



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
Institute of Building Services

ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE VÝROBNÍCH BUDOV

PLUMBING SYSTEMS FOR MANUFACTURING BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ING. PAVEL ČUPR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LADISLAV BÁRTA, CSc.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Ing. Pavel Čupr
Název	Zdravotně technické instalace výrobních budov
Vedoucí diplomové práce	Ing. Ladislav Bárta, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce	15. 1. 2016
V Brně dne 31. 3. 2015	

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

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

Zásady pro vypracování

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (UT, VZT) v zadané budově

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

C. Technické řešení vybrané varianty

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

.....
Ing. Ladislav Bárta, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato práce se zabývá zdravotně technickými instalacemi výrobních hal. Teoretická část zkoumá způsoby odvádění srážkových vod. Součástí experimentální části je měření spotřeby vody. Projektová část řeší návrh zdravotně technických instalací v zadané výrobní budově.

Klíčová slova

Vodovod, kanalizace, dešťové nádrže, odlučovače lehkých kapalin

Abstract

This thesis addresses plumbing systems for manufacturing building. The theoretical part explores ways of draining stormwater. Experimental part is measuring consumption of water. Project part solves plumbing systems in specified manufacturing building.

Keywords

Water installations, drainage systems, stormwater detention basins, separator systems for light liquids

Bibliografická citace VŠKP

Ing. Pavel Čupr *Zdravotně technické instalace výrobních budov*. Brno, 2016. 91 s., 15 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení
budov. Vedoucí práce Ing. Ladislav Bárta, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.1.2016

.....
podpis autora

Ing. Pavel Čupr

Poděkování

Poděkovat bych tímto chtěl především panu Ing. Bártovi, CSc. ale i všem svým předchozím učitelům, spolužákům, přátelům a příbuzným, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

Obsah

ÚVOD	10
A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ	11
ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU	11
NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY	13
CÍL PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ.....	15
AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI	16
TEORETICKÉ ŘEŠENÍ - HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI	18
1 ÚVOD	18
2 SRÁŽKY	18
3 ODVÁDĚNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD ZE STŘECH	22
4 ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI	22
4.1 VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	24
4.2 RETENČNÍ ZAŘÍZENÍ.....	28
4.3 KOMBINACE	32
5 PŘEDČIŠTĚNÍ	34
EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ.....	39
B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	45
1 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI	45
1.1 VSTUPNÍ ÚDAJE	45
1.2 VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	46
1.3 RETENČNÍ ZAŘÍZENÍ.....	47
1.4 KOMBINACE	48
2 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	50
2.1 ÚSTŘEDNÍ PŘÍPRAVA, ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV PRO CELÝ VESTAVEK 1	50
2.2 ÚSTŘEDNÍ PŘÍPRAVA, ZVLÁŠŤ ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV PRO UMÝVÁRNY A PRO KOUPELNU.....	52
3 IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ TZB (UT, VZT) V ZADANÉ BUDOVĚ.....	57
4 HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT ŘEŠENÍ	58

4.1	HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI.....	58
4.2	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY.....	58
C.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY	59
1	BILANCE.....	59
1.1	BILANCE POTŘEBY VODY	59
1.2	BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY	60
2	NÁVRH ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD	61
2.1	PRŮTOK SPLAŠKOVÝCH ODPADNÍCH VOD	61
2.2	DIMENZOVÁNÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE	62
2.3	DIMENZOVÁNÍ DEŠŤOVÉ KANALIZACE	67
2.4	VSAKOVACÍ NÁDRŽ	69
2.5	ODLUČOVAČ LEHKÝCH LÁTEK	69
2.6	LAPÁK TUKU	69
2.7	ČERPACÍ STANICE.....	69
3	NÁVRH ZÁSOBOVÁNÍ VODOU.....	72
3.1	HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ	72
3.2	DIMENZOVÁNÍ CÍRKULAČNÍHO POTRUBÍ	75
3.3	NÁVRH VODOMĚRU	77
3.4	ROZTAŽNOST KRITICKÝCH ÚSEKŮ POTRUBÍ	77
	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	79
	SEZNAM VÝKRESŮ	85
	LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ	86
	ZÁVĚR	87
	POUŽITÉ ZDROJE.....	88
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	91

ÚVOD

Tématem této diplomové práce jsou zdravotně technické instalace ve výrobních hal. Zabývat se tedy budu především nakládáním s dešťovými vodami, jejich odváděním, případným využitím a srovnáním jednotlivých metod (vsakování, retence). Dále zásobováním a úpravou pitné vody, srovnáním jednotlivých metod ohřevu (zásobníkový, průtokový, místní, centrální) z hlediska ekonomického (pořizovací náklady, energetické náročnost). Okrajově i nakládáním se splaškovými vodami, zásobováním požární vodou a požární bezpečností takovýchto objektů.

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU

Zadaný objekt je výrobní a skladovací hala o rozloze 8 510 m² v ulici Vendelína Opatrného v Týništi nad Orlicí. V hale se nachází čtyři vestavky, z nichž tři slouží jako hygienické místnosti, tudíž napojeny na vodovod a kanalizaci. Charakteristikou je směnný provoz a tudíž nárazový odběr vody.

Na pozemku se v jihozápadní části nachází 160 parkovacích míst pro osobní automobily a rampy pro nakládání a vykládání nákladních vozidel, rozloha zpevněných ploch je 5 490 m².

Objekt bude napojen na stávající oddílnou dešťovou a splaškovou stokovou síť a vodovod pitné vody. Energie potřebná pro ohřev teplé vody bude zajištěna stávajícím horkovodem. Voda pro potřeby požární bezpečnosti bude zajištěna vlastní požární nádrží zbudovanou v severním rohu pozemku.

Vestavek 1

Největší z vestavek, v západním rohu budovy, dvoupatrový, přízemí o ploše 618 m² sloužící především jako kanceláře a hygienické místnosti. Nachází se v něm tři menší hygienické místnosti s WC a umyvadlem, z toho jedny invalidní, místnost s výlevkou, dvě umyvadla v jídelně a dvě větší umyvárny, rozdělené na pánské a dámské s dohromady deseti WC, třemi pisoáry a šesti umyvadly.

V patře o ploše 1 384 m² se nachází jedna úklidová místnost s umyvadlem a výlevkou jedna hygienická místnost s šesti WC, třemi pisoáry a dvěma umyvadly a umývárny s čtrnácti umyvadly, třinácti sprchami, čtyřmi WC a dvěma pisoáry.

Vestavek 2

Nachází se u jihovýchodní stěny budovy pod vestavkem 1, v přízemí. Slouží jako WC s umyvadlem a pisoárem pro řidiče, s přístupem pouze zvenčí. Zaujímá celkovou plochu 5,33 m². Skládá se z předsíně a WC.

Vestavek 3

Nachází se u jihovýchodní stěny budovy, v přízemí. Slouží jako toalety pro zaměstnance, rozděleny na dámské a pánské. Dámské se skládají z předsíně s umyvadlem a tří WC. Pánské z předsíně s umyvadlem, jednoho WC a dvou pisoárů. Celková rozloha vestavku je 18,36 m².

Vestavek 4

Nachází se u severního rohu budovy, zaujímá celkovou plochu 63,48 m². Jednotlivé místnosti slouží k úpravě a rozvodu elektrické energie.

NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY

Stavební zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu.

Vyhláška č. 120/2012 Sb. kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.

Vyhláška č. 194/2007 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie končným spotřebitelům

ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části.

ČSN 01 3450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotnětechnické a plynovodní instalace.

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

ČSN 73 4108 Hygienická zařízení a šatny

ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody

ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů.

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN 75 6261 Dešťové nádrže

ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace

ČSN EN 1717 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem.

ČSN EN 12056 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy

ČSN EN 752 Odvodňovací systémy vně budov

ČSN EN 806 Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě.

ČSN EN 858 Odlučovače lehkých kapalin

CÍL PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ

Cílem teoretické části je přiblížit problematiku odvádění srážkových vod a jejich zpracování z hlediska základních fyzikálních zákonů a normativních předpisů.

Cílem projektové části je zvolit nejvhodnější variantu zásobování objektu pitnou vodou a odvádění splaškových a dešťových vod z areálu s jejich případným využitím a návrh zdravotně technických instalací.

Kritéria pro návrh jsou v první řadě dodržení platných legislativních a normativních požadavků, dále pak samotná funkčnost a ekonomičnost vybudování a provozu.

AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI

Výrobní haly a jejich areály jsou specifické především svou velkou rozlohou a decentralizací hygienických místností. U takto netypických budov lze stěží obecně vyjádřit, jaké typy rozvodů a technologií je vhodné použít. Je nutné zvlášť analyzovat každý případ.

U budov s hygienickými místnostmi situovanými v jedné části je vhodné využít centrálního zásobníkového ohřevu vody a cirkulačního potrubí. Pokud jsou tyto místnosti rozmístěny v různých částech budovy, je vhodnější využít ohřevu místního.



Obr. 0.1 Zásobníkový ohřivač vody

Vzhledem k velkým plochám střech, nádvoří a parkovišť je nutné zohlednit velké průtoky srážkových vod, velké objemy vsakovacích a retenčních nádrží a případné předčištění. Pro vody tekoucí z parkovišť, odstavných ploch, nakládacích ramp a dalších ploch je nutné navrhnout zařízení k odloučení lehkých kapalin.

V některých případech musí být předčištěny i odpadní vody ze samotné budovy, ať už z důvodu znečištění výrobním procesem nebo kuchyňským provozem.

Pro potrubí vodovodu a kanalizace se nejčastěji používají moderní plastové materiály, je však nutné zohlednit jejich velké průměry a délky.

TEORETICKÉ ŘEŠENÍ - HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI

1 ÚVOD

Podle zákona č. 254/2001 Sb. jsou stavebníci povinni likvidovat dešťové vody. Tento problém je u halových objektů významný z důvodu velké rozlohy pozemku, především zpevněných ploch jako jsou střecha, parkoviště, chodníky, a jiné. Tyto plochy mají vysoký součinitel odtoku a nelze se tedy spolehnout na přirozenou infiltraci jako u zatravněných ploch. Hlavní způsoby odvádění dešťové vody jsou vsakování, akumulace s regulovaným odváděním, akumulace s následným využitím, případně jejich kombinace.

2 SRÁŽKY

Pojmem srážky se rozumí vodní částice vzniklé kondenzací nebo desublimací vodní páry v ovzduší, které padají z oblaků, případně kondenzují přímo na zemském povrchu. Třídí se podle skupenství na kapalné, pevné a smíšené, podle původu na padající (déšť, mrholení, sníh, krupky, kroupy, ...) a usazené (rosa, jinovatka, námraza, ledovka), délky výskytu na trvalé (padající nepřetržitě po delší dobu), občasné (trvalé srážky, které na určitou dobu ustávají) a přeháňky (srážky s náhlým začátkem a koncem a krátkým trváním) a podle jiných kritérií.

U srážek lze sledovat a měřit několik různých veličin. Především jsou to úhrn (množství), intenzita a doba trvání.

Úhrn srážek

Je množství kapalné vody spadlé na vodorovnou plochu za určitý časový interval. Udává jej výška vodního sloupce v milimetrech. Úhrn jeden milimetr je tedy jeden litr vody na jednom milimetru čtvereční plochy. K měření se používá několik druhů srážkoměrů. Jednoduchý ombrometr (hyetometr) je ve své podstatě odměrný válec s nálevkou a ryskou.



Obr. 2.1 Srážkoměr [21]

Pro kontinuální měření se používají přístroje zaznamenávající časový průběh. Ombrograf (hyetograf) je nádoba s plovákem připojeným na registrační zařízení zapisující na otáčející se papír. Tento grafický záznam se nazývá ombrogram a lze jím zjistit celkové množství srážek, dobu trvání i intenzitu. Modernější přístroj je člunkový srážkoměr. Ten se mimo jiné skládá z podél osy děleného člunku. Srážková voda natéká na jeho jednu polovinu a po naplnění daným množstvím se člunek překlopí a začne se plnit druhá polovina. Každé překlopení je zaznamenáno a z časového průběhu se určují hledané veličiny.

Intenzita srážek

Intenzita obecně udává vydatnost nějakého děje. V tomto případě se jedná o množství vody dopadající na povrch země za jednotku času. Jednotkou jsou litry za sekundu na metru čtverečním. Pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením se uvažuje s hodnotou $0,03 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$.

Odvodňované plochy	Intenzity deště i [l/(s·m ²)]	Účel použití intenzit
Střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením	0,03	Pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace.
Plochy neohrožující budovu zaplavením	0,02	Pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace. Při přetížení vnitřní kanalizace je možný odtok srážkové vody z odvodňovaných ploch po povrchu terénu mimo budovy a podzemní dopravní zařízení.
Plochy pod úrovní okolního terénu, podzemní dopravní zařízení a podjezdy	0,05	Pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace a čerpací zařízení na vnitřní kanalizaci, pokud jámka pro akumulaci srážkových vod neslouží zároveň jako retenční nádrž.

Tab. 2.1 Intenzity deště pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace [9]

Periodicita

Udává, jak často se během daného období let vyskytne déšť o určité minimální intenzitě. Jedná se tedy o obrácenou hodnotu času.

Doba trvání [min]	Periodicita deště (p)									
	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005
5	122	180	231	285	364	425	488	570	532	694
10	76,7	120	157	199	262	313	367	440	496	550
15	57,8	91,7	121	155	206	248	292	354	400	447
20	46,3	74,6	99,4	128	170	206	245	297	337	377
30	33,4	53,9	72,6	94,3	127	154	184	225	256	288
40	26,3	43	57,8	75,5	102	125	149	187	208	233
60	18,7	30,7	41,8	54,3	74,2	90,7	108	133	152	171
90	13,3	21,9	28,7	39,9	53,4	65,3	78,1	96,2	110	124
120	10,4	17,2	23,4	30,7	42,2	51,8	61,8	76,3	87,3	98,3

Tab. 2.2 Průměrné vydatnosti deště v [l/s·ha]

Součinitel odtoku

Bezrozměrná veličina závisící na druhu odvodňované plochy, případně druhu úpravy povrchu, a sklonu. Hodnota se pohybuje v rozmezí 0 až 1.

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu ¹⁾	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % a ž 5 %	nad 5 %
	Součinitel odtoku srážkových vod C		
Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce do 100 mm (vegetační)	0,7	0,7	0,8
Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 do 250 mm (vegetační)	0,4	0,4	0,4
Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 250 mm (vegetační)	0,3	0,3	0,3
Střechy s vrstvou kačírku (štěrku) na nepropustné vrstvě	0,9	0,9	0,9
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9 ²⁾	0,9 ²⁾	0,9 ²⁾
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15
POZNÁMKY ¹⁾ Odvádění srážkových vod z nemovitosti může být regulováno (sníženo) úpravou povrchu odvodňovaných ploch. ²⁾ Platí pouze pro dimenzování svodných potrubí vně budov při dodržení požadavků na potrubí, armatury, příslušenství a objekty.			

Tab. 2.3 Součinitel odtoku srážkových vod (C) [9]

Stanovení odtoku srážkových vod

Pro výpočet průtoku srážkových odpadních vod v l/s se používá následující rovnice:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C \quad (1.1)$$

kde i je intenzita deště v l/s·m²;

A půdorysný průmět odvodňované plochy nebo účinná plocha střechy v m²;

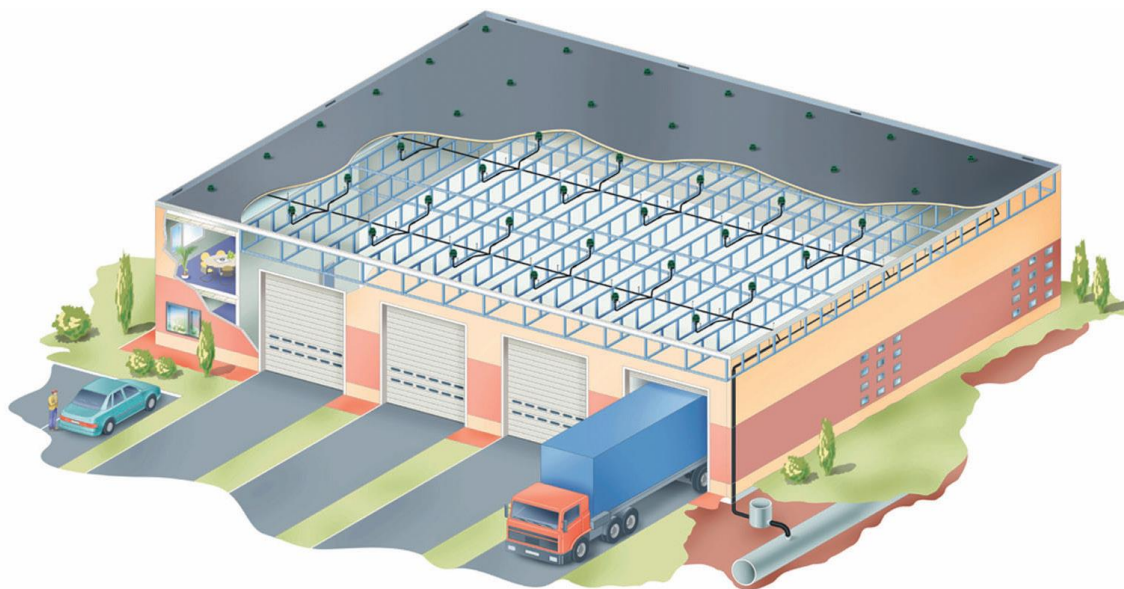
C součinitel odtoku dešťových vod, bez rozměrů.

3 ODVÁDĚNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD ZE STŘECH

U objektů s půdorysně rozsáhlou plochou střechou, tedy převážně halových objektů, je důležité správně navrhnout systém odvodnění střechy.

Gravitační systém je navrhován pro částečné plnění vodou. Je tedy zapotřebí použít relativně velké průměry potrubí, které navíc musí být v případě ležatých potrubí vedeny ve spádu.

Podtlakový systém se při malém průtoku chová jako systém gravitační. Při velkém průtoku je však úplně zaplněn vodou, což přináší značné výhody, mezi něž patří menší spotřeba materiálu v důsledku menších průměrů, menšího počtu střešních vtoků a svislých svodů. S tím je spojena i menší dispoziční náročnost. Návrh se provádí pomocí softwaru s využitím Bernoulliho rovnice stálého toku nestlačitelné kapaliny s konstantní hustotou.



Obr. 3.1 Schematické znázornění podtlakového systému [16]

4 ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI

Priority způsobu odvodnění

V první řadě je nutno rozhodnout o příjemci srážkových vod. Tím může být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda, nebo jednotná kanalizace.

Výpar srážkových vod do ovzduší se uskutečňuje buď přímo (evaporací) nebo nepřímo prostřednictvím vegetace (transpirací). Doporučuje se alespoň 30% z celkové zastavěné plochy pozemku uzpůsobit k vypařování. Tato metoda však k účelu efektivního naložení s dešťovými

vodami zdaleka nepostačuje, jedná se tedy převážně o způsob podpory zdravého mikroklimatu urbanizované oblasti.

Prioritní je tedy odvádění srážkových vod do půdního a horninového prostředí, tedy vsakování, s případnou kombinací s retencí a regulovaným odtokem. Druhým způsobem je retence a regulovaný odtok oddílnou kanalizací do povrchových vod. Posledním způsobem je retence a regulované odvádění kanalizací jednotnou.

Míra znečištění

a) Srážkové povrchové vody přípustné

Jedná se o povrchový odtok z následujících ploch:

- zatravněných ploch, luk a kulturní krajiny s možným odtokem srážkových vod do odvodňovacích systémů;
- střech o redukované odvodňované ploše $A_{red} < 200 \text{ m}^2$;
- teras v obytných částech a jim podobných ploch;
- komunikací pro pěší a cyklisty;
- vjezdů do individuálních garáží a příjezdů k rodinným domům a stavbám pro individuální rekreaci.

b) Srážkové povrchové vody podmíněčně přípustné

Jedná se o povrchový odtok z následujících ploch:

- střechy o redukované odvodňované ploše $A_{red} \geq 200 \text{ m}^2$;
- pozemních komunikací pro motorová vozidla;
- parkovišť motorových vozidel do 3,5 t a autobusů;
- letištních ploch pro startování a přistávání letadel;
- komunikací průmyslových a zemědělských areálů.

c) Srážkové povrchové vody nepřípustné

Jedná se o povrchový smyv z výrazně znečištěných ploch:

- parkovišť nákladních aut;
- parkovišť u opraven vozidel a opravny vozidel;
- letištní plochy, kde je prováděna zimní údržba letadel (rozmrazování povrchu pomocí chemických prostředků);
- šrotišť;
- uskladnění aut (ošetřených z výroby);
- hospodaření s odpady;

4.1 Vsakovací zařízení

Hydrogeologický průzkum

Hydrogeologie je vědní obor, zabývající se původem, výskytem, pohybem, interakcí s okolním prostředím a fyzikálními a chemickými vlastnostmi podzemních vod. Tato disciplína vznikla již ve starověku, současně s budováním rozsáhlejších sídlišť, rozvojem zemědělství a závlahového hospodářství. Původním úkolem hydrogeologů bylo vyhledávání a zřizování zdrojů podzemních vod. Ve středověku se věda rozvíjela s ve spojitosti s hlubinnou těžbou nerostných surovin. Od 19. století se začíná brát ohled na ochranu životního prostředí a tím i ochrana zdrojů minerálních vod, mimo jiné ochranná pásma. Od poloviny 20. století se řeší sanace znečištěných podzemních vod. Hydrogeologie úzce souvisí s jinými vědními obory, především s hydraulikou, hydrologií, geologií a chemií.

Hydrogeologický průzkum se zabývá ověřováním kvality a vydatnosti zdrojů podzemní vody, posuzováním agresivity podzemních vod, prováděním čerpacích, vsakovacích a hydrodynamických zkoušek. Pro stavební účely je tedy výchozí zjištění propustnosti hornin, hloubky podzemní vody, případně směr a rychlost jejího proudění.

Princip návrhu

Zásadní vliv na dobu prázdnění má koeficient vsaku. Výstupem je potřebný retenční objem a doba prázdnění. Ta by u vsakovacího zařízení neměla překročit 72 hodin. Výpočet se provede pro všechny návrhové úhrny srážek s dobou trvání od 5 minut do 72 hodin.

Koeficient vsaku

Koeficient vsaku udává rychlost infiltrace srážkové vody do horninového prostředí ve vsakovacím zařízení za atmosférického tlaku při hydraulickém sklonu 1. Má zásadní vliv na dobu prázdnění vsakovací nádrže. Málo propustné zeminy, jako je jíl či písčitá hlína, výrazně prodlužují dobu prázdnění, čímž činí vsakování neefektivní. V takovém prostředí tedy není vhodné konstruovat vsakovací nádrže a je nutné zvolit jinou metodu. Stanoví se odhadem dle orientačního geologického průzkumu, případně vsakovací zkouškou. Nelze jej zaměňovat s koeficientem filtrace, koeficientem propustnosti či koeficientem hydraulické vodivosti.

Vsakovaný odtok

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \quad (1.2)$$

Kde f je součinitel bezpečnosti vsaku (dle doporučení $f \geq 2$);

k_v koeficient vsaku v m/s;

A_{vsak} vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m². [10]

Vsakovací plocha vsakovacího zařízení

a) Pro podzemní prostor s propustnými stěnami

$$A_{vsak} = L \cdot b' = L \cdot \left(\frac{h_{vz}}{2} + b \right) \quad (1.3)$$

b) Pro vsakovací šachtu s propustnými stěnami ve spodní části

$$A_{vsak} = \pi \cdot R'^2 = \pi \cdot \left(R + \frac{h_{vz}}{4} \right)^2 \quad (1.4)$$

Kde L je délka podzemního prostoru v m;

b šířka podzemního prostoru v m;

b' šířka vsakovací plochy podzemního prostoru v m;

h_{vz} výška propustných stěn v m;

R poloměr vsakovací šachty v m;

R' poloměr vsakovací plochy vsakovací šachty v m. [10]

Retenční objem vsakovacího zařízení

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \quad (1.5)$$

Kde h_d je návrhový úhrn srážek podle přílohy A [10] nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů s odpovídající dobou trvání t_c a stanovenou periodicitou v mm;

A_{red} redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy v m²;

f	součinitel bezpečnosti vsaku;
k_v	koeficient vsaku v m/s;
A_{vsak}	vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m ² ;
A_{vz}	plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových zařízení) v m ² ;
t_c	doba trvání srážky určité periodicity podle přílohy A [10] nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů v min. [10]

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy A_{red}

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_i \quad (1.6)$$

Kde	A_i	je	půdorysný průmět odvodňované plochy určitého druhu v m ² ;
	ψ_i		součinitel odtoku srážkových povrchových vod pro odvodňovanou plochu určitého druhu
	n		počet odvodňovaných ploch určitého druhu. [10]

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
	Součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační)	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,5 až 0,7 ¹⁾
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,8 až 0,9 ¹⁾
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravněvacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15
¹⁾ Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezní hodnotu)			

Tab. 4.1 Součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ [10]

Doba prázdnění

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}} \quad (1.7)$$

Kde V_{vz} je největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení v m³;

Q_{vsak} vsakovaný odtok v m³/s. [10]

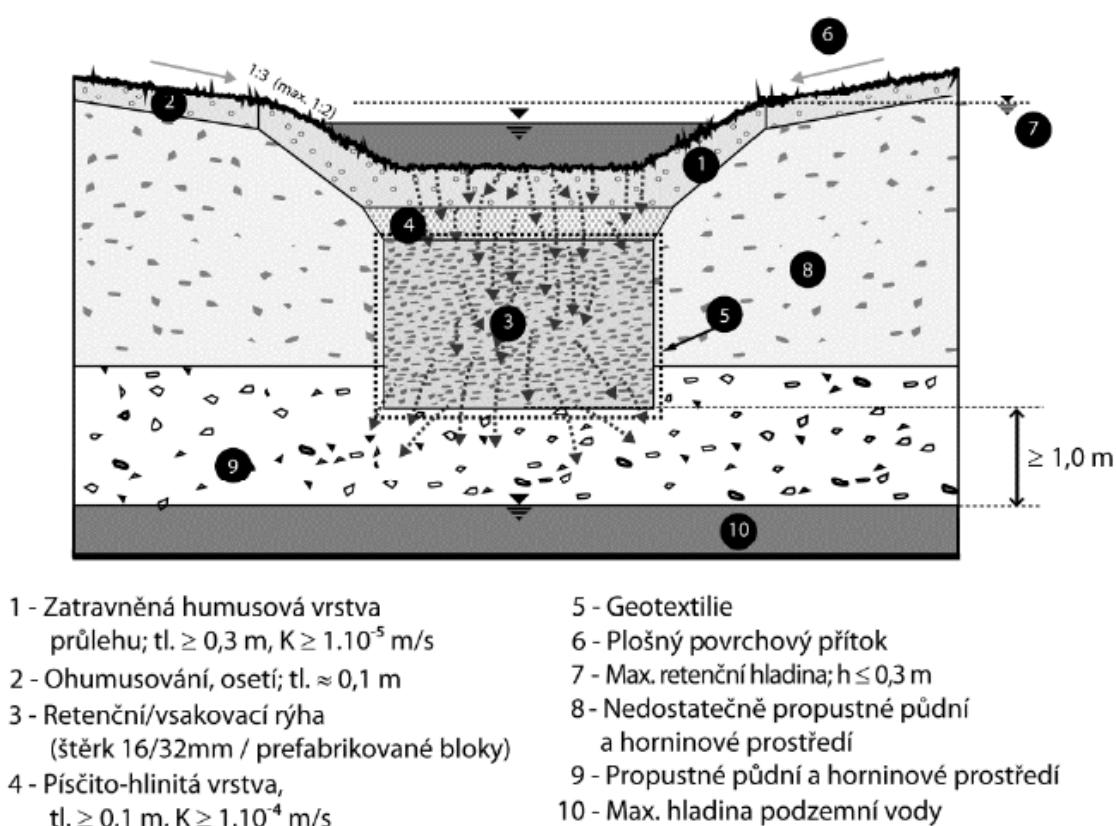
Přehled typů vsakovacích zařízení

Dělí se na povrchová a podzemní.

Povrchové vsakování

Vhodné pro vsakování přípustných i podmíněčně přípustných srážkových vod. Vsakování probíhá přes vegetační pokryv půdy a nejvíce se tak přibližuje vsakování přirozenému. V intravilánu by tyto objekty měly být doprovázeny bezpečnostními opatřeními.

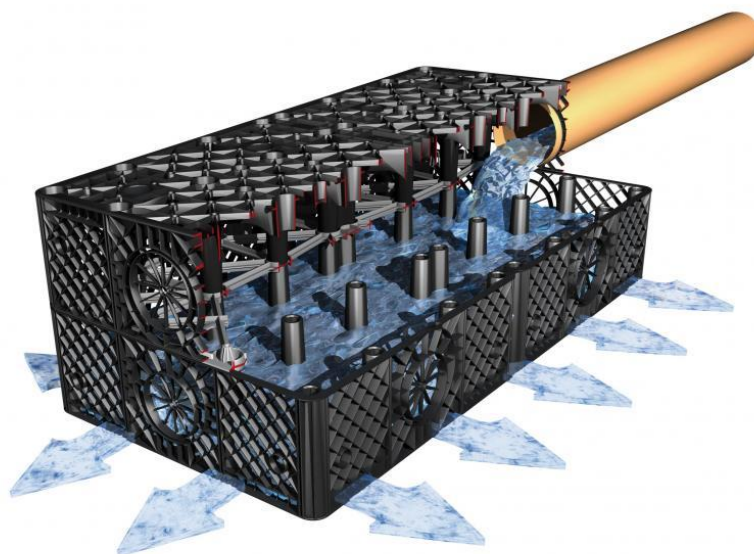
Mezi objekty povrchového vsakování patří plošné vsakování, vsakovací průlehy, vsakovací průlehy-rýhy a vsakovací nádrže. Vsakovací průleh-rýha je kombinace vsakování povrchového s podzemním a navrhuje se, když je zapotřebí vyšší vsakovací výkon a retenční objem.



Obr. 4.1 Vsakovací průleh-rýha [14]

Podzemní vsakování

Taktéž vhodné pro přípustné a podmíněně přípustné srážkové vody. Podmínečně přípustné vody však musí být předčištěny. Jsou to uměle vytvořené prostory pod úrovní terénu kombinované s retencí. Zařízení musí být odvětráno. Podzemní prostor může být vyplněn štěrkem, plastovými bloky, nebo může být ve tvaru šachty či tunelu s klenbovým stropem.



Obr. 4.2 Vsakovací blok [16]

4.2 Retenční zařízení

Slouží pro akumulaci vody a její regulované odvádění, čímž chrání recipient před zahlcením z přívalových dešťů. Umísťují se přednostně vně budovy jako povrchové či podzemní, mohou však být zkonstruovány i uvnitř budov.

Fyzikální podstata

Lineární retence vychází z teorie lineárního rezervoáru jako deterministického modelu, v němž je množství odtoku proporcionální k objemu zadržené vody.

$$Q(t) = \frac{1}{K_{Sp}} \cdot V_{Sp}(t) \quad (1.8)$$

Kde $Q(t)$ je výtok z rezervoáru v čase t ;

K_{sp} konstanta lineárního rezervoáru;

V_{sp} objem rezervoáru v m^3 . [2]

S přihlédnutím k časovému rozložení platí:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{1}{K_{sp}} \cdot \frac{dV_{sp}}{dt} \quad (1.9)$$

[2]

Podmínka kontinuity vede k bilanční rovnici:

$$\frac{dV_{sp}}{dt} = Q_{zu} - Q_{ab} = r_{eff}(t) \cdot A - Q \quad (1.10)$$

Kde r_{eff} je intenzita deště v $l/(s \cdot m^2)$;

A plocha povodí v m^2 ;

Q výtok z rezervoáru v l/s . [2]

Dosazením získáme diferenciální rovnici lineárního rezervoáru:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{1}{K_{sp}} \cdot (r_{eff} \cdot A - Q) \quad (1.11)$$

[2]

Princip návrhu

Podobně jako u vsakovací nádrže je nutno zjistit akumulací objem a dobu prázdnění.

Retenční objem

$$V_r = \frac{w \cdot h_d}{1000} (A_{red} + A_r) - \frac{Q_o}{1000} \cdot t_c \cdot 60 \quad (1.12)$$

Nebo

$$V_r = 0,06 \cdot [w \cdot i \cdot (A_{red} + A_r) - Q_o] \cdot t_c \quad (1.13)$$

- Kde h_d je návrhový úhrn srážek podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010:2012 nebo přesnějších místně platných a hydrologických údajů s odpovídající dobou trvání (t_c) a stanovenou periodicitou (p);
- i intenzita deště v $l/(s \cdot m^2)$;
- w součinitel stoletých srážek;
- A_{red} redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy v m^2 ;
- A_r plocha hladiny retenční nádrže (jen u povrchových retenčních nádrží) v m^2 ;
- Q_0 regulovaný odtok z retenční dešťové nádrže do vodního toku nebo kanalizace v $l/(s \cdot ha)$;
- t_c doba trvání srážky v minutách, určité periodicity podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010:2012 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů.[9]

Riziko při přeplnění retenční dešťové nádrže	Návrhová periodičita srážek p (rok^{-1})	Součinitel stoletých srážek w
Při přetečení retenční dešťové nádrže umístěné vně budovy je možný odtok srážkové vody z retenční dešťové nádrže po povrchu terénu nebo přepadovým potrubím mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení. Při zpevněném vzdutí v dešťové kanalizaci, která je zaústěna do retenční dešťové nádrže, je možný odtok srážkové vody z dešťové kanalizace po povrchu terénu mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení. Prostory odvodněné do dešťové kanalizace nacházející se pod hladinou zpětného vzdutí jsou proti vniknutí vzduté vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle ČSN EN 12056-4 a ČSN 75 6760.	0,2	1,00
Pokud není u retenčních dešťových nádrží umístěných vně budovy splněna některá z podmínek uvedených v předchozích třech odstavcích.	0,1	1,00
Pokud se retenční dešťová nádrž nachází uvnitř budovy.	0,1	1,72
POZNÁMKA Zpětné vzdutí v dešťové kanalizaci zaústěné do retenční dešťové nádrže vznikne při naplnění retenční nádrže na větší objem, než je vypočtený retenční objem. Hladinu zpětného vzdutí je úroveň terénu v místě, kde může srážková voda z retenční dešťové nádrže a/nebo připojené dešťové kanalizace přetékat (úroveň poklopu s otvory, mříže na šachtě apod.).		

Tab. 4.2 Návrhová periodičita srážek pro dimenzování retenčních dešťových nádrží

Doba prázdnění

$$T_{pr} = \frac{V_{ret}}{Q_0} \quad (1.14)$$

Kde V_{ret} je největší vypočtený retenční objem retenčního zařízení v m³;

Q_0 regulovaný odtok v m³/s.

Přehled typů

Povrchové

Povrchové se navrhují, pokud je k dispozici dostatečná plocha. Stěny a dno mohou být zatravněny, nebo ze stavebních konstrukcí.

Podzemní

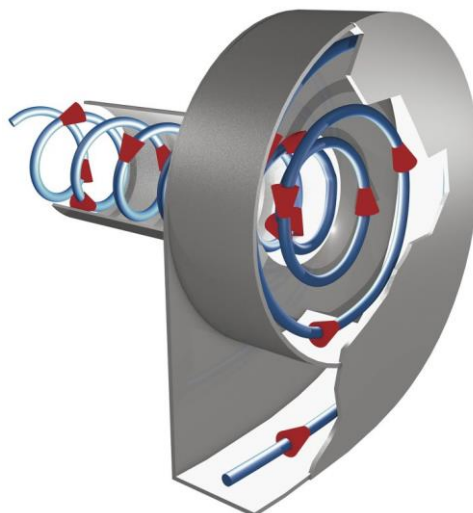
Jako podzemní se využívají potrubí velkého průměru, nebo vodotěsné jímky z betonu nebo plastu. Musí být odvětrány a doporučují se opatřit čerpací jímkou.

Uvnitř budov

Nádrže umístěné uvnitř budov musí podstoupit zkoušku vodotěsnosti, musí být odvětrány a mají být opatřeny vypouštěním nebo čerpací jímkou.

Řešení odtoku

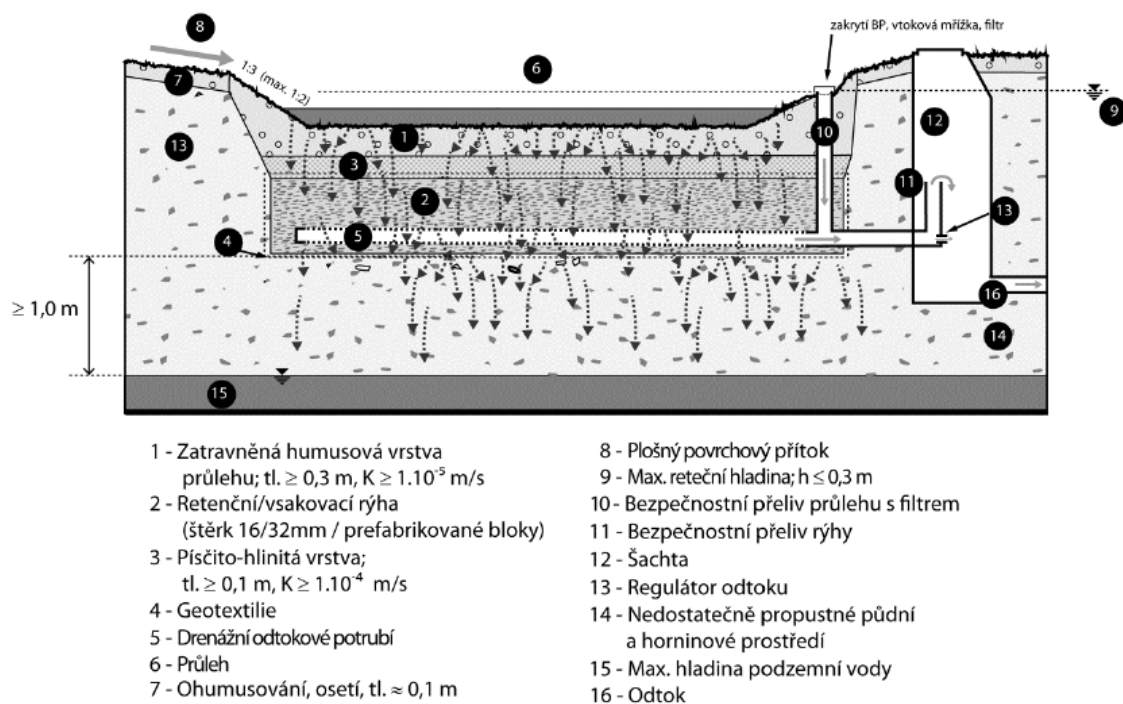
Pro zajištění požadovaného regulovaného odtoku lze využít clonu, škrtkící uzávěr nebo volný výtok do potrubí malé světlosti, čerpadlo, pokud je dno nádrže pod úrovní stoky, nebo vírový regulátor, který funguje na principu průtokových efektů. Jeho výhodou je větší velikost odtokového otvoru, díky čemuž má oproti ostatním regulačním prvkům nižší riziko ucpání.



Obr. 4.3 Vírový regulátor [24]

4.3 Kombinace

Vsakovací zařízení lze využít v kombinaci s retenčním zařízením s regulovaným odtokem. Nejvhodnějším řešením vsakovacích zařízení s regulovaným odtokem, ve kterém je voda filtrována přes zatravněnou humusovou vrstvu. Lze však použít i vsakovací nádrž s regulovaným odtokem.



Obr. 4.4 Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem [14]

Princip návrhu

Obdobný jako u samostatné vsakovací nebo retenční nádrže. Vypočte se akumulační objem pro návrhové objemy srážek a doby trvání a doba prázdnění se porovná s požadovanou hodnotou.

Akumulační objem

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \left(\frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} + Q_0 \right) \cdot t_c \cdot 60 \quad (1.15)$$

Kde h_d je návrhový úhrn srážek podle přílohy A ČSN 75 9010 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů s odpovídající dobou trvání t_c a stanovenou periodicitu v mm;

A_{red} redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy v m^2 ;

f součinitel bezpečnosti vsaku;

k_v koeficient vsaku v m/s;

A_{vsak} vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m^2 ;

A_{vz} plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových zařízení) v m^2 ;

Q_0 regulovaný odtok v m^3/s ;

t_c doba trvání srážky určité periodicity podle přílohy A ČSN 75 9010 nebo přesnějších místně platných hydrologických údajů v min.

Doba prázdnění

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_0 + Q_{vsak}} \quad (1.16)$$

Kde V_{vz} je největší vypočtený retenční objem zařízení v m^3 ;

Q_0 regulovaný odtok v m^3/s ;

Q_{vsak} vsakovaný odtok v m^3/s .

5 PŘEDČIŠTĚNÍ

Nepřípustné srážkové vody musí projít procesem předčištění, než s nimi může být dále nakládáno. Tyto vody jsou znečištěny převážně pohonnými hmotami a minerálními oleji, k jejichž čištění se používají odlučovače lehkých kapalin.

Zdroje znečištění

Ukazatel látkového znečištění	Zdroj
Nerozpuštěné látky	Zvětraný a poškozený materiál povrchu, opotřebení pneumatik, saze, odpady
Rostlinné živiny	Suché atmosférické depozice
Olovo	Pneumatiky, olovnatý benzin (pokud je ještě používán)
Zinek	Pneumatiky, motorový olej, mazací prostředky
Železo	Koroze vozidel a kovových konstrukcí
Měď	Brzdy motorových vozidel, fungicidy
Kadmium	Pneumatiky, insekticidy
Chrom	Povrchy kovů, brzdy motorových vozidel
Nikl	Nafta a benzin, kovové povrchy, asfalt
Mangan	Pohyblivé části motorových vozidel
Titan	Značení na povrchu vozovek
Chloridy, kyanity, sodík, vápník	Zimní provoz vozovek
Uhlovodíky	Benzin, ztráty oleje, asfalt

Tab. 5.1 Hlavní látkové ukazatele znečištění v dešťovém odtoku ulic a silnic [2]

Odlučování lehkých kapalin

Lehké kapaliny jsou látky, jejichž hustota je menší než hustota vody. Patří mezi ně především ropné látky, oleje a tuky s hustotou do 950 kg/m^3 , které jsou nerozpustné a nezmýdelnitelné. Tyto látky se do dešťové kanalizace mohou dostávat především z ploch čerpacích stanic pohonných hmot, myček a opraven automobilů, parkovacích garáží, parkovišť autobusů, nákladních a speciálních vozidel, velkokapacitních parkovišť osobních automobilů a jiných. K odlučování se využívá metod gravitační separace, koalescence, sorpce, případně lze využít flotace.

Odlučování zařízení se vyrábí z betonových, plastových i kovových materiálů. Jako těsnící materiály mohou být použity pouze elastomery nebo trvale elastické těsnící materiály. Součásti přicházející do styku s kapalinou musí být odolné vůči minerálním olejům, motorovým palivům, benzínu, detergentům a jejich produktům rozkladu, případně musí být vhodně chráněny.

Na vtoku musí být lapák kalu, značený písmenem S, který zajišťuje rovnoměrný průtok. Rozlišují se dvě třídy odlučovačů. Do třídy I patří koalescenční odlučovače s maximálním přípustným obsahem zbytkového oleje 5 mg/l. Do třídy II patří gravitační odlučovače s maximálním přípustným obsahem zbytkového oleje 100 mg/l. Součástí odlučovacího zařízení je i šachta na odběr vzorků, značená písmenem P.

Gravitační separace

Gravitační odlučovač je ve své podstatě nádrž, ve které se zpomalí průtok, uklidní hladina a látky s hustotou menší než voda samovolně stoupají ke hladině, kde se hromadí a mohou být odstraňovány sběrem. Látky s hustotou větší než voda naopak sedimentují u dna. Tato metoda může být použita samostatně, nebo jako první stupeň dvoustupňového procesu, doplněná koalescenčním, případně i sorpčním filtrem.

Koalescence

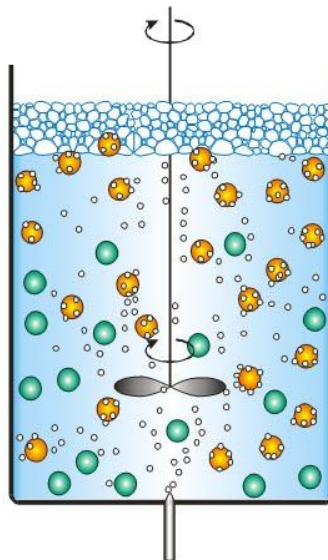
Při koalescenci se dispergované částice, v tomto případě kapky, spojují do větších celků s menší povrchovou energií. Koalescence, za pomoci koalescenčních filtrů, se využívají v odlučovačích jako základní fyzikální proces pro oddělení ropných látek, které tak vyplavou na hladinu a ručně jsou odstraňovány sběrem.

Sorpce

Sorpce je proces, při kterém dochází k adsorpci a absorpci. Při adsorpci dochází k přitahování kapalně nebo plynné fáze na povrch fáze tuhé, na které se hromadí. Příčiny adsorpce mohou být mezimolekulární síly, kdy se jedná o adsorpci fyzikální, chemické vazby, tedy adsorpce chemický, nebo elektrické síly, adsorpce iontová. Při absorpci molekuly jedné fáze nezůstávají pouze na povrchu druhé, ale pronikají do celého jejího povrchu. Sorpční filtry se v odlučovačích používají k doplnění filtrů koalescenčních k zadržení těch nejmenších dispergovaných částíček. Tyto filtry se musí po nasycení vyměnit.

Flotace

Flotace je separační proces, při kterém se dispergované částice s hydrofobním povrchem, tedy špatně smáčivé, spojují s bublinami plynu, které je vynášejí na hladinu. Hydrofilní částice, tedy dobře smáčivé, sedimentují na dně. Tato metoda je založena na rozdílné smáčivosti látek ve směsi a lze tedy využít i pro látky s vyšší hustotou než je hustota vody. Podle metod produkce bublin rozeznáváme flotaci plynovou a elektroflotaci. Flotace se používá v zahraničí jako první stupeň dvoustupňové úpravy pitné vody, u nás rozšířena není.



Obr. 5.1 Schéma flotace [23]

Jmenovitá velikost odlučovače

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d \quad (1.17)$$

Kde NS je jmenovitá velikost odlučovače;

Q_r maximální odtok dešťových vod v l/s;

Q_s maximální odtok odpadních vod v l/s;

f_d součinitel hustoty pro příslušnou lehkou kapalinu;

f_x přitěžující součinitel v závislosti na druhu odtoku. [12]

Pro výpočet maximálního odtoku dešťové vody se počítá s patnáctiminutovým deštěm.

Přitěžující součinitel f_x

Účel použití	Minimální přitěžující součinitel f_x
Čištění průmyslových odpadních vod z průmyslových provozů, z mycích linek automobilů, z čištění zaolejovaných součástí či jiného původu, např. čerpací stanice pohonných hmot	2
Čištění dešťových vod (dešťového odtoku) znečištěných(ho) olejem z nepropustných vod, např. parkovišť, pozemních komunikací a ploch ve výrobních závodech	Bezvýznamný, protože $Q_s = 0$ (pouze dešťové vody)
Ochrana okolních ploch před nekontrolovaným odtokem lehkých kapalin	1

Tab. 5.2 Minimální přitěžující součinitel f_x [12]

Součinitel hustoty f_d

Jednotlivé odlučitelné lehké kapaliny mají různou hustotu, což musí být ve výpočtu zohledněno.

Druh lehkých kapalin	Hustota (měrná hmotnost) při 15 °C až 20 °C g/cm ³
Motorová nafta	0,850
Extralehký topný olej	< 0,860
Lehký topný olej	0,870
Středně těžký topný olej	0,920
Těžký topný olej	0,940 až 0,990
Těžký benzin	0,700 až 0,750
Kerosin (letecký benzin)	0,800
Mazací olej	0,890 až 0,900
Terpentýn	0,860 až 0,870
Parafinový olej	0,880 až 0,940
Motorový benzin (směs neznámkových benzinů)	0,770 až 0,790
Značkový motorový benzin	0,680 až 0,750
Petrolej	0,800
Toluen	0,866 až 0,867

Tab. 5.3 Hustoty (měrné hmotnosti) pro vybrané lehké kapaliny [12]

Hustota (měrná hmotnost) g/cm ³	do 0,85	od 0,85 do 0,90	od 0,90 do 0,95
Kombinace sestavy	Součinitel hustoty f_d		
S-II-P	1	2	3
S-I-P	1 ^{a)}	1,5 ^{a)}	2 ^{a)}
S-II-I-P	1 ^{b)}	1 ^{b)}	1 ^{b)}
^{a)} Pro odlučovače třídy I, provozované pouze jako gravitační, se použije součinitel hustoty f_d pro třídu II. ^{b)} Pro odlučovače třídy I a II.			

Tab. 5.4 Součinitele hustoty f_d [12]

Minimální rozměry odlučovače

Pro odlučovače prefabrikované se jmenovitá velikost a odpovídající třída stanoví za zkušebních podmínek. Pro odlučovače budované na místě se minimální rozměry určí ze jmenovité velikosti výpočtem.

$$A_{min} = 0,2 \cdot NS \quad (1.18)$$

Kde A_{min} je povrchová plocha hladiny vody v m²;

NS jmenovitá velikost odlučovače. [12]

$$V_{min} = H \cdot A = 0,5 \cdot NS \quad (1.19)$$

Kde V_{min} je celkový objem v m³;

H	hloubka v m;	
A	půdorys v m ² ;	
NS	jmenovitá velikost odlučovače.	[12]

$$V_{1min} = 0,03 \cdot NS \quad (1.20)$$

Kde	V_{1min} je	objem komory pro uskladnění lehké kapaliny m ³ ;	
	NS	jmenovitá velikost odlučovače.	[12]

$$V = \frac{x \cdot NS}{f_d} \quad (1.21)$$

Kde	V	je	minimální objem lapáku kalu m ³ ;	
	NS		jmenovitá velikost odlučovače;	
	f_d		součinitel hustoty;	
	x		očekávané množství kalu (100, 200, nebo 300)	[12]

EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

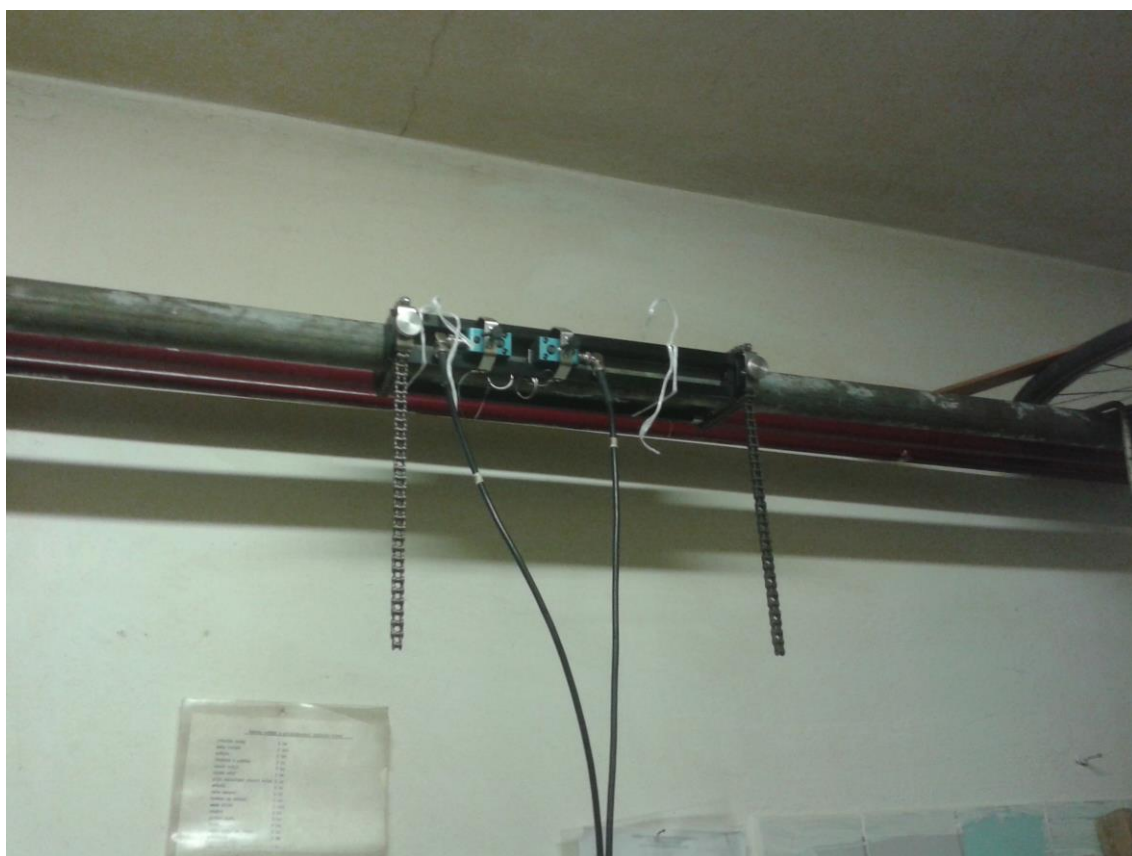
Měření spotřeby teplé vody bylo uskutečněno v budově Správy a údržby silnic Jihomoravského kraje – oblast Vyškov ve dnech 10.11.2014 až 14.11.2014. Zásobníkovým ohřívačem jsou zásobovány 4 sprchy, 17 umyvadel a 1 dřez. V objektu se dále nachází 4 pisoáry a 8 WC.



Obr. 0.1 Zásobníkový ohřívač vody

V podniku je zaměstnáno 20 administrativních pracovníků a šatny slouží pro 10 řidičů a závozníků. V areálu se dále nachází opravárenská dílna, šatna pro další pracovníky a jídelna, toto je však zásobováno z jiného okruhu. Objekt svou velikostí sice výrobní hale neodpovídá, druhem provozu se jí však přibližuje. V pracovní době od 6:00 do 14:30 se v objektu nachází převážně administrativní pracovníci, řidiči se vrací před koncem pracovní doby.

K měření byl použit univerzální přenosný vícefunkční průtokoměr systému 1010DP připojený na ocelové přívodním potrubí k ohřívači v místnosti údržby.



Obr. 0.2 Detail připojení

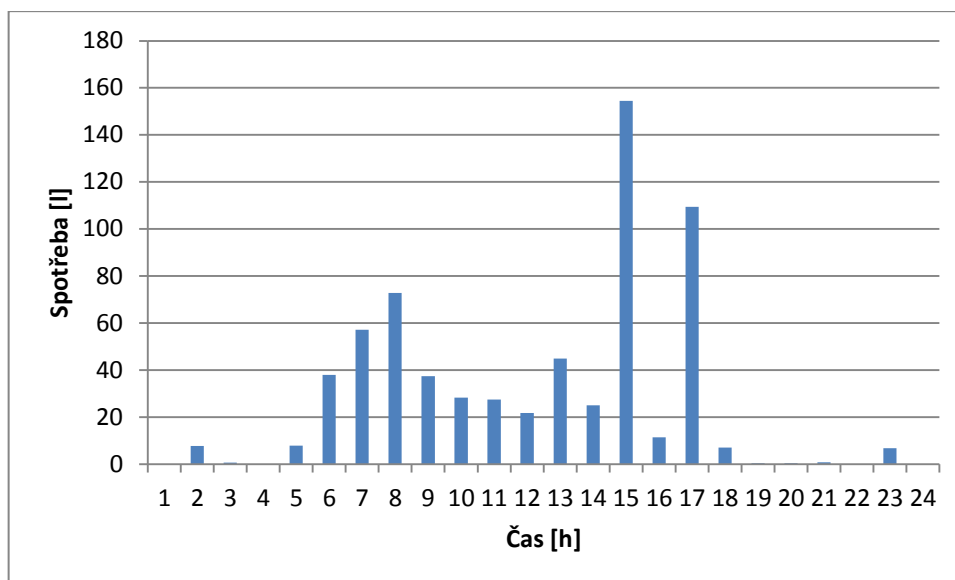


Obr. 0.3 Přístroj v chodu

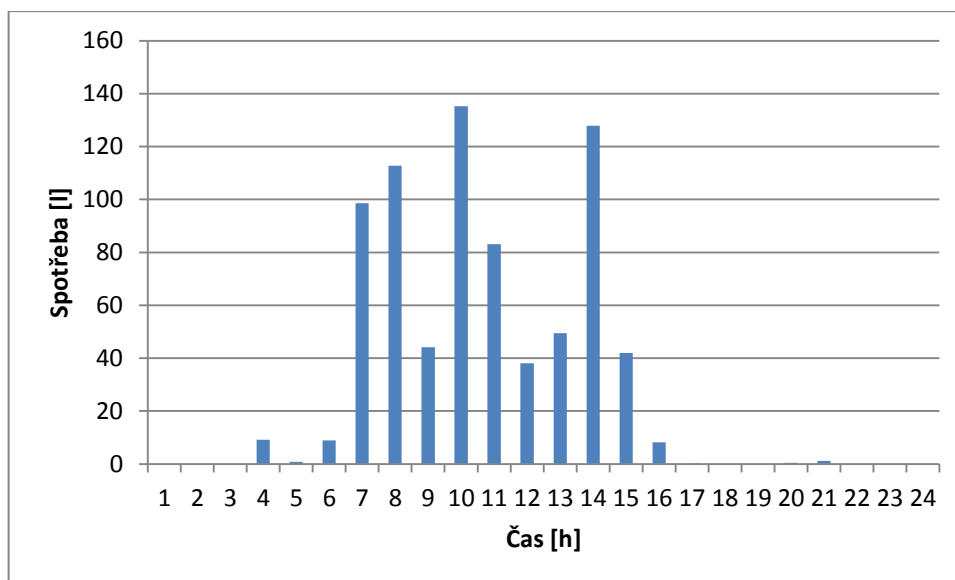
Z následujících grafů je poznat odběrová špička před koncem pracovní doby, ta však není tak výrazná z důvodu nízkého počtu zaměstnanců. Ze stejného důvodu se mohou zdát průběhy v jednotlivých dnech nestejněměrné. V některých dnech řidiči končilo později, což se

na průběhu zobrazilo zvýšeným odběrem v pozdějších hodinách. Odběry v odpoledních a nočních hodinách byly způsobeny také vrátným, který se v objektu nachází 24 hodin denně.

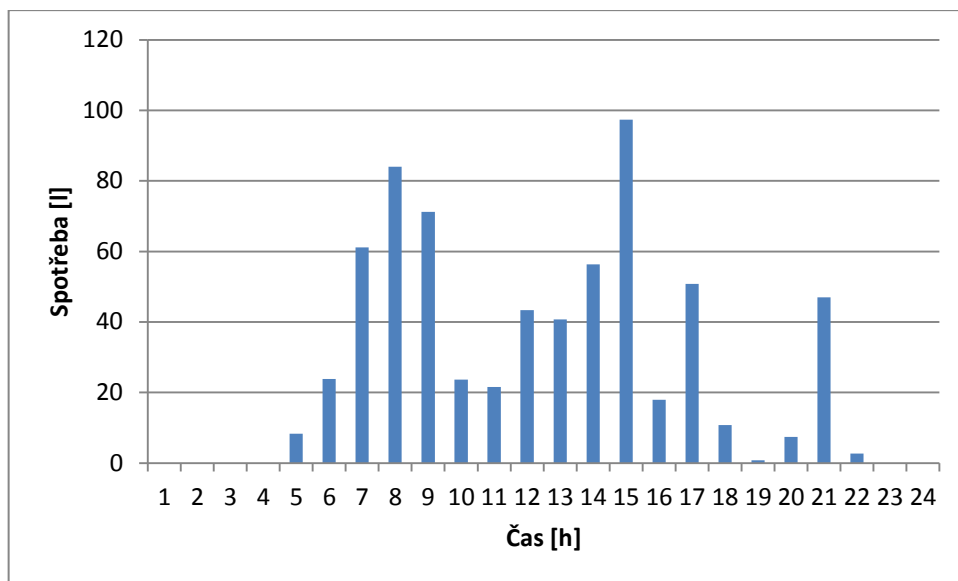
Průměrná spotřeba činila 740 litrů za den. Celková 3 700 litrů. Dle odečtu vodoměru bylo za měřenou dobu spotřebováno 8 500 litrů studené vody. Poměr odběru teplé vody ku studené tedy byl 43,5 %.



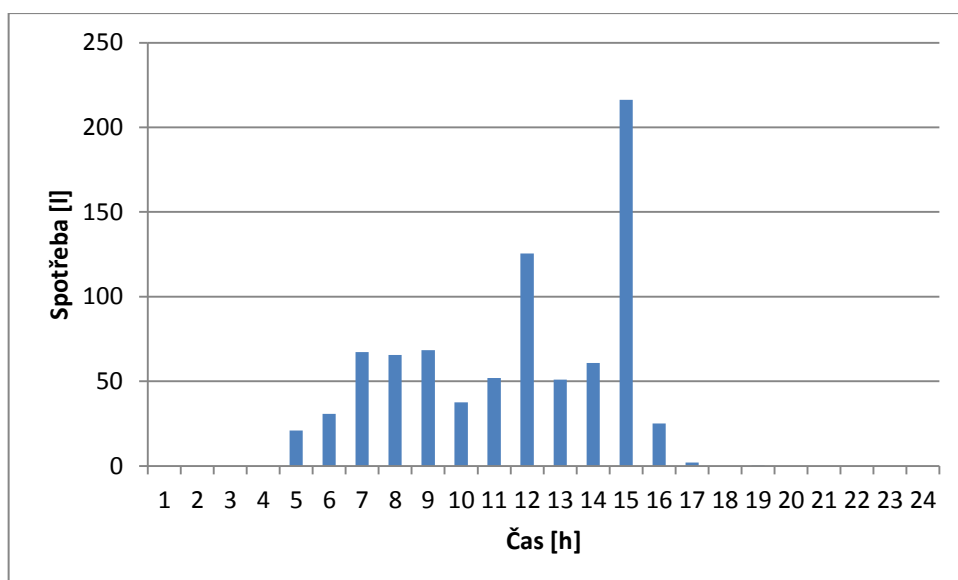
Graf 1 Pondělí 10.11.2014



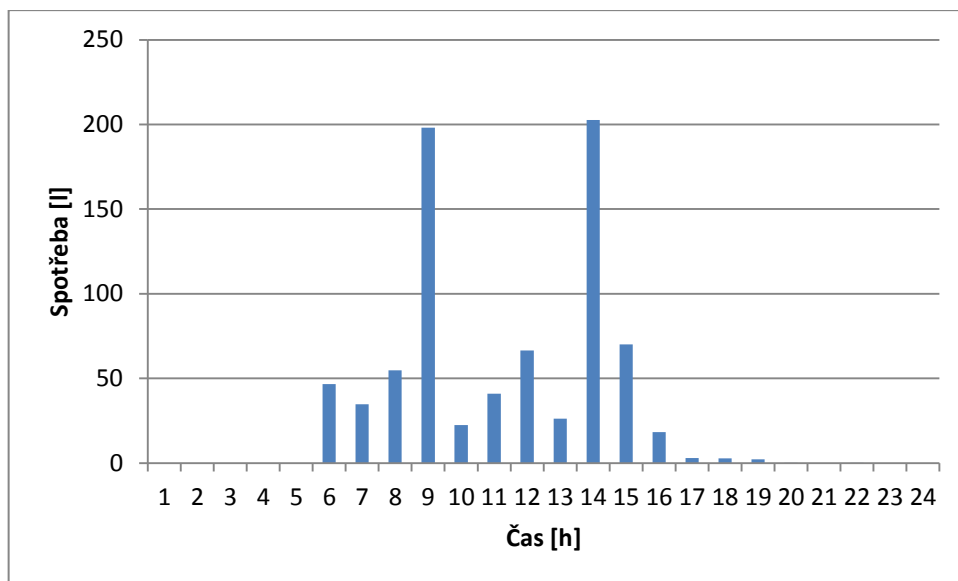
Graf 2 Úterý 11.11.2014



Graf 3 Středa 12.11.2014



Graf 4 Čtvrtek 13.11.2014



Graf 5 Pátek 14.11.2014

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

1 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI

Pro možnosti nakládání se srážkovými vodami se nabízí tři varianty, a to vsakovací zařízení, retenční zařízení a jejich kombinace. Všechny tři varianty uvažují s akumulací srážkové vody v nádrži pod plochou parkoviště, liší se však jejím následným zpracováním. Výpočty dle ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace.

1.1 Vstupní údaje

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Plocha A [m ²]	Součinitel odtoku srážkových povrchových vod Ψ [-]
Střecha s nepropustnou horní vrstvou	8 510	1
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	5 490	0,8

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

$$A_{red} = \sum_n^{i=1} A_i \cdot \Psi_i = 8\,510 \cdot 1 + 5\,490 \cdot 0,8 = 12\,902 \text{ m}^2$$

Plocha hladiny vsakovacího zařízení

$$A_{vz} = 0,00 \text{ m}^2$$

Součinitel bezpečnosti vsaku

$$f = 2$$

Koeficient vsaku

$$k_v = 0,00001 \text{ m/s}$$

Regulovaný odtok

$$Q_0 = 2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} = 2,8 \text{ l/s}$$

1.2 Vsakovací zařízení

První variantou je vsakovací nádrž. Srážková voda je odváděna do podzemní nádrže, ze které je vsakována do okolní zeminy.

Retenční objem vsakovacího zařízení

t_c [min]	h_d [mm]	$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 [m^3]$
5	12	$\frac{12}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 5 \cdot 60 = 153,65$
10	18	$\frac{18}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 10 \cdot 60 = 229,90$
15	21	$\frac{21}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 15 \cdot 60 = 267,43$
20	23	$\frac{23}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 20 \cdot 60 = 292,07$
30	25	$\frac{25}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 30 \cdot 60 = 315,53$
40	27	$\frac{27}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 40 \cdot 60 = 338,99$
60	29	$\frac{29}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 60 \cdot 60 = 360,12$
120	35	$\frac{35}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 120 \cdot 60 = 423,49$
240	39	$\frac{39}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 240 \cdot 60 = 447,02$
360	44	$\frac{44}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 360 \cdot 60 = 483,45$
480	49	$\frac{49}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 480 \cdot 60 = 519,88$
600	50	$\frac{50}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 600 \cdot 60 = 504,72$
720	51	$\frac{51}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 720 \cdot 60 = 489,52$
1 080	54	$\frac{54}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 1080 \cdot 60 = 443,99$
1 440	55	$\frac{55}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 1440 \cdot 60 = 372,65$
2 880	73	$\frac{73}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 2880 \cdot 60 = 267,93$
4 320	85	$\frac{85}{1000} \cdot (12\,902 + 0) - \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 \cdot 4320 \cdot 60 = 85,79$

Vsakovaný odtok

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 = 0,0039 m^s$$

Doba prázdnění

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}} = \frac{519,88}{0,0039 \cdot 3\,600} = 37,0 \text{ hod}$$

1.3 Retenční zařízení

Srážková voda je z akumulární nádrže odváděna do oddílné, případně jednotné kanalizace.

Retenční objem

t_c [min]	h_d [mm]	$i = 166,67 \cdot \frac{h_d}{t_c}$ [l/(s · ha)]	$V_r = 0,06 \cdot [w \cdot i \cdot (A_{red} + A_r) - Q_o] \cdot t_c$ [m ³]
5	12	$166,67 \cdot \frac{12}{5} = 400$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{400}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 5 = 153,98$
10	18	$166,67 \cdot \frac{18}{10} = 300$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{300}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 10 = 230,56$
15	21	$166,67 \cdot \frac{21}{15} = 233$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{233}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 15 = 268,42$
20	23	$166,67 \cdot \frac{23}{20} = 192$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{192}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 20 = 293,39$
30	25	$166,67 \cdot \frac{25}{30} = 139$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{139}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 30 = 317,51$
40	27	$166,67 \cdot \frac{27}{40} = 113$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{113}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 40 = 341,63$
60	29	$166,67 \cdot \frac{29}{60} = 80,6$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{80,6}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 60 = 364,08$
120	35	$166,67 \cdot \frac{35}{120} = 48,6$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{48,6}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 120 = 431,41$
240	39	$166,67 \cdot \frac{39}{240} = 27,1$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{27,1}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 240 = 462,86$
360	44	$166,67 \cdot \frac{44}{360} = 20,4$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{20,4}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 360 = 507,21$
480	49	$166,67 \cdot \frac{49}{480} = 17,0$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{17,0}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 480 = 551,56$
600	50	$166,67 \cdot \frac{50}{600} = 13,9$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{13,9}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 600 = 544,30$
720	51	$166,67 \cdot \frac{51}{720} = 11,8$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{11,8}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 720 = 537,04$

t_c [min]	h_d [mm]	$i = 166,67 \cdot \frac{h_d}{t_c}$ [l/(s · ha)]	$V_r = 0,06 \cdot [w \cdot i \cdot (A_{red} + A_r) - Q_o] \cdot t_c$ [m ³]
1 080	54	$166,67 \cdot \frac{54}{1\,080} = 8,33$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{8,33}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 1\,080 = 515,27$
1 440	55	$166,67 \cdot \frac{55}{1\,440} = 6,37$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{6,37}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 1\,440 = 467,69$
2 880	73	$166,67 \cdot \frac{73}{2\,880} = 4,22$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{4,22}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 2\,880 = 458,01$
4 320	85	$166,67 \cdot \frac{85}{4\,320} = 3,28$	$0,06 \cdot \left[1 \cdot \frac{3,28}{10\,000} \cdot (12\,902 + 0) - 2,8 \right] \cdot 4\,320 = 370,91$

Doba prázdnění

$$T_{pr} = \frac{V_{ret}}{Q_o} = \frac{551,56}{2,8 \cdot 3,6} = 54,7 \text{ hod}$$

1.4 Kombinace

Část srážkové vody z nádrže vsakována do okolní zeminy, část dále odváděna.

Akumulační objem

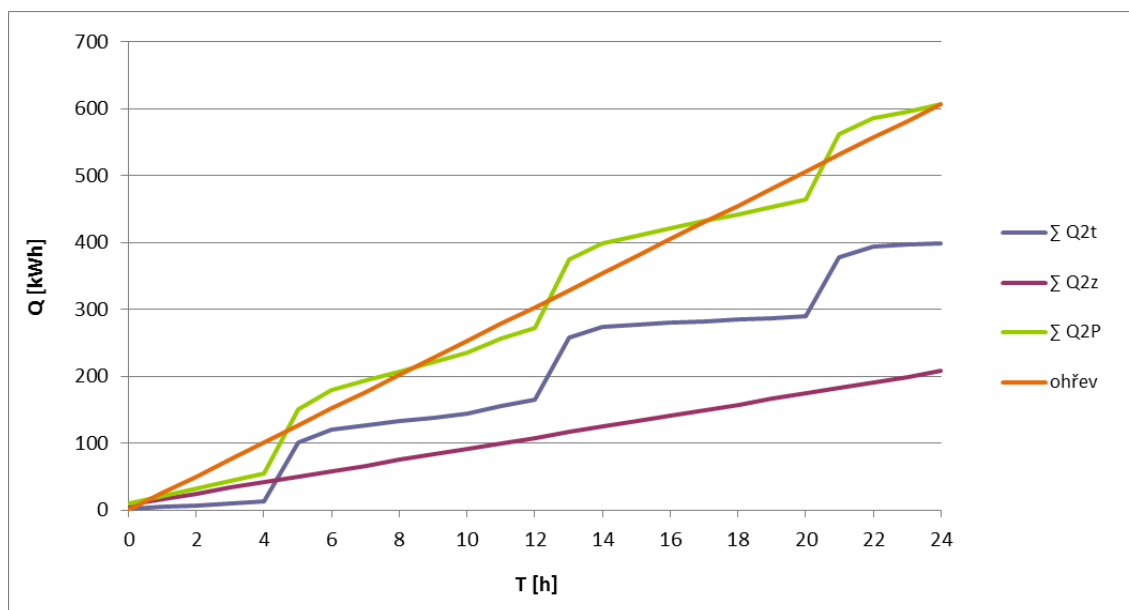
t_c [min]	h_d [mm]	$V_{vz} = \frac{h_d}{1\,000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \left(\frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} + Q_o \right) \cdot t_c \cdot 60$ [m ³]
5	12	$\frac{12}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 5 \cdot 60 = 152,81$
10	18	$\frac{18}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 10 \cdot 60 = 228,22$
15	21	$\frac{21}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 15 \cdot 60 = 264,91$
20	23	$\frac{23}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 20 \cdot 60 = 288,71$
30	25	$\frac{25}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 30 \cdot 60 = 310,49$
40	27	$\frac{27}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 40 \cdot 60 = 332,27$
60	29	$\frac{29}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 60 \cdot 60 = 350,04$
120	35	$\frac{35}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 120 \cdot 60 = 403,33$
240	39	$\frac{39}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 240 \cdot 60 = 406,70$
360	44	$\frac{44}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8 \right) \cdot 360 \cdot 60 = 422,97$

t_c [min]	h_d [mm]	$V_{vz} = \frac{h_d}{1\,000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \left(\frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} + Q_0\right) \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$
480	49	$\frac{49}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8\right) \cdot 480 \cdot 60 = 439,24$
600	50	$\frac{50}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8\right) \cdot 600 \cdot 60 = 403,90$
720	51	$\frac{51}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8\right) \cdot 720 \cdot 60 = 368,56$
1 080	54	$\frac{54}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8\right) \cdot 1\,080 \cdot 60 = 262,55$
1 440	55	$\frac{55}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8\right) \cdot 1\,440 \cdot 60 = 130,73$
2 880	73	$\frac{73}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8\right) \cdot 2\,880 \cdot 60 = -215,91$
4 320	85	$\frac{85}{1\,000} \cdot (12\,902 + 0) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,00001 \cdot 780 + 2,8\right) \cdot 4\,320 \cdot 60 = -639,97$

Doba prázdnění

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak} + Q_0} = \frac{439,24}{(0,0039 \cdot 1\,000 + 2,8)/3,6} = 18,2 \text{ hod}$$

Činnost	Doba dávky td	Objem dávky Vd	Teplo v dávce Q2	Perioda																								
	s	dm3	kWh	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	ohřev			0	25	51	76	101	126	152	177	202	228	253	278	304	329	354	379	405	430	422	481	506	531	557	582	607
	rozdíl			-11	3,7	18	33	47	-25	-28	-16	-4,9	6,4	18	22	30	-46	-45	-31	-16	-1,9	13	27	42	-30	-29	-14	0



$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot \Delta \theta} = \frac{93,2}{1,163 \cdot 45} = 1,78 \text{ m}^3$$

$$\Phi_{1m} = \frac{Q_{1p}}{t_p} = \frac{607}{24} = 25,3 \text{ kW}$$

2.2 Ústřední příprava, zvlášť zásobníkový ohřev pro umývárny a pro koupelnu

V místnosti číslo 2.133 – Kotelna se bude nacházet zásobníkový ohříváč zásobující umyvadla a sprchy v místnostech číslo 1.108, 1.110, 2.128 a 2.131. Ostatní umyvadla a sprchy budou zásobovány zásobníkovými ohříváči o objemech 5 a 10 litrů.

Hydraulické posouzení potrubí

Úsek		Jmenovitý výtok				Jmenovitý výtok				S. současnosti				Q ₀ l/s	d _a x s mm (DN)	v m/s	l m	R kPa/m	Σξ	Δp _F kPa	l.R+Δp _F kPa
		Q _A l/s		Q _A l/s		φ															
od	do	0,2		0,3		0,2		0,8		0,2		1									
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem						
1	2									1	1			0,20	20x3,4	1,5	0,3	2,01	1,6	1,8	2,40
2	3									1	2			0,40	25x4,2	1,8	0,7	2,32	1,6	2,6	4,22
3	4									1	3			0,60	32x5,4	1,7	0,3	1,47	0,6	0,9	1,31
4	5									1	4			0,80	32x5,4	2,3	0,7	2,50	1,6	4,2	5,98
5	6									1	5			1,00	40x6,7	1,8	0,3	1,23	0,6	1,0	1,34
6	7									1	6			1,20	40x6,7	2,2	0,7	1,72	0,6	1,5	2,66
7	8									1	7			1,40	50x8,4	1,6	0,3	0,77	1,6	2,0	2,28
8	9									1	8			1,60	50x8,4	1,8	0,7	0,89	0,6	1,0	1,60
9	10									1	9			1,80	50x8,4	2,1	0,3	1,22	0,6	1,3	1,69
10	11									1	10			2,00	50x8,4	2,3	0,7	1,49	4	10,6	11,62
11	12							10	10		10			3,60	75x12,5	1,8	9,9	0,59	6,1	9,9	15,72
12	13	2	2				4	14	3	13				5,12	90x15,0	1,8	1,9	0,45	0,6	1,0	1,83
13	oh1	4	6						14		13			5,33	90x15,0	1,9	2,9	0,49	4,5	8,1	9,54
oh1	oh2		6						14		13			2,66	63x10,5	1,9	1,2	0,79	3,1	5,6	6,54
oh2	oh3		6						14		13			2,66	63x10,5	1,9	1	0,79	6,1	11,0	11,80
oh3	13		6						14		13			5,33	90x15,0	1,8	2,4	0,57	9,2	14,9	16,27
13	14	10	16	3	3	4	4		14		13	2	2	6,33	90x15,0	2,3	23,3	0,79	4,5	11,9	30,31
14	15	2	18		3		4		14		13		2	6,37	90x15,0	2,3	4,3	0,50	0,6	1,6	3,75
15	16	8	26	3	6		4		14		13		2	6,64	90x15,0	2,4	1,1	0,86	0,6	1,6	2,53
16	17	7	33		6		4		14		13		2	6,74	90x15,0	2,4	5,3	0,88	1,5	4,3	8,98
17	18	5	38		6		4		14		13		2	6,82	90x15,0	2,4	23,8	0,91	0,6	1,7	23,39
18	19	2	40	1	7		4		14		13		2	6,87	90x15,0	2,4	62	0,93	7,5	21,6	79,26
19	20	6	46	2	9		4		14		13		2	7,01	90x15,0	2,5	5	0,95	11	34,4	39,13
20	21		46		9		4		14		13		2	7,01	90x8,2	1,7	26,5	0,34	10	14,7	23,75
Δp _{RF} =Σl.R+Δp _F =																			307,89		

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

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

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

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} = \frac{7,3 \cdot 998 \cdot 9,81}{1000} = 71,47 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{WM} = 10 \text{ kPa}$$

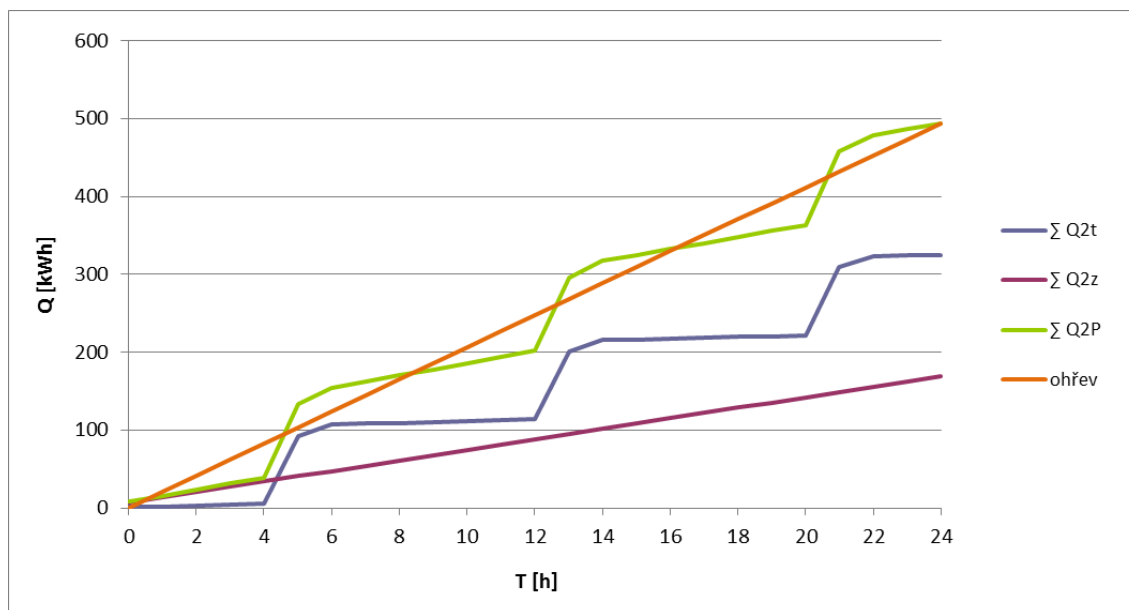
$$\Delta p_{Ap} = 3 + 5 = 8 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RF} = 307,89 \text{ kPa}$$

$$550 \text{ kPa} > 100 + 71,47 + 10 + 8 + 307,89 = 497,36 \text{ kPa}$$

Návrh ohříváče 1

Činnost	Doba dávky td	Objem dávky Vd	Teplo v dávce Q2	Perioda																											
	s	dm3	kWh	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Mytí rukou	50	2	0,1	10	10	10	10	10	15	15	10	10	10	10	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Sprcha	400	25	1,32						65	10							65	10							65	15	10	22	23		
				Q2t	1	1	1	1	1	87	15	1	1	1	1	1,5	1,5	87	14	1	1	1	1	1	1	87	14	1	1		
				Σ Q2t	1	2	3	4	5	92	107	107	109	110	111	113	114	201	216	217	218	219	220	221	222	309	323	324	325	325	
				Q2z	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
				Σ Q2z	6,8	14	20	27	34	41	47	54	61	68	74	81	88	95	102	107	115	122	129	135	142	149	156	163	169	169	
				Q2P	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	84	21	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	8,3	8,3	94	21	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
				Σ Q2P	7,8	16	23	31	39	133	154	162	170	178	185	194	202	296	317	325	333	340	348	356	364	372	380	388	388		
				ohřev	0	21	41	62	82	103	124	144	165	185	206	227	247	268	288	309	330	350	371	391	412	433	453	474	494	494	
				rozdl	-7,8	5,1	18	31	44	-30	-31	-18	-5,2	7,6	20	33	45	-28	-29	-16	-3,1	9,7	23	35	48	-25	-26	-13	0		



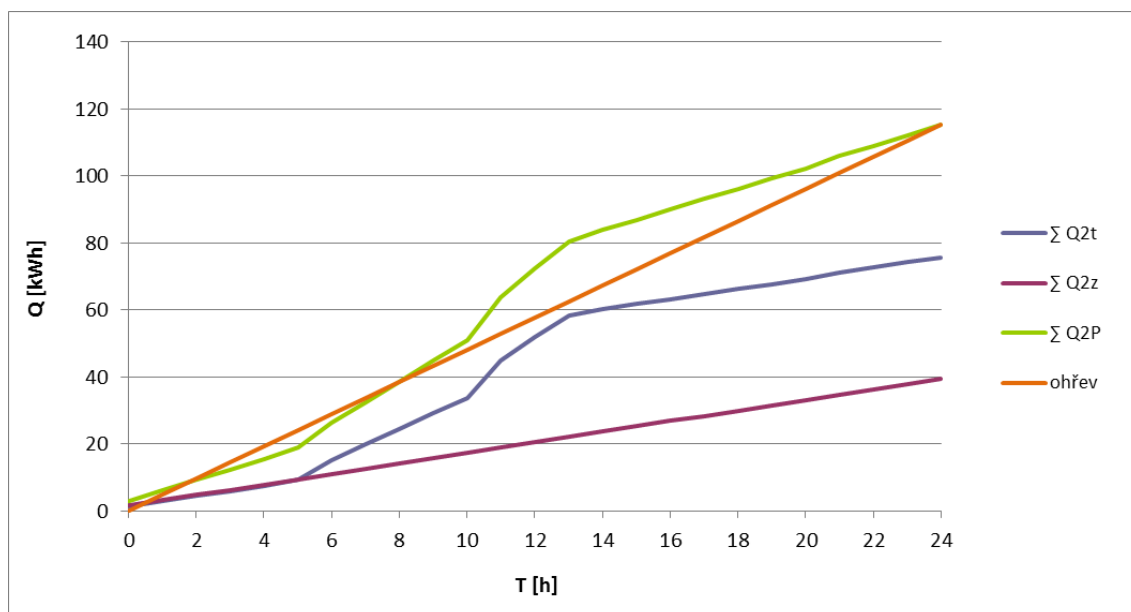
$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot \Delta \theta} = \frac{79,0}{1,163 \cdot 45} = 1,51 \text{ m}^3$$

$$\Phi_{1m} = \frac{Q_{1p}}{t_p} = \frac{494}{24} = 20,6 \text{ kW}$$

Návrh ohřivače 2

Činnost	Doba dávky td	Objem dávky Vd	Teplo v dávce Q2	Perioda																										
	s	dm3	kWh	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Mytí rukou	50	2	0,1	15	15	15	15	15	20	25	15	15	15	15	30	30	30	20	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15		
Mytí nádobí	U3 0,30 m3h-1	1	0,05												100	20														
Mytí podlahy + úklid	U3 0,30 m3h-1	20	1,05							3	3	3	3	3	3	3	3													
				Q2t	1,5	1,5				2	5,7	4,7	4,7	4,7	11	7,2	6,2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,5	1,5		
				Σ Q2t	1,5	3	4,5	6	7,5	9,5	15	20	24	29	34	45	52	58	60	62	62	63	65	66	68	69	71	73	74	76
				Q2z	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
					1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Činnost	Doba dávky td	Objem dávky Vd	Teplo v dávce Q2	Perioda																									
	s	dm3	kWh	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
				Σ Q2z	1,6	3,2	4,7	6,3	7,9	9,5	1	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27	28	30	32	33	35	36	38	39
				Q2P	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,6	7,2	6,2	6,2	6,2	6,2	13	8,7	7,7	3,6	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,6	3,1	3,1	3,1	
				Σ Q2P	3,1	6,2	9,2	12	15	19	26	63	39	45	51	64	73	80	84	87	90	93	96	102	109	109	112	115	
				ohřev	0	4,8	9,6	14	19	24	29	34	38	43	48	53	58	62	67	72	77	82	89	96	101	106	110	115	
				rozdíl	-3,1	-1,4	0,4	2,1	3,8	5	2,6	1,2	-0,3	-1,7	-3,1	-11	-15	-18	-17	-15	-13	-12	-9,8	-8,1	-6,4	-5,2	-3,4	-1,7	0



$$V_Z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot \Delta \theta} = \frac{22,9}{1,163 \cdot 45} = 0,44 \text{ m}^3$$

$$\Phi_{1m} = \frac{Q_{1p}}{t_p} = \frac{115}{24} = 4,8 \text{ kW}$$

3 IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ TZB (UT, VZT) V ZADANÉ BUDOVĚ

Navržené varianty hospodaření se srážkovými vodami ani přípravy teplé vody nemají na systém vytápění ani vzduchotechniky vliv.

Halu těchto rozměrů není vhodné vytápět konvekčními otopnými tělesy.

Nabízí se tedy teplovzdušné vytápění, které zajistí vytápění přívodním vzduchem i nucenou výměnu znehodnoceného vzduchu. Pro tento systém je nutno navrhnout především vytápěcí jednotku, vzduchovody a koncové distribuční elementy.

4 HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT ŘEŠENÍ

4.1 Hospodaření se srážkovými vodami

Prioritním recipientem srážkových vod je půdní prostředí. Mělo by se tedy, pokud je to technicky možné, upřednostňovat vsakování.

Rekapitulace

Metoda	Nejmenší objem nádrže	Doba prázdnění
Vsakování	519,88 m ³	37,0 hod
Retence	551,56 m ³	54,7 hod
Kombinace	439,24 m ³	18,2 hod

Vyhodnocení

Požadovaná doba prázdnění 72 hodin je splněna. Samotná retenční nádrž má dobu prázdnění výrazně vyšší než samostatná vsakovací nádrž i vsakovací nádrž s regulovaným odtokem vyhovují. Zvolena je tedy varianta, kdy veškeré srážkové vody budou vsakovány.

4.2 Příprava teplé vody

Varianty jsou hodnoceny především z hlediska proveditelnosti a hospodárnosti.

Rekapitulace

Varianta	Tlakové ztráty	Minimální objem zásobníků	Příkon
1	352,03 kPa	1,78 m ³	25,3 kW
2	307,89 kPa	1,51 + 0,44 = 1,95 m ³	20,6 + 4,8 = 25,4 kW

Vyhodnocení

Varianta 1 má sice vyšší tlakové ztráty, hydraulické posouzení však splňuje. Celý vestavek lze tak zásobovat dvěma zásobníky o objemu 1 000 litrů.

Varianta 2 vyžaduje dva zásobníky o objemu 750 litrů pro hromadné umývárny a jeden zásobník o objemu 500 litrů pro zásobování výdejny jídel a ostatních zařizovacích předmětů. Pro ten však není v této sekci vestavku vhodná technická místnost, což by s sebou neslo další komplikace.

Z výše uvedeného důvodu je pro další zpracování zvolena varianta 1.

C. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY

1 BILANCE

1.1 Bilance potřeby vody

Dle předpisu 120/2011 Sb.

Specifická potřeba vody

228 zaměstnanců ve výrobě 30 m³ ročně (provozovny 46)

40 v administrativě 14 m³ ročně (kancelářské budovy 6)

100 obědů 3 m³ ročně (stravování 18)

Průměrná denní potřeba

$$Q_{dp1} = \frac{30}{250} = 0,12 \text{ m}^3$$

$$Q_{dp2} = \frac{14}{250} = 0,056 \text{ m}^3$$

$$Q_{dp3} = \frac{3}{250} = 0,012 \text{ m}^3$$

$$Q_{dp} = 228 \cdot 0,12 + 40 \cdot 0,056 + 100 \cdot 0,012 = 30,8 \text{ m}^3$$

Maximální denní potřeba vody

$$Q_{dm} = Q_{dp} \cdot k_d = 30,8 \cdot 1,5 = 46,2 \text{ m}^3$$

Maximální hodinová potřeba vody

Uvažováno pro okamžik střídání dvou směn třísměnného provozu a výdeje obědů.

$$\begin{aligned} Q_{hm} &= \left(\frac{\frac{1}{3} \cdot Q_{dp1} + Q_{dp2}}{t_1} + \frac{Q_{dp3}}{t_2} \right) \cdot k_d \cdot k_h + 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot Q_{dp1} \\ &= \left(\frac{\frac{1}{3} \cdot 228 \cdot 0,12 + 40 \cdot 0,056}{8} + \frac{100 \cdot 0,012}{2} \right) 1,5 \cdot 1,8 + 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 228 \cdot 0,12 \\ &= 16,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_{dp} \cdot d = 30,8 \cdot 250 = 7\,700 \, m^3$$

1.2 Bilance potřeby teplé vody

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

Hygienická zařízení podniků a sportovních zařízení.

Specifická potřeba

228 zaměstnanců ve výrobě	0,04 m ³ za směnu
40 v administrativě	0,02 m ³ za směnu
100 obědů	0,001 m ³ na 1 jídlo
Úklid 9 715 m ²	0,02 m ³ na 100 m ²

$$spv_1 = 0,04 \, m^3 \cdot \frac{os}{sm}$$

$$spv_2 = 0,02 \, m^3 \cdot \frac{os}{sm}$$

$$spv_3 = 0,001 \, m^3 \cdot \frac{os}{sm}$$

$$spv_4 = 0,02 \, m^3 \cdot \frac{1}{100 \, m^2}$$

$$spv = 228 \cdot 0,04 + 40 \cdot 0,02 + 100 \cdot 0,001 + 9\,715 \cdot \frac{0,02}{100} = 11,96 \, m^3$$

2 NÁVRH ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD

2.1 Průtok splaškových odpadních vod

Průtok splaškových odpadních vod pro $K = 0,5$

Zařizovací předmět	Počet	Výpočtový odtok DU
	[kus]	[l/s]
Umývatko	1	0,3
Umyvadlo	15	0,5
WC	28	2
Pisoár	9	0,5
Výlevka	3	1,5
Podlahová vpust	11	0,8
Velkokuchyňský dřez	1	1
Myčka nádobí	1	1

$$\begin{aligned}Q_{ww} &= K \cdot \sqrt{\Sigma DU} \\&= 0,5 \cdot \sqrt{1 \cdot 0,3 + 15 \cdot 0,5 + 28 \cdot 2 + 9 \cdot 0,5 + 3 \cdot 1,5 + 11 \cdot 0,8 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1} \\&= 4,59 \text{ l/s}\end{aligned}$$

Trvalý průtok pro $z = 0,41$

Zařizovací předmět	Počet	Výpočtový odtok DU
	[kus]	[l/s]
Umyvadlo	14	0,5
Sprcha	13	0,6
Pisoár	2	0,5

$$Q_c = z \cdot \Sigma DU = 0,41 \cdot (14 \cdot 0,5 + 13 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,5) = 6,48 \text{ l/s}$$

Celkový průtok

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c = 4,57 + 6,48 = 11,07 \text{ l/s}$$

2.2 Dimenzování splaškové kanalizace

Připojovací a odpadní potrubí bez hromadných umyváren

Potrubí	Úsek	DU						ΣDU	DU_{max}	Q_{ww}	Q_{max}	DN
		UM 0,3	U 0,5	WC 2	P 0,5	VYL 1,5	VP 0,8					
S2	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	40
	b		1					0,5	0,5	0,35	0,50	75
S3	a			1				2	2	0,71	2,00	110
	b			1				2	2	0,71	2,00	110
S4	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	40
	b		1					0,5	0,5	0,35	0,50	75
S5	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50
	b				1			0,5	0,5	0,35	0,50	50
	c			1				2	2	0,71	2,00	110
	d		1	1	1			3	2	0,87	2,00	110
S6	a			1				2	2	0,71	2,00	110
	b					1		1,5	1,5	0,61	1,50	75
	c			1		1		3,5	2	0,94	2,00	110
S7	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50
	b					1		1,5	1,5	0,61	1,50	75
	c		1			1		2	1,5	0,71	1,50	110
	d				1			0,5	0,5	0,35	0,50	50
	e				2			1	0,5	0,50	0,50	75
	f				3			1,5	0,5	0,61	0,61	75
	g				3			1,5	0,5	0,61	0,61	75
	h						1	0,8	0,8	0,45	0,80	75
	i				3		1	2,3	0,8	0,76	0,80	75
	j			1				2	2	0,71	2,00	110
	k			2				4	2	1,00	2,00	110
	l			3				6	2	1,22	2,00	110
	m			3				6	2	1,22	2,00	110
	n			6				12	2	1,73	2,00	110
	o			6	3		1	14,3	2	1,89	2,00	110
	p		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50
	q		2					1	0,5	0,50	0,50	50
	r		2					1	0,5	0,50	0,50	50
	s		2	6	3		1	15,3	2	1,96	2,00	110
	t		3	6	3	1	1	17,3	2	2,08	2,08	110
	u	1						0,3	0,3	0,27	0,30	50
	v	1	1					0,8	0,5	0,45	0,50	50
	w			1				2	2	0,71	2,00	110
	x	1	4	7	3	1	1	20,1	2	2,24	2,24	110
S8	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50

Potrubí	Úsek	DU						ΣDU	DU_{max}	Q_{ww}	Q_{max}	DN
		UM 0,3	U 0,5	WC 2	P 0,5	VYL 1,5	VP 0,8					
	b		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50
	c		2					1	0,5	0,50	0,50	75
S9	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50
	b		2					1	0,5	0,50	0,50	50
S9	c		4					2	0,5	0,71	0,71	75
S13	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50
	b		2					1	0,5	0,50	0,50	50
	c				1			0,5	0,5	0,35	0,50	50
	d				2			1	0,5	0,50	0,50	75
	e				3			1,5	0,5	0,61	0,61	75
	f		2		3			2,5	0,5	0,79	0,79	75
S16	a				1			0,5	0,5	0,35	0,50	50
	b				2			1	0,5	0,50	0,50	75
	c		1					0,5	0,5	0,35	0,50	50
	d			1				2	2	0,71	2,00	110
	e		1	1	2			3,5	2	0,94	2,00	110
S17	a		1					0,5	0,5	0,35	0,50	40
	b		1					0,5	0,5	0,35	0,50	75
S19	a			1				2	2	0,71	2,00	110
	b			2				4	2	1,00	2	110
	c			3				6	2	1,22	2	110
	d			3				6	2	1,22	2	110

Připojovací a odpadní potrubí z výdejny jídel

Potrubí	Úsek	DU			ΣDU	DU_{max}	Q_{ww}	Q_{max}	DN
		DD 1	VYL 1,5	MN 1					
T1	a		1		1,5	1,5	0,61	1,50	75
	b		1		1,5	1,5	0,61	1,50	75
T3	a	1			1	1	0,50	1,00	75
	b			1	1	1	0,50	1,00	75
	c	1		1	2	1	0,71	1,00	75

Připojovací a odpadní potrubí z hromadných umýváren

Potrubí	Úsek	z	DU				WW				C				Q _{max} DN	
			WC	VP	U, P	S	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}		
			2	0,8	0,5	0,6										
S1	a		1				2	2	0,71	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110
	b		2				4	2	1,00	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110

Potrubí Úsek z			DU				WW				C				Q _{max} DN	
			WC	VP	U, P	S	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}		
			2	0,8	0,5	0,6										
	c		3			6	2	1,22	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110	
	d		3			6	2	1,22	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110	
	e	0,5			1	0	0	0,00	0,00	0,6	0,6	0,30	0,60	0,60	75	
	f	0,5			2	0	0	0,00	0,00	1,2	0,6	0,60	0,60	0,60	75	
	g	0,5	3		3	6	2	1,22	2,00	1,8	0,6	0,90	0,90	2,90	110	
	h	0,5	6		3	12	2	1,73	2,00	1,8	0,6	0,90	0,90	2,90	110	
S10	a	0,5			1	0	0	0,00	0,00	0,6	0,6	0,30	0,60	0,60	75	
	b			1		0,8	0,8	0,45	0,80	0	0	0,00	0,00	0,80	75	
	c	0,5		1	1	0,8	0,8	0,45	0,80	0,6	0,6	0,30	0,60	1,40	75	
	d	0,5		1	3	0,8	0,8	0,45	0,80	1,8	0,6	0,90	0,90	1,70	75	
	e	0,5			2	0	0	0,00	0,00	1,2	0,6	0,60	0,60	0,60	75	
	f	0,5		1	6	0,8	0,8	0,45	0,80	3,6	0,6	1,80	1,80	2,60	110	
	g	0,5		1	7	0,8	0,8	0,45	0,80	4,2	0,6	2,10	2,10	2,90	110	
	i	0,5			1	0	0	0,00	0,00	0,5	0,5	0,25	0,50	0,50	50	
	j	0,5			2	0	0	0,00	0,00	1	0,5	0,50	0,50	0,50	50	
	k	0,5			3	0	0	0,00	0,00	1,5	0,5	0,75	0,75	0,75	50	
	l	0,5			5	0	0	0,00	0,00	2,5	0,5	1,25	1,25	1,25	75	
	m	0,5		2	2	1,6	0,8	0,63	0,80	1	0,5	0,50	0,50	1,30	75	
	n	0,5			3	0	0	0,00	0,00	1,8	0,6	0,90	0,90	0,90	75	
	o	0,46			5	4	0	0	0,00	0,00	4,9	0,6	2,25	2,25	2,25	75
	p	0,43		5	10	10	4	0,8	1,00	1,00	11	0,6	4,73	4,73	5,73	150
	q		1				2	2	0,71	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110
	r		2				4	2	1,00	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110
	s	0,43	2	5	10	10	8	2	1,41	2,00	11	0,6	4,73	4,73	6,73	150
S11	a	0,5			1	0	0	0	0	0,5	0,5	0,25	0,50	0,50	50	
	b	0,5			2	0	0	0	0	1	0,5	0,50	0,50	0,50	50	
	c	0,5			1	0	0	0	0	0,5	0,5	0,25	0,50	0,50	50	
	d	0,5			1	0	0	0	0	0,5	0,5	0,25	0,50	0,50	50	
	e	0,5			4	0	0	0	0	2	0,5	1,00	1,00	1,00	110	
	f			1		0,8	0,8	0,447	0,8	0	0	0,00	0,00	0,80	75	
	g	0,5		1	4	0,8	0,8	0,447	0,8	2	0,5	1,00	1,00	1,80	110	
	h		1			2	2	0,707	2	0	0	0,00	0,00	2,00	110	
	i		2			4	2	1	2	0	0	0,00	0,00	2,00	110	
	j	0,5	2	1	4	4,8	2	1,095	2	2	0,5	1,00	1,00	3,00	110	
S15	a	0,5			1	0	0	0	0	0,5	0,5	0,25	0,50	0,50	50	
	b	0,5			2	0	0	0	0	1	0,5	0,50	0,50	0,50	50	
	c		1			2	2	0,707	2	0	0	0,00	0,00	2,00	110	
	d	0,5	1		2	2	2	0,707	2	1	0,5	0,50	0,50	2,50	110	
	e			1		0,8	0,8	0,447	0,8	0	0	0,00	0,00	0,80	75	
	f	0,5	1	1	2	2,8	2	0,837	2	1	0,5	0,50	0,50	2,50	110	
	g		1			2	2	0,707	2	0	0	0,00	0,00	2,00	110	
	h		2			4	2	1	2	0	0	0,00	0,00	2,00	110	

Potrubí Úsek z	DU				WW				C				Q _{max} DN	
	WC	VP	U, P	S	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}		
	2	0,8	0,5	0,6										
i	3				6	2	1,225	2	0	0	0,00	0,00	2,00	110
j 0,5	4	1	2		8,8	2	1,483	2	1	0,5	0,50	0,50	2,50	110

Svodné potrubí z vestavku 1

Úsek	z	DU							WW				C				Q _{max} DN	
		UM	U, P	WC	VYL	VP	U, P	S	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}	ΣDU	DU _{max}	Q _{ww}	Q _{max}		
		0,3	0,5	2	1,5	0,8	0,5	0,6										
1-15'	0,5	6					3		12	2	1,73	2,00	1,8	0,6	0,90	0,90	2,90	110
15-15'	0,5	4					12		8,8	2	1,48	2,00	1	0,5	0,50	0,50	2,50	110
15'-14'	0,5	10					123		20,8	2	2,28	2,28	2,8	0,6	1,40	1,40	3,68	125
14-14'		1							0,8	0,8	0,45	0,80	0	0	0,00	0,00	0,80	110
14'-13'	0,5	10					23		21,6	2	2,32	2,32	2,8	0,6	1,40	1,40	3,72	125
13-13'		5							2,5	0,5	0,79	0,79	0	0	0,00	0,00	0,79	110
13'-10'	0,5	510					23		24,1	2	2,45	2,45	2,8	0,6	1,40	1,40	3,85	125
10-12'	0,43	2					51010		8	2	1,41	2,00	11	0,6	4,73	4,73	6,73	150
12-12'		1							0,8	0,8	0,45	0,80	0	0	0,00	0,00	0,80	110
12'-11'	0,43	2					61010		8,8	2	1,48	2,00	11	0,6	4,73	4,73	6,73	150
11-11'	0,5	2					14		4,8	2	1,10	2,00	2	0,5	1,00	1,00	3,00	110
11'-10'	0,41	4					71410		13,6	2	1,84	2,00	13	0,6	5,33	5,33	7,33	150
10'-9'	0,41	514					91613		37,7	2	3,07	3,07	15,8	0,6	6,48	6,48	9,55	150
9-9'		4							2	0,5	0,71	0,71	0	0	0,00	0,00	0,71	110
9'-8'	0,41	914					91613		39,7	2	3,15	3,15	15,8	0,6	6,48	6,48	9,63	150
8-8'		2							1	0,5	0,50	0,50	0	0	0,00	0,00	0,50	110
8'-7'	0,41	1114					91613		40,7	2	3,19	3,19	15,8	0,6	6,48	6,48	9,67	150
7-7'		1	7	7	1	1			20,1	2	2,24	2,24	0	0	0,00	0,00	2,24	110
7'-6'	0,41	1	18	21	1	10	1613		60,8	2	3,90	3,90	15,8	0,6	6,48	6,48	10,38	150
6-6'		11							3,5	2	0,94	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110
6'-5'	0,41	1	18	22	2	10	1613		64,3	2	4,01	4,01	15,8	0,6	6,48	6,48	10,49	150
5-5'		21							3	2	0,87	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110
5'-4'	0,41	1	20	23	2	10	1613		67,3	2	4,10	4,10	15,8	0,6	6,48	6,48	10,58	150
4-4'		1							0,5	0,5	0,35	0,50	0	0	0,00	0,00	0,50	110
4'-3'	0,41	1	21	23	2	10	1613		67,8	2	4,12	4,12	15,8	0,6	6,48	6,48	10,60	150
3-3'		1							2	2	0,71	2,00	0	0	0,00	0,00	2,00	110
3'-2'	0,41	1	21	24	2	10	1613		69,8	2	4,18	4,18	15,8	0,6	6,48	6,48	10,66	150
2-2'		1							0,5	0,5	0,35	0,50	0	0	0,00	0,00	0,50	110
2'-1'	0,41	1	22	24	2	10	1613		70,3	2	4,19	4,19	15,8	0,6	6,48	6,48	10,67	150

Svodné potrubí z vestavku 3

Úsek	DU				ΣDU	DU_{max}	Q_{ww}	Q_{max}	DN
	U 0,5	VP 0,8	WC 2	P 0,5					
S16-S19'	1		1	2	3,6	2	0,95	2,00	110
S19-S19'			3		3	2	0,87	2,00	110
S19'-S18'	1		4	2	6,6	2	1,28	2,00	110
S18-S18'		1			1,5	0,8	0,61	0,80	110
S18'-S17'	1	1	4	2	8,1	2	1,42	2,00	110
S17-S17'	1				1	0,5	0,50	0,50	110
S17'-S16'	2	1	4	2	9,1	2	1,51	2,00	110

Svodné potrubí z výdejny jídel

Úsek	DU				ΣDU	DU_{max}	Q_{ww}	Q_{max}	DN
	VD 1	VYL 1,5	MN 1	VP 0,8					
T1-T2'		1			1,5	1,5	0,61	1,50	110
T2-T2'				1	0,8	0,8	0,45	0,80	110
T2'-T3'		1		1	2,3	1,5	0,76	1,50	110
T3-T3'	1		1		2	1	0,71	1,00	110
T3'-T1'	1	1	1	1	4,3	1,5	1,04	1,50	110

2.3 Dimenzování dešťové kanalizace

Odvodnění střechy

Potrubí	Úsek	i	A	C	Q _r	DN
1	a	0,03	118	1	3,54	100
	b	0,03	231,1	1	10,47	150
	c	0,03	231,1	1	17,41	200
	d	0,03	231,1	1	24,34	200
	e	0,03	118	1	27,88	200
2, 3, 4, 5	a	0,03	173,3	1	5,20	125
	b	0,03	339,6	1	15,39	150
	c	0,03	339,6	1	25,58	200
	d	0,03	339,6	1	35,77	225
	e	0,03	173,3	1	40,96	225
6	a	0,03	153,6	1	4,61	100
	b	0,03	301	1	13,64	150
	c	0,03	301	1	22,67	200
	d	0,03	301	1	31,70	225
	e	0,03	153,6	1	36,31	225
7	a	0,03	106,9	1	3,21	100
	b	0,03	209,5	1	9,50	125
	c	0,03	209,5	1	15,78	150
	d	0,03	209,5	1	22,06	200
	e	0,03	173,3	1	27,26	200

Svodné potrubí

Úsek	Q _r	DN
1-2'	27,88	225
2'-3'	68,84	300
3'-4'	109,80	400
4'-5'	150,77	400
5'-6'	191,73	400
6'-7'	228,03	500
7'-1'	255,29	500

Nouzové odvodnění

$$Q_{not} = (0,07 - 0,03 \cdot C) \cdot A = (0,07 - 0,03 \cdot 1) \cdot 8\,510 = 340,4 \text{ l/s}$$

$$L_w = \frac{24\,000 \cdot Q_{not}}{h^{1,5}} = \frac{24\,000 \cdot 340,4}{150^{1,5}} = 4\,445 \text{ mm}$$

Zvoleno 18 hranatých přepadů o výšce 150 mm a délce 250 mm.

Odvodnění parkoviště

Vtok	i	A	C	Q _r	DN
P1	0,02	422	0,8	6,75	125
P2	0,02	270,1	0,8	4,32	125
P3	0,02	422	0,8	6,75	125
P4	0,02	148,2	0,8	2,37	110
P5	0,02	1556,1	0,8	24,90	225
P6	0,02	224	0,8	3,58	110
P7	0,02	344,2	0,8	5,51	125
P8	0,02	320	0,8	5,12	125
P9	0,02	429,1	0,8	6,87	150
P10	0,02	205,6	0,8	3,29	110
P11	0,02	167,5	0,8	2,68	110
P12	0,02	296,4	0,8	4,74	125
P13	0,02	684,8	0,8	10,96	150

Úsek	Q _r	DN
2-3	11,07	150
3-4	17,83	200
4-5	20,20	200
5-6	45,09	300
6-7	48,68	300
8-7	10,63	150
7-9	59,31	300
10-11	10,16	150
11-12	12,84	200
12-9	17,58	200
9-13	76,88	300
13-1	87,84	300

2.4 Vsakovací nádrž

Minimální objem nádrže je 520 m^3 , vsakovací plocha 780 m^2 . Zvolen systém GARANTIA EcoBloc. Rozměr jednoho bloku je $800 \times 800 \times 320 \text{ mm}$, čistý objem 195 l . Jedna vrstva bude mít 27×45 , tedy $1\,215$ bloků a objem 237 m^3 . Pro splnění retenčního objemu stačí tři vrstvy, z důvodu připojení potrubí průřezu DN 500 nutné vrstvy čtyři. Celkový počet bloků $4\,860$, objem 948 m^3 , rozměry $21,6 \times 36 \times 1,28 \text{ m}$. Pro instalaci pod parkoviště osobních automobilů je udáváno minimální a maximální krytí zeminou 250 mm a $2\,750 \text{ mm}$.

2.5 Odlučovač lehkých látek

Výpočet dle ČSN EN 858 Odlučovače lehkých kapalin (např. oleje a benzínu).

Jmenovitá velikost

Pro výpočet uvažován 15-ti minutový déšť periodicity 1.

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d = (62,4 + 0) \cdot 1 = 59,8$$

$$Q_r = \psi \cdot i \cdot A = 0,9 \cdot 0,0121 \cdot 5\,490 = 59,8 \text{ l/s}$$

Navrhnutý typ zařízení: AS-TOP 65 VF.

2.6 Lapák tuku

Uvažováno 100 pokrmů denně, dvě hodiny v provozu.

$$NS = Q_s \cdot f_d \cdot f_t \cdot f_r = 1,39 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 = 1,8$$

$$Q_s = \frac{V \cdot F}{3600 \cdot t} = \frac{500 \cdot 20}{3600 \cdot 2} = 1,39 \text{ l/s}$$

$$V = M \cdot V_m = 100 \cdot 5 = 500 \text{ l}$$

Navrhnutý typ zařízení: AS-FAKU ER 2, kalový prostor 200 l .

2.7 Čerpací stanice

$$0 = 253,000 \text{ m n. m.}$$

Upravený terén nad stanicí

$$251,280 \text{ m n. m.}$$

Nátok 1

247,600 m n. m.

Nátok 2

248,41 m n. m.

Hloubka od nátoku po dno

0,82 m

247,600 m n. m.

Čerpadlo

247,750 m n. m.

Uklidňovací šachta

249,780 m n. m.

Výtlačná výška

$$H_g = 2,85 \text{ m}$$

Výpočet

$$\Delta p = \sum \xi \cdot v^2 \cdot 0,5 + l \cdot R = 5,5 \cdot 1,5^2 \cdot 0,5 + 5,15 \cdot 0,26 = 7,53 \text{ kPa}$$

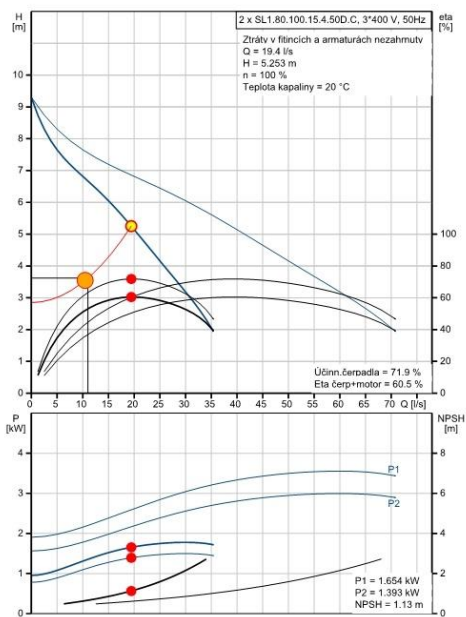
$$H = H_g + \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = 2,03 + \frac{7530}{1000 \cdot 9,81} = 3,62 \text{ m}$$

Vybráno 2 x čerpadlo typu SL1.80.100.15.4.50D.C 50 Hz.

Čerpací jímka typu PUST18.45.D.A.SS.W.GRP.SE průměru 1,8 m a výšky 4,5 m.

98625977 SL1.80.100.15.4.50D.C 50 Hz

Zadání		Výsledky dimenzování	
Obecný		Typ SL1.80.100.15.4.50D.C	
Aplikace	Odpadní voda	Q	19.7 l/s (+77%)
Oblast aplikace	Komunální odpadní voda	H geodet.	2.85 m
Application type	Splásková odpadní voda	H celk.	5.216 m (+45%)
Instalace	Ponorné čerpadlo, se systémem automat. spojky	Celk. Q	39604 m³/rok
Celkový počet čerpadel	2	Max. startů/hod	20
Z toho : počet záložních čerpadel	1	Příkon P1	1.66 kW
Průtok na výstupu (Q)	11 l/s	Výkon P2	1.398 kW
Geodetická výška	2.85 m	pořadová hodnota NPSH	1.13 m
Viskozita	1 mm²/s	Eta čerp.	71.9 %
Hustota	1000 kg/m³	Eta motoru	84.2 %
Ztráty třením v potrubí	0.77 m	Eta čerp.+motor	60.5 % = Účinn. čerp.* motoru
Vaše požadavky		Eta celk.	60.5 % = Účinn. vztažená k prac.bodu
Proměnné otáčky	Ne	Nejlepší eta čerpadla	71.9 % = Eta v bodě nejlepší účinnosti
Dovolené poddimenzování	5 %	Nejlepší eta čerpadlo+motor	60.5 % = Eta v bodě nejlepší účinnosti
Teplota čerpané kapaliny ≤ 40 °C	Ano	Otáčky	1452 ot/min
Počet prac. bodů	1	Spotřeba energie	937 kWh/Rok
Požadován chladič pláště	Ne	Cena	3328.00 €
Vybrat typ hydrauliky		Cena+náklady energie	5292.37 € /10Roky
Obsah pevných částic	0 - 3%	Náklady LCC	3628 € /10Roky
Mělníci zařízení	Ne		
Kanálové oběžné kolo	Ano		
Vortexové oběž. kolo	Ano		
S-tube	Ano		
Vybrat typ materiálu			
Kompletně litina	Ano		
Litina s oběžným kolem z korozivzdorné oceli	Ne		
Litínový motor s tělesem čerpadla a oběž. kolem z korozivzd. oceli	Ne		
Kompletně korozivzdorná ocel	Ne		
Vybrat typ motoru			
	Standardní motor		
Změnit Zátěžový profil			
Zátěžový profil	Plné zatížení		
Období	Den		
Počet provoz. hodin za den	2.74 h/den		
Provozní podmínky			
Frekvence	50 Hz		
Fáze	1 nebo 3		
Napětí	1 x 230 nebo 3 x 400 V		
Nastavení seznamu nabízených čerpadel v Dimezování.			
Cena energie	0.15 €/kWh		
Nárůst ceny el. energie	6 %		
Výpočtové období	10 roky		
Nahrát profil			
Q	95	%	
H	145	%	
P1	1.654	kW	
Eta celk.	60.5	%	
Doba	1053	h/a	
Spotřeba energie	937	kWh/Rok	



3 NÁVRH ZÁSOBOVÁNÍ VODOU

3.1 Hydraulické posouzení potrubí

Výpočet tlakových ztrát v kritickém potrubí teplé vody a vodovodní přípojce

Úsek		Jmenovitý výtok Q_A l/s				Jmenovitý výtok Q_A l/s				S. současnosti ϕ -				Q_D l/s	$d_a \times s$ mm (DN)	v m/s	l m	R kPa/m	$\Sigma \xi$	Δp_F kPa	$l.R + \Delta p_F$ kPa
od	do	0,2		0,3		0,2		0,3		0,2		0,3									
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem								
11a	12a	1	1											0,20	20x3,4	1,5	0,8	2,01	1,6	1,8	3,41
c	c																				
12a	14a	1	2											0,28	25x4,2	1,4	2,35	1,18	0,6	0,6	3,36
c	c																				
14a	15a	1	3											0,35	25x4,2	1,6	0,6	1,81	1,5	1,9	3,01
c	c																				
15a	16	1	4											0,40	32x5,4	1,1	15,8	0,70	8	4,8	15,90
c																					
16	15	5	9											0,60	32x5,4	1,7	1,8	1,47	4,5	6,5	9,15
15	14	2	11											0,66	32x5,4	1,8	4,1	1,72	6,1	9,9	16,93
14	13	2	13											0,72	40x6,7	1,3	27,1	0,69	11	9,0	27,66
13	oh1	6	19					14	14	13	13			5,71	90x15,0	2,1	2,9	0,56	4,5	9,9	11,55
oh1	oh2		19						14		13			2,86	63x10,5	2	1,2	0,90	3,1	6,2	7,28
oh2	oh3		19						14		13			2,86	63x10,5	1	1	1,05	6,1	3,1	4,10
oh3	13		19						14		13			5,71	90x15,0	2	2,4	0,65	9,2	18,4	19,96
13	14	10	29	3	3	4	4		14		13	2	2	6,58	90x15,0	2,3	27,1	0,83	9,6	25,4	47,89
14	15		29		3		4		14		13		2	6,58	90x15,0	2,3	4,3	0,83	0,6	1,6	5,16
15	16	6	35	3	6		4		14		13		2	6,77	90x15,0	2,4	1,1	0,88	0,6	1,7	2,70
16	17	2	37		6		4		14		13		2	6,80	90x15,0	2,4	5,3	0,90	1,5	4,3	9,09
17	18	1	38		6		4		14		13		2	6,82	90x15,0	2,4	23,8	0,91	0,6	1,7	23,39
18	19	2	40	1	7		4		14		13		2	6,87	90x15,0	2,4	62	0,92	7,5	21,6	78,64
19	20	6	46	2	9		4		14		13		2	7,01	90x15,0	2,5	5	0,95	11	34,4	39,13
20	21		46		9		4		14		13		2	7,01	90x8,2	1,7	26,5	0,34	10	14,7	23,75
$\Delta p_{RF} = \Sigma l.R + \Delta p_F =$																				352,03	

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

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

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

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} = \frac{7,3 \cdot 998 \cdot 9,81}{1000} = 71,47 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{WM} = 10 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{Ap} = 3 + 5 = 8 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RF} = 352,03 \text{ kPa}$$

$$550 \text{ kPa} > 100 + 71,47 + 10 + 8 + 352,03 = 541,50 \text{ kPa}$$

Výpočet tlakových ztrát v kritickém potrubí studené vody a vodovodní přípojce

Úsek		Jmenovitý výtok				Jmenovitý výtok								S. současnosti		Q _b l/s	d _a x s mm (DN)	v m/s	l m	R kPa/m	Σξ	Δp _F kPa	l.R+Δp _F kPa
		Q _A l/s				Q _A l/s								φ -									
od	do	0,2		0,3		0,2		0,3		0,2		0,3		0,25									
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem								
1	2									1	1					0,20	20x3,4	1,5	0,3	2,41	1,6	1,80	2,52
2	3									1	2					0,40	25x4,2	1,8	0,7	2,76	1,6	2,59	4,52
3	4									1	3					0,60	32x5,4	1,7	0,3	1,75	0,6	0,87	1,39
4	5									1	4					0,80	32x5,4	2,3	0,7	2,94	1,6	4,23	6,29
5	6									1	5					1,00	40x6,7	1,8	0,3	1,46	0,6	0,97	1,41
6	7									1	6					1,20	40x6,7	2,2	0,7	2,03	0,6	1,45	2,87
7	8									1	7					1,40	50x8,4	1,6	0,3	0,82	1,6	2,05	2,29
8	9									1	8					1,60	50x8,4	1,8	0,7	1,17	0,6	0,97	1,79
9	10									1	9					1,80	50x8,4	2,1	0,3	1,44	0,6	1,32	1,76
10	11									1	10					2,00	50x8,4	2,3	0,7	1,74	4	10,58	11,80
11	12							10	10		10					3,60	75x12,5	1,8	9,9	0,69	7,6	12,31	19,14
12	13	12	12	3	3	4	4	4	14	3	13	2	2	2	2	6,25	90x15,0	2,2	1,9	0,77	0,6	1,45	2,92
13	14	4	16		3		4		14		13		2	2	2	6,33	90x15,0	2,3	23,3	0,79	9,6	25,39	43,80
14	15	2	18		3		4		14		13		2	2	2	6,37	90x15,0	2,3	4,3	0,50	0,6	1,59	3,75
15	16	8	26	3	6		4		14		13		2	2	2	6,64	90x15,0	2,3	1,1	0,86	0,6	1,59	2,53
16	17	7	33		6		4		14		13		2	2	2	6,74	90x15,0	2,4	5,3	0,88	1,5	4,32	8,98
17	18	5	38		6		4		14		13		2	2	2	6,82	90x15,0	2,4	23,8	0,91	0,6	1,73	23,39
18	19	2	40	1	7		4		14		13		2	2	2	6,87	90x15,0	2,4	62	0,93	7,5	21,60	79,26
19	20	6	46	2	9		4		14		13		2	2	2	7,01	90x15,0	2,5	5	0,95	11	34,38	39,13
20	21		46		9		4		14		13		2	2	2	7,01	90x8,2	1,7	26,5	0,34	10	14,74	23,75
Δp _{RF} =Σl.R+Δp _F =																					283,29		

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

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

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

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} = \frac{7,3 \cdot 998 \cdot 9,81}{1000} = 71,47 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{WM} = 10 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{Ap} = 3 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RF} = 283,29 \text{ kPa}$$

$$550 \text{ kPa} \geq 100 + 71,47 + 10 + 3 + 283,29 = 467,76 \text{ kPa}$$

Výpočet tlakových ztrát v kritickém potrubí požární vody a vodovodní přípojce

Úsek		Jmenovitý výtok Q _A l/s		Q _D l/s	d _a x s mm (DN)	v m/s	l m	R kPa/m	Σξ	Δp _F kPa	l.R+Δp _F kPa
od	do	1									
		Přibývá	Celkem								
P1	P2	1	1	1,00	(32)	1	81,9	0,76	4,5	2,25	64,49
P2	20	1	2	2,00	(50)	0,9	70,1	0,37	6	2,43	28,37
20	21	0	2	2,00	90x8,2	0,5	26,5	0,04	9,5	1,19	2,25
Δp _{RF} =Σl.R+Δp _F =											95,11

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

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

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

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} = \frac{7,3 \cdot 998 \cdot 9,81}{1000} = 71,47 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{WM} = 0 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RF} = 95,11 \text{ kPa}$$

$$550 \text{ kPa} \geq 200 + 71,47 + 0 + 0 + 95,11 = 366,58 \text{ kPa}$$

3.2 Dimenzování cirkulačního potrubí

Úsek		d _a x s mm (DN)	Tl. izolace mm	Tepelná ztráta W/m	Tepelná ztráta W	Q _C l/s	v m/s	l m	R kPa/m	Σξ	Δp _F kPa	l.R+Δp _F kPa
od	do											
OH2	OH1	63x10,5	40	7,0	8	0,12	0,1	1,2	0,003	1,5	0,01	0,01
OH1	13	90x15	40	8,8	42	0,24	0,1	4,8	0,002	6,5	0,03	0,04
13	12	90x15	40	8,8	17	0,24	0,1	1,9	0,002	1,5	0,01	0,01
12	C1	75x12,5	40	7,8	77	0,07	0,1	9,9	0,001	6,1	0,03	0,04
C1	C2	16x2,7	30	-	-	0,07	0,8	9,9	0,88	5,5	1,76	10,47
C2	C3	20x3,4	30	-	-	0,11	0,8	1,8	0,69	2	0,64	1,88
C3	C4	25x4,2	30	-	-	0,24	1,1	4,9	0,95	7,5	4,54	9,19
C4	C5	20x3,4	30	-	-	0,12	0,9	1,2	0,8	3	1,21	2,18
q ₁ =					145	Δp _{RF} =Σl.R+Δp _F =					23,83	

Úsek		d _a x s mm (DN)	Tl. izolace mm	Tepelná ztráta W/m	Tepelná ztráta W	Q _C l/s	v m/s	l m	R kPa/m	Σξ	Δp _F kPa	l.R+Δp _F kPa
od	do											
OH2	OH1	63x10,5	40	7,0	8	0,12	0,1	1,2	0,003	1,5	0,01	0,01
OH1	13	90x15	40	8,8	42	0,24	0,1	4,8	0,002	6,5	0,03	0,04
13	14	32x5,4	40	4,7	110	0,13	0,4	23,3	0,09	5,5	0,44	2,54
14	C1b	40x6,7	50	4,8	87	0,13	0,3	18,1	0,03	4	0,18	0,72
C1b	C3	20x3,4	30	-	-	0,13	0,6	41,4	0,31	7	1,26	14,09
C3	C4	25x4,2	30	-	-	0,24	1,1	4,9	0,95	6,5	3,93	8,59
C4	C5	20x3,4	30	-	-	0,12	0,9	1,2	0,8	4	1,62	2,58
Q ₂ =					248	Δp _{RF} =Σl.R+Δp _F =					28,56	

Úsek		d _a x s mm (DN)	Tl. izolace mm	Tepelná ztráta W/m	Tepelná ztráta W	Q _c l/s	v m/s	l m	R kPa/m	Σξ	Δp _F kPa	l.R+Δp _F kPa
od	do											
OH2	OH1	63x10,5	40	7,0	8	0,12	0,1	1,2	0,003	1,5	0,01	0,01
OH1	13	90x15	40	8,8	42	0,24	0,1	4,8	0,002	6,5	0,03	0,04
13	12	90x15	40	8,8	17	0,11	0,1	1,9	0,002	1,5	0,01	0,01
12	11b	50x8,4	30	7,1	9	0,04	0,1	1,2	0,001	1,6	0,01	0,01
11b	C1a	40x6,7	50	4,8	11	0,04	0,1	2,3	0,004	2,3	0,01	0,02
C1a	C2	16x2,7	30	-	-	0,04	0,5	3,5	0,32	3	0,38	1,50
C2	C3	20x3,4	30	-	-	0,11	0,8	1,8	0,69	4	1,28	2,52
C3	C4	25x4,2	30	-	-	0,24	1,1	4,9	0,95	7,5	4,54	9,19
C4	C5	20x3,4	30	-	-	0,12	0,9	1,2	0,8	3	1,22	2,18
q ₃ =						87	Δp _{RF} =Σl.R+Δp _F =					15,48

$$q_c = q_1 + q_2 + q_3 = 145 + 248 + 87 = 480 \text{ W}$$

$$Q_c = \frac{q_c}{c \cdot \rho \cdot \Delta T} = \frac{480}{4,18 \cdot 986,63 \cdot 2} = 0,06 \text{ l/s}$$

Průtok bude upraven na 0,24 l/s.

$$Q_1 = Q_c \cdot \frac{q_1}{q_c} = 0,24 \cdot \frac{145}{480} = 0,07 \text{ l/s}$$

$$Q_2 = Q_c \cdot \frac{q_2}{q_c} = 0,24 \cdot \frac{248}{480} = 0,12 \text{ l/s}$$

$$Q_3 = Q_c \cdot \frac{q_3}{q_c} = 0,24 \cdot \frac{87}{480} = 0,04 \text{ l/s}$$

Dopravní výška čerpadla

$$H = \frac{1\,000 \cdot \Delta p_{RF}}{\rho \cdot g} = \frac{1\,000 \cdot 28,56}{986,63 \cdot 9,81} = 2,95 \text{ m}$$

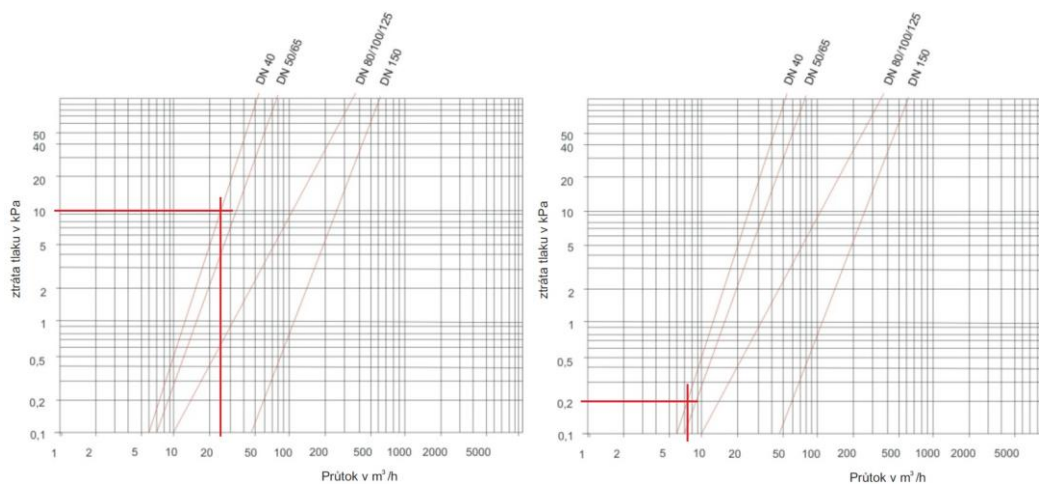
$$Q = 0,24 \text{ l/s} = 0,86 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zvoleno čerpadlo Grundfos ALPHA2.

3.3 Návrh vodoměru

Průtok při maximálním odběru vody je $25,2 \text{ m}^3$ za hodinu, při hašení požáru dvěma hadicovými systémy je $7,2 \text{ m}^3$ za hodinu.

Navržen vodoměr Sensus Meistream DN40. Maximální průtok $60 \text{ m}^3/\text{h}$, přetížení $32,25 \text{ m}^3/\text{h}$, trvalý průtok $25 \text{ m}^3/\text{h}$, minimální průtok $0,2 \text{ m}^3/\text{h}$.



Tlakové ztráty činí 10 a 0,2 kPa.

3.4 Roztažnost kritických úseků potrubí

$$\alpha = 0,15 \text{ mm/m} \cdot K$$

$$C = 20$$

$$\Delta T = 50 K$$

$$\Delta L = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$$

$$L_s = C \cdot \sqrt{D \cdot \Delta L}$$

Úsek	L [m]	D [mm]	ΔL [mm]	L_s [mm]
x-PB1	4,1	32	30,75	627
PB2-PB1	4,9	32	36,75	686

Úsek	L [m]	D [mm]	ΔL [mm]	L_s [mm]
PB2-PB3	10,7	40	80,25	1133
PB3-PB4	10	40	75	1095
PB5-z	6,4	75	48	1200

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Úvod

Projekt řeší vodovod, kanalizaci a jejich přípojky novostavby výrobní haly v ulici Vendelína Opatrného v Týništi nad Orlicí. Jako podklad pro vypracování sloužila projektová dokumentace.

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

Bilance potřeby vody

Specifická potřeba vody

228 zaměstnanců ve výrobě	30 m ³ ročně (provozovny 46)
40 v administrativě	14 m ³ ročně (kancelářské budovy 6)
100 obědů	3 m ³ ročně (stravování 18)

Průměrná denní potřeba

$$Q_{dp1} = \frac{30}{250} = 0,12 \text{ m}^3$$

$$Q_{dp2} = \frac{14}{250} = 0,056 \text{ m}^3$$

$$Q_{dp3} = \frac{3}{250} = 0,012 \text{ m}^3$$

$$Q_{dp} = 228 \cdot 0,12 + 40 \cdot 0,056 + 100 \cdot 0,012 = 30,8 \text{ m}^3$$

Maximální denní potřeba vody

$$Q_{dm} = Q_{dp} \cdot k_d = 30,8 \cdot 1,5 = 46,2 \text{ m}^3$$

Maximální hodinová potřeba vody

Uvažováno pro okamžik střídání dvou směn třísměnného provozu a výdeje obědů.

$$\begin{aligned}
 Q_{hm} &= \left(\frac{\frac{1}{3} \cdot Q_{dp1} + Q_{dp2}}{t_1} + \frac{Q_{dp3}}{t_2} \right) \cdot k_d \cdot k_h + 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot Q_{dp1} \\
 &= \left(\frac{\frac{1}{3} \cdot 228 \cdot 0,12 + 40 \cdot 0,56}{8} + \frac{100 \cdot 0,012}{2} \right) 1,5 \cdot 1,8 + 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 228 \cdot 0,12 \\
 &= 16,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_{dp} \cdot d = 30,8 \cdot 250 = 7\,700 \text{ m}^3$$

Bilance potřeby teplé vody

Specifická potřeba

228 zaměstnanců ve výrobě	0,04 m ³ za směnu
40 v administrativě	0,02 m ³ za směnu
100 obědů	0,001 m ³ na 1 jídlo
Úklid 9 715 m ²	0,02 m ³ na 100 m ²

$$spv_1 = 0,04 \text{ m}^3 \cdot \frac{os}{sm}$$

$$spv_2 = 0,02 \text{ m}^3 \cdot \frac{os}{sm}$$

$$spv_3 = 0,001 \text{ m}^3 \cdot \frac{os}{sm}$$

$$spv_4 = 0,02 \text{ m}^3 \cdot \frac{1}{100 \text{ m}^2}$$

$$spv = 228 \cdot 0,04 + 40 \cdot 0,02 + 100 \cdot 0,001 + 9\,715 \cdot \frac{0,02}{100} = 11,96 \text{ m}^3$$

Areálová kanalizace a přípojka

Bude použito potrubí z PVC řady KG. Splašková kanalizace je rozdělena na tři úseky svodného potrubí, které se spojí vně budovy. Vestavek 1 bude napojen potrubím DN 150. Potrubím DN 110 z výdejný jídel se na něj napojí za lapákem tuku a společně povede na okraj

pozemku do čerpací stanice. V ní se k nim připojí potrubí DN 110 z vestavku 3. Čerpací stanice vytlačí splaškové vody do ukliďňovací šachty, ze které povede gravitační přípojka na stávající stoku.

Srážkové vody z parkoviště o průtoku 59,8 l/s budou svedeny potrubím DN 300 do odlučovače lehkých látek typu AS-TOP 65 VF. Vody ze střechy budou svedeny potrubím DN 500 přímo do vsakovací nádrže o objemu 948 m³. Ta bude napojena bezpečnostním potrubím na dešťovou stoku.

Vodovodní přípojka

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11 90x8,2. Napojená na vodovodní řad pro veřejnou potřebu v ulici Vendelína Opatrného. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad je podle sdělení jeho provozovatele 0,55 MPa. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 7,01 l/s. Vodovodní přípojka bude na veřejný litinový řad napojena navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem. Vodoměrová souprava s vodoměrem DN 40 a hlavním uzávěrem vody bude umístěna v typové betonové vodoměrové šachtě o rozměru 2500 x 1200 x 2300 mm na pozemku investora.

Potrubí přípojky 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.

Vnitřní kanalizace

Svodná potrubí povedou v zemi pod podlahou 1. NP a pod terénem vně domu. Splašková kanalizace je rozdělena na tři úseky svodného potrubí, které se spojí vně budovy. V místě napojení hlavních svodných potrubí na areálovou kanalizaci bude zřízena hlavní vstupní šachta z betonových skruží Ø 1000 mm s poklopem Ø 600 mm.

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

předstěnových instalací a pod omítkou. Pro napojení myčky bude osazena zápachová uzávěrka HL 406.

Dešťová odpadní potrubí budou vnitřní vedená po stěně budovy a napojena do vstupních šachet.

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

Materiálem potrubí v zemi budou trouby a tvarovky z PVC KG uložené na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Splašková odpadní, větrací a připojovací potrubí budou z polypropylenu HT a budou upevňována ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou.

Vnitřní vodovod

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody v ulici Vendelína Opatrného. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 7,01 l/s. Vodoměr a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude umístěn ve vodoměrné šachtě. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad je podle sdělení jeho provozovatele 0,55 MPa.

Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrné šachty do domu povede v hloubce 1,5 m pod terénem vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou z podlahy. V domě bude ležaté potrubí vedeno podél stěn výrobního prostoru a v podhledech vestavek.

Stoupací potrubí povedou v přízdívkách a instalačních šachtách společně s odpadními potrubími kanalizace. Podlažní rozvodná a připojovací potrubí budou vedena v přízdívkách předstěnových instalací a pod omítkou. Trasy je nutné koordinovat s ostatními potrubími.

Teplá voda pro vestavek 1 bude připravována ve dvou tlakových zásobníkových ohřívacích o celkovém objemu 2000 litrů. Pro ohřev bude využit stávající teplovod. Na přívodu studené vody do tohoto ohříváče bude kromě uzávěru osazen ještě zpětný ventil a pojistný ventil nastavený na otevírací přetlak 0,6 MPa.

Tři umyvadla ve vestavku 2 a 3 budou každé zásobováno vlastním beztlakým zásobníkovým ohříváčem o objemu 5 litrů. Ten bude osazen uzávěrem a zpětným ventilem.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN EN 806-2 a ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN 75 5455. 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 terémem 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 potrubní izolační pouzdra ORSTECH.

Potrubí požárního vodovodu z oceli bude vedeno podél stěn haly a v podhledech vestavek. Budou na něj napojeny hadicové systémy s tvarově stálou hadicí DN 25 délky 30 m.

Zařizovací předměty

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy budou závěsné. Záchodová mísa pro tělesně postižené bude mít horní okraj ve výšce 500 mm nad podlahou a budou u ní osazena předepsaná madla. Pisoárová mísa bude mít automatické splachovací zařízení. Nad umývánkem budou výtokové ventily na studenou teplou vodu. U umyvadel a dřezu budou stojánkové směšovací baterie. Umyvadlo pro tělesně postižené bude opatřeno nástěnnou jednopákovou směšovací baterií a podomítkovou zápachovou uzávěrkou. Sprchové baterie budou nástěnné. U výlevky směšovací baterie s dlouhým otočným výtokem. Myčka nádobí bude k vodovodnímu a kanalizačnímu potrubí připojena přes soupravu HL 406.

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

Zemní práce

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy. 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 1,5 m je nutno pažit příloženým pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, 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.

Brno, leden 2016

Vypracoval: Ing. Pavel Čupr

SEZNAM VÝKRESŮ

01 – Situace	1:500
02 – Vodovod – Půdorys 1NP	1:200
03 – Vodovod – Půdorys 1NP výřezy	1:100
04 – Vodovod – Půdorys 2NP	1:100
05 – Vodovod – Axonometrie	1:100
06 – Detail vodoměrné sestavy	
07 – Podélný řez vodovodní přípojky	1:100
08 – Kanalizace – Půdorys 1NP	1:100
09 – Kanalizace – Půdorys 2NP	1:100
10 – Kanalizace – Rozvinuté řezy	1:100
11 – Kanalizace - Půdorys základů	1:100
12 – Kanalizace - Půdorys střechy	1:500
13 – Podélné řezy svodných potrubí	1:100
14 – Podélný řez kanalizační přípojky	1:100
15 – Připojení vsakovací nádrže	1:100

LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

Označení na výkrese	Popis sestavy	Počet sestav
P	Pisoárová mísa keramická bílá Podomítkový modul s automatickým ovládáním Zápachová uzávěrka pro pisoár Připojovací trubička 1/2"	11
WC	Záchodová mísa keramická závěsná bílá s hlubokým splachováním Instalační prvek pro závěsnou záchodovou mísu s integrovaným nádržkovým splachovačem o objemu 6 l pro předezdění Ovládací tlačítko k instalačnímu prvku plastové bílé 2 x podpěra pro instalační prvek Záchodové sedátko plastové bílé	28
U	Umyvadlo keramické bílé šířky 550 mm Zápachová uzávěrka umyvadlová plastová bílá Baterie nástěnná pochromovaná jednopáková	30
UZP	Umyvadlo keramické bílé šířky 550 mm Zápachová uzávěrka podomítková Baterie nástěnná pochromovaná jednopáková	1
UM	Umývatko keramické bílé šířky 450 mm Zápachová uzávěrka umývatková plastová bílá Baterie nástěnná pochromovaná jednopáková	1
VYL	Výlevka keramická závěsná Zápachová uzávěrka pro výlevku Baterie nástěnná pochromovaná jednopáková	3
S	Baterie sprchová nástěnná jednopáková s ruční sprchou Držák ruční sprchy Podlahová vpust se zápachovou uzávěrkou	13
MN	Zápachová uzávěrka pro myčku nádobí podomítková Výtokový ventil na hadici DN 15 pochromovaný se zpětným a zavzdušňovacím ventilem podle ČSN EN 1717	1
DD	Dřez nerezový velkokuchyňský o rozměru 1300 x 700 Zápachová uzávěrka dřezová pochromovaná Baterie dřezová nástěnná pochromovaná jednopáková	1

ZÁVĚR

Tato práce se zabývá tematikou zdravotně technických instalací výrobních hal. K té se musí přistupovat s ohledem na rozsáhlé dispozice těchto budov, velké množství odpadních vod, velké potřebě pitné vody a případných dalších provozním požadavkům závisajících na samotném účelu dané budovy.

Teoretická část je návod, jak postupovat při návrhu odvádění srážkových vod a jaké jsou možnosti pro jejich zpracování.

Experimentální část se obsahuje měřením spotřeby teplé vody. Jejím výsledkem jsou diagramy denního odběru.

V projektové část je uplatněno výše uvedených a jiných poznatků na samotném návrhu zdravotně technických instalací v zadané budově. Mimo jiné obsahuje návrh vsakovací nádrže, přečerpávací stanice, lapáku tuků, odlučovače lehkých kapalin a bezpečnostního odvodnění střechy.

POUŽITÉ ZDROJE

Knihy a akademické práce

1. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007, xx, 262 s. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8
2. KREJČÍ, Vladimír a kolektiv. *Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup*. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2002. ISBN: 80-86020-39-8
3. MALÝ, Josef – HLAVÍNEK, Petr. *Čištění průmyslových odpadních vod*. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 1996. ISBN 80-86020-05-3
4. ŽABIČKA, Zdeněk a Jakub VRÁNA. *Zdravotně technické instalace*. 1. vyd. Brno: ERA, 2009, ix, 221 s. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-139-7

Normy

5. ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha : Český normalizační institut, 1994
6. ČSN 75 5455. *Výpočet vnitřních vodovodů*. Praha : Úřad pro technologickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014
7. ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha : Úřad pro technologickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012
8. ČSN 75 6261. *Dešťové nádrže*. Praha : Český normalizační institut, 2004
9. ČSN 75 6760. *Vnitřní kanalizace*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014
10. ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012
11. ČSN EN 12056. *Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy*. Praha : Český normalizační institut, 2001
12. ČSN EN 858. *Odlučovače lehkých kapalin (např. oleje a benzinu)*. Praha : Český normalizační institut, 2003
13. ČSN EN 752. *Odvodňovací systémy vně budov*. Praha : Český normalizační institut, 2008
14. TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha : Sweco Hydroprojekt a.s., 2013

Elektronické zdroje

15. ASIO [online]. [cit. 2016-01-14] URL: <<http://www.asio.cz>>
16. GLYNWED s.r.o. [online]. [cit. 2014-06-03] URL: <<http://www.glynwed.cz>>

17. *GRUNDFOS* [online]. [cit. 2016-01-14] URL: < <http://cz.grundfos.com/>>
18. *Honeywell* [online]. [cit. 2016-01-14] URL: <<http://www.asio.cz>>
19. *KAPKA vodoměry* [online]. [cit. 2016-01-14] URL: < <http://www.kapka-vodomery.cz/>>
20. *OSMA* [online]. [cit. 2016-01-14] URL: <<http://www.kanalizacezplatu.cz/>>
21. TFA Schönes wetter! [online]. [cit. 2014-06-03] URL: <<http://www.tfa-dostmann.de>>
22. *TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. [cit. 2014-06-03] URL: <<http://www.tzb-info.cz>>
23. *VŠCHT – Vysoká škola chemicko-technologická v Praze – Vítejte ve světě moderní chemie* [online]. [cit. 2014-06-03] URL: <<http://www.vscht.cz>>
24. *Wavin :Vnitřní instalace a inženýrské sítě* [cit. 2014-06-03]. [2014] URL: <<http://www.wavin.cz>>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

- ČSN – Česká technická norma
- EN – Evropská norma
- PP – polypropylen
- PVC – polyvinylchlorid
- TZB – technická zařízení budov
- VZT – vzduchotechnika
- ZTI – zdravotně technické instalace

Fyzikální veličiny

- p – tlak [Pa]
- Q – objemový průtok [m^3/h]
- S – plocha [m^2]
- t – čas [s]
- T – teplota [K],
- v – rychlost [m/s]
- V – objem [m^3]
- ρ – objemová hmotnost [kg/m^3]

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obr. 0.1 Zásobníkový ohříváč vody.....	16
Obr. 2.1 Srážkoměr [21].....	19
Obr. 3.1 Schematické znázornění podtlakového systému [16]	22
Obr. 4.1 Vsakovací průleh-rýha [14]	27
Obr. 4.2 Vsakovací blok [16]	28
Obr. 4.3 Vírový regulátor [24].....	32
Obr. 4.4 Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem [14]	32
Obr. 5.1 Schéma flotace [23]	36
Obr. 0.1 Zásobníkový ohříváč vody.....	39
Obr. 0.2 Detail připojení	40
Obr. 0.3 Přístroj v chodu	41

Tabulky

Tab. 2.1 Intenzity deště pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace [9]	20
Tab. 2.2 Průměrné vydatnosti deště v [l/s·ha].....	20
Tab. 2.3 Součinitelé odtoku srážkových vod (C) [9]	21
Tab. 4.1 Součinitel odtoku srážkových povrchových vod Ψ [10]	26
Tab. 4.2 Návrhová periodičita srážek pro dimenzování retenčních dešťových nádrží	30
Tab. 5.1 Hlavní látkové ukazatele znečištění v dešťovém odtoku ulic a silnic [2]	34
Tab. 5.2 Minimální přítěžující součinitel f_x [12]	36
Tab. 5.3 Hustoty (měrné hmotnosti) pro vybrané lehké kapaliny [12]	37
Tab. 5.4 Součinitele hustoty f_d [12].....	37