



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE V PROVOZNÍ BUDOVĚ

SANITATION INSTALLATION IN AN OPERATING BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Nikola Kočířová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2019



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	Nikola Kočířová
Název	Zdravotně technické instalace v provozní budově
Vedoucí práce	Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

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, popř. zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu
- B. Výpočtová část
- B1. výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově
- bilance potřeby vody (posouzení vydatnosti studny)
 - bilance potřeby teplé vody
 - bilance odtoku odpadních vod
 - stanovení objemu žumpy
- B2. výpočty související s následným rozpracováním dílčích instalací (kanalizace, vodovod) podle zadání vedoucího práce
- návrh přípravy teplé vody
 - dimenzování potrubí
 - návrhy zařízení (čerpadla, žumpa, vsakovací zařízení)
- C. Projekt – v úrovni projektu pro provádění stavby, výkresy vyhotovit dle ČSN 01 3450:
- technická zpráva
 - situace stavby 1:200 (1:500)
 - půdorysy základů a podlaží 1:50
 - rozvinuté řezy vnitřní kanalizace (rozsah zadá vedoucí práce)
 - axonometrie, popř. rozvinuté řezy vodovodu
 - podélný profil vodovodu vně budovy
 - legenda zařizovacích předmětů
 - funkční (regulační) schéma, pokud je nutné

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na zdravotně technické instalace v provozní budově. Teoretická část se zabývá čerpací technikou, zejména druhy čerpadel. Výpočtová a projektová část řeší rozvody kanalizace a vodovodu v zadaném objektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Čerpací technika, druhy čerpadel, vnitřní kanalizace, vnitřní vodovod, zdravotně technické instalace, provozní budova.

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on sanitation installation in an operating building. Theoretical part deals with pumps and their various types. The project and computing part solves the canalizations system, as well as water conduit in the selected property.

KEYWORDS

Pumps, types of pumps, canalization system, water conduit, sanitaton installations, operating building.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Nikola Kočířová *Zdravotně technické instalace v provozní budově*. Brno, 2019. 78 s., 13 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 instalace v provozní budově* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

Nikola Kočířová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 24. 5. 2019

Nikola Kočířová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jakubovi Vránovi, Ph.D. za jeho cenné zkušenosti, rady a především čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky. Dále bych chtěla velmi poděkovat své rodině a blízkým za jejich podporu.

OBSAH

ÚVOD	11
A. TEORETICKÁ ČÁST	12
A.1 Historie čerpadel	12
A.2 Rozdělení čerpadel	13
A.2.1 Hydrostatická čerpadla	13
A.2.1.1 Pístové čerpadlo	13
A.2.1.2 Membránové čerpadlo	15
A.2.1.3 Lamelové čerpadlo	15
A.2.1.4 Zubové čerpadlo	17
A.2.1.5 Šroubová čerpadla	18
A.2.2 Hydrodynamická čerpadla	19
A.2.2.1 Radiální čerpadla	20
A.2.2.2 Axiální čerpadla	21
A.2.2.3 Diagonální čerpadla	21
A.2.3 Speciální čerpadla	22
A.2.3.1 Ejektory	22
A.2.3.2 Vodní trkače	23
A.2.3.3 Mamutová čerpadla	23
A.3 Studny	25
A.3.1 Šachtové studny	25
A.3.2 Vrtané studny	26
A.3.3 Horizontální jímadla	27
A.3.4 Jímání pramenů	28
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	31
B.1 Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově	31
B.1.1 Analýza zadání	31
B.1.2 Bilance potřeby vody	31
B.1.3 Bilance potřeby teplé vody	32
B.1.4 Bilance odtoku splaškových vod	32
B.1.5 Bilance odtoku dešťových vod	33
B.2 Výpočty související s následným zpracováním dílčích instalací	33
B.2.1 Návrh přípravy teplé vody	33
B.2.2 Dimenzování kanalizačního potrubí	41
B.2.2.1 Dimenzování splaškového kanalizačního potrubí	41
B.2.2.2 Dimenzování dešťové kanalizace	46

B.2.2.3 Návrh vsakovacího zařízení.....	47
B.2.2.4 Dimenzování vsakovacího průlehu	48
B.2.2.5 Dimenzování žumpy.....	50
B.2.3 Dimenzování vodovodního potrubí	51
B.2.3.1 Dimenzování potrubí studené vody.....	53
B.2.3.2 Dimenzování potrubí teplé vody	55
B.2.3.3 Dimenzování potrubí cirkulační vody	57
B.2.3.4 Výpočet tloušťky tepelné izolace	57
B.2.3.5 Výpočet kompenzace roztažnosti potrubí vnitřního vodovodu	59
B.2.3.6 Návrh cirkulačního čerpadla	60
B.2.4 Návrh automatické tlakové stanice	61
B.2.4.1 Vydátnost studny	61
B.2.4.2 Hydraulické posouzení navrženého přívodního potrubí	62
B.2.4.3 Stanovení dopravní výšky čerpadla	63
B.2.4.4 Dimenzování tlakové nádoby.....	65
B.2.4.5 Návrh složení automatické tlakové stanice	66
C. PROJEKT.....	67
C.1 Technická zpráva	67
C.1.1 Úvod	67
C.1.2 Bilance	67
C.1.3 Kanalizace.....	68
C.1.3.1 Splašková vnitřní kanalizace	68
C.1.3.2 Dešťová kanalizace.....	69
C.1.3.3 Vsakovací zařízení	69
C.1.4 Vnitřní vodovod.....	70
C.1.5 Zařizovací předměty.....	71
C.1.6 Zemní práce.....	71
C.2 Legenda zařizovacích předmětů	73
ZÁVĚR	75
Seznam použitých zdrojů	76
Seznam příloh.....	78

ÚVOD

Úkolem této bakalářské práce je navrhnout zdravotně technické instalace v provozní budově. Jedná se o samostatně stojící budovu, která má víceúčelový provoz. Budova má dvě nadzemní podlaží, která jsou rozdělena do několika provozních částí. V levé části budovy se nachází samostatná bytová jednotka, která prochází přes obě patra budovy a má vlastní vstup. V prvním nadzemním podlaží se nachází technické zázemí budovy, šatny s hygienickým zařízením a také menší administrativní část. V druhém nadzemním podlaží se pak nachází několik kanceláří pro administrativní využití. Také je zde v pravé části objektu umístěna bytová jednotka pro správce budovy.

Práce je rozdělena do tří částí. Část A – teoretická část bude zaměřena na čerpací techniku, zejména druhy čerpadel. Část B – výpočtová část se dělí na výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a na výpočty související s následným zpracováním dílčích instalací a část C – projekt obsahují návrh splaškové a dešťové kanalizace, vnitřního vodovodu, automatické tlakové stanice a odvod splaškových vod do žumpy.

Jako podklad pro vypracování bakalářské práce sloužila projektová dokumentace stavební části a situace.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 Historie čerpadel

První zmínky o využívání čerpadel můžeme najít již v antice. Římský architekt Marcus Vitruvius Pollio popsal nejvýznamnější oblasti použití čerpacích kol a čerpadel ve veřejných lázních, v zemědělství pro zavodňování kanálů do polí, odčerpání vody z lodí a odčerpání důlní vody v dolech [1].

Z počátku to byla čerpadla pístová, ale i čerpadlo šroubové, které podle tradice vynalezl Archimédes (tzv. Archimédovo čerpadlo) [1]. Hnací silou těchto čerpadel byl pohon lidský nebo zvířecí.

Čerpadla se časem stále vyvíjela a objevovala se i různá jiná konstrukční provedení. Zejména po druhé světové válce došlo k všeobecnému rozšíření čerpadel. Nečerpala se jen voda, ale i různé oleje [2].

V dnešní době nachází čerpací technika různá uplatnění a slouží k různým účelům. Svůj účel najdou ve strojírenství, energetice, chemickém a potravinářském průmyslu, vodárenství, ale i v jiných oblastech lidské činnosti [3].

A.2 Rozdělení čerpadel

Čerpadla využíváme pro dopravu tekutin. Při dopravě tekutin musíme vyvolat tlak kapaliny, který ji uvede do pohybu. Působením toku překonáváme výškové, ale i místní odpory a to ve vodorovném nebo svislém směru. Nejjednodušší možností pro dopravu kapalin je využití gravitace výše položeného místa a dopravit takto kapalinu na níže položené místo tzv. samospádem. Bohužel tato možnost dopravy není vždy použitelná. Rozdíl potenciální energie počátečního a koncového místa nám udá potřebnou mechanickou energii pro přenos tekutiny. Tato energie je kapalině dodána pomocí čerpadla a díky tomu jsme schopni čerpat tekutinu z níže položeného místa na výše položené místo. Čerpáním tekutin zvýšíme také tlak kapaliny a její objemový průtok. Vynaložená práce čerpadla slouží k dopravě tekutin.

Při volbě vhodného čerpadla jsou rozhodující čerpaná tekutina a provozní podmínky. Podle způsobu přeměny mechanické energie na tlak rozlišujeme čerpadla na hydrostatické, hydrodynamické a speciální.

Hydrostatická čerpadla vytváří tlak přímo mechanickou energií, kdežto hydrodynamická čerpadla vytváří tlak nepřímo změnou kinetické energie kapaliny. U speciálních čerpadel nejde přímo určit princip vytvoření tlaku.

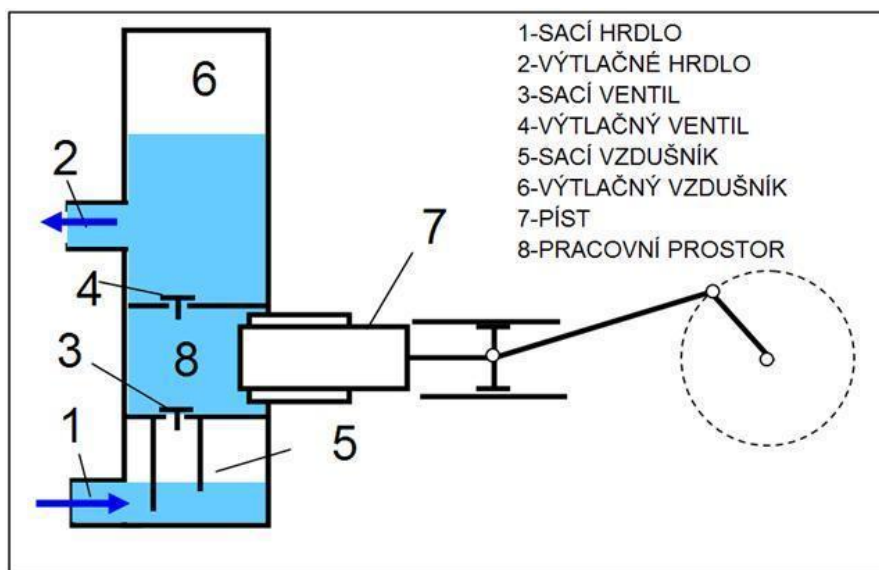
A.2.1 Hydrostatická čerpadla

Hydrostatická čerpadla mají uzavřený pracovní prostor, který se cyklicky naplňuje a vyprazdňuje tekutinou [3]. Tento cyklicky opakující se proces způsobuje pulsace průtoku a tlaku tekutiny. Působící pracovní element, který je řešen jako píst, membrána, lamela nebo zub, se pohybuje přímočaře nebo rotačně. Podle způsobu provedení jsou odvozeny názvy hydrostatických čerpadel: pístové, membránové, lamelové a zubové.

A.2.1.1 Pístové čerpadlo

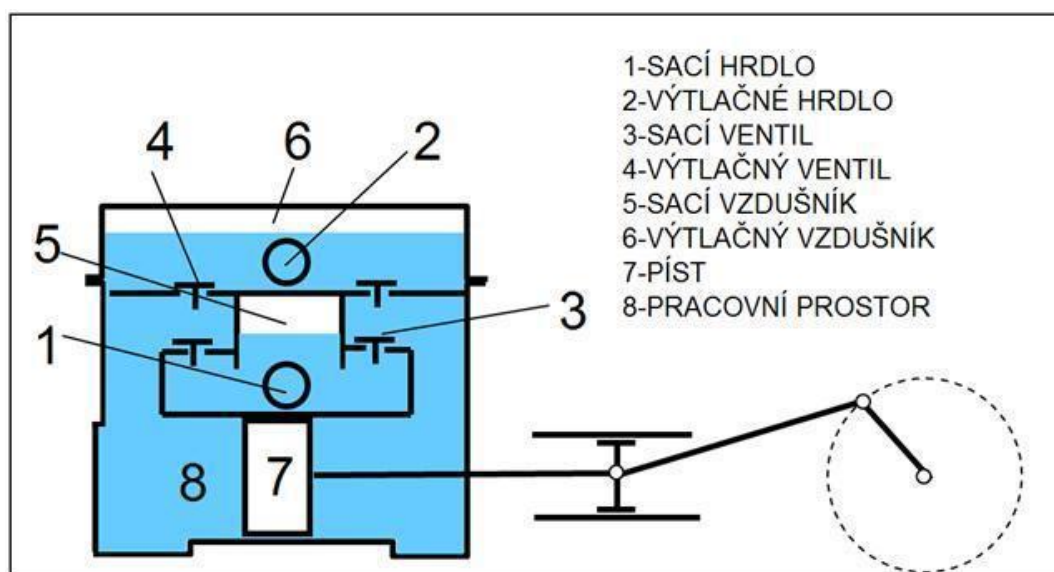
U těchto čerpadel se využívá přeměny otáčivého pohybu na přímočarý vratný pomocí klikového mechanismu [3]. Další části jsou sací ventil a výtlačný ventil. Píst, který se pohybuje přímočaře vratně při jedné otáčce nejprve zvětšuje pracovní komoru, aby ji posléze začal zmenšovat. Tento pohyb způsobí nejprve podtlak, kdy je přes sací

ventil nasáta tekutina do pracovního prostoru a poté je při obráceném pohybu pístu nasátá tekutina v pracovní komoře vytlačena do výtlačného potrubí přes výtlačný ventil.



Obrázek 1- Pístové čerpadlo [4]

Pokud píst působí na kapalinu pouze z jedné strany jde o pístové čerpadlo jednočinné. Pokud píst v jednom okamžiku působí na kapalinu z obou stran, pracovní prostor se nachází z obou stran pístu, jde o dvojčinné pístové čerpadlo. V jednom okamžiku, kdy píst na jedné straně pracovní prostor zmenšuje a vytlačuje kapalinu přes výtlačný ventil do výtlačného potrubí, na druhé straně zvětšuje svůj pracovní prostor a nasává přes druhý sací ventil kapalinu do pracovního prostoru který je na druhé straně pístu.

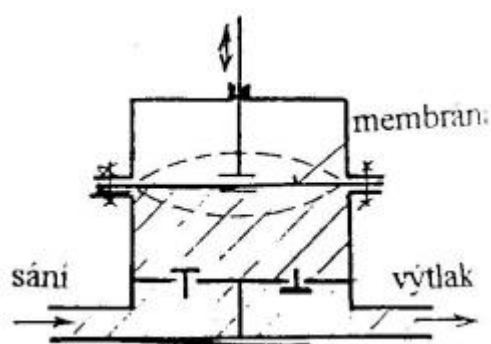


Obrázek 2- Dvojčinné pístové čerpadlo [5]

Průtok pístových čerpadel určuje objem válce pracovní komory a zdvih pístu [3]. Při nárůstu otáček může dojít ke snížení účinnosti v důsledku zpoždění otevírání a zavírání ventilů vzhledem k poloze pístu.

A.2.1.2 Membránové čerpadlo

Stejně jako u pístového čerpadla se využije klikový mechanismus, s tím rozdílem že píst nepůsobí přímo na pracovní prostor, ale na olej, který pohybuje pružnou membránou. Membrána tedy bude zvětšovat pracovní prostor a nasávat kapalinu přes sací ventil, aby jí při zpětném pohybu vytlačila skrz výtlačný ventil.



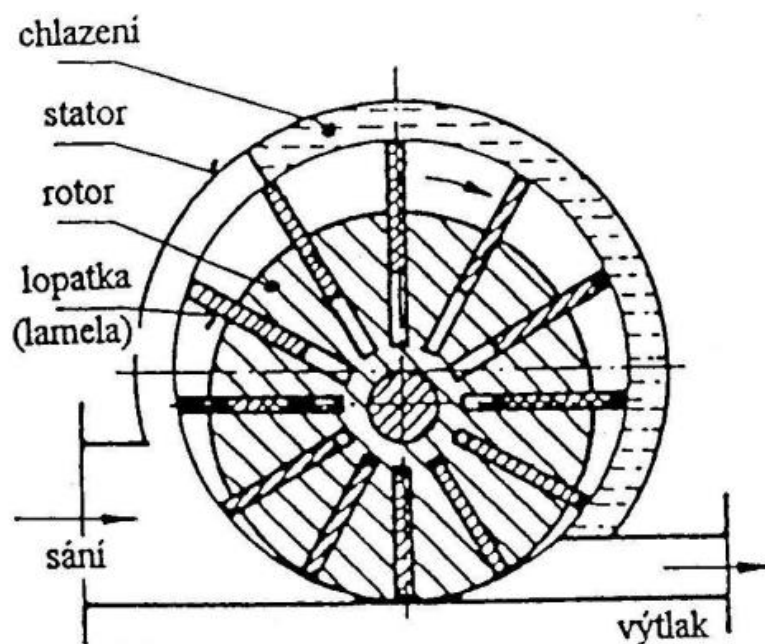
Obrázek 3- Membránové čerpadlo [6]

Membránové čerpadlo, ve kterém je klikový mechanismus spojený s membránou a působí přímo na ni se využívá jako palivové čerpadlo u spalovacích motorů.

Využití membrány přispívá k hermetickému uzavření komory a neodchází k znečištění kapaliny mazacím olejem klikového mechanismu. Membránová čerpadla jsou pro svou hygienickou nezávadnost využívána v potravinářském, chemickém i zdravotním průmyslu [3]

A.2.1.3 Lamelové čerpadlo

Rotor, který je excentricky umístěn oproti statoru, má radiální drážky, ve kterých jsou umístěny lišty a tyto lišty (lamely) jsou pružinami přitlačovány k vnitřní stěně statoru. Vyosení rotoru vytváří proměnnou velikost pracovního prostoru mezi kapalinou a lištami. Touto změnou stejně jako u zubových čerpadel se vtlačí kapaliny do výtlačného potrubí a tím vznikne její pohyb.

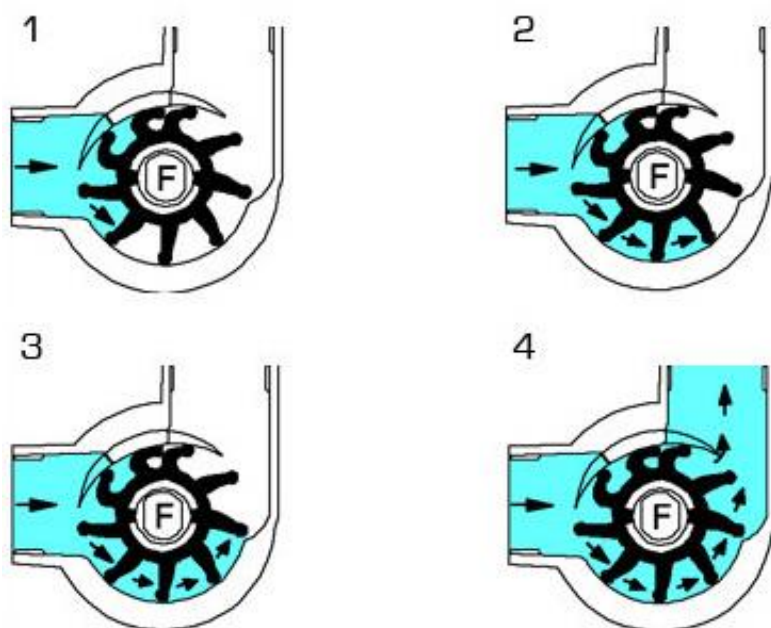


Obrázek 4- Lamelové čerpadlo [7]

Tyto čerpadla mohou pracovat v obou směrech otáčení rotoru, tedy jako čerpadla nebo hydromotory, protože mají bezventilový rozvod kapalin [3].

Při výrobě je kladen větší důraz na výrobní přesnost, z důvodu lícování lišt a statoru, ale i na jejich dimenzování.

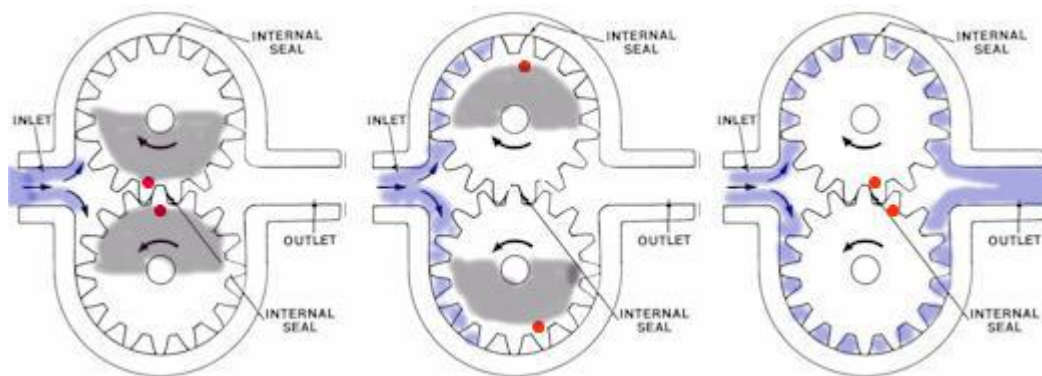
Lišty nemusí být konstruovány pouze jako statické výsuvné, ale mohou být i elastické z pryže, popřípadě z neoprenu.



Obrázek 5- Lamelové čerpadlo pružné [8]

A.2.1.4 Zubové čerpadlo

Tyto čerpadla pomocí dvou ozubených kol, které do sebe zapadají a jejichž směr otáčení je opačný, dopravují kapalinu tím, že prostor který je mezi zuby je vyplněn kapalinou, který se na konci otáčky zmenšuje, protože zuby kol do sebe zapadají a tím vytlačí kapalinu do výtlačného potrubí.



Obrázek 6- Zubové čerpadlo [9]

Zubová čerpadla, která se skládají ze dvou stejných ozubených kol s vnějším ozubením jsou klasická zubová čerpadla. Druhý typ se skládá z dvou různých ozubených kol, první kolo má vnější ozubení a druhé má vnitřní. Vnitřní zubová čerpadla jsou méně hlučná než vnější zubová čerpadla, protože mají zvětšený záběr zubů a díky menšímu škodlivému prostoru i lepší samonasávací schopnost [3]. Škodlivý prostor představuje proměnný objem patní a vrcholové kružnice zubů v záběru, jejich boky a šířkou.



Obrázek 7- Zubové čerpadlo s vnitřním ozubením [10]

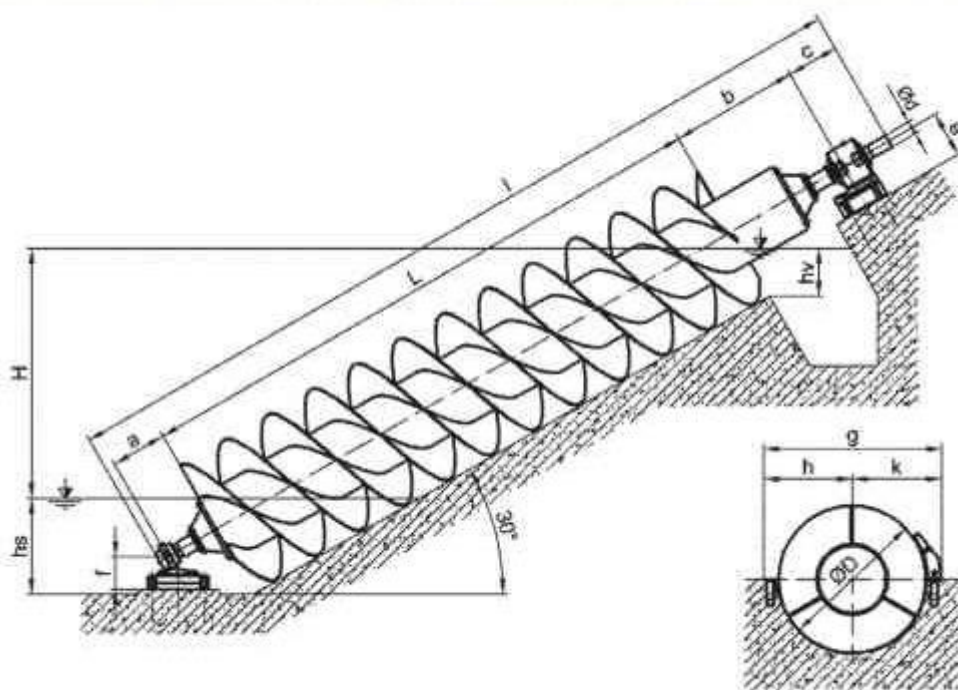
Zubová čerpadla jsou nejrozšířenějším typem hydrostatických čerpadel. Mohou plnit funkci čerpadla i hydromotoru. Díky absenci ventilů mohou pracovat v obou směrech otáčení. Jednoduchost a dobrá samonasávací schopnost zubových čerpadel

se využívá při čerpání mazacích a topných olejů, ale málo znečištěné a mazivé kapaliny nejsou vhodná [3].

A.2.1.5 Šroubová čerpadla

Toto čerpadlo popsal Archimédes při svých cestách v Egyptě. Čerpadlo se využívalo v Egyptě kvůli jednoduché konstrukci, lehkému přesunu a jeho schopnosti dopravit velké množství tekutiny do malé výšky, navíc mu nevadila ani bahnitá voda Nilu, protože ho nemůže zanést [1].

Rotor čerpadla je tvořen závitovým vřetenem, které je umístěno buď v uzavřeném nebo polootevřeném krytu. Mezi krytem a jednotlivými závitů vřetena vznikají jakési kapsy ve kterých je voda držena gravitací, tím že vřeteno rotuje zakusují se jednotlivé závitů do kapaliny a dochází k čerpání kapaliny. Šroubová čerpadla mají velkou životnost, nejsou náročná na údržbu, jsou velice jednoduchá, jejich účinnost není citlivá na změnu výšky kapalin a nepoškodí ryby při průchodu [3]. Používají se při čerpání silně znečištěných kapalin a hustých kalů s pevnými příměsemi.

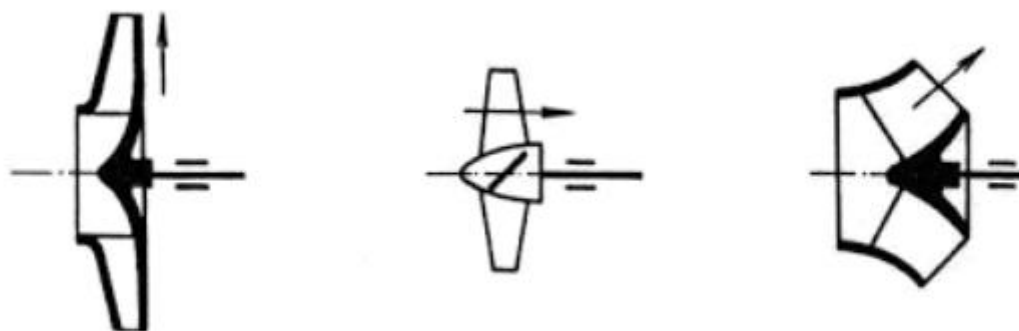


Obrázek 8- Šroubové čerpadlo [11]

A.2.2 Hydrodynamická čerpadla

Pro hydrodynamická čerpadla platí, že se přenos mechanické energie uskutečňuje rotací lopatkovým oběžným kolem. Kapalina vstupuje do čerpadla sacím otvorem a poté se dostane mezi lopatky oběžného kola. Rotující oběžné kolo působí na kapalinu odstředivou silou, která vytlačí kapalinu ven z oběžného kola. Tím vzrůstá energie působící na kapalinu jejichž rychlost případně i tlak vzrůstá.

Způsob, jakým působí oběžné kolo na kapalinu se hydrodynamická čerpadla rozlišují na čerpadla odstředivá, čerpadla vrtulová a čerpadla vířivá. Dalším způsob, jak rozdělit hydrodynamická čerpadla je podle směru proudění kapalin na výstupu z oběžného kola vzhledem k ose rotace. Dělíme je na radiální, diagonální a axiální [3].



Obrázek 9 - Rozdělení oběžných kol hydrodynamických čerpadel [12]

V praxi se využívá i propojení více čerpadel najednou. Propojení je buď za sebou (sériově) nebo vedle sebe (paralelně). Sériové zapojení se používá k vytvoření vyššího provozního tlaku, například z důvodu, kdy jedno čerpadlo nedokáže vytvořit požadovaný tlak. Paralelní zapojení se využije pro zvýšení průtoku. Paralelní zapojení se využívá chceme-li zajistit, že se v případě poruchy jednoho čerpadla automaticky spustí druhé a tím nedojde k odstavení celého systému, v tomto případě je v chodu pouze jedno čerpadlo.

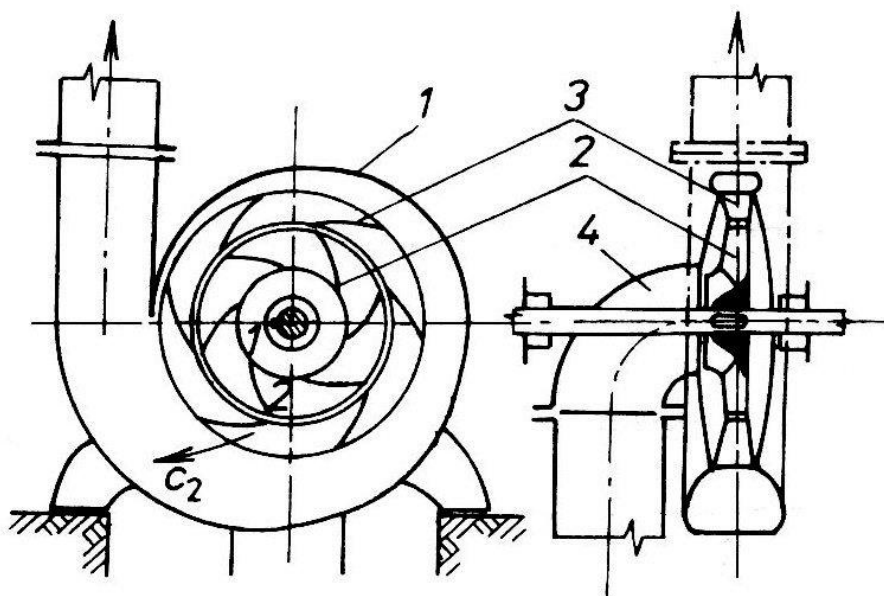
Většina hydrodynamických čerpadel musí být naplněna kapalinou před spuštěním, protože si nedokáží nasát kapalinu. Výjimkou jsou čerpadla, která jsou zkonstruována jako samonasávací, takovéto čerpadla využívají hasičské stříkačky.

A.2.2.1 Radiální čerpadla

Oběžná kola těchto čerpadel mají různé tvary s různým zakřivením lopatek, tvar a zakřivení je určuje podle účelu použití. Rotující oběžné kolo vytlačí čerpanou kapalinu po celém svém obvodu do spirální skříň. Spirální skříň má zpravidla podobu spirálního tělesa, protože je považováno za nejvhodnější z hydraulického hlediska. Průřez spirální skříň se postupně zvětšuje a vede kapalinu až do výtlačného hrdla, toto řešení vychází z předpokladu dodržení konstantní rychlosti kapaliny po celé délce spirály. Čerpadla jsou někdy označována i jako odstředivá vzhledem k jejich principu.

V případech, kdy chceme část kinetické energie přeměnit na tlakovou zařadíme mezi oběžné kolo a spirální skříň difuzor. Po výstupu kapaliny z oběžného kola může dosahovat čerpaná kapalina i relativně vysokých hodnot. Proto se snažíme tuto rychlost snížit a přetransformovat na tlakovou sílu s co nejmenšími hydraulickými ztrátami. Pro vysoké rychlosti je nutno použít lopatkového rozvaděče a pro nízké rychlosti může kapalina vstupovat do bezlopatkového difuzoru spirálovitého tvaru [13].

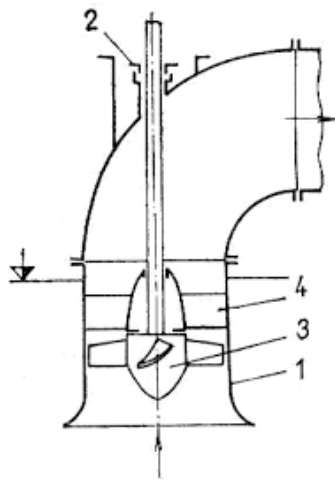
Radiální čerpadla jsou nejrozšířenějším typem hydrodynamických čerpadel. Radiální čerpadla nacházejí uplatnění v mnoha případech zejména jde však o oběhová čerpadla například v pračce, nebo v otopných soustavách. Realizují se jako monoblok s elektromotorem.



Obrázek 10 - Radiální čerpadlo [14]

A.2.2.2 Axiální čerpadla

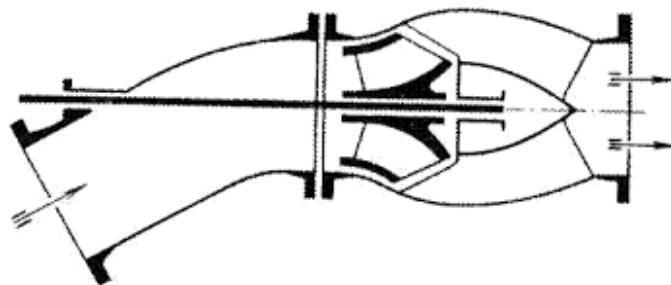
Oběžná kola těchto čerpadel mají tvar vrtule, podle toho mohou být nazývány i jako vrtulová čerpadla. Na oběžném kole jsou zpravidla umístěny 3 lopatky, které mohou být za klidu přestaveny (natočeny pod jiným úhlem). Pokud jde o množství čerpané kapaliny patří mezi nejvýkonnější, ale uplatňují se v případě dopravy kapalin do malých dopravních výšek. Na hřídeli je letmo uloženo oběžné kolo a hřídel je uložena v ložiscích. Používají se v průmyslových a vodárenských zařízeních, pro závlahové čerpadla, ale uplatnění najdou i v kanalizačních soustavách [13].



Obrázek 11 - Axiální čerpadlo [15]

A.2.2.3 Diagonální čerpadla

Konstrukčně, vlastnostmi i použitím jde o jakýsi mezičlánek mezi radiálními a axiálními čerpadly. Kapalina je nasávána do oběžného kola axiálně a je vytlačována diagonálně. Používají se například v suché i mokré jímce, v kanalizaci, k zavodňování nebo odvodňování [13].



Obrázek 12 -Diagonální čerpadlo [16]

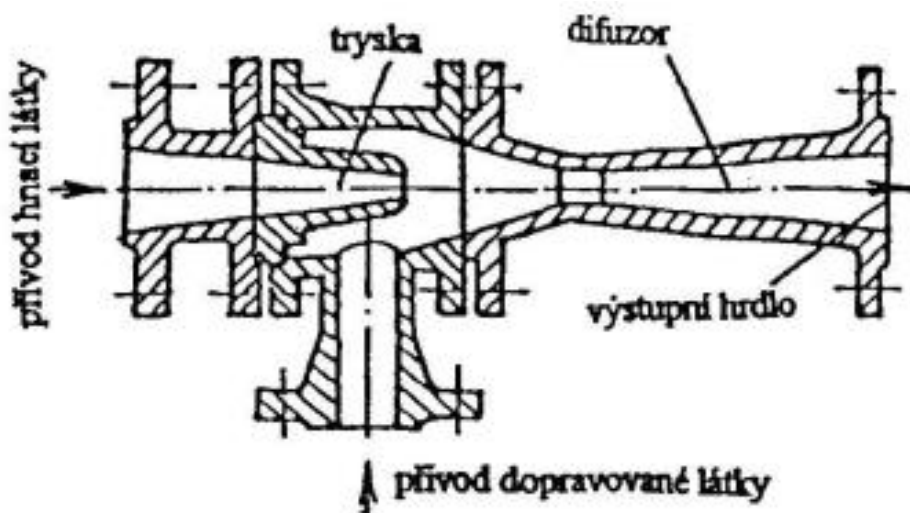
A.2.3 Speciální čerpadla

Tyto čerpadla jsou vyhrazeny pro plnění doplňujících či jedinečných funkcí.

A.2.3.1 Ejektory

Princip ejektorů vychází ze zákona zachování mechanické energie pro proud kapaliny, kdy tlak kapaliny klesá v místě zúžení potrubí. Toto snížení tlaku se využije pro nasátí dopravované kapaliny, neboť potrubí se za místem zúžení plynule rozšiřuje a tím se zvyšuje i tlak dopravované kapaliny. Ejekční účinek vyvolá proud pracovní kapaliny, jejichž rychlost je zvýšena v trysce, tím se začne nasávat do pracovní komory dopravovaná kapalina ze sacího hrdla. Pracovní kapalina tedy strhává proud dopravované kapaliny do válcového nástavce, aby následně v difuzoru byl zvýšen tlak kapalin. Účinnost je závislá na poměru průtoků pracovní a dopravované kapaliny a bývá kolem 20 %. Využívají se zejména tam, kde není účinnost rozhodujícím faktorem například čerpání žumpy, nebo při mísení horké a studené vody v teplovodních sítích a studňových samonasávacích čerpadel.

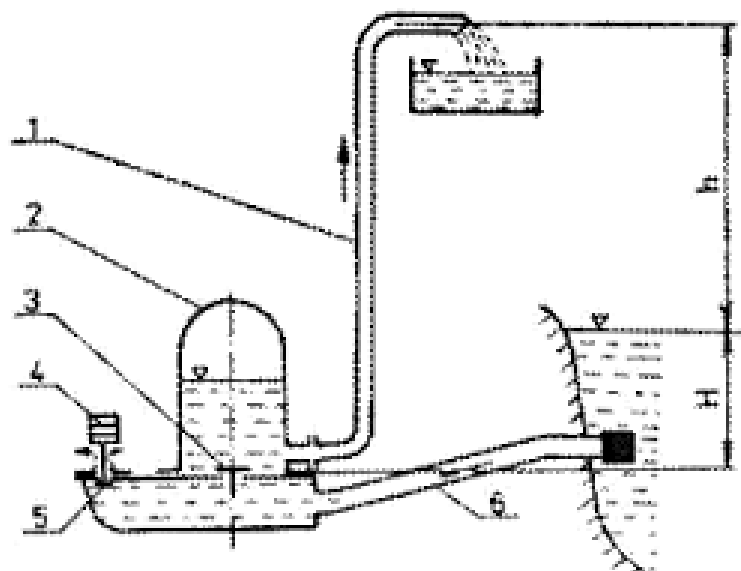
Pracovní kapalinou může být jak proud vody, tak i proud páry. Použití páry vede k ohřevu dopravované kapaliny a to se využívá při přehřevu vody parních kotlů [3].



Obrázek 13 – Ejektor [17]

A.2.3.2 Vodní trkače

Tyto čerpadla využívají princip vodního rázu, který vznikne náhlým zastavením průtoku kapaliny. Kapalina vytéká z nádrže přes ventil trkače do odpadu. Při určitém průtoku kapaliny je stržen ventil trkače a ten se prudce uzavře. Tímto uzavřením dojde k hydrodynamickému rázu, který doprovází stoupnutím tlaku kapaliny. Zvýšený tlak kapaliny způsobí otevření ventilu větrníku a kapalina začne proudit do větrníku, až do okamžiku, kdy pomine zvýšení tlaku kapaliny způsobným hydrodynamickým rázem. V tom se uzavře ventil větrníku a působením pružiny nebo závaží se otevře ventil trkače. Tento děj se opakuje až do chvíle, kdy tlak vzduchu ve větrníku dokáže vytlačit kapalinu do horní nádrže.



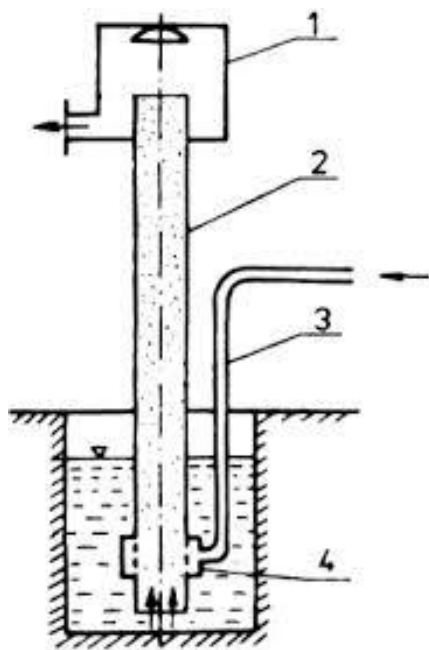
Obrázek 14 - Vodní trkač [18]

Z toho plyne, že vodní trkače jsou levné, spolehlivé a dokáží pracovat i bez elektrické energie. Pro jejich provoz je nutné, aby byl nadbytek kapaliny a spád byl přinejmenším větší než 1 m. Trkače dokáží vytlačit kapalinu až do 25-ti násobku spádu [13]. Dává se pozor, aby vodní trkače nezamrzly v případě bez obslužného provozu.

A.2.3.3 Mamutová čerpadla

Tyto čerpadla využívají rozdíl měrné hmotnosti vody a směsi vody se vzduchem. Svislé potrubí, jehož konec je ponořen do kapaliny a v určité hloubce je přiváděn do potrubí stlačený vzduch kompresorem přes sperlovač (otvory o průměru 4 až 6 mm). Tím

se vytvoří směs kapaliny a vzduchu, jejíž hustota je nižší než hustota kapaliny a dojde k tzv. komínovému efektu, který způsobí čerpání směsi.



Obrázek 15 - Mamutové čerpadlo [19]

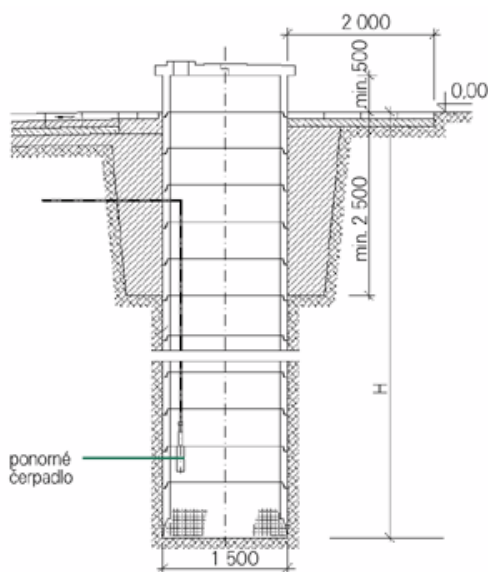
Účinnost mamutových čerpadel se pohybuje od 25 % do 40 %, účinnost je snižována příkonem kompresoru, předbíháním bublinek vzduchu oproti čerpané kapalině a také tím, že bublinky vzduchu nahoře u výtoku jsou větší než dole, protože tam klesá tlak kapaliny [3]. Výhodou je, že funkčnost mamutových čerpadel je bez pohyblivých částí v kapalinovém prostoru a jejich necitlivost na nečistoty a na větší pevné příměsi v kapalině.

A.3 Studny

Pro jímání podzemní vody slouží studny. Rozlišujeme jímání mělké podzemní vody, pramenů a hluboké podzemní vody. Jímání mělké podzemní vody probíhá zejména v štěrkopísčitých sedimentech, čtvrtohorních zvětralinách a pokryvech [20]. K jímání mělké podzemní vody se využívá horizontálních jímadel (štol, zářezů) a také vertikálních jímadel (šachtové či vrtané studny). Prameny se jímají pomocí pramenních jímek, zemních nádrží. Hlubokou podzemní vodu jímáme výhradně vrtanými studnami.

A.3.1 Šachtové studny

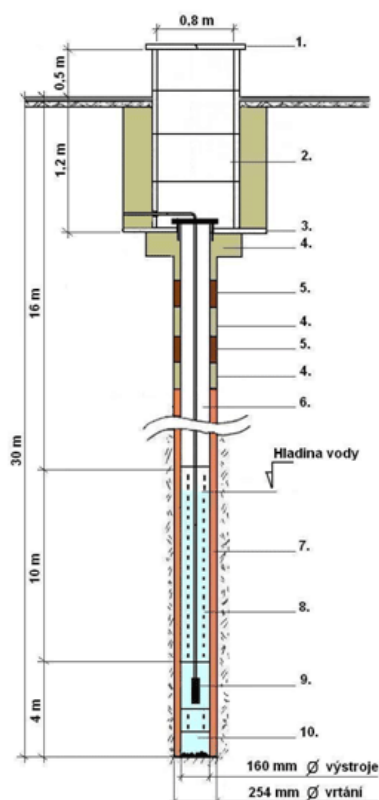
Při provádění těchto studen se využívají betonové skruže vyráběné v různých průměrech od 0,5 m po 3,5 m. Kopané studny jsou hloubeny jen do hloubky 15 m. Hlubší studny je snazší a levnější vrtat. V případě, že je studna vykopána v dobře propustném terénu, není hloubka studny výrazně nižší, než je úroveň spodní vody. Tím zbytečně nevysilujeme přítok [20]. Přítok vody do studny probíhá jejím dnem. Odborníci v dnešní době nedoporučují budovat kopané studny kvůli znečištění povrchové vody. Dnes se jen velmi ojediněle jímá voda, která nemusí být upravena na pitnou, případné náklady mohou být vysoké. Jen zřídka je totiž zajištěno jímání kvalitní podzemní vody. Další problém je zajistit celoročně dostatek vody, neboť v kopaných studnách bývá malý sloupec vody, a proto při kolísání hladiny podzemní vody hrozí jeho nedostatek.



Obrázek 16- Šachtová studna [21]

A.3.2 Vrtané studny

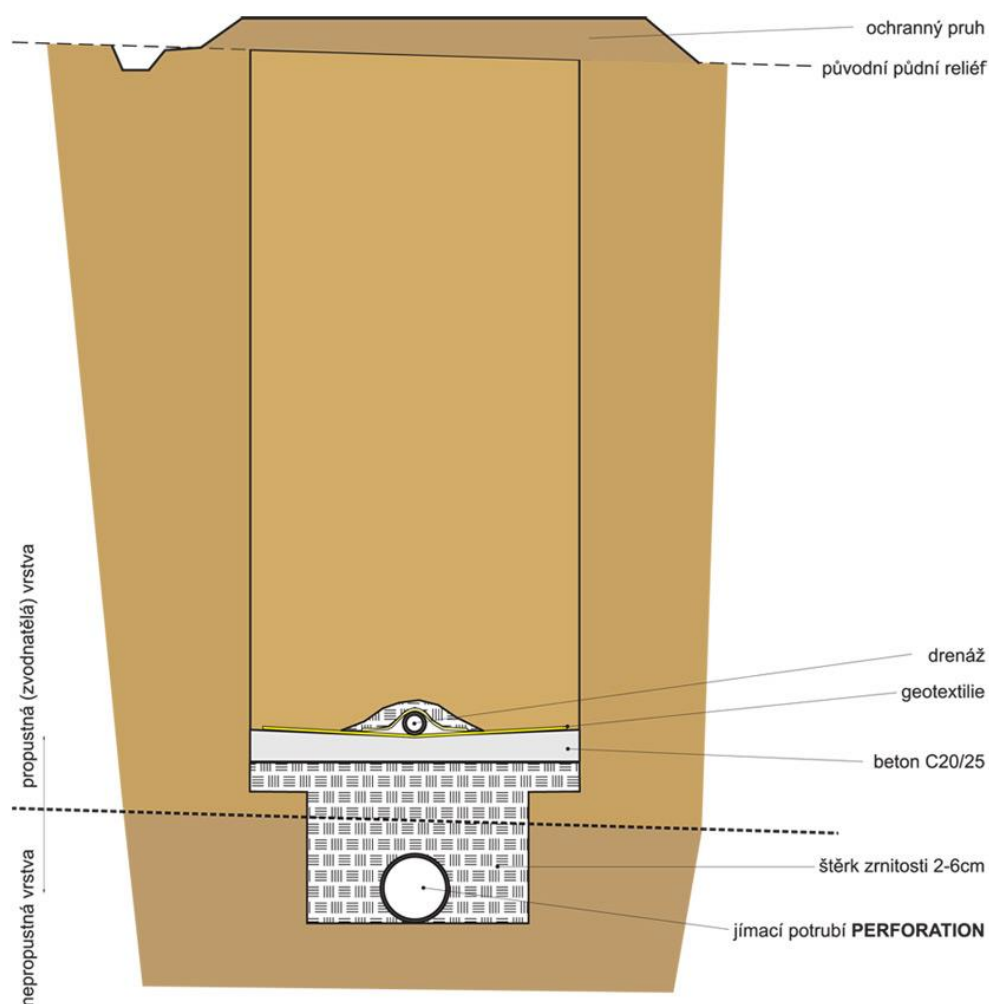
Jsou velmi rozšířené a zaujímají velký význam pro jímání podzemní vody. Existuje mnoho způsobů vrtání – nárazem, rotačně, rotačně-příklepově, drapákově. Nejrozšířenější a zároveň i nejlevnější je rotačně-příklepově. Návrh vrtané studny ovlivňuje mnoho faktorů, hloubka nepropustného podloží, množství jímané vody, způsob odběru vody, vlastnosti zvodnělého prostředí a vlastnosti podzemní vody. Vrty, které slouží jako studny je doporučeno umístit perforovanou část od nepropustného podloží nahoru jen ve spodních dvou třetinách vrtu a v horní třetině až polovině vodního sloupce, kde by se měla pohybovat hladina vody použít plnou část [20]. Průměr a hloubka studny ovlivňuje množství jímané vody. Pro čerpání vody se využívá ponorné nebo horizontální čerpadlo. Vlastnosti zvodnělého prostředí ovlivňuje především zrnitost, ulehlost a puklinatost. Kvalita vody ovlivňuje potřebnou úpravu vody na pitnou. Vrtání studny nesmí zhoršit podmínky jímání podzemní vody. Průměrnou hloubkou takto vrtaných studen je hloubka 30-40 m.



Obrázek 17- Vrtaná studna [22]

A.3.3 Horizontální jímadla

Nejpoužívanější variantou horizontálních jímadel jsou jímací zářezy. Používají se pro jímání podzemní vody v porézních prostředích, např. na svazích nebo v mělkých prohlubeninách. Tam kde není pramen či odtok. Příčina jejich užití může být také z důvodu malé mocnosti zvodnění, kde není možné jímat vodu studnou. Zářezy jsou obvykle kryté a zaústěny do sběrných jímek v hloubce 3-5 m. Takovéto jímání vody je nespolehlivé z důvodu dlouho trvajícího sucha, pokud není voda jímána ze skrytých pramenních vývěv a nevhodná, protože voda je odváděna nepřetržitě i v případě, že se voda nevyužívá. I přes tyto negativa nacházejí své uplatnění v oblastech, kde není jiná možnost jímání zejména v horských oblastech [20].



Obrázek 18- Horizontální jímadlo [23]

A.3.4 Jímání pramenů

Dnes se tento způsob jímání využívá výjimečně. Určení pramene vhodného pro takovéto jímání není jednoduché a bývá časově náročné. Podle typu pramene se určí způsob jímání. Pro určení způsobu jímání je nutné pravidelně pozorovat vydatnost pramene a určit jeho dlouhodobé nebo absolutní minimum za určitou dobu. Doporučená doba je cca 5 let s periodou měření 1x za týden [20]. Pro prameny s velkou rozkolísaností se jímání nedoporučuje, protože rozkolísanost negativně ovlivňuje chemické složení, teplotu a voda bývá i hygienicky závadná. Nejvhodnější je využít pramen jehož rozkolísanost vydatnosti je 1:10. Takový pramen, ale musí být dlouhodobě sledován. Pro jímání pramenů se používají pramenní jímky a podle potřeby se využijí v kombinaci s jímacími zářezy, popřípadě s krátkými štolami.

Seznam použitých zdrojů

- [1] CECH, Brigitte. *Technika v antice*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-3786-7.
- [2] Druhy a rozdělení čerpadel [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://druhy-cerpadel.cz/>
- [3] MELICHAR, Jan, Jaroslav BLÁHA a Karel BRADA. *Hydraulické stroje: konstrukce a provoz*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02657-4.
- [4] Schéma pístového čerpadla [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.spssol.cz>
- [5] Schéma dvojčinného pístového čerpadla [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.spssol.cz>
- [6] Membránové čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovych-cerpadel-6dil-pistova-cerpadla>
- [7] Lamelové čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2015/sbornik_2015/0800.pdf
- [8] Lamelové čerpadlo pružné [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://strojni-projektant.webnode.cz/l/druhy-cerpadel/>
- [9] Zubové čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovych-cerpadel-1dil-zubova-cerpadla>
- [10] Zubové čerpadlo s vnějším ozubením [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovych-cerpadel-1dil-zubova-cerpadla>
- [11] Šroubové čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.roliol.cz/clanek/archimedova-zavitova-cerpadla-281/>
- [12] Rozdělení oběžných kol hydrodynamických čerpadel [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://katedry.osu.cz/kpv/cerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0013.htm
- [13] BEDNÁŘ, Josef. *Čerpadla: (vodárenství a kanalizace)*. Blansko: Marcela Bednářová, 2015. ISBN 978-80-905437-2-0.
- [14] Radiální čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1926>
- [15] Axiální čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://katedry.osu.cz/kpv/cerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0018.htm
- [16] Diagonální čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://katedry.osu.cz/kpv/cerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0019.htm
- [17] Ejektor [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovych-cerpadel-9dil-proudova-cerpadla>
- [18] Vodní trkač [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://katedry.osu.cz/kpv/cerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0022.htm
- [19] Mamutové čerpadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://katedry.osu.cz/kpv/cerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0023.htm

- [20] ZELINKA, Zdeněk. Studny. Praha: Grada, 2013. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4482-7.
- [21] Šachtová studna [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.davidberan.wz.cz/studna.htm>
- [22] Vrtaná studna [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.jdsprojekt.cz/projekty/studna-priklad/>
- [23] Horizontální jímadlo [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.pospisil-ro.cz/vyroba-a-produkty/jimaci-zarezy-potrubí-pro-jímani-podzemní-vody/>

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově

B.1.1 Analýza zadání

Řešeným objektem této bakalářské práce je provozní budova. Zadaný projekt řeší rozvody vody, kanalizace a objekty s nimi související. Objekt je rozdělen do dvou hlavních částí. Na část bytovou a administrativní. Bytová jednotka je určena pro čtyři osoby.

B.1.2 Bilance potřeby vody

V provozní budově se uvažuje s osobami

- Bytová jednotka č.1 – 4 osoby
- Bytová jednotka č. 2 – 1 osoba
- Terénní pracovníci - 10 osob
- Zaměstnanci administrativy – 9 osob

Výpočet

5 obyvatel (100 l/os.den)	= 5x100 = 500 l/den
10 x terénní pracovníci (50 l/os.směna)	= 10x50 = 500 l/den
9 x zaměstnanci administrativy (50 l/os.den)	= <u>9x50 = 450 l/den</u>
Celkem 1450 l/den	

Průměrná denní potřeba vody Q_p [l/den]

$$Q_{dp} = q_s \cdot n$$

kde q_s je specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku

n je počet měrných jednotek.

$$Q_{dp} = 100 \cdot 5 + 50 \cdot 10 + 50 \cdot 9 = 1450 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody Q_{dmax} [l/den]

$$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d$$

kde Q_{dp} je průměrná denní potřeba vody

k_d je součinitel denní nerovnoměrnosti (pro jednotlivé budovy $k_d = 1,5$)

$$Q_{dmax} = 1450 \cdot 1,5 = 2175 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba Q_{hmax} [l/h]

$$Q_{hmax} = 2 \cdot Q_m + 0,5 \cdot Q_p$$

kde Q_{dmax} je maximální denní potřeba vody

Q_m jsou zaměstnanci administrativy a obyvatelé

Q_p jsou terénní pracovníci

$$Q_{hmax} = 2 \cdot \frac{1,5 \cdot (500 + 450)}{24} + 0,5 \cdot 500 = 368,75 \frac{\text{l}}{\text{hod}}$$

B.1.3 Bilance potřeby teplé vody

Potřeba teplé vody bude stanovena na základě ČSN EN 06 0320.

Výpočet

5 obyvatel (40 l/os.den)

$$= 5 \times 40 = 200 \text{ l/den}$$

10 x terénní pracovníci (25 l/os.směna)

$$= 10 \times 25 = 250 \text{ l/den}$$

9 x zaměstnanci administrativy (15 l/os.den)

$$= 9 \times 15 = 135 \text{ l/den}$$

TV celkem 585 l/den

B.1.4 Bilance odtoku splaškových vod

Odtok splaškových vod nepřevýší hodnotu potřeby vody v objektu. Průměrná denní potřeba vody Q_{dp} je 1450 l/den. Výpočet na základě denní potřeby vody.

5 obyvatel (100 l/os.den)

$$= 5 \times 100 = 500 \text{ l/den}$$

10 x terénní pracovníci (50 l/os.směna)

$$= 10 \times 50 = 500 \text{ l/den}$$

9 x zaměstnanci administrativy (50 l/os.den)

$$= 9 \times 50 = 450 \text{ l/den}$$

Celkem 1450 l/den

Průměrný denní odtok splaškových vod Q_p [l/den]

$$Q_{dp} = 1450 \text{ l/den}$$

B.1.5 Bilance odtoku dešťových vod

Střecha provozní budovy je dvouplášťová plochá s nepropustnou krytinou.

Odtokový součinitel C: $C = 1,0$ – střecha s nepropustnou horní vrstvou

Odvodňovaná plocha A: $A = 334 \text{ m}^2$

Redukovaná plocha A_{red} : $A_{red} = A \cdot C = 334 \cdot 1 = 334 \text{ m}^2$

B.2 Výpočty související s následným zpracováním dílčích instalací

B.2.1 Návrh přípravy teplé vody

Objekt bude zásobován teplou vodou pomocí dvou centrálních ohřevů umístěných v 1.NP. Budova dle ohřevu teplé vody bude rozdělena na administrativní a bytovou část. Výpočet bude proveden dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

5 obyvatel (60 l/os.den) $= 5 \times 60 = 300 \text{ l/den}$

10 x terénní pracovníci (30 l/os.směna) $= 10 \times 30 = 300 \text{ l/den}$

9 x zaměstnanci administrativy (15 l/os.den) $= 9 \times 15 = 135 \text{ l/den}$

Úklid celkem 172 m^2 (20l/100m²) $= 1,72 \times 20 = 34,4 \text{ l/den}$

TV pro návrh ohřivače celkem 770 l/den

Návrh zařízení pro přípravu teplé vody

Celková denní potřeba teplé vody

$$V_{zp} = 770 \text{ l/den}$$

Denní potřeba teplé vody pro ohříváč v bytové jednotce (dále jen ohříváč č. 1)

4 obyvatelé (60 l/os.den) = 4x60 = **240 l/den**

Denní potřeba teplé vody pro administrativní část budovy (dále jen ohříváč č.2)

1 x obyvatel bytu (60 l/os.den) = 1x60 = 60 l/den

10 x terénní pracovníci (30 l/os.směna) = 10x30 = 300 l/den

9 x zaměstnanci administrativy (15 l/os.den) = 9x15 = 135 l/den

Úklid celkem 172 m² (20l/100m²) = 1,72x20 = 34,4 l/den

celkem 530 l/den

Teplo odebrané při ohřevu vody Q_{2t} [kWh]

Ohříváč č. 1

$$Q_{2t} = c \cdot V_{pz} \cdot (\theta_2 - \theta_1)$$

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

V_{pz} celková denní potřeba teplé vody

θ_2 je teplota ohřáté vody

θ_1 je teplota studené vody

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 0,24 \cdot (55 - 10) = 12,56 \text{ kWh}$$

Ohříváč č. 2

$$Q_{2t} = c \cdot V_{pz} \cdot (\theta_2 - \theta_1)$$

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 0,53 \cdot (55 - 10) = 27,74 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené při ohřevu vody Q_{2z} [kWh]

Ohříváč č. 1

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

kde Q_{2t} je potřeba tepla pro ohřev vody

z součinitel poměrné ztráty

$$Q_{2z} = 12,56 \cdot 0,5 = 6,28 \text{ kWh}$$

Ohřívač č. 2

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

kde Q_{2t} je potřeba tepla pro ohřev vody

z součinitel poměrné ztráty

$$Q_{2z} = 27,74 \cdot 0,5 = 13,87 \text{ kWh}$$

Teplo dodané ohřívačem během periody Q_{2P} [kWh]

Ohřívač č. 1

$$Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 12,56 + 6,28 = 18,84 \text{ kWh}$$

Ohřívač č. 2

$$Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 27,74 + 13,87 = 41,61 \text{ kWh}$$

Předpoklad provozu budovy

Ohřívač č. 1

	%	Teplo odebrané [kWh]	Teplo celkové [kWh]
5:00 → 8:00	25	3,14	4,71
8:00 → 13:00	15	1,884	2,826
13:00 → 17:00	5	0,628	0,942
17:00 → 22:00	50	6,28	9,42
22:00 → 24:00	5	0,628	0,942

Ohříváč č. 2

	%	Teplo odebrané [kWh]	Teplo celkové [kWh]
5:00 → 9:00	15	4,161	6,242
9:00 → 12:00	20	5,548	8,322
12:00 → 15:00	15	4,161	6,242
15:00 → 18:00	50	13,87	20,805

Určení velikosti zásobníku V_z [kWh]

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}$$

kde ΔQ_{max} je určeno z grafu 1 a z grafu 2

c je měrná kapacita vody

ϑ_2 je teplota teplé vody (55 °C)

ϑ_1 je teplota studené vody (10 °C)

Ohříváč č. 1

$$V_z = \frac{3,61}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,07 \text{ m}^3 = 70 \text{ l}$$

Ohříváč č. 2:

$$V_z = \frac{13,15}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,25 \text{ m}^3 = 250 \text{ l}$$

Jmenovitý výkon ohřevu Q_{1n} [kWh]

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

kde Q_{1max} je maximum křivky odběru

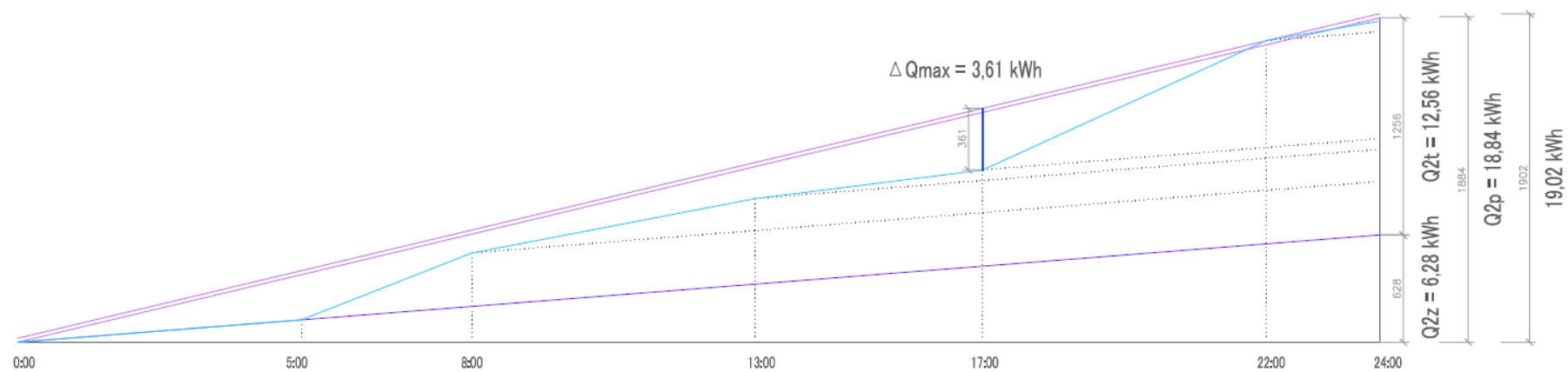
t je počet provozních hodin

Ohříváč č. 1

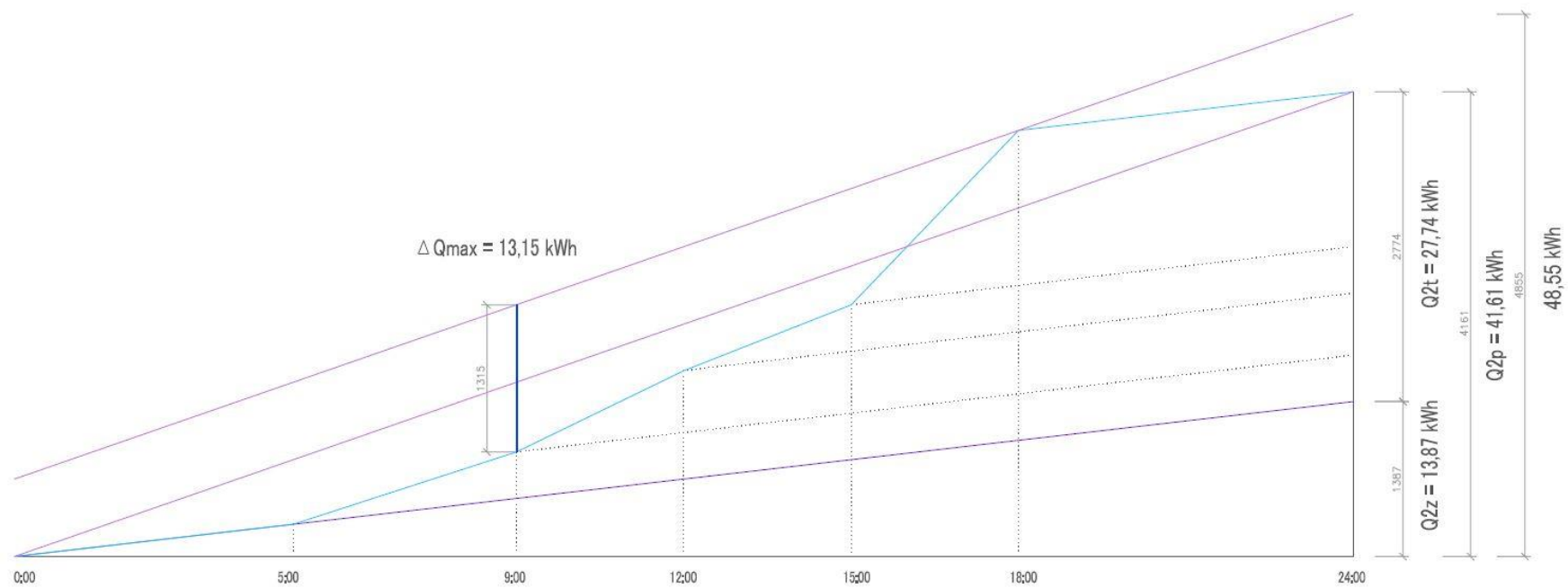
$$Q_{1n} = \frac{19,15}{24} = 0,8 \text{ kW}$$

Ohříváč č. 2

$$Q_{1n} = \frac{48,40}{24} = 2,02 \text{ kW}$$



Graf 1 – Odběrový diagram



Graf 2 – Odběrový diagram

Návrh kotle na ohřev vody

Na základě výpočtů navrhuji pro bytovou jednotku (ohřívač č.1) svislý elektrický ohřívač vody s keramickým topným tělesem - DRAŽICE OKCE 200 o objemu 200 l. Ohřívač je určený pro zavěšení na zeď. Doba ohřevu TV je 5,3 hod. Maximální provozní přetlak v nádobě je 0,6 MPa.

Pro administrativní část budovy (ohřívač č.2) dle výpočtu navrhuji stacionární zásobníkový ohřívač vody s jedním výměníkem DRAŽICE OKC NTR/1MPa o objemu 292 l, jehož doplňujícím příslušenstvím bude vestavná přírubová topná jednotka RDU 18-3. Doba trvání ohřevu TV je 6 hodin.

B.2.2 Dimenzování kanalizačního potrubí

B.2.2.1 Dimenzování splaškového kanalizačního potrubí

Postup výpočtu bude proveden dle normy ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace.

Průtok splaškových vod Q_{ww} [kWh]:

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

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

$\sum DU$ je součet výpočtových odtoků [l/s]

Jednotlivé výpočtové odtoky DU použitých zařizovacích předmětů

Zařizovací předmět označení	DU	[l/s]	DN
Umyvadlo	U	0,5	50
Sprcha s podlahovou vpustí	S	0,8	50
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	50
Záchodová mísa	WC	2,0	110
Keramická výlevka	VL	2,5	110
Podlahová vpust'	VP	2	110
Umývátko	Um	0,5	50
Pedikérní vanička	VN	0,5	50
Pisoárová mísa	P	0,5	50
Bidet	B	0,5	50
Koupací vana	V	0,8	50
Koupací vana	V1	0,8	50
Sprchová mísa se zátkou	S1	0,8	50

S1	K = 0,5 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	V1	0,8	0,45	0,8	50
S1	U+WC+DJ+V1	4,1	1,01	2	110
P2	DJ	0,8	0,45	0,8	50
P3	U	0,5	0,35	0,5	50
S1	U+WC+DJ+V1+DJ+U	5,4	1,16	2	110

S1a	K = 0,5 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	U	0,5	0,35	0,5	50
P2	WC	2	0,71	2	110
P3	U+WC	2,5	0,79	2	110
P4	DJ	0,8	0,45	0,8	50
S1a	U+WC+DJ	3,3	0,91	2	110

S2	K = 0,5 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	WC	2	0,71	2	110
P2	Um	0,5	0,35	0,5	50
S2	WC+Um	2,5	0,79	2	110

S3	K = 0,5 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	V	0,8	0,45	0,8	50
P2	WC	2	0,71	2	110
P3	V+WC	2,8	0,84	2	110
P4	U	0,5	0,35	0,5	50
S3	V+WC+U	3,3	0,91	2	110

S4	K = 0,5 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	DJ	0,8	0,45	0,8	50

S5	K = 1,0 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
S5	VP	1,2	1,10	1,2	110

S6	K = 0,7 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	U	0,5	0,49	0,5	50
P2	U	0,5	0,49	0,5	50
P3	U+U	1	0,70	0,5	50
P4	VN	0,5	0,49	0,5	50
S6	U+U+VN	1,5	0,86	0,5	75

S7	K = 0,7 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	S	0,8	0,63	0,8	50

S8	K = 1,0 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	U	0,3	0,55	0,3	50
P2	U	0,3	0,55	0,3	50
P3	U+U	1	1,00	0,3	75
P4	U+U+U	1,5	1,22	0,3	75
P5	U+U+U+U	2	1,41	0,3	75
S8	U+U+U+U+VN	2,5	1,58	0,3	75

S9	K = 1,0 [$l^{0,5}/s^{0,5}$]				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		ls^{-1}	ls^{-1}	ls^{-1}	
P1	S	0,9	0,95	0,9	50

S10	$K = 1,0 [l^{0,5}/s^{0,5}]$				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	
P1	S	0,9	0,95	0,9	50

S11	$K = 1,0 [l^{0,5}/s^{0,5}]$				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	
P1	S	0,9	0,95	0,9	50

S12	$K = 0,7 [l^{0,5}/s^{0,5}]$				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	
P1	S1	0,6	0,54	0,6	50
S12	S1+U+U	1,6	0,89	0,6	110 (odvětrání)
P2	WC	2	0,99	2	110
P3	B	0,5	0,49	0,5	50
P4	WC+B	2,5	1,11	2	110
P5	U	0,5	0,49	0,5	50
P6	U+U	1	0,7	0,5	50
S12	S1+U+U+WC+B+U+ U	5,1	1,58	2	110

S12a	$K = 0,7 [l^{0,5}/s^{0,5}]$				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	
P1	U	0,5	0,49	0,5	50
P2	U	0,5	0,49	0,5	50
P3	U+U	1	0,7	0,5	75

S13	$K = 0,7 \text{ [l}^{0,5}/\text{s}^{0,5}]$				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		l s^{-1}	l s^{-1}	l s^{-1}	
P1	WC	2	0,99	2	110
P2	WC	2	0,99	2	110
S13	WC+WC	4	1,40	2	110
P3	WC	2	0,99	2	110
P4	P	0,5	0,49	0,5	50
P5	WC+P	2,5	1,11	2	110
P6	WC	2	0,99	2	110
P7	WC+WC	4	1,40	2	110
S13	WC+WC+WC+P+WC+WC	10,5	2,27	2	110

S14	$K = 0,7 \text{ [l}^{0,5}/\text{s}^{0,5}]$				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		l s^{-1}	l s^{-1}	l s^{-1}	
P1	U	0,5	0,49	0,5	50

S15	$K = 0,7 \text{ [l}^{0,5}/\text{s}^{0,5}]$				
Připojovací potrubí	Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	DN/OD
		l s^{-1}	l s^{-1}	l s^{-1}	
S15	VL	2,5	1,11	2,5	110

Přibývá	ΣDU	Q_{ww}	DU_{max}	Q_{max}	DN/OD
	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	$l s^{-1}$	
S1 - S13'	5,4	1,16	2	7,3	110
S13 - S15'	10,5	2,27	2	7,3	110
S15' - S14'	13	2,52	2,5	7,3	110
S14' - S13'	13,5	2,57	2,5	11,8	125
S13' - S12'	18,9	3,04	2,5	11,8	125
S12 - S12'	5,1	1,58	2	7,3	110
S12' - S8'	24	3,43	2,5	11,8	125
S8 - S10'	2,5	1,58	2,5	7,3	110
S10 - S10'	1,8	1,34	0,9	7,3	110
S10' - S9'	4,3	2,07	0,9	11,8	125
S9' - S8'	5,2	2,28	0,9	11,8	125
S8' - S6'	29,2	5,40	2	11,8	125
S6 - S7'	1,5	0,86	0,5	7,3	110
S7' - S6'	2,3	1,06	0,8	7,3	110
S6' - S5'	31,5	5,61	2,5	11,8	125
S5 - S5'	1,2	1,10	1,2	7,3	110
S5' - S2'	32,7	5,72	2,5	11,8	125
S2 - S3'	2,5	0,79	2	7,3	110
S3 - S3'	4,1	1,01	2	7,3	110
S3' - S2'	6,6	1,28	2	11,8	125
S2' - S1'	39,3	6,27	2,5	11,8	125

B.2.2.2 Dimenzování dešťové kanalizace

Dešťová voda bude svedena okapovým žlabem a dále svodným potrubím do vsakovacích tunelů.

Průtok dešťových vod

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

kde i je intenzita deště, pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením

A je půdorysná plocha odvodňované části střechy

C je součinitel odtoku z odvodňované plochy

$$Q_r = 0,03 \cdot 167 \cdot 1 = 5,01 \text{ l/s}$$

Dle tabulky z technické normy ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace budou navrženy dvě dešťové odpadní potrubí DN 125. Každé bude propojeno s kanalizačním potrubím v zemi lapačem střešních splavenin HL600.

B.2.2.3 Návrh vsakovacího zařízení

Retenční objem vsakovacího zařízení

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

kde h_d je návrhový úhrn srážky

A_{red} je redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

A_{vz} je plocha hladiny vsakovacího zařízení

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

k_v je koeficient vsaku

A_{vsak} je vsakovací plocha vsakovacího zařízení

t_c je doba trvání srážky

$$A_{VSAK} = 0,01 \sim 0,03 \cdot A_{red}$$

$$A_{VSAK} = 0,02 \cdot 334 = 8,35 \text{ m}^2$$

$$V_{vz} = 0,001 \cdot 12 \cdot (334 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,0005 \cdot (0,02 \cdot 334) \cdot 5 \cdot 60 = 3,382 \text{ m}^3$$

Zbýlé hodnoty jsou vypočítané v tabulce:

t_c	5	10	15	20	30	40	60	120	240	360
h_d	12	18	21	23	25	27	29	35	39	44
V_{vz}	3,382	4,7595	5,1	5,177	4,5925	4,008	2,171	-3,34	-17,034	-30,394

Objem vsakovacího zařízení V_{vz} se dle tabulky rovná 5,2 m³.

Navrženo vsakovací zařízení 4×AS-NIDAPLAST, objem jednoho zařízení je 1422 l.

Akumulační schopnost celého zařízení je 5688 l.

Doba prázdnění vsakovacího zařízení

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

kde V_{vz} je objem vsakovacího zařízení

Q_{vsak} je vsakovaný odtok

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

kde k_v je koeficient vsaku

A_{vsak} je vsakovací plocha vsakovacího zařízení

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

$$Q_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 0,0005 \cdot 8,35 = 0,00209 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T_{pr} = \frac{5,2}{0,00209} = 2488,04 \text{ s} = 42 \text{ min.}$$

B.2.2.4 Dimenzování vsakovacího průlehu

Pro odvodnění plochy parkoviště jsou navrženy zatravněovací tvárnice, které částečně napomáhají vsakování srážkové vody. Hlavní část srážkové vody bude z povrchu parkoviště odváděna vyspádováním povrchu parkoviště na stranu od objektu k okolnímu travnatému povrchu a dále bude odváděna do zatravněného průlehu.

$$K_v = 0,0005$$

$$A_1 = 660 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 178 \text{ m}^2$$

$$A_{red1} = A_1 \cdot C = 660 \cdot 0,2 = 132 \text{ m}^2$$

$$A_{red2} = A_2 \cdot C = 178 \cdot 0,2 = 35,6 \text{ m}^2$$

$$A_{vsak1} = (0,1 \sim 0,3) \cdot A_{red1} = 0,1 \cdot 132 = 13,2 \text{ m}^2$$

$$A_{vsak2} = (0,1 \sim 0,3) \cdot A_{red2} = 0,1 \cdot 35,6 = 3,56 \text{ m}^2$$

Vsakovací průleh č. 1

t _c	5	10	15	20	30	40	60	120	240	360
h _d	12	18	21	23	25	27	29	35	39	44
V _{vz}	0,594	0,396	-0,2	-0,92	-2,64	-4,36	-8,05	-19,14	-42,372	-65,472

Vsakovací průleh č. 2

t _c	5	10	15	20	30	40	60	120	240	360
h _d	12	18	21	23	25	27	29	35	39	44
V _{vz}	0,16	0,1068	-0,1	-0,25	-0,712	-1,17	-2,17	-5,162	-11,428	-17,658

Vsakovací odtok

$$Q_{vsak1} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak1} = \frac{1}{2} \cdot 0,0005 \cdot 13,2 = 0,0033 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{vsak2} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak2} = \frac{1}{2} \cdot 0,0005 \cdot 3,56 = 0,0009 \text{ m}^3/\text{s}$$

Doba prázdnění

$$T_{pr1} = \frac{V_{vz1}}{Q_{vsak1}} = \frac{0,594}{0,0033} = 180 \text{ s} = 3 \text{ min.}$$

$$T_{pr2} = \frac{V_{vz2}}{Q_{vsak2}} = \frac{0,16}{0,0009} = 178 \text{ s} = 3 \text{ min.}$$

Vsakovací objem u obou průlehů vyšel přibližně 0,5 m³.

Odstupová vzdálenost vsakovacího zařízení od budovy

$$X = \frac{1}{a} \cdot 21213 \cdot k_v \cdot (h + 0,5) + 2 = \frac{1}{1} \cdot 21213 \cdot 0,0005 \cdot (0 + 0,5) + 2 = 7,3 \text{ m}$$

Kde a je koeficient bezpečnosti

k_v je koeficient vsaku

h je rozdíl výšek mezi maximální hladinou vody ve vsakovacím zařízení a úrovní podzemního podlaží [m]

Dle výše uvedeného výpočtu navrhuji dva vsakovací průlehy šířky 0,5 m hloubky 0,3 m, vždy po celé délce parkoviště.

B.2.2.5 Dimenzování žumpy

Výpočet intervalu vývozu odpadních splaškových vod

Celkový přítok odpadní splaškové vody:

- všední dny 1450 l
- víkend 500 l

Stanovení objemu žumpy

$$\text{Týden: } 5 \cdot 1450 + 2 \cdot 500 = 8250 \text{ l}$$

$$2 \text{ týdny: } 2 \cdot 8250 = 16500 \text{ l}$$

$$3 \text{ týdny: } 3 \cdot 8250 = 24750 \text{ l}$$

$$2 \text{ týdny} + 3 \text{ dny: } 16500 + 3 \cdot 1450 = 20850 \text{ l}$$

Objem vyvážecího vozu: 11 m³

2x tatra 815 CAS-11 ($2 \cdot 11 \text{ m}^3 = 22 \text{ m}^3$)

Interval vyvážení: po 17 dnech

Návrh žumpy

Dle výše uvedeného výpočtu navrhuji podzemní **nádrž AS-PP –ER 28.1 N** – hranatá nesamonosná nádrž k obetonování od firmy ASIO, která má užitný objem

23,9 m³. Jelikož se podzemní nádrž nachází ve větší hloubce pod povrchem terénu, než výrobce uvádí, bude na nádrž osazena betonová skruž TBS-Q.180/50/9 výšky 500 mm, dále pak betonový kónus TBR-Q.180-63/58/9 výšky 600 mm a víko únosnosti A15, bez odvětrání, výšky 150 mm. Všechny betonové prvky jsou navrženy od firmy Prefa Brno.

B.2.3 Dimenzování vodovodního potrubí

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

Vnitřní vodovod je navržen z plastového potrubí PPR PN20.

Hydraulické posouzení nejnepříznivější výtokové armatury

Nejmenší přetlak v místě napojení přípojky na vodovodní řad: $p_{dis} = 270 \text{ kPa}$

Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před nejnepříznivější výtokovou armaturou: $p_{minFI} = 100 \text{ kPa}$

Nerovnost pro hydraulické posouzení

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

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

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

Δp_e je výšková tlaková ztráta

Δp_{WM} je tlakové ztráty vodoměrů

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

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

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

kde h je rozdíl výškových úrovní [m]

ρ je hustota vody [kg/m^3]

g je tíhové zrychlení [m/s^2]

$$\Delta p_e = \frac{7,053 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 69,18 \text{ kPa}$$

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí Q_D [l/s]

$$Q_D = \sqrt{\sum (Q_A^2 \cdot n)}$$

kde Q_{Ai} je jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst [l/s]

n je počet odběrných míst stejného druhu

φ – součinitel současnosti odběru vody u odběrných míst stejného druhu

$$Q_D = \sum (\varphi \cdot Q_A \cdot n)$$

Stanovení výpočtového průtoku v cirkulačním potrubí Q_C [l/s]

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

kde q_c je tepelná ztráta celého přívodního potrubí [W]

Δt je rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí z ohříváče teplé vody a jeho spojením s cirkulačním potrubím [K]

Rozdělení cirkulačních průtoků

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

$$Q_b = Q - Q_a$$

kde q_a a q_b jsou tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí [W]

Q_a a Q_b jsou výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích přívodního a jemu odpovídajícího cirkulačního potrubí [l/s]

Q je výpočtový průtok cirkulace teplé vody v přívodním nebo cirkulačním potrubí

B.2.3.1 Dimenzování potrubí studené vody

úsek		Jmenovitý výtok Q _n l/s																Q _D	d _s x s	v	l	R	l*R	Σζ	Δp _F	l*R + Δp _F		
		0,1		0,2		0,3		0,2		0,3		0,2		0,3		0,1												
		WC		UMYVADLO		VANA		SPRCHA		VÝLEVKA		DŘEZ		PISOAR		VANÍČKA											BIDET	
od	do	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	l/s	mm	m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
S1	S3	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,48	20x3,4	1,50	0,56	2,41	1,35	3,00	3,38	4,73
S2	S3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50	0,60	2,41	1,45	4,00	4,50	5,95
S3	S4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,31	5,07	1,50	7,61	11,00	9,30	16,91
S4	S5	3	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,45	25x4,2	2,04	0,33	3,40	1,12	1,60	1,35	2,47
S5	S6	2	5	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,51	32x5,4	1,59	0,44	1,58	0,70	1,60	2,05	2,74
S6	S7	1	6	0	4	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0,67	40x6,7	1,30	2,18	0,77	1,68	0,60	0,51	2,19
S7	S8	0	6	1	5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0,70	40x6,7	1,30	6,60	0,77	5,08	2,10	1,78	6,86
S8	S9	1	7	1	6	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0,82	40x6,7	1,40	2,40	0,98	2,35	2,10	2,06	4,41
S9	S10	0	7	1	7	0	1	0	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	1	0,87	40x6,7	1,58	14,90	1,19	17,73	3,60	4,60	22,33
S10	S11	0	7	2	9	0	1	1	2	0	1	0	2	0	1	1	1	0	1	1,55	50x8,4	0,78	5,80	1,60	9,28	5,10	6,39	15,67
S11	S12	0	7	0	9	0	1	0	2	0	1	0	2	0	1	0	1	0	1	1,55	50x8,4	0,78	1,50	1,60	2,40	1,60	2,59	4,99
S12	S13	0	7	4	13	0	1	3	5	0	1	0	2	0	1	1	2	0	1	2,30	63x10,5	2,00	3,80	0,88	3,34	6,60	9,54	12,88
S13		2	9	2	15	1	2	0	5	0	1	1	3	0	1	0	2	0	1	2,78	63x5,8	1,40	12,60	0,44	5,49	4,50	3,80	9,29
																								Δp _{RF}	111,42			

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

$$370 \geq 100 + 69,2 + 0 + 0 + 111,42 \text{ VYHOVUJE}$$

úsek		Jmenovitý výtok Q _n l/s																		Q _o	d _n x s	v
		0,1		0,2		0,3		0,2		0,3		0,2		0,3		0,1						
		WC		UMYVADLO		VANA		SPRCHA		VÝLEVKÁ		DREZ		PISOAR		VANICKÁ		BIDET				
od	do	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	l/s	mm	m/s
S4a	S4b	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	20x3,4	0,70
S4b	S4c	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	20x3,4	1,00
S4c	S4d	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	20x3,4	1,20
S4d	S4e	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,20	20x3,4	1,50
S4g	S4f	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S4f	S4e	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40
S4e	S4	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,35	25x4,2	1,40
S5a	S5b	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	20x3,4	0,70
S5b	S5c	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	20x3,4	1,00
S5c	S5	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	25x4,2	1,40
S8a	S8b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,30	25x4,2	1,40
S8b	S8c	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,32	25x4,2	1,40
S8c	S8	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0,44	25x4,2	1,80
S7a	S7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S8a	S8d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S8b	S8c	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S8c	S8d	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	20x3,4	1,50
S8d	S8e	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,30	25x4,2	1,40
S8f	S8e	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	25x4,2	1,40
S8e	S8	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,42	25x4,2	1,80
S9a	S9b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S9c	S9b	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S9b	S9b	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40
S10a	S10b	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	20x3,4	1,50
S10b	S10c	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	25x4,2	1,40
S10c	S10d	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,48	32x5,4	1,10
S10e	S10d	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S10d	S10	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,68	32x5,4	2,00
S12a	S12b	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S12b	S12c	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	25x4,2	1,80
S12c	S12d	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,80	32x5,4	1,70
S12ch	S12h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,16	20x3,4	1,50
S12h	S12g	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,32	25x4,2	1,40
S12g	S12f	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,48	32x5,4	1,10
S12f	S12e	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,64	32x5,4	1,70
S12e	S12d	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,80	40x6,7	1,40
S12d	S12	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1,40	50x8,4	1,80
S13a	S13d	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S13b	S13c	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	25x4,2	1,40
S13c	S13d	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,37	25x4,2	1,40
S13d	S13e	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,42	25x4,2	1,80
S13f	S13g	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S13h	S13g	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	20x3,4	0,70
S13g	S13i	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	20x3,4	1,50
S13i	S13e	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	20x3,4	1,50
S13e	S13j	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	32x5,4	1,10
s13k	S13j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
S13j	S13	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,48	32x5,4	1,10

B.2.3.2 Dimenzování potrubí teplé vody

úsek		Jmenovitý výkon Q _n l/s																		Q _D	d _s x s	v	l	R	l [*] R	Σζ	Δp _F	l [*] R + Δp _F
		0,1		0,2		0,3		0,2		0,3		0,2		0,1														
		WC		UMYVADLO		VANA		SPRCHA		VYLEVKA		DREZ		PISOAR		VANÍČKA		BIDET										
od	do	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	l/s	mm	m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
T1	T3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50	0,56	2,41	1,35	3,00	3,38	4,73
T2	T3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50	0,60	2,41	1,45	4,00	4,50	5,95
T3	T4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,31	5,14	2,41	12,39	6,70	5,66	18,05
T4	T5	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,41	25x4,2	1,80	0,34	2,76	0,92	0,60	0,97	1,90
T5	T6	0	0	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,46	25x4,2	2,04	0,44	3,40	1,50	1,60	3,20	4,70
T6	T7	0	0	0	4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,55	32x5,4	1,59	2,18	1,58	3,44	0,60	0,77	4,21
T7	T8	0	0	1	5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,58	32x5,4	1,70	6,18	1,75	10,82	1,60	2,31	13,13
T8	T9	0	0	1	6	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0,71	40x6,7	1,30	2,40	0,77	1,85	2,10	1,78	3,62
T9	T10	0	0	1	7	0	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0,77	40x6,7	1,37	14,40	1,50	21,60	3,60	3,52	25,12
T10	T11	0	0	2	9	0	1	1	2	0	1	0	2	0	0	1	1	0	1	1,45	50x8,4	0,78	4,82	1,60	7,72	8,50	10,85	18,57
T11	ZO	0	0	4	13	0	1	3	5	0	1	0	2	0	0	1	2	0	1	2,45	63x10,5	1,70	2,02	0,78	1,58	0,70	0,90	2,47
																											Δp _{RF}	52,65

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

$$370 \geq 100 + 69,2 + 0 + 0 + 52,65 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Úsek		Jmenovitý výkon Q _A l/s																		Q ₀	d _s x s	v
		0,1		0,2		0,3		0,2		0,3		0,2		0,1								
		WC		UMYVADLO		VANA		SPRCHA		VÝLEVKA		DŘEZ		PISOAR		VANIČKA		BIDET				
od	do	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	přib.	celk.	l/s	mm	m/s
T4a	T4b	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T4b	T4d	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40
T4e	T4d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,10	20x3,4	0,70
T4d	T4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,30	25x4,2	1,40
T5a	T5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T6a	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	25x4,2	1,40
T7a	T7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T8a	T8c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T8b	T8c	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T8c	T8d	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40
T8e	T8d	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	25x4,2	1,40
T8d	T8	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,41	25x4,2	1,80
T9a	T9b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T9c	T9b	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T9b	T9b	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40
T10a	T10b	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T10b	T10c	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40
T10c	T10d	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,35	25x4,2	1,40
T10e	T10d	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T10d	T10	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,40	25x4,2	1,80
T12a	T12b	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T12b	T12c	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	25x4,2	1,40
T12c	T12d	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	25x4,2	1,40
T12ch	T12h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T12h	T12g	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,28	25x4,2	1,40
T12g	T12f	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,35	25x4,2	1,40
T12f	T12e	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,40	25x4,2	1,80
T12e	T12d	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,45	32x5,4	1,10
T12d	T12	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,57	32x5,4	1,70
T13a	T13b	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T13c	T13b	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	25x4,2	1,40
T13b	T13d	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,38	25x4,2	1,40
T13e	T13d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T13d	T13f	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,41	25x4,2	1,80
T13g	T13i	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T13i	T13f	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	20x3,4	1,50
T13f	ZO	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,46	32x5,4	1,10

B.2.3.3 Dimenzování potrubí cirkulační vody

Úsek		da x s	l	l+přirážka	tl. izolace	Tepelná ztráta		Qc	v	l	R	I.R
Od	Do	mm	m	m	mm	W/m	W	l/s	m/s	m	kPa/m	kPa
ZO	T11	63x10,5	2,02	2,323	20	13,8	32,0574	0,047732	0,1	2,02	0,01	0,0202
T11	T8	40x6,7	21,62	24,863	20	10,2	253,6026	0,047	0,1	21,62	0,01	0,2162
T8	T6	32x5,4	8,36	9,614	20	8,9	85,5646	0,047	0,1	8,36	0,02	0,1672
T6	C1	25x4,2	2,57	2,9555	20	7,7	22,75735	0,047	0,1	2,57	0,07	0,1799
						Σ	393,982					

Úsek		da x s	l	l+přirážka	tl. izolace	Tepelná ztráta		Qc	v	l	R	I.R	Σζ	ΔpF	I.R+ΔpF
Od	Do	mm	m	m	mm	W/m	W	l/s	m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
ZO	T11	63x10,5	2,02	2,323	20	13,8	32,0574	0,047	0,1	2,02	0,01	0,0202	0,7	0,003497	0,023697
T11	T8	40x6,7	21,62	24,863	20	10,2	253,6026	0,047	0,1	21,62	0,01	0,2162	14,2	0,070929	0,287129
T8	T6	32x5,4	8,36	9,614	20	8,9	85,5646	0,047	0,1	8,36	0,02	0,1672	2,2	0,010989	0,178189
T6	C1	25x4,2	2,57	2,9555	20	7,7	22,75735	0,047	0,1	2,57	0,07	0,1799	2,2	0,010989	0,190889
C1	ZO	20x3,4						0,047	0,4	6,5	0,21	1,365	14,9	1,190808	2,555808
													Σ	3,235712	

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

$$370 \geq 100 + 69,2 + 0 + 0 + 3,23 \text{ VYHOVUJE}$$

B.2.3.4 Výpočet tloušťky tepelné izolace

Návrh bude proveden na základě vyhlášky 193/2007. Materiálem vodovodního potrubí je PPR PN20 a jako tepelná izolace bude použita minerální izolace MIRELON PRO.

Tloušťka tepelné izolace u vnitřních rozvodů dle vyhlášky č.151/2001 Sb	
DN	Tloušťka izolace[mm]
20	≥ 20
25 až 35	≥ 30
40 až 100	≥ DN
>100	≥ 100
(Poznámka: u vnitřních rozvodů plastových potrubí se tloušťka tepelné izolace volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN.)	

Součinitel prostupu tepla U_o [W/mK]

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

Kde λ_t – součinitel tepelné vodivosti trubky

λ_{iz} – součinitel tepelné vodivosti izolace

d – vnější průměr trubky

s_t – tloušťka stěny trubky

α_e – součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu

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

Pro potrubí 25x4,2, tl tepelné izolace 25+6

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,025}{0,025 - 2 \cdot 0,0042} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} + \ln \frac{0,087}{0,025} + \frac{1}{10 \cdot 0,087}}$$
$$= 0,166 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK}$$

Pro potrubí 32x5,4, tl tepelné izolace 25+13

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,032}{0,032 - 2 \cdot 0,0054} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} + \ln \frac{0,108}{0,032} + \frac{1}{10 \cdot 0,108}}$$
$$= 0,171 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK}$$

Pro potrubí 40x6,7, tl tepelné izolace 20+20

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,040}{0,040 - 2 \cdot 0,0067} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} + \ln \frac{0,12}{0,04} + \frac{1}{10 \cdot 0,12}}$$
$$= 0,189 \text{ W/mK} < 0,27 \text{ W/mK}$$

Pro potrubí 50x8,4, tl tepelné izolace 20+20

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,05}{0,05 - 2 \cdot 0,0084} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} + \ln \frac{0,13}{0,04} + \frac{1}{10 \cdot 0,13}}$$
$$= 0,2 \text{ W/mK} < 0,27 \text{ W/mK}$$

Izolace bude použita v několika vrstvách. Vrstvy budou v místě podélného spoje izolace přelepeny páskou a poslední vrstva bude každého 0,5 m stažena plastovou stahovací sponou. V suterénu budou tloušťky izolací podle výpočtu. Připojovací potrubí vedené k zařizovacím předmětům a podlažní rozvodné potrubí bude opatřeno izolací tloušťky 9 mm.

B.2.3.5 Výpočet kompenzace roztažnosti potrubí vnitřního vodovodu

Návrh bude proveden na základě vyhlášky ČSN EN 806-4.

Výpočet změny délky trubky ΔL [mm]:

$$\Delta L = \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

kde Δt je rozdíl teplot potrubí při montáži a provozu nebo rozdíl teplot studené a teplé vody [K]

α je součinitel tepelné roztažnosti (0,15) [mm/(mK)]

L je délka trubky [m]

Délka ohybového ramene L_B [mm]:

$$L_B = C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L}$$

kde C je materiálová konstanta (PPR – 20)

d_a je vnější průměr trubky [mm]

ΔL je změna délky trubky [m]

Výpočet roztažnosti potrubí teplé vody				
Úsek	Délka úseku L	Průměr potrubí	Délková změna Δl	Volná kompenzační délka L_p
PB1	1,8	25	8,1	284,6
PB2	0,35	25	1,6	125,5
PB3	0,45	25	2,02	142,3
PB4	2,2	32	9,9	355,9
PB5	6,2	32	27,9	597,6
PB6	0,75	40	3,3	232,3
PB7	1,6	40	7,2	339,4
PB8	12,7	40	57,15	956,2
PB9	0,74	40	3,33	230,8
PB10	1	40	4,5	268,3
PB11	1,15	40	5,175	287,8
PB12	2,47	40	11,115	421,7
PB13	1	40	4,5	268,3
PB14	1,5	50	6,75	367,4

B.2.3.6 Návrh cirkulačního čerpadla

Stanovení dopravní výšky čerpadla H [m]

$$H = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g}$$

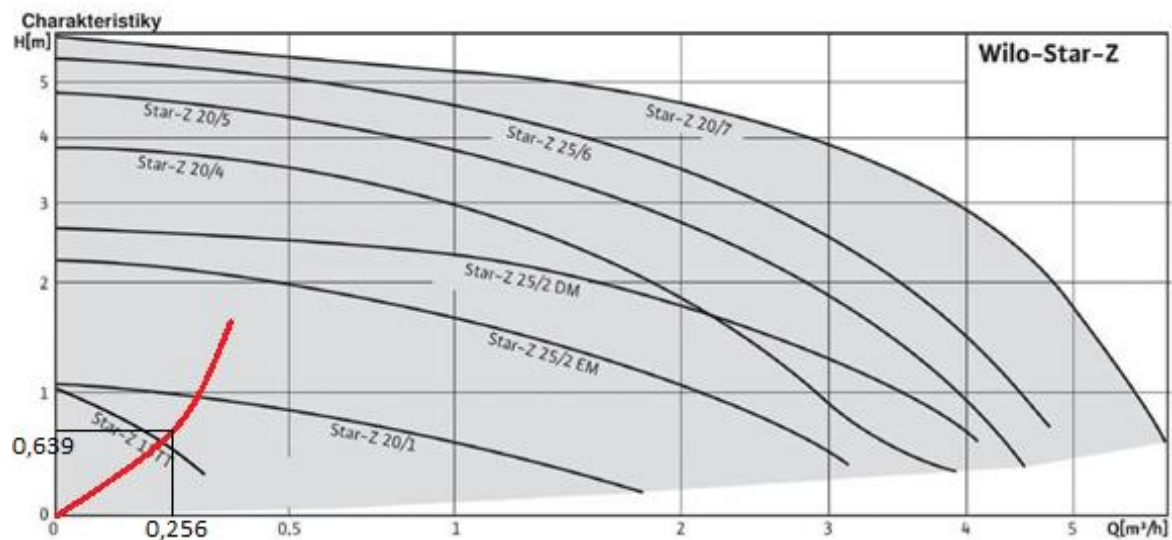
kde Δp jsou tlakové ztráty v potrubí

g je hustota vody

ρ je tíhové zrychlení

$$H = \frac{3235}{1000 \cdot 9,81} = 0,3298 \text{ m}$$

$$Q_c = 0,05 \text{ l/s} = 0,18 \text{ m}^3/\text{h}$$



Obrázek 19 – Výkonnostní křivka cirkulačního čerpadla

Je navrženo cirkulační čerpadlo Wilo-Star-Z 15 CIRCO STAR

Pracovní bod čerpadla

$$Q_{\text{c}} = 0,256 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 0,639 \text{ m}$$

B.2.4 Návrh automatické tlakové stanice

B.2.4.1 Vydátnost studny

Maximální denní potřeba vody: 2175 l/den

Minimální vydátnost studny při maximální denní potřebě vody

$$\frac{2175}{24} = \frac{90,6}{3600} = 0,025 \text{ l/s}$$

Vydátnost studny: 0,2 l/s > 0,025 l/s → studna vyhovuje

Maximální hodinová potřeba vody

$$\frac{368,75}{3600} = 0,1 \text{ l/s}$$

Minimální vydátnost studny při maximální hodinové potřebě vody

Vydátnost studny: 0,2 l/s > 0,1 l/s → studna vyhovuje

Kopaná studna

Průměr studny	1 m
Hloubka studny	6 m
Minimální hladina vody nad čerpadlem	5 m
Vydátnost studny	0,2 l/s
Vodorovná vzdálenost čerpadla od studny	16,62 m

Výpočtový průtok $Q_D = 2,78 \text{ l/s}$

B.2.4.2 Hydraulické posouzení navrženého přívodního potrubí

$$p_{dis} \geq p_{minF1} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

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

p_{minF1} je minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší přetlakové armatury

Δp_e je tlaková ztráta

$\sum \Delta p_{WM}$ je součet tlakových ztrát vodoměrů

$\sum \Delta p_{Ap}$ je součet tlakových ztrát napojených zařízení

Δp_{RF} je tlaková ztráta v potrubí

$$p_{dis} = 100 + 40 + 0 + 0 + 106 = 246 \text{ kPa}$$

Výrobní nastavení pro tlakový spínač OEZ Letohrad TSA3

$$p_z = 270 \text{ kPa}$$

$$p_v = 440 \text{ kPa}$$

Střední průtok čerpadla [l/h]

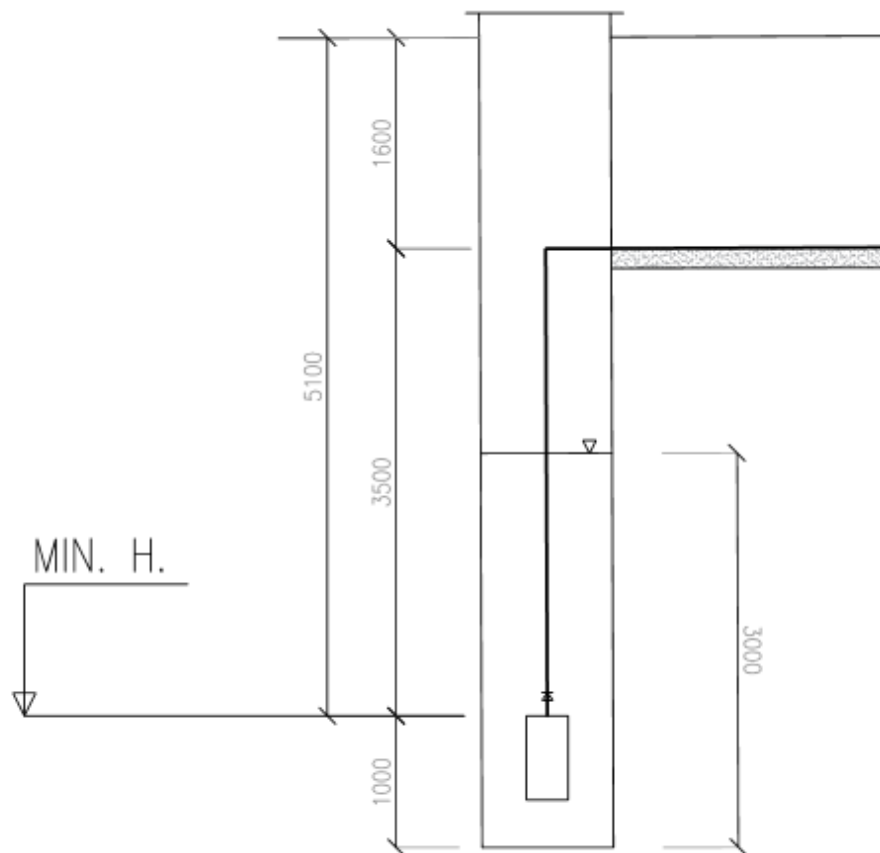
$$Q_{\check{c}} = \frac{(Q_{\check{c}max} + Q_{\check{c}min})}{2}$$

Kde $Q_{\check{c}max}$ je průtok čerpadla při zapínacím tlaku

$Q_{\check{c}min}$ je průtok čerpadla při vypínacím tlaku

$$Q_{\check{c}} = \frac{(10000 + 8200)}{2} = 9100 \text{ l/h}$$

B.2.4.3 Stanovení dopravní výšky čerpadla



Obrázek 20 - Schéma kopané studny

Při čerpání ze studny pomocí automatické tlakové čerpací stanice s ponorným čerpadlem ve studni a s tlakovou nádobou bude mít rovnice tvar:

a) Při zapínacím přetlaku

$$H_{zap} = H_{vg} + \frac{\Delta p_v}{(\rho \cdot g)} + H_{sg} + \frac{p_z}{(\rho \cdot g)}$$

b) Při vypínacím přetlaku

$$H_{vyp} = H_{vg} + \frac{\Delta p_v}{(\rho \cdot g)} + \frac{p_v}{(\rho \cdot g)}$$

Kde H_{vg} je geodetická výtlačná výška

H_{sg} je geodetická sací výška

Δp_v je tlaková ztráta výtlačného potrubí

Δp_s je tlaková ztráta sacího potrubí

p_z je zapínací přetlak

p_v je vypínací přetlak

ρ je hustota vody

g je tíhové zrychlení

$$H_{zap} = 5,5 + 2,6 + 27 = \mathbf{35,1m}$$

$$H_{vyp} = 5,5 + 2,6 + 44 = \mathbf{52,1m}$$

Stanovení tlakových ztrát v potrubí

$$\Delta p_v = \sum (l \cdot R + \Delta p_p)$$

Kde l je délka příslušného úseku potrubí

R je délková tlakové ztráta třením

Δp_p je tlaková ztráta vlivem místních odporů

$$\Delta p_v = 11,24 + 9,86 + 4,68 = 28,16 \text{ kPa} = 2,6 \text{ m}$$

$$R \cdot l = 0,69 \cdot 3,5 + 0,39 \cdot 22,62 = 11,24 \text{ kPa}$$

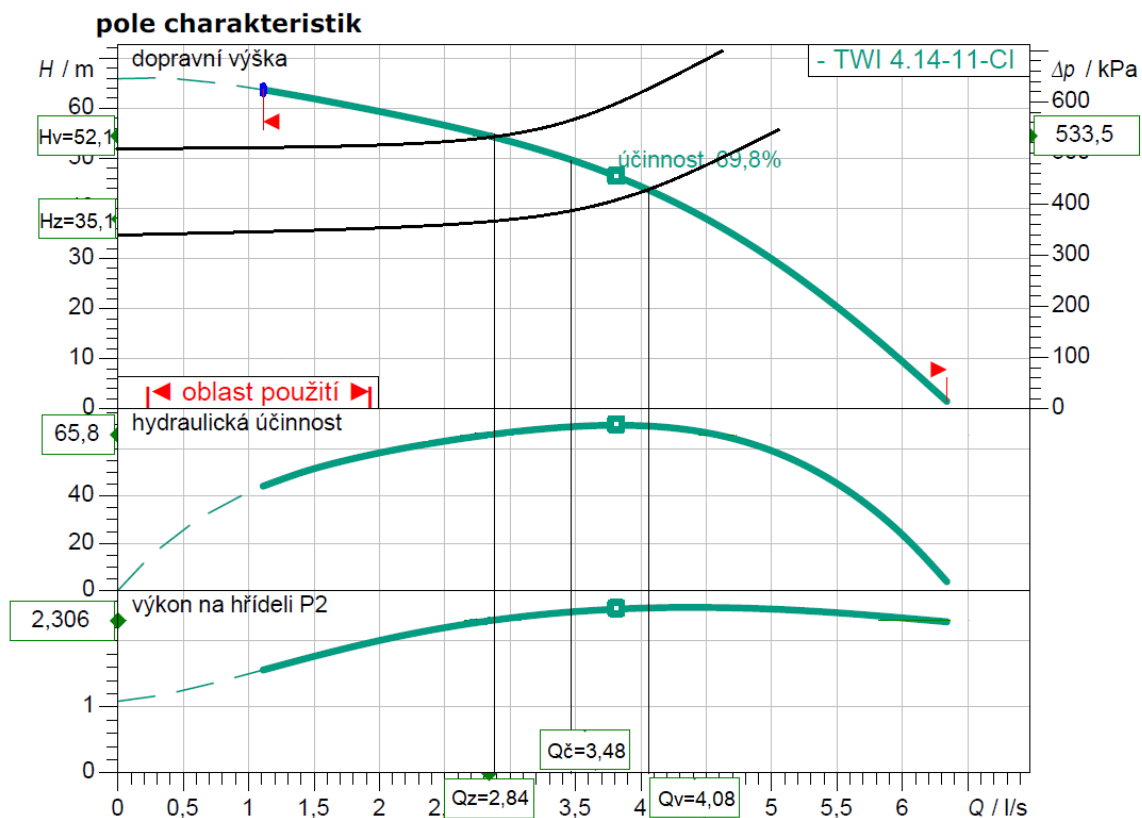
STABI

$$\sum \xi = 1,5 + 3,8 + 1,5 = 6,8 \rightarrow \Delta p_p = 9,86 \text{ kPa}$$

HDPE

$$\sum \xi = 1,5 + 1,5 + 1,5 + 1 = 5,5 \rightarrow \Delta p_p = 4,68 \text{ kPa}$$

Návrh ponorného čerpadla WILO TWI 4.14-11-CI ($Q_{\max} = 10,224 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_{\max} = 54,48 \text{ m}$).



Obrázek 21 – Graf čerpadla WILO TWI 4.14-11-CI

B.2.4.4 Dimenzování tlakové nádoby

$$V = \frac{Q_{\check{c}}}{(4 \cdot z)} + \frac{(p_z + p_v)}{(p_p \cdot (p_v - p_z))}$$

Kde z je počet zapnutí čerpadla za hodinu

p_z je zapínací tlak

p_v je vypínací tlak

p_p je přehuštění tlakové nádoby

$Q_{\check{c}}$ je střední průtok čerpadla

$$V = \frac{9100}{4 \cdot 6} + \frac{370 \cdot 540}{350 \cdot (540 - 370)} = 382,5 \text{ l}$$

Navržena je tlaková expanzní nádoba do firmy REFLEX - typu DIT 5 400 o objemu 400 l. Průměr nádoby je 750 mm, výška nádoby 1395 mm a průměr závitů DN50.

B.2.4.5 Návrh složení automatické tlakové stanice

Automatická tlaková stanice se skládá z ponorného motorového čerpadla typu TWI 4.14-11-CI 3~.

Potrubí, které se nachází uvnitř studny je z materiálu STABI.

Potrubí od čerpadla k objektu je z materiálu HDPE 100 SRD 11. Ponorné čerpadlo je opatřeno integrovanou zpětnou klapkou. Chlazení motoru probíhá pomocí média. Proto musí být agregát vždy provozován ponořený.

Před expanzní tlakovou nádobu je osazen pojišťovací ventil. Vývod z pojišťovacího ventilu je sveden zpět do studny. Dále je na potrubí uvnitř objektu umístěn tlakový spínač s nastaveným zapínacím tlakem 370 MPa a vypínacím tlakem 540 MPa. Dále pak manometr, uzavírací a vypouštěcí ventil, expanzní tlaková nádoba o objemu 400 l od firmy REFLEX typu DIT 5 400. Za expanzní nádobou se nachází uzavírací a vypouštěcí ventil.

C. PROJEKT

C.1 Technická zpráva

Akce: Provozní budova
Investor: Josef Dvořák, Klatovská 10, Brno
Stupeň: Projekt pro realizaci stavby
Datum: 5 / 2019
Vypracoval: Nikola Kočířová

C.1.1 Úvod

Projekt řeší vnitřní vodovod, kanalizaci pro provozní budovu. Jako podklad pro vypracování sloužila projektová dokumentace stavební části a situace.

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

C.1.2 Bilance

Bilance potřeby vody

Předpoklad: 5 nájemníků (100 l/os. den)
10 terénních pracovníků (50 l/os. směnu)
9 administrativních pracovníků (50 l/os. den)

Průměrná denní potřeba - $5 \cdot 100 + 10 \cdot 50 + 9 \cdot 50 = 1450 \text{ l/den}$

Maximální denní potřeba - $1,5 \cdot 1450 = 2175 \text{ l/den}$

Maximální hodinová potřeba - 368,75 l/hod

Roční potřeba - $1450 \cdot 365 = 529,3 \text{ m}^3/\text{rok}$

Bilance potřeby teplé vody:

Předpoklad: 5 nájemníků (40 l/os. den)

10 terénních pracovníků (25 l/os. směnu)

9 administrativních pracovníků (15 l/os. den)

Průměrná denní potřeba - $5 \cdot 40 + 10 \cdot 25 + 9 \cdot 15 = 585 \text{ l/den}$

C.1.3 Kanalizace

Objekt je situován v lokalitě, kde není vybudovaná veřejná kanalizace. Proto budou splaškové odpadní vody z budovy odkanalizovány do navržené žumpy. Žumpa bude vyvážena v daném intervalu.

C.1.3.1 Splašková vnitřní kanalizace

Splaškové odpadní vody z budovy budou odváděny nově zbudovaným kanalizačním potrubím z materiálu KG 2000 DN 125, které bude ústít do žumpy. Průtok odpadních vod vedoucí do žumpy činí 6,27 l/s.

Svodné potrubí povede v zemi pod podlahou 1.NP a následně ven do žumpy. Žumpa se bude vyvážet v pravidelných intervalech, jednou za 17 dní. Na svodném odpadním potrubí S1' v betonové revizní šachtě, která se nachází uvnitř budovy, bude umístěna čistící tvarovka.

Splaškové odpadní potrubí budou spojena větracím potrubím s venkovním prostředím ukončená 0,5 m nad střechou, povedou v instalačních předstěnách a ve zdech. Připojovací potrubí budou vedena v předstěnách a pod omítkou.

Potrubí v zemi budou z materiálu KG 2000 a PVC KG uložené na pískovém loži tl. 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Splašková odpadní, připojovací a větrací potrubí bude z PP HT, ke stěnám budou připevněná kovovými objímkami s gumovou vložkou.

VÝVOZ SPLAŠKOVÝCH ODPADNÍCH VOD

V lokalitě, ve které se provozní budova nachází, není vybudována síť veřejné kanalizace. Proto je u řešeného objektu vybudována žumpa.

Celkový přítok odpadní splaškové vody z objektu je 1450 l/den. Objem vozidla pro odvoz splaškové vody činí 11 m³.

Navržený interval odvozu splaškové odpadní vody je stanoven jednou za 17 dní 2x Tatra 815 CAS-11.

U objektu bude zřízena žumpa AS-PP-ER 28.1 N od firmy ASIO o užitém objemu 23,9 m³.

C.1.3.2 Dešťová kanalizace

Pro odvod srážkových vod ze střechy bude vybudované kanalizační potrubí z materiálu PVC KG, které bude ústít do dvou vsakovacích objektů. Dešťová odpadní potrubí budou vnější, vedené po fasádě a v úrovni terénu bude osazený lapač střešních splavenin HL600. 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 klempířský výrobek.

Parkovací stání budou ze zatravnovacích tvárníc, kde se může srážková voda samovolně vsakovat. Povrch parkoviště bude vyspádován k okolnímu travnatému povrchu a bude ústít do zatravněného průlehu. Všechny komunikace jsou více, než okolní nezpevněný terén, aby srážková voda mohla přirozeně odtékat.

C.1.3.3 Vsakovací zařízení

Na pozemku se nachází 2 vsakovací zařízení. Oba objekty jsou navrženy z bloků AS-NIDAPLAST. Obě vsakovací zařízení jsou provedena v 1 vrstvě po dvou vsakovacích blocích. Dohromady činí vsakovací objem 5,68 m³. Před každým vsakovacím zařízením je umístěna rozdělovací a usazovací šachta, která slouží pro čištění a také jako nouzové odvodnění vsakovacího zařízení. Šachta je vybavena poklopem s mříží, která dovolí případný odtok přebytečné vody. Vsakovací objekty jsou navrženy dle podkladů výrobce.

Uložení vsakovacích zařízení bude dle pokynů od výrobce. Výkop pro uložení bloků musí být minimálně o 500 mm větší na každé straně. Před položením vsakovacích bloků musí být vytvořena podkladní vrstva šterku o tl. 15 cm, ve které je současně položeno drenážní potrubí. Mezi podkladovou vrstvou a bloky je uložena geotextílie. Dno výkopu musí být minimálně 1 m nad hladinou spodní vody. Následně se správně

osadí revizní a spojovací šachty. Poté jsou pokládány bloky vedle sebe. Po montáži bloku se musí provést uložení odvětrávacího potrubí. Toto potrubí je uloženo mezi bloky a geotextilií. Následují zásypové práce. Zásyp musí být proveden rovnoměrně po obou stranách a po jednotlivých vrstvách maximálně 20 cm.

C.1.4 Vnitřní vodovod

Objekt se nachází v lokalitě, do které není přiveden veřejný vodovod. Proto musí být vybudován vlastní zdroj vody. Na pozemku je navržena kopaná studna o $\varnothing$ 1 m, pomocí níž bude objekt zásobován pitnou vodou.

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudováno nové vodovodní potrubí provedené z materiálu PE 100 SDR 11 $\varnothing$ 63x5,8 mm.

Výpočtový průtok určený podle ČSN EN 806-3 (nebo ČSN 75 5455) činí 2,78 l/s. Hlavní přívodní ležaté potrubí povede v hloubce 1,5 m pod terénem vně objektu. Potrubí vnitřního vodovodu vstoupí do objektu přes otvor v základových k-cích v ochranné trubce. Rozměr prostupu je 150x150 mm. Za vstupem se nachází betonová montážní šachta. Hlavní uzávěr objektu bude umístěn v montážní šachtě v technické místnosti. V domě bude ležaté potrubí vedeno převážně v podhledu.

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

Stoupací potrubí bude vedeno v předstěnách případně ve zdech. Podlažní rozvodná a připojovací potrubí budou vedena v přízdívkách předstěnových instalací a pod omítkou.

V objektu budou dva zásobníkové ohřívače teplé vody. První ohřívač bude zásobovat teplou vodou administrativní část budovy a bude umístěn v místnosti 1.14 – TECHNICKÁ MÍSTNOT A. Jedná se o ohřívač OKC NTR 292 I. Druhý ohřívač bude umístěn v místnosti 1.21 TECHNICKÁ MÍSTNOST B, kde je navržený ohřívač OKCE 200 I, který bude vytvářet teplou vodu pro bytovou jednotku.

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

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

Jako tepelná izolace bude použita izolace MIRELON.

C.1.5 Zařizovací předměty

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy budou závěsné. Pisoárová mísa nebude mít automatické splachovací zařízení. U dřezu budou stojánkové směšovací baterie. U umyvadel budou nástěnné baterie. Sprchové baterie a vanové baterie budou nástěnné. U výlevky bude vysoko položený nádržkový splachovač a směšovací baterie s dlouhým otočným výtokem.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

C.1.6 Zemní práce

Pro potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 0,8 m. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře zhutnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce.

Výkopy o hloubce větší než 1 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 odvezena na skládku.

Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby).

Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí.

Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí.

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

Při 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 obecního (*městského*) úřadu a zajistit bezpečnost práce.

C.2 Legenda zařizovacích předmětů

Označení na výkrese	Popis sestavy	Počet sestav
DJ	Kuchyňský nerezový dřez Franke 450x430 mm vestavěný do kuchňské linky Odtoková přepadová armatura s prostorově úspornou trubicí Dřezová baterie, páková, stojánková s prodlouženým výtokovým raménkem, Jika Talas, chrom 2x rohový ventil DN15, zápachová uzávěrka (sifon) dřezový DN50	3
Um	Umyvadlo keramické bílé, 450x350 mm Villeroy & Boch O.Novo, otvor pro baterii uprostřed Umyvadlová baterie stojánková, páková Siko Lucida, chrom 2x rohový ventil DN15, zápachová uzávěrka (sifon) umyvadlová bílá plastová	1
U	Umyvadlo keramické bílé šířky 550 mm Kolo Nova Pro, bez otvoru pro baterii Umyvadlová baterie nástěnná, páková s délkou páky 116 mm Idela Standart CeraPlus, chrom Trubkový umyvadlový sifon DN50, chrom	14
VL	Samostaně stojící výlevka MIRA s mřížkou, bílá, JIKA Nádržkový splachovač 3/6L Dual Flush Umyvadlová baterie nástěnná, páková S-Line s dlouhým otočným ramenem 350 mm Rohový ventil DN20, splachovací trubka komplet	1
VN	Pedikérní vanička Berenika 380x560 mm, bílá, JIKA Umyvadlová baterie nástěnná, páková S-Line s dlouhým otočným ramenem 350 mm, chrom Trubkový umyvadlový sifon DN50, chrom	2
WC	Závěsný klozet, montážní prvek pro záv. WC pro monáž do lehkých stěn suchým procesem Geberit Duofix Souprava pro utlumení hluku, ovládání zepředu, dvě možnosti splachování Ovládací tlačítko k instalačnímu prvku plastové bílé Záchodové sedátko plastové bílé	9
P	Pisoárová mísa keramická GOLEM, JIKA, bílá Zápachová uzávěrka k pisoáru, plastová, bílá Ovládací tlačítko pro pisoár SIGMA 01, bílé	1

B	Bidet Vitra Shift závěsný keramický 370x540 mm, bílý Vnitřní přívod vody RN020 Bidetová baterie stojánková, páková Grohe Edge s výpustí, chrom	1
S	Sprchový kout s podlahovou vpustí HL511N Podlahová vpust - odpad spodní DN50 - se ZU s pachotěsným uzávěrem v případě vyschnutí + izolační souprava Nástěnná sprchová baterie páková Hansgrohe Focus se sprchovým setem, 1500 mm	4
S1	Sprchová vanička čtvercová bílá, RAVAK Perseus 900x900 mm, akrylát Zápachová uzávěrka (sifon) ke sprchové vaničce nízký, OPTIMA Sprchový kout rohový čtyřdílný Brilliant BSRV4, úchyty a madla - chrom, výplň z bezpečnostního skla, RAVAK Nástěnná sprchová baterie páková Hansgrohe Focus se sprchovým setem, 1500 mm	1
V	Koupací vana obdélníková 1700x750 mm Campanula II, litý akrylát Zápachová uzávěrka DN50, chrom/plast Baterie vanová, nástěnná Hansgrohe HG288 se sprchovým setem, 1500 mm Vanová vpust click-clack, SIKO	1
V1	Koupací vana rohová 1500x1500 mm Gentiana, litý akrylát Zápachová uzávěrka DN50, chrom/plast Baterie vanová, nástěnná Hansgrohe HG288 se sprchovým setem, 1500 mm Vanová vpust click-clack, SIKO	1
VP	HL podlahová vpust se svislým odtokem DN50/75/110, HL317	1

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout zdravotně technické instalace v provozní budově.

Jedná se o novostavbu, která je určena jak pro bytové, tak pro administrativní využití. Většina rozvodů a instalací byla vedena v předstěnách, aby k nim byl snadnější přístup během jejich údržby a případných oprav. Dále bylo navrženo čerpání ze studny pomocí automatické tlakové stanice, odvod splaškových vod do místní žumpy a odvod dešťových vod z parkovacích stání do zatravněného průlehu.

Projektová část obsahuje technickou zprávu, výkresovou dokumentaci a legendu zařizovacích předmětů. Veškeré výkresové přílohy jsou obsaženy v deskách.

Seznam použitých zdrojů

Normy

- ČSN 01 3450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb Zásobování požární vodou
- ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů
- ČSN 75 6260 Vnitřní kanalizace
- ČSN 75 6761 Dešťové kanalizace

Zákony a vyhlášky

- | | |
|-------------------------|--|
| Zákon č.258/2000 sb. | Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů |
| Vyhláška č.193/2007 sb. | Kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu. |

Elektronické zdroje

- <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j>
- <http://www.tzb-info.cz>
- <http://www.jika.cz>
- <http://www.asio.cz>
- <http://www.mirelon.com>
- <https://wilo.com>
- <https://www.prefa.cz>
- <https://www.dzd.cz>
- <https://www.geberit.cz>
- <http://www.hutterer-lechner.com>
- <http://www.reflexcz.cz>

Písemné zdroje

ŽABIČKA, Zdeněk a Jakub VRÁNA. *Zdravotnětechnické instalace*. Brno: ERA, 2009. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-139-7.

Použitý software

AutoCad 2010

Microsoft Excel 2016

Microsoft Word 2016

Seznam příloh

01	Koordinační situace	1:200
02	Kanalizace – půdorys základů	1:50
03	Kanalizace – půdorys 1.NP	1:50
04	Kanalizace – půdorys 2.NP	1:50
05	Kanalizace – rozvinutý řez	1:50
06	Kanalizace – podélný řez	1:50
07	Řez žumpy – nádrž ASIO	1:30
08	Dešťová kanalizace – podélný řez	1:50
09	Kanalizace – vsakovací zařízení ASIO	1:50
10	Vodovod – půdorys 1.NP	1:50
11	Vodovod – půdorys 2.NP	1:50
12	Vodovod - axonometrie	1:50
13	Vodovod – podélný řez	1:50