004 (l/s)
	$\Sigma 0,3711$ (l/s)

Stanovení dopravní výšky čerpadla:

$$H = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{22899}{1000 \cdot 9,81} = 2,33 \text{ m}$$

Navrhují cirkulační čerpadlo WILO – Stratos PICO-Z 25/1-6



Technický list 3: Čerpadlo WILO – Stratos PICO-Z 25/1-6

Průtok: $Q = 1,336 \text{ m}^3/h$

Dopravní výška: $h = 2,336 \text{ m}$

Tabulka 31: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Hlavní okruh 1

	Úsek	Tl.izolace	$d_a \times s$ (mm)		l (m)	Tepelná ztráta		Q (l/s)	v (m/s)	R (kPa/m)	l · R (kPa)	$\Sigma \xi$ (-)	Δp_r (kPa)	l · R + Δp_r (kPa)	
						q_t									
						(W/m)	(W)								
Teplá voda	1k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,6885	0,943
	2k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,6885	0,943
	k-4	20	63	x	10,5	2,26	11,8	26,6208	0,3711	0,28	0,027	0,061	4,5	0,173889	0,235
	4-3	20	63	x	10,5	4,26	11,8	50,268	0,29108	0,19	0,019	0,081	0,0	0	0,081
	3-2	20	63	x	10,5	4,26	11,8	50,268	0,21945	0,12	0,012	0,051	0,6	0,004248	0,055
	2S-1f	20	50	x	8,4	3,72	10,1	37,5518	0,11004	0,10	0,010	0,037	1,6	0,008	0,045
	S1f-S1c	20	40	x	6,4	47,29	8,8	416,1696	0,11004	0,20	0,030	1,419	18,6	0,372	1,791
	S1c-S1a	20	32	x	5,4	14,64	7,6	111,2944	0,11004	0,30	0,085	1,245	5,2	0,234	1,479
	S1a-S1	20	20	x	3,4	4,44	5,8	25,7752	0,11004	0,80	0,845	3,755	5,6	1,792	5,547
Cirkulace	S1-S1a	20	32	x	5,4	4,44	-	-	0,11004	0,31	0,086	0,382	2,1	0,10204	0,484
	S1a-S1c	20	32	x	5,4	14,64	-	-	0,11004	0,31	0,086	1,258	3	0,145771	1,404
	S1c-S1f	20	32	x	5,4	47,29	-	-	0,11004	0,31	0,086	4,064	15,4	0,748291	4,812
	S1f-2	20	32	x	5,4	3,72	-	-	0,11004	0,31	0,086	0,320	1,6	0,077745	0,397
	2-3	20	40	x	6,4	4,26	-	-	0,21945	0,38	0,088	0,375	1,6	0,114109	0,489
	3-4	20	50	x	8,4	4,26	-	-	0,29108	0,34	0,056	0,239	0,6	0,033916	0,272
	4-k	20	50	x	8,4	2,26	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,193	19,8	1,819184	2,012
	k-2k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147005	0,954
	k-1k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147005	0,954
													Σ	22,899	

Tabulka 32: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Okruh 4

	Úsek	Tl.izolace	d _a x s (mm)			l (m)	Tepelná ztráta		Q (l/s)	v (m/s)	R (kPa/m)	I · R (kPa)	Σξ (-)	Δp _r (kPa)	I · R + Δp _r (kPa)
							q _t	q _i							
							(W/m)	(W)							
Teplá voda	1k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,689	0,943
	2k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,689	0,943
	k-4	20	63	x	10,5	2,26	11,8	26,6208	0,3711	0,28	0,027	0,061	4,5	0,174	0,235
	4-S4d	20	50	x	8,4	32,86	10,1	331,9264	0,08002	0,1	0,01	0,329	15,8	0,079	0,408
	S4d-S4b	20	40	x	6,7	23,55	8,8	207,2224	0,08002	0,18	0,018	0,424	8,2	0,13284	0,557
	S4b-S4a	20	32	x	5,4	12,39	7,6	94,149	0,08002	0,28	0,057	0,706	1,6	0,06272	0,769
	S4a-S4	20	25	x	4,2	4,12	6,6	27,192	0,08002	0,19	0,389	1,603	4,6	0,08303	1,686
Cirkulace	S4-S4a	20	25	x	4,2	4,12	-	-	0,08002	0,37	0,157	0,648	3,0	0,205	0,853
	S4a-S4b	20	25	x	4,2	12,39	-	-	0,08002	0,37	0,157	1,948	0,0	0,000	1,948
	S4b-S4d	20	25	x	4,2	23,55	-	-	0,08002	0,37	0,157	3,703	7,5	0,513	4,216
	S4d-4	20	25	x	4,2	32,86	-	-	0,08002	0,37	0,157	5,168	18,2	1,244	6,412
	4-k	20	50	x	8,4	2,26	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,193	19,8	1,819	2,012
	k-2k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147	0,954
	k-1k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147	0,954

Σ 22,890

Tabulka 33: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Okruh 3

	Úsek	Tl.izolace	d _a x s (mm)			l (m)	Tepelná ztráta		Q (l/s)	v (m/s)	R (kPa/m)	l · R (kPa)	Σξ (-)	Δp _r (kPa)	l · R + Δp _r (kPa)
							q _t	q _i							
							(W/m)	(W)							
Teplá voda	1k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,689	0,943
	2k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,689	0,943
	k-4	20	63	x	10,5	2,26	11,8	26,6208	0,3711	0,28	0,027	0,061	4,5	0,174	0,235
	4-3	20	63	x	10,5	4,26	11,8	50,268	0,29108	0,19	0,019	0,081	0,0	0	0,081
	3-S3d	20	50	x	8,4	33,38	10,1	337,138	0,07162	0,1	0,01	0,334	15,5	0,0775	0,411
	S3d-S3b	20	40	x	6,7	14,24	8,8	125,2768	0,07162	0,1	0,01	0,142	5,2	0,026	0,168
	S3b-S3a	20	32	x	5,4	12,40	7,6	94,240	0,07162	0,2	0,04	0,496	1,6	0,032	0,528
	S3a-S3	20	25	x	4,2	5,23	6,6	34,518	0,07162	0,3	0,13	0,680	4,6	0,207	0,887
Cirkulace	S3-S3a	20	25	x	4,2	5,23	-	-	0,07162	0,33	0,130	0,677	2,1	0,114995	0,792
	S3a-S3b	20	25	x	4,2	12,40	-	-	0,07162	0,33	0,130	1,606	0,0	0	1,606
	S3b-S3d	20	25	x	4,2	14,24	-	-	0,07162	0,33	0,130	1,844	3,0	0,164278	2,008
	S3d-3	20	25	x	4,2	33,38	-	-	0,07162	0,33	0,130	4,324	19,1	1,045903	5,370
	34	20	50	x	8,4	4,26	-	-	0,29108	0,34	0,056	0,239	0,6	0,033916	0,272
	4-k	20	50	x	8,4	2,26	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,193	19,8	1,819184	2,012
	k-2k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147005	0,954
	k-1k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147005	0,954

Σ 18,166

Tabulka 34: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Okruh 2

Úsek	Tl.izolace	d _a x s (mm)			l (m)	Tepelná ztráta		Q (l/s)	v (m/s)	R (kPa/m)	l · R (kPa)	Σξ (-)	Δp _r (kPa)	l · R + Δp _r (kPa)	
						q _t	q _i								
						(W/m)	(W)								
Teplá voda	1k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,6885	0,943
	2k-k	20	50	x	8,4	9,42	10,1	95,1622	0,3711	0,45	0,027	0,254	6,8	0,6885	0,943
	k-4	20	63	x	10,5	2,26	11,8	26,6208	0,3711	0,28	0,027	0,061	4,5	0,173889	0,235
	4-3	20	63	x	10,5	4,26	11,8	50,268	0,29108	0,19	0,019	0,081	0,0	0	0,081
	3-2	20	63	x	10,5	4,26	11,8	50,268	0,21945	0,12	0,012	0,051	0,6	0,004248	0,055
	2-S2i	20	63	x	10,5	16,268	11,8	191,9624	0,10941	0,1	0,01	0,163	6,8	0,034	0,197
	S2i-S2d	20	50	x	8,4	42,18	10,1	425,9978	0,10941	0,1	0,01	0,422	17,5	0,0875	0,509
	S2d-S2b	20	40	x	6,7	20,68	8,8	181,984	0,10941	0,2	0,03	0,620	5,2	0,104	0,724
	S2b-S2a	20	32	x	5,4	3,94	7,6	29,944	0,10941	0,3	0,07	0,276	4,6	0,207	0,483
	S2a-S2	20	25	x	4,2	11,09	6,6	73,207	0,10941	0,5	0,24	2,662	1,6	0,2	2,862
Cirkulace	S2-S2a	20	32	x	5,4	11,09	-	-	0,10941	0,31	0,085	0,944	2,1	0,10088	1,045
	S2a-S2b	20	32	x	5,4	3,94	-	-	0,10941	0,31	0,085	0,335	3,0	0,144114	0,479
	S2b-S2d	20	32	x	5,4	20,68	-	-	0,10941	0,31	0,085	1,759	3,0	0,144114	1,904
	S2d-S2i	20	32	x	5,4	42,18	-	-	0,10941	0,31	0,085	3,588	13,5	0,648513	4,237
	S2i-2	20	32	x	5,4	16,268	-	-	0,10941	0,31	0,085	1,384	11,4	0,547633	1,932
	2-3	20	40	x	6,7	4,26	-	-	0,21945	0,39	0,098	0,417	1,6	0,124758	0,542
	3-4	20	50	x	8,4	4,26	-	-	0,29108	0,34	0,056	0,239	0,6	0,033916	0,272
	4-k	20	50	x	8,4	2,26	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,193	19,8	1,819184	2,012
	k-2k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147005	0,954
	k-1k	20	50	x	8,4	9,42	-	-	0,3711	0,43	0,086	0,807	1,6	0,147005	0,954

Σ 19,161

B.5.5. Dimenzování potrubí požární vody

Materiál potrubí požární vody je ocelové pozinkované potrubí. Hadicový systém je hadice tvarově stála DN 25. V objektu bude jedno stoupací potrubí. Na každém podlaží se nacházejí tři hadicové systémy.

Tabulka 35: Dimenzování potrubí požární vody

ÚSEK POTRUBÍ	Q _A (l/s)		Q _d (l/s)	MATERIÁL	ds x s (mm)	v (m/s)	l (m)	R (kPa/m)	l x R (kPa/m)	Σζ	Δps (kPa)	lxR + Δps (kPa)
	H	1										
	+	Σ										
1	1	1	1,00	pozín. ocel	32	1,00	4,03	1,03	4,15	2,1	1,05	5,20
2	1	2	2,00	pozín. ocel	50	0,90	1,77	0,49	0,86	1,5	0,61	1,47
3	2	3	3,00	pozín. ocel	50	1,40	20,1	1,10	22,08	2,3	2,25	24,33
4	4	3	3,00	pozín. ocel	50	1,40	15,2	1,10	16,71	0,6	0,59	17,30
5	3	3	3,00	pozín. ocel	50	1,40	14,9	1,10	16,41	14,1	13,82	30,23
											Σ	78,53

Nerovnost pro hydraulické posouzení:

$$p_{dis} \geq p_{min,FI} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{MN} + \sum \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

kde p_{dis} - dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu

p_{minFI} - minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury

Δp_e - výšková tlaková ztráta

Δp_{WM} - tlakové ztráty vodoměrů

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

Δp_{RF} - tlakové ztráty v potrubí třením a místními odpory

$$550 \geq 200 + 105,6 + 0,0 + 0,0 + 78,53$$

$$550 \geq 384,13 \text{ kPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

B.5.6. Výpočet kompenzačních délek potrubí vody

V rámci návrhu vnitřního vodovodu byla zohledněna tepelná roztažnost potrubí. Ta je řešena vybočením trasy potrubí vody.

Velikost prodloužení Δl (mm):

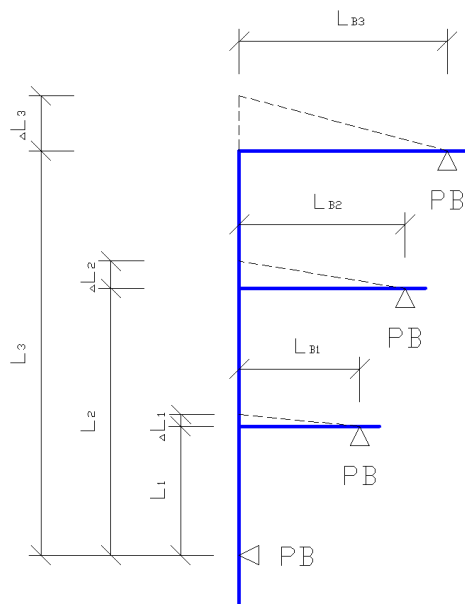
$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

kde α – součinitel délkové roztažnosti potrubí (mm/mK)
 $\alpha = 0,15$ mm/mK pro vícevrstvé potrubí
 l_0 – kompenzační délka [m]
 Δt – rozdíl provozní a montážní teploty (K)
 $\Delta t =$

Volná délka pružného ramene L_p (mm):

$$L_p = c \cdot \sqrt{\Delta l} \cdot d$$

kde C – materiálová konstanta, $C=20$
 Δl – velikost prodloužení (mm)
 d – vnější průměr trubky (mm)



Obrázek 25: Kompenzační délky [25]

Tabulka 36: Výpočet roztažnosti potrubí vody

Úsek	Délka úseku L (m)	Průměr potrubí	Délková změna Δl (mm)	Volná kompenzační délka L_p (mm)
PB1	1,18	20	5,31	206,1
PB2	4,67	32	21,015	518,6
PB3	0,99	32	4,455	238,8
PB4	4,32	40	19,44	557,7
PB5	0,94	40	4,23	260,2
PB6	3,28	40	14,76	486,0
PB7	0,94	40	4,23	260,2
PB8	2,77	40	12,465	446,6
PB9	0,94	40	4,23	260,2
PB10	2,4	40	10,8	415,7
PB11	0,58	40	2,61	204,4
PB12	3,97	25	17,865	422,7
PB13	0,99	32	4,455	238,8
PB14	6,92	40	31,14	705,9
PB15	0,92	40	4,14	257,4
PB16	1,76	50	7,92	398,0
PB17	2,73	50	12,285	495,7
PB18	0,87	50	3,915	279,8
PB19	1,69	50	7,605	390,0
PB20	0,87	50	3,915	279,8
PB21	2,54	50	11,43	478,1
PB22	0,87	50	3,915	279,8
PB23	3,87	50	17,415	590,2
PB24	0,87	50	3,915	279,8
PB25	2,45	50	11,025	469,6
PB26	0,87	63	3,915	314,1
PB27	2,59	63	11,655	541,9
PB28	1,18	25	5,31	230,4
PB29	4,74	32	21,33	522,5
PB30	0,94	40	4,23	260,2
PB31	4,39	40	19,755	562,2
PB32	0,94	50	4,23	290,9
PB33	3,27	50	14,715	542,5
PB34	0,94	50	4,23	290,9
PB35	2,78	50	12,51	500,2
PB36	0,94	50	4,23	290,9

PB37	2,69	50	12,105	492,0
PB38	0,55	50	2,475	222,5
PB39	0,88	25	3,96	199,0
PB40	5,44	32	24,48	559,8
PB41	0,88	40	3,96	251,7
PB42	4,27	40	19,215	554,5
PB43	2,56	40	11,52	429,3
PB44	0,88	40	3,96	251,7
PB45	2,64	50	11,88	487,4
PB46	0,88	50	3,96	281,4
PB47	3,87	50	17,415	590,2
PB48	0,88	50	3,96	281,4
PB49	2,45	50	11,025	469,6
PB50	0,88	50	3,96	281,4
PB51	2,6	50	11,7	483,7

B.5.7. Výpočet tloušťky tepelné izolace

Výpočet tloušťky tepelné izolace potrubí vody dle vyhlášky 193/2007

Materiály

- Potrubí PPR, PN 20
- Tepelná izolace MIRELON PRO (tloušťka stěny: 6, 9, 13, 20, 25)

Tabulka 37: Výpočet roztažnosti potrubí vody

Tloušťka tepelné izolace u vnitřních rozvodů dle vyhlášky č.151/2001 Sb	
DN	Tloušťka izolace[mm]
20	≥ 20
25 až 35	≥ 30
40 až 100	≥ DN
>100	≥ 100

(Poznámka: u vnitřních rozvodů plastových potrubí se tloušťka tepelné izolace volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN.)

Součinitel prostupu tepla U_o (W/mK):

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{\lambda_t} \cdot \ln \frac{d_{zj}}{d_{vj} - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{d_{zj}}{d_{vj}} + \frac{1}{\alpha_e \cdot d_e}}$$

kde λ_t - součinitel tepelné vodivosti trubky (0,22 W/mK)

λ_{iz} - součinitel tepelné vodivosti izolace (0,037 W/mK)

d_{zj} - vnější průměr trubky (m)

d_{vj} - vnitřní průměr trubky (m)

s_t - tloušťka stěny trubky (m)

α_e - součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu tepelné izolace trubky

d_e - vnější průměr tepelné izolace trubky ($d_z + s_{iz}$)

Pro potrubí 20x3,4 mm, tl. izolace 25 mm

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,02}{0,02 - 2 \cdot 0,0034} + \frac{1}{2 + 0,037} \cdot \ln \frac{0,07}{0,02} + \frac{1}{10 \cdot 0,07}} = 0,163 \text{ W/mK}$$

$$U = 0,163 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro potrubí 25x4,2 mm, tl. izolace 25 + 6 = 31 mm

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,025}{0,025 - 2 \cdot 0,0042} + \frac{1}{2 + 0,037} \cdot \ln \frac{0,087}{0,025} + \frac{1}{10 \cdot 0,087}} = 0,166 \text{ W/mK}$$

$$U = 0,166 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro potrubí 32x5,4 mm, tl. izolace 25 + 13 = 38 mm

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,032}{0,032 - 2 \cdot 0,0054} + \frac{1}{2 + 0,037} \cdot \ln \frac{0,108}{0,032} + \frac{1}{10 \cdot 0,108}} = 0,172 \text{ W/mK}$$

$$U = 0,172 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro potrubí 40x6,7 mm, tl. izolace 20 + 20 = 40 mm

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,04}{0,04 - 2 \cdot 0,0067} + \frac{1}{2 + 0,087} \cdot \ln \frac{0,12}{0,04} + \frac{1}{10 \cdot 0,12}} = 0,189 \text{ W/mK}$$

$$U = 0,189 \text{ W/mK} < 0,27 \text{ W/mK} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro potrubí 50x8,4 mm, tl. izolace 25 + 25 = 50 mm

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,05}{0,05 - 2 \cdot 0,0084} + \frac{1}{2 + 0,037} \cdot \ln \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{10 \cdot 0,15}} = 0,191 \text{ W/mK}$$

$$U = 0,191 \text{ W/mK} < 0,27 \text{ W/mK} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Pro potrubí 63x10,5 mm, tl. izolace 25 + 25 + 13 = 63 mm

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,063}{0,063 - 2 \cdot 0,0105} + \frac{1}{2 + 0,037} \cdot \ln \frac{0,189}{0,063} + \frac{1}{10 \cdot 0,189}} = 0,193 \text{ W/mK}$$

$$U = 0,193 \text{ W/mK} < 0,27 \text{ W/mK} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

B.6. Porovnání navržených variant rozvodu vodovodu a cirkulace

U daného objektu jsem navrhla dvě varianty rozvodu vodovodu s cirkulací.

První varianta využívá podhledu v každém druhém podlaží a tím zásobuje vodou místnosti v daném podlaží i v podlaží nacházející se nad ním. U této varianty jsou využity stoupačky jen částečně. Zvoleným návrhem dosáhneme úspory regulačních ventilů a zjednodušení celé cirkulace vody.

Druhá varianta využívá stoupačky. Rozvod potrubí se nachází jen v suterénu a v jedné části 1.NP. Potrubí vody je následně pomocí instalačních šachet rozvětveno do jednotlivých místností. Nevýhodou této druhé varianty je vedení cirkulačního potrubí ve velkém počtu a tím pádem získání i většího počtu regulačních ventilů.

Po porovnání obou variant jsem zvolila, navrhla a dimenzovala variantu první. Hlavním důvodem pro výběr této varianty byla ekonomická stránka realizace, díky které se ušetří přibližně 25 regulačních ventilů a zjednoduší se celý rozvod cirkulace.

B.7. Dimenzování domovního plynovodu

Vnitřní plynovod bude sloužit k přivádění plynu k plynovým kondenzačním kotlům, velkokuchyňským sporákům a elektro-plynovým sporákům. Hlavní uzávěr plynu je umístěn současně spolu s plynoměrem v instalačním sloupku na hranici pozemku. Hlavní domovní uzávěr plynu je umístěn spolu skříní na fasádě budovy. Vnitřní plynovod bude proveden z oceli. U dimenzování se vychází z nejvyšší a nejdelší větve.

B.7.1. Dimenzování domovního plynovodu a jeho návrh

Redukovaný odběr plynu V_r (m^3/h):

$$V_r = K_1 \cdot V_1 + K_2 \cdot V_2 + K_3 \cdot V_3 + K_4 \cdot V_4$$

- kde
- V_1 – součet objemových průtoků spotřebičů pro přípravu pokrmů (m^3/h)
 - V_2 – součet objemových průtoků lokálních topidel a zásobníkových ohříváčů vody (m^3/h)
 - V_3 – součet objemových průtoků všech kotlů včetně kotlů kombinovaných (m^3/h)
 - V_4 – součet objemových průtoků všech technologických plynových spotřebičů a plynových spotřebičů ve velkokuchyních (m^3/h)
 - K_1 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_1
 $K_1 = n^{-0,5}$
 - K_2 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_2
 $K_2 = n^{-0,15}$
 - K_3 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_3
 $K_3 = n^{-0,1}$
 - K_4 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_4

Předběžná ztráta tlaku na 1 m (Pa/m):

$$\Delta p = \frac{\Delta p_c}{L + \Sigma L_e}$$

- kde
- Δp_c – celková ztráta tlaku v ležatém potrubí v (Pa)
 - L – skutečná délka ležatého potrubí v (m), tj. délka od HUP až k nejvzdálenějšímu spotřebiči bez stoupacího vedení
 - ΣL_e – součet ekvivalentních délkových přírážek pro tvarovky a armatury v (m)

Plynové spotřebiče:

2 x plynový kondenzační kotel Viessmann Vitocrossal 100

- Výkon 120 kW + 160 kW

- Spotřeba 13,92 m³/h + 13,92 m³/h

2 x plynový velkokuchyňský sporák

- Výkon 13 kW

- Spotřeba 1,9 m³/h

5 x plynový sporák s plynovou deskou

- Výkon 3,3 kW

- Spotřeba 0,73 m³/h

Redukovaný odběr plynu V_r (m³/h):

$$V_r = K_1 \cdot V_1 + K_2 \cdot V_2 + K_3 \cdot V_3$$

$$V_r = 5^{-0,5} \cdot 3,65 + 2^{-0,5} \cdot 3,8 + 2^{-0,1} \cdot 32,49 = 34,63 \text{ m}^3/\text{h}$$

Předběžná ztráta tlaku na 1 m (Pa/m) pro ležaté potrubí:

$$\Delta p = \frac{\Delta p_c}{L + \Sigma Le}$$

$$\Delta p = \frac{100}{72,32 + 21,7} = 1,06 \text{ Pa/m}$$

Předběžná ztráta tlaku na 1 m (Pa/m) pro svislé potrubí: 2Pa/m

$$\Delta p_s = 8,86 \cdot 2 = 17,72 \text{ Pa}$$

Tabulka 38: Výpočet dimenze plynového potrubí- nejvzdálenější větev

	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU	POČET SPOTŘEBIČŮ	KOEFICIENT SOUČASNOSTI	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU	POČET SPOTŘEBIČŮ	KOEFICIENT SOUČASNOSTI	REDUKOVANÝ ODBER PLYNU	DIMENZE POTRUBÍ
ÚSEK	V_1 (m ³ /h)	n_1 (-)	K_1 (-)	V_3 (m ³ /h)	n_3 (-)	K_3 (-)	V_r (m ³ /h)	DN (-)
A - B	1,9	1	1	0	0	0	1,9	25
B - C	3,8	2	0,707	0	0	0	2,69	25
C - D	3,8	2	0,707	0	0	0	2,69	25
D - E	3,8	2	0,707	0	0	0	2,69	25
E - F	3,8	2	0,707	0	0	0	2,69	25
F - G	3,8	2	0,707	0	0	0	2,69	25
G - H	5,26	4	0,5	0	0	0	3,72	32
H - I	7,45	7	0,378	32,49	2	0,933	34,63	65

KURZIVOU STOUPACÍ POTRUBÍ

Tabulka 39: Výpočet dimenze plynového potrubí- trasy G3' - I

	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU	POČET SPOTŘEBIČŮ	KOEFICIENT SOUČASNOSTI	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU	POČET SPOTŘEBIČŮ	KOEFICIENT SOUČASNOSTI	REDUKOVANÝ ODBER PLYNU	DIMENZE POTRUBÍ
ÚSEK	V_1 (m ³ /h)	n_1 (-)	K_1 (-)	V_3 (m ³ /h)	n_3 (-)	K_3 (-)	V_r (m ³ /h)	DN (-)
G3' - G3	0,73	1	1	0	0	0	0,73	20
G3 - G2	0,73	1	1	0	0	0	0,73	20
G2 - G1	1,46	2	0,707	0	0	0	1,03	20
G1 - G	1,46	2	0,707	0	0	0	1,03	20
G - H	5,26	4	0,5	0	0	0	3,72	32
H - I	7,45	7	0,378	32,49	2	0,933	34,63	65

KURZIVOU STOUPACÍ POTRUBÍ

Tabulka 40: Výpočet dimenze plynového potrubí- trasy J3' - I

ÚSEK	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU (m ³ /h)	POČET SPOTŘEBIČŮ (-)	KOEFICIENT SOUČASNOSTI (-)	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU (m ³ /h)	POČET SPOTŘEBIČŮ (-)	KOEFICIENT SOUČASNOSTI (-)	REDUKOVANÝ ODBER PLYNU (m ³ /h)	DIMENZE POTRUBÍ (-)
J3' - J3	0,73	1	1	0	0	0	0,73	20
J3 - J2	0,73	1	1	0	0	0	0,73	20
J2 - J1	1,46	2	0,707	0	0	0	1,03	20
J1 - J	2,19	3	0,577	0	0	0	1,26	20
J - K	2,19	3	0,577	0	0	0	1,26	20
K - L	2,19	3	0,577	0	0	0	1,26	20
L - M	2,19	3	0,577	0	0	0	1,26	20
M - H	2,19	3	0,378	32,49	2	0,933	31,58	65
H - I	7,45	7	0,378	32,49	2	0,933	34,63	65

KURZIVOU STOUPACÍ POTRUBÍ

Tabulka 41: Výpočet dimenze plynového potrubí- trasy J3' - I

ÚSEK	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU (m ³ /h)	POČET SPOTŘEBIČŮ (-)	KOEFICIENT SOUČASNOSTI (-)	OBJEMOVÝ PRŮTOK PLYNU (m ³ /h)	POČET SPOTŘEBIČŮ (-)	KOEFICIENT SOUČASNOSTI (-)	REDUKOVANÝ ODBER PLYNU (m ³ /h)	DIMENZE POTRUBÍ (-)
M8 - M7	0	0	0	13,92	1	1	13,92	50
M7 - M6	0	0	0	13,92	1	1	13,92	50
M6 - M5	0	0	0	13,92	1	1	13,92	50
M5 - M4	0	0	0	32,49	2	0,933	30,31	65
M4 - M3	0	0	0	32,49	2	0,933	30,31	65
M3 - M2	0	0	0	32,49	2	0,933	30,31	65
M2 - M1	0	0	0	32,49	2	0,933	30,31	65
M1 - M	0	0	0	32,49	2	0,933	30,31	65
M - H	2,19	3	0,378	32,49	2	0,933	31,58	65
I - J	7,45	7	0,378	32,49	2	0,933	34,63	65

KURZIVOU STOUPACÍ POTRUBÍ

B.7.2. Posouzení akumulčního prostoru plynovodu

Akumulční prostor plynovodu O (m^3):

$$O = \frac{V_{p,h}}{575 \cdot \left(1 + \frac{p_2}{10000}\right)}$$

kde $V_{p,h}$ – součet objemových průtoků přístrojů (m^3/h)

p_2 – tlak plynu na výstupu z regulátoru ($kg \cdot cm^{-2}$)

Kotle:

Objem plynu v potrubí je $0,1296 m^3$

$$O = \frac{32,49}{575 \cdot \left(1 + \frac{2}{10000}\right)} = 0,056 m^3$$

Potřebný objem je menší než objem potrubí. Není nutné navrhnout akumulční kus.

B.7.3. Dimenzování plynovodní přípojky

Dimenze potrubní přípojky $D(mm)$:

$$D = K \cdot \sqrt[4,8]{\frac{Q^{1,82} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}}$$

kde K – konstanta (-),

$$K = 13,8$$

Q – dopravované množství plynu (Vr) (m^3/h)

L – délka potrubí (m)

p_z – počáteční pracovní přetlak plynu (kPa)

p_k – koncový pracovní přetlak plynu (kPa)

$$D = 13,8 \cdot \sqrt[4,8]{\frac{34,63^{1,82} \cdot 2,4}{(100+100)^2 - (95+100)^2}} = 13,091 mm$$

Aby vyhovělo posouzení rychlosti proudění, volím HDPE SDR 11 40x3,7.

Posouzení rychlosti proudění plynu v potrubí v (m/s):

$$v = \frac{4 \cdot V_r}{S}$$

Kde Q – dopravované množství plynu (m³/h)
 S – vnitřní průřezová plocha (m²)

$$v = \frac{4 \cdot 34,63/3600}{0,0326^2 \cdot \pi} = 11,524 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s} \quad \text{VYHOVUJE}$$

B.7.4. Návrh regulátoru tlaku

Tlak za regulátorem bude redukován na tlak 2 kPa. Volím regulátor Hutira B40.

B.7.5. Návrh plynoměru

Navrhuji membránový plynoměr BK G 25.

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

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

40 > 34,63 > 0,25 → VYHOVUJE

B.7.6. Posouzení umístěných plynových spotřebičů

V objektu jsou umístěny dva kondenzační kotle Viessmann Vitocrossal 100 typu C o výkonu 120 kW a 160 kW, spotřebě 13,92 m³/h a 18,57 m³/h. Přívod vzduchu i odvod spalin je řešen z a do venkovního prostředí. Nejsou tedy dany žádné zvláštní požadavky pro objem místnosti nebo požadavky na větrání. Odvod spalin a přívod vzduchu bude zajištěn pomocí koaxiálního komínu. Díky tomu bude zajištěn bezpečný odvod spalin do volného ovzduší a přísávání vzduchu ke spotřebičům.

Plynové sporáky jsou spotřebiče typu A. Požadavky jsou kladeny na objem a světlou výšku místnosti.

- Místnost 1.10 :

$$V_{min} = 20,00 \text{ m}^3 < V_{skut} = 382,24 \text{ m}^3$$

$$SV_{min} = 2,3 \text{ m} < V_{skut} = 2,7 \text{ m}$$

- Místnost 2.10, 3.10 :

$$V_{min} = 20,00 \text{ m}^3 < V_{skut} = 204,06 \text{ m}^3$$

$$SV_{min} = 2,3 \text{ m} < V_{skut} = 2,7 \text{ m}$$

- Místnost 1.59, 2.67, 3.67 :

$$V_{min} = 20,00 \text{ m}^3 < V_{skut} = 58,725 \text{ m}^3$$

$$SV_{min} = 2,3 \text{ m} < V_{skut} = 2,7 \text{ m}$$

C. Projekt

C.1. Technická zpráva

Akce: Novostavba penzionu pro seniory

Místo: Hodonín

Investor: Jaroslav Nesnadný

Stupeň dokumentace: Projekt pro provedení stavby

Datum: 1/2020

Vypracovala: Bc. Erika Benková

C.1.1. Úvod

Projekt řeší kanalizace, vnitřní vodovod, plynovod. Navržená kanalizace bude napojena na uliční splaškovou kanalizaci. Pro vodovodní instalace bude navržena vodovodní přípojka napojena na uliční vodovodní řad. Bude vybudována i plynovodní přípojka. Jako podklad sloužili stavební výkresy půdorysů a situace s inženýrskými sítěmi.

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

Řešený objekt má tři nadzemní podlaží a je z části podsklepený. V suterénu bude soustředěn ohřev teplé vody umístěný v technické místnosti. V podzemním podlaží se nachází zázemí zaměstnanců, šatny, technické zázemí, kanceláře, posilovna, prádelna, sklad nábytku, sklad náradí a místnost pro údržbáře. V prvním nadzemním podlaží se nachází kuchyň, různé sklady, provozovatelské prostory, lékař, zázemí pro zdravotné sestry, společenské prostory a ve třetí části objektu i pokoje pro seniory. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se nacházejí především pokoje pro seniory, lékař, zázemí pro zdravotné sestry, společenské prostory a jídelny.

C.1.2. Bilance potřeby vody

Specifická potřeba vody:

- Počet lůžek – 109 lůžek
- Na 1 lůžko včetně stravování a kuchyně = 45 m³/rok = 123 l/den

Průměrná denní potřeba vody: 13 407 l/den

Maximální denní potřeba vody: 20 111 l/den

Maximální hodinová potřeba: 1 508 l/hod

Průměrná denní potřeba teplé vody: 8 990 l/den

C.1.3. Přípojky

Kanalizační přípojka

Objekt bude odkanalizován do stávající jednotné kanalizační stoky DN 500, která je vedena v komunikaci před objektem.

Pro odvod splaškových vod bude vybudována nová kanalizační přípojka z materiálu PVC KG DN 160. Průtok odpadních vod přípojkou je 9,95 l/s. Přípojka bude na stoku napojena jádrovým vývrtem. Hlavní vstupní šachta se bude nacházet na pozemku před objektem penzionu. Hlavní vstupní šachta bude provedena z betonových skruží o průměru 1000 mm a opatřena poklopem o průměru 600 mm.

Potrubí bude uloženo na pískovém podsypu o mocnosti 150 mm. Zасыпáno bude pískem o mocnosti 300 mm. Tento pískový zásep nesmí být hutněn. Na zásep bude položena bílá výstražná folie šířky 300 mm. Dále bude výkop zásepán původní vytěženou zemínou a po vrstvách 500 mm hutněn.

Vodovodní přípojka

Objekt bude zásobován pitnou vodou z nově vybudované vodovodní přípojky. Přípojka bude z materiálu HDPE 100 SDR 11 63 x 5,8 mm, která bude napojená na vodovodní řád pro veřejnou potřebu. Na veřejný vodovod bude přípojka napojena navrtávacím pasem s uzávěrem a zemní soupravou a poklopem. Přetlak vody v místě napojení přípojky se dle informací od provozovatele pohybuje v rozmezí 0,45 až 0,55 MPa.

Výpočtový průtok potrubím podle ČSN 75 5455 činí 3 l/s. Vodoměrná soustava s vodoměrem DN 40 bude umístěna ve vstupní vodoměrné šachtě 2500 x 1500 x 1800 mm s poklopem o průměru 600 mm na řešeném pozemku.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tl. 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trouby. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná folie šířky 300 mm.

Plynovodní přípojka

Objekt bude napojen na stávající STL plynovodní řád plynovodní přípojkou PE 100 SDR 11 40x3,7 mm. Nová přípojka bude napojena na stávající řad odbočkovým T-kusem a povede do betonové přípojkové skříně nacházející se na hranici pozemku. V ní bude osazen regulátor tlaku plynu Hutira B40 a membránový plynoměr BK-G 25. Pokračovat bude na soukromém pozemku NTL plynovod z PE 100 SDR 75x6,8 mm. Redukovaný odběr plynu činí 34,63 m³/h. Skříň bude opatřena ocelovými dvířky s nápisem HUP, větracími otvory a uzávěrem na trojhranný klíč.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tl. 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím bude umístěna žlutá výstražná folie šířky 300 mm.

VNITŘNÍ KANALIZACE

Splašková vnitřní kanalizace

Vnitřní kanalizace odpovídá normám ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760. Kanalizace odvádějící splaškové odpadní vody z objektu bude napojena na nově vybudovanou kanalizační přípojku vedenou do stávající veřejné stoky splaškové kanalizace. Průtok splaškových odpadních vod přípojkou činí 9,95 l/s.

Splašková odpadní potrubí budou spojena s větracím potrubím s venkovním prostředím ukončená 0,5 m nad střechou, která jsou vedena v instalačních šachtách nebo předstěnách. Připojovací potrubí budou vedena v předstěnách a pod omítkou. Pro napojení myček budou osazeny zápachové uzávěrky HL 400 a pro pračky HL 404.1. Instalační šachty budou opatřeny revizními

dvířky s požární odolností. Na odpadním potrubí bude osazena čistící tvarovka ve výšce 1 m nad úrovní čisté podlahy. Svodná potrubí budou vedena v suterénu zavěšené pod stropem a pod terénem vně budovy. Zavěšené svodná, splašková odpadní, přípojovací a větrací potrubí budou z polypropylenu HT a budou upevněna ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou. Zavěšená svodná potrubí vedená pod stropem je možné čistit pomocí čistících tvarovek.

Svodná potrubí jsou vedena v zemi pod úrovní podlahy 1. NP a 1S. Materiálem potrubí v zemi budou tvarovky a trouby z PVC KG uložené na pískovém loži tl. 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Pro jejich čištění budou vybudovány uvnitř objektu železobetonové čistící šachty s čistící tvarovkou. Vně objektu budou zřízeny revizní šachty. Jednotlivá svodná potrubí budou při výstupu z objektu procházet otvory v základových k-cích. Otvory mají rozměr 300x300 mm. V objektu se nachází kuchyně, ze které je splašková voda odváděna tukovou kanalizací. Tato splašková voda je vedena přes lapák tuků **AS – FAKU ER** osazený v terénu vně objektu. V místě napojení svodného splaškového potrubí na přípojku bude zřízena hlavní vstupní šachta. Hlavní vstupní šachta bude provedena z betonových skruží o průměru 1000 mm a opatřena litinovým poklopem o průměru 600 mm. Revizní šachty budou o průměru 600 mm a opatřené litinovým poklopem o průměru 600 mm.

Součástí vnitřní kanalizace je i přečerpávací stanice odpadních vod Sanibroy Pro, WILO – DrainLift S a Sanicubic 1 WP NM. Přečerpávací stanice jsou umístěná v suterénu a budou sloužit pro přečerpání odpadních vod ze zařizovacích předmětů.

Vnější dešťová kanalizace

Srážková voda je ze šikmé střechy odváděná vnějším odpadním potrubím a dále svodným potrubím do akumulční nádrže, kde bude voda využívána k zálivce. Při naplnění akumulční nádrže bude voda přepadem odvedena do vsakovacího zařízení.

Každé svodné potrubí bude s kanalizačním odpadním potrubím v zemi propojeno lapačem střešních splavenin HL600.

Nádrž pro využití srážkových vod a vsakovací zařízení

Z větší části střechy bude srážková voda sváděna vnějším odpadním potrubím a dále svodným potrubím odvedena přes vstupní šachtu do betonové akumulční nádrže na využití srážkových vod. Nádrž má objem 49,476 m³ a rozměr 4,75x4,8x2,18 m. Před akumulční nádrží je navržena vstupní šachta o průměru

1000 mm s poklopem o průměru 600 mm. Z druhé části střechy bude srážková voda odvedená stejným způsobem.

Odvodnění parkovacích stání bude pomocí odlučovače lehkých kapalin. Byl navržen odlučovač od firmy ASIO AS-TOP_VF/EO PB PP NS 10. Srážková voda z parkovacích stání nejprve poteče do jednotlivých vpustí, dále přes odlučovač lehkých kapalin do revizní šachty a dále do akumulární nádrže a pak následně do vsakovacího zařízení. Potrubí vedeno pod komunikací je z materiálu PP MASTER SN 10.

Na pozemku se nachází 2 vsakovací zařízení. Oba objekty jsou navrženy z bloků AS-NIDAPLAST EP 600. První vsakovací zařízení je provedeno ve třech vrstvách nad sebou ze 27 vsakovacích bloků. Vsakovací objem činí 40,45 m³. Druhé vsakovací zařízení je provedeno ve třech vrstvách, z 36 vsakovacích bloků. Vsakovací objem činí 53,9 m³. Obě vsakovací nádrže jsou navrženy dle podkladů od výrobce.

Uložení vsakovacího zařízení bude dle pokynů od výrobce. Výkop pro uložení bloků musí být minimálně o 500 mm větší na každé straně. Před položením vsakovacích bloků musí být vytvořena podkladní vrstva štěrku o tl. 15 cm, ve které je současně položeno drenážní potrubí. Mezi podkladovou vrstvou a bloky je uložena geotextilie. Dno výkopu musí být minimálně 1 m nad hladinou spodní vody. Potom se správně osadí revizní a spojovací šachty. Dále jsou pokládány bloky vedle sebe a na ně jsou pak položeny křížně další bloky. Po montáži bloku se musí provést uložení odvzdušňovacího potrubí. Toto potrubí je uloženo mezi bloky a geotextilií. Následují zásypové práce. Zásyp musí být proveden rovnoměrně po obou stranách a po jednotlivých vrstvách maximálně 20 cm.

VNITŘNÍ VODOVOD

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody (viz výkres situace). Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 3 l/s. Vodoměr a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude umístěn ve vodoměrné šachtě 2500x1500x1800 mm s poklopem o průměru 600mm. Přetlak vody v místě napojení přípojky se dle informací od provozovatele pohybuje v rozmezí 0,45 až 0,55 MPa. Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrné šachty do domu povede v hloubce 1,5 m pod terénem vně objektu. Potrubí vnitřního vodovodu vstoupí do objektu přes otvor v základových k-cích v ochranné trubce. Rozměr prostupu je 150x150 mm. Hlavní uzávěr objektu bude umístěn ve výklenku na chodbě v suteréne.

V objektu jsou navrženy rozvody studené, teplé, cirkulační, provozní a požární vody. Ležaté potrubí vnitřního vodovodu bude v objektu vedeno volně pod stropem, pod stropem v podhledech a podél stěn. Stoupací potrubí bude vedeno v instalačních šachtách, předstěnách a nenosných příčkách pod omítkou.

V objektu budou dva zásobníkové ohřívače pro přípravu teplé vody zapojené dle Tichelmana. Jedná se o ohřívače REGULUS 1500l a budou dodávat teplou vodu pomocí cirkulačního potrubí pro celý objekt.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409.

Jako tepelná izolace bude použita návleková izolace MIRELON PRO, navržena v souladu s vyhláškou 193/2007, pro teplou vodu. Pro studenou bude použita návleková izolace ARMAFLEX, která není paropropustná.

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

Součástí vnitřního vodovodu je také požární vodovod s hadicovými systémy pro první zásah s tvarově stálou hadicí DN 25 délky 30 m s dostřikem maximálně 10 m. Potrubí je pozinkované ocelové. Požární vodovod je od vodovodu pitné vody oddělen prostřednictvím ochranné jednotky EA.

DOMOVNÍ PLYNOVOD

Plynové spotřebiče:

2 x plynový kondenzační kotel Viessmann Vitocrossal 100

- Výkon 120 kW + 160 kW

- Spotřeba 13,92 m³/h + 18,57 m³/h

2 x plynový velkokuchyňský sporák

- Výkon 13 kW

- Spotřeba 1,9 m³/h

5 x plynový sporák s plynovou deskou

- Výkon 3,3 kW

- Spotřeba 0,73 m³/h

Domovní plynovod bude proveden dle ČSN EN 1775 a TPG 704 01. Hlavní uzávěr plynu a plynoměr bude umístěn v betonové skříni na okraji pozemku. Domovní plynovod vedený v zemi bude z materiálu PE 100 SDR 75x6,8 mm. Na hranici budovy bude plynovod vyveden ze země do skříně s domovním uzávěrem a dále veden dovnitř objektu. Prostupy zdmi budou opatřeny ochrannými trubkami.

Podhled, ve kterém je plynovod částečně veden, bude opatřen větracími mřížkami. V chodbě u kuchyně je umístěn uzávěr plynu pro odstavení plynového sporáku. Před dveřmi do kotelny je umístěn uzávěr a havarijní ventil pro odstavení kotelny. Přívod spal. vzduchu a odvod spalin je řešen pomocí koaxiálního komína. Materiál vnitřního plynovodu je nerezová ocel o rozměrech dle výkresu.

2,7

Potrubí přípojky bude uloženo na pískové lože o tloušťce 150 mm a obsypáno pískem do výšky 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude uložena signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí žlutá výstražná folie.

ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy budou závěsné. V místnosti pro tělesně postižené bude navržena záchodová mísa s horním okrajem ve výšce 480 mm nad podlahou, budou u ní osazeny předepsané madla. U umyvadel a dřezů budou stojánkové směšovací baterie. Sprchové baterie budou navrženy jako nástěnné. U výlevky bude nástěnná směšovací baterie s dlouhým otočným výtokem. Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

ZEMNÍ PRÁCE

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 1 m. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře zhutnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1,3 m je nutno pažit příložným pažením.

Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytyčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového náradí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemi nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

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

Tabulka 42: Legenda zařizovacích předmětů

Legenda zařizovacích předmětů		
OZN.	POPIS	POČET
WC	Záchodová mísa keramická bílá závěsná s hlubokým splachováním Jika Mio - H 360x530 mm Instalační prvek pro záchodovou mísu pro zabudování do zděné instalační předstěny Ovládací tlačítko k instalačnímu prvku bílé pro dvě možnosti splachování Záchodové sedátko duroplastové bílé Mio - N SLIM	78
WC1	Záchodová mísa keramická bílá závěsná s hlubokým splachováním pro tělesně postižené Jika Deep 360 x 700 mm Instalační prvek pro záchodovou mísu pro zabudování do zděné instalační předstěny Ovládací tlačítko k instalačnímu prvku bílé pro dvě možnosti splachování Záchodové sedátko duroplastové bílé Madlo nástěnné nerezové Help Bemeta 60 cm	3
U	Umyvadlo keramické bílé, Jika Cubito 650 x 485 mm Zápachová uzávěrka umyvadlová chromová Baterie umyvadlová jednopáková stojánková - Optima Levanta chromová 2x rohový ventil pochromovaný DN 15	53
U1	Umyvadlo keramické bílé, Jika Cubito 650 x 485 mm Zápachová uzávěrka umyvadlová plastová Baterie umyvadlová jednopáková stojánková - Optima Levanta chromová 2x rohový ventil pochromovaný DN 15	26
U2	Bezbariérové umyvadlo bílé, Jika Mio 640 x 550 mm Zápachová uzávěrka umyvadlová plastová bílá Baterie směšovací umyvadlová jednopáková stojánková s prodlouženou rukojetí - Optima Levanta chromová 2x rohový ventil pochromovaný DN 15	3
DJ	Nerezový dřez s odkapávací plochou, standartní uložení na desku - Novaservis DR 43/86, 860 x 435 mm Zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá Dřezová baterie stojánková Optima Levanta s otočným raménkem, chromová 2x rohový ventil pochromovaný DN 15	4
DJK	Velkokuchyňský dřez CNDZ 2-velký, 1200 x 800 mm, nerezový Zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá Kryt na zápachovou uzávěrku plastový bílý Dřezová nástěnná baterie páková, Aqualine PJ s otočným raménkem, chromová 2x rohový ventil pochromovaný DN 15	1

DJK1	Velkokuchyňský dřez CNDZ 2-velký, 900 x 600 mm, nerezový Zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá Kryt na zápachovou uzávěrku plastový bílý Dřezová nástěnná baterie páková, Aqualine PJs otočným raménkem, chromová 2x rohový ventil pochromovaný DN 15	3
DD	Nerezový dvojitý dřez s odkapávací plochou, standartní uložení na desku - Alveus Classic 100 Satin 1200 x 600 mm Zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá Dřezová baterie stojánková Optima Levanta s otočným raménkem, chromová 2x rohový ventil pochromovaný DN 15	9
S	Bezbariérová sprcha, sprchová vpust HL 310N, vyspádovaná plocha, 900 x 900 mm s protismykovým povrchem Zápachová uzávěrka ke sprchové vaničce plochá s krytkou z nerez Sprchová boční stěna Polysan Easy line 900 mm, neprůhledné sklo Nástěnná sprchová baterie Optima Levanta se sprchovým setem Sklopné sprchové sedátko s opěrnou nohou, nerez, 440 x 460 x 470 mm Madlo nástěnné Help Bemeta nerezové 97 x 48 cm	53
SM	Sprchová vanička čtvercová, bílá, Multi ABS 1000 x 1000 mm, akrylát Zápachová uzávěrka ke sprchové vaničce nízká, Optima Sprchové dveře Siko Tex posuvné 1000 mm, neprůhledné sklo, chrómový profil Nástěnná sprchová baterie Optima Levanta se sprchovým setem	7
SM2	Sprchová vanička čtvrtkruhová, bílá, Multi ABS 800 x 800 mm, akrylát Zápachová uzávěrka ke sprchové vaničce, nízká, Optima Sprchové dveře Aqualine - Arleta čtvrtkruhové 800 x 800 mm, neprůhledné sklo Nástěnná sprchová baterie Optima Levanta se sprchovým setem	1
VA	Akrylátová vana bílá Lusso 2000 x 900 mm Zápachová uzávěrka vanová plastová bílá s přepadem Vanová baterie chrom nástěnná Optima Levanta s ruční sprchou Držák ruční sprchy Krycí dvířka plastová bílá 300 x 300 mm	5
AP	Příprava pro automatickou pračku: Podomítková zápachová uzávěrka pro pračku HL 404.1 integrovaná zpětná armatura s přívzdušňovacím ventilem	2
MN	Příprava pro myčku nádobí: Podomítková zápachová uzávěrka pro myčku HL 400 integrovaná zpětná armatura s přívzdušňovacím ventilem	4

VL	Závěsná výlevka Mira s mřížkou, bílá, Jika Instalační prvek pro výlevku zabudování do zděné instalační předstěny Dřezová nástěnná baterie páková, Aqualine PJ s otočným raménkem, chromová	6
PM	Pisoárová mísa, keramická bílá Rohový ventil pochromovaný Pisoárová zápachová uzávěrka odsávací Montážní prvek pro pisoárovou mísu	6
VP	Podlahová vpust HL 310 se zápachovou uzávěrkou Primus se svislým odtokem a nerezovou mřížkou Izolační souprava	5
VP1	Podlahová vpust HL 3100/5100Pr se zápachovou uzávěrkou Primus se svislým/vodorovným odtokem a nerezovou mřížkou Izolační souprava	3

ZÁVĚR

Teoretická část diplomové práce se zabývá bakterií Legionella, jejím výskytem a růstem. Řešena je problematika příznaků, onemocnění a způsoby prevence vůči této bakterii. V závěru teoretické části práce se popisují způsoby odstranění Legionelly z vnitřního vodovodu, parametry ovlivňující návrh rozvodu vody.

Cílem diplomové práce bylo komplexně navrhnout zdravotně technické instalace a plynovod v penzionu pro seniory. Ve výpočtové části jsou obsaženy všechny výpočty související se správným návrhem kanalizace, vodovodu a plynovodu. Projekt byl vypracován na základě platných norem a ustanovení. Spolehlivost a životnost instalací je navržena na 50 let. Aby všechny instalace fungovaly po celou dobu, na kterou byly navrženy, je nutná jejich pravidelná údržba, správnost užívání uživateli objektu a kvalitní provedení od realizační firmy.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Vitalion: *Legionářská nemoc* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://nemoci.vitalion.cz/legionarska-nemoc/>
- [2] POSPÍCHAL, Zdeněk. *Ochrana vnitřního vodovodu z pohledu mikrobiologie (II)* [online]. 14.11.2005 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/2858-ochrana-vnitriho-vodovodu-z-pohledu-mikrobiologie-ii>
- [3] VRANAYOVÁ, Zuzana. *Legionella - aplikacíou preventivných opatrení sa dá dosiahnúť bezpečný system* [online]. 10.12.2018 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/18365-legionella-aplikaciou-preventivnych-opatreni-sa-da-dosiahnut-bezpecny-system>
- [4] *Legionella* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://legionella.cz/>
- [5] *Legionella bacteria risks in hot and cold water systems* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://ignisgroup.co.uk/legionella-bacteria-risks-in-hot-and-cold-water-systems/>
- [6] VAVŘIČKA, R., VRÁNA J. a POSPÍCHAL Z. *Příprava teplé vody*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2017. ISBN 978-80-02-02713-3.
- [7] *Repetitorium: Legionella pneumophila* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://mikrobiologie.lf3.cuni.cz/rep/lepn.htm>
- [8] HOVAL SPOL. S. R. O. *Bakterie Legionella* [online]. 7.4.2017 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/15589-bakterie-legionella-rady-a-tipy-jak-se-temto-bakteriim-ucinne-vyhnut>
- [9] ELMHURST ENERGY *Elmhurst Energy Launches New Legionella Risk Assessment Scheme* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://www.elmhurstenergy.co.uk/news/2015/elmhurst-energy-launches-new-legionella-risk-assessment-scheme>
- [10] *Legionella* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://legionella.cz/legionella-a-zdravi/>
- [11] *Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě: Průkaz legionella pneumophila v klinickém materiálu* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://www.zuova.cz/Home/Sluzba/prukaz-legionella-pneumophila>
- [12] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 473/2008 Sb. o systému epidemiologické bdělosti pro vybrané infekce*. Česká republika: Ministerstva zdravotnictví, 2008, Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka>

zakonu/SearchResult.aspx?q=473/2008&typeLaw=zakon&what=Cislo_zako
na_smlouvy

- [13] DRASAR, V., MENTASTI, M., PALEPOU, Ch., POLCAR, R., BUCHTOVÁ. H. *Současné trendy v průkazu zdroje nález z vody – panelákové a lázeňské legionelózy*. [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://www.wet-team.cz/files/konference/2010/PV2010%20sbornik/13-Drasar.pdf>
- [14] STOJEK, N., DUTKIEWICZ, J. *Legionella and other gram-negative bacteria in potable water from various rural and urban sources*. [online]. 13.2.2006 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17196009>
- [15] JOSEPH, C., DRASAR, V., et al. *Evropské směrnice pro kontrolu a prevenci legionářské nemoci* [online]. 2006 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://www.khszlin.cz/wcd/pages/extranet/organizacni-struktura/odbor-protiepidemicky/aktualni-informace/euleg.pdf>
- [16] EWGLI: *The European Working Group for Legionella Infections* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://www.ewgli.org/>
- [17] POSPÍCHAL, Zdeněk. Vnitřní vodovod: souhrnná kvalita teplé vody a prevence proti bakterii legionela [online]. 28.01.2017 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/clanky/vnitri-vodovod-souhrnna-kvalita-teple-vody-a-prevence-proti-bakterii-legionela-detail-156>
- [18] EUROCLEAN S. R. O., MALCOVÁ, Marcela. [online]. 15.4.2019 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-voda-kanalizace/18885-legionella-ukryva-se-uvnitri-bunek-presto-ma-sva-slaba-mista>
- [19] Academy spektrum zdraví: *Legionelóza (legionářská nemoc)* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <http://www.spektrumzdravi.cz/academy/legioneloza-legionarska-nemoc>
- [20] World Health Organization. *Legionella and the prevention of legionellosis* [online]. Copyright ©World Health Organization 2007 [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf
- [21] *Moje zdraví: Legionella* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.mojezdravi.cz/nemoci/legionella-2118.html>
- [22] ALPHA MEDICAL. *Legionelová infekcia, diagnostika a environmentálne riziko expozície* [online]. 9.05.2017 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z:

<https://www.alphamedical.sk/casopis-ivivtro/legionelova-infekcia-diagnostika-environmentalne-riziko-expozicie>

- [23] *Legionella. Využívané laboratorní metody k detekci legionell* [online]. 30.06.2016 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://legionella.cz/clanky/vyuzivane-laboratorni-metody-k-detekci-legionell/>
- [24] Centers for Disease Control and Prevention. *Legionella (Legionnaires' Disease and Pontiac Fever* [online]. 30.4.2018 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/legionella/clinicians/diagnostic-testing.html>
- [25] FV PLAST *Montážní návod FV AQUA* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.fv-plast.cz/montazni-instrukce-fv-aqua>
- [26] ŠAŠEK, Jaroslav. *Možnosti odstranění legionel z distribuční sítě pitné vody* [online]. 5.12.2000 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/395-moznosti-odstraneni-legionel-z-distribucni-site-pitne-vody>
- [27] Euroclean, s.r.o. *Největší intenzita reprodukce legionelly nastává při 37–42 °C. Jak ji nejlépe vymýt?* [online]. 8.02.2016 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/13782-nejvetsi-intenzita-reprodukce-legionelly-nastava-pri-37-42-c-jak-ji-nejlepe-vymyt>
- [28] *Legionella: Informace o legionelle* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://legionella.cz/o-legionelle/>
- [29] ŠAŠEK, Jaroslav. *Eliminace legionel z distribuční sítě pitné vody - technické aspekty* [online]. 16.02.2001 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://www.tzbinfo.cz/469-eliminace-legionel-z-distribucni-site-pitne-vody-technicke-aspekty>
- [30] *Legionella: Nebezpečí skryté v rozvodech vody: bakteriální biofilmy* [online]. 14.02.2019 [cit.2020-01-07]. Dostupné z: <https://legionella.cz/clanky/nebezpeci-skryte-v-rozvozech-vody-bakterialni-biofilmy/>
- [31] POSPÍCHAL, Zdeněk. *Porovnání materiálů z hlediska osídlení mikroflórou a legionelou* [online]. 08.12.2003 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/1746-porovnani-materialu-z-hlediska-osidleni-mikroflorou-a-legionelou>
- [32] KABELÉ, Karel. *Teplá voda* [online]. In: Praha [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2287061/>

- [33] *New Splash: Biofilms in swimming pools and spas* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://newsplash.com.au/2018/18-09-kb.php>
- [34] Společnost pro výživu. *Biofilmy v potravinářství* [online]. 29.11.2017 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/biofilmy-v-potravinarstvi.aspx>
- [35] STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV [online]. 19.11.2014 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tuv.pdf>
- [36] EAGRI [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/100064958.html>
- [37] *Legionella: Eliminate legionell* [online]. [cit.2020-01-07]. Dostupné z: <https://legionella.cz/eliminate-legionell/>
- [38] VRÁNA, J. ČSN 75 5409 "Vnitřní vodovody": *Prevence mikrobiologické kolonizace vnitřních vodovodů* [online]. 29.07.2013 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/10177-csn-75-5409-vnitri-vodovody>
- [39] STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV [online]. 19.11.2014 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tuv.pdf>
- [40] Office of Water. *Technologies for Legionella Control in Premise Plumbing Systems: Scientific literature review, EPA, United States Environmental protection Agency* [online]. [cit. 2020-01-07] Dostupné z: https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/legionella_document_master_september_2016_final.pdf
- [41] OČIPOVÁ, Daniela. *Teplá voda a jej hygienické zabezpečenie* [online]. 28.04.2008 [cit. 2020-01-07] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/4818-tepla-voda-a-jej-hygienicke-zabezpecenie>
- [42] EUROCLEAN . *Termická dezinfekce zabezpečenie* [online]. 23.10.2012 [cit. 2020-01-07] Dostupné z: <https://euroclean.cz/slovník/termicka-desinfekce/>

- [43] TŘEŠKA , Michal. *Odstranění legionelly zabezpečenie* [online]. 15.07.2016 [cit. 2020-01-07] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/119374-odstraneni-legionelly>
- [44] BAZÉNSERVIS. [online]. [cit. 2020-01-07] Dostupné z: <https://www.bazenservis.shop/slana-voda-v-bazene/>
- [45] Edezinfekce [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.edezinfekce.cz/legionela-chlordioxid/chlordioxid-oxid-chloricity-generatorchlordioxidu-oxiperm-pro/>
- [46] ŽABIČKA, Zdeněk. *Vnitřní vodovody z polypropylenu a jejich havárie* [online]. [cit.2017-05-21]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/materialy-vodakanalizace/8048-vnitri-vodovody-z-polypropylenu-a-jejich-havarie>
- [47] TŘEŠKA , Michal. *Odstranění legionelly zabezpečenie* [online]. 30.12.2012 [cit. 2020-01-07] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/111390-odstraneni-legionelly>
- [48] ŠAŠEK, Jaroslav. *Možnosti odstránění legionel z distribuční sítě pitné vody* [online]. 05.12.2000 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/395-moznosti-odstraneni-legionel-z-distribucni-site-pitne-vody>
- [49] ŠAŠEK, Jaroslav. *Poznátky o Legionelle, její závažnosti a možnostech eliminace: Eliminace legionell z distribuční sítě pitné vody* [online]. 2012 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <http://euroclean.cz/clanky/poznatky-o-legionelle-jeji-zavaznosti-amoznostech-eliminace/#opatreni>
- [50] EuroSpaPoolNews . *Starline combines ozonator and ionisator for your pool* [online]. 25.06.2008 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: https://www.eurospapoolnews.com/nouveautes_piscines_spas-en/2648-starline,ozonator,ionisator.htm
- [51] Instalace pro úpravu ionizací Hidroniser [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.bazeny.cz/rady-a-tipy/bazanova-filtrace>
- [52] HARSOFT. *Všeobecné informace o technologii dezinfekce vody UV zářením* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.harsoft.cz/harsoft/eshop/12-1-Dezinfekce-vody-UV-lampy#>
- [53] Waterfilter. *PROČ DEZINFIKOVAT VODU POMOCÍ UV ZÁŘENÍ?* [online]. [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://www.waterfilter.cz/proc-dezinfikovat-vodu-pomoci-uv-zareni/>

- [54] WALRAVEN N., CHAPMAN C., *The efficacy of various disinfection methods against Legionella pneumophila in water systém* [online]. 22.09.2016 [cit. 2020-01-07]. Dostupné z: <https://hollandwater.com/wp-content/uploads/2016/10/10-comparion-Legionella-Disinfection-Techniques-22-09-2016.pdf>

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1:** Bakterie *Legionella pneumophila* [5]
- Obrázek 2:** Bakterie *Legionella pneumophila* nacházející se ve směšovací baterii [9]
- Obrázek 3:** Invaze intracelulárně žijící bakterie dovnitř buňky [17]
- Obrázek 4:** Biofilm ve vodovodním potrubí v koupelích [33]
- Obrázek 5:** Tvorba biofilmu v pěti fázích [34]
- Obrázek 6:** Největší objem teplé vody v potrubí bez cirkulace [38]
- Obrázek 7:** Největší objem teplé vody v potrubí s cirkulací [38]
- Obrázek 8:** Schéma aplikace termické dezinfekce [43]
- Obrázek 9:** Podrobnější schéma aplikace termické dezinfekce [32]
- Obrázek 10:** Dezinfekce bazénové vody použitím chlóru [44]
- Obrázek 11:** Dezinfekce vody použitím chlordioxidu (obrchlordioxid) [46]
- Obrázek 12:** Vnitřní povrch nové PP trubky a vnitřní povrch PP trubky po 6 letech dávkování ClO₂ [46]
- Obrázek 13:** Detail vnitřního povrchu polypropylenové trubky (zvětšení 50×) [46]
- Obrázek 14:** Schéma zapojení ozonizátoru pro provoz bazénu [50]
- Obrázek 15:** Instalace pro úpravu vody ionizací Hidroniser (příručka) [51]
- Obrázek 16:** Narušení buněčné membrány UV zářením [55]
- Obrázek 17:** Zapojení UV lampy pro dezinfekci vody [56]
- Obrázek 18:** Charakteristika čerpadla pro S15a
- Obrázek 19:** Konstrukce čerpadla Wilo DrainLift S
- Obrázek 20:** Konstrukce čerpadla Grundfos Multilift MSS
- Obrázek 21:** Schéma odvodněných ploch
- Obrázek 22:** Schéma rozdělení odvodněných ploch
- Obrázek 23:** Schéma rozdělení odvodněných ploch
- Obrázek 24:** Vsakovací bloky AS NIDAPLAST
- Obrázek 25:** Kompenzační délky

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Tabulka výskytu Legionelly [10]

Tabulka 2: Hlášená onemocnění Legionářskou nemocí v ČR [10]

Tabulka 3: Charakteristika Legionelózy a Pontiacké horečky [10]

Tabulka 4: Vliv teploty na Legionellu [6] [32]

Tabulka 5: Porovnání materiálů z hlediska osídlení mikroflórou a Legionellou ROGERS [3-15], * počet kolonií 1×10^3 na 1 cm^2 [31]

Tabulka 6: Mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele teplé vody podle § 3 odst. 3 zákona a jejich hygienické limity [36]

Tabulka 7: Zjednodušené porovnání jednotlivých postupů [26] [41] [52] [54]

Tabulka 8: Výpis použitých konstrukcí

Tabulka 9: Charakteristika budovy

Tabulka 10: Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Tabulka 11: Vstupní hodnoty pro návrh zásobníku

Tabulka 12: Rozdělení odběru teplé vody během časové periody

Tabulka 13: Výpočtové odtoky DU

Tabulka 14: Tabulky výpočtu přípojovacích a odpadních potrubí

Tabulka 15: Výpočet svodného potrubí část 1

Tabulka 16: Výpočet svodného potrubí část 2

Tabulka 17: Výpočty přípojovacích potrubí - přečerpávací stanice

Tabulka 18: Výpočet svodného potrubí - přečerpávací stanice

Tabulka 19: Návrh čerpacích stanic odpadních vod

Tabulka 20: Dimenzování odpadního dešťového potrubí

Tabulka 21: Dimenzování svodného dešťového potrubí (střecha) 1

Tabulka 22: Dimenzování svodného dešťového potrubí (střecha) 2

Tabulka 23: Dimenzování svodného dešťového potrubí (parkoviště P1+P2)

Tabulka 24: Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení

Tabulka 25: Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení

Tabulka 26: Dimenzování potrubí studené vody – nejdelší okruh

Tabulka 27: Dimenzování potrubí studené vody

Tabulka 28: Dimenzování potrubí teplé vody – nejdelší okruh

Tabulka 29: Dimenzování potrubí teplé vody

Tabulka 30: Tepelné ztráty úseku

Tabulka 31: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Hlavní okruh 1

Tabulka 32: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Okruh 4

Tabulka 33: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Okruh 3

Tabulka 34: Dimenzování potrubí cirkulační vody - Okruh 2

Tabulka 35: Dimenzování potrubí požární vody

Tabulka 36: Výpočet roztažnosti potrubí vody

Tabulka 37: Výpočet roztažnosti potrubí vody

Tabulka 38: Výpočet dimenze plynového potrubí- nejvzdálenější větev

Tabulka 39: Výpočet dimenze plynového potrubí- trasy G3´ - I

Tabulka 40: Výpočet dimenze plynového potrubí- trasy J3´ - I

Tabulka 41: Výpočet dimenze plynového potrubí- trasy J3´ - I

Tabulka 42: Legenda zařizovacích předmětů

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Rychlost likvidace bakterií *Legionella pn.* při rozdílných teplotách (YU SEN a kol. [2]) [31]

Graf 2: Přilnutí bakterií *Legionella pneumophila* na vnitřních plochách (WEST a kol. [3-21]) [31]

Graf 3: Počet hlášených případů výskytu *Legionell* v Evropě v roce 2003 a 2004 [2]

Graf 4: Křivka odběru tepla

Graf 5: Charakteristika čerpadla pro S12a

Graf 6: Charakteristika čerpadla pro SČ

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

UV	Ultrafialové záření
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
TV	teplá voda
CV	cirkulační voda
DN	jmenovitá světlost
PN	jmenovitý tlak potrubí
SDR	standartní rozměrový poměr potrubí
PB	pevný bod
NTL	nízkotlaké potrubí
STL	středotlaké potrubí
HUP	hlavní uzávěr plynu
KK	kulový kohout
RV	regulační ventil
VK	vypouštěcí kohout
PV	pojistný ventil
RŠ	revizní šachta
VŠ	vstupní šachta
WC	záchodová mísa
WC1	záchodová mísa pro invalidy
PM	pisoiárová mísa
U	umyvadlo
U1	umyvadlo
DJ	dřez
DD	dvojdřez
DJK	velkokuchyňský dřez
VL	výlevka
SM	sprchová mísa
SM2	sprchová mísa
S	sprchová vpust
VP	podlahová vpust
PPR	polypropylen
PE	polyethylen
HDPE	polyethylen s vysokou hustotou

Ostatní neuvedené zkratky a symboly jsou specifikovány přímo na výkresech nebo u výpočtů.

SEZNAM PŘÍLOH

Složka č. 1 – KANALIZACE

D.1.5.01 – KOORDINAČNÍ SITUACE	1:200
D.1.5.02 – KANALIZACE PŮDORYS ZÁKLADŮ	1:50
D.1.5.03 – KANALIZACE PŮDORYS ZÁKLADŮ + 1.S	1:75
D.1.5.04 – KANALIZACE PŮDORYS 1.NP – ČÁST A	1:50
D.1.5.05 – KANALIZACE PŮDORYS 1.NP – ČÁST B	1:50
D.1.5.06 – KANALIZACE PŮDORYS 2.NP – ČÁST A	1:50
D.1.5.07 – KANALIZACE PŮDORYS 2.NP – ČÁST B	1:50
D.1.5.08 – KANALIZACE PŮDORYS 3.NP – ČÁST A	1:50
D.1.5.09 – KANALIZACE PŮDORYS 3.NP – ČÁST B	1:50
D.1.5.10 – KANALIZACE ROZVINUTÝ ŘEZ 1	1:50
D.1.5.11 – KANALIZACE ROZVINUTÝ ŘEZ 2	1:50
D.1.5.12 – KANALIZACE ROZVINUTÝ ŘEZ 3	1:50
D.1.5.13 – KANALIZACE ROZVINUTÝ ŘEZ 4	1:50
D.1.5.14 – KANALIZACE PODÉLNÉ ŘEZY 1	1:50
D.1.5.15 – KANALIZACE PODÉLNÉ ŘEZY 2	1:50
D.1.5.16 – KANALIZACE PODÉLNÉ ŘEZY DEŠŤOVÝM POTRUBÍM 1	1:50
D.1.5.17 – KANALIZACE PODÉLNÉ ŘEZY DEŠŤOVÝM POTRUBÍM 2	1:50
D.1.5.18 – KANALIZACE PODÉLNÝ PROFIL KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY	1:50
D.1.5.19 – KANALIZACE DETAIL ULOŽENÍ POTRUBÍ VE VÝKOPU	1:20

Složka č. 2 – VODOVOD

D.1.5.20 – VODOVOD PŮDORYS 1.S	1:50
D.1.5.21 – VODOVOD PŮDORYS 1.NP	1:50
D.1.5.22 – VODOVOD PŮDORYS 2.NP – ČÁST A	1:50
D.1.5.23 – VODOVOD PŮDORYS 2.NP – ČÁST B	1:50
D.1.5.24 – VODOVOD PŮDORYS 3.NP – ČÁST A	1:50
D.1.5.25 – VODOVOD PŮDORYS 3.NP – ČÁST B	1:50
D.1.5.26 – VODOVOD PŮDORYS 1.S II. VARIANTA	1:75
D.1.5.27 – VODOVOD PŮDORYS 1.NP II.VARIANTA	1:75
D.1.5.28 – VODOVOD PŮDORYS 2.NP II.VARIANTA	1:75
D.1.5.29 – VODOVOD PŮDORYS 3.NP II.VARIANTA	1:75
D.1.5.30 – VODOVOD AXONOMETRIE	1:50
D.1.5.31 – VODOVOD PODÉLNÝ PROFIL VODOVODNÍ PŘÍPOJKY	1:50

D.1.5.32 – VODOVOD VODOMĚRNÁ SESTAVA	1:10
D.1.5.33 – VODOVOD DETAIL ULOŽENÍ POTRUBÍ VE VÝKOPU	1:20

Složka č. 3 – PLYNOVOD

D.1.5.34 – PLYNOVOD PŮDORYS 1.S	1:50
D.1.5.35 – PLYNOVOD PŮDORYS 1.NP	1:50
D.1.5.36 – PLYNOVOD PŮDORYS 2.NP	1:50
D.1.5.37 – PLYNOVOD PŮDORYS 3.NP	1:50
D.1.5.38 – PLYNOVOD AXONOMETRIE	1:50
D.1.5.39 – PLYNOVOD PODÉLNÝ ŘEZ	1:50
D.1.5.40 – PLYNOVOD PODÉLNÝ PROFIL PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKY	1:50
D.1.5.41 – PLYNOVOD DETAIL ULOŽENÍ POTRUBÍ VE VÝKOPU	1:20

Složka č. 4 – TECHNICKÉ LISTY

AS NIDA PLAST
HT PP VNITŘNÍ ODPADNÍ SYSTÉM
LAPÁK TUKU AS FAKU 4 ER
ZÁSObNÍKOVÝ OHŘÍVAČ REGULUS RBC 1500I
KONDENZAČNÍ PLYNOVÝ KOTEL VITOCROSSAL 100
GRUNDFOS_UPS_25-40_N_180
PLYNOMĚR BK G25
HDPE POTRUBÍ DIMENZE
ODLUČOVAČ LEHKÝCH KAPALIN NS 10
SENZUS-420 VODOMER
SANIPRO XR SILENCE