



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 A PLYNOVODNÍ INSTALACE V UBYTOVACÍM ZAŘÍZENÍ

SANITATION INSTALLATION AND GAS INSTALLATION IN THE ACCOMMODATION
FACILITY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Justine Sonja Otavová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Justine Sonja Otavová
Název	Zdravotně technické a plynovodní instalace v ubytovacím zařízení
Vedoucí práce	Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

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 právní předpisy ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární řešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

B1. výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na sítě pro veřejnou potřebu

- bilance potřeby vody
- bilance potřeby teplé vody
- bilance odtoku odpadních vod
- bilance potřeby plynu

B2. výpočty související s následným rozpracováním 1-3 dílčích instalací (kanalizace/vodovod/plynovod) podle zadání vedoucího práce

- návrh přípravy teplé vody
- dimenzování potrubí
- posouzení umístění plynových spotřebičů
- návrhy zařízení (čerpadla, vodoměry atd.)

C. Projekt – v úrovni projektu pro provádění stavby, výkresy vyhotovit dle ČSN 01 3450

- technická zpráva
- situace stavby 1:200 (1:500)
- podélné profily přípojek, detail vodoměrné sestavy
- půdorysy základů a podlaží 1:50
- rozvinuté řezy vnitřní kanalizace (rozsah zadá vedoucí práce)
- axonometrie vodovodu (plynovodu)
- legenda zařizovacích předmětů

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

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

Ing. Jakub Vrána, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na zdravotně technické a plynovodní instalace v ubytovacím domě. Ubytovací dům má tři nadzemní podlaží a jedno podlaží podzemní. Teoretická část se zabývá výskytem bakterie Legionelly pneumophily, prevencí a represivními opatřeními proti jejímu výskytu. Výpočtová část a projekt řeší návrh oddílné kanalizace, vodovodu a plynovodu.

Klíčová slova

Legionella, ubytovací zařízení, vnitřní vodovod, splašková kanalizace, dešťová kanalizace, retenční nádrž, domovní plynovod

Abstract

The Bachelor thesis is focused on sanitary and gas installations in the accommodation facility. The accommodation facility has three above-ground floors and full basement. The theoretical part deals with presence of bacteria Legionella pneumophila, its prevention nad repressive measures for its occurrence. The computational part and the project solve the design of sewerage and rainwater drainage, internal water installation and gas pipeline.

Keywords

Legionella, accomoditation facility, indoor water installations, sewerage system, rainwater drainage, retention tank, gas main,

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Justine Sonja Otavová *Zdravotně technické a plynovodní instalace v ubytovacím zařízení*. Brno, 2022. 88 s., 88 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jakub Vrána, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zdravotně technické a plynovodní instalace v ubytovacím zařízení* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2022

Justine Sonja Otavová

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zdravotně technické a plynovodní instalace v ubytovacím zařízení* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2022

Justine Sonja Otavová

autor práce

Poděkování

Ráda bych poděkovala mému vedoucímu panu Ing. Jakubovi Vránovi, Ph.D. za jeho trpělivé vedení při zpracovávání mé Bakalářské práce a jeho cenné rady. Taktéž bych chtěla poděkovat rodině za velikou podporu, a nakonec kolegovi Ondřeji Pírkovi za motivaci a spolupráci napříč studiem.

OBSAH

Úvod	11
A. Teoretická část	12
1. LEGIONELY VE VODOVODECH – ÚVOD	12
2. ÚČINKY NA ČLOVĚKA	13
2.1. Legionářská nemoc	14
2.2. Pontiacká horečka	15
3. VÝSKYT BAKTERIÍ	16
3.1. Zdroje kontaminace v ohřivačích a rozvodech TV	18
3.2. Materiály potrubí vodovodu	19
4. PREVENCE NÁKAZY VE VNITŘNÍCH VODOVODECH	19
5. ODSTRANĚNÍ LEGIONEL Z DISTRIBUČNÍ SÍTĚ PITNÉ VODY	21
5.1. Termická dezinfekce	21
5.2. Chemická dezinfekce	22
5.2.1. Ionty stříbra a mědi	22
5.2.2. Chlor/chlornan sodný	23
5.2.3. Ozon	23
5.2.4. Oxid chloričitý (chlordioxid)	24
5.3. Dezinfekce UV zářením	27
6. VÝHODY A NEVÝHODY METOD KONTROLY LEGIONELLY VE VODNÍCH SYSTÉMECH	29
7. PRÁVNÍ A TECHNICKÉ PŘEDPISY	29
7.1. Limitní hodnoty	30
8. ZÁVĚR	31
B. Výpočtová část	32
1. VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ	32
1.1. Analýza zadání	32
1.2. Bilance potřeby pitné vody	32
1.3. Bilance potřeby teplé vody	33
1.4. Bilance odtoku odpadních vod	33
1.4.1. Splašková voda	33
1.4.2. Dešťová voda	34
1.5. Bilance potřeby plynu	35
1.5.1. Příprava teplé vody	35
1.5.2. Vytápění (krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním)	36
1.5.3. Roční spotřeba paliva	36

2.	VÝPOČTY DÍLČÍCH INSTALACÍ	37
2.1.	<i>Vodovod</i>	37
2.1.1.	Návrhy přípravy teplé vody	37
2.1.1.1.	Výpočet dle ČSN 06 0320.....	37
2.1.1.2.	Výpočet dle metody odběrové špičky.....	39
2.1.1.3.	Návrh zásobníku	40
2.1.2.	Návrh zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé vody.....	40
2.1.3.	Dimenzování vodovodního potrubí.....	42
2.1.3.1.	Dimenzování studené vody	43
2.1.3.2.	Dimenzování teplé vody	45
2.1.3.3.	Dimenzování požární vody.....	46
2.1.3.4.	Dimenzování cirkulačního vody	47
2.1.4.	Návrh cirkulačního čerpadla.....	50
2.1.5.	Návrh regulačního ventilu	50
2.1.6.	Velikost tepelné izolace.....	51
2.1.7.	Návrh vodoměru	52
	Bytový vodoměr.....	52
	Domovní vodoměr	52
2.1.8.	Výpočet kompenzačních délek potrubí teplé vody	53
2.2.	<i>Kanalizace</i>	57
2.2.1.	Dimenzování kanalizačního potrubí	57
2.2.2.	Dimenzování připojovacího splaškového potrubí	57
2.2.3.	Dimenzování odpadního splaškového potrubí.....	58
2.2.4.	Dimenzování svodného splaškového potrubí	58
2.2.5.	Dimenzování odpadního dešťového potrubí.....	58
2.2.6.	Dimenzování svodného dešťového potrubí	59
2.2.7.	Návrh retenční nádrže.....	60
2.3.	<i>Plynovod</i>	62
2.3.1.	Dimenzování plynovodu.....	62
2.3.1.1.	Dimenze vnitřního plynovodu:	63
2.3.2.	Dimenzování plynoměru a regulátoru tlaku.....	64
2.3.3.	Dimenzování střednětlaké plynovodní přípojky	65
2.3.4.	Posouzení umístění plynových zařízení	66
C.	Projekt	67
1.	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	67
1.1.	Úvod.....	67
1.2.	Bilance potřeb	68

1.2.1.	Potřeba studené pitné vody.....	68
1.2.2.	Produkce odpadních vod.....	68
1.2.3.	Potřeba teplé vody.....	69
2.	PŘÍPOJKY.....	69
2.1.	Kanalizační přípojka.....	69
2.2.	Vodovodní přípojka.....	70
2.3.	Plynovodní přípojka.....	71
3.	VNITŘNÍ KANALIZACE.....	72
4.	RETENČNÍ NÁDRŽ.....	73
5.	VNITŘNÍ VODOVOD.....	75
6.	POŽÁRNÍ VODOVOD.....	77
7.	DOMOVNÍ PLYNOVOD.....	78
8.	ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY.....	79
9.	ZEMNÍ PRÁCE.....	79
	<i>Legenda zařizovacích předmětů</i>	81
	<i>Závěr</i>	82
	<i>Seznam použitých zdrojů</i>	83
	<i>Seznam použitých zkratk a symbolů</i>	86
	<i>Seznam příloh</i>	87

ÚVOD

Zadáním této bakalářské práce je navrhnout zdravotně technické a plynovodní instalace v ubytovacím zařízení. Jedná se o podsklepený zděný objekt se třemi nadzemními podlažimi v Kojetíně. V 1.S se nachází 12 sklepních kójí, technická a úklidová místnost a kolárna. V 1.NP, 2.NP, 3.NP se nacházejí vždy 4 jednotky na ubytování.

Samotná bakalářská práce je rozdělena na tři části. Teoretická část A je zaměřena na výskyt, prevenci a represivní opatření vůči bakterii *Legionella pneumophila*. Výpočtová část B obsahuje výpočty analýzy zadání, koncepční řešení instalací v zadaném objektu a jejich napojení sítě pro veřejnou potřebu a výpočty jednotlivých dílčích instalací. Část C je projekt samotný, kde je zpracovaná technická zpráva a návrhy splaškové a dešťové kanalizace, vnitřního vodovodu, vnitřního plynovodu a návrh retenční nádrže.

Jako podklad pro vypracování bakalářské práce byla poskytnutá projektová dokumentace stavební části.

A. TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část této bakalářské práce se zabývá rodem bakterií Legionella, specificky druhem Legionella pneumophila. Zásobování objektů teplou i studenou vodou patří v dnešní době ke standardu při navrhování objektů. Je proto nutné výskytu této bakterie předcházet.

V úvodní části je nutné představit rizika v podobě nemocí, která bakterie Legionella pneumophila pro člověka přináší. Dále se teoretická část zabývá jejím výskytem a vhodnými podmínkami pro rozmnožování kolonií bakterie. Poté práce přestoupí k prevenci, jak výskyt bakterie omezit již v návrhu nebo omezit její rozšiřování a následně k různým typům represivních opatření pro redukci legionel na přijatelnou úroveň. Poslední část je zaměřená na právní a technické předpisy.

1. LEGIONELY VE VODOVODECH – ÚVOD

Pitná voda je transportována od úpravny vody až po kohoutek spotřebitele, skrz rozvodnou síť potrubí. Jako potravina podléhá velice přísným podmínkám pro zajištění její mikrobiologické nezávadnosti.

Mikroorganismy a biologické procesy, které s nimi souvisí se za určitých podmínek začínají množit a tím významně ovlivňují kvalitu vody. Takto mikrobiologicky znečištěná voda se stává pro rizikové skupiny obyvatelstva (nemocní, malé děti, staří lidé) nebezpečnou, může zapříčinit výskyt vážných onemocnění a zdravotních komplikací.

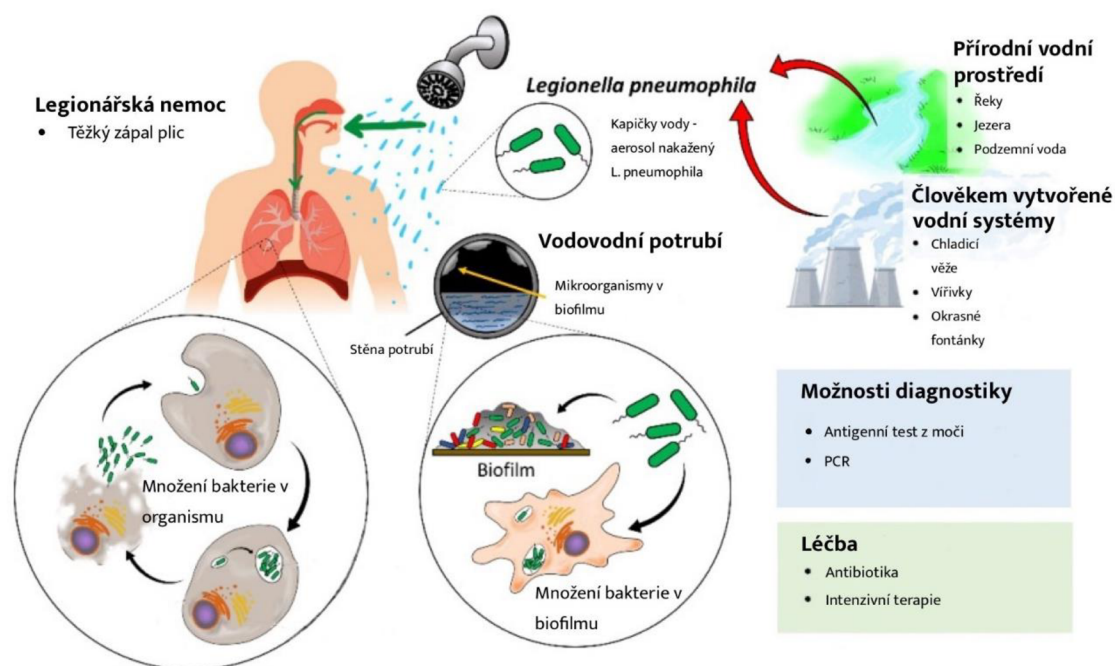
Jedním z potenciálních rizik je rod patogenních gramnegativních bakterií Legionella, ze kterých největší riziko pro lidské zdraví představuje zejména druh Legionella pneumophila. Tato bakterie je zkoumána od roku 1976, kdy se jí v USA nakazilo hotelovou klimatizací celkem 221 lidí a 34 z nich nákaze podlehl.

2. ÚČINKY NA ČLOVĚKA

Bylo popsáno nejméně 61 druhů bakterií rodu *Legionella*. U 26 z těchto druhů byly hlášeny některé kmeny infikující člověka. Nejčastějším původcem infekcí je *Legionella pneumophila*, která může být subtypizována do nejméně 15 různých séroskupin. [1]

Nebezpečnost legionely spočívá v tom, že se ve vodě neprojevuje žádným zápachem a lidskými smysly je zcela nepostřehnutelná. Jedná se o nitrobuněčného parazita, který vniká do lidských buněk, kde se nadále množí. Je to patogen dýchacích cest, který zapříčiňuje tzv. Legionářskou nemoc (legionelóza). Mírnější variantou infekce je Pontiacká horečka.

Do lidského organismu se bakterie legionela dostává jednak požitím kontaminované vody nebo vdechnutím infekčního aerosolu (drobné kapičky vody), který se tvoří např. v klimatizačních zařízeních nebo při sprchování. Čím menší jsou kapénky aerosolu, tím hlouběji do dýchacích cest se legionela dostane a tím nebezpečnější formu onemocnění může způsobit. Ve výjimečných případech může k nákaze dojít aspirací neboli požitím kontaminované vody, ledu, či potravy, kdy dojde k osídlení sliznice nosohltanu a pozdějším vdechnutím kontaminovaného aerosolu bakterie do plic. Ve většině případů



Obrázek 1- Nákaza bakterií *Legionella pneumophila* [13]

k nákaze požitím nedojde, ale pití kontaminované vody se nedoporučuje. Přenos legionely z člověka na člověka nebyl zatím prokázán.

I když se člověk legionelou nakazí, je také ale možné, že se u něj onemocnění vůbec neprojeví díky dostatečně silnému imunitnímu systému, který nemoci včas zabrání. Proto jsou hlavně ohroženi lidé se slabším imunitním systémem, jako jsou lidé vyššího věku, lidé trpící nějakým chronickým onemocněním, lidé které jejich imunitní systém vyčerpává nebo lidé, jejichž imunita je třeba i léčebně oslabována, například po transplantaci orgánů. Rizikovým faktorem pro vyšší šanci nákazy je například i kouření. [2]

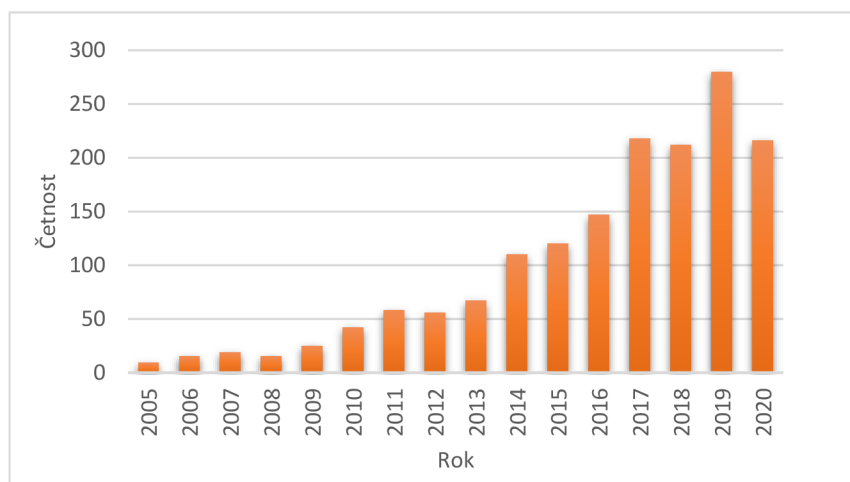
Tabulka 1 - Rizikové faktory nákazy legionelly [4]

	Veřejné prostory	Místa spojená s cestováním	Nemocnice a zdravotní zařízení
Metoda nákazy	vdechnutí kontaminovaného aerosolu	vdechnutí kontaminovaného aerosolu	vdechnutí kontaminovaného aerosolu, infekce z otevřené rány, vdechnutí kontaminované pevné látky nebo tekutiny
Rizikové faktory lidí	věk nad 40 let, cukrovka, srdeční onemocnění, kuřáci, snížená imunita, plicní choroby, nemoci ledvin, rakovina	věk nad 40 let, kouření, alkoholismus, špatný životní styl, cukrovka, nemoci srdce, imunitní choroby	věk nad 25 let, pacienti po transplantacích a obecně pacienti po chirurgických zákrocích, snížená imunita, všechny druhy rakoviny, lymfomy, cukrovka, nemoci dýchacích cest, kouření, alkoholismus

2.1. Legionářská nemoc

Přestože se o této nemoci ví a jsou dodržována přísná pravidla při úpravě vody, která jejímu výskytu mají zabránit, se v posledních letech vyskytují epidemie legionely výrazně častěji než kdy dříve.

Graf 1 - Hlášená onemocnění Legionářskou nemocí v ČR [4]



Legionářská nemoc způsobuje akutní zápal plic, který může přetrvat několik týdnů. Zhruba 13 % všech existujících případů zápalů plic způsobily právě bakterie legionely. Inkubační doba neboli doba od průniku bakterie do těla po rozvoj příznaků onemocnění se pohybuje od 2 do 10 dní. Nemocný se cítí malátný, má zvýšenou teplotu, je unavený, má bolesti hlavy, hrudi a břicha. Zpočátku nemoc provází suchý kašel bez hlenu a postupem času nemoc začíná napadat i další orgány jako játra, ledviny, nebo centrální nervový systém. [2]

Pro člověka, zvláště pokud patří do rizikových skupin zmíněných výše, může Legionářská nemoc skončit i smrtí.

2.2. Pontiacká horečka

Pontiackou horečku lze popsat jako běžné chřipkové onemocnění, které se zpravidla vyléčí za zhruba 3-5 dní. Má podstatně kratší inkubační dobu než Legionářská nemoc a to pouhých 48 hodin od infekce legionelou. Dochází při ní k podobným projevům jako při chřipce a nemá tak těžký průběh jako Legionářská nemoc. Provází ji suchý kašel, nepříjemné bolesti hlavy a svalů, horečka a malátnost. Znamky zápalu plic se však nevyskytují.

3. VÝSKYT BAKTERIÍ



Obrázek 2 - Bakterie Legionella Pneumophila [12]

Legionely jsou tyčinkové bakterie o průměru 0,2 až 0,7 μm a délkou 1 až 4 μm , plovoucí ve vodě, potřebující ke svému výskytu určitý komfort. Běžně se vyskytují v přirozeném a umělém vodním prostředí. Nejvíce se jim daří v teplých a vlhkých místech. Vyskytují se však i ve vlhkých půdách a kompostech, tělech prvoků, nebo například na rostlinách v deštných pralesech. V suchém prostředí nejsou bakterie životaschopné. Koncentrace bakterií v přirozeném vodním prostředí do teploty +10 °C jsou zcela zanedbatelné. [3]

Bylo zjištěno, že rozmnožování bakterií probíhá v teplotním rozmezí 5 °C až 45 °C. Do teploty vody 15 °C se kolonie bakterie rozmnožují velice málo a z toho důvodu je nárůst zanedbatelný. Nejrychleji se reprodukuje při teplotách vody 25 °C až 45 °C, kdy dochází k exponenciálnímu růstu. Tedy optimální rozmnožovací proces, kdy koncentrace bakterií dosahuje až 100 milionů jedinců v jednom litru vody. Při vyšších teplotách než 45 °C se proces již zastavuje, ale bakterie mohou stále několik hodin přežít. Teprve v rozmezí mezi 60 °C až 65 °C dochází k úhynu bakterií během několika minut a při teplotě vyšší než 70 °C bakterie hynou v rozmezí sekund. [3] a [15]

Tabulka 2 - Vliv teploty na legionelly [11]

Teplota °C	Životnost Legionelly
$\leq 15 \sim 20$ °C	nerozmnožuje se, ale přežívá
25~45 °C	prostředí vhodné pro rozmnožování
55 °C	přežije 5~6 hodin
60 °C	přežije cca 30 minut
66 °C	přežije cca 2 minuty
>70 °C	nevyskytuje se

Kromě teploty záleží pro bakterii také na příznivém pH, které se pohybuje mezi 5,0 až 8,5. Legionela má také příznivé podmínky ve vodovodní síti kde se vyskytuje biofilm, usazeniny kalu a rzi, vyšší koncentrace Ca a Mg ve vodě, což jsou hlavní složky tvrdosti vody a tvorby vodního kamene nebo je přítomná vysoká mikrobiální koncentrace, včetně améb, řas apod. [4]

K četnému množení dochází především ve špatně konstruovaných nebo nedostatečně udržovaných rozvodech teplé vody. Často se mezi tyto místa řadí starší budovy, hotely, nemocnice nebo panelové domy. Jde o místa s nedostatečnou údržbou, sanitací a dezinfekcí instalací, ohřívačů či zásobníků nebo se v těchto budovách vyskytují zastaralá potrubí s nedostatečnou tepelnou izolací či potrubí s nevyužívanými slepými rameny. [5]

V ČR se v posledních letech legionela vyskytuje výrazně častěji, například v bytových domech, kdy se objevila v několika domech v ulici na Střížkově v Praze 9 či na Černém Mostě a v Letňanech v roce 2016. Mezi další případy rozšíření legionelly patří Ostravská fakultní nemocnice, nemocnice v Ostravě-Vítkovice nebo koleje Technické univerzity v Liberci. [5]

Tabulka 3 - Zdroje a riziková místa nákazy legionellou [4]

	Veřejné prostory	Místa spojená s cestováním	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	chladicí věže, systémy teplé i studené vody, vířivky, termální prameny, inhalační terapie, lékařské zákroky
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
Rizikové faktory prostředí	špatná konstrukce a zanedbávaná údržba vodovodních systémů	delší pobyty v zařízeních určených pro krátkodobé pobyty, střídání pokojů více lidmi, používání více zdrojů vody, nestálá teplota vody ve vodovodních systémech, špatná údržba vodovodních systémů	špatná teplota vody, nedostatečná cirkulace vody v potrubí

3.1. Zdroje kontaminace v ohřivačích a rozvodech TV

Zdroje kontaminace mohou být například zásobníky nebo ohřivače vody, sprchové růžice, některé druhy těsnění, zařízení na úpravu tvrdosti vody, druh použitého potrubí nebo například nepříliš často používaná větev rozvodů.

Způsoby kontaminace lze rozdělit na lokální a systémové. Kdy u lokální můžeme podstatně jednodušeji najít zdroj koncentrace bakterií. Zjišťuje se to u výtoku např. ve sprchách, kdy po prudkém počátečním výtoku vody se u lokální kontaminace koncentrace bakterií podstatně sníží. Zdroj se tak může nacházet například přímo ve sprchové růžici. Lokální kontaminace může být způsobena klidně i nedostatečnou vzdáleností mezi vedeným potrubím teplé a studené vody, nejsou-li tepelně odizolované. Stagnující studená voda se takto může ohřát na 25 až 30 °C a tím vytvořit ideální prostředí k rozmnožování bakterie v rozvodu studené vody. Tento jev však nastává velice málo a po odpuštění kontaminované vody se koncentrace snižuje. [3]

Pokud při odpouštění vody z výtoku ani za delší dobu koncentrace bakterií výrazně neklesne, jedná se o systémovou kontaminaci, neboť stále nové bakterie jsou vyplavovány z hloubky systému. [3]

Za takovéto místo se dají považovat například zásobníkové ohřivače vody. Jsou zde vytvářeny nejvhodnější podmínky pro rozmnožování bakterií. Teplota vody se pohybuje přímo nebo kolem nejkritičtějších teplot 35 °C až 42 °C. Usazuje se zde kal a sedimenty, ideální pro život bakterií. Voda v bojlerech navíc prakticky stagnuje. Je proto nutné v pravidelných intervalech zásobník odkalovat a čistit.

Dalším takovým místem může být špatně navržené cirkulační potrubí, ve kterém delší dobu stagnuje voda. Proto je nutno posoudit, zdali je cirkulační potrubí potřebné vzhledem k délce potrubní sítě a k délce časové prodlevy průtoku mezi zdrojem TV a místem spotřeby. Také je nutno prověřit tlakové poměry cirkulačních čerpadel. Nesmí totiž dojít k většímu teplotnímu rozdílu než 5 K mezi zdrojem teplé vody a cirkulačním potrubím. Není vhodné, aby se v tomto okruhu vytvořilo samotížné proudění. [3]

3.2. Materiály potrubí vodovodu

Legionela zvládá kolonizovat různé materiály, od plastů (PVC) přes nerez ocelí, dřeva nebo i materiály mědi. Podle provedeného pokusu, kdy byl sledován časový průběh počtu kolonií bakterií na materiálech vyplývá, že nejmenší nárůst počtu kolonií bakterií Legionella pneumophila vykazují kovové materiály, zejména měď, u které dokonce při teplotách 40 °C až 50 °C dochází k hubení bakterií. Zatím co na materiálech s mikroporézní strukturou povrchu, například těsnění z gumy, elastomeru nebo některé typy plastových potrubí, se bakterie množí. [3]

Objevily se i případy, kdy se kolonie Legionelly pneumophily objevily i v přístrojích na úpravu tvrdosti vody, kde byly použity inhibitory koroze v podobě sloučenin fosforečnanů, které dopomáhají růstu legionely.

Tabulka 4 - Porovnání materiálů z hlediska osídlení mikroflórou a legionellou [14]

Materiál	Osídlení (počet kolonií 1×10^3 na cm^2)	
	Mikroflóra celkově	Legionella
Etylen-propylen kopolymer	27000	500
PVC	1070	11
Polyethylen	960	23
Polybutylen	180	2
Sklo	150	1,5
Meď	70	0,7

4. PREVENCE NÁKAZY VE VNITŘNÍCH VODOVODECH

Pro minimalizaci zdravotních rizik a onemocnění zapříčiněných legionelou je nutno výrazně redukovat její výskyt ve vodě. Prvním opatřením by měla být prevence a správně navržený vodovodní systém. Je nutné, aby byly zvoleny správné materiály pro vodovodní síť, a to nejen z pohledu životnosti.

Prevence:[6] a [5]

- studená voda by měla dosahovat maximálně teplotu 25 °C
- teplá voda by neměla zchladnout pod 50 °C

- dodržení teploty v celém teplovodním systému v rozmezí 50 °C až 55 °C
- konzistence rychlosti proudění vody v potrubí
- cirkulace musí cirkulovat ve všech okruzích
- rychlost v cirkulaci musí být dostatečná, aby nedocházelo k usazování kalu
- rozvod musí být navržen tak, aby voda nestagnovala
- odstranění tzv. slepých ramen
- eliminace nepoužívaných vodovodních úseků, zvláště u systémů s nepřímým ohřevem vody
- při běžném provozu by se voda měla vyměnit v potrubí alespoň jednou za týden
- v zásobníkových ohřivačích a zásobnících teplé vody se teplá voda musí při běžném provozu vyměnit alespoň jedenkrát za den
- zásobníkové ohřivače a zásobníky teplé vody o objemu nad 400 l se musí pravidelně odkalovat
- rozvod musí být navržen tak, aby byla možnost jeho dezinfekce a bylo zde místo pro odběr vzorků pro kontrolu kvality
- zařízení pro odstraňování nečistot (filtry, apod.) musí být čištěno nebo vyměňováno v intervalech dle výrobce nebo ČSN EN 806-5

Provozovatel vodovodu by měl jednou ročně provádět kompletní kontrolu a pokud dojde k výskytu Legionelly, je nutné provést dezinfekci.

Pitná voda i přes tyto opatření obsahuje malé množství mikroorganismů, které přežívají ve vodě ve formě spor. Pokud je vnitřní vodovod předimenzovaný nebo pokud při odběru vody dochází k dlouhým odstávkám, může v takovém to potrubí dojít ke kolonizaci vnitřního vodovodu a je nutné přejít k odstranění mikroorganismů. [7]

5. ODSTRANĚNÍ LEGIONEL Z DISTRIBUČNÍ SÍTĚ PITNÉ VODY

Pokud byla v objektu dodržena preventivní opatření a vše je po technické a technologické stránce v pořádku, nemělo by docházet k výskytu bakterií. Pokud se však tak stane a projeví se mikrobiální kolonizace, je to ukazatel nevyhovující kvality dodávané vody a jsou nutná technická opatření. [15]

5.1. Termická dezinfekce

Většinou se k eliminaci bakterií legionelly doporučuje termická dezinfekce. Jejím principem je opakované zvyšování teploty vody v systému přípravy a vnitřního vodovodu teplé vody v pravidelných intervalech. Podstatné je, aby z každého distribučního bodu vytékala voda o doporučené teplotě 71 °C s dobou proplachu nejméně pěti minut. Pouhé ohřátí v místě přípravy teplé vody není dostačující. Periodicitou tohoto procesu dojde k zamezení množení legionel i jiných bakterií a voda je tak hygienicky zajištěna. [14] a [15]

Například termická dezinfekce při 70 °C po dobu 70 hodin s 20–30 minutami proplachu sníží % kontaminaci výtokových míst ze 40 % před zvýšením teploty, na 0 % po týdnu a 10–30 % po měsíci po zásahu. Stejný zásah při teplotě 60 °C má výrazně menší efekt na koncentraci bakterií. [14]

Při termické dezinfekci nad 70 °C je nutné zvážit provozní předpoklady, které mohou nastat, například nebezpečí opaření uživatelů. Při teplotě 55 °C hrozí opaření v rozmezí 2-3 sekund. Voda s nadměrnou teplotou se nedostane do všech částí systému (slepých ramen, výtokových míst, ke dnu zásobníků, do málo průtočných oblastí rozvodů), ať již z důvodu technické nefunkčnosti systému či malého odběru vody. Je nutno počítat s vyšším opotřebením vodovodního potrubí, armatur, těsnění atd. V praxi se uvádí, že za tři provedené termické dezinfekce dochází ke zkrácení životnosti potrubí o cca 1 %. Termická dezinfekce je také obtížně proveditelná v zařízeních s nepřerušovaným

provozem, jako jsou hotely, nemocnice, domovy seniorů atd. a zcela neproveditelné v bytových domech. [15]

Problém bakterií legionelly se navíc touto metodou pouze pozastaví a její úplné odstranění ze sítě není možné. Lze je pouze redukovat na omezenou dobu na přijatelnou úroveň nebo hranici meze detekce legionel. Termická dezinfekce nezničí biofilmy a cca do 6 týdnů se bakterie vrátí zpět v původní koncentraci. Je proto nutné tento proces každých 6-8 týdnů opakovat. Navíc bakterie, které termickou dezinfekci přežily se přizpůsobují zvýšeným teplotám a předávají své DNA dalším generacím. Nejvyšší teplota, při které byly bakterie legionely zjištěny je 82 °C. [15] a [17]

5.2.Chemická dezinfekce

Chemická dezinfekce spočívá v dávkování chemické látky do systému přípravy teplé vody. Dostává se tedy do všech míst vodovodní sítě, včetně koncových baterií, kde se voda vypouští. Používá se mnoho chemických dezinfekčních prostředků např. na bázi chloru, iontů mědi a stříbra, ozon, UV záření a jiné, které se používají buď samotné nebo v kombinaci s termickou dezinfekcí.

5.2.1. Ionty stříbra a mědi

Jedná se o metodu, která k dezinfekci využívá působení těžkých kovů na mikroorganismy. Stříbro působí na syntézu enzymů a proteinů v buňce, zatím co měď ovlivňuje propustnost buněčné membrány. Společně kationy těchto prvků vytváří elektrostatickou vazbu a vytváří stres na buňce, který vede k narušení buněčné stěny a v konečné fázi k úmrtí mikroorganismu. Oproti termodezinfekci či chloraci je vyšší účinnost dezinfekce ionizací a déle trvající účinky. Stříbro a měď jsou tedy schopny proniknout do biofilmů a odstranit je. [8] a [14]

Problém je však udržení konstantní koncentrace iontů mědi a stříbra ve vodě. Její udržení je zásadní pro snížení denzity legionel a biofilmů. Výskyt stříbra se špatně měří. Jeho měření je možno provádět pouze v laboratoři pomocí spektroskopie. Soli stříbra jsou

ve vodě špatně rozpustné a reagují s chloridy, které jsou ve vodě vždy přítomné. Díky tomu se stříbro ze sloučeniny vysráží a po ukončení ionizace tím klesá jeho koncentrace. Vedlejším produktem reakce je peroxid vodíku. Takto vysrážené stříbro je neúčinné vůči mikroorganismům, a proto se doporučuje dlouhodobé používání, kdy je tato metoda účinná a k výraznému poklesu koncentrace iontů nedochází. [8] a [14]

5.2.2. Chlor/chlornan sodný

Chlorování je levná a rozšířená metoda dezinfekce vody. Je však nutné splnění jistých podmínek, kdy pH vody musí být pod 8, aby byla chlorace efektivní při rozumných dávkách, které jsou při kontinuálním dávkováním cca 5 mg/l aktivního chlóru na dávku. V akutních případech lze dávku v podobě šokové dezinfekce zvýšit na 40 mg/l po dobu dvou hodin. K neutralizaci samotných legionel stačí dávka chlóru kolem 0,5 mg/l. Avšak biofilmy, sedimenty nebo cysty různých prvoků, ve kterých jsou bakterie Legionelly pneumophila ukryté a podporují jejich množení, jsou schopny odolávat i dávkám chlóru nad 50 mg/l. Proto dávkování s malou koncentrací chlóru není efektivní a kontinuálním chlorováním není prakticky možné zabránit výskytu a rozmnožování bakterií ve vodě. Navíc se reziduální působení ztrácí při malých průtocích v rozvodných sítích a zásobnících vody. [3],[8] a [14]

Chlorace však způsobuje tvorbu toxických trihalomethanů (THM). Například v plaveckých bazénech, kde člověk přijde s chlorovanou vodou do kontaktu způsobuje lidskému organismu svědění kůže, pálení v očích a vydává distinktivní nepříjemný zápach. [8] a [14]

5.2.3. Ozon

Ozon je velice účinný, na bakterie a spóry účinkuje až 300x efektivněji než chlór. Jeho využití pro dezinfekci je jednoduché, avšak nevýhodu tohoto způsobu úpravy vody činní vysoké pořizovací náklady. [14]

Jedná se o vysoce nestabilní tříatomovou molekulu kyslíku, která nevykazuje reziduální účinky a rozpadá se na atomární kyslík a molekuly kyslíku. Další vedlejší

produkty jeho působením nevznikají. Atomární kyslík se vyznačuje velkým oxidačním účinkem a velmi účinně zabíjí bakterie ve vodě. Bohužel díky své nestabilitě a rychlému rozpadu nepřetrvá v systému dlouho, a tudíž není schopen odstraňovat biofilm z vnitřních ploch rozvodných systémů. [8] a [16]

Ozon lze vyrobit přímo ve vodě pomocí elektrolýzy, UV zářením nebo vysokým výbojem v atmosféře čistého kyslíku za použití generátoru ozonu. Díky absenci reziduálních účinků však nepůsobí na odlehlejší místa sítě, a proto je vhodné jej kombinovat např. s chlorací nebo termodezinfekcí. Na výstupu ze systému se však nesmí objevit existence ozonu, jelikož ozon je velice těkavý a vysoce toxický. [8] a [16]

Vysoký účinek dezinfekce není ovlivněn pH vody podobně jako např. u oxidu chloričitého.

5.2.4. Oxid chloričitý (chlordioxid)

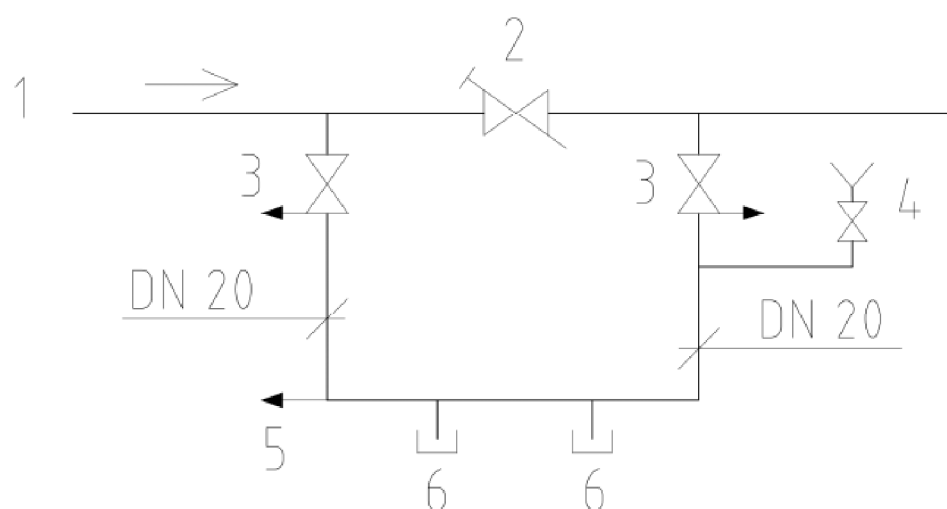
Jedním z nejúčinnějších dezinfekčních prostředků vůči patogenním mikroorganismům je právě oxid chloričitý. Jedná se o nestabilní plyn, který je dobře rozpustný ve vodě. Oproti chlóru se za nízkých teplot chlordioxid rozpouští ve vodě až desetkrát lépe, má vyšší dezinfekční kapacitu a je možné ho použít i při vyšším pH vody (uvádí se rozsah použití při pH 4 až 10). Použitím oxidu chloričitého vzniká méně halogenovaných organických látek, které při použití chloru vznikají, jelikož reaguje s amoníkovými ionty. [3] a [16]

Oxid chloričitý je molekula radikálového charakteru. Jeho oxidační vlastnosti a radikálový charakter z něj dělají velice účinný dezinfekční prostředek pro likvidaci bakterií a virů. Je možné tuto dezinfekci použít pro nepřerušované provozy například v průmyslových rozvodech pro úpravu vody do chladících věží nebo ve zdravotnictví a ubytovacích zařízeních.

Tato dezinfekce má navíc silný antivegetativní efekt. Redukuje biomasu díky zeslabení polymetrické matrice a snížení počtu prvotních mikroorganismů, které mají tendenci vytvářet kolonie na smáčených plochách (na potrubí, v akumulacích nádrží atd...) [3]

Jak bylo již zmíněno oxid chloričitý je nestabilní plyn, a právě kvůli jeho nestabilitě je nutno jej vyrábět přímo v místě užití. Je vyráběn ve speciálních zařízeních, která bezpečně vyrábí vodný roztok oxidu chloričitého s maximální koncentrací 2 %. Takový to roztok se poté dávkuje do rozvodných systémů.

Roztok může být dávkován do vnitřního vodovodu i ručně pomocí instalovaného dávkovacího obtoku s regulačním ventilem na cirkulačním potrubí teplé vody mezi cirkulační čerpadlo a zařízení pro přípravu teplé vody. Tento obtok umožňuje jednorázový nebo opakovaný provoz chemické dezinfekce DUOZON. [22]



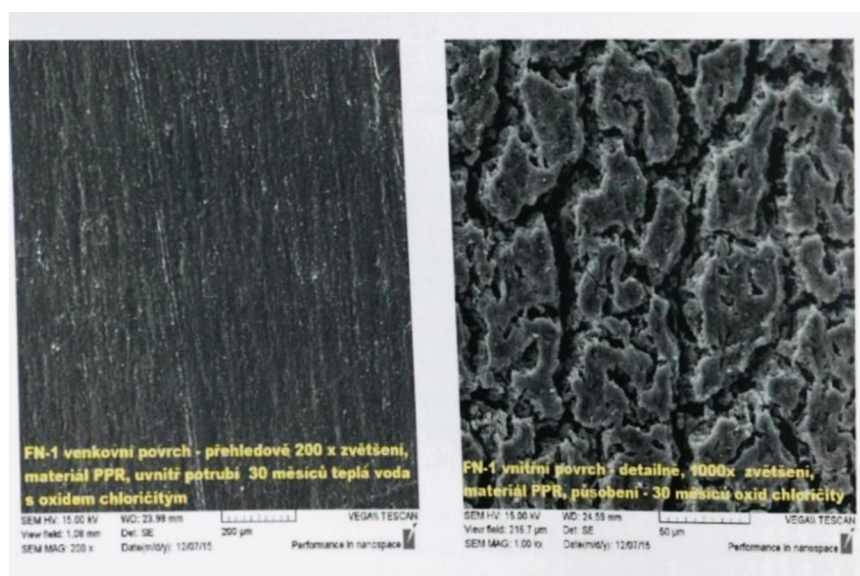
Legenda

- 1 cirkulační potrubí teplé vody se směrem průtoku vyznačeným šipkou
- 2 ventil pro regulaci průtoku vody
- 3 kulový kohout s vypouštěcí armaturou
- 4 kulový kohout pro ruční dávkování dezinfekčního prostředku
- 5 vypouštěcí armatura
- 6 zazátkované nátrubky DN 20 pro připojení potrubí od dávkovacího čerpadla

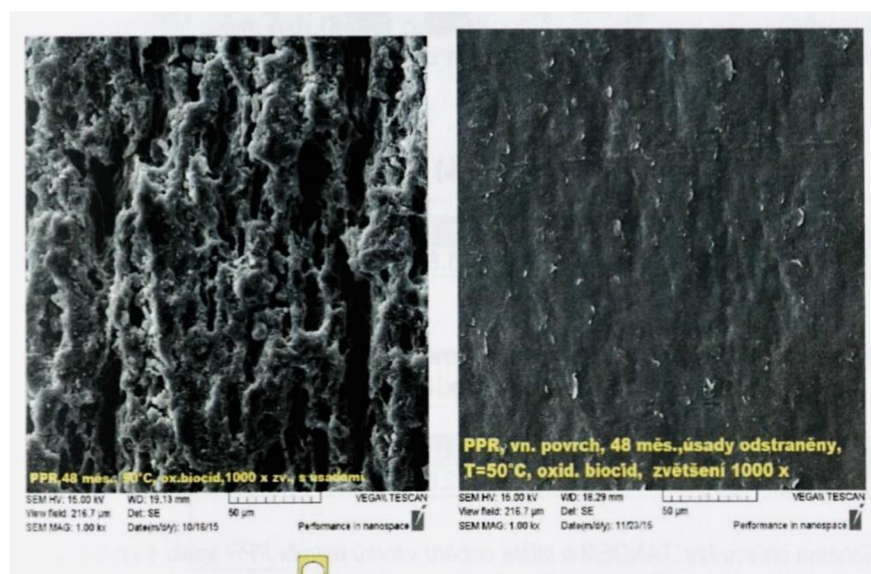
Obrázek 3 - Příklad dávkovacího obtoku na cirkulačním potrubí teplé vody mezi cirkulačním čerpadlem a zařízením pro přípravu teplé vody [22]

Dlouhodobý provoz chemické dezinfekce oxidem chloričitým ovlivňuje vnitřní povrch potrubí. Na obrázcích níže je ukázán rozdíl mezi působením plynného oxidu chloričitého, roztoku oxidu chloričitého DUOZON a působení pouze teploty 50 °C.

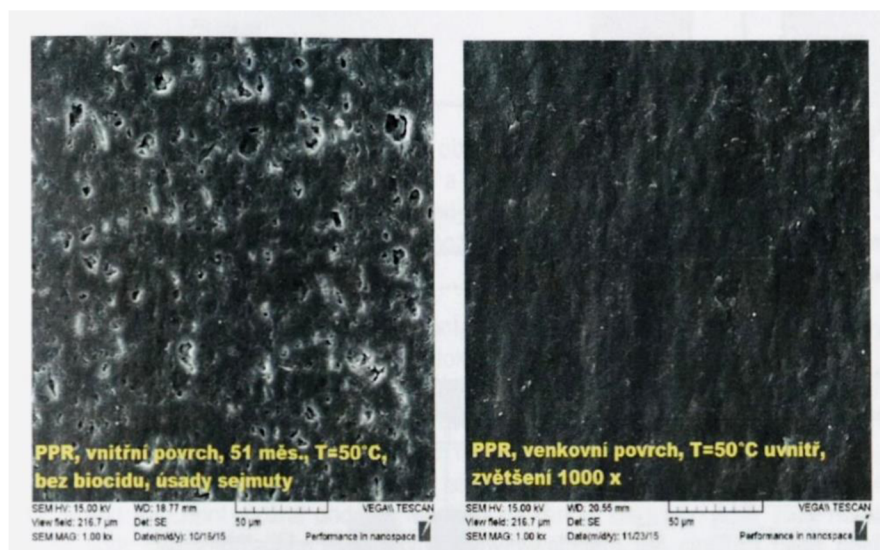
Nevýhodou oxidu chloričitého je, že jeho působením potrubí degraduje a zkracuje se jeho životnost, což je vidět na obrázku 3. Roztok oxidu chloričitého např. DUOZON ale obsahuje minerály, které za deset let působení vytvoří minerální vrstvu o zhruba 0,6 - 0,8 mm tloušťky na povrchu potrubí. Tím chrání vnitřní povrch a je vidět na obrázku 4, že povrch pod minerální vrstvou je prakticky nepoškozený. Za to na obrázku 5 vidíme vnitřní povrch podrobený pouze teplotě 50 °C, je v daleko horším stavu. Jediný rozdíl mezi vzorky potrubí je přítomnost oxidačního biocidu. [15]



Obrázek 4 - Povrch potrubí PPR po dávkování plynného oxidu chloričitého [15]



Obrázek 5 - Povrch potrubí PPR po dávkování stabilizovaného roztoku oxidu chloričitého DUOZON [15]



Obrázek 6 - Povrch potrubí PPR pouze pod vlivem teploty [15]

5.3. Dezinfekce UV zářením

Je to alternativní metoda. Nepoužívá žádné chemikálie, a tudíž nemá vliv na chuť a zápach vody. Bakterie jsou hubeny UV-zářením o vlnové délce 254 nm (viz. též germicidní výbojky pro sterilizaci zdravotnických zařízení). Nevýhodou je, že v rozvodné síti nezůstává žádné dezinfekční reziduum. Proto je nejvhodnější tuto úpravu použít pouze přímo v místě spotřeby, kde ultrazvuk naruší mechanicky shluky bakterií a UV záření je následně zahubí. UV-záření má degradační účinky na nukleové kyseliny mikroorganismů přítomných ve vodě. Poškodí to jejich genetickou informaci a znemožní jejich dalšímu množení. Ve vodách s vyšším obsahem rozpuštěných látek je nutno předřadit filtr před UV systém, z důvodu rychlého zanešení ochranných trubíc UV-lamp. UV-záření má malé nároky na prostor a instalaci, tudíž je možné jeho použití jako doplněk k dezinfekci chlorem. [8] a [3]

UV-lampy jsou v tradičním UV-zařízení rozmístěny rovnoběžně se směrem průtoku pitné vody. Běžně se používají v tomto zařízení nízkotlaké monochromatické i středotlaké polychromatické UV-lampy. UV-zařízení, kde UV-lampy (středotlaké polychromatické vysoceúčinné) jsou umístěny kolmo na směr průtoku pitné vody, se

nazývají InLine, protože jsou vloženy do osy potrubí dopravující upravovanou pitnou vodu. [8]

Dávka UV-záření závisí na intenzitě UV-lampy a doby expozice (doba dezinfekce). Při použití nízkotlakých monochromatických UV-lamp jde o 5-10 s, pro středotlaké polychromatické UV-lampy 1-2 s a pro středotlaké polychromatické vysoceúčinné UV-lampy, jde o méně než 1 s. Limitní dávka UV-záření není určena, ale pro ČR se uvádí 25-30 mJ/cm². [8]

Jelikož v síti nezůstává dezinfekční reziduum, může docházet k tzv. druhotnému znečištění, které se dá charakterizovat jako opětovný růst kolonií mikroorganismů. Ten je zapříčiněn vnějšími vlivy. Druhotné znečištění můžeme minimalizovat správným provozem rozvodné sítě pitné vody. Což znamená udržování přetlaku v potrubí, pravidelné proplachování sítě, občasná šoková dávka chloru, udržováním biologické stability a nízké teploty upravené pitné vody. [8]

Dezinfekce UV-zářením je spolehlivá bezpečná dezinfekční metoda, která nevytváří žádné vedlejší produkty, nemění organoleptické vlastnosti vody a nemá důsledky na životní prostředí. Je snadno provozovatelná a vyžaduje minimální finanční nároky na provoz.

6. VÝHODY A NEVÝHODY METOD KONTROLY LEGIONELLY VE VODNÍCH SYSTÉMECH

Tabulka 5 - Výhody a nevýhody metod kontroly legionell ve vodních systémech [14]

Metoda	Výhody	Nevýhody
Udržování teploty pod 20 °C	jednoduché, účinné, snadno hlídatelné → legionelly se téměř nemnoží	nepoužitelné pro teplou vodu
Udržování teploty nad 50 °C	jednoduché, účinné, snadno hlídatelné	legionella se nemnoží, ale ani neodstraňuje, teplota se obtížně udržuje ve starých vodovodech (nekvalitní izolace), nutná ochrana proti opaření
Opakované proplachy vodou 60 - 70 °C	jednoduché, účinné, snadno hlídatelné	nutná ochrana proti opaření, nehodí se pro systémy studené vody, náročnější kontrola a údržba systémů, legionely se opět namnoží po několika dnech
Dávkování chlornanu sodného	osvědčená a efektivní dezinfekční metoda, jednoduché použití, levné	tvoří se toxické THM, toxické pro ryby, ovlivňuje chuť a vůni vody, není stabilní, má korozivní účinky (zejména pro měď)
Dávkování oxidu chloričitého	osvědčená a velmi efektivní dezinfekční metoda, jednoduché použití, nevznikají THM	tvoří se chloridy, ničí potrubí

7. PRÁVNÍ A TECHNICKÉ PŘEDPISY

Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ukládá povinnost zajistit nezávadnost používané teplé vody všem, kteří ji dodávají jako součást podnikatelské činnosti nebo jiné činnosti právnické osoby. [9]

Dále Zákon č. 258/2000 Sb. a Vyhláška MZd č. 252/2004 Sb. stanovují hygienické limity jakosti pitné vody, včetně vody balené a teplé vody dodávané potrubím užitkové vody nebo vnitřním vodovodem, které jsou konstrukčně propojeny směšovací baterií s vodovodním potrubím pitné vody, jakož i vody teplé vyráběné z individuálního zdroje pro účely osobní hygieny zaměstnanců. Rozsah a četnost kontroly a požadavky na metody kontroly jakosti teplé vody. S úpravami ve vyhlášce č. 187/2005 Sb. kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb. [10]

V neposledním řadě jde o normy ČSN EN 806 – části 1 až 3 – Vnitřní vodovod pro rozvody vody určené k lidské spotřebě a norma ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.

7.1. Limitní hodnoty

Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., příloha č. 2, stanovuje hygienické limity obsahu legionelly na pitnou a teplou vodu. Odběr vzorků pro stanovení ukazatelů teplé vody se provádí po odpuštění vody po dobu 1 minuty. Závazné limity v teplé vodě jsou stanoveny pouze pro ubytovací a zdravotnická zařízení. Centrální výroba teplé vody pro bytové domy tedy nemá dle zákona povinnost kvalitu vody sledovat. Majitel nebo provozovatel má však povinnost informovat odběratele o nevyhovující jakosti vody a o dostupných opatření k odstranění přemnožených bakterií. [10] a [11]

- 100 KTJ / 100 ml – 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
- 0 KTJ / 100ml – nejvyšší mezní hodnota pro oddělení nemocnic, kde jsou pacienti se sníženou imunitou (transplantační oddělení, nedonošenecká, anestezioreuscitační, dialyzační, onkologie, JIP, atd...)

8. ZÁVĚR

Úkolem teoretické části bakalářské práce je seznámení s problematikou rodu bakterií Legionella, která se v posledních letech zvětšuje. Proto je nutné dodržovat zásady pro správné navržení vnitřního vodovodu a eliminaci míst pro množení biofilmů a Legionelly pneumophily, případně zavést represivní opatření v podobě chemické nebo mechanické dezinfekce či jejich kombinaci.

V ubytovacím zařízení, kterým se zabývá má bakalářská práce, jsem navrhla jako opatření proti legionele dávkovací obtok pro ruční dávkování DUOZONU, což je roztok oxidu chloričitého.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ

1.1. Analýza zadání

Jde o novostavbu ubytovacího zařízení s dvanácti ubytovacími jednotkami, kdy každá ubytovací jednotka je určena pro dvě osoby. Projekt řeší vnitřní kanalizaci, vodovod, plynovod a jejich napojení na stávající inženýrské sítě na ulici Přerovská ve městě Kojetín. Jedná se o třípodlažní podsklepený zděný objekt.

1.2. Bilance potřeby pitné vody

Počet osob: $n = 24$

Specifická potřeba vody pro ubytovací zařízení: $q = 123,3 \text{ l/os.den}$

Průměrná denní potřeba vody Q_p [l/den]:

$$Q_p = q * n$$

$$Q_p = 123,3 * 24 = 2959,2 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody Q_m [l/den]:

$$Q_m = Q_p * k_d$$

k_d – součinitel denní potřeby

$$Q_m = 2959,2 * 1,5 = 4438,8 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba vody: Q_h [l/hod]:

$$Q_h = (Q_m / 24) * k_h$$

k_h – součinitel hodinové potřeby

$$Q_h = (4438,8 / 24) * 5 = 924,7 \text{ l/h}$$

Roční potřeba pitné vody Q_r [m^3/rok]

$$Q_r = q_{\text{rok}} * n$$

q_{rok} – směrné číslo roční potřeby vody na měrnou jednotku

$$Q_r = 45 * 24 = 1080 \text{ m}^3/\text{rok}$$

1.3. Bilance potřeby teplé vody

Počet osob: $n = 24$

Průměrná denní potřeba teplé vody: $q = 40 \text{ l/os.den}$

Denní potřeba teplé vody Q_p [l/den]:

$$Q_p = q * n$$

$$Q_p = 40 * 24 = 960 \text{ l/den}$$

1.4. Bilance odtoku odpadních vod

1.4.1. Splašková voda

Průměrný denní odtok vody Q_p [l/den]:

$$Q_p = q * n$$

$$Q_p = 123,3 * 24 = 2959,2 \text{ l/den}$$

Maximální denní odtok vody Q_m [l/den]

$$Q_m = Q_p * k_d$$

k_d – součinitel denní potřeby

$$Q_m = 2959,2 * 1,5 = 4438,8 \text{ l/den}$$

Maximální hodinový přítok Q_h [l/hod]:

$$Q_h = (Q_m * k_h) / 24$$

k_h – součinitel hodinového přítoku

$$Q_h = (4438,8 * 7,38) / 24 = 1364,9 \text{ l/h}$$

Roční odtok splaškové vody Q_r [m³/rok]:

$$Q_r = q_{\text{rok}} * n$$

q_{rok} – směrné číslo roční potřeby vody na měrnou jednotku

$$Q_r = 45 * 24 = 1080 \text{ m}^3/\text{rok}$$

1.4.2. Dešťová voda

Druh odvodňované plochy: střecha s nepropustnou krytinou

Průtok srážkových vod Q_r [l/s]:

$$Q_r = i * A * C$$

A – půdorysný průmět odvodňované plochy

C – součinitel odtoku srážkových vod

i – intenzita deště

$$Q_r = 0,03 * 216,1 * 1 = 6,48 \text{ l/s}$$

1.5. Bilance potřeby plynu

1.5.1. Příprava teplé vody

Teplu pro ohřev vody $E_{TV,d}$ [kWh/den]:

$$E_{TV,d} = V * c_{wh} * (t_2 - t_1)$$

V – spotřeba teplé vody [m³/den]

c_{wh} – měrná tepelná kapacita vody [Wh/(kg*K)]

t_1 – vstupní teplota studené vody [°C]

t_2 – výstupní teplota teplé vody [°C]

$$E_{TV,d} = 0,96 * 1,163 * (55 - 10) = 50,20 \text{ kWh/den}$$

Roční potřeba tepla E_{TV} [MWh/rok]:

$$E_{TV} = E_{TV,d} * d + k * E_{TV,d} * (365 - d)$$

d – počet dní topné sezóny

k – korekce proměnlivé vstupní teploty (v zimě 10 °C, v létě 15 °C)

$$E_{TV} = 50,20 * 207 + 0,89 * 50,20 * (365 - 207) = 7059,12 \text{ kWh/rok} = 7,06 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie $E_{tv,sk}$ [MWh]:

$$E_{tv,sk} = E_{TV} / (n_{zdroj} * n_{distr})$$

n – účinnost ohřevu

$$E_{tv,sk} = 7,06 / (0,9 * 0,55) = 14,26 \text{ MWh}$$

1.5.2. Vytápění (krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním)

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací H_{T+1} [W/K]:

$$H_{T+1} = Q / (t_i - t_e)$$

t_i – teplota interiéru ($t_i = 20$ °C)

t_{is} – průměrná vnitřní teplota ($t_{is} = 19$ °C)

t_e – teplota exteriéru ($t_e = -12$ °C)

t_{es} – průměrná venkovní teplota v otopném období ($t_{es} = 3$ °C)

$$H_{T+1} = 12060 / (20 - (-12)) = 376,88 \text{ W/K}$$

Požadovaná (využitelná) energie = spotřeba E [MWh/rok]:

$$E = 24 * \varepsilon * e * D * H_T$$

ε – součinitel vyjadřující nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací ($\varepsilon = 0,8$)

e – přerušované vytápění během noci ($e = 0,8$)

D – počet denostupňů

$$D = d * (t_{is} - t_{es}) = 207 * (19 - 3) = 3312$$

d – počet dnů otopné sezóny

$$E = 24 * 0,8 * 0,8 * 3312 * 376,88 = 19,17 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie E_{UT} [MWh]:

$$E_{UT} = E / (n_{zdroj} * n_{distr})$$

$$E_{UT} = 19,17 / (0,9 * 0,55) = 38,73 \text{ MWh}$$

1.5.3. Roční spotřeba paliva

$$P = 3600 * (E_{TV} + E_{UT}) / H$$

H – výhřevnost zemního plynu ($H = 35 \text{ MJ/m}^3$)

$$P = 3600 * (14,26 + 38,73) * 10^6 / (35 * 10^6) = 5450,4 \text{ m}^3/\text{rok}$$

2. VÝPOČTY DÍLČÍCH INSTALACÍ

2.1. Vodovod

2.1.1. Návrhy přípravy teplé vody

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

2.1.1.1. Výpočet dle ČSN 06 0320

Teoretické teplo odebrané z ohřívače během periody Q_{2T} [kWh]:

$$Q_{2t} = n * Q_{2P}$$

n – 24 osob

Q_{2P} – teplo odebrané z ohřívače během periody na měrnou jednotku (pro ubytovací zařízení, kde se vyskytují pouze sprchy použiji 2,5 + 0,8 na úklid 100 m²)

$$Q_{2t} = 24 * (2,5 + 0,8) = 79,2 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci Q_{2z} [kWh]:

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z$$

z – koeficient vyjadřující odhad tepelných ztrát při ohřevu a distribuci teplé vody

$$Q_{2z} = 79,2 * 0,5 = 39,6 \text{ kWh}$$

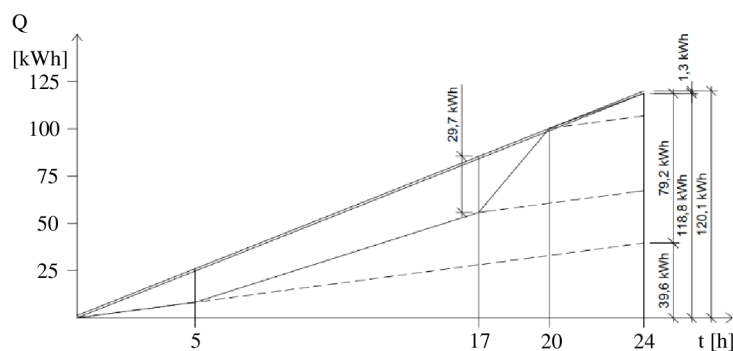
Teplu dodané při ohřevu a distribuci Q_{1P} [kWh]:

$$Q_{1P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 79,2 + 39,6 = 118,8 \text{ kWh}$$

Procentuální rozdělení:

Tabulka 6- Rozdělení odběru tepla během časové periody

doba [hod]	%	Q_{1P} [kWh]
5 – 17	35	27,72
17 – 20	50	39,60
20 – 24	15	11,88



Graf 2 - Graf křivky dodávky a odběru tepla

$$\Delta Q_{\max} = 29,7 \text{ kWh}$$

Objem zásobníkového ohřivače V_z [l]:

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c_w * \Delta t)$$

ΔQ_{\max} – největší možný rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru tepla

c_w – měrná tepelná kapacita vody

Δt – rozdíl mezi teplotou teplé a studené vody

$$V_z = 29,7 / (1,163 * (55 - 10)) = 0,568 \text{ m}^3$$

Jmenovitý tepelný výkon pro ohřev vody Q_z [kW]:

$$Q_z = \Delta Q_1 / t_\xi$$

ΔQ_1 – teplo dodané ohřivačem teplé vody v časovém úseku t_ξ

t_ξ – časový úsek, ve kterém má křivka dodávky tepla největší sklon

$$Q_z = 120,1 / 24 = 5,00 \text{ kW}$$

2.1.1.2. Výpočet dle metody odběrové špičky

Objem zásobníkového ohřivače V_z [l]:

$$V_z = q_{TV,max} * n * k_{TV} * \psi$$

$q_{TV,max}$ – maximální specifická potřeba teplé vody na spotřební jednotku a den (pro ubytovací zařízení 60 l/os.den)

n – 24 osob

k_{TV} – součinitel nerovnoměrnosti potřeby teplé vody

ψ – součinitel mrtvého prostoru

$$V_z = 60 * 24 * 0,23 * 1,15 = 380,9 \text{ l}$$

Tabulka 7 - Výpočet objemu podle doby ohřevu vody

Δt [hod]	k_{TV} [-]	V_z [l]
0,5	0,22	364,3
1,0	0,23	380,9
2,0	0,35	579,6
3,0	0,46	761,8

Nejmenší potřebný výkon topné vložky ohřivače P_z [kW]:

$$P_z = (V_z * c * \Delta t) / (z * 3600) + q_c$$

c – měrná tepelná kapacita vody

Δt – rozdíl mezi teplotou teplé a studené vody

z – doba ohřevu vody v ohřivači

q_c – tepelné ztráty potrubí při cirkulaci teplé vody

$$P_z = (380,9 * 4,2 * (55 - 10)) / (1 * 3600) + 0,7274 = 20,73 \text{ kW}$$

2.1.1.3. Návrh zásobníku

Navrhuji nepřímotopný stacionární zásobník OKC 750 NTR/BP.

2.1.2. Návrh zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Pro objekt jsou navrženy dva plynové kotle, které budou zajišťovat dodávku tepla na tzn. Letní/zimní provoz. Jeden plynový kotel bude celý rok dodávat teplo pro ohřev vody a druhý plynový kotel bude zajišťovat teplo potřebné pro ohřev topné vody v průběhu topné sezóny. Výkon kotle zajišťující vytápění objektu je spočítán obálkovou metodou výpočtu tepelných ztrát.

Výpočet předběžných tepelných ztrát budovy obálkovou metodou

Charakteristika budovy:

Tabulka 8 - Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžije, římsy, atiky a základy	2263,2 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	801,18 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,354
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla:

Tabulka 9 - Výpočet tepelných ztrát prostupem

Konstrukce	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A [m ²]	U [W/(m ² *K)]	b [--]	H_T	A [m ²]	U [W/(m ² *K)]	b [--]	H_T
S1 _{zateplená}	263,93	0,30	1,0	79,179	263,93	0,15	1,0	39,59
S2 _{nezateplená}	154,49	0,30	0,31	14,37	154,49	0,25	0,31	11,97
Podlaha	150,88	0,45	0,31	21,05	150,88	0,44	0,31	20,58
Střecha	150,88	0,24	1,0	36,21	150,88	0,19	1,0	28,67
Vstupní dveře	27,0	1,70	0,31	14,23	27,0	1,3	0,31	10,88
O1 _{pavlač}	13,5	1,50	0,31	6,28	13,5	0,73	0,31	3,06
O1 _{ext}	4,5	1,50	1,0	6,75	4,5	0,73	1,0	3,29
O2	36,0	1,50	1,0	54	36,0	0,73	1,0	26,28
Celkem	801,18			232,06	801,18			144,31
Tepelné vazby	801,18*0,1=			80,12	801,18*0,1=			80,12
	Celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla			312,18	Celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla			224,43

$$H_T = \sum U_j \cdot A_j \cdot b_j + A \cdot \Delta U_{tbm} = 224,43 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$U_{em} = H_T / A = 224,43 / 801,18 = 0,28 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$U_{em,rq} = (\sum U_{N,j} \cdot A_j \cdot b_j) / (\sum A_j) + 0,02 = (232,06 / 801,18) + 0,02 = 0,31 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$U_{em,rc} = 0,75 \cdot U_{em,rq} = 0,75 \cdot 0,31 = 0,233 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\text{Klasifikační ukazatel} = U_{em} / U_{em,rq} = 0,28 / 0,31 = 0,90$$

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy:

Tabulka 10 - Hodnocení obálky budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² *K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel
A	$U_{em} \leq 0,3 \cdot U_{em,N}$	Velmi úsporná	0,3
B	$0,3 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,6 \cdot U_{em,N}$	Úsporná	0,6
C	$0,6 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	1,0
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující	1,5
E	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná	2,0
F	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	2,5
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace: C – Vyhovující

Předběžná tepelná ztráta budovy – obálková metoda

Celková měrná ztráta prostupem:

$H_T = \Sigma H_{Ti} + H_{T\psi, \chi} >$ z energetického štítku obálky budovy 224,43 W/K

Celková ztráta prostupem:

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,m} - t_e) = 224,43 \cdot (20 - (-12)) = 7181,76 \text{ W} = 7,18 \text{ kW}$$

Ztráta větráním (přirozené):

Zjednodušený vzduchový objem budovy

$$V_a = 0,8 \cdot V_b = 0,8 \cdot 1120,93 = 896,74 \text{ m}^3$$

Číslo výměny vzduchu:

$$n = 0,5$$

Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků:

$$V_{ih} = n \cdot V_a = 0,5 \cdot 896,74 = 448,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ztráta větráním:

$$Q_{Vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e) = 0,34 \cdot 448,37 \cdot (20 - (-12)) = 4878,42 \text{ W} = 4,88 \text{ kW}$$

Celková předběžná tepelná ztráta budovy:

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi} = 7181,76 + 4878,42 = 12060,18 \text{ W} = 12,06 \text{ kW}$$

Návrh zdroje tepla na ohřev TV:

Plynový kotel v provedení C BOSCH Condens 8700i
30 kW, 3,53 m³/h

Návrh zdroje tepla pro vytápění:

Plynový kotel v provedení C BOSCH Condens 2300i 15 kW, 1,76 m³/h

2.1.3. Dimenzování vodovodního potrubí

Dimenzování vnitřního vodovodu je stanoveno dle normy ČSN 75 5455 –
Výpočet vnitřního vodovodu.

Jsou stanovené tlakové ztráty třením a místními odpory Δp_{RF} [kPa] a provedeno hydraulické posouzení nejnepříznivěji položené výtokové armatury.

$$\Delta p_{RF} = \Sigma (l * R + \Delta p_F)$$

l – délka příslušného úseku

R – délková tlaková ztráta třením v příslušném úseku potrubí podle tabulek

Δp_F – tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí

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

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 – tlaková ztráta způsobená rozdílem mezi výškovou úrovní nejvyšší a nejvzdálenější výtokové armatury a místem napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu

$\Sigma \Delta p_{WM}$ – součet tlakových ztrát vodoměrů na trase od napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád po nejvzdálenější a nejvyšší odběrné místo

$\Sigma \Delta p_{Ap}$ – součet tlakových ztrát napojených zařízení

Δp_{RF} – tlakové ztráty v potrubí v trase od napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád k nejvzdálenějšímu a nejvyššímu odběrnému místu

2.1.3.1. Dimenzování studené vody

Vnitřní rozvod potrubí je navrženo z plastového materiálu PPR PN20. Venkovní rozvod je z materiálu HDPE 100 SDR 11. S rychlostí v rozmezí 0,5 – 2,0 m/s. Teplota teplé vody je 55 °C a studené vody 10°C.

Výpočet dimenzování studené vody

Tabulka 11 - Dimenzování studené vody

Úsek		STUDENÁ VODA												potrubí z PPR										
		0.1-WC						Jmenovitý výtok Q _s [l/s]						Q ₀ [l/s]	d _s x s [mm] (DN)	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	I ^{*R} [kPa]	Σζ [-]	Δp _F [kPa]	I ^{*R} +Δp _F [kPa]		
od	do	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem	0.2-Dřez	celkem	přibývá	celkem	0.2-Umyvadlo	celkem	přibývá										celkem	0.2-Sprcha
S1	S2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	20x3,4	0,7	0,10	0,70	0,070	1	0,250	0,320
S3	S2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,5	2,40	2,41	5,784	6	6,780	12,564
S4	S5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,5	0,79	2,41	1,904	4	4,520	6,424
S5	S2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0,28	25x4,2	1,3	1,17	1,48	1,732	7,5	6,375	8,107
S2	S6	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0,36	25x4,2	1,64	0,30	2,32	0,696	2,7	3,645	4,341
S6	S7	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0,36	25x4,2	1,64	3,15	2,32	7,308	1,5	2,025	9,333
S7	S8	1	2	0	0	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	0,51	32x5,4	1,43	3,15	1,31	4,127	1,6	1,648	5,775
S8	S9	1	3	0	0	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	0,62	40x6,7	1,14	1,10	0,63	0,693	1,6	1,040	1,733
S9	S10	0	3	1	1	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0,66	40x6,7	1,2	10,86	0,70	7,602	2,1	1,512	9,114
S10	S11	6	9	0	1	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	1,10	50x8,4	1,3	3,93	0,60	2,358	0,6	0,510	2,868
S11	S12	3	12	0	1	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	1,26	50x8,4	1,46	3,59	0,77	2,764	2,1	2,268	5,032
S12	S15	0	12	0	1	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	1,26	50x4,6	0,96	4,6	0,28	1,288	0,7	0,308	1,596
																	$\Delta p_{RF} = \sum(I^*R + \Delta p_F)$		67,206					

POSOUZENÍ:

$$P_{dis} \geq P_{minRF} + \Delta p_e + \Sigma \Delta p_{VM1} + \Sigma \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

$$450 \geq 100 + 96,14 + 23 + 0 + 67,206 = 286,208 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} = \frac{9,8 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 96,14 \text{ kPa}$$

2.1.3.2. Dimenzování teplé vody

Tabulka 12 - Dimenzování teplé vody

Úsek	TEPLÁ VODA												potrubí z PPR									
	Jmenovitý výkon												Q ₀ [l/s]	d _n x s [mm] (DN)	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	I ^R [kPa]	Σζ [-]	Δp _f [kPa]	I ^R +Δp _f [kPa]	
	0.1-WC		0.2-Výlevka		0.2-Dřez		0.2-Umyvadlo		0.2-Sprcha		celkem											
od	do	přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem									
T1	T2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,5	2,56	2,41	6,170	6	6,780	12,950
T3	T4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,5	0,65	2,41	1,567	4	4,520	6,087
T4	T2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0,28	25x4,2	1,3	0,96	1,48	1,421	7,5	6,375	7,796
T2	T5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0,35	25x4,2	1,63	0,25	2,31	0,578	2	2,640	3,218
T5	T6	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0,35	25x4,2	1,63	3,15	2,31	7,277	1,5	1,98	9,257
T6	T7	0	0	0	0	1	2	1	2	1	2	1	2	0,49	32x5,4	1,41	3,15	1,30	4,095	1,6	1,6	5,695
T7	T8	0	0	0	0	1	3	1	3	1	3	1	3	0,60	40x6,7	1,1	1,10	0,59	0,649	0,6	0,366	1,015
T8	T9	0	0	1	1	0	3	0	3	0	3	0	3	0,63	40x6,7	1,16	11,90	0,64	7,616	1,5	1,005	8,621
T9	T10	0	0	0	1	6	9	6	9	6	9	6	9	1,06	50x8,4	1,26	5,94	0,56	3,326	3,1	2,511	5,837
T10	T11	0	0	0	1	3	12	3	12	3	12	3	12	1,22	50x8,4	1,42	2,46	0,72	1,771	2,1	2,142	3,913
T11	S13	0	0	0	1	0	12	0	12	0	12	0	12	1,22	50x8,4	1,42	4,02	0,72	2,894	14,1	14,382	17,276
S13	S14	3	3	0	1	0	12	0	12	0	12	0	12	1,23	50x8,4	1,43	2,04	0,73	1,489	1,5	1,545	2,301
S14	S12	9	12	0	1	0	12	0	12	0	12	0	12	1,26	50x8,4	1,46	3,59	0,77	2,764	2,1	2,268	5,032
S12	S15	0	12	0	1	0	12	0	12	0	12	0	12	1,26	50x4,6	0,96	4,6	0,28	1,288	0,7	0,216	1,504
												$\Delta p_{RF} = \Sigma(I^R + \Delta p_f)$										
												90,501										

POSOUZENÍ:

$$P_{dis} \geq P_{minifl} + \Delta p_e + \Sigma \Delta p_{VM} + \Sigma \Delta p_{ap} + \Delta p_{RF}$$

$$450 \geq 100 + 96,14 + 23 + 0 + 90,501 = 309,641 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} = \frac{9,8 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 96,14 \text{ kPa}$$

2.1.3.3. Dimenzování požární vody

Vnitřní rozvod potrubí je navrženo z ocelového pozinkovaného potrubí.

2 hadicové systémy – DN 25, průměr hadice mm, $Q_A = 1,0$ l/s

Tabulka 13 - Dimenzování požární vody

Úsek		Jmenovitý výt. QA [l/s]		Q ₀ [l/s]	d _s x s [mm] (DN)	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	I* _R [kPa]	ΣI [-]	Δp _F [kPa]	I* _R +Δp _F [kPa]
od	do	Přibývá	celkem									
P1	P2	1	1	1,0	32	1	6,6	1,03	6,798	2,5	1,8	8,598
P2	P3	1	2	2,0	50	1,5	17,96	1,76	31,6096	4,8	4,704	36,314
P3	S12	0	2	2,0	50	1,5	3,59	1,76	2,764	2,1	4,763	7,527
S12	S15	0	2	2,0	50x4,6	1,4	4,6	0,56	2,576	0,7	0,686	3,262
											$\Delta p_{RF} = \Sigma(I^*R + \Delta p_F)$	52,439

POSOUZENÍ:

$$P_{0,15} \geq P_{minFI} + \Delta p_e + \Sigma \Delta p_{VM} + \Sigma \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

$$450 \geq 200 + 98,10 + 23 + 0 + 52,439 = 373,539 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

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

$$\Delta p_e = \frac{10 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 98,10 \text{ kPa}$$

2.1.3.4. Dimenzování cirkulačního vody

Tabulka 14 - Dimenzování cirkulačního potrubí

Úsek		tl. izolace [mm]	vnější průměr [mm]	q_t [W/m]	l [m]	q [W]
od	do					
T11	T10	20	50	15,2	2,46	37,39
T10	T9	20	50	15,2	5,94	90,29
T9	T8	20	40	13,1	11,9	155,89
T8	T7	20	40	8,8	1,10	9,68
T7	T6	20	32	7,6	3,15	23,94
T6	C1	20	25	6,6	3,15	20,79
T9	T15	20	40	13,1	4,79	62,75
T15	T14	20	40	13,1	5,84	76,50
T14	T13	20	32	7,6	3,15	23,94
T13	C8	20	25	6,6	3,15	20,79
T15	T18	20	40	13,1	4,07	53,32
T18	T17	20	32	7,6	3,15	23,94
T17	C10	20	25	6,6	3,15	20,79
T10	T21	20	40	13,1	4,78	62,62
T21	T20	20	32	7,6	3,15	23,94
T20	C12	20	25	6,6	3,15	20,79
					$\Sigma q_c =$	727,358

Stanovení cirkulačního průtoku Q_c [l/s]:

$$Q_c = q_c / (4127 * \Delta t)$$

q_c – tepelná ztráta přívodního potrubí

Δt – rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí teplé vody z ohřivače a spojením přívodního potrubí s cirkulačním potrubí, obvykle se volí $\Delta t = 2K$

$$Q_c = 727,4 / (4127 * 2) = 0,088 \text{ l/s}$$

Tepelné ztráty všech úseků přívodního potrubí q_c [W]:

$$q_c = \sum q$$

Tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí q [W]:

$$q = l \cdot q_t$$

l – délka úseku přívodního potrubí (m) včetně délkových přírážek na neizolované armatury (1,6 m na každou neizolovanou armaturu) a upevnění potrubí (10 až 20 % délky tepelně izolovaného potrubí na upevnění potrubí, u kterého je izolace přerušena)

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

Rozdělení cirkulačních průtoků Q_a, Q_b [l/s]:

$$Q_a = Q \cdot q_a / (q_a + q_b)$$

$$Q_b = Q - Q_a$$

q_a a q_b - tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí (W), do kterých se rozděluje výpočtový průtok cirkulace teplé vody z předchozího úseku přívodního potrubí

Q_a a Q_b – výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích přívodního a jemu odpovídajícího cirkulačního potrubí (l/s) vzniklé rozdělením výpočtového průtoku cirkulace teplé vody Q z předchozího úseku potrubí

Q – výpočtový průtok cirkulace teplé vody (l/s) v přívodním nebo cirkulačním potrubí do nebo z dvou úseků, který se do těchto úseků rozdělí

Tabulka 15 - Dimenzování cirkulačního okruhu 1

Cirkulační potrubí - okruh 1										
Úsek		Q_c [l/s]	$d_a \times s$ [mm] (DN)	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	$l \cdot R$ [kPa]	$\Sigma \zeta$ [-]	Δp_f [kPa]	$l \cdot R + \Delta p_f$ [kPa]
od	do									
T11	T10	0,088	50x8,4	0,1	2,46	0,01	0,025	2,1	0,011	0,035
T10	T9	0,075	50x8,5	0,1	5,94	0,01	0,059	3,1	0,016	0,075
T9	T7	0,032	40x6,7	0,1	13	0,01	0,130	3,7	0,026	0,156
T7	T6	0,032	32x5,4	0,1	3,15	0,01	0,032	1,6	0,144	0,176
T6	C1	0,032	25x4,2	0,1	3,21	0,03	0,096	5,5	0,061	0,157
C1	C2	0,032	16x2,3	0,2	3,21	0,065	0,209	1,6	0,019	0,228
C2	C3	0,032	16x2,3	0,2	3,15	0,065	0,20475	1	0,018	0,223
C3	C4	0,032	20x3,4	0,21	12,06	0,1	1,206	7,9	0,158	1,364
C4	C5	0,075	25x4,2	0,35	6,47	0,15	0,971	1,5	0,098	1,068
C5	C6	0,088	25x4,2	0,39	5,65	0,19	1,074	3,6	0,288	1,362
									$\Delta p_{\text{ř}} =$	4,842

Tabulka 16 - Dimenzování cirkulačního okruhu 2

Cirkulační potrubí - okruh 2										
Úsek		Q _c [l/s]	d _a x s [mm] (DN)	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l*R [kPa]	Σζ [-]	Δp _f [kPa]	l*R+Δp _f [kPa]
od	do									
T11	T10	0,088	50x8,4	0,1	2,46	0,01	0,025	2,1	0,011	0,035
T10	T9	0,075	50x8,4	0,1	5,94	0,01	0,059	3,1	0,016	0,075
T9	T15	0,043	50x8,4	0,1	4,79	0,01	0,048	2,5	0,013	0,060
T15	T14	0,023	40x6,7	0,1	5,83	0,01	0,058	1,6	0,008	0,066
T14	T13	0,023	32x5,4	0,1	3,15	0,01	0,032	4,2	0,021	0,053
T13	C10	0,023	25x4,2	0,1	3,21	0,01	0,032	5,5	0,028	0,060
C10	C9	0,023	16x2,3	0,1	3,21	0,054	0,173	1,6	0,008	0,181
C9	C8	0,023	16x2,3	0,1	3,15	0,054	0,170	1	0,005	0,175
C8	C7	0,023	16x2,3	0,1	5,83	0,054	0,315	7,3	0,0365	0,351
C7	C4	0,043	20x3,4	0,33	4,82	0,16	0,771	2,5	0,0875	0,859
C4	C5	0,075	25x4,2	0,35	6,47	0,15	0,971	1,5	0,098	1,068
C5	C6	0,088	25x4,2	0,39	5,65	0,19	1,074	3,6	0,288	1,362
									Δp_{RE}=	4,345

Tabulka 17 - Dimenzování cirkulačního okruhu 3

Cirkulační potrubí - okruh 3										
Úsek		Q _c [l/s]	d _a x s [mm] (DN)	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l*R [kPa]	Σζ [-]	Δp _f [kPa]	l*R+Δp _f [kPa]
od	do									
T11	T10	0,088	50x8,4	0,1	2,46	0,01	0,025	2,1	0,011	0,035
T10	T9	0,075	50x8,4	0,1	5,94	0,01	0,059	3,1	0,016	0,075
T9	T15	0,043	50x8,4	0,1	4,79	0,01	0,048	2,5	0,013	0,060
T15	T18	0,019	40x6,7	0,1	4,07	0,01	0,041	4,2	0,021	0,062
T18	T17	0,019	32x5,4	0,1	3,15	0,01	0,032	1,6	0,008	0,040
T17	C13	0,019	25x4,2	0,1	3,21	0,01	0,032	5,5	0,028	0,060
C13	C12	0,019	16x2,3	0,1	3,21	0,052	0,167	1,6	0,008	0,175
C12	C11	0,019	16x2,3	0,1	3,15	0,052	0,164	1	0,005	0,169
C11	C7	0,019	16x2,3	0,1	3,95	0,052	0,205	6,4	0,032	0,237
C7	C4	0,043	20x3,4	0,33	4,82	0,16	0,771	2,5	0,088	0,859
C4	C5	0,075	25x4,2	0,35	6,47	0,15	0,971	1,5	0,098	1,068
C5	C6	0,088	25x4,2	0,39	5,65	0,19	1,074	3,6	0,288	1,362
									Δp_{RE}=	4,201

Tabulka 18 - Dimenzování cirkulačního okruhu 4

Cirkulační potrubí - okruh 4										
Úsek		Q _c [l/s]	d _a x s [mm] (DN)	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l*R [kPa]	Σζ [-]	Δp _f [kPa]	l*R+Δp _f [kPa]
od	do									
T11	T10	0,088	50x8,4	0,1	2,46	0,01	0,025	2,1	0,011	0,035
T10	T21	0,013	40x6,7	0,1	4,79	0,01	0,048	4,3	0,022	0,069
T21	T20	0,013	32x5,4	0,1	3,15	0,01	0,032	1,6	0,008	0,040
T20	C16	0,013	25x4,2	0,1	3,21	0,01	0,032	5,5	0,028	0,060
C16	C15	0,013	16x2,3	0,1	3,21	0,045	0,144	1,6	0,008	0,152
C15	C14	0,013	16x2,3	0,1	3,15	0,045	0,142	1	0,005	0,147
C14	C5	0,013	16x2,3	0,1	3,92	0,045	0,176	4,9	0,0245	0,201
C5	C6	0,088	25x4,2	0,39	5,65	0,19	1,074	3,6	0,864	1,938
									Δp_{RE}=	2,641

2.1.4. Návrh cirkulačního čerpadla

Stanovení dopravní výšky cirkulačního čerpadla H [m]:

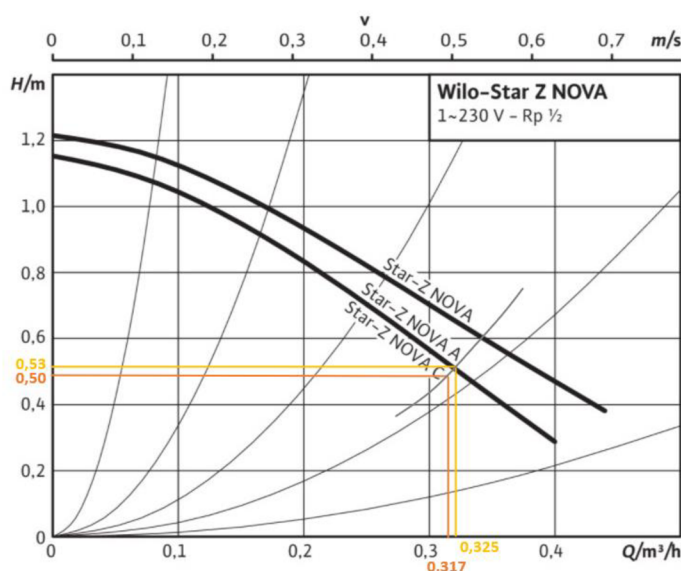
$$H = 0,1033 * (\Delta p_{RF} + \Sigma \Delta p_{Ap})$$

Δp_{RF} – tlakové ztráty v přívodním i cirkulačním potrubí teplé vody nejdelšího okruhu

$\Sigma \Delta p_{Ap}$ – součet tlakových ztrát napojených zařízení

$$H = 0,1033 * (4,842 + 0) = 0,50\text{m}$$

Návrh čerpadla Wilo-Star Z NOVA A.



Graf 3 - Graf křivky čerpadla na cirkulační vodu

2.1.5. Návrh regulačního ventilu

Tlakové ztráty okruhů:

1-2: 0,098 kPa - nenavrhují ventil

1-3: 0,169 kPa - nenavrhují ventil

1-4: 2,600 kPa - navrhují smyčkový regulační ventil Oventrop hydrocontrol VTR DN15 (nastavení na 3,9)

2.1.6. Velikost tepelné izolace

Tepelná izolace TV a TV-C je navržena podle vyhlášky č. 193/2007 Sb., která v § 5 udává předpisy pro tepelnou izolaci zařízení pro rozvod tepelné energie a vnitřní rozvod tepelné energie pro vytápění a technologické účely a pro rozvod teplé vody.

(4) Na všech vnitřních rozvodech musí být instalována tepelná izolace, pokud nejsou určeny k vytápění nebo temperování okolního prostoru, s výjimkou týkající se kondenzátních potrubí a nádrží.

(5) Izolace armatur a přírub se provádí jako snímatelná. Izolace se nepožaduje u armatur, kde by to ohrožovalo jejich funkci nebo podstatně ztěžovalo manipulaci s nimi.

(6) Minimální tloušťka tepelné izolace armatur se volí stejná jako u potrubí téhož jmenovitého průměru.

(11) U vnitřních rozvodů plastových a měděných se tloušťka tepelné izolace volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN.

Je použita tepelná izolace MIRELON PRO.

Tabulka 19 - Tepelná izolace rozvodů studené vody [6]

Uložení potrubí	Tloušťka izolace [mm] 1)
Volně - vytápěný prostor (okolní teplota do 25 °C)	4
Volně - vytápěný prostor (okolní teplota nad 25 °C)	9
Pouze potrubí SV v instalačních šachtách, drážkách, kanálech, apod.	9
Potrubí SV vedené souběžně s TV a TV-C	13
Potrubí SV společně s potrubím ÚT nebo v kotelnách, předávacích stanicích apod.	19

¹⁾ Platí pro součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,047 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Tabulka 20 - Přibližná hodnota tloušťky izolace na potrubí teplé a cirkulační vody [6]

DN potrubí teplé a cirkulační vody	Tloušťka izolace [mm]
≤ 20 mm	20
20 - 50 mm	DN potrubí

Tepelná izolace bude použita v několika vrstvách. V místě podélného spoje budou vrstvy izolace přelepeny páskou a poslední vrstva bude každých 0,5 m stažena plastovou stahovací sponou.

2.1.7. Návrh vodoměru

Bytový vodoměr

Návrh vodoměru Sensus 420 DN15

$$Q_{\min} = 12 \text{ l/h}$$

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

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_{\min} < Q_D$$

$$Q_D = 0,1 \text{ l/s} = 360 \text{ l/h}$$

$$12 \text{ l/h} < 360 \text{ l/h} - \text{vyhovuje}$$

Posouzení na maximální průtok:

$$Q_{\max} > Q_D$$

$$Q_D = 0,36 \text{ l/s} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$3 \text{ m}^3/\text{h} > 1,3 \text{ m}^3/\text{h} - \text{vyhovuje}$$

Určení tlakové ztráty vodoměru:

$$\text{Průtok: } 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Tlaková ztráta: } 13 \text{ kPa}$$

Domovní vodoměr

Návrh vodoměru Sensus 420 DN30

$$Q_1 = 30 \text{ l/h}$$

$$Q_4 = 12,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_1 < Q_D$$

$$Q_D = 0,1 \text{ l/s} = 360 \text{ l/h}$$

30 l/h < 360 l/h – vyhovuje

Posouzení na maximální průtok:

$$Q_4 > Q_D$$

$$Q_D = 1,26 \text{ l/s} = 4,54 \text{ m}^3/\text{h}$$

12 m³/h > 4,54 m³/h – vyhovuje

Určení tlakové ztráty vodoměru:

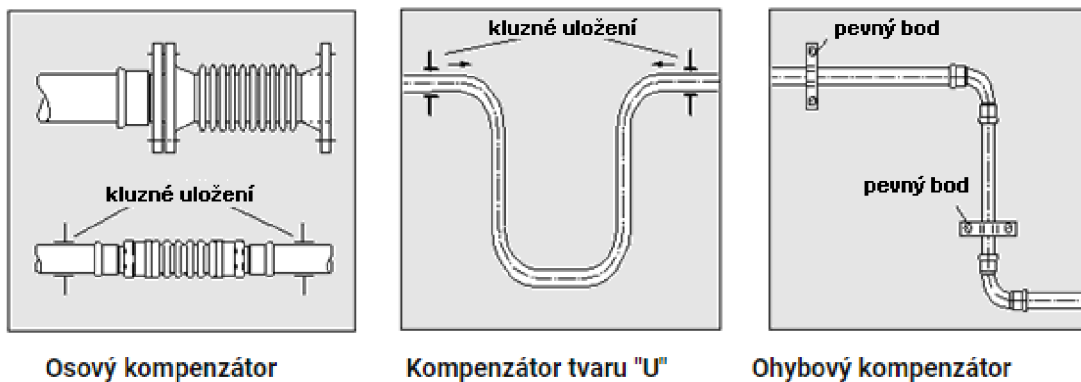
Průtok: 4,54 m³/h

Tlaková ztráta: 10 kPa

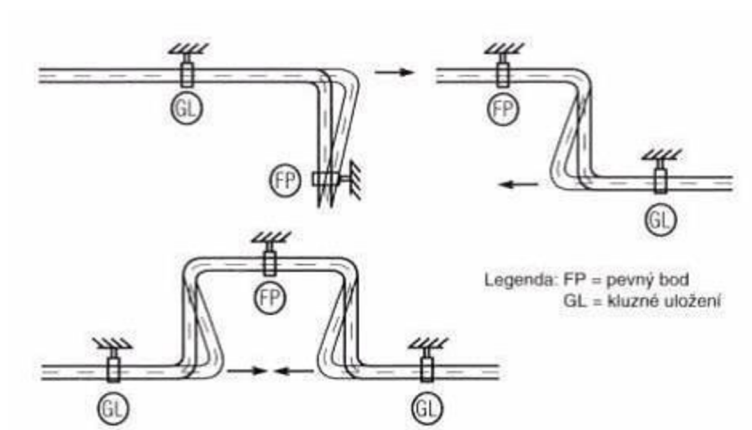
2.1.8. Výpočet kompenzačních délek potrubí teplé vody

Výpočet kompenzátorů je proveden pro potrubí teplé vody dle montážního předpisu výrobce. Při žádné či nesprávné kompenzaci vzniknou ve stěnách trubek tlaková a tahová napětí, která zkracují životnost potrubí.

Potrubí se upevňuje pomocí pevných bodů, které zamezí posuvu trubek a kluzných uložení umožňující posuv trubek. Tepelná roztažnou se může tedy kompenzovat pomocí vychýlení ohybového ramene či využití ohybových “U” kompenzátorů a smyčkových kompenzátorů.



Obrázek 7 - Druhy kompenzátorů [18]



Obrázek 8 - Příklad řešení kompenzaci ohybem [19]

Velikost prodloužení Δl [mm]:

$$\Delta l = \alpha * l_o * \Delta t$$

α – součinitel teplotní roztažnosti PPR [mm/mK]

l_o – kompenzační výpočtová délka

Δt – rozdíl teploty při montáži a teploty média nebo rozdíl teplot studené a teplé vody [K]

Volná kompenzační délka L_s [mm]:

$$L_B = C * \sqrt{(D * \Delta l)}$$

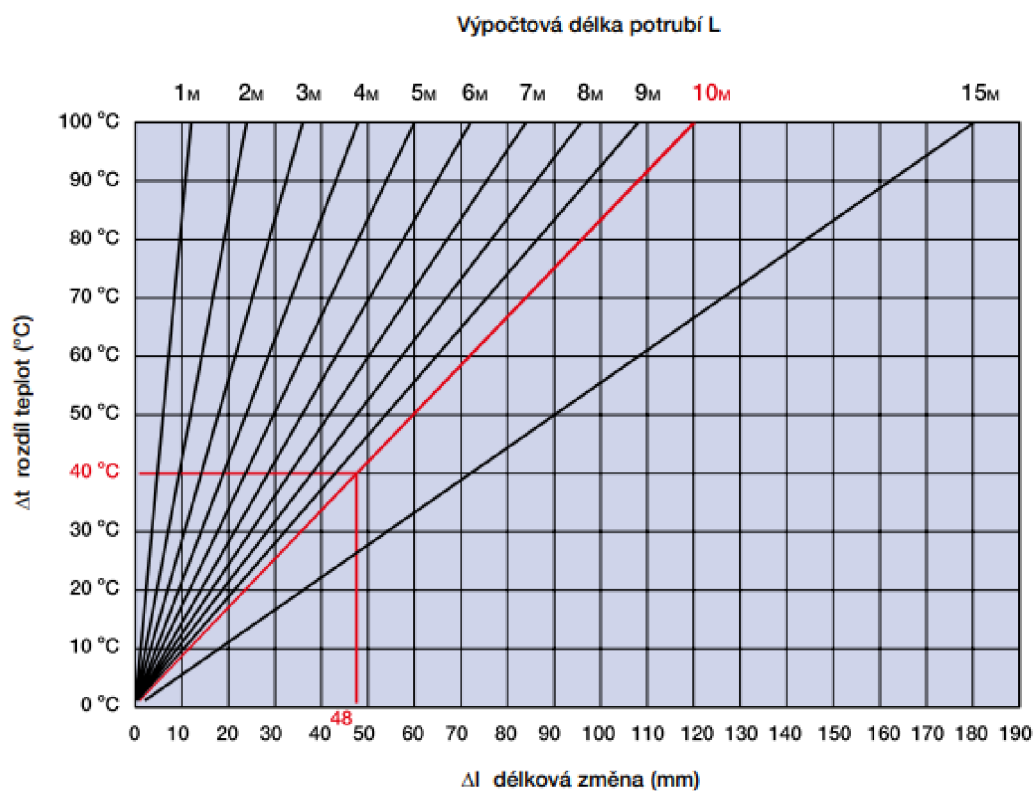
C – materiálová konstanta dle tabulky [-]

D – vnější průměr potrubí [mm]

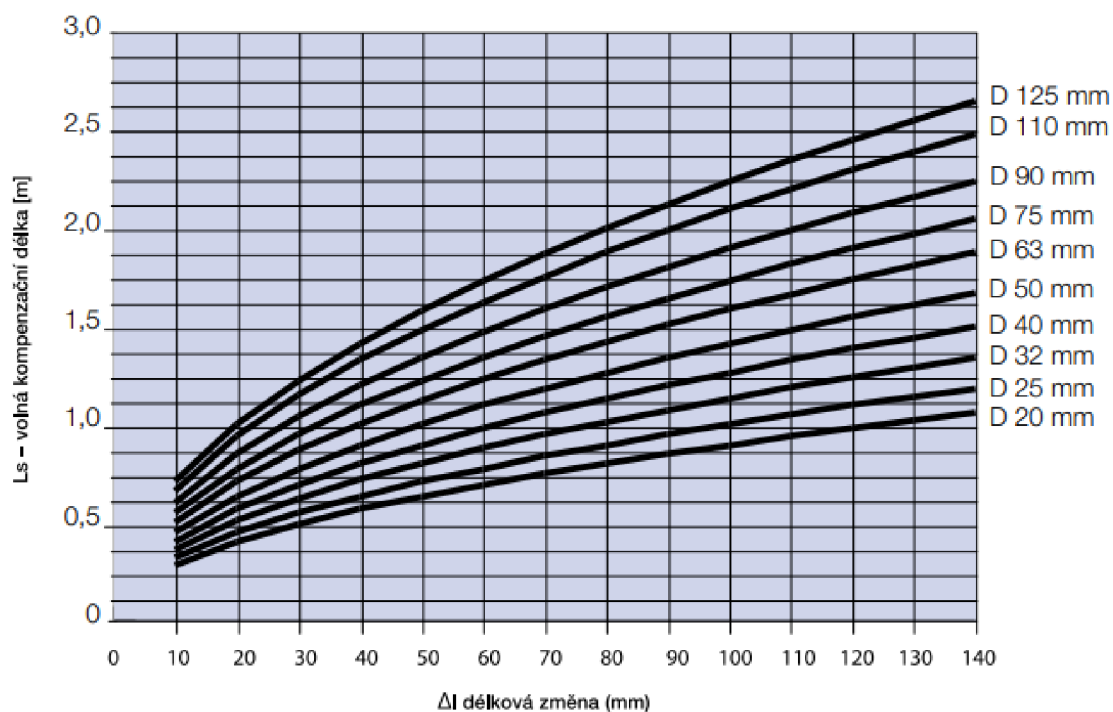
Tabulka 21 - Výpočet tepelné roztažnosti potrubí

Úsek	Délka úseku L [m]	Vnější průměr potrubí D [mm]	Délková změna Δl [mm]	Volná kompenzační délka L_B [mm]
r-1	0,75	50	5,06	318
l-k	1,38	50	9,32	432
r-2	3,18	50	21,47	655
2-r	2,21	40	14,92	489
r-3	4,10	32	27,68	595
3-r	3,44	25	23,22	482
r-4	4,93	50	33,28	816
4-r	5,53	40	37,33	773
r-5	1,34	40	9,05	380
5-k	3,90	40	26,33	649
k-6	4,10	32	27,68	595
6-r	3,44	25	23,22	482
k-7	2,72	50	18,36	606
7-k	2,46	50	16,61	576
r-8	4,10	32	27,68	595
8-r	3,44	25	23,22	482
r-9	3,18	40	21,47	586
9-r	3,43	40	23,15	609
r-10	4,10	32	27,68	595
10-r	3,44	25	23,22	482

Pevné body cirkulace jsou navrženy dle montážního předpisu. Hodnoty délkové změny Δl a hodnoty kompenzační délky L_s byly odečteny z grafu.



Graf 4 - Délkové prodloužení potrubí PPR, s příkladem $L=10\text{ m}$ a $\Delta t=40\text{ °C}$ [21]



Graf 5 - Stanovení kompenzační délky L_s [21]

2.2. Kanalizace

2.2.1. Dimenzování kanalizačního potrubí

Průtok splaškových vod Q_{ww} [l/s]:

$$Q_{ww} = K * \sqrt{(\Sigma DU)}$$

K – součinitel odtoku ($0,5 \text{ l}^{0,5}/\text{s}^{0,5}$)

ΣDU – součet výtokových odtoků

Jednotlivé výpočtové odtoky DU:

0,5 – umyvadlo

0,8 – kuchyňský dřez

2,0 – záchodová mísa s nádržkovým splachovačem o objemu 6,0 l

0,6 – sprchová mísa bez zátky

1,5 – podlahová vpust' DN 70

2,5 – keramická výlevka s nádržkovým splachovačem o objemu 9,0 l

2.2.2. Dimenzování přípojovacího splaškového potrubí

$$Q_{ww1} = 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50 \text{ (} Q_{\text{max}} = 0,8 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww2} = 0,6 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50 \text{ (} Q_{\text{max}} = 0,8 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww3} = 0,5 * \sqrt{(0,8 + 0,6)} = 0,59 \text{ l/s} \rightarrow \text{min. } 0,8 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50 \text{ (} Q_{\text{max}} = 0,8 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww4} = 0,5 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 50 \text{ (} Q_{\text{max}} = 0,5 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww5} = 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 110 \text{ (} Q_{\text{max}} = 2,5 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww13} = 1,5 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN/OD } 110 \text{ (} Q_{\text{max}} = 2,5 \text{ l/s)}$$

2.2.3. Dimenzování odpadního splaškového potrubí

$$Q_{ww6} = 0,5 * \sqrt{(0,8+0,6+0,5+2,0)} = 0,99 \text{ l/s} \rightarrow \text{min. } 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 110 (} Q_{\text{max}} = 5,2 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww7} = 0,5 * \sqrt{(0,8+0,6+0,5*2+2,0)} = 1,05 \text{ l/s} \rightarrow \text{min. } 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 110 (} Q_{\text{max}} = 5,2 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww8} = 0,5 * \sqrt{((0,8+0,6+0,5+2,0)*2)} = 1,4 \text{ l/s} \rightarrow \text{min. } 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 110 (} Q_{\text{max}} = 5,2 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww9} = 0,5 * \sqrt{((0,8+0,6+0,5+2,0)*2+0,5)} = 1,44 \text{ l/s} \rightarrow \text{min. } 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 110 (} Q_{\text{max}} = 5,2 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww10} = 0,5 * \sqrt{((0,8+0,6+0,5+2,0)*3)} = 1,71 \text{ l/s} \rightarrow \text{min. } 2,0 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 110 (} Q_{\text{max}} = 5,2 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww11} = 0,5 * \sqrt{((0,8+0,6+0,5+2,0)*6)} = 2,42 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 110 (} Q_{\text{max}} = 5,2 \text{ l/s)}$$

$$Q_{ww12} = 0,5 * \sqrt{((0,8+0,6+0,5+2,0)*6+2,5)} = 2,54 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 110 (} Q_{\text{max}} = 5,2 \text{ l/s)}$$

2.2.4. Dimenzování svodného splaškového potrubí

$$S1-S3' - 2,54 \text{ l/s} \rightarrow 110 \text{ PVG KG (sklon } 2 \% \text{) } Q_{\text{max}} = 5,9 \text{ l/s}$$

$$S3-S3' - 2,42 \text{ l/s} \rightarrow 110 \text{ PVG KG (sklon } 2 \% \text{) } Q_{\text{max}} = 5,9 \text{ l/s}$$

$$S2-S2' - 1,5 \text{ l/s} \rightarrow 110 \text{ PVG KG (sklon } 2 \% \text{) } Q_{\text{max}} = 5,9 \text{ l/s}$$

$$S3'-S2' - 3,51 \text{ l/s} \rightarrow 125 \text{ PVG KG (sklon } 2 \% \text{) } Q_{\text{max}} = 9,6 \text{ l/s}$$

$$S2'-S1' - 3,56 \text{ l/s} \rightarrow 125 \text{ PVG KG (sklon } 2 \% \text{) } Q_{\text{max}} = 9,6 \text{ l/s}$$

$$\text{Přípojka} - 3,56 \text{ l/s} \rightarrow 160 \text{ PVG KG (sklon } 2 \% \text{) } Q_{\text{max}} = 18,2 \text{ l/s}$$

2.2.5. Dimenzování odpadního dešťového potrubí

Průtok srážkových vod Q_r [l/s]:

$$Q_r = i * A * C$$

i = intenzita deště (0,03 l/s.m²)

A = půdorysný průmět odvodňované plochy

C = součinitel odtoku srážkových vod

$$Q_{r1} = 0,03 \cdot 42,42 \cdot 1,0 = 1,27 \text{ l/s}$$

$$Q_{r2} = 0,03 \cdot 30,23 \cdot 1,0 = 0,91 \text{ l/s}$$

$$Q_{r3} = 0,03 \cdot 27,80 \cdot 1,0 = 0,83 \text{ l/s}$$

$$Q_{r4} = 0,03 \cdot 43,33 \cdot 1,0 = 1,30 \text{ l/s}$$

$$Q_{r5} = 0,03 \cdot 29,02 \cdot 1,0 = 0,87 \text{ l/s}$$

$$Q_{r6} = 0,03 \cdot 14,67 \cdot 1,0 = 0,44 \text{ l/s}$$

$$Q_{r7} = 0,03 \cdot 33,69 \cdot 1,0 = 1,01 \text{ l/s}$$

$$Q_{r1} = 1,27 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 (návrh} \rightarrow \text{DN 100)}$$

$$Q_{r2} = 0,91 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 (návrh} \rightarrow \text{DN 100)}$$

$$Q_{r3} = 0,83 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 (návrh} \rightarrow \text{DN 100)}$$

$$Q_{r4} = 1,30 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 (návrh} \rightarrow \text{DN 100)}$$

$$Q_{r5} = 0,87 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 (návrh} \rightarrow \text{DN 100)}$$

$$Q_{r6} = 0,44 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 (návrh} \rightarrow \text{DN 100)}$$

$$Q_{r7} = 1,01 \text{ l/s} \rightarrow \text{DN 70 (návrh} \rightarrow \text{DN 100)}$$

2.2.6. Dimenzování svodného dešťového potrubí

$$D1-D1' = 1,27 \text{ l/s} \rightarrow 110 \text{ PVG KG (sklon 10 \%)}$$

$$D2-D3' = 0,91 \text{ l/s} \rightarrow 110 \text{ PVG KG (sklon 3 \%)}$$

D3-D3' = 0,83 l/s → 110 PVG KG (sklon 10 %)

D4-D5' = 1,30 l/s → 110 PVG KG (sklon 3 %)

D5-D7' = 0,87 l/s → 110 PVG KG (sklon 2 %)

D6-D6' = 0,44 l/s → 110 PVG KG (sklon 2 %)

D7-D7' = 1,01 l/s → 110 PVG KG (sklon 2 %)

D3'-D2' - 1,74 l/s → 110 PVG KG (sklon 2 %) $Q_{\max} = 4,2$ l/s

D7'-D6' - 1,88 l/s → 110 PVG KG (sklon 2 %) $Q_{\max} = 4,2$ l/s

D6'-D5' - 2,32 l/s → 110 PVG KG (sklon 2 %) $Q_{\max} = 4,2$ l/s

D5'-D4' - 3,62 l/s → 110 PVG KG (sklon 2 %) $Q_{\max} = 4,2$ l/s

D4', D2'-D1' - 6,63 l/s → 125 PVG KG (sklon 2 %) $Q_{\max} = 6,8$ l/s

Přípojka – 6,63 l/s → 160 PVG KG (sklon 2 %) $Q_{\max} = 22,3$ l/s

2.2.7. Návrh retenční nádrže

Regulovaný odtok srážkových vod z retenční nádrže Q_o [l/s]:

$$Q_o = A * Q_{st} / 10000$$

Q_{st} – stanovený odtok srážkových vod z celé nemovitosti [l/s*ha], který stanoví provozovatel kanalizace pro veřejnou potřebu

A – půdorysný průmět odvodňované plochy celé nemovitosti [m²]

$$Q_o = 1801,08 * 10 / 10000 = 1,801 \text{ l/s}$$

Retenční objem retenční dešťové nádrže V_r [m³]:

$$V_r = 0,001 * w * h_d * (A_{red} + A_r) - 0,001 * Q_o * t_c * 60$$

w – součinitel stoletých srážek ($w = 1,00$)

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

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

A_r – plocha hladiny retenční dešťové nádrže [m^2] (uvažuje se jen u povrchových retenčních dešťových nádrží)

Q_o – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže [l/s]

t_c – doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodicity p

$$V_r = 0,001 * 1 * h_d * (688,51+0) - 0,001 * 1,801 * t_c * 60$$

Tabulka 22 - Výpočet objemu retenční nádrže

Doba trvání srážky	Výpočet retenční nádrže V_{vz}	Retenční objem V_{vz} [m^3]
5	$V_{vz}=0,001*1*12*(688,51+0)-0,001*1,801*5*60$	7,72
10	$V_{vz}=0,001*1*18*(688,51+0)-0,001*1,801*10*60$	11,31
15	$V_{vz}=0,001*1*21*(688,51+0)-0,001*1,801*15*60$	12,84
20	$V_{vz}=0,001*1*23*(688,51+0)-0,001*1,801*20*60$	13,67
30	$V_{vz}=0,001*1*25*(688,51+0)-0,001*1,801*30*60$	13,97
40	$V_{vz}=0,001*1*27*(688,51+0)-0,001*1,801*40*60$	14,27
60	$V_{vz}=0,001*1*29*(688,51+0)-0,001*1,801*60*60$	13,48
120	$V_{vz}=0,001*1*35*(688,51+0)-0,001*1,801*120*60$	11,13
240	$V_{vz}=0,001*1*39*(688,51+0)-0,001*1,801*240*60$	0,92
360	$V_{vz}=0,001*1*44*(688,51+0)-0,001*1,801*360*60$	-8,61
480	$V_{vz}=0,001*1*49*(688,51+0)-0,001*1,801*480*60$	-18,13
600	$V_{vz}=0,001*1*50*(688,51+0)-0,001*1,801*600*60$	-30,41
720	$V_{vz}=0,001*1*51*(688,51+0)-0,001*1,801*720*60$	-42,69
1080	$V_{vz}=0,001*1*54*(688,51+0)-0,001*1,801*1080*60$	-79,53
1440	$V_{vz}=0,001*1*55*(688,51+0)-0,001*1,801*1440*60$	-117,74
2880	$V_{vz}=0,001*1*73*(688,51+0)-0,001*1,801*2880*60$	-260,95
4320	$V_{vz}=0,001*1*85*(688,51+0)-0,001*1,801*4320*60$	-408,30

Retenční nádrž od firmy Hydroplast o objemu 15 m³ a má rozměry 3000 x 2500 x 2000 mm.

2.3. Plynovod

Vnitřní plynovod bude zásobovat spotřebiče zemním plynem, které jsou 2 plynové kotle v technické místnosti 1S17. Plynové kotle jsou navrženy tak aby pokryly tepelné ztráty budovy, které činí 12,06 kW, a výkon topné vložky 20,73kW.

Plynové spotřebiče

Plynový kotel v provedení C BOSCH Condens 2300i 15 kW, 1,76 m³/h 1 ks

Plynový kotel v provedení C BOSCH Condens 8700i 30 kW, 3,53 m³/h 1 ks

2.3.1. Dimenzování plynovodu

Redukovaný odběr plynu V_r [m³/h]:

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

V_1 – součet objemových průtoků spotřebičů pro přípravu pokrmů

V_2 – součet objemových průtoků lokálních topidel a zásobníkových ohřivačů vody

V_3 – součet objemových průtoků všech kotlů včetně kotlů kombinovaných

V_4 – součet objemových průtoků všech technologických plynových spotřebičů a plynových spotřebičů ve velkokuchyních

K_1 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_1 ($K_1 = 0,9 * n^{-0,6}$)

K_2 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_2 ($K_2 = n^{-0,35}$)

K_3 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_3 ($K_3 = 0,95 * n^{-0,32}$; v tomto případě $K_3 = 1$, protože vytápění i příprava teplé vody může v zimě probíhat současně)

K_4 – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_4 , který se stanovuje individuálně.

n – počet spotřebičů, které jsou zásobovány plynem z příslušného úseku potrubí.

$$V_r = 1 \cdot (1,76 + 3,53) = 5,29 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.3.1.1. Dimenze vnitřního plynovodu:

Ztráta tlaku v ležatém potrubí Δp_L [Pa/m]:

$$\Delta p_L = \Delta p_c / (L + \Sigma l_e)$$

Δp_c – celková ztráta tlaku v ležatém potrubí v Pa (dovolená hodnota $\Delta p_c = 100$ Pa)

L – skutečná délka ležatého potrubí v m, tj. délka od hlavního uzávěru plynu až k nejbližšímu spotřebiči (bez stoupacího vedení)

Σl_e – součet ekvivalentních délkových přírůžek pro tvarovky a armatury v m

$$\Sigma l_e = 0,7 \cdot 12 + 0,5 + 0,4 + 0,5 \cdot 3 = 10,8 \text{ m}$$

$$\Delta p_L = 100 / (17,26 + 10,8) = 3,56 \text{ Pa/m} \rightarrow 3 \text{ Pa/m}$$

Tabulka 23 - Objemové průtoky zemního plynu a ztráty tlaku [20]

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

1) U měděného a polyetylénového potrubí se jedná o vnitřní průměr v mm.

Tabulka 24 - Výpočet dimenzí plynovodního potrubí

ÚSEK	V _r [m ³ /h]	L [m]	DN _{OCEL}
A	1,76	1,18	20
B	3,53	0,6	25
C	5,29	17,22	32

Výpočet akumulčního prostoru V_o [m³]:

$$V_o = V_r / (a * (1 + p_2/100000))$$

V_r – redukovaný odběr plynu [m³/h]

p₂ – výstupní přetlak za regulátorem tlaku [Pa]

a – konstanta (0–100 % → a = 360)

$$V_o = 5,29 / (360 * (1 + 2000/100000)) = 0,0144 \text{ m}^3$$

Skutečný objem plynovodu [m³]:

Tabulka 25 - Výpočet skutečného objemu plynovodu

ÚSEK	V _r [m ³ /h]	L [m]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	DNOCEL
A	1,76	1,18	0,00037	0,0004366	20
B	3,53	0,6	0,00049	0,000294	25
C	5,29	17,22	0,00080	0,013776	32
				Σ 0,014506	

Posouzení akumulčního prostoru:

$$0,0145 \text{ m}^3 \geq 0,0144 \text{ m}^3 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

2.3.2. Dimenzování plynoměru a regulátoru tlaku

Dimenzování regulátoru tlaku:

$$B6 \rightarrow 5,29 \text{ m}^3/\text{h} \leq 6,0 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Dimenzování plynoměru:

$$G4 \rightarrow \text{max. průtok } 6 \text{ m}^3/\text{h} \geq 5,29 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

min. průtok $0,04 \text{ m}^3/\text{h} \leq 1,76 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow$ vyhovuje

2.3.3. Dimenzování střednětlaké plynovodní přípojky

Vnitřní průměr přípojky D [mm]:

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

K – konstanta, pro zemní plyn K = 13,8

V_r – redukovaný odběr plynu [m^3/h]

L_e – ekvivalentní délka plynovodní přípojky [m]

p_z – přetlak na začátku přípojky [kPa] (pro STL: $p_z = 100 \text{ kPa}$)

p_k – přetlak na konci přípojky [kPa] (pro STL: $p_k = 95 \text{ kPa}$)

$$D = 13,8 * \sqrt[4,8]{\frac{5,29^{1,82} * 11,3}{(100+100)^2 - (95+100)^2}} = 8,85 \text{ mm} \rightarrow \text{pro STL návrh: } 25 \times 2,3 \text{ mm}$$

Posouzení vnitřního průměru:

Pro STL plynovodní přípojku navrhuji potrubí HDPE 100 SDR 11 – 25x2,3 mm (D = 20,4 mm). Vnější domovní NTL plynovod navrhuji z potrubí HDPE 100 SDR 11 – 40x3,7 (D = 32,6 mm)

$\emptyset 20,4 \geq 8,85 \text{ mm} \rightarrow$ vyhovuje

Posouzení rychlosti STL přípojky [m/s]:

$$v = \frac{4 * V_{skut}}{\pi * d^2}$$

V_{skut} – skuteční průtok plynu přípojkou v m^3/s

d – navržený vnitřní průmět potrubí plynovodní přípojky

$$v = \frac{4 \cdot 7,36 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,0204^2} = 2,25 \text{ m/s} \leq 20 \text{ m/s} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Maximální rychlost proudění u STL přípojek je 20 m/s.

Skutečný průtok plynu přípojkou V_{skut} [m³/h]:

$$V_{skut} = \frac{V_r}{p + p_{abs}}$$

V_r – redukovaný odběr plynu m³/h

p_{abs} – absolutní tlak plynu v přípojce v barech

p – tlak dle druhu přípojky

$$V_{skut} = \frac{5,29}{1+1} = 2,65 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 7,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h}$$

2.3.4. Posouzení umístění plynových zařízení

Posouzení plynových kotlů pro vytápění a přípravu TV:

Kotle BOSCH Condens 2300i a BOSCH Condens 8700i jsou spotřebiče typu „C“, proto není třeba posouzení.

C. PROJEKT

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

1.1. Úvod

Akce:	Novostavba ubytovacího zařízení v Kojetíně
Místo:	ul. Přerovská 621, parc.7287 č. Kojetín
Investor:	Lubomír Novák, Sladovní 40, Kojetín
Stupeň:	Dokumentace pro provedení stavby
Datum:	5/2022
Vypracovala:	Justine Sonja Otavová

Jde o novostavbu ubytovacího zařízení s dvanácti ubytovacími jednotkami. Projekt řeší vnitřní kanalizaci, vodovod, plynovod a jejich napojení na stávající inženýrské sítě na ulici Přerovská ve městě Kojetín. Jedná se o třípodlažní podsklepený zděný objekt. V 1.S se nachází 12 sklepních kójí, technická a úklidová místnost a kolárna. V 1.NP, 2.NP, 3.NP se nacházejí 4 jednotky na ubytování. Jako podklad pro vypracování byla poskytnuta projektová dokumentace stavební části od vedoucího Bakalářské práce.

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

1.2. Bilance potřeb

1.2.1. Potřeba studené pitné vody

Počet osob: $n = 24$

Specifická potřeba vody pro ubytovací zařízení: $q = 123,3 \text{ l/os.den}$

Průměrná denní potřeba vody Q_p [l/den]:

$$Q_p = q * n$$

$$Q_p = 123,3 * 24 = 2959,2 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody Q_m [l/den]:

$$Q_m = Q_p * k_d$$

$$Q_m = 2959,2 * 1,5 = 4438,8 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba vody: Q_h [l/hod]:

$$Q_h = (Q_m / 24) * k_h$$

$$Q_h = (4438,8 / 24) * 5 = 924,7 \text{ l/h}$$

Roční potřeba pitné vody Q_r [l/rok]

$$Q_r = q_{rok} * n$$

$$Q_r = 45 * 24 = 1080 \text{ m}^3/\text{rok}$$

1.2.2. Produkce odpadních vod

Průměrný denní přítok Q_p [l/den]:

$$Q_p = q * n$$

$$Q_p = 123,3 * 24 = 2959,2 \text{ l/den}$$

Maximální hodinový přítok Q_h [l/hod]:

$$Q_h = (Q_m * k_h) / 24$$

$$Q_h = (4438,8 * 7,38) / 24 = 1364,9 \text{ l/h}$$

1.2.3. Potřeba teplé vody

Počet osob: $n = 24$

Průměrná denní potřeba teplé vody: $q = 40 \text{ l/os.den}$

Denní potřeba teplé vody Q_p [l/den]:

$$Q_p = q * n$$

$$Q_p = 40 * 24 = 960 \text{ l/den}$$

2. PŘÍPOJKY

2.1. Kanalizační přípojka

2.1.1. Kanalizační přípojka pro splaškovou vodu

Objekt bude odkanalizován do stávající oddílné kameninové stoky DN/ID 300 pod cestou před objektem na ulici Přerovská.

Pro odvod splaškových vod z budovy bude vybudována nová kanalizační přípojka z materiálu PVC KG DN/OD 160. Průtok odpadní vod přípojkou je 3,56 l/s. Přípojka bude napojená na stoku jádrovým vývrtem. Hlavní vstupní šachta Tegra 1000 NG s průměrem 1000 mm od firmy Wavin a s průměrem litinového poklopu 600 mm, je umístěna před objektem 1,0 m od hranice na soukromém pozemku investora.

Přípojka je uložena na pískovém podsypu o výšce 150 mm ve sklonu 2 ‰ a dále od vrchní hrany přípojky bude zasypána 300 mm pískem.

2.1.2. Kanalizační přípojka pro dešťovou vodu

Objekt bude odkanalizován do stávající oddílné kameninové dešťové stoky DN/ID 500 pod cestou před objektem na ulici Přerovská.

Pro odvod dešťové vody z budovy bude vybudována nová kanalizační přípojka z materiálu PVC KG DN/OD 160. Průtok dešťových vod přípojkou je 6,63 l/s. Přípojka bude napojená na stoku jádrovým vývrtem. Hlavní vstupní šachta Tegra 1000 NG s průměrem 1000 mm od firmy Wavin a s průměrem litinového poklopu 600 mm, je umístěna 1 m za hranicí pozemku na pozemku investora.

Odtok srážkových vod je regulován pomocí retenční dešťové nádrže se zařízením pro regulaci odtoku (viz. odstavec retenční nádrž).

Přípojka je uložena na pískovém podsypu o výšce 150 mm ve sklonu 2 ‰ a dále od vrchní hrany přípojky bude zasypána 300 mm pískem.

2.2. Vodovodní přípojka

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudovaná nová vodovodní přípojka provedená z materiálu HDPE 100 SDR 11 \varnothing 50x4,6. Napojená na veřejný litinový vodovodní řád DN 110 pro veřejnou potřebu, v ulici Přerovská, který je umístěný pod cestou před objektem. Přípojka je napojena navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem uloženým na podkladové desce. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řád se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,55 - 0,6 MPa. Výpočtový průtok přípojkou je určený podle ČSN 75 5455 a je stanovený na 1,26 l/s., Vodoměrná sestava s vodoměrem DN 30 a hlavním uzávěrem vody bude umístěná v typové vodoměrné šachtě AK-VODO 120/90/150 PB. Jedná se o dvouplášťový skelet vyrobený z polypropylénu, plnící funkci ztraceného bednění. Skelet je dále celý vybetonovaný. Plastový skelet dále zabezpečuje ochranu betonu před působením vnějších vlivů z vnější i vnitřní strany a dokonalou vodotěsnost. Rozměr

vodoměrné šachty je 1200 x 900 x 1500 s litinovým poklopem 600 x 600 mm bude umístěná na soukromém pozemku investora před objektem.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu o výšce 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen měděný signalizační vodič CYY o průřezu 6 mm², který bude po 1 m uchycený páskou. Ve výšce 300 mm nad vrcholem potrubí se do výkopu položí výstražná fólie o šířce 300 mm.

2.3. Plynovodní přípojka

Do objektu bude zemní plyn přiveden novou středotlakou plynovodní přípojkou z potrubí HDPE 100 SDR 11 ø 25x2,3 provedenou podle ČSN EN 12007 a TPG 702 01. Redukovaný odběr plynu přípojkou činní 4,03 m³/hod. Nová přípojka bude napojena na stávající středotlaký plynovodní řád z materiálu PE 100 SDR 11 ø 100x6,3 mm v ulici Přerovská pomocí přivařovacího navrtávacího přípojkového T-kusu. Hlavní uzávěr plynu (HUP) a plynoměr G4 budou umístěny v nice – plynoměrné skříni o rozměrech 600 x 800 x 250 mm osazené ve zděném sloupku v oplocení na hranici soukromého a veřejného pozemku. Nika bude opatřena dvířky z ocelového plechu s nápisem PLYN s větracími otvory nahoře i dole a univerzálním zámekem na trojhranný klíč. Dvířka budou směřovat do veřejného pozemku.

Přípojka bude uložena na pískovém podsypu o výšce 150 mm (nejméně 100 mm) a dále obsypáno pískem do výše nejméně 200 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položený měděný izolovaný signalizační vodič CYY o průřezu min. 2,5 mm², který bude po 1 m uchycený páskou. Signalizační vodič bude ukončený v nice HUP a připojený na signalizační vodič distribučního plynovodu mechanickou svorkou s izolací. Ve výšce 300 mm nad vrcholem potrubí se do výkopu položí výstražná fólie o šířce 200 mm.

3. VNITŘNÍ KANALIZACE

Vnitřní kanalizace odvádějící odpadní a srážkové vody z nemovitosti bude napojena odděleně na splaškovou a dešťovou kanalizační přípojku vedenou do stoky v ulici Přerovská. Splaškové kanalizace DN 300 a dešťové kanalizace DN 500.

Průtok odpadních vod přípojkou činí 3,56 l/s. Svodná potrubí budou vedená v zemi pod základy objektu a pod terénem vně budovy. V místě napojení hlavního svodného potrubí na přípojku bude zřízena hlavní vstupní šachta plastová o průměru 1 m od firmy Wavin Tegra 1000 NG s poklopem o průměru 600 mm. Šachta je umístěna na soukromém pozemku investora.

Splašková odpadní potrubí budou spojena větracím potrubím s venkovním prostředím a povedou v instalačních šachtách. Připojovací potrubí budou vedena v instalačních předstěnách a pod omítkou.

Materiálem svodného splaškového potrubí budou trouby a tvarovky z PVC KG. Svodné potrubí je uloženo na pískovém loži o tloušťce 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad horní hranu potrubí. Splaškové odpadní, připojovací a větrací potrubí je z materiálu polypropylenu HT a bude upevňována kovovými objímkami s gumovou vložkou ke stěnám.

Podlahová vpust' v technické místnosti je HL77.1. Vpust' má vodorovný odtok, s vyjímatelným 3násobným uzávěrem proti vzdučné vodě (2x automatický, 1x ruční) s plastovou vtokovou mřížkou 180 x 125 mm, revizním poklopem 180 x 125 mm a lapačem nečistot. Vpust' má možnost k připojení boční přípojky DN 50 která bude sloužit pro odtok kondenzátu z plynových kotlů.

Na přípojku vpusti se napojí potrubí, které se vyvede pod kotle a osadí kalichem. Bude se takto odvádět kondenzát z kondenzačních kotlů.

Splaškové svodné potrubí prochází pod základy prostupy o rozměrech 300 x 300 mm. Prostupy budou vyplněny pískem.

Průtok dešťových vod přípojkou je 6,63 l/s. Dešťová odpadní potrubí budou vnější vedená po fasádě a budou v úrovni terénu opatřena lapači střešních splavenin HL600 DN110. Svodná potrubí budou vedená pod terénem vně budovy. Dešťová voda bude protékat skrz retenční nádrž od firmy Hydroplast o objemu 15 m³, která je umístěná před objektem. Dále je osazena hlavní vstupní šachta od firmy Wavin s poklopem o průměru 600 mm.

Materiálem svodného dešťového potrubí budou trouby a tvarovky z PVC KG. Dešťová odpadní potrubí budou do výšky 1,5 m nad terénem provedena z litinové trouby upevněné nad terénem a pod hrdlem ocelovou objímkou ke stěně. Vyšší část dešťových odpadních potrubí je klempířským prvkem. Potrubí pod zemí je uloženo na pískovém loži o tloušťce 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad horní hranou potrubí. V místě styků svodných dešťových potrubí budou umístěny revizní šachty od firmy Wavin 600 a 425.

Vnitřní kanalizace je navržena a bude provedena a zkoušena podle ČSN EN 12056, ČSN EN 1610 a ČSN 75 6760.

Před uvedením kanalizace do provozu musí být provedena zkouška těsnosti podle ČSN 75 6760.

4. RETENČNÍ NÁDRŽ

Regulovaný odtok srážkových vod z retenční nádrže stanovíme, na základně půdorysného průmětu odvodňované plochy a stanoveného odtoku provozovatelem, na 1,801 l/s.

Výpočet objemu retenční nádrže:

Tabulka 22 - Výpočet objemu retenční nádrže

Doba trvání srážky	Výpočet retenční nádrže V_{vz}	Retenční objem V_{vz} [m ³]
5	$V_{vz}=0,001*1*12*(688,51+0)-0,001*1,801*5*60$	7,72
10	$V_{vz}=0,001*1*18*(688,51+0)-0,001*1,801*10*60$	11,31
15	$V_{vz}=0,001*1*21*(688,51+0)-0,001*1,801*15*60$	12,84
20	$V_{vz}=0,001*1*23*(688,51+0)-0,001*1,801*20*60$	13,67
30	$V_{vz}=0,001*1*25*(688,51+0)-0,001*1,801*30*60$	13,97
40	$V_{vz}=0,001*1*27*(688,51+0)-0,001*1,801*40*60$	14,27
60	$V_{vz}=0,001*1*29*(688,51+0)-0,001*1,801*60*60$	13,48
120	$V_{vz}=0,001*1*35*(688,51+0)-0,001*1,801*120*60$	11,13
240	$V_{vz}=0,001*1*39*(688,51+0)-0,001*1,801*240*60$	0,92
360	$V_{vz}=0,001*1*44*(688,51+0)-0,001*1,801*360*60$	-8,61
480	$V_{vz}=0,001*1*49*(688,51+0)-0,001*1,801*480*60$	-18,13
600	$V_{vz}=0,001*1*50*(688,51+0)-0,001*1,801*600*60$	-30,41
720	$V_{vz}=0,001*1*51*(688,51+0)-0,001*1,801*720*60$	-42,69
1080	$V_{vz}=0,001*1*54*(688,51+0)-0,001*1,801*1080*60$	-79,53
1440	$V_{vz}=0,001*1*55*(688,51+0)-0,001*1,801*1440*60$	-117,74
2880	$V_{vz}=0,001*1*73*(688,51+0)-0,001*1,801*2880*60$	-260,95
4320	$V_{vz}=0,001*1*85*(688,51+0)-0,001*1,801*4320*60$	-408,30

Dešťová voda bude protékat skrz retenční nádrž od firmy Hydroplast o objemu 15 m³ a má rozměry 3000 x 2500 x 2000 mm, která bude vyrobena na zakázku kvůli požadavku na změnu otvoru pro odtok. Tudiž nesouhlasí s příloženým technickým listem výrobku. Nádrž je uložena v zemi na štěrk o frakci 8-16 mm a betonový podklad. Síla betonu aplikovaného pod retenční nádrž je 15 cm.

Samostatná retenční nádrž je hranatá. Je to výrobek z polypropylenových desek určených do míst bez výskytu spodní vody. Nádrž je konstrukčně vyrobena tak, že je nutno ji obetonovávat celou a její dno ukotvit v betonu. Statiku nádrže zajišťuje beton nikoliv její konstrukce. Konzultace se statikem nastává pouze v případě většího zatížení, předpoklad pohybu nákladních automobilů atd., tudíž není ke zhotovené nutná. Nádrž se začne napouštět vodou a zároveň postupně obetonovávat. Hladina vody v nádrži musí být vždy 50 cm nad hladinou betonu po obvodu nádrže. Obetonování se

provádí vždy postupně a ručně. K obetonování obvodu nádrže se používá suchý beton. Nedoporučuje se obvod nádrže obetonovat v jeden den doporučený postup je každý den 50 cm až po plastový strop nádrže. Doporučujeme do dutiny plastové výztuhy vložit armovací drát. Po ztuhnutí betonu se může začít obetonovávat plastový strop nádrže. Síla železobetonového stropu je závislá na plánovaném zatížení nádrže a je potřeba konzultovat se statikem. Beton se aplikuje na plastový strop nádrže pouze pokud je nádrž plná vody.

Po úplném zatvrdnutí železobetonové stropní desky je nádrž připravena na obsypání zeminou a zatravnění. Pro obsyp volíme štěrkopísek nebo tříděný štěrk.

Hlavní funkce nádrže je zajištění 100% nepropustnosti vody. Při naplnění nádrže bude přebytečná dešťová voda odtékat skrz vírový regulátor Wavin + Mosbeak Vortex CEV Tornado. Tento typ vírového ventilu disponuje bezpečnostním prvkem. Jedná se o otvor, který je během běžného užívání uzavřen přepážkou a který je možné pomocí ocelového lanka otevřít v případě revize vírového ventilu nebo v případě vypuštění vzdušného množství vody.

5. VNITŘNÍ VODOVOD

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody HDPE 100 SDR 11 \varnothing 50x4,6 viz situace. Výpočet průtoku je určený podle ČSN 75 5455 a je stanovený na 1,26 l/s. Vodoměrná soustava s vodoměrem DN 30 a hlavním uzávěrem vody bude umístěná ve vodoměrné šachtě AK-VODO 120/90/150 PB. Z ní bude vodovod vedený do 1.S objektu. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řád se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,55 - 0,6 MPa. Hlavní uzávěr objektu bude umístěn na přívodním potrubí na společné chodbě.

Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrné šachty do objektu bude vedeno v hloubce cca 1,55 m pod terénem vně domu. Vstup vodovodního potrubí do objektu je chráněn ocelovou ochranou trubkou. Ochranná trubka bude plynotěsně utěsněna.

V domě se potrubí povede pod stropem 1.S do technické místnosti a do jednotlivých instalačních šachet.

Stoupací potrubí z 1.NP do 3.NP je řešeno 4 stoupačkami, které vedou v instalačních šachtách společně s odpadními potrubími vnitřní kanalizace. Připojovací potrubí budou vedena v instalačních předstěnách a pod omítkou. Pro každý byt bude na začátku připojovacího potrubí osazen uzávěr, kterým se budou uzavírat všechny výtokové armatury. Na začátku stoupacích potrubí je usazen kulový kohout s vypouštěním.

Teplá voda pro celý objekt bude připravována ve stacionárním nepřímotopném zásobníku OKC 750 NTR/BP o objemu 750 l ohřivaném otopnou vodou z plynového ústředního vytápění. Nádoba zásobníku je svařena z ocelového plechu, výměníky z ocelové trubky a jako celek posmaltována smaltem odolávajícím teplé vodě. Teplota teplé vody bude nastavena na hodnotu 55 °C. Maximální provozní přetlak ohřivače činí 1,00 MPa. Na přívodu studené vody do tohoto ohřivače bude, kromě uzávěru, osazen kulový kohout a vypouštění, zpětný a pojistný ventil nastavený na otevírací přetlak 0,8 MPa a ukazovací tlakoměr. V objektu je navrženo cirkulační potrubí, jehož nucený oběh zajišťuje čerpadlo Wilo-Star Z NOVA A. Jde o mokroběžné oběhové čerpadlo s připojením na závit a synchronním motorem odolným vůči zablokování, s kulovým uzavíracím ventilem a zpětnou klapkou. Jako obrana proti mikrobiologické kolonizaci je zde použit dávkovací obtok s regulačním ventilem a ručním dávkováním dezinfekčního prostředku DUOZON na cirkulačním potrubí teplé vody. Dávkovací obtok je umístěn mezi cirkulační čerpadlo a zařízení pro přípravu teplé vody. Pokud se zrovna neprovádí dezinfekce, je nutné zabránit stagnaci vody v obtoku delší než 7 dnů a to jeho vypouštěním. Schéma dávkovacího obtoku lze najít v části A kapitola 5.2.4.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN EN 806-2 a ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN 75 5409 a ČSN EN 806-4. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-5 a ČSN 75 5409.

Materiálem potrubí uvnitř budovy budou trubky tvarovky z PPR (polypropylen). Potrubí vně budovy vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od stejného výrobce. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným zastříknutým závitem. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou s ohledem na jeho tepelnou roztažnost. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie.

Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

Jako tepelné izolace bude použita návleková izolace MIRELON PRO. Její tloušťka je určena dle tabulek v kapitole 2.1.6. Velikost tepelné izolace.

6. POŽÁRNÍ VODOVOD

Vnitřní hadicový systém se skládá z hadicového uložení, ručně ovládaného přítokového ventilu, tvarově stálé hadice délky 30 m o průměru 25 mm a uzavírací proudnice s průměrem výstřikové hubice 5 mm. Systém je instalován do skříně 1,3 m nad podlahou. Umístění hadice je tak, aby každé v objektu bylo dosažitelné do 40 m (30 m hadice + 10 m dostřík) od vnitřního hadicového systému. Vzdálenost se měří v ose skutečné trasy hadice.

Odbočka pro požární vodovod se nachází za vstupem do budovy za hlavním uzávěrem vody. Odbočka je opatřena kulovým kohoutem a ochrannou jednotkou EA. Materiál požárního vodovodu je ocelové pozinkované potrubí.

7. DOMOVNÍ PLYNOVOD

Plynové spotřebiče

Plynový kotel v provedení C BOSCH Condens 2300i 15 kW, 1,76 m³/h 1 ks

Plynový kotel v provedení C BOSCH Condens 8700i 30 kW, 3,53 m³/h 1 ks

Plynové kotle jsou navrženy tak aby pokryly tepelné ztráty budovy, které činí 12,06 kW, a výkon topné vložky 20,73kW.

Plynové kotle v provedení C mají uzavřenou spalovací komoru a budou umístěny v technické místnosti. Sání spalovacího vzduchu a odvod spalin budou provedeny koaxiálním potrubím napojeným na komín SCHIEDEL MULTI o průměru 250 mm přímo na střechu. Montáž kotle musí být provedena podle návodu výrobce, TPG 704 01 a ČSN 73 4201.

Domovní plynovod bude proveden podle ČSN EN 1775 a TPG 704 01. Hlavní uzávěr a plynoměr BK-G4 spolu s regulátorem tlaku FRANCEL B6 bude umístěn v nice na hranici soukromého a veřejného pozemku (viz plynovodní přípojka). Domovní uzávěr plynu bude ve skříni zapuštěné na fasádě objektu o rozměrech 300x300x150.

Ležaté rozdělovací potrubí bude vedeno pod terénem vně domu a uvnitř pod stropem. Stoupačí vedení budou vedena volně podél stěn. Prostupy volně vedeného potrubí zdmi a stropy budou řešeny pomocí ochranných trubek. Potrubí vedené pod omítkou nesmí být uloženo do agresivního materiálu.

Materiálem potrubí plynovodu uvnitř domu bude ocelové závitové potrubí spojované svařováním. Potrubí vedené v zemi vně domu bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevňováno ocelovými objímkami. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm (nejméně 100 mm) a obsypáno pískem do výše nejméně 200 mm nad vrchol trubky. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie o šířce 200 mm. Jako uzávěry budou použity kulové kohouty s atestem na zemní plyn.

Před uvedením plynovodu do provozu musí být provedena zkouška pevnosti a těsnosti podle ČSN EN 1775 a TPG 704 01 a výchozí revize odběrného plynového zařízení podle vyhlášky č. 85/1978 Sb. a ČSN 38 6405. Po provedení zkoušek pevnosti a těsnosti bude ocelové potrubí natřeno žlutým lakem.

8. ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy budou závěsné osazené na montážním prvku s integrovaným nádržkovým splachovačem. U umyvadel a dřezu budou stojánkové směšovací baterie připojené k vodovodnímu potrubí pomocí rohových ventilů s filtrem. Sprchové baterie budou nástěnné. U keramické výlevky bude vysoko položený nádržkový splachovač a dva nástěnné výtokové ventily s jednoduchým ramínkem na teplou a na studenou vodu.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409 a zápachové uzávěrky s výškou vodního uzávěru nejméně 50 mm.

9. 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 před uložením potrubí 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 ve vzdálenosti nejméně 0,5 m od rýhy, přebytečná zemina bude odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili.

Při souběhu a křížení inženýrských sítí budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatele, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v blízkosti menší než 1 m od místa spojení, křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození těchto inženýrských sítí. Obnažené inženýrské sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN 73 30 55, nařízení vlády č.591/2006 Sb., další příslušné ČSN, technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a městského úřadu a zajistit bezpečnost práce.

LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

Tabulka 26 - Legenda zařizovacích předmětů

Označení na výkrese	Popis sestavy	Počet sestav
DJ	Dřez Blanco TIPO 45 S Compact, nerez, jednoduchý, s odkapávací plochou, vestavěný, 78x50x17 cm,	12
	Zápachová uzávěrka dřezová plastová s nerezovým odpadním ventilem	
	Dřezová baterie SIKO, vytahovací sprška, stojánková, jednopáková, chrom	
	2x rohový ventil pochromovaný DN15 s filtrem	
U	Umyvadlo Kolo Twins 50x46 cm, bílá, keramika	12
	Umyvadlová baterie Optima Levanta, chrom, stojánková, jednopáková,	
	Zápachová uzávěrka Optima 5/4 CR SIFM, ø32 mm, chrom,	
	Souprava na upevnění umyvadla 8x120 mm	
	2x rohový ventil pochromovaný DN15 s filtrem	
WC	WC závěsné Jika Lyra plus, keramika, bílá	12
	Instalační prvek pro závěsnou záchodovou mísu pro předezdní Geberit Kombifix	
	WC prkénko Glacera duroplast, bílá, nerezové úchyty	
	Ovládací tlačítko Geberit Sigma, plast, chrom	
SM	Sprchová vanička 80x90x40mm TSM Slim, obdélníková, samonosná, litý mramor, bílá	12
	Alcaplast sifon vaničkový ø90 mm, chrom, průtok 43 l/min. zápachová uzávěra ø50 mm	
	Sprchový systém Optima s termostatickou baterií, bílá/chrom,	
	Sprchový kout 80x90 cm SAT SK	
VL	Výlevka Ideal Standard keramická, 350x475x390 mm, bílá, sklopná plastová mřížka	1
	2x nástěnný výtokový ventil jednoduchý	
	Pochromované prodloužení DN 15 délky 100 mm	
	Nádržkový splachovač vysoko položený 9 litrů, bílá, plast	
	2x Rohový ventil pochromovaný DN 15	
	Tlaková flexi hadička FF 3/8" x 3/8" 30 cm	
Splachovací trubka komplet ke splachovací nádrži		
VP	HL77.1 podlahová vpust DN110 s vodorovným odtokem, s možností boční přípojky DN50, 3x uzávěr proti vzduté vodě, plastová mřížka, revizní poklop, lapač nečistot,	1

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout zdravotně technické instalace v ubytovacím zařízení. Mám důvěru ve srozumitelnost práce od teoretické, přes výpočtovou k výkresové části. Teoretická část „A“ se zabývá rodem bakterií Legionelly, specificky jde o bakterii *Legionella pneumophila*. Uvádí možnost nákazy a její účinky na člověka, způsob prevence, jak zamezit jejímu výskytu již v návrhu vodovodního systému a následně represivní opatření, termická či chemická, pro zničení původce. Výpočtová část „B“ je rozdělena na dvě části. První část řeší analýzu zadání a určuje bilance jednotlivých potřeb. Druhá část pak konkrétně řeší výpočty jednotlivých instalací. Projektová část „C“ je technická zpráva pro provedení jednotlivých instalací. Jedná se o rozvody kanalizace, vodovodu a plynovodu. Všechny výkresy související s vypracováním zadání jsou přiloženy jako přílohy této bakalářské práce.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

REFERENCE A CITACE

- [1] ČSN EN ISO 11731. *Kvalita vod – Stanovení bakterií rodu Legionella*. 2018.
- [2] Legionářská nemoc: příznaky, léčba (Pontiacká horečka) - *Vitalion.cz. Nemoci – databáze nemocí - Vitalion.cz* [online]. [cit. 24.04.2022] Dostupné z: <https://nemoci.vitalion.cz/legionarska-nemoc/>
- [3] JIROUT, Vladimír. *Příprava teplé vody*. 2., přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007. Sešit projektanta – pracovní podklady. ISBN 978-80-02-01910-7.
- [4] Informace o legionelle - *Legionella.cz. Bakterie legionella - Legionella.cz* [online]. Copyright © Legionella CZ [cit. 23.04.2022]. Dostupné z: <https://legionella.cz/o-legionelle/>
- [5] Vše, co byste měli vědět o legionelle | *EuroClean.cz. Úprava vody pitné, procesní i odpadní | EuroClean.cz* [online]. [cit. 24.04.2022] Dostupné z: <https://euroclean.cz/clanky/vse-co-byste-meli-vedet-o-legionelle/>
- [6] VYORALOVÁ, Zuzana. *Zdravotní technika a zásobování plynem v budovách*. Praha: ČKAIT, 2020. ISBN 978-80-88265-26-9.
- [7] ŽABIČKA, Zdeněk a Jakub VRÁNA. *Zdravotnětechnické instalace*. Brno: ERA, 2009. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-139-7.
- [8] STRNADOVÁ, Viola, MACEK, Lubomír a Ladislav ŠVEC, ed. *Dezinfekce vody v praxi: sborník příspěvků konference: odborný seminář: Hotel Hejtmanský dvůr, [Slaný], 8.9.2005, Česká republika*. Praha: Aquion, 2005. ISBN 80-239-5492-X.
- [9] Zákon č. 258/2000 Sb. *Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*. 2000.
- [10] Vyhláška č. 252/2004 Sb. *Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody*. 2004.
- [11] Legionella a jak se proti ní bránit | *Pumpa. Jsme specialisté na čerpadla už přes 30 let | Pumpa* [online]. [cit. 23.04.2022] Dostupné z: <https://www.pumpa.eu/cs/poradna/rady-a-tipy/legionella/>
- [12] Legionelóza – *WikiSkripta. 301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Legionel%C3%B3za>

- [13] View of Legionella pneumophila — *The causative agent of Legionnaires' disease*. [online]. Dostupné z: <https://journals.hh-publisher.com/index.php/pmmb/article/view/457/258>
- [14] Eliminace legionell - Legionella.cz. *Bakterie legionella - Legionella.cz* [online]. Copyright © Legionella CZ [cit. 27.04.2022]. Dostupné z: <https://legionella.cz/eliminace-legionell/>
- [15] VAVŘIČKA, Roman. *Příprava teplé vody*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2017. Sešit projektanta – pracovní podklady. ISBN 978-80-02-02713-3.
- [16] Dezinfekce vody, odstranění bakterií. *Úprava vody pitné, procesní i odpadní* | EuroClean.cz [online]. Dostupné z: <https://euroclean.cz/dezinfekce-vody/>
- [17] Co je termická dezinfekce. *Úprava vody pitné, procesní i odpadní* | EuroClean.cz [online]. Dostupné z: <https://euroclean.cz/slovník/termicka-desinfekce/>
- [18] Zásady návrhu a montáže potrubních systémů z nerezové oceli. *tzbinfo.cz* [online]. Dostupné z: <https://www.voda.tzb-info.cz/potrubni-trasy-vodovod/3149-zasady-navrhu-a-montaze-potrubnich-systemu-z-nerezove-oceli>
Normy a vyhlášky a technická pravidla
- [19] Elektronická učebnice – dilatace potrubí – ELUC [online]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/terms/78>
- [20] Technické pravidlo TPG 70 401. *Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách*. 2013
- [21] Triker - Instalátorské potřeby, koupelny [online]. Copyright ©D [cit. 12.05.2022]. Dostupné z: <https://triker.cz/pool/novinky/Mont%C3%A1%C5%BEen%C3%AD%20p%C5%99edpis%20PPR%20Wavin%20Ekoplastik.pdf>
- [22] ČSN 75 5409. *Vnitřní vodovody*. 2013.

NORMY, VYHLÁŠKY, PRAVIDLA

ČSN 01 3450 – Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace

ČSN 75 6101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

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

ČSN EN 806 – Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě
ČSN 73 4301 – Obytné budovy
ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů
ČSN 73 0873 – Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace
ČSN 73 6005 – Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
TPG 702 01 – Plynovody a přípojky z polyetylénu
TPG 934 01 – Plynoměry. Umisťování, připojování a provoz

ELEKTRONICKÉ ZDROJE

*<http://www.tzb-info.cz>
<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j>
<http://www.siko.cz>
<http://www.wavin.cz>
<http://tzb.fsv.cvut.cz/>
<https://www.dzd.cz/>
<https://www.hydroplast.cz/>
<https://wilo.com>*

POUŽITÝ SOFTWARE

*Microsoft Word
Microsoft Excel
AutoCad 2022*

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

HUP – hlavní uzávěr plynu

HUV – hlavní uzávěr vody

TV – teplá voda

TV-C – cirkulace teplé vody

DN – jmenovitá světlost

ID/OD – vnitřní nebo vnější průměr potrubí

SDR – standardní rozměrový poměr potrubí

PE – polyetylen

PPR – polypropylen

HDPE – polyetylen s vysokou hustotou

HL – označení výrobku firmy Hutterer & Lechner

STL – středtlaké potrubí

KTJ – kolonií tvořící jednotka při použití metody stanovení ČSN EN ISO 9308-1

UV – ultrafialové záření

ČSN – Česká technická norma

Další použité zkratky a symboly jsou vysvětlené přímo ve výpočtech nebo ve výkresech.

SEZNAM PŘÍLOH

SITUACE C.2.:

01	Koordinační situace	1:200
----	---------------------	-------

KANALIZACE C.3.:

01	Kanalizace – půdorys 1-3.NP	1:50
02	Kanalizace – půdorys 1.S	1:50
03	Kanalizace – základy	1:50
04	Kanalizace – rozvinuté řezy	1:50
05	Kanalizace – podélný profil	1:50
06	Dešťová kanalizace – podélný profil I.	1:50
07	Dešťová kanalizace – podélný profil II.	1:50
08	Kanalizace – uložení potrubí	1:20
09	Schéma vstupní šachty TEGRA 1000 NG	1:10
10	Schéma vstupní šachty TEGRA 600	1:10
11	Schéma vstupní šachty TEGRA 425	1:10
12	Legenda zařizovacích předmětů	-----

VODOVOD C.4.:

01	Vodovod – půdorys 1-3.NP	1:50
02	Vodovod – půdorys 1.S	1:50
03	Vodovod – axonometrie	1:50

04	Vodovod – podélný profil	1:50
05	Vodovod – vodoměrná šachta	1:20
06	Vodovod – vodoměrná sestava	1:10
07	Vodovod – uložení potrubí	1:20
08	Výpočtové schéma	1:50

PLYNOVOD C.5.:

01	Plynovod – půdorys 1.NP	1:50
02	Plynovod – půdorys 1.S	1:50
03	Plynovod – axonometrie	1:50
04	Plynovod – podélný profil	1:50
05	Plynovod – uložení potrubí	1:20